



Prof. Dr. Nuri Munsuz

ULUSAL TOPRAK ve SU SEMPOZYUMU

25-27 Mayıs 2011

Ankara





Prof.Dr. NURİ MUNSUZ

ULUSAL TOPRAK VE SU SEMPOZYUMU

EDİTÖRLER

Prof.Dr. Sonay SÖZÜDOĞRU OK

Prof.Dr. Sevinç ARCAK

Prof.Dr. Gökhan ÇAYCI

25-27 MAYIS 2011

ANKARA

ÖNSÖZ

İnsanoğlu yaşamını sürdürürebilmek için toprak ve su kaynaklarına ihtiyaç duymaktadır. Bu yüzyıl sonunda dünya nüfusunun 11 milyara ulaşacağı var sayılmakta, gıda, giyim ve bio-enerji ürünlerinde ihtiyaç giderek artmakta, sağlıksız şehirleşme ve sanayileşmeye ilaveten özellikle sahil kesimlerinde yoğunlaşan turizm yatırımları doğal kaynaklar üzerindeki olumsuz baskısı maalesef giderek artmaktadır.

Diğer taraftan sürdürülebilir tarım ve çevre için doğal kaynakların doğru ve akılcı kullanılması gerekmektedir. Çölleşme, erozyon, toprak kirlenmesi, sıkışma, toprak organik madde kapsamı ve bioçeşitliliğindeki azalma ve tuzlulaşma gibi toprak bozunumuna neden olan işlemler, ana fonksiyonlarını yerine getirmede toprağın kapasitesini kaybetmesine neden olmaktadır. Bu bozunum işlemleri, yanlış arazi kullanımı, dengesiz gübreleme, sulama amaçlı taban suyunun aşırı tüketimi, uygun olmayan pestisit kullanımı, ağır tarım alet ve makinelerinin kullanımı ve aşırı hayvan otlatma gibi doğru olmayan tarım uygulamalarından kaynaklanmaktadır.

Ülkemiz 78 milyon hektar yüz ölçümü, 27 milyon hektar tarım arazisi, 8.5 milyon hektar ekonomik olarak sulanabilir arazisi ve 112 milyar m³ kullanılabilir su miktarı ile önemli toprak ve su kaynaklarına sahiptir. Ülkemizde ortalama yükseltinin fazla (1132m) olması, farklı iklim bölgelerinin bulunması, üzerinde binlerce yıldır tarım yapılması, yanlış arazi kullanımı, orman ve mera arazilerinin azalması, aşırı ve yanlış toprak işleme, ekim nöbeti sistemlerinin uygulanmaması, aşırı sulama ve erozyon gibi nedenlere bağlı birçok toprak ve su problemi mevcuttur.

Prof.Dr. Nuri Munsuz (1933-2006) yaşamı boyunca ülkemizin toprak ve su sorunları ile ilgili olarak pek çok çalışma yapmış, proje yürütmüş, sorunları kamuoyuna taşımış, bu sorunların çözümüne yönelik tezlerle bir çok yüksek lisans ve doktora öğrencisi yetiştirmiş bir bilim adamıdır. Diğer taraftan kendisi akademisyenliği yanında onurlu ve saygın yaşamı ile her zaman bizlere örnek olmuştur. Ölümünün beşinci yılında gecikmiş de olsak adına böyle bir sempozyum düzenlemekten dolayı mutluyuz.

Bu sempozyumun düzenlenmesinde emeği geçen, başta organizasyon komitesi başkanı Prof.Dr. Sevinç Arca ve komite üyelerine, Türkiye Toprak Bilimi Derneği başkanı Prof.Dr. Ayten Karaca ve emekleri geçen dernek yönetim kurulu üyelerine, bilim kurulu üyelerine, fakülte ve üniversite olanaklarını bizlere açan Ankara Üniversitesi Rektörü Prof.Dr. Cemal Taluğ'a, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dekanı Prof.Dr. Ahmet Çolak'a ve emekleri geçen bölüm idari elemanlarımız Sevgi Ekşi ve Hüsamettin Özdemir'e en içten teşekkürlerimi sunarım.

Prof.Dr. Gökhan Çaycı
Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi
Toprak Bilimi ve Bitki Besleme
Bölüm Başkanı

SEMPOZYUM ORGANİZASYONU

ORGANİZASYON KOMİTESİ

- Dr. Sevinç ARCAK, *A.Ü.Z.F. Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bl. (Organizasyon Komitesi Başkanı)*
Dr. Sonay SÖZÜDOĞRU OK, *A.Ü.Z.F. Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bl. (Sempozyum Sekreteri)*
Dr. Mustafa PALA, *Ziraat Yüksek Mühendisi (Sempozyum Sekreteri)*
Dr. Gökhan ÇAYCI, *A.Ü.Z.F. Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bl.*
Dr. Yener ATAMAN, *A.Ü.Z.F. Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bl. (Emekli Öğretim Üyesi)*
Dr. Hanım HALİLOVA, *A.Ü.Z.F. Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bl.*
Dr. Fikret EYÜBOĞLU, *Toprak Gübre ve Su Kay. Merkez Arş.Enst Md. (Emekli)*
Dr. Mehmet KARACA, *Ziraat Yüksek Mühendisi*
Dr. Oğuz BAŞKAN, *Toprak Gübre ve Su Kay. Merkez Arş.Enst Md*
Dr. Hesna ÖZCAN, *Toprak Gübre ve Su Kay. Merkez Arş.Enst Md*
Dr. Tülay TUNÇAY, *A.Ü. Yer Bilimleri Merkezi*
Ferhat TÜRKMEN, *A.Ü.Z.F. Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bl.*
Selen DEVİREN SAYGIN, *A.Ü.Z.F. Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bl.*
İskender UÇAR, *TAGEM, Toprak ve Su Kaynakları Şube Müdürü*

Türkiye Toprak Bilimi Derneği

- Dr. Ayten KARACA *(Türkiye Toprak Bilimi Derneği Başkanı)*
Dr. Yüksel ŞAHİN
Dr. Derya SÜREK
Dr. Bilge OMAR
Dr. Rıdvan KIZILKAYA
Dr. Erhan AKÇA
Yaşar ÇELİK

BİLİM KOMİTESİ

- Dr. Dilek ANAÇ *(Ege Üniversitesi, İzmir)*
Dr. Gönül AYDIN *(Adnan Menderes Üniversitesi, Aydın)*
Dr. Mehmet AYDIN *(Mustafa Kemal Üniversitesi, Hatay)*
Dr. Mustafa CANBOLAT *(Atatürk Üniversitesi, Erzurum)*
Dr. Gökhan ÇAYCI *(Ankara Üniversitesi, Ankara)*
Dr. Sait GEZGİN *(Selçuk Üniversitesi, Konya)*
Dr. Mustafa GÖK *(Çukurova Üniversitesi, Adana)*
Dr. Faruk İNCE *(Harran Üniversitesi, Şanlıurfa)*
Dr. Mustafa KAPLAN *(Akdeniz Üniversitesi, Antalya)*
Dr. Vahap KATKAT *(Uludağ Üniversitesi, Bursa)*
Dr. Mustafa KILIÇ *(Gazi Osman Paşa Üniversitesi, Tokat)*
Dr. Hasan ÖZCAN *(Onsekiz Mart Üniversitesi, Çanakkale)*
Dr. Nutullah ÖZDEMİR *(Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Samsun)*
Dr. Damla BENDER ÖZENÇ *(Ordu Üniversitesi, Ordu)*
Dr. Ahmet Ali İŞILDAR *(Süleyman Demirel Üniversitesi, Isparta)*
Dr. Turgut SAĞLAM *(Namık Kemal Üniversitesi, Tekirdağ)*
Dr. Kadir SALTALI *(Sütçü İmam Üniversitesi, Kahramanmaraş)*
Dr. Şefik TÜFENKÇİ *(Yüzyüncü Yıl Üniversitesi, Van)*
Dr. Koray HAKTANIR *(Türkiye Toprak Bilimi Derneği)*
Dr. İlhami BAYRAMİN *(Türkiye Toprak Bilimi Derneği)*
Dr. Orhan DOĞAN *(TEMA)*
Dr. Bülent SÖNMEZ *(Toprak Gübre ve Su Kaynakları Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürü)*
Dr. Nazmi ÜLGEN *(Toprak Gübre ve Su Kaynakları Merkez Araştırma Enstitüsü, Emekli)*
Dr. Necdet YURTSEVER *(Toprak Gübre ve Su Kaynakları Merkez Araştırma Enstitüsü, Emekli)*

İÇİNDEKİLER

I. SEKSİYON SÖZLÜ SUNUMLAR

| | |
|--|-----|
| Karaman Karadağ Andezitik Materyali Üzerinde Oluşan Toprakların Mineralojik Özellikleri | 1 |
| Hasan Hüseyin Özaytekin, Saim Karakaplan | |
| Alkalin Magmatik Kayaçların Ayrışmasıyla Oluşan Kil Mineralleri: Buzlukdağı Siyenitoyidi, Orta Anadolu, Türkiye | 13 |
| Kıymet DENİZ, Yusuf Kağan KADIOĞLU | |
| Denizli-Çivril Gököl Organik Topraklarının Tarımsal Kullanım Potansiyelinin Belirlenmesi | 18 |
| Sevgi Gül ALTUN, Ayten KARACA | |
| Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü İkizce Araştırma Çiftliği Topraklarının Verimlilik Özelliklerinin Belirlenmesinde Parametrik Bir Yaklaşım | 29 |
| Orhan DENGİZ, Fatma Esra SARIOĞLU | |
| Ayaş Araştırma ve Uygulama Çiftliği Topraklarının Bazı Besin Elementi Durumlarının Uzaysal Değişkenliği | 37 |
| Yakup ÇIKILI, Mustafa SAĞLAM | |
| Tavas Ovası Topraklarında Potansiyel Arazi Kullanımlarının Belirlenmesi | 38 |
| Alper YORULMAZ, Levent ATATANIR, Gönül AYDIN, Suat ŞENOL | |
| Nirs (Near Infrared) Yansıma Tekniği İle Toprak Parametrelerinin Belirlenebilirliği | 49 |
| Gönül AYDIN, Levent ATATANIR, Alper YORULMAZ, Yusuf KURUCU, K. Kızılkaya, Mehmet Ali DEMİRAL, Mustafa Ali KAPTAN | |
| Kabuk Bağlama Probleminin Araştırılmasında Konya-Sarıcalar Örneği | 58 |
| Levent BAL, Cevdet ŞEKER, İlknur GÜMÜŞ | |
| Farklı Tekstüre Sahip Toprakların Kimi Fiziksel Özelliklerine Sıkışmanın Etkileri | 67 |
| Hosein TABİEHZAD, İlhami ÖZKAN | |
| Fındık Zuruf Kompostunun Sıkıştırılmış Killi Tınlı Bir Toprağın Fiziksel Özellikleri Üzerine Etkisi | 77 |
| Yasemin BİROL, Damla BENDER ÖZENÇ | |
| Atık Fındık Zurufu ve Toprak Solucanı İlavasının Toprakların Agregat Stabilitesi ve Hidrolik İletkenlik Değerleri Üzerine Etkisi | 86 |
| Bora ŞAHİNOĞLU, Tayfun AŞKIN | |
| Toprak Koruma ve Arazi Kullanım Kanunu Uyarınca Hazırlanan Toprak ve Arazi Sınıflaması Standartları Teknik Talimatı ve İlgili Mevzuata İlişkin Değerlendirmeler | 93 |
| Suat ŞENOL, Yakup Kenan KOCA, İlhan DORAN | |
| 5403 sayılı Toprak Koruma ve Arazi Kullanım Yasası'nın Getirdikleri | 101 |
| İlhami BAYRAMİN | |
| Türk Hukukunda Tarımsal Arazi Mülkiyetinin Korunması | 103 |
| Mehmet KILIÇ | |

| | |
|---|------------|
| Sinsi Erozyon: Şeker Pancarı Hasadıyla Toprak ve Bitki Besin Elementi Kayıpları: | |
| Genel Değerlendirme | 104 |
| Nazmi ORUÇ | |

| | |
|---|------------|
| Su Erozyonunun Araştırılmasında Kullanılan Yöntemler | 110 |
| Mehmet PARLAK | |

2. SEKSİYON SÖZLÜ SUNUMLAR

| | |
|---|------------|
| Yeni Bir Sanayi Devrimi: Küresel Karbon Yönetimi | 119 |
| N. Burcu TAŞATAR PARLAK | |

| | |
|---|------------|
| İklim Değişikliğinin Çukurova Bölgesinde Bitki Büyümesi ve Toprak-Su Bütçesi Üzerine Etkileri..... | 129 |
| Mehmet AYDIN, Tomohisa YANO, Masumi KORIYAMA, Tomokazu HARAGUCHI | |

| | |
|--|------------|
| Genetiği Değiştirilmiş Ürünlerin Toprak ve Su Kaynakları Üzerine Muhtemel Olumsuz Etkileri..... | 137 |
| Mustafa YILDIZ, İraz HASPOLAT, Emine Gülden ERKİLİÇ, Nilüfer KOÇAK, Serap KURUMLU | |

| | |
|--|------------|
| GAP Bölgesinde Mayınlı Alanlar | 142 |
| Ali Rıza ÖZTÜRKMEN, Mehmet Ali ÇULLU, Ahmet ALMACA | |

| | |
|--|------------|
| Amik Gölünün Kurutulmasının Çevresel Etkileri | 147 |
| Necat AĞCA | |

| | |
|---|------------|
| Alüviyal Araziler Üzerinde Oluşan Farklı Toprakların Katalaz Enzim Aktivitelerindeki Değişimin Belirlenmesi..... | 153 |
| Murat DURMUŞ, Aylın ERKOÇAK, Rıdvan KIZILKAYA, Orhan DENGİZ | |

| | |
|---|------------|
| Yunus 90 Kanada ve Akman 98 Fasulye Çeşitlerinde (<i>Phaseolus vulgaris L.</i>) Bakteri Aşılamanın Verim ve Verim Unsurlarına Etkisi | 160 |
| Ümmühan KARACA, Refik UYANÖZ | |

| | |
|---|------------|
| Parçalanma Üzerine Farklı Toprak Tiplerinin Etkileri | 167 |
| Ayten KARACA, Oğuz Can TURGAY, Shima FARASAT, Sema KARABAĞ, Ali Rıza TÜMER, Emre KARACAOĞLU | |

| | |
|---|------------|
| Avrupa Birliği Su Çerçeve Direktifi Kapsamında Sürdürülebilir Su Kalitesi Yönetimi | 169 |
| İsmail TAŞ, Fatma ÖZKAY, Suat AKGÜL | |

| | |
|--|------------|
| Üreticilerin Bakış Açısı İle Sulama Kooperatifleri ve Sulama Birliklerinin Çeşitli Yönlerden Değerlendirilmesi..... | 180 |
| Erol ÖZKAN, Harun HURMA, Başak AYDIN, Erkan AKTAŞ | |

| | |
|---|------------|
| Konya Sarayönü Kurşunlu Beldesindeki Suların Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri | 188 |
| Ayşen AKAY, Tunç GÜNER | |

| | |
|--|------------|
| Kızılcahamam Termal Suyunun Kaplıcada Kullanılması ve İnsan Sağlığına Etkisi..... | 189 |
| Kadirhan SUNGUROĞLU, Hanım HALILOĞLU | |

| | |
|---|------------|
| Organik ve Konvansiyonel Şartlarda Yetiştirilen Fesleğen (<i>Ocimum Basilicum L.</i>) Bitkisinin Uçucu Yağ Bileşenleri ile Besin Elementi İçerikleri | 195 |
| Bihter ÇOLAK ESETLİLİ, Murat ÇİÇEKLİ, Dilek ANAÇ | |

| | |
|--|------------|
| Siirt Yöresinde Yetiştirilen Nar (<i>Punica granatum</i> L.) Tiplerine Ait Yaprak ve Çekirdeklerin Besin Elementleri İçeriklerinin Belirlenmesi | 201 |
| Müttalip GÜNDOĞDU, Hüsameddin ÜNSAL, Şefik TÜFENKÇİ, Hüda YILMAZ | |
| Farklı Çilek Çeşitlerine Ait Meyvelerin Mineral Madde İçerikleri..... | 206 |
| Müttalip GÜNDOĞDU, Mustafa Kenan GEÇER, Hüsameddin ÜNSAL, Şefik TÜFENKÇİ | |
| Bugünün Çocukları Yarının Toprak Bilimcileri | 211 |
| Sevinç ARCAK, Sonay SÖZÜDOĞRU OK, Meral HAKVERDİ CAN, Selahattin GELBAL | |

POSTER SUNUMLARI

| | |
|---|------------|
| Minöz Havzası Temel Toprak Özellikleri, Sınıflandırılması ve Haritalanması | 214 |
| Orhan DENGİZ, Coşkun GÜLSER, Ayşe EREL, Zeynep DEMİR, Serkan İÇ | |
| Potansiyel Erozyon Risk Alanların Belirlenmesinde Leam Modeli Pilot Alan; Haymana-Soğulca Havzası | 223 |
| Fatma Esra SARIOĞLU, Orhan DENGİZ, Oğuz BAŞKAN | |
| Yer Radarı İle Toprak Özellikleri Arasındaki İlişkiler | 230 |
| Tülay TUNÇAY, Esra Ezgi EKİNCİOĞLU, Kıymet DENİZ | |
| Toprakta Isı Taşınımının Matematiksel Modellenmesi..... | 237 |
| İmanverdi EKBERLİ, Coşkun GÜLSER, Nutullah ÖZDEMİR | |
| İşlenmiş Bir Toprakta Penetrasyon Direncinin Konumsal Değişimi | 244 |
| Coşkun GÜLSER, İmanverdi EKBERLİ, Feride CANDEMİR, Zeynep DEMİR | |
| Adıyaman-Besni İlçesi Kuru ve Sulu Tarım Alanı Topraklarının Verimlilik Açısından Değerlendirilmesi | 251 |
| Nihan TAZEBAY, Kadir SALTALI | |
| Humik Asit ve Kadmiyum Uygulamalarının Hıyar (<i>Cucumis sativus</i> L.) Bitkisinde Kadmiyum Birikimine ve Fide Gelişimine Etkileri..... | 257 |
| Ertuğrul ÖZTÜRK, Füsün GÜLSER | |
| Ülkemizde Yaygın Olarak Yetiştirilen Bazı Üzüm Çeşitlerinin Doğal Beslenme Durumlarının Belirlenmesi..... | 264 |
| Hüsameddin ÜNSAL, Şefik TÜFENKÇİ | |
| Farklı Dozlarda Potasyum Kullanılmasıyla, Tamamlayıcı Sulamanın Kurak Bağlarda Üzüm Verimine ve Potasyum Alımına Etkileri | 269 |
| Hosein TABİEHZAD, Farrok Gani SHAYESTEHEH | |
| Farklı Su Toplama Havzası Hazırlanmasının Gübre İle Ek Sulamanın Üzüm Verimine Etkisi | 273 |
| Hosein TABİEHZAD, Farrok Gani SHAYESTEHEH, Esin ÖZKAN | |
| Meraların Kuru Tarımda Kullanıma Açılmasında Toprağın Bazı Fiziko-Kimyasal Özelliklerinin İncelenmesi..... | 276 |
| Nadir GHEAMİAN, Hosein TABİEHZAD, Farrok Gani SHAYESTEHEH, Esin ÖZKAN | |

| | |
|---|------------|
| Tersakan Gölü Civarından Alınan Tuzlu Toprakların Agregat Stabilitesi Değerleri ile Bazı Mikorizal Parametreler Arasındaki İlişkiler | 280 |
| Emel KARARSLAN, İlkur GÜMÜŞ, Refik UYANÖZ | |
| Toprak Degradasyonu | 290 |
| Emine ARSLAN | |
| Atık Su Uygulamalarının Azotlu Gübrelerde Gübre Kullanım Parametreleri Üzerine Etkisi..... | 296 |
| Aytan DEMİRTAŞ, Ashhan ESRİNGÜ, Adem GÜNEŞ, Metin TURAN | |
| Alüminyumun Bitki Gelişimine Etkileri ve Alüminyum Toksisitesi | 307 |
| Ayşen AKAY, Tunç GÜNER | |
| Ham Petrol ile Kirlenmiş Toprakların Biyoremediasyonunda Fosfolipit Yağ Asitlerinin Değişimi..... | 316 |
| Esin (ERAYDIN) ERDOĞAN, Fikrettin ŞAHİN, Aytan KARACA | |
| Organik Toprakların Ülkemizdeki Dağılım Alanları ve Miktarları | 328 |
| Esin ÖZKAN, Gökhan ÇAYCI, Dinçay ÖZ | |
| Organik Toprakların Kullanım Alanları..... | 334 |
| Dursun BIYIK | |
| Peat Yangınlarının Azot, Fosfor ve Potasyum Besin Elementlerinin Yararışlılığı Üzerine Etkisi..... | 341 |
| Mehmet KARAGÖKTAŞ, Hüseyin DİKİCİ, Mustafa SARIKOÇ | |

1. SEKSIYON SÖZLÜ SUNUMLAR

Karaman Karadağ Andezitik Materyali Üzerinde Oluşan Toprakların Mineralojik Özellikleri

Hasan Hüseyin Özaytekin*

Saim Karakaplan**

* Yrd. Doç. Dr. Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü 42079 Konya –Türkiye

** Prof. Dr. Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü 42079 Konya –Türkiye

Özet

Volkanik topraklar dünya üzerinde geniş bir yayılım alanına sahiptirler. Daha önceki çalışmalar açıkça göstermiştir ki ana materyale ek olarak iklim faktörleri de, volkanik materyalin ayrışma ürünlerinin miktarını ve oluşumunu belirlediği için oldukça önemli bir faktördür. Volkanik topraklar üzerindeki çalışmaların çoğu yıllık yağışı 1000 mm'nin üzerinde olan ve andik özelliklerin çok net olarak bulunduğu alanlarda yapılmıştır. Yağışlı bölgelerle karşılaştırıldığında, kurak alanlarda oluşan volkanik topraklarla ilgili oldukça az sayıda çalışma bulunmaktadır.

Türkiye'deki volkanik ana materyal üzerinde oluşan topraklar hakkında daha çok bilgiye ihtiyaç duyulmaktadır. Ancak bu konuda çok az sayıda çalışma bulunmaktadır. Bu çalışmada yarı kurak iklim şartlarında Karadağ üzerinde oluşan toprakların mineralojik özelliklerinin değerlendirilmesi amaç edinilmiştir. Bu amaçla açılan horizonlarda morfolojik tanımlamalar yapıldıktan sonra horizon esasına göre örnekler alınarak mineralojik analizler ile mineralojik analizleri desteklemek için bazı kimyasal analizler yapılmıştır. Çalışma alanındaki topraklarda allofan, imogolit ve Fe humus kompleksleri gibi amorf mineraller saptanmamıştır. Amorf formda Al humus kompleksleri ve az miktarda da ferrihidrite bulunmuştur. Kristalize demir mineralleri diğer minerallerden daha bol tespit edilmiştir. En yaygın primer mineraller olarak feldispat ve kuvars tespit edilmiştir. Ayrıca profillerde hematit de saptanmıştır. X ışınları difraktogramlarına göre kaolinit ve illit kil fraksiyonunda dominant mineraller olarak bulunmuştur. Ayrıca önemli miktarda klorit smektit ara tabakalı kil mineralleri de saptanmıştır. Kısa yağışlı dönem uzun kuru sezon ile karakterize edilen yerel iklimsel koşullar düşük yıkanmaya neden olarak toprak oluşumunun yavaşlamasına neden olmuş bu da toprak solüsyonunda Si konsantrasyonunu artırarak kaolinit ve illit gibi kristalize kil minerallerinin oluşumuna sebep olmuştur. Dolayısıyla ana materyal kaynaklı yüksek Si ve Al konsantrasyonu topraklarda allofan gibi zayıf kristalize olmuş minerallerin oluşumu engellenmiştir.

Anahtar kelimeler: Andisol, volkanik materyal, toprak oluşumu, toprak mineralojisi, Karadağ

Mineralogical Properties of Soils Formed on Karaman Karadağ Andezitic Materials

Abstract

Soils forming on volcanic parent materials have been extensively studied throughout the world. Previous studies clearly indicate that in addition to parent material, climatic conditions are an important factor in weathering since climate determines the weathering product of volcanic materials and therefore the type of non-crystalline minerals that will be formed. Weathering processes and neoformation of minerals in volcanic soils have been studied extensively in humid climates but little data are available on these soils in arid and semi-arid regions. Furthermore, studies on soils developed on volcanic materials in Turkey are insufficient compared to their distribution. This study aimed to assess the mineralogical characteristics of, the soils from Mt. Karadag, whose climate is semi-arid. For this purpose, samples were taken from the horizons after their macromorphological identifications were completed in all profiles and analysis for mineralogical properties was carried out. Some chemical properties were also determined to confirm the mineralogical results. These soils lacked non-crystalline minerals like allophane, imogolite, and iron humus complexes. The only noncrystalline minerals that are present are, in great quantities, Al-humus

complexes and, in small quantities, ferrihydrite. Crystallized Fe minerals were higher than the other Fe minerals. Feldspar and quartz were more common primer minerals. Hematite was also found in the profiles. X-ray diffraction indicates kaolinite and illite were dominant minerals in clay fractions. Furthermore, a considerable amount of chlorite-smectite interstratified mineral was found to occur in the clay fraction. The local climate; which, due to its short wet season and extended dry season, experiences a lower degree of leaching that prevents rapid soil genesis, causes an increase in Si concentrations in the soil solution, and favors neogenesis of crystalline clays such as kaolinite and illite, thereby consuming a large amount of Al and Si derived from the parent material as opposed to poorly crystalline colloidal constituents such as allophone.

Key Words: Andisols, Volcanic Material, Soil Formation, soil mineralogy Mountain Karadag

GİRİŞ

Volkanik materyal üzerinde oluşan topraklar Al, Fe – humus kompleksleri, allofan, imogolit ve ferrihidrit gibi amorf minerallerin ve volkanik camın varlığı ile karakterize edilirler. Bu koloidal materyaller toprağa, andik özellikler olarak tanımlanan düşük hacim ağırlığı, değişken yük özelliği, yüksek su ve fosfor tutma kapasitesi gibi benzersiz özellikler kazandırır. Bu topraklar oldukça çeşitli iklim şartları altında oluşmuşlardır ve dünya çapında oldukça yoğun çalışmalar yapıldığı topraklardır. Bu çalışmaların önemli bölümü yağışlı veya tropikal iklim bölgelerinde oluşan Andisollar üzerinde yoğunlaşmıştır. (Shoji ve ark., 1982; Parfitt ve Wilson, 1985; Wada, 1985, Wada ve ark., 1986). Volkanik topraklar üzerindeki çalışmaların çoğu yıllık yağışı 1000 mm'nin üzerinde olan ve andik özelliklerin çok net olarak bulunduğu alanlarda yapılmıştır. Bunun yanında İtalya (Quantin ve ark, 1985) Yunanistan (Moustakes ve Georgoulis, 2005, Drouza ve ark., 2007, ve Türkiye gibi daha kurak alanlarda da (Özaytekin, 2002; Dingil, 2003) bazı çalışmalar rapor edilmiştir. Daha önceki çalışmalar açıkça göstermiştir ki ana materyale ek olarak iklim faktörleri de, volkanik materyalin ayrışma ürünlerinin miktarını ve oluşumunu belirlediği için oldukça önemli bir faktördür. Bu şartlarda, toprağın yaşı ve kurak bir sezonun olup olmadığı Andisollerde mineral oluşumunu belirleyen en önemli faktördür. Bu açıdan bakıldığında amorf mineral oluşumu daha çok toprak solüsyonundaki Al, Si, ve Fe gibi katyonların miktarına bağlıdır. Toprak solüsyonundaki bu katyonların miktarı ise iklim tarafından belirlenmektedir. Bu durum volkanik toprakların özellikleri üzerine iklimin etkisinin kolayca anlaşılmasını sağlamaktadır.

Orta Anadolu'da yarı kurak iklim şartlarında oluşan volkanik materyalin ayrışma ürünleri yağışlı alanlarda oluşulardan daha farklıdır ve toprak oluşumu söz konusu ortamlarda tam olarak ortaya konmamıştır. Bu çalışmada Karaman Karadağ volkanik materyali üzerinde oluşan toprakların mineralojik özellikleri ve elde edilecek verileri desteklemek için bazı kimyasal özellikleri incelenmiş ve yarı kurak iklimde andezitik materyal üzerinde oluşan toprakların mineralojik yapısı ortaya konmuştur.

MATERYAL VE YÖNTEM

Çalışma alanı

Çalışma alanını Karaman ilinin 20 km kuzey batısında yer alan ve 37°15'07"-37°29'22" Kuzey enlemleri ve 33°01'12"-33°15'28 doğu boylamları arasında yer alan Karadağ oluşturmaktadır. Karadağ volkanikleri Toros iç kuşağında Toroslar'a paralel olarak uzanan neojen-Kuvaterner yaşlı Orta Anadolu volkanikleri içinde yer alır. Orta miyosenden başlayarak Kuvaterner sonlarına kadar etkili olan bu volkanizma gölsel ve aliyval çökellerle birlikte bulunur ve sedimenter çökelleri uyumsuz olarak örter. Bu volkanikler Karacadağ çevresinde 300 km² lik bir alanı kapsar. Karadağ genellikle volkanik kubbe ve bunun yanında volkanik kubbe akıntıları, tuf, pele tipindeki lav birikintileri ve volkanik çamur akıntılarında meydana gelmiştir. Bölgede ortalama sıcaklık 11.2 C°, yıllık yağış ortalaması 340.1 mm., yıllık buharlaşma ise 1312.8 mm. dir. Yağışın büyük çoğunluğu kışın düşmektedir ve yıl içindeki dağılımı düzensizdir. Ortalama nispi nem % 62, 50 dir. 50 cm deki ortalama toprak sıcaklığı 13.8 C° dir (DMI, 1994). Bu iklim verilerinin ışığında Soil Taxonomy'e (1999) göre çalışma alanının toprak nem rejimi Dry Xeric, toprak sıcaklık rejimi ise Mesic dir.

Örnekleme ve analizler

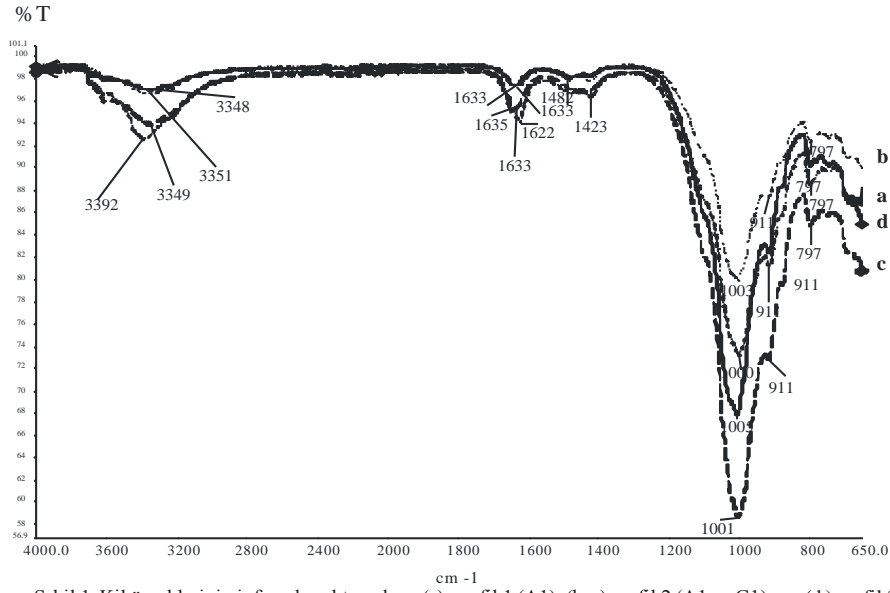
Çalışma için 3 adet örnek profil seçilmiş ve tanımlanmıştır. Ayrıca analizler için horizon esasına göre bozulmuş ve bozulmamış toprak örnekleri alınmıştır. Alınan toprak örnekleri kurutulup elenmiş ve 2 mm lik kısım analizlerde kullanılmıştır. Örneklerin mineralojik kompozisyonlarının belirlenmesi amacıyla birincil mineraller için, 2 mm'den küçük toprak örnekleri agat havanda 38 mikrondan geçecek şekilde öğütülmüş ve 2-40 20 aralığında X-Ray difraksiyonları çekilmiştir. Kil mineralleri için ise giderme, kil ayırma, kilin doyurulması ve kilin serilmesi işlemleri yapılmış, ve Mg ve K ile doyurularak cam slaytlara serilmiş oryente preparatlar hazırlanmıştır. Kurutulan preparatların 2-15 20 aralığında X-Ray difraksiyonları çekilmiştir. Ayrıca Mg ile doyurulan örnekler gliserol ile muamele edilerek, K ile doyurulan örnekler 550 °C 'de ısıtılarak aynı aralıkta difraktomları alınmıştır (Jackson, 1979). X ışınları kırınımları Shimadzu XRD-6000 cihazı ile Cu tüp kullanılarak (40 kV, 35 mA) yapılmıştır. Mineraller ve oransal miktarları pik aralığı ve intensitesinden bulunmuştur. Ağır ve hafif mineraller ince kum fraksiyondaki (50–100 μ) minerallerin bromoform (yoğunluk 2.89 20°C de) ile ayrılması ve cam slaytlara kanada balzamu ile yapıştırılması ile hazırlanan slaytların polarize mikroskopta incelenmesi ile saptanmıştır. (Erkan, 1994). <2 μ fraksiyonda Fourier Transform Infrared analizi (FTIR) yürütülmüştür. Bu amaçla 1 mg toprak örneği kullanılarak (Perkin Elmer universal ATR probe) spectrometer ile 4000–400 cm^{-1} dalga boyu aralığında 1 cm^{-1} çözünürlükte infrared spektrumları kaydedilmiştir. Profillerden seçilen bazı örneklerde ayrıca tarama elektron mikroskopunda (SEM) görüntüleri alınmıştır. Bu amaçla örnekler önce karbon sonra altın ile kaplanarak 250 -20.000 büyütme aralığında fotoğrafları çekilmiştir.

Ayrıca bazı mineralojik verileri desteklemek amacıyla bazı kimyasal özellikler de belirlenmiştir. pH: 1:2, 5'luk toprak-saf su süspansiyonunda, 1:2, 5'luk toprak-1N KCL süspansiyonunda ve 1:50'lik toprak-1N NaF süspansiyonunda cam elektrotlu dijital pH metre ile ve Fosfor Fiksasyon Kapasitesi (Soil Survey Laboratory Methods Manual, 2004)' e göre belirlenmiştir. Amorf mineral içeriği Seçici Çözeltilerde Fe, Al ve Si Dağılımı ile ortaya konmuştur. Bu amaçla Amonyum Oksalatta ekstrakte edilebilir Al , Fe ve Si, Na–Ditiyonitte ekstrakte edilebilir Al ve Fe ve Na –Pyrofosfatta ekstrakte edilebilir Al ve Fe (Soil Survey Laboratory Methods Manual, 2004), içerikleri belirlenmiştir. Belirlenen katyonlar sırasıyla o, d, ve p alt sembollerleriyle tanımlanmıştır.

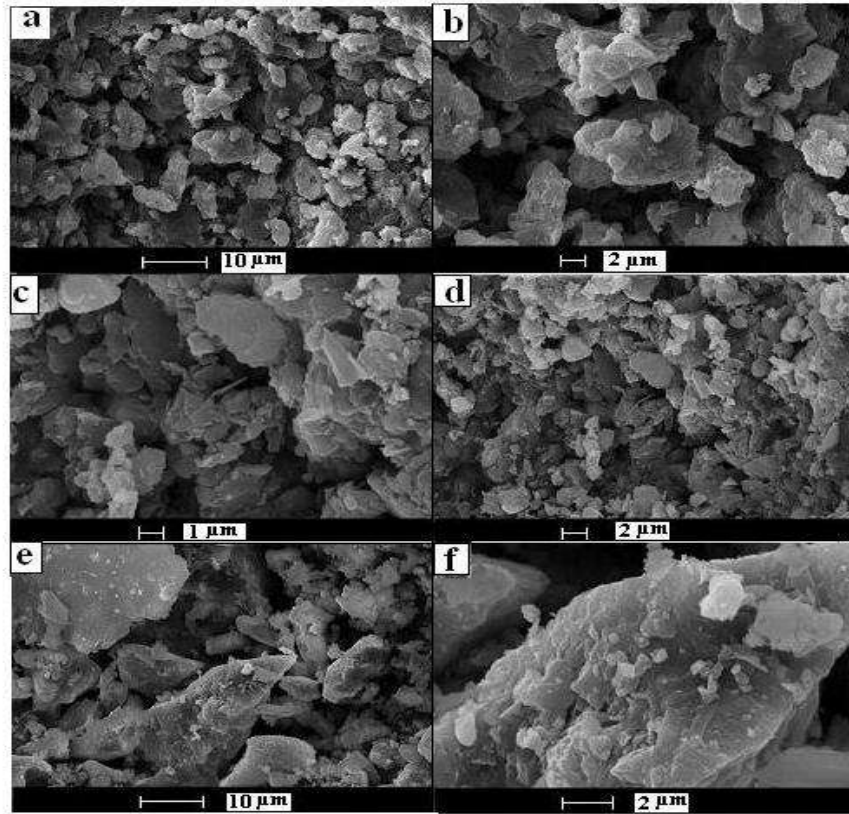
BULGULAR

Seçici çözeltilerde yapılan analiz sonuçları Tablo 4.6'de verilmiştir. Si_o içeriği tüm profillerde % 0.2'den küçüktür ve % 0.029 - 0.152 arasında değişmiştir. Al_o içeriği % 0.051- 0.182 arasında, Fe_o ise % 0.026- 0.352 arasında dağılım göstermiştir. Çalışılan profillerde Fe_p ve Al_p değerleri oldukça düşük olup sırasıyla % 0.001- 0.142 ve %0.084- 1.201 arasında değişim göstermiştir. Söz konusu değerler gerçek andisollerle karşılaştırıldığında oldukça düşük olup bunun nedeni çalışma lanındaki tyopraklarda organik madde içeriklerinin çok düşük olmasıdır. Profillerde Fe_d %0.26- 1.43, Al_d ise %0.054- 0.167 arasında dağılmıştır. Tüm profillerde pH alkalidir. Saf suda pH 7.44 ile 7.85 arasında değişmiştir. CaCl₂ deki pH ise 5.89 ile 7.15, arasında dağılım göstermiştir. Tüm horizonlarda ΔpH ($\text{pH}_{(\text{CaCl}_2)} - \text{pH}_{(\text{H}_2\text{O})}$) negatiftir. Bu durum tüm horizonlar için net negatif yük varlığına işaret etmektedir. pH_{NaF} ise 7.94 ile 8.65 arasında değişmiş hiç bir horizonda 9.5'in üzerine çıkmamıştır. Toprakların fosfor fiksasyon kapasiteleri % 7.2 ile % 19.2 arasında değişmiştir. Tüm horizonlarda fosfor fiksasyon kapasiteleri Andisoller için gerekli limitlerin altında kalmıştır. Bu durum Al ve Fe'in aktif formlarının toprakta birikmediğini gösteren başka bir delildir.

Örneklerde allofan gibi amorf yapıların varlığının saptanması için bazı horizonlarda IR spektrumları alınmış ve Şekil 1 de belirtilmiştir. Spektrumlardan da görüleceği gibi tekli, ikili ve üçlü bağ bölgelerinde pikler görülmüştür. Profilde 797, 911, 1000-1003, 1423-1482, 1622–1635, 2360–2363, ve 3348-3392 cm^{-1} bölgesinde doruklar elde edilmiştir. Çalışma alanında açılan profillerin mineralojik özelliklerini belirlemek için kil fraksiyonu ve tüm toprak gövdesinde çekilen X-ray difraktomları Şekil 3 de verilmiştir. Şekilden de görüleceği gibi profillerde değişik miktar ve kristalizasyon derecelerinde farklı filo silikatlar oluşmuştur. Ancak amorf fazın azlığına ve yüksek kil içeriğine rağmen 2-15 20 bölgesinde zayıf ve temiz olmayan sinyaller alınmıştır. Profillerde Mg ile doyurulan örnekte 14.7-16.0 Å aralığında iyi kristalize olmamış ve plato şeklinde görülen doruklar Mg + Gl (gliserol)



Şekil 1. Kil örneklerinin infrared spektrumları . (a) profil 1 (A1); (b, c) profil 2 (A1 ve C1); (d) profil 3 (A)



Şekil 2. Seçilen örneklerin Sem fotoğrafları. (a)profil 1 (A1), Alan (b)de genişletilmiştir; (c)profil 2 (A1); Alan (d)de genişletilmiştir; (e)profil 3 (A1) Alan (f)de genişletilmiştir; .

uygulamasında 17.1-17.7 Å ya açılmıştır. K' la doyurmada ise bu pikler 14.0-14.2 Å kapanmıştır. Doruklar plato şeklindedir ve iyi kristalli değildir. Dolayısıyla söz konusu doruklar smektit ve klorit-smektit ara tabakalı killerin varlığını göstermektedir. Tüm işlemlerde 9.9-10.3 Å aralığında görülen doruklar ise illite aittir. Mg, Mg+Gl ve K ile doyurulan örneklerde 7.2- 7.4 Å aralığında görülen doruklar 550 C° de ısıtılınca kaybolmuştur. Bu durum söz konusu dorukların kaolinite ait olduğunu

göstermektedir. Profilde horizonlar arasında killerin dağılımında anlamlı farklar saptanmamıştır. Killeri tersine ince kum fraksiyonunda daha belirgin ve temiz pikler elde edilmiştir. Profillerde yaygın primer mineral olarak kuvars (3.38 Å), biotite (3.20Å), plajiyoklaz (3.79 Å), ortoklaz (2.66 Å), hornblent (3.04 Å), ve hematit (2.53 Å) saptanmıştır.

Polarize mikroskop tekniği ile yapılan çalışmada Çizelge 2’de görüldüğü gibi gravimetrik olarak saptanan daha önce ayırt edilmiş ince kum (50-100 µ) boyutlarındaki parçacıkların çoğunluğunu hafif mineraller oluşturmaktadır. Profil 1 de ana kayadan alınan örneklerde hazırlanan ince kesitlerde yapılan incelemelerde kayacın biyotit-hornblent andezit olduğunu belirtmektedir. Makroskopik olarak ana kaya boz, pembemsi boz, kırmızımsı gri ve beyazımsı gri renktedir. Kristalleşme düzeyi ve parçacık büyüklüğüne göre hipokristalin-porfirik doku, yaygın olarak da hiyaloporfirik dokuya sahiptir. Kayaçtaki hakim mineral plajiyoklaz (% 60), hornblent-oksi hornblent (%13), biyotit-oksi biyotit (% 6), daha az oranda da piroksen, kuvars, opak mineraller ve aksesuar mineral olarak da apatit yer almaktadır.

1 nolu profilde ana kayada hafif minerallerden feldispatlar baskın iken solumda kuvars hakim mineral olarak görülmektedir. 2 nolu profilde ise A1 ve C1 horizonlarında yine kuvars hakim mineral iken C2 ve C3 de kalsit oranı hızla artmakta ve hakim mineral olarak bulunmaktadır. 3 nolu profilde ise tüm horizonlarda feldispatlar hakim mineraldir ve bunu kuvars izlemektedir. C1 ve C2 de az miktarda kalsit bulunmaktadır. Hafif mineraller içinde saptanan feldispatlar plajiyoklazlardır ve bunlar kırılma indisleriyle kuvars ve ortaklastan ayrılmışlardır. Renksiz minerallerdir ve çok renklilik göstermezler. 1 nolu profilde ana kayada görülen pembeleşme plajiyoklazların kısmen kil minerallerine dönüşüm göstermenin bir sonucudur. Bu durum kil fraksiyonunda saptanan minerallerin oluşum mekanizmalarına da uygunluk göstermektedir. Araştırılan profillerde polarize mikroskopla yapılan çalışmalarda volkanik cama rastlanmamıştır. Ayrılmış mineraller ise farklı ayrışma düzeylerinde ve çoğunlukla feldispatlardan oluşan minerallerdir. Profillerde ağır minerallerin derinlikle değişimleri düzensizdir ve çok anlamlı değişimler görülmemektedir. Araştırılan tüm profillerde hornblent ağır mineraller içinde en yoğun bulunan mineraldir. Mikroskopik incelemelerde genelde yeşil ve kahverengimsi yeşil renklerde, prizmatik parçalar ve şekilsiz formlarda gözlenmiştir. Bazı hornblentlerde Fe zenginleşmesinden dolayı oksihornblende dönüşüm bulunmaktadır. Benzer oluşum biyotitlerde de bulunmaktadır ve oksii biyotitler oluşmuştur. Biyotitler ağır mineraller içinde opak minerallerle birlikte hornblentten sonra en yaygın görülen mineraldir. Mikroskopik incelemede kahverengimsi yeşil ve kırmızımsı kahverenginde gözlenmiştir. Hornblent iki yöndeki dilinimi ve eğik sönme göstermesi ile biyotitten ayrılmıştır. Mafik minerallerden hornblent ve biyotitlerin kenar ve dilinimlerinde opaklaşmalar bulunmaktadır. Özellikle 1 nolu profilin A2 horizonunda biyotitlerde kaolinitleşme saptanmıştır. Yapılan çalışmalarda opak mineraller siyah ve siyahımsı kahverenginde saptanmışlar ve üstten yansıtımlı mikroskopta tanımlamaları yapılmayıp genel olarak opak mineraller adı altında toplanmıştır. Bütün profillerde solum, ana materyal ve ana kayada az miktarda koyu yeşil ve kahverengimsi yeşil renkte klorite rastlanmıştır. Kloritler, biyotitten biyotit mineralinin zayıf çift kırınım göstermesi ve düşük rölyefe sahip olması ile ayrılmıştır. Profillerde hornblendin yanı sıra az miktarda amfibol grubu minerallerden aktinolite rastlanmıştır.

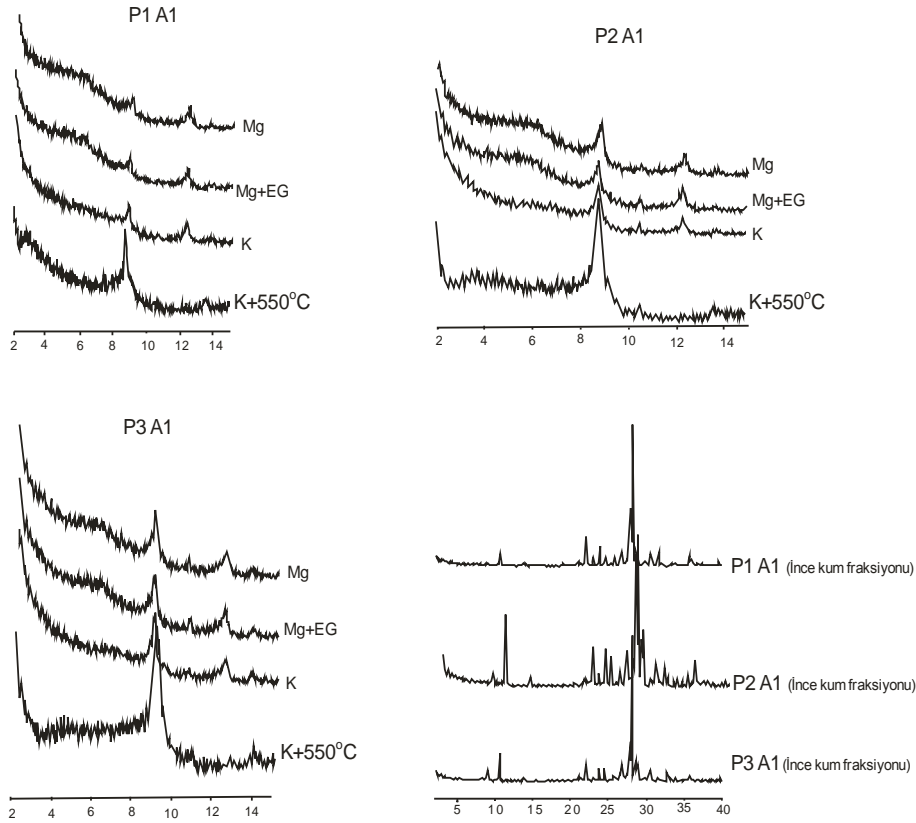
Fazla miktarda Fe içeren Aktinolit daha açık renkte ve daha saydam olması ile hornblentten ayırt edilmiştir. Profillerde piroksen grubu minerallerden ojit, enstatit, hipersten ve az miktarda da diopsid belirlenmiştir. Bu grup minerallerin en yaygın olanı ojittir ve şekilsiz dilinimli parçacıklar şeklinde gözlenmiştir. Hipersten ise keskin kenarlı formu, belirgin pleokroizma göstermesi ve mavimsi yeşilden pembeye dönen rengiyle tespit edilmiştir. Dilinim düzlemleri boyunca ayrışma alanlarında muhtemelen kil mineralleri oluşumları bulunmaktadır. Enstatit ise yüksek rölyef ve prizmatik şekil göstermesi ile tanımlanmıştır.

Çizelge1. Çalışılan profillere ait bazı kimyasal değerler

| Horizon | Depth | pH _(H₂O) (1/2, 5) | pH _(CaCl₂) (1/2, 5) | ΔpH CaCl ₂ -H ₂ O | pH _(NaF) (1/50) | Fosfor Fiksasyonu (%) | Fe _d (%) | Fe _o (%) | Fe _p (%) | Al _d (%) | Al _o (%) | Al _p (%) | Si _o (%) | (Al _o -Al _p)/Si _o | Fe _p /Fe _o | Al _p /Al _o | Fe _p /Fe _d | Fe _o /Fe _d |
|--------------------|-------|--|--|--|-------------------------------|-----------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|---|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|
| <i>Profile I</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| A1 | 0-16 | 7,65 | 6,21 | -1,44 | 7,94 | 19,2 | 1,34 | 0,074 | 0,142 | 0,167 | 0,182 | 1,201 | 0,098 | -10,4 | 1,930 | 6,6 | 0,106 | 0,06 |
| A1 | 16-48 | 7,61 | 5,89 | -1,72 | 7,97 | 17,7 | 1,43 | 0,042 | 0,132 | 0,139 | 0,118 | 1,143 | 0,108 | -9,5 | 3,161 | 9,7 | 0,092 | 0,03 |
| R | +48 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| <i>Profile II</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| A1 | 0-14 | 7,45 | 6,41 | 1,04 | 8,07 | 8,6 | 0,50 | 0,324 | 0,010 | 0,097 | 0,083 | 0,870 | 0,079 | -10,0 | 0,031 | 10,5 | 0,020 | 0,65 |
| C1 | 14-45 | 7,44 | 7,08 | 0,36 | 8,17 | 14,0 | 0,53 | 0,135 | 0,017 | 0,135 | 0,131 | 0,862 | 0,152 | -4,8 | 0,128 | 6,6 | 0,032 | 0,25 |
| C2 | 45-76 | 7,53 | 7,03 | -0,50 | 8,37 | 13,9 | 0,37 | 0,036 | 0,001 | 0,090 | 0,082 | 0,840 | 0,062 | -12,3 | 0,008 | 10,2 | 0,001 | 0,10 |
| C3 | +76 | 7,63 | 7,13 | -0,50 | 8,65 | 16,5 | 0,26 | 0,026 | 0,001 | 0,061 | 0,051 | 0,853 | 0,029 | -28,1 | 0,010 | 16,7 | 0,002 | 0,10 |
| <i>Profile III</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| A1 | 0-22 | 7,70 | 6,90 | -0,80 | 8,01 | 7,7 | 0,44 | 0,352 | 0,010 | 0,089 | 0,061 | 0,878 | 0,048 | -16,9 | 0,028 | 14,3 | 0,023 | 0,80 |
| C1 | 22-51 | 7,75 | 7,05 | -0,70 | 8,12 | 9,9 | 0,40 | 0,299 | 0,001 | 0,064 | 0,084 | 0,929 | 0,044 | -19,3 | 0,001 | 11,0 | 0,001 | 0,75 |
| C2 | +51 | 7,85 | 7,15 | -0,70 | 8,05 | 8,6 | 0,37 | 0,283 | 0,001 | 0,054 | 0,067 | 0,897 | 0,031 | -26,7 | 0,004 | 13,4 | 0,003 | 0,77 |

Çizelge 2. Profillerde polarize mikroskopa belirlenen ağır ve hafif minerallerin % dağılımı

| | Mineraller | P1 | | | P2 | | | P3 | | | |
|------------------------|---------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|----|
| | | A1 | A2 | R | A1 | C1 | C2 | C3 | A1 | C1 | C2 |
| Ağır Mineraller | Hornblent | 36 | 34 | 41 | 40 | 41 | 39 | 40 | 42 | 40 | 41 |
| | Aktinolit | 3 | 2 | 2 | 3 | 3 | 2 | 3 | 3 | 2 | 4 |
| | Biyotit | 13 | 11 | 19 | 14 | 14 | 16 | 15 | 13 | 15 | 17 |
| | Klorit | 3 | 5 | 2 | 4 | 3 | 4 | 3 | 3 | 4 | 4 |
| | Sfen | 1 | 2 | - | 1 | - | 1 | - | - | - | - |
| | Epidot | 1 | - | - | 2 | - | 2 | 2 | 1 | 3 | 2 |
| | Zirkon | 1 | - | - | 1 | - | - | - | 1 | - | - |
| | Hipersten | 4 | 3 | 5 | 3 | 4 | 4 | 3 | 5 | 3 | 3 |
| | Ojit | 3 | 4 | 7 | 5 | 5 | 6 | 6 | 5 | 6 | 5 |
| | Diopsid | 2 | 3 | 3 | 2 | 2 | 1 | 2 | 4 | 3 | 3 |
| | Enstatit | 3 | 4 | 6 | 4 | 4 | 5 | 5 | 3 | 5 | 6 |
| | Rutil | 1 | - | - | - | 2 | - | 1 | 1 | 2 | - |
| | Apatit | - | - | 2 | - | - | - | 2 | - | 1 | - |
| | Opak | 16 | 15 | 13 | 15 | 18 | 15 | 15 | 15 | 16 | 15 |
| Ayrılmış Mineraller | 13 | 17 | - | 6 | 4 | 5 | 3 | 4 | - | - | |
| Ağır mineral % | 14.5 | 18.5 | 20.8 | 24.5 | 26.2 | 2.6 | 1.5 | 5.0 | 8.6 | 23.4 | |
| Hafif Mineraller | Kuvars | 47 | 45 | 15 | 53 | 62 | 20 | 17 | 36 | 32 | 31 |
| | Feldispat | 36 | 26 | 85 | 39 | 26 | 12 | 10 | 64 | 60 | 66 |
| | Kalsit | - | - | - | 2 | 3 | 68 | 73 | - | 8 | 3 |
| | Ayrılmış Mineraller | 17 | 26 | - | 6 | 9 | - | - | - | - | - |
| Hafif mineral % | 85.5 | 81.5 | 79.2 | 75.5 | 73.8 | 97.4 | 98.5 | 95.0 | 91.4 | 76.6 | |



Şekil 3. Profillerden seçilen örneklerde kil ve ince kum fraksiyonuna ait X-Ray difraktomları

Pleokroizmanın bulunmaması ile hiperstenden, paralel sönme göstermesi ile diopsitten (monoklinik piroksen) ayırt edilmiştir. Genel olarak piroksenlerde uralitleşme tespit edilmiştir. 1 nolu profilin ana kayasında tespit edilen apatite solumda rastlanmamıştır. 2 ve 3 nolu profillerin ana materyallerinde de iz miktarlarda apatit belirlenmiştir. Profillerde ayrılmış ağır mineraller renk, mineral rölyefi, karanlık alan açısı ve biçim ölçütlerine göre belirlenmeye çalışılmış ancak kesin teşhisler yapılamamıştır. Genel olarak ayrılmış mineraller ojit, hornblent, biyotit ve hipersten minerallerinden oluşmaktadır. Az miktarda görülen sfen maviden sarı ve kırmızı tonlarına değişen renk, şekilsiz form ve çok renklilik göstermemesi ile tanımlanmıştır. Profillerde çok az görülen zirkon ile araştırılan tüm profillerde yine çok az miktarda rastlanılan rutil çok yüksek rölyef ve prizmatik şekilleri ile ayırt edilmiştir.

TARTIŞMA

Seçici çözelti analizi ile belirlenen Al, Fe ve Si değerleri volkanik topraklarda oluşacak minerallerin kompozisyonunu ve miktarını aydınlatmada önemli veriler sağlamaktadır. Çalışılan profillerde yapılan seçici çözelti analiz sonuçları ile üretilmiş bazı indeks değerler çizelge 1de verilmiştir. Çalışma alanında asit oksalatta tespit edilen Fe_o , Al_o ve Si_o değerleri oldukça düşük olup söz konusu değerler allofanca zengin Andisollerde görülen değerlerin çok altındadır. Dolayısıyla bu düşük değerler allofan ve imogolit gibi amorf bileşiklerin bulunmadığını yansıtmaktadır. Çok düşük Fe_o değerleri de Fe'nin daha çok kristalize formda bulunduğunu işaret etmektedir. NaF de ölçülen ve 9.5 in altında bulunan pH değerleri de düşük Si_o içeriği ile uyum içindedir. Tüm horizonlarda görülen düşük pH_{NaF} değerleri de allofan bulunmadığının bir göstergesidir. Pyrofosfatta ekstrakte edilen Al_p ve Fe_p organik maddeye bağlı Al ve Fe hakkında önemli bilgiler vermektedir. Bu değer Andisollerde yüksek değerlere çıkarken çalışma alanındaki topraklarda oldukça düşük bulunmuştur. Çalışılan profillerde Al_p/Al_o oranları çok yüksek bulunmuştur ve bu durum amorf veya zayıf kristalize Al' nin, organik fonksiyonel gruplara bağlı olduğunu kanıtlamaktadır. Çalışılan profillerde Fe_d değerleri diğer ekstraktlara göre daha yüksek çıkmıştır. Al_d değerleri genel olarak Al_o dan daha yüksektir. Bu durum Fe 'nin ferrihidritten daha çok kristalize bileşikler halinde bulunduğunu; Al 'nin ise genellikle Al-humus kompleksleri şeklinde bulunduğunu göstermektedir. Fe_o/Fe_d oranlarının da çok düşük olması bu durumu desteklemektedir. Fe_p/Fe_o oranı toprakta metal-humus komplekslerinin miktarı için bir göstergedir. Düşük Fe_p/Fe_o oranları da Fe metal-humus komplekslerinin sınırlı olduğunu, yoğun bir şekilde oluşmadığını göstermektedir. Bu oran Profil 1 hariç tüm horizonlarda çok düşük organik madde miktarı ile uyumlu olarak 0.9 altında olup metal-humus komplekslerine bağlı Fe'nin sınırlı miktarda varlığını göstermektedir.. Topraklarda Fe_p/Fe_d değerleri de oldukça düşüktür. Bu değer düşük olması kristalize Fe bileşiklerinin dominant form olarak varlığını ispatlayan başka bir göstergedir. Benzer şekilde Al_p/Al_o değerleri de Andisollar için tanımlayıcıdır ve bu değer 0.1 in altında olması kesin olarak allofanı işaret eder. İncelenen profillerde Al_p/Al_o değerleri ise tüm profillerde 0.1'in çok üzerinde gerçekleşmiştir. Bu değer 0, 1'in üzerinde çıkması, allofan bulunmadığını, alüminyumun önemli bir kısmının Al-humus kompleksleri tarafından tutulduğunu gösteren diğer bir sonuçtur. Volkanik topraklardaki allofan ve imogolit oluşumunun belirlenmesinde kullanılabilen bir başka indeks değerinde (Al_o-Al_p/Si_o) oranıdır. Bu oran bir çok volkanik toprakta 1-2.5 arasında değişir ve 1'e yakınsa allofana, 2' ye yakınsa imogolite işaret eder (Parfitt ve Wilson, 1985). Çalışılan profillerde bu oran, tüm horizonlarda negatif (-) çıkmıştır ve tüm profillerde allofan veya imogolit bulunmadığını göstermektedir. Sonuç olarak Fe_d ile kıyaslandığında çok düşük Al_o ve Si_o oranları büyük olasılıkla neoformasyonla alimino silikat minerallerinin oluşumuna neden olmuş, bu durum toprak çözeltisinde ayrılmayla ortama salınan Al ve Si'un tüketilmesine sebep olmuştur. Düşük Al_o ve Si_o miktarları, düşük fosfor fiksasyonu dikkate alındığında, allofan oluşumunun engellenmiş olduğu görülmektedir. Çalışılan profillerden seçilene horizonlarda allofan ve imogolitin bulunup bulunmadığını desteklemek için FTIR spektrumları ve tarama elektron mikroskop fotoğrafları alınmıştır. Allofan dört ana bölgede IR absorpsiyon göstermektedir. Karadag dan alınan örneklerin hiçbirinde söz konusu bölgelerde absorpsiyon görülmemiştir. Sadece 4. bölgede 1630-1650 CM^{-1} bölgesinde ve 600-800 cm^{-1} bölgesinde organo-metal kompleksleri ve tabakalı silikatlar için tipik olan pikler gözlenmiştir. Söz konusu IR sonuçları çalışılan topraklarda allofan ve imogolit bulunmadığını doğrulamaktadır. Elde edilen bulgular SEM sonuçları ile de uyum içindedir. Sem fotoğraflarında da allofan ve imogolit için tipik olan halkamsı ve tüpsü yapılar gözlenmemiştir. Çalışma alanında da düşük yağış, uzun kurak sezon Si kaybının düşük olmasına neden olmuş, düşük ayrışma nedeniyle yeterli Al açığa çıkmaması, ayrıca muhtemelen

neoformasyonla ikincil Alimino-silikat kil minerallerinin oluşması sonucu Si ve Al'nin yoğun kullanımı ve çok az organik maddeye rağmen önemli miktarda Al- humus komplekslerinin oluşumunda ilave katkısıyla, allofan oluşumu engellemiştir. Parfitt ve Kimble (1989) de ustic, xeric ve aridic rutubet rejimlerinde silika kaybının sınırlanması nedeniyle allofanın nadiren bulunabileceğini bildirmiştir.

Topraklarda birincil mineral olarak feldspat, ve kuvars en yaygın birincil mineraller olarak tespit edilmiştir. Yapılan çözümlenelerde feldspatların plajiyoklazlar olduğu saptanmıştır. Plajiyoklazlar andezitik materyallerde en bol bulunan minerallerdendir. Bazı profillerde hematit gibi demirli mineraller de saptanmıştır. Hematit volkanik külden oluşan topraklarda çok yaygın bir mineraldir ve demirli bileşiklerin çok sıcak patlama ortamında oksidasyonu sonucu ortaya çıkmaktadır. Çalışma alanında da ana materyalde hematite rastlanması bu durumu açıklamaktadır. Ayrıca 1 numaralı profillerde görülen kırmızı renk hematit varlığını göstermektedir. Toprakların kil fraksiyonunda kaolinit ve illit baskın kil tipidir. Örneklerde ayrıca klorit-smektit ara tabakalı ve çok az da olsa smektit tipi killer bulunmuştur. Ancak allofan ve imogolit gibi amorf killer ve hallosite rastlanmamıştır. Benzer sonuçları, Poulenard ve ark. (2003) da ve çalıştığı 5 Andosol profilinde 2:1 ve 2:1:1 tipinde smektit ve klorit gibi kil mineralleri belirlerken allofan veya hallosite tespit etmediğini bildirmiştir. Profillerde kaolinit ve illitin bulunması büyük olasılıkla mineral ayrışma nedeniyle feldspatların doğrudan doğruya kaolinit ve illite (hirdomika) dönüştüğünü göstermektedir. Polarize mikroskopla ince kum fraksiyonunda yapılan mikroskobik çalışmalarda da bu durum doğrulanmakta, . Derinlikle minerallerin miktarlarında önemli bir değişiklik olmamıştır. Ancak bazı horizonlarda kaolinit derinlikle artarken iyi kristalize olmamış ve bir plato şeklinde kırınım veren klorit-smektit ara tabakalı killerin miktarı çok az olsa da artmıştır. Bu durum derinlikle artan ayrılmış hafif minerallerle ilgili görülmektedir. Çalışma alanında 2.1 tipi kil oluşumu çok düşüktür. Bunun sebebi düşük yağış nedeniyle ayrışma oranının düşük kalmasıdır. Çalışma alanındaki düşük 2:1 tipi veya klorit-smektit ara tabakalı kil içeriği bu düşük yağış oranıyla açıklanabilir.

Profil 1 de kaolinit derinlikle artarken iyi kristalize olmamış ve bir plato şeklinde kırınım veren klorit-smektit ara tabakalı minerallerin miktarı artmıştır. Bu durum derinlikle artan ayrılmış hafif minerallerle ilgili görülmektedir. Profilde ayrılmış hafif minerallerin çoğunluğunu oluşturan feldspatların bir kısmı toprak oluşumundan önce ve doğrudan hidrotermal etkilerle, bir kısmı da günümüze kadar süren hidrotermal etkilerle veya kimyasal ayrışmanın hızını artıran yüksek yağışlı iklim salınımlarının etkisi ile kaolinite dönüşmüştür. Polarize mikroskopla ince kum fraksiyonunda yapılan mikroskobik çalışmalarda da bu durum doğrulanmaktadır. Horizonların ve ana kayanın ince kum mineralojisinden de anlaşılacağı gibi plajiyoklaz ve biyotitçe zengin olan söz konusu profilde biyotitin her iki katmanda da hidro biyotite (illit) dönüştüğü, x-ışını kırınımından anlaşılmaktadır. Ayrıca A2 horizonunda serbest Fe miktarının nispeten yüksek olması biyotitin ayrıştığını ve kaolinitin bir kısmının da biyotitten oluştuğunu göstermektedir. Profil 1 de Polarize mikroskopla ince kum fraksiyonunda yapılan incelemelerde de feldspatların, hornblent ve biyotit miktarının ana kayaya göre solumda düşük çıkması oluşan kaolinitin feldspatlardan ve bir kısmının da biyotitten oluştuğunu göstermektedir. Mikroskobik incelemelerde biyotitlerin ayrışma yüzeylerinde tespit edilen kaolinleşmede bunu desteklemektedir. Profilde gerek ana kayada gerekse solumda klorite rastlanmıştır. Dixon ve Weed (1989), kloritlerin genellikle metamorfik ve volkanik kayalarda bulunan birincil minerallerden ya da hornblent, biyotit ve diğer bazı ferro magnezyumlu minerallerin değişim ürünlerinden oluştuğunu bildirmektedir. Araştırılan tüm profillerde olduğu gibi 1 nolu profilde de ağır minerallerden hornblent ve biyotit, hafif minerallerden ise feldspatlar başat durumdadır. Solumda görülen kil fraksiyonundaki kloritin söz konusu minerallerin bozunmasıyla oluştuğu görülmektedir. Profil 1 de A1 ve A2 de Mg ile doyurulan örneklerde görülen 14.9 ve 14.2 Å luk pikler K-kil+550 C° uygulamalarında da hemen hemen bulunması ve bu piklerin 10 Å a doğru kapanmaması, aynı zamanda bu dorukların bulunduğu aralığın plato şeklinde olması klorit-smektit ara katmanlı minerallerinin bulunduğunu göstermektedir. Dorukların 14 Å a daha yakın olması ise kloritleşmenin yüksek olduğunu göstermektedir (Sayın, 1985). P1 de İllitin profilde yaklaşık tekdüze olması andezitlerde yaygın olarak bulunan feldspatlardan ayrılarak oluştuğunu desteklemektedir. XRD de elde edilen veriler ışığında profilde klorit ve illitin bulunması, biyotitin yeni yeni kloritleştiğini ve ana kayanın yavaş ayrışmakta olduğunu göstermektedir. Profil 2 de de 1 nolu profile benzer kil

mineralleri bulunmuştur. X-ışını kırınımalarında Mg ile doyurulan örneklerde özellikle A1 horizonunda çok belirgin doruklar elde edilememiştir. Bu profilde tespit edilen kil minerali ve grupları kaolinit, illit, klorit ve smektit - klorit ara tabakalı ve smektittir. Profilde derinlikle birlikte illit miktarı az da olsa artmıştır. Bu durum profilde ayrışmanın çok yavaş olduğunu göstermektedir. Profil 3 de elde edilen x-ışını kırınımalarında dorukların belli belirsiz olması kalitatif ve kantitatif analizi güçleştirmektedir. Profilde bulunan kil mineralleri illit, kaolinit, çok az miktarlarda da klorit-smektit ara tabakalı mineraller bulunmaktadı. Profilde kil mineralleri yönünden çok belirgin farklılıklar gözlenmemiştir. Serbest Fe miktarının tüm profilde çok düşük olması kaolinit ve illit miktarının profilde neredeyse homojen dağılımı profilde pedojenik gelişimin çok düşük olduğunu göstermektedir. Tüm profilde Fe₂O₃ içeriğinin hemen hemen aynı olması 1 nolu profilin tersine herhangi bir klorit ayrışmasının bulunmadığını göstermektedir. Bu da profilde pedojenik gelişimin çok az olduğunu destekleyen bir başka veridir. Ayrıca polarize mikroskopla yapılan çalışmada hafif mineraller içinde en yüksek feldspat oranı 3 nolu profilde bulunmaktadır. Ayrışmış hafif minerallere ise rastlanmamıştır. Bu da kimyasal ve mineralojik analizlerle ortaya konan zayıf ayrışmayı desteklemektedir. Bu profilde serbest Fe içeriğinin çok düşük olmasının olası nedeni hornblendin zayıf ayrışmasıdır. Polarize mikroskopla ince kum fraksiyonunda yapılan incelemelerde de hornblent yüzdesi bu profilde yüksektir ve özellikle ayrışmış ağır minerallere yüzey horizonunun dışında rastlanmamıştır. Bütün bu veriler ışığında araştırılan topraklardaki kil minerallerinin, ana materyalden köken alan ve andezitik materyallerde oldukça yoğun olarak saptanan feldspat ve başta biyotit ve hornblent olmak üzere diğer ağır minerallerin dönüşüm ve ayrışma ürünleri olarak oluştuğu görülmektedir. Düşük yağış ve kurak yaz periyodunun bulunması topraklarda Si kaybını sınırladığı için allofan ve imogolit oluşumu meydana gelmemiştir. Özellikle profillerin horizonlarında kil fraksiyonlarında kil mineralleri tiplerinin aynı kalarak sadece başat kil mineralinin değişmesi, profilde horizonlar arasında kil mineral tip ve miktarlarının da çok az değişiklikliğin bulunması, birincil minerallerin miktar ve çeşidinin benzer olması pedojenik farklılaşmanın çok yavaş olduğunu göstermektedir.

SONUÇ

Çalışma alanındaki düşük yağış, uzun ve kurak yaz periyodu, organik maddenin birikimini sınırlandırmış, ayrışmayı olumsuz etkilemiş, Si yıkanmasını geciktirerek allofan ve imogolit gibi amorf materyaller ile profil 2 ve profil 3 de Fe- humus komplekslerinin oluşumunu engellemiştir. Ancak yine de profillerde alüminyumun önemli bir kısmı organik maddeye bağlı bulunmaktadır. Profillerde tabakalı silikatlardan kaolinit ve illit, Tüm profillerde klorit –smektit ara tabakalı killer belirlenmiştir. Topraklarda başat birincil mineraller ise plajiyoklaz ve kuvarstır. Profillerde yüzey horizonları ile ana materyalleri arasında çok belirgin farklılaşmalar gözlenmemiştir. İklimin; organik madde birikimi ile volkanik materyalin ayrışma ürünlerinin miktar ve oluşumunu etkileyerek toprak solüsyonundaki Al, Si, ve Fe gibi katyonların konsantrasyonunu belirlediği, böylece amorf mineral oluşumuna yön verdiği saptanmış, sonuç olarak Andisolun oluşumunda özellikle ana materyalin volkanik cam ihtiva etmemesi durumunda iklimin daha etkili olduğu tespit edilmiştir.

KAYNAKLAR

- Dingil, M. 2003. Türkiye’de Andisol Ordosuna Girebilecek Bazı Toprakların Özellikleri, Genesisi ve Sınıflandırılması. Ç.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü. Doktora Tezi.
- DMI, 1994. Meteoroloji bülteni. meteoroloji işleri genel müdürlüğü ortalama ve ekstrem kıymetler.
- Drouza, S., Georgoulas, F.A., Moustakes, N.K., 2007. Investigation of soils developed on volcanic materials in Nisyros Island, Greece. Catena 70: 340 - 349.
- Dixon, J.B., Weed, S.B., (Editörs), 1989. Minerals In Soil Environment. Second Edition S.S.S.A. Book Series No 1 Madison WI USA 729-788
- Erkan, Y., 1994. Kayaç Oluşturan Önemli Minerallerin Mikroskopta İncelenmesi
- Jackson, M.L., 1979. Soil Chemical Analysis. Advanced Course. Department Of Soil Science University Of Wisconsin, Madison, Wis. 53706, 468-509.
- Özaytekin, H., H. 2002. Karaman Karadağ Volkanikleri Üzerinde Oluşan Toprakların Fiziksel, Kimyasal, Mineralojik Özellikleri ve Sınıflandırılması. Doktora Tezi. Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Toprak Anabilim Dalı.

- Parfitt, R.L., Wilson, A.D. 1985. Estimation of Allophane and Halloysite in three Sequences of volcanic soils, New Zealand in: Volcanic Soils. Weathering and Landscape Relationships of on Tephra and Basalt. Caldas , E.F., Yaalon , D.H. Eds., Catena Suppl. Vol 7 Catena –Verlog Braunschweis, Pp1-8
- Parfitt, R.L., Kimble, J.M. 1989. Conditions for formation of allophane in soils . Soc. am. J. 53:971 - 977.
- Poulenard, J., Podwojewski, P., Janeau, JI., Collinet, J., 2003. Runoff and soil erosion under rainfall simulation of Andisols from the Ecuadorian Paramo; effect of tillage and burning. Catena. Vol:45, no:3, 185-207.
- Quantin, P., Dabin, B., Boulean, A., Lalli, L., Bıdını, D. 1985. Characteristics and genesis of two Andosols in Central Italy . in: Volcanic Soils. Fernandes Caldas , E., Yaalon, D. H.Eds. Catena Supply 7, Pp 107-117
- Sayın, M., 1985. Seyhan, Berdan Ve Göksu Ovaları Topraklarında Toplam Mineralojik Analiz Ve Kil Analiz Yöntemlerinin Karşılaştırılması. Tübitak Doğa Bilim Dergisi D2 9. 3 S: 331-342
- Shoji, S., Fujiware, Y., Yamada, I., Saigusa M.1982. Chemistry and clay mineralogy of ando soils, brown forest soils and podzolic soils formed from recent Towanda ashes. northeastern Japan . Soil Sci 133: 69–86
- Shoji, S., Ito, T., Saigusa, M., Yamada, I. 1985. Properties of non Allophanic Andosols from Japan. Soil Science 140:264 – 277
- Soil Survey Laboratory Staff, 2004. Soil survey laboratory methods manual. Soil Survey Investigations Report, vol. 42. USDA-SCS, Washington, DC.
- Soil Survey Staff, 1999. Soil Taxonomy. a Basic System of Soil Classification for Making and interpreting Soil Survey. USDA agriculture Handbook No 436 Washington D.C.
- Soil Survey Staff. 2006. Keys to Soil Taxonomy, 10th ed. USDA-Natural Resources Conservation Service, Washington, DC.
- Southard, S.B., Southard, R.J., 1989. Mineralogy and Classification of Andic Soils in Northeastern California. Soil Sci am. J. 53:1784-1791.
- Wada, K. 1985. Distinctive properties of Andosols. Adv. Soil Sci.2:173-229
- Wada, K., Kakulo, Y., Ikawa, H. 1986. Clay minerals, humus complex and classification of four adepts of Maui Hawaii. Soil Science Society of America Journal 50: 1007 – 1013

Alkalin Magmatik Kayaların Ayrışmasıyla Oluşan Kil Mineralleri: Buzlukdağı Siyenitoyidi, Orta Anadolu, Türkiye

Kıymet DENİZ*

Yusuf Kağan KADIOĞLU**

*Arş. Gör., Ankara Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Tandoğan, 06100, Türkiye

**Prof. Dr., Ankara Üniversitesi Yerbilimleri Uygulama ve Araştırma Merkezi, Gölbaşı, 06830, Türkiye

Özet

Orta Anadolu magmatik kayaları genel olarak kalkalkalin, toleyitik ve alkalin bileşimindedir. Alkalin magmatik kayalar genellikle İç Anadolu Kristalen Karmaşığı'nın iç kısımlarında küçük kütleler halinde yüzlek vermektedir. Alkalin magmatik kayalar İç Anadolu'nun magmato-tektonik geçmişinin yorumlanması açısından dikkate değer bir öneme sahiptir. Bu kayalar silikaca doymuş ve doymuş olmayan kayalardan oluşmaktadır. Silikaca doymuş olmayanlar başlıca siyenit, foid siyenit, foid monzosiyenit ve foid diyorit bileşimindedir. Bu birimlerin üst kısımları içerdiği bol alkali feldispat ve feldispatoid minerallerinden dolayı kolaylıkla ayrışmaktadır. Bu ayrışmanın sonucu olarak illit, kısmen simektit ve kaolen grubu kil mineralleri oluşmaktadır. Raman, XRD, petrografi ve kimyasal analiz sonuçları simektitlerin biyotit, amfibol, piroksen ve volkan camının ayrışmasından meydana geldiğini, kaolenlerin ise lösit, nefelin ve kısmen ortoklazlardan oluştuğunu ortaya koymaktadır.

Anahtar Kelimeler: Alkalin kaya, kil, illit, simektit, kaolen, XRD, Raman, Buzlukdağı.

Clay Minerals Formed by Decomposition of Alkaline Magmatic Rocks: Buzlukdağı Syenitoid, Central Anatolia, Türkiye

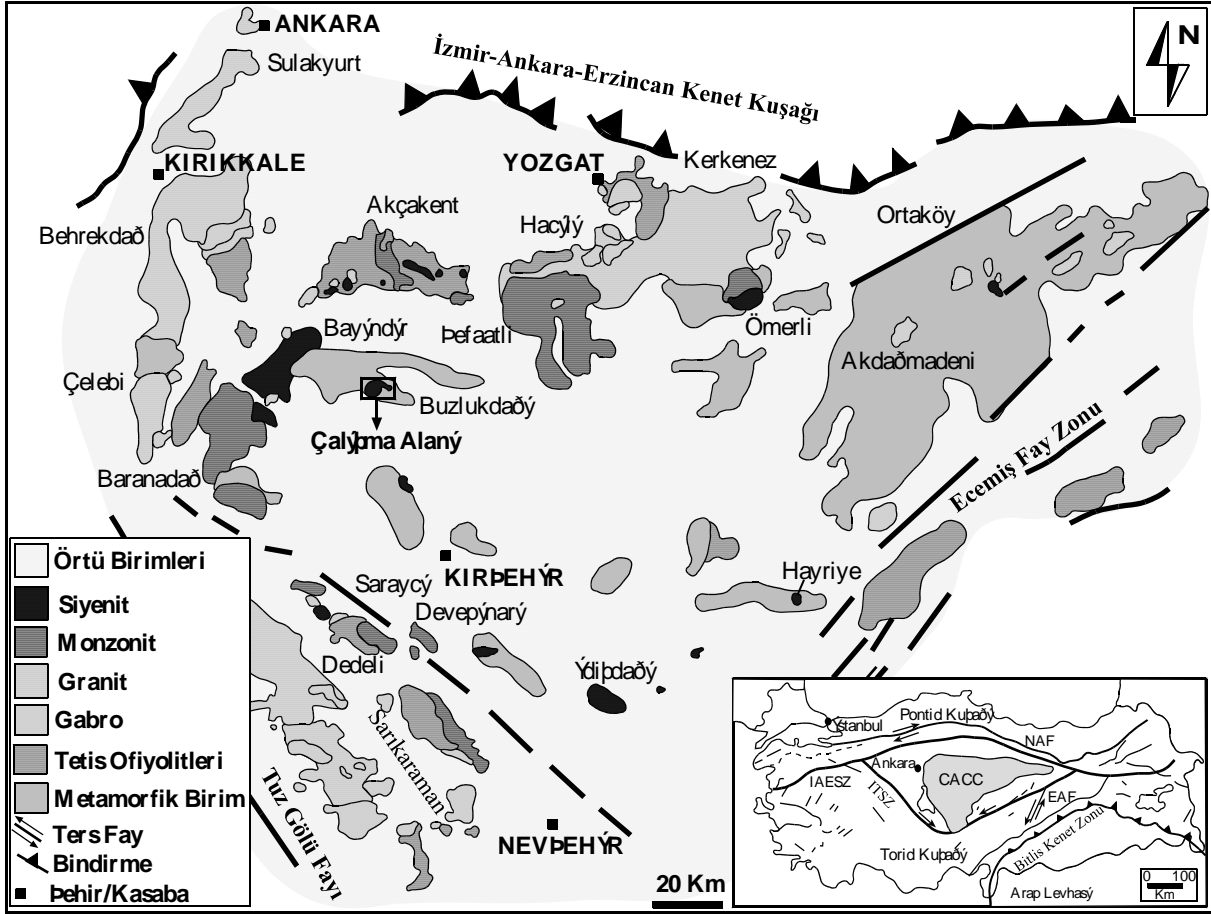
Abstract

Central Anatolia magmatic rocks ranging in compositions from calcalkaline, tholeiitic to alkaline. Alkaline magmatic rocks form smaller exposure bodies and mostly exposed at the inner part of the Central Anatolian Crystalline Complex. Alkaline magmatic rocks have significant important in the interpretation the magmatotectonic history of the Central Anatolia. These rocks are composed of silica-saturated and silica undersaturated. Silica undersaturated rocks are syenite, foid syenite, foid monzosyenite and foid diorite in composition. Almost the upper surface of all these units easily decomposes because of having more alkali feldspar and feldspatoid minerals. Illite, partially smectite and kaolin were occurred as a result of this decomposition. Raman, XRD, petrography and chemical analysis exposed that smectities occur from decomposition of biotite, amphibole, pyroxene and volcanic glass; kaolins are formed from leucite, nepheline and less amount of orthoclase of the alkaline rocks.

Key Words: Alkaline rock, clay, illite, smectite, kaolinite, XRD, Raman, Buzlukdağı.

GİRİŞ

Çalışma alanı, İç Anadolu'da Ankara, Sivas ve Niğde yerleşim merkezleri arasında kalan kabaca üçgen biçimindeki Orta Anadolu Kristalen Karmaşığı'nın (Göncüoğlu vd. 1991, 1992, 1993, Akıman vd. 1993) kuzeybatı bölümünde yer almaktadır (Şekil 1).



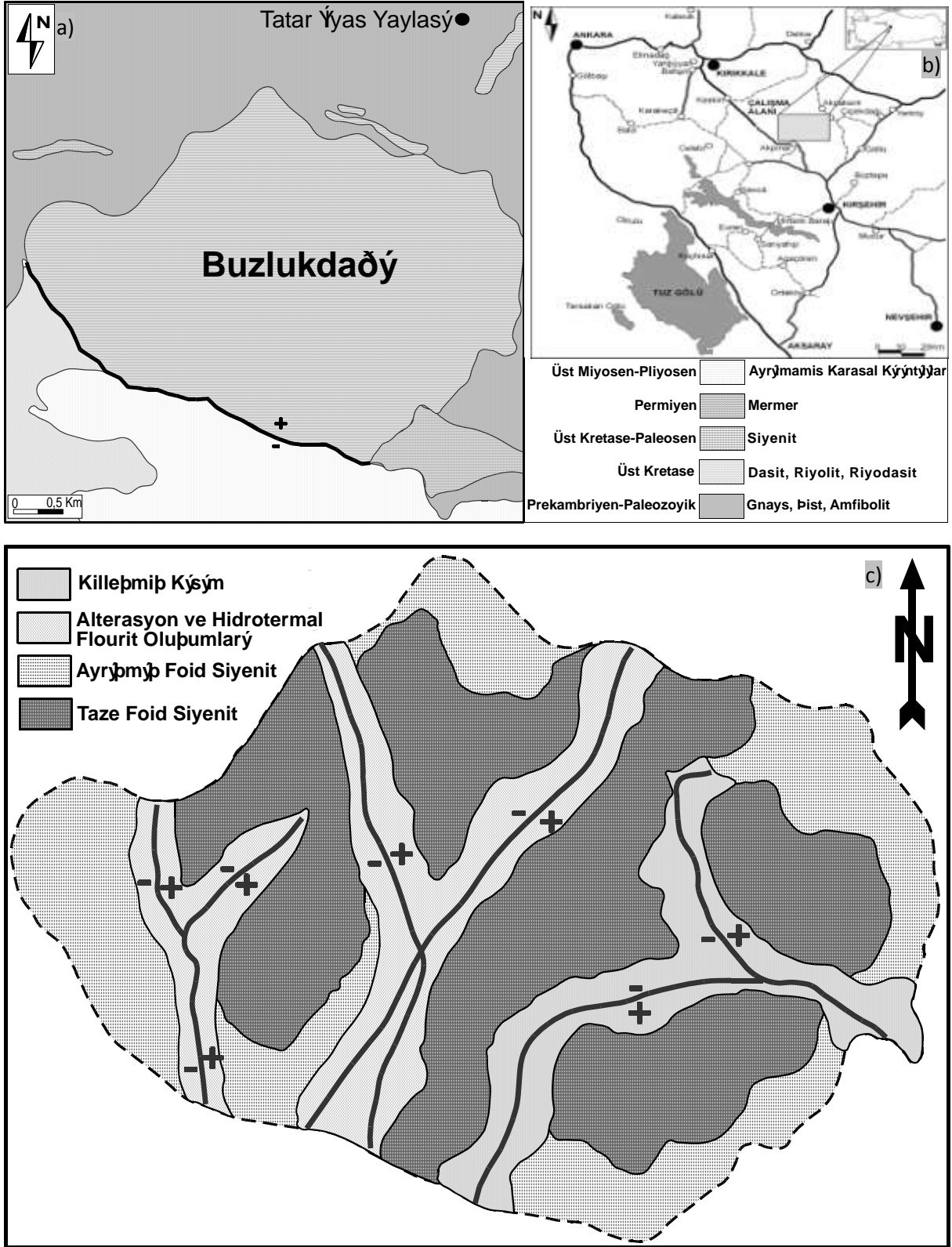
Şekil 1. Orta Anadolu Kristalen Karmaşığı'nın jeoloji haritası (Kadioğlu vd. 2006)

Çalışma alanı, Kırşehir ilinin yaklaşık 40km batısında yer almakta, Alışar ve Tatarilyas yaylası mevkesindeki alkali intrüzif kayalar kapsamaktadır (Şekil 2).

Alkalin intrüzif kayalar yaklaşık 15.75 km²'lik bir alanda yüzlek vermekte ve tipik olarak Buzluk tepede gözlenmektedir.

Çalışma alanında silikaca yoksun olan alkali plutonik kayalar ana bileşimdeki temel kayaları oluşturmaktadır. Buzlukdağı Siyenitoyidi foid içeren siyenitoyid bileşimindedir ve İç Anadolu Kristalen Karmaşığı'nın silikaca doğun olmayan intruzif takımının bir birimini oluşturmakta ve bölgedeki metamorfik temeline sokulum yapmaktadır (Şekil 2). Migmatit, hornfels ve mermer kontakt metamorfizmanın ürünleri felsik intruzif kayaların dokanaklarında yüzeylenmektedirler.

Çalışma alanında yayılım gösteren foid siyenit bileşimdeki kayalar arazi gözlemlerinde doku özelliklerine ve tane boyutlarına göre üç alt gruba ayırıldırmıştır. Bu kaya grupları iri kristalen foid siyenit, orta kristalen foid siyenit ve ince kristalen foid siyenittir. Bunlar farklı renklerde ve farklı mineral oranlarında benzer mineral bileşimine sahiptir. İri kristalen, orta kristalen ve ince kristalen foid siyenitler sırasıyla pembemsi, pembemsi gri ve gri renktedir. Çoğunlukla nefelin, K-Feldispat, oligoklaz, piroksen, biyotit, amfibol ile az oranda granat, kankrinit, sfen ve opak minerallerden meydana gelmektedir.



Şekil 2. a) Çalışma alanının jeoloji haritası, b) Çalışma alanının yer bulduru haritası ve c) Çalışma alanındaki siyenitlerin ayrışma ve alterasyon haritası

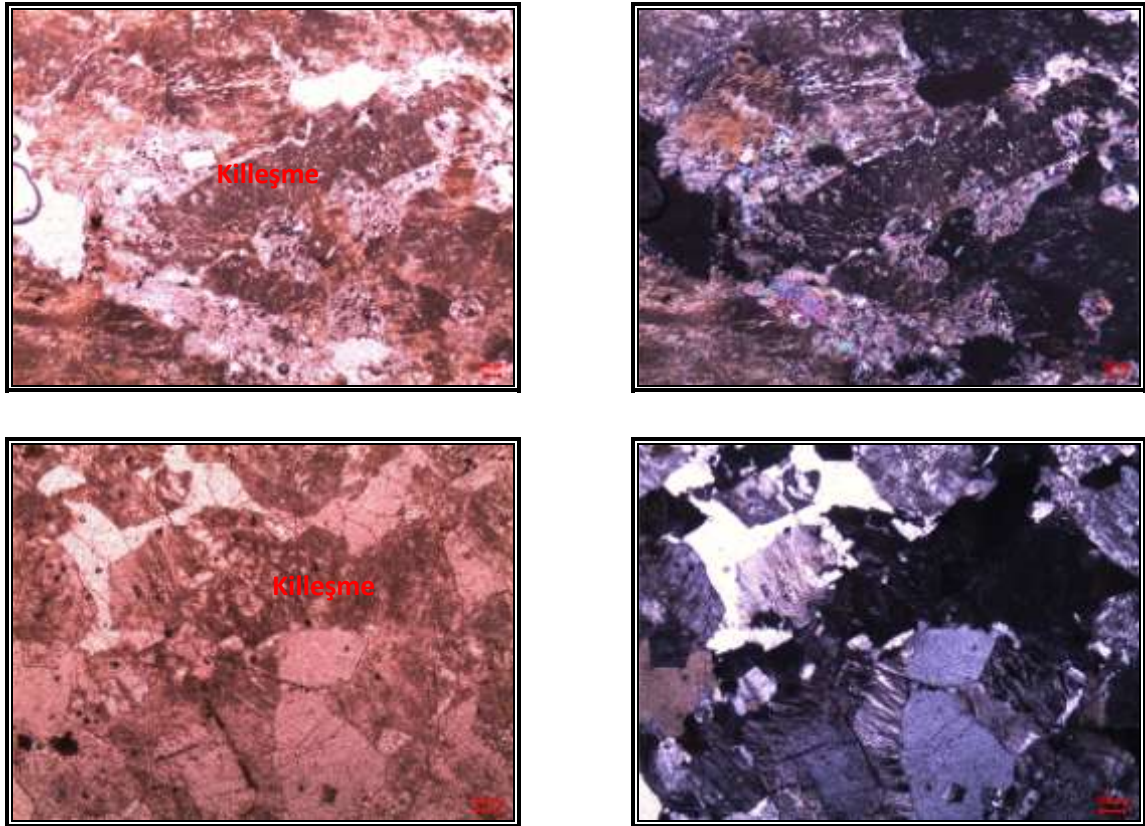
MATERYAL VE YÖNTEM

Bu çalışma sırasıyla arazi çalışması, labotuar çalışması ve elde edilen verilerin değerlendirilmesi şeklinde dört aşamada gerçekleştirilmiştir. Çalışma alanında bulunan alkali magmatik kayaçların makroskobik incelemeleri yapılmış ve tipik özelliklerinin fotoğrafları çekilmiştir. Çalışma amacına uygun örnek alımı yapılmıştır. Laboratuvar çalışması kapsamında petrografi, jeokimya ve Raman Spektroskopisi çalışmaları yapılmıştır. Arazi çalışması sırasında toplanan örneklerden ince kesit yapılarak ayrıntılı petrografik incelemeler mikroskop altında yapılmıştır. İnceleme neticesinde çalışma alanındaki kayaçların mikroskobik dokusal özellikleri, mineralojik bileşimleri ve bozunma türleri belirlenmiştir. Petrografik incelemelerde minerallerde yaygın killeşmeler gözlenmiştir. Seçilen örneklerdeki kil minerallerinin türünü tespit etmek amacıyla bu örneklerin tüm kaya XRD çekimleri yapılmıştır. Arazi ve laboratuvar çalışmaları sonucunda elde edilen tüm veri ve bilgiler birlikte değerlendirilerek yorumlanmış, alkali magmatik kayaçların ayrışmasıyla oluşabilecek kil mineralleri belirlenmeye çalışılmıştır.

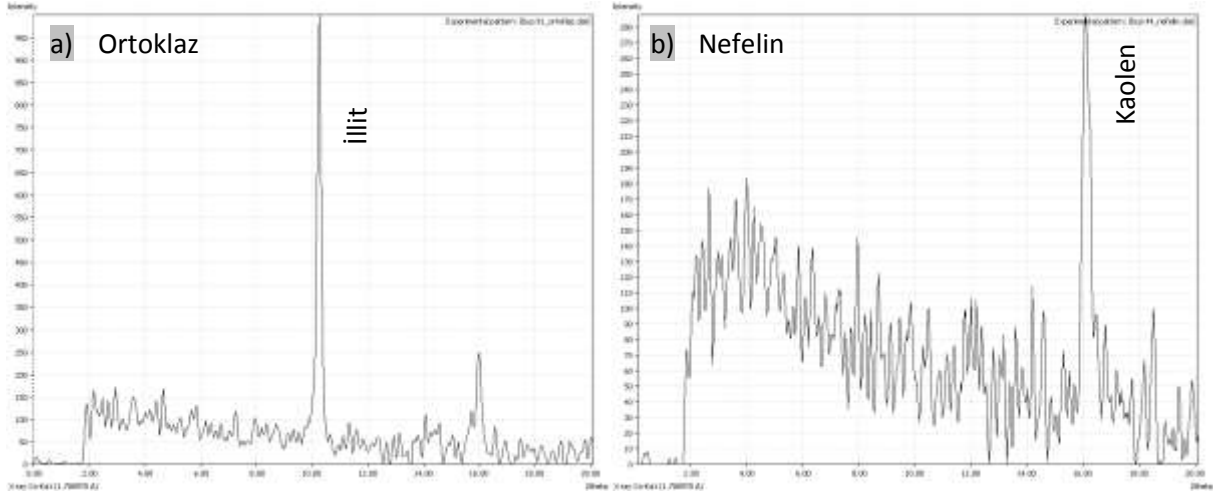
BULGULAR

Yapılan petrografik incelemelerde atmosferik koşullarının değişmesi sonucu feldispat ve feldispatoid minerallerinde yaygın killeşmeler tespit edilmiştir. Killeşmeler analizör devre dışındayken mineral yüzeylerinin toprağimsi kahverengi gözlenmesiyle ayırt edilebilmektedir (Şekil 3).

Petrografik incelemelerde gözlenen kil minerallerinin türünü tespit etmek amacıyla örneklerden seçilen ortoklaz ve nefelin minerallerinden XRD çekimleri yapılmıştır. XRD çalışmaları sonucu ortoklaz minerallerinin bozunmasıyla illit türü kil minerallerinin, nefelin minerallerinin bozunmasıyla da kaolen ve illit türü kil minerallerinin oluştuğu tespit edilmiştir (Şekil 4).



Şekil 3. Foid siyenitler içerisindeki killeşmiş nefelin ve ortoklazların fotomikroğrafları



Şekil 4. Foid siyenitlerin içerisindeki ortoklaz (a) ve nefelin (b) minerallerinin üzerinde oluşan illit ve kaolenlerin XRD spektrumları

SONUÇLAR

Orta Anadolu Kristalen Karmaşığında Silikaca doymun olmayan Alakalen intruzif kayalar en az yayılım gösteren kaya gruplarına temsil etmektedir. Bu kaya grupları içermiş oldukları bol alkali feldispat ve feldispatoid nedeniyle diğer kaya gruplarına göre daha fazla ayrışma ve bozuşma göstermektedir. Bu kayaların kuvars içermemeleri kayanın bozuşması ile oluşan killeşme, serisitleşme ve kloritleşme (biotit ve amfiboller) oluşan toprakta tane agrega oranını önemli ölçüde azaltmaktadır. Bu yüzden bölgede tınlı toprak oluşumları oldukça azdır. Daha çok killi toprakların oluşumu egemendir. Yapılan spektroskopik, petrografi ve kimyasal analiz sonuçları simektitlerin [(Na, Ca)_{0.33}(Al, Mg)₂(Si₄O₁₀)(OH)₂·nH₂O] biyotit, amfibol ve piroksen minerallerinin ayrışmasından meydana geldiğini, kaolenlerin (Al₂Si₂O₅(OH)₄) ise lösit, nefelin ve kısmen ortoklazlardan oluştuğunu ortaya koymaktadır. İllit [(K, H₃O)(Al, Mg, Fe)₂(Si, Al)₄O₁₀[(OH)₂, (H₂O)] oluşumları ise daha çok alkali feldispat ve kısmen de feldispatoid (nefelin ve lösit) minerallerin oluşumundan meydana gelmektedir.

KAYNAKLAR

- Göncüoğlu, M. C., Toprak, V., Kuşçu, İ., Erler, A. ve Olgun, E. 1991. Orta Anadolu Masifinin Batı Bölümünün Jeolojisi, Bölüm 1-Güney Kesim: Tpa0 Rapor No. 2909, 140 s., yayınlanmamış.
- Göncüoğlu, M. C., Toprak, V., Kuşçu, İ., Erler, A., Olgun, E., ve Rojay, B. 1992. Orta Anadolu Masifinin Batı Bölümünün Jeolojisi, Bölüm 2: Orta Kesim, T.P.A.O. Rap.No:3155, 76s.
- Göncüoğlu, M. C., Erler, A., Toprak, V., Olgun, E., Yalınız, K., Kuşçu, İ., Köksal, S. ve Dirik, K. 1993. Orta Anadolu Masifi'nin Orta Bölümü'nün Jeolojisi, Bölüm 3: Orta Kızılırmak Tersiyer Baseni'nin Jeolojik Evrimi, T.P.A.O. Rap. No. 3313, 104 s.
- Akıman, O., Erler, A., Göncüoğlu, M. C., Güleç, N., Güven, A., Türel, T. K., ve Kadioğlu, Y. K. 1993. Geochemical Characteristics Of Granitoids along the Western Margin Of The Central Anatolian Crystalline Complex and Their Tectonic Implications. Geol.J., 28, 371-382.
- Kadioğlu, Y.K., Dilek, Y. and Foland, K.A. 2006. Slab break-off and syncollisional origin of the Late Cretaceous magmatism in the Central Anatolian crystalline complex, Geological Society of America, special paper 409, 381-415.

Denizli-Çivril Gökgöl Organik Topraklarının Tarımsal Kullanım Potansiyelinin Belirlenmesi

Sevgi Gül ALTUN*

Ayten KARACA**

* Ortadoğu Ormancılık Proje Etüt ve Müşavirlik A.Ş., Ankara

** Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Ankara

Özet

Bu çalışmada, ülkemizdeki sulak alanlardan biri olan Denizli-Çivril Işıklı ve Gökgöl’de organik bir saha olan Gökgöl yöresi organik topraklarının bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri belirlenerek, tarımsal kullanım potansiyeline sahip olup olmadıkları ortaya konulmuştur. Organik toprak örnekleri 3 profilden horizon esasına göre alınmıştır. Açılan profillerde horizon esasına göre alınan toprak örneklerinde bitki yetiştirme ortamlarında istenilen fiziksel ve kimyasal özellikler ile ağır metal ve iz element içerikleri belirlenmiştir. Ayrıca, sözkonusu sulak alanın Gökgöl kısmında yer alan organik toprakların sulak alan ekosistem bütünlüğü dikkate alınarak organik toprakların sürdürülebilir kullanımına yönelik genel strateji, ilkeler ve eylemler belirlenmiştir. Sözkonusu öncelikli eylemler; ekonomik amaçlar için turba yönetimi, su koruma, turba biyolojik çeşitliliği, iklim ve turba yönetimi arasındaki etkileşim, insan ve kurumsal kapasite gelişimi, bilginin yayımı, sürece yerel halkın katılımı ve iyi yönetim konuları ile ilişkilidir.

Elde edilen bulgulara göre, organik toprak örneklerinin yüzey horizonları dışındakilerin hava kapasiteleri, kolay alınabilir su ve su tamponlama kapasiteleri bakımından sorunlu oldukları tespit edilmiştir. Bitki yetiştirme ortamı olarak örneklerin tuzluluk problemi içermediği, yüzey altı horizonlarının genellikle kireçli olduğu, buna karşın kireçsiz olan örneklerin ise organik madde seviyelerinin yüksek olduğu belirlenmiştir. Suda çözünebilir Fe ve Zn bakımından yetersiz oldukları, diğer besin maddelerince nispeten yeterli oldukları belirlenmiştir. Organik toprakların ilgili yönetmelik çerçevesinde tehlike arz edecek miktarlarda ağır metal içermedikleri belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Organik toprak, turba alanları, yetiştirme ortamı, sürdürülebilir kullanım (sorumlu turba yönetimi)

Agricultural Potantial of Organic Soils of Denizli-Çivril Gökgöl

Abstract

In this study, by the determination some physical and chemical properties of organic soils of Gökgöl region which is an organic area found at Denizli-Çivril Işıklı and Gökgöl which is one of the wetlands of our country, it is put forth if the organic soils have agricultural utilization potential. Organic soil samples are taken from 3 profiles on the basis of horizon. Heavy metal and trace element contents are determined based on horizones in the taken samples and desired physical and chemical properties in the plant cultivation environments. Besides by taking into consideration of the wetland area ecosystem integrity of the organic soils taking place at Gökgöl section of the mentioned wetland, general strategy, principles and actions directed to the sustainable utilization of organic soils are determined. Defined priority actions are connected peatland management for economic purposes, water protection, peatland biodiversity, interactions with climate and peatland management, development of human and institutional capacity, information dissemination, engagement of local people in planning processes and good governance.

According to the obtained findings it is determined that except the surface horizons, organic soil samples are problematical regarding their air capacities, easy water accessibleness and water buffering capacities. It is determined that the samples do not contain salinity problems as the plant

cultivation environment, sub-surface horizons are generally calcareous, on the other hand organic material levels of non-calcareous samples are high and they are insufficient regarding Fe and Zn solvable in water, they are comparatively sufficient regarding the other nutrients and organic soils do not contain heavy metals in an amount to pose a danger within the related regulations.

Key words: Organic soil, peat land, growing media, sustainable use (responsible peat land management)

GİRİŞ

Yeryüzünün yaklaşık %3'üne denk gelen yaklaşık 420 milyon ha dan daha fazla alanı kaplayan organik topraklar (turba), aynı zamanda Dünya toprak organik karbonunun da %20-30'unu içermektedir (Joosten ve Clark, 2002). Yaklaşık 350 milyon ha turba alanı Kuzey Amerika, Rusya ve Avrupa'da büyük alanlar kaplamaktadır. Avrupa Birliğine üye ülkelerde yaklaşık 34 milyon ha turba alanı olduğu bildirilmiştir (Byrne, 2004). Bu alanın yaklaşık 3.60 milyon ha tarımsal amaçlı kullanılmakta, tarımsal amaçlı kullanımın (0.95 milyon ha) tarımsal ürün üretimi yapılmaktadır.

Ülkemizde organik topraklar sulak alanlarda bulunmaktadır. Ülkemizde 135 tanesi uluslararası öneme sahip olmak üzere 500'den fazla sulak alan bulunmaktadır. Türkiye'deki sulak alanlar, üç tarafı denizlerle çevrili olan ülkemizin sahip olduğu değişik iklim, topoğrafya, yükselti, toprak yapısı ve geçirgenliğine bağlı olarak farklı özelliklerle göstermektedir.

Sulak alan ekosistemlerinin korunması amacıyla 1971 yılında İran'ın Ramsar kentinde imzaya açılan Ramsar Sözleşmesi (Özellikle Sukuşları Yaşama Ortamı Olarak Uluslararası Öneme Sahip Sulak Alanların Korunması Sözleşmesi) 1977 yılında yürürlüğe girmiştir. Ramsar Sözleşmesi taraf ülkeleri, ulusal sulak alan envanterlerini hazırlamak ve uluslararası öneme sahip sulak alanlar listesine girecek sulak alanlarını belirlemek, bunların korunması ve akılcı kullanımını geliştirecek metodları planlayıp bulmak ile yükümlü kılmıştır.

Uluslararası platformda 1970'li yıllarda başlayan sulak alan koruma çalışmaları, ülkemizde gerçek anlamda mülga Çevre Bakanlığının kurulması ile başlamıştır. 1992 yılında mülga Çevre Bakanlığı Çevre Koruma Genel Müdürlüğü bünyesinde Ülkemizdeki sulak alanların korunması ve geliştirilmesi amacıyla Sulak Alanlar Şubesi Müdürlüğü kurulmuştur. Sulak Alanlar Şubesi halen Çevre ve Orman Bakanlığı, Doğa Koruma ve Milli Parklar Genel Müdürlüğü, Doğa Koruma Dairesi Başkanlığı bünyesinde görevlerini sürdürmektedir. Sulak alanlar konusundaki çalışmalar Ramsar Sözleşmesi ve ulusal mevzuatımız çerçevesinde ilgili tüm kesimlerle koordinasyon içerisinde yürütülmeye çalışılmaktadır.

Ülkemizin 1994 yılında taraf olduğu Özellikle Su Kuşları Yaşama Ortamı Olarak Uluslararası Öneme Sahip Sulak Alanlar Hakkında Sözleşmenin (Ramsar Sözleşmesi) uygulanmasına yönelik olarak ülkemizdeki sulak alanların korunması, geliştirilmesi ve bu konuda görevli kurum ve kuruluşlar arasında işbirliği ve koordinasyon esaslarının belirlenmesi amacıyla hazırlanan Sulak Alanların Korunması Yönetmeliği ilk olarak 30 Ocak 2002 tarih ve 24656 sayılı Resmi Gazete'de yayımlanmış daha sonra 17 Mayıs 2005 tarihinde revize edilmiş ve nihayet son haliyle 26 Ağustos 2010 tarih ve 27684 ile değişik olarak Resmi Gazetede yayımlanarak yürürlüğe girmiştir. Yönetmelik, sulak alanlardaki genel koruma ve kullanma esasları, koruma bölgelerinin tespit edilmesi ve bu bölgelerde yapılacak uygulamalar, yönetim planlarının hazırlanması ve uygulanması ile ilgili hükümler getirmektedir.

Yüksek Lisans Tez çalışması kapsamında yapılan bu çalışmada, ülkemizdeki sulak alanlardan biri olan Denizli-Çivril Işıklı ve Gököl'de organik bir saha olan Gököl yöresi organik topraklarının bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri belirlenerek, tarımsal kullanım potansiyeline sahip olup olmadıkları ortaya konulmuştur.

MATERYAL VE YÖNTEM

Çalışma alanı

Birbiri ile bağlantılı Gökgöl ve Işıklıgöl, Ege Bölgesi'nin İç Batı Anadolu Bölümü'nde Denizli İli Çivril ilçesinde, Akdağ ile Bozdağ kütleleri arasında, güneybatı-kuzeydoğu doğrultusunda uzanan tektonik kökenli bir depresyonun en çukur kesiminde yer almaktadır (Şekil 1).

Işıklı Gölü Büyük Menderes Nehri'ni besleyen kaynakların üzerinde, Akdağ'ın güneyinde yer alan maksimum 7 m derinliğinde tatlısu göldür. Göl; Kufi Çayı, Akçay, Işıklı kaynakları, yeraltı suları ve Büyük Menderes'in yukarı havzadaki iki büyük kolu tarafından beslenir. Işıklı gölün orta kesimlerinde kuvvetli rüzgârlarla yer değiştiren saz adacıkları, kuzey doğusunda sazlık ve bataklık alanlar bulunmaktadır. Bu adacıklar su kuşlarının barınma ve üreme yerleridir. Yüzölçümü 7300 ha rakım 821 metredir. Kurak ve yağışlı dönemlerde alanı genişleyip daralır. Kuaternerdeki tektonik olaylar sonucu, Kufi çayının taşımış olduğu alüvyonların ovanın güneydoğusundaki çukurluğun batısında birikmesiyle oluşmuştur. Gölün batı, güney ve doğu kıyıları seddelerle çevrilidir. Bugün sulama amaçlı rezervuar olarak kullanılmaktadır (Şekil 2).

Işıklı Gölünün 3 km doğusunda, B. Menderes Nehri'nin üzerinde yer alan Gökgöl ise, Işıklı Gölünü çeviren seddin sona erdiği güney kesimindeki bağlantı ile bu göle dökülür. Bağlantının doğu-batı doğrultusunda uzunluğu 8.5 km'dir. Işıklı Gölünü besleyen önemli bir kaynak özelliği taşıyan Gökgöl; Doğudan ve kuzeyden Akdağ, batıdan Akçay'ın taşımış olduğu alüvyonlardan meydana gelen, Gümüşsu ovası ile çevrilidir. Göl alanının yaklaşık 900 ha'lık kısmı denizden 819 - 820 m. yüksekliktedir. Gökgöl; Büyük Menderes Nehri, kaynak suları, Akçay ve yüzey suları tarafından beslenir. Fazla sularını Işıklı Gölü'ne boşaltır. Işıklı Gölünde su düzeyi yükseldiği zaman, buna bağlı olarak Gökgöl'ün de su düzeyi yükselir.

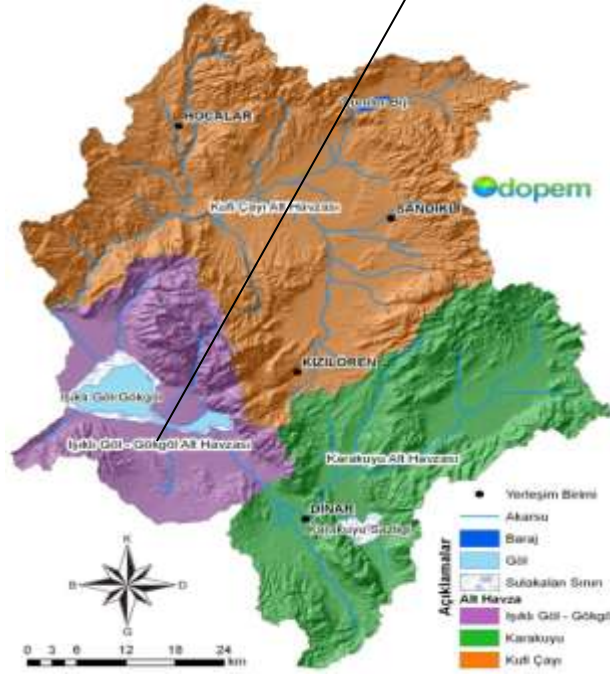
Işıklı Gölü etrafında düzenlemeler yapılmadan önce, Gökgöl daha dar bir alan kapladığı için yükseltisi 820 m'nin üzerinde olan arazilerde tarımsal faaliyetler yapılabiliyordu. Düzenlemelerden sonra Gökgöl'ün su seviyesi yükselerek, önceden tarım yapılan alanlar yüksek taban suyu nedeniyle tarım dışı kalmıştır. Göl etrafındaki arazilerin toprak profillerinde bulunan organik madde, taban suyunu çabuklaştırıcı bir etki yapmakta, gölde su seviyesi düştüğünde civar arazilerin taban suları kısa sürede düşmektedir. Seviye yükseldiğinde ise arazilerden göle doğru olan taban suyu tahliyesi güçleştiği gibi, gölden çevreye doğru taban suyu akımı başlamaktadır. Işıklı Gölü ve civarındaki düzenlemelerden sonra yükseltisi 823 m'ye kadar olan arazilerde yüksek taban suyu nedeniyle tarım yapmak imkânsızlaşmış ve DSİ tarafından bu araziler kamulaştırılmıştır.

Organik topraklar, Gökgöl'de 700 ha ve Gökgöl Işıklı Göl girişinde yaklaşık 1000 ha olmak üzere toplam 1700 ha alanı kaplamaktadır. Gökgöl kenarlarında yaklaşık 1.5 m iç kesimlerde ise yaklaşık 30-50 m derinliğe kadar inilmektedir.

Ekonomisi tarıma dayalı Çivril ilçesinde nüfusun %80'i tarımsal alanda çalışmaktadır. Tez çalışma alanı içerisinde yer alan Çivril ilçesinde toplam 49.677 ha'lık tarım arazisinin 5.747 ha'lık (%11.57) alanında kuru ve 43.930 ha'lık (% 88.43) kısmında ise sulu tarım uygulanmaktadır. Bitkisel üretimin yapıldığı bu alanlar üzerinde tarla bitkilerinden buğday, arpa, ayçiçeği, şeker pancarı ve haşhaş, yem bitkilerinden ise yonca, fiğ, korunga, silajlık mısır ve hayvan pancarı yetiştirilmektedir. Meyve üretiminin yoğun olarak yapıldığı ilçede elma ve üzüm üretimi yüksek seviyede iken bu ürünleri şeftali, kiraz, kayısı ve ceviz izlemektedir.



Şekil 1. Çalışma alanının B. Menderes Havzasındaki yeri



Şekil 2. Işıkli ve Gökğöl alt havzası

Yüksek Lisans Tezi hazırlanması kapsamında yapılan bu çalışmada, ülkemizdeki sulak alanlardan biri olan Denizli-Çivril Işıkli ve Gökğöl’de organik bir saha olan Gökğöl yöresi organik topraklarının bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri belirlenerek, tarımsal kullanım potansiyeline sahip olup olmadıkları ortaya konulmuştur. Aynı zamanda bu çalışma organik toprakların işletilmesi ve akılcı kullanımı konusunda yönetim planı hazırlanması sürecinde ortaya konulan biyolojik çeşitlilik verileri ile ilişkilendirilmiş ve sorumlu turba yönetimi ile ilgili alınması gereken tedbirlere yönelik öneriler getirilmiştir.

Yöntem

Gökğöl Sulak alanının sahip olduğu doğal kaynaklardan biri olan turba toprağının mevcut durumunun ortaya konulması ve sürdürülebilir kullanımına yönelik yönetim kararının alınması ile tarımsal verimliliğinin ölçülmesi amacıyla yürütülen bu tez çalışmasında için 3 farklı noktadan profil örnekleri alınmıştır. Uygulanan yöntemler aşağıda verilmiştir.

Arazi çalışmaları: Işıklı Gölü Sulak alanı etrafında gezilerek profil çukurlarının yerlerinin belirlenmesi işlemi yapılmış, koordinatları GPS ile belirlenmiş, değişik yerlerde profil çukurları açılarak, farklılık gösteren yaklaşık 3 adet profil çukurunda horizonlar, derinliklere göre ayrılarak işaretlenip her profilin her bir horizonundan bozulmuş ve bozulmamış organik toprak örnekleri alınarak profil tanımlamaları yapılması için naylon torbalara konularak laboratuvara getirilmiştir. Arazide ayrıca mevkii, koordinat (UTM), topoğrafya, eğim; arazi kullanım türü, bitki örtüsü, drenaj, taban suyu derinliği, nem içeriği vb gözlemler de not edilmiştir.

Laboratuvar çalışmaları: Araziden alınan organik toprak örnekleri naylon torbalara konulup laboratuvara getirilerek, çalışılabilir bir neme kadar kurutulup fiziksel analizler için 6, 35 mm lik elekten, diğer analizler için 2, 0 mm lik elekten elenmiştir. Örneklerde aşağıdaki yöntemler dikkate alınarak analizler yapılmıştır. Rutubet karakteristik değerleri: 0, -1, -5, -10 KPa basınç değerlerinde tuttukları su değerleri kum havuzu ile De Boodt vd (1973) ‘na göre, Hava kapasitesi (HK): Doygunlukta (0 KPa) tutulan su miktarından -1 KPa tansiyonda tutulan su miktarının çıkarılması ile hesaplanarak, Kolay alınabilir su (KAS): -1 KPa ‘da tutulan su miktarından -5 KPa tansiyonda tutulan su miktarının çıkarılması ile hesaplanarak, Su tamponluk kapasitesi (STK): -5 KPa ‘da tutulan su miktarından -10 KPa tansiyonda tutulan su miktarının çıkarılması ile hesaplanarak, Hacim ağırlığı: 100 cm³ lük metal silindirler içine alınan toprak örneklerinin 105 °C de kurularak fırın kuru toprak ağırlığının silindir hacmine bölünmesi ile (U.S.Salinity Lab. Staff, 1954), pH ve EC: pH 1:3 organik toprak-su karışımında cam elektrotlu pH metre ile, EC aynı karışımın süzülmesinde EC metre ile (Gabriels and Verdonck, 1992), Katyon Değişim Kapasitesi: Sodyum asetat metodu kullanılarak (U.S. Salinity Lab. Staff, 1954), Organik Madde: Organik toprak örnekleri kül fırınında 550±50°C de 4 saat yakılarak yanma kaybından hesaplanarak (Anonim, 1978), Toplam Azot: Kjeldahl yöntemiyle (Bremner, 1982), Suda çözünebilir Cd, Ni, Pb, Cr, Fe, Cu, Zn, Mn: Bir gram toprak örneğinin 9 ml su ile 1 saat coroser rotor’da çalkalanması ve 4000 devirde 15 dakika santrifüj edildikten sonra Perkin Elmer Optima 2100 marka ICP-OES cihazı ile, Toplam Cd, Ni, Pb, Cr, Hg, Fe, Cu, Zn, Mn: Kacar (1995)’e göre, Nitrik asit-hidroklorik asit karışımında (1:3 oranında) yaş yakılan toprak örneklerinde Optema 2100 model ICP-OES cihazında yapılmıştır.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Organik toprakların bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri

Araştırma alanından açılan 3 adet profil örneğinin değerlendirmesi ayrı ayrı yapılmıştır. Araştırma alanında açılan 3 profil örneğinin fiziksel özellikleri sadece organik katmanlarda belirlenmiş olup, mineral katmanlarda ise fiziksel özellikler belirlenmemiştir. Organik toprakların bazı fiziksel analiz sonuçları Çizelge 1’de verilmiştir. Araştırma alanında açılan 3 profilin gerek organik gerekse mineral horizonlarının bazı kimyasal özellikleri ile toplam ve suda çözünebilir iz element ve ağır metal kapsamaları belirlenmiş olup sırasıyla Çizelge 2, Çizelge 3 ve Çizelge 4’de verilmiştir.

Araştırma sahasında açılan 3 profilde mineral katmana kadar bütün horizonlardan örnekleme yapılarak fiziksel, kimyasal ve element analizleri yapılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre; en yüksek organik madde içeriğine sahip organik toprak II nolu profilin 106-150 cm derinliğinden alınan örnekte bulunmuş bunu sırasıyla I nolu profilin yüzey ve 151-200 cm derinlik örneği takip etmiştir. III nolu profile ait organik horizonlarda ise ortalama %73 organik madde bulunmuştur. Organik madde miktarları fazla olan toprakların KDK değerleri de yüksek bulunmuş, ancak organik maddece zengin ayrışmamış toprakların pH değerleri 4, 5-5 seviyelerinde belirlenmiştir. Her iki profilin yüzey ve yüzey altı katmanları yetiştirme ortamı olarak kullanıldığında kireçleme ihtiyaçları olacaktır.

Besin elementi içeriğine göre Denizli-Gökgöl organik toprağının yetiştirme ortamında kullanılması söz konusu olduğunda; Cu açısından yeterli olduğu ancak besin çözeltisi ile besleme yapılacak ise çözeltideki Fe, Zn ve Mn düzeylerinin biraz daha yüksek tutulması gerekmektedir. Toprakların N içerikleri yeterlidir. Profil örneklerinin analizi sonucunda organik değeri yüksek olan toprak örneklerinin, aynı zamanda bitki yetiştirme ortamı bakımından da uygun olduğu görülmektedir.

Çizelge 1. Organik toprak örneklerine ait bazı fiziksel analiz sonuçları

| Profil No | Horizon Adı* | Derinlik (cm) | Hacim Ağırlığı (g cm ⁻³) | Hava Kapasitesi (%) | Kolay Alınabilir Su (%) | Su Tamponlama Kapasitesi (%) |
|-----------|----------------|---------------|--------------------------------------|---------------------|-------------------------|------------------------------|
| 1 | O ₁ | 50-95 | 0,023 | 21,22 | 21,17 | 5,43 |
| | O ₂ | 96-120 | 0,040 | 10,10 | 9,50 | 1,15 |
| | O ₃ | 121-150 | 0,068 | 17,17 | 11,73 | 2,96 |
| | O ₄ | 151,200 | 0,036 | 20,63 | 17,34 | 4,23 |
| 2 | O ₅ | 201-250 | 0,052 | 18,16 | 10,10 | 2,13 |
| | O ₆ | 251-300 | 0,026 | 23,48 | 14,50 | 3,99 |
| | O ₁ | 0-60 | 0,060 | 9,27 | 7,90 | 1,28 |
| | O ₂ | 61-105 | 0,061 | 8,20 | 6,99 | 2,90 |
| 3 | O ₃ | 106-150 | 0,024 | 21,85 | 21,67 | 5,19 |
| | O ₄ | 151-185 | 0,041 | 17,16 | 12,39 | 3,91 |
| | O ₁ | 75-115 | 0,045 | 11,15 | 13,72 | 2,91 |
| | O ₂ | 116-160 | 0,048 | 10,22 | 18,08 | 2,92 |
| | O ₃ | 161-205 | 0,043 | 21,70 | 21,68 | 5,96 |
| | O ₄ | 206-250 | 0,051 | 12,74 | 14,00 | 3,36 |

*: Organik topraklar taksonomiye göre tanımlanmamış olup, organik madde içeriklerine göre mineral veya organik olarak değerlendirilmiştir. Alınan örnek derinliğine göre organik toprak profilleri numaralandırılmıştır.

Çizelge 2. Organik toprak örneklerine ait bazı kimyasal analiz sonuçları

| Profil No | Horizon Adı* | Derinlik (cm) | pH (1:10 w/v) | Ec (dS/m) | CaCO ₃ (%) | O.M (%) | KDK (me 100 g ⁻¹) | N (%) |
|-----------|----------------|---------------|---------------|-----------|-----------------------|---------|-------------------------------|-------|
| 1 | O ₁ | 50-95 | 4,14 | 1,63 | 2,39 | 82,92 | 61,36 | 2,26 |
| | O ₂ | 96-120 | 6,93 | 0,76 | 38,20 | 29,01 | 35,97 | 0,67 |
| | O ₃ | 121-150 | 6,83 | 1,78 | 19,90 | 52,60 | 54,08 | 1,39 |
| | O ₄ | 151,200 | 4,89 | 2,04 | 3,50 | 83,81 | 63,02 | 2,44 |
| | O ₅ | 201-250 | 5,9 | 1,88 | 2,39 | 78,17 | 55,9 | 2,36 |
| | O ₆ | 251-300 | 3,85 | 2,31 | 1,43 | 78,17 | 55,02 | 2,10 |
| | Cg | 301-400 | 7,1 | 0,61 | 31,04 | 13,40 | 25,65 | 0,44 |
| | Cg | 401-500 | 7,45 | 0,39 | 23,88 | 10,78 | 24,72 | 0,24 |
| 2 | O ₁ | 0-60 | 7,37 | 0,49 | 21,49 | 22,69 | 41,41 | 0,69 |
| | O ₂ | 61-105 | 6,83 | 0,81 | 6,37 | 59,23 | 49,94 | 1,39 |
| | O ₃ | 106-150 | 5,47 | 0,84 | 1,91 | 91,66 | 57,88 | 1,92 |
| | O ₄ | 151-185 | 4,57 | 1,25 | 1,59 | 76,12 | 43,04 | 1,62 |
| | Cg | 186-195 | 7,04 | 0,39 | 38,20 | 18,86 | 32,9 | 0,46 |
| | Cg | 196-450 | 7,61 | 0,41 | 24,67 | 12,00 | 31,75 | 0,19 |
| 3 | O ₁ | 75-115 | 5,99 | 0,88 | 11,14 | 73,89 | 60,11 | 1,51 |
| | O ₂ | 116-160 | 5,75 | 1,01 | 0,80 | 73,90 | 53,51 | 1,84 |
| | O ₃ | 161-205 | 6,18 | 1,14 | 1,11 | 74,69 | 53,9 | 1,83 |
| | O ₄ | 206-250 | 4,02 | 1,99 | 0,80 | 74,69 | 53,02 | 1,71 |
| | Cg | 251-295 | 6,83 | 0,79 | 2,23 | 56,86 | 51,37 | 1,34 |
| | Cg | 296-450 | 6,9 | 0,78 | 9,39 | 52,94 | 47,18 | 1,28 |

*: Organik topraklar taksonomiye göre tanımlanmamış olup, organik madde içeriklerine göre mineral veya organik olarak değerlendirilmiştir. Alınan örnek derinliğine göre organik toprak profilleri numaralandırılmıştır.

Çizelge 3. Organik toprak örneklerinin toplam iz element ve ağır metal kapsamaları (mg/kg)

| Profil No | Horizon Adı* | Derinlik (cm) | Fe % | Cu | Zn | Mn | Pb | Cd | Ni | Cr | Hg |
|-----------|----------------|---------------|-------|-------|-------|--------|-------|-------|-------|--------|-------|
| 1 | O ₁ | 50-95 | 0,249 | 2,36 | 8,86 | 15,35 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | 7,28 | <0,05 |
| | O ₂ | 96-120 | 0,921 | 7,75 | 29,46 | 85,17 | <0,05 | <0,05 | 28,97 | 27,62 | <0,05 |
| | O ₃ | 121-150 | 1,596 | 8,37 | 39,54 | 59,26 | <0,05 | <0,05 | 31,08 | 47,11 | <0,05 |
| | O ₄ | 151,200 | 1,596 | 6,88 | 14,92 | 11,43 | <0,05 | <0,05 | 20,45 | 55,43 | <0,05 |
| | O ₅ | 201-250 | 2,175 | 8,86 | 38,19 | 25,10 | <0,05 | <0,05 | 25,79 | 53,94 | <0,05 |
| | O ₆ | 251-300 | 1,282 | 6,99 | 23,43 | 24,80 | <0,05 | <0,05 | 19,00 | 51,77 | <0,05 |
| | Cg | 301-400 | 0,611 | 3,69 | 22,31 | 97,91 | <0,05 | <0,05 | 16,53 | 17,13 | <0,05 |
| | Cg | 401-500 | 1,006 | 4,17 | 30,65 | 380,65 | <0,05 | <0,05 | 21,43 | 18,95 | <0,05 |
| 2 | O ₁ | 0-60 | 0,590 | 3,77 | 22,52 | 191,27 | <0,05 | <0,05 | 13,00 | 13,69 | <0,05 |
| | O ₂ | 61-105 | 1,453 | 13,14 | 62,94 | 87,16 | <0,05 | <0,05 | 49,12 | 119,31 | <0,05 |
| | O ₃ | 106-150 | 0,186 | 2,83 | 13,09 | 51,95 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | 17,68 | <0,05 |
| | O ₄ | 151-185 | 0,089 | 1,56 | 6,03 | 18,09 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | 11,77 | <0,05 |
| | Cg | 186-195 | 0,559 | 1,93 | 17,18 | 214,77 | <0,05 | <0,05 | 10,81 | 11,58 | <0,05 |
| | Cg | 196-450 | 1,011 | 4,04 | 25,59 | 209,15 | <0,05 | <0,05 | 14,47 | 14,67 | <0,05 |
| 3 | O ₁ | 75-115 | 0,499 | 4,82 | 15,35 | 40,06 | <0,05 | <0,05 | 12,50 | 23,92 | <0,05 |
| | O ₂ | 116-160 | 1,917 | 17,70 | 41,15 | 68,58 | <0,05 | <0,05 | 49,12 | 78,60 | <0,05 |
| | O ₃ | 161-205 | 1,595 | 15,67 | 35,81 | 45,83 | <0,05 | <0,05 | 43,15 | 69,35 | <0,05 |
| | O ₄ | 206-250 | 0,319 | 3,89 | 6,81 | 10,80 | <0,05 | <0,05 | 25,88 | 11,77 | <0,05 |
| | Cg | 251-295 | 1,658 | 20,85 | 68,38 | 99,11 | <0,05 | <0,05 | 63,74 | 112,65 | <0,05 |
| | Cg | 296-450 | 1,036 | 8,24 | 39,51 | 50,29 | <0,05 | <0,05 | 33,53 | 81,27 | <0,05 |

*: Organik topraklar taksonomiye göre tanımlanmamış olup, organik madde içeriklerine göre mineral veya organik olarak değerlendirilmiştir. Alınan örnek derinliğine göre organik toprak profilleri numaralandırılmıştır.

Çizelge 4. Organik toprak örneklerinin suda çözünebilir iz element ve ağır metal kapsamaları (mg/kg)

| Profil No | Horizon Adı* | Derinlik (cm) | Fe | Cu | Zn | Mn | Pb | Cd | Ni | Cr | Hg |
|-----------|----------------|---------------|------|------|-------|------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 1 | O ₁ | 50-95 | 1,31 | 0,34 | 0,12 | 0,09 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 |
| | O ₂ | 96-120 | 1,42 | 0,39 | 0,06 | 0,17 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 |
| | O ₃ | 121-150 | 0,8 | 0,34 | 0,01 | 0,14 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 |
| | O ₄ | 151,200 | 1,71 | 0,33 | 0,12 | 0,08 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 |
| | O ₅ | 201-250 | 0,96 | 0,33 | 0,05 | 0,09 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 |
| | O ₆ | 251-300 | 1,57 | 0,34 | 0,15 | 0,32 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 |
| | Cg | 301-400 | 2,2 | 0,35 | <0,05 | 0,18 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 |
| | Cg | 401-500 | 2,68 | 0,34 | <0,05 | 0,24 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 |
| 2 | O ₁ | 0-60 | 0,44 | 0,29 | <0,05 | 0,02 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 |
| | O ₂ | 61-105 | 2,12 | 0,29 | <0,05 | 0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 |
| | O ₃ | 106-150 | 6,56 | 0,38 | 0,24 | 0,08 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 |
| | O ₄ | 151-185 | 0,94 | 0,33 | 0,07 | 0,08 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 |
| | Cg | 186-195 | 1,28 | 0,34 | <0,05 | 0,25 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 |
| | Cg | 196-450 | 1,25 | 0,33 | <0,05 | 0,12 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 |
| 3 | O ₁ | 75-115 | 0,92 | 0,35 | 0,11 | 0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 |
| | O ₂ | 116-160 | 1,16 | 0,36 | 0,16 | 0,07 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 |
| | O ₃ | 161-205 | 1,21 | 0,36 | 0,18 | 0,1 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 |
| | O ₄ | 206-250 | 1,23 | 0,35 | 0,16 | 0,13 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 |
| | Cg | 251-295 | 1,35 | 0,34 | <0,05 | 0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 |
| | Cg | 296-450 | 1,02 | 0,34 | 0,02 | 0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 |

*: Organik topraklar taksonomiye göre tanımlanmamış olup, organik madde içeriklerine göre mineral veya organik olarak değerlendirilmiştir. Alınan örnek derinliğine göre organik toprak profilleri numaralandırılmıştır.

Denizli- Gökgölden alınan I nolu profilin yüzey horizonu ile II ve III nolu profillerin yüzey altı horizonlarında fiziksel özellikler açısından sorun bulunmamakta diğerleri ise bu açıdan problemlilik göstermektedirler. Sözkonusu toprakların organik toprağın fiziksel özelliklerinden olan kolay alınabilir su kapasitesi ve su tamponlama kapasitesini iyileştirici pomza, tuf, perlit gibi materyallerle desteklenmesi ve/ve ya kendi içerisinde uygun tane büyüklük oranları kullanılması daha yerinde olacaktır. Araştırma alanına ait organik toprakların ağır metal içerikleri Tarım ve Köyişleri Bakanlığı'nın 22 Nisan 2003 tarihinde 25087 sayılı Resmi Gazete'de yayınlanan “Tarımda kullanılan Organik, Organomineral, Toprak Düzenleyicileri ve Mikrobiyal Gübrelerin Üretimi, İthalatı, İhracatı, Piyasaya Arzı ve Denetimine Dair Yönetmelik” çerçevesinde değerlendirilmiştir. Buna göre organik topraklar (II nolu profilin yüzey altı horizonu hariç) verilen sınır değerleri aşmamaktadır.

SONUÇ VE ÖNERİLER

Ülkemizde, organik toprak üretiminin yaygın olarak yapıldığı organik toprak sahaları Bolu-Yeniçağa, Burdur-Göhlhisar, Denizli-Çameli, Adapazarı Akgöl yörelerinde bulunmaktadır. Bu üretim alanları içinde en eskisi olan ve diğerlerine göre daha yüksek bir üretim potansiyeline sahip olan Bolu-Yeniçağa organik toprakları ile diğer üretim alanlarındaki organik topraklar rezervden organik toprağın çıkarılması, toprağın farklı amaçlar için hazırlanması, ilave edilmesi gerekli fiziksel ve kimyasal katkı maddelerinden yararlanılması ve ürün geliştirme konularında kat edilen mesafeler açısından yetersiz kalmaktadır.

Bu tez çalışması ile daha önce bilimsel olarak ele alınıp incelenmemiş bir organik saha olan Denizli-Gökgöl yöresi organik topraklarının bitki yetiştirme ortamlarında bulunması gereken özellikler yönünden incelenerek sürdürülebilir kullanımı politikaları geliştirilmiştir.

Araştırma sahasında açılan 3 profile mineral katmana kadar bütün horizonlardan örneklemeler yapılarak fiziksel, kimyasal ve element analizleri yapılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre; en yüksek organik madde içeriğine sahip organik toprak II nolu profilin 106-150 cm derinliğinden alınan örnekte bulunmuş bunu sırasıyla I nolu profilin yüzey ve 151-200 cm derinlik örneği takip etmiştir. III nolu profile ait organik horizonlarda ise ortalama %73 organik madde bulunmuştur. Organik madde miktarları fazla olan toprakların KDK değerleri de yüksek bulunmuş, ancak organik maddece zengin ayrışmamış toprakların pH değerleri 4, 5-5 seviyelerinde belirlenmiştir. Her iki profilin yüzey ve yüzey altı katmanları yetiştirme ortamı olarak kullanıldığında kireçleme ihtiyaçları olacaktır.

Besin elementi içeriğine göre Denizli-Gökgöl organik toprağının yetiştirme ortamında kullanılması söz konusu olduğunda; Cu açısından yeterli olduğu ancak besin çözeltisi ile besleme yapılacak ise çözeltideki Fe, Zn ve Mn düzeylerinin biraz daha yüksek tutulması gerekmektedir. Toprakların N içerikleri yeterlidir.

Profil örneklerinin analizi sonucunda organik değeri yüksek olan toprak örneklerinin, aynı zamanda bitki yetiştirme ortamı bakımından da uygun olduğu görülmektedir.

Denizli- gökgölden alınan I nolu profilin yüzey horizonu ile II ve III nolu profillerin yüzey altı horizonlarında fiziksel özellikler açısından sorun bulunmamakta diğerleri ise bu açıdan problemlilik göstermektedirler. Sözkonusu toprakların organik Sorumlu turba yönetimi kullanım öncesi ve toprağın fiziksel özelliklerinden olan kolay alınabilir su kapasitesi ve su tamponlama kapasitesini iyileştirici pomza, tuf, perlit gibi materyallerle desteklenmesi ve/ve ya kendi içerisinde uygun tane büyüklük oranları kullanılması daha yerinde olacaktır.

Araştırma alanına ait organik toprakların ağır metal içerikleri Tarım ve Köyişleri Bakanlığı'nın 22 Nisan 2003 tarihinde 25087 sayılı Resmi Gazete'de yayınlanan “Tarımda kullanılan Organik, Organomineral, Toprak Düzenleyicileri ve Mikrobiyal Gübrelerin Üretimi, İthalatı, İhracatı, Piyasaya Arzı ve Denetimine Dair Yönetmelik” çerçevesinde değerlendirilmiştir. Buna göre organik topraklar (II nolu profilin yüzey altı horizonu hariç) verilen sınır değerleri aşmamaktadır.

Organik Toprakların Sürdürülebilir Kullanımına Yönelik Öneriler

- İnsan müdahalelerini içerecek şekilde turbaların ticari kullanımları habitatlar, türler ve genetik kaynaklara etki yapmaktadır.
- İlgili paydaşları sürece katan etkin bir planlamayı zorunlu kılmaktadır. Bu yolla turba alanların fonksiyonlarının devam ettirilmesi, iş olanakları ve rekreasyonun sağlanması ve yerel ekonomiye katkısının devamlılığı sağlanmış olacaktır.
- Turbaları ticari olarak kullanan tarafların sorumlu turba yönetimine yönelik farkındalıklarının artırılması da turbaların akılcı kullanımında dikkate alınması gerekli önemli bir konudur.
- Turbalıkların dağılımlarını ve niteliklerini belirleyen en önemli etken iklimdir. İklim tüm dünyada turbalıkların biyoçeşitliliğini ve yerini belirler.
- Doğal turbalıklar genellikle geçmişteki iklim değişikliğine dayanıklıdır ancak gelecek için öngörülen iklim değişikliğinin hızı ve boyutu ve olağanüstü olaylar (kuraklık, yangınlar, taşkınlar ve erozyon), turbalıkların uyum eşliğini zorlayabilir.
- Turbalık ekosistemleri çevresel değişimleri gösteren önemli arşivlerdendir. Süregelen turba birikimleri ile hem kendilerinin hem de civarlarının tarihlerini kaydederler. Bu da, uzun-dönem insan ve çevresel tarihin yeniden kurgulanmasına olanak sağlar. Turbalığın içindeki ya da civarındaki polen ve sporlar, bitki örtüsündeki temel değişiklikler hakkında bilgi verir; bitki makro-fosilleri, zamanla turbalığın kendi bitki örtüsünün nasıl değişime uğradığını gösterir. Turbada, büyük sayıda diğer ufak organizma kalıntıları - aralarında amip, diatomlar, mantar ve omurgasızların da olduğu – muhafaza edilir. Turbanın nemlilik dereceleri ise turbalıkların hidrolojik değişimlerinin yeniden kurgulanmasına olanak sağlar. Ağır metaller kirlilik tarihinin değişimini gösterir; karbon, oksijen ve hidrojenin dengedeki izotopları, hidroloji ve sıcaklıktaki değişimlerin anlaşılmasına yardımcı olur.
- Turba katmanı uzun dönemli karbon depolarıdır. Turbalıklar bu karbonu binlerce yıldan fazla biriktirmiş ve depolamışlardır. Düzenli su doyumluğu ve bunun sonucundaki kısıtlı aerobik çürüme, turbalıklarda karbonun uzun dönemli depolanmasının ana nedenidir.
- Kömür, linyit, “mineral” toprak ve doğal gaz rezervlerinin çoğu, önceki jeolojik zamanlardaki turba birikimlerinden oluşmuştur.
- Turba oluşumu üretim ve çürüme arasındaki hassas bir dengeye bağlıdır. Doğal turbalıklar, mevsimsel ya da yıllık ölçekte karbon yutağı ve karbon kaynağı olma arasında geçişler gösterirler ama turbanın birikimi, turbanın uzun-dönemli doğal dengelerinin pozitif olduğunu göstermektedir.
- İnsan müdahaleleri, üretim ve çürüme arasındaki doğal dengeyi kolayca bozabilir ve turbalıkları karbon salınımı yapar duruma getirebilir. Tarım, ormancılık ve diğer amaçlar için yapılan drenaj, aerobik çürümeyi artırır ve turbalığı karbon yutağından karbon kaynağına dönüştürür. Turba çıkarımı (yakıt, çiçekçilik, gübre vb. için) karbonun atmosfere çok daha hızlı karışmasına neden olur.
- Turbalıkların drenajı aynı zamanda turba yangınlarına neden olur ki, alan yönetimiyle ilişkili olarak atmosfere karışan karbonun en büyük kaynaklarından biridir.
- Turbalıkların korunması ve restorasyonu, turbalığın karbon depolamasının sürekliliğini sağlamak, karbon tutulmasını maksimuma çıkarabilmek için en etkin yoldur ve aynı zamanda biyoçeşitliliğe, çevreye ve insana ek fayda sağlar.
- Turbalıkların sürdürülebilir yönetimi entegre bir yaklaşım gerektirir – herbir turbalıktaki farklı kullanımların yönetimi için ortak stratejilerinin geliştirilmesi, biyoçeşitliliğin korunması, arazi rehabilitasyonu ve iklim değişikliği azaltma/uyum için gerekenler, aynı zamanda, yönetim stratejileri bünyesine de katılmalıdır. Farklı ilgi grupları ve ekonomik sektörler arasında yakın koordinasyon kritik önem taşır.

Organik Toprakların Ekosistem Üzerinde Yaratabileceği Etkileşimleri Azaltmaya Yönelik Öneriler

Turbalık alanlar, geçici veya devamlı olarak sığ bir su tabakası altında kalan, genellikle yüzeyi balçık çamuru ile örtülü biyotoplar şeklindedir. Bu nedenle, bazı böceklerin larval gelişimleri bu türlü ortamlarda gerçekleştiğinden, bunlar üzerinden geçinen kurbağa ve balıklar gibi omurgasızlar için önemli bir beslenme alanı oluşturmaktadırlar. Ayrıca, bu kesimlerdeki balık ve diğer omurgalılar üzerinden geçinen bazı su kuşları ise turbalık alanlarda daha sık görülürler. Dolayısıyla, turbalık alanlar sucul organizmalar için varlığı kaçınılmaz olan doğal besin zincirinin oluşumunda önemli bir biyotop niteliği taşımaktadırlar. Bu açıdan bakıldığında, Gököl ve Işıklı Gölü civarındaki turbalık kesimin, göl ekosistemindeki kurbağalar, balıklar ve bunlarla beslenen su kuşları için faydalı bir alan oluşturduğu söylenebilir.

Diğer taraftan, turba çıkarılması sırasında kazılan zemin toprağının veya çamurunun gevşetilmesi nedeniyle, inorganik partiküllerin ve organik kırıntıların (detritus) dalga ve akıntılarla göl suyuna karışması nedeniyle artan türbidite (bulanıklık) faktöründen dolayı, göl suyunda gerçekleşen fotosentez olayı kısmen olumsuz yönde etkilenmektedir. Çünkü artan türbidite nedeniyle, göl suyuna yeterince nüfuz edemeyen güneş ışınlarından dolayı fotosentezin yavaşlaması söz konusu olabilir. Bu durum ise, fitoplankton aktivitesini olumsuz yönde etkileyip ilk ürün denilen primer prodüksiyonun oluşumunu yavaşlatarak göldeki fitoplankton gruplarının tür çeşitliliği ve populasyon zenginliği üzerinde lokal olumsuzluklar yaratabilir. Sonuçta fitoplanktonik organizmaların azalması, gıda zincirindeki ikincil doğal besinleri oluşturan zooplanktonun azalmasına, dolayısıyla da gıda zincirinin devamı olan organizma gruplarında biyolojik çeşitliliğin zarar görmesine yol açabilir. Bunlara bağlı olarak da Zooplanktonun nispeten seyrek görüldüğü habitatlarda bu canlılar üzerinden beslenen zooplanktivor balıklar da daha az görülecektir.

Sonuç olarak, özellikle Gököl ve Işıklı Gölleri civarındaki turbalık alanların ekonomik yararı yanında, bu kesimlerden turba çıkarılması olayının ekosistem üzerinde olumsuz etkileşimleri de söz konusudur. Ancak, göllerdeki turba çıkarımı aktivitesinin kontrollü bir şekilde sürdürülmesinin, ekosistemdeki dengeyi bozacağı düşünülse de; bu kaynağın kullanımının “Akılcı kullanım İlkeleri” çerçevesinde uluslar arası uygulamalar da dikkate alınarak sulakalan ekosistem bütünlüğü içerisinde hazırlanacak turba çıkarılması, kaynağın sosyal ve ekonomik değeri de düşünülerek işletilmesi kaçınılmazdır. Aksi durumda turba ihtiyacını karşılamada dışarıya bağımlı olunması sözkonusu olacaktır. Organik toprakların işletilmesi durumunda, toprağın alındığı bölgelerde saz, kamış ve diğer sulak alan bitkilerinin gelişimini artırıcı önlemlerin de aynı zamanda alınması önerilmektedir.

KAYNAKLAR

- Anonim, 2009. Responsible Peatland Management.
- Anonim. 2003. Tarımda kullanılan Organik, Organomineral, Toprak Düzenleyicileri ve Mikrobiyal Gübrelerin Üretimi, İthalatı, İhracatı, Piyasaya Arzı ve Denetimine Dair Yönetmelik. 25087 sayılı Resmi Gazete. Ankara (2003).
- Baran, A. 1994. Türkiye’deki Bazı Peat Çeşitlerinin Bitki Yetiştirme Ortamı Olarak Özelliklerinin Ayrışma Dereceleri ile İlişkisi, (Doktora Tezi), Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Ankara.
- Baran, A. 1994. Türkiyedeki bazı peat çeşitlerinin bitki yetiştirme ortamı olarak özelliklerinin ayrışma dereceleri ile ilişkisi. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi (Yayınlanmamış).
- Bouyoucos, G. J.. Hydrometer method improved for making particle size analysis of soils. Agron. J., 54: 464-465, (1951).
- Bremner, S.M. 1982. Total nitrogen. In: Methods of Soil Analysis, Part 2. ASA-SSA, pp:595 Madison, WI.
- Çaycı, G. 1989. Ülkemizdeki Peat Materyallerinin Bitki Yetiştirme Ortamı Olarak Özelliklerinin Tespiti Üzerine Bir Araştırma, (Doktora Tezi), Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Ankara.
- Çaycı, G. 1989: Ülkemizdeki Peat Materyallerinin Bitki Yetiştirme Ortamı Olarak Özelliklerinin Tespiti Üzerine Bir Araştırma. A.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

- Çaycı, G., Baran, A., Kütük, C., Ataman, Y., Öztekin, H., Dengiz, O. 2000. A research on reclamation of physical properties of Bolu Yeniçağa peat as plant growing medium. Proceedings of International Symposium on Desertification, pp:308-312, Konya-Turkey.
- ÇOB-ODOPEM Gököl-Çivril Sulak Alan Yönetim Planı I. Gelişme Raporu, 2009.
- De Boodt M., Verdonck, O. Cappaeret, I. 1973. Method of measuring the water relase curve of organic substrates. Proceeding Symp., Artificial media in horticulture, pp:2054-2062.
- De Boodt, M. ve Verdonck, O. 1972: The Physical Properties of the Substrates in Horticulture. Acta Holticulture. Acta Holticulture 26: 37-44.
- Gabriels, R., Verdonck, O., Reference methods for analysis of compost. In: Composting and compost quality assurance criteria, pp. 173-183. (1992).
- Jackson, M. L., Soil Chemical Analysis. Prentice Hall Inc., New York, (1962).
- Joosten, H., Clarke, D. 2002. Wise use of mires and peatlands. Background and principles including a frame work for decision-making. Int. Mire Conservation Groupand int. Peat Society, Canada.
- Ramsar. 1971. Convention on wetlands of international importance especialy as waterfowl habitat. Ramsar Convention Bureau. Gland, Schweiz. www.ramsar.org.
- U. S. Salinity Laboratory Staff., Diagnosis and improvement of saline and alkali soils, ed:Richards, L.A. USDA Handbook, 60. U.S. Gov. Printing, (1954), pp:160.

Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü İkizce Araştırma Çiftliği Topraklarının Verimlilik Özelliklerinin Belirlenmesinde Parametrik Bir Yaklaşım

Orhan DENGİZ*

Fatma Esra SARIOĞLU*

Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak bölümü 55139, Samsun

Özet

Bu Çalışmanın Amacı, Ankara'nın güneyinde yer alan Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü İkizce Araştırma Çiftliği topraklarının üretkenlik özelliklerinin belirlenmesine yönelik parametrik bir yaklaşım olan verimlilik indeks modeli kullanılmasıdır. Verimlilik indeks modeli, bitki kök gelişimini etkileyen bazı toprak karakteristiklerini dikkate alarak, toprağın üretkenlik değerinin hesaplayan modeldir. 1: 5.000 ölçekli detaylı toprak haritası kullanılarak toprakların su tutma kapasiteleri, tekstür, strüktür, hacim ağırlığı, kaba materyal, pH, organik madde, derinlik belirlenmiş ve coğrafi bilgi sistemi yardımıyla çalışma alanının verimlilik indeks (PI) haritası oluşturulmuştur. Araştırma sonuçlarına göre, çalışma alanının %70.2'sine ait topraklar verimlilik indeks modeline göre yüksek ve çok yüksek sınıfları oluştururken, %29.8'i düşük ve orta sınıfa girmektedir. Ayrıca, çalışma alanının verimlilik indeks model hesaplama ve haritalama işlemlerinde Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS) tekniği önemli bir rol oynamıştır.

Anahtar Kelimeler: Verimlilik İndeksi, Toprak Karakteristikleri, CBS

Determination Of Soil Productivity In The Field Plants Central Research Institute-Ikizce Research Farm's Soils Based On The Parametric Evaluation Approach

Abstract

The main aim of this research was to determine crop productivity of the Field Plants Central Research Institute-Ikizce Research Farm's soils located in southern of the Ankara using parametric approach called productivity index model. The soil productivity model estimate crop productivity taking into consideration of soil characteristics which affects root development. Soil properties of the study area texture, structure, depth, pH, coarse fragment, bulk density, organic matter were derived from detailed soil map scaled 1/5000. After analyzing and evaluating soil properties using geographic information system techniques, productivity index (PI) map was generated. In addition, Geography Information System (GIS) techniques has important role to estimate productivity index and for mapping of the study area.

Key Words: Productivity Index, Soil Characteristics, GIS

GİRİŞ

Bilinçsiz ve plansız arazi kullanımı ve araziler üzerindeki yoğun baskılar; toprakların kısa sürede taşınması, toprağın taşınmasıyla oluşan aşırı yüzey akışı sonucu sel ve taşkınlar meydana gelmesi, taşınan toprakların değerli tarım arazilerini, yerleşim yerlerini, barajları ve limanları doldurması, yamaç arazideki toprağın taşınması ve toprak kalınlığının giderek azalması ile ana kayanın ortaya çıkması ve arazinin su tutma ve depolama kapasitesinin kaybolması, toprak ve bitki özellikleri dikkate alınmaksızın aşırı gübreleme sonucu kirlileşme, bilinçsiz sulama sonucu kurak alanlar oluşması, yetişme ortamı kaybı, kırsal fakirliğin artışı, kırsal kesimden kentlere göçün yoğunlaşması, vb. birçok ekolojik, sosyal, ekonomik ve kültürel sorunlar yaşanmaktadır. Bu durum doğal kaynakların

bozulmasına ve böylece sürdürülebilir kalkınmanın tehlikeye girmesine neden olmaktadır. Bu tür olumsuzlukların önüne geçilebilmesi, araziden faydalanan ormancılık, tarım, mera, yerleşim, sanayi, ulaşım vb. sektörlerin mevcut çalışma alanlarının biyofiziksel, sosyal, ekonomik, kültürel ve çevresel değişkenlere bağlı olarak kesin bir şekilde belirlenip, arazilerin ve toprakların kalite ve karakteristik özelliklerine uygun olarak kullanılmalarıyla mümkündür.

Özden ve ark. (2001) Ankara yöresinde bazı toprak ordolarında verimlilik indeks modelinin uygulanabilirliği üzerine yaptıkları çalışmada toprak parametreleri olarak yarayışlı su, hacim ağırlığı, toprak reaksiyonu, elektriksel iletkenlik ve kök gelişimini modelde kullanmışlardır. Ordolar PI değerlerinin yüksekte düşüğe göre sırasıyla Aridisol, Inceptisol ve Entisol olarak belirlemişlerdir. Ayrıca Dengiz ve Özcan (2006), yaptıkları çalışmayla Samsun-Bafra topraklarının coğrafi bilgi sistemi (CBS) yardımıyla verimlilik durumlarının belirlenmesi yapılmıştır. Değerlendirmeye alınan faktörlerin oransal değerleri karakök formülü yardımıyla arazi verimlilik indeks (PI) değerleri hesaplandıktan sonra her bir haritalama birimlerinin PI sınıfları belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre çalışma alanının tamamı 79255.2 ha'dır. Bunun % 7'si (5547.8 ha) su yüzeyi, sahil kumulları ve yerleşim yeri, büyük bir kısmını oluşturan, arazilerin % 62.4 (5028.0 ha) verimlilik yönünden çok verimli ve verimli (I ve II), % 9.0 (7216.9 ha) orta (III), % 12.5 (1010.5 ha) tarımsal kullanım yönünden toprakların verimlilik özellikleri bakımından verimsiz (IV) ve % 9.1 (7368.6 ha) alanın ise çok verimsiz olduğu belirlenmiştir. Ayrıca toprakların tarımsal kullanıma engel olan verimlilik parametreleri belirlenmiş ve dağılımları haritalar ile gösterilmiştir. Buna ilaveten, CBS sistemi kullanarak çalışma alanına ait bir toprak veritabanı oluşturmuşlardır.

Yapılan bu çalışma ile Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü İkizce Araştırma Çiftliği topraklarının üretkenlik özelliklerinin belirlenmesine yönelik olarak parametrik bir yaklaşım olan verimlilik indeks modeli ile ortaya konulması amaçlanmıştır.

MATERYAL VE YÖNTEM

Materyal

Çalışma Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü, İkizce Araştırma Çiftliği arazilerinde gerçekleştirilmiştir. Çalışma alanı Ankara-Haymana Karayolunun 45. km'si ve 4383259N-470201E, 4383259N-470400E, 4383426N-470400E, 4383426N-470201E (UTM m) koordinatları arasında yer almaktadır. Yaklaşık olarak 534.4 ha olan çalışma alanı, deniz seviyesinden yüksekliği 1055 m dir. Yıllık ortalama sıcaklık 11.8 °C ve yıllık ortalama yağış ise 410.5 mm (DMI, 2003). Çok farklı topografik özelliklere (taban, yamaç, tepelik vb.) sahip çalışma alanında, düz ve ondüleli yapı yaygın olarak yer almaktadır. Çalışma alanında beş farklı toprak serisi Cayırlı, Meteoroloji, Nizamiye, Gölet ve İkizce) yer almaktadır (Dengiz, 1998). 1231.2 da ile Meteoroloji serisi çalışma alanı içerisinde en fazla alana sahiptir (Çizelge1, Şekil 1). Çalışma alanı çoğunlukla sulu tarım olarak kullanılmasının yanı sıra ormanlık ve meralık alanları da içermektedir.

Çizelge1. Çalışma alanında yayılım gösteren toprak serilerinin alansal ve oransal dağılımları

| Seriler | Alan (da) | Oran (%) |
|---------------|---------------|---------------|
| Gölet | 836.1 | 15, 6 |
| İkizce | 1146.4 | 21, 5 |
| Meteoroloji | 1231.2 | 23, 0 |
| Nizamiye | 523.5 | 9, 8 |
| Çalitepe | 989.4 | 18, 5 |
| Bataklık | 127.5 | 2, 4 |
| Kayalık | 8, 7 | 0, 2 |
| GÖLET | 490.7 | 9, 2 |
| Toplam | 5343.5 | 100, 0 |

Çalışmada dikkate alınan toprak özellikleri, daha önceden Dengiz (1998) tarafından yapılan 1:5.000 ölçekli detaylı toprak haritasından alınmıştır. Verilerin analiz edilmesi işlemlerinde ise TNT Mips 6.4 CBS programı kullanılmıştır.

Yöntem

Toprakların üretkenlik özelliklerinin belirlenmesine yönelik parametrik bir yaklaşım olan verimlilik indeks modeli; bitki kök gelişimini etkileyen bazı toprak karakteristiklerini dikkate alarak, toprağın üretkenlik değerinin hesaplayan bir modeldir.

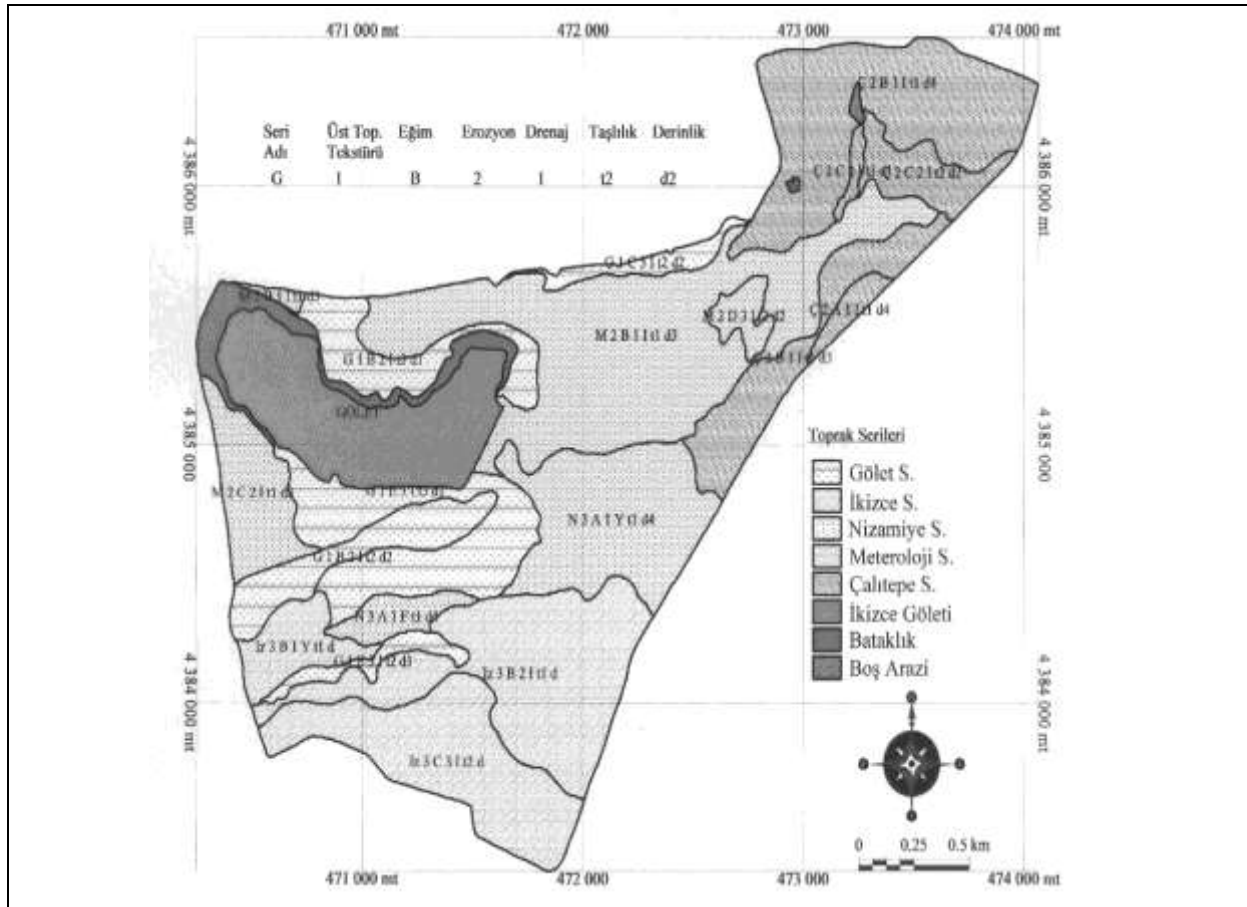
Delgado (2003) tarafından geliştirilen verimlilik indeks modelinin oluşturulmasındaki ana prensip toprakta bitkinin en iyi bir şekilde gelişiminin sağlanabilmesinde, bitkinin kök bölgesinde optimum koşulların olması gerekmektedir. Toprak verimlilik indeksi Şekil 2 de gösterildiği şekilde aşağıdaki formül ile hesaplanmaktadır.

$$\text{Verimlilik indeksi (PI)} = \sum_{i=1}^n (A_i.B_i.C_i.K_i)$$

Formülde verilen faktörler;

Faktör A: i horizondaki hava su ilişkisi durumu

- Kurak iklim (P/ETP < 0, 5); Faktör A= Alt faktör A1
- Ilıman iklim(P/ETP > 2.0); Faktör A= Alt faktör A2



Şekil 1. Çalışma alanı temel toprak haritası

- Yarı ılıman ile kurak iklim arası ($0,5 < P/ETP < 2.0$); Faktör A= A1 ve A2 alt faktörler arasında en fazla sınırlandırıcı değer (en küçük sayısal değer)

P= yağış, ETP= Potansiyel evapotransprasyon

Faktör B: bitki köklerinin i horizontadaki gelişimini engelleyen durum

- Topraktaki kaba parçaların miktarları (iskelet kısmı) % 30' a eşit veya daha az ise Faktör B= Alt faktör B1
- Topraktaki kaba parçaların miktarları (iskelet kısmı) % 30' dan fazla ise Faktör B= Alt faktör B2

Faktör C: i horizonunun potansiyel verimlilik durumu

- İliman iklim($P/ETP > 2.0$); Faktör C= Alt faktör C1
- Kurak iklim ($P/ETP < 0,5$); Faktör C= Alt faktör C2
- Yarı ılıman ile kurak iklim arası ($0,5 < P/ETP < 2.0$); Faktör C= C1 ve C2 alt faktörler arasında en fazla sınırlandırıcı değer (en küçük sayısal değer)

Faktör K: Toprak profili içerisindeki her bir horizonun kalınlığına göre ağırlık faktörü

PI 0.00 ile 1.00 arasında değer almaktadır. Kök bölgesinde toprak karakteristiğinin belli bir düzeyi, bitki kök gelişimini sınırlandırmıyorsa PI değeri 1.00, fakat bu karakteristik bitki kök gelişimini imkansız kılıyorsa PI değeri 0.00 olarak alınır. 1.00-0.00 arasında kalan değerler ise toprak karakteristiğinin kök gelişimini sınırlama derecesine göre değişmektedir (Şekil 2 ve Çizelge 2).

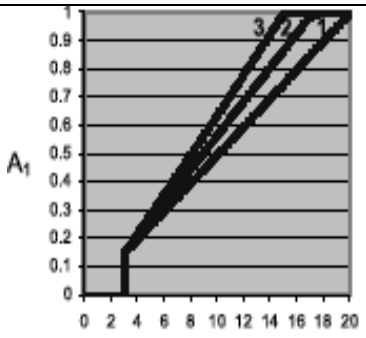
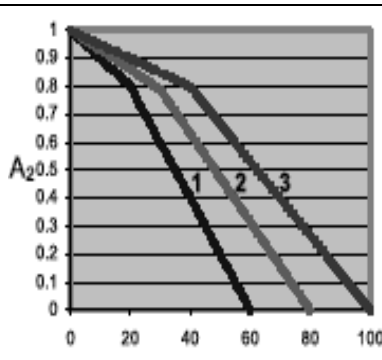
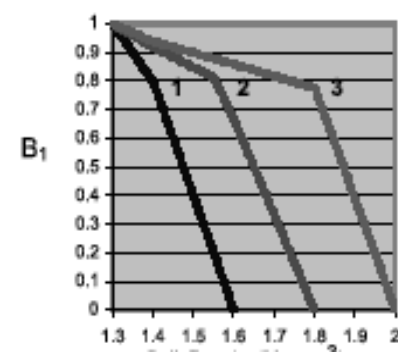
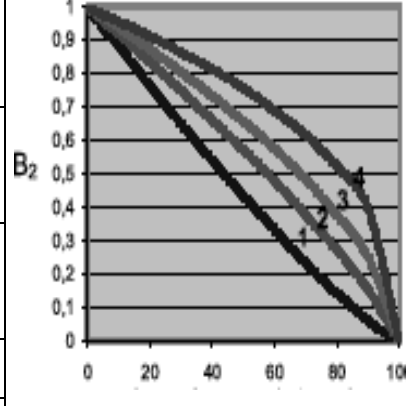
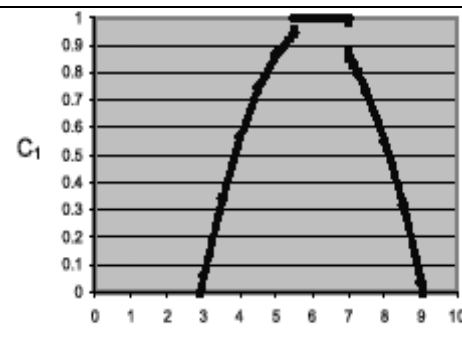
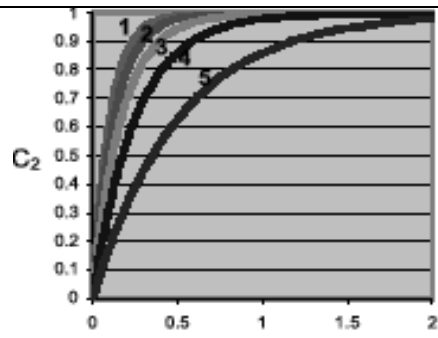
BULGULAR VE SONUÇ

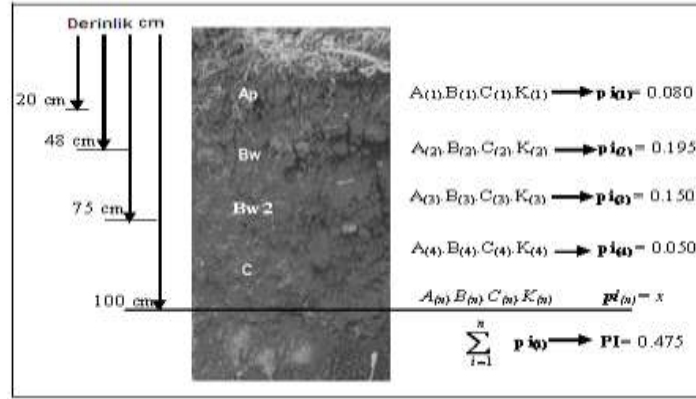
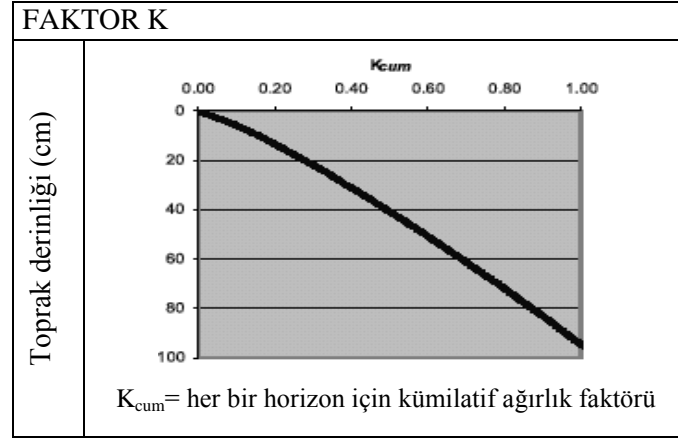
Çalışma alanının toplam alanı 5343.5 da olup bunun 4716.6 da'lık kısmı tarımsal faaliyetler, 626.9 da'lı araziler ise işletme binaları, yollar, bataklık-sazlık, gölet ve kayalık araziler oluşturmaktadır. Arazilerin verimlilik indeksine (PI) göre değerlendirildiğinde çalışma alanının %70.2'si olan 3312.8 da yüksek ve çok yüksek sınıfları oluşturur iken, 806.8 da (% 17.1) orta ve geri kalan 596.7 da alan ise düşük PI sınıfını oluşturmaktadır (Şekil 3 ve Şekil 4).

Toplam alan içerisinde 989.3 da alana sahip olan Çayırli serisi arazilerinin büyük bir kısmını (849.9 da) PI sınıflamasına göre çok yüksek uygunluğa sahip arazileri oluşturmaktadır. Geri kalan alan ise yine tarımsal potansiyeli olan ve yüksek uygunluk sınıflamasına sahiptir arazilerdir. 1231.2 da alana sahip olan Meteoroloji serisinde M2.D3t2d2 haritalama birimi (54.1 da) dik eğime ve sığ toprak derinliğine sahip olması nedeni ile PI sınıflamasına göre orta uygunluğa sahip arazileri oluşturmaktadır (Çizelge 3). 523.5 da'lı alanda yayılım gösteren Nizamiye Sersi toprakları, çok ağır bünyeli, yer yer drenaj sorunlarının görülmesi bu nedenle bitki kök bölgesinde havasın ortamların oluşması nedeniyle orta uygunluk sınıfına girmektedir. İkizce serisine ait toprakların tamamı (1146.4 da) Çayırli Serisinde olduğu gibi yüksek ve çok yüksek uygunluk sınıflarını oluşturmaktadır.

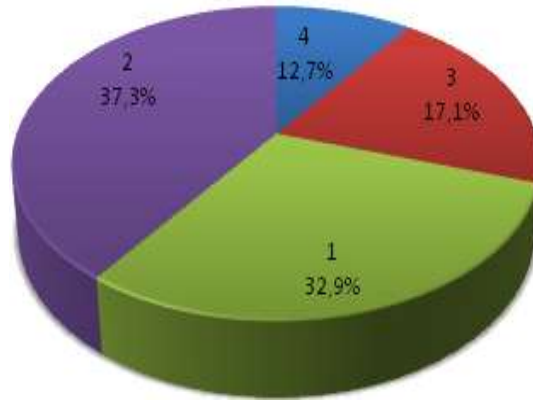
Çizelge 2. Verimlilik indeks değerleri ve uygunluk sınıfları

| PI | Uygunluk Sınıf |
|-----------|----------------|
| >0.50 | 1- Çok Yüksek |
| 0.30-0.50 | 2- Yüksek |
| 0.10-0.30 | 3- Orta |
| <0.10 | 4- Düşük |

| FAKTÖR A | | | | | |
|---|---------|-------------------------------------|---|---------|--------------------------|
| Alt Faktör A1 Yararlı su tutma kapasitesi | | | Alt Faktör A2 Toprak havalanma kapasitesi | | |
|  <p>A_1</p> <p>Yarıyışlı su tutma kapasitesi (V, %)</p> | Eğri No | Su stresine karşı bitki duyarlılığı |  <p>A_2</p> <p>% Kil</p> | Eğri No | Toprak strüktür derecesi |
| | 1 | Yüksek | | 1 | Zayıf |
| | 2 | Orta | | 2 | Orta |
| 3 | Düşük | 3 | Kuvvetli | | |
| FAKTÖR B | | | | | |
| Alt Faktör B1 Toprak sıkışması | | | Alt Faktör B2 Profil içerisindeki kaba parçalar (iskelet) | | |
|  <p>B_1</p> <p>Hacim Ağırlığı ($mg.m^{-3}$)</p> | Eğri No | Bünye |  <p>B_2</p> <p>% İskelet (> 25 mm)</p> | Eğri No | Bitki kök gelişimi |
| | 1 | İnce | | 1 | Zayıf |
| | 2 | Orta | | 2 | Orta |
| | 3 | Kaba | | 3 | Kuvvetli |
| | | | | 4 | Çok kuvvetli |
| FAKTÖR C | | | | | |
| Alt Faktör C1 Toprak reaksiyonu (pH) | | | Alt Faktör C2 Organik madde miktarı | | |
|  <p>C_1</p> <p>pH (1:1)</p> | Eğri No | Kil (%) |  <p>C_2</p> <p>Organik madde (%)</p> | 1 | > 20 |
| | | | | 2 | 15-20 |
| | | | | 3 | 10-14 |
| | | | | 4 | 5-9 |
| | | | | 5 | < 5 |

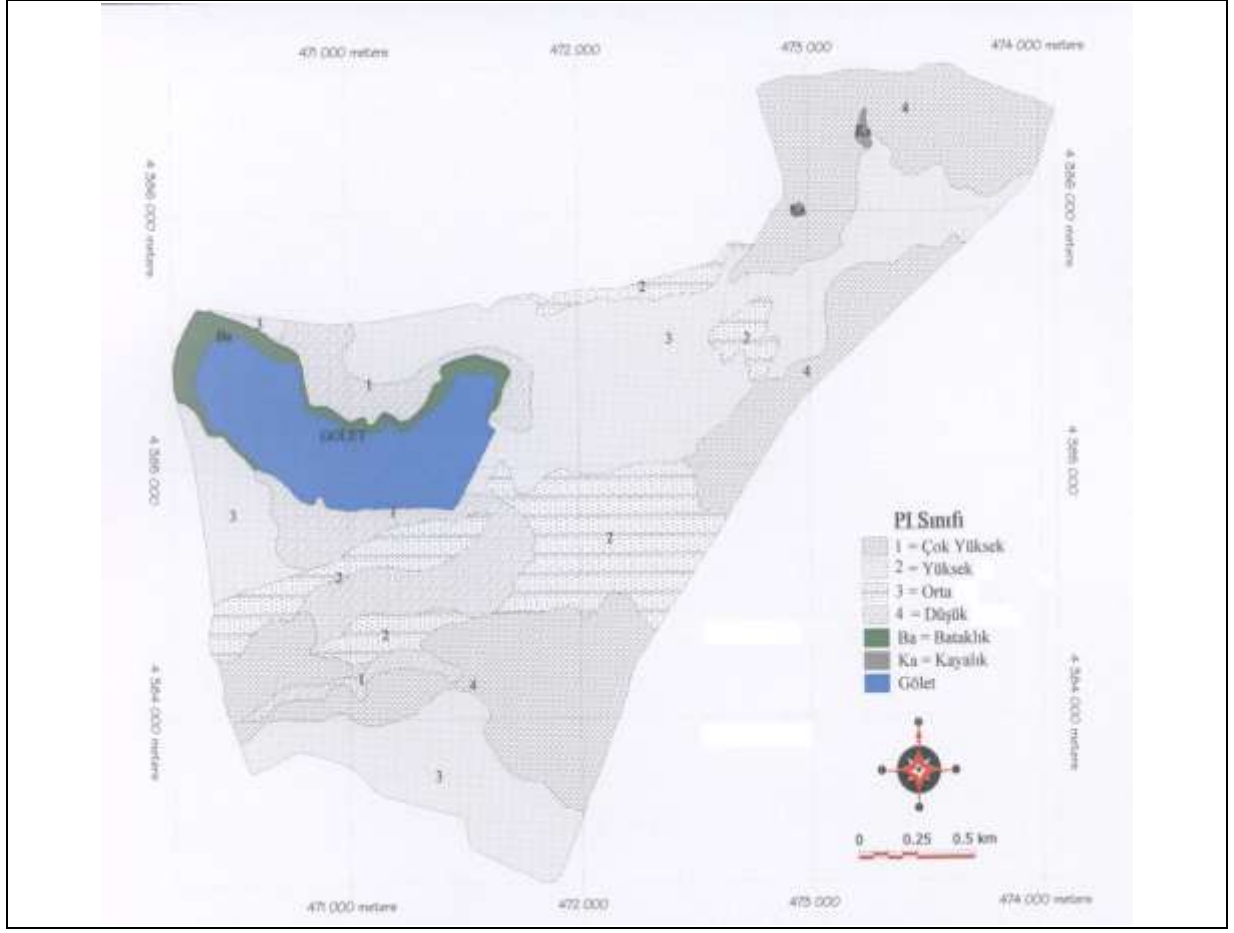


Şekil 2. Toprağın verimlilik indeksinin hesaplanmasındaki genel işlem



Şekil 3. Çalışma alanı arazilerin PI- uygunluk sınıfı dağılımı

Toprak derinliği, strüktür ve kil içeriği toprakların su tutma kapasitesi üzerine etki eden önemli parametreleri oluşturmaktadır. Benny ve Stephens (1985) toprak kalitesinin belirlenmesinde özellikle de besin elementleri ve bitkiye yararlı su miktarında toprak derinliğinin etkili bir faktör olduğunu belirtmektedirler. Aynı zamanda Rezaei ve Gilkes (2005) bu durumun özellikle de gübreleme imkanı olmayan mera alanlar için toprağın fiziksel özelliklerinin çok önemli olduğuna değinmişlerdir. Son olarak Gölet serisinde ise bu seriye ait toprakların çoğunluğu bitki kök gelişiminde olumsuz olan faktörlerin çeşit ve sınırlama derecesinin yüksek olması (çok sığ, yüksek profil içi taşlılık, kaba bünye, düşük su tutma kapasitesi vb.) tarımsal kullanımlar yönünden uygun olmayan alanları oluşturmaktadır.



Şekil 4. Çalışma alanına ait PI uygunluk sınıfı haritası

Çizelge 3. Çalışma alanı toprak serilerine ait her bir HB'nin PI değeri ve uygunluk sınıfları

| Seriler | PI değeri | PI sınıfı | Alan (da) | Oran (%) |
|-------------|-----------|-----------|-----------|----------|
| Çayırılı | | | | |
| Ç2.B1d4 | 0,75 | 1 | 579,9 | 12,3 |
| Ç2.C2t2d2 | 0,41 | 2 | 120,1 | 2,5 |
| Ç2.C2t3K1d1 | 0,34 | 2 | 19,3 | 0,4 |
| Ç2.A1it1d4 | 0,75 | 1 | 38,3 | 0,8 |
| Ç2.B1t1d3 | 0,68 | 1 | 231,7 | 4,9 |
| Meteoroloji | | | | |
| M2.D3t2d2 | 0,28 | 3 | 54,1 | 1,1 |
| M2.B1it1d3 | 0,48 | 2 | 987,5 | 20,9 |
| M2.C2t1d3 | 0,48 | 2 | 189,6 | 4,0 |
| Nizamiye | | | | |
| N3.A1FYd4 | 0,27 | 3 | 523,5 | 11,1 |
| İkizce | | | | |
| Iz3.B2it1d4 | 0,55 | 1 | 578,1 | 12,2 |
| Iz3.C3t2d3 | 0,31 | 2 | 440,7 | 9,3 |
| Iz3.B1yt1d4 | 0,55 | 1 | 127,6 | 2,7 |
| Gölet | | | | |
| G1.C3t2d2 | 0,13 | 3 | 61,6 | 1,3 |
| G1.E3t2d1 | 0,06 | 4 | 56,6 | 1,2 |
| G1.B2t2d2 | 0,13 | 3 | 177,6 | 3,8 |
| G1.E3t3K2d1 | 0,06 | 4 | 361,7 | 7,7 |
| G1.B2t3K2d1 | 0,06 | 4 | 178,4 | 3,8 |

Benzer bir çalışmada Dengiz (2007), Ankara Çatalkaya havzası topraklarının coğrafi bilgi sistemi kullanarak verimlilik ve erozyon durumları model yardımıyla belirlenmiştir. Model toprak verimlilik durumlarının belirlenmesinde özellikle bitki kök sistemini etkileyen bazı fiziksel ve kimyasal parametreler dikkate alınırken, erozyon durumunun belirlenmesinde toprak, arazi ve iklim parametrelerini dikkate almaktadır. Çalışmaya sonucuna göre alanın %75.9’u yüksek ve çok yüksek verimlilik özellik, %30.3’ü ise yüksek ve çok yüksek erozyon riski altında oldu belirlenmiş. Ayrıca model verimlilik indeksi (PI) ve erozyon riskine göre arazi sınıflama sistemi oluşturulmuş ve sürdürülebilir bir arazi kullanımı planlaması için bazı önlem ve önerilerde bulunulmuştur.

Metodun bölgede daha önceden bilgisayar programı (İLSEN) kullanılarak (Yüksel ve Dengiz, 2001) yapılmış arazi değerlendirme çalışması (Şenol ve Tekeş, 1995) ile karşılaştırıldığında sonuçların bir biriyle uyumlu olduğu görülmüştür. İLSEN paket programı kullanılarak yapılan arazi değerlendirmesinde tarımsal kullanıma uygunluk sınıflamasında 1. ve 2. sınıf olan seçkin tarım arazileri ve oldukça iyi tarım arazileri toplam alanın %64.3’nü oluştururken, PI uygunluk sınıflamasına göre alanın %70.2’sini çok yüksek ve yüksek uygunluk sınıfları oluşturmaktadır. Ayrıca tarım dışı alanlar yönünden de yine arazi değerlendirme çalışmasında tarımsal yönden uygun olmayan araziler % 11, 5’ni kaplarken, PI sınıflamasında %12.7’sini düşük alanları oluşturmaktadır.

KAYNAKLAR

- Benny, L.A. and P.R. Stephens, 1985. The Feasibility of Determining the Influence of Arable Land Management on Topsoil Depth. Soil Conservation Centre Publication, Auckland.
- Rezaei, S.A. and R.J. Gilkes, 2005. The effects of landscape attributes and plant community on soil physical properties in rangeland. *Geoderma*, 125: 145-154
- Dengiz, O., Yüksel, M. 1998. Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü İkizce Araştırma Çiftliği Topraklarının Detaylı Etüd ve Haritalanması. M. Şefik Yeşilsoy International Symposium on Arid Region Soil. 581-586, Menemen-İzmir.
- Dengiz, O., Özcan, H. 2006. Samsun-Bafra Ovası Topraklarının CBS Yardımıyla Verimlilik İndekslerinin (PI) Belirlenmesi. *Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*. 20 (38); 136-142.
- Dengiz, O. 2007. Soil Productivity and Conservation Planning: A Methodological Study in Ankara-Çatalkaya Catchment. Ninth Baku International Congress “ Energy, Ecology, Economy” 59-64, Azerbaijan Republic.
- DMI. 2003. Devlet Meteoroloji İstasyonu. Ankara.
- Şenol, S. ve Tekeş, Y. 1995. Arazi Değerlendirme ve Arazi Kullanım Planlaması Amacıyla Geliştirilmiş Bir Bilgisayar Modeli. *Türkiye Toprak İlimi Derneği. İlhan Akalan Toprak ve Çevre Sempozyumu*. No:7. Cilt 1. Ankara. Pp. 204-210.
- Özden, Ş. Şahin, K. ve Keskin, S. 2001. Verimlilik indeksi modelinin Ankara Yöresi bazı toprak ordoların uygulanabilirliğinin araştırılması. *KHGM Toprak ve Su Kaynakları araştırma Yıllığı*, Yayın No: 117, Ankara.
- Yüksel, M. ve Dengiz, O. 2001. Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü İkizce Araştırma Çiftliği Topraklarının Arazi Değerlendirmesi. *Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Bilimleri Dergisi*. 7 (4), 129-135, ANKARA.

Ayaş Araştırma ve Uygulama Çiftliği Topraklarının Bazı Besin Elementi Durumlarının Uzaysal Değişkenliği

Yakup ÇIKILI*

Mustafa SAĞLAM**

* Yrd. Doç. Dr., Düzce Üniversitesi, Çilimli Meslek Yüksekokulu, Bitkisel ve Hayvansal Üretim Bölümü, Düzce, Türkiye

** Yrd. Doç. Dr., Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Samsun, Türkiye

Özet

Bu çalışma; azot (N), fosfor (P), potasyum (K) ve sodyum (Na) içeriğinin belirlenmesi ve bunların uzaysal değişkenliğinin jeostatistiksel yöntemler ile analiz edilerek aralarındaki uzaysal ilişkinin ortaya konulması amacıyla Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ayaş Araştırma ve Uygulama Çiftliği arazilerinde yürütülmüştür. Yaklaşık 43.5 ha alana ve 4 farklı toprak serisine sahip Ayaş Araştırma ve Uygulama Çiftliği arazilerinden 0-30 cm derinlikten 100 adet toprak örneği alınarak analiz edilmiştir. Toprak örnekleri 100x100 m’lik ızgaraların kesişim noktalarındaki poligon noktaları (46 adet) ve bu poligon noktaları üzerine 3, 8, 10, 25, 60 ve 80 m aralıklarla yerleştirilen 9 adet ara hat noktasından (9x6 = 54) alınmıştır. Analiz sonuçlarında öncelikle tanımsal istatistikler yapılmış daha sonra her bir parametre için uygun teorik semivariogramlar hesaplanarak değişim haritaları krigleme yoluyla hesaplanmıştır. Seçilen variogram modellerinin, alanın uzaysal yapısını doğru olarak yansıtip yansıtmadığı çapraz doğrulama analizleriyle kontrol edilmiştir. Çapraz doğrulama sonuçlarında korelasyon katsayıları 0.76- 0.82 arasında değişmiştir. Toplam N ve yarıyışlı P küresel model ile ekstrakte edilebilir K ve Na üssel model ile modellenmiş, range mesafesi en yüksek 756 m ile ekstrakte edilebilir Na için, en düşük 125.7 m ile yarıyışlı P için belirlenmiştir. Nugget ve sill ise en düşük ekstrakte edilebilir Na’da hesaplanmıştır. Araştırılan tüm parametrelerde nugget/sill oranı düşük yani güçlü uzaysal bağımlılık bulunmuştur. Elde edilen semivariogram değerleri kullanılarak her bir parametre için dağılım haritaları üretilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Uzaysal dağılım, krigleme, azot, fosfor, potasyum

Spatial Variability of Some Nutrient Status in the Ayaş Research and Training Farm Soils

Abstract

This study was conducted at research fields of Ayaş Research and Experiment Station of Ankara University Agricultural Faculty to determine nitrogen (N), phosphorus (P), potassium (K) and sodium (Na) contents of soils, their spatial variations and spatial relationships among them by using geostatistical analysis methods. The Station has 43.5 hectares land area with 4 different soil series. A total of 100 soil samples were taken from 0-30 cm soil depth. Samplings were made from polygon points at intersection of 100x100 grid lines (46 samples) and from 9 intersect points placed at 2, 8, 10, 25, 60 and 80 m spacing over polygon lines (9 x 6 = 54 points). Initially, descriptive statistics were determined, and then theoretical semivariogram were calculated for each parameters and variation maps were created by kriging method. Selected variogram models were controlled with cross-validation analysis whether they accurately reflect the spatial nature of the area. Correlation coefficients in cross-validation tests ranged from 0.76-0.82. Total N and available P were modeled with the global model, extractable K and Na with the exponential model. The highest range distance was observed for extractable Na with 756 m, and the lowest value was observed for available P with 125.7 m. The lowest nugget and sill values were observed for extractable Na. All of the investigated parameters exhibited low nugget/sill ratio indicating strong spatial dependence. The distribution maps were produced for each parameter by using semivariogram values.

Key Words: Spatial distribution, kriging, nitrogen, phosphorus, potassium

Tavas Ovası Topraklarında Potansiyel Arazi Kullanımlarının Belirlenmesi

Alper YORULMAZ*

Levent ATATANIR*

Gönül AYDIN*

Suat ŞENOL**

*Adnan Menderes Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Güney Kampüsü, 09100/Aydın
**Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, 01330, Balcalı/Adana

Özet

Bu çalışmanın amaçları; Denizli İli Tavas Ovası arazilerinin amaç dışı kullanımlarının önlenmesi, nitelik ve yeteneklerine göre kullanılmasını sağlayacak arazi değerlendirilmesinin yapılması, potansiyel arazi kullanımları ve tarımsal kullanıma uygunluk sınıfları gibi yorum haritalarının üretilmesi, toprak verimliliğinin izlenmesi ve sürdürülebilir arazi yönetimi kararlarının alınmasını sağlayacak temel veri tabanlarının oluşturulmasıdır.

Bu amaçlar doğrultusunda, Tarımsal Kullanıma Uygunluk Sınıfları (TKUS) haritaları oluşturulmuştur. Buna göre seçkin ve oldukça iyi tarım arazilerinin toplamı 12515.7 ha olup, toplam çalışma alanının %35.2'ne denk geldiği belirlenmiştir. Bunun yanında 1273.5 ha (%3.6) arazi tarımsal amaçlı kullanımlara uygun olmayıp tamamen tarım dışı kullanımlara tahsis edilebilecek niteliktedir.

Söz konusu olan çalışma alanı topraklarının 7'si bahçe ve sebze bitkileri ve 9'u tarla bitkileri olmak üzere sulu tarım koşullarına uyabilecek toplam 16 adet arazi kullanım türü belirlenmiştir. Ayrıca, kuru tarım koşullarına uyabilecek tarımsal amaçlı 10 adet arazi kullanım türleri belirlenmiştir. Tarım dışı kullanımlardan da 5 adet olmak üzere toplam 31 farklı kullanım türü belirlenmiştir. Uygunluk değerlendirilmeleri sonuçlarına göre bilgisayarda yapılan gruplamalarla uygun ve orta uygun kullanımların gösterildiği Potansiyel Arazi Kullanım Haritası (POTKUL) hazırlanmıştır. İşlemeli tarıma elverişli arazilerin büyük bir çoğunluğunda ceviz, badem, mercimek, nohut, buğday, arpa, bağ, zeytin, fiğ, korunga ve kolza gibi bitkilerle ürün desenlerini oluşturmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Arazi değerlendirme, arazi kullanım planlaması, tavas ovası, potansiyel arazi kullanımı

Determination of Potential Land Uses in The Tavas Plain Soils

Abstract

The purposes of this study are; preventing the misuses of lands of Tavas Plain in Denizli Province, according to qualifications and capabilities to evaluate the usages of land evaluation, potential land uses and producing comments map such as available classes for agricultural use, monitoring of soil productivity and producing the main data bases to provide any determination for sustainable land management.

In accordance with this purpose, the available classes for agricultural usage (ACAU) maps are produced. According to these maps, exclusive and extremely good agricultural lands are totally 12515, 7 ha and these are 35.2% of the total working area. In the other case, 1273, 5 ha (3.6%) of lands are not available for agricultural use, and completely determined for non-agricultural usage.

The mentioned land includes 7 usage types for vegetable and garden plants, and 9 usage types for field crops, it means totally 16 available usage types for irrigated agriculture 10 usage types are also determined as available for dry-agriculture.. 5 pieces of non-agricultural usage types are also determined so 31 different kinds of usage types are totally determined. According to the results of conformity evaluation, the Potential Land Use Map (PLUP) is formed which shows the available usage and medium available usage plants such as walnuts, almonds, lentils, chickpeas, wheat, barley, vineyards, olive, vetch, sainfoin, and rapeseed in embroidered vast majority of arable land are used to produce production designs.

Key Words: Land evaluation, land use planning, tavas plain, potential land use

GİRİŞ

Tarımsal üretimde en önemli konulardan biri tarımın gerçekleştirileceği doğal bir kaynak olan topraklarımızın bütün özellikleri ile tanımlanması ve uygun kullanımının sağlanmasıdır. Ülkemizin en önemli sorunlarından biri ise, nüfus artışına paralel olarak tarımsal ürünlere olan taleplerin de giderek artmasıdır. Bu taleplerin sağlanabilmesi için tarımsal yetiştiriciliğin yapıldığı topraklarımız günümüzde plansız şekilde kullanılmakta ve verimlilikleri her geçen gün azalma göstermektedir. Tarım yapılabilir alanlarımızın sınırlandırıldığı düşünüldüğünde, mevcut alanlardan en ekonomik şekilde yararlanma yoluna gidilmesi ilk hedef olmalıdır. Bunun sağlanabilmesi için ilk olarak mevcut durumun tespit edilmesi ve alınması gerekli önlemlerin ortaya konulması gerekmektedir.

Arazilerin ve onun temel unsuru olan toprakların ideal kullanım şekillerinin belirlenmesi amacıyla, öncelikle arazi değerlendirme ve daha sonra da kullanım planlaması çalışmalarının yapılması gereklidir. Arazi kullanım planlaması ile arazinin en iyi ve en verimli şekilde nasıl kullanılacağına karar verilirken, hem araziye insan için yararlı şekilde kullanma ve hem de daha sonraki kullanımlar için doğayı ve çevreyi koruma amaçları (FAO, 1977; Şenol, 1983). Türkiye’de, FAO’nun ortaya koyduğu arazi değerlendirme çalışmalarında izlenmesi gereken ilkeleri içeren çerçeve çalışmasını (FAO, 1977) dikkate alarak ve bilgisayar teknolojilerinden de yararlanarak yeni niceliksel bir arazi değerlendirme yöntemi geliştirilmiştir. Bu yöntemde arazi değerlendirme işlemlerinin tümü veri toplama ve değerlendirme aşamalarından oluşmaktadır. Veri toplama aşamasında araştırma alanının sınırları, parsellerin şekli, büyüklük ve dağılımları belirlendikten sonra arazi kullanım türleri saptanıp tanımlanmakta ve karlılık analizleri yapılmaktadır. Değerlendirme aşamasındaki işlemlerin tamamı bilgisayar ortamında gerçekleştirilmekte ve her bir haritalama birimi için en uygun arazi kullanım türü ve tarımsal kullanıma uygunluk sınıfı belirlenmektedir (Şenol, 1983).

Sarı ve ark., (1996b), Antalya-Belek yöresinde 12.500 ha’lık araştırma alanındaki yanlış arazi kullanım şekillerini tespit etmişler ve ayrıca bozulan doğal dengelerin yeniden tesis edilmesi amacıyla yönelik olarak araştırma alanı arazilerinin ideal kullanım biçimlerinin neler olması gerektiğini araştırmışlardır. Çalışmada, doğal ve kültürel ortamlar olmak üzere iki temel şimdiki arazi kullanım şekli ve bunlara ait 10 adet alt şimdiki arazi kullanım ünitesi ayırt edilmiştir. Sonuç olarak araştırma alanında hatalı ve yanlış arazi kullanımının oranı tarım arazilerinde % 30 ve tarım dışı alanlarda da % 70 olarak belirlenmiştir.

Dengiz ve ark. (2005), Kahramanmaraş Tarım İşletmesi topraklarının parametrik yöntemle kalite durumlarının belirlenmesi amacıyla yapmış oldukları çalışmalarında; çalışma alanının % 55.1’inin tarımsal uygunluk açısından çok iyi ve iyi (S1, S2), %16.5’un orta uygun (S3), %27.9’unun ise tarıma uygun olmadığını (N) tespit etmişlerdir.

Aydın ve ark., (2008) Denizli İli Baklan Ovası topraklarını 9’u bahçe bitkileri ve 8’i tarla bitkileri olmak üzere sulu tarım koşullarına uyabilecek toplam 17 adet, kuru tarım koşullarına uyabilecek tarımsal amaçlı 5 adet arazi kullanım türleri ve 8 adet tarım dışı kullanımlar olmak üzere toplam 36 farklı kullanım için ayrı ayrı değerlendirmiş ve kullanım türlerini belirlemişlerdir. Uygunluk değerlendirme sonuçlarına göre bilgisayarda yapılan gruplamalar sonucu uygun ve orta uygun kullanımların gösterildiği 1/25.000 ölçekli Potansiyel Arazi Kullanım Haritası (POTKUL) hazırlanmıştır.

Denizli İlinde Detaylı Toprak Etüd ve Haritalama çalışmalarına 2007 yılında Baklan Ovası ile başlanmış ve ova topraklarının tümünün morfolojik, fiziksel ve kimyasal özellikleri ortaya çıkarılmış, uluslararası standartlara göre sınıflandırılmış ve haritalanmıştır. Elde edilen veriler ışığında toprakların nitelik ve yeteneklerine göre kullanılmasını sağlayacak arazi değerlendirme, arazi yetenek sınıflaması, sulu tarıma uygunluk sınıflaması gibi yorum haritaları üretilmiş ve sürdürülebilir arazi yönetimi kararlarının alınmasını sağlayacak temel veri tabanı oluşturulmuştur.

Bu çalışma ile, Baklan Ovasının etütlerindeki benzer amaçlar ortaya konulmuştur. Üretilen haritaların ve raporların yorumlanması ile tarım alanlarında oluşabilecek sorunların önceden tahmini, toprak

yapısına uygun sulama ve toprak işleme sistemlerinin seçilmesi, bitki besin elementlerinin dengeli kullanımının sağlanması; kaynak israfı, doğa ve toprak kirliliği gibi olumsuzlukların etkisi azaltılabilecek ya da tamamen ortadan kaldırılabilecektir.

MATERYAL VE YÖNTEM

Materyal

Çalışma Denizli İli'ne bağlı Tavass Ovasında yürütülmüştür. Toplam alanı 35.550 ha olan çalışma alanında yürütülen detaylı toprak etüd ve haritalama çalışmaları sonucunda elde edilmiş araştırma bulguları ve haritalama ünitelerinden materyal olarak yararlanılmıştır.

Çalışma alanı

Tavass Ovası, Denizli İline 44 km uzaklıktaki Tavass ilçesi ile 68 km uzaklıkta bulunan Kale ilçesi arasında uzanmakta ve $28^{\circ}49'31''$ ile $29^{\circ}05'10''$ doğu boylamları ve $37^{\circ}39'13''$ ile $37^{\circ}25'56''$ kuzey enlemleri arasında bulunmaktadır. Ovanın denizden yüksekliği 760-920 metreler arasında değişmektedir (Şekil 1).

Çalışma alanı Ege Bölgesinin İçbatı Anadolu bölümünde Akdeniz iklimi ile karasal iklim arasında bir geçiş özelliğine sahiptir. Yazları sıcak ve kurak, kışları ise ılık, karla karışık yağmur ve kar yağışlı geçmektedir. Ovanın etrafında yer alan yüksek araziler Akdeniz ikliminin iç kısımlara ulaşmasını engellemektedir. Yıllık ortalama sıcaklığı 13.5°C olan Tavass ilçesinde yıllık toplam yağış 464.2 mm ve yıllık ortalama bağıl nem %69 ile Aralık ayında en yüksek değere ulaşmaktadır.



Şekil 1. Çalışma alanının coğrafi konumu

Tavas Ovası, bir havza karakterindedir. Havzanın iç kısmı birbirinden yüksek olmayan dağlarla ayrılmış ova ve tektonik çukurlardan meydana gelir. Alçak kısımlarından birini meydana getiren Tavas Ovası batıda bir plato görünümünü almıştır. Ovaya kuzeydoğudaki plato sahasından katılan akarsular derin vadiler içinde aktıkları halde ovaya ulaştıklarında cılızlaşarak bir müddet sonra kaybolurlar (Akkuş, 1986).

Yöntem

Çalışma alanının arazi değerlendirmesi ve ideal arazi kullanım planlaması FAO (1977) tarafından arazi değerlendirme çalışmalarında kullanılmak üzere yayınlanan ilkelerin, Şenol (1983), Şenol ve Tekeş (1995) tarafından ülkemiz koşullarına uyarlanması sonucu geliştirilen ŞENOL Arazi Değerlendirme Sistemi ve bu sisteme göre düzenlenen PC uyumlu ILSEN paket programı ile yapılmıştır.

Veri toplama ve değerlendirme olmak üzere iki aşamada yürütülen arazi değerlendirme çalışmalarının birinci aşamasında öncelikle çalışma alanının ekolojik koşullarına uygun olan tarımsal arazi kullanım türleri (AKT) belirlenip bunların tanımlamaları yapılmıştır (FAO, 1977; Beek, 1978). Arazi kullanım türleri tanımlandıktan sonra optimum olarak uygulamaya sokulabilmesi için gerekli arazi karakteristikleri (AK) çalışma alanının oluşturulmuş toprak haritasında yer alan haritalama birimlerinin (HB) arazi karakteristikleri belirlenmiştir (Şekil 2). Daha sonra arazi karakteristiklerinin değişen düzeyleri için oransal beklenen ürün (OBÜ) değerleri arazi kullanım türlerinin arazi istekleri gözetilerek haritalama birimlerinin sahip olduğu arazi karakteristiklerinin her bir düzeyi veya sınıfı için eldeki veri ve literatür bilgileri kapsamında saptanıp değerlendirmeye alınmıştır (FAO, 1977; Şenol, 1983).

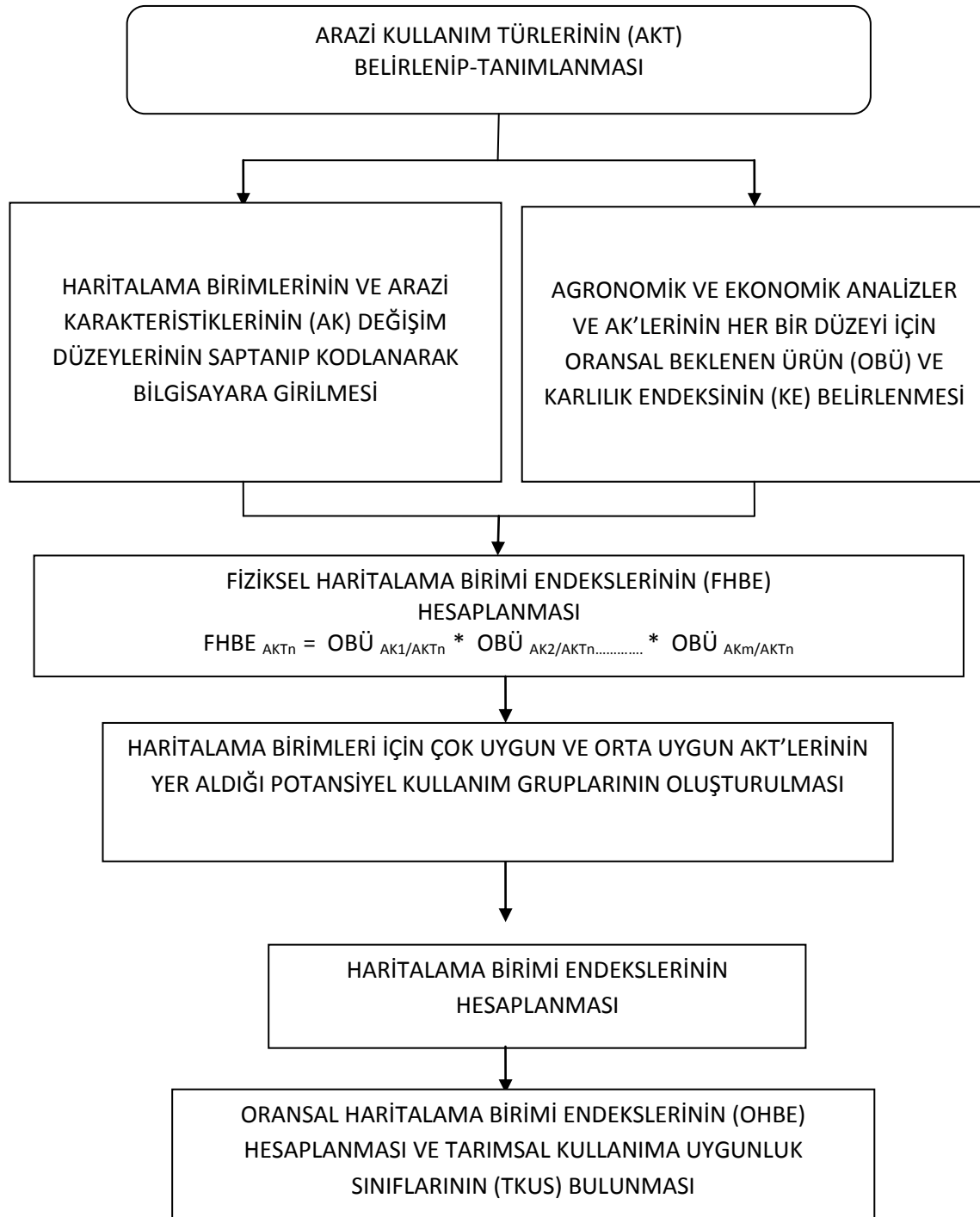
Bu aşamada son olarak değerlendirmeye alınan arazi kullanım türlerinin birbirine göre oransal karlılığını kabaca ortaya koyacak olan karlılık endeksleri (KE) değerleri varsayımlarla belirlenmiştir. Değerlendirme aşaması olan ikinci aşamada ise; birinci aşamada toplanan veriler kullanılarak ILSEN paket programı ile haritalama birimlerinin sırasıyla (1) değerlendirmeye alınan AKT'ne uygunluğu, (2) potansiyel kullanım grupları (POTKUL) ve (3) tarımsal kullanıma uygunluk sınıfları (TKUS) belirlenmiştir.

BULGULAR

Arazi Kullanım Türlerinin Belirlenip Tanımlanması

Arazi kullanım planlamasının amacına, ölçeğine, kullanılan veri kaynaklarının (toprak haritası vb.) ayrıştırma düzeyine göre arazi kullanım türlerinin (AKT) çeşit ve sayısı, tanımlama şekli değişmektedir.

Çalışma alanı topraklarının değerlendirilmesi ve potansiyel arazi kullanım planlamasına esas olmak üzere Bahçe ve Sebze Bitkileri ile Tarla Bitkileri gibi kültür bitkilerini içine alacak şekilde toplam 26 farklı tarımsal amaçlı AKT ve 5 tanede tarım dışı kullanımları amaçlayan AKT belirlenerek tanımlanmıştır. Burada çalışma alanının arazi kullanım türleri birden başlayarak numara verilerek (K01, K02, ..., K31) kodlanmıştır. Tarımsal amaçlı arazi kullanım türlerinden 7 tanesi “Bahçe ve Sebze Bitkileri (Sulu)”nden, 9 tanesi “Tarla Bitkileri (Sulu)”nden ve 10 tanesi de “Kuru Tarım”ı içeren arazi kullanım türlerinden oluşmaktadır (Çizelge 1).



Şekil 2. Arazi değerlendirme işlemlerinin akış diyagramı

Çizelge 1. Değerlendirmeye alınan arazi kullanım türleri (AKT)

| BAHÇE VE SEBZE BİTKİLERİ (SULU) ARAZİ KULLANIM TÜRLERİ VE KODLARI | | | |
|--|----------------------------|------------|------------------------|
| K01 | Ceviz ve Badem | K05 | Nar |
| K02 | Elma ve Armut | K06 | Bağ |
| K03 | Ayva | K07 | Domates ve Biber |
| K04 | Kiraz | | |
| TARLA BİTKİLERİ (SULU) ARAZİ KULLANIM TÜRLERİ VE KODLARI | | | |
| K08 | Buğday ve Arpa | K13 | Yonca |
| K09 | Mısır | K14 | Fiğ |
| K10 | Tütün | K15 | Kolza (Kanola) |
| K11 | Ayçiçeği | K16 | Kekik |
| K12 | Mercimek ve Nohut | | |
| KURU TARIM ARAZİ KULLANIM TÜRLERİ VE KODLARI | | | |
| K17 | Ceviz ve Badem | K22 | Zeytin |
| K18 | Mercimek ve Nohut | K23 | Fiğ |
| K19 | Buğday ve Arpa | K24 | Korunga |
| K20 | Ayçiçeği | K25 | Kolza (Kanola) |
| K21 | Bağ | K26 | Tütün |
| TARIM DIŞI ARAZİ KULLANIM TÜRLERİ VE KODLARI | | | |
| K27 | Kentsel Yerleşim Alanları | K30 | Çayır ve Mera Alanları |
| K28 | Endüstri Yerleşim Alanları | K31 | Rekreasyon Alanları |
| K29 | Tarımsal İşletme Binaları | | |

Arazi Kullanım Türlerinin Oransal Beklenen Ürün (OBÜ) ve Karlılık Endeksi (KE) Değerleri

Herhangi bir arazi karakteristiğinin belli bir düzeyi AKT ’nün uygulanmasını herhangi bir şekilde sınırlamıyorsa oransal beklenen ürün (OBÜ) değeri 1.00 alınmıştır. Fakat arazi karakteristiği arazi kullanım türlerinin uygulanmasını imkansız kılıyorsa yani herhangi bir arazi kullanım türünün kullanımını tamamen engelleyen arazi özellikleri varsa oransal beklenen ürün (OBÜ) değeri 0.00 alınmıştır. 1.00 ile 0.00 arasında değişen değerler ise, arazi karakteristiğinin ilgili düzeylerinin arazi kullanım türünün (AKT) uygulanmasında üretimi veya uygulanabilirliği ne kadar sınırlayacağı gözetilerek belirlenmiştir. Değerlendirmeye alınan arazi kullanım türlerinin her biri için oransal karlılığı yansıtan karlılık endeksleri (KE) Çizelge 2’de tahmini olarak verilmiştir.

Çizelge 2. Değerlendirmeye alınan bazı AKT’lerinin çalışma alanındaki toprakların arazi karakteristiklerinin farklı düzeyleri için belirlenen oransal beklenen ürün ve karlılık endeksi değerleri

| Arazi Karak. | Arazi Kullanım Türleri ve Oransal Beklenen Ürün (OBÜ) Değerleri | | | | | | | | | |
|---------------------|--|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| | K01 | K02 | K03 | K04 | K05 | K06 | K07 | K08 | K09 | K10 |
| FAM1 | 1.00 | 0.98 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 0.98 | 1.00 | 0.90 | 1.00 |
| FAM2 | 1.00 | 1.00 | 0.95 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 0.95 | 1.00 |
| FAM3 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| FAM4 | 0.90 | 1.00 | 1.00 | 0.90 | 0.95 | 0.90 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| UTT1 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 0.95 | 0.85 | 0.85 | 0.80 |
| UTT2 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 0.98 | 0.96 | 0.90 | 0.85 |

Haritalama Birimlerinin Arazi Kullanım Türlerine Uygunluğu

Tavas Ovası topraklarının Detaylı Temel Toprak Haritasında (Aydın ve ark., 2010) yerleri ve yayılım alanları gösterilen 218 farklı haritalama biriminin, değerlendirmeye alınan 31 ayrı arazi kullanım türüne uygunluk derecesini belirlemek için İLSEN paket programında hesaplanan Fiziksel Haritalama Birimi Endeksleri (FHBE) ve buna göre belirlenen uygunluk sınıfları Çizelge 3’de verilmiştir.

Her bir haritalama birimi için, değerlendirmeye alınan AKT’lerinden uygun (S1) ve orta uygun (S2) sınıfına giren kullanımlar 1. Sulu kullanım grubu, 2. Kuru kullanım grubu ve 3. Tarım Dışı kullanım grubu olarak bilgisayarda gruplandırılarak belirlenmiştir. Daha sonra İLSEN paket programının bir diğer basamağı kullanılarak araştırma alanı topraklarının Tarımsal Kullanıma Uygunluk Sınıfları belirlenmiştir. Bu aşamada program tarafından AKT’leri için belirlenmiş olan Karlılık Endeksi (KE) ile FHBE’nin çarpımı sonucu Haritalama Birimi Endeksi (HBE) değerleri bulunmuştur. HBE değerlerini toplayarak her bir haritalama birimi için Toplam Haritalama Birimi Endeksi (THBE)’ni elde etmiştir. THBE değerleri değerlendirmeye alınan tarımsal amaçlı arazi kullanım türleri için optimum karakterlere sahip olduğu varsayılan toprak tipi için bilgisayarca belirlenen maksimum THBE değerine oranlayarak Oransal Haritalama Birimi Endeksi (OHBE)’ni hesaplamıştır. Sınırlayıcı arazi karakteristikleri bulunmayan veya çok hafif sınırlayıcı faktöre sahip olan haritalama birimlerinin OHBE değerleri ve TKUS değerleri yüksek çıkarken, şiddetli düzeyde sınırlayıcı faktörlere sahip haritalama birimlerinde bu değerler düşük bulunmuştur (Çizelge 4).

Çalışma alanındaki haritalama birimleri OHBE değerlerine göre gruplandırılarak TKUS yönünden beş sınıf oluşturacak şekilde sınıflandırılmıştır (Çizelge 5). Bu sınıflandırma sonuçlarına göre araştırma alanının 1:25.000 ölçekli tarımsal kullanıma uygunluk haritası hazırlanmıştır. Haritalama birimlerinin FAO (1977) tarafından belirlenen ilkelere uygun olarak kullanımını sağlamak amacıyla, tarımsal amaçlı AKT’lerine uygun olup olmadığı göz önünde bulundurulmuştur. Böylece tarımsal üretimi yüksek alanlar sulu ve kuru tarımda kullanılacak şekilde planlanmış, diğer alanlar ise tarım dışı kullanımlara (rekreasyon, kentsel ve endüstri yerleşimi vb.) tahsis edilmiştir (Şekil 3).

Çizelge 3. FHBE değerlerine göre oluşturulan AKT’lerinin uygunluk sınıfları

| FHBE | Sembol | Uygunluk Sınıfı |
|-------------|---------------|------------------------|
| 1.00-0.90 | S1 | Uygun |
| 0.89-0.75 | S2 | Orta Uygun |
| 0.74-0.50 | S3 | Az Uygun |
| 0.49-0.25 | N1 | Geçici Uygun Değil |
| 0.24-0.00 | N2 | Devamlı Uygun Değil |

Çizelge 4. Çalışma alanında yayılım gösteren haritalama birimlerinin oransal haritalama birimi endeksi (OHBE) değerleri ve tarımsal kullanıma uygunluk sınıfları (TKUS)

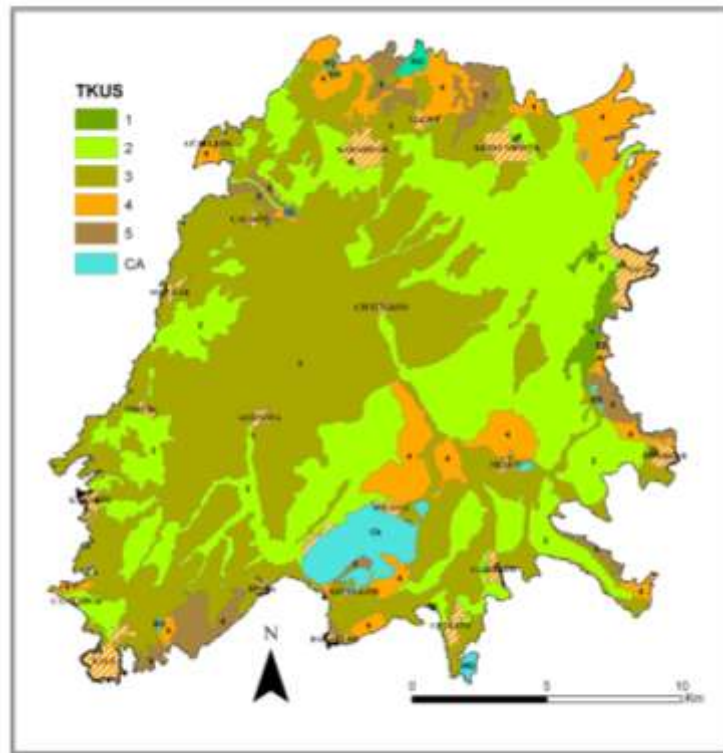
| HARİTALAMA BİRİMİ | OHBE | TKUS |
|--------------------------|-------------|-------------|
| Bc1.d1A2t3 | 0.456 | 4 |
| Bc1.d1Bt2 | 0.480 | 4 |
| Bc2.A-Art2 | 0.565 | 3 |
| Bc2.Ar-B1t2 | 0.524 | 3 |
| Bc2.At1 | 0.591 | 3 |

| HARİTALAMA BİRİMİ | OHBE | TKUS |
|--------------------------|-------------|-------------|
| Cy3.d1Ar-Bt1-t2 | 0.759 | 2 |
| Cy4.A | 0.899 | 2 |
| Cy4.Ar-Bt1 | 0.792 | 2 |
| Cy4.At1 | 0.890 | 2 |
| Cy5.A | 0.870 | 2 |

Çizelge 5. Çalışma alanına ait bazı haritalama birimlerinin değerlendirmeye alınan arazi kullanım türlerine uygunluğunu yansıtan FHBE değerleri ve uygunluk sınıfları

| HRT-BRM | K1 | | K2 | | K3 | | K4 | | K5 | | K6 | | K7 | | K8 | | K9 | | K10 | |
|-------------|----|------|----|------|----|------|----|------|----|------|----|------|----|------|----|------|----|------|-----|------|
| Bc1.d1A2t3 | S3 | 0.63 | S3 | 0.61 | S3 | 0.64 | N1 | 0.44 | S3 | 0.70 | S2 | 0.83 | N1 | 0.43 | N1 | 0.39 | N1 | 0.30 | N1 | 0.33 |
| Bc1.d1Bt2 | S3 | 0.61 | S3 | 0.51 | S3 | 0.57 | N1 | 0.44 | S3 | 0.62 | S2 | 0.80 | N1 | 0.48 | S3 | 0.57 | N1 | 0.29 | N1 | 0.39 |
| Bc2.A-Art2 | S3 | 0.64 | S3 | 0.65 | S3 | 0.68 | N1 | 0.46 | S2 | 0.75 | S2 | 0.85 | S3 | 0.60 | S3 | 0.72 | N1 | 0.39 | N1 | 0.45 |
| Bc2.Ar-B1t2 | S3 | 0.61 | S3 | 0.51 | S3 | 0.57 | N1 | 0.44 | S3 | 0.62 | S2 | 0.80 | S3 | 0.54 | S3 | 0.68 | N1 | 0.36 | N1 | 0.45 |
| Bc2.At1 | S3 | 0.64 | S3 | 0.65 | S3 | 0.68 | N1 | 0.46 | S2 | 0.75 | S2 | 0.85 | S3 | 0.67 | S2 | 0.76 | N1 | 0.46 | N1 | 0.47 |

Çalışma alanında belirlenen bazı toprak serilerinin TKUS değerlendirmesine göre örnekleri verilecek olursa; Kc4.A (Kızılcabölük Serisi), haritalama birimlerinin sahip olduğu özellikler değerlendirmeye alınan arazi kullanım türleri için optimum düzeyde olduğundan oransal haritalama birimi endeksleri (OHBE) 0.900 olarak bulunmuş ve 1. sınıf Seçkin Tarım Arazileri olarak sınıflandırılmışlardır. Pn5.A (Pınarlar Serisi) ve Kk4.d2At2 (Köklük Serisi) haritalama birimlerinin sahip olduğu özellikler değerlendirmeye alınan arazi kullanım türleri için oransal haritalama birimi endeksleri (OHBE) sırasıyla 0.786 ve 0.808 olarak bulunmuş ve 2. sınıf Oldukça İyi Tarım Arazileri olarak sınıflandırılmışlardır. Tv4.A (Tavas Serisi) ve yetersiz drenajı, taşlılık sorunu olan Gp5.A (Garipköy Serisi) haritalama birimlerinin OHBE değerleri sırasıyla 0.64 ve 0.744 olup tarımsal kullanıma uygunluk sınıfları açısından 3. sınıf Sorunlu Tarım Arazileri olarak sınıflandırılmışlardır. Toprak derinliği 10 ile 30 cm arasında, eğim sınıfı %6-12 arasında değişen, orta derecede erozyon riski içeren, yüzey taşlılık sınıfı orta taşlı (%10-50) ve kayalılık sınıfı orta kayalı (%10-50) olan Kk3.d4C2t2R2 (Köklük Serisi) haritalama birimi, 0.288 OHBE değeriyle 4. Sınıf Tarımda Kullanımı Sınırlı Araziler içerisinde yer almaktadır. Sarp eğimde yer alan, yüzlek toprak derinliğine sahip, orta derecede erozyon riski olan, yüzeyde taşlılığı çok taşlı sınıfında ve kayalılığı çok kayalı sınıfında olan (Ct2.d5E2t3R3) Çataktepe Serisi 0.023 OHBE değerleri ile 5. sınıftaki Tarım Dışı Arazilere girmektedir.



Şekil 3. Tavas ovası tarımsal kullanıma uygunluk (TKUS) haritası

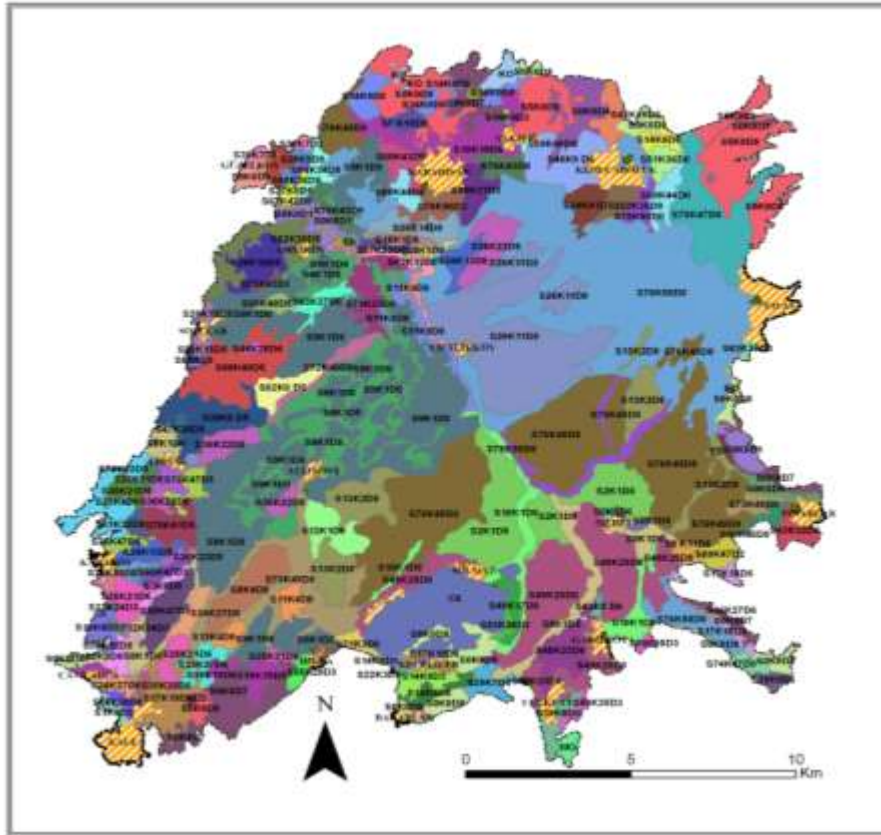
Potansiyel Arazi Kullanım Grupları

Çalışma alanı olan Tavas Ovası’nda belirlenen haritalama birimlerinin değerlendirmeye alınan arazi kullanım türlerine uygunlukları ayrı ayrı belirlenmiştir. Daha sonra, potansiyel arazi kullanım haritasını hazırlamak amacıyla öncelikle değerlendirmeye alınan arazi kullanım türleri (AKT); Sulu Tarım (K01, K02, ..K16), Kuru Tarım (K17-K26) ve Tarım Dışı (K27-K31) arazi kullanımları olmak üzere üç gruba ayrılmıştır. Haritalama birimlerinin FHBE değerlerine göre her grup kendi içinde sınıflandırılmış ve kullanım grubu alt sınıfları bilgisayar ortamında hesaplanarak, Potansiyel kullanım grupları Sulu Tarım (S), Kuru Tarım (K) ve Tarım Dışı (D) kullanım grupları olarak potansiyel kullanım grupları oluşturulmuştur (Çizelge 6). Buna göre çalışma alanının 1:25.000 ölçekli potansiyel arazi kullanım haritaları da hazırlanmıştır (Şekil 4). Bu çizelgede verilen ve Potansiyel Kullanım Haritasında gösterilen kullanım grupları sadece belli bir alan için “uygun” ve “orta uygun” olan arazi kullanım türleri dikkate alınarak oluşturulduğundan aynı alanlar için daha az uygun olan diğer kullanımların da bulunabileceği unutulmamalıdır.

Çizelge 6. Çalışma alanında yer alan bazı haritalama birimlerinin potansiyel kullanım grupları

| HARİTALAMA BİRİMİ | POTANSİYEL KULLANIM GRUPLARI | | |
|-------------------|------------------------------|----|----|
| Bc1.d1A2t3 | S14 | K0 | D0 |
| Bc1.d1Bt2 | S14 | K0 | D0 |
| Bc2.A-Art2 | S21 | K3 | D0 |
| Bc2.Ar-B1t2 | S14 | K0 | D0 |
| Bc2.At1 | S22 | K3 | D0 |

| HARİTALAMA BİRİMİ | POTANSİYEL KULLANIM GRUPLARI | | |
|-------------------|------------------------------|-----|----|
| Cy3.d1Ar-Bt1-t2 | S65 | K43 | D0 |
| Cy4.A | S76 | K50 | D0 |
| Cy4.Ar-Bt1 | S76 | K45 | D0 |
| Cy4.At1 | S76 | K50 | D0 |
| Cy5.A | S76 | K50 | D0 |



Şekil 4. Tavas ovası potansiyel kullanım (POTKUL) haritası

TARTIŞMA

Arazi ve toprak kaynaklarının bilimsel esaslara uygun olarak belirlenmesi, sınıflandırılması, arazi kullanım planlarının hazırlanması, koruma ve geliştirme sürecinde toplumsal, ekonomik ve çevresel boyutlarının katılımcı yöntemlerle değerlendirilmesi, amaç dışı ve yanlış kullanımların önlenmesi, korumayı sağlayacak yöntemlerin oluşturulması gibi temel konulara hizmet edecek arazi değerlendirmeleri yapılmıştır.

Arazi değerlendirme çalışmalarında arazilerin Tarımsal Kullanıma Uygunluk Sınıfları da (TKUS) belirlenmiş ve toplam arazi varlığı içerisinde kapladığı alanlar tespit edilmiştir (Çizelge 7). Çalışma alanında değerlendirmeye alınan tarımsal amaçlı arazi kullanım türlerinin tamamının başarıyla yetiştirilmesine elverişli Seçkin Tarım Arazisi 297.2 ha alan kaplamaktadır. Oldukça iyi tarım arazileri ise 12218.5 ha alana sahip olup toplam alanın %34.4'üne tekabül etmektedir. Sorunlu tarım arazileri %45.9'luk kısmını oluşturmaktadır. Tarımda kullanımı sınırlı araziler 3073.1 ha'lık (%8.6) alana sahiptir. Bunun yanında 1273.5 ha arazi tarımsal amaçlı kullanımlara uygun olmayıp (% 3.6) tamamen tarım dışı kullanımlara tahsis edilebilecek niteliktedir.

Tavas Ovasında Bahçe ve Tarla bitkileri için değerlendirmeye alınan kullanım türlerinin hepsine uygun alanların çalışma alanında çokça yer almadığı belirlenmiş olup bunun en önemli nedenlerinden biri ağır tekstürlü toprakların ovanın genelinde yaygın olmasından kaynaklanmaktadır. Özellikle Tavas, Pınarlar, Hırka, Elbey, Taşköprü, Garipköy ve Medet serilerine ait toprakların tüm horizonlarında kil miktarları yüksek düzeydedir. İnce kil oranının fazla olduğu bu topraklarda yüksek derecede şişme ve büzülme özelliğine sahip montmorillonit tipi killer yaygındır. Bu sebepten dolayı bu seri toprakları birçok tarımsal ürünün yetiştiriciliğini kısıtlamakta ve ovanın genelinde tütün tarımının yaygın olarak yapılmasına neden olmaktadır.

Şu an Tavas ilçesinde hakim ürün deseni olarak hububat, tütün, nohut, yem bitkileri, meyve (kiraz, elma, ceviz ve bağ) zeytin ve kekik yetiştiriciliği yapılmaktadır. Tütün yetiştiriciliği Tavas'ın önemli gelir kaynaklarından birini oluşturmaktadır. Meyvecilik, Tavas ilçe merkezi ve Kızılcaölük kasabası civarında üzüm, armut ve elma yetiştiriciliği şeklindedir. Arazi değerlendirmesi ve arazi kullanım planlaması çalışmaları sonrasında bu bitkilere ilave olarak hedef ürün deseni kapsamında öngörülecek olan (sulu) bahçe bitkileri arazi kullanım türleri badem, armut, ayva, zeytin, nar ve sebze bitkileri olarak da domates ile biber yetiştirilmesi önerilmiştir. Tarla bitkileri için ise kolza, korunga, kanola, mercimek, mısır, ayçiçeği gibi arazi kullanım türleri önerilmektedir. Kuru tarım için en fazla seçilen potansiyel kullanım türü; Ceviz, badem, mercimek, nohut, buğday, arpa, ayçiçeği, bağ, zeytin, fiğ, korunga, kolza ve tütün olarak bulunmuştur. Tarım dışı kullanımlar bazında değerlendirildiğinde ise, tarımsal açıdan değeri düşük olan ve tarım yapılmasına imkan vermeyen arazilerin çoğunlukla çayır mera ve rekreasyon alanları olarak kullanılması önerilmektedir.

SONUÇ

Yapılan arazi kullanım planlaması sonucunda çalışma alanı; üretime ve potansiyel ürünlerin yetiştirme alanı özelliklerine göre değerlendirilmiş olup, tarımsal arazi kaynağı için sağlıklı bir arazi envanteri sağlanmıştır. Başka bir deyişle tarım topraklarının amaç dışı kullanımlarının önlenmesi, nitelik ve yeteneklerine göre kullanılmasını sağlayacak arazi değerlendirmesi, arazi yetenek sınıflandırılması, sulu tarıma uygunluk sınıflandırılması gibi yorum haritalarının üretilmesi, toprak verimliliğinin izlenmesi ve sürdürülebilir arazi yönetimi kararlarının alınmasını sağlayacak temel veri tabanı oluşturulmuştur.

Çizelge 7. Çalışma alanı arazilerinin tarımsal kullanıma uygunluk sınıflarına (TKUS) göre kapladığı alanlar

| Tarımsal Kullanıma Uygunluk Sınıfları (TKUS) | Alanı (ha) | % |
|---|-------------------|-------------|
| 1. Seçkin Tarım Arazileri | 297.2 | 0.8 |
| 2. Oldukça İyi Tarım Arazileri | 12218.5 | 34.4 |
| 3. Sorunlu Tarım Arazileri | 16313.2 | 45.9 |
| 4. Tarımda Kullanımı Sınırlı Araziler | 3073.1 | 8.6 |
| 5. Tarım Dışı araziler | 1273.5 | 3.6 |
| Toplam | 33175.5 | 93.3 |
| Diğer | 2375.9 | 6.7 |
| Genel Toplam | 35551.4 | 100 |

Denizli İli Tavas Ovası toprak varlıklarının tüm arazi karakteristik ve yeteneklerinin tanımlanmasıyla birlikte özel arazi kullanımları için alanlar belirlenmiştir. Tarım alanlarında oluşabilecek sorunların önceden tahmini ve toprak yasasının uygulanabilmesi doğrultusunda tarım arazilerinin tarım dışı kullanım yoluyla kaybı önlenmiş, arazi kullanım çalışmalarına çözüm için yardımcı bir bilgi elde edilmiş ve arazilerin yeteneğine uygun bir şekilde kullanımı sağlanmıştır.

KAYNAKLAR

- Akkuş, A., 1986. Tavas Havzası'nın Jeomorfolojisi, Yayınlanmamış Doçentlik Tezi, Konya.
- Aydın G., Dinç U., Şenol S., Aksoy, E., Atatanır L., Öztekin, E., Dingil, M., Yorulmaz, A., Öztürk, S., 2008. Denizli İli Topraklarının Detaylı Temel Toprak Etüd ve Potansiyel Kullanım Haritalarının Hazırlanması Projesi (I. Kısım: Baklan Ovası).
- Aydın G., Dinç U., Şenol S., Aksoy, E., Atatanır L., Öztekin, E., Dingil, M., Yorulmaz, A., Öztürk, S., 2008. Denizli İli Topraklarının Detaylı Temel Toprak Etüd ve Potansiyel Kullanım Haritalarının Hazırlanması Projesi (II. Kısım: Tavas Ovası).
- Beek, K.L., 1978. Land Evaluation for Agricultural Development. International Institute for Land Reclamation and Improvement/ILRI. Publication 23. Wageningen. The Netherlands, 333 s.
- ÇOM., 2006. Denizli İli 2006 Yılı Çevre Durum Raporu. İl Çevre ve Orman Müdürlüğü, Denizli.
- Dengiz, O., İ. Bayramın Ve M. Usul., 2005. Kahramanmaraş Tarım işletmesi Topraklarının Parametrik Yöntemle Kalite Durumlarının Belirlenmesi. Ankara üniversitesi Ziraat Fakültesi, Tarım Bilimleri Dergisi, 2005, 11(1) 45-50.
- FAO, 1997. A Framework for Land Evaluation. International Institute for Land Reclamation and Improvement/ILRI. Publication 22. Wageningen, The Netherlands 87 p.
- Sarı, M., Şenol, S., Köseoğlu, T., Kılıç, Ş. Ve Sönmez, N.K., 1996. Antalya-Belek Yöresinde Hatalı ve Yanlış Arazi Kullanımının Boyutlan ve İdeal Arazi Kullanım Planlaması. Tarım ve Çevre İlişkileri Sempozyumu, Bildiri kitabı, Mersin, 619-626.
- Soil Survey Staff, 2010. Soil Taxonomy. Eleventh Edition. USDA Washington. D.C.
- Şenol, S., 1983. Arazi toplulaştırma çalışmalarında kullanılabilir niceliksel yeni bir arazi değerlendirme yönteminin geliştirilmesi üzerinde araştırmalar. Doktora tezi. Ç.Ü.Fen Bilimleri Enstitüsü. Adana. 122 S. 392.
- Şenol, S. Ve Tekeş, Y., 1995. Arazi Değerlendirme ve Arazi Kullanım Planlaması Amacıyla Geliştirilmiş Bir Bilgisayar Modeli. Türkiye Toprak İlmi Derneği, İlhan Akalan Toprak ve Çevre Sempozyumu, Yayın No: 7, Cilt 1, 204-210.

Nirs (Near Infrared) Yansıma Tekniği İle Toprak Parametrelerinin Belirlenebilirliği

Gönül AYDIN* Levent ATATANIR* Alper YORULMAZ* Yusuf KURUCU**
K. Kızılkaya* Mehmet Ali DEMİRAL* Mustafa Ali KAPTAN*

*Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Güney Kampus/Aydın

**Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Bornova/İzmir

ÖZET

Toprakların fiziksel ve kimyasal özelliklerinin bilinmesi ve onların sürdürülebilir kullanımlarının sağlanması tarımsal verimlilikte çok önemlidir. Toprak özellikleri yatay ve dikey yönlerde ve oluşum koşullarına bağlı olarak değişiklikler gösterir. Değişimlerin belirlendiği geleneksel yöntemler zaman, işgücü ve özellikle maliyet yönünden önemli güçlükler göstermektedir. Bu nedenle son yıllarda bitki gelişimini doğrudan etkileyen bazı toprak özelliklerinin değişimini daha doğru, hızlı ve ekonomik olarak belirlemeye yarayan geleneksel yöntemlere alternatif olarak algılama teknolojileri geliştirilmeye başlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda geliştirilen “Near-Infrared Spectrophotometre” tarımsal ve çevresel kullanımlar için topraklar ve bitkiler hakkında yeterli bilgiye ucuz ve hızlı ulaşmayı sağlayan teknolojilerden biridir. Bu çalışmada NIRS kullanarak toprakların bazı fiziksel ve kimyasal özelliklerinin belirlenebilirliği ile yöntemin avantaj ve dezavantajlarının değerlendirilmesi amaçlanmıştır.

Bu amaçla, 350-2500 nm dalga boyu aralığında yansıma okuması yapabilen Field Spec TM aleti kullanılmıştır. Çalışma kapsamında Aydın İli Söke Ovasında üç farklı alanda toplam 352 adet toprak örneğinde arazide ve laboratuarda yansıma okumaları yapılmıştır. Arazi ve laboratuarda okunan yansımalar ve toprak özelliklerinin laboratuarda geleneksel yöntemlerle belirlenen değerleri arasında kalibrasyon eşitliklerini belirlemek için Kısmi En Küçük Kareler (Partial Least Square (PLS)) regresyon analiz yöntemi kullanılmıştır. Rastgele seçilen kalibrasyon ve validasyon örnek setleri kullanılarak oluşturulan PLS modelleri bazı toprak özelliklerini başarıyla tahmin edilebilmiştir.

Çalışmada elde edilen bulgular, toprak neminin yansımalar üzerine en fazla etki eden faktörlerden biri olduğunu bunun yanı sıra toprakların mineral kompozisyonları, bünye farklılıkları, organik madde ve kireç içerikleri, tuzluluk ve taban suyunun olup olmadığı vb. gibi diğer özelliklerinin de yansımalar üzerine etkili olduğunu ve bu konuda daha detaylı çalışmaların yapılması gerektiğini ortaya koymuştur. Ayrıca NIRS yansıma tekniğinin pek çok toprak özelliğinin belirlenmesinde kullanılabileceği, hızlı ve oldukça ucuz bir yöntem olduğu ve daha detaylı çalışmalar yapılması gerektiği sonucuna varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Near-Infrared spektrofotometre, toprak parametreleri

Estimation of Soil Parameters by Nirs (Near Infrared) Spectroscopy

Abstract

Knowing the physical and chemical properties of soils and ensuring the sustainable use of them are very important for agricultural productivity. Soil properties vary from place to place both horizontally among the horizons and vertically. Routine laboratory analyses used to determine soil variability require much time, work, and money. Therefore, recently, new technologies to determine the soil properties, which affect the plant growth accurately and economically, have been developed. Near-infrared Spectroscopy (NIRS, 350-2500nm), which was developed for that aim, is one of the techniques for obtaining inexpensive and rapid soil data for agricultural and environmental use.

This study is aimed to predict some physical and chemical properties of soils with an analysis of the NIRS method with its advantages and disadvantages.

To this end, the Spec TM instrument with a reflection range of 350-2500 nm wavelength was used. The readings were made in three different areas of the Soke plain of Aydin with a total of 352 soil samples both on the field and in the laboratory by using the reflection method.

Partial Least Square (PLS) regression analysis was used to conclude between the results obtained from the soil reflection values and traditional soil analyses methods at the laboratories.

The results obtained from the experiment concluded that soil moisture is one of the most important parameters affects on the reflection values along with soil mineral compositions, texture, organic matter, CaCO₃, salinity and level of water table. Although NIRS reflection technique is quite cheap and effective technique to determine many soil properties more detailed researches should be carried out in this topic in future.

Key words: Near-Infrared Spectrophotometre, soil parameters

GİRİŞ

Dünyada hassasiyet ve kontrol sistemlerindeki teknolojik gelişmeler, geleneksel tarımsal uygulamaları geride bırakan yeni bir devir açmıştır. Doğru tarım uygulaması, arazideki farklılıklara göre, doğru zamanda doğru uygulamalarla bitkisel üretimin çevreye olan olumsuz etkilerini de azaltarak gerçekleştirilen tarımsal yönetimi tanımlamak için kullanılan bir terimdir (EARL ve ark., 2000). Bir arazide yeknesak olmayan bitkisel ürün desenine neden olan toprak özelliklerinin uzaysal değişimini anlamak ve bu konuda çalışmak çok önemlidir. Tarımsal gelişme modellerinin toprak sağlığı ve kalitesi üzerine etkilerinin izlenmesi, fiziksel, kimyasal ve biyolojik toprak özelliklerindeki önemli değişimleri algılayabilen hassas tekniklerin kullanılması ile mümkündür.

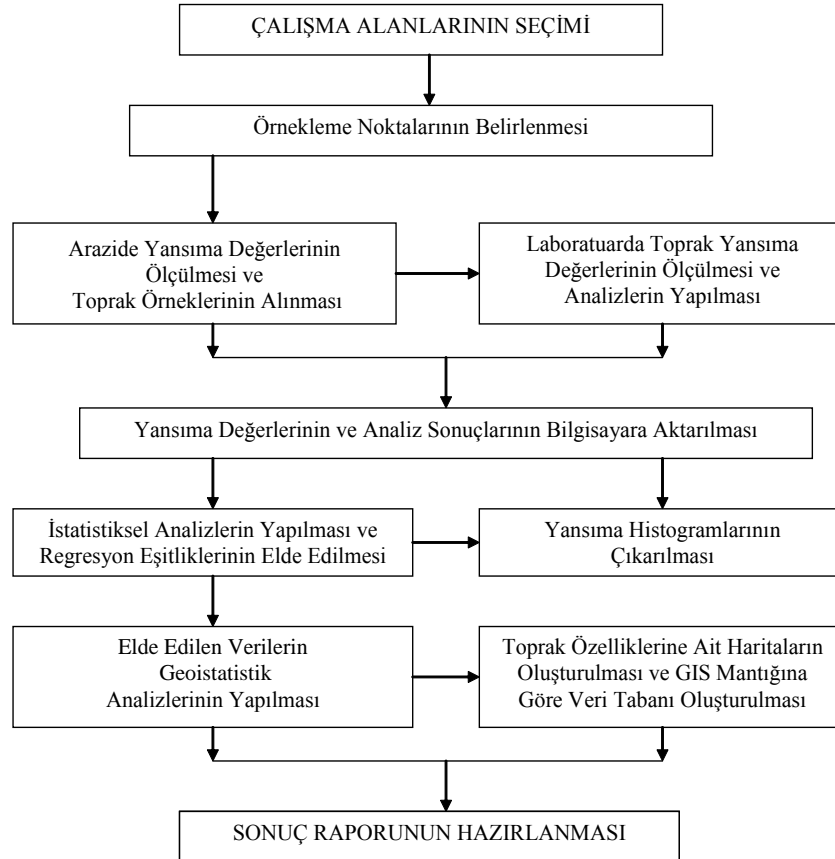
Bilinçli tarımın yapıldığı bölgelerde, karbon kazanımı ve toprak kalitesini belirleme çalışmalarında elektromanyetik yansımayı algılayabilen “toprak sensörleri” kullanılmaktadır. Görülebilir-NIR spektroskopi (NIRS), materyalin fiziksel ve kimyasal özellikleri ile yansımalar arasında korelasyonlar veren hızlı ve çevreye zararlı olmayan analitik bir metoddur (Chang and Laird, 2002). Bu metod toprak kalitesini ve pek çok toprak parametresinin aynı zamanda hızlı, elverişli, basit olarak analiz edilmesine olanak sağlamaktadır. (Morra ve ark., 1991; Ben-Dor and Banin, 1995; Kawamura ve ark., 1999; Delwiche ve Hurschka, 2000; Confalonieri ve ark., 2001; Chang ve Laird, 2002; Kamrunnahr ve ark., 2003). Kamrunnahr ve ark., (2003), ultraviyole (UV, 250-400 nm), visible (VIS, 400-700 nm) ve near-infrared (NIR, 700-2500 nm) spektroskopi ile bazı toprak özelliklerini belirlemeyi amaçladıkları çalışmada, yüzey ve yüzey altından alınan toplam 161 toprak örneğinde pH, elektriksel iletkenlik (EC), toprakların hava kuru gravimetrik nem içeriği, organik karbon (OC), serbest demir, kil, kum ve silt içerikleri, katyon değişim kapasitesi (KDK), ve değişebilir katyonlar (DK), değişebilir kalsiyum (Ca), magnezyum (Mg), potasyum (K), ve sodyum (Na) gibi toprak özelliklerinin geleneksel laboratuvar yöntemi ile elde edilen sonuçlarıyla, yansıma değerleri arasındaki kalibrasyon eşitliklerini elde etmek için regresyon analizi yapmışlardır. Elde edilen sonuçlar yöntemin pH, OC, hava kuru gravimetrik nem içeriği, kil, KDK, değişebilir Ca, Mg içeriklerini belirlemede başarılı olduğunu, bununla beraber EC, serbest Fe, kum, silt, değişebilir K ve Na içeriğini belirlemede ise başarılı olmadığını göstermiştir. Çalışmanın sonunda, UV-VIS-NIR spektroskopinin pek çok toprak özelliğini hızlı bir şekilde belirlemede kullanılabileceği ortaya konulmuştur. Chang ve ark. (2005), NIRS ile toprak özelliklerini belirlemede nemin etkisini araştırdıkları bir çalışmada, toplam 400 örnekte iki farklı nem düzeyinde (nemli ve hava kuru) toplam karbon (C), organik karbon, inorganik karbon, toplam azot (N), KDK, pH, tekstür, toprak nemi gibi toprak özelliklerini belirlemişlerdir. Sonuçlar, NIRS nin hava kuru nem içeriğinde doğruluk oranında çok az yüksek değerler göstermekle beraber, her iki nem içeriğinde de bazı toprak özelliklerini (toplam C, organik ve inorganik C, KDK, %kil, toplam N ve nem içeriği) belirlemede kullanılabilir bir teknik olduğunu göstermiştir. Chang Cheng ve ark. (2000), NIRS ile, toplam 802 toprak

örneğinde 33 kimyasal, fiziksel ve biyokimyasal toprak özelliğini belirlemişlerdir. Toprak özellikleri ile yansımalar arasında yapılan istatistiksel değerlendirmeler sonucunda toplam C, toplam N, nem, KDK, ve 15 Barda (solma noktası) toprakta tutulan nem içeriklerinin başarıyla (r^2 0, 80 den yüksek), değişebilir katyonlar (Ca, Mg, Mn, K, ve Fe), parça büyüklük dağılımı, respirasyon oranı, toplam mineralize olabilir azot içeriklerinin daha düşük doğrulukla (r^2 0, 65-0, 85) belirlenebildiği ortaya konulmuştur. Yong ve ark. (2005), toprakların azot ve organik madde içeriklerini NIRS tekniği ile belirlemek amacıyla yaptıkları çalışmada, ölçülen değerlerle tahmin edilen değerler arasında yapılan regresyon analizlerinde, regresyon katsayılarını azot için 0, 92 ve organik madde için 0, 93 olarak bulmuşlar ve çalışmanın sonucunda NIR spektroskopinin pek çok toprak özelliğini belirlemede hızlı, uygun ve kullanışlı bir teknik olduğunu ifade etmişlerdir. Laird ve ark. (2003), arazi tipi hareketli NIR sistemi ile toprakların nem içeriği, organik karbon, toplam azot, pH ve ekstrakte edilebilir Ca, Mg, K, Na ve Al içeriklerini belirlemeyi amaçlamışlardır. Çalışmanın sonunda elde edilen sonuçların azot ve potasyum gübrelemesi, (düşük, orta ve yüksek) kireç ihtiyacı olup olmadığının belirlenmesi ve tarımsal alanlarda organik karbon, toplam azot, toplam değişebilir katyon haritalarının oluşturulmasında kullanılabileceğini belirtmişlerdir.

Bu çalışmada NIRS kullanarak toprakların bazı fiziksel ve kimyasal özelliklerinin belirlenmesi için, 350-2500 nm dalga boylarındaki yansımalarının ölçülmesi ve toprak özellikleri ile ilişkilendirilmesi prensibine dayalı yeni bir metodoloji geliştirilmesi ve bu yöntemin laboratuvar, arazi ölçümleri ile geleneksel laboratuvar analizleri karşılaştırmalarının yapılması amaçlanmıştır.

MATERYAL VE YÖNTEM

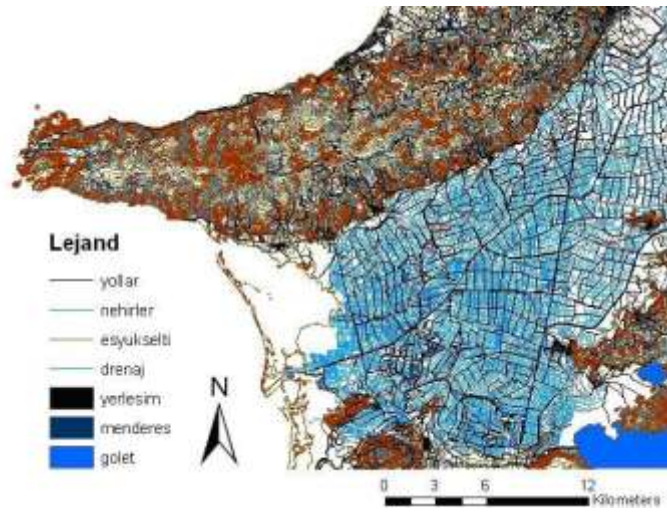
Yürütülen çalışma Şekil 1’de verilen akış şemasına göre gerçekleştirilmiştir.



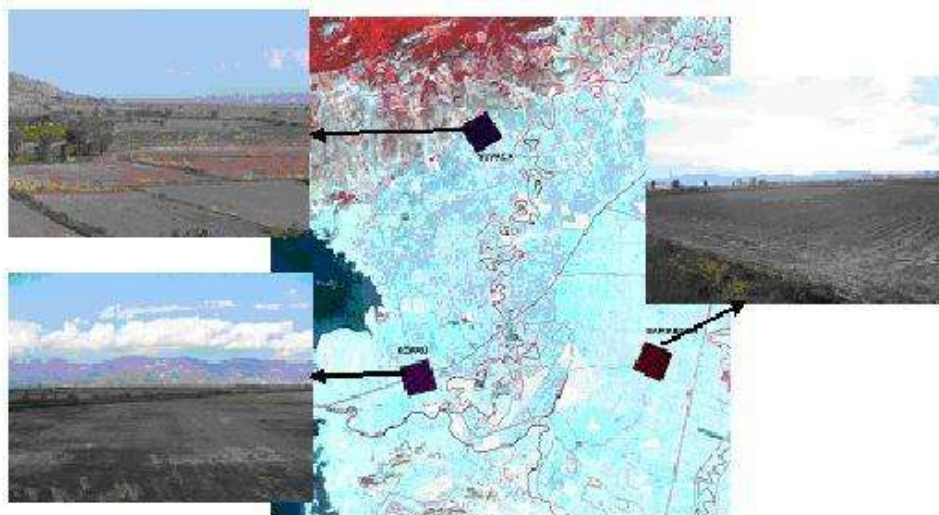
Şekil 1. Yürütülen çalışmanın akış diyagramı

Büro ve ön arazi çalışmaları ile çalışma alanlarının belirlenmesinde alana ait standart topoğrafik haritalar (1/25.000), jeolojik haritalar, geçmiş yıllara ait Landsat7 ETM+ ve Aster uydu görüntüleri, bölge ile ilgili yapılmış önceki çalışmalar ve 1/100.000 ölçekli toprak haritalarından yararlanılmıştır. Alana ait standart topoğrafik (1/25.000) haritalar üzerinde yer alan yol, yerleşim alanları, akarsu, eşyüksekti eğrileri, kanallar gibi raster formatta yer alan bilgilerin, bilgisayar ekranı üzerinden UTM (Universal Transversal Mercator) WGS84 koordinat sistemine bağlı kalınarak manuel olarak sayısallaştırılması ile çalışma alanının vektörel formatlı sayısal topoğrafik haritası oluşturulmuştur (Şekil 2).

Çalışma alanlarının seçiminde tuz içeriği, drenaj, bünye, makro-mikro besin elementleri ile nem içerikleri bakımından değişimler gösteren alanlar toprak haritaları ve uydu görüntüleri üzerinden yaklaşık olarak tespit edilmiş ve ön arazi çalışması ile her biri 100 ha’lık genişliğe sahip üç farklı alan kesinleştirilmiştir (Şekil 3).



Şekil 2. Çalışma alanının sayısal haritası



Şekil 3. Çalışma alanı içerisindeki örnekleme alanları

Yuvaca örnekleme alanı $27^{\circ} 15' 54''$ ile $27^{\circ} 15' 34''$ doğu boylamları ve $37^{\circ} 38' 52''$ ile $37^{\circ} 28' 05''$ kuzey enlemleri arasında yer almaktadır. Köprü örnekleme alanı $27^{\circ}14'23''$ ile $27^{\circ}13'52''$ doğu boylamları ve $37^{\circ}34'00''$ ile $37^{\circ}33'17''$ kuzey enlemleri arasında yer almaktadır. Sarıkemer örnekleme alanı $27^{\circ}21'03''$ ile $27^{\circ}20'04''$ doğu boylamları ve $37^{\circ}34'31''$ ile $37^{\circ}34'14''$ kuzey enlemleri arasında yer almaktadır.

Araştırma alanlarında örnekleme noktalarının kesin olarak belirlenmesi amacıyla sayısal olarak hazırlanmış altlık harita da kullanılarak en uygun alan etütleri yapılmıştır

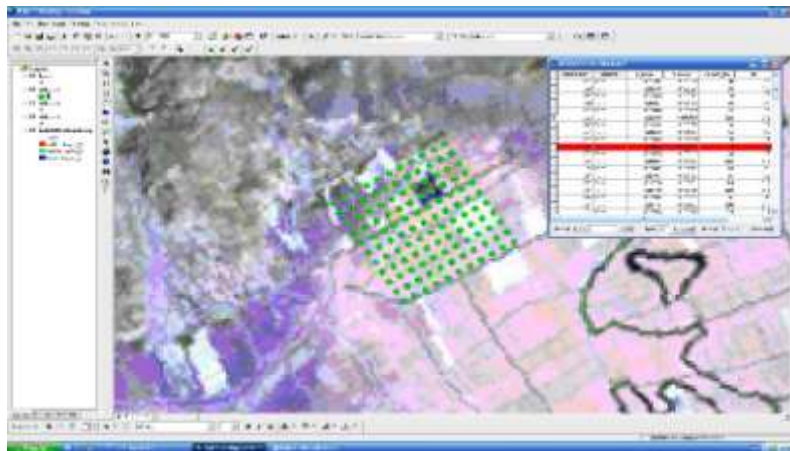
Örnekleme alanlarının seçiminde, toprak özelliklerindeki farklılıkların yanı sıra, ovada sıklıkla yer alan drenaj ve sulama kanallarının örnekleme alanlarını en az parçaladığı ve benzer bitkisel üretimin yapıldığı alanlar olmasına özellikle dikkat edilmiştir. Bu alanlar üzerinde 1x1 km lik örnekleme alanlarında 100 x 100 m'lik gridler ağı oluşturularak toprak örnekleme noktalarının yapılacağı noktasal alanlar belirlenmiştir. Bu alanların yerlerinin sabitlenmesi amacıyla coğrafi konumlama (GPS) aleti kullanılarak köşe koordinatları belirlenmiştir. Örnekleme noktaları coğrafi bilgi sistemleri ortamında noktasal veriler olarak bilgisayar ortamına aktarılmış ve her noktaya ait xy koordinatları kesinleştirilerek nitelik tablolarına aktarılmıştır (Şekil 4).

Çalışma alanında belirlenen 352 noktadan fiziksel ve kimyasal analizler için toprak örnekleri alınmıştır. Toprak örneklerinin alındığı aynı noktalarda spektrometre ile beşer tekerrürlü yansıma (Reflectance) okumaları gerçekleştirilmiştir. Yansıma okumalarında 350-2500 nm dalgaboyu aralığında, saniyede 10 yansıma verisi toplama ve 0.1 saniye tarama aralığı ile her saniyede okunan değerlerin ortalama doğruluğunu saptama özelliği taşıyan, sıcaklık, nem ve titreşime mukavemeti yüksek bir spektrometre (ASD FieldSpecPro) kullanılmıştır.

Örnekleme noktalarından alınan bozulmuş toprak örnekleri fiziksel, kimyasal analizler ve laboratuvar koşullarındaki yansıma okumaları için laboratuvar ortamında gölgede kurutulduktan sonra, ağaç çekiçlerle dövülüp 2 mm'lik elekten geçirilerek analizlere hazır hale getirilmişlerdir. Analize hazır hale getirilen toprak örneklerinde;

Tekstür: Hidrometre yöntemi (Gee ve Bauder 1986), Kireç: Hızalan ve Ünal (1966), Toplam azot: Bremner (1965), Toprak reaksiyonu (pH): U.S. Salinity Laboratory Staff, (1954). Hava kuru gravimetrik nem içeriği (gravimetrik nem içeriği metodu) Elektriksel iletkenlik (EC): U.S. Salinity Laboratory Staff, (1954), Organik karbon ve organik madde içeriği: Modifiye edilmiş Lichterfelder yaş yakma yöntemi Schlichting ve Blume, (1966)' e göre belirlenmiştir.

Laboratuvar ortamında kurutulmuş ve 2 mm'lik eleklerden elenmiş toprak örneklerinde arazide olduğu gibi 350-2500 nm dalga boyu aralığında 2 nm aralıklarla yansıma okumaları yapılmıştır.



Şekil 4. Örnekleme noktalarının belirlenmesi

İstatistiksel Analizlerin Yapılması ve Regresyon Eşitliklerinin Elde Edilmesi aşamasında, örnekleme alanlarına ait elde edilen fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları istatistiksel olarak değerlendirilmiştir. NIR spektroskopisi esas olarak ampirik (deneysel) bir metod olup iki ana safhadan oluşmaktadır. Birinci safha; tahmin eşitliğinin geliştirildiği kalibrasyon safhası (Set I), ikinci safha; birinci durumun geçerli kılındığı safhadır (validation) (Set II). NIRS matematiksel modeller oluşturularak toprak bileşenlerinin miktarını karışık spektral yansıma değerlerinden tahmin etmeye yarayan dolaylı bir metottur. Regresyon eşitlikleri NIR spektra ile referans metod arasındaki matematiksel ilişkileri oluşturmak için kullanılır.

Yansıma Histogramlarının Çıkarılmasında, kaydedilmiş bütün yansımalar kontrol edildikten sonra ViewSpec Pro Version 4.05 programı ile ortalamaları alınmış ve çoklu değişim analizi (JMP da Multivariate Methods) için JMP, Version 5.0. SAS Institute Inc., Cary, NC, 1989-2007. yazılım programına aktarılmıştır.

Veri setinden yapılacak istatistik analizlerin daha iyi işlenmesi ve yorumlanması için örneklerin standardizasyonuna ihtiyaç duyulmaktadır. Bu işlem de elde edilen her bir spektral yansıma değerlerinin tüm dalga boylarında toplanan yansıma değerlerinin ortalamasına bölünmesiyle yapılmıştır. Normalize edilmiş ve edilmemiş toprak absorpsiyon değerlerinin ve incelenen her bir toprak fiziksel ve kimyasal özelliklerinin yansıma üzerindeki etkisinin dalga boyuna göre irdelenmesi için çoklu doğrusal regresyon kullanılmıştır. İstatistiksel analizler PLS (Partial Least Square) Kısmi En küçük Kareler Yöntemi: JMP, Version 5.0. SAS Institute Inc., Cary, NC, 1989-2007 bilgisayar modeli ile yapılmıştır. Her çalışma sahası için belirlenen özellikler tek tek analiz edilmiştir.

Her özellik için veri setleri rastgele olarak iki kısma ayrılmıştır: Birinci set: Calibration, İkinci set: Validation olarak kullanılmıştır. Her özellik ilk önce Calibration seti kullanılarak PLS yöntemiyle analiz edilmiştir.

Analizin diğer aşamasında, Calibration seti sonucunda elde edilen model Validation setine uygulanmış ve yine tahmin ve hata değerleri elde edilmiştir. Dalga boyları ile özellikler arasındaki doğrusal ilişkiyi göstermek açısından pearson korelasyon tahmin değerleri de hesaplanmış ve grafik halinde sunulmuştur.

BÜLGULAR VE TARTIŞMA

Toplam 352 toprak örneğinde pH, EC, tuz, organik madde, kireç, toplam azot, bünye analizleri laboratuarda üçer paralelli olarak yapılmıştır ve analiz sonuçlarına ait basit istatistikler Çizelge 1’ de verilmiştir.

Hava kuru toprakta, dalga boyu değerlerinden, 3’er dalga boyu atlanarak yeni veri seti oluşturulmuştur. Elde edilen dalga boylarının 10 tabanına göre logaritması alınarak, elde edilen değerler analizde kullanılmıştır. Her arazi için belirlenen özellikler tek tek analiz edilmiştir.

Arazide örnekleme noktalarından elde edilen toprak yansımaları ile toprak özellikleri arasındaki ilişkiler düşük bulunmuştur. Bunun başlıca sebebinin toprak nem içeriğindeki değişimler olduğu düşünülerek, nemin etkisini kısmen ortadan kaldırmak amacıyla değerlendirmelerde, laboratuarda hava kuru nem içeriğinde elde edilen yansıma değerleri kullanılmıştır. Toprak nem değerinin yansıma ve absorpsiyon üzerine kuvvetli etkisinin olduğu Lobell ve Asner (2002) tarafından rapor edilmiştir. Diğer taraftan Dematte ve ark. (2005) toprak nem içeriğinin arttıkça topraktan spektral yansımaların azaldığını ve nemin bu etkisinin 1550-1750 nm dalga boylarında daha belirgin olduğunu ifade etmişlerdir. Bögrekçi ve Lee (2006) ve Mauazen ve ark. (2006) topraktan yansıyan ışığın toprağın nem içeriğinden etkilendiğini bu nedenle karbon, azot ve diğer besin elementlerinin daha doğru belirlenebilirliğini etkilediğini bildirmişlerdir.

Çizelge 1. Çalışma alanlarına ait fiziksel kimyasal analizlerin basit istatistikleri

Sarıkemer

| | pH (1:2.5) | EC (dS/m) | Tuz (%) | Kireç (%) | O.M. (%) | N (%) | TDR (%) | Tane Dağılımı (%) | | |
|-----------|---------------|--------------|------------|--------------|-------------|----------|------------|-------------------|-------|-------|
| | | | | | | | | Kum | Silt | Kil |
| Min. | 7.82 | 0.82 | 0.03 | 17.28 | 0.71 | 0.05 | 5.85 | 13.04 | 34.93 | 10.17 |
| Max. | 8.73 | 4.57 | 0.20 | 24.19 | 2.28 | 0.16 | 33.25 | 50.77 | 59.85 | 38.58 |
| Ort. | 8.18 | 1.81 | 0.07 | 20.96 | 1.58 | 0.11 | 13.72 | 25.78 | 51.50 | 22.71 |
| SS | 0.16 | 0.63 | 0.03 | 1.36 | 0.36 | 0.02 | 5.45 | 7.84 | 4.32 | 5.90 |
| VK | 1.95 | 34.95 | 40.79 | 6.48 | 22.67 | 20.96 | 39.70 | 30.42 | 8.39 | 25.97 |
| Basıklık | 0.74 | 4.44 | 6.48 | -0.01 | -0.52 | -0.23 | 1.95 | 0.62 | 1.73 | -0.68 |
| Çarpıklık | 0.69 | 1.69 | 2.03 | -0.33 | -0.27 | -0.18 | 1.23 | 0.80 | -0.98 | -0.05 |

Köprü

| | | | | | | | | | | |
|-----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Min. | 8.10 | 0.68 | 0.02 | 11.62 | 0.27 | 0.04 | 7.10 | 12.72 | 17.20 | 6.28 |
| Max. | 8.90 | 30.00 | 1.11 | 24.12 | 2.50 | 0.17 | 44.88 | 76.28 | 70.67 | 50.49 |
| Ort | 8.43 | 4.09 | 0.15 | 19.72 | 1.19 | 0.09 | 21.06 | 32.37 | 44.89 | 22.74 |
| SS | 0.17 | 3.80 | 0.15 | 2.24 | 0.51 | 0.03 | 8.50 | 16.50 | 10.70 | 9.25 |
| VK | 1.98 | 93.08 | 93.64 | 11.36 | 43.21 | 30.88 | 40.37 | 50.96 | 23.84 | 40.66 |
| Basıklık | -0.22 | 25.11 | 20.18 | 0.44 | -0.56 | 0.35 | -0.08 | 0.64 | 0.31 | -0.14 |
| Çarpıklık | 0.11 | 4.48 | 3.96 | -0.58 | 0.26 | 0.58 | 0.67 | 1.37 | -0.90 | 0.23 |

Yuvaca

| | | | | | | | | | | |
|-----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Min. | 7.56 | 0.30 | 0.01 | 2.99 | 0.83 | 0.07 | 7.98 | 9.26 | 17.50 | 7.27 |
| Max. | 8.54 | 4.53 | 0.27 | 38.86 | 5.44 | 0.41 | 45.58 | 70.99 | 53.99 | 54.76 |
| Ort | 8.18 | 1.61 | 0.07 | 18.46 | 2.48 | 0.18 | 25.38 | 29.44 | 43.30 | 27.26 |
| SS | 0.16 | 0.78 | 0.05 | 7.23 | 1.07 | 0.08 | 7.41 | 12.02 | 6.60 | 11.76 |
| VK | 2.00 | 48.34 | 63.01 | 39.17 | 43.38 | 45.35 | 29.19 | 40.83 | 15.25 | 43.15 |
| Basıklık | 1.18 | 1.58 | 3.97 | 0.44 | -0.12 | -0.17 | -0.14 | 1.01 | 1.31 | -0.67 |
| Çarpıklık | -0.64 | 1.18 | 1.76 | 0.81 | 0.84 | 0.96 | 0.96 | 0.82 | -0.85 | 0.65 |

Toprak parçacıklarının büyüklüğü ve şekli, parçacıklar arasındaki boşluklar ve parçacıkların dizilimi örnekten geçen ışık miktarını böylece de yansımayı etkilemektedir Wetzel (1993). Tane büyüklüğü absorbanı veya yansımayı iki şekilde etkiler. İlk olarak bu etkileşim tane büyüklüğünden ziyade tane çapına bağlı olan özelliklere bağlı olarak değişir. Bu özelliklere örnek olarak taneciklerin bileşimi, tanecik yüzeyinde tutulan suyun miktarı, boşluk oranı ve kristal yapısı verilebilir. İkinci olarak elektromanyetik radyasyonun yüzey-hacim dağılım oranı değiştikçe değişmesidir. Mouazen ve ark. (2005), farklı bünyelere sahip topraklardan elde edilen absorban grafiklerinde gözle görülür bir farklılığın olduğunu bildirmişlerdir.

Bu bilgilerle ilişkili olarak, çalışma alanlarının 3 ünün de toplu olarak bünyeye göre sınıflandırılarak toprak özellikleri ile yansıma değerleri arasında PLS regrasyon analizleri yapılmış ve sonuçları Çizelge 2 de verilmiştir.

İnce bünyeli topraklar grubunda yer alan kil ve siltli kil bünyeye sahip topraklarda yapılan PLS sonuçlarına göre her iki bünye grubunda da EC, Tuz, OM ve azot içeriklerinin belirlenebilirliği (r^2) birbirine yakın sayılabilecek düzeylerde ve diğer toprak özelliklerine göre daha yüksek bulunmuştur.

Orta bünyeli topraklar grubunda daha ince bünyeli olan killi tın ve siltli tın bünyeye sahip topraklarda ise değerlendirmeye alınan toprak özelliklerinin hiçbiri tahmin edilebilir bulunmamıştır. Siltli killi tın bünyeye sahip topraklarda, azot ve kil içeriklerinin tahmin edilebilirliği düşük seviyelerde, kumlu tın bünyeye sahip topraklarda da kireç ve azot içerikleri tahmin edilebilir bulunmuştur.

Tın bünyeye sahip topraklarda ise diğer bünye gruplarından farklı olarak, pH, EC, tuz, kireç, OM, azot, kum, kil ve nem içerikleri gibi daha fazla sayıda toprak özelliği tahmin edilebilir bulunmuştur.

Çizelge 2. Çalışma alanlarında bünye ile toprak özellikleri arasındaki regresyon değerleri

**HKT TOPLU PLS KORELASYON KATSAYISI (R²) SONUÇLARI
(CALIBRATION SET OLARAK)**

| Toprak Özel. | C | CL | SİC | SİCL | SİL | SL | L |
|----------------------|-------------|-----------|-------------|-------------|------|-------------|-------------|
| Gözlem Sayısı | 17 | 42 | 10 | 42 | | 26 | 105 |
| pH | 0,32 | 0,09 | 0,15 | 0,03 | 0,02 | 0,41 | 0,53 |
| EC | 0,81 | 0,09 | 0,82 | 0,01 | 0,01 | 0,32 | 0,72 |
| Tuz | 0,72 | 0,06 | 0,66 | 0,01 | 0,01 | 0,20 | 0,71 |
| Kireç | 0,12 | 0,04 | 0,02 | 0,05 | 0,43 | 0,87 | 0,57 |
| OM | 0,74 | 0,38 | 0,74 | 0,39 | 0,21 | 0,42 | 0,51 |
| N | 0,60 | 0,36 | 0,86 | 0,65 | 0,21 | 0,63 | 0,60 |
| Kum | 0,01 | 0,01 | 0,04 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,61 |
| Silt | 0,02 | 0,01 | 0,01 | 0,44 | 0,04 | 0,02 | 0,40 |
| Kil | 0 | 0 | 0,03 | 0,53 | 0,01 | 0,01 | 0,69 |
| Nem | 0,05 | 0,22 | 0,29 | 0,39 | 0,08 | 0,02 | 0,67 |

Kireç ile yansıma değerleri arasındaki ilişki incelendiğinde genelde kumlu tında çok yüksek ($r^2=0,87$) ilişki elde edilmiştir. Topraktaki düşük kil içeriğinin karbonatları maskeleyememesinin bunun nedeni olduğu söylenebilir (Şekil 4.145). Ben-Dor ve Banin (1990) killerin yüzeyinde ve kafes yapısında bulunan OH gruplarının absorpsiyonu artırarak yansımayı maskeleydiğini, örneklerin okumadan önce 600 °C de 8 saat ısıtılmasıyla OH gruplarının yok edilmesine bağlı olarak kireç içeriğinin NIRA ile belirlenebilirliğinin arttığını bildirmişlerdir.

SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada, (literatür bilgileriyle de paralellik gösteren) yakın kızılötesi bölgede toprak neminin yansımayı etkileyen en önemli parametrelerden biri olduğu belirlenmiştir. Bu nedenle ilgili tekniğin toprak özelliklerinin tahmini amacıyla arazide doğrudan kullanımı istatistiksel olarak anlamlı ilişkiler vermemektedir. Toprak özelliklerinin NIR yansıma tekniği ile belirlenmesi çalışmalarında bu etkinin göz önünde bulundurulması gerekliliği ortaya çıkmıştır.

Hava kuru nem içeriğinde, Sarıkemer çalışma alanında kireç, kil, kum, Köprü çalışma alanında EC, tuz, toplam azot, kum ve kil, Yuvaca çalışma alanında da, kireç, OM, toplam azot, kum ve kil içerikleri NIR tekniği ile belirlenebilir bulunmuştur. Kum ve kil içerikleri üç çalışma alanında da belirlenebilirliği yüksek ilişkiler vermiştir.

Aynı ovada olmasına rağmen çalışma alanlarında belirlenebilir olarak bulunan toprak özellikleri farklılıklar göstermektedir. Her bir çalışma alanının karakteristik özelliklerinin belirlenebilirliği yüksek bulunmuştur. Toprakların mineral kompozisyonları, bünye farklılıkları, organik madde ve kireç içerikleri, tuzluluk ve taban suyunun olup olmadığı vb. gibi baskın karakterlerinin diğer toprak özelliklerinin belirlenebilirliğini etkilediğini söylemek mümkündür. NIR tekniği ile tahmin edilen değerlerin doğruluğu rutin kimyasal analizlere göre kısmen daha düşük olabilir, ancak ucuz, çevreye zarar vermeyen ve geniş alanlarda daha kısa aralıklarla çok sayıda (80-100 örnek/gün) örnekte çalışabilme imkanı sağlaması önemli üstünlükleridir.

KAYNAKLAR

Ben-Dor, E., Banin, A.1990. Near-Infrared Reflectance Analyses of Carbonate Concentration in Soils. Society for Applied Spectroscopy . V:44, No: 6, 1064-1069.

- Ben-Dor, E., Banin, A. 1995. Near-Infrared Analysis as a Rapid Method to Simultaneously Evaluate Several Soil Properties. *Soil Sci. Soc. Am. Journal.*, 59, 364-372.
- Bogrekci, I. and Lee, W.S. 2006. *Transactions of the ASAE* 49, 4, pp: 1175-1180.
- Bremner, J.M., 1965. (C.A. Black et al edit.), *Methods of Soil Analysis. Part II. Agronomy Series.* No: 9. ASA Inc. Pub. Medison. Wisc. USA, pp: 1179-1237.
- Chang, C.W., Laird, D. 2000. Near-Infrared Reflectance Spectroscopy- Principal Component Regressin Analyses of Soil Properties. *Soil Science Society of America Journal.* Publication Acceptance Date: April 12.
- Chang, C-W., Laird, D. 2002. Near-Infrared Reflectance Spectroscopy Analysis of Soil C and N. *Soil Science*, 167, 2, 110-116.
- Chang, C-W., Laird, D, Hurburgh, C.R. 2005. Influence of Soil Moisture on Near-Infrared Reflectance Spectroscopic Measurement of Soil Properties. *Soil Science*. 170, (4):244-255.
- Confalonieri, M., Fornasier, F, Ursino, A, Boccardi, F, Pintus, P, Odoardi, M. 2001. The Potantiel of Near-Infrared Reflectance Spectroscopy as a Tool for The Chemical Characterization of Agricultural Soils *J. Near Infrared Spectrosc.* 9, 123-131.
- Çağlar, K. Ö. 1949. *Toprak Bilgisi Ders Kitabı.* A.Ü. Ziraat Fak. Yayınları No: 10, Ankara.
- Delwiche, S., Hruschka, W.R., . 2000. Proteincontent of Bulk Wheat from Near-Infrared Reflectance of Individual Kernel. *Cereal. Chem.*, 77(1):86-88.
- Dematte, J.A.M., Campos, R.C., Alves, M.C., Fiorio, P.R., Nanni, M.R. 2004. Visible-Nir Reflectance: A New Approach On Soil Evaluation. *Geoderma* Volume 121, Issue 1-2, pp: 95-112,
- Earl, R., Thomas, G, Blackmore, B.S. 2000. The Potential Role of GIS in Autonomous Field Operations. *Computers and Electronics in Agriculture*, 25:107-120.
- Hızalan, E., Ünal, H. 1966. *Topraklarda önemli kimyasal analizler.* A.Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları: 278, Yardımcı Ders Kitabı. 97, Ankara.
- Kamrunnahar, I., Singh B., Mcbratney, A. 2003. Simultaneous Estimation Of Several Soil Properties By Ultra-Violet, Visible, and near-infrared reflectance spectroscopy. *Australian Journal of Soil Research*, 41, 1101-1114.
- Laird, D., Christy, C. 2003. On-the-Go Near Infrared reflectance Spectroscopy Analysis of Soils. *Asa-Cssa-Sssa Annual Meeting Abstracts.* Cd. Rom. Madison, Wi.
- Morra, M.J, Hall, M.H., Freeborn, L.L. 1991. Carbon And Nitrogen Analysis of Soil Fractions Using Near-Infrared Reflectance Spectroscopy. *Soil Sci.Soc. Am. J.*, 55, 288-291.
- Mouazen, A.M., R. Karoui J. De Baerdemaeker, H.Ramon 2005. Classification of soil texture classes by using soil visual near nfrared spectroscopy and factorial discriminate analysis techniques. *J. Near Infrared Spectroscopy.* 13, 231-240.
- Mouazen, A.M., R. Karoui, J. De Baerdemaeker, H.Ramon, 2006. Characterization of Soil Water Content Using Measured Visible and Near Infrared Spectra. *Soil Sci. Soc. of Am. J.*, 70, 1295-1302.
- Schlichting, E., Blume, E. 1966. *Bodenkundliches Praktikum.* Paul Parey Verlag, Hamburg, Berlin.
- U.S. Salinity Laboratory Staff, 1954. “Diagnosis and Improvement of Saline and Alkaline Soils” *Handbook 60,* Washington, D.C. USA.
- Yong, H., Song, H, Pereira, A.G, Gomez, A. H, 2005. Measurement and Analysis of Soil Nitrogen and Organic Matter Content Using Near-Infrared Spectroscopy Techniques. *Journal of Zhejiang Univ. Science.* 6B, (11), 1081-1086.
- Wetzel, D.L. 1983. Near-infrared reflectance analysis: Sleeper among spectroscopic techniues. *Anal. Chem.* 55, 1165A-1176A.

Kabuk Bağlama Probleminin Araştırılmasında Konya-Sarıcalar Örneği

Levent BAL*

Cevdet ŞEKER**

İlknur GÜMÜŞ**

*Tarım ve Kırsal Kalkınmayı Destekleme Kurumu Konya İl Koordinatörlüğü KONYA

** S.Ü. Ziraat Fak. Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Böl. Selçuklu-KONYA

Özet

Bu çalışmanın amacı; Konya- Sarıcalar deneme istasyonu topraklarındaki kabuk bağlam probleminin nedenini belirlemek ve çözüm önerileri getirmektir. Bu nedenle deneme arazisinde 3 adet profil açılmıştır. Farklı noktalardan ve derinliklerden alınan 15 toprak örneğin çeşitli fiziksel ve kimyasal analizlere tabi tutulmuş ve bulunan sonuçlar istatistiki olarak değerlendirilmiştir. Buna göre kırılma değeri ile % silt, % porozite ve suda çözünebilir potasyum kapsamaları arasında pozitif, kütle yoğunluğu, büzülme sınırı, agregat stabilitesi, amonyum asetata çözünebilir ve değişebilir Ca+Mg içerikleri arasında ise negatif önemli ilişkiler bulunmuştur. Çoklu regresyon analizlerinde ise kırılma değeri ile büzülme sınırı + amonyum asetata çözünebilir Ca+Mg arasında %84 açıklama yüzdesine sahip önemli ilişki bulunmuştur. Regresyon analizi sonuçlarından anlaşılacağı gibi, çalışma alanı topraklarının kırılma değerlerindeki değişkenlikleri açıklamada etkili olan toprak özelliklerinin büzülme sınırı ve amonyum asetata çözünebilir Ca+Mg içerikleri olduğu anlaşılmaktadır. Söz konusu topraklarda kaymak tabakası probleminin önüne geçilebilmesi için toprak organik madde miktarının arttırılması, toprak üzerinde mekanizasyon faaliyetlerin minimum düzeyle sınırlandırılması ve toprak agregasyonuna olumsuz etkisi olabilecek her türlü faaliyetin azaltılması gerekmektedir.

Anahtar Kelimeler: Kaymak tabakası, kırılma değeri, agregat stabilitesi, organik madde

The Research of Soil Crusting Problems in Konya –Sarıcalar Sample

Abstract

The aim of this research is to determine crusting problems of the Konya-Sarıcalar research station soils and offer some recommendations for solution of its. Three soil profiles were excavated in this area. Collected from three different spots and five different soil depths at the area, soil samples were analyzed to determine its physical and chemical properties and the results were interpreted by using statistical methods. According to these analysis, as it was found positive relationship between modulus of rupture of the soil and %silt, porosity, soluble potassium in water but negative relationship between modulus of rupture and mass density, shrinkage limit, aggregate stability, exchangeable and soluble Ca+Mg in ammonium acetate. In the multiple regression analysis it was found significant relationship of %84 between modulus of rupture and shrinkage limit + soluble Ca+Mg in ammonium acetate. As it is understood from the results of regression analysis, the variations in the modulus of rupture of research area's soils can be explained by properties of shrinkage limit and the content of soluble Ca+Mg in ammonium acetate. Furthermore currently soil tillage practices have been affecting physical properties and aggregate stabilities of soil. As a result, it is required to increase the organic matter content and to reduce the agricultural practices to the minimum tillage in order to prevent the crusting problems in the research soils.

Key Words: Crusting, modulus of rupture, aggregate stability, organic matter

GİRİŞ

Toprakta kaymak tabakası ya da diğer bir ifade ile kabuk; toprak yüzeyindeki parçacıkların yeniden istiflenmesi sonucunda oluşan sert bir yüzey katmanını ifade eder. Başarılı bir yetiştirmede yapılacak ilk iş, tohumların çimlenmesi ve filizlerinin toprak yüzeyine çıkışlarını sağlayacak koşulların oluşturulmasıdır. Tohumun çimlenmesini ve filizin toprak yüzeyine çıkışını etkileyen birçok faktör içinde toprakların yüzeyinde oluşan kaymak tabakasının etkisi önemli bir yer tutmaktadır. Kaymak tabakası çimlenen tohumdan çıkan sürgünlerin toprak yüzeyine ulaşmasını zorlaştırır. Bu olumsuz etkisinden dolayı, daha bitkisel üretimin başlangıcında büyük kayıplara sebep olabilmekte, oluşan verim kaybı işletme karımı da düşürmektedir. Kaymak tabakası, gerek toprak içerisinde gerekse toprak ile atmosfer arasındaki su ve hava hareketlerini engellediği için bitki gelişimini olumsuz yönde etkilemektedir. Ayrıca, kaymak tabakası sızmayı azalttığı için, toprakta depolanan su miktarını ve dolayısıyla bitkilere faydalı su içeriğini düşürmekte, infiltrasyonu azaltarak yüzey akışı arttırmakta ve erozyonun artmasına da sebep olmaktadır. Çok az silt ve ince kum içeren topraklarla birlikte kaba kumlu topraklar hariç hemen hemen her çeşit tekstürdeki topraklarda kaymak tabakası oluşabileceği, genellikle ince kum ve siltli aşırı derecede içeren topraklar kuvvetli derecede kabuk oluşturma eğiliminin olduğu bildirilmiştir (Lutz, 1952). Lemos ve Lutz, (1957) kil tipi, toprak tekstürü ve 0.1 mm'den küçük agregat miktarlarının toprakların kırılma değeri ile ilişkileri incelendiğinde, suya dayanıklı agregat miktarındaki artış ile kırılma değerinin azaldığını bulmuştur. Gerard (1965), kabuk direncinin toprağın silt, kil ve değişebilir sodyum kapsamındaki artış ile arttığını ortaya koymuştur. Ayrıca, araştırmacı kabuk direncini belirlemede silt ve organik karbon içeriğinin belirleyici faktör olmasına karşın, kil içeriğinin belli bir ilişki gösterdiğini bildirmektedir. Scheffer (1966), toprakta agregatın iki olayın sonucunda oluştuğunu bildirmiştir. Araştırmacıya göre bu olaylardan birincisi, küçük zerrele ayrılmış olan toprak parçacıklarının birbirlerine yapışarak kümeleşmesidir. İkincisi ise, meydana gelen bu kümelerin muhtelif şekil, büyüklük ve miktarlarda dağılmasıdır. Araştırmacı ayrıca, agregatların bir arada tutulmasında primer zerrelerin birbirine bağlayan organik ve inorganik maddelerin mevcudiyetinin önemli olduğunu bildirmiştir. Çelebi (1970), tekstürün toprak agregasyonu üzerine etkisini incelemiştir. Buna göre, kil içeriği ile agregasyon arasında pozitif ($r = 0,795$) önemli ilişki, silt içeriği önemsiz bir ilişki, kil+silt içeriği ile pozitif ($r = 0,645$) önemli ilişki, kum içeriği ile ise negatif ($r = 0,645$) önemli bir ilişki olduğunu bildirmiştir.

Ferry ve Olsen (1975), kaymak tabakası oluşumu üzerine; toprak parçacıklarının dizilişlerinin, ortamın elektrolit konsantrasyonunun, tek ve çok değerli katyonların etkilerini belirlemeye çalışmışlardır. Buna göre; toprak parçacıklarının düzgün olarak sıkı istiflenmeleri, değişebilir durumda tek değerli katyonların fazla bulunması ve düşük elektrolit konsantrasyonunun, kabuk oluşumu ve direncini arttırırken, parçacıkların düzensiz olarak gevşek istiflenmeleri, çok değerli katyonların fazla bulunması ve yüksek elektrolit konsantrasyonunun kabuk oluşumunu azaltıcı yönde bir etkiye sahip olduğunu bildirmektedirler. Nuttal (1982), farklı topraklar üzerinde yaptığı çalışmada, kabuk oluşumuna sebep olan toprak özelliklerini tespit ederek bunların kabuk direnci, penetrasyon direnci ve kolza bitkisinin sürgün çıkışına etkilerini incelemiştir. Buna göre, kabuk direnci ve penetrasyon direncinin silt yüzdesiyle pozitif, organik madde içeriği ile negatif ilişki verdiğini ve sürgün çıkışının da bunlara bağlı olarak değiştiğini bildirmektedir. Ayrıca, araştırmacı kil içeriğinin kabuk direnci ve penetrasyon direnciyle bazı topraklarda negatif, bazı topraklarda da pozitif ilişki verdiğini bulmuştur. Rengasamy ve ark. (1984), agregat stabilitesinin toprağın değişebilir sodyum yüzdesindeki artış ile azaldığını, toprağın denge çözeltilerindeki elektrolit konsantrasyonunun artışıyla arttığını bulmuşlardır. Ben-Hur ve ark. (1985), agregat stabilitesinin toprağın değişebilir sodyum yüzdesine bağlı olarak değiştiğini, özellikle $DSY > 5, 2$ olduğu durumlarda agregat stabilitesinin önemli ölçüde etkilendiğini, agregatları oluşturan primer parçacıklar arasında bulunan bağları zayıflattığı, bu sebeple agregatlar damlalarının çarpma etkisine maruz bırakıldıklarında kolayca dağıldıklarını ortaya koymuşlardır. Özdemir (1987), İğdir ovası yüzey topraklarının bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri ile strüktürel dayanıklılık ve erozyona duyarlılık ölçütleri arasındaki ilişkileri incelemiştir. Araştırmacı toprakların organik madde içerikleri ile strüktürel dayanıklılık indeksi, agregat stabilitesi, boekel oranı ve çatlamaya karşı duyarlılık değerleri arasında önemli pozitif, kil yüzdesi, dispersiyon oranı ve toprak aşınım faktörü değerleri arasında da önemli negatif ilişkiler saptamıştır. Arshad ve Mermut (1988), kabuk oluşumuna sebep olan faktörleri belirlemek için yaptıkları çalışmada, yüksek kil ve silt içeriği, değişebilir

durumdaki Na ve Mg'un fazlalığı, düşük organik madde içeriği gibi faktörlerin agregatların bozulmasını artırarak kabuk oluşumunu teşvik ettiğini belirtmişlerdir. Canpolat (1990), toprakların kırılma değeri ile silt içeriği ve değişebilir sodyum yüzdesi arasında pozitif, agregat stabilitesi ile negatif ilişkiler bulmuştur. Şeker ve Karakaplan (1999), toprak örneklerinden silt yüzdesi, dispersiyon oranı, elektriksel iletkenlik, organik madde, kireç, suda çözünebilir kalsiyum, magnezyum, sodyum, sülfat ve klor içerikleri ile kırılma değerleri arasında istatistiksel bakımdan önemli pozitif ilişkiler; kum yüzdesi, agregat stabilitesi, değişebilir kalsiyum, potasyum ve suda çözünebilir bikarbonat içerikleri ile kırılma değerleri arasında ise önemli negatif ilişkiler belirlemişlerdir. Tane yoğunluğu, tarla kapasitesi, solma noktası, kil yüzdesi, pH, kation değişim kapasitesi, değişebilir magnezyum ve sodyum içerikleri, değişebilir sodyum yüzdesi ve suda çözünebilir potasyum içeriği ile kırılma değerleri arasındaki ilişkinin istatistiksel bakımdan önemli çıkmadığını ifade etmişlerdir. Bedaiwy (2007), yağmurlama sulama altında, toprağın mekanik ve hidrolik özellikleri arasındaki ilişkileri ve değişimleri incelemiştir. Buna göre, siltli-tın tekstürdeki toprak, kil tekstürdeki toprağa göre yüzeyde daha yoğun ve kalın bir kabuk tabakası geliştirdiğini bulmuştur. Ortalama kabuk kalınlığı, siltli-tın tekstürdeki toprakta 3, 9 mm iken kil tekstürdeki toprakta 2, 6 mm olarak ölçmüştür. Ayrıca bu araştırmada, siltli-tın tekstürdeki toprağın infiltrasyon oranının kil tekstürdeki toprağa göre daha düşük olduğu tespit edilmiştir.

Bu çalışmanın amacı; Sarıcalar araştırma istasyonu topraklarının yüzeyinde kabuk bağlama şeklinde oluşan bozulmanın sebeplerini ve bozulma düzeyini belirleyerek çözüm önerileri sunmaktır.

MATERYAL VE YÖNTEM

Materyal

Araştırma alanı olarak seçilen bölge yarı kurak ve kurak iklim özelliklerine sahiptir. Bölgede en yağışlı ay 44, 4 mm ile Mayıs, en kurak ay 3, 6 mm ile Ağustos ayıdır. Yıllık yağış miktarı 323, 8 mm olup bunun yetiştirme mevsimi (Nisan-Ekim) süresindeki miktarı 146, 6 mm'dir. Ortalama yıllık sıcaklık 11, 5 °C, ortalama nispi nem % 60 ve ortalama yıllık buharlaşma 1172, 6 mm'dir.

Deneme alanı topraklarının kaymak tabakası oluşum problemlerini anlamaya yönelik olarak 3 farklı noktada toprak profili açılarak örnekleme yapılmıştır. Profil yerlerinin tespitinde arazinin kullanım durumu dikkate alınmıştır. A profili üç-dört yıl önce tarıma açılan alanda, B profili sekiz on yıllık meyve bahçesinin olduğu alanda ve C profili ise yeni ağaçlandırma yapılmış bakir alanda açılmıştır. Bu profillerden 0-20 cm, 20-40 cm, 40-60 cm, 60-80 cm ve 80-100 cm olmak üzere 5 farklı derinlikten bozulmuş ve bozulmamış toprak örnekleri alınmıştır.

Yöntem

Araziden alınan örneklerde kaymak tabakası oluşumu ile etkileşimi ortaya çıkarmak için aşağıdaki analizler yapılmıştır.

Tekstür: Toprağın tekstürünün belirlenmesinde Bouyoucos hidrometre yöntemi kullanılmıştır (Demiralay, 1993). **Tarla Kapasitesi:** Basınç tablası kullanılarak, 1/3 bar basınçta toprakta tutulan nem yüzdesi olarak belirlenmiştir (Peters, 1965). **Devamlı Solma Noktası:** Basınç membranı aleti kullanılarak, 15 bar basınçta toprakta tutulan nem yüzdesi olarak hesaplanmıştır (Peters, 1965). **Faydalı Su Kapasitesi:** Tarla kapasitesi değerinden devamlı solma yüzdesi değeri çıkarılarak bulunmuştur (Peters, 1965). **Agregat Stabilitesi:** Toprak örneklerinin agregat stabilitesi değerlerinin belirlenmesinde “ıslak eleme yöntemi” kullanılmıştır (Kemper, 1965). **Kırılma Değeri:** Toprak örneklerinin kırılma değerini belirlemede kırılma modülü metodu kullanılmıştır (Richards, 1953). **Zerre Yoğunluğu:** Zerre yoğunluğunun tayininde “piknometre yöntemi” kullanılmıştır (Demiralay, 1993). **Kütle Yoğunluğu:** Parafin metoduna göre yapılmıştır (Demiralay, 1993). **Porozite:** Zerre yoğunluğu ve kütle yoğunluğu verileri kullanılarak hesaplanmıştır (Demiralay, 1993). **İnfiltrasyon Oranı:** Çift silindir infiltrometreleri kullanılarak arazide ölçülmüştür (Demiralay, 1993). **Dispersiyon Oranı:** Dispers edilmeden önce ve sonra topraktaki silt+kil fraksiyonlarının hidrometre okumalarında elde edilen veriler kullanılarak tespit edilmiştir (Ngatunga ve ark., 1984). **Plastik Limit:** Toprak örnekleri 0, 42 mm'lik elekten geçirildikten sonra, 3 mm kalınlığında zorlukla ip oluşturulabilen

nem içeriği ölçülerek belirlenmiştir (Mertoğlu, 1982). **Likit Limit:** Toprak örnekleri 0, 42 mm’lik elekten geçirildikten sonra, Casagrande aleti kullanılarak belirlenmiştir (Mertoğlu, 1982). **Plastiklik İndeksi:** Likit limit ve plastik limitten hesapla bulunmuştur (Mertoğlu, 1982). **Büzülme Sınırı:** Toprak örnekleri 0, 42 mm’lik elekten geçirildikten sonra, büzülme kapları kullanılarak belirlenmiştir (Mertoğlu, 1982). **pH:** Toprakların pH değerlerinin ölçümü 1:2, 5’luk toprak-su karışımında cam elektrodlu pH metre kullanılarak yapılmıştır (Peech, 1965). **Elektriki İletkenlik (EC):** Toprakların EC ölçümleri 1:2, 5’luk toprak-su karışımında iletkenlik aleti kullanılarak yapılmıştır (U.S. Salinity Lab. Staff, 1954). **% Kireç (CaCO₃):** Örneklerin kireç içerikleri “Scheibler Kalsimetresi” ile hacimsel olarak belirlenmiştir (Hızalan ve Ünal, 1966). **% Organik Madde:** Organik maddenin oksidasyonu esasına dayanan “Smith Weldon” yöntemi uygulanarak tayin edilmiştir (Hocaoğlu, 1966). **Katyon Değişim Kapasitesi (KDK):** Örneklerin katyon değişim kapasitesi “Bower” yöntemine göre belirlenmiştir. Bu yöntemde, değişim kompleksleri önce sodyum ve sonrada amonyum ile doyurulmuş sonra açığa çıkan sodyum miktarı alev fotometresi cihazında okunmuştur (U.S. Salinity Lab. Staff, 1954). **Değişebilir ve Suda Eriyebilir Katyonlar:** Değişebilir katyonlar bir normal amonyum asetat ile ekstrakte edilebilir katyonlardan suda serbest katyonların çıkartılması ile hesaplanmıştır. Suda eriyebilir katyonların belirlenmesinde, toprak örneklerinden 10 g tartılıp üzerine 50 ml saf su ilave edilmiştir. Hazırlanan karışım 30 dakika çalkalandıktan sonra mavi bant filtre kağıdından geçirilerek elde edilen çözeltideki sodyum ve potasyum alev fotometresi ile, ca ve mg. ise aynı çözeltide EDTA ile tayin edilmiştir (U.S. Salinity Lab. Staff, 1954). **Ekstrakte Edilebilir Katyonlar:** Toprak örneklerinde pH’sı 7’ye ayarlanmış bir normal amonyum asetat çözeltisi kullanılarak ekstrakte edilen katyonlardan sodyum ve potasyum alev fotometresi ile kalsiyum ve magnezyum ise aynı çözeltide EDTA ile tayin edilmiştir (U.S. Salinity Lab. Staff, 1954). **Değişebilir Sodyum Yüzdesi:** 100 g topraktaki miliekivalan (mek) olarak değişebilir sodyum değerinin katyon değişim kapasitesi (mek/100 g) değerine bölünüp 100 ile çarpılması ile bulunmuştur (Sağlam, 1978). Zeta Potansiyeli: Toprak örneklerinin zeta potansiyelleri Sigma Aldrich CO918-100EA cihazı kullanılarak ölçülmüştür.

Laboratuarda elde edilen bütün verilerin kendi aralarındaki korelasyon ilişkisine bakılmıştır. Korelasyon analizinde kırılma değeri ile anlamlı değişkenlik gösteren özelliklerin etki modellerinin oluşturulması için tekli ve çoklu regresyon analizleri yapılmıştır (Minitab, 1995).

BULGULAR VE TARTIŞMA

Araştırma konusu toprak profillerinin fiziksel ve kimyasal özelliklerindeki değişimler Çizelge 1’de verilmiştir.

Buna göre, toprakların kil içerikleri %46, 32 ile %63, 47 arasında, silt içerikleri %25, 22 ile 39, 65 arasında, kum içerikleri ise %7, 36 ile %16, 91 arasında değişmiş, C profilinin 20-40 cm deriliği tekstürü **siltli kil** iken, diğer bütün katmanlar **kil** tekstür sınıfında yer almıştır. Tarla kapasitesi değerleri %23, 00 ile %31, 53 arasında, solma noktası değerleri %10, 58 ile %17, 01 arasında, faydalı su içerikleri %9, 07 ile %15, 75 arasında, dispersiyon oranı değerleri %48, 54 ile %62, 38 arasında, agregat stabilitesi değerleri derinlikle artış göstermiş ve %13, 08 ile %22, 16 arasında, plastik limit değerleri %24, 63 ile %28, 80 arasında, likit limit değerleri %41, 58 ile %45, 97 arasında, değerleri %14, 37 ile %19, 14 arasında, büzülme sınırı değerleri %25, 73 ile %32, 38 arasında, kütle yoğunluğu değerleri 1, 27 ile 1, 56 g cm⁻³ arasında, zerre yoğunluğu değerleri de 2, 56 ile 2, 62 g cm⁻³ arasında ve porozite değerleri %39, 06 ile %50, 78 arasında değişmiştir.

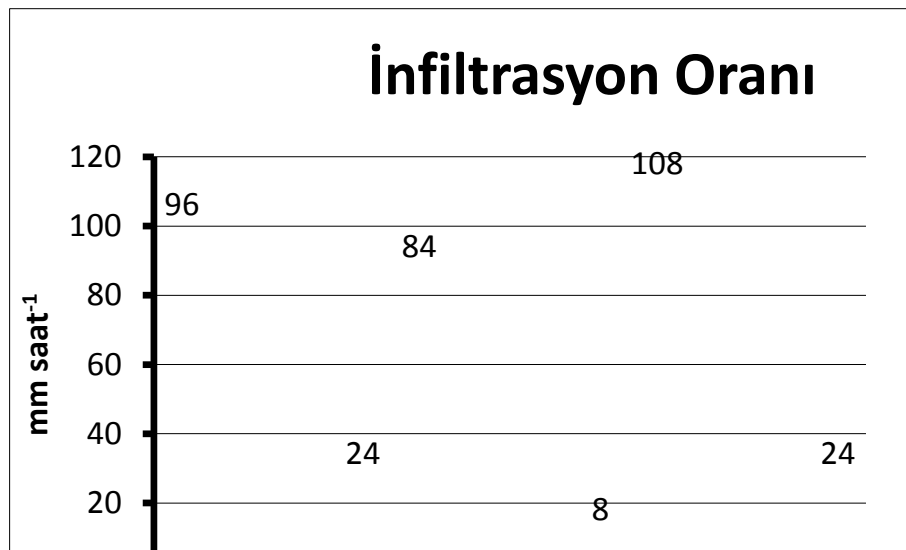
Araştırma konusu toprakların pH değerleri 7, 31 ile 7, 77 arasında, EC değerleri 0, 247 dSm⁻¹ ile 0, 995 dSm⁻¹ arasında, organik madde içerikleri %1, 30 ile %2, 95 arasında, kireç içerikleri %4, 71 ile %14, 52 arasında, KDK değerleri 32, 7 mek 100g⁻¹ ile 36, 6 mek 100g⁻¹ arasında, değişebilir Ca+Mg içerikleri 22, 6 mek 100g⁻¹ ile 28, 2 mek 100g⁻¹ arasında, değişebilir sodyum içerikleri 0, 11 mek 100g⁻¹ ile 0, 76 mek 100g⁻¹ arasında, değişebilir potasyum içerikleri 0, 42 mek 100 g⁻¹ ile 2, 28 mek 100g⁻¹ arasında, suda çözünebilir Ca+Mg içerikleri 2, 3 mek 100g⁻¹ ile 2, 9 mek 100g⁻¹ arasında, suda çözünebilir sodyum içerikleri 0, 12 mek 100g⁻¹ ile 0, 70 mek 100g⁻¹ arasında, suda çözünebilir potasyum içerikleri eser ile 0, 33 mek 100g⁻¹ arasında, amonyum asetatla ekstrakte edilen Ca+Mg miktarları 34, 4 mek 100g⁻¹ ile 44, 6 mek 100g⁻¹ arasında, asetatla ekstrakte edilen sodyum değerleri 0, 36 mek 100g⁻¹ ile 1, 46 mek 100g⁻¹ arasında ve amonyum asetatla ekstrakte edilen potasyum değerleri 0, 43 mek 100g⁻¹ ile 2, 60 mek 100g⁻¹ arasında, zeta potansiyelleri -15, 69 mV ile -24, 22 mV arasında değişmiştir.

Çizelge 1. Kırılma değerleri ile diğer toprak özellikleri arasındaki regresyon ilişkileri

| Bağımlı Değişken | Bağımsız Değişken | Sembolü | Regresyon Denklemi | r ² |
|---------------------|------------------------------------|----------|--|----------------|
| Kırılma değeri (KD) | Büzülme sınırı | BS | $KD = 966 - 27,5 BS$ | 0,71 |
| KD | Suda çözünebilir K | Suda K | $KD = 110 + 606 Suda K$ | 0,64 |
| KD | Amonyum asetatta çözünebilir Ca+Mg | AA Ca+Mg | $KD = 747 - 14,5 AA Ca+Mg$ | 0,62 |
| KD | Değişebilir Ca+Mg | D Ca+Mg | $KD = 722 - 14,8 D Ca+Mg$ | 0,61 |
| KD | Porozite | P | $KD = -594 + 16,1 P$ | 0,56 |
| KD | Kütle yoğunluğu | Pb | $KD = 1066 - 659 Pb$ | 0,56 |
| KD | Agregat stabilitesi | AS | $KD = 456 - 17,1 AS$ | 0,51 |
| KD | %Silt | Silt | $KD = -151 + 9,80 Silt$ | 0,42 |
| KD | BS+Suda K | | $KD = 722 - 19,7 BS + 209 Suda K$ | 0,74 |
| KD | BS+ Suda K+ AA Ca+Mg | | $KD = 958 - 16,6 BS + 75 Suda K - 7,80 AA Ca+Mg$ | 0,84 |
| KD | BS+ AA Ca+Mg | | $KD = 1049 - 19,1 BS - 8,10 AA Ca+Mg$ | 0,84 |

İnfiltrasyon oranı

Araştırma konusu toprakların infiltrasyon oranları Şekil 1’de verilmiştir. Hiç tarım yapılmayan C profilinin yer aldığı alanda başlangıç infiltrasyon oranı değeri 108 mm saat⁻¹ iken, yeni tarıma açılan B profilinde bu değer 96 mm saat⁻¹ ve uzun zamandır tarım yapılan B profilinde ise 84 mm saat⁻¹ ölçülmüştür.



Şekil 1. Toprakların İnfiltrasyon Oranı Değerlerinin Görsel Dağılımı

Kırılma değeri

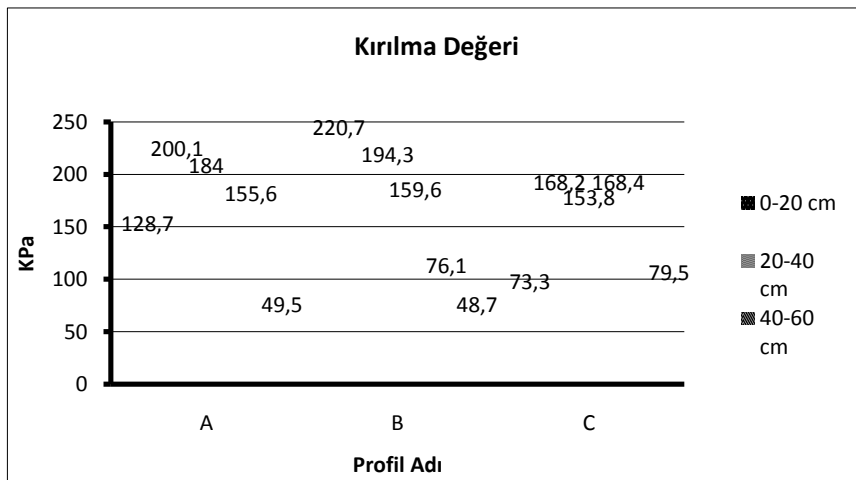
Toprakların kırılma değerleri 48, 7 kPa ile 220, 7 kPa arasında değişmiştir. En düşük kırılma değeri B profilinin 80-100 cm’lik kısmından alınan örnekte ölçülürken, en yüksek kırılma değeri yine B profilinin 0-20 cm’lik kısmından alınan örnekte ölçülmüştür. A ve C profillerini 0-20 cm’lik yüzey katmanlarının kırılma değerleri B profilinin 0-20 cm’lik kısmına göre önemli ölçüde düşükken, alt katmanlarda kırılma değerleri değişiklikler göstermiştir (Şekil 2).

Korelasyon ve regresyon analizleri

Toprak özelliklerinin toprağın kırılma değeri üzerine bireysel ve ortak etkilerini belirlemek için önce korelasyon analizi yapılarak, korelasyon matris tablosu oluşturulmuş, daha sonra, korelasyon analizi sonuçlarına göre kırılma değeri ile en az %95 ihtimalle önemli pozitif ve negatif ilişkiler veren özellikler ile kırılma değerleri arasında bireysel ve kademeli çoklu regresyon analizleri yapılmıştır.

Buna göre, kırılma değeri ile % silt, % porozite ve suda çözünebilir potasyum kapsamaları arasında pozitif; kütle yoğunluğu, büzülme sınırı, agregat stabilitesi, amonyum asetatta çözünebilir ve değişebilir Ca+Mg içerikleri arasında ise negatif önemli ilişkiler bulunmuştur. Korelasyon analizi sonucuna göre kırılma değeri ile anlamlı değişkenlik gösteren toprak özellikleri arasında geliştirilen regresyon analizi sonuçları Çizelge 3.1’ de verilmiştir. Buna göre ikili regresyon analizlerinde kırılma değeri ile büzülme sınırı arasında %71 ile en yüksek açıklama yüzdesine sahip ($r^2=0,71$) lineer negatif bir ilişki bulunmuştur. Suda çözünebilir K ile kırılma değeri arasında %64 açıklama yüzdesine sahip lineer pozitif ilişki, amonyum asetatta çözünebilir Ca+Mg ve değişebilir Ca+Mg ile kırılma değeri arasında sırasıyla %62 ve %61 açıklama yüzdesine sahip negatif ilişki, porozite ile kırılma değeri arasında %56 açıklama yüzdesine sahip lineer pozitif ilişki, kütle yoğunluğu ile kırılma değeri arasında %55 açıklama yüzdesine sahip lineer negatif ilişki, agregat stabilitesi ile kırılma değeri arasında %51 açıklama yüzdesine sahip lineer negatif ilişki ve silt içeriği ile kırılma değeri arasında %42 açıklama yüzdesine sahip lineer pozitif ilişkiler bulunmuştur.

Regresyon analizinin ikinci aşamasında ise kırılma değeri ile en yüksek açıklama yüzdesine sahip ilişki veren değişkenden başlayarak kademeli ve çoklu regresyon analizi yapılmış, buna göre açıklama yüzdesini en fazla artıran modeller Çizelge 1’de verilmiştir. Buna göre, kırılma değeri ile büzülme sınırı + suda çözünebilir K arasında %74 açıklama yüzdesine sahip önemli ilişki, büzülme sınırı + suda çözünebilir K + amonyum asetatta çözünebilir Ca+Mg arasında %84 açıklama yüzdesine sahip önemli ilişki ve büzülme sınırı + amonyum asetatta çözünebilir Ca+Mg arasında %84 açıklama yüzdesine sahip önemli ilişki bulunmuştur. Regresyon analizi sonuçlarından anlaşılacağı gibi, çalışma alanı topraklarının kırılma değerlerindeki değişiklikleri açıklamada etkili olan toprak özelliklerinin büzülme sınırı ve amonyum asetatta çözünebilir Ca+Mg içerikleri olduğu anlaşılmaktadır.



Şekil 2. Toprak Profillerinin Kırılma Değerlerinin Görsel Dağılımı

Topraklarda büzülme sınırının düşüklüğü büzülmenin fazla olduğu anlamına gelmektedir. Bunu da etkileyen en önemli faktörler toprağın kil içeriği, kil tipi ve ortamın iyonik yapısıdır. Toprakların kil içeriğinin artması, bu durumu kil çeşidinden de önemli ölçüde etkilenmekle birlikte, büzülme sınırını düşürmekte, dolayısıyla büzülme artmaktadır. Bu durum ise elde edilen sonuçlarla çelişki oluşturuyor görünümündedir. Topraklarda kilin artışı ile kırılma değerinin düşmesi beklenir. Çünkü kil çok geniş yüzey alanı sayesinde agregatlaşmayı teşvik etmektedir. Ancak çalışma alanı toprakların çok yüksek dispersiyon oranı ve çok düşük agregat stabilitesi değerleri vermesi bu etkiyi tersine çevirerek kırılma değerini artırmıştır. Buradan da, topraklarda kilin miktarından ziyade strüktür gelişiminin önemli olduğunu göstermektedir. Amonyum asetatla çözünebilir $Ca+Mg$ içeriğinin kırılma değerine olan etkisi ise beklenen şekilde gerçekleşmiştir.

SONUÇ VE ÖNERİLER

Çalışma alanı topraklarında, bozulmanın sebebini belirlemek ve tespit edilecek problemlere çözüm önerileri getirmek için yapılan bu çalışmada, üç farklı kullanım altındaki alanlardan alınan profil örneklerinin genel ve özel analizleri yapılarak durum tespiti yapılmıştır. Toprakların yüzey katmanının bozulmazsının bir göstergesi olan kaymak tabakası oluşumunun çeşitli nedenleri bulunmaktadır. Bunlar; kimyasal etkilerden, fiziksel bozulmalardan, biyolojik ve pedolojik faktörlerden kaynaklanabilir. Topraklarda değişebilir durumda mono valent katyonların fazla olması ($DSY > \%5.2$) dispersiyonu artırarak kabuk oluşumunu teşvik etmektedir (Ben-Hur ve ark., 1985).

Fiziksel bozulmalar ise farklı nedenlerden kaynaklanabilir. Yoğun toprak işleme ve tarla trafiği, toprak yüzeyinin doğal yağmur veya yağmurlama sulamada darbe etkisi agregatları bozarak kabuk oluşumuna neden olabilmektedir. Biyolojik faktörler daha çok organik madde miktarının azalmasıyla ortaya çıkmaktadır. Bu ise agregatların bağlanma kuvvetlerini zayıflatarak kaymak tabakası oluşumuna katkıda bulunmaktadır. Pedolojik faktörler daha çok toprağın olgunlaşma sürecini etkileyerek kaymak tabakası oluşumuna katkıda bulunmaktadır. Özellikle bu durum kurak-yarı kurak iklimlerde, taşınmış veya erozyona uğramış ana materyallerin üzerine oluşan topraklarda görülmektedir. Yeni birikmiş depozitlerde taşınma esnasında agregatlar bozulduğundan ve genelde derecelenme görüldüğünden agregatlaşma zayıf olmaktadır. Araştırma topraklarının özellikleri incelendiğinde kimyasal özelliklerden kaynaklı bir bozulma olmadığı anlaşılmaktadır.

Fiziksel özelliklerden dispersiyon oranını yüksek ve agregat stabilitesinin düşük olması kaymak tabakası oluşumunun nedenleri arasında gösterilebilir (Baryan, 1968; Arshad ve Mermut, 1988; Şeker ve Karakaplan, 1999). Kimyasal etki elemine edildikten sonra dispersiyon oranındaki artış ve agregat stabilitesindeki azalışa katkı yapan en önemli faktörler toprakların aşırı işlenmesi, organik madde azlığı ve özellikle genç alüviyal depozitlerde agregatlaşmayı sağlayacak kadar zamanın geçmemesidir. Yani agregatlaşmayı teşvik edici ıslanma-kuruma ve donma-çözünme çevriminin, gerek yağışın az olması ve gerekse kurak-yarı kurak iklimin hakim olması nedeniyle, yeterince etkin olmamasıdır. Çalışma alanında toprak işlemenin olumsuz etkisi belirgin çıkmamıştır. Araştırma topraklarının hem yüzey ve hem de yüzey altı katmanlarında kabuk oluşturma eğiliminin olduğu görülmektedir. Üç farklı kullanımda olan toprakların yüksek dispersiyon oranları ve düşük agregat stabiliteyi arasında belirgin farklılık olmamasına rağmen kırılma değerinin önemli ölçüde değişmesi killerin hassaslığı ile açıklanabilir (Skempton ve Northey, 1952). Hassaslık, yağmurdan dolayı killerin kıvam değiştirerek mukavemetinin düşmesidir. Birçok kil su kapsama aynı kalmak üzere yoğrulduğu zaman sertliğinin ve mukavemetinin bir kısmını kaybeder. Nedeni kesin olarak bilinmemekle beraber bu durumun, yoğurma sonunda, taneler arasındaki bağlayıcı kuvvetlerin bir kısmının kırılmasından ileri geldiği şeklindedir.

Toprakların büzülme sınırını etkileyen en önemli toprak özellikleri; kil tipi ve kil miktarıdır (Grim, 1962; Munsuz, 1985). Topraklarda kil miktarı arttıkça büzülme artmakta ve buna bağlı olarak büzülme sınırı daha düşük değerler vermektedir. Ayrıca toprakların 2:1 tipi kil içeriklerinin artması büzülmeyi de arttıracığından, büzülme sınırını düşmektedir. Gerek toprakların büzülme sınırları ve gerekse plastik ve likit limitleri ile plastiklik indeksleri incelendiğinde 1:1 tipi killerin yaygın olabileceği, 2:1 tipi kilin ise muhtemelen illit

olabileceği anlaşılmaktadır (Grim, 1962; Munsuz, 1985). Dolayısıyla araştırma topraklarının kıvam sınırları değişebilir kationun tabiatından düşük düzeyde etkilenecektir.

Sonuç olarak; denem alanı topraklarında kaymak tabakasının oluşumunu önlemek için agregat stabilitesini artırıcı önlemlerin alınması yerinde olacaktır. Bu tedbirlerin başında, söz konusu toprağa yapılacak organik madde ilavesi gelmektedir. Ayrıca mekaniksek bozulmayı azaltmak için toprak işleme ve tarla trafiği azaltılmalıdır. Sulama yöntemleri toprakları bozmayacak şekilde seçilmelidir. Özellikle bitki örtüsü olmadığı zamanlarda yağmurlama sulamadan kaçınılmalı veya toprağı bozmayacak sistemler uygulanmalıdır.

TEŞEKKÜRLER

Burada sunulan bu bildiri S.Ü. BAP Koordinatörlüğü tarafından desteklenen 09201087 nolu projeden hazırlanmıştır.

KAYNAKLAR

- Arshad, M.A., Mermut, A.R. 1988. Micromorphological and Physico-Chemical Characteristics of Soil Crust Types in Northwestern Alberta, Canada, *Soil Sci. Soc. of A. J.*, 52(3), 724-729.
- Baryan, R.B. 1968. The Development Use and Efficiency of Indices of Soil Erodibility, *Geoderma*, 2, 5-25.
- Bedaiwy, M.N.A. 2007. Department of Soil and Water Sciences, Faculty of Agriculture, University of Alexandria, El-Chatby, Alexandria, Egypt.
- Ben-Hur, M., Shainberg, I., Keven, R., Gal, M. 1985. Effect of Water Quality and Draying on Soil Crust Properties. *Soil Sci. Soc. Amer. J.*, 49, 191-196.
- Canpolat, M.Y. 1990. Iğdır Yöresi Topraklarında Kaymak Sertliği (Kırılma Değeri) İle İlgili Araştırmalar. Doktora Tezi, Atatürk Ü. Ziraat Fak., Erzurum.
- Çelebi, H. 1970. Atatürk Üniversitesi Erzurum Çiftliğinde Toprakların Kil, Silt ve Kum miktarları ile Agregat Stabilite Arasındaki İlişkiler. *Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Derg.* 1(3) : 42-53.
- Demiralay, İ. 1993. Toprak Fiziksel Analizleri. A. Ü. Ziraat Fak. Yay. No, 143, Erzurum.
- Ferry, D.M., Olsen, R.A. 1975. Orientation of Clay Particles as It Relates to Crusting of Soil. *Soil Sci.* 120 (5), 367-375.
- Gerard, C. J. 1965. The Influence of Soil Moisture, Soil Texture, Drying Conditions and Exchangeable Cations on Soil Strength. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.* 29, 641-645.
- Grim, R.E. 1962. *Applied Clay Mineralogy*. Mc Graw-Hill Book Co. Inc. USA.
- Hızalan, E., Ünal, H. 1966. Toprağın Kimyasal Analizleri. A.Ü. Ziraat Fak. Yay. No, 278, Ankara.
- Hocaoğlu, Ö.L. 1966. Toprakta Organik Madde, Nitrojen ve Nitrat Tayini. Atatürk Üniv.Ziraat Fak. Zirai Araştırma Ens., Teknik Bült. No: 9
- Kemper, W.D. 1965. Aggregate Stability. In : *Methods of Soil Analysis Part I* (Black, C.A., ed.), American Society of Agronomy, Inc. Madison, Wisconsin, USA, 511-519 pp.
- Lutz, J.F. 1952. Mechanical Impedance and Plant Growth. In : *Soil Physical Conditions and Plant Growth*. In : *Soil Physical Conditions and Plant Growth* (Shaw, B.T., ed.), Academic Pres, New York, 491.
- Lemos, P., Lutz, J.F. 1957. Soil crusting and some factors affecting it. *Soil Sci. Amer. Proc.* 21.
- Mertoğlu, S. 1982. Toprak Mekaniği Laboratuvarı El Kitabı. T.C. Köyişleri ve Kooperatifler Bakanlığı, Topraksu Genel Müd. Yayın No: 713, Ankara.
- Minitab. 1995. *Minitab Reference Manuel (Relase 7.1)* Minitab Inc. State Coll. PA, 16801, USA.
- Munsuz, N. 1985. Toprak Mekaniği ve Teknolojisi. A. Ü. Ziraat Fak. Yayınları:922, Ders Kitabı 260, Ankara.
- Ngatunga, E.L., Singer, M.J. 1984. Effect of Surface Management on Runoff and Soil Erosion From Some Plot at Milangano, Tanzania. *Geoderma*, 33, 1-12.
- Nuttal, W.F. 1982. The Effect of Seedling Depth, Soil Moisture Regime and Crust Strength on Emergence of Rape Cultivars. *Agronomy J.*, 74, 1018-1022.
- Özdemir, N. 1987. Iğdır Ovası Yüzey Topraklarının Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri İle Strüktürel Dayanıklılık ve Erozyona Duyarlılık Ölçütleri Arasındaki İlişkiler. Y. Lisans Tezi. Atatürk Üniv. Ziraat Fak., Erzurum.
- Peech, M. 1965. Hydrogen-Ion Activity. In: *Methods of Soil Analysis Part 2* (Black, C.A., ed.) American Society of Agronomy, Inc., Madison, Wisconsin, USA, 914-926 pp.

- Peters, D.B. 1965. Water availability. In: Methods of Soil Analysis, Part I, (ed C.A. Black), pp. 279-285. American Society of Agronomy, Madison, WI.
- Rengasamy, P., Greene, R.S.B., Ford, G.W., Mchammi, A.H. 1984. Identification of Dispersive Behavior and Management of Red-brown earths. Aust. J. Soil Res. 22: 413-431.
- Richards, L.A. 1953. Modulus of Rupture as an Index of Soil Crusting. Soil Sci. Soc. Amer. Proc., 17, 321-323.
- Sağlam, M.T. 1978. Katyon Değişim Kapasitesi Tayini. Kireçli ve Jipsli Topraklar İçin Yeni Bir Metod.” Ziraat Dergisi, 9:145-156
- Scheffer, F. 1966. Lehrbuch der Bodenkunde. Ferdinand Enke Verlag, Stuttgart, pp: 202-209
- Skempton, A.W., Northey, R.D. 1952. The Sensivity of Clays, Geotechnique, 3, 30-53.
- Şeker, C., Karakaplan, S. 1999. Konya Ovasında Toprak Özellikleri ile Kırılma Değerleri Arasındaki İlişkiler. Tr. J. of Agriculture and Forestry 23 : 183-190.
- U.S.Salinity Lab.Staff. 1954. Diagnosis and Improvement of Saline and Alkali Soils. U.S. Government Handbook No: 60, Printing Office, Washington.

Farklı Tekstüre Sahip Toprakların Kimi Fiziksel Özelliklerine Sıkışmanın Etkileri

Hosein TABİEHZAD*

İlhami ÖZKAN*

*Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü

Özet

Sıkışmanın killi, tınlı ve kumlu tınlı toprakların tarla kapasitesi, solma noktası, hidrolik iletkenlik, havalanma boşlukları ve toplam boşlukları üzerine etkileri araştırılmıştır.

Toprakların 0-15 cm.lik yüzey katmanlarından alınmış örnekler laboratuvar koşullarında analize hazırlanmış ve önce, bu örneklerin bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri saptanmıştır. Daha sonra üç farklı tansiyon düzeyinde (pF 3, pF 3.6 ve pF 4.2) su içeren örnekler 3 kg. cm⁻²'lik basınç altında 30 dakika süreyle sıkıştırılmışlar ve örneklerin belirtilen fiziksel özelliklerindeki değişimler belirlenmiştir.

Sonuçlar işlemlerin tümünde sıkışmanın etkisi ile örneklerin tarla kapasitesi, solma noktası, hidrolik iletkenlik, havalanma boşlukları ve toplam boşluklarının azaldığını göstermiştir. Mutlak değer olarak azalmalar killi toprakta tınlı ve kumlu tınlı topraklardan, pF 3'e karşı nem kapsayan örneklerde de diğer nem kapsamlarındaki örneklerden daha fazla olmuştur.

Anahtar Kelimeler: Tarla kapasitesi, hidrolik iletkenlik, havalanma boşlukları, toplam boşluklar

The Effects of Compaction On Some Physical Properties of Soils in Different Texture

Abstract

The effects of compaction on field capacity, wilting point, hydraulic conductivity, aeration porosity and total porosity of clay, loam and sandy loam soils were investigated.

The samples taken from surface (0 to 15 cm) of soils were prepared in laboratory conditions for analyses and, at first, some physical and chemical properties of those samples were determined. After that, the samples with the water content of 3 different tension levels (pF 3, pF 3.6 and pF 4.2), were compacted under the pressure of 3 kg.cm⁻² for 30 minutes, and the changes of the above mentioned.-Physical properties on the samples were determined.

The results indicated that field capacity, wilting point, hydraulic conductivity, aeration porosity and total porosity of the samples were decreased by the effect of compaction in all treatments. The absolute decreases were higher in clay soils than loam and sandy loam soils and higher in samples with the water content of pF 3 tension levels than the others.

Key words: Field capacity, hydraulic conductivity, aeration porosity, total porosity

GİRİŞ

Optimal bir bitki gelişimi için toprakların bitki besin elementi statüleri ve çeşitli kimyasal özelliklerinin yanı sıra toprakta uygun bir su-hava dengesinin varlığı da gereklidir. Toprak gözeneklerinin büyüklük dağılımındaki değişimler toprakta su-hava dengesini yönlendirmek suretiyle bitki gelişimini de olumlu ya da olumsuz şekilde etkilemektedir.

Bitki gelişme ortamı olarak ideal bir toprak, tohumun çimlenebilmesi, filizin yüzeye çıkabilmesi ve bitki kök sisteminin gelişme ve fonksiyonlarını yerine getirebilmesi için gerekli olan çevre koşullarını sağlamaktadır. Böyle bir toprak bu işlevi yaparken sadece bitki gelişimi için gerekli bitki besin maddelerini sunmakla kalmayıp aynı zamanda bitkinin sağlıklı gelişmesi için gerekli olan uygun bir hava-su düzenini de sağlamaktadır.

Toprakta suyun hareketini ve tutulmasını, havalanmayı, bitki besin maddelerinin elverişliliğini mikrobiyal hayatı ve bitki köklerinin kök salmalarını etkileyen toprak fiziksel koşulları tarım alet ve makineleri ile yapılan çeşitli uygulamalar sonucu bozulmaktadır.

Toprak sıkışması büyük ölçüde toprağın nem, organik madde, kil ve silt içeriği ile mekanizasyon araçlarının sayısı ve etkinliğine bağlı bir olaydır.

Türkiye’de kullanımında 1950’li yıllardan beri belirli bir artış görülen tarım alet ve makineleri geniş tarımsal alanların sürülmesi, bu alanlardaki mücadele ve hasat işlemlerinin yapılması gibi hususlarda büyük kolaylıklar sağlamakla birlikte toprağa yaptığı basınçlar nedeniyle, özellikle yüzey katmanlarında önemli ölçüde sıkışmalara neden olmakta, bu da hem toprak agregatlarının kırılması ve taneciklerinin sıkışması yoluyla topraktaki gözeneklerin küçülmesine hem de buna bağlı olarak toprağın su iletme özelliğinde bozulmalara neden olmaktadır. Şüphesiz bu durum hem bitki gelişimindeki önemini yukarıda vurgulanan su hava dengesinin bozulması, hem de yüzey erozyonu nedeniyle toprak kayıplarının ortaya çıkması gibi sonuçları doğurmaktadır.

Bu araştırmanın amacı laboratuvar koşullarında tarım alet ve makinelerinin tarla topraklarında oluşturduğu ortalama basınca yaklaşık olarak eşdeğer bir basınç uygulanan farklı nem düzeyindeki toprak örneklerinde ortaya çıkan sıkışmanın, farklı tekstüre sahip topraklarda boşlukların miktar ve büyüklükleriyle bu özelliklerle ilişkili olan hidrolik iletkenlikte tarla kapasiteleri ve solma noktalarında meydana getirdiği değişimleri belirlemektir.

MATERYAL VE YÖNTEM

Araştırmada kumlu tınlı, tınlı ve killi olmak üzere farklı tekstürdeki toprakların 0-15 cm’lik yüzey katmanlarından alınmış toprak örnekleri kullanılmıştır. Yapılan çeşitli analizlerde kullanılan metotlar;

Mekanik analiz hidrometre yoluyla (Özkan, 1985),

Tekstür sınıfları tekstür üçgeninden yararlanarak (Soil Survey Staff, 1951),

Serbest karbonatlar Scheibler kalsimetresi ile (Hızalan ve Ünal, 1966)

Organik madde Jackson tarafından modifiye edilmiş Walkley-Black metoduyla (Jackson, 1958),

Elektriksel iletkenlik saturasyon ekstraktında Wheatstone köprüsü ile (U.S.Salinity Lab. Staff, 1954),

Toprak reaksiyonu saturasyon ekstraktında potansiyometrik olarak cam elektrodu pH metre ile (Akan, 1966),

Hidrolik iletkenlik bozulmuş örneklerde sabit seviyeli permeametre ile (Sönmez, 1960),

Havalanma boşlukları tansiyon masası metoduyla (De Boodt, 1958),

Çeşitli rutubet sabitelerindeki nem miktarları basınçlı levha cihazı ile (U.S.Salinity Lab. Staff, 1954),

Hacim ağırlığı parafin metoduyla (Akan, 1966),

Özgül ağırlık piknometre metoduyla (U.S.Salinity Lab. Staff, 1954),

Toplam boşluklar toprakların doymuş durumda iken içerdikleri suyun ağırlık yüzdelerinin topraklara ait hacim ağırlığı değerleri ile çarpılmasıyla (Munsuz, 1982) belirlenmişlerdir (Çizelge 1).

Laboratuvar denemesi ise farklı tekstüre sahip üç toprağa ait örneklerin pF 3, pF 3,6, pF 4,2 gibi üç farklı tansiyondaki nem düzeylerinde iki yenilemeli olarak yürütülmüştür. Nem düzeylerinin belirlenmesinde pF 2,8-4,4 değerlerinin en iyi sürüm sınırları olarak gösterilmesi dikkate alınmıştır.

Çizelge 1. Toprak Örneklerinin Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri

| Toprak Özellikleri | Toprak Örnekleri | | |
|----------------------------------|------------------|-------|-------------|
| | Killi | Tınlı | Kumlu Tınlı |
| Kum % | 16,0 | 39,0 | 76,0 |
| Silt % | 39,6 | 35,0 | 10,0 |
| Kil % | 44,4 | 26,0 | 14,0 |
| CaCO ₃ % | 11 | 5 | 4 |
| Organik madde % | 1,18 | 0,43 | 0,92 |
| pH | 7,80 | 7,65 | 7,55 |
| EC 25°C mmhos/cm | 0,45 | 0,58 | 0,59 |
| Özgül ağırlık | 2,65 | 2,64 | 2,61 |
| Hacim ağırlığı g/cm ³ | 1,1 | 1,3 | 1,3 |
| Tarla kapasitesi % w | 41,9 | 23,4 | 11,5 |
| Solma Noktası %w | 27,8 | 12,2 | 7,0 |
| Havalanma porozitesi % | 7,8 | 10,7 | 19,5 |
| Toplam porozite % | 58,9 | 52,4 | 45,6 |
| Hidrolik iletkenlik cm/sn | 0,60 | 1,57 | 7,47 |

Deneme başlangıcında her toprak örneğinin pF 1,7, pF 2,54 , pF 3, pF 3,6, pF 4,2 deki su içerikleri saptanmış, ayrıca hidrolik iletkenlik katsayıları belirlenmiştir. Daha sonra örneklerin birer uçları tülbentle kapatılmış, yaklaşık 100cm³ hacimli bozulmamış örnek kaplarına bir sarsıcı yardımıyla yerleştirilmiş ve bir leğen içinde alttan ısıtılarak kapillarite yoluyla su ile doyurulmuşlardır. Doygun hale gelen örnekler üç gruba ayrılarak laboratuvar koşullarında kurumaya terk edilmiş ve her gün belirli aralıklarla tartılarak toprakların nem içeriklerindeki değişiklikler sürekli izlenmiştir.

Birinci gruptaki örneklerin her biri pF 3 düzeyinde içermeleri gereken su miktarına ulaştıkça modifiye edilmiş bir hidrolik sıkıştırıcıda üstten belirli bir ağırlık yüklenerek 3 kg.cm²lik bir basınçla 30 dakika süreyle sıkıştırılmış ve bu örneklerin havalanma kapasiteleri yeniden belirlenmiştir.

İkinci gruptaki örnekler, pF 3,6 , üçüncü gruptaki örnekler ise pF 4,2 düzeyinde içermeleri gereken su miktarlarına ulaştıkça birinci grup için ayrılan sıkıştırma işlemleriyle daha sonra yapılan havalanma kapasitesi analizi aynen tekrar edilmiştir.

Örneklerin hidrolik iletkenliklerindeki değişmelerin belirlenmesinde de belirtilen metot aynen işlenmiş, ancak örnekler bozulmamış örnek kapları yerine hidrolik iletkenlik kapları içerisinde ve alttan ısıtılarak kapillarite yoluyla doyurulmuşlardır. Çizelge 2’de verilmiştir.

Çizelge 2. Toprak Örneklerinin Sıkışma Öncesi Ve Sonrası Çeşitli Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri

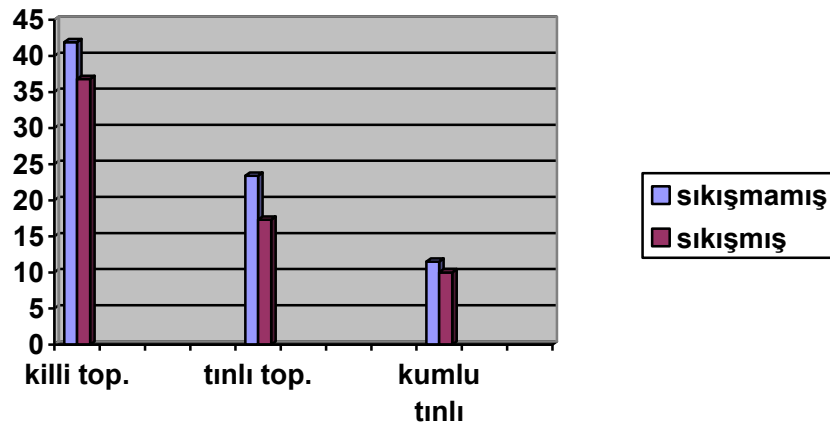
| Toprak örnekleri | TK | (%W) | SN | (%W) | Hidrolik (cm/s) | İlet. (cm/s) | Toplam % | Boşluk % | Hav. % | Boş. % | Küçük % | Boş. % |
|--|------|-------|------|-------|-----------------|--------------|----------|----------|--------|--------|---------|--------|
| | önce | sonra | önce | sonra | önce | sonra | önce | sonra | önce | sonra | önce | sonra |
| pF 3 karşıt nem kapsamında | | | | | | | | | | | | |
| Killi | 41.9 | 36.8 | 27.8 | 20.9 | 0.60 | 0 | 58.9 | 47.6 | 7.8 | 3.0 | 51.1 | 44.6 |
| Tınlı | 23.4 | 17.3 | 12.2 | 7.7 | 1.57 | 0.28 | 52.4 | 42.4 | 10.7 | 5.6 | 41.7 | 36.8 |
| Kumlu tınlı | 11.5 | 10.0 | 7.0 | 5.2 | 7.47 | 4.44 | 45.6 | 37.1 | 19.5 | 11.1 | 26.1 | 26.0 |
| pF 3,6’ya karşıt nem kapsamında | | | | | | | | | | | | |
| Killi | 41.9 | 37.2 | 27.8 | 21.6 | 0.60 | 0 | 58.9 | 47.7 | 7.8 | 5.2 | 51.1 | 42.5 |
| Tınlı | 23.4 | 18.2 | 12.2 | 11.3 | 1.57 | 0.51 | 52.4 | 42.6 | 10.7 | 7.0 | 41.7 | 35.6 |
| Kumlu tınlı | 11.5 | 11.0 | 7.0 | 5.9 | 7.47 | 4.79 | 45.6 | 39.7 | 19.5 | 13.9 | 28 | 26,1 |
| pF 4,2’ye karşıt Nem kapsamında | | | | | | | | | | | | |
| Killi | 41.9 | 37.4 | 27.8 | 26.7 | 0.60 | 0.52 | 58.9 | 48.1 | 7.8 | 5.7 | 51.1 | 42.4 |
| Tınlı | 23.4 | 19.2 | 12.2 | 11.7 | 1.57 | 1.41 | 52.4 | 45.4 | 10.7 | 10.0 | 41.7 | 35.4 |
| Kumlu tınlı | 11.5 | 11.1 | 7.0 | 6.1 | 7.47 | 5.17 | 45.6 | 40.9 | 19.5 | 15.4 | 26.1 | 25.5 |

Örneklerin sıkıştırılması için 3 kg.cm^2 ’lik değerin esas alınmasının nedeni bu değerin hem çeşitli tarım ve alet makinalarının tarla topraklarında oluşturdukları basınçların ortalamasına hem de pulluk sokunun toprağa yaptığı ortalama basınca yaklaşık olarak eşit bulunmasıdır.

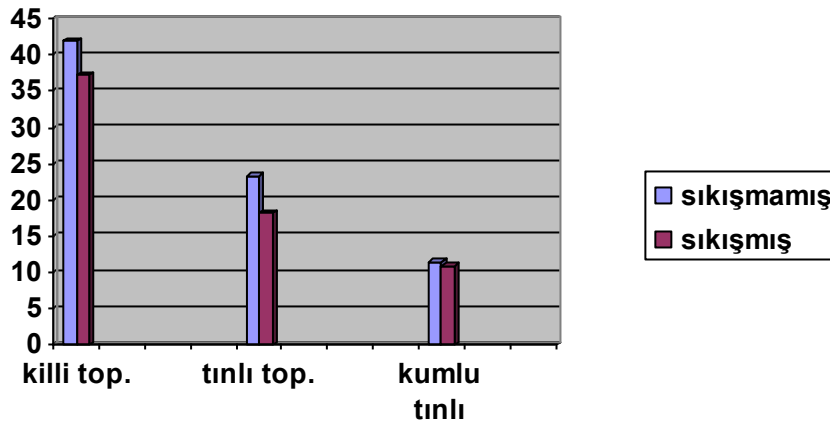
BULGULAR VE TARTIŞMA

Sıkışmaya bağlı olarak örneklerin tarla kapasitelerinde meydana gelen değişiklikler;

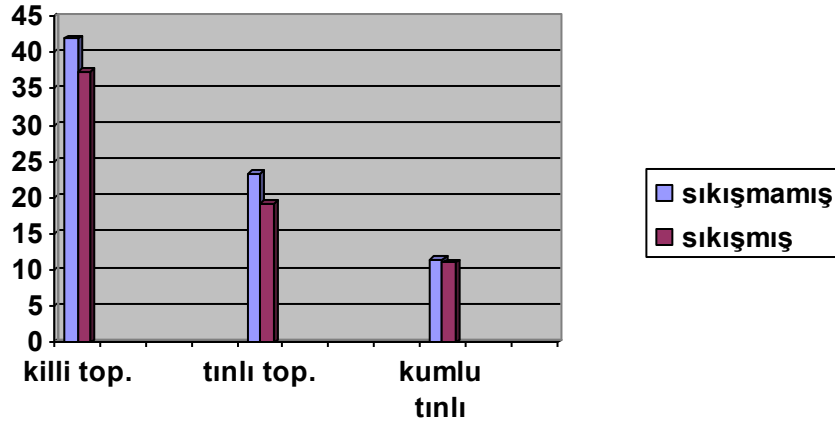
Sıkışma sonucunda her üç toprakta tarla kapasitesinde ve her üç nem kapsamında da azalmalar olmuş, ancak killi toprakta bu azalma daha fazla görülmüştür. Örneklerin tarla kapasitelerindeki değişiklikler ise pF değerlerinde incelenmiş ve azalmalar pF 3’de en fazla pF 4,2 ‘de en az görülmüştür (Şekil 1, Şekil 2 ve Şekil 3). Solma noktasındaki değişimler ise tarla kapasitesindeki değişim sıralamasını takip etmiştir.



Şekil 1. Örneklerin farklı nem kapsamalarında sıkıştırılmaları sonucunda tarla kapasitesindeki değişiklikler pF 3 değeri için



Şekil 2. Örneklerin farklı nem kapsamalarında sıkıştırılmaları sonucunda tarla kapasitesindeki değişiklikler pF 3,6 değeri için



Şekil 3. Örneklerin farklı nem kapsamalarında sıkıştırılmaları sonucunda tarla kapasitesindeki değişiklikler pF 4,2 değeri için

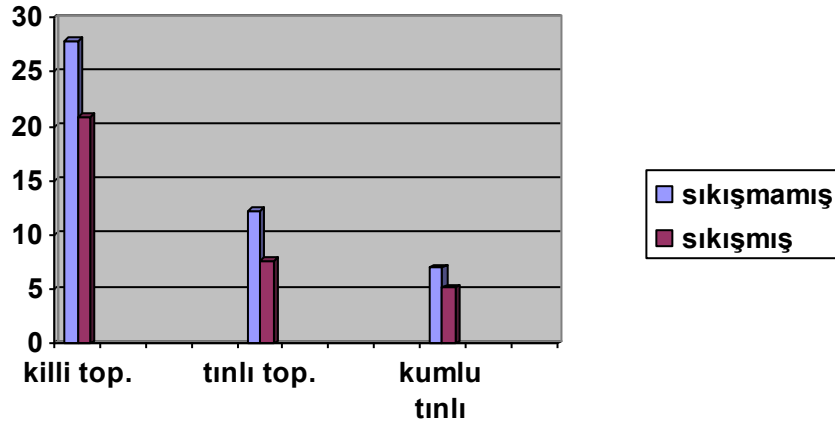
Örneklerin, tarla kapasitesi değerlerinde sıkışma sonrasında azalmalar tekstür ve nem kapsamına göre izlediği sıra örneklerin toplam boşluklar yüzdesindeki değişmelerle uyum göstermektedir.

Sıkışmaya bağlı olarak solma noktasındaki örneklerde meydana gelen değişiklikler;

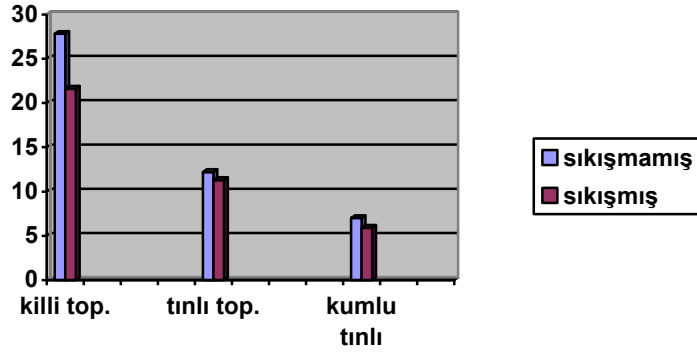
Örneklerin solma noktası değerleri üç farklı tekstürdeki toprak örneklerinin hepsinde en fazla azalmayı pF 3'e karşıt nem kapsamındaki sıkışma sonucunda göstermiştir (Şekil 4).

Bunları sırasıyla, pF 3,6 ve pF 4,2'ye karşıt nem kapsamlarındaki sıkışmalar sonucunda meydana gelen azalmalar izlemiştir (Şekil 5 ve Şekil 6).

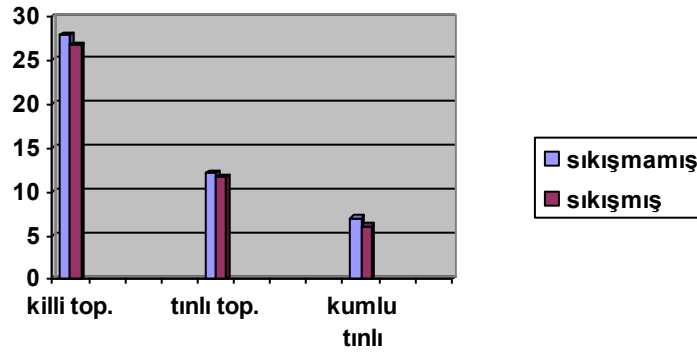
Sıkışmaya bağlı olarak örneklerin hidrolik iletkenliğinde meydana gelen değişiklikler;



Şekil 4. Örneklerin farklı nem kapsamalarında sıkıştırılmaları sonucunda solma noktasında meydana gelen değişiklikler pF 3 değeri için

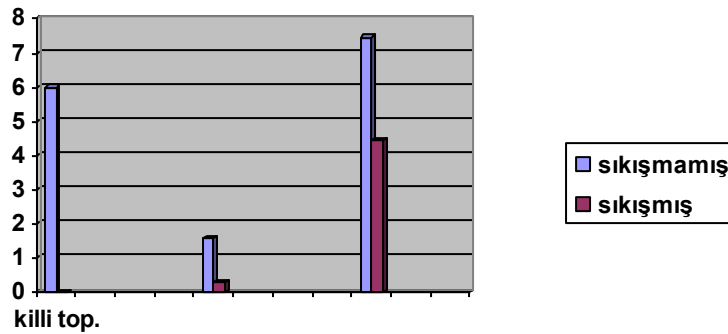


Şekil 5. Örneklerin farklı nem kapsamalarında sıkıştırılmaları sonucunda solma noktasında meydana gelen değişiklikler pF 3,6 değeri için

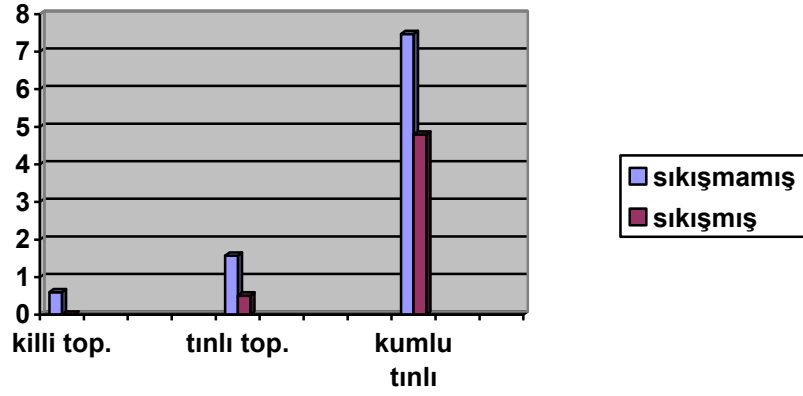


Şekil 6. Örneklerin farklı nem kapsamalarında sıkıştırılmaları sonucunda solma noktasında meydana gelen değişiklikler pF 4,2 değeri için

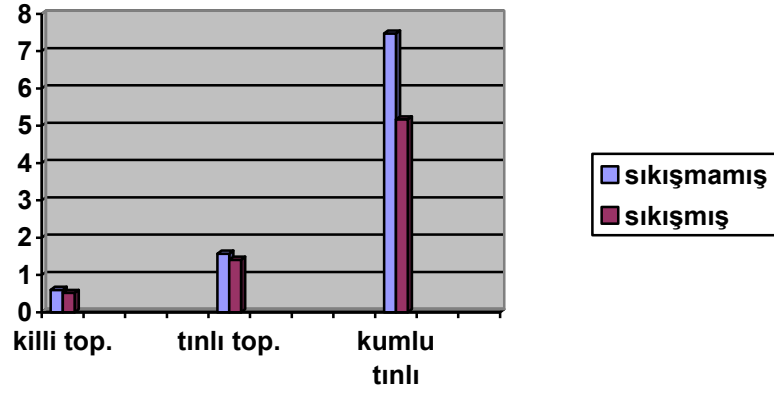
Örneklerin nem kapsamlarındaki farklılık esas alınarak incelendiğinde örneklerin hidrolik iletkenliklerinin hem sıkışmadan önceki ve sonraki değerlerle arasındaki fark, aynı zamanda azalma yüzdesi olarak incelendiğinde pF 3'e karşı nem kapsamında en fazla azalmayı gösterdiği tesbit edilmiştir (Şekil 7). Diğer pF değerlerindeki durum Şekil 8 ve Şekil 9'da gösterilmiştir.



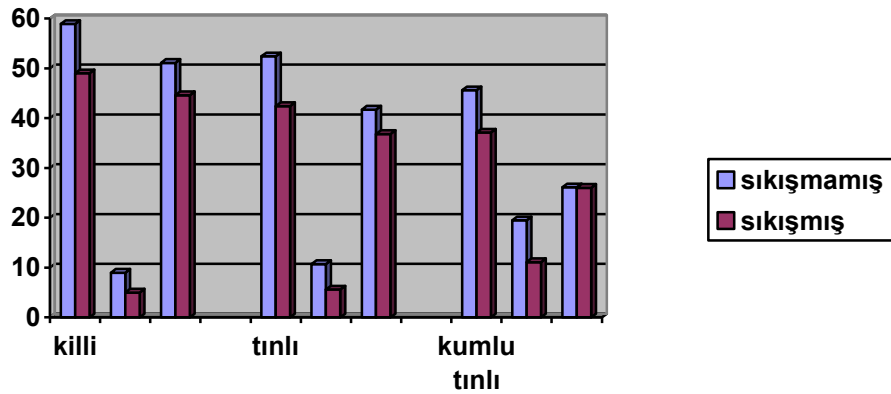
Şekil 7. Örneklerin farklı nem kapsamalarında sıkıştırılmaları sonucunda hidrolik iletkenlik katsayılarındaki değişimler pF 3 değerinde



Şekil 8. Örneklerin farklı nem kapsamalarında sıkıştırılmaları sonucunda hidrolik iletkenlik katsayılarındaki değişimler pF 3,6 değerinde



Şekil 9. Örneklerin farklı nem kapsamalarında sıkıştırılmaları sonucunda hidrolik iletkenlik katsayılarındaki değişimler pF 4,2 değerinde

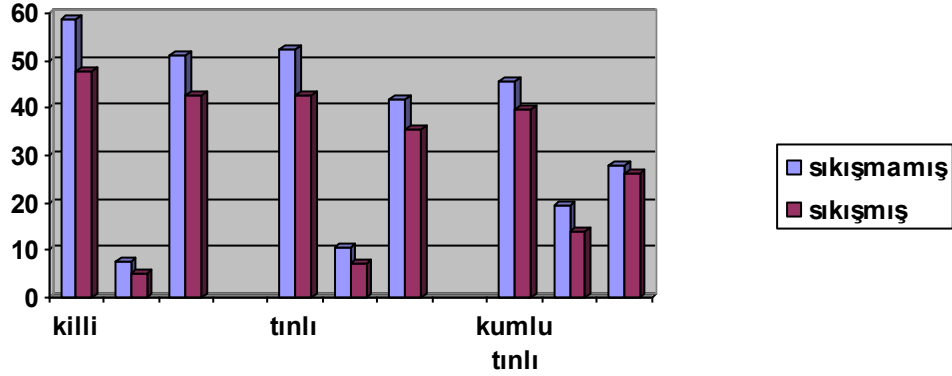


Şekil 10. Boşluklar %'sine göre farklı nem kapsamalarında sıkıştırılmaları sonucundaki değişimler pF3 değerinde

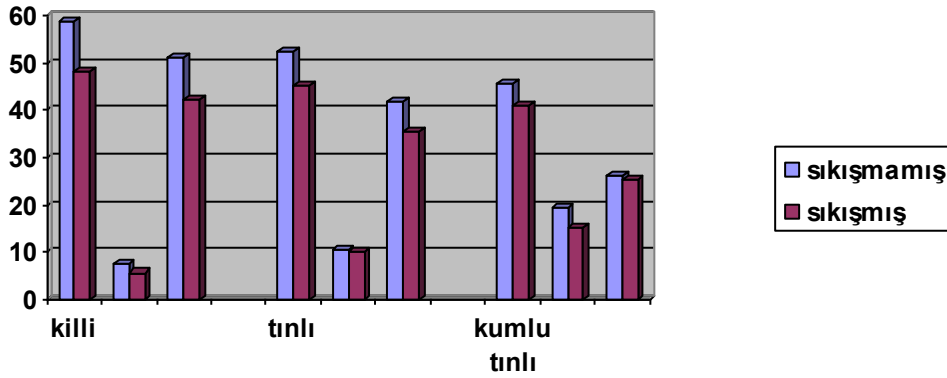
Tekstür farklılığı esas alındığında ise sıkışma öncesi ve sonrası arasındaki fark en fazla kumlu topraklarda görülmüş olup, bunu sırasıyla tınlı ve killi toprak takip etmiştir.

Sıkışmaya bağlı olarak örneklerin havalanma boşluklarıyla toplam boşluklarındaki değişiklikler;

Killi toprak örneklerinin sıkılma öncesi ve sonrası toplam boşluklar yüzdeleri her üç nem kapsamında da birbirlerine yakın olmakla birlikte bu fark pF 3’den pF 4,2’ye karşıt nem kapsamlarına gidildikçe bir miktar azalma göstermiştir. Yani toplam boşluklar yüzdesinde daha az düşme görülmektedir. Aynı durum sıkışma öncesi ve sonrası değerleri arasındaki fark daha belirgin olmak üzere tınlı ve kumlu tınlı topraklar için de söz konusudur (Şekil 10, Şekil 11 ve Şekil 12).



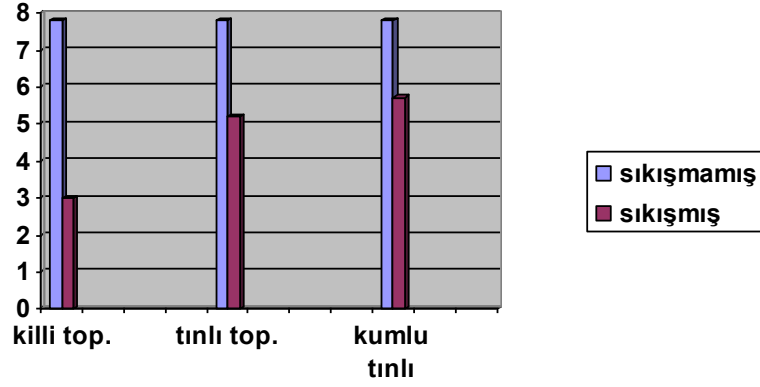
Şekil 11. Boşluklar %'sine göre farklı nem kapsamlarında sıkıştırılmaları sonucundaki değişimler pF 3,6 değerinde



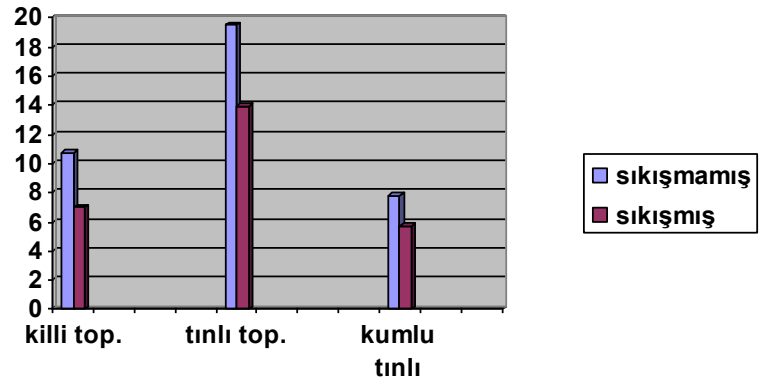
Şekil 12. Boşluklar %'sine göre farklı nem kapsamlarında sıkıştırılmaları sonucundaki değişimler pF 4,2 değerinde

Sıkışmaya bağlı olarak örneklerin havalanmaya bağlı olarak değişimler ise, tekstür yönünden toplam boşluklar miktarında görülen azalmalara kıyasla farklılıklar göstermiştir. En fazla meydana gelen azalmalar kumlu tınlı toprakta görülmüştür.

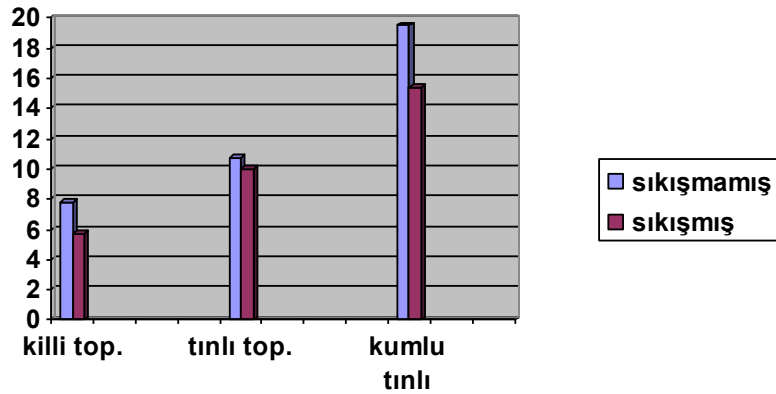
Örneklerin içerdiği nem miktarı arttıkça örneklerin sıkışmayla ilgili olarak havalanma boşluklarında meydana gelen azalmanın miktarı da fazlaşmaktadır ve her üç toprak tekstüründe de ortaya çıkan azalmanın miktarı en fazla pF 3’e karşıt nem kapsamlarında olmuştur (Şekil 13). Diğer pF değerlerindeki değişimler Şekil 14 ve Şekil 15’de verilmiştir.



Şekil 13. Örneklerin farklı nem kapsamalarında sıkıştırılmaları sonucunda havalanma boşluklarındaki değişimler pF 3 değerinde



Şekil 14. Örneklerin farklı nem kapsamalarında sıkıştırılmaları sonucunda havalanma boşluklarındaki değişimler pF 3,6 değerinde



Şekil 15. Örneklerin farklı nem kapsamalarında sıkıştırılmaları sonucunda havalanma boşluklarındaki değişimler pF 4,2 değerinde

SONUÇ

Sonuç olarak, her üç toprak tekstüründe sıkışma sonucunda söz konusu fiziksel özelliklerde değişiklikler olmuş ancak, bu değişiklikler killi toprakta daha fazla, özellikle tarla kapasitesinden az bir miktar veya tarla kapasitesi civarında rutubet ihtiva eden topraklarda daha fazla sıkışma olmuştur. Bu duruma göre, tarım topraklarını uygun zaman, doğru toprak işleme yöntemleriyle ve tarlada tarım alet makinalarının sınırlanması önem taşımaktadır.

KAYNAKLAR

- Akalan, İ. 1966. Toprak Öğrencileri İçin Laboratuvar Kılavuzu. A.Ü. Ziraat Fakültesi, Ankara, 106.
- Akalan, İ. 1973. Toprak Fiziği, A.Ü. Ziraat Fakültesi, Ankara, 506.
- Akalan, İ., Coşan, M. 1980. Lastik Tekerlekli Bir Traktörün Çeşitli Nemlilik Koşullarındaki Toprağın Sıkışmasına Etkisi. A.Ü. Ziraat Fakültesi Yıllığı, 1979, 29:149-157.
- Bouyoucos, G.J. 1951. A Recalibration of the Hydrometer for Making Mechanical Analysis of Soil. Agronomy Journal, 43, 434-438.
- Conover, C.A., Poole, R.T. 1981. Effect of Soil Compaction on Physical Properties of Potting Media and Growth of *Pilea Pubescens* Liebm., Silver Tree, Journal of the Amer. Society of Horticultural Science, 106, 5:604-607.
- De Boodt, M. 1958. Het beoorden van de bodemstructuur door laboratoriumonderzoek. Mededelingen van der Landbouwhogeschool Gent, 23, 465-548.
- Hızalan, E., Ünal, H. 1966. Topraklarda Önemli Kimyasal Analizler, A.Ü. Ziraat Fakültesi, Ankara, 87.
- Hodara, J., Slowinska-Jurkiewicz, A. 1982. The Changes of the Soil Structure and Physical Properties of Soil Being Compacted. Proceedings of the 9th Conference of the Soil Tillage Research Organization, Academy of Agriculture Lublin, Poland, 219-224.
- Jackson, M.L. 1958. Soil Chemical Analysis, Prentice Hall Inc., New Jersey, 498.
- Kruger, W. 1971. Effect of Different Degrees of Soil Compaction on Soil Physical Properties and Plant Growth. Soil and Fertilizers, 34, 2, 116.
- Metwally, S.L., Hamdi, H., Abdel-Samle, A.G., Hilal, M.H., Marbouk, S.A. 1972. A Study on the Porosity of Compacted Soil. Egyptian Journal of Soil Science, 12, 1. 107-119.
- Munsuz, N. 1985. Toprak Mekaniği ve Teknolojisi, A. Ü. Ziraat Fakültesi, Ankara, 448.
- Munsuz, N. 1982. Toprak-Su İlişkileri, A.Ü. Ziraat Fakültesi, Ankara. 241.
- Ohu, J.O., Raghavan, G.S.V., McKyes, E. 1985. Peatmoss Effect on the Physical and Hydraulic Characteristics of Compacted Soils. American Society of Agricultural Engineers, 28, 2, 420-424.
- Özkan, İ. 1985. Toprak Fiziği, A.Ü. Ziraat Fakültesi, 171, Ankara.
- Özkan, İ. 1985. Toprak Fiziği, A.Ü. Ziraat Fakültesi, Ankara, 171.
- Soil Survey Staff, 1951. Soil Survey Manual, USDA Handbook, 18. U.S. Dept of Agriculture, Washington D.C. 503.
- Sönmez, N. 1960. Hidrolik Kondaktivite ve Burgu Deliği (Augere Hole) Metodu ile Taban Suyu Seviyesinin Altında Hidrolik Kondaktivitenin Ölçülmesi. A.Ü. Ziraat Fakültesi, Ankara. 64.
- Swenford, J.M., Boevey, T.M.C. 1984. The Effects of Soil Compaction due to Infield Transport on Ratoon Cane Yields and Soil Physical Characteristics, Proceedings South African Sugar Technologists Association, 58, 198-203.
- Talha, M., Metwally, S.Y., Showky, M.E., El-Samanoudy, I.M. 1979. Load a Preliminary Study of the Effect of Weight on Some Soil Properties. I. Hydraulic Conductivity, Research of Bulletin, Faculty of Agriculture, Ain Shams University, 1211.23.
- U.S. Salinity Laboratory Staff, 1954. Diagnosis and Improvement of Saline and Alkali Soils, USDA Agricultural Handbook, 60, L.A. Richards, Editor, U.S. Dept of Agriculture, Washington, D.C. 160.

Fındık Zuruf Kompostunun Sıkıştırılmış Killi Tınlı Bir Toprağın Fiziksel Özellikleri Üzerine Etkisi¹

Yasemin BİROL*

Damla BENDER ÖZENÇ**

*Ziraat Yüksek Mühendisi, Tarım ve Köyişleri Bakanlığı, Çarşamba İlçe Tarım Müdürlüğü, Samsun

**Doç. Dr., Ordu Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Ordu

Özet

Bu çalışmada, fındık zuruf kompostunun sıkıştırılmış killi tınlı toprağın, rutubet karakteristikleri, havalanma porozitesi, makro ve mikro por miktarı, hidrolik iletkenlik gibi bazı fiziksel özellikleri üzerine etkileri araştırılmıştır. Deneme, tesadüf parselleri deneme desenine göre, killi tın toprakta, fındık zuruf kompostunun beş farklı karışım oranı (%0, %1, %2,%3, %4, hacimsel olarak), 3 farklı nem düzeyi (hava kuru, tarla kapasitesinin %60'ı ve tarla kapasitesinin %75'i düzeyinde), 1 basınç düzeyi ve 3 tekrarlamalı olarak yürütülmüştür. Elde edilen sonuçlara göre, toprakların nem düzeyleri arttıkça sıkışmanın etkisi artmıştır. Uygulanan zuruf kompostu dozlarının oranı arttıkça, toprak özelliklerinin olumlu yönde etkilenmiş, ayrıca zuruf kompostu sıkışmanın olumsuz etkilerini azaltmıştır. Tarla kapasitesinin %75'i düzeyinde nem içeren koşullardaki sıkıştırma ve toprağa %4 oranında fındık zuruf kompostunun karıştırılması, toprağın saturasyon yüzdesi (%64.10), havalanma porozitesi (%18.95), makro por miktarı (%29.57) ve solma noktası üzerine en fazla etkiyi sağlamıştır. Tarla kapasitesi değeri üzerine ise yine aynı nem düzeyinde %3'lük kompost uygulaması (%40.56) yeterli bulunmuştur. Diğer taraftan, artan nem düzeyinde yapılan sıkıştırma ile hidrolik iletkenlik değeri azalmış, kompost uygulamaları toprağın hidrolik iletkenliğini artmıştır (6.24cm.h⁻¹, %4'lük doz).

Anahtar Kelimeler: Sıkışma, kompost, nem içerikleri, hidrolik iletkenlik

Effect of Hazelnut Husk Compost on Physical Properties of Compacted a Clay- Loam Soil

Abstract

In this study, effect of hazelnut husk compost on some physical properties as moisture characteristics, aeration porosity, hydraulic conductivity, macro and micro pore content were researched. Trial was carried out according to randomized parcels experimental design and clay loam soil, five different mixing ratio (0%, 1%, 2%, 3%, 4%, volumetrically), three different moisture levels (air dry, 60% of field capacity and 75% of field capacity levels), one pressure and three replications. According to the results obtained, when moisture levels of soils increased, the effect of compaction increased. With adding different rates of compost applications to the soil, soil properties were positively affected, also husk compost reduced the negative effect of compaction. When soil was compacted at the 75% of field capacity moisture level and was mixed with the rate of 4% of hazelnut husk compost, the maximum effect provided on saturation percentage (64.10%), aeration porosity (18.95%), macro pore content (29.57%) and wilting point of soil. The compaction at the same moisture level has been effective on the field capacity and the rate of 3% of compost application (40.56%) was found to be sufficient. On the other hand, hydraulic conductivity decreased with compacted at the high moisture level, compost applications increased hydraulic conductivity of soil (6.24cm.h⁻¹, the rate of 4%).

Key Words: Compaction, compost, moisture contents, hydraulic conductivity

¹ Bu çalışma Yüksek Lisans Tezinden hazırlanmıştır.

Giriş

Tarım alanlarında meydana gelen sıkışma, üretim kapasitesinde ciddi bir biçimde azalmaya neden olduğundan, tarımsal açıdan önemli bir problemdir (Aksakal, 2003). Toprak sıkışması, dinamik bir yük veya basınç altında toprak tanelerinin tertiplenme tarzının bozularak birbirlerine daha yakın bir şekilde yeniden tertiplenmeleri suretiyle, porozite ile boşluk oranını azalması ve toprak hacim ağırlığının artması şeklinde tanımlanmaktadır. Sıkışma sonucu, toprağın yapısal özelliklerinin ve fonksiyonlarının değişmesi ile verimde azalma meydana gelmekte; ayrıca, toprağın işlenmesi de zorlaşmaktadır (Kok ve ark., 1996; McBride ve ark., 1997; Kirişçi, 1999; Anonim, 2002).

Bitkisel üretimin gerçekleştirildiği ortamlarda çok sık makine kullanımını ifade eden tarla trafiği, toprak sıkışmasının temel faktörüdür. Traktör ve ekim makinesi gibi tarımsal araçların tekerlekleri en önemli sıkışma vasıtalarıdır. Özellikle nemin uygun olmadığı koşullarda toprakların işlenmesi veya hasat sonrası tarla yüzeyindeki bitkisel artıkların hayvanlara otlatılması şeklinde uzaklaştırılması, önemli derecede toprak sıkışmasına yol açmaktadır. Sıkışma, ülkemizde özellikle ağır bünyeli toprak yapısının yaygın olduğu bölgelerde, çözümlenmesi gereken önemli sorunlardan birisidir (Korucu ve ark., 2003). Son yıllarda, ürün rotasyonundaki azalma, toprak işleme başta olmak üzere yapılan tarımsal üretim faaliyetleri sırasında kullanılan traktör ve makineleri, gerek kapasite ve gerekse ağırlık yönünden artan tarla trafiği nedeniyle sıkışma problemini de beraberinde getirmektedir (Kok ve ark., 1996). Topraklar veya toprak tabakaları tekstür durumlarına, rutubet durumlarına ve strüktür yapılarına bağlı olarak sıkışmaya uğrayabilirler (Munsuz, 1982).

Toprak idaresinde birinci işlemlerden birisi, mümkün olduğu kadar toprak sıkışmasını en aza indirmektir. İkinci işlem ise, toprak işleme ve araçların trafiği sonucu oluşan ve arzu edilmeyen ölçülere varan sıkışmayı düzeltmektir (Munsuz, 1982). Toprak işleme yöntemleriyle meydana gelen toprak sıkışmasını azaltmak için uygulanan toprak idare yöntemlerinden birisi de toprağın organik madde içeriğinin korunması ve devamlılığının sağlanmasıdır. Ürün artıkları, çeşitli atıklar ve atık yönetimi, toprak strüktürünü ve dolayısıyla da sıkışmanın oluşma potansiyelini etkilemektedir. Bu nedenle, topraklarda organik materyalin korunması ve sürekliliğinin sağlanması, toprak sıkışmasının önlenmesinde etkili bir yol olarak düşünülmektedir (Korucu ve ark., 2003). Organik materyalin korunması ve sürekliliğinin sağlanması toprağa organik madde ilavesi ile mümkün olmaktadır. Toprağın iyi bir strüktür kazanması, agregatların stabil hale gelmesi, toprağın su tutma kapasitesi, havalanması ve iyi tav durumunu muhafaza etmesi gibi fiziksel özellikler geniş ölçüde organik madde ile ilgilidir (Ertop, 2002). Günümüzde bu amaçla su yosunu, kan tozu, kemik unu, çay atığı, çöpler, evsel atıklar, hayvan gübrelere, fındık zurufu gibi değişik organik atıklar kullanılmaktadır (Eskici, 2004).

Türkiye fındık üretimi bakımından birinci sırada yer almaktadır. Ülkemizde fındık yetiştiriciliğinin yapıldığı alan miktarı yaklaşık olarak 500 000 ha olup, 2000-2008 yılları arasındaki sekiz yıllık üretim ortalaması 510 000 ton kabuklu fındıktır ve her yıl ortalama 400 000 ton kuru fındık zurufu açığa çıkmaktadır (FAOSTAT, 2009). Karadeniz Bölgesi'nde her yıl çok fazla miktarlarda açığa çıkan bu materyalin çok az bir kısmı hayvan altlığı olarak kullanıldıktan sonra araziye geri verilmekte, geri kalan büyük kısmı ise ya yakılarak imha edilmekte ya da değerlendirilmeyen bir atık materyal şeklinde durmaktadır. Genelde değerlendirilmeyen ve işletmeler için sorun oluşturan bir materyal şeklinde bulunan fındık zurufu, bölgede değerlendirilmeyi bekleyen büyük bir potansiyel olarak durmaktadır. Hasat sonrası atığı halindeki fındık zurufunun kompostlandıktan sonra bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri, organik bir materyal olarak kullanımı bakımından değerlendirilebilecek değerlere sahip olduğunu göstermektedir (Çalışkan ve ark., 1996; Özenç ve Çalışkan, 2001; Bender Özenç, 2005).

Bu çalışmayla, hasat artığı olarak ortaya çıkan fındık zurufunun kompostlanarak toprağa uygulanması ile tarla trafiği sonucunda meydana gelen toprak sıkışmasını azaltarak, toprakların bazı fiziksel özellikleri üzerine etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

MATERYAL VE YÖNTEM

Araştırmada kullanılan toprak killi-tın bünyede olup, organik materyal olarak, fındık bahçelerinden temin edilen ve Indore yöntemine göre kompostlanarak (Çalışkan ve ark.,1996) kullanılmaya hazır hale getirilen fındık zuruf kompostu kullanılmıştır. Deneme, tesadüf parselleri deneme desenine göre kurulmuş, tek toprak çeşidi, tek organik materyal, organik materyale ait 4 farklı karışım oranı, 1 basınç düzeyi, 3 farklı nem düzeyi (hava kuru, tarla kapasitesinin %60’ı ve tarla kapasitesinin %75’i düzeyinde) ve 3 tekerrürlü olarak her muamelede bir kontrol uygulanarak yürütülmüştür.

Killi-tın toprağın ve fındık zuruf kompostunun bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri Çizelge 1’de verilmiştir.

Denemede kullanılan orta bünyeli toprak örneği ve organik materyal olarak kullanılan fındık zuruf kompostu kurutulduktan sonra, 4 mm’lik elekten elenmiş ve hacim ağırlığı esasına göre %0, %1, %2, %3, %4 oranında zuruf kompostunun toprak örneklerine ilave edilmesiyle karışımlar hazırlanmıştır. Elde edilen karışımlar, altları tülbentle bağlanmış yaklaşık 80 cm³’lük bozulmamış örnek alma kaplarına doldurulmuştur. Örnekler laboratuvar koşullarında bir leğen içerisinde doymuş hale getirildikten sonra kurumaya bırakılmış ve belirli aralıklarla tartılarak tarla kapasitesinin %60’ı (N2) ve %75’i (N3) oranında nem içeriğine getirilmiştir. Deneme süresince, örnekler çeşitli tarım alet ve ekipmanlarının tarla topraklarında oluşturdukları 3 kg/cm²’lik basınç ortalamasına karşılık gelen 50 kg’lık bir ağırlık altında 15 dakika süreyle sıkıştırılmışlardır (Munsuz, 1985). Sıkıştırma işleminden sonra tüm örnekler hava kuru nemdeki (N1) örneklerle birlikte tekrar su dolu bir leğen içerisine konularak sature hale getirilmiştir.

Denemede kullanılan fındık zuruf kompostunun hacim ağırlığı, kolay alınabilir su yüzdesi (KAS), havalanma porozitesi (HP) ve su tamponlama kapasitesi (STK) değerleri De Boodt ve ark. (1973) tarafından belirtilen yöntemle, pH ve EC değerleri 1:3 organik madde-su süspansiyonunda Gabriels ve Verdonck (1992)’a göre, organik madde içeriği kuru yakma yöntemine (DIN 11542, 1978) göre belirlenmiştir. Killi tın bünyeye sahip toprağının tekstür tayini hidrometre yöntemi (Bouyoucos 1951) ve tekstür üçgenine (Soil Survey Staff, 1951) göre yapılmıştır. Hacim ağırlığı bozulmamış toprak örneklerinde Blake ve Hartge (1986)’ a göre, pH ve EC değerleri 1:2,5 toprak-su süspansiyonunda U.S.Salinity Lab. Staff (1954)’a göre, serbest karbonatlar Scheibler kalsimetresiyle Çağlar (1958)’a göre, organik madde içeriği Walkley-Black ıslak yakma yöntemiyle Nelson ve Sommers (1982)’a göre belirlenmiştir. Deneme toprağının ve kullanılan ortamların rutubet tansiyon değerleri (pF 0, pF 1.7) De Boodt ve ark. (1973)’na göre, tarla kapasitesi ve solma noktası değerleri basınçlı membran ile, doymuş hidrolik iletkenlik değerleri, (Ks) permeametre yöntemine göre (Klute ve Dirksen, 1986) belirlenmiştir. Havalanma porozitesi, makro ve mikro por yüzdesi, Munsuz (1982) tarafından belirtilen hesaplama yolu ile bulunmuştur.

Çizelge 1. Denemede kullanılan toprağa ve fındık zuruf kompostuna ait bazı fiziksel ve kimyasal özellikler

| Özellikler | Toprak | Fındık zuruf kompostu |
|---|-----------|-----------------------|
| Tekstür sınıfı | Killi tın | - |
| Hacim ağırlığı (g.cm ⁻³) | 1.20 | 0.16 |
| Tarla Kapasitesi (%) | 24.57 | - |
| Solma Noktası (%) | 13.77 | - |
| Kolay Alınabilir Su (%) | - | 23.87 |
| Havalanma Kapasitesi (%) | - | 31.85 |
| Su Tamponlama Kapasitesi (%) | - | 7.27 |
| Hidrolik İletkenlik (cm.h ⁻¹) | 1.85 | - |
| pH | 7.50 | 6.13 |
| EC (dS.m ⁻¹) | Tuzsuz | 0.888 |
| CaCO ₃ (%) | 2.4 | - |
| Organik madde (%) | 2.19 | 74.25 |

Deneme sonunda elde edilen verilerin istatistiksel analizleri “MSTATC” programında yapılmış ve istatistiksel olarak önemli bulunan uygulamalar arasındaki farklılıklar LSD çoklu karşılaştırma testi ile gösterilmiştir.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Rutubet Karakteristikleri

Farklı oranlarda fındık zuruf kompostu karıştırılan (%0, %1, %2, %3, %4) ve farklı nem düzeyine (hava kuru (N1), tarla kapasitesinin %60'ı (N2) ve tarla kapasitesinin %75'i (N3)) sahip olan toprak örneklerine uygulanan sıkışma, killi tınlı toprağın rutubet-tansiyon değerlerinde tutulan su miktarını artırmıştır. Topraklar için sulama açısından önemli bir kriter olan saturasyon yüzdesi üzerine hem kompost dozları hem de nem düzeylerinde sıkıştırma etkili olmuştur. (Çizelge 2). Çizelge 2'den de görüleceği gibi, N1 ve N2 nem düzeyinde yapılan sıkıştırmada, kompost uygulamaları toprağın saturasyon değerini rakamsal olarak artırmış, ancak uygulamalar arasında istatistiksel farklılık görülmemiştir. Özellikle N3 düzeyinde yapılan sıkıştırma işleminde fındık zuruf kompostunun sıkışmaya karşı olan etkisi %3'lük dozla kendini göstermiş (%62.28), %4'lük kompost ilavesi ile toprağın tuttuğu nem miktarı %64.10 ile en yüksek değere ulaşmıştır. Sıkışma ile topraktan uzaklaşan su miktarının artması beklenirken, kompost, toprağın sıkışabilirliğini azaltarak, daha fazla su tutulmasını sağlamıştır.

pF1.7'de tutulan yüzde su miktarı için de benzer sonuçlar elde edilmiştir (Çizelge 3). Killi tın toprağa artan oranlarda kompost ilave edilmesi ve tarla kapasitesinin %75'i düzeyinde nem içerdiği koşullarda toprağın sıkıştırılması (N3), bu tansiyonda tutulan nem içeriğini artıran uygulamalar olmuştur. Malkawi ve ark. (1999) yaptıkları çalışmada, organik maddenin optimum su içeriğinin arttırdığı, bununla birlikte organik maddenin toprağın sıkışabilirliğini azalttığını, ancak; çok az organik madde içeren toprakların sıkışabilirliğinin hala devam ettiğini belirtmişlerdir. Yavuzcan ve ark. (2005)'nin yaptıkları bir çalışmada, toprak sıkışmasında en belirleyici faktörün toprak su içeriği olduğunu ve orta düzeydeki su içeriğinde meydana gelen trafiğin toprak koşullarını olumsuz etkilemediğini belirtmişlerdir. Bender Özenç (2005) fındık zuruf kompostunun toprağın fiziksel özellikleri üzerine olumlu etkiler yaptığı, özellikle kaba fraksiyonunun (4-6.35mm) daha etkili olduğunu belirtmiştir.

Çizelge 2. Fındık zuruf kompostunun sıkıştırılmış killi tın bir toprağın saturasyon yüzdesi üzerine etkisi

| Nem | Doz | | | | | |
|------|--------|---------|----------|---------|----------|--------|
| | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | Ort. |
| N1 | 50.82d | 50.99d | 51.61d | 52.40d | 53.93cd | 51.95B |
| N2 | 51.35d | 51.74d | 52.17d | 53.59cd | 54.82bcd | 52.73B |
| N3 | 52.61d | 53.53cd | 60.26abc | 62.28ab | 64.10a | 58.56A |
| Ort. | 51.59B | 52.09B | 54.68AB | 56.09A | 57.62A | |

*Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki fark, kendi grubu içerisinde önemli değildir.

Doz için LSD (p<0.01)=4.403, Nem için LSD (p<0.01)=3.411, Doz X Nem için LSD (p<0.01)=7.627

**N1:Hava kuru durumdaki toprak, N2:Tarla kapasitesinin %60'ı düzeyinde nem içeriği, N3:Tarla kapasitesinin %75'i düzeyinde nem içeriği

Çizelge 3. Fındık zuruf kompostunun sıkıştırılmış killi tın bir toprağın pF 1.7' de tutulan yüzde su miktarı üzerine etkisi

| Nem | Doz | | | | | |
|------|--------|--------|---------|---------|--------|--------|
| | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | Ort. |
| N1 | 38.46 | 38.36 | 38.66 | 39.19 | 40.61 | 39.06B |
| N2 | 40.35 | 39.20 | 39.95 | 40.45 | 41.02 | 40.19B |
| N3 | 41.90 | 43.13 | 43.16 | 44.40 | 45.11 | 43.54A |
| Ort. | 40.24B | 40.23B | 40.60AB | 41.35AB | 42.25A | |

*Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki fark, kendi grubu içerisinde önemli değildir.

Doz için LSD (p<0.05)= 1.928, Nem için LSD (p<0.01)= 2.011

**N1:Hava kuru durumdaki toprak, N2:Tarla kapasitesinin %60'ı düzeyinde nem içeriği, N3:Tarla kapasitesinin %75'i düzeyinde nem içeriği

Artan nem düzeyinde yapılan sıkıştırma uygulamaları, toprağın tarla kapasitesi değerini artırmış, ayrıca fındık zuruf kompostunun artan dozlarda ilave edilmesi de bu artışı olumlu yönde etkilemiştir. N3 durumda nem içeren koşullarda %3 oranında fındık zuruf kompostunun toprağa ilave edilmesinin, tarla kapasitesinde tutulan su miktarı içeriğini artırması bakımından yeterli olduğu görülmüştür (Çizelge 4). Benzer sonuçlar, killi tın toprağın solma noktası içeriğinde de elde edilmiştir. N3 durumda nem içeren koşullarda solma noktası değerinin en fazla (%35.50) olduğu, ayrıca toprağa ilave edilen fındık zuruf kompostunun %4'lük dozunun en etkili doz olduğu görülmektedir (Çizelge 5).

Bender Özenç ve Özenç (2008), farklı organik materyallerin toprağın fiziksel özellikleri üzerine etkilerini araştırdıkları çalışmalarında, kullandıkları organik materyallerden fındık zuruf kompostunun toprağın tarla kapasitesindeki ve solma noktası düzeyinde tutulan nem miktarını artırdığını belirtmişlerdir. Zuruf kompostunun düşük hacim ağırlığına sahip olması, toprağın sıkışmaya karşı direncini artırmış, yüksek su tamponlama kapasitesi ile de, uygulanan yüke karşı toprakta tuttuğu nem miktarının azalmasını önlemiş olduğu düşünülmektedir. Ohu ve ark. (1985), sıkışmanın gerçekleştiği topraklarda yarayışlı su kapasitesi ve doymuş hidrolik iletkenlik değerlerinde azalma meydana geldiğini; topraklara ilave edilen organik maddenin genellikle sıkışmış bir toprağın su tutma kabiliyetini arttırdığını, yarayışlı su kapasitesini genişlettiğini bildirmişlerdir. Organik maddenin hacim ağırlığının düşük olması ve agregat stabilitesini arttırması nedeniyle, topraklarda sıkışma ve hacim ağırlığı değerlerinde düşüş, porozite miktarında, infiltrasyon oranında ve tarla kapasitesi düzeyindeki toprak su miktarında önemli artışlar meydana getirmektedir (Bender Özenç ve Özenç, 2009; Yılmaz ve Alagöz, 2008).

Çizelge 4. Fındık zuruf kompostunun sıkıştırılmış killi tın bir toprağın tarla kapasitesindeki su miktarı üzerine etkisi

| Nem | Doz | | | | | |
|------|----------|---------|----------|----------|---------|--------|
| | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | Ort. |
| N1 | 34.63g | 35.24fg | 35.95efg | 36.73def | 38.23cd | 36.15C |
| N2 | 35.40efg | 36.90de | 37.80cd | 38.61c | 40.43a | 37.83B |
| N3 | 37.62cd | 37.64cd | 38.78bc | 40.56a | 40.24ab | 38.97A |
| Ort. | 35.88D | 36.59CD | 37.51BC | 38.63AB | 39.63A | |

**Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki fark, kendi grubu içerisinde önemli değildir.

Doz için LSD (p<0.01)=1.244, Nem için LSD (p<0.001)= 0.9637, Doz X Nem için LSD (p<0.05)=1.600

**N1:Hava kuru durumdaki toprak, N2:Tarla kapasitesinin %60'ı düzeyinde nem içeriği, N3:Tarla kapasitesinin %75'i düzeyinde nem içeriği

Çizelge 5. Fındık zuruf kompostunun sıkıştırılmış killi tın bir toprağın solma noktasındaki su miktarı üzerine etkisi

| Nem | Doz | | | | | |
|------|--------|---------|----------|---------|--------|--------|
| | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | Ort. |
| N1 | 35.51 | 32.09 | 32.66 | 33.37 | 34.68 | 32.86B |
| N2 | 32.62 | 33.57 | 34.05 | 35.10 | 36.46 | 34.36A |
| N3 | 34.82 | 34.49 | 35.57 | 36.68 | 35.98 | 35.50A |
| Ort. | 32.98C | 33.38BC | 34.09ABC | 35.05AB | 35.71A | |

*Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki fark, kendi grubu içerisinde önemli değildir.

Doz için LSD (p<0.01)=1.834, Nem için LSD (p<0.01)=1.420

**N1:Hava kuru durumdaki toprak, N2:Tarla kapasitesinin %60'ı düzeyinde nem içeriği, N3:Tarla kapasitesinin %75'i düzeyinde nem içeriği

Havalanma Porozitesi

Çizelge 6’ de görüleceği gibi, toprağın havalanma porozitesini hem farklı nem düzeylerindeki sıkıştırma hem de toprağa artan dozlarda kompost uygulamalarının etkilediği belirlenmiştir. Tarla kapasitesinin %75’i düzeyinde nem içeren koşullarda (N3) sıkıştırma uygulandığında, toprağa %4 oranında kompost ilave edilmesi, havalanma porozitesi üzerine diğer uygulamalardan daha etkili olmuştur.

Yapılan uygulamaların havalanma boşluklarını azaltması beklenir ki, toprak sıkışmasının toprağın hacim ağırlığını artırdığı ve hava dolu boşluklarını azalttığı birçok araştırmacı tarafından (Munsuz, 1982; Swinford ve Boevey, 1984; Chan ve ark., 2006) ortaya konulmuştur. Ancak, züruf kompostu yüksek havalanma kapasitesine (%31.85) sahip bir materyaldir. Bu nedenle, ortama ilave edilen züruf kompostunun, toprağın strüktürel yapısını etkileyerek, nem içeriğinin artmasına karşılık yapılan sıkıştırma uygulamaları ile havalanma porozitesi üzerinde olumsuz etkinin meydana gelmesini önlediği söylenebilir. Bender Özenç ve Özenç (2009), fındık züruf kompost uygulamalarının uzun dönemde toprakların hidrolik iletkenlik, su tutma kapasitesi, kullanılabilir su içeriği, makro-por ve mikro-por yüzdesi ve bazı toprak özelliklerini düzelttiğini bildirmişlerdir.

Makro ve Mikro Por Yüzdesi

Yapılan uygulamaların toprağın makro por miktarı üzerine sıkışmadan ziyade uygulanan fındık züruf kompostunun etkili olduğunu göstermiştir. Dolayısıyla da artan oran oranlarda ilave edilen kompostun etkisi artmış ve %75’i (N3) düzeyinde nem içerdiği koşullarda sıkıştırıldığında uygulanan %4 lük doz en etkili doz (%29.57) olarak bulunmuştur (Çizelge 7). Makro porlar, toprakların havalanmasını sağlayan kapillar olmayan boşluklardır. Denemede, toprağın havalanma porozitesinde meydana gelen artış makro por miktarındaki artışı desteklemektedir.

Çizelge 6. Fındık züruf kompostunun sıkıştırılmış killi tın bir toprağın havalanma porozitesi üzerine etkisi

| Nem | Doz | | | | | |
|------|----------|----------|-----------|-----------|-----------|--------|
| | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | Ort. |
| N1 | 12.35bcd | 12.62bcd | 12.93abcd | 13.21abcd | 13.31abcd | 12.89B |
| N2 | 11.00cd | 12.54bcd | 12.21bcd | 13.13abd | 13.81abcd | 12.53B |
| N3 | 10.70d | 10.40d | 17.09abc | 17.88ab | 18.95a | 15.00A |
| Ort. | 11.35B | 11.85AB | 14.08AB | 14.73AB | 15.35A | |

* Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki fark, kendi grubu içerisinde önemli değildir.

Doz için LSD ($p<0.01$)=3.623, Nem için LSD ($p<0.05$)= 2.084, Doz X Nem için LSD ($p<0.01$)=6.275

**N1:Hava kuru durumdaki toprak, N2:Tarla kapasitesinin %60’ı düzeyinde nem içeriği, N3:Tarla kapasitesinin %75’i düzeyinde nem içeriği

Çizelge 7. Fındık züruf kompostunun sıkıştırılmış killi tın bir toprağın makro ve mikro por dağılımı üzerine etkisi

| Nem | | Doz | | | | | |
|------|-------|---------|---------|---------|---------|---------|-------|
| | | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | Ort. |
| N1 | Makro | 24.32ab | 24.76ab | 25.06ab | 25.19ab | 24.69ab | 24.80 |
| | Mikro | 75.68ab | 75.24ab | 74.94ab | 74.80ab | 75.31ab | 75.20 |
| N2 | Makro | 21.27ab | 24.20ab | 23.42ab | 24.51ab | 25.05ab | 23.69 |
| | Mikro | 78.73ab | 75.80ab | 76.58ab | 75.49ab | 74.94ab | 76.31 |
| N3 | Makro | 20.17ab | 19.42b | 28.34ab | 28.70ab | 29.57a | 25.24 |
| | Mikro | 79.83ab | 80.58a | 71.66ab | 71.30ab | 70.42b | 74.76 |
| Ort. | Makro | 21.92B | 22.79AB | 25.60AB | 26.13A | 26.44A | |
| | Mikro | 78.08A | 77.21AB | 74.39AB | 73.86B | 73.56B | |

* Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki fark, kendi grubu içerisinde önemli değildir.

Makro por için: Doz için LSD ($p<0.05$)=4.089, Doz X Nem için LSD ($p<0.01$)=9.536

Mikro por için: Doz için LSD ($p<0.05$)=4.089, Doz X Nem için LSD ($p<0.01$)=9.536

**N1:Hava kuru durumdaki toprak, N2:Tarla kapasitesinin %60’ı düzeyinde nem içeriği, N3:Tarla kapasitesinin %75’i düzeyinde nem içeriği

Topraklarda meydana gelen sıkışmayı azaltmak ve havalanma boşluklarını artırmak, topraklara organik materyal ilavesi ile mümkün olmaktadır (Ekwue ve Stone, 1995; Çıla, 1999; Munsuz ve Ayyıldız, 1983). Fashkami (1992)’ye göre, toprağa ilave edilen organik madde miktarı arttıkça karışımların toplam porozite, havalanma porozitesi ile makro porozite değerleri artmakta, mikro porozite değerleri ise azalmaktadır. Zeytin ve Baran (2003), agregat boyutu ve inkübasyon zamanına bağlı olarak kompostlanmış fındık zurufunun toprakların toplam porozite ve makro por yüzdesini arttırdığını bildirmişlerdir. Diğer taraftan, yapılan uygulamalar toprağın mikro por miktarını azaltmıştır. Bu azalmanın, toprağın makro por yüzdesindeki artışa bağlı olduğu düşünülmektedir. Servadio ve ark. (2005), farklı teker düzeneklerine sahip farklı sayıdaki traktör geçişlerini toprak özellikleri üzerindeki etkilerini inceledikleri çalışmalarında, teker yükünün artması ile makro porozite miktarının daha fazla azaldığını, kapillar boşluklar ve toplam makro porozite arasında oldukça önemli korelasyonlar olduğunu bildirmişlerdir. Alaoui ve Helbling (2006) sıkışmış ve sıkışmamış topraklarda hidrodinamik su içeriklerindeki değişimleri kullanarak toprak kompaksiyonunu değerlendirdikleri çalışmalarında, trafik yüküyle meydana gelen sıkışmanın toprak yüzeyinin strüktürünün bozulmasına neden olduğu, bunun da aşağı katmanlara su akışının olmaması sonucunu doğurduğunu, yoğun çığneme ile mikroporların azaldığı, aksine makroporların iyileştiğini bildirmişlerdir.

Hidrolik İletkenlik

Killi tın toprağın hidrolik iletkenlik değeri üzerine, toprağa karıştırılan fındık zuruf kompost dozları ile farklı nem düzeylerinde yapılan sıkışmanın etkisi önemli bulunurken, uygulamalar arasında interaksyon meydana gelmemiştir (Çizelge 8). Hava kuru durumda (N1) yapılan sıkışma ile en yüksek hidrolik iletkenlik değeri (8.37cm.h^{-1}) elde edilirken, nem düzeyinin artmasına bağlı olarak uygulanan sıkışma sonucu, toprağın hidrolik iletkenlik değerlerinde de azalma meydana gelmiştir (N2 için 2.91cm.h^{-1} , N3 için 2.85cm.h^{-1}).

Horn (2004), toprak işleme çalışmalarından dolayı ilerleyen toprak bozulmasının zamana bağlı etkilerinin, hacim ağırlığında az duyarlı olduğunu; sıkışma öncesi stres, kayma mukavemeti ve hidrolik iletkenlik gibi materyal özelliklerin zamana bağlı olarak değiştiğini bildirmiştir. Sıkışmanın toprağın hidrolik iletkenlik değerini azalttığı birçok araştırmacı tarafından bildirilmiştir (Zeinel- Abedine ve ark., 1979; Çarman ve ark., 1994; Servadio ve ark., 2005). Bununla birlikte, fındık zuruf kompostunun %3 ve %4 oranında toprağa ilave edilmesinin hidrolik iletkenlik değeri için önemli artışlar sağladığı gözlenmiştir. Organik madde ilavesi, diğer toprak özelliklerinde de olduğu gibi toprağın hidrolik iletkenlik değerini de artırmıştır. Fındık zuruf kompostunun hidrolik iletkenlik üzerine olumlu etkileri Zeytin ve Baran (2003) ile Bender Özenç ve Özenç (2009) tarafından da bildirilmiştir. İç ve Gürsel (2008) kil, tın ve kum bünyeli topraklara uyguladıkları tütün atığının, toprakların pH ve hacim ağırlığı değerlerini azalttığını; agregat stabilitesi, doymun hidrolik iletkenlik, elektriksel iletkenlik ve organik karbon değerlerini ise önemli oranda arttırdığını saptamışlardır.

Çizelge 8. Fındık zuruf kompostunun sıkıştırılmış killi tın bir toprağın hidrolik iletkenliği (cm.h^{-1}) üzerine etkisi

| Nem | Doz | | | | | |
|------|-------|--------|--------|--------|-------|-------|
| | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | Ort. |
| N1 | 7.02 | 7.12 | 7.38 | 9.90 | 10.41 | 8.37A |
| N2 | 1.99 | 2.08 | 2.93 | 3.41 | 4.14 | 2.91B |
| N3 | 1.72 | 2.42 | 2.78 | 3.15 | 4.17 | 2.85B |
| Ort. | 3.57B | 3.87AB | 4.36AB | 5.49AB | 6.24A | |

* Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki fark, kendi grubu içerisinde önemli değildir.

Doz için LSD ($p<0.01$)=2.553, Nem için LSD ($p<0.01$)=1.978

**N1:Hava kuru durumdaki toprak, N2:Tarla kapasitesinin %60’ı düzeyinde nem içeriği, N3:Tarla kapasitesinin %75’i düzeyinde nem içeriği

SONUÇ VE ÖNERİLER

Fındık zuruf kompostu karıştırılan killi tınlı bit toprağa, farklı nem koşullarında yapılan sıkışmanın bazı toprak fiziksel özellikleri üzerine etkilerinin incelendiği çalışmada, nem düzeyi arttığında toprak sıkışmasının arttığı, ilave edilen kompost miktarı arttığında da toprak özelliklerinin iyileştiği görülmüştür. Sıkışmanın olumsuz etkileri kompost uygulamaları ile azalmış, rutubet-tansiyon değerleri, havalanma porozitesi, tarla kapasitesi, solma noktası, hidrolik iletkenlik ve makro por miktarını artırıcı yönde olmuştur. Genel olarak, tarla kapasitesinin %75’i nem içeren koşullarda toprak işlemenin daha uygun olduğu ve bu koşullarda organik materyal olarak kullanılan fındık zuruf kompostunun %4’lük dozunun değerlendirilen kriterler için uygun bir oran olduğu söylenebilir.

KAYNAKLAR

- Aksakal, L.E. 2003. Polivinilalkolün (PVA) Toprak sıkışması parametreleri üzerine etkileri. Yüksek Lisans Tez Çalışması. Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Toprak Ana Bilim Dalı, Erzurum.
- Alaoui, A. ve Helbling, A. 2006. Evaluation of soil compaction using hydrodynamic water content variation: Comparison between compacted and non-compacted soil. *Geoderma* 134: 97-108.
- Anonim, 2002. Compaction. www.extension.umn.edu/distribution/cropsystems/components/7400_02.html
- Bender Ö., D. 2005. Usage of hazelnut husk compost as growing medium. *Proceedings of The 6th International Congress on Hazelnut. Acta Hort.* 686:309-319.
- Bender Özenç, D. ve Özenç, N. 2008. Short-term effects of hazelnut husk compost and organic amendment applications on clay loam soil. *Compost Science & Utilization*. Vol. 16, No.3, pp. 192-199.
- Bender Özenç, D. ve Özenç, N. 2009. Long-term effects of hazelnut husk compost applications on soil permeability. *Proceedings of the 7th International Congress on Hazelnut. Acta Horticulturae* 845:399-406.
- Blake, G.R. ve Hartge, K.H. 1986. Bulk density in: *Methods of Soil Analysis, Part I. Physical and Mineralogical Methods.* (Ed: A. Klute) Agronomy Monograph no. 9, pp. 363-375.
- Bouyoucos, G. J. 1951. A recalibration of the hydrometer method for making mechanical analyses of soils. *Argon. J.* 43: 424- 438.
- Çağlar, K.Ö. 1958. Toprak İlimi. A.Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları, No: 10.
- Çalışkan, N., Koç, N., Kaya, A. ve Şenses, T. 1996. Fındık zurufundan kompost elde edilmesi. Fındık Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Sonuç Raporu 41 s., Giresun
- Çarman, K. 1994. Tractor forward velocity and tire load effects on soil compaction. *Journal of Terramechanics*, Volume 31, Issue 1, p: 11- 20.
- Chan, K.Y., Oates, A., Swan, A.D., Hayes, R.C., Dear, B.S. ve Poples, M.B. 2006. Agronomic consequences of tractor wheel compaction on a clay soil. *Soil and Tillage Research* 89: 13- 21.
- Çila, M. 1999. Sıkıştırmanın çiftlik gübresi ile hazırlanan toprak harçlarının bazı fiziksel özellikleri üzerine etkisi. Yüksek Lisans Tez Çalışması. Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- De Boodt, M., Verdonck, O., ve Cappaert, I. 1973. Method for release curve organic substrates. *Proceeding Symposium Artificial Media in Horticulture* 2054-2062.
- De Boodt, M. ve Verdonck, O. 1973. The physical properties of the substrates in horticulture. *Acta Hort* 26:37-44.
- DIN 11542, 1978. Torf für Garbenbau und Landwirtschaft. Germany.
- Ekwue, E.I. ve Stone, R.J. 1995. Organic matter effects on the strength properties of compacted agricultural soils. *American Society of Agricultural Engineers* Vol. 38, no. 2, pp. 357-365.
- Eskici, Y. 2004. Toprağın Gıdası: Organik Atıklar. www.buğday.org/article.php
- Ertop, S. 2002. Organik madde nedir. Topraktaki organik maddenin toprağın organik maddesini artırma yolları nelerdir. Tez Çalışması. Süleyman Demirel Üniversitesi, Isparta.
- FAOSTAT, 2009. FAO Veri Tabanı. Türkiye’nin FAO verilerine göre yıllar itibariyle sert kabuklu meyve üretimi.

- Fashkami, N. R. 1992. Peat, perlit ve zeolit'in toprak kompaksiyonuna etkisi. Yüksek Lisans Tez Çalışması. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Toprak Ana Bilim Dalı, Ankara.
- Gabriels, R. ve Verdonck, O. 1992. Reference methods for analysis of compost. In: Composting and Compost Quality Assurance Criteria. pp.173-183.
- Horn, R. 2004. Time dependence of soil mechanical properties and pore functions for arable soils. Soil Science Society of America J. 68: 1131-1137.
- İç, S. ve Gürsel, C. 2008. Tütün atığının farklı bünyeli toprakların bazı kimyasal ve fiziksel özelliklerine etkisi. OMÜ Zir. Fak. Dergisi 23(2):104-109.
- Kirişçi, V. 1999. Pulluk tabanı ve dipkazan kullanımı. Cine Tarım Dergisi. Sayı:17, Adana.
- Klute, A. ve Dirksen, C. 1986. Methods of Soil Analysis, Part 1, Physical and Mineralogical Properties, Amer., Society, Agronomy, Monograph 9, 2 nd ed. Madison, Wisc., USA.
- Kok, H., Taylor, R.K. ve Lamond, R.E. 1996. Soil compaction problem and solution. July www.oznet.ksu.edu/library/CRPL2/AF115.pdf
- Korucu, T., Kirişçi, V. ve Selvi, K.Ç. 2003. Toprak sıkışmasını azaltmaya yönelik traktör ve makine kullanımı ilkeleri. Tarımsal Mekanizasyon 21. Ulusal Kongresi, 3-5 Eylül 2003. S:172-178, Konya, Türkiye.
- Malkawi, A., Alawneh, A. ve Abu-Safaqah, O. 1999. Effects of organic matter on the physical and the physicochemical properties of an illitic soil. Applied Clay Science 14:257- 278.
- McBride, R.A., H.Martin ve B.Kennedy 1997. Soil Compaction. Ministry of Agriculture and Food. <http://www.gov.on.ca/OMAFRA/english/crops/facts/88-082.htm>
- Munsuz, N. 1982. Toprak-Su İlişkileri. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No:798, Ders Kitabı: 221, 241 s.
- Munsuz, N. ve Akyıldız, R. 1983. Afşin- Elbistan linyit havzası gytija'larının killi ve tınlı topraklarda kompaksiyon etkisi. TÜBİTAK VII. Bilim Kongresi, TAOG Tebliği.
- Munsuz, N. 1985. Toprak Mekaniği ve Teknolojisi. Ankara Üniv. Ziraat Fak. Yayınları, 527. Ders Kitabı 260, 118- 145.
- Nelson, D.W. ve Sommers, L.E. 1982. Total Carbon, Organic Carbon, and Organic Matter. Methods of Soil Analysis. Part 2. Chemical and Microbiological Properties. 2nd Edition, Number 9 (Part 2) in series. pages: 539-579. American Society of Agronomy, Madison, WI.
- Ohu, J. O., Raghavan, C.S.V. ve Mckyes, E. 1985. Peatmoss effected on the physical and hydraulic characteristics of compacted soils. American Society of Agricultural Engineers 28(2) 420- 424.
- Özenç, N. ve Çalışkan, N. 2001. Effect of husk compost on hazelnut yield and quality. Proceedings of the Fifth International Congress on Hazelnut, Acta Horticulturae, 556: 559-566.
- Soil Survey Staff, 1951. Soil Survey Manual U.S. Department Agriculture Handbook, U.S. Government Printing Office Washington, No. 18.
- Servadio, P., Marsili, A., Vignozzi, N., Pellegrini, S. ve Pagliai, M. 2005. Effects on some soil qualities in central Italy following the passage of four wheel drive tractor fitted with single and dual tires. Soil & Tillage Research. 84: 87–100.
- Swinford, J.M. ve Boevey, T.M.C. 1984. The effect of soil compaction due to infield transport on ratoon cane yields and soil physical characteristics. Proceedings South African Sugar Technologists. Association, No: 58, 198- 203.
- U.S. Salinity Lab. Staff, 1954. Diagnosis and Improvement of Saline and Alkali Soils U.S. Government Handbook No: 60, Printing Office, Washington.
- Yavuzcan, H.G., Matthies, D. ve Auernhammer, H. 2005. Vulnerability of Bavarian silty loam soil to compaction under heavy wheel traffic: Impact of Tillage Method and Soil Water Content. Soil and Tillage Research, Vol.84, i.2, p.200-215.
- Yılmaz, E. ve Alagöz, Z. 2008. Organik madde toprak suyu ilişkisi. Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi 1 (2): 15-21, ISSN:1308-0040. www.nobel.gen.tr.
- Zeinel- Abedine, I.A., Shawky, M.E. ve El- Samevouny, I.M. 1979. Load a preliminary study of the effect of weight on some soil properties I. Hydraulic Conductivity. Research of Bulletin Faculty of Agriculture, Ain Shams University, No. 1211, 23 PP.
- Zeytin, S. ve Baran, A. 2003. Influences of composted hazelnut husk on some physical properties of soils. Bioresource Technology, Vol. 88(3): 241- 244.

Atık Fındık Zurufu ve Toprak Solucanı İlavesinin Toprakların Agregat Stabilitesi ve Hidrolik İletkenlik Değerleri Üzerine Etkisi

Bora ŞAHİNOĞLU*

Tayfun AŞKIN*

*Ordu Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Ordu – Türkiye

Özet

Bu çalışmada, atık fındık zurufu ve toprak solucanı ilavesinin farklı inkübasyon süreleri (30, 60 ve 90 gün) sonunda toprakların agregat stabilitesi ve hidrolik iletkenlik değerleri üzerine olan etkisi araştırılmıştır. Bu amaçla toprağa 0, 4 ve % 8 oranında atık fındık zurufu ve toprak solucanı ilave edilmiştir. Atık fındık zurufu ve toprak solucanı ilave edilen ve edilmeyen ortamlar, araştırma sonunda karşılaştırılmıştır. Araştırmadan elde edilen sonuçlara göre; toprak ortamına ilave edilen atık fındık zurufu ve toprak solucanlarının, agregat stabilitesi ve hidrolik iletkenlik değerini kontrol toprağına göre arttırdığı belirlenmiştir. En yüksek agregat stabilitesi değerine 90 günlük inkübasyon periyodu sonunda, % 8 oranında atık fındık zurufu ve solucan ilave edilen ortamda; en yüksek hidrolik iletkenlik değerine ise 30 günlük inkübasyon periyodu sonunda ve atık fındık zurufu ilave edilmeyen, solucan ilave edilen ortamda rastlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Toprak solucanı, atık fındık zurufu, agregat stabilitesi, hidrolik iletkenlik

The Effect of Adding of Hazelnut Husk Waste and Earthworms on Aggregate Stability and Hydraulic Conductivity

Abstract

In this study, the effect of adding hazelnut husk waste and earthworms at the end of different incubation periods (30, 60 and 90 day) on rate of aggregate stability and hydraulic conductivity was investigated. To this aim the rate of 0, 4 and 8% hazelnut husk waste and earthworms have been added to soil. Media which adding of hazelnut husk waste and earthworms compared with media which not adding. According to obtained results had been determined of hazelnut husk waste and earthworms which adding to soil media were increased on rate of aggregate stability and hydraulic conductivity to control soil. The highest rate of aggregate stability has been found at the end of 90 days incubation period in media have been added rate of 8% hazelnut husk waste and earthworm, as to the highest rate of hydraulic conductivity at the end of 30 days incubation period in media have not been added hazelnut husk waste, added earthworm.

Key Words: Earthworm, hazelnut husk, aggregate stability, hydraulic conductivity

GİRİŞ

Toprağın fiziksel özelliklerinden biri olan agregat stabilitesi, topraklarda tek sel halde bulunan fraksiyonların, bağlayıcı ve çimentolaştırıcı maddelerle bir araya gelerek oluşturdukları yapının suya karşı dayanıklılığını ifade eden bir kavramdır. Tarımsal açıdan oldukça önemli olan agregat stabilitesi, genellikle toprakların sağlıklı ve kaliteli olup olmadıklarının da bir göstergesidir. Agregat stabilitesi, organik madde miktarı ve toprakların biyolojik aktivitesinden etkilenmektedir. Toprakların organik madde düzeyinde meydana gelen bir azalma, agregatların suya dayanıklılığında da azalmalara neden olmaktadır (Six ve ark., 2000). Ortama herhangi bir şekilde dahil olan organik maddenin birtakım fiziksel, kimyasal ve biyolojik olaylarla ve bunlara ilaveten toprakta yaşayan makro ve mikro düzeydeki canlıların etkileri ile zamanla

parçalanıp ayrışmasıyla oluşan yeni ürünler, agregat oluşumunu başlatır (Vigerust, 1984; Glauser ve ark., 1988). Çok sayıda araştırmacı, yaptıkları çalışmalarda topraklara organik madde kaynağı olarak farklı materyalleri, farklı oranlarda ilave etmişler ve araştırmalarının sonunda organik maddenin topraklarda agregatlaşmayı olumlu şekilde etkilediğini bildirmişlerdir. Özdemir (1991) yapmış olduğu bir çalışmada, toprağa organik madde kaynağı olarak ahır gübresi, buğday samanı, fiğ samanı ve çöp kompostu ilave etmiş, araştırma sonunda toprakların agregat stabilitesi değerlerinde ve strüktür stabilite değerlerinde artışların meydana geldiğini belirlemiştir. Topraklara ilave edilen organik madde, toprakların fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerini olumlu bir şekilde etkilemektedir. Toprağa organik madde ilavesiyle agregasyonda hızlı bir artışın olduğu ve organik maddenin azalmasıyla toprak strüktüründe bozulmaların olduğu saptanmıştır (Akalın, 1969).

Toprak solucanları; tarımsal ekosistem içerisinde toprak strüktürünün iyileştirilmesi, agregatların şekillenmesi, bitkilerin gelişimi ve besin döngüsü üzerine oldukça önemli görevlerde rol oynamaktadır. Son yıllarda toprak solucanlarının toprak verimliliği üzerine olan etkileri, çevre sağlığı ve korunmasındaki rolleri, toprak solucanı ve toprak arasındaki ilişkiler sıklıkla araştırılmaya başlanmıştır. Toprak canlıları arasında büyük bir kısmı oluşturan toprak solucanlarının, toprak verimliliğini önemli derecede artırmakla birlikte, agregasyonu sağlayarak toprak strüktürünü de iyileştirdiği açık bir şekilde ortaya konulmuştur (Heşen, 2003). Toprağın bir diğer fiziksel özelliği olan hidrolik iletkenlik, birim alandan, birim zamanda, birim hidrolik eğim altında geçen su miktarı şeklinde ifade edilir (Hillel, 1982). Toprakta su, makro gözeneklerde ilerler, mikro gözeneklerde ise tutulur. Topraktaki makro ve mikro gözeneklilikteki değişimler, aynı zamanda hidrolik iletkenliği de değiştirmektedir (Ahuja ve ark., 1984). Topraklarda hidrolik iletkenlik toprak strüktürü, organik madde miktarı ve toprak canlıları gibi kavramlarla doğrudan ilişki halindedir. Hausenbuiller (1975), hidrolik iletkenliğin kaba bünyeli topraklarda, ince bünyeli topraklara göre daha fazla olduğunu ve organik maddenin ayrışma ürünlerinin ince bünyeli topraklarda partiküller arasına girerek, agregatların su iletkenliğini artırdığını bildirmiştir. Toprak solucanlarının toprak profili boyunca açtığı kanallar, solucanların yaşam alanlarına ve beslenme şekline göre değişmektedir. Derin toprak tabakalarında yaşayan solucanlar, daha alt toprak tabakalarına kadar kanallar açabilmekte ve su, bu kanallarda hareket edebilmektedir. Toprak solucanlarının açtığı kanalların çapı solucanın vücut büyüklüğü ile orantılı olup, genellikle 1 ile 12 mm arasında değişmektedir (van der Westeringh, 1972). Solucanlar oyuk oluşturma aktiviteleri ile topraktaki makropor sayısını da artırmaktadır. Solucanların sindiriminden geçirdikleri toprak, açtıkları galeriler ve ortama bıraktıkları dışkı, yuva merkezli bir ağ gibi makro gözenekliliği oluşturmakta ve bu durum suyun hareketini kolaylaştırmaktadır (Lee, 1985). Ehlers (1975), yapmış olduğu bir çalışmada; Almanya’da hububat tarlalarında geleneksel toprak işleme yapılan ve yapılmayan alanlarda su infiltrasyonunu karşılaştırmış, toprak işleme yapılmayan alanlardaki toprak solucanı kanalları boyunca infiltrasyon oranının 0.12 mm dakika⁻¹, bununla birlikte geleneksel toprak işleme yapılan alanlarda düşük toprak solucanı popülasyonu ile toprak solucanı kanalları boyunca infiltrasyon oranının sadece 0.02 mm dakika⁻¹ olduğunu saptamıştır. Becher ve Kainz (1983), yapmış oldukları çalışmalarında, 15 yıl boyunca gübre uygulamış şeker pancarı parsellerinde hidrolik iletkenliğin, diğer parsellere göre 4.2 kat arttığını ortaya koymuşlardır.

Bu çalışmada; topraklara organik atık fındık zürufu ve toprak solucanı ilavesinin, ortamın agregat stabilitesi ve hidrolik iletkenlik değerleri üzerine etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

MATERYAL VE METOT

Materyal

Çalışmada kullanılan toprak, hafif eğimli bir pozisyondan ve 0-20 cm derinlikten alınmıştır. Organik madde kaynağı olarak seçilen atık fındık zürufu, üstü kapalı bir şekilde bırakılan bir yığından kuru ve küçük parça büyüklüğüne sahip kısımlar tercih edilerek alınmış, bir bitki değirmeninde parça büyüklüğü azaltılmıştır. Araştırmada kullanılan toprak solucanları, doğal çayır arazisinden yağış sonrası ıslak topraktan çıkarılmıştır. Deneme Ordu Üniversitesi, Ziraat Fakültesi deneme odasında, toprak ortamında, 30 (I₃₀), 60 (I₆₀) ve 90 (I₉₀) günlük üç inkübasyon döneminde, %0 (Z₀), %4 (Z₄) ve %8 (Z₈) düzeylerinde organik atık fındık zürufu dozlarında, solucan ilave edilmiş (S₁) ve solucan ilave edilmemiş (S₀) durumda tesadüf blokları deneme desenine göre üç tekerrürlü olarak kurulmuş ve yürütülmüştür.

Metot

Toprak örneklerinin agregat stabilitesinin belirlenmesinde “Islak Eleme” yöntemi izlenmiştir. Çapları 1-2 mm arasında olan toprak fraksiyonları, 0.250 mm elek açıklığına sahip bir test eleği üzerine aktarılmış, bu elek “Yoder tipi” ıslak eleme aletine bağlanmış, elek içeriği 5 dakika su içerisinde ıslatılmış ve 5 dakika da su içerisinde elenmiştir. Eleğin su içerisine dalış uzunluğu 5.5 cm ve dalış sıklığı da 30 devir dakika⁻¹ olarak seçilmiştir (Demiralay, 1993).

Toprakların hidrolik iletkenlik değerleri bozulmamış örnek alma silindirleri içerisine alınan örnekler suyla doygun hale getirilmiş ve daha sonra bu kolonlar üzerine sabit kalınlıkta çeşme suyu göllendirilerek toprakların suyu iletme kabiliyetleri ölçülmüştür (Black ve ark., 1965).

Toprakların tekstürel analizi, “Bouyoucos Hidrometre Yöntemi” takip edilerek gerçekleştirilmiştir (Demiralay, 1993). pH ve elektriksel iletkenlik (EC) değerleri, 1:1 toprak:su karışımında ölçülmüştür (Ryan ve ark., 2001). Organik madde miktarı, “Walkley-Black” yöntemiyle organik karbonun 1N K₂Cr₂O₇ ve H₂SO₄ ile oksitlenmesi ve 0.5 N FeSO₄.7H₂O ile titrimetrik olarak belirlenmiştir (Kacar, 1994). Su ile 24 saat’lik bir sürede hidrolik dengeye getirilmiş olan 1 cm kalınlığındaki toprak örnekleri, santrifüjde 2500 rpm devirde bir saat süre ile santrifüj edilmiş ve bu kuvvet etkisinde toprağın tutabildiği nemin ağırlık cinsinden yüzdesi tarla kapasitesi olarak ifade edilmiştir (Zorita-Díaz ve Grasso, 2000). Toprağın hacim ağırlığı değeri silindir yöntemiyle belirlenmiştir (Demiralay, 1993).

Organik atık fındık zurufunun pH ve elektriksel iletkenlik (EC) değerleri su ile doygun hale getirilen karışımda ölçülmüştür (Ryan ve ark., 2001). Organik karbon ve organik madde miktarları kuru yakma yöntemiyle belirlenmiştir. Organik madde miktarı, organik karbon değerlerinden hesap yoluyla elde edilmiştir (Kacar, 1994). Toplam azot Kjeldahl yöntemiyle belirlenmiştir (Bremner, 1965). Toplam potasyum, fosfor, kalsiyum ve magnezyum kuru yakma ile elde edilen ekstrakta spektrofotometrik olarak belirlenmiştir (Kacar, 1994).

Araştırma sonunda elde edilen agregat stabilitesi ve hidrolik iletkenlik değerlerinin istatistiksel olarak değerlendirilmesinde Jump 7 isimli program kullanılmıştır.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Çalışmada kullanılan toprağa ait bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri Çizelge 1’de verilmiştir.

Kumlu killi tın bünyeye sahip olan toprak, asit reaksiyonlu olup, organik maddece iyi ve tuzluluk bakımından tuzsuz toprak sınıfına girmektedir (Soil Survey Staff, 1993).

Organik madde kaynağı olarak kullanılan atık fındık zurufunun bazı özellikleri Çizelge 2’de verilmiştir.

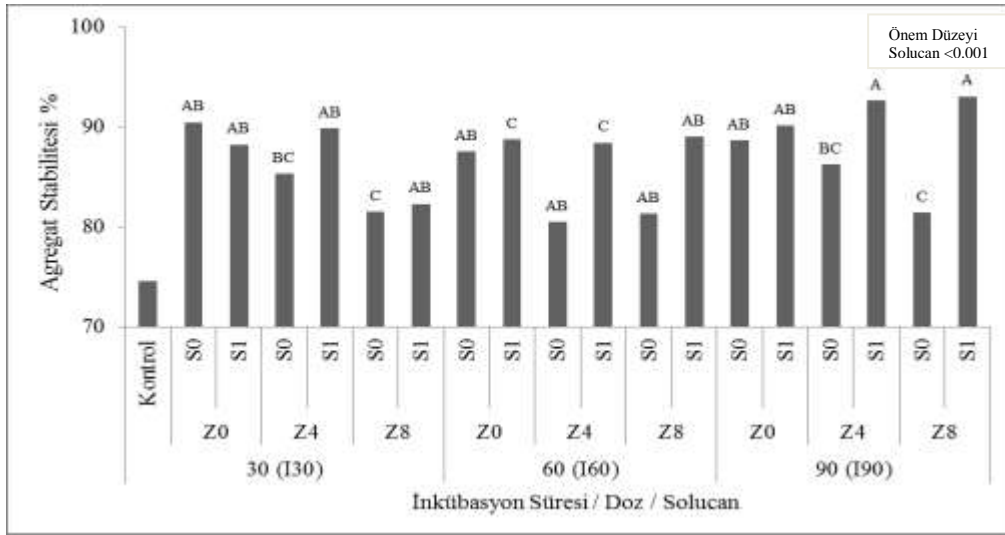
Çizelge 1. Çalışmada Kullanılan Toprağın Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri

| Özellikler | |
|--|-----------------|
| Kum, % | 36.5 |
| Silt, % | 30.0 |
| Kil, % | 33.5 |
| Tekstür Sınıfı | Kumlu killi tın |
| pH, (1:1 toprak:su) | 6.00 |
| EC ₂₅ ^{°C} (1:1 toprak:su), dS m ⁻¹ | 0.31 |
| Kireç, % | - |
| Organik Madde (OM), % | 3.63 |
| Tarla Kapasitesi (Pw), % | 22.10 |
| Hidrolik İletkenlik (Ks), cm saat ⁻¹ | 40.9 |
| Hacim Ağırlığı, g cm ⁻³ | 1.15 |

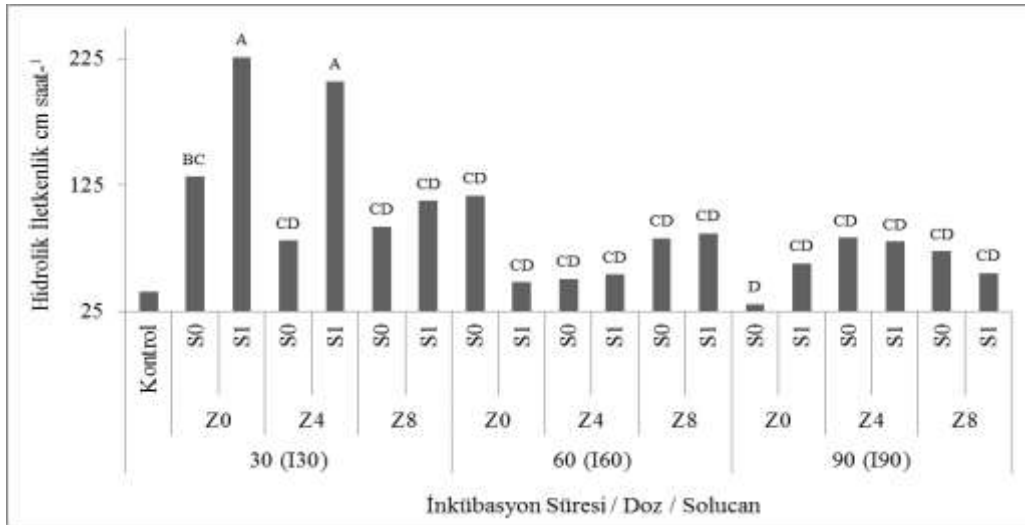
Çizelge 2. Çalışmada Kullanılan Fındık Zurufunun Bazı Özellikleri

| Özellikler | |
|--|-------|
| pH, (Su ile doygunlukta) | 5.81 |
| EC, (Su ile doygunlukta), dS m ⁻¹ | 1.93 |
| Organik Madde (OM), % | 92.88 |
| Organik Karbon (OC), % | 53.88 |
| C:N | 47.40 |
| Suda Çözünür Organik Madde, ppm | 97.60 |
| Toplam N, % | 1.136 |
| Toplam K, % | 2.193 |
| Toplam Ca, % | 1.389 |
| Toplam Mg, % | 0.183 |
| Toplam P, % | 0.343 |

Toprak ortamına ilave edilen atık fındık zurufu ve toprak solucanlarının agregat stabilitesi ve hidrolik iletkenlik değerleri üzerine etkisi, Şekil 1 ve Şekil 2’de gösterilmiştir.



Şekil 1. Toprak ortamında agregat stabilitesindeki değişimler



Şekil 2. Toprak Ortamında Hidrolik İletkenlik Değerlerindeki Değişimler

Şekil 1’den de anlaşılacağı üzere; inkübasyon periyotları sonunda %74.6 olan kontrol toprağının agregat stabilitesi değerinin artış gösterdiği bariz bir şekilde görülmektedir. En yüksek agregat stabilitesi değeri 90 günlük inkübasyon periyodu sonunda %8 oranında atık fındık zurufu ve toprak solucanı ilave edilen ortamda (%93) belirlenmiştir. Toprak ortamına ilave edilen organik maddenin zamanla birtakım reaksiyonlarla parçalanması sonucu oluşturduğu ürünler, toprağın agregat stabilitesini artırmış olabilir. Piccolo ve Mbagwu (1994), Nijerya’nın güney bölgesindeki güçlü ve zayıf agregat yapısına sahip iki toprağa humik asit uygulayarak, yapısal dayanıklılıktaki değişimi araştırdıkları bir çalışmada; suya dayanıklı makro agregatların oranının, humik asit uygulamasının artan dozlarında artış gösterdiğini bildirilmişlerdir. Caravaca ve ark (2001) tarafından yapılan başka bir çalışmada; taze organik atık ilavesinin suya dayanıklı agregatların miktarında %17’lik bir artış sağladığı, kompostlaşmış organik atık ilavesinin ise kil içeriği yüksek olan topraklarda %13’lük bir artış sağlandığı bildirilmiştir. Baran ve ark (1996), yapmış oldukları çalışmalarında farklı tarımsal atıkların (fermente çay, kuru çay, tütün tozu ve üzüm cıvresi) toprağın bazı fiziksel özellikleri üzerine etkisini incelemişler, sonuç olarak toprağa karıştırılan organik maddenin miktarı arttıkça agregat stabilitesi ve hidrolik iletkenliğin arttığını saptamışlardır. Toprağa ilave edilen toprak solucanları ortamın agregat stabilitesi değerini atık fındık zurufuna nazaran daha da artırmıştır. Toprak solucanları beslenme ve oyuk oluşturma aktivitesi ile toprakları sindiriminden geçirir, sindirimden geçen topraklar birtakım bağlayıcı maddelerce zenginleştirilmiş olabilir, bu da toprakların agregat stabilitesinin artmasına neden olabilir. Özdemir (2004), çalışmasında kumlu bir toprağa fındık zurufu ve toprak solucanı ilave etmiş ve toprak solucanı ilavesinin toprakta agregat oluşumuna yardımcı olduğunu saptamıştır. Johnson-Maynard ve ark (2007), üç yıl boyunca toprak işlemenin söz konusu olmadığı bir alanda yürüttükleri çalışmalarında; toprak solucanı sayısının fazla olduğu parsellerde agregat stabilitesi ve hidrolik iletkenliğin artış gösterdiğini belirtmişlerdir. Varyans analiz sonuçlarına göre; toprak solucanları agregat stabilitesi üzerine çok önemli oranda ($P<0.001$) etki etmiş, istatistiksel açıdan önemli olmamasına rağmen atık fındık zurufu dozu, inkübasyon süresi, doz x solucan ve solucan x inkübasyon süresi interaksiyonlarının da toprakların agregat stabilitesine etki ettiği görülmüştür.

Şekil 2’den görüleceği üzere hidrolik iletkenlik değeri $40.9 \text{ cm saat}^{-1}$ olan kontrol toprağının inkübasyon periyotları sonunda hidrolik iletkenlik değerleri artış göstermiştir. En yüksek hidrolik iletkenlik değeri, 30 günlük inkübasyon periyodu sonunda atık fındık zurufu uygulanmayan ve toprak solucanı ilave edilen ortamda $226.5 \text{ cm saat}^{-1}$ olarak saptanmıştır. Topraklara uygulanan organik madde miktarındaki artışın hidrolik iletkenlik değerini kontrol toprağına göre artırdığı görülmektedir. Varyans analiz sonuçlarına göre toprak ortamında hidrolik iletkenlik değerleri üzerine istatistiksel olarak herhangi bir muamele etki etmemekle birlikte, artan doz miktarı, solucan uygulaması, inkübasyon süresi ve doz x solucan interaksiyonu toprağın hidrolik iletkenlik değerlerine etki etmektedir. Belirlenen inkübasyon süreleri sonunda organik maddenin yeterince parçalanamamış, hidrofobik özellik göstermiş veya gözenekleri tıkanmış, inkübasyon süresinin artmasıyla hidrolik iletkenlik giderek azalmış olabilir. Kirchmann ve Gerzabek (2000) tarafından yapılan bir çalışmada, çiftlik gübresi, yeşil gübre, talaş, şehirsal atık ve peat, ince tekstüre sahip bir toprağa uygulanmıştır. Yine bu çalışmada, organik uygulamaların üst toprak katmanındaki makro ve mikro gözenek miktarını artırdığı, ayrıca dönem içerisinde gözenekliliğin ve makro gözeneklerin en önemli değişimi gösterdiği bildirilmiştir. Zeytin ve Baran (2003), fındık zurufu kompostunun toprakların bazı fiziksel özellikleri üzerine etkisini araştırdıkları çalışmalarında; fındık zurufu kompostunun toprakların agregat stabilitesi ve hidrolik iletkenlik değerlerini kontrol topraklarına göre artırdığını belirtmişlerdir. Topraklara solucan ilavesinin hidrolik iletkenlik değerini önemli oranda artırdığı belirlenmiştir (Johnson-Maynard ve ark.,2002). Manoj ve ark (1998) çalışmalarında; gübrelenmiş ve farklı atık maddeler ilave ettikleri toprakların nem değişimlerini incelemişler, atık maddeleri tek başına veya kimyasal gübrelerle uygulamışlar ve toprağın fiziksel özelliklerinin geliştiğini saptamışlar ve ürün atıklarının kontrollere göre hidrolik iletkenliği %30 oranında artırdığını belirlemişlerdir.

SONUÇ VE ÖNERİLER

Toprak ortamına organik atık fındık zurufu ve toprak solucanı ilavesinin ortamın agregat stabilitesi ve hidrolik iletkenlik değerini artırdığı belirlenmiştir. 90 günlük inkübasyon periyodu boyunca organik

madde birtakım fiziksel, kimyasal ve biyolojik olaylar ve toprak solucanlarının etkisi ile parçalanmış, parçalanma sonucu oluşan bağlayıcı ürünler toprak ortamının agregat stabilitesi değerini kontrole göre artırmış olabilir. Toprakların agregat stabilitesindeki değişimi üzerine istatistiksel anlamda toprak solucanlarının önemli düzeyde ($P<0.001$) etki ettiği saptanmıştır. Hidrolik iletkenlik değerlerindeki artış bir düzensizlik göstermekle birlikte, toprağa organik atık fındık zuru ve toprak solucan ilavesi toprakların hidrolik iletkenlik değerini kontrol toprağına göre artırmıştır. Belirlenen inkübasyon süreleri sonunda organik maddenin yeterince parçalanamamış olması, toprak solucanlarının çevresel faktörlerin etkisi ile aktivitelerini tam olarak gösterememesi, organik maddenin topraktaki makroporları tıkamış olması veya organik maddenin hidrofobik özelliği sonuçlardaki düzensizliklere sebep olmuş olabilir.

Modern tarım kavramı içerisinde atık fındık zuru uygulaması, toprakların özelliklerini geliştirmede, iyi bir organik madde kaynağı olarak kullanılabilir. Birçok insan tarafından fark edilmeyen ya da farklı amaçlarla kullanılan ve birçok araştırmacı tarafından ‘Ekosistem Mühendisleri’ olarak adlandırılan toprak solucanlarına hak ettiklerinden fazla önem verilmeli ve sonraki yıllarda modern tarım kavramı içerisinde da fazla yer almaları sağlanmalıdır.

KAYNAKLAR

- Ahuja, L.R., Naney, J.W., Green, R.E., Nielsen, D.R., 1984. Macroporosity to Characterize Spatial Variability of Hydraulic Conductivity and Effects of Land Management. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 48, 699-702.
- Akalan, İ, 1969. Kuzey – Batı Çukurova Topraklarında Organik Madde Miktarı ile Suya Dayanıklı Agregatlar Arasındaki ilişki. A.Ü.Z.F. Yıllığı. Yıl 19, Fasikül 1-2’den Ayrı Basım.
- Baran , A., Çaycı, G., Öztürk, H.S ve Özkan, İ, 1996. Farklı Tarımsal Atıkların Killi Tınlı Bir Toprağın Bazı Fiziksel Özellikleri Üzerine Etkileri. A.Ü.Z.F. Yayın No: 1456, Bilimsel Araştırma ve İnceleme No: 804.
- Becher, H. H. and Kainz, M. (1983) Effects of long-term manuring on soil structure. *Z. Acker-Pflanzenbau.*, 152, 152–8.
- Black, C.A., Evans, D.D., White, J.L., Ensminger, L.K, and Clark F.K, 1965. *Methods of Soil Analysis, Part 2, Chemical and Microbiological Properties*, Agronomy 9, ASA, Madison, Wisconsin, USA.
- Bremner, J.M., 1965. Total nitrogen. in: C.A. Black, D.D. Evans, J.L. White, L.K Ensminger, F.K Clark (Eds.), *Methods of soil analysis, Part 2, Chemical and microbiological properties*, Agronomy 9, ASA, Madison, Wisconsin, USA, 1965, pp. 1149–1176.
- Caravaca, F., Lax, A. and Albaladejo, J., 2001. Soil Aggregate Stability and Organic Matter in Clay and Fine Silt Fraction in Urban Refuse-Amended Semiarid Soils. *Soil Science Society of America Journal*, 65: 1235–1238.
- Demiralay, İ, 1993. Toprak Fiziksel Analizleri. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, No:143, Erzurum.
- Ehlers, W. 1975. Observations on the earthworm channels and infiltration on tilled and untilled loses soil. *Soil Sci.*, 119, 242–9.
- Glauser, R., Doner, H.E. and Paul, E.A., 1988. Soil Aggregate Stability as a Function of particle Size in Sludge-Treated Soils. *Soil Sci.*, 146 (1): 37-42.
- Hausenbuiller, R.L., 1975. *Soil Science.In.Principles and Practices*. Fourth Print. Brown WMC Co. Iowa, USA.
- Hepşen, Ş., 2003. Toprak solucanlarının Ekolojisi ve Toprak Verimliliğine Katkıları. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Toprak Anabilim Dalı Yüksek Lisans Semineri, Samsun (yayınlanmamış).
- Hillel, D., 1982. *Introduction to Soil Physics*. Academic Pres Limited, 14-28 Oval Road, London.
- Johnson-Maynard, J.L., Graham, R.C., Wu, L., Shouse, P.J., 2002. Modification of soil structural and hydraulic properties after 50 years of imposed chaparral and pine vegetation. *Geoderma* 110, 227–240.

- Johnson-Maynard, J.L., Umiker, K.J., Guy, S.O., 2007. Earthworm Dynamics and Soil Physical Properties in The First Three Years of No-Till Management. *Soil&Tillage Research* 94 (2007) 338-345.
- Kacar, B. 1994, Bitki ve toprağın kimyasal analizleri:III. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Eğitim, Araştırma ve Geliştirme Vakfı yayınları, No,3, Ankara.
- Kirchmann, H and Gerzabek, M.H., 2000. Relationships between Soil Organic Matter and Micropores in a Long-Term Experiment at Utluna, Sweden. *Journal Plant Nutrition and Soil Science*. Vol. 162. Issue. 5. pp. 493-498.
- Lee, K., 1985. Earthworms their Ecology and Relationships with Soils and Land Use. Academic Press, Sydney.
- Manoj, K., Roy, P.K. and Mishro, B. 1998. Moisture Transmission Characteristics of Waste Incorporated and Fertilised Soil. *Journal of Research*, 10:1, 7-11.
- Özdemir, N., 1991. Toprağa Karıştırılan Organik Atıkların Toprağın Bazı Özellikleri ile Strüktürel Dayanıklılığı ve Erozyona Duyarlılığı Üzerine Etkileri, Erzurum.
- Özdemir, B., 2004. Kumlu Bir Toprağa İlave Edilen Fındık Zuru ve Toprak Solucanının Agregasyon Üzerine Etkileri. Karadeniz Teknik Üniversitesi Ordu Ziraat Fakültesi Bitkisel Üretim Programı Toprak Bölümü, Bitirme Tezi, Ordu (Yayılanmamış).
- Piccolo, A. and Mbagwu, J.S.C., 1994. Humic Substances and Surfactants Effects on the Stability of Two Tropical Soils. *Soil Science Society of America Journal*, 58: 950-955.
- Ryan, J., Estefan, G. and Rashid, A., 2001. Soil and plant analysis laboratory manual. Syria: International Center for Agricultural Research in the Dry Areas (ICARDA).
- Soil Survey Staff, 1993. Soil Survey Manuel. USDA Handbook No: Washington.
- Six, J., Elliot, E.T. and Paustian, K., 2000. Soil Structure and Soil Organic Matter: A Normalized Stability Index and the Effect of Mineralogy. *Soil Science Society of America Journal*, 64: 1042-1049.
- Vigerust, E., 1984. Use of sewage Sludge on Green Area Utilization of Sewage Sludge on Land, Rates of Application and Long-Term Effects of Metals (Ed; Berlung, R.D. davis). Reidel Pub. Com.
- Zeytin, S., and Baran, A., 2003. Influences of Composted Hazelnut Husk on Some Physical Properties of Soil. *Bioresource Technology* 88 (2003) 241-244.
- Zorita-Díaz M., and Grosso, G.A., 2000. Effect of soil texture, organic carbon and water retention on the comp actability of soils from Argentinean pampas. *Soil&Tillage Research*, 54:121–126.
- Westeringh, W. Van de., 1972. Deterioration of soil structure in worm- free orchard soils. *Pedobiologia*, 12, 615.

Toprak Koruma ve Arazi Kullanım Kanunu Uyarınca Hazırlanan Toprak ve Arazi Sınıflaması Standartları Teknik Talimatı ve İlgili Mevzuata İlişkin Değerlendirmeler

Suat ŞENOL*

Yakup Kenan KOCA**

İlhan DORAN***

* Prof. Dr., Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Adana

** Ar. Gör., Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Adana

*** Doç. Dr., Dicle Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Diyarbakır

Özet

Tarım topraklarının amaç dışı kullanımının önüne geçilmesi ve toprakları potansiyellerine göre kullanımının sağlanması amacıyla 2005 yılında çıkarılan 5403 sayılı Toprak Koruma ve Arazi Kullanım Kanunu yurdumuz açısından oldukça önemli bir gelişmedir. Bu yasa ile, tarım arazilerin amaç dışı kullanımının engellenmesi ile birlikte; kentleşme ve diğer tarım dışı amaçlar için arazi kullanım planlarının yapılması amaçlanmıştır. Ancak; konuyla ilgili bakanlık bünyesinde yeterli düzeyde yapılanma, veri altyapısı ve yetişmiş teknik eleman bulunmamasından dolayı, yasanın kabul edilmesinden bugüne kadar amacına hizmet ettiğini söylemek pek mümkün değildir. Bu olumsuzluk, yasadan sonra hazırlanmış olan uygulama yönetmeliği, tüzük, talimat ve genelgelere de yansımıştır. Nitekim, daha sonra yürürlüğe giren Toprak Koruma ve Arazi kullanım Kanunu uygulama Yönetmeliğinde ilgili yasanın yeniden dikte edilmesinden ileri gidilememiştir. Temmuz 2008’de Tarım ve Köyüşleri Bakanlığı Tarımsal Üretim ve Geliştirme Genel Müdürlüğü tarafından “Toprak ve Arazi Sınıflaması Standartları Teknik Talimatı ve İlgili Mevzuat” yayınlanmıştır. Bu çalışmada Kuzey Adana’da detaylı toprak etüdüleri yapılan alanda bu mevzuat hükümlerine göre topraklar değerlendirilmiş ve uygulamada ortaya çıkabilecek sorunlar belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Toprak koruma ve arazi kullanım kanunu, detaylı toprak etüdüleri, toprak ve arazi sınıflaması standartları teknik talimatı

Soil Conservation and Land Use Law in Accordance with Technical Standards for the Classification of Soil and Land Evaluation of Instruction and Related Legislation

Abstract

Soil Conservation and Land Use Law No. 5403 issued in 2005 to prevent the misuse of agricultural land and land use in order to achieve their potential is very crucial development for our country. According to this law, misuse of agricultural land use was obstructed and urbanization and other land-use plans for non-agricultural purposes have to be planed. However, because of the lack of settlement in the relevant ministry, the data basis and trained technical staff, since the admission of the law, it is not possible to say that it services the purpose. This problem, reverberated to the law has been prepared after the implementing regulations, rules, instructions and circulars. Indeed, the later enacted Law on Soil Protection and Land-use Regulation could not progress over to dictation of the law. In July 2008, the Ministry of Agriculture and Rural Affairs, General Directorate of Agricultural Production and Development by the "Technical Instructions for Soil and Land Classification Standards and Related Legislation" was published. In this study, detailed soil surveys in the North Adana land according to the provisions of this legislation were made and the problems that may arise in practice were determined.

Keywords: Soil conservation and land use law, detailed soil survey, technical instruction for soil and land classification standarts

GİRİŞ

Toprak, sularla kaplı alanlar dışında yer kabuğunun en üst kısmında ince bir katman halinde yeralan, kaya ve mineraller ile canlı kalıntılarının ayrışma ürünlerinin değişen oranlarda karışımından ibaret, içerisinde ve üzerinde geniş bir canlı topluluğunu barındıran, bitkilere durak yeri ve besin kaynağı olan, farklı miktarlarda su ve hava içeren üç boyutlu canlı bir varlıktır. Kimi bilim dallarında birçok temel yapının oturduğu zemin, kimilerinde hammadde olarak gözetilirken, kimi bilim dallarında ise esas fonksiyonu olan canlıların yaşam ortamı olarak değerlendirilmektedir. Sağlıklı bir yaşam için karasal kökenli canlıların vazgeçilmez yaşam ve beslenme ortamı olan toprağa, günümüzde yeterince önem verildiğini söylemek mümkün değildir. Bu durum ülkemizde ve diğer birçok ülkede olduğu gibi tarım arazilerinin giderek artan boyuttaki yanlış kullanım kaynaklı kaybindan da açıkça görülmektedir. Dünyada yaklaşık 3,2 milyar hektar olan işlenebilir tarım arazisi varlığının (Gürbüz, 2000), günümüzde bile yeterliliği tartışılmakta olup, önümüzdeki 20 yıl içinde Dünya nüfusunun 7 milyara ulaşacağı gerçeğinden hareketle öneminin daha da artacağı açıktır.

Türkiye'nin toprak kaynakları hakkında harita bazlı detaylı, güncel ve sağlıklı bir veri tabanı bulunmamaktadır. Avrupa Birliği'ne üye olma yolunda ilerleyen ülkemizin acilen bazı tarımsal reformları gerçekleştirmesi ve toprak veri tabanının oluşturulması gerekmektedir. Bunun yanı sıra taraf olduğumuz kimi anlaşmalar nedeniyle özellikle çölleşme ve erozyon konusunda ciddi yaptırımların uygulamaya konulması zorunludur. Tüm bu ihtiyaçların karşılanması, daha da önemlisi toprakların yeteneğine uygun kullanımının sağlanması ve toprak veri tabanının oluşturulması için ülke topraklarının detaylı etüdüleri zaman geçirilmeden yapılmalıdır.

Tarım topraklarının amaç dışı kullanımının önüne geçilmesi ve toprakları potansiyellerine göre kullanımının sağlanması amacıyla 2005 yılında çıkarılan 5403 sayılı Toprak Koruma ve Arazi Kullanım Kanunu yurdumuz açısından oldukça önemli bir gelişmedir. Bu yasa ile, tarımsal potansiyeli yüksek arazilerin amaç dışı kullanımının engellenmesi, kentleşme ve diğer tarım dışı amaçlar için tarımsal potansiyeli düşük bulunan yada tarımsal değeri olmayan arazilerin kullanılmasının sağlanması amaçlanmıştır. Ancak; yasanın beş yıla yakın süredir uygulamalarda amacına hizmet ettiğini söylemek mümkün değildir. Bunda en önemli etken, 5403 sayılı kanunun uygulayıcı kuruluşu olan Tarım ve Köyüşleri Bakanlığının bugüne kadar gerekli olan eleman ve alt yapıyı sağlayamamış ve sağlıklı bir kurumsallaşmayı gerçekleştirememiş olmasıdır (Şenol, 2006). Bu olumsuzluk, yasadan sonra hazırlanmış olan uygulama yönetmeliği, tüzük, talimat ve genelgelere de yansımıştır. Nitekim, 15.12.2005 tarihinde yürürlüğe giren Toprak Koruma ve Arazi kullanım Kanunu uygulama Yönetmeliğinde ilgili yasanın yeniden dikte edilmesinden ileri gidilememiştir. Temmuz 2008'de ise kurumsal altyapı oluşturulmamış olması nedeniyle konuyla ilgili tartışılabilir olan Tarım ve Köyüşleri Bakanlığı Tarımsal Üretim ve Geliştirme Genel Müdürlüğü tarafından “Toprak ve Arazi Sınıflaması Standartları Teknik Talimatı ve İlgili Mevzuat” yayınlamış ve uygulamaya konulmuştur (Anonim, 2008).

Bu çalışmada Toprak Koruma ve Arazi Kullanım kanunu hükümleri dikkate alınarak hazırlanmış olan Toprak ve Arazi Sınıflaması Standartları Teknik Talimatının uygulamada karşılaşılabilecek sorunların önceden belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla, Şenol ve ark., (2009) tarafından detaylı toprak etüdüleri tamamlanmış olan Kuzey Adana bölgesinde bulunan Seyhan Barajı ile Çatalan Barajı arasında kalan araziler üzerinde yapılan değerlendirmeler karşılaştırılmış ve sonuçları verilerek ilgili teknik talimatın eksiklikleri tartışılmıştır.

TÜRKİYE ARAZİ VARLIĞI VE TOPRAK ETÜDLERİ

Dünya'da birçok ülkeye göre oldukça geniş (77.899.700 hektar) arazi varlığına sahip olan yurdumuzda, tarıma elverişli araziler bakımından aynı ifadeyi kullanmak mümkün değildir. Türkiye'de arazi kullanım şekillerine bakıldığında; %36'sı işlenen tarım arazileri, %27,6'sı çayır-mera arazileri, %29,8'i orman ve fundalıklar oluşturmaktadır (Çizelge 1). Arazi yetenek sınıfları dikkate alındığında, mevcut arazi varlığımızın yalnızca 5.085.000 hektar arazi (%6,5) I. Sınıf arazi niteliğine sahiptir. İşlemeli tarım yapılabilecek arazilerimiz (I, II, III. ve IV. Sınıf araziler) oranı ise %34'ü geçmemektedir. Buna karşın işlemeli tarıma uygun olmayan arazilerimiz oldukça fazla olup (51.333.000 hektar) toplam alanın %65,9'una karşılık gelmektedir. İşlemeli tarım yapmaya uygun olmayan arazilerin fazlalığı, toprak yetersizliği ve özellikle topografyaya bağlı eğim derecesinin yüksekliği ve şiddetli erozyon etkisinden kaynaklanmaktadır.

Çizelge 1. Arazi Yetenek Sınıflarına göre Türkiye arazi varlığı (Anonim, 2005a) (x1.000 ha)

| Arazi Kullanım Türü | Arazi Yetenek Sınıflaması | | | | | | | | TOPLAM |
|---------------------|---------------------------|-------|-------|--------|-----|--------|--------|-------|--------|
| | I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | |
| İşlenen Arazi | 4.825 | 6.041 | 6.036 | 4.8777 | 8 | 3.965 | 2.301 | - | 28.053 |
| Çayır-Mera | 149 | 444 | 738 | 1.641 | 90 | 4.163 | 14.280 | - | 21.505 |
| Orman-Fundalık | 13 | 13 | 420 | 846 | 28 | 2.624 | 19.118 | - | 23.228 |
| Tarım Dışı-Diğer | 98 | 109 | 89 | 61 | 2 | 73 | 138 | 3.385 | 3.955 |
| Su Yüzeyleri | - | - | - | - | - | - | - | 1.158 | 1.158 |
| TOPLAM | 5.085 | 6.773 | 7.823 | 7.425 | 128 | 10.825 | 35.837 | 4.543 | 77.899 |
| Tüm Alana göre (%) | 6,5 | 8,7 | 9,3 | 9,5 | 0,2 | 13,9 | 46,0 | 5,8 | |

Türkiye gibi erozyona karşı çok hassas olan bir ülkede, eğim derecesi yüksek olan arazilerde işlemeli tarım yapmak, geri dönüşü imkansız toprak kayıplarına neden olmaktadır. Buna rağmen, işlemeli tarıma uygun olmayan alanlarda tarım yapılması, ülkemizde karşılaşılan en ciddi sorunlardan birisidir (Çizelge 2). Arazi yetenek sınıflamasına göre, işlemeli tarım yapmaya uygun olmayan VI. ve VIII. sınıf arazilerin %23'ünde tarım yapılmaya devam edilmekte olup; bu durum özellikle erozyon sorununu daha ciddi boyutlarda ortaya çıkmasına sebep olmaktadır.

Türkiye’de ülke düzeyinde toprak etüdü 1965-1971 yılları arasında mülga TOPRAKSU Genel Müdürlüğü ve Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü tarafından 1/25.000 ölçekte yapılmış; 1982-1984 yıllarında revize edilmiştir. Detaylı toprak etüd ve haritalama çalışmaları ise çok yetersiz olup; GAP Bölgesi ovalarını ve TİGEM arazilerini kapsamaktadır (Şenol, 2006). Toprağın dinamik bir varlık olduğu göz önüne alındığında, yarı detaylı olarak yapılan çalışmaların kapsam ve nitelik bakımından günümüz koşullarında yetersiz kaldığından söz edilebilir. Günümüz koşullarını sağlaması ve 5403 sayılı kanunun gereğinin yerine getirilmesi amacıyla, toprak serileri ve fazları düzeyinde, detaylı toprak etüd ve haritalama çalışmalarının yapılması ve veri tabanında değerlendirilmesi gerekmektedir.

Toprak Koruma ve Arazi Kullanım Kanununun son haliyle Tarım ve Köyişleri Bakanlığı, Tarımsal Üretim ve Geliştirme Genel Müdürlüğü tarafından, toprak koruma ve arazi kullanımına yönelik 5403 sayılı Toprak Koruma ve Arazi Kullanımı Kanunu ve bu kanun gereği çıkarılan uygulama yönetmeliği uyarınca, toprak ve arazi sınıflaması yapılmasının usul ve esaslarını düzenlemek amacıyla “Toprak ve Arazi Sınıflaması Standartları Teknik Talimatı ve İlgili Mevzuat” (Anonim, 2008) yayınlanmıştır. 5403 sayılı Toprak Koruma ve Arazi Kullanımı Kanunu’ndaki esasları düzenlemek amacıyla çıkarılan söz konusu talimatname ve ilgili mevzuat, oldukça geniş kapsamlı olup; birçok tanımlamaya açıklık getirmektedir. Mevzuatın Ek-1 kısmında yer alan “Tarım Arazilerinin Sınıflamasında Kullanılacak Standartlar” ise uygulamada bazı hatalı sonuçlar verebilecek unsurlar içermektedir. Bu çalışma ile uygulamaya yönelik olası hataların değerlendirilmesi ve tartışılması amaçlanmıştır.

Çizelge 2. Türkiye’de AKK ile şimdiki arazi kullanımı karşılaştırılması (Sarı, 2006)

| Arazi Sınıfı | Şimdiki Arazi Kullanım Şekli | | | | TOPLAM |
|--------------|------------------------------|------------|------------|------------------|-----------|
| | Kuru | Sulu Tarım | Bağ, Bahçe | Fındık, Kestane, | |
| I | 3.155.446 | 1.413.256 | 176.264 | 33.333 | 4.778.299 |
| II | 4.876.280 | 835.791 | 187.972 | 86.823 | 5.986.866 |
| III | 5.438.715 | 476.222 | 204.989 | 109.507 | 6.229.443 |
| IV | 4.062.580 | 233.081 | 172.414 | 135.054 | 4.603.129 |
| V | 13.340 | 3.980 | 143 | - | 17.463 |
| VI | 3.377.458 | 34.290 | 201.714 | 235.037 | 3.848.499 |
| VII | 1.683.515 | 4.260 | 115.041 | 442.398 | 2.245.214 |
| VIII | - | - | - | - | - |

TOPRAK VE ARAZİ SINIFLAMASI STANDARTLARI TEKNİK TALİMATINA GÖRE TARIM ARAZİSİ TANIMLARI

Esas amacı, toprak koruma ve arazi kullanımına yönelik 5403 sayılı Toprak Koruma ve Arazi Kullanımı Kanunu ve bu kanun gereği çıkarılan uygulama yönetmeliği uyarınca toprak ve arazi sınıflaması yapılmasının usul ve esaslarını düzenlemek olan talimatnamede, tarım arazileri; Mutlak tarım arazileri, Özel ürün arazileri (OT), Dikili tarım arazileri (DT), Örtü altı tarım arazileri (SA) ve Diğer arazileri kapsamaktadır.

Mutlak tarım arazileri (MT), üzerinde sulu veya kuru tarım yapılıp yapılmadığına göre Sulu Mutlak Tarım (SMT) veya Kuru Mutlak Tarım (KMT) olarak değerlendirilmektedir. Yapılacak detaylı etüdlere, söz konusu tarım arazileri, toprağın derinliği, arazinin eğimi ve üzerinde yetiştirilebilen bitkiler değerlendirilerek sınıflaması yapılmaktadır. Etkili toprak derinliği en az 50 cm; arazinin genel eğimi yörede yıllık yağış ortalamasına göre en fazla %3 veya %8 ve yöreye adapte olmuş tarımı yapılan her türlü bitkinin münavebeye girebildiği ve yöre ortalaması ve üzerinde ürün alınabilen araziler MT Arazileri olarak sınıflandırılmaktadır.

Özel Ürün Araziler (OT) ise, tarımsal üretim için, mutlak tarım arazilerinden daha fazla toprak (tuzluluk, taşlılık, drenaj vb.) ve topoğrafik (bakı, eğim) sınırlamalara sahip olan araziler olarak tanımlanmaktadır. Bu arazilerde, yöreye adapte olmuş her tür bitkiye münavebede yer verilmeyen, sadece arazide bulunan sınırlamalara uyum sağlayan ve/veya münavebeye alındığında arazi bozulmasına neden olmayan bitkilerin tarımının yapıldığı, sulu tarım yapılmaması halinde ekonomik anlamda üretim yapılamayan araziler olarak tanımlanmaktadır.

Dikili Tarım Arazileri (DT) ise, özel ekolojik şartlarda, çok yıllık ağaç, ağaççık ve çalı formunda bitkilerin dikili olduğu tarım araziler olarak tanımlanmaktadır. Bu tür arazilerde, il müdürlükleri tarafından yapılan değerlendirme sonucu tür ve cins dikkate alınarak, yöre için ekonomik olacak sayıda ağaç, ağaççık veya çalı formundaki bitkilerin bulunduğu alanın DT arazisi olup olmadığına karar verilmektedir. DT arazisi olarak kabul edilmesi için gerekli olan minimum ağaç sayısı türe göre değişmektedir (Çizelge 3).

Marjinal Tarım Arazileri (TA) ise, MT arazileri, OA arazileri ve DT arazileri dışında yersel önemi veya yerel ihtiyaçlar nedeniyle tarıma açılmış araziler olarak tanımlanmaktadır. Bu arazilerin toprak ve topoğrafik sınırlamaları fazla olup tarımsal potansiyeli düşüktür. Sınırlayıcı faktörler arasında toprak derinliğinin 50 cm den az ve eğimin yağışa bağlı olarak %12 veya %18'den yüksek olmasıdır. Marjinal tarım arazileri, klasik sulama yöntemleriyle sulamaya elverişli olmayıp, kontrollü ileri sulama tekniklerinin uygulanmasının gerekli olduğu arazilerdir.

Örtü altı tarımı arazileri veya seralar (SA), üretim ortamını kontrol altına almak için, cam, naylon ve benzeri malzeme kullanılarak oluşturulan örtüler altında ileri tarım teknikleri kullanılarak yapılan tarım şekli olarak tanımlanmaktadır. Özellikle sabit örtü altında yapıları bulunan araziler, ülke tarımı için önemli alanlar olarak kabul edilip, MT arazisi olarak değerlendirilmektedir.

Çizelge 3. Dikili tarım arazisi minimum ağaç sayıları (Anonim, 2008)

| Cinsi | Sayısı* |
|--|---------|
| Zeytin- Antep Fıstığı | 8 |
| Harnup- Armut- Elma- Trabzon Hurması- Avokado- | 10 |
| Badem- Kiraz- Erik- Kayısı- Zerdali- Limon- Portakal- Greyfurt- Turunç | 15 |
| Şeftali- Vişne- Mandalina- Ayva- Nar | 20 |

* 1 dekar arazideki minimum ağaç sayısı

Diğer araziler ise, etüt alanında bulunan tarım dışı alanlar (çıplak kayalar, daimi karla kaplı alanlar, ırmak yatakları, sahil kumulları, sazlık bataklıklar, yerleşim alanları), mera kanunu kapsamındaki meralar ve çayırlar, ormanlar, bitkisel üretim için toprağı bulunmayan araziler olarak belirtilmiştir.

TOPRAK VE ARAZİ SINIFLAMASI STANDARTLARI TEKNİK TALİMATI VE İLGİLİ MEVZUATIN UYGULANMASINDA KARŞILAŞILACAK SORUNLAR VE ÖRNEK UYGULAMALAR

Teknik talimat ve ilgili mevzuatın tarım alanlarının korunmasına yönelik oldukça iyi kıstaslar bulunmasına karşın, talimatnamenin uygulanmasında 5403 sayılı yasanın amacına aykırı olarak tarım arazilerinin amaç dışı kullanımlar yoluyla kaybına neden olabilecek boşluklar bulunmaktadır. Bu çalışmada bu boşluklardan önemlileri örnekler verilerek açıklanacaktır.

Mevzuatta MT için yer alan “arazinin genel eğimi yörede yıllık ortalama yağış miktarına göre; a) Yağış 640 mm den az ise en fazla %3; b) Yağış 640 mm den fazla ise en fazla %8 olmalıdır” kriteri ise oldukça düşündürücüdür. Yalnızca bu kriter bile kimi mutlak tarım arazilerinin, bu kapsamda değerlendirmeye alınmamasına etken olmaktadır. Bu tanımlamaya göre, Türkiye’nin %70’inden fazlasında, Adana, Mersin illeri dahil, eğimi %4 ve daha fazla olan ve Arazi Yetenek Sınıflamasında II. Sınıf araziler MT olarak değerlendirilmemektedir. Diğer bir deyişle, mevzuattaki tanımlamaya göre, yağışa bağlı olarak bölgede eğimi %3’den fazla olan araziler MT olarak değerlendirilememektedir. Bu uygulama, 5403 sayılı kanunun özüne ve MT tanımına aykırıdır. Nitekim, Kuzey Adana’da Şenol ve ark. (2009) tarafından yapılan arazi değerlendirme çalışmalarında, %8’den daha fazla eğimli olup da yöre ortalamasının çok çok üzerinde ürün alınabilen derin toprakların varlığı belirlenmiştir. Örneğin çalışmada “Af4C” olarak haritalanan alan, Aflak serisine ait olup; profil boyunca killi tın tekstüre sahip, derin ve %6-12 eğime sahip bir arazidir. Bu arazi bölgeye adapte olmuş tüm ürünlerin yetişmesine izin verebilecek ve yöre ortalamasının üzerinde verim alınabilecek bir yapıya sahip olmasına rağmen; mevzuata göre eğim kriterini karşılamadığı için mutlak tarım arazisi olarak değerlendirilememektedir. Yine aynı şekilde Çatalan, Kargakekeç ve Tahtalı serilerinde yer alan kimi topraklar, diğer kriterleri karşılamasına ve yöre ortalaması üzerinde ürün alınmasına rağmen eğimi %3’ün üzerinde yer alan tüm topraklar mutlak tarım arazileri içerisinde değerlendirilmemektedir (Çizelge 4).

Mevzuatta MT arazilerin sınıflamasındaki kriterlerin bir diğeri de erozyon ile ilgili olandır. Bu kriter “yüzde eğim ile aşınabilirlik faktörü (K) çarpımı ikiden küçük; iklim faktörü (C) ile rüzgar da toprak aşınabilirliği (I) çarpımı altmıştan küçüktür” ve “geçirgenlik oranı en az 0,15 cm/saat; en çok 50 cm/saat olmalıdır” kriterleri, arazi çalışmalarında uygulanması ve değerlendirilmesi çok zor bir kriterdir. Arazi çalışmalarında bu gibi kriterlerin yerine uygulanması daha kolay olan ve arazide hızlı bir şekilde değerlendirilebilecek kriterlerin getirilmesi daha yararlı olacaktır.

Özel Ürün Arazileri (OT), mevzuata göre eğim ve toprak derinliği açısından MT arazisi özelliklerini taşıyor olsalar bile, tuzluluk, taşlılık, drenaj bozukluğu, taşlılık gibi sorunlar nedeniyle her türlü bitkinin yetiştirilemediği; sadece bu şartlara uygun özel ürünlerin ekonomik olarak yetiştiriciliğinin yapılabildiği alanlar olarak tanımlanmıştır. OT arazilerinin kriterlerinde ise şunlar yer almaktadır:

Çizelge 4. Bazı haritalama birimlerinde Mutlak- Özel tarım arazileri karşılaştırılması

| Haritalama Birimi | Tekstür | Eğim (%) | Taşlılık Sorunu | Derinlik | Drenaj Sorunu | Şenol ve ark. (2009) | Mevzuat |
|-------------------|---------|----------|-----------------|----------|---------------|----------------------|---------|
| Af4C | Orta | 6-12 | Yok | Derin | Yok | Mutlak | Özel |
| Çt5C | Orta | 6-12 | Yok | Derin | Yok | Mutlak | Özel |
| Kg4C | Orta | 6-12 | Yok | Derin | Yok | Mutlak | Özel |
| Th4C | Orta | 6-12 | Yok | Derin | Yok | Mutlak | Özel |

a) Eğim yönünden MT arazisi özelliklerini taşıyor (eğim %18'den az olması kaydı ile), ancak toprak derinliği 50 cm den fazla ise, özel amenajman tedbirleri alınarak yörede yetiştirilen ekonomik değeri yüksek herhangi bir bitkinin tarımın yapılmasına uygun ve yöre ortalamasının üzerinde ürün alınıyor ise bu tür araziler OT araziler olarak kabul edilir. Yöre ortalamasının altında ürün alınması halinde ise Marjinal tarım arazisi olarak kabul edilmektedir

b) Eğimi MT arazilerine uygun olup da; derinliği 50 cm den az ise, yörede yetiştirilen ekonomik değeri yüksek herhangi bir bitkinin tarımının yapılmasına uygun ve uzun süre yöre ortalamasında ürün alınıyor ise, bu arazi de OT arazisi olarak sınıflandırılır. Bu şartları sağlamıyorsa marjinal tarım arazisi olarak kabul edilir.

c) Sınıflamaya konu tarım arazisi, hem eğim hem de derinlik yönünden MT arazisi özelliklerini taşıyor; buna rağmen uzun süre yöre ortalamasında ürün alınan yöreye mahsus herhangi bir bitkinin tarımı ekonomik olarak yapıyorsa OT arazisi, yapılmıyorsa marjinal tarım arazisi olarak kabul edilir.

Bu tanımlamalara göre, MT arazisi olamayan II. ve III. sınıf araziler OT olarak değerlendirilmektedir. Türkiye'deki tarım arazilerinin önemli bir kısmını içine alacak olan bu tanımlama ile 5403 sayılı Toprak Koruma ve Arazi Kullanım Kanununda OT'nin hangi koşullarda tarım dışı kullanımlara izin verileceği net bir şekilde açıklanmamıştır. Nitekim yasanın 13. maddesinde sadece MT arazisinin bazı istisnalar hariç tarım dışı amaçlarla kullanılmayacağı yer almıştır. Böylece tarım arazilerinin büyük bir bölümünün OT olarak değerlendirilmesi uygulamada önemli bir boşluğun ortaya çıkmasına neden olacaktır.

Mevzuatta yer alan DT arazileri ise, özel ekolojik şartlarda, çok yıllık ağaç, ağaççık ve çalı formunda bitkilerin dikili olduğu tarım arazileridir. Tür ve cins dikkate alınarak yöre için ekonomik olacak sayıda ağaç, ağaççık veya çalı formundaki bitkilerin bulunduğu araziler, il müdürlükleri tarafından değerlendirilerek, dikili tarım arazisi olup olmadığına karar verilmektedir. DT arazilerinde, toprak, topoğrafik yapı ve iklim dikimi yapılan tür veya çeşidin ekonomik olarak yapılmasını etkilemektedir. Burada en önemli sorun olarak karşımıza dikili arazideki bitkinin verim durumudur. Ekonomik anlamda üretimin yapıp yapılmadığı, bitkinin yaşından kaynaklanan verimde azalmalar, uygulanan tarım şekli vb. unsurlar dikkate alınarak değerlendirme yapılmalıdır. Uzun yıllar içerisinde bitki yaşının ilerlemesine bağlı olarak verimde azalmalar görüleceği muhakkaktır. Bu durumda DT arazisi olarak sınıflandırılmış olan arazinin ne yönde değişeceğine karar verme aşamasında olan il müdürlükleri bu konuda çok hassas olmalıdır.

Mevzuatta yer alan diğer bir arazi türü ise Marjinal tarım arazileridir. Bu araziler, MT arazileri, OT arazileri ve DT arazileri dışında yerel önemi veya yerel ihtiyaçlar nedeniyle tarıma açılmış araziler olarak tanımlanmaktadır. Bu arazilerin eğimi yağışa bağlı olarak değişmekte olup; 640 mm'nin altında olduğu yerlerde %12'den, 640 mm'nin üzerinde olduğu yerlerde ise %18'den fazla ve toprak derinliği de 50 cm'den daha az olmalıdır. Mevzuata göre, bu arazilerde yöre ortalamasının altında ürün alınmakta ve ileri sulama teknikleri uygulanarak sulu tarım yapmaya elverişli arazilerdir.

OT arazilerin tanımlanmasında yer alan kriterler ile ilgili olarak eğim ve toprak derinlik faktörleri uygulamada ciddi sıkıntılara sebep olacaktır. Söz konusu tanımlamaya göre, eğimi %12 veya %18'in üzerinde olan ve toprak derinliği 50cm'den az olan arazilerde tarım arazisi olarak kabul edilmektedir. Bu tür arazilerin tarımsal kullanımı, erozyon sorununun daha ciddi boyutlara varmasına neden olup; sık olan toprak derinliğinin daha da incelmeye yol açabilecektir.

Mevzuatta yer alan en önemli husus ise, özellikle Türk hukuk sistemi içerisinde, tarım arazilerinin miras yolu ile bölünmesinin önüne geçilmiş; geniş arazilerin miras yolu ile küçük parçalara bölünmesine nispeten engel olunmuştur. MT arazileri, OT araziler ve TA 2 hektar, DT arazileri 0,5 hektar, örtü altı tarım yapılan araziler 0,3 hektardan daha küçük olamamaktadır. Belirlenen küçüklüğe erişmiş tarımsal araziler, miras hukuku bakımından bölünemez eşya niteliği kazanmış olmaktadır (Anonim, 2007).

Mevzuatta Diğer Araziler için tanımlayıcı kriterler tam olarak belirlenmemiştir. Söz konusu alanlar, tarım dışı alanlar (çıplak kayalar, daimi karla kaplı alanlar, ırmak yatakları, sahil kumulları, sazlık bataklıklar, yerleşim alanları), mera kanunu kapsamındaki meralar ve çayırlar, ormanlar, bitkisel üretim için toprağı bulunmayan arazilerdir. Değerlendirmede bu tür araziler, tanımlayıcı bir kriter olmaksızın diğer araziler olarak sınıflandırılmaktadır. Marjinal arazilerin tanımında da belirtildiği gibi, yağışa bağlı olarak eğimin %12-18'den daha fazla olduğu arazilerin; tarım dışı kullanımlar içerisinde bulunan ormanlar olarak değerlendirilmemesi, sorunların daha da ciddi boyutlara gelmesine sebep olacaktır. Bu durumda çok dik eğimli arazilerde tarımsal amaçlı olarak kullanılabilir. Bu alanlarda işlemeli tarım yapılmaya devam edilmesi, erozyon riskinin daha da artması anlamına gelmektedir. Bu sorun, 5403 sayılı kanunun öngördüğü arazi kullanım planlarının öncelikle hazırlanıp uygulamaya konulmasıyla giderilebilecektir.

SONUÇ VE ÖNERİLER

Toprak Koruma ve Arazi Kullanım Kanunu olarak da bilinen 5403 sayılı yasa, tarım arazilerinin korunması, bütünlüğünün bozulmayacak şekilde değerlendirilmesini amaçlamaktadır. Ancak, bu çalışmada değerlendirilen Teknik Talimatnamedeki tanımlama ve kriterlerin kanunun amacına ters düşecek uygulamalara yol açabileceği unsurlar içermesi nedeniyle tekrar gözden geçirilmesi gerekmektedir. Yıllık yağış ortalamasına göre eğim derecesinin belirlenmesi uygun bir yaklaşımdır. Ancak büyük bir kısmı 640 mm yıllık yağış ortalamasının altında kalan iklimsel yapıya sahip yurdumuzda, eğimin %3'ü geçtiği yerlerin MT olarak değerlendirilmemesi oldukça sakıncalıdır ve 5403 sayılı kanunun amacına ters düşmektedir. MT arazileri için, eğim kriteri, en düşük %6'dan başlayarak yağışa bağlı olarak kademeli olarak arttırılmalıdır. Arazi çalışmalarına yönelik olarak mevzuatta belirtilen aksaklıkların tekrar gözden geçirilmesi ve gerekli düzenlemelerin yada tanımlamaların tekrar yapılması, arazilerin kullanımlarına daha uygun bir şekilde kullanılmasına etken olacaktır. Bununla birlikte tarım topraklarının detaylı etüdlerinde kullanılacak kriterlerin de bir çatı altında toplanması; hatta ulusal bir toprak veri bankasının kurulması da bu konuda oldukça önemlidir.

Bütün bu ve benzeri sorunların kalıcı çözümü Tarım ve Köyişleri Bakanlığı bünyesinde reform niteliğinde yeni bir yapılanmaya gidilerek, gerekli her türlü laboratuvar, alet, yazılım, donanım ve elemana sahip yeni bir **ULUSAL TOPRAK KORUMA ENSTİTÜSÜ** kurulmasına bağlıdır. Özel statüsü ve döner sermayesi bulunacak şekilde planlanması gereken bu enstitü 5403 sayılı kanunun öngördüğü ayrıntılı temel toprak haritalarını üretilmeli, toprak veri bankasını oluşturulmalı ve arazi sınıflama haritalarını hazırlamalı ve satışını gerçekleştirmeli, bir yerde kendi kendini finanse eden bir kurum haline gelmelidir. Ulusal Toprak Koruma Enstitüsünün kurulması, Türkiye'de farklı kurumlar tarafından yapılan toprak etüd çalışmalarındaki dublikasyonları ve kaynak israfını da önleyecektir. Bu enstitü kuruluş aşamasında kalifiye eleman sıkıntısı çekebilir, ancak Üniversitelerden bu konuda yardım alınarak bu sıkıntı giderilebilir. Kuruluş aşamasından sonra usta çırak sistemi içerisinde enstitü kendi elemanını kendisi yetiştiren bir eğitim kurumu haline gelebilecektir. Ayrıca bu kurum kendi ihtiyacı olan yöntemleri ve standartları geliştirmek amacıyla araştırmalar yürütüp, birçok gelişmiş ülkede olduğu gibi uluslar arası platformda adını duyurabilecek başka ülkelerde de etüd projeleri yürütecek bir araştırma enstitüsü konumuna da gelebilecektir. Sonuç olarak, bu çalışmada tartışılan Toprak ve Arazi Sınıflaması Teknik Talimatı, Ulusal Toprak Koruma Enstitüsünün zaman geçirilmeden kurulması gerektiğinin en belirgin göstergesi olmuştur.

KAYNAKLAR

Anonim, 2005a. Çölleşme ile Mücadele Türkiye Ulusal Eylem Planı. T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı, Ankara.

Anonim, 2005b. T.C. Resmi Gazete. Sayı: 25880. <http://rega.basbakanlik.gov.tr/#>

Anonim, 2007. T.C. Resmi Gazete. Sayı: 26429. <http://rega.basbakanlik.gov.tr/#>

Anonim, 2008. Toprak ve Arazi Sınıflaması Standartları Teknik Talimatı ve İlgili Mevzuat. T.C. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı, Tarımsal Üretim ve Geliştirme Genel Müdürlüğü, Ankara.

Gürbüz, 2000. Türkiye'de Arazi ve Toprak Kaynaklarının Yönetimi ve Sorunları. www.tema.org

- Sarı, M., 2006. Arazi Kullanımı ve Erozyon İlişkisi. Erozyon, Doğa ve Çevre. TEMA Vakfı Yayınları. Yayın No: 51, İstanbul.
- Şenol, S., 2006. Toprak Koruma ve Arazi Kullanım Kanunu Sahipsiz Kalmasın. Tarım ve Mühendislik. TMMOB ZMO Yayınları, Sayı:76-77, Ankara.
- Şenol, S., M., Dingil, M.E. Öztekin, S.A. Kapur, M.R. Derici, M.İ. Solmaz, A.O. Dinç, K.Y. Gülüt, E. Akça, A. Kanber, H. Terli, 2009. Coğrafi Bilgi Sistemleri ve Uzaktan Algılama Teknikleri Kullanılarak Eğimli Arazilerin Haritalanmasında Arazi Çalışmalarını ve Etüdün Süresini Azaltacak Yeni Bir Detaylı Toprak Etüd ve Haritalama Yönteminin Geliştirilmesi Üzerine Araştırmalar. TÜBİTAK, Proje No: 106O112, Adana.
- Yüksel, M., 2006. Toprak Oluşu ve Önemi. Erozyon, Doğa ve Çevre. TEMA Vakfı Yayınları. Yayın No: 51, İstanbul.

5403 sayılı Toprak Koruma ve Arazi Kullanım Yasası'nın Getirdikleri

İlhami BAYRAMİN*

*Doç.Dr., Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Ankara

Özet

5403 sayılı Toprak Koruma ve Arazi Kullanım Yasası 19 Temmuz 2005 tarihli ve 25880 sayılı Resmî Gazete’de yayımlanarak yürürlüğe girmiştir. 6 bölümden oluşan yasanın 1. Bölümü, Amaç, Kapsam ve Tanımları, 2. Bölümü, Arazi Mülkiyet Hakkının Kullanımı ve Toprak Koruma Kurulunu, 3. Bölümü, Toprak ve Arazi Varlığının Belirlenmesi, 4. Bölümü, Toprakların Korunması ve Arazi Kullanımı, 5. Bölümü, Özendirme, Denetim, Yaptırımlar, Gelir ve Giderler, ve 6. Bölümü Tüzük ve Yönetmelikler, Değiştirilen, Geçici ve Son Hükümleri içermektedir.

Yasanın amacı; “arazi ve toprak kaynaklarının bilimsel esaslara uygun olarak belirlenmesi, sınıflandırılması, arazi kullanım plânlarının hazırlanması, koruma ve geliştirme sürecinde toplumsal, ekonomik ve çevresel boyutlarının katılımcı yöntemlerle değerlendirilmesi, amaç dışı ve yanlış kullanımların önlenmesi, korumayı sağlayacak yöntemlerin oluşturulmasına ilişkin sorumluluk, görev ve yetkilerin tanımlanması ile ilgili usûl ve esasları kapsar” olarak verilmiştir.

Toprakların korunması ve arazi kullanımlarına ilişkin yasal düzenlemenin yapılmasına karşın, kurumsal düzenlemeler yapılmamıştır. Yapılan en etkili kurumsal düzenleme, kanun tasarısının yasalaşmasından önce, sorumlu kuruluş Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü’nün 13 Ocak 2005 tarihinde kapatılması olmuştur. Köy Hizmetlerinin kapatılmasından sonra yasa hükümlerinin uygulama sorumluluğu T. C. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı, Tarımsal Üretim ve Geliştirme Genel Müdürlüğü’ne verilmiştir. Daha öncesi toprak kaynaklarına ilişkin herhangi bir teşkilat alt yapısı ve personeli bulunmayan kurum yasanın getirdiği sorumlulukları uygulamak konusunda son derece yetersizdir. Toprak ve arazi varlığının belirlenmesi, Toprak etüt ve haritalama çalışmaları, tarım arazilerinin sınıflandırılması ve arazi parsel büyüklüklerinin belirlenmesi, toprakların korunması, arazi kullanım plânlarının yapılması, toprak koruma projelerinin hazırlanması, tarım arazilerinin amaç dışı kullanımı, tarımsal potansiyeli yüksek büyük ovaların belirlenmesi ve korunması, erozyona duyarlı alanların belirlenmesi ve korunması, toprak kirliliğinin izlenmesi ve önlenmesi, arazi toplulaştırması ve dağıtımı gibi konularda yeterli bilgi ve tecrübeye sahip personel ve alt yapıya sahip değildir. Bakanlık sorumluluğu yasa çerçevesinde her ilde kurulan toprak koruma kurullarına bırakmıştır. Toprak koruma kurulları genellikle ayda 1 defa toplanmakta ve nerdeyse tamamı tarım arazilerinin tarım dışına çıkarma taleplerinden oluşan 20 – 30 maddelik gündemle toplanmaktadır. Denetim faaliyetlerini yapamamaktadırlar.

Üretilip çoğaltılamayan, en önemli doğal kaynaklarımızın başında gelen toprakların korunması ve gelecek nesillere aktarılması sadece yasal düzenleme ile değil 1984 yılında kapatılan Topraksu Genel Müdürlüğüne benzer bir kurumsal yapının yeniden düzenlenmesiyle olabilir.

Anahtar Kelimeler: Toprak koruma ve arazi kullanım yasası

The Challenges of Soil Protection and Land Use Act of 5403

Abstract

Soil Protection and Land Use Law No. 5403 come into effect by promulgated in the Official Gazette which is dated July 19, 2005 and numbered 25880. The law has six episodes, and first chapter includes purpose, scope and definitions, second chapter includes use of landownership and soil protection board, third chapter includes determination of soil and land use resources, fourth chapter includes soil conservation and land use, fifth chapter includes promotion, supervision, sanctions, income and

expenses, and sixth chapter includes statutes and regulations, amended, temporary and final provisions.

The purpose of the law consists of the principles and procedures, which are presented as; determination of soil and land resources in accordance with scientific principles, classification, preparation of land use plans, the evaluation social, economic and environmental dimensions with participatory methods during the protection and development processes, prevention of wrong and non-agricultural uses, defining the duties, powers and responsibilities during the establishment of methods to provide protection.

Despite the legislation making to protect soils and land-use regulation, institutional arrangements have not been performed. The most effective institutional arrangement is closing responsible governmental agency of the General Directorate of Rural Services on 13 January 2005, before the legislation of soil protection and land use law. After closing General Directorate of Rural Services, implementation responsibility of the soil protection and land use law was given the General Directorate of Agricultural Production and Development of the Ministry of Agriculture and Rural Affairs. This new governmental agency is extremely inadequate to meet the requirements of the implementation of the responsibilities, because lack of the background, experience and personnel infrastructure about soil resources. The agency does not have adequate information, experienced personnel and infrastructure on the implementation of; determining the soil and land resources, soil survey and mapping, the classification of agricultural lands, determining the parcel size of the lands, soil conservation, land use planning, the preparation of soil conservation projects, preventing misuses of agricultural lands, determining agricultural potential, the identification and protection of big plains, assessment of erosion and protection of sensitive areas, monitoring and prevention of soil pollution, land consolidation and distribution.

Ministerial responsibilities have been left to the soil protection boards established in each province. In general, soil protection boards are usually held a meeting once a month with twenty to thirty items in their meeting agenda and mostly discuss to demands non-agricultural uses of prime lands. They cannot do their audit activities improperly.

As one of the most important natural resources, we cannot protect our soils for next generations with only legal arrangement. Protection and sustainable use of our soils can be succeeded with the similar intuitional arrangement of Topraksu, which is closed in 1984.

Key Words: Soil Protection and Land Use Law

Türk Hukukunda Tarımsal Arazi Mülkiyetinin Korunması

Mehmet KILIÇ*

*Dr, A.Ü.Ziraat Fakültesi Tarım Ekonomisi Bölümü

Özet

Tarımsal üretimin en önemli unsuru oluşturan tarım arazilerinin ve bu araziler üzerinde mevcut olan tarımsal arazi mülkiyetinin korunmasına ilişkin düzenlemeler, tarihsel gelişim seyri içerisinde Osmanlı Hukukuna kadar dayanmaktadır. Cumhuriyetin ilk yıllarında tarımsal arazi mülkiyetinin korunması genel nitelikli temel kanunların içerisinde ele alınmış, bu alana ilişkin özel nitelikli kanunlar kabul edilmemiştir. 1962 Anayasası dönemiyle birlikte tarım kesimine yönelik kabul edilen bazı genel Kanunlarda tarımsal arazi mülkiyetine ilişkin düzenlemeler daha geniş kapsamlı bir şekilde yer almıştır. 1982 Anayasası döneminde ise, Anayasada yer alan temel ilkeler doğrultusunda tarımsal arazi varlığının ve tarımsal arazi mülkiyetinin korunmasına yönelik özel nitelikli düzenlemelerin kabul edildiği görülmektedir. Özellikle AB’ne uyum sürecinde tarımsal altyapının ortak tarım politikasına uyumunun gerçekleştirilmesi amacıyla kabul edilen kanunlarda doğrudan tarımsal arazi mülkiyetinin düzenlenmesinin de amaçlanması, konunun önemini daha da arttırmıştır. Ancak tarımsal arazi varlığı ve tarımsal arazi mülkiyetinin korunmasına ilişkin kapsamlı hukuki düzenlemelerin yapılmasına rağmen, kurumsal yapıların oluşturulmaması ve uygulama konusunda yaşanan yetki karmaşası mevzuatın etkili ve amaçlarına uygun bir şekilde uygulanmasını imkânsızlaştırmaktadır. Bu nedenle, hazırlanan bu sunumda son dönemde kabul edilen ve tarımsal arazi varlığı ve tarımsal arazi mülkiyetinin korunmasını amaçlayan hukuki düzenlemelerin ana hatları ile ele alınıp irdelenmesi amaçlanmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Tarımsal arazi mülkiyeti, tarımsal arazi varlığı, hukuki düzenlemeler

Sinsi Erozyon: Şeker Pancarı Hasadıyla Toprak ve Bitki Besin Elementi Kayıpları: Genel Değerlendirme

Nazmi ORUÇ*

*TEMA Üyesi, Eskişehir

Özet

Bu çalışmanın temel amacı, Eskişehir, Erzurum, Konya ve Ankara’da Şeker Pancarı hasadıyla kaldırılan toprak ve bitki besin madde miktarları ve ekonomik kayıpları ortaya koymaktır. Sökülen pancarın üzerinde çeşitli faktörlerin etkisine göre değişmekle birlikte mutlaka bir miktar toprak kalmaktadır. Tarlanın en verimli olan pulluk tabakasından hasatla birlikte uzaklaştırılan toprak miktarı (Sinsi Erozyon) şeker pancarı ekiminin yaygın olduğu yurdumuzda büyük önem taşımaktadır.

Bu konuda Eskişehir’de 2000 yılında yapılan bir araştırmada yaklaşık olarak yılda 154. 000 ton (4. 81 ton/ha) toprak kaybı ve sadece toplam azot kaybının ticari gübre olarak yaklaşık 220 milyar TL olduğu, Erzurum’da yürütülen araştırmada yılda yaklaşık 30. 000 ton (2. 6 ton/ha) ve yine N-P-K bitki besin elementi olarak toplam kaybın 60. 000 ABD doları olduğu belirtilmiştir. Konya’da şeker pancarı tarlalarından taşınan 256. 953 ton toprak (3. 42 ton/ha) ile 9. 096 ton organik madde, 43 ton toplam azot, 2. 4 ton yarayışlı P (P_2O_5), ve 22 ton ekstrakte edilebilir K (K_2O) uzaklaştığı hesaplanmıştır. Ankara’da yapılan araştırmada yılda yaklaşık 47. 866 ton(5. 22 ton/ha) toprak kaybı olduğu ve N-P-K bitki besin elementi zararının ise ticari gübre olarak toplam 20. 4158 ABD dolarını bulduğu belirtilmiştir. Şeker pancarı hasadında toprak kayıplarını en aza indirilmesi için ilk planda pancar üreticilerinin bilgilendirilmesi ve makine ile boşaltma-temizleme sonrası üreticinin ortada kalan toprağı tarlasına geri götürmesi önerilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Sinsi erozyon, şeker pancarı hasadı, toprak kayıpları

Soil and Plant Nutrition Element Losses by Sugar Beet Harvest:General Assessment

Abstract

The main aim of this study is to evaluate the soil losses (hidden erosion) by sugar beet harvest and to estimate economic value of related losses of plant nutrients in Eskişehir, Erzurum, Konya ve Ankara and Provinces in Turkey. It was estimated that about 154. 000 tons of soil (4. 81 tons/ha) were transported from the beet fields annually in Eskişehir and the economic value of lost N was about 220 million TL It was indicated that about 30. 000 tons of soil (2. 6 ton/ha) lost annually in Erzurum and the cost of N-P-K losses were estimated 60. 000 US\$ due to removal on harvested sugar beet at the study area. Total soil loss was reported as 256. 953 tons/year (3. 42 ton/ha) from sugar beet fields in Konya Province, containing as average 9. 096 tons organic matter, 43 tons total N, 2. 4 tons available P (P_2O_5) and 22 tons extractable K (K_2O). According to the study carried on the cost of soil lost caused by sugar beet harvest in Ankara, 46. 866 tons of soil (5. 22 tons/ha) was transported from sugar beet fields annually, and economic value of plant nutrients was estimated as US\$ 204 158. It is suggested that sugar beet growers should be enlightened about the importance of soil losses during the harvesting season and should bring the soil left on receiving points, back to their fields.

Key Words: Hidden erosion, sugar beet harvest, soil losses

GİRİŞ

Tarımsal alanlarda yapılan toprak erozyonunu belirleme çalışmalarında toprak taşınmasının genellikle, su, rüzgar ve yanlış toprak işleme nedeniyle ortaya çıktığı kabul edilmektedir. Oysaki toprak taşınmasının nedenleri arasında gözden kaçan bir gerçekte, şeker pancarı (*Beta vulgaris L.*), patates (*Solanum tuberosum L.*), havuç (*Daucus carota L.*), ravika (*Cichorium intybus L.*), pırasa (*Allium porrum L.*) tatlı patates (*Ipomoea batates L.*) ve casava (*Manihot spp.*) gibi bitkilerin hasadıyla tarımsal alanlarda toprağın en verimli olan üst tabakasından büyük ölçüde toprak kayıplarının olmasıdır. Yumru şeklindeki bu bitkilere doğrudan yapışan toprak ve çeşitli irilikteki toprak parçacıkları hasad sırasında ürünlerle birlikte buldukları yerden başka alanlara taşınarak zaman içerisinde toprağın bozulmasına neden olmaktadır.

Cangir ve ark., göre (2000) yurdumuzda su erozyonu ile taşınan toprak miktarı yılda yaklaşık 500 milyon tondur. Toprağın volüm ağırlığı 1.5 ton/m³ ve Türkiye'nin toplam arazi varlığı 78 milyon hektar olarak alındığında toprak kaybı, 6.4 ton/ha ve yıllık aşınma 0.42 mm olmaktadır. Benzer hesaplama 1999/2000 şeker kampanyası dönemi için yapıldığında, 360.000 hektarlık pancar ekim alanında toprak kaybı 4.16 ton/ha, pancar sahalarındaki yıllık aşınma ise 0.29 mm olarak bulunmaktadır. Güncel bir veri olarak Doğan (2011) yurdumuzda E. İ. E. İ genel müdürlüğüne atfen, 25 havzada 157 adet sediment ölçüm istasyonunda uzun yıllardan beri yapılmış olan ölçümler ve değerlendirmelere göre: sediment verimi= 155 ton/yıl-km², yıllık ortalama toprak kaybı= 743 milyon ton ve bu verilere göre ülkemiz yüzeyinin her yıl 0.8 mm aşındığını Tema temsilciliklerine iletmıştır. Şeker pancarı hasadıyla 2009/2010 kampanya döneminde Türkşeker Faaliyet Raporları kaynak olarak alındığında ürün taşıyan 187.179 ha alanda yıllık toprak kaybının 5.84 ton/ha, toprak aşınmasının ise 0.34 mm olduğu hesaplanmıştır. 2001 yılında çıkartılan Şeker Kanunu gereğince pancar ekim alanlarının daraltılması sonucu bu alanda toplam toprak kaybı doğal olarak azalmakta ancak birim alandan kaldırılan toprak miktarında bir değişiklik olmamaktadır. Bu çalışmada da 2000'lı yılların başlarında Eskişehir, Erzurum, Konya ve Ankara'da şeker pancarı hasadıyla tarladan taşınan toprak miktarları ve bitki besin maddesi kayıpları konusundaki yayınlar yanında yurt dışı araştırmalar da incelenmiş ve bu kayıpların azaltılmasına ilişkin bazı öneriler yapılmıştır.

TÜRKİYE'DE YAPILAN ÇALIŞMALAR

Yurdumuzda ilk olarak kurulan dört Şeker Fabrikasından birisine sahip olan Eskişehir'de pancar hasadıyla ortaya çıkan toprak firesi ve bitki besin elementi kayıpları üzerinde Oruç ve Güngör (2000) tarafından yapılan çalışmada, Türkiye Şeker Fabrikaları Genel Müdürlüğüne ait son on yıllık (1989-1999) verilere göre ortalama toprak firesi ve beş ayrı pancar tesellüm noktasından alınan 15 adet pancarla taşınmış toprak örneğinde toplam organik madde, toplam azot, elverişli fosfor ve ekstrakte edilebilir potasyum analizleri yapılmıştır. Şeker Şirketi verilerine göre hesaplanan ortalama değerler Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge 1'de Eskişehir'de senelik ve hektar başına toprak kayıplarının Türkiye ortalamasından daha büyük olduğu dikkat çekmektedir. Bu durum şeker pancarı üretimi yapılan tarlalarda sinsi bir toprak erozyonu olduğunu göstermektedir. Tesellüm noktalarından alınan toprak örneklerine ilişkin analiz sonuçları ise Çizelge 2'de topluca verilmiştir.

Çizelge 1. Türkiye ve Eskişehir'de şeker pancarı ekim alanı, ürün miktarı, toprak firesi, baş firesi ve toprak fireleri (Oruç ve Güngör, 2000)

| | Türkiye | Eskişehir |
|--------------------------|------------|-----------|
| Şeker Pancarı Alanı (ha) | 360.000 | 32.205 |
| Ürün Miktarı (ton) | 14.486.093 | 1.374.497 |
| Toprak Firesi (%) | 10.24 | 11.2 |
| Baş Firesi (sözleşme, %) | 5.0 | 5.0 |
| Toprak Kaybı (ton/sene) | 1.483.337 | 153.944 |
| Toprak Kaybı (ton/ha) | 4.16 | 4.80 |

Çizelge 2. Eskişehir’de şeker pancarı hasadıyla tarlalardan kaldırılan toprak örneklerine (n=15) ilişkin analiz sonuçları (Oruç ve Güngör, 2000)

| | Min. | Maks. | Ortalama | Std. Sapma | Medyan | Kaldırılan (ton/yıl) |
|---|-------|-------|----------|------------|--------|----------------------|
| Organik Madde (%) | 1. 27 | 5. 00 | 2. 72 | 1. 12 | 2. 75 | 4188 |
| Total N (%) | 0. 16 | 0. 36 | 0. 27 | 0. 14 | 0. 28 | 415. 8 |
| Elverişli P (P ₂ O ₅ ppm) | 32 | 221 | 105. 73 | 59. 34 | 94 | 16. 17 |
| Ekstrakte K (K ₂ O ppm) | 1370 | 748 | 4270 | 2030 | 3560 | 30. 77 |

Çizelge 2’de verilen organik madde ve makro besin elementi değerleri de pancar hasadıyla pulluk tabakasından kaldırılan toprak nedeniyle verimliliğin olumsuz yönde etkilendiğini açıkça göstermektedir. Çalışmanın yapıldığı yılda sadece toplam azot kaybının gübre olarak ekonomik değerinin 220 milyar TL olduğu belirlenmiştir.

Öztaş ve arkadaşlarına göre (2002), toprak kayıpları genellikle su-toprak erozyonu ve toprak işlenmesi sırasında taşınma nedeniyle meydana gelmekte ve yurdumuzda her yıl yaklaşık olarak 500 milyon ton verimli toprak ve büyük ölçüde bitki besin maddesi kaybolmaktadır. Bazı bitkilerin hasadı sırasında ortaya çıkan toprak kayıplarının da önemli olmasına karşın erozyon çalışmalarında değerlendirilmediğini kaydeden araştırmacılar, şeker pancarı hasadıyla meydana gelen toprak ve bitki besin elementleri kaybı üzerinde Erzurum’da yürüttükleri çalışmada, 2000 yılında 11. 567 ha alanda pancar ekimi yapıldığını ve yaklaşık olarak bu ilde 30. 000 ton (2. 6 ton/ha) ve tüm Türkiye’de 1. 2 milyon ton toprak kaybı (3. 4 ton/ha) olduğunu belirtmişlerdir. Şeker pancarı tesellüm noktalarından alınan elli adet toprak örneği üzerinde yapılan N-P-K analiz sonuçları ve kimyasal gübre fiyatları kullanılarak yapılan değerlendirmede bu bitki besin elementlerinin uzaklaştırılması ile oluşan yıllık ekonomik kaybın yaklaşık 60. 000 ABD doları olduğu ileri sürülmüştür. Bu çalışmada ayrıca pancar tesellüm noktalarından alınan toprak örneklerindeki organik madde, total N, Olsen P₂O₅ ve değişebilir K₂O değerlerinin, diğer tarla topraklarına göre sırasıyla 20, 3. 4, 56 ve 4. 8 kat daha fazla olduğu tespit edilmiştir.

Zengin ve ark. (2003) tarafından yapılan bir çalışmada yurdumuzun en önemli şeker pancarı üretim bölgelerinden biri olan Konya İlinde 2000-2001 kampanya döneminde 75. 037 ha alandan 3. 524. 846 ton şeker pancarının hasad edildiği ve ortalama toprak firesinin %8 olduğu belirtilmiştir. Bu çalışmaya göre 256. 953 ton/yıl toprak kaybı içerisinde ((3. 42 ton/ha) yıllık ortalama olarak 9. 096 ton organik madde, 2. 4 ton toplam azot, 4. 2 ton elverişli P (P₂O₅) ve 22 ton ekstrakte edilebilir K (K₂O) kaybı olduğu vurgulanmıştır. Araştırmacılar Konya’da toplam fire kaybının ülke ortalamasından daha düşük olmasının hasad döneminde Konya’daki yağış azlığıyla ilgili olduğunu kaydetmişlerdir.

Son yıllarda bitki hasadı nedeniyle ortaya çıkan toprak kayıplarının toprak erozyonu çalışmaları içerisinde ele alındığını belirten Parlak ve arkadaşları(2008), şeker pancarı (*Beta vulgaris L.*), patates (*Solanum tuberosum L.*), havuç (*Daucus carota L.*), soğan (*Allium cepa L.*), turp (*Raphanus sativus L.*) ve pırasa (*Allium porrum l.*) gibi bitkilerin hasadıyla önemli miktarda toprak kayıplarının meydana geldiğine işaret etmişler ve 2005 yılında şeker pancarı hasadıyla toprak kayıplarını ve bitki besin maddesi maliyetlerini hesaplamışlardır. Araştırmada Ankara’da şeker pancarı tesellümü yapılan yedi ayrı noktada pancarla taşınmış 21 adet toprak örneği üzerinde çalışılmıştır. Türkiye Şeker Fabrikaları Genel Müdürlüğü’nün raporlarına göre Ankara İlinde şeker pancarı tarlalarından yılda 47. 866 ton toprak (5. 22 ton/ha) taşındığı ve analiz sonuçlarına göre bu topraklarla uzaklaştırılan bitki besin maddelerinin ekonomik değerinin de 204. 158 ABD doları olduğu tahmin edilmiştir. Bu çalışmada yapılan diğer bir tahminde de pancar hasadıyla Türkiye’de toprak kaybının yaklaşık 951. 000 ton ve N-P-K kayıplarına ilişkin ekonomik değerinin 4. 056. 203 ABD doları olduğu ileri sürülmüştür. Araştırmacılar Türkiye’de 80 yılı aşkın bir süredir şeker pancarı üretimi yapıldığını belirterek hasad sırası ortaya çıkan toprak kayıplarına, toprak profili kalındığındaki azalmaların hesaplanmasında yer verilmesini ve bu konuda üreticilerin eğitilmesi gerektiğini vurgulamışlardır.

Sevilmiş (1992), tarafından Ankara Şeker Fabrikasında yürütülen pancar temizleme makinasının temizleme etkinliği ve temizleme maliyetinin tespit edilmesi konulu araştırmada, pancar hasadı sırasındaki iklim şartlarının toprak firesini % 34 ila % 86 arasında etkileyebildiği ve hasad sırasındaki 13 mm lik bir yağışın temizleme makinasının verimliliğini % 57 den %34 e düşürdüğü kaydedilmiştir. Kangal (1996) tarafından yapılan araştırmada ise pancar temizleme verimliliği yaklaşık %67 olarak tespit edilmiş, bu arada makinanın pancar köklerin kırılmasına ve yumruda çatlaklar oluşmasına neden olduğu kaydedilmiştir.

YURT DIŞINDA YAPILAN ÇALIŞMALAR

Hollanda’da şeker pancarı hasadıyla fabrikalara taşınan toprak miktarının çok önemli bir sorun olduğunu vurgulayan Van de Linden (1996), toprak kaybının %5-15 arasında değiştiğini, parasal kaybın yaklaşık 46 milyon Hollanda Florini ve 115. 000 hektarlık bir alandan 800. 000 tonluk bir toprak kaybı olduğunu belirtmiştir. Hasad sırasında uygulanan farklı temizleme sistemlerine göre toprak kayıplarının killi topraklarda %50, kumlu topraklarda ise %80 dolayında azaltıldığını da kaydedilmiştir.

Koch (1996), tarafından Almanya’da yapılan araştırmada 500. 000 hektarlık şeker pancarı ekim alanından 2-4 milyon ton arasında (4-8 ton/ha) toprağın taşındığını, modern bitki yetiştirme metodlarının uygulanmasıyla toprak kayıplarının %20, temizleme makinalarının kullanılması halinde ise %60 dolayında azaldığı ileri sürülmüştür. Sürüm tekniği ve azot ilavesinin toprak firesini çok az azalttığı, bitki yoğunluğunun artırılmasının ise kayıpları arttırdığı belirlenmiştir.

Hasadı takiben pancar yığının plastikle örtülmesinin temizleme öncesi toprağın kurumasını sağlayarak fireyi azalttığını belirten Günther (1996), 1988-1995 yılları arasındaki araştırmalarına göre, temizleme sırasında pancar yığınının örtülmesi halinde toprak firesinin %57 düzeyinde, yığının örtülmemesi halinde ise % 37 düzeyinde daha az olduğunu kaydetmiştir.

Şeker pancarı hasadında toprak firesini etkileyen en önemli faktörlerin toprak bünyesi, toprak nemi, yaprak kesilmesi ve pancar yığını yapılmasıyla ilgili olduğunu belirten Guiraud ve Leveque (1996), bu faktörlerin dışında pancar populasyonu, varyete, sıra arası mesafesi, hasad makinası türleri, hasad derinliği ve türbin hızı, temizleme süresi ve yığının kurutulması gibi kontrolü mümkün olabilecek faktörlerin de fire miktarını bir şekilde etkilediğini kaydetmişlerdir. Araştırmacılar ayrıca mevcut konik şekilli pancar yerine baş kısmı dar, oval şekilli, az dallanmış ve kaygan yüzeyli pancar çeşitleri kullanılmasının toprak firesini azaltacağını belirtmişlerdir.

Poesen ve ark. (2001), Belçika’da radika (*Cichorium intybus* L.) ve şeker pancarı hasadıyla ortaya çıkan toprak firesi üzerinde yaptıkları araştırma sonuçlarına göre, ortalama olarak radika hasadında 11. 8 ton/ha ve pancar hasadında ise 9. 1 ton/ha toprak kaybı olduğunu kaydetmişlerdir. Çalışma alanında bu bitkilerin iki yılda bir yetiştirildiği kabulüyle yıllık toprak kaybının 5 ton/ha(0. 33mm/yıl) olduğu ve 200 yıllık bir sürede toprak profilinde 66 mm lik bir azalmanın olduğu ileri sürülmüştür.

Ruysschaert ve ark. (2005) tarafından Fransa, Belçika, Hollanda ve Almanya’da 1978-2000 yıllarını kapsayan bir araştırmada şeker pancarı hasadıyla oluşan toprak kayıpları incelenmiş ve bu döneme ait ortalama değerlerin 5. 2 ton/ha (Almanya) ve 13. 8 ton/ha (Fransa) arasında değiştiği, minimum ve maksimum değerlerin ise sırasıyla 2. 0 ton/ha ve 20. 5 ton/ha olduğu kaydedilmiş ve bazı ülkelerde hasad sırasındaki toprak kayıplarına ilişkin bazı değerler Çizelge 3’ de verilmiştir.

Araştırmacılara göre şeker pancarı hasadıyla oluşan toprak kaybını etkileyen faktörler; toprak özellikleri (nem miktarı, bünye, organik madde ve kireç miktarları, üst toprağın yapısı), hasat tekniği; (hasad makinasının tipi, temizleme ünitesinin tipi, temizleme süresi, söküm alet tipi, hasad derinliği ve hızı, makina ayar ve bakımı), bitki özellikleri; (yumru-kök şekli, pürüzlülük, kök sayısı, toprak üstünde kalan kısım), agronomik özellikler olarak da bitki sıra ve sıra üstü aralıkları, bitki sıklığı, hastalıkları, ürün miktarı ve toprak işleme teknikleri vb olarak sıralanmaktadır. Bu faktörler arasında pancar sökümü sırasındaki (Eylül-Aralık) yağışlarla ilgili olarak toprak nemi ve toprak bünyesinin çok önemli olduğu vurgulanmaktadır. Hollanda hariç araştırma konusu diğer ülkelerde hasad sırasındaki yağış miktarlarıyla, toprak kayıpları arasında istatistiki

Çizelge 3. Değişik ülkelerde şeker pancarı hasadıyla kaldırılan toprak miktarları (Ruyschaert ve ark., 2005)

| Ülke | Toprak Kaybı (ton/ha) | (Min. Max) | Çalışma yılı |
|-----------------|-----------------------|--------------|--------------|
| Belçika | 8. 7 | 4. 4 - 19. 5 | 1968-1996 |
| Almanya/Bavyera | 6. 0 | 2. 9 - 9. 1 | 1983-1985 |
| Fransa | 14. 0 | 2. 0 - 44. 3 | 1984-1986 |
| Türkiye | 3. 5 | - | 1999-2000 |
| Belçika | 13. 3 | - | 1981-1991 |
| Danimarka | 10. 4 | - | 1981-1991 |
| İngiltere | 4. 7 | - | 1981-1991 |
| İtalya | 5. 3 | - | 1981-1991 |
| Hollanda | 9. 3 | - | 1981- 1991 |

olarak önemli ilişkilerin bulunduğu ayrıca toprak kayıplarının en fazla olduğu Fransa’da şeker pancarı tarımı yapılan toprakların çok ince bünyeli olduğu, bunu sırasıyla Belçika ve Hollanda’nın takip ettiği belirtilmiştir. Kontrol edilmesi olanaksız olan bu faktörler dışında son yıllarda çiftçiler ve fabrikaların aldığı önlemlerle toprak kayıpların azaldığı belirtilmiştir.

Kuzey Doğu Çin’de patates ve şeker pancarının elle hasadıyla oluşan toprak kayıplarının incelendiği bir araştırmada, pancar hasadında 0. 2 ile 1. 9 ton/ha arasında ve ortalama olarak 1. 0 Ton/ha toprak kaybı olduğu, patates hasadında ise kayıpların 0. 2 ile 3. 0 ton/ha arasında değiştiği, ortalamasının 1. 2 ton/ha olduğu kaydedilmiştir (Ruyschaert ve ark., 2006). Çin’de şeker pancarı hasadındaki kayıpların Avrupa’daki değerlerin altında olmasının hasad teknikleri ve agronomik uygulamalar arasındaki farklılıklarla ilgili olduğu ileri sürülmüştür.

Doğu Uganda’da çok önemli iki gıda maadesi olan casava (*Manihot esculanta*) ve tatlı patates (*Ipomoea batates*, L.) hasadıyla yıllık toprak kaybı üzerinde yapılan araştırmada casava için 3. 4 ton/ha, tatlı patates için ise 0. 2 ton/ha sonuçları elde edilmiştir. Araştırmada bitki besin elementleri kayıplarının belirlenmesi için amonyum asetat laktat ekstraksiyonu ile yapılan analize göre casava hasadında N=1. 71Kg/ha., P=0. 16Kg/ha., K=1. 08Kg/ha., tatlı patates hasadında ise N=0. 14Kg/ha., P=0. 01 Kg/ha., ve K=0. 15Kg/ha. olarak tespit edilmiştir (Isabirye ve ark., 2007).

Ruyschaert ve ark., (2008) Belçika’da yaptıkları araştırmada, 1846 yılında patates ve diğer yumrulu bitkilerin hasadıyla oluşan yıllık toprak kaybının 0. 4 ton/ha, 19’cü yüz yılın sonlarına doğru şeker pancarı ekiminin de başlamasıyla, 1970-1980 arasında 2. 4 ton/ha, ve 2004 yılında ise azalarak 1. 8 ton/ha olarak hesap edilmiştir. Bu çalışmada 19’cü yüz yıl ortalarında senede 575. 000 tondan 1970-1980 arasında 1. 7 milyon tona çıkmış olan bu toprak kaybının, ikibinli yıllarda 1. 4 milyon olduğu ve Belçika’da 1846 dan bu yana 163 milyon ton dolayında toprağın hasad sırasında tarımsal alanlardan uzaklaştığı belirtilmiştir. Diğer bir tanımlamayla da bu kaybın hacim olarak 109 hm³ ve toprak profilinde 1. 15 cm. ’lik bir azalmaya eşit olduğu vurgulanmaktadır. Ayrıca Flanders bölgesinde 2002 yılında ortalama 3. 7 ton/ha, olan toprak kaybının %46’sinin hasad yoluyla, %56’sinin ise su erozyonu nedeniyle olduğu ve hasad yoluyla toprak kaybının tarımsal bölgelere göre %38 ile %94 arasında değiştiği kaydedilmiştir.

SONUÇ VE ÖNERİLER

1- Tarımsal alanlardaki toprak erozyonu çalışmalarında toprak taşınmasının genellikle, su, rüzgar ve yanlış toprak işleme nedeniyle ortaya çıktığı kabul edilmektedir. Toprak taşınmasının nedenleri arasında gözden kaçan bir gerçek, şeker pancarı (*Beta vulgaris* L.), hasadıyla tarımsal alanlarda toprağın en verimli olan üst tabakasından büyük ölçüde toprak kayıplarının olmasıdır. Yumru şeklindeki pancar gövdesine doğrudan yapışan toprak ve çeşitli irilikteki toprak parçacıkları sökülürken buldukları yerden başka alanlara taşınarak zaman içerisinde toprağın bozulmasına neden olmaktadır.

2- Eskişehir, Konya, Erzurum ve Ankara’da şeker pancarı ekim alanlarında 1999-2005 yılları raporlarına göre; ton/ha olarak toprak kayıplarının minimum 2. 6 (Erzurum) ile 5. 22 (Ankara) ve ortalama 4. 0 ton/ha olduğu görülmektedir. Ortalama kayıp= 4 ton/ha, ve volüm ağırlığı=1. 5 ton/m³

olarak alındığında pancar tarlalarından yılda yaklaşık 0. 27 mm’lik bir aşınmanın olduğu varsayılabilir. Ülke sonunda güncelleştirilen toprak erozyonu verilerine göre yıllık toprak kaybı 743 milyon ton ve aşınma değeri 0. 8 mm olarak verilmiştir. Ülkemiz yüzeyinde erozyon sonucu her yıl 0. 8 mm. ’lik bir toprak aşınması yanında şeker pancarı hasadıyla yılda eksilen toprak yüzeyinin de yaklaşık 0. 27 mm. lik gibi önemli bir düzeyde olduğu anlaşılmaktadır.

3- Yurdumuzda da başta şeker pancarı olmak üzere patates ve havuç hasadıyla da oluşabilen toprak firesi ve bunu etkileyen en önemli faktörler olan: hasad dönemi yağış, toprak ve agronomik özellikleri ve sökülme tekniklerini de ele alan detaylı araştırmalar yapılmalıdır.

4- Toprağın organik madde, mikrobiyolojik aktivite ve bitki besin elementleri bakımından en zengin kısmını oluşturan pulluk tabakasındaki bu aşınmanın en aza indirilmesi için, pancar sökülmesinde toprak neminin dikkate alınması, pancar yığınının bir süre tarlada mümkünse üstü örtülerek bekletilmesi ve tesellüm noktalarından dönüşte araçlarda kalan toprağın mutlaka tarlalara geri getirilmesi gibi hususlarda çiftçilerin bilgilendirilmesi önerilmiştir.

KAYNAKLAR

- Cangir, C., Kapur, S., Boyraz, D., Akça, E., Eswaran, H. 2000. An assessment of land resource consumption in relation to land degradation in Turkey. *J. of Soil and Water Conservation*, 55(3): 253-259.
- Isabirye, M., Russchhaert, G., Van linden, L., Poesen, J., Magunda, , M. k., Deckers, J. 2007. Soil losses due to cassava and sweet potato harvesting: A case study from low input traditional agriculture. *Soil and Tillage Research*. 92(2007) 96-103.
- Guiraud, D., and Leveque, E. 1996. Different ways to reduce soil tare in sugar beet production-ongoing work in France. *Proceedings of the 59th IIRB Congress*, February, 1996, p. 469-481.
- Günther, I. 1996. Intermediate storage and pre-cleaning of sugar beet as means of reducing dirt tare. *Proceedings of the 59th IIRB Congress*, February, 1996. p. 507-512.
- Kangal, A. 1998. Pancar boşaltma-temizleme etkinliğinin belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniv. Fen Bilimleri Enstitüsü. Ankara.
- Koch, H. J. 1996. Possibilities and limits for reducing soil tare sugar beet through tillage, population density, N-fertilizer supply, variety and cleaning. *Proceedings of the 59th IIRB Congress*, February, 1996, p. 483-497
- Oruç, N., Güngör, H. 2000. A study on soil tare of sugar beet in Eskisehir-Turkey. In: *Proceedings of the Int. Symposium on Desertification (ISD)*. June, 13-17, 2002, p. 258-262. Konya, Turkey.
- Oztas, T., Ozbek, A. K., Turan, M. 2002. The cost of soil lost from fields due to removal on harvested sugar beet: a case study in Turkey. *Soil Use and Management* (2002) 18, 236-237.
- Parlak, M., Karaca, S., Türkmen, N. 2008. The cost of soil lost caused by sugar beet harvest: a case study for Turkey. *Tarım Bilimleri Dergisi*, 2008. 14 (3) 284-287.
- Poesen, J. Wa., Verstraeten, G., Soenens R., Seynaeve, L. 2001. Soil losses due to harvesting of chicory roots and sugar beet: underrated geomorphic process? *Catena*, Vol: 43, Issue 1, 1 Feb. 2001, p. 35-47.
- Ruysschaert, G., Possen, J., Verstraeten, G., Gövers, G. 2005. Interannual variation of soil losses due to sugar beet harvesting in West Europe. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, Vol:107, Issue 4, p. 317-329.
- Ruysschaert, G., Poesen, G., Zhang, J., Bia, L. Y., Li, L., Sun, L. F. 2006. Soil losses due to to potato and sugar beet harvesting in NE China. *Earth Surface Processes and Landforms*, Vol: 31, Issue, 8 p. 1003-1006.
- Ruysschaert, G., Poesen, J., Notebaert, B., Verstraeten, G., Govers, G. 2008. Spatial and long- term variability of soil loss due to crop harvesting and the relative to water erosion: A case study from Belgium. *Agriculture, Ecosystems and Environment*. Vol: 126, Issues 3-4, July, 20008, p. 217-228.
- Sevilmiş, A. H. 1992. Armer Salmon HI- VOL. pancar temizleme makinasının temizleme etkinliği ve temizleme maliyetinin tespit edilmesi çalışması. Şeker Enstitüsü, Tarımsal Mekanizasyon Şubesi, Ankara.
- Van der L. 1996. Reducing soil tare of sugar beet with ‘novel’ cleaning technology. *External Quality. Proceedings of the 59th IIRB Congress*, February, 1996, p. 499-505.
- Zengin, M., Uyanöz, R., Çetin, Ü. 2003. A study on the soil tare of sugar beet in Konya. *S. Ü. Ziraat Fak., Derg.*, 17(31):2003) p. 53-55.

Su Erozyonunun Araştırılmasında Kullanılan Yöntemler

Mehmet PARLAK*

*Yrd. Doç. Dr. Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Lapseki Meslek Yüksekokulu

Özet

Erozyonun toprakların verimliliği, su kalitesi ve rezervuar depolama kapasitesi üzerine olumsuz etkileri vardır. Su erozyonu ölçüm yöntemleri doğruluk, araç gereç ve maliyet bakımından birbirinden farklıdır. Bu derleme farklı ölçeklerdeki su erozyonu ölçüm teknikleri hakkında kısa bilgi vermek amacıyla hazırlanmıştır. Araştırmacılar, yeni araştırma yaklaşımları ve yeni araç gereç tasarlamının güçlüğü ile bunların erozyon sürecinin daha iyi anlaşılmasındaki rolünü kavramalıdır.

Anahtar Kelimeler: Su erozyonu, ölçüm teknikleri, araç gereç

The Methods to Research to Use for the Water Erosion

Abstract

Erosion has serious impact on the fertility of soils, on water quality and on reservoir storage capacity. The methods for the measurement of water erosion are different in terms of the accuracy, equipments used, and costs. This review was carried out to give a short information on water erosion in different scales. The researcher are to know the difficulties to design new equipments and new techniques for water erosion, to understand the roles of those on the processes of erosion.

Keywords: Water erosion, measurement techniques, equipment

GİRİŞ

Erozyon, toprak kümelerinin parçalanması ve taşınmasıdır. Bu süreç doğal (jeolojik) olabildiği gibi, insan etkinlikleri sonucu hızlandırılmış da olabilir. Doğal erozyon, toprak ana materyalinin doğal koşullar altında parçalanarak yer değiştirmesi ve birikmesidir. Hızlandırılmış erozyon ise insanın değişik faaliyetleri sonucunda, doğal koşullar altında meydana gelmiş toprağı, su ve rüzgar gibi aşındırıcı güçlerin tahribine ortam hazırlayarak sebep olduğu erozyondur. Bugün dünyada erozyon sonucu taşınan toprak miktarı yılda 25-30 milyar ton civarındadır (Brown ve Wolf, 1984). Türkiye’ de ise her yıl akarsularla taşınan toprak miktarı 500 milyon ton civarındadır (Günay, 1997). Erozyon sonucu toprak, su, bitki kaybolur, bazı yapılar (baraj, gölet, kanal, liman, yol gibi) tıkanır, sedimentle dolar ve çevre kirlenir.

Bu makale, farklı ölçeklerde farklı amaçlar için kullanılan su erozyonu ölçüm teknikleri hakkında bilgi vermek amacıyla hazırlanmıştır.

EROZYON ÖLÇÜMLERİ

Erozyon ölçüm tekniği alet ve aletin kullanımındaki işlemlerden oluşmaktadır. Ölçüm tekniğinin seçimi 1) erozyon sürecine 2) ölçümün yersel ve zamansal ölçeğine 3) toplanmış verilerin kullanımına 4) zaman, personel ve maddi kaynaklara göre yapılmaktadır. Erozyon ölçümleri 1) erozyonun çevresel etkilerini ve kontrol uygulamalarını belirlemek 2) erozyonu bilimsel olarak araştırmak, 3) erozyon yatırımları için 4) erozyon tahmin teknolojisini geliştirmek için yapılır (Toy ve ark. 2002).

Ölçümler uygun ölçekte yapılmalıdır. Çizelge 1’ de su erozyonu ölçümlerinde görüldüğü gibi farklı amaçlar için farklı ölçekler gerekmektedir.

Çizelge 1. Su erozyonu ölçümlerinin ölçekleri ve amaçları

| Amaç/Ölçek | Değerlendirme | Bilimsel amaç | Bölgesel koruma | Hat koruma | Tahmin teknolojisi | Politika |
|------------|---------------|---------------|-----------------|------------|--------------------|----------|
| Nokta | | X | X | | X | |
| Parsel | | X | X | | X | |
| Yamaç | X | X | X | X | X | |
| Tarla | X | X | X | X | X | |
| Havza | X | X | X | X | X | X |

Su erozyonu ölçümlerinde uzaktan algılamanın kullanımı Vrieling (2006) tarafından yapılan derlemede verilmiştir. Hava fotoğrafları gibi yüksek çözünürlüklü (metre ölçeği) uzaktan algılama verileri 2000 - 10 000 ha ölçekte kullanılırken düşük çözünürlüklü uzaktan algılama verileri (15 m ölçek) 10 000 ha büyük alanlar için kullanılmaktadır. Erozyon ölçümünün 4 temel yolu vardır: 1) Ağırlıktaki değişim, 2) Yüzey yüksekliğindeki değişim 3) Kanal enine kesitindeki değişim 4) Erozyon parselleri ve havzalardan sediment toplama

Ağırlıktaki değişim: Ağırlıktaki değişim aracılığıyla erozyon ölçümü, erozyonun olduğu yerden materyalleri taşınması ilkesine dayanmaktadır. Örneğin, erozyondan önce ve sonra bir toprak kabındaki toprağın ağırlığı ölçülür ve ağırlıktaki değişim erozyonun ölçümüdür. Yağmur damlalarının vuruş etkisiyle toprağın koparılmasına ve taşınmasına etkisini konu edinen bazı ilk çalışmalar bu tekniği kullanmıştır. Genel olarak, bu ölçüm tekniği, küçük toprak örnekleri ile laboratuvar ve arazi çalışmalarında kullanılır.

Yüzey yüksekliğindeki değişim: Yükseklikteki değişim aracılığıyla erozyon ölçümü, su nedeniyle erozyon ve birikimlerin toprak yüzeyinin yüksekliğini değiştirmesi ilkesine dayanır. Zaman içindeki iki noktanın yüzey yüksekliğinin ölçülmesi, zaman aralığı süresince erozyonun ve birikiminin net etkisini gösterir.

Kanal enine kesitlerinde değişim: Enine kesit alandaki değişim aracılığıyla kanal erozyon ölçümleri şu ilkeye dayanmaktadır. Erozyon ve birikim süreçleri kanal boyutlarını değiştirmektedir ve böylece zaman içinde iki noktada kanal enine kesitlerinin ölçümü, zaman aralığı boyunca söz konusu süreçlerin net etkisini göstermektedir.

Erozyon parselleri ve havzalardan sediment toplama: Ölçüm tekniklerini bir kısmı şu ilkeye dayanmaktadır: Su erozyonu sediment oluşturur ve bu sedimentler erozyon ve birikmeyi ölçmek için kullanılabilir. Bu ilkeye dayanan teknikler a) Yağmur damlası etkisiyle toprak koparılması b) Parmak arası erozyonu c) Parmak erozyonu d) Toplam erozyon ve e) Tarlalardan ve küçük havzalardan sediment verimi ölçümleridir.

EROZYON ÖLÇEKLERİ

Su erozyonu ölçümleri uygun ölçekte yapılmalıdır. Tarım alanlarında insanın neden olduğu su erozyonu için 5 yersel ölçek vardır: 1) Parmak arası (sıçrama) erozyonu için nokta (1 m²) ölçeği 2) Parmak (parmak arası) erozyonu için parsel (<100 m²) 3) Sediment birikimi için yamaç (<500 m) 4) Kanal erozyonu için tarla (<1 ha) 5) Yersel interaksiyon etkileri için küçük havza (<50 ha) ölçeği (Stroosnijder, 2005).

Parmak arası (sıçrama) erozyonu için nokta (1 m²) ölçeği:

“Ağırlıktaki değişim” esaslı nokta ölçeği için en uygun olanıdır. Sıçrama erozyonunun oluşturduğu koparma; sıçrama kabı, sıçrama hunisi veya sıçrama levhasında toplanabilir ve daha sonra tartılabilir (Morgan, 1995). Sıçrama kabında yüzey akışın aletin içerisine girmesini önlemek ve sıçramanın aletten dışarıya olmaması için gerekli tedbirler alınmalıdır. Parlak ve Özaslan Parlak (2010) arazide sıçrama kapları kullanarak yaptıkları araştırmada 1. dönemde (16 Aralık 2006- 24 Ocak 2007) kontrol

(bitki olmayan) parselindeki sıçrama erozyonunu 1757.7 g/ m^2 olarak hesaplamışlardır. Bir şişenin içerisine konulan sıçrama hunisi toprağın içerisine yerleştirilir. Huninin kenarı, yüzey akışın huninin içerisine girmesini önlemek için hafifçe yukarıya kaldırılır. Bhattacharyya ve ark. (2010) palmye hasırından üretilen jeotekstillerin kullanımını sıçrama hunileri yardımıyla araştırmışlardır.

Parmak arası erozyonu, yağmur damlası etkisi ile sediment koparılmasını, ayrılmasını, bazen doğrudan parmaklara yağmur sıçramasını ve yüzey akışla eğim aşağı sediment taşınmasını içermektedir. Parmak arası erozyonunu incelemek için hem laboratuvar hem de arazi çalışmaları kullanılır. Arazi çalışmaları küçük tarla parsellerinde doğal yağışla veya yapay yağmurlayıcılarla yapılır. Tavalardaki veya parsellerdeki sediment toplanır veya kurutma sonrası tartılır. Xu ve ark. (2008) doğal yağış koşullarında 0.16 m^2 lik parsellerde farklı morfolojideki bitkilerin yüzey akış ve toprak kaybına etkisini incelemişlerdir. Araştırmacılar yüzey akışı kontrol etmede P.chrysantha’ ya göre A. Gmelinii’ nin daha etkili olduğunu belirtmişlerdir.

Parmak (parmak arası) erozyonu için parsel (<100 m²) ölçeği:

“Sediment toplama” esaslı parsel ölçeği için en uygun olanıdır. Parmak erozyonunu incelemek için, hem laboratuvar hem de arazi çalışmaları kullanılır. Parmak parselleri 4-10 m veya daha uzun olabilir. Yapay yağış parselde uygulanır. Yüzey akış ve sediment parselin sonunda ölçülür. Suyun akış hızı akışa katılan boyanın hareketinin ölçülmesiyle belirlenebilir.

Parmağa ek bir akış ilave olduğunda, ölçülen sediment, tüm eğim uzunluğundaki erozyondan ziyade, simule edilmiş eğim uzunluğunun sonundaki erozyonu temsil eder. Giriş noktasındaki erozyonu en az yapmak için, ilave akış parmağın üst ucundan dikkatlice eklenmelidir.

Romero ve ark. (2007) Andların yüksek platosundaki toprakların erozyona duyarlılığının nasıl olduğunu belirlemek için arazide parmak arası (Ki) ve parmak (Kr) erodibilite faktörlerini saptamışlardır. Bu değerler WEPP (Su Erozyonu Tahmin Teknolojisi) ve USLE (Universal Toprak Kaybı Eşitliği) deki erodibilite faktöründeki iki eşitlikle karşılaştırılmıştır. Kr kil, çok ince kum ve organik madde kapsamını tahmin etmek için kullanılmışken Ki, silt ve çok ince kumu tahmin etmek için kullanılmıştır.

Parmak arası alanlardan aşınan sediment yağmur damlası etkisiyle koparılır. Yağış erosivitesi, damla büyüklüğü ve damla vuruş hızına bağlı bir fonksiyondur. Yağmur damlasının büyüklüğünü ve hızını ölçmek için kullanılan teknikler a) leke b) un peletleri c) optik aletler d) etki yöntemidir.

a) Leke yöntemi: Yağmur damlasının boyutu, kurutma kağıdının üzerinde bıraktığı lekenin boyutundan hesaplanmaktadır. Bu teknik, sıçramanın minimum olduğu küçük yağmur damlalarında en iyi sonucu vermektedir. Denemeler şöyle yapılmaktadır: Bilinen boyutlu damlalar kağıdın üzerine düşürülmekte, lekenin büyüklüğü ölçülmektedir. Leke büyüklüğünden damla büyüklüğünü hesaplayan bir eşitlik geliştirilmektedir. Erpul ve ark. (1998) rüzgarlı ve durgun hava koşullarında damla büyüklük dağılımlarını leke yöntemi ile ölçmüşler ve eklemeli frekans eğrilerini çıkartmışlardır.

b) Un peletleri: Yağmur damlasının boyutu, un peletinden hesaplanmaktadır. Bu teknik, büyük yağmur damlalarında en iyi sonucu vermektedir. Denemeler şöyle yapılmaktadır: Bilinen boyutlu bir damla, un peletleri oluşturmak üzere un tepsisinin üzerine düşürülmekte ve peletleri sertleştirmek için un ısıtılmaktadır. Peletler tepsinin içindeki kalan undan elenerek alınmaktadır. Pelet ağırlığından damla çapını hesaplamak için bir eşitlik geliştirilmiştir. Sayın (1990) doğal yağışlarda un pelet metodunu kullanarak damlaların çaplarını belirlemiştir. Araştırmacı, en büyük damla çapını 6.038 mm olarak tespit etmiştir.

Leke ve pelet yöntemleri basit ve ucuz olduğundan sıklıkla kullanılmaktadır. Fakat, bir yağmur fırtınası boyunca yağmur damlalarının boyutlarının dağılımını nitelemek üzere yeterli örnek ölçümü yapmak oldukça zaman almaktadır. Yağmur damlasının boyut ve düşüş hızını hesaplayan otomatik yöntemler, leke ve pelet yöntemlerinin yerini almaktadır.

c) Optik aletler: Yağmur damlasının boyut ve düşüş hızını ölçmek üzere, yüksek hızlı fotoğraflar, lazerler ve kızıl ötesi görüntüler kullanılmaktadır. Distrometre isimli video kamera yağışın intensitesini, damla büyüklüğünü, düşme hızını ölçmektedir. Optik aletler leke ve pelet yöntemlerine göre pahalıdır. Fakat optik aletlerin temel avantajı, bu tekniklerin oldukça çok damla örneği üretebilmesi ve verileri otomatik olarak işleyerek değişik çıktı formatlarında verebilmesidir. Fernandez ve ark. (2010) optik distrometre kullanarak yağışların kinetik enerjilerini ve diğer özelliklerini saptamışlardır. Araştırmacılar sıçrama erozyonuyla oluşan toprak kayıplarıyla yağış özellikleri arasındaki ilişkileri belirlemişlerdir.

d) Etki yöntemi: Yağmur damlası etkisinin basıncı veya sesi ölçülebilir ve damla boyutlarının dağılımını tespit etmek üzere kullanılabilir. Distrometre isimli cihaz, bir yağmur damlasının mekanik momentumunu elektrik akımına dönüştürmektedir. Yine ekipman pahalıdır, fakat çok sayıda damla örneği üretilebilmekte ve veriler otomatik olarak işlenebilmektedir.

Yapay yağış uygulamalarında yağmurlama aletleri kullanılmaktadır. Araştırmacıları farklı özelliklerde yapay yağmurlama aletlerini tasarlama ve kullanmaya iten güç, erozyon, infiltrasyon, yüzey akış ve sediment taşınımı üzerine veri toplama işini hızlandırmasıdır. Yapay yağmurlama aletlerinin doğal yağışla yapılan araştırmalara göre; daha hızlı, daha etkili, daha kontrollü ve daha uygulanabilir olması gibi kazançları vardır. Bunun yanında ana çıkamazları ise, doğal yağış karakteristiklerinin yapay olarak oluşturulması güçlükleri ve elde edilen sonuçların arazi koşullarını tahmin etmedeki sınırlılıklarıdır (Erpul ve Çanga 2001; Meyer, 1994; Taysun, 1985).

Belirli bir araştırma projesi için uygulanacak yağmurlama aletinin seçimini etkileyen özellikler: 1) doğal yağış tekrarı 2) maliyet 3) ulaşım, montaj ve işletim kolaylıkları 4) bakım zorunluluğu unsurlarından oluşmaktadır.

Martinez-Murillo ve Ruiz-Sinoga (2007) yapay yağmurlama aleti yardımıyla bir yamaçtaki erozyonun mevsimsel değişimini incelemişlerdir. Taysun ve ark. (2009) ise arazide bilgisayar kontrollü yüksek kinetik enerjili ve Veejet 80100 tipi püskürtücü yağmurlayıcı ile 1.7x7.3 m’lik parsellerde % 9 eğimde çalışma yapmışlardır. Şeritsel tarım araştırması ise % 9 ve % 16 eğimlerde her biri 10x80 m (=800 m²) boyutlarındaki toplam 22 parselde yapılmıştır. Araştırmacılar kontur tarım, malçlama ve şeritvari tarım sistemlerinin sediment kayıplarını düşürmede çok etkili olduğunu belirtmişlerdir.

Erozyon ve sediment birikimi için yamaç (<500 m) ölçeği

“Yüzey yüksekliğindeki değişim” metodu yamaç süreci için en uygun olanıdır. Erozyon pimleri toprağın içerisine yerleştirilir ve çalışma süresince yeri sabit kalır. Pimin tepesi ile yerin yüzeyi arasındaki mesafe belirli zaman aralıklarında ölçülür. Mesafedeki değişim, yüzey yüksekliğindeki değişimi (erozyon veya birikim) gösterir. Erozyon pimleri, yüzey yüksekliğindeki değişimleri ölçmek için hızlı ve ucuz bir tekniktir. Yaygın olarak kullanılmakla birlikte, erozyon pimlerinin kullanımından kaynaklanan çeşitli ciddi hatalar mevcuttur. Örneğin, pimin toprağa yerleştirilmesi tam da ölçüm yapılacak noktada toprağı bozmaktadır. Pimler toprak yüzeyi üzerindeki su akışını bozmaktadır. Pimin etrafında erozyon hızlanmakta ve böylece ölçüm sonucunda gerçekte oluşandan daha yüksek değerler ortaya çıkmaktadır. Bu hata kaynakları nedeniyle erozyon pimi ölçümleri belli bir dereceye kadar etkilidir. Saynor ve ark. (1994) 186 m uzunluğundaki yanmış yamaca 2 m aralıklarla erozyon pimlerini yerleştirmişlerdir. Araştırmacılar iki aşırı yağışın olduğu 19 hafta boyunca erozyon ve birikimin olduğu bölgeleri saptamışlardır.

Yamaç ölçeğindeki erozyon ölçümleri için aynı zamanda fotoğrametrik yöntemlerde kullanılır. Yüzeyden bilinen bir yükseklikten fotoğraf makinaları aracılığıyla yamaç yüzeyinin stereo fotoğrafları çekilir. Fotoğrametrik yöntemlerle görüntü alanının mikro topografik analizi yapılır. Daha ileri bir tarihte bu uygulama tekrarlanır ve mikrotopografik değişim hesaplanır. Yüzey yüksekliğindeki değişimi ölçmek üzere stereo fotoğraf kullanımı duyarlı ekipman ve kesin bir kalibrasyon gerektirir (Toy ve ark. 2002). Fotoğraf çekim platformu yerde sabit olabileceği gibi düşük irtifada seyreden bir uçakta da olabilir. Bir yamaç kesitinin yüzey yüksekliğindeki değişim, bir kamyon üzerine yerleştirmiş

ve yerden 15 m yükseklikte bulunan bir vinç kolu üzerindeki bir kamera vasıtasıyla 5 yıl süreyle ölçülmüştür. Bu yöntem 1:24 ölçekli bir eşyüksekti eğrili bir harita (eşyüksekti aralığı=0.15 m) üretilmesine imkan sağlamıştır (Piest ve ark. 1977). Daba ve ark. (2003) Batı Etiyopya’ da 1: 45 000 ölçekli 1966 ve 1996 tarihli hava fotoğrafları kullanarak bu tarihler arasındaki hacim değişikliğini belirlemek için oyuntuların gelişimini ve dinamiğini incelemişlerdir. Araştırmacılar birim oyuntu yüzeyindeki toprak kaybını hesaplamışlar (30 yıllık dönemde oyuntu yüzeyindeki toprak kaybı 1.7 ton/m²) ve bu değer alt havzalardaki oyuntu erozyonu için çok tehlikeli olduğunu belirtmişlerdir. Fotoğrametrik yöntemler, hemen hemen yüzeye temas etmeden yüzey yüksekliği değişimlerini ölçme imkanı sunmaktadır. Yine de yer araştırmaları gerekmektedir. Fotoğrametrik yöntemlere destek veren donanım ve yazılımlar sürekli geliştirilmektedir. Ölçüm başına maliyet düşüktür, çünkü çok sayıda nokta ölçümleri üretilmektedir. Fakat toplam maliyet, ekipman ve analiz ücretleri diğer yöntemlere göre yüksektir.

Toprak yüzeyinin mikrotopoğrafik olarak ölçülmesinde kullanılan optik lazer tarayıcı, yüzeye temas etmeyen bir diğer yöntemdir. Bu teknik, tarla veya laboratuvar erozyon parselleriyle birlikte kullanılmaktadır. Uygulanan bir teknikte (Salvati ve ark. 2000), erozyon alanının her iki yanına raylar uzatılmıştır. İki rayın üzerindeki çubuğa bir çift lazer ve sayısal fotoğraf makinası yerleştirilmiştir. Lazerler ve fotoğraf makinası çubuk üzerindeki alan boyunca hareket etmektedir. Lazerler toprak yüzeyine bir ışık çizgisi göndermekte ve bunlar fotoğraf makinaları tarafından algılanıp kaydedilmektedir. Sayısal veriler, yüzey yüksekliğini belirlemek ve alan tarama mesafesini tespit etmek üzere ayarlanmaktadır. Yaklaşık 0.5 mm dikey bir çözünürlükle alanın bir dizi mikrotopoğrafik profili çıkartılmaktadır. Yüzey, erozyon öncesi ve sonrası taranmakta ve alandaki yükselti değişimi ölçülmektedir. Mikrotopoğrafik optik lazer taraması, erozyon nedeniyle oluşan yüzey yüksekliği değişimlerini detaylı ve yüksek doğrulukta ölçme imkanı vermektedir (Huang ve Bradford, 1990; Römkens ve Wang, 1986). Çok sayıda ölçüm yapıldığı için, ölçüm başına maliyet düşüktür. Buna karşılık, toplam maliyet diğer yöntemlerin çoğuna göre ciddi oranda fazladır.

Kanal erozyonu için tarla (<1 ha) ölçeği

Kanal enine kesitindeki değişim tarla ölçeği için en uygun metottur. Parmak ve küçük kanalların enine kesit alanlarındaki değişim; parmak, profil veya mikropürüzlülük metreyle ölçülmektedir. Bu aletler, erozyon köprüleri ve çerçeveleri ile aynı ilkelere dayanarak çalışmaktadır. Bu tasarımda, 100 adet ölçüm pimi birbirinden 1 cm aralıklarla yerleştirilmiş ve kanal enine kesitinin detaylı bir şeması çıkartılmıştır. Kanal enine kesitindeki değişimi tespit etmek için, iki zaman aralığındaki ölçümler elle, elektronik olarak veya fotoğrafik olarak analiz edilebilmektedir. Casali ve ark. (2006) farklı ölçüm yöntemleri (mikrotopoğrafik profilmetre, bir cetvelle detaylı ölçüm, genişlik ve derinlik ölçümleri) kullanarak tarım alanlarındaki parmak ve oyuntu erozyonlarının hacmini belirlemişlerdir. Araştırmacılar en hassas ölçümün mikrotopoğrafik profilmetreyle yapılan ölçüm olduğunu saptamışlardır.

Büyük kanalların enine kesit alanlarındaki değişiklikler araç gereç kullanarak ölçülebilir. Bir ölçüm çizgisi oluşturmak üzere kanalın her iki yanına ölçüm pimleri yerleştirilmektedir. Ölçüm çizgisi boyunca belirli aralıklarla mesafe ve yükseklik ölçümleri yapılmaktadır. Enine kesitsel alanındaki değişimleri tespit etmek için ölçüm periyodik olarak tekrarlanır.

Bazen, kıyı erozyonunu ve yatak aşınmasını ölçmek için kanallara pim veya çubuklar yerleştirilmektedir. Fakat çubuklar toprak ve su akışını bozmakta ve erozyon oranının gerçekte olandan daha fazla çıkmasına neden olmaktadır. Couper ve Maddock (2001) Arrow Nehri’ ndeki (İngiltere) kıyı erozyonunu, erozyon pimleri kullanarak 16 ay süreyle izlemişlerdir. Araştırmacılar kıyı erozyonunun şiddeti ve sıklığının farklı seviyeler gösterdiğini belirtmişlerdir. Kanal yatağındaki azami aşınma, aşınma zincirleri kullanılarak da ölçülebilmektedir. Burada, kanal yatağı içinde delik açılmakta ve uzun bir zincir dikey olarak içine yerleştirilmektedir. Kanaldaki yüzey akışın ardından zincirin yatay olarak yatışındaki artış, maksimum aşınma derinliğini göstermekte ve zincirin üstündeki sediment katmanı, akıştaki piki takiben sediment birikimini göstermektedir.

Su erozyonunun yersel interaksiyon etkileri için küçük havza (<50 ha) ölçeği

Havza ölçeği için hem sediment toplama hem de yüzey yüksekliğinin değişimi metotları uygundur. Küçük havzalarda oluşabilecek yüzey akış miktarları çok fazla olabildiğinden yüzey akış ve sediment hacimleri genellikle savaklarla ölçülür. Savaklar akan su miktarının hacmindeki yüksekliğin ölçülmesiyle kalibre edilen cihazlardır. Lenzi ve Marchi (2000) batı İtalya Alplerindeki Rio Cordon havzasında savak kullanarak 1991-1996 yılları arasında oluşan 7 selin debisini ve sediment konsantrasyonunu ölçerek, bu iki parametre arasındaki ilişkileri saptamışlardır.

Toprak erozyonu ve sedimentasyon çevresel radyonüklidler kullanarak belirlenebilir (Zapata, 2002). Bu teknik insanların neden olduğu hızlandırılmış erozyona göre peyzaj ekolojisi ve jeomorfolojiyi içeren doğal (jeolojik) erozyon çalışmaları için daha uygundur. 1950 ve 1970’ li yıllar arasında atmosferde yapılan nükleer silah denemelerinde ve 26 Nisan 1986 tarihinde Rusya’ daki Çernobil nükleer santrali kazası sırasında ¹³⁷Cs ortaya çıkmıştır. Dünyanın atmosferine dağılan bu radyonüklid yağışla veya serpintiyle yeryüzüne inmektedir. ¹³⁷Cs serpintileri, erozyon ve birikim döngüsü için benzersiz bir belirteçtir, çünkü ¹³⁷Cs çevrede doğal olarak bulunmaz, yapay bir nüklidittir (Braizer, 2004; Ertek ve ark. 2004). Serpintiyle ya da yağışla toprak yüzeyine ulaşan ¹³⁷Cs kil mineralleri tarafından çabuk ve güçlü bir şekilde tutulur. ¹³⁷Cs serpintisinin yeryüzündeki hareketi daha sonra toprak partikülleri ve sedimentlerin hareketiyle gerçekleşir ki, bu da ¹³⁷Cs’ nin iyi bir sediment izleyicisi olmasının nedenidir. Birçok toprak bünyesi için laboratuvar ve arazi koşullarında ¹³⁷Cs’ nin toprakta derine inme oranının düşük olduğu fark edilmiştir. Bu da ¹³⁷Cs’ nin toprakta güçlü tutulmasının bir sonucudur. Derine inildikçe topraklarda ¹³⁷Cs aktivitesinde keskin bir azalma olur. Özellikle son yıllarda erozyon çalışmalarında ¹³⁷Cs’ un kullanılması giderek artmıştır (Porto ve ark, 2003; Theocharopoulos ve ark. 2003; Li ve ark. 2007). Uğur ve ark. (2003) Muğla iline bağlı Yatağan Havzasında tarım yapılan alanlarda ¹³⁷Cs ve USLE eşitliğini kullanarak erozyon hızını belirlemişlerdir. Araştırmacılar ¹³⁷Cs izleyicisiyle erozyon hızını 47-65 t ha⁻¹ y⁻¹, aynı topraklarda USLE kullanarak erozyon hızını ise 46-74 t ha⁻¹ y⁻¹ arasında değiştiğini hesaplamışlardır. Güney İtalya’ da iki havza ve parsellerdeki sediment verimleri Aralık 2005-Aralık 2006 döneminde 10 aşırı yağıştan sonra ¹³⁷Cs ve ²¹⁰Pb tekniğiyle incelenmiştir (Porto ve ark. 2009). Araştırmacılar en çok toprak kaybının ormansızlaşmanın arttığı yerlerde olduğunu belirtmişlerdir.

SONUÇ

Yeterli kalitede deneysel verilerin eksikliği, maddi imkansızlıklar, yeni teknoloji ve araç gereç gelişimindeki yetersizlik, yetişmiş personelin olmaması gibi nedenlerle erozyon ölçümündeki tekniklere genellikle eleştirel bir yaklaşım getirilmiştir. Bununla birlikte yenilikçi çözümlere her zaman için açık olmalıyız.

KAYNAKLAR

- Bhattacharyya, R., Fullen, M. A, Davies, K., Booth, C. A. 2010. Use of palm- mat geotextiles for rainfall splash erosion control. *Geomorphology* 119: 52-61.
- Braizer, R. 2004. Quantifying soil erosion by water in the UK: A review of monitoring and modelling approaches. *Prog Phys Geog* 28: 340-365.
- Brown, L. R., Wolf, W.F. 1984. Soil Erosion: Quiet Crises in the World Economy. Paper No: 60, Worldwatch Ins. Washington D.C. 50 p.
- Casali, J., Loizu, J., Campo, M.A., De Santisteban, L. M., Alvarez- Mozos, J. 2006. Accuracy of methods for field assesment of rill and epheremeral gully erosion. *Catena* 67: 128-138.
- Couper, P. R., Maddock, I. A. 2001. Subaerial river bank erosion processes and their interaction with other bank erosion mechanisms on the River Arrow, Warwickshire, UK. *Earth Surf Proc Land* 26: 631-646.
- Daba, S., Rieger, W., Strauss, P. 2003. Assesment of gully erosion in eastern Ethiopia using photogrammetric techniques. *Catena* 50: 273-291.

- Erpul, G., Çanga, M.R. 2001. Toprak erozyon çalışmaları için bir yapay yağmurlama aletinin tasarım prensipleri ve yapay yağış karakteristikleri. Ankara Üniv Ziraat Fak Tarım Bilimleri Derg 7(1): 75-83.
- Erpul, G., Gabriels, D., Jassens, D. 1998. Assessing the drop size distribution of simulated rainfall in a wind tunnel. Soil Tillage Res 43: 455-463.
- Ertek, T.A., Hacıyakupoğlu, S., Walling, D. E., Karahan, G., Erginal, A.E., Çelebi, N., Saygın, H. 2004. Sezyum-137 radyonüklidinin erozyon araştırmalarında kullanımı ve Türkiye’ den örnekler. İstanbul Üniv Edebiyat Fak Coğrafya Derg 12: 47-62.
- Fernandez-Raga , M., Fraile, R., Keizer, J.J., Teijeiro, M.E.V., Castro, A., Palencia, C., Calvo, A.I. , Koenders, J., Marques, R.L.D.C., 2010. The kinetic energy of rain measured with an optical disdrometer: An application to splash erosion. Atmos Res 96: 225-240.
- Günay, T. 1997. Orman Ormansızlaşma Toprak ve Erozyon. TEMA Vakfi Yay. No: 1, İstanbul, 286 sayfa.
- Huang, C.H., Bradford, J. M. 1990. Portable laser scanner for measuring soil surface roughness. Soil Sci Soc Am J 54: 1402-1406.
- Lenzi, M.A., Marchi, L. 2000. Suspended sediment load during floods in a small stream of the Dolomites (northeastern Italy). Catena 39: 267-282.
- Li, S., Lobb, D.A., Lindstrom, M.J., Farenhorst, A. 2007. Tillage and water erosion on different landscapes in the northern Nort American Great Pailns evaluated using ¹³⁷ Cs technique and soil erosion models. Catena 70: 493-505.
- Martinez- Murillo, J.F., Ruiz-Sinoga, J. D. 2007. Seasonal changes in the hydrological and erosional response of a hillslope under dry-Mediterranean climatic conditions (Montes de Malaga, South of Spain) Geomorphology 88: 69-83.
- Meyer , L. D. 1994. Rainfall simulators for soil erosion research. In: Soil Erosion Research Methods. 83-103 pp. (Editor, R. Lal), Soil and Water Conservation Society and St. Lucie Press.
- Morgan, R. P. C. 1995. Soil Erosion and Conservation. Second Edition. Longman.
- Parlak, M., Özaslan Parlak, A. 2010. Measurement of splash erosion in different cover crops. Turk J Field Crops 15 (2): 169-173.
- Piest, R. F., Spomer, R.G., Muhls, P. R. 1977. A profile of soil movement on a cornfield. In: Soil Erosion: Prediction and Control. 160-166 pp. Soil and water Conservation Society, Ankey, IA.
- Porto, P., Walling, D. E., Callegari, G. 2009. Investigating the effects of afforestation on soil erosion and sediment mobilisation in two small catchments in Southern Italy. Catena 79: 181-188.
- Porto, P., Walling, D. E., Tamburino, V., Callegari, G. 2003. Relating caesium-137 and soil loss from cultivated land. Catena 53: 303-326.
- Romero, C.C., Stroosnijder, L., Baigorria, G.A. 2007. Interrill and rill erodibility in the northern andean Highlands. Catena 70: 105-113.
- Römken, M.J.M., Wang, J.Y. 1986. Effect of tillage on surface roughness. Trans Am Soc Agric Eng 29: 429-443.
- Salvati, J. L., Johnson, J.T., Huang, C., Klik, A. 2000. Soil microtopography from the Southern Great Plains hydrology experiment 1999. In: Conference Proc. International Geoscience and Remote Sensing Symposium, pp 1942-1944. IEEE Publications, Piscataway, N.J.
- Sayın, S. 1990. Ankara Beytepe Yöresi Yağmurlarının Damla Özellikleri. T.C. Tarım Orman ve Köyişleri Bakanlığı Köy Hizmetleri Genel Müd. Ankara Araştırma Ens. Md. Yay. Genel Yayın No: 170 Rapor Serisi No: 79.
- Saynor, M.J., Loughran, R.J., Erskine, W.D., Scott, P.F. 1994. Sediment movement on hillslopes measured by Caesium-137 and erosion pins. Variability in Stream Erosion and Sediment Transport (Proceedings of the Canberra Symposium) IAHS Publ. No 224, pp.87-93.
- Stroosnijder, L. 2005. Measurement of erosion: Is it possible? Catena 64: 162-173.
- Taysun, A. 1985. Doğal ve yapma yağışın karşılaştırılması yağış benzeticiler ve damla düşme hızı tayin aletleri. Menemen Bölge TOPRAKSU Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları Genel Yayın No: 119 Teknik Yayın No: 13.
- Taysun, A., Uysal, H., Şahin Taysun, K., Köse, C. 2009. Paralel, kontur ve şeritsel tarımda erozyonla kayıpların karşılaştırılması ve Türkiye için önemi. 1. Ulusal Kuraklık ve Çölleşme Semp., 16-18 Haziran 2009, sayfa 2-8. Konya.

- Theocharopoulos, S.P., Florou, H., Wailing, D. E., Kalantzakos, H., Christou, M., Tountas, P., Nikolaou, T. 2003. Soil erosion and deposition rates in a cultivated catchment area in central Greece, estimated using the ¹³⁷ Cs technique. *Soil Tillage Res* 69: 153-162.
- Toy, T.J., Foster, G.R., Renard, K.G. 2002. *Soil Erosion: Processes, Prediction, Measurement and Control*. John Wiley& Sons, Inc., USA.
- Uğur, A., Yener, G., Saç, M.M., Altınbaş, Ü., Kurucu, Y., Bolca, M., Özden, B. 2003. Radyoaktif ¹³⁷ Cs izleyicisi kullanarak Muğla-Yatağan havzasında toprak erozyonunun tayini. VII. Ulusal Nükleer Bilimler ve Teknolojileri Kongresi, 15-17 Ekim 2003, Kayseri.
- Vrieling, A. 2006. Satellite remote sensing for water erosion assesment: A review. *Catena* 65: 2-18.
- Xu, X.L., Ma, K. M., Fu, B.J., Song, C.J., Liu, W. 2008. Influence of three plant species with different morphologies on water runoff and soil loss in a dry-warm river valley, SW, China. *Forest Ecol Manag* 256: 656-663.
- Zapata, F. 2002. *Handbook for the Assesment of Soil Erosion and Sedimantation Using Environmental Radionuclides*. Kluwer Academic Press, Boston, USA.

2. SEKSIYON SÖZLÜ SUNUMLAR

Yeni Bir Sanayi Devrimi: Küresel Karbon Yönetimi

N. Burcu TAŞATAR PARLAK*

*Dr.Ziraat Yüksek Mühendisi, Biovizyon Enerji Ltd. Şti.

Özet

İklim değişikliğinin ve etkilerinin bilimsel olarak kabulü yeni bir yaşam tarzının ve düşünüşünün benimsenmesi gerektiğinin altını kalın bir çizgi ile çektik. Bu noktada karbon salınımlarından yola çıkarak yeni ekonomik süreçlerin tanımlandığı ve düşük karbonlu bir sisteme geçişin standartlarının hazırlandığı bir dönemdeyiz. İklim değişikliği, Kyoto Mekanizmaları, karbon borsası, Karbon Saydamlık Projesi, post Kyoto Dönemi, Türkiye'nin Durumu, enerji verimliliği, yenilikçi teknolojiler, karbon yakalama ve depolama teknolojileri, teknoloji transferi, arazi kullanımı ve arazi kullanımı değişiklikleri, ormancılık (AKAKDO), ormansızlaşma ve orman alanlarının bozulması (OOD), toprak yönetimi bu süreçte yakından izlememiz gereken konu başlıkları iken Toprak Bilimciler olarak nerede duruyoruz ve durmalıyız?

Anahtar Kelimeler: Karbon yönetimi, iklim değişikliği, karbon borsası

A New Industrial Evolution: Global Carbon Management

Abstract

Scientific exception of climate changes and its effects underlined that requirement of the adoption of a new way of life and thought with a thick line. At this point based on carbon emissions defined in the new economic processes and a period of preparing standards for transition to a low carbon system. Climate change, Kyoto Mechanisms, carbon exchange, Carbon Disclosure Project (CDP), Post Kyoto Period, energy efficiency, innovative technologies, carbon storage and capture (CSC), technology transfer, land-use, land use change and forestry (LULUCF), reducing emissions from deforestation and forest degradation (REDD), soil management are the main topics that closely follow as a soil scientist, and where we stand and got to stand.

Key Words: Carbon management, climate change, emission trade

GİRİŞ

İklim değişikliği ilk olarak 1972 yılında Roma Kulübünün, devletlerin ekonomik büyüme hedeflerinin, çevre ve ekolojiye olan etkilerinin önemine vurgu yapmasıyla kamuoyunun gündeminde yerini aldı. 5 Haziran 1972'de Stockholm'de Birleşmiş Milletler İnsan Çevresi Konferansında çevreyi korumak için devletlerarası görüşmelerin yapılması gerekliliği ortaya kondu. 1980 yılında yayınlanan Brand Komisyon Raporu'nda kirlilikte sorumluluğun gelişmiş ülkelerde mi yoksa gelişmekte olan ülkelere mi olduğu tartışıldı. Dünya Çevre ve Kalkınma Komisyonu 1987 yılında sürdürülebilir kalkınmanın nasıl başarılacağı konusuna değinen Ortak Geleceğimiz başlıklı raporunu yayınladı. 1988 yılında Birleşmiş Milletler (BM) Çevre Programı ve Dünya Meteoroloji Örgütü desteğiyle BM İklim Değişikliği Paneli (BMİDP-IPCC) gerçekleştirildi. 1990, 1996 ve 2001 yıllarında 3 adet geniş çaplı araştırma raporu yayınlandı. 1992 yılında BM Çevre ve Kalkınma Konferansı gerçekleştirildi. Bu konferansta BM İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi (BMİDÇS- UNFCCC) imzaya açıldı ve 1994 yılında yürürlüğe girdi. Bu tarihten başlayarak her yıl gerçekleştirilen taraflar toplantılarından en önemlilerinden biri 1997 yılında Japonya'nın Kyoto Kent'inde yapılan toplantı oldu. Sözleşmede iklim değişikliğinin ortaya çıkmasında tarihsel sorumlulukları bulunan ülkeler ve o zamanki OECD'ye üye ülkeler, gelişmişlik düzeylerine göre iki listede gruplandırılmıştır. Kyoto Protokolü iki önemli ilkeyi göz önüne almaktadır. Birincisi ülkelerin belli bir zamanla sınırlı bağlayıcı emisyon indirim hedefi almaları, ikincisi ise alınan hedefleri her ülkenin eşit olarak alması ve küresel ısınmada tarihsel

emisyonları yüksek gelişmiş ülkelerin daha fazla sorumlu olmasıdır. 1997 yılında Kyoto’da gerçekleştirilen BMİDÇS 3.Taraflar Konferansı’nda (COP 3) kabul edilen Kyoto Protokolü 16 Şubat 2005’te koşulların sağlanması ile yürürlüğe girmiştir. Kyoto Sözleşmesi ile sözleşmeye taraf olan gelişmiş ülkelere 2008-2012 yılları arasındaki dönem için sera gazı salınımlarını 1990 yılı düzeylerine göre en az % 5 azaltma yükümlülüğü getirilmiştir.

Kyoto Sözleşmesi’nde küresel ısınmaya neden olan altı adet sera gazı; karbondioksit (CO₂), karbondioksitten 21 kat daha etkin olduğu düşünülen metan (CH₄), yaklaşık 300 kat daha zararlı olduğu düşünülen nitroz oksit (N₂O), hidroflorokarbonlar (HFC’s), perflorokarbonlar (PFC’s) ve sülfür hekszoflorid (SF₆) sırasıyla listelenmiştir. Bunlar arasında en önemlisi toplamda %82’ lik payı ile CO₂’tir ve tüm sera gazları CO₂ gazı eşdeğeri üzerinden hesaplanmaktadır.

Gelişmiş ülkelerin, sayısallaştırılmış sera gazı azaltım ve sınırlama hedeflerine ulaşmalarını kolaylaştırmak ve emisyonlarını azaltıcı uygulamaları daha düşük maliyet ile gerçekleştirmeleri için Protokol’de piyasa ve proje temelli esneklik mekanizmaları tanımlanmıştır. Bu mekanizmaların oluşturduğu pazar ‘zorunlu pazar’ (regulatory market) olarak belirlenmiştir. Ülkeler ulusal sera gazı emisyonu azaltım önlemlerinin (enerji verimliliği, yenilenebilir enerjiye geçiş gibi...) yetersiz veya ekonomik olarak uygulanabilir olmadığı durumlarda bu mekanizmalara başvurumaktadırlar. Bu mekanizmalar proje temelli Temiz Kalkınma Mekanizması (Clean Development Mecanism-CDM) ve Ortak Uygulama Mekanizmaları (Joint Implementation-JI) ve piyasa temelli Emisyon Ticareti’dir (Emmission Trading-ET). Sera gazları atmosferde homojen olarak dağıldığından, dünyanın herhangi bir yerinde gerçekleşen CO₂ azaltımının etkisi her yerde aynı olmaktadır. Bu nedenle azaltım çalışmalarının gelişmekte olan, azaltım yükümlülüğü almamış ülkelerde gerçekleştirilmesi maliyetleri azaltırken, azaltım yükümlülüğü almış ülkelerin azaltım hedeflerine ulaşmaya çalışırken bu ülkelerdeki projelere finansman desteği vermesi sağlanmış olmaktadır. Bu mekanizmaya Temiz Kalkınma Mekanizması (Clean Development Mechanism-CDM) adı verilmekte ve onaylı salım azaltımı (Certified Emmission Reduction-CER) sağlanmaktadır. Proje bazlı bir diğer mekanizma ise Ortak Uygulama Mekanizması (Joint Implementation-JI) olarak adlandırılmakta ve yükümlülük almış bir ülke, yine yükümlülük almış bir diğer ülkede azaltım sağlayıcı projeyi gerçekleştirerek salınım azaltım birimi (Emmission ReductionUnits-ERU) elde edilmektedir. Emisyon Ticareti ise Kyoto Protokolü EK -I listesinde yer alan azaltım hedefi almış ülkelerin ulusal salım izinlerinin (Assigned Amount Units-AAU’s) yine EK -I listesindeki diğer ülkelerle uluslararası ticaretine olanak sağlamaktadır.

Emisyon Ticaret programı sera gazı yayan sanayi kuruluşlarının yaydıkları sera gazı tonu başına izin almalarını zorunlu kılan bir mekanizmadır. Her sanayi kuruluşuna bir hedef salınım miktarı belirlenmekte ve bu hedef doğrultusunda izin belgeleri yani Tahsisli Miktar Birimleri (Assigned Amount Units- AAU’s) verilmekte yada satılmaktadır. Kuruluş belirlenen hedefleri geçerse piyasadan karbon (C) kredisi satın alarak yada hedeflerin altında kalmış şirketlerin izinlerini satın alarak açığını kapatmakta, hedeflerin altında kaldığında ise elindeki izinleri piyasada satabilmektedir.

Küresel ısınmaya neden olan sera gazı emisyonlarının azaltılmasının zorunluluğu anlaşıldığında, bu gazların azaltılmasında piyasa mekanizmasının önemli bir rol oynayabileceği görüşü önem kazanmıştır. Bu bağlamda, piyasa kurallarına göre çalışacak bir karbon piyasası ve ticarete konu olan CO₂’in bir fiyatının olması emisyonları azaltmada önemli bir enstrüman olarak görülmektedir. Teoriye göre, karbon piyasası emisyonları azaltmak için mevcut kaynakların en ucuz maliyetle kanalize edilmesini sağlamaktadır. Bu anlamda, belirlenen limitten fazla emisyon salınanlar cezalandırılırken, daha az salınanlar ise ödüllendirilmektedir. Ayrıca kirletme birimlerini mülkiyet hakkına dönüştürerek ve bu birimlere bir fiyat vererek karbonun tüm dünyada ticaretinin yapılmasını mümkün kılar. Bu sayede, düzgün işleyen bir karbon piyasası işletmelerin daha az sera gazı emisyonu salınmasını özendirerek temiz teknolojiyi kullanmaya yönlendirir ve diğer işletmelere göre avantaj sağlar (UNFCCC, 2007). Pazarlanabilen emisyon izinleri ilk olarak Amerika Birleşik Devletleri’nde ozon tabakasını inceltici gazların (SO₂) azaltılması amacıyla uygulamaya konulmuş bir sınırlama ve alım-satım (Cap-and-Trade) programında 1990 yılında ortaya konmuştur.

İngiltere Emisyon Ticareti Sistemi (UK-ETS) 2002 tarihinde çalışmaya başlamıştır. Teşvikli kamu ihalesi ile 34 kuruluş doğrudan katılımcı olurken, 6000 kuruluş ise İklim Değişim Anlaşması (Climate Change Agreement-CCA) kapsamında birim katılımcı olarak sisteme dahil olmuşlar, azaltım hedefini finansal teşvik kapsamında gönüllü olarak kabul etmişlerdir.

2003 yılında Avustralya'nın New South Wales eyaleti hükümeti Sera Gazı Azaltım Programı (Greenhouse Gas Abatement Scheme-GGAS) yürürlüğe koyarak, enerji tüketimi yüksek olan kuruluşların ve tüketicilerin emisyon miktarlarını sınırlandırmıştır. Bu kuruluşlar sınırlamalara uyabilmek için proje bazlı krediler kullanmışlardır.

Kyoto Protokolü'nün Avrupa Birliği tarafından 2002'de imzalanmasından sonra birlik böyle bir sistemi örnekleyerek 2005 yılında Avrupa Emisyon Ticaret Sistemini (European Emission Trading Scheme-EU-ETS) ve Avrupa Birliği Tahsisatlarını (European Union Allocations-EUA) yürürlüğe sokmuştur. Programın ilk dönemi 2005-2007 arası, ikinci dönemi 2008-2012 olarak belirlenmiştir. Avrupa Birliği 2008'de programın üçüncü dönemini 2013-2020 olarak belirlemiştir. AB Emisyon Ticaret Sistemi çok uluslu ilk karbon borsasıdır. 2005 yılında proje bazında alım satım (CER-ERU) piyasası da işlemlere başlamıştır. Benzer örnekler Yeni Zellanda, Norveç, Japonya, Kanada ve Amerika Birleşik Devletleri'nin belirli eyaletlerinde (Kaliorniya Eyaleti'nin Climate Change Law, AB32 yasası, Chicago Climate Exchange) oluşturulmaya çalışılmaktadır.

Araştırma ve yönetim şirketi Point Carbon' un verilerine göre küresel pazar 2010'da 2009'a göre yüzde 33 büyüyerek 121 milyar Euro'luk bir hacme ulaşmış ve C borsasının işlem hacmi yüzde 5 artarak 8.4 milyar tona çıkmıştır. (Point Carbon, 2011).

Avrupa Birliği'ne üye ülkelerin uzmanları 2010'da bir araya gelerek 2012 yılında iki uygulama dönemi tamamlanacak olan AB Emisyon Ticareti Sistemi kapsamında kirletici izinlerinin açık artırma ile düzenlenmesini içeren bir dizi yeni kararı kabul etmişlerdir. İzinler genel bir arttırma sistemi içerisinde satılabilecektir. Ülkeler aynı zamanda bu sisteme belirli şartlar dahilinde katılmama hakkına da sahiptir. Üye ülkeler 2013 yılından itibaren yürürlüğe girecek olan ETS kurallarını oybirliği ile almışlardır. 2013 yılında yeni dönem ETS kapsamında başlatıldığında, CO₂ salan endüstri kuruluşları kirlilik izinlerinin tamamını bedava almak yerine yaklaşık yarısı oranını satın almak zorundalar. Yapılan düzenleme ile bu izinler Avrupa genelinde oluşturulan bir takas sistemi ile satılabilecek, aynı zamanda ülkeler, ulusal sistemleri içinde de satın alma işlemleri yapabileceklerdir.

Avrupa Komisyonu tarafından 27 üye ülkede uygulanacak olan tek bir takas sistemi ile C fiyatlarının desteklenmesi ve azaltım maliyetlerinin en aza indirilmesi ile daha güçlü bir karbon finansman sistemi oluşturulması hedeflenmektedir. Ancak başta Almanya, Polonya, İspanya ve Birleşik Krallık olmak üzere bazı ülkeler ulusal sistemlerin kullanılması yönünde beklentilerini bugüne kadarki başarılı uygulamalarından dolayı ifade etmektedirler.

Yeni düzenlemeler aynı zamanda havacılık sektörünün 2012 yılından itibaren ETS sistemine dahil olmalarını ve %15'lik emisyon izinlerini satın almaları zorunluluğunu getiriyor. (Euroactive, 2010)

Karbon denkleştirme kredilerine yönelik gönüllü piyasa zorunlu piyasa ile karşılaştırıldığında hem hacim hem de değer bakımından küçük olmakla birlikte, hızlı bir şekilde büyümektedir. 2007 ile 2008 arasında büyüklüğü neredeyse iki katına çıkmıştır. 2007 yılında 331 milyon ABD\$ değerindeki 65 milyon ton krediden, 2008 yılında 705 milyon ABD\$ değerindeki 123 milyon ton krediye ulaşılmıştır. Gönüllü piyasanın 2008 yılındaki durumu ile ilgili olarak yakın zamanda yayınlanan raporda söz konusu dönemdeki piyasadaki ortalama kredi fiyatının yüzde 20 artarak ton başına 7,34 ABD\$ olduğunu belirtmektedir.

Ayrıca, gönüllü C piyasalarında, orman C projeleri önemli bir ilgi görmektedir. Ağaçlandırma, yeniden ormanlaştırma, ormansızlaşmanın önlenmesi ve sürdürülebilir orman yönetimi projeleri. Tezgah üstü (borsa dışı) piyasadaki ormancılık ve diğer arazi kullanımı emisyon azaltımlarının hacmi yüzde 14 artarak 5,7 milyon ton CO₂'ye (MtCO₂'e) ulaşmıştır. Bu hacmin 5,2 MtCO₂'lik kısmı ormancılık projelerinden gelmiştir (Khan, 2010).

TÜRKİYE’NİN DURUMU

Türkiye 1992 yılında imzaya açılan BMİDÇS’nin orijinal metninde hem EK- I (tarihsel sorumluk), hem de EK II (maddi sorumluluk) listesinde yer almıştır. Türkiye Protokolün EK- II kapsamından çıkmak için COP 1’den (Berlin 1995) itibaren 2000 yılında gerçekleştirilen COP 6’ya kadar geçen sürede OECD üyesi olmakla birlikte gelişmiş değil, gelişmekte olan bir ülke olması nedeniyle BMİDÇS’nin EK’lerinden çıkmak için girişimlerde bulunmuş ancak bunu başaramamıştır. 2000 yılında EK- II’den çıkmamız ve EK -I’de özel statüyle yer almamıza ilişkin önerimiz sunulmuştur. 2001’de Marakeş’te COP 7’de EK- II listesinden çıkarılmış ve taraflar Türkiye’nin EK- I listesinde yer alan diğer taraflardan farklı bir konumda bulunmasını sağlayacak özgün koşullarını dikkate almaya davet edilmiştir. EK- I ülkesi olarak BMİDÇS’ye taraf olma isteği kabul edilmiştir. 24 Mayıs 2004 tarihinde’de Türkiye resmen sözleşmeye katılan 189. taraf olmuştur. Türkiye’nin Kyoto Protokolü’ne katılmasına yönelik 5836 sayılı kanun, 17 Şubat 2009 tarih ve 27144 sayılı Resmi Gazete’de yayınlanarak yürürlüğe girmiştir. Katılım Belgesi’nin BM Sekreterine sunulmasından sonra 26 Ağustos 2009 tarihinde Protokole resmen taraf olmuştur. (DSİ, 2010) Türkiye, Protokol kabul edildiğinde Sözleşmeye taraf olmadığı için Protokolün EK-B listesinde yer almamıştır. Bu durumu ile Türkiye EK -I ülkesidir, protokole taraftır, ancak ilk yükümlülük dönemi olan 2008-2012 yılları arasında salım sınırlandırma ve azaltım yükümlülüğü yoktur.

Türkiye bu durumu ile Kyoto Esneklik mekanizmaları kapsamında oluşturulan karbon piyasalarına ve projelerine dahil olamamıştır. Ancak Gönüllü Karbon Piyasaları kapsamında kendisine yer bulabilmiştir ve en aktif piyasa oyuncularından birisidir; bunun yanı sıra aktif bir şekilde AB katılım çalışmalarını yürütmektedir; bu durum, zorunlu karbon piyasalarına katılımın faydalarına erişimi olmadan sera gazı emisyonları için bir tavan kabul etmesini gerekli kılacaktır. Bu durumun Türkiye’nin küresel karbon piyasasındaki stratejik seçeneklerini sınırladığı görülmektedir.

2005 yılından başlayarak ve özellikle de 2007 yılında, Türkiye Kyoto Protokolü’nü onaylamak için beklerken, ülkenin özel sektörü Gönüllü Karbon Piyasası’nın avantajlarını fark etmiş, yenilenebilir enerji ve enerji verimliliği sektörlerinde düşük karbonlu projeler geliştirmek, değerlendirmek ve tasarlamak için harekete geçmiştir. Gönüllü Karbon Piyasası’nda 2012 yılına kadar 19,7 ile 22,6 MtCO_{2e} arasında karbon azaltımı sağlayabilecek 64 kayıtlı proje bulunmaktadır. Türkiye tarafından 2009 yılında Gönüllü Karbon Piyasası (VCM) yoluyla 7,5 MtCo_{2e}’lik kredi üretilmiş ve sermayeleştirilmiştir ve bunun karbon piyasası değerinin 2012 yılına kadar 75 milyon ile 220 milyon ABD\$ arasında olacağı öngörülmektedir. Bu projeler temel olarak hidro, rüzgar ve depo gazı kurtarma sektörlerinde. Altın Standart, VER+ ve VCS değerlendirme gibi uluslararası standartlar yoluyla değerlendirilmiştir. Türkiye zorunlu/CDM piyasasının bir parçası olsaydı, bu değer mevcut değerden önemli ölçüde çok daha yüksek olurdu (Khan, 2010).

VCM küresel karbon piyasasının sadece %1’ini oluşturmasına rağmen, Türkiye’deki piyasanın %100’ünü oluşturmaktadır – VCM projelerinin %70’lik bölümü Türkiye kökenlidir. Türkiye, bu piyasadaki en büyük oyuncu olarak piyasada kendisi için uygun bir konum edinmiştir (Khan, 2010).

POST KYOTO DÖNEMİ

2012 sonrası Kyoto Protokolü’nün ilk dönemi sona erecektir. Bu tarihten başlayarak nasıl bir yol izleneceği konusunda uluslararası iklim rejimine yönelik müzakereler devam etmektedir.

Bu müzarelerin ilki Aralık 2009 da Kopenhag’da (COP15) yapılmış ve yasal bağlayıcılığı bulunmayan ve daha çok “uzlaş” ve “yol haritası” niteliği taşıyan “KOPENHAG MUTABAKATI” ortaya çıkmıştır. Mutabakatın ana başlıkları; artan ortalama küresel sıcaklığın 2°C nin altında tutulması, EK-I ülkelerinin sera gazı emisyonu 2020 hedeflerini ; EK-I Dışı ülkelerin ise, ulusal programlarına uygun azaltım faaliyetlerini (NAMAs) Sekreteryaya’ya iletmesi, Afrika, Az Gelişmiş Ülkeler ve Küçük Ada Devletlerinin uyum faaliyetlerinin finansmanına öncelik verilmesi, gelişmekte olan ülkelerin uyum ve azaltım faaliyetlerinin finansmanı için 2010-2012 periyodunda 30 milyar \$, 2012-2020 arasında yıllık

100 milyar \$ fonun harekete geçirilmesi, “Kopenhag Yeşil Çevre Fonu” nun oluşturulması, 2015 yılında bu mutabakatın uygulanmasına yönelik değerlendirmenin yapılması olarak sıralanabilir.

29 Kasım-10 Aralık tarihlerinde Cancun’da gerçekleştirilen (COP 16) müzakerede uzlaşılan başlıklar; küresel sıcaklık artışının 2°C ile sınırlandırılması, gelişmiş ülkelerin ekonomileri genelinde ölçülebilir sayısal azaltım hedefleri belirlemesi, sayısal azaltım hedeflerini ölçü olarak düşük karbonlu büyüme stratejileri uygulayarak raporlaması ve doğrulanması (Measurement, Reporting and Verification-MRV), gelişmekte olan ülkelerin ulusal programlarına uygun azaltım eylemleri (Nationally Appropriate Mitigation Action-NAMA) uygulayarak yeşil iklim fonundan ve teşviklerden yararlanması ve bu eylemler için bir kayıt sistemi oluşturulması olarak sıralanabilir. 2020 yılına kadar 100 milyar dolarlık yeni iklim fonundan yararlanmak isteyen gelişmekte olan ülkeler NAMA’ larını hazırlamak ve bu programlarla ne kadar azaltım gerçekleştireceklerini taahhüt etmekle yükümlü olacaklar. Fonun 2012 yılına yani Kyoto Protokolü’nün ilk taahhüt döneminin sonuna kadar 30 milyar doları fona aktarılacak. Karbon salınımını sınırlandırmanın ancak düşük karbonlu ekonomiye geçişle sağlanabileceği ve bir paradigma değişikliğine gereksinim olduğu COP16’da raporlandı. Düşük karbonlu topluma geçişte üretim ve tüketimde sürdürülebilirlik, yaşam şekli değişiklikleri, yenilikçi teknolojiler başlıca araçlar olarak raporlarda yer aldı.

Temiz teknolojilerin yaygınlaşmasına verilecek destekler, yeni yatırımların düşük veya sıfır karbon esasına göre yapılması, üretim ve tüketimde sürdürülebilirlik esaslarının temel alınması ile başlayan değişim Düşük Karbon Ekonomisi olarak adlandırılmakta ve bunun ülkeleri teknoloji kilitlenmesi olarak adlandırılan durumdan kurtaracağına inanılmaktadır. AB örneğinden bakıldığında özel sektör yatırımları, yakıt ve karbon fiyatları II.Sanayi devrimini yaşadığını söyleyen AB için daha fazla pazar ve istihdam anlamına gelecektir. AB şu anda rüzgar piyasasının %80’ini, off shore (denizde) rüzgar santrallerinin yaklaşık tamamını elinde bulundurmaktadır. AB’nin enerjide öngördüğü % 20 lik yenilenebilir payı elektrik sektöründe %35’lik yenilenebilir payı gerektireceğinden kendisi de önemli bir pazar olacaktır (Örücü, 2009). 2008 yılında dünyada 3,65 trilyon euro Pazar büyüklüğüne ulaşan düşük karbon ekonomisinin önemi G20 üyesi devletlerin kriz paketlerini, yeşil kriz paketi olarak adlandırmaları ve yenilenebilir enerjiye destek veren ülke sayısında görülen %50 lik artış ile vurgulanmaktadır.

Azaltımla ilişkili yatırımların önemli bir kısmının (bazı tahminlere göre en fazla %75’nin) BRIC ülkelerinde (Brezilya, Rusya, Hindistan, Çin ve Türkiye) ve ilave olarak Endonezya, Meksika, ve Güney Afrika’da; öncelikle elektrik, ulaştırma, endüstri (metal, çimento, kimyasal), yakıt&gaz, inşaat verimliliği, atık yönetimi ve ormancılık sektörlerinde olması beklenmektedir. Bu önemli küresel gereksinim yalnızca özel finansman akışı ile sağlanabilir. (Widge ve ark., 2010)

Türkiye’ de İklim Değişikliği I. Ulusal Bildirimi’nde yer alan 2020 yılı toplam sera gazı emisyonundan %11 azaltım yapılmasına yönelik yaklaşımın benimsenmesi gündeme gelmiştir. Ulusal Bildirim’de yer alan tahminlere göre, Türkiye’nin 2005 yılında 240,7 milyon ton olan CO₂ emisyonu, 2020 yılında 604,6 milyon ton düzeyine çıkacaktır. Buna göre Türkiye’nin emisyon artışının 2005-2020 döneminde %151 yerine %124 düzeyinde kalması öngörülmektedir.

Amerikan Enerji Veri İdaresi’nin karbon salımlarıyla ilgili yeni raporuna göre ekonomide 1930’lardan sonra görülen en büyük resesyon bile, küresel ölçekte karbon salımlarını azaltmadı. 2008 yılında başgösteren mali kriz etkisiyle Batı’daki sanayi üretiminin düşmesine rağmen, Çin ve bir dizi ülkedeki hızlı büyüme, 2009’da atmosfere karışan zehirli gaz miktarının bir önceki yıla göre hemen hemen aynı kalmasını sağladı. Çin, 2009’da en fazla karbon salımı yapan ülke olurken Türkiye, 24’üncü sırada yer aldı. İngiliz Guardian gazetesinde yer alan habere göre, Türkiye’de karbon salımları bir önceki yıla oranla yüzde 7,3 azaldı. Amerikan Enerji Veri İdaresi bu listeyi sadece enerji üretimini yani termik ve doğalgazla çalışan santrallerden ve otomobillerden kaynaklanan salımları inceleyerek hazırlıyor (Geleceğin Enerjisi, 2011).

KARBON SAYDAMLIK PROJESİ (CARBON DISCLOSURE PROJECT – CDP)

Karbon Saydamlık Projesi, 2000 yılında, şirketlerin, yatırımcıların ve hükümetlerin iklim değişikliği tehdidine karşı önlem almalarını sağlayacak bilgileri toplamak ve paylaşmak amacıyla başlatıldı. CDP aracılığıyla sera gazı salınımları ve iklim değişikliği stratejilerinin kamuoyuna ve yatırımcılara açıklanması sayesinde şirketler ve hükümetler karbon emisyonlarını azaltma hedefleri koyarak performans iyileştirmesi yapabiliyorlar. Bu veriler; kurumsal yatırımcılar, şirketler, kamu politikasını yönlendirenler, resmi kurumlar ve akademisyenler de dahil olmak üzere geniş bir kitle ile paylaşılıyor.

CDP, iklim değişiklikleri risklerinin şirketler tarafından nasıl yönetildiğini küresel çapta raporlayan tek bağımsız uluslararası kuruluş olma özelliğini taşıyor. Örgüt, dünyada, 55 trilyon dolar değerindeki varlığı yöneten 475 kurumsal yatırımcı adına hareket ediyor.

Dünya genelinde 2000 yılında başlatılan, geçtiğimiz yıl Brezilya, Çin, Kore ve Hindistan’da hayata geçirilen Karbon Saydamlık Projesi (Carbon Disclosure Project–CDP), Türkiye’de Akbank ve Sabancı Üniversitesi işbirliğiyle hayata geçirildi. Proje, hisseleri İMKB’de işlem gören ve İMKB-50 (2010 yılı) ve İMKB-100 (2011yılı) endeksine dahil şirketlerin karbon künyelerini çıkararak kurumsal yatırımcıların bilgisine sunulması amacıyla başlatılmıştır.

Türkiye’nin de içinde bulunduğu Akdeniz Havzası’nda küresel iklim değişikliğinin etkilerinin en fazla kuraklık ve buna bağlı olarak susuzluk; tarımda ve turizmde gelir kaybı; orman yangınlarında artış; biyolojik çeşitliliğin kaybı şeklinde yaşanacağı öngörülüyor. Tüm Akdeniz Havzası’nda yağışlar son 25 yılda %20 azaldı. Avrupa Komisyonu, önceki 15 AB ülkesi topraklarında son 30 yılın kuraklık vakalarının genel ekonomiye etkisini toplam 85 milyar Euro olarak tahmin ediyor. Türkiye’de özellikle kurak - yarı kurak iklimin yaşandığı; Akdeniz, Ege, Orta Anadolu ve Güneydoğu Anadolu bölgelerinde yağışlarda azalmalar olacağı öngörülüyor. 2007 ve 2008 yılında yaşanan kuraklıkla birlikte özellikle bu bölgelerde tarımsal verim kaybı; kentlerde su kesintileri ve orman yangınlarında artış olduğu gözlemlendi. 2007 yılında kuraklığın tarım sektörüne olan maliyeti Türkiye Ziraat Odaları Birliği tarafından yaklaşık 5 milyar TL olarak belirlendi (Baştak, 2011).

TARIM, ORMANCILIK VE İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ

Arazi kullanım sektörleri olan tarım ve ormancılık küresel antropojenik sera gazı emisyonlarının yaklaşık 1/3’ünden sorumlu olmakla birlikte yerkürenin C tutma (carbon sequestration) potansiyeli ile seragazı salım azaltımının %89’luk bölümünü sağlamaktadır (Mc Kinsey ve Co 2009; IPCC 2007).

Tarım Türkiye için önemli bir sektördür. 2006 yılında Türkiye’nin toplam sera gazı emisyonlarının % 4,9’u yani 16,366.6 Gg CO₂ eq, 2007 yılında ise % 7.05’u (LULUCF hariç, UNFCCC) tarımdan kaynaklanmaktadır. Tarım sektöründen kaynaklanan emisyonlar 1990 ile 2006 yılları arasında çiftliklerin sayısının azalmasına bağlı enterik fermentasyon kaynaklı metan (CH₄) emisyonlarının düşmesi ile %11.4 lük bir azalma göstermiştir. Tarımsal aktiviteler ve sebep oldukları karbondioksit salım miktarlarına bakıldığında; Enterik Fermentasyon (88.0%), Gübre Yönetimi (5.5%), Tarımsal Atıkların Yakılması (4.0%), Çeltik Tarımı (2.5%) başlıca emisyon kaynakları olarak sıralanabilir (Lichte ve Pesmajoglou, 2010).

Tarımsal faaliyetler ve süreçler genel olarak CH₄ and N₂O emisyonu üretmektedir. Tarımsal artıkların açıkta yakılması sonucu ise N₂O, CO ve NO_x emisyonları salınır. Tarımsal artıkların açıkta yanmasından kaynaklanan emisyon önemli bir emisyon kaynağıdır. Emisyon eğilimi 1990-2007 yılları arasında dalgalanma göstermekte olup, anız yakmadan kaynaklanan CO emisyonu 2005 yılında 561.94 Gg ile en yüksek değerini almaktadır. N₂O ve NO_x emisyonları için en yüksek değerler 2005 yılında sırasıyla, 0.51 Gg ve 12.86 Gg olarak hesaplanmıştır (Can, 2010).

2007 yılında toplam CO₂ emisyonlarının yaklaşık olarak %93’ü enerji, %7’si endüstriyel işlemler kaynaklıdır. CH₄ emisyonlarının %59’u atık yönetiminden, %33’ü tarımsal faaliyetlerden, N₂O emisyonlarının ise %84’ü tarımsal faaliyetlerden kaynaklanmaktadır. 2007 yılında tarımsal faaliyetlerden kaynaklanan sera gazı emisyonları 26,28 milyon ton CO₂ eşdeğeridir. 1990 yılı

envanterine kıyasla; hayvancılık kaynaklı CH₄ emisyonları %188 oranında artarken, yine hayvancılık kaynaklı N₂O 1990 yılında hesaplara dahil edilmediğinden net bir rakam ifade edilememekle beraber artış trendindedir. Tarımsal faaliyetlerden kaynaklanan emisyonların 2006 yılından 2007 yılına % 60 oranında artmış gözükmesinin sebebi olarak, toprak kullanımı ve daha çok gübreleme kaynaklı emisyonlar gösterilmektedir. 2006 yılından 2007 yılına pirinç üretiminin toplam tarım kaynaklı emisyonlar içindeki payı ise % 2,5'tur. Tarım ve hayvancılık atıklarından kaynaklı sera gazları ve toprak işleme kaynaklı emisyonlar envantere dahil edildiğinde ulusal envanter içindeki tarım kaynaklı emisyonlar artacaktır (Ayas, Demirayak, Karaosmanoğlu, İş, Kumbaroğlu, Or, Can, Yenigün, Arıkan, 2009). 1990-2008 yıllarına ait envanter sonuçlarına göre CO₂ eşdeğeri açıklanan olarak toplam emisyon arazi kullanım değişikliği ve ormancılık sektörü hariç sırası ile 187.03 ve 366.50 milyon tondur. 2008 yılında enerji sektörü % 75.8 ile en büyük paya sahip olup bunu sırası % 9.3 ile atık bertarafı, % 8.1 ile endüstriyel prosesler ve % 6.8 ile tarım izlemektedir (Can, 2010).

Soil Association'nun yeni araştırmasında CO₂ salınımını azaltmada organik tarımın önemli bir potansiyele sahip olduğundan bahsedilmektedir. İngiltere'de işlenen alanların tümünün organik tarıma dönüştürüldüğü varsayılan senaryoya göre yılda en az 3.2 milyon ton karbondioksit toprak tarafından tutulur ki buda 1 milyon arabanın trafikten çekilmesine eşdeğer bir seragazı salım azaltımı demektir.

İngiltere'de etkin organik tarım uygulamaları yapıldığında toprakta karbon tutulmasının artması sonucunda tarımdan kaynaklanan emisyonların %23 oranında azalması ile İngiliz Hükümeti'nin 2020 yılı için öngördüğü % 6-11 lik tarım sektörü için belirlediği azaltım hedefinin iki katı daha fazla azaltım sağlamak mümkün olabilir.

Dünya genelinde yapılacak bir organik tarım uygulaması ile tüm küresel sera gazı salımlarının %11'i azaltılabilir. Toprakta karbon miktarının artması dünya genelinde kuraklık ve seller gibi ekstrem iklim koşullarına karşı tarımın daha dirençli olmasını sağlayacağından yiyecek güvenliği sorunu çözülebilir.

Ortalama organik tarım uygulamaları, organik olamayan tarımsal uygulamalara göre Kuzey Avrupa'da %28, Avrupa, Kuzey Amerika ve Avustralya'da %20 daha fazla toprak C'nu üretebilir.

İngiltere'de otlaklar ve karma tarımsal sistemler topraktaki karbon tutulumu artışı ile otlak beslenen büyükbaş ve küçükbaş hayvanlardan kaynaklanan metan gazının azaltılmasında hayati bir rol oynarlar (Soil Association, 2009).

Arazi Kullanımı, Arazi Kullanım Değişikliği ve Ormancılık (AKAKDO- Land Use, Land Use Change Orman Ekosistemde tutulan karbon, beş ayrı havuzda depolanmaktadır.

1. Toprak üstü canlı biyokütle,
2. Toprak altı canlı biyokütle, (Kök)
3. Ölü odunlar,
4. Ölü örtü,
5. Organik toprak.

Ormancılık kaynaklı CO₂ salınımlarının belirlenebilmesi için araştırma geliştirme ihtiyaçları

- Biyokütle Araştırmaları ile ilgili eksiklikler,
- Biyokütle çevirim katsayıları ile ilgili eksiklikler,
- Ölü Ağaç Miktarının hesaplanması,
- Döküntü Miktarının Hesaplanması,

- Toprak İçerisindeki Karbon Miktarının hesaplanması olarak sıralanabilir. (Fırat, Bayçelebi, Taşkıran, 2010).

İlk olarak, ormanların hem en büyük karasal karbon deposu olarak hem de kömür ve petrolden sonra üçüncü en büyük karbon emisyon kaynağı olarak iklim değişikliği ile mücadelede çok değerli ve kritik bir rol oynadığı hususu uluslararası düzeyde giderek daha fazla kabul görmektedir. Ağaçların yerküre üzerindeki en güçlü karbon yoğunlaştırıcı oldukları düşünülmektedir ve gelişmekte olan ülkelerde (çoğunlukla tropik bölgelerde) ormansızlaşma ve orman bozunumundan kaynaklanan emisyonların yıllık toplam küresel sera gazı emisyonlarının yaklaşık yüzde 20'sini oluşturduğu tahmin edilmektedir –bu aynı zamanda ormansızlaşma sürecinin kontrol altına alınabilmesi veya önlenmesi halinde önlenebilecek emisyon miktarı olarak görülebilir. Küresel sıcaklıklardaki ortalama artışların kabul edilebilir sınırlarda tutmanın, özellikle ormansızlaşma ve orman bozunumundan kaynaklananlar olmak üzere olası tüm sera gazı emisyon kaynakları için hedefli azaltımlar sağlamadan mümkün olmayacağı giderek daha açık bir şekilde ortaya çıkmaktadır. Ayrıca, ormansızlaşmanın azaltılması, emisyonları düşürmenin en maliyet etkin yollarından birisidir ve Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli (IPCC) ormansızlaşma emisyonlarının yaklaşık yüzde 25'inin her bir metrik ton karbondioksit (tCO₂) başına 20 \$'ın altında bir maliyetle azaltılabileceğini tahmin etmektedir.

LULUCF'a ek olarak Aralık 2007'de Bali'de düzenlenen BM İklim müzakerelerinde, bir Dünya Bankası girişimi olan "Ormansızlaşma ve Vasıfsızlaşmadan Kaynaklanan Emisyonların İndirimi" programı (REDD - Reducing Emissions from Deforestation and Degradation) açıklanmıştır. Program, gelişmekte olan ülkelerde orman arazisi satın almak veya mal sahibi ile anlaşma yapıp bir doğa koruma sistemi yaratmaya dayanmaktadır.

Ülkemizde orman ekositemi üzerinde yapılan bir araştırma örnek bir model oluşturmaktadır. Ayvalı Barajı havzasında 105 hektarlık ormanlık alanda gerçekleştirdikleri araştırma ile ormanlar yoluyla havadaki tutulabilir C miktarını hesapladıklarını belirten Görücü, Yrd. Doç. Dr. Ömer Eker ile birlikte yaptıkları araştırmanın CO₂ fiyatlandırılması ve borsa değeri açısından altyapı niteliğinde olduğunu ve Türkiye'de bir ilk olduğunu belirtmiştir. Bu amaçla Kahramanmaraş'ta Ayvalı Baraj havzasında 105 hektar sahada karbon bağlama ve emisyon indirgeme araştırması başlatan araştırmacılar, 105 hektarlık alanda 17 bin metreküplük dikili servet hesapladıklarını, bu serveti uluslararası literatürdeki dönüştürme oranları ile hesapladıklarında 4 bin 700 ton C bağlandığının ortaya çıktığını ifade etmişlerdir. Görücü, 4 bin 700 tonluk karbonun İngiliz ekonomistlerinin verdiği rakamlar doğrultusunda hesaplandığında, 584 bin dolarlık bir rakama ulaştıklarını, masraflar çıkartıldığında ise 220 bin dolarlık net bir değer ortaya çıktığını, 4 bin 700 ton C'nun bağlanması için 17 bin ton CO₂'in indirgendüğünü hesapladıklarını belirtmiştir. Bu noktadan hareket ederek uluslararası C fiyatlarıyla karşılaştırıldığında dünya piyasalarında. 35 dolar olan değere göre Ayvalı Baraj havzasındaki 105 hektarlık kızıl çam ormanının 584 bin dolarlık bu günkü net bir değer ürettiğini hesaplamışlardır. Faiz oranları, idare süreleri ile v.s göz önüne alındığında bir hektar sahanın ağaçlandırma giderini bu günkü giderden çıkarma işlemi sonucunda yaklaşık 220 bin dolarlık net bir değer ortaya çıkmıştır.

SONUÇ

Topraktaki karbon miktarını hesaplama çalışmalarına, pellet, alg ve biochar ile ilgili çalışmalara ve organik tarım pratiklerine öncelikle eğilerek eldeki bilimsel verilerin artışı ile Türkiye'nin bölgesel ve küresel boyutta atacağı adımlara destek olmak mümkün olabilir. Yenilenebilir teknolojilerden tarımsal uygulamalarda yararlanma, sulamada verimliliği arttırma çalışmaları, tarımsal atıklardan enerji eldesi, sürdürülebilir tarım politikalarını benimsemek iklim değişikliğine karşı atılacak önemli adımlar olarak sıralanabilir.

KAYNAKLAR

Atılal, M. B., 2008. Karbon Piyasaları. www.turkborsa.net/belgeler/raporlar/karbon_piyasalari.pdf

- Ayas, C., Demirayak, F., Karaosmanoğlu, F., İş, G., Kumbaroğlu, G., Or, İ., Can, O., Yenigün, O., Arıkan, Y. 2009. İklim Çözümleri: 2050 Türkiye Vizyonu, WWF Türkiye Doğal Hayatı Koruma Vakfı İstanbul Xpress Baskı A.Ş. ISBN: 978-605-60247-5-7
- Baştak, T. 2011. WWF Türkiye Genel Müdürü Röportajı Yayınlanma Tarihi: 03 Ocak 2011 Pazartesi <http://www.geleceginenerjisi.com/Haberdetay.aspx?b=50&a=7>
- Can, A. 2010. Tarım Sektörü. T.C Başbakanlık Türkiye İstatistik Kurumu Tarım Sektörü Tarım Ve Çevre İstatistikleri Daire Başkanlığı Çevre İstatistikleri Grubu-Hava İstatistikleri Takımı http://www.rec.org.tr/dyn_files/32/1781-TUIK-Tarim.pdf
- Can, A. 2010. Türkiye'nin Seragazi Emisyonlarının Hesaplanması. T.C Başbakanlık Türkiye İstatistik Kurumu Tarım Sektörü Tarım Ve Çevre İstatistikleri Daire Başkanlığı Çevre İstatistikleri Grubu-Hava İstatistikleri Takımı
- Cantab, G. A. M. 2009. Soil Carbon and Organic Farming: A review of the evidence on the relationship between agriculture and soil carbon sequestration, and how organic farming can contribute to climate change mitigation and adaptation. Soil Association www.soilassociation.org
- Clapp, C., Karousakis, K., Buchner, B., Chateau, J. 2009. National And Sectoral GHG Mitigation Potential: A Comparison Across Models. <http://www.oecd.org/dataoecd/42/33/44050733.pdf>
- ÇOB (Çevre ve Orman Bakanlığı), 2008. Kyoto Protokolü Esneklik Mekanizmaları ve Diğer Uluslararası Emisyon Ticareti Sistemleri, 13/05/2008 tarih ve B.18.ÇYG.0.02.00.04-020/8366 sayılı Özel İhtisas Komisyonu Raporu www.iklim.cevreorman.gov.tr/belgeler/03.pdf, (25.01.2010).
- DSİ, 2010. İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi, Kyoto Protokolü ve Türkiye. DSİ Genel Müdürlüğü, Etüd ve Plan Dairesi Başkanlığı, İklim Değişikliği Birimi http://www2.dsi.gov.tr/iklim/sozlesmeler/cerceve_sozlesme_kyoto/iklim_degisikligi_cerceve_sozlesmesi_ve_turkiye.pdf
- Ekonomi Borsa, 2010. Borsa Şirketlerinin Karbon Künyesi Çıkarılacak. Yayın Tarihi 12 Ocak 2010 <http://www.ekonomiborsa.com/borsa-sirketlerinin-karbon-kunyesi-cikarilacak.html>
- Euroactive, 2011. Geleceğin Ulaşım Yakıtları Raporu. <http://www.aia-istanbul.org.tr/content.asp?PID={FA6A82EC-68E2-4E70-A1FE-8CF8470E7A03}&xID={FA6A82EC-68E2-4E70-A1FE-8CF8470E7A03}>
- Euroactive, 2010. EU agrees on carbon permit auction rules from 2013 <http://www.euractiv.com/en/climate-environment/eu-agrees-carbon-permit-auction-rules-2013-news-496365> Published: 15 July 2010 | Updated: 16 July 2010
- Euroactive, 2010. EU sets 2013 cap under emissions trading scheme <http://www.euractiv.com/en/climate-environment/eu-sets-2013-cap-under-emissions-trading-scheme-news-496237> Published: 12 July 2010 | Updated: 16 July 2010
- Fırat, Y., Bayçelebi, S., Taşkıran, I. 2010. LULUCF Kapsamında Seragazi Envanteri. Orman Genel Müdürlüğü İklim Değişikliği ve Biyoenerji Çalışma Grubu Orman Haritalama ve Fotogrametri Grubu Müdürlüğü, Ankara.
- Geleceğin Enerjisi, 2011. Türkiye Karbon Salınımında Yirmidördüncü Sırada. <http://www.geleceginenerjisi.com/Haberdetay.aspx?b=479&a=2> Yayın Tarihi 01 Şubat 2011
- Görücü, Ö., Eker, Ö. 2009. Kahramanmaraş Ayvalı Baraj Havzasında Karbon Emisyonu ve Ekonomisi Üzerine Araştırmalar. <http://sablon.sdu.edu.tr/fakulteler/orman/ormis/bildiriler/kitap.pdf>
- Güçlü, S. B. 2006. Emisyon Ticaret Sistemi Karbon Piyasası, Metalurji Derg, Yıl 18 Sayı 142. http://www.metalurji.org.tr/dergi/dergi142/d142_2632.pdf, Erişim Tarihi 20.04.2011
- Güçlü, S. B. 2006. Kyoto Protokolü ve Türkiye'nin Protokol Karşısındaki Durumu, Metalurji Derg., Yıl 18 Sayı 142. http://www.metalurji.org.tr/dergi/dergi142/d142_4851.pdf, Erişim Tarihi 20.04.2011
- IPCC, 2007. Climate Change the IPCC Fourth Assessment Report. http://www.ipcc.ch/publications_and_data/publications_and_data.shtml
- Kadılar, R., (2010). Karbon Fısat mı, Tehdit mi? Destek Yayınevi İstanbul ISBN 978-9944- 298-90-2 Karbon Borsası, Global Isınmayı Frenleyebilir mi? <http://www.datassist.com.tr/yenilikler/karbon-borsasi-global-isinmayi-frenleyebilir-mi.html>

- Khan, M. A. A. 2010. Türkiye'nin Ormancılık Sektörü ve Karbon Piyasası Raporu Revizyon No : 2 (T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı Orman Genel Müdürlüğü'nün ilgili görüşlerinin işlendiği halidir).
- Lichte, R., Pasmajoglou, S. 2010. Capacity Building in the Field of Environment: Greenhouse Gas Inventory Training for Governmental Institutions in Turkey. Agriculture Sector 2006 IPCC Guidelines. 3-4-5 March 2010, Ankara, Turkey
- Mc Kinsey ve ark. 2009, Sektörel Seragazi Azaltım Potansiyelleri McKinsey and Company (2009): Pathways to a Low-Carbon Economy: Version 2 of the Global Greenhouse Gas Abatement Cost Curve. <http://www.wwf.se/source.php/1226616/Pathways%20to%20a%20Low-Carbon%20Economy,%20Executive%20Summary.pdf>
- Okumuş, K., Özsoy, G. 2011. Sorun Sadece Hükümetlerin İnsiyatifine Bırakılamaz REC Türkiye Ofisi EKO IQ Dergisi Özel Eki Ocak Şubat 2011 Sayı: 7
- Örücü, A.Y. 2009. İklim Değişikliği: 2050 Vizyonu Enerji Tabii Kaynaklar Bakanlığı ICCI 2009 Bildiriler Kitabı.
- TUİK (Türkiye İstatistik Kurumu), (2009). Sera Gazı Emisyon Envanteri, Haber Bülteni, Sayı:111, 26 Haziran.
- UNDP, 2011. Karbon Piyasalarında Ulusal Deneyim ve Geleceğe Bakış. ÇOB İklim Değişikliği Dairesi Başkanlığı Sera Gazlarının İzlenmesi ve Emisyon Ticareti Şube Müdürlüğü. http://www.undp.org.tr/publicationsDocuments/karbonpiyasalari_yayin_son.pdf
- UNFCCC Summary of GHG Emissions for Turkey
- Weber, C.L., Matthews, H.S., Vogel, A. 2008. Climate Change Challenges and Opportunities for Business SAP White Paper Environment Health and Safety www.sap.com/contactsap
- Widge, V., Patel, S., Miller, A. 2010. Greenhouse Gas Market 2010 IETA Post Copenhagen and Climate Policy: Where Global Emmission Traging Goes from Here Sayfa:133 Mobilizing Private Capital for Low-Carbon Investments in Emerging Markets International Finance Corporation (IFC)
- Web: www.ieta.org

İklim Değişikliğinin Çukurova Bölgesinde Bitki Büyümesi ve Toprak-Su Bütçesi Üzerine Etkileri

Mehmet AYDIN* Tomohisa YANO** Masumi KORIYAMA*** Tomokazu HARAGUCHI****

* Prof. Dr., Mustafa Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, TR-31040, Hatay

** Prof. Dr., Arid Land Research Center, Tottori University, 1390 Hamasaka, Tottori 680-0001, Japan

*** Faculty of Agriculture, Saga University, 1 Honjo-machi, Saga 840-8502, Japan

**** Faculty of Agriculture, Saga University, 1 Honjo-machi, Saga 840-8502, Japan

Özet

Bazı genel (örneğin, CGCM2) ve bölgesel (CCSR-NIES ve MRI-RCM) iklim modellerinin kestirimleri kullanılarak Çukurova koşullarında buğday ve ikinci ürün mısırın verimi ve toprak-su bütçesinin niceliksel değişimi öngörülme çalışılmıştır. Bu amaçla, ekili alanlar için SWAP; çıplak topraklar için E-DiGOR modelleri kullanılmıştır. Atmosferdeki karbondioksit konsantrasyonunun küresel ölçekte 2 katına çıkması durumunda, Türkiye'nin Doğu Akdeniz Bölgesi'nde 2070'li yıllarda yağışın bugünküne göre % 25–30 daha az olması beklenmektedir. Hava sıcaklığın 2–3 °C artması öngörülmektedir. Günümüz iklim koşulları için atmosferdeki CO₂ konsantrasyonunun 2 katı alınarak yapılan simülasyon çalışmalarında, buğdayın biyo-kütlesinde %22'lik bir artış sağlanırken, mısırdaki artış ancak %6 olabilmektedir. CO₂ konsantrasyonundaki artışın buğdayın biyo-kütlesi üzerindeki olumlu etkisi, sıcaklığın 3 °C artması halinde ortadan kaybolurken; mısırın biyo-kütlesi, sadece 1 °C'lik sıcaklık artışıyla eski seviyesine düşebilmiştir. Karbondioksitin gübreleme etkisi dikkate alındığında 2070-2079 yıllarındaki iklim koşullarında CGCM2 modelinin kestirimlerine dayanarak yapılan hesaplamalara göre buğdayın biyo-kütlesi %4 azalırken, CCSR- NIES verilerine göre %13 artmaktadır. CO₂- etkisine rağmen mısırın biyo-kütle değerleri, %17 ile %4 arasında değişen oranlarda azalma göstermektedir. Ayrıca, 2070-2079 yıllarındaki iklim koşullarında stomaların sıklıkla kapanması nedeniyle gerçek evapotranspirasyon değerleri, CGCM2, MRI-RCM ve CCSR-NIES modellerinin verilerine göre sırasıyla, buğdayda % 28, % 8 ve % 16; mısırdaki % 24, % 28 ve % 26 azalabilecektir. Gelecekte sulama suyu gereksinimi, buğday için artarken mısır için azalacaktır. Atmosferin artan buharlaştırma etkisinin bir sonucu olarak, referans evapotranspirasyon ve çıplak topraklardaki potansiyel buharlaşma değerleri artarken, azalan toprak ıslaklığı nedeniyle çıplak alanlardaki gerçek buharlaşma değerleri düşecektir.

Anahtar sözcükler: İklim değişikliği, Akdeniz bölgesi, Bitki büyümesi, Toprak-su bütçesi.

Impacts of Climate Change on Crop Growth and Soil-Water Balance in Çukurova Region

Abstract

Impacts of climate change on the yield of wheat and second crop maize, and soil-water balance in Çukurova Region were simulated using climate projections of some general circulation (i.e., CGCM2) and regional climate models (i.e., CCSR-NIES and MRI-RCM). Effects of climate change on the crop development were predicted using the SWAP model. The components of water balance for bare soils were quantified using the E-DiGOR model. On the assumption of doubling the atmospheric CO₂ concentration, projected precipitation for 2070s will be 25-30% less than the present in the east Mediterranean region of Turkey. Air temperature might increase by 2-3°C. Increases in biomass were 22 and 6% for wheat and second crop maize as the CO₂ concentration doubled under current climatic conditions; however, these increases were counteracted by temperature rises of 3 and 1°C for the crops, respectively. Even the effects of CO₂-fertilization were considered, wheat biomass decreased

(by 4%) during the 2070-2079 period when compared with 1994-2003 based on the projections of CGCM2, whereas the biomass increased (by 13%) based on the CCSR-NIES. Maize biomass was predicted to decrease by 4 to 17% despite the fertilization effect of CO₂. Actual crop evapotranspiration, during 2070-2079 compared with 1994-2003 based on data of the CGCM2, MRI-RCM and CCSR-NIES models, would decrease by 28, 8, and 16% for wheat and 24, 28, and 26% for maize, respectively, due to stomata closure. Irrigation demand was estimated to increase for wheat and decrease for maize. Reference evapotranspiration and potential soil evaporation were projected to increase due to the elevated evaporative demand of the atmosphere, whereas actual soil evaporation was predicted to decrease because of declining soil wetness.

Keywords: Climate change, Mediterranean region, Crop growth, Soil-water balance

GİRİŞ

Bilimsel araştırmalara göre, dünya iklim sistemi sürekli ve periyodik olarak bir değişim süreci izlemektedir. Ancak, kimi zaman soğuyan ve kimi zaman da ısınan dnyamızın günümüzde soğuma eğiliminde olması gerekirken, aksine geçen yüzyılda küresel ortalama sıcaklığın 0.6 °C arttığı kayıtlardan anlaşılmaktadır. Sera gazlarının emisyonuna bağlı olarak yeryüzünün enerji bütçesinin değişeceği ve küresel iklim değişikliğinin olacağı yönünde genel anlamda bilim çevrelerinde bir görüş birliği vardır. Günümüzde iklimbilimcilerin kullandığı birkaç küresel iklim modeli bulunuyor. Bu modellerin tümü, ayrıntılarda farklı sonuçlara ulaşsalar da, karbondioksit konsantrasyonundaki bir artışın dünyada ısınmaya yol açacağını öngörmektedir (Anonim, 2000). Örneğin, birkaç modelin sonucu esas alındığında 1990’dan 2100 yılına kadarki dönemde sıcaklık artışının 1.4 ile 5.8 °C arasında olması beklenmektedir (IPCC, 2001). Bu modeller, nüfus artışı, ekonomi, evre, yönetim ve teknolojiadaki gelişmeler gibi faktörleri bölgesel ve küresel ölçekte esas olarak oluşturulan salınım senaryolarına dayanarak kestirim yapmaktadırlar (Nakicenovic ve Swart, 2000). Küresel iklim değişikliğinin, dünya çapında ve dolayısıyla Türkiye’de önemli etkileri olabileceği bir gerçektir. Nitekim bu alanda ülkemizde de değişik düzeylerde çalışmalar yapılmakta ve projeler yürütülmektedir (Evrendilek ve ark., 2005; Yano ve ark., 2007a, 2007b, 2007c; Aydın ve ark., 2008; Evrendilek ve ark., 2008; nder ve ark., 2009a; Aydın ve ark., 2011).

Bu çalışmada, iklim değişiklikleri sonucu Türkiye’nin bazı yörelerinde ve özellikle Çukurova Bölgesi’nde tarımsal açıdan 60-70 yıl sonra ne gibi değişiklikler olabileceğini kestirmeye yönelik uluslararası bir proje kapsamında elde edilen bazı sonuçlar derlenmiştir.

MATERYAL VE YÖNTEM

İklim değişikliğinin Çukurova Bölgesi’nde bitki büyümesi ve toprak-su bütçesi üzerine etkilerinin araştırılması için CGCM2 (Canadian Global Coupled Model2: Flato ve Boer, 2001), CCSR-NIES (Center for Climate System Research-National Institute for Environmental Studies-Japan: Kimura ve ark., 2007) ve MRI-RCM (Meteorological Research Institute of Japan-Regional Climate Model: Yukimoto ve ark., 2001; Kitoh ve ark., 2005) modellerinin iklim kestirimleri kullanılmıştır. ukurova koşullarında buğday ve ikinci ürün mısırın verimi ve toprak-su bütçesinin niceliksel değişiminin simülasyonu amacıyla, ekili alanlar için SWAP; ıplak topraklar için E-DiGOR modelleri kullanılmıştır.

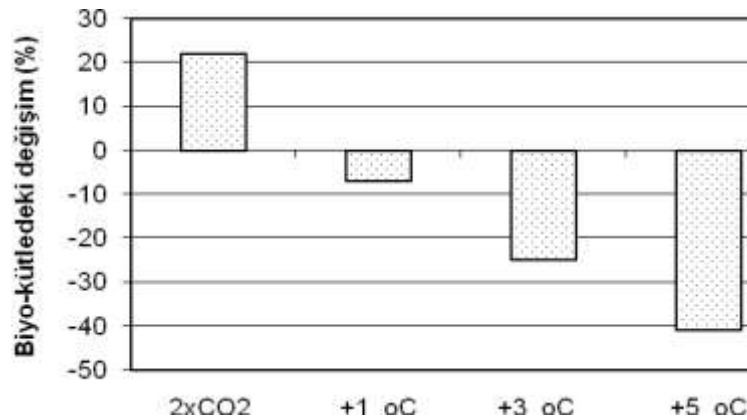
Bölgede buğday üretimi şu anda hava sıcaklıklarının uygun olduğu kış aylarında yapılmaktadır. Mısır ise hem birinci hem de ikinci ürün olarak yetiştirilebilmektedir. Çalışmada Çukurova’da öngörülen iklim değişikliğinin ve artan sıcaklıkların bitki verimine etkisini incelemek üzere, buğday ve ikinci ürün mısır bitkilerinin günümüzdeki ve gelecekteki gelişimleri SWAP modeliyle izlenmiştir. Toprak-su-atmosfer-bitki ilişkilerinin simülasyonu için uygun olan bu model, bitki gelişme alt modeli olarak WOFOST’u kullanılmaktadır. Bu durum modele, CO₂, sıcaklık, yağış ve solar radyasyonun bitki gelişmesi ve büyümesi üzerine ortak etkilerinin saptanması gibi bir üstünlük kazandırmaktadır (Van Dam ve ark., 1997; Boogaard ve ark., 1998).

İklim değişikliğinin toprak hidrolojisi üzerindeki etkilerini parsel ölçeğinde belirlemek (drenaj ve buharlaşma kayıplarının saptanması ve profilde tutulan su miktarındaki değişimin izlenmesi) için E-DiGOR modeli uygulanmıştır. Bu model, iklim verilerini (günlük hava sıcaklığı, solar radyasyon, yağış/yağmur, oransal nem, rüzgar hızı) ve bazı toprak özelliklerini (seçilen profil derinliği, yüzey pürüzlülüğü faktörü, albedo, hacimsel tarla kapasitesi, başlangıçtaki su içeriği, hidrolik yayılım) kullanarak özellikle çıplak topraklarda su bütçesi öğelerinin sayısal değerlerini başarılı bir şekilde tahmin etmektedir. (Aydın, 2008; Önder ve ark., 2009b; Aydın ve Keçecioğlu, 2010; Aydın ve Polat, 2010). E-DiGOR modelinin kuramı, enerji akısına (flux) ve toprak özelliklerine dayanmaktadır ve modeldeki başlıca eşitlikler; Penman-Monteith, Kelvin, Aydın ve Kitle Eşitlikleridir.

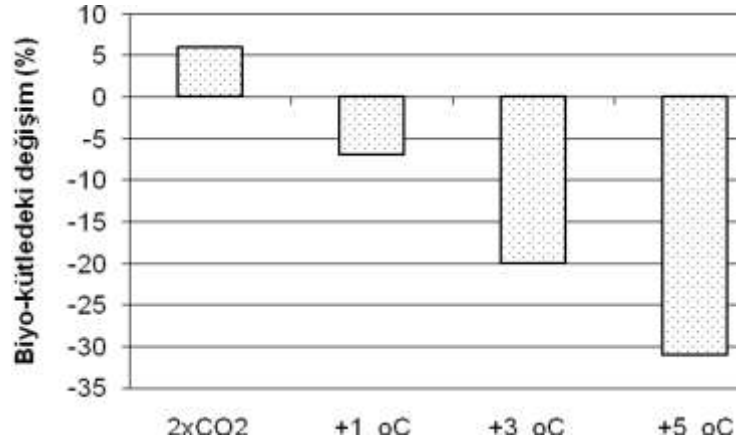
BULGULAR VE TARTIŞMA

Atmosferdeki karbondioksit konsantrasyonunun küresel ölçekte en az 2 katına çıkması durumunda, Çukurova Bölgesi’nde önümüzdeki 60–70 yıllık dönemde % 25–30 oranında yağış azalışı ve 2–3 °C’lik sıcaklık artışı beklenmektedir (Kimura ve ark., 2007; Kitoh ve ark., 2007).

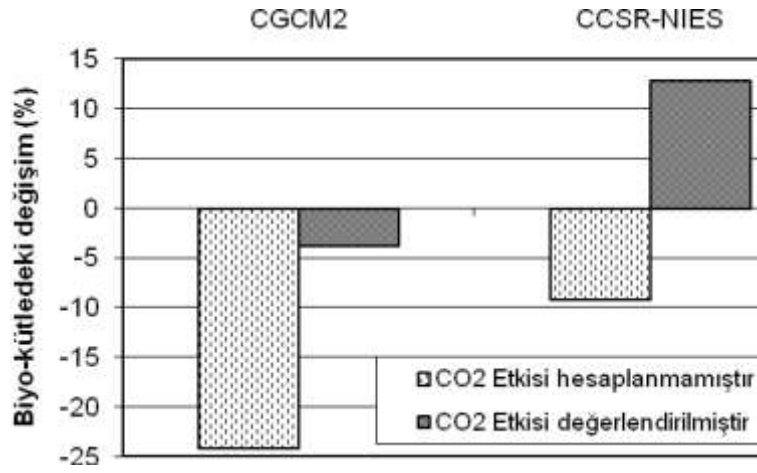
Bu değişikliklerin bölgeye iyi adapte olan bitki çeşitlerinde ekim zamanı, büyüme-gelişme süresi ve verim gibi öğeleri etkileyebileceği anlaşılmaktadır. Günümüz iklim koşulları için atmosferdeki CO₂ konsantrasyonunun 2 katı alınarak yapılan simülasyon çalışmalarında, buğdayın biyo-kütlesinde %22’lik bir artış sağlanırken, mısırdaki bu artış ancak %6 olabilmıştır. CO₂ konsantrasyonundaki artışın buğdayın biyo-kütlesi üzerindeki olumlu etkisi, sıcaklığın 3 °C artması halinde ortadan kaybolurken; mısırın biyo-kütlesi, sadece 1 °C’lik sıcaklık artışıyla eski seviyesine düşebilmiştir (Şekil 1 ve 2). Karbondioksitin gübreleme etkisi dikkate alınmaksızın 2070-2079 yıllarındaki iklim koşullarında CGCM2 ve CCSR-NIES modellerinin verilerine göre buğdayın biyo-kütle değerleri, bugünküne kıyasla sırasıyla % 24 ve % 9 azalmaktadır. Dane verimi de biyo-kütle ile uyumlu bir seyir izlemektedir. Ancak, CO₂-etkisi göz önünde bulundurulduğunda CGCM2 modelinin kestirimlerine dayanılarak yapılan hesaplamalara göre buğdayın biyo-kütlesi %4 azalırken, CCSR- NIES verilerine göre %13 artmaktadır (Yano ve ark., 2007a; Aydın ve ark., 2011). Diğer taraftan CO₂-etkisi, her iki modelin iklim verilerine göre buğdayın dane veriminde artışa yol açmaktadır (Şekil 3 ve 4). Mısırın biyo-kütle değerleri, her koşulda %4 ile %25 arasında değişen oranlarda azalma göstermektedir (Yano ve ark., 2007a; Aydın ve ark., 2011). CO₂- etkisine rağmen azalma, %17’ye ulaşabilmektedir. Dane verimi, benzer bir değişim göstermektedir (Şekil 5 ve 6). Bir serin iklim ve fotosentetik açıdan C₃ bitkisi olan buğdayın, artan CO₂ gazından olumlu; ancak, artan sıcaklık ve buna bağlı olası kuraklıktan olumsuz yönde etkilendiği görülmektedir. Buna karşın, karbondioksit artışının C₄ bitkisi olan mısır üzerinde önemli bir etkisinin olmadığı ortaya çıkmaktadır. Sonuç olarak, yörede önemli düzeyde ekimi yapılan mısır bitkisinin çok zarar göreceği; buğdayın ise daha az etkileneceği anlaşılmaktadır. Türkiye ile yakın ekolojik koşullara sahip Bulgaristan’da Alexandrov ve Hoogenboom (2000) tarafından yapılan bir çalışmada buğday ve mısır için benzer sonuçlara ulaşılmıştır.



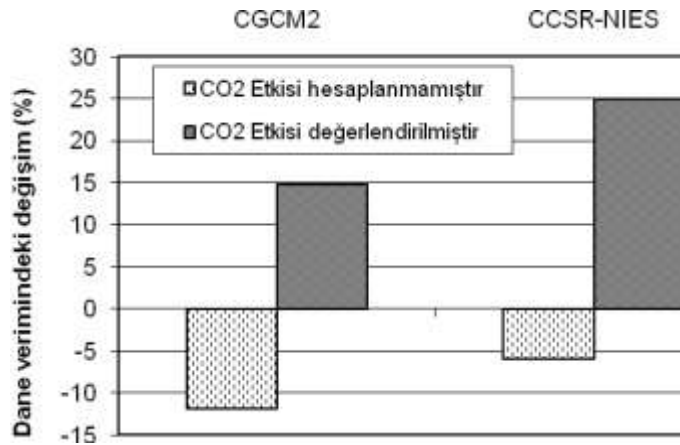
Şekil 1. İki kat arttırılan CO₂ konsantrasyonunun ve değişik sıcaklık artışlarının buğdayın biyo-kütlesi üzerine göreceli etkileri (veri kaynağı: Yano ve ark., 2007b).



Şekil 2. İki kat artırılan CO₂ konsantrasyonunun ve değişik sıcaklık artışlarının mısırın biyo - kütlesi üzerine göreceli etkileri (veri kaynağı: Yano ve ark., 2007b)

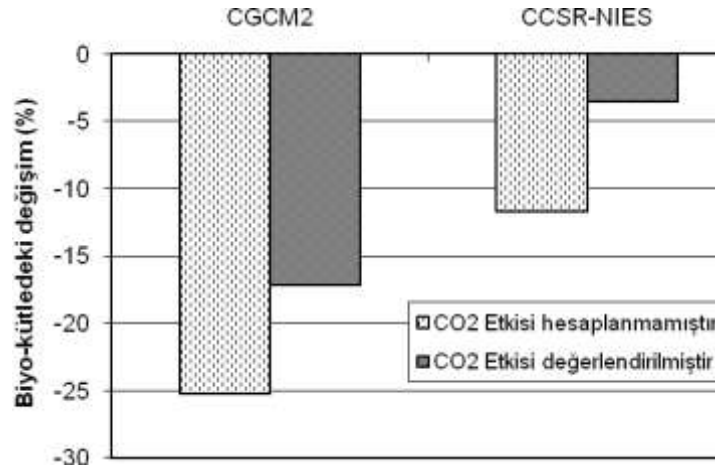


Şekil 3. İki modelin iklim projeksiyonlarına göre buğdayın biyo-kütle değerlerinin günümüzdekine (1994- 2003) kıyasla gelecekte (2070-2079) değişimi

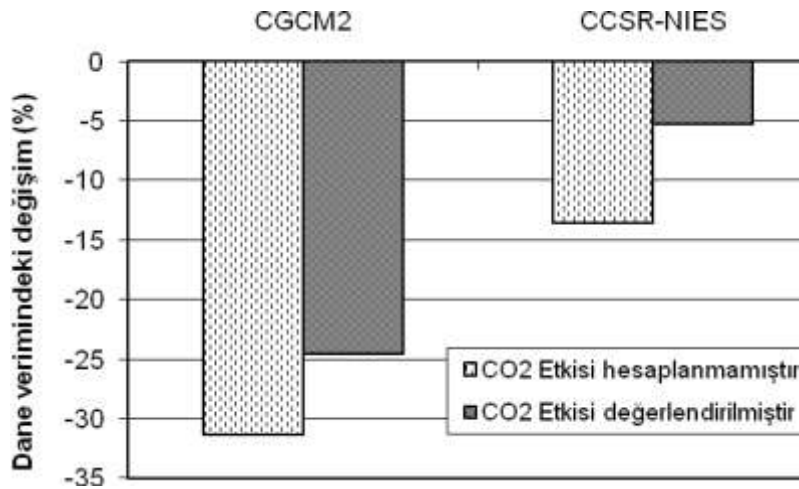


Şekil 4. İki modelin iklim projeksiyonlarına göre buğdayın dane veriminin günümüzdekine (1994-2003) kıyasla gelecekte (2070-2079) değişimi (veri kaynağı: Aydın ve ark.,2011)

Ayrıca, 2070-2079 yıllarındaki iklim koşullarında stomaların sıklıkla kapanması nedeniyle gerçek evapotranspirasyon değerleri, CGCM2, MRI-RCM ve CCSR-NIES modellerinin verilerine göre sırasıyla, buğdayda % 28, % 8 ve % 16; mısırdaki % 24, % 28 ve % 26 azalabilecektir (Şekil 7). Benzer şekilde, CGCM2 ve CCSR-NIES modellerinin iklim kestirimlerine göre buğdayın büyüme-gelişme süresi, bugünküne kıyasla gelecekte sırasıyla 24 ve 21’er gün kısalabilecektir. Her iki modelin iklim verilerine göre bu süre kısalması mısır için 9 gün olabilecektir. İklim değişikliği ve özellikle sıcaklık artışı gelişmeyi hızlandırarak gelişme süresinin kısalmasına neden olmaktadır (Yano ve ark., 2007a; Aydın ve ark., 2011). Başak ve dane oluşumu dönemleri de doğal olarak bu durumdan etkilenmektedir. Günümüz koşulları ile kıyaslandığında, gelecekte sulama suyu gereksinimi; yağıştaki azalma ve desen değişikliği nedeniyle buğday için artarken, erken olgunlaşma ve azalan su tüketimine bağlı olarak ikinci ürün mısır için azalacaktır (Çizelge 1). Bulgular, gelecekte artması beklenen sıcaklıkların özellikle yağışın da azaldığı koşullarda bazı bitkilerin veriminde önemli kayıplara neden olabileceğini göstermektedir. Ancak, bu kayıpların düzeyi, hava sıcaklığının bitki gelişmesi boyunca nasıl bir seyir izlediğine ve verimin artan CO₂’ten ne kadar etkilendiğine bağlı olarak değişebilecektir. İklim değişikliği senaryolarının gerçekleşmesi halinde, bu yüzyılın ikinci yarısından itibaren bölgedeki bitkiler, daha yüksek CO₂ ve sıcaklık altında yetiştirilmek zorunda kalacaktır.

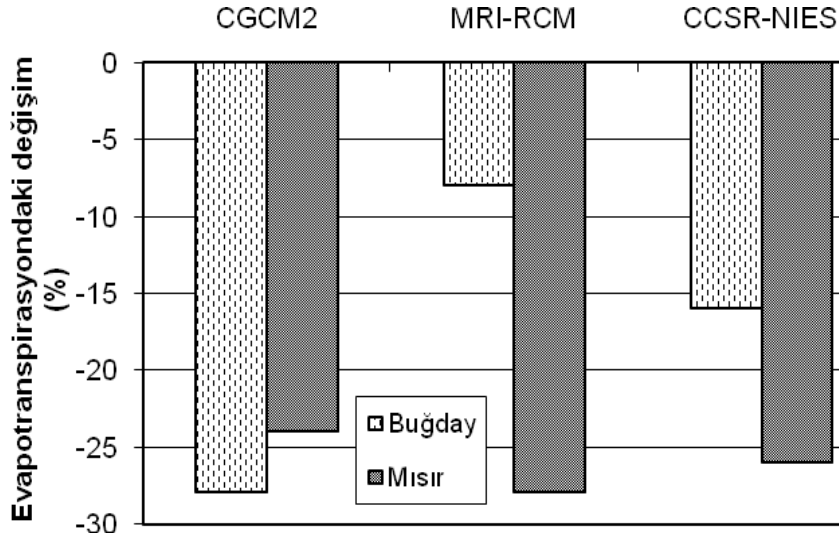


Şekil 5. İki modelin iklim projeksiyonlarına göre mısırın biyo-kütle değerlerinin günümüzdekine (1994-2003) kıyasla gelecekte (2070-2079) değişimi

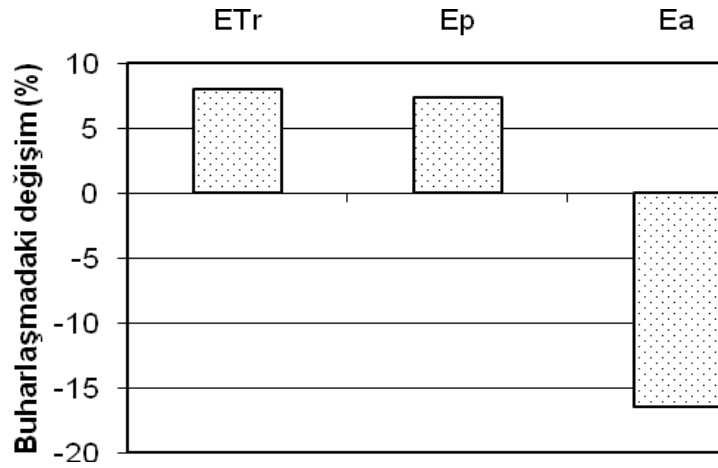


Şekil 6. İki modelin iklim projeksiyonlarına göre mısırın dane veriminin günümüzdekine (1994-2003) kıyasla gelecekte (2070-2079) değişimi (veri kaynağı: Aydın ve ark., 2011)

Atmosferin artan buharlaştırma etkisinin bir sonucu olarak, referans evapotranspirasyon ve çıplak topraklardaki potansiyel buharlaşma değerleri artarken, azalan toprak ıslaklığı nedeniyle çıplak alanlardaki gerçek buharlaşma değerleri düşecektir (Şekil 8). Günümüz koşullarında 90 cm’lik bir profil derinliğine sahip ince bünyeli bir topraktan Kasım-Mart ayları arasındaki dönemlerde drenaj kayıpları saptanırken; 2070’li yıllarda yağış miktarı ve desenindeki değişimler nedeniyle, yalnızca Ocak-Mart periyodunda bir miktar drenaj kaybı olabilecektir (Aydın ve ark., 2008; Aydın ve ark., 2011).



Şekil 7. Farklı iklim modellerine göre bitkilerin gerçek evapotranspirasyon değerlerinin günümüzdekine (1994-2003) kıyasla gelecekte (2070-2079) değişimi (veri kaynağı: Yano ve ark., 2007a)



Şekil 8. MRI-RCM modelinin iklim projeksiyonlarına göre referans evapotranspirasyon (ETr), çıplak bir toprakta potansiyel (Ep) ve gerçek (Ea) buharlaşma değerlerinin günümüzdekine kıyasla 2070’li yıllardaki değişimi (Aydın ve ark., 2011)

Çizelge 1. Farklı modellerin iklim projeksiyonlarına göre buğday ve ikinci ürün mısır için on yıllık dönemlerin ortalaması olarak hesaplanan sulama suyu gereksinimleri ile gelecekte bitkilerin gelişme sürelerinde olabilecek değişiklikler (Yano ve ark., 2007a; Aydın ve ark., 2011)

| Bitki | İklim Modeli | Bitki Yetiştirme Dönemindeki Yağış (mm) | | Sulama Suyu Gereksinimi (mm) | | Bitki Gelişme Döneminden Kısılma (gün) |
|--------|--------------|---|-------------|------------------------------|-------------|--|
| | | 1994 - 2003 | 2070 - 2079 | 1994 - 2003 | 2070 - 2079 | 2070 -2079 |
| Buğday | CGCM2 | 535.0 | 503.6 | 0.0 | 16.8 | -24 |
| | MRI-RCM | 597.9 | 313.9 | 24.8 | 68.9 | -7 |
| | CCSR-NIES | - | 308.0 | - | 79.2 | -21 |
| Mısır | CGCM2 | 47.5 | 24.9 | 375.5 | 318.4 | -9 |
| | MRI-RCM | 9.8 | 8.5 | 423.1 | 331.4 | -3 |
| | CCSR-NIES | - | 10.7 | - | 328.2 | -9 |

SONUÇ VE ÖNERİLER

İklim değişikliği yavaş bir süreç içinde olacağı için etkileri belki bir tufan şeklinde hissedilmeyecektir; ancak, tüm ülkelerce gerekli önlemler alınmadığı takdirde bu tehlikenin çok daha ciddi boyutlara ulaşacağı ve hızlı bir şekilde ortaya çıkacağı da bir gerçektir. Her ne kadar küresel ısınmanın sonuçları birdenbire gözle görülür hale gelmeyecekse de, bu değişimin bizden sonraki neslin yaşam süresi içinde olabileceğini hatırlatmakta yarar vardır. İklim değişikliğinin gelecekte bitki gelişimi ve toprak-su bütçesi üzerine önemli etkileri olabilecektir. Bu değişim, bir taraftan, mevcut üretim etkinlikleri için bir tehdit oluştururken, diğer taraftan, çeşitli bilimsel çalışmalarla yeni tekniklerin geliştirilmesinde bir fırsat yaratabilir. Örneğin, bitkisel üretim sadece değişen iklimin etkisiyle şekillenmeyecektir. Doğal olarak yetiştirme mevsimindeki kaymalar, bitki amenajmanı ve teknolojideki gelişmeler riski azaltma olanağını sunabileceklerdir. Bu bağlamda, su kaynakları doğru bir şekilde yönetilmeli; suyun daha etkin olarak kullanıldığı sulama yöntemlerine geçilmeli ve kuraklığa dayanıklı bitki çeşitleri geliştirilmelidir.

KAYNAKLAR

- Alexandrov, V. A., Hoogenboom, G., 2000. The impact of climate variability and change on crop yield in Bulgaria. *Agric. For. Meteorol.* 104, 315-327.
- Anonim, 2000. Küresel Isınma. TÜBİTAK Bilim ve Teknik, Sayı: 392.
- Aydın, M., 2008. A model for evaporation and drainage investigations at ground of ordinary rainfed-areas. *Ecol. Model.* 217 (1-2), 148-156.
- Aydın, M., Yano, T., Evrendilek, F., Uygur, V., 2008. Implications of climate change for evaporation from bare soils in a Mediterranean environment. *Environmental Monitoring and Assessment* 140, 123-130.
- Aydın, M., Keçecioglu, S. F., 2010. Sensitivity analysis of evaporation module of E-DiGOR model. *Turk. J. Agric. For.* 34 (6), 497-507.
- Aydın M., Polat, V., 2010. A computer program for E-DiGOR model. *International Soil Science Congress on “Management of Natural Resources to Sustain Soil Health and Quality”, 26–28 May 2010, Samsun, Turkey.* Book of Proceedings (ISBN: 978-975-7636-72-4), 9-16.
- Aydın, M., Yano, T., Haraguchi, T., Koriyama, M., 2011. Consequences of Future Climate Change for Soil-Water Balance and Irrigation Demand at Plot Scale in a Mediterranean Environment (Invited Chapter). In: Watanabe et al. (eds), *Climate Change Impacts on Basin Agro-ecosystem* (tentative). Book proposed for Springer Hexagon Series (under preparation).

- Boogaard, H. L., Van Diepen, C. A., Rötter, R. P., Cabrera, J. M. C. A., Van Laar, H. H., 1998. WOFOST 7.1. User's guide for the WOFOST 7.1 crop growth simulation model and WOFOST Control Center 1.5. Technical Document 52, DLO Winand Staring Centre, Wageningen. 142 pp.
- Evrendilek F., Ben-Asher, J., Aydın, M., Çelik, I., 2005. Spatial and temporal variations in diurnal CO₂ fluxes of different Mediterranean ecosystems in Turkey. *J. Environ. Monit.* 7, 151- 157.
- Evrendilek, F., Ben-Asher, J., Aydın, M., 2008. Diurnal photosynthesis, water use efficiency and light use efficiency of wheat under Mediterranean field conditions, Turkey. *J. Environ. Biol.*, 29 (3), 397-406.
- Flato, G.M., Boer, G. J., 2001: Warming Asymmetry in Climate Change Simulations. *Geophys. Res. Lett.*, 28, 195-198.
- IPCC, 2001. *Climate Change 2001: The Scientific Basis*. Cambridge University Press, Cambridge, UK, 881 pp.
- Kimura, F., Kitoh, A., Sumi, A., Asanuma, J., Yatagai, A., 2007. Downscaling of the global warming projections to Turkey. The Final Report of ICCAP: The Research Project on the Impact of Climate Changes on Agricultural Production System in Arid Areas (ICCAP). Research Institute for Humanity and Nature (RIHN) of Japan, and The Scientific and Technological Research Council of Turkey (TÜBİTAK), ICCAP Publication 10 (ISBN 4-902325-09-8), pp. 21-37.
- Kitoh, A., Hosaka, M., Adachi, Y., Kamiguchi, K., 2005. Future projections of precipitation characteristics in East Asia simulated by the MRI CGCM2. *Advances in Atmospheric Sciences* 22, 467–478.
- Kitoh, A. 2007. Future Climate Projections around Turkey by Global Climate Models. The Final Report of ICCAP: The Research Project on the Impact of Climate Changes on Agricultural Production System in Arid Areas (ICCAP). Research Institute for Humanity and Nature (RIHN) of Japan, and The Scientific and Technological Research Council of Turkey (TÜBİTAK), ICCAP Publication 10 (ISBN 4-902325-09-8), pp. 39-42.
- Nakicenovic, N., Swart, R., 2000. *Special Report on Emissions Scenarios: A Special Report of Working Group III of the Intergovernmental Panel on Climate Change* (Cambridge: Cambridge University Press), 599 pp.
- Önder, D., Aydın, M., Berberoğlu, S., Önder, S., Yano, T. 2009a. The use of aridity index to assess implications of climatic change for land cover in Turkey. *Turk. J. Agric. For.* 33, 305-314.
- Önder, D., Aydın, M., Önder, S. 2009b. Estimation of actual soil evaporation using E-DiGOR model in different parts of Turkey. *Afr. J. Agric. Res.* 4 (5), 505-510.
- Van Dam, J.C., Huygen, J., Wesseling, J. G., Feddes, R.A., Kabat, P., van Walsum, P. E.V., Groendijk, P., van Diepen, C. A., 1997. Theory of SWAP version 2.0. Simulation of water flow, solute transport and plant growth in the Soil-Water-Atmosphere-Plant environment. Technical Document 45, DLO Winand Staring Centre, Report 71, Dept. Water Resources, Agricultural University, Wageningen. 167 pp.
- Yano, T., Aydın, M., Haraguchi, T., 2007a. Impact of climate change on irrigation demand and crop growth in a Mediterranean environment of Turkey. *Sensors* 7(10), 2297-2315.
- Yano, T., Koriyama, M., Haraguchi, T. and Aydın, M., 2007b. Simulation of Crop Productivity for Evaluating Climate Change Effects. The Final Report of ICCAP: The Research Project on the Impact of Climate Changes on Agricultural Production System in Arid Areas (ICCAP). Research Institute for Humanity and Nature (RIHN) of Japan, and the Scientific and Technological Research Council of Turkey (TÜBİTAK), ICCAP Publication 10 (ISBN 4-902325-09-8), pp. 181-184.
- Yano, T., Haraguchi, T., Koriyama, M., Aydın, M., 2007c. Prediction of future change of water demand following global warming in the Cukurova region, Turkey. The Final Report of ICCAP: The Research Project on the Impact of Climate Changes on Agricultural Production System in Arid Areas (ICCAP). Research Institute for Humanity and Nature (RIHN) of Japan, and the Scientific and Technological Research Council of Turkey (TÜBİTAK), ICCAP Publication 10 (ISBN 4-902325-09-8), pp. 185-190.
- Yukimoto, S., Noda, A., Kitoh, A., Sugi, M., Kitamura, Y., Hosaka, M., Shibata, K., Maeda, S., Uchiyama, T., 2001. A new Meteorological Research Institute coupled GCM (MRI-CGCM2) - its climate and variability -. *Papers in Meteorology and Geophysics* 51, 47-88.

Genetiği Değiştirilmiş Ürünlerin Toprak ve Su Kaynakları Üzerine Muhtemel Olumsuz Etkileri

Mustafa YILDIZ* İraz HASPOLAT** Emine Gülden ERKILIÇ*** Nilüfer KOÇAK****
Serap KURUMLU*****

* Doç.Dr., Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü 06110 Dışkapı/ANKARA

** Bilim Uzmanı, Ankara Üniversitesi, Biyoteknoloji Enstitüsü, Sosyo-Ekonomik Gelişme ve Biyoteknoloji Anabilim Dalı,
06500 Beşevler/ANKARA

*** Bilim Uzmanı, Ankara Üniversitesi, Biyoteknoloji Enstitüsü, Temel Biyoteknoloji Anabilim Dalı 06500 Beşevler/ANKARA

**** Araş.Gör., Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü 06110 Dışkapı/ANKARA
***** Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi 06110 Dışkapı/ANKARA

Özet

Genetiği değiştirilmiş (transgenik) ürünlerin doğada yetişen diğer ürünlerden farklı olarak kendi türlerine ait olmayan genleri taşımaları, son yıllarda bu ürünlerin muhtemel risklerini gündeme getirmiştir. Günümüzde biyoteknolojik yöntemlerle bitkilere aktarılan genlerin büyük bir çoğunluğu bakteri ve virüs kökenli olup, bu durum çeşitli sorunların temelini oluşturmaktadır. Aslında bakteri ve virüs kökenli genlerin aktarılmasıyla bitkilere kazandırılan özelliklerin tamamı aynı zamanda yabancı akraba bitki türlerinde de mevcuttur. Günümüzdeki tekniklerle bitkisel genlerin izolasyonu ve aktarımı son derece zor olduğundan, aynı özellikleri belirleyen, izolasyonları ve aktarımları daha kolay olan bakteri ve virüs kökenli genler tercih edilmektedir. Transgenik ürünler, aktarılan yeni gen ürünlerini ve onlardan kaynaklanan sekonder metabolitleri içerdiiğinden, potansiyel bir riske sahiptir. Transgenik bitkilerde bulunan, böcek öldürücü genler ile terminator teknolojisi gereği aktarılmış olan genler toksin ürettiklerinden çevresel açıdan önemli riskler oluştururlar. Bt dayanıklılığına sahip bitkilerde toksinler sürekli olarak üretildiğinden, bunlara "pestisit üreten bitkiler" adı verilmektedir. Transgenik ürünlerin taşıdığı başlıca çevresel riskler; toprak ve su kirliliği, florada değişim, faunada değişim, mikroorganizmalarda değişim, varyabilite ve beklenmeyen sonuçlar şeklinde sıralanabilir.

Anahtar Kelimeler: Genetiği değiştirilmiş ürünler, toprak, su, olumsuz etki

Potential Adverse Effects of Genetically Modified Crops on Soil and Water Resources

Abstract

Since genetically modified (transgenic) crops, different from other crops grown in nature, have genes which do not belong to their own species, potential risks of these crops have brought up in recent years. Nowadays majority of genes transferred to plants via biotechnological methods are bacteria and virus originated which forms the basis of several problems. In fact, traits gained to plants by transformation of bacteria and virus based genes, already exist in wild relative plant species. Because isolation and transformation of genes from plants with today's techniques are extremely difficult, bacteria and virus originated genes determining the same traits which can be isolated and transferred easily, are preferred. Since transgenic crops include new transformed gene products and seconder metabolites, they have a potential risk. Insect killing genes and genes transformed in accordance with terminator technology in transgenic crops which produce toxins, form significant risks from environmental aspect. In plants having Bt resistance, toxins are continuously produced, thus they are called pesticidal plants. Soil and water pollution, variation in flora and in fauna, variation in microorganisms, variability and unexpected results are the environmental risks transgenic crops have.

Key Words: Genetically modified crops, soil, water, adverse effect

GİRİŞ

Değişen çevre şartları ve hızla artan dünya nüfusu bitkisel üretimde yeni çeşit geliştirmenin ve dolayısıyla bitki ıslahı çalışmalarının önemini daha da artırmıştır. Bitki ıslahının başlangıcı insanlık tarihi kadar eskidir. İnsanoğlu yerleşik hayata geçip, kendisinin ve ailesinin yiyecek ihtiyacını karşılayabilmek için ekimini yaptığı ürünler arasından yüksek verime sahip olanları seçmekle farkında olmadan bir tür ıslah yapmıştır. Ancak, insan nüfusu arttıkça bitkilerden daha yüksek verim almanın yolları bilimsel olarak araştırılmaya başlanmıştır. Nitekim, son 50 yılda ulaşılan tarımsal verim artışı, modern ıslah yöntemlerinin uygun yetiştirme teknikleri ile birlikte kullanılması sonucu elde edilmiştir. Buna rağmen, bir yandan dünya nüfusunun her geçen gün arttığı, öte yandan tarımda kullanılan alanların son sınırına dayandığı düşünüldüğünde, verim artışlarının gelecekte de devam etmesi gerektiği ortaya çıkmaktadır (Yıldız 2000). Nitekim, dünyada 20. yüzyılın ortalarına kadar süregelen gıda maddesi sıkıntısı 1960'lı yılların ortalarında "Yeşil Devrim" olarak adlandırılan ve bu devrimde önemli rol oynayan yüksek verimli buğday ve çeltik çeşitlerinin kullanılması ile gıda maddesi üretiminde önemli artışlar sağlanmıştır (Vasil, 1998). Ancak, zaman geçtikçe ürün artışı giderek düşmüştür. Günümüzde tarım yapılan alanlar dünya yüzeyinin %3'ünü oluşturmaktadır. Ancak, işlenen alanlar erozyon, tuzlulaşma, asitleşme, yoğun tarım ve aşırı otlatma gibi nedenlerle hızla daralmaktadır. Bütün bu faktörler ve artan nüfusun da etkisiyle, 0.26 hektar olan kişi başına işlenen alanın 2050 yılına kadar 0.15 hektara düşeceği tahmin edilmektedir (Vasil, 1998). Buna ek olarak, modern tarım için gerekli su kaynaklarının bulunması; artan su tüketimi ve su kaynaklarının giderek kirlenmesi nedeniyle zorlaşacaktır.

Yapılan araştırmalar, bugünkü verim düzeyinin potansiyel verimin çok altında olduğunu göstermektedir. O halde, potansiyel verim düzeyine ulaşabilmek için bitkilerin genetik yapılarının iyileştirilmesi gerekmektedir. Bugüne kadar uygulanan ıslah programlarında daha çok ürün kalitesi ve miktarının artırılmasına çalışılmış, kültür bitkilerine hastalık ve zararlılara karşı dayanıklılık kazandırılması her zaman ikinci planda bırakılmıştır. Halbuki, tarımsal üretim artışını sınırlayan en önemli faktörler; hastalık ve zararlılar nedeniyle ortaya çıkan ürün kayıplarıdır. Kültür bitkileri hastalık ve zararlılara karşı kimyasal ilaçlarla korunmaya çalışılmış, ancak kullanılan bu kimyasal ilaçların kalıntıları gerek üründe, gerekse toprakta uzun süre ayrılmadan kalabildiğinden; insan, hayvan ve çevre sağlığını önemli ölçüde tehdit eder konuma ulaşmıştır. Aynı zamanda, kimyasal ilaç kullanımı büyük parasal kayıplara da neden olmaktadır. Bu nedenle, kültür bitkilerine hastalık ve zararlılara karşı dayanıklılık kazandıracak yeni ıslah yöntemlerinin geliştirilmesi zorunlu hale gelmiştir (Yıldız 2000).

Bitkiler, tek bir hücreden bütün organları tam tüm bir organizmanın gelişebilmesi anlamına gelen ve totipotensi adı verilen özellikleri nedeniyle petki kapları içerisinde steril şartlar altında herhangi bir kısımlarından yetiştirilebilmektedir. Bitkilerin bu özelliği sayesinde, *in vitro* şartlarda herbisitlere, ağır metallere, tuza ve düşük sıcaklıklara tolerans veya hastalıklara direnç gibi karakterler bakımından seleksiyon yapmak mümkün olmaktadır. Bir başka ifade ile, binlerce dekarlık alanlarda, büyük bir maliyet ve işgücü kullanılarak yapılabilecek bir ıslah çalışması laboratuvarında çok daha kolay bir şekilde gerçekleştirilebilmektedir. Klasik ıslah, istenen karakterleri belirleyen genlerin bir genotipte toplanabilmesi için oldukça uzun bir süreye gereksinim duymakta, büyük bir işgücü ve masrafı da beraberinde getirmektedir. Klasik ıslah yöntemleri ile aralarında melezleme yapılabilen türlerin sayısının az olması, başarıyı kısıtlayan önemli bir etmendir. Halbuki, ıslahtaki başarı popülasyondaki genetik çeşitlilikle doğru orantılıdır. Genetik mühendisliği ise, doğada var olan genetik kaynakları herhangi bir sınır olmaksızın kullanabilmektedir. Bu tekniklerin kullanılmasıyla, bir organizmaya herhangi bir canlıdan (insan, hayvan, bitki, mikroorganizmalar) klonlanan bir gen kolaylıkla aktarılabilir. Örneğin, bakteriden klonlanan bir gen, böceklerle direnç kazandırmak için bitki hücrelerine yerleştirilebilmekte ve bu aktarım genetiği değiştirilmiş veya transgenik (GM) olarak ifade edilen organizmaların üretimine imkan sağlamaktadır. Aktarılan bu genler, organizmaya yerleştirildikten sonra doğal bitki genleri ile birlikte replike olmakta ve protein üretmektedirler. Genetik mühendisliği teknikleri kullanılarak bugüne kadar yapılan çalışmalar, ot ilaçları ve böceklerle dayanıklılık sağlayan genlerin bitkilere aktarılması üzerinde yoğunlaşmıştır. Ancak, son yıllarda

kuraklık, sıcaklık, soğuk, tuz gibi abiyotik stres faktörlerinden en az etkilenen dayanıklı yeni bitki çeşitlerinin geliştirilmesi üzerine yapılan çalışmalar yoğunluk kazanmıştır.

Biyoteknoloji; "özel bir kullanıma yönelik olarak ürün veya işlemleri dönüştürmek veya meydana getirmek için biyolojik sistem ve canlı organizmaları veya türevlerini kullanan teknolojik uygulamalar" olarak tanımlanmaktadır (DPT, 2000). Modern biyoteknoloji ise "rekombinant DNA, nükleik asitlerin hücre veya organellere doğrudan enjeksiyonu, farklı taksonomik gruplar arasında uygulanan hücre füzyonu gibi tabii fizyolojik çoğalma ve rekombinasyon engellerini ortadan kaldıran ve klasik ıslah ve seleksiyon yöntemlerince kullanılmayan *in vitro* nükleik asit tekniklerinin tamamı" olarak açıklanmaktadır (DPT, 2000). Bir canlı türüne başka bir canlı türünden gen aktarılması veya mevcut genetik yapıya müdahale edilmesi yoluyla yeni genetik özellikler kazandırılmasını sağlayan bu modern biyoteknoloji tekniklerine gen teknolojisi, gen teknolojisi kullanılarak doğal süreçler ile edinilmesi mümkün olmayan yeni özellikler kazandırılmış organizmalara da "*Genetik Yapıları Değiştirilmiş Organizma (GDO) = Genetically Modified Organisms (GMO)*" adı verilmektedir (DPT, 2000).

Modern biyoteknolojik çalışmaların aşamaları; (i) istenen genlerin bulunması, (ii) karakterize edilmesi, (iii) izolasyonu ve (iv) hedef türe aktarılmasını içermektedir. Bitkilere gen aktarımında kullanılan tekniklerin esasını; istenilen geni taşıyan bir DNA parçasının doku içerisindeki hücrelerin kromozomlarına yerleştirilmesi, daha sonra doku kültürü tekniklerinin kullanılarak bu hücrelerden transgenik bitkilerin elde edilmesi oluşturmaktadır.

Dünyada ticari olarak üretimine 1996 yılında 2.8 milyon ha ile başlanan transgenik çeşitlerin ekim alanı 2006 yılında 102 milyon ha'ya ulaşmıştır. Biyoteknolojik yöntemlerle bitkilere kazandırılan yeni özelliklerin başında ot öldürücülere (herbisit) ve zararlılara (pestisit) dayanıklılık ile kalite gelmektedir. Özellikle bakteri ve virüs kökenli genlerin aktarılmasıyla ot öldürücülere (herbisit), hastalıklara ve zararlılara dayanıklı çeşitler geliştirilmiştir; mısır, patates ve pamuk gibi önemli bazı bitkilerde yeni tekniklerle gen aktarılmış (transgenik) tescilli çeşitlerin başta Amerika Birleşik Devletleri olmak üzere bazı ülkelerde yaygın olarak ekimine başlanılmıştır.

GENETİĞİ DEĞİŞTİRİLMİŞ ÜRÜNLERİN TOPRAK VE SU KAYNAKLARI ÜZERİNE MUHTEMEL OLUMSUZ ETKİLERİ

Transgenik bitkiler doğada yetişen diğer bitkilerden farklı olarak genomlarında kendi türlerine ait olmayan genleri taşıdıklarından başta insan ve hayvan sağlığı olmak üzere biyolojik çeşitlilik, çevre ve sosyo-ekonomik yapı üzerinde önemli riskler taşıdıkları ileri sürülmektedir (Eser 2000).

Genetiği değiştirilmiş ürünler, bünyelerinde herbisitlere tolerans ve böceklere dayanıklılık genlerini taşıdıklarından, tarımsal üretimde herbisit ve pestisit kullanımının azalması beklenmiştir. Ancak, durum böyle olmamış, bu kimyasalların kullanımında artışlar ortaya çıkmıştır. 1992-2000 yılları arasında A.B.D.'nde genetiği değiştirilmiş ürünler geniş alanlarda yetiştirilmesine rağmen, pestisit kullanımı 408 000 tondan 426 377 tona yükselmiştir.

Günümüze kadar genetiği değiştirilmiş ürünlerin yetiştirilmesi ile ilgili toprak üstü etkilerine ait çevresel risk değerlendirmeleri dikkate alınmış, toprak organizmalarının önemi ve işlevi ile bitkilerin toprak altı enerji ve karbon girdisi bakımından baskın rollerine rağmen, genetiği değiştirilmiş ürünlerin toprak altı kısımlarının etkisi göz ardı edilmiştir. Mikroorganizmalar, aktivite ve biyokütle bakımından önemli toprak altı canlılarıdır.

Bacillus thuringiensis, spor formunda, gram-pozitif bir toprak bakterisi olup, ürettiği δ -endotoksinler nedeniyle bitkilerin böcek zararından korunmasını sağlar. Bu bakterinin içerdiği endotoksin genlerinin ürünü olan "crystalline" proteinleri; cryI, cryII, cryIII, cryIV ve cryV olarak sınıflandırılır. Bu proteinlerden cryI, *Lepidoptera*; cryII, *Lepidoptera* ve *Diptera*; cryIII, *Coleoptera*; cryIV, *Diptera* ve cryV de *Lepidoptera* ve *Coleoptera* familyasından böceklerin sindirim sistemlerine zarar vererek ölümlerine neden olur (Peferoen 1992). Nitekim, bu proteinlerin üretimine neden olan Bt geninin

B.thuringiensis'ten izole edilerek domates, tütün, pamuk ve mısır bitkilerine aktarılması sonucunda böceklere karşı dayanıklılık sağlanmıştır (Delannay ve ark. 1989, Kozeil ve ark. 1993). Bt dayanıklılığına sahip bitkilerde toksik madde sürekli olarak üretildiğinden (interior toxins), bunlara "pestisit üreten bitkiler (pesticidal plants)" adı verilmektedir (Özgen ve ark. 2005).

Bt toksinleri, kök salgıları (Saxena ve ark. 1999, Saxena ve Stotzky 2000), düşen polenler (Losey ve ark. 1999, Obrycki ve ark. 2001) ve hasattan sonra toprakta kalan bitki artıkları (Zwahlen vd 2003, Stotzky 2004) aracılığıyla toprağa girmektedir. Toprağa giren Bt toksinleri (cry proteinleri) hızla kil ve organik maddelere bağlanırlar ve böcek öldürücü etkilerini de devam ettirirler (Tapp ve Stotzky 1995, Lee ve ark. 2003). Ayrıca, Bt genini taşıyan ürünlerin sürekli yetiştirilmesi, bu toksinlerin toprakta birikimi ve sürekliliğine yol açar (Zwahlen ve ark. 2003, Muchaonyerwa ve ark. 2004). Bu toksinlerin hedef dışı böcek ve organizmalara yönelik bir risk oluşturabileceği açıktır. Nitekim, Bt genini taşıyan pamuğun yetiştirildiği toprakta yaşayan solucanların, diğer solucanlara oranla, ortalama ağırlığının %29.5 oranında azaldığı belirlenmiştir.

Ayrıca, Bt dayanıklılığına sahip transgenik bitkilerden doğal tozlaşmayla toksin genlerinin yakın akraba türlere veya yabancı otlara geçebilmesi nedeniyle ekosistem dengesinin bozulma riski bulunmaktadır (Kennedy ve Whalon 1995).

Kullanılan teknolojiye genetik yapısı değiştirilerek çevreye bırakılan mikroorganizmaların toprak faunası üzerine etkileri konusunda önemli şüpheler vardır. Genetiği değiştirilmiş bir bakteri olan *Klebsiella planticola* toprağı steril etme yeteneğinde olup, nitrojen yakalayan organizmaları öldürdüğü tespit edilmiştir. 1997 yılında New York Üniversitesi'nde yapılan bir çalışmada, genetik olarak değiştirilmiş *Rhizobium melitoli*'nin Kral Kelebekleri için öldürücü olduğu belirlenmiştir.

Çevreye ve biyoçeşitliliğe zarar verebilecek diğer bir olay da, tek yönlü kimyasal uygulanması nedeniyle tek yönlü bir flora ve fauna gelişimine yol açılmasıdır. Bu da çevrede bir dengesizlik oluşturacaktır. Ayrıca, virüslerden alınan genlerin dayanıklılık özelliğini diğer virüslere aktarması durumunda, virüs popülasyonlarında istenmediği halde bir dayanıklılık oluşacağından çevre için büyük risk oluşturacaktır.

SONUÇ

Genetiği değiştirilmiş ürünlerin bünyelerinde bakteri ve virüs kökenli genleri taşımaları, bu ürünlerin muhtemel risklerini gündeme getirmiştir. Genetiği değiştirilmiş ürünlerin taşıdığı sağlık riskleri; allerji, toksisite, kanser, besin kalitesinde bozulma, yatay gen geçişi ve çalışmayan genlerin çalışmaya başlaması şeklinde sıralamak mümkündür. Bu bitkilerin sahip oldukları çevresel riskler; gen ürünü toksiklerin toprağa ve suya geçmesi, kimyasal madde kullanımının artması, antibiyotik birikimi, faunadaki varyasyon dengesinin bozulması, ölen böceklerle beslenen diğer canlıların da ölmesi, yararlı akraba türlerin yok olması, yeni patojen ve zararlı tiplerinin oluşması, florada bitkisel gen kaynaklarının kaybolması ya da yapısının değişmesi olarak sıralamak mümkündür. Agronomik riskleri; tek tip çeşit ve ilaç kullanımı, yabancı otlarla mücadelede sorunlar, transgenik özelliğin etkisiz hale gelmesi ve istenmeyen yeni özelliklerin ortaya çıkması başlıkları altında özetleyebiliriz. Tohumluğu her yıl yenileme zorunluluğu, tohumluğun ve ilacın pahalı olması, transgenik bitki üreten ülke konumuna girilmesi ise ekonomik riskler olarak sıralanabilir (Haspolat 2004).

Bugüne kadar genetiği değiştirilmiş ürünlerin toprak altı kısımlarının toprak ve su kaynakları üzerine olan etkisi konusu genellikle dikkate alınmamıştır. Bu tip ürünlerin bünyelerinde bulunan genler nedeniyle toksik bileşikler üretmesi toprakta ve suda yaşayan canlılara ve sonuçta hayat döngüsüne zarar vererek ekolojik dengeyi bozmasının yanı sıra, bu ürünlerin yetiştirilmesi sırasında aşırı miktarda kullanılan tarımsal mücadele ilaçlarının (pestisit ve herbisit) toprak ve su kaynaklarının kirlenmesine yol açtığı ortadadır.

Genetiği değiştirilmiş ürünlerin çevre üzerindeki baskılarını ortadan kaldırmak için bitkilere kazandırılan özellikleri belirleyen genlerin bakteri ve virüslerden izole edilerek aktarılması yerine, yabani akraba türlerin genitör olarak kullanılması gerekmektedir. Bunun için bitkisel genlerin

izolasyonları ve aktarımları konusunda gerekli tekniklerin geliştirilmesi çalışmalarına ağırlık verilmesi uygun olacaktır. Ayrıca, aktarılan genlerin varlığını teyit eden ve antibiyotiklere dayanıklılığı sağlayan markör genlerin yerine bitkisel kaynaklı yeni markörlerin geliştirilmesi gerekmektedir.

KAYNAKLAR

- Delannay, X., Lavalley, B.J., Proksch, R.K., Fuchs, R.L., Sims, S.R., Greenplate, J.T., Marrone, P.G., Dodson, R.B., Augustine, J.J., Layton, J.G. and Fischhoff, D.A. 1989. Field performance of transgenic tomato plants expressing the *Bacillus thuringiensis* var. *kurstaki* insect control protein. *Bio/Technology* 7: 1265-1269.
- DPT, 2000. VIII. Beş Yıllık Kalkınma Planı, Biyoteknoloji ve Biyogüvenlik Özel İhtisas Komisyonu Raporu: Ulusal Moleküler Biyoloji, Modern Biyoteknoloji ve Biyogüvenlik Atılım Projesi Önerisi, Ankara.
- Eser, V. 2000. Modern biyoteknolojideki gelişmelerin ışığı altında dünya ve Türkiye’de tarım. Küreselleşme Sürecinde Biyoteknoloji ve Biyogüvenlik Sempozyumu, 23-24 Ekim 2000, Ankara.
- Haspolat, I. 2004. Genetiği değiştirilmiş ürünlerin üretimi, ticareti ve ticaretinin düzenlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi, Biyoteknoloji Enstitüsü, Ankara.
- Kennedy, G.G. and Whalon, M.E., 1995. Managing pest resistance to *Bacillus thuringiensis* endotoxins: constraints and incentives to implementation. *J. Economic Entomology*, 88:454-460.
- Koziel, M.G., Beland, G.L., Bowman, C., Carozzi, N.B., Crenshaw, R., Crossland, L., Dawson, J., Desai, N., Hill, M., Kadwell, S., Launis, K., Lewis, K., Maddox, D., McPherson, K., Meghji, M.R., Merlin, E., Rhodes, R., Warren, G.W., Wright, M. and Evola, S. V. 1993. Field performance of elite transgenic maize plants expressing an insecticidal protein derived from *Bacillus thuringiensis*. *Bio/Technology* 11: 194-199.
- Lee, L., Saxena, D. and Stotzky, G. 2003. Activity of free and clay-bound insecticidal proteins from *Bacillus thuringiensis* subsp. *israelensis* against the mosquito *Culex pipiens*. *Appl. Environ. Microbiol.* 69: 4111-4115.
- Losey, J.E., Rayor, L.S. and Carter, M.E. 1999. Transgenic pollen harms monarch larvae. *Nature* 399: 214.
- Muchaonyerwa, P., Waladde, S., Nyamugafata, P., Mpeperekwi, S. and Ristori, G.G. 2004. Persistence and impact on microorganisms of *Bacillus thuringiensis* proteins in some Zimbabwean soils. *Plant Soil* 266: 41-46.
- Obrycki, J.J., Losey, J.E., Taylor, O.R. and Jesse, L.C.H. 2001. Transgenic insecticidal corn. Beyond insecticidal toxicity to ecological complexity. *Bioscience* 51: 353-361.
- Özgen, M., Ertunç, F., Kınacı, G., Yıldız, M., Birsin, M.A., Ulukan, H., Emiroğlu, H., Koyuncu, N. ve Sancak, C. 2005. Tarım teknolojilerinde yeni yaklaşımlar: Bitki biyoteknolojisi. Türkiye Ziraat Mühendisliği 6. Teknik Kongresi, Ankara.
- Peferoen, M. 1992. Engineering of Insect-resistant Plants with *Bacillus thuringiensis*. *Plant Genetic Manipulation for Crop Protection*, 135-153, Gatehouse, A.M.R., Hilder, V.A. and Boulter, D. (eds.), C.A.B International, Oxon, UK.
- Saxena, D., Flores, S. and Stotzky, G. 1999. Transgenic plants: Insecticidal toxin in root exudates from *Bt* corn. *Nature* 402: 480.
- Saxena, D. and Stotzky, G. 2000. Insecticidal toxin from *Bacillus thuringiensis* is released from roots of transgenic *Bt* corn *in vitro* and *in situ*. *FEMS Microbiol. Ecol.* 33: 35-39.
- Stotzky, G. 2004. Persistence and biological activity in soil of the insecticidal proteins from *Bacillus thuringiensis*, especially from transgenic plants. *Plant Soil* 266: 77-89.
- Tapp, H. and Stotzky, G. 1995. Insecticidal activity of the toxin from *Bacillus thuringiensis* subspecies *kurstaki* and *tenebrionis* absorbed and bound on pure and soil clays. *Appl. Environ. Microbiol.* 61: 1786-1790.
- Vasil, I.K. 1998. Biotechnology and food security for 21st century: A real-world perspective, *Nature Biotechnology* 16: 399-400.
- Yıldız, M. 2000. Keten (*Linum usitatissimum* L.) bitkisinde adventif sürgün rejenerasyonu ve *Agrobacterium tumefaciens* aracılığıyla gen aktarımı. Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Zwahlen, C., Hilbeck, A., Gugerli, P. and Nentwig, W. 2003. Degradation of the Cry1Ab protein within transgenic *Bacillus thuringiensis* corn tissue in the field. *Mol. Ecol.* 12: 1077-1086.

GAP Bölgesinde Mayınlı Alanlar

Ali Rıza ÖZTÜRKMEN* Mehmet Ali ÇULLU* Ahmet ALMACA*

*Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bölümü (arozturkmen@harran.edu.tr)

Özet

Şanlıurfa, Mardin, Kilis, Hatay, Gaziantep, Şırnak illerini kapsayan alanda iki Kıbrıs büyüklüğünde tarım arazisi mayınlardan dolayı atıl durumda bulunmaktadır. Yıllarca kullanılmamış arazilerdeki bu mayınların temizlenmesi halinde organik tarım için uygun bir alan oluşabilecektir. Mayınlı arazilerin tarım işletmesi ölçeklerine göre bölge çiftçisine dağıtılması halinde 2-5 bin aileye yeni tarım işletmesi kazandırılmış olacağı düşünülmelidir. Bu alanda meyvecilik, hayvancılık, organik veya endüstriyel tarım için uygun olan bu alanın, bir özelliği de erkenci tarım için uygun iklime sahip olmasıdır.

Anahtar kelimeler: GAP Bölgesi, Şanlıurfa, organik tarım, mayın

Mined Lands in Sap Region

Abstract

Agricultural land, as large as two Cyprus's total land, in Sanliurfa, Mardin, Kilis, Hatay, Gaziantep, Sırnak regions is currently unproductive because of land mines. Removal of mines from these unattended lands will provide an opportunity for the formation fields suitable for organic agricultural production. Distribution of mined lands, according to the agricultural enterprise scale, to the local growers may lead to establishment of 2-5 thousands of family enterprises. Another specific feature of this land is its suitable climate conditions for early harvesting besides fruit growing, livestock breeding, organic or industrial agricultural production.

Key Words: SAP Region, Sanliurfa, Organic Agriculture, Mine.

GİRİŞ

GAP Bölgesi Karasal ve az da olsa Akdeniz ikliminin etkisi altında olup, bölgede genellikle kuru tarım yapılmaktadır. Tahıl, kırmızı mercimek, nohut, susam ve tütün gibi tarla bitkileri bölgenin tarım alanlarının %88'ine (2.7 milyon hektar) denk gelmektedir. Sulu tarım yapılan alanlarda pamuk, pirinç, buğday, ayçiçeği, sebze ve meyve üretimi yapılmaktadır. Ancak bölgede ürün deseninin sulama ile birlikte her daha değişim göstereceği söylenebilir. Bundan dolayı, ekim alanlarında ikinci ürün olarak tarla bitkileri ekilecektir. Bu bağlamda, bölgede işlenen alanlarda tahılın payının zaman içerisinde %50'nin altına düşeceği, buna karşılık, şu an % 7'lik paya sahip olan sanayi bitkileri, meyve ve sebzelerin payının %50'lere yaklaşacağı öngörülmektedir.

Bölgenin ikinci tarım kolu hayvancılıktır. Bölgede hayvancılık genellikle ekstansif olarak geleneksel koşullarda yapılmaktadır. Türkiye genelinde olduğu gibi, bölgede yerli ırklardan oluşan hayvan varlığı, gerek süt, gerek et üretiminde çok düşük verimliliğe sahiptir. GAP'ın gerçekleşmesi ile hayvanların yüksek verimli cinslerle ıslah edileceği ve yavaş yavaş modern besi hayvancılığı yapılacağı tahmin edilmektedir. Sulu tarım koşullarında üretimi mümkün olacak hayvan yemi bitkileri, hayvan yetiştiriciliğinde yapısal dönüşümü gerçekleştirmeye yardımcı olacaktır (Demir, E., 2003).

Dünya nüfusuna paralel olarak artan küresel ısınma nedeniyle gelecekte artacak gıda ihtiyacından dolayı toprak kaynakları büyük önem kazanmaktadır. Ülkelerin ekonomik gelişmesi, doğal

kaynakların etkin bir şekilde kullanılmasına da bağlıdır. Bir ülkenin bilgi gereksinimleri, istenilen bilginin üretimi ve bilgilerin değerlendirilmesi gibi etmenler tarafından sınırlıdır. Ancak gerçek olan, ülkelerin gelişme düzeyi arttıkça, kendi öz kaynakları hakkında geniş bilgileri kapsayan yeni girdilere gereksinim duyduklarıdır (Dinç, 1980).

Bugün bütün dünyada tarımsal üretime açılacak arazilerin son sınırına ulaşılmıştır. Bu nedenle üretimde arzu edilen artışa ulaşabilmek, her şeyden önce üretim ortamını tanımak, verimliliğini korumak ve verim gücüne zarar vermeden yararlanabilmek, başka bir deyişle bütün toprakların özelliklerini uygun, dengeli ve planlı bir şekilde kullanmakla mümkündür (Beek, 1978). Artan nüfus oranıyla tarım arazisi miktarı doğru orantılı artmayacağından dolayı, elimizdeki mevcut alanların rantabl kullanılması gereklidir.

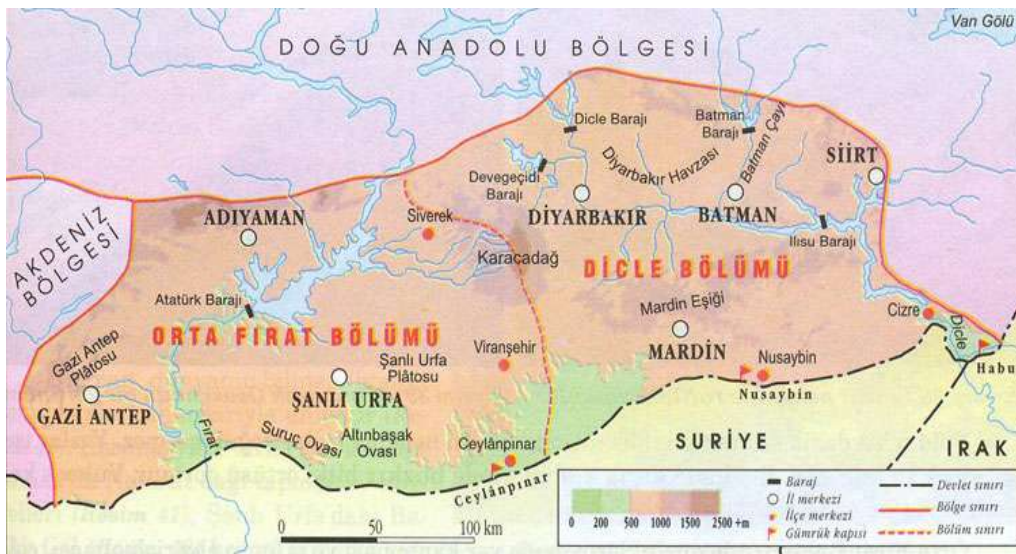
MAYINLI ARAZİLERİN GENEL ÖZELLİKLERİ VE DAĞILIMI

Sınırdaki mayınlı araziler bakir olması, sulanabilir miktarının genişliği, iklim yapısı, pamuk, mısır, buğday, nohut gibi ürünlerin üretim merkezi olması nedeniyle, gelecek yıllarda organik tarım ürünleri ihracatının da merkezi olacak gibi gözükmektedir. Doğal olarak, organik tarıma yönelik desteklerin verilmesi, çiftçilerimizin bilinçlendirilmesi, yönlendirilmesi tarımsal ihracatın sürecini hızlandıracak ve bölgedeki kırsal nüfusu da bölgede tutacaktır. Bu alanların organik tarıma açılması bile başlı başına bölge için bir potansiyeldir. Toprakların tamamına yakını düz ve verimlidir. Güneydoğu Anadolu Bölgesinde mayınlı alanların bulunduğu sınırlar ve iller Şekil 1’de verilmiştir.

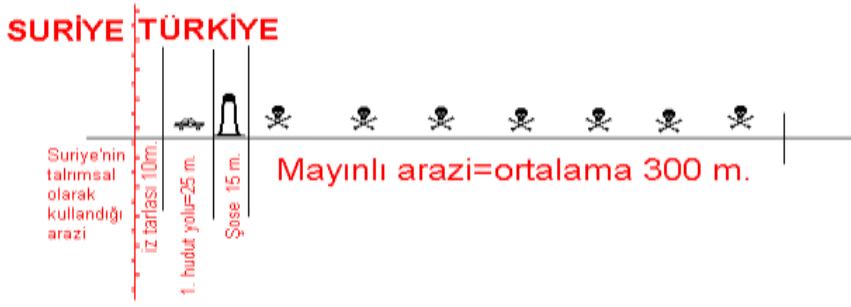
Türkiye’nin güney – güneydoğusundaki komşularımız Irak ve Suriye sınırında yer alan, 1956 yılında mayınlı döşenmeye başlanılan, 300 ile 750 metre genişliğinde (Şekil 2) yaklaşık 780 kilometre uzunluğundaki bölgede iki Kıbrıs adası büyüklüğünde yani 508.000 dekar alanı olan, bu arazinin düz ve büyük ölçüde işlenebilir tarım arazilerinden oluştuğu bilinmektedir. Sözü edilen alan, yarım asırdır ekilmemiş, biçilmemiş, sulanmamış, gübrenmemiş, uzun yıllardır tarımsal amaçlı kullanılmamış ve organik tarım yapılabilecek alanlardır.

Bu alanlar kimyasal ilaç ve gübre kalıntısı içermemekte ve bu niteliğinden dolayı üretim biçimini konvansiyonel tarımdan organik tarıma dönüştürmek için beklenmesi gereken geçiş sürelerini ortadan kaldırmaktadır. Bu özellik de bölgeyi, yüksek katma değerli ve doğayla dost organik tarımsal üretim için son derecede uygun hale getiriyor.

GAP Bölgesinde illere göre değişen mayınlı alanların miktarı Çizelge 1’de verilmiştir.



Şekil 1. Güneydoğu Anadolu Bölgesi Mayınlı Alanın Bulunduğu Sınır.



Şekil 2. Mayınlı Arazinin kesiti – görünümü (Kanatlı ve Ark., 2004).

Çizelge 1. GAP Bölgesindeki İllere Göre Mayınlı alanların Arazi Varlığı (Anonim, 2009)

| İller | Mayınlı Alan (da) | İşlenebilir Tarım Alanı (da) |
|---------------|-------------------|------------------------------|
| Hatay | 36.000 | 25.000 |
| Kilis | 33.000 | 25.000 |
| Gaziantep | 15.000 | 15.000 |
| Şanlıurfa | 54.000 | 45.000 |
| Mardin | 48.000 | 43.000 |
| Şırnak | 30.000 | 17.000 |
| TOPLAM | 216.000 | 170.000 |

GAP Bölgesindeki illere ait alanların (216.000 dekar), yaklaşık olarak % 80'e yakın bir kısmının (170.000 dekar) I. II. ve III. AKK Sınıfı işlemeli tarıma uygun tarım arazilerinden oluşmaktadır. Bu arazilerin % 70'lik kısmı sulanabilir özellik taşımaktadır.

Çizelge 1'de görüldüğü gibi iller içerisinde 54.000 da mayınlı araziye sahip olan Şanlıurfa'da işlenebilir tarım alanı 45.000 da olup, en fazla alanı kapsamaktadır. Sırasıyla Mardin, Hatay, Kilis, Şırnak ve Gaziantep illerinde bulunan bu mayınlı alanlar işlenebilir yapıya sahiptir.

Arazinin mayınlardan temizlenmesine yönelik tartışmalar son birkaç yıldır sürmektedir. Yaklaşık 54 yıldır kullanılmayan bu arazilerin işlenebilir tarım arazisi olduğu bir gerçektir. Topraklar uzun bir süre tarımda kullanılmadığından, verimliliklerinin ve kalitelerinin arttığı varsayılmaktadır.

Mayınla döşeli bu kuşak toprakların tarımsal kullanılmaları açısından özellikleri henüz ciddi bir biçimde incelenmediğinden, özellikleri çok fazla bilinmemektedir. Ancak Şanlıurfa İli Harran Ovasının Güneyi bu alana yakın ve temsil eden profillerin özelliklerine bakılırsa iyi tarım toprağı oldukları açıktır. Bu bölgede kil yüzdesi değerleri yüzey topraklarda çoğunlukla yüzde 40-65 arasındadır. Profillerin yüzde kil değerleri profil boyunca derinliğin artmasıyla düzensiz bir görünümde olması düşük kodlara çevreden daimi olarak yeni toprak malzemelerin sularla taşındığını göstermektedir. Ayrıca bazı profillerde 150 cm'de taban suyu görülmüştür. Organik madde değerleri ovanın kuzeyinde ortalama yüzde 1.76 iken, orta kesimlerine doğru ortalama yüzde 1.54'e ve güney bölgesine doğru azalarak ortalama yüzde 0.87'ye düşmektedir. Yaklaşık 54 yıldır ekilmeyen mayınlı arazilerdeki topraklarda organik madde miktarlarının ekilen arazilere göre en az yüzde 30-40 arasında daha yüksek olduğu tahmin edilmektedir. Ayrıca, mayınlı toprakların verimliliklerinde büyük artış ve fiziksel özelliklerinin iyi olduğu sanılmaktadır (Çakmak, 2009).

MAYINLI ARAZİLERİN KULLANILABİLME OLANAKLARI

Organik tarımın merkezi olacak bu bölgede üretim yapan 11 adet firma bulunmakta olup, 3’ü Şanlıurfa, 8’i ise Gaziantep’tedir. Şanlıurfa’daki diğer illere oranla daha geniş bir alana sahip, üretim deseni önerileri yetişen ürünler antep fıstığı, zeytin, pamuk, mısır, buğday, arpa, mercimektir.

Güneydoğu Anadolu Bölgesi’nin Türkiye’nin gelişmişlik düzeyi en düşük bölgelerinden olması bağlamında; mayınlı arazilerin temizleme sonrasında yöre çiftçisine tahsis edilmesi durumunda yaratacağı istihdam, Türkiye’nin sosyal dengeleri açısından çok önemlidir.

MAYINLI ALANLARIN DEĞERLENDİRİLMESİ VE KULLANILABİLME OLANAKLARI

1- Mayınlardan temizlenen arazi yöre çiftçisine tahsis edilmeli, kooperatif yapısı ile ziraat mühendisleri ve köylü üreticilerin birlikte çalışması sağlanmalıdır. Böyle olursa, hem 15 binin üzerinde üretici ve mühendis istihdamı sağlanacak; hem de gerçekleştirilecek yüz binlerce tonluk üretimle, giderek artan tarım ürünü ithalatı için harcanan kaynak azaltılabilecektir.

2- Bu alanda organik tarım kökenli yem bitkileri ekolojik, biyolojik ve botanik özellikleri nedeniyle münavebe bitkisi olarak her zaman tercih edilir durumda olmalıdırlar. İyi planlanmış sağlıklı bir ekim nöbeti ile toprağın organik madde ihtiyacı karşılanmalıdır. Bu amaçla baklagil bitkileri gibi C/N oranı düşük olan ürünlere mutlaka ekim nöbetinde yer verilmelidir (Soyergin, 2003). Yem bitkileri aynı zamanda toprağın yağış ve rüzgar nedeni ile aşınmasını (Erozyon) önlemektedirler.

3- Bu alanda bitkisel ve hayvansal üretimde bio-güvenliğin sağlanması için koşulların oluşturulması gereklidir.

4- Bu alanda Organik hayvancılığa geçiş aşamasında özellikle organik yem üretimine yönelik destek ve teşvikler gereklidir. Türkiye de hayvancılığın yoğun olduğu bölgeler de, doğal mera ve yaylalardan yararlanılarak, organik sığır, koyun ve keçi üretimi teşvik edilmeli ve organik hayvancılık yapmaya gönüllü çiftçilerden örnek, pilot işletmeler krediyle desteklenmelidir. Organik hayvancılığın gelişmesi için kaliteli ve sağlıklı ürünlere yönelik tüketici talebi arttırılmalıdır.

5- Toprak yapısını iyileştiren ve topraktaki biyolojik yaşamı destekleyen yöntemleri izlemelidirler. Toprağın üst kısmını bozan ve verimliliği düşüren anız yakma işleminden vazgeçilmelidirler.

6- Her şeyden önce organik tarım ve hayvancılık, toprakların sürdürülebilir tarım açısından korunmasında büyük önem taşımaktadır. Bu yönde atılacak adımlar tarım ve hayvancılığın geleceğini garanti altına alacak, gelecek nesillere kirlenmemiş verimli topraklar bırakacaktır.

7- Hayvan yetiştiricilerinin organik üretimi benimsemesi yönünden, üretilecek organik ürünlerin maliyet ve kârlılıkları araştırmalarla ortaya konulmalıdır (Saner ve Engindeniz, 2001).

8- Bu alan yapılacak meyvecilik, hem sınırı belirleyecek hem de organik özelliğinden dolayı dünya piyasasında önemli bir paya sahip olacaktır.

9- Meyvecilik, hayvancılık, organik veya endüstriyel tarım için uygun olan coğrafyanın bir özelliği de erkenci tarım için uygun iklime sahip olması.

10- Son olarak mayınlardan temizlenen arazi yöre çiftçisine tahsis edilmeli, kooperatif yapısı ile ziraat mühendisleri ve köylü üreticilerin birlikte çalışması sağlanmalıdır. 1956 yılında güvenliği sağlamak ve kaçakçılığı önlemek için mayınlanan alanda, bugüne kadar yaklaşık 3.000 kişi mayınlara bastığı için ya sakat kaldı ya da hayatını kaybetti.

KAYNAKLAR

- Anonim, 2009. TMMOB Ziraat Mühendisleri Odası Başkanlığı Basın Açıklaması, Ankara. 2009.
- Beek. K. L., 1978. Land Evaluation for Agricultural Development. Int. Institute for Land Reclamation and Improvement/ ILRI. Publ. 23. Wageningen. The Netherlands, 333 S.
- Çakmak, M., 2009. Mayınlı Araziler Ne Kadar Verimli? 11 Haziran 2009 tarihli www.63haber.com haber portalı. http://www.63haber.com/haber_detay.asp?haberID=5081, Şanlıurfa.
- Demir, E., 2003. Güneydoğu Anadolu Projesi'nin Ülke Ekonomisine Katkısı ve Bölge Yerleşim Alanlarına Etkisi *GÜ, Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi, Cilt 23, Sayı 3 (2003) 189-205*.
- Dinç, U., 1980. Landsat-1 ERST-1 Görüntülerinin Toprak Etüd ve Haritalama Çalışmalarında Kullanılma Olanakları Üzerine Bir Çalışma. Ç. Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları No:136, Adana.
- Kanatlı M., Öztürkmen A.R., Doğan İ., Özel N., 2004. Türkiye Cumhuriyeti ile Suriye Arap Cumhuriyeti Sınırında Bulunan Mayınlı Alanların “Arazi Kullanım Kabiliyetlerinin Belirlenmesi” Çalışmaları, Şırnak (Silopi)-Şanlıurfa (Final Raporu), Mayınlı Alanların Tarıma Kazandırılması Projesi, T.C. BAŞBAKANLIK GAP Bölge Kalkınma İdaresi Başkanlığı Bölge Müdürlüğü, Şanlıurfa.
- Saner, G., Engindeniz S., 2001. Hayvancılıkta organik üretime geçiş olanakları ve Türkiye üzerine bir değerlendirme. Türkiye 2.Ekolojik Tarım Sempozyumu. 14-16 Kasım 2001. Antalya,s.124-133.
- Soyergin, S., 2003. Organik Tarımda Toprak Verimliliğinin Korunması, Gübreler ve Organik Toprak İyileştiricileri. http://www.bahce.biz/organik/toprak_iyilestirme.htm. Atatürk Bahçe Kültürleri Merkez Araştırma Enstitüsü.

Amik Gölünün Kurutulmasının Çevresel Etkileri

Necat AĞCA*

* Prof. Dr., Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Antakya/HATAY

Özet

Bu çalışmada, Amik ovasında yer alan Amik Gölü'nün 1975 yılında tamamen kurutulmasından sonra ortaya çıkan çevresel etkiler incelenmiştir. Kurutulmadan önce Ramsar Sözleşmesinde yer alan sulak alan tanımına uyan ve 6100 hektarlık alan kaplayan eski Amik Gölü; Hatay il sınırları içerisinde ve Amik Ovasının güney batısında yer almaktaydı. Ancak, anofel sineğinin neden olduğu sıtma hastalığı ile mücadele etmek, Amik Ovasındaki tarım arazilerini taşkınlardan korumak ve tarım arazisi kazanmak amacıyla 1950'li yıllardan itibaren kurutulmaya başlanmış ve kurutma çalışmaları 1975 yılında tamamlanarak göl haritadan silinmiştir.

Amik Gölünün kurutulması sıtma hastalığı ile mücadelede başarı sağlamışsa da tarım arazilerini taşkınlardan koruma ve tarım arazisi kazanma konusunda başarısız olmuştur. Ayrıca gölün kurutulması önemli çevre sorunlarına da neden olmuştur.

Gölün kurutulması, o bölgede yaşayan bazı kuşların neslinin yok olmasına ve ayrıca bölge ikliminin önemli ölçüde değişmesine neden olmuştur. Diğer yandan, kurutma sonrası tarım alanları miktarında önemli artış olmasına rağmen, ürün miktarında beklenen artış gerçekleştirilememiştir. Çünkü kurutma sonrası, organik toprakların yanması, taşkınlar, su yetersizliği ve topraklarda tuzlulaşma sorunları gibi nedenler her yıl verimin azalmasına neden olmuştur. Yine, bazı yıllarda eski Amik göl alanında oluşan taşkınlar, tarımsal üretimde önemli zararlara neden olmaktadır. Yine, kurutma sonrası eski Amik göl aynası topraklarında taban suyu seviyesi ve taban suyu EC değerlerinin oldukça yükseldiği ve bu nedenle de önemli drenaj sorunlarına neden olduğu belirlenmiştir. Ayrıca, alandaki yer altı su kalitesinin de düşük olduğu saptanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Amik gölü, tuzlulaşma, su kalitesi, çevre sorunları

Environmental Effects of Dried of Lake Amik

Abstract

In this study, the environmental effects which have occurred in the Amik plain on the complete drying of Lake Amik in 1975 were observed. Having complied with the definition of the wetland in Ramsar Convention before the drying, Lake Amik was covering an area of 6100 hectares and was situated in the boundary of Hatay Province and in the southwest of the Amik plain. In 1950's, it started to be dried through drainage to River Orontes to struggle with the malaria, protect the farmlands of the Amik Plain against floods and attain some farmlands. Eventually, the lake was wiped off from the map in 1975.

While the struggle against the malaria was achieved with the drainage of Lake Amik, drying process failed in protection of the farmlands and the attainment of some farmlands as expected. In contrast, it caused some serious environmental problems.

Drying of the lake has had several detrimental effects in the region. Some bird kinds used to live in the province has become extinct and climate has changed dramatically. The number of the farmlands increased dramatically with new farmland but the increase in the amount of the production was not as expected. Burning of the organic soil, floods, lack of water and the salinity problems in soils led to a

decrease in the yield year after year in. Occasionally occurring floods after drying have led to some serious damages in agricultural production. In addition, the base water level and its EC values ha increased in the previous Lake Amik base soil and led to some important drainage problems after the drying. Also, the quality of the underground water in the area was determined to be low.

Key words: Lake Amik, salinization, water quality, environmental problems

GİRİŞ

Türkiye'nin 1993 yılında imzaladığı ve 1994 yılında yürürlüğe koyduğu “Ramsar Sözleşmesi”ne göre sulak alan; doğal veya yapay, sürekli veya geçici, durgun ya da hareketli, tatlı, acı veya tuzlu suya sahip, denizlerin gel-git hareketinin çekilme devresinde altı metreyi geçmeyen derinliğe sahip kesimlerini de kapsayan bataklık, turba veya suyla kaplı alanların tümü olarak tanımlanmaktadır (Anonim, 1992). Sulak alanlar, yeryüzünün tropikal ormanlarla birlikte en fazla organik madde üreten ekosistemlerdir. Bu alanlar geçmişten beri yiyecek ve hammadde kaynağı ve estetik amaçlı yerler olarak kullanılmaktadır. Yakın çevresindeki insanların yaşamında önemli yer tutarak, bölge ve ülke ekonomisine katkılar sağlamış olan sulak alanlar; doğal dengenin sağlanması yanında, insanlar için başta balıkçılık olmak üzere, su temini, ulaşım, hayvancılık, yaban hayatı, avlanma, saz kesimi ve rekreasyonel kullanım gibi ekonomik faaliyetlere imkan vermektedirler (Korkmaz ve Gürbüz 2008).

Yukarıda belirtilen yararları nedeniyle sulak alanların ekolojik karakterinin korunarak gelecek nesillere aktarılması gerekmektedir. Ancak, sanayi devriminden sonra doğanın insan tarafından denetim altına alınması ve sömürülmesi düşüncesi, diğer doğal kaynaklarda olduğu gibi, sulak alanların tahrip edilerek yok edilmesine neden olmuştur. 1960'lı yıllara kadar sulak alanların değersiz ve gereksiz olduğu düşüncesiyle birçoğu kurutulmuştur. Daha sonraları sulak alanların işlevleri ve ekosistem için önemleri kavranmış ve 1980'lerden sonra sulak alanların kurutulmaması gerektiği üzerinde durulmaya başlanmıştır. 1990'larda ise sulak alanların çevresindeki kültürler için de önemli olduğu anlaşılmış ve Ramsar Sözleşmesinin imzalanmasından sonra, birçok ülkede olduğu gibi Türkiye'de de sulak alanların kurutulması kanunen yasaklanmıştır (Korkmaz 2008). Yukarıda belirtilen süreç içerisinde, ülkemizde kurularak ortadan kaldırılan sulak alanların en önemlilerinden biri de Amik Gölü'dür (Şekil 1). Bu çalışmada, Amik Gölü'nün, kurutulmasından sonra ortaya çıkan çevresel etkiler incelenmiştir.

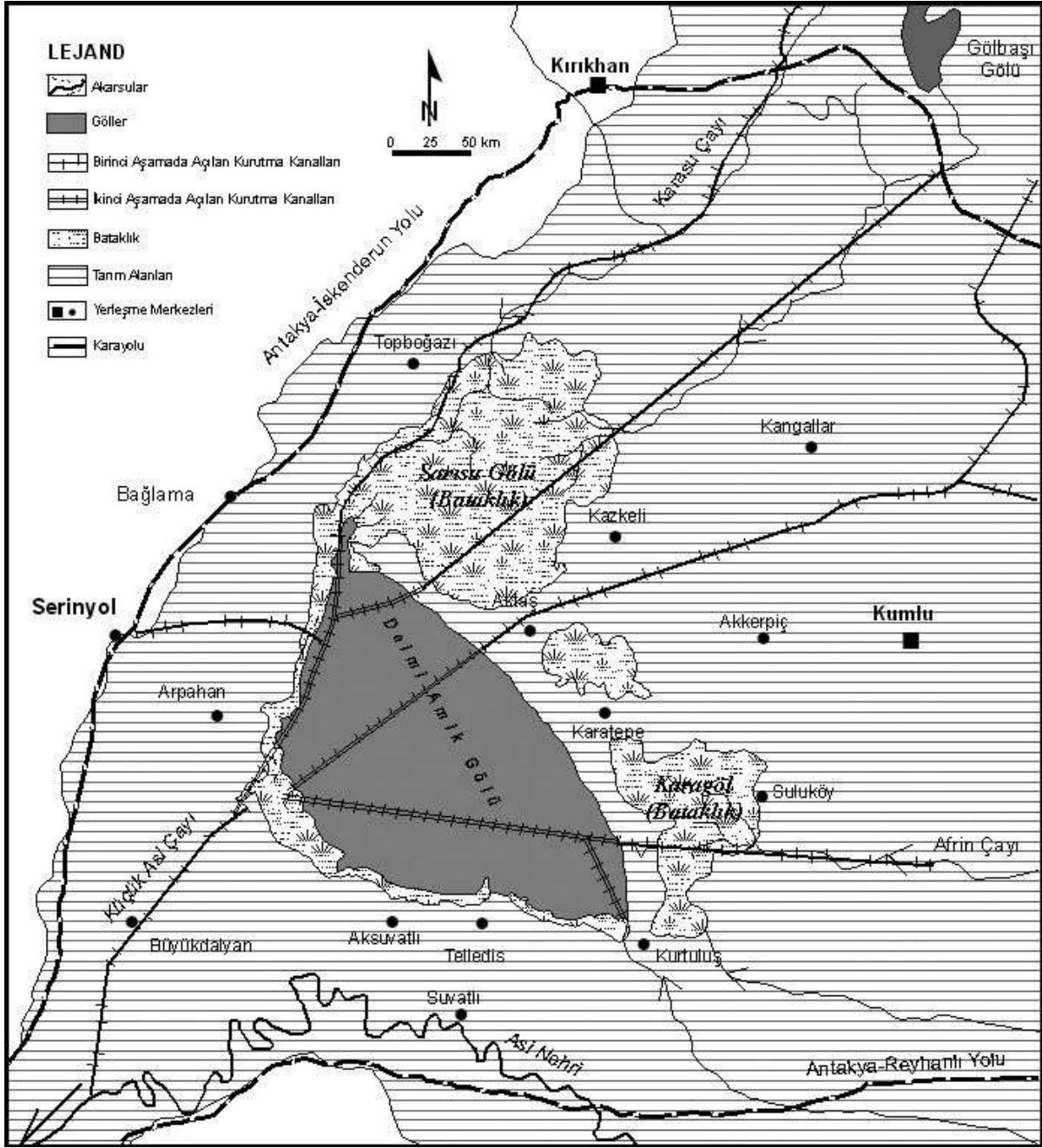
AMİK GÖLÜNÜN COĞRAFİ KONUMU VE ÖZELLİKLERİ

Antakya'nın 18 Km kuzeydoğusunda ve Amik Ovasının güney batısında yer alan Amik Gölü, 36°15'-36°22' doğu boylamları ile 36°20'-36°23' kuzey enlemleri arasında bulunmaktadır.

Çevresindeki bataklıklarla birlikte toplam alanı yaklaşık 310 km² olan gölün gerçek alanı 61 km², yağış havzasının alanı ise 6.600 km²'dir. Taban yüksekliği deniz seviyesinden ortalama 78-81 m arasında değişen Amik gölünün fazla suları kurutulmadan önce Küçük Asi aracılığı ile Asi nehrine boşaltılmaktaydı. (DSİ 1958). Amik Gölü'nü besleyen en önemli akarsular Afrin, Karasu ve Muratpaşa'dır (DSİ 1989).

Gölün su seviyesi genelde 80-81 m arasında değişmekteydi. Ancak minimum seviye 1949 yılında 79.40 m, maksimum seviye ise 1953 yılında 83.4 m olarak ölçülmüştür (DSİ 1958). Göl seviyesindeki bu değişim, göl ve çevresindeki bataklıkların boyutlarının farklı şekillerde belirtilmesine yol açmıştır. Göle giren sular tahliye olan suların fazla olduğunda gölün su seviyesi kısa zamanda yükselmekte ve etrafındaki arazilere taşmaktaydı. Şubat 1962'de yağın sürekli yağışlarla göl seviyesi 79 m kotundan 81 m kotuna yükselmiş ve etrafındaki 13000 hektar alan su altında kalmıştır (DSİ 1965).

Amik Gölü, anofel sivrisineğinin neden olduğu sıtma hastalığı ile mücadele etmek, Amik ovasındaki tarım arazilerini taşkınlardan korumak ve tarım arazisi kazanmak amacıyla 1950'li yıllardan itibaren kurutulmaya başlanmıştır. Bu kurutma çalışmalarının iki aşamada tamamlanmıştır. Birinci aşamada, daimi göl alanının sulama suyu sağlamak ve taşkın zararlarını önlemek amacıyla bir rezervuar alanına dönüştürülmesi ve Karagöl ile Sarısu bataklık alanlarının (Şekil 1) kurtulması planlanmıştır (DSİ 1958).



Şekil 1. Amik Gölünün Coğrafi Konumu ve Kurutma Çalışmaları (Korkmaz 2008'den)

İkinci aşamadaki kurutma çalışmalarında ise gölün tamamen kurutulması hedeflenmiştir. Gölü besleyen akarsuların ova tabanında oluşturduğu bataklıklar kurutulduktan sonra, bu alanlarda sulu pamuk tarımı yapılmaya başlanmıştır. Bu durum, sulama sezonunda göle ulaşan su miktarının her geçen yıl azalmasına neden olmuştur. Hatta bazı kanallar tamamen kuruyarak Amik Gölü'ne su ulaştırılmaz hale gelmişlerdir. Böylece 1958 yılı sonrasında gölün su seviyesi düşmeye ve alanı küçülmeye başlamıştır. 1960 yılına gelindiğinde, göl ve çevresindeki bataklıkların toplam alanı 70 km²'ye düşmüştür (DSİ 1965). Ortaya çıkan bu gelişme, ilk defa gölün tamamen kurutulabileceği düşüncesini gündeme getirmiştir. Bunun için gölü besleyen akarsuların ova tabanındaki yatakları kanallara alınarak doğrudan Küçük Ası Çayı'na bağlanması hedeflenmiştir. Bunu gerçekleştirmek için çalışmalara 1973 yılında başlanmıştır. Yaz aylarında göl suyunun çekilmesinden de yararlanılarak yeni kanallar açılmış ve bu kanallar aracılığıyla gölü besleyen akarsular doğrudan Ası Nehri'ne ulaştırılmıştır. Kurutma çalışmaları 1975 yılında tamamlanarak göl tamamen haritadan silinmiştir.

AMİK GÖLÜNÜN KURULMASININ ÇEVRESEL ETKİLERİ

Amik Gölü'nün kurutulması ile birlikte iklimi değişen Hatay'da yağışlar düzensizleşmiş, bu da zaman zaman büyük sellere yol açmıştır. Aynı zamanda Amik Ova'sının su rejim dengesi de bozulmuştur. Amik gölü, Afrika'dan başlayıp kuzeyde Avrupa ve Asya'ya doğru olan kıtalar arası kuşların göç yolu üzerinde, kuşların konakladığı ve dinlendiği önemli birer istasyon görevini yerine getirmekteydi (Anonim 2011). Bu nedenle göl, yerli ve yabancı türlerden oluşan zengin kus popülasyonuna sahipti. Bu kuşlar arasında leylek, flamingo ve turna gibi büyük kuşlar da bulunmaktaydı. Ancak, kurutma sonrası kuş popülasyonu ve tür sayısı hızlı bir şekilde azalmıştır. Gölün kurutulması sonucunda, sadece burada yaşayan bazı kuş türlerinin de nesli tükenmiştir (Anonim 1991). Yine, Amik gölü aynı zamanda zengin balık popülasyonuna sahipti. Bu durum yoğun balık avcılığını da beraberinde getirmiştir. Kurutma sonrası balıkçılık, sadece kurutma kanalları ile kurutulan göl ve bataklıkların kalıntılarında yok denecek kadar az düzeyde gerçekleştirilmektedir.

Gölün kurutulması için açılan tahliye kanalları, yüzeysel suların çekilmesine ve taban suyu seviyesinin düşmesine neden olmuştur (Korkmaz 2008). Taban suyu seviyesinin düşmesi ile organik topraklar kurumaya ve bünyelerinde derin çatlaklar oluşmaya başlamıştır. Kuruyan ve çatlaklar nedeniyle bol oksijenle temas eden organik topraklar, özellikle yaz aylarında çeşitli nedenlerle yanmışlardır

Kurutma sonrası tarım arazisinde artış olmasına rağmen ürün miktarında istenilen düzeyde bir artış gerçekleşmemiştir. Çünkü, kurutma sonrası organik toprakların yanması, taşkınlar, su yetersizliği ve toprakların tuzlanması gibi nedenler, her yıl verimin azalmasına yol açmıştır. Amik göl alanının drene edilmesinden sonra, organik topraklardaki organik madde azalmaya başlamıştır. Yaklaşık 40 yıldır tarım kültürü altında bulunan topraklarda organik madde oldukça düşük düzeydedir. Şu anda Amik Göl alanında Sadece bazı topraklarda (Comba serisi) organik madde yüksek (%20-22) düzeyde bulunmaktadır (Kılıç ve ark. 2004).

Amik gölünün kurutulması ile ortaya çıkan tarım arazilerinde en büyük sorun drenaj yetersizliği ve sulama suyu temin edilmesidir (DSİ 1989). Göl alanında eğimin yetersiz (%0-1) ve ayrıca Amik Ova'sının deniz seviyesinden 6 m daha düşük olması; doğal tahliye ve yüzeysel drenajı zorlaştırmaktadır. Eski Amik göl alanı içinden geçmekte olan taşkın kanallarında zaman zaman iyileştirmeler yapılmasına rağmen, drenaj çıkış ağzı koşullarının yetersiz olması nedeniyle yağışlı dönemlerde su seviyeleri yükselmektedir. Yağışların çok fazla olduğu dönemlerde kurutulan göl alanı içinden geçmekte olan drenaj kanallarının taşması sonucu taşkınlar oluşmakta ve toprak yüzeyinde su birikerek yüzeysel drenaj sorununun yanı sıra yüksek taban suyu sorunu da ortaya çıkmaktadır. Drenaj sorununun bir nedeni de toprakların çok ince bünyeli olmasıdır (Kılıç ve ark. 2004). Eski Amik göl alanında 3174 ha. alanda yüzey drenaj, 3336 ha alanda ise taban suyu ve derin drenaj sorunu olduğu belirlenmiştir. Yine alanın 429 ha'lık kısmında taban suyu derinliği 120-150 cm, 149 ha'lık alanda taban suyu 90-120 cm, 2758 ha'lık alanda ise taban suyu derinliği 90 cm'den daha düşük olduğu saptanmıştır (DSİ 1983).

Farklı zamanlarda eski Amik Göl alanı topraklarında yapılan çalışmalarda, taban sularının tuz içeriklerinin oldukça yüksek olduğu belirlenmiştir (DSİ 1965; DSİ 1983; DSİ 1988; Ağca ve Yalçın 2011). Yine, eski Amik Göl topraklarının bazı bölümlerinde taban suyu seviyesinin oldukça yüksek olduğu gözlemlenmiştir (Ağca ve Yalçın 2011). Amik ovasındaki bazı yer altı ve yerüstü su kaynaklarında yapılan bir çalışmada; kuyu sularının EC'lerinin 363-18870 $\mu\text{S}/\text{cm}$, drenaj sularının EC'lerinin ise 517-16623 $\mu\text{S}/\text{cm}$ arasında değiştiği ve en yüksek EC değerlerinin eski Amik Göl alanındaki kuyulardan ve drenaj kanallarından alınan örneklerde olduğu belirlenmiştir (Ağca ve ark. 2006).

Asi Nehri başta olmak üzere Afrin, Muratpaşa, Karasu ile Küçük Karaçay, Büyük Karaçay ve Tomruk Suyu çayları ovanın önemli su potansiyellerini oluşturmaktadır. Ancak bu potansiyele rağmen Amik Ovasında ve diğer bazı bölgelerde tarımsal su gereksiniminin ancak yarısı karşılanabilmektedir. Bölgedeki en önemli su kaynağı olan Amik Gölü'nün kurutulmasından sonra ortaya çıkan sulama suyu sıkıntısı, çiftçilerin yer altı sularına yönelmesine neden olmuştur. Kuyu sayılarındaki artış yeraltı

suyu seviyesinin azalan bir eğilim göstermesine neden olmuştur. Bundan birkaç yıl önce 70-80 m derinlikten su çıkarken, son zamanlarda kimi bölgelerde 350-400 metrede ancak su bulunabilmektedir. Devlet Su İşleri'nin (DSİ) resmi kayıtlarına göre; Amik Ovası'nda kayıtlı 2 bin 576'su kuyusu mevcuttur. Bu kuyulardan 99'u Devlet Su İşleri'ne aittir. Ayrıca, yaklaşık 6 bin adet kayıtsız kuyu bulunduğu tahmin edilmektedir (Ödemiş ve Bozkurt 2007). Ovanın kimi bölgelerinde yaklaşık 400 m derinlikten çekilen yeraltı suyu, üretim maliyetleri üzerinde de önemli artışlara neden olmaktadır. Yeraltı suyu kalitesi değerlendirildiğinde, daha önce kurutulan Amik göl aynası civarındaki suların EC değerlerinin 363.2 ile 18877 $\mu\text{S}/\text{cm}$ arasında değiştiği, sulama suyu kalitesi açısından C_2S_1 ve C_4S_3 sınıfına girdiği belirlenmiştir. pH ve SAR değerleri ise sırasıyla 7.55-8.24 ve 0.21-9.29 arasında gerçekleşmiştir (Ağca ve ark., 2006). Kuyu sularının yoğun biçimde kullanılması ova topraklarında tuzluluk sorunlarının artmasına neden olmaktadır. Ovanın toprak kalitesini saptamak amacıyla sınırlı sayıda araştırma yapılmıştır. Yapılan bu çalışmalar, eski Amik göl aynası topraklarında önemli ölçüde tuz birikiminin olduğunu ortaya koymaktadır Zayıf drenaj koşullarına bağlı olarak meydana gelen tuzluluk sorunu, ovanın %70'nin ağır bünyeli topraklardan meydana gelmesi nedeniyle, önemli bir sorun olarak görülmektedir (Ağca ve ark. 2000; Kılıç ve ark. 2004).

SONUÇ VE ÖNERİLER

Amik Göl'ünün kurutulması, sulak alan kültürel ekolojisinde değişimlere yol açmıştır. Bunun sonucunda kurutma öncesine ait birçok kültürel faaliyet ortadan kalkmış ve yerine daha çok tarımsal faaliyetlerin ön planda olduğu kültürel ekoloji gelişmeye başlamıştır. Ortaya çıkan bu yeni durumun kurutma öncesine göre ekonomik olmadığını ve birçok çevre sorununu beraberinde getirdiği görülmüştür. Ayrıca, bölgede kurutma öncesi ve sonrasını yaşayan insanların büyük bir çoğunluğunun “göl kurutulmasaydı” ya da “göl kurutulmadan önce daha mutluyduk” gibi sözleri de sorunun boyutunu teyit etmektedir. (Korkmaz 2008).

Amik Gölü'nün kurutma çalışmaları maalesef sınırlı alanda başarılı olabilmıştır. Aradan geçen uzun süreye rağmen, kış yağışlarıyla göl aynasının yeniden ortaya çıkması önlenememiştir. Bu durum göl aynasının bulunduğu bölgede arazisi bulunan üreticilerin her yıl önemli ölçüde ekonomik zarara uğratmaktadır. Amik göl alanına havaalanının yapılması, gölün yeniden oluşturabilme olanaklarını ortadan kaldırmıştır. Bundan sonra yapılabilecek en önemli iş, göl tabanında ortaya çıkan toprakların sorunlarının giderilmesidir. Sorunun giderilmesi için ise drenaj kanallarının etkin çalıştırılması; düzenli olarak kanal temizliklerinin yapılması ve gereken alanlar için yeni drenaj kanallarının açılması gerekmektedir.

Göl kurutulduktan sonra Amik göl aynasına yakın kısımlardaki taban suları sulama amaçlı kullanılmaya başlamıştır. Ancak, bu sularla ilgili gözlemler ve analiz sonuçları, bu bölgede taban sularının sulama suyu olarak kullanılmasında özellikle dikkat edilmesi gerektiğini belirtmektedir. Bazı bölgelerde başlayan toprak tuzluluğu sorununa sahip alanların miktarı, taban suyunun bilinçsizce kullanımı ile daha da artacaktır. Ayrıca, bölgede son yıllarda, Amik Gölü'nün kurutulması nedeniyle kış yağışlarında azalma olduğu da bir gerçektir. Bu durum gelecekte toprakta biriken tuzların kış yağışları ile topraktan yıkanması etkinliğini azaltacaktır. Bu da sorunun boyutunun artmasına neden olacaktır Son zamanlarda gündeme gelen ve kısa bir süre önce temeli atılan Türkiye-Suriye Dostluk Baraj inşaatının kısa sürede bitirilmesi, sorunun çözümüne önemli katkı sağlayacaktır. Söz konusu barajın yapılması ile hem sulama suyu temini hem de ovanın kış yağışlarının oluşturduğu taşkınlarında önlenmesi mümkün olabilecektir.

KAYNAKLAR

- Ağca, N., Doğan, K., Akgöl, A. 2000 Amik Ovasının Bazı Topraklarında Tuzluluk ve Alkaliliğin Boyutları Üzerine Bir Araştırma. Mustafa Kemal Üniv. Ziraat Fak. Derg. 5: 29-40.
- Ağca, N., Yalçın, M., Ödemiş, B., 2006. Quality Determination of Some Water Sources in the Amik Plain (Hatay/Turkey). Proceedings of 18th International Soil Meeting (ISM) on Soil Sustaining Life on Earth, Managing Soil and Technology (May 22-26, 2006 Şanlıurfa-Turkey)

- Ağca, N., Yalçın, M. 2011. Amik Ovasında Tuzlulukla İlgili Toprak Özelliklerinin Yersel ve Zamansal Değişiminin Jeostatistik Yöntemlerle Araştırılması (Tamamlanmamış MKÜ. BAP projesi. Proje no:1001 D 0102).
- Anonim 1991. Türkiye'nin Çevre Sorunları .Türkiye Çevre Sorunları Vakfı Yayınları. 484 S.
- Anonim 1992. Ramsar Convention Bureau, Ramsar Convention, Slimbridge, England.
- Anonim 2011. Türkiye'de Kuruyan Göller ve Sulak Alanlar (<http://www.dunyalilar.org/html/goller/goller.html>).
- DSİ 1958. Asi Havzası İstikşaf Raporu. Devlet Su İşleri Umum Müdürlüğü. Etüd ve Plan Reisliği. İstikşaf Raporu No: 12-6. Ankara, 96 s.
- DSİ 1965. Amik projesi Amik Ovası Planlama Drenaj raporu. Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü Etüd ve Plan Dairesi Başkanlığı. Etüd Raporları No: 17-278, Proje No: 1901. Ankara. 304 S.
- DSİ 1983. Amik projesi Amik gölü düzenlemesi planlama arazi sınıflandırma raporu. Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü VI. Bölge Müdürlüğü Proje No: 1901.01. 40 s.
- DSİ 1988. Amik projesi Amik gölü düzenlemesi planlama drenaj raporu. Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü VI. Bölge Müdürlüğü Proje No: 1901. 104 s.
- Kılıç, Ş., Ağca, N., Yalçın, M. 2004. Soils of Amik Plain (Turkey): Properties and Classification. Jour. of Agron. 3: 291-295.
- Korkmaz, H. 2008. Antakya-Kahramanmaraş Graben Alanında Kurutulan Sulak Alanların (Amik Gölü, Emen Gölü Ve Gâvur Gölü Bataklığı) Modellerinin Oluşturulması. MKÜ. Sos.Bil. Ens. Derg. 5(9): 10-37.
- Korkmaz, H., Gürbüz, M. 2008. Amik Gölü'nün Kültürel Ekolojisi. Marmara Coğrafya Dergisi 17 :1-26.
- Ödemiş, B., Bozkurt, S. 2007. 7. Ulusal Çevre Mühendisliği Kongresi “Yaşam Çevre Teknoloji” Bildiriler Kitabı (24-27 Ekim 2007 – İzmir), 422-428.

Alüviyal Araziler Üzerinde Oluşan Farklı Toprakların Katalaz Enzim Aktivitelerindeki Değişimin Belirlenmesi

Murat DURMUŞ*

Aylin ERKOÇAK*

Rıdvan KIZILKAYA*

Orhan DENGİZ*

Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü 55139,Samsun

Özet

Kızılırmak nehrinin biriktirdiği alüviyal depozitler üzerinde oluşmuş farklı pedolojik karakterdeki toprakların katalaz aktivitesi seviyesinin araştırıldığı bu çalışmada, katalaz enzim aktivitesinin toprak profili boyunca dağılımı ve katalaz aktivitesi ile toprak özellikleri arasındaki ilişkiler saptanmıştır. Araştırma sonunda, açılan toprak profillerinin *Typic Ustifluvent*, *Typic Haplustept* ve *Vertic Haplustept* sınıflarında olduğu belirlenmiş olup, bu toprakların katalaz aktivitesi içeriklerinin ise 56,04 – 667,60 $\mu\text{l O}_2 \text{ g}^{-1}$ kuru toprak seviyesinde değiştiği saptanmıştır. Tüm toprakların Ap horizonundan alınan toprak örneklerinin katalaz aktivitesi seviyelerinin alt toprak horizonlarına göre daha yüksek seviyelerde olduğu belirlenmiştir. Katalaz aktivitesi ile toprak organik maddesi ($r=0,893^{**}$), toplam N ($r=0,888^{**}$), alınabilir P ($r=0,541^*$) ve değişebilir K ($r=0,917^{**}$) kapsamları arasında istatistiksel açıdan önemli ilişkilerin bulunduğu saptanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Katalaz aktivitesi, toprak, profil, alüviyal arazi, enzim

Determination of Changes in Catalase Enzyme Activities of Different Soils Formed on Alluvial Lands

Abstract

Investigation of catalase activity level in soils that get different pedological properties formed on alluvial deposit carried by Kızılırmak River in this study, it was determined distribution of catalase enzyme activity along the soil profile and relationships between catalase activity and soil characteristics. Soil profiles were classified as *Typic Ustifluvent*, *Typic Haplustept* ve *Vertic Haplustept* and their catalase activities were found between 50.04-667.60 $\mu\text{l O}_2 \text{ g}^{-1}$ in dry soil. Catalase activity level was found higher level in Ap horizons of all profiles than their subsoils level. It was found statistically significant between catalase activity and organic matter ($r=0,893^{**}$), total N ($r=0,888^{**}$), available P ($r=0,541^*$), exchangeable K ($r=0,917^{**}$).

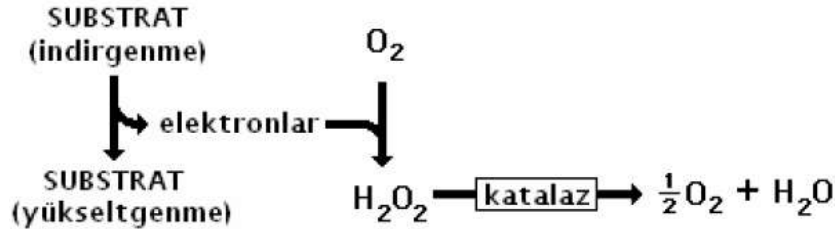
Key words : Catalase activity, soil, profile, alluvial land, enzyme

GİRİŞ

Katalaz enzimi ($\text{H}_2\text{O}_2:\text{H}_2\text{O}_2$ -oxidoreductase, EC 1.11.1.6.), hidrojen peroksitin (H_2O_2), su ve moleküler oksijene parçalanma reaksiyonunu katalizlemektedir. H_2O_2 , canlı organizmaların solunum süreçlerinde ve organik maddenin oksidasyona uğradığı çeşitli biyokimyasal süreçler sonunda oluşmaktadır (Weetall ve ark.,1965; Trevors, 1984).

Katalaz enzimi, topraktaki aerob mikrobiyal populasyon ve toprak verimliliği ile ilişkili olup, toprakta aerob mikrobiyal populasyonun değerlendirilmesinde indikatör olarak kullanılan intraselüler bir enzimdir (Garcia ve Hernandez, 1997). Toprakların tekstür gibi fiziksel özellikleri, organik madde ve

besin maddesi gibi kimyasal özellikleri ile solucan aktivitesi gibi biyolojik özellikleri (Sürücü ve ark., 1998; Kızılkaya ve ark., 1998; Ekberli ve Kızılkaya, 2006; Kızılkaya ve Hepşen, 2007) katalaz aktivitesini önemli oranda etkileyen toprak özellikleri olup, topraklara ulaşan ağır metaller gibi kirleticiler (Karaca ve ark., 1996; Kızılkaya ve ark., 2004) ile pestisitler gibi tarımsal pratikler de katalaz aktivitesini önemli oranda etkilemektedir.



Bu çalışmada, Bafra ovasında, kızılırmak nehrinin biriktirdiği sedimentler üzerinde oluşmuş farklı pedolojik karakterdeki topraklarda profil boyunca katalaz aktivitesinin dağılımı ve katalaz aktivitesi ile toprak özellikleri arasındaki ilişkiler araştırılmıştır.

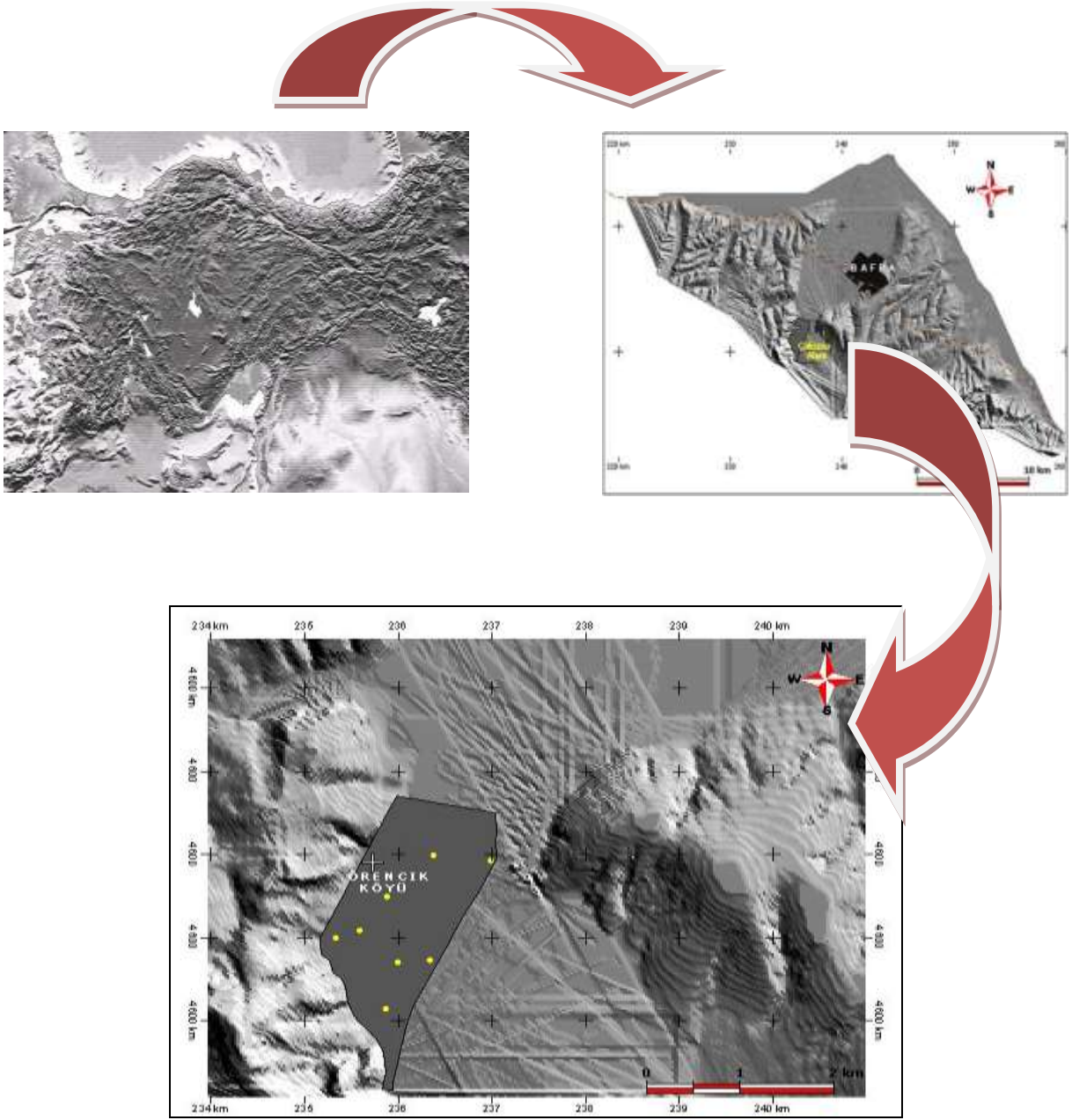
MATERYAL VE YÖNTEM

Araştırma alanı Samsun Bafra ilçesindeki Örencik Köyü ve yakın çevresini içermekte olup (Şekil 1), bu alan içerisinde açılan 4 toprak profilini kapsamaktadır. Açılan toprak profillerinde horizon esasına göre alınan toprak örneklerinde Tekstür, hidrometre yöntemi ile, pH ve EC 1:1 (w/v) toprak: su karışımında pH-metre ve EC-metre ile, kireç Scheibler kalsimetresi ile, organik madde Walkey – Black yöntemi ile, toplam N kjeldahl yöntemine göre, alınabilir P 0,5 M NaHCO₃ ekstraksiyonunda, değişebilir katyonlar 1 N NH₄OAc ekstraksiyonunda, KDK ise Bower yöntemine göre belirlenmiştir (Rowell, 1996). Toprakların sınıflandırma için Soil Survey Staff (1999) kullanılmıştır.

Profillerden alınan toprakların katalaz aktivitesi (EC1.11.1.6) Beck (1971) tarafından bildirildiği şekli ile volumetrik olarak belirlenmiştir. Bu amaçla, 5 gr toprak örneği üzerine 20 ml 0.2 M fosfat tampon (pH 6.8) ve 10 ml %3'lük substrat çözeltisi ilave edilmiştir. 30 dakika bekletildikten sonra, Scheibler kalsimetresinde toprak ile karıştırılan substrat çözeltisinin 3 dakika sonunda laboratuvar sıcaklığında (20°C) açığa çıkan O₂ miktarı volumetrik olarak belirlenmiştir. Her analiz 3 paralelli olarak yapılmış ve elde edilen bulgular $\mu\text{l O}_2 \text{ g}^{-1}$ kuru toprak olarak ifade edilmiştir.

SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Araştırma alanı Samsun Bafra ilçesine 5 km mesafede bulunan, yaklaşık 400 ha alanı kaplayan Örencik Köyü ve yakın çevresini içermektedir (Şekil 1). Alan, 485800E 4599650N, 487700E 4599670N, 486350E 4596090N, 485600E 4598120N (UTM metre) koordinatlarında yer almaktadır. Araştırma alanı fizyografik özellik bakımından Kızılıрмаğın farklı zamanlarda getirdiği alüviyal depozitler üzerinde yer alan taban araziler ile yamaç, etek arazilerden oluşmaktadır. Bölgenin iklim şartları pek çok ürünün yetiştirilmesine uygun olmakla beraber yüksek taban suyu varlığı, tuzluluk, sodyumluk ve sulama suyu eksikliği ekilebilen bitki çeşidini ve alınabilir mahsul miktarını sınırlamaktadır. Alanda tarımsal faaliyetler içerisinde sebzeçilik ön planda yer alırken buğday, mısır gibi ürünlerde yetiştirilmektedir. Bölgenin yıllık sıcaklık ortalaması 13.6 °C ve yağış ortalaması ise 764.3 mm'dir. Yağışların büyük bir kısmı kış ve ilkbahar aylarında düşmektedir. Bu nedenle ovada, Ocak – Haziran ayları arasında taban suyu yüksektir. Alınan toprak örneklerinin bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri ile Çizelge 1 ve 2'de verilmiştir. Araştırma sonunda, açılan toprak profillerinin *Typic Ustifluent*, *Typic Haplustept* ve *Vertic Haplustept* sınıflarında olduğu belirlenmiştir.



Şekil 1. Çalışma alanı lokasyon haritası ve toprak profil yerleri

Çizelge 1. Bafra Örencik Köyü toprak serilerinin fiziksel ve kimyasal özellikleri

| Horizon | Derinlik (cm) | pH | EC (dS.m ⁻¹) | Kireç (%) | Organik Madde (%) | Toplam N (%) | Alınabilir P (mg.kg ⁻¹) |
|---|---------------|------|--------------------------|-----------|-------------------|--------------|-------------------------------------|
| <i>Elmacıdede Serisi, Typic Ustifluent</i> | | | | | | | |
| Ap | 0 – 18 | 7,66 | 1,00 | 18,62 | 1,46 | 0,13 | 45,34 |
| C1 | 18 - 39 | 7,70 | 0,67 | 17,91 | 0,84 | 0,07 | 39,50 |
| 2Ab | 39 - 68 | 7,62 | 0,79 | 17,74 | 0,94 | 0,08 | 35,49 |
| 2C1 | 68 - 87 | 7,65 | 0,74 | 23,67 | 0,64 | 0,06 | 36,95 |
| 2C2 | 87+ | 7,61 | 0,82 | 20,57 | 0,85 | 0,07 | 31,36 |
| <i>Örencik-1 Serisi, Typic Haplustept</i> | | | | | | | |
| Ap | 0 – 23 | 7,88 | 0,26 | 11,12 | 1,14 | 0,10 | 45,46 |
| Bw | 23 – 88 | 8,06 | 0,11 | 16,15 | 0,25 | 0,02 | 21,76 |
| C1 | 88 – 112 | 8,14 | 0,24 | 19,81 | 0,21 | 0,02 | 45,82 |
| C2 | 112+ | 8,24 | 0,28 | 16,03 | 0,42 | 0,04 | 26,86 |
| <i>Kızılırmak Serisi, Typic Ustifluent</i> | | | | | | | |
| Ap | 0 – 23 | 7,88 | 0,26 | 11,12 | 1,14 | 0,06 | 36,34 |
| <i>Elmacık Tepe Serisi, Vertic Haplustept</i> | | | | | | | |
| Ap | 0 – 21 | 7,83 | 0,10 | 10,98 | 0,70 | 0,14 | 26,62 |
| A2 | 21 - 50 | 7,85 | 0,21 | 11,90 | 0,59 | 0,07 | 36,10 |
| Ap | 0 – 18 | 7,67 | 0,61 | 17,29 | 1,57 | 0,03 | 15,32 |
| A2 | 18 – 50 | 7,84 | 0,31 | 19,85 | 0,79 | 0,01 | 20,18 |
| Bw | 50 – 80 | 7,96 | 0,10 | 25,97 | 0,35 | 0,01 | 10,82 |
| C1k | 80 – 119 | 7,92 | 0,37 | 35,22 | 0,17 | 0,14 | 26,62 |
| C2 | 119+ | 7,90 | 0,42 | 11,23 | 0,12 | 0,07 | 36,10 |

Çizelge 2. Bafra Örencik Köyü toprak serilerinin fiziksel ve kimyasal özellikleri

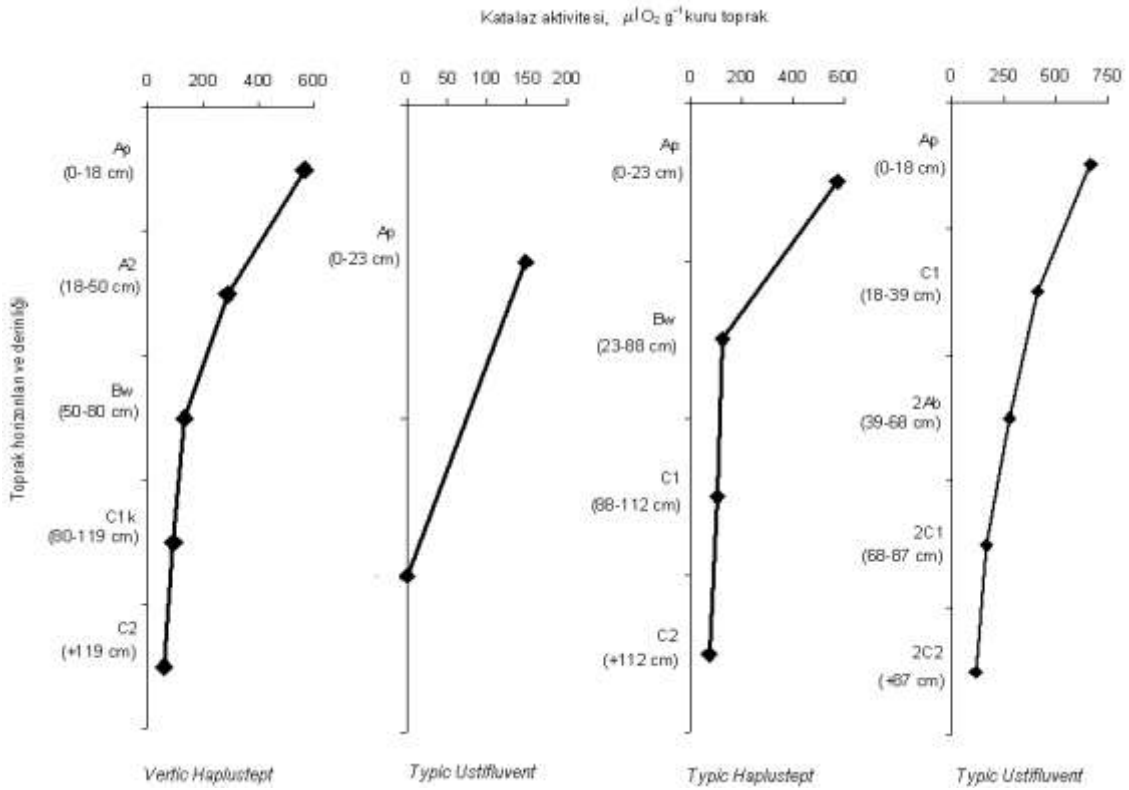
| Horizon | Derinlik (cm) | KDK (cmol.kg ⁻¹) | Değişebilir katyonlar (cmol.kg ⁻¹) | | | |
|---|---------------|------------------------------|--|----------------|------------------|------------------|
| | | | Na ⁺ | K ⁺ | Ca ⁺⁺ | Mg ⁺⁺ |
| <i>Elmacıdede Serisi, Typic Ustifluent</i> | | | | | | |
| Ap | 0 – 18 | 26,96 | 0,12 | 0,37 | 19,15 | 6,06 |
| C1 | 18 - 39 | 19,40 | 0,12 | 0,29 | 15,98 | 5,62 |
| 2Ab | 39 - 68 | 25,08 | 0,09 | 0,22 | 17,71 | 7,10 |
| 2C1 | 68 - 87 | 25,23 | 0,12 | 0,14 | 18,08 | 5,57 |
| 2C2 | 87+ | 26,51 | 0,13 | 0,15 | 18,06 | 7,59 |
| <i>Örencik-1 Serisi, Typic Haplustept</i> | | | | | | |
| Ap | 0 – 23 | 23,02 | 0,06 | 0,25 | 16,35 | 5,05 |
| Bw | 23 – 88 | 11,72 | 0,10 | 0,05 | 8,42 | 3,95 |
| C1 | 88 – 112 | 12,96 | 0,14 | 0,04 | 8,69 | 3,61 |
| C2 | 112+ | 27,91 | 0,23 | 0,08 | 21,71 | 6,76 |
| <i>Kızılırmak Serisi, Typic Ustifluent</i> | | | | | | |
| Ap | 0 – 23 | 8,46 | 0,08 | 0,12 | 6,03 | 2,03 |
| <i>Elmacık Tepe Serisi, Vertic Haplustept</i> | | | | | | |
| Ap | 0 – 18 | 35,56 | 0,12 | 0,35 | 30,61 | 5,90 |
| A2 | 18 – 50 | 32,22 | 0,21 | 0,16 | 25,06 | 7,55 |
| Bw | 50 – 80 | 32,84 | 0,17 | 0,11 | 23,81 | 8,50 |
| C1k | 80 – 119 | 39,03 | 0,14 | 0,10 | 27,56 | 11,31 |
| C2 | 119+ | 33,09 | 0,15 | 0,14 | 24,73 | 8,47 |

Açılan profillerden horizon esasına göre alınan toprak örnekleri, alkaleen reaksiyonlu (pH 7.5 – 8.5), tuzsuz (<1 dS.m⁻¹), orta kireçli (%5-15) ve fazla kireçli (%15-25), organik madde içeriği az (< %2), alınabilir fosfor içeriği yeterli (8-25 mg.kg⁻¹) veya fazla (25-80 mg.kg⁻¹)’dır. Özellikle toprak organik madde ve toplam N içeriği alt toprak derinliklerine inildikçe azaldığı saptanmıştır (Çizelge 1). Benzer şekilde Ap horizonunda değişebilir K içeriğinin alt toprak horizonlarına göre daha yüksek seviyelerde bulunduğu belirlenmiştir.

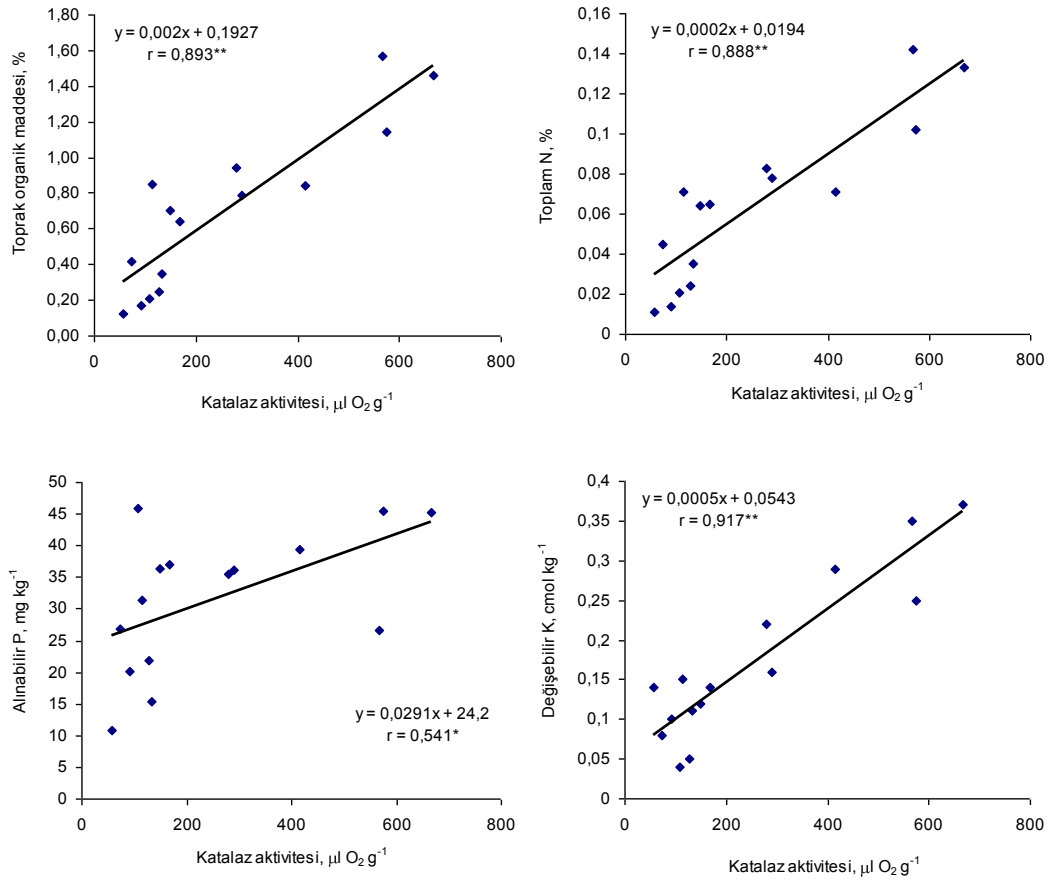
Toprak örneklerinin katalaz aktivitesi sonuçları ise Şekil 2’de verilmiştir. Toprakların katalaz aktivitesi içeriklerinin 56,04 – 667,60 µl O₂ g⁻¹ kuru toprak seviyesinde değiştiği saptanmıştır.

Elde edilen sonuçlara göre tüm toprak serilerinde alt toprak derinliklerine inildikçe toprakların katalaz aktivitesinde önemli azalmaların meydana geldiği belirlenmiştir. Katalaz aktivitesi, özellikle aerob mikroorganizmaların değerlendirilmesinde kullanılan bir indikatördür. Dolayısıyla aerobik koşulların hakim olduğu üst toprak katlarında yüksek katalaz aktivitesinin belirlenmiş oluşu beklenen bir sonuçtur. Benzer şekilde Alef ve Nannipieri (1995)’de alt toprak derinliklerine inildikçe katalaz aktivitesinin azaldığını bildirmiştir.

Toprak örneklerinin katalaz aktivitesi ile fiziksel ve kimyasal özellikler arasında istatistiksel açıdan önem taşıyan ilişkiler Şekil 3’de verilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre, katalaz aktivitesi ile toprak organik maddesi (r= 0,893**), toplam N (r= 0,888**), alınabilir P (r= 0,541*) ve değişebilir K (r= 0,917**) kapsamaları arasında istatistiksel açıdan önemli ilişkilerin bulunduğu saptanmıştır. Benzer şekilde Alef ve Nannipieri (1995) ve Kızılkaya ve ark. (2002,2004) katalaz aktivitesi ile toprak organik maddesi arasında önemli pozitif ilişkilerin bulunduğunu belirlemiştir.



Şekil 2. Bafra Örencik köyü toprak serilerinin katalaz aktiviteleri



Şekil 3. Toprakların katalaz aktivitesi ile organik madde, toplam N, alınabilir P ve değişebilir K arasındaki ilişkiler

Sonuçta, aerob organizmaların değerlendirilmesinde kriter olarak kullanılan katalaz aktivitesinin alt toprak derinliklerine inildikçe azaldığı, katalaz aktivitesini etkileyen temel toprak özelliklerinin toprak organik maddesi, toplam N, alınabilir P ve değişebilir K olduğu saptanmıştır. Dolayısıyla, topraklara yapılacak organik madde ilavesinin toprakların fiziko-kimyasal özelliklerinde meydana getireceği iyileşmeler ve topraklara N, P ve K gibi besin maddeleri girdisinin yanı sıra, katalaz aktivitesini de artıracakı düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

- Alef, K., Nannipieri, P. 1995. Catalase activity. In: Alef, K, Nannipieri, P. (Eds). Methods in Applied Soil Microbiology and Biochemistry. London: Academic Press, pp.362-363
- Beck, T., 1971. Die Messung der Katalasenaktivitat von Böden. Zeitschrift für Pflanzenernahrung und Bodenkunde 130, 68-81.
- Ekberli, İ., Kızılkaya, R. 2006. Catalase enzyme and its kinetic parameters in earthworm *L.terrestris* casts and surrounding soil. Asian Journal of Chemistry 18(3), 2321-2328.
- Garcia, C., Hernandez, T., 1997. Biological and biochemical indicators in derelict soils subject to erosion. Soil Biology and Biochemistry 29, 171-177.
- Karaca, A., Turgay, O.C. Kızılkaya, R. Haktanır, K.1996. Topraklara ağır metal (Cd, Pb) ilavesinin bazı biyolojik olaylara etkisi. Tarım-Çevre İlişkileri Sempozyumu, 13-15 Mayıs 1996, Mersin, s. 111-121.

- Kızılkaya, R., Kızılgöz, İ., Arcak, S., Kaptan, H., Rakıcıoğlu, S. 1998. Microbiological properties of soils of Harran Plain. M. Şefik Yeşilsoy International Symposium on Arid Region Soil, 21-24 September 1998, Menemen-İzmir-Turkey, p. 569-574.
- Kızılkaya, R., Hepşen, Ş. 2007. Microbiological properties in earthworm *Lumbricus terrestris* L. cast and surrounding soil amended with various organic wastes. *Communication in Soil Science and Plant Analysis* 38, 2861-2876.
- Kızılkaya, R., Aşkın, T. 2002. Influence of cadmium fractions on microbiological properties in Bafra plain soils. *Archives of Agronomy and Soil Science* 48, 263-272.
- Kızılkaya, R., Aşkın, T., Bayraklı, B., Sağlam, M. 2004. Microbiological characteristics of soils contaminated with heavy metals. *European Journal of Soil Biology* 40, 95-102.
- Soil Survey Staff, 1999. Soil taxonomy, a basic of soil classification for making and interpreting soil survey. USDA. Handbook No. 436. Washington DC. USA p. 332.
- Sürücü, A., Kızılkaya, R., Bayraklı, F., 1998. Farklı organik atıkların toprakların biyolojik özelliklerine ve topraktaki Fe, Cu, Zn, Mn ve Ni yarayışlılığına etkileri. XIV. Ulusal Biyoloji Kongresi, 7-10 Eylül 1998, Samsun, Cilt I. s. 313-323.
- Trevors, J.T., 1984. Rapid gas chromatographic method to measure H₂O₂ oxidoreductase (catalase) activity in soil. *Soil Biology and Biochemistry* 16, 525-526.
- Weetall, H.H., Weliky, N., Vango, S.P., 1965. Detection of microorganisms in soil by their catalytic activity. *Nature* 206, 1019-1021.

Yunus 90 Kanada ve Akman 98 Fasulye Çeşitlerinde (*Phaseolus vulgaris L.*) Bakteri Aşılamanın Verim ve Verim Unsurlarına Etkisi

Ümmühan KARACA*

Refik UYANÖZ**

* Dr, S.Ü. Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü Kampus/Konya

** Doç.Dr.S.Ü. Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü Kampus/Konya

Özet

Bu araştırma, sera koşullarında bazı kuru fasulye çeşitlerinde bakteri aşılamanın verim ve verim unsurları üzerine etkisinin belirlenmesi amacı ile 2008 yılında Selçuk Üniversitesi, Ziraat Fakültesinde yürütülmüştür. Çalışmada bitki materyali olarak Yunus 90, Kanada ve Akman 98 fasulye çeşitleri, aşılama materyali olarak CIAT899 (*Rhizobium tropici*) kullanılmıştır. Araştırma tesadüf deneme parselleri deneme desenine göre planlanmış ve üç tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Çiçeklenme döneminde hasat edilen örneklerde; bitki ve kök uzunluğu, nodül sayısı ve ağırlığı, % N (yaprak + yetiştirme ortamı), simbiyotik etkinlik, etkinlik derecesi ve toplam kuru madde ağırlıkları ölçülmüştür. Sonuçlara göre, aşılama fasulye çeşitlerinde; nodülasyona, azot fiksasyonuna, verim ve verim unsurları üzerine etkisi istatistikî olarak önemli ($P<0.01$ ve $P<0.05$) olduğu belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Fasulye, *Rhizobium*, aşılama, verim, verim unsurları

Effect of Bacteria Inoculation on Yield and Yield Components of Yunus 90 Kanada and Akman 98 Bean Cultivars (*Phaseolus vulgaris L.*)

Abstract

This research was conducted to determine the effect of inoculation on yield and yield components of bacteria to determine the effect of inoculation in 2008 with the aim of Selçuk University, Faculty of Agriculture under condition greenhouse. In this study, plant material, Yunus 90, Kanada and Akman 98 varieties of beans, as a inoculation material CIAT899 (*Rhizobium tropici*) were used. Randomized trial plot experimental design was planned and carried out in three replications. Flowering period, samples were harvested, plant and root length, nodule number and weight, % N (leaf + growth medium), symbiotic effectiveness, efficiency rating and total dry matter weight was measured. According to the results, inoculation bean varieties; nodulation, nitrogen fixation, as a statistically significant effect on yield and yield components ($P < 0.01$ and $P < 0.05$) were determined.

Key words: Dry bean, *Rhizobium*, inoculation, yield, yield components

GİRİŞ

Bitkisel üretimi artırmak ve protein ihtiyacını gidermek için tarım topraklarındaki azot eksikliğinin kapatılması gerekmektedir. Bunu ya kimyasal uygulamalarla ya da biyolojik azot fiksasyonunun artırılması ile mümkün olabilir. Bu yüzden ürün kalitesinin yanında insan sağlığı açısından biyolojik gübrelemeye önem verilmesi gerekmektedir.

Bitki gelişmesini ve alınan ürün miktarını sınırlayan en önemli element azottur. Canlı hücrelerin protoplazmasını ve çekirdeğini oluşturan protein ve aminoasitler azot bileşikleridir. Yüksek bitkilerin NO_3^- veya NH_4^+ iyonlarına olan ihtiyacı gayet fazla olmasına karşılık, kültüre alınan toprakların çok büyük bir kısmı azotça fakirdir. Bu sebeple, bütün dünyada azotlu kimyasal gübrelerin üretimi hızla artmakta olmasına rağmen ihtiyacın ancak 1/4'ünü karşılayacak durumdadır (Graham et al. 2002).

Biyolojik azot fiksasyonu, başlıca baklagil bitkileri ile ortak yaşam sistemi sürdüren *Rhizobium sp.* bakterileri ve sayıları yüzü aşan serbest yaşayan mikroorganizmalar aracılığı ile gerçekleşir. Baklagil *Rhizobium sp.* ortak yaşam sistemi ile tespit edilen azot tarımsal açıdan büyük önem taşımaktadır (Hansen 1994).

Karahan (1997), Trakya koşullarında Şehirli 90 bodur fasulye çeşidinde bakteri aşılama ve değişik azot dozlarının verim ve verim öğeleri üzerine etkisini araştırdığı çalışmada, bakteri aşılama koşullarında +4 kg N/da azot uygulaması ile fasulyede dekara en yüksek ve ekonomik tane verimini elde ettiğini tespit etmiştir.

Popescu (1998)’e göre, fasulyede nodül oluşturan bakterilerin azot fiksasyon aktiviteleri, toprağın besin maddeleri ve toprak reaksiyonu tarafından doğrudan etkilenmekte olup, belli bir miktara kadar uygulanan azotlu gübre nodül bakterilerinin fiksasyon kapasitelerini artırmakta ve nodül bakterilerinin en yüksek faaliyetinin ise bitkilerin çiçeklenme zamanında olduğunu yapılan çalışmalarla belirlemiştir.

Shinsanya (2002), beş *Rhizobium sp.* izolatu ile yaptığı sera denemesinde tek bir fasulye çeşidinde izolatlardan sadece üçünün iyi nodül oluşturduğunu, diğer iki izolatın ve azot uygulamasının fasulyede nodül oluşumunu olumsuz etkilediğini yaptığı çalışmada belirlemiştir. Araştırmacı; aynı zamanda, oluşan nodül sayısı bakımından da, diğer uygulamalara göre fasulyenin sadece R3254 izolatu ile aşılmasında diğer uygulamalara göre nodül sayısında önemli farklılık olduğunu belirlemiştir. Bu nodül sayısı etkinliğin ölçümü olarak daima kullanılmaktadır

Kaçar ve ark. (2004), Bursa koşullarında bazı kuru fasulye çeşitlerinde aşılama ve azotlu gübrelemenin verim ve verim unsurlarına etkisinin belirlendiği bir çalışmada, Bursa ekolojik koşullarında aşılamanın çeşitler üzerinde incelenen özelliklerde bir etkisinin olmadığı, gübre dozlarının artması ile verim ve verim komponentlerinde genellikle artışlar sağladığını ve çeşitler arasında Şahin 90 çeşidinin 9 kg/da N uygulaması ile en yüksek verime ulaşarak öne çıktığını belirlemişlerdir.

Doğan ve ark. (2007), Adana koşullarında yerfıstığı bitkisinde bakteriyel aşılama ile demir uygulamalarının nodülasyon ve bitki azot alımına etkisini araştırmışlardır. Araştırmadan elde edilen sonuçlara göre, bakteri uygulamalarının, bitkinin azot içeriğini ve nodülasyon durumlarını artırdığını göstermiştir. Demir uygulaması da nodül azot içeriğini (%) önemli derecede artırmıştır.

Bu çalışmada fasulye bitkisi çeşitlerinde bakteri aşılamanın nodülasyona, azot fiksasyonuna, verim ve verim unsurları üzerine etkisi araştırılmıştır.

MATERYAL VE YÖNTEM

Bu araştırma, sera koşullarında bazı kuru fasulye çeşitlerinde bakteri aşılamanın verim ve verim unsurları üzerine etkisinin belirlenmesi amacı ile 2008 yılında Selçuk Üniversitesi, Ziraat Fakültesinde yürütülmüştür. Çalışmada bitki materyali olarak Yunus 90, Kanada ve Akman 98 fasulye çeşitleri kullanılmıştır. Aşılama materyali olarak, Ankara Toprak, Gübre ve Su Kaynakları Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü biyolojik laboratuvarlarından temin edilen bakteri (*Rhizobium tropici* CIAT899) denemede kullanılmıştır. Araştırma tesadüf deneme parselleri deneme desenine göre planlanmış ve üç tekerrürlü olarak yürütülmüştür.

Saksılara 1 kg üzerinden 1 birim hacim toprak + 1 birim hacim kum + 1 birim hacim perlit ilave edilerek yetiştirme ortamı hazırlanmıştır. Ortama 4 kg N/da (NH₄)₂SO₄ (% 21 N), 6 kg P₂O₅/da TSP (% 45 P₂O₅), 5 kg K₂O/da K₂SO₄ (% 50 K₂O) olacak şekilde makro ve 1,25 kg da⁻¹ Fe, 3 kg da⁻¹ Mn, 0,5 kg da⁻¹ Zn, 0,25 kg da⁻¹ Cu olarak mikro element gübrelemesi yapılmıştır. Kontrol saksılarına herhangi bir gübreleme işlemi yapılmamıştır. Yetiştirme ortamı ekime hazır hale getirildikten sonra tohumlar sodyumhipoklorit ile steril edilip ekilerek bakteri aşılması yapılmıştır. Serada gece/gündüz sıcaklığı: 28/20 °C, 16 saat ışık/8 saat karanlık dönemi; bağıl nem% 40/60 arasında değişmektedir. Bitkilerin çiçeklenme dönemi sonunda hasat edildikten sonra bitkinin üst ve alt aksamında ölçümler (Bitki boyu, kök uzunluğu, nodül sayısı ve ağırlığı, bitki ve yetiştirme ortamında azot, toplam kuru madde, simbiyotik etkinlik ve etkinlik derecesi) yapılmıştır.

Denemede kullanılan toprak örneğinin; tekstür Bouyocous 1951, pH Richards 1954, EC U.S. Salinity Lab. Staff 1954, organik madde Smith ve Weldon 1941, kireç Hızalan ve Ünal 1966, toplam azot Bremner 1965, fosfor Olsen ve ark. 1954, değişebilir katyonlar Richards 1954, iz elementler Soltanpour, P. N. and S.M. Workman. 1981'e göre analizleri yapılmıştır. Denemede kullanılan toprağın bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri Çizelge 1 'de verilmiştir.

Çizelge 1. Sera Denemesinde Kullanılan Toprağın Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri

| Özellik | Değer | Özellik | Değer | Özellik | Değer | Özellik | Değer |
|-----------------------|-------|---------|-----------------|---------|-------|---------|-------|
| pH | 7.20 | Kum | 46.2 | N | 47.52 | Fe | 2.35 |
| EC (μ mhos/cm) | 428 | Silt | 22 | P | 20.22 | Cu | 1.79 |
| O. madde (%) | 1.19 | Kil | 31.8 | K | 38.5 | Mn | 42.17 |
| CaCO ₃ (%) | 21.48 | Sınıfı | Kumlu killi tın | | | Zn | 0.33 |

Tesadüf parselleri deneme deseninde kurulan sera denemesi sonucunda elde edilen verilere ait varyans analizleri yapılmış ve MSTAT-C bilgisayar programında uygulamaların önemlilik kontrolleri DUNCAN testi ile gruplandırılarak değerlendirilmiştir (Yurtsever 1984).

BULGULAR

Araştırma sonucunda, çiçeklenme döneminde hasat edilen bitkilerde; bitki boyu, kök uzunluğu, bitkide nodül sayısı ve ağırlığı, % simbiyotik etkinlik, etkinlik derecesi, bitkinin toplam kuru madde ağırlığı ile bitkinin % N değerleri incelenmiştir. Bu sonuçlara ait değerler aşağıda Çizelge 2'de verilmiştir.

Bitki boyu ve kök uzunluğuna etkisi

Serada yetiştirilen bitkilerden elde edilen bitki boyları değerleri Çizelge 2'de verilmiştir. Çizelge 2'de de görüldüğü gibi bitkilerin boyları arasındaki farka, bakteri aşılması, fasulye çeşidi ve ikisinin arasındaki interaksiyon istatistik olarak önemli bulunmuştur. Bitki boyunda en yüksek değer Kanada çeşidinden elde edilmiş olup 22.06 cm'dir. En düşük değer ise Yunus 90 çeşidinde olup 9.34 cm olarak belirlenmiştir. Kontrol ve azotlu kontrole göre aşılansız bitkilerde bitki boyu değerleri daha yüksektir.

Araştırma sonuçlarına göre fasulye çeşitlerinin aşılansız kök uzunluğu değerlerini etkilemiştir. Bu değerler 20.40–23.79 cm arasında değişmekte olup kök uzunluğuna aşılamanın istatistik açıdan önemli ($P<0.01$ ve $P<0.05$) olduğu belirlenmiştir. En yüksek kök uzunluğu 23.79 cm olup Kanada çeşidinde belirlenmiştir. En düşük değer ise 20.40 cm olarak Yunus 90 bitkisinde görülmüştür.

Nodülasyona etkisi

Söz konusu çizelge 2'de de görüldüğü gibi bitkilerin çiçeklenme döneminde hasat edilip kök bölgesindeki nodüller incelendiğinde aşılamanın fasulye çeşitleri üzerinde nodül sayısına etkisi istatistik olarak önemli ($P<0.01$ ve $P<0.05$) olduğu görülmüştür. Değerler incelendiğinde en yüksek nodül sayısı 90 adet olup Yunus 90 çeşidinde, en düşük değer ise 53 adet olup Akman 98 çeşidinde belirlenmiştir. Azotlu kontrolde çok az (7 adet) nodüle rastlanılmış olup, kontrol grubunda ise nodül tespit edilememiştir

Çizelge 2'de de görüldüğü gibi, aşılama fasulye çeşitleri arasındaki farklılıklar nodül ağırlığı yönünden istatistik olarak $P<0.01$ ve $P<0.05$ düzeyinde önemli bulunmuştur. Belirlenen bu farklılıkların önem düzeyini tespit etmek amacıyla Duncan testi uygulanmış ve sonuçlar Çizelge 2'de verilmiştir.

Değerler incelendiğinde, en yüksek nodül ağırlığı 0.41 g olarak Kanada çeşidinde belirlenmiştir. Aşılama bakımından en yüksek nodül ağırlığı aşılanan bitkilerde görülmüş olup 0.85 g’ dır. En düşük ise azotlu kontrol uygulamasında olup 0.05 g’ dır.

Azot içeriğine etkisi

Çizelge 2’nin incelenmesinden de görüldüğü gibi aşılama yapılan fasulye çeşitleri arasındaki azot değerleri farklılıklar göstermiştir. Aşılama yapılan bitkilerin azot miktarı, kontrol bitkisinin azot miktarından oldukça yüksektir. Genellikle aşılama ve fasulye çeşitleri arasındaki azot değerleri bakımından önemli farklılıklar göstermiş olup, bu farklılık da istatistik olarak önemli ($P<0.01$ ve $P<0.05$) bulunmuştur. En düşük azot değeri Kanada çeşidine ait olup % 1.7, en yüksek azot değeri ise Akman 98 çeşidinde belirlenmiştir (% 2.02).

Hasattan sonra yetiştirme ortamındaki azot miktarına aşılamanın etkisi istatistikî olarak önemli ($P<0.01$ ve $P<0.05$) bulunmuştur. Sonuçlara göre, en düşük azot miktarı 45.47 ppm olup kontrol bitkisinde belirlenmiş, en yüksek azot miktarı ise aşılama yapılan bitkilerin yetiştirme ortamında bulunmuştur (108.78 ppm). Fasulye çeşitleri arasında da hasattan sonra yetiştirme ortamına farklı miktarlarda azot kazandırmışlardır.

Simbiyotik etkinlik ve etkinlik derecesine etkisi

Rhizobium tropici ile aşılama yapılan fasulye çeşitlerinden elde edilen simbiyotik etkinlik değerleri farklı değerler göstermiş olup, bu farklılık istatistikî açıdan önemli ($P<0.01$ ve $P<0.05$) bulunmuştur. Çizelge 2’den de görüldüğü gibi simbiyotik etkinlik değerleri fasulye çeşitleri arasında değişmekte olup en düşük % 65.50 olarak Yunus 90 çeşidinde, en yüksek ise % 92.60 olarak Akman 98 çeşidinde belirlenmiştir.

Aşılama yapılan bitkilerde simbiyotik etkinlik değeri kontrol bitkilerine göre yüksek miktarda belirlenmiştir. En yüksek simbiyotik etkinlik değeri % 108.78 olarak aşılama yapılan bitkilerde bulunmuştur. Söz konusu çizelgeden de görüldüğü gibi etkinlik derecesi bakımından çeşitler arasındaki farklılığın önemli olmadığı, ama aşılama yönünden istatistikî olarak önemli olduğu belirlenmiştir. En düşük etkinlik derecesi kontrol bitkisinde % 29.34 olarak belirlenmiş olup, en yüksek etkinlik derecesi ise aşılama yapılan bitkilerde % 118.84 olarak bulunmuştur.

Toplam kuru madde miktarına etkisi

Çiçeklenme döneminde hasat edilen fasulye çeşitlerinin toplam kuru madde miktarları arasında farklılıklar olup, bu farklılıklar istatistikî açıdan önemli ($P<0.01$ ve $P<0.05$) bulunmuştur. En düşük toplam kuru madde 2.69 g olup Akman 98 çeşidinde, en yüksek toplam kuru madde ise 3.77 g olarak Kanada çeşidinde belirlenmiştir. Aşılanan bitkilerdeki toplam kuru madde miktarı kontrol bitkisine göre daha yüksek olarak belirlenmiştir.

SONUÇ VE TARTIŞMA

Sera koşullarında fasulye çeşitleri arasında aşılamanın azot fiksasyonu, verim ve verim unsurlarına etkisi istatistikî olarak önemli ($P<0.01$ ve $P<0.05$) bulunmuştur. Elde edilen sonuçlara göre, aşılama yapılan bitkiler aşılanmayan bitkilere göre daha yüksek verim değerlerine sahip olduğu belirlenmiştir. Diğer taraftan aşılama yapılması bitkilere kuru madde yönünden önemli bir etki yapmıştır.

Çizelge 2. Rhizobium tropici ile aşılanan fasulye çeşitlerinin sera denemesinden elde edilen verim unsurları

| | Uygulama | Bitki uzunluğu cm | Kök uzunluğu cm | Nodül sayısı adet | Nodül ağırlığı g | N yaprak % | Yetiştirme ortamı N mg kg ⁻¹ | Simbiyotik etkinlik % | Etkinlik derecesi % | Toplam kuru madde g |
|----------|------------|-------------------|-----------------|-------------------|------------------|------------|---|-----------------------|---------------------|---------------------|
| YUNUS 90 | Kontrol | 6.47F | 11.20dD | 0.00cC | 0.00cC | 1.41cD | 39.13cE | 0.00fG | 23.81D | 1.08fD |
| | A. kontrol | 9.00E | 23.30abcBC | 11.50cC | 0.06cC | 1.82bBC | 52.92cD | 100.03cD | 99.89C | 4.55bcB |
| | R.tropici | 12.57D | 26.70abAB | 259.33aA | 1.00aA | 2.64aA | 92.45bC | 126.88bB | 117.58AB | 5.35abA |
| KANADA | Kontrol | 17.19C | 21.33bcC | 0.00cC | 0.00cC | 1.45cD | 42.47cDE | 0.00fG | 30.18D | 1.31fD |
| | A. kontrol | 21.31B | 21.67abcC | 9.33cC | 0.11cC | 1.71cC | 100.10bBC | 53.57eF | 100.00C | 4.33cdB |
| | R.tropici | 27.69A | 28.36aA | 175.67bB | 1.12aA | 1.91bBC | 111.02abAB | 92.45dE | 131.25A | 5.68aA |
| AKMAN 98 | Kontrol | 13.61D | 19.00cC | 0.00cC | 0.00cC | 1.44cD | 54.83cD | 0.00fG | 34.03D | 1.14fD |
| | A. kontrol | 17.14C | 19.05cC | 0.00cC | 0.00cC | 1.98bB | 100.10bBC | 105.56cC | 100.10C | 3.34eC |
| | R.tropici | 19.68B | 27.39abAB | 160.67bB | 0.43bB | 2.65aA | 122.89aA | 140.07aA | 107.68BC | 3.60deC |
| ORTALAMA | Kontrol | 12.42cC | 17.18cC | 0.00bB | 0.00bB | 1.43cC | 45.47cC | 0.00cC | 29.34cC | 1.18cC |
| | A. kontrol | 15.82bB | 21.34bB | 6.94bB | 0.06bB | 1.84bB | 84.37bB | 86.39bB | 99.99bB | 4.07bB |
| | R.tropici | 19.98aA | 27.48aA | 198.56aA | 0.85aA | 2.40aA | 108.78aA | 119.80aA | 118.84aA | 4.88aA |

A. kontrol: Azotlu kontrol R.tropici: Rhizobium tropici a-f : P<0.01 A-F :P<0.05

Fasulye çeşitleri arasında azot fiksasyonu, nodülasyon ve verim unsurları arasında farklılıklar belirlenmiş olup bu farklılıklar istatistikî açıdan önemli ($P<0.01$ ve $P<0.05$) bulunmuştur. Bu farklılık bitki çeşidi ve bakterinin bitki ile olan ilişkisinde büyük önem taşımaktadır. Her bitki kendine özel bakteri istemekte ve aşılama çoğu zaman gerekli olmaktadır. Uygun bakteri ile aşıllanmış baklagillerin verimlerinin kontrol bitkisine oranla % 15 arttığı saptanmıştır (Dobereiner ve Camoela 1976).

İnokulasyonun başarısı topraktaki besin elementlerinin etkisi ile birlikte ışık, toprak reaksiyonu, sıcaklık, nem ve havalanma gibi fiziksel faktörlere de bağlı bulunmaktadır (Azkan 2002). Baklagil tarımında azotlu gübrelerin fazla kullanımı ile nodülasyon oluşumu genel olarak olumsuz yönde etkilenmekte ve bitki azot gereksinimi öncelikle dışarıdan verilen bu kaynaktan karşılamakta ve azotlu gübre uygulamasının baklagillerde hiç veya çok az nodül oluşturduğu ileri sürülmektedir (Graham ve Haris 1981).

Rhizobium bakterisinin topraktaki canlılığı ve faaliyeti için belirli faktörler gerekiyorsa, bu faktörler fasulye çeşitleri içinde geçerlidir. Aynı zamanda bakteri ile bunların birbirlerine adapte olmasında her bitkinin genotipine göre değişmektedir.

Ekolojik çalışmalarda her ne kadar kimyasal uygulamalardan uzak durulmaya çalışılsa da, hızla artan nüfusun yanında hızla azalan verimli topraklarımız ile insanların ihtiyaçlarının giderilemeyeceği son derece açıktır. Dengeli ve bilinçli bir biyolojik ve mineral gübreleme ürünün kalitesinin yanında, bu ürünle beslenen canlıların sağlığı yönünden de önem taşımaktadır. Yapılan çalışmalar sonucunda aşılama yoluyla hem kimyasal gübre (azotlu) kullanımının azaltılması hem de fasulye bitkisinde verimin arttırılabileceği bu çalışmayla belirlenmiş olup ve birçok araştırmacı tarafından da gösterilmiştir.

KAYNAKLAR

- Azkan, N. 2002. Yemelik tane baklagiller. Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders notları No:40, Bursa
- Bouyoucos Gd. 1951. A recalibration of the hydrometer method for making mechanical analysis of soil. J Agron 43: 434-438.
- Bremner, J. M., 1965. Methods of Soil Analysis Part 2. Chemical and Microbiological Properties. Ed. A.C.A. Black Amer. Soc. of Agron Inc. Pub. Agron. Series No: 9 Madison USA.
- Doğan, K., Gök, M., Coşkan, A. ve Güvercin, E. 2007. Bakteriye Aşılama ile Demir Uygulamalarının 1. Ürün Yerfistığı Bitkisinde Nodülasyon ve Azot Fiksasyonuna Etkisi. Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 2(1):35-46, 2007.
- Dobereiner, J., Camoela, A.B. 1976. In application of nitrogen fixing systems in soil management, FAO Rome.
- Graham, P. H. And S. C. Haris, 1981. Biological nitrogen fixation technology for tropical Agr. Centro international de Agr. Tropical AA 67-13, Cali Colombia. 705p.
- Graham, P.H. ve Vance, C.P. 2002. Nitrogen fixation in perspective: an overview of research and extention needs. Field Crop Research. 65, 93-106.
- Hansen, P.A. 1994. Symbiotic N_2 fixation of crop legumes university of hohenheim. Hohenheim tropical agricultural series. 248 p Germany.
- Hızalan, E. and H. Ünal, 1966. Soil chemical analysis. University of Ankara Agriculture Faculty Publics. 273, Ankara.
- Kaçar, O., Çakmak, F., Çöplü, N. ve Azkan, N., 2004. Bursa koşullarında bazı kuru fasulye çeşitlerinde (*Phaseolus vulgaris L.*) bakteri aşılama ve değişik azot dozlarının verim ve verim unsurları üzerine etkisinin belirlenmesi. Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi. 18(1): 207-218
- Karahan, A. 1997. Trakya koşullarında Şehirli-90 (*Phaseolus vulgaris L.* Namus DEKAP) Bodur fasulye çeşidinde bakteri aşılama ve değişik azot dozlarının verim ve verim unsurlarına etkisi. Trakya Üniversitesi Doktora Tezi. 51s.
- Olsen, S.R. C.W. Cole, S.S. Watanabe and L.A. Dean, 1954. Estimation of available phosphorus in soil by extraction by sodium bicarbonate. USDA Agric. Circ. 939.19p.
- Popescu, A. 1998. Contributions and Limitations to symbiotic nitrogen fixation in common bean (*Phaseolus vulgaris L.*) in Romania. Plant and Soil. 204. 117-125.

- Richards, L. A. 1954. Diagnosis and Improvement of Saline and Alkali Soils. Dept. Of Agriculture. No: 60. Washington. D.C.
- Shinsanya, C. 2002. Improvement of drought adapted tepary bean (*Phaseolus acutifolius* A. Gray var. *latifolius*) yield through biological nitrogen fixation in semi-arid SE-Kenya. Europ. J. Agronomy. 16. 13–24.
- Smith, H.W. and Weldon, M.D. 1941. A Comparasion of Some Methods For The Determination of Soil Organic Matter. Soils Sci. Soc. Amer.. Proc.. 5: 177–182.
- Soltanpour, P. N. and Workman, S.M. 1981. Use of Inductively-Coupled Plasma Spectroscopy for the Simultaneous Determination of Macro and Micro Nutrients in NH_4HCO_3 -DTPA Extracts of Soils. *Developments in Atomic Plasma Analysis*. In: Barnes R.M. (ed). USA. 673-680.
- U.S.Salinity Lab. Staff, 1954. Diagnosis and improvement of saline and alkali soils U.S. Government Handbook No: 60. Printing Office. Washington.
- Yurtsever, N. 1984. “Deneysel İstatistik Metotları” Tarım Orman ve Köy İşleri Bakanlığı. Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü Yayınları: 623. Ankara.

Parçalanma Üzerine Farklı Toprak Tiplerinin Etkileri

Ayten KARACA*

Oğuz Can TURGAY*

Shima FARASAT*

Sema KARABAĞ*

Ali Rıza TÜMER**

Emre KARACAOĞLU**

*Ankara üniversitesi, Ziraat Fakültesi toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Ankara

** Hacettepe Üniversitesi Adli Tıp Anabilim Dalı, Ankara

Özet

Postmortem interval (PMI) olarak ifade edilen, ölüm sonrası geçen sürenin tespiti özellikle adli olaylarda, kuşkulu ve doğal olmayan ölümlerde önem taşımaktadır. Postmortem (PM) dönemde meydana gelen otoliz ve çürüme; ortam sıcaklığı, cesedin açıkta ya da gömülü olması ve bunun gibi birçok etkenlere bağlı olarak değişiklikler göstermektedir. Son yıllarda adli tıp olaylarında PM döneminde çürüme üzerine toprak faktörlerinin etkisi ile ilgili çalışmalar yoğunlaşmış ve adli Toprak Bilimi adı altında bir bilim dalı ortaya çıkmıştır.

Bu bildiriye, çürümeye bağlı olarak farklı bünyedeki toprakların bazı fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerinde meydana gelen değişiklikler üzerinde durulacak ve adli bilimler sahasında “Adli Toprak Bilimi”nin de tanıtımı yapılacaktır.

Çalışmada farklı toprak bünyelerinde bulunan cesetlerde çürüme sürecinin değişik olup olmayacağı ve çürümeye bağlı olarak toprakların fizikokimyasal ve biyokimyasal özelliklerinin etkilenme derecelerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla kumlu, killi, tınlı ve organik olmak üzere 4 farklı toprak bünyesi kullanılmıştır. Çalışmada kullanılan kum, organik toprak ve tın örnekleri Adapazarı-Akgöl bölgesinden temin edilmiştir. Killi toprak materyali olarak ise deneme sahasında bulunan materyal kullanılmıştır. Çalışma alanı olarak Ankara - Kazan ilçesinde bulunan 400 metre karelik bir alan seçilmiştir.

Çalışmada çürüme sürecini incelemek için 48 adet domuz kadavrası (doku olarak adlandırılacaktır) 12'şerli 4 gruba ayrılarak içerisinde organik, tınlı, killi ve kumlu toprak yerleştirilmiş olan 40x40x50 cm'lik çukurların ortasına yerleştirilmiştir. Açılan çukurların iç yüzeylerini, su geçişini engellemeyen ancak toprak türlerinin birbirine karışmasını önleyen koruyucu tüllerle kaplanmıştır. Çalışmada kullanılan toprakların başlangıç özelliklerinin belirlenmesinin yanı sıra, denemenin kurulmasından 3 ve 6 ay sonrasında çukurlar açılarak dokunun üstünden (0-15cm) ve altından (15-30cm) toprak örneklemeleri yapılmıştır. Alınan toprak örneklerinde pH, EC, kireç, N, organik madde, üreaz, fosfataz ve beta glukosidaz enzim aktiviteleri ile karbondioksit çıkışı (solunum) analizleri yapılmıştır. Ayrıca her bir çukurda bulunan dokular fotoğraflanmış ve Adli Tıp uzmanları tarafından analiz edilmek üzere toplanmıştır. Çalışmada bunlara ek olarak Entomoloji uzmanı tarafından her bir çukurda bulunan böcekler toplanarak incelenmeye alınmıştır. Bu çalışmada sadece toprak özelliklerindeki değişimlere ait sonuçlar verilecektir.

Araştırma sonucuna göre; toprakların en yüksek solunum aktivitesi organik topraklarda onu tınlı ve killi topraklar takip etmiştir. En düşük toprak solunum aktivitesi ise kumlu toprakta belirlenmiştir. Organik topraklar hariç diğer toprak bünyelerinde kontrol topraklarının üst katmanından alınan toprakların enzim aktivitesi alt toprak katmanından alınan toprakların aktivitesinden daha yüksek bulunmuştur. Buna karşın doku bulunan bütün toprakların alt kısmından alınanlarında enzim aktivitesi, dokunun üstünden alınan toprak örneklerindeki göre yüksek bulunmuştur.

Toprakların organik madde, azot, EC ve kireç kapsamı toprakların biyolojik özelliklerine paralel sonuçlar göstermiş, dokunun altından alınan topraklarda daha yüksek değerler belirlenmiştir. Toprakların pH değerleri ise tam tersi sonuç göstermiş, doku altından alınan topraklarda pH üst katmana göre düşük bulunmuş (istatistiksel olarak önemli değil) ayrıca dokunun ortamda bulunmasına bağlı olarak özellikle kumlu topraklarda pH azalma göstermiştir. Toprak pH'daki düşüşün sebebi olarak ise dokunun parçalanması süresinde ortama amonyum sızmasının neden olabileceği, pH'daki azalmanın belirgin olarak kumlu topraklarda olması buna karşın killi ve organik toprakların pH'sının

bundan etkilenmemesinin temeldeki nedeni ise bu toprakların yüksek tamponlama kapasitesine sahip olmasındandır. Toprakların organik madde ve azot kapsamları ile en yüksek biyolojik aktivite ve doku çürümesi benzer şekilde tınlı, organik ve killi (genel olarak bu sırayla) topraklarda meydana gelmekte, toprak bünyesine bağlı olarak temel toprak özellikleri ile biyolojik aktiviteler arasında doğrusal ilişki bulunmaktadır.

Bu çalışma ile farklı toprak bünyelerinin domuz kadavrasının çürüme süreci üzerine etkilerinin çok farklı olabileceğinin yanı sıra; toprakta domuz kadavrası vb doku materyallerinin bulunmasının toprağın bazı özelliklerini etkileyerek değiştirdiği sonucuna varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Adli toprak bilimi, Parçalanma, Toprak tipi, Toprak enzimleri, CO₂ Solunumu

Effects of Different Types of Soil on Decomposition

Abstract

Decomposition, a postmortem process including autolysis and putrefaction, is affected many factors (e.g. humidity, microbial activity, soil properties).

The purpose of this study is to show importance of soil type in decomposition process, in particular estimating postmortem interval. Changes occurred in two intervals (3 and 6 months) were evaluated using 32 *Sus scrofa* limbs as burying in four different types of soil (loamy, clayey, sandy and organic). The extremities in all soils lost weight over time; however, mass loss was greater in loamy and organic in both intervals.

It was found accordance between findings of soil analysis and mass loss. In addition, Coleoptera species were identified in all soils, in both intervals.

Key Words: Forensic soil science, Decomposition, Soil types, Soil enzymes, CO₂ Evaluation

Avrupa Birliği Su Çerçeve Direktifi Kapsamında Sürdürülebilir Su Kalitesi Yönetimi

İsmail TAŞ*

Fatma ÖZKAY**

Suat AKGÜL**

*Harran Üniversitesi Ziraat Fak. Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü, Şanlıurfa

**Toprak Gübre ve Su Kaynakları Merkez Araştırma Enstitüsü, Ankara

Özet

Su, yaşamın en başta gelen temel unsurlarından birisidir. Dünyanın alansal olarak $\frac{3}{4}$ 'ü sularla kaplı olmasına karşılık ancak bu miktarın sadece % 2.6'sı tatlı sulardan oluşmaktadır. Söz konusu bu oranın da büyük bölümü kutuplarda buzul olarak bulunmaktadır. İnsanoğlunun en temel haklarından bir tanesi de içmeye elverişli suya sahip olma hakkıdır. Bu durum dikkate alındığında, ihtiyaç duyulan suyun sağlıklı, güvenli ve sürdürülebilir bir şekilde sağlanması için gerek ulusal gerekse uluslararası yasal düzenlemelere ihtiyaç vardır. Ülkemizin yıllardır katılmak için çaba harcadığı Avrupa Birliği'nin su kalitesi alanındaki yasal düzenlemeleri Su Çerçeve Direktifi (SÇD) ile oluşturulmuştur. Yapılan yasal düzenlemeler ile tüm toplulukların suya, her hangi bir açıdan sorun teşkil etmeyecek şekilde ulaşabilmesinin yanında kaynakların hem niteliksel hem de niceliksel bakımdan korunabilmesine yönelik olarak önemli yasal yaptırımlar gerçekleştirilmiştir. Söz konusu düzenlemeler ve çıkarılan yasalar yardımıyla tüm topluluk üyelerinde, bütünleşik havza yönetimi oluşturulmaktadır. Burada amaç su ile etkileşimdeki tüm sektörlerin bir bütün olarak değerlendirilmesi ve yapılacak çalışmalarda bunun göz önüne alınmasıdır.

Bu çalışmada, yaşamın devamlılığı için gerekliliği hiçbir suretle tartışılmayan suyun sağlıklı, güvenilir ve sürdürülebilir bir şekilde sağlanmasının yanında su kalitesi yönetiminin SÇD ile nasıl sağlanabileceği irdelenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Su kalitesi, sürdürülebilirlik, su çerçeve direktifi

Sustainability of Water Quality Management in the Context of EU Water Framework Directive

Abstract

Water is one of the fundamental components of life. About $\frac{3}{4}$ of the world surface is covered by water, however only %2,6 of this amount is fresh water. A big portion of this fresh water is present at poles. One of the fundamental rights of the human being is, with no doubt, the right to have clean and drinkable water. For this purpose, both national and international legal regulations are necessary in order to secure the needed water healthfully, safely and sustainably. Legal regulations of European Union, which Turkey has been spending effort for years to be a full member, on water quality are formed under Water Framework Directive. Within this scope, in addition to the regulations allowing the access of all communities to water without encountering any problem, a series of laws and acts that secure the qualitative and quantitative conservation of resources have been put into force. With the help of these regulations and laws, an integrated watershed management is being developed in the members of the European Union. The aim of the integrated watershed management is to consider all the interactive water-user sectors as a whole and to implement studies accordingly.

In this study, water quality management will provide with Water Framework Directive, which are necessary for forever securing healthy, safe and sustainable water, which its necessity for life can not be argued, were discussed.

Keywords: Water quality, sustainability, Water Framework Directive

GİRİŞ

Yaşamın dolayısıyla da medeniyetlerin kurulmasında temel kaynak sudur. Bütün büyük uygarlıklar su kenarında kurulmuştur. Su kaynaklarının içme-kullanma, sulama, enerji üretimi gibi pek çok farklı amaç için geliştirilmesi, suyun ülkelerin kalkınmasında vazgeçilmez bir yer edinmesinde büyük bir rol oynamaktadır. Teknolojik gelişmeler, su kaynaklarından maksimum faydanın sağlanmasına aracı olmanın yanında su kirliliğini de gündeme getirmiştir. Su kirliliğinin giderek ürkütücü boyutlara ulaşması, ülkeleri bu konuda ciddi önlemler almaya zorlamıştır. Buna bağlı olarak da pek çok yasal düzenleme gerçekleşmiştir. 1951’de Avrupa Kömür ve Çelik Topluluğu ile temelleri atılan ve 1991 Maastricht Antlaşması ile kurulan Avrupa Birliği’nde su kaynaklarının korunması ve yönetimine ilişkin mevzuat AB mevzuatı içerisinde çok önemli bir yer tutmakta olup, bu alanda yirmiden fazla direktif bulunmaktadır. Bu direktifler arasında en önemlisi ise 23 Ekim 2000 tarihli ve 2000/60/EC sayılı “Su Çerçeve Direktifi”dir. Söz konusu direktifte her hangi bir su kaynağının yönetimi, sınır koşulları, kullanım stratejileri, kalite standartları ve olası değişimler, oluşan atık suyun kontrolü gibi birçok konuya ilişkin yasal düzenlemelere yer verilmektedir.

Kullanılan suyun kalitesi tüm canlı formları için çok önemlidir. Çok sayıdaki canlı türü sudaki kirlilik yüküne bağlı olarak hayati faaliyetlerini güçlüklerle sürdürebilmekte zamanla da yaşamlarını yitirebilmektedir. Örneğin bazı su yosunu türleri su kirliliği sonucunda üremelerinde seçicilik göstermektedirler. Son yıllarda tüm dünyada hemen hemen bütün sektörlerde su kalitesi giderek en çok üzerinde durulan konulardan bir tanesi olmuştur. Halen patojenik mikroorganizmalar en önemli kirlenici öge olma özelliğini sürdürmesine karşılık giderek artan endüstrileşme, hatalı endüstriyel yerleşim, aşırı gübre ve pestisit kullanımına bağlı olarak su kaynaklarının kimyasal kirlenmesi de giderek artmaktadır. Son çeyrek asra bakıldığında tüm gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerde suyun kimyasal açıdan izlenmesinin giderek patolojik açıdan olan izlenmesine paralel ve aynı sıklıkta yapıldığı görülmektedir. Bilindiği gibi bir su kaynağı hangi amaçla kullanılırsa kullanılsın muhakkak kalite parametrelerine bakılır. Uzun süre kullanılması durumunda olası olumlu yada olumsuz şartlar ve bunlara karşı alınması gerekli tedbirler suyun kalitesiyle doğrudan ilişkilidir.

Su kalitesi kriterleri ile su kalitesi standartları arasında ayırım yapmak çok önemlidir. Kriterler suyun güvenli olarak kullanımını sağlayan ve suyun kalitesini bozan değişik maddeler üzerinde getirilen kalitatif ve kantitatif sınırlamalardır. Standartlar ise, bu kriterlerle beraber belirli kullanım amaçlarını ve kalitesini koruyabilecek şekilde planlanmış gerekli arıtmalar ile denetim yollarıdır. Kriterler bilimsel kararlardır, standartlar su kullanımlarında uyulması gereken kuralları kapsayan uygulanabilir açıklamalardır. Kriterler ancak yeni bilimsel veriler elde edildikçe değişebilir. (Güler ve Çobanoğlu, 1997). Kriterler belirli koşullar altındaki değişimleri ve bazı faktörlerin birbirleri ile olan etkileşimlerini de göz önünde bulundurur. Diğer taraftan, standartlar daha statik olup, çoğunlukla etkenlerin, istatistiksel değişme miktarları için açıklama yapmaksızın normal sonuçlarını veya etkenlerini gösterirler. (Güler ve Çobanoğlu, 1994).

Yapılan bu çalışma da SÇD kapsamında su kalitesi yönetimine ilişkin yasal düzenlemeler değerlendirilecektir.

SU ÇERÇEVE DİREKTİFİ

Türkiye’nin girmeyi hedeflediği Avrupa Birliği üye ülkeleri Şubat 1996’da, suyun gelecekte entegre olarak düşünülmesi için görüş birliğine varmışlardır. Bu bağlamda suyla ilgili tüm yönetmenlikler ve diğer düzenlemeler tek bir yasal düzenlemenin altında toplanmış ve adı da Su Çerçeve Direktifi olmuştur. SÇD, AB çapında entegre su yönetimine bir çerçeve oluşturmak amacı ile varolan diğer direktiflerin birleştirilmesinin yanında, yeni yasal düzenlemelerde eklenerek 22 Kasım 2000 tarihinde yürürlüğe girmiştir. En önemli yeni düzenleme nehir havzası yönetimidir. Nehir havzası yönetiminde havza sınırları dikkate alındığında farklı ilçe, il, bölge ve hatta ülkeler arası işbirliğinin gerekliliği ortaya çıkmaktadır. Yapılan düzenlemelerle birlik ülkeleri arasında koordinasyonun ve işbirliğinin sağlanması amaçlanmaktadır.

Su Çerçeve Direktifinin Hedefler

Suyun, korunması ve savunulması gereken bir kamu kaynağı olduğu düşüncesiyle SÇD'nin hedefleri aşağıdaki gibi sıralanabilir (Anonim, 2010a.);

- a) Sucul ekosistemler ve bunlara bağlı diğer ekosistemlerin daha fazla tahribatını önlemek;
- b) Sucul çevrenin iyileştirilmesi;
- c) Varolan su kaynaklarının uzun vadeli korunması temel alınarak sürdürülebilir kullanımı teşvik etmek;
- d) Yeraltı suyu kirliliğini azaltmaktır.

Çevresel hedefler yüzey suları, yeraltı suları ve koruma alanları için belirlenmiştir. SÇD hedeflerine 22 Kasım 2015 tarihine kadar ulaşılması beklenmektedir. Nihai tarih 2027 olarak dile getirilmektedir.

Kurumsal Çerçeve

Türkiye'de su yönetiminin başlıca problemi (kurumlar arası) işbirliği ve koordinasyon eksikliğidir. Su Yönetimi Ulusal Platformu 2002 yılında bu eksikliği gidermek amacı ile kurulmuştur. Su Yönetimi Ulusal Platformu Protokolü'nde de belirtildiği üzere, Platform aşağıdaki kurumlardan oluşmaktadır (Anonim, 2010a.):

- Devlet Su İşleri (DSİ);
- Çevre ve Orman Bakanlığı;
- Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı;
- Sağlık Bakanlığı;
- Turizm Bakanlığı;
- Devlet Planlama Teşkilatı;
- Avrupa Birliği Genel Sekreterliği;
- Ulusal Platformun çalışması sırasında belirlenecek diğer devlet kurumları.

Yukarıda bahsedilen Bakanlıklar, Ulusal Platform yolu ile sağlanan işbirliğinin devamı konusunda fikir birliğine varmışlardır.

Çevre ve Orman Bakanlığı su kalitesi (politikaların belirlenmesi, su kalite standartları, izleme, izin ve yaptırımlar) konularında ana sorumluluğu alacaktır. DSİ su kalitesi yönetiminden sorumlu olacaktır. Politikaların ve aktivitelerin koordinasyonu Ulusal Platform sayesinde sağlanacaktır. Bu yüzden Ulusal Platformun bir diğer görevi de Türkiye Entegre Su Yönetim Planının koordineli bir şekilde oluşturulması olacaktır. DSİ'nin Ulusal Platformun liderliğini ve ev sahipliğini yapması konusunda görüş birliğine varılmıştır. Çevre ve Orman Bakanlığı Ulusal Platform toplantılarının hazırlanmasından (gündemin, toplantı tarihleri, tartışma konularının belirlenmesi) sorumlu olan hazırlık grubuna başkanlık edecektir. Ulusal Platform aktivitelerini daha detaylı sürdürebilmek için, katılımcı kurumlardan oluşan birçok çalışma grupları kurulacaktır. Kurulması planlanan gruplar aşağıdaki gibidir (Anonim, 2010a.):

1. İdari Organizasyon Çalışma Grubu (planlama, izinler ve yaptırımlar): bu grup farklı kurumların yetki ve sorumluluklarının açık bir şekilde belirtilip öncelikli konuların ortaya konulduğu Ulusal Su Yönetim Planını hazırlamalıdır. Bu görev AB su direktiflerinin Türk mevzuatına uyumunu da içermektedir;

2. *Kamuoyu Bilinçlendirme Çalışma Grubu*: kamuoyu bilinçlendirmesi için gerekli yasal düzenlemelerin geliştirilmesinden sorumlu olacaktır;

3. *Ekonomik Analiz Çalışma Grubu*: Türkiye için göreceli olarak yeni sayılan AB ekonomik ilke ve gereklilikleri konusunda çalışacaktır. Bu grup ayrıca, AB su mevzuatının tam olarak uygulanmasının finansal önemi konusunda bir ekonomik analiz projesi hazırlayabilir;

4. *Bilginin Yayılması ve İzleme Çalışma Grubu*: En son Ulusal Platform toplantısında farklı bakanlıkların izleme olanaklarının koordineli olarak kullanılmasının getirileri ve bunun potansiyeli konusunda bir görüş birliği oluşmuştur. DSİ veri tabanının kullanılması önerisi kabul edilmiştir. Çalışma grubu daha sonra farklı bakanlıkların verilerinin bu veri tabanına nasıl aktarılacağı konusunda çalışacaktır.

5. *Nehir Havza Bölgeleri ve Uluslararası Koordinasyon Çalışma Grubu*: Bu grubun ana sorumluluğu havza ve havza bölgesi düzeyinde görev ve yetkilerin tanımlanması olacaktır. Ayrıca birçok havza bölgesi uluslararası olduğundan bu grup uluslararası işbirliği konularına da değinmelidir. Yunanistan ve Bulgaristan haliz hazırda böyle bir işbirliği ortamı geliştirdiklerinden dolayı bu çalışmalara batı sınırından başlamak edinilen tecrübeyi öğrenmek açısından önemli olacaktır ve daha sonra burada edinilen tecrübe doğu sınırı ülkeleri ile de kullanılabilir.

Nehir havzası yönetimi

SÇD'nin önemli bir kavramı da bütünsel nehir havzası yönetimidir. Bütünsel yaklaşım; farklı tip ve formdaki suların, arazi ve su kaynakları ilişkisi içerisinde değerlendirilmesi, doğal sınırlamaları, sosyal ve ekonomik ihtiyaçları ve de politik ve idari süreçleri havza bazında entegre etmektir. Nehirlerin ve havzalarının sadece su miktarı değil, tüm yönleri ve kaynakları ile tanınması ve böylelikle daha tutarlı yönetim kararlarının verilmesinin yanında şimdiki ve gelecek kuşaklar için çok yönlü kullanımlarının devam ettirilmesi hedeflerini kapsamaktadır.

SÇD, her bir nehir havzası için Nehir Havzası Yönetim Planı (NHYP) oluşturulmasını zorunlu kılmaktadır. Söz konusu NHYP birçok analiz sonucunda ortaya çıkmakta ve 2015'de iyi duruma ulaşmak için alınması gereken önlemleri göstermektedir. Nehir havzası yönetimi yaklaşımının önemli bir diğer yanı da su yönetiminin farklı bir şekilde organize olmasıdır. Nehir havzasının sınırları genellikle idari sınırlar ile örtüşmemektedir. Bunun yanında su yönetimi ile ilgili yetkiler birçok organizasyon arasında paylaşılmış durumdadır. Bu durum, su yönetimi ile ilgilenen organizasyonlar arasında, idari ve organizasyonel sınırlar arasında, işbirliği mekanizmasının gelişmesini gerektirmektedir. Su Çerçeve Direktifinin temel yapısını, Direktif hedeflerine ulaşmada temel araç olarak ortaya konulan bütünlük havza yönetimi oluşturmaktadır. Buna göre; iç sular, geçiş suları, kıyı suları, belirlenecek havzalarda tanımlanacak ve yönetimleri havzalar bazında sürdürülecektir (Anonim, 2010a.).

Havza yönetim modeli incelendiğinde gerçekleştirilmek istenilen temelde sürdürülebilir bir su kullanımı için gerekenlerin yasal düzenlemelerle zorunlu kılınarak birlik üyesi ülkelerin karşılaşması muhtemel su krizlerini önlemektir. Bunun sağlanabilmesi içinde öncelikle su kaynakları tipine göre gruplandırılmaktadır. Sonrasında her bir grup için referans durum belirlenecektir. Yapılacak izlemelerle mevcut durum saptanacak, olası eğilimler farklı senaryolarla çalıştırılarak gelecekte karşılaşılması muhtemel durumlar tahmin edilmeye çalışılacaktır. Hiçbir değişimin olmadığı koşulda belirlenen yıla ilişkin olarak bir takım yaklaşımlarla su sistemi üzerindeki insan etkisinin nasıl değişeceği kestirilecektir. Yapılacak etki analizleriyle de su sistemi üzerindeki önemli baskı unsurları saptanacaktır. Son aşamada da söz konusu baskı unsurları mali uygunluk açısından değerlendirilerek alınması gerekli tedbirler programı oluşturulacaktır.

SU ÇERÇEVE DİREKTİFİ VE TARIMSAL SU KULLANIMI

Tarımda sulama suyunun sürdürülebilir olmayan şekilde etkin olarak kullanılmamasından kaynaklı toprak tuzluluğu ve drenaj suyu gibi bazı çevresel sorunlar oluşabilmektedir. Sulama uygulamalarıyla, tarımsal üretim arttırılırken; kaynak kaybının yanı sıra, çevreye zarar verilmekte ve doğal dengenin

bozulmasına da sebep olunmaktadır. Yanlış sulama uygulamalarıyla drenaja, yeraltı su seviyesinin düşmesine ve aynı zamanda da bir çok türün yaşam alanı olan sulak alanların tahrip edilmesine neden olunabilmektedir. Sulak alanların yok olmasıyla birlikte sazcılık, balıkçılık ve tarım gibi doğrudan gelir kaynaklarının yanında; sulak alanların yeraltı sularını beslemesi ve doğal arıtım gibi önemli ekonomik katkılar da ortadan kalkmaktadır. Öte yandan, pestisitler, gübre kullanımından kaynaklı nitratlar yeraltı sularına sızarak veya yüzey akışıyla kaynak kirliliğine neden olmaktadır. Türkiye’de her yıl kurak ve yarı kurak iklim bölgelerinde hatalı sulama uygulamaları, drenaj yetersizliği ve kalitesiz sulama suyu ile sulanan tarım alanlarında önemli miktarda araziler tuzluluk yada alkalilik nedeniyle kullanılamaz hale gelmektedir (Özkay ve ark., 2008). Erozyonla taşınan sedimentler su kaynakları ve sulak alan ekosistemleri üzerinde olumsuz etkilere neden olabilmektedir. Ancak tarımın, su kaynakları ve bağlantılı ekosistemler üzerinde olumlu etkileri de bulunabilmektedir. Yüksek ve engebeli arazilerde, tarımsal faaliyetler, taşkınların ve heyelanların önlenmesine, su akışının hızını azaltarak mansaptaki yüzey sularının akış rejimlerinde olumlu etkilere sahip olabilirler. Belirli tarımsal uygulamalar, toprakta organik madde oluşumuna katkıda bulunabilmektedir.

Ülkesel boyutta AB standartlarına uygun ve entegrasyon sorunu oluşturmayacak tarım politikaları ve bunların uygulanması için gerekli yaptırımların ve yasal zorunlulukların oluşturulması gereklidir. Tarım, su ve çevre politikaları birbirleriyle uyum içerisinde ve birbirlerini destekleyen ve tamamlayan özelliklere sahip olmalıdır. Tarımsal sulamalarda özellikle tasarruf sağlayan sistemlere geçilmeli ve gerekli destekler sağlanmalıdır. Doğru bitki deseni ve üretim planlamalarıyla hem verim hem de kalite artışının sürdürülebilir olması için üretim modelleri geliştirilmeli ve bunun uygulanması için gerekenler gerek üretici gerekse kurum ve kuruluşlarca yapılmalıdır. Sulamaya ilişkin altyapı projelerinin fayda-maliyet analizleri yapılmalı. Analizlerde ekosistem ihtiyaçları ve iklim değişikliği konuları göz önüne alınmalıdır.

AB’ye uyum sürecinde daha öncede dile getirildiği gibi tarım ve çevre konuları birlikte ele alınmalıdır. Türkiye, 1998 yılında tarım, çevre ve sürdürülebilir kalkınma konularının entegrasyonu için uygun stratejiler direktifini (çevrenin tarıma entegrasyonu ve Agro-çevre göstergelerinin geliştirilmesi için taahhütler) ve 1999 yılında da sürdürülebilir tarım için gerekli direktifleri kabul etti. Sonrasında AB’ye tam üye olmamız durumunda da Su Çerçeve Direktifi kabul edilecektir. Bu kapsamda tüm su kaynaklarını (yüzey ve yeraltı suları) “iyi durum” a getirebilmek için ;

- i) Su kaynaklarının yönetiminde Havza Ölçeğinin dikkate alınması,
- ii) Suyula doğrudan ilişkisi olan tüm sektörlerin suya ilişkin kararlarda katılımın artırılması
- iii) Ekolojik kalitenin sağlanması
- iv) Sürdürülebilir su kullanımının sağlanması
- v) Kirliliğin önlenmesi
- vi) Suyu adil bir fiyatlandırma politikasının gerçekleştirilmesi gereklidir.

Söz konusu bu koşulların sağlanması da Entegre Havza Yönetimini (EHY) kapsamaktadır. EHY ile yüzey ve yeraltı sularının miktar, kalite ve ekolojik anlamda toplumun ihtiyaçları dikkate alınarak çoklu bir bakış açısıyla hidrolojik havza ölçeğinde düşünülmesidir.

Tarımsal faaliyetlerden kaynaklanan en önemli kirlilik kaynağı hiç şüphe yok ki Nitrat kirliliğidir. 1991 yılında AB tarafından Nitrat Direktifi hazırlanmıştır. Anılan direktifin 3 temel hedefi bulunmaktadır. Bunlardan ilki tarımsal kaynaklardan oluşan nitratların yarattığı su kirliliğini azaltmak, ikinci olarak, kaynağın daha fazla kirlenmesini önlemek ve son olarak da su kalitesinin izlenmesinin sağlanmasıdır.

SÇD altındaki önlemler

SÇD uyarınca üye ülkeler, uygun olduğu durumda, yetkili havza idaresi tarafından koordine edilmesi gereken, havza yönetim planı çerçevesinde önlemler (temel önlemler ve yardımcı önlemler) belirleyecektir. Tarımla ilgili temel önlemler şöyle sıralanabilir (Anonimus, 2011):

- i. Topluluk mevzuatı gereği olan önlemler (örneğin Nitrat Direktifi altındaki, gübre kullanımı ile ilgili eylem planları ve İyi Tarım Uygulamaları)
- ii. Verimli ve sürdürülebilir su kullanımı
- iii. İçme sularının korunması
- iv. Su çekimlerinin kontrolü
- v. Su ile ilgili hizmetlerin maliyetlerinin karşılanması
- vi. Yayılı kaynaklardan kirletici girişinin önlenmesi ve kontrolü
- vii. İyi ekolojik duruma ulaşmayı sağlayacak bir hidromorfolojik durumun sağlanması.

Su Kalitesinin Yönetimi

Avrupa Birliği, Avrupa'nın su kaynaklarını bir bütün olarak düşünmekte ve 1970'li yıllardan beri bu konuda kararlar almaktadır. Avrupa'da bir çok nehir, birkaç ülke tarafından ortak kullanılmaktadır. Yine denizler için aynı özellik geçerlidir. Bu yüzden bir ülke tarafından oluşturulan kirlenme, diğer ülkeleri de etkilemektedir. Bu bağlamda ortak stratejiler belirlemek Avrupa ülkeleri için bir gereklilik haline almıştır. AB, Avrupa ülkelerinin su kalitesini korumak amacıyla içme sularının kalitesini, yüzeysel suların, yeraltı sularının ve denizlerin kullanım koşullarını, tehlikeli maddelerin deşarj esaslarını, şehir atık sularının uzaklaştırılma esaslarını belirleyen direktifler başta olmak üzere bir çok konuyla ilgili karar almıştır. Bu kararlarda öncelikle, kararın alınmasının nedenleri sıralanmakta, gerekliliği açıklanmakta, daha sonra üye ülkelerin bu karara ne kadarlık bir sürede ve nasıl uymaları gerektiği belirtilmektedir. Kararlara bağlı eklerde su kalitesi ile ilgili standartlar, ölçüm yöntemleri ve uygulanacak teknolojiler belirlenmiştir. Avrupa topluluğu üye ülkelerden belirli sürelerle (Bu süre kararın niteliğine bağlı olarak değişmektedir) kararlara ilgili gelişmeleri, mevcut su kaliteleri için aldıkları önlemleri, ve hedefleri gösterir raporlar istemektedir. Standartlara uyum konusunda üye ülkeler bölgesel veya doğal koşullara bağlı olarak zorluk çektiklerinde, durumu AB alt komisyonuna bildirirler. Komisyon konseye danışarak bu durum karşısında ne yapılacağı hakkında yol gösterir. Bunların dışında AB, uluslararası anlaşmalara da katılmakta ve ilgili üye ülkelerinde bu anlaşmalara katılmasını sağlamaktadır. AB, çevre ile ilgili genel hedeflerini belirli zaman aralıklarıyla oluşturduğu çevre eylem programları çerçevesinde belirlemektedir. Bu eylem programlarından beşinci eylem programının en önemli hedeflerinden biri sürekli ve sağlıklı bir su kaynakları yönetimidir. Bu programda su miktarı ve kalitesi ile ilgili uzun vadeli amaçlar belirlenmiştir. AB, 1970'lerden beri aldığı bütün kararları 1994 yılında bir araya getirerek yeniden düzenlemiştir. Bu düzenleme ile yapılması gereken yenilikleri ve eksik kısımları belirlemeye çalışmış, gelişen teknolojiye uyum gerekliliğini bir kez daha vurgulamıştır (Kocamaz Alkaş, 2011).

SÇD'de gerek yüzey suları gerekse yer altı sularının kalite yönetimi için bazı düzenlemeler gerçekleştirilmiştir. Bunlar genel hatlarıyla aşağıdaki şekilde sıralanabilir.

Yüzey suları: Yüzey suları için çevresel hedefler iki parçadan oluşmaktadır (Anonim, 2010a):

1. "İyi ekolojik duruma" ulaşmak. (bu hedef tüm yüzey suyu kütleleri için geçerlidir)

2. “İyi kimyasal durum”.(bu hedef havzadaki tüm yüzey suları ve kıyıda 12 millik alanda deniz için geçerlidir. Hedef, öncelikli maddeler, var olan Avrupa yönetmeliklerinde çevresel kalite standartları (ÇKS) belirlenen maddeleri içermektedir.

Yeraltı suları: SÇD yeraltı suları için iki hedef belirlemiştir:

1. *Yeraltı su kütlelerinin korunması, iyileştirilmesi, restorasyonu ve yer altı suyu çekimi ve beslenmesi dengesi;*

2. *Yeraltı su kirliliğinin azaltılması.*

SCD'nin amacı daha öncede dile getirildiği gibi, AB ülkelerinde 2015 yılında iyi su kalitesine ulaşmaktır. Bu maksatla sucul ortamların iyileştirilmesi ve korunmasının sürdürülebilirliğinin sağlanması için öncelikli madde (ÖM) deşarj standartlarının iyileştirilmesi ve azaltılması ve öncelikli tehlikeli maddelerin (ÖTM) kullanımının azaltılması ve/veya üretiminin bitirilmesi gerekmektedir. İyi su kalitesi durumu için hem kimyasal hem de ekolojik olarak iyi su kalitesi durumunun sağlanması gerekmektedir (Karaaslan ve ark., 2008)..

İyi yüzeysel su durumu = İyi kimyasal durum + İyi ekolojik durum

İyi yeraltı suyu durumu = İyi kimyasal durum + İyi miktar durumu

Yüzeysel ve yer altı suları için İyi kimyasal durum = ÇKS'dır.

ÇKS = LC 50 + Emniyet Faktörü

Emniyet Faktöründen maksat yıllık ortalama ve maksimum izin verilebilir konsantrasyondur. Yukarıdaki formülasyon, İngiltere Çevre ajansı tarafından kullanılmaktadır. Yıllık ortalama ve maksimum izin verilebilir konsantrasyonun belirlenebilmesi için alıcı ortamların izlenmesi gerekmektedir. Özellikle maksimum izin verilebilir konsantrasyonun tespiti için bazı toksisite içeren su kalitesi modellerinin kullanılması gerekmektedir. Amerika'da TM'nin sucul ortamlara etkisinin tayini için *Aquatox* modeli kullanılmaktadır. Ayrıca söz konusu model kirlilik azaltma programlarının sucul ortamlara etkisinin tayini için de kullanılmaktadır. SÇD çeşitli kirletici türlerini tanımlamıştır. Avrupa Birliği komisyonu ve üye ülkeler bu kirletici parametrelerin göz önüne alınması hususunda farklı roller oynamaktadır. Avrupa Birliği Komisyonu öncelikli ve öncelikli tehlikeli maddeler için ÇKS'nı tespit ederek SÇD'nin taslak direktifi olan öncelikli maddeler direktifine koymuştur. Bu direktifte yer almayan TM için ÇKS'nın üye ülkeler tarafından meydana getirilmesi gerekmektedir. Öncelikli maddeler (ÖM) ve Öncelikli Tehlikeli Maddeler (ÖTM) için meydana getirilen ÇKS'ı bütün Avrupa'da uygulanacaktır. Üye Ülkeler tarafından meydana getirilecek olan ÇKS'ı Nehir havzası bazında veya nehir havzasının bir kısmı için oluşturulacak olup, sadece belirlenen alan için uygulanacaktır. ÖM ve ÖTM dışındaki TM'ler için ÇKS'nın tespitinde aşağıda verilen adımlar izlenmelidir (Karaaslan ve ark., 2008);

- İlgili maddelerin tespiti,
- Standartların meydana getirilmesi,
- Yönetmeliklerde yer verilmesi
- Nehir havzası yönetim planlarına konulması ve çevresel konsantrasyonların azaltılması için nihai önlemlerin alınması

SÇD'nin, su kalitesinin özelliklerine ilişkin verdiği standartlar Çizelge 1'de gösterilmiştir.

Çizelge 1. Su kalitesinde öncelikli maddeler listesi (Karar No 2455/2001/EC) (Anonim, 2010a)

| | CAS Numarası | AB Numarası | Öncelikli Maddenin İsmi* | Öncelikli Tehlikeli Madde |
|----|--|--|--|---------------------------|
| 1 | 15972-60-8 | 240-110-8 | Alachlor | |
| 2 | 120-12-4 | 204-371-1 | Antrasen | (X) (***) |
| 3 | 1912-24-9 | 217-617-8 | Atrazin | (X) (***) |
| 4 | 71-43-2 | 200-753-7 | Benzen | |
| 5 | uygulanamaz | uygulanamaz | bromlu difenileterler (**) | (X) (****) |
| 6 | 7440-43-9 | 231-152-8 | Kadmiyum ve bileşikleri | X |
| 7 | 85535-84-8 | 287-476-5 | C10-13- kloro alkanlar (**) | X |
| 8 | 470-90-6 | 207-432-0 | Chlorfenvinphos | |
| 9 | 2921-88-2 | 220-864-4 | Chlorpyrifos | (X) (***) |
| 10 | 107-06-2 | 203-458-1 | 1,2- Dikloroetan | |
| 11 | 75-09-2 | 200-838-9 | Diklorometan | |
| 12 | 117-81-7 | 201-211-0 | Di(2-etilheksil) phtalate (DEHP) | (X) (***) |
| 13 | 330-54-1 | 206-354-4 | Diuron | (X) (***) |
| 14 | 115-29-7 959-98-8 | 204-079-4 uygulanamaz | Endosulfan (alfa-endosulfan) | (X) (***) |
| 15 | 206-44-0 | 205-912-4 | Fluorathene | (*****) |
| 16 | 118-74-1 | 204-273-9 | Hekzaklorobenzen | X |
| 17 | 87-68-3 | 201-765-5 | Hexachlorobutadiene | X |
| 18 | 608-73-1 58-89-9 | 210-158-9 200-401-2 | Hexachlorocyclohexane (gamma-izomeri, lindan) | X |
| 19 | 34123-59-6 | 251-835-4 | Isoproturon | (X) (***) |
| 20 | 7439-92-1 | 231-100-4 | Kurşun ve bileşikleri | (X) (***) |
| 21 | 7439-97-6 | 231-106-7 | Civa ve bileşikleri | |
| 22 | 91-20-3 | 202-049-5 | Naftalin | (X) (***) |
| 23 | 7440-02-0 | 231-111-4 | Nikel ve bileşikleri | |
| 24 | 25154-52-3 104-40-5 | 246-672-0 203-199-4 | Nonylphenols (4-(para)-nonylphenol) | X |
| 25 | 1806-26-4 140-66-9 | 217-302-5 uygulanamaz | Octylphenols (para-tert-octylphenol) | (X) (***) |
| 26 | 608-93-5 | 210-172-5 | Pentacholobenzene | X |
| 27 | 87-86-5 | 201-778-6 | Pentaklorfenol | (X) (***) |
| 28 | Uygulanamaz 50-32-8 205-99-2 191-24-2 207-08-9 193-39-5 | Uygulanamaz 200-028-5 205-911-9 205-883-8 205-916-6 205-893-2 | Poliaromatik hidrokarbonlar (benzo(a)pyrene), (benzo(b)fluoranthene), (Benzo(g,h,i)perylene), (benzo(k)fluoranthene), (indeno (1,2,3-cd)pyrene) | X |
| 29 | 122-34-9 | 204-535-2 | Simazine | (X) (***) |
| 30 | 688-73-3 36643-28-4 | 211-704-4 uygulanamaz | Tribultyn bileşikler tribultyn-katyon) | X |
| 31 | 12002-48-1 120-82-1 | 234-413-4 204-428-0 | Trichlorobenzenes (1,2,4-trichlorobenzene) | (X) (***) |
| 32 | 67-66-3 | 200-663-8 | Trichloromethane (kloroform) | |
| 33 | 1582-09-8 | 216-428-8 | Trifluralin | (X) (***) |

* Tipik bireysel temsilcilerin seçildiği yerlerde, madde grupları gösterge parametreleri olarak listelenmiştir. Uygun yerlerde Kontrollerin kurulması hedeflenecektir.

** Bu gruptaki maddelerde bireysel bileşikler önemli sayıda bulunmaktadır. Günümüzde, uygun gösterge parametreleri verilemez.

*** “Öncelikli tehlikeli madde” olarak tanımlaması için bir incelemeye tabidir. Komisyon, nihai sınıflandırma için Avrupa Parlamentosu ve Konsey’e bu listenin kabulünden en geç 12 ay sonrasına kadar bir teklifte bulunacaktır.

**** Sadece Pentabromobiphenyleter (CAS-number 32534-81-9).

***** Fluoranthene, daha tehlikeli Poliaromatik Hidrokarbonlar bir göstergesi olarak listededir.

CAS: Kimyasal Ayırma Servisi

AB-numarası: Ticari Kimyasal Maddeler Avrupa Listesi

“ Su Kalitesi Sektörü”, AB’ye üyelik sürecinde, 21 Aralık 2009 tarihinde müzakereye açılan “Çevre” faslında yer almaktadır. Bu konu ile ilgili AB’ye uyum çalışmaları Çevre ve Orman Bakanlığının koordinasyonunda, ilgili kurum ve kuruluşlarla işbirliği içerisinde sürdürülmektedir. Çevre faslında yer alan Su Kalitesi Sektörü başlığı altındaki direktifler ve “Avrupa Birliği Su Çerçeve Direktifi” ile alt direktifleri kapsamında üstlenilen taahhüt ve ulusal sorumlulukların yerine getirilmesi amacıyla; kısa, orta ve uzun vadede ilgili kurumlarca yasal, idari ve teknik olarak atılması gereken adımların belirlenmesi, Ülke Su Koruma Politikalarının bütüncül bir yaklaşımla oluşturularak etkin bir koordinasyon ve işbirliği içerisinde uygulanmasına ihtiyaç duyulmaktadır. Bu çerçevede; Su kalitesi ile ilgili olarak; Avrupa Birliği Müktesebatının Üstlenilmesine İlişkin Ulusal Program ile ulusal ve uluslararası belgelerde yer alan hedeflerin gerçekleştirilmesi için strateji ve politika geliştirmek, kamu kurum ve kuruluşlarınca yerine getirilmesi gereken hususların uygulanmasını izlemek ve değerlendirmek, üst düzeyde koordinasyon ve işbirliğini sağlamak üzere; Çevre ve Orman Bakanının başkanlığında, İçişleri, Dışişleri, Sağlık, Tarım ve Köyişleri, Sanayi ve Ticaret, Enerji ve Tabii Kaynaklar ve Kültür ve Turizm Bakanlıkları ile Devlet Planlama Teşkilatı Müsteşarlığı ve Avrupa Birliği Genel Sekreterliğinin en az Müsteşar Yardımcısı/Genel Sekreter Yardımcısı düzeyinde temsilcilerinin katılımı ile “Su Kalitesi Yönetimi Yönlendirme Kurulu” kurulması uygun görülmüştür. Kurul, yılda en az iki defa toplanacak, çalışma usul ve esasları Kurul tarafından belirlenecek, sekreteryaya hizmetleri ve Kurul tarafından alınan kararların uygulanması ve koordinasyonu Çevre ve Orman Bakanlığı Çevre Yönetimi Genel Müdürlüğü tarafından yürütülecektir. Kurul, gerekli gördüğünde, diğer bakanlık, kamu kurum ve kuruluşları, üniversiteler ile sivil toplum örgütleri, meslek birlikleri ve özel sektör temsilcilerini toplantılarına davet edebilecektir. Kurul tarafından ihtiyaç duyulması halinde; alt kurul, komite ve çalışma grupları oluşturulabilecek, bu kurul, komite ve çalışma gruplarında ilgili kamu kurum ve kuruluşlarının yanı sıra üniversiteler, sivil toplum örgütleri, meslek birlikleri ve özel sektör temsilcileri de yer alabilecektir. Alt kurul, komite ve çalışma gruplarının oluşumu, temsil düzeyi, çalışma usul ve esasları Kurul tarafından belirlenecek ve bu kapsamda yapılan çalışmaların sonuçları Kurul tarafından onaylanarak alınan kararların ilgili paydaşlarla uygulamaya konulması ve izlenmesi sağlanacaktır (Anonim, 2010b.)

AB SU ÇERÇEVE DİREKTİFİ UYGULAMA ÇALIŞMALARI

Türkiye’de SÇD kapsamında ilk proje Çevre ve Orman Bakanlığı önerisiyle, Hollanda hükümeti MATRA programının finansal desteği ile 2002 yılında başlatılan “SÇD’nin Türkiye’de Uygulanması Projesi”dir. Bu proje kapsamında ilgili tüm kurum ve kuruluşların katılımıyla oluşturulan “Ulusal Platform” da SÇD incelenmiş, kurum temsilcileri bu direktifin uygulanmasına yönelik olarak gerek Hollanda’da ve gerekse Türkiye’de eğitim programlarına katılmışlardır. Ayrıca pilot havza olarak seçilen Büyük Menderes Nehir Havzası için oluşturulan “Nehir Havzası Çalışma Grubu” tarafından “Büyük Menderes Havzası Entegre Yönetim Planı” hazırlanmaya çalışılmıştır. Bu proje su yönetiminin çeşitli bölümleri ile ilgili kurumların bir araya gelerek koordineli bir şekilde çalışmalarını sağlamış olmakla birlikte su konusundaki ülkemiz mevzuatının yeniden gözden geçirilmesinin gerekliliğini de göstermiştir. SÇD’ne uyum kapsamında yapılması gereken başlıca işlerden biri su yönetimi ile ilgili mevcut mevzuatın gözden geçirilmesi, çakışan noktaların giderilmesi, bu amaçla gerekli yasal düzenlemelerin yapılmasıdır. Bu projenin çıktılarında ve önerilerinden faydalanarak yine Çevre ve Orman Bakanlığının önerisi ile “Türkiye’de Su Sektörü İçin Kapasite Geliştirilmesi Projesi” 2006 Yılı Mali İşbirliği Programından kabul görmüştür. Proje 27 ay süreli olup, Hollanda-İngiltere-Slovakya konsorsiyumu tarafından yürütülmektedir. Projenin amacı AB Su Mevzuatına uygun olarak, özellikle Su Çerçeve Direktifi (2000/60/EC), Kentsel Atıksu Arıtma Direktifi (91/271/EEC),ve Tehlikeli Maddeler Direktifi (76/464/EEC) ile alt direktiflerin Türkiye’nin AB’ye katılım tarihinde AB Su Müktesebatının tam olarak uygulanabilmesi için Türkiye’ye su yönetiminde yardımcı olmaktır (Çiçek ve ark., 2008).

SONUÇ

Nüfus artısına bağlı olarak gelişen hızlı ve plansız kentleşme, sanayileşme, yoğun tarım faaliyetleri, yanlış arazi kullanımları ve küresel ısınma günümüzdeki su sorunlarının temel sebebidir. Ancak asıl sorun, alternatifi olmayan doğal bir kaynak olan suyun daha planlı ve ekonomik kullanılmamasıdır. Su kaynaklarını olumsuz etkileyen unsurlar belirlenerek gerekli önlemlerin alınmasının yanında su ve suya bağlı sistemlerin korunması gereklidir. Yapılacak tüm faaliyetlerde sürdürülebilirlik ilkesi göz önünde bulundurularak oluşturulacak planlamalar gerek yaşamsal açıdan gerekse iktisadi açıdan son derece önemlidir.

20. yüzyılın ikinci yarısında içme, tarım, endüstri ve enerji için su ihtiyaçları katlanarak artmış, öte yandan su kaynaklarının geliştirilmesi amacıyla inşa edilen yapıları sonucunda su ve toprak kaynakları başta olmak üzere doğal kaynaklar ve ekolojik dengede bozulmalar başlamıştır. Ancak artan ihtiyaçlar, karmaşıklaşan yasal mevzuat ve kurumsal yapı, su kaynakları yönetiminde kapsamlı bir yeniden ele alışı zorunlu kılmaktadır. Ülke çapındaki bu gelişmelere paralel olarak, Avrupa Birliği'ne üye olmanın gerekleri olarak karşımıza çıkan reformlar da su kaynakları yönetimi ile ilgili bu kapsamlı yeniden değerlendirmeyi gündeme getirmiştir.

Avrupa Birliği su kaynakları yönetimi ile ilgili çeşitli politikalar geliştirmiş ve direktifler hazırlamıştır. Toplumun amacı, sınırlandırılmaz bir yapıya sahip olan su kaynaklarının, en azından üye ve üye olmak isteyen ülkeler çerçevesinde, yüzey ve yeraltı sularının korunması, iyileştirilmesi ve geliştirilmesi için bir çerçeve oluşturmaktır.

Ülkemizde yasal handikapları, kurumsal çatışmaları ortadan kaldıracak, entegre su yönetimini gerçekleştirecek, suyun ekolojik yapısını iyileştirerek devamlılığını sağlayacak, suların izlenmesi ve veri tabanının oluşturulmasına esas teşkil edecek, “kirleten öder” prensibinin uygulanması ve suyun ücretlendirilmesine temel teşkil edecek ve tüm su direktiflerinin entegre edildiği yeni bir Çerçeve Su Kanunu'nun hazırlanması önem arz etmektedir. Çerçeve kanun kapsamında belirlenen genel ilke ve iyi su kalitesi hedeflerine kolayca ulaşmaları, uygulama veriminin artırılması ve uygulamada doğabilecek karışıklıkların en aza indirilmesi açısından tüm tarafların hazırlama sürecinde yer alması önemli bir adım olacaktır (Çiçek ve ark., 2008).

Su kaynakları son yıllarda bütün dünyada sürekli olarak artan bir öneme sahip olmaktadır. Türkiye'nin de yer aldığı Ortadoğu bölgesinde bu durum kuvvetle hissedilebilmektedir. Söz konusu bölge kurak bir iklime sahiptir ve dolayısıyla su kaynakları potansiyeli düşüktür. Diğer taraftan, bölge ülkelerinin hızla artan nüfusu, suya olan ihtiyacı arttırmaktadır. Çıkarılacak uyum yasalarında özellikle, sınır aşan sular konusunda titiz ve dikkatli davranılmalıdır. Kullanıcı ülkelerden gelen istekler ve çözüm önerileri de göz önünde bulundurularak, tutarlı bir su politikası oluşturulmalıdır.

Su kaynaklarımızın kalitelerinin izlenmesi ve değerlendirilmesi çalışmaları konusunda araştırma ve birleştirme politikası ülkesel boyut dikkate alındığında henüz gerçekleştirilememiştir. Bu duruma sebep hiç şüphesiz yetki karmaşasıdır. Öte yandan bürokratik işlemlerin çokluğu ve karmaşıklığı çözümleri geciktirmekte ve güçleştirmektedir. Yatırımcı, işletmeciler ve denetleyici kurumların farklılığı koordinasyon konusunda sıkıntılar yaratabilmektedir. Ayrıca, su kalitesi izleme çalışmalarında, doğru metodlar kullanan ve aynı zamanda düzenli çalışabilen laboratuvarlar büyük önem arz etmektedir. Öncelikle ülkemizde laboratuvar sayısı arttırılmalı ve aynı zamanda da standardize edilmelidir. Kaynak analizlerine ilişkin veriler, aynı standartlara ifade edilerek bir merkezde toplanmalı ve ilgililerin doğrudan, kolayca ulaşabilmelerine imkan sağlanmalıdır.

KAYNAKLAR

- Anonim, 2010a. www.artiproje.com.tr. Erişim Tarihi: 10.09.2010. Su Çerçeve Direktifinin Türkiye'de Uygulanması Uygulama El Kitabı.
- Anonim, 2010b. Web Sayfası. <http://www.resmi-gazete.org/tarih/20100818-13.htm>. Erişim Tarihi: 20.12.2010.
- Anonim, 2011. Web Sayfası: http://ec.europa.eu/environment/water/water-framework/index_en.html Erişim Tarihi: 20.12.2010.

- Çiçek N, Kararaslan Y, Aslan V, Yaman C, Akça L., 2008. Türkiye’de AB’ye Uyumlu Su Havzası Yönetim Stratejisi ve Su Çerçeve Direktifi, Fatih Üniversitesi, III. Çevre Sorunları Kongresi,
- Güler, Ç., Çobanoğlu. Z. , 1997. Su Kalitesi. Çevre Sağlığı Temel Kaynak Dizisi No: 43, Türkiye Cumhuriyeti Sağlık Bakanlığı, Sağlık Projesi Genel Koordinatörlüğü, TC. Sağlık Bakanlığı Temel Sağlık Hizmetleri Genel Müdürlüğü, Ankara, 1997
- Güler. Ç, Çobanoğlu. Z., 1994. Su Kirliliği, Çevre Sağlığı Temel Kaynak Dizisi No: 12, Türkiye Cumhuriyeti Sağlık Bakanlığı, Sağlık Projesi Genel Koordinatörlüğü, TC. Sağlık Bakanlığı Temel Sağlık Hizmetleri Genel Müdürlüğü, Ankara, 1994
- Karaaslan, Y., Kadioğlu, S., Yaman, C., Aslan, V., Çiçek, N., Akça, L., 2008 Tehlikeli Maddeler Direktifi (76/464/EEC), Su Çerçeve Direktifi (2000/60/EC) ve Öncelikli Maddeler Direktifi Arasındaki İlişkiler ve Türkiye’deki Uygulamaları. İ.T.Ü. 11. Endüstriyel Kirlenme Kontrolü Sempozyumu. 11-13 Haziran 2008 . İstanbul.
- Kocamaz Alkaş, D., 2011. Avrupa Birliği ve Türkiye’de Su Kalitesi Yönetim Yaklaşımları. İstanbul Üniversitesi Çevre Mühendisliği Bölümü. İstanbul.
- Özkay, F., Taş, İ., Çelik, A., 2008. Sulama Projelerinin Çevresel Etkileri. TMMOB 2. Su Politikaları Kongresi. 20-22 Mart 2008 Ankara.

Üreticilerin Bakış Açısı İle Sulama Kooperatifleri ve Sulama Birliklerinin Çeşitli Yönlerden Değerlendirilmesi

(Edirne, Kırklareli, Tekirdağ Çanakkale İllerinden Örnekler)

Erol ÖZKAN*

Harun HURMA**

Başak AYDIN***

Erkan AKTAŞ****

* Dr. Ziraat Yüksek Mühendisi, Atatürk Toprak ve Su Kaynakları Araştırma Enstitüsü, Kırklareli

** Dr. Araştırma Görevlisi, NKÜ Ziraat Fakültesi Tarım Ekonomisi Bölümü, Tekirdağ

*** Uzman Endüstri Yüksek Mühendisi, Atatürk Toprak ve Su Kaynakları Araştırma Enstitüsü, Kırklareli

**** Yrd. Doç. Dr. Mersin Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi öğretim üyesi, Mersin

Özet

Bu araştırmada Türkiye’de sulama işletmeciliğinde önemli bir yere sahip olan sulama kooperatifleri ve sulama birlikleri, yönetici ve ortakların bakış açıları ile ele alınarak değerlendirilmiştir. Sulama kooperatif ve birliklerinin sulama işletmeciliği açısından olumlu ve olumsuz yönleri tartışılmıştır. Ayrıca bu alandaki sorunlar ortaya konulmuştur.

Çalışma, sulama kooperatiflerinin yoğun olduğu Trakya bölgesinde bulunan üç sulama kooperatifi ile Çanakkale ilinden seçilen üç sulama birliğinde yapılmıştır.

Araştırmanın ana materyalini, Kırklareli Kayalıköy Barajı Sulama Kooperatifi, Tekirdağ Karaidemir Barajı Sulama Kooperatifi ve Edirne Kadıköy-Dokuzdere-Mercan Göletleri Sulama Kooperatifleri ile Çanakkale Merkez Pınar Sulama Birliği, Çanakkale Bakacak Barajı Biga Ovası Sulama Birliği ve Çanakkale Bayramiç-Ezine Ovaları Sulama Birliği yöneticileri ve sulama sahalarında yer alan köylerde bulunan kooperatif ve birlik ortaklarıyla yüz yüze yapılan anketlerden elde edilen veriler oluşturmaktadır.

Yapılan anketler çeşitli analiz yöntemleri ile değerlendirilerek, yöneticilerin ve üreticilerin bakış açıları ile mevcut durum ortaya konmuştur, sorunların belirlenmesine çalışılmıştır. Buna paralel olarak da özellikle üretici memnuniyeti ortaya konulmuş, belirlenen sorunlara çözüm önerileri getirilmeye çalışılmıştır.

Anahtar kelimeler: Sulama işletmeciliği, sulama kooperatifi, sulama birliği, Edirne, Kırklareli, Tekirdağ, Çanakkale

Evaluating The Irrigation Cooperatives And Irrigation Unions In Various Aspects From Producers’ Perspective

(Samples from Edirne, Kırklareli, Tekirdağ, Çanakkale)

Abstract

In this study, activities of irrigation cooperatives and irrigation unions which have an important place in irrigation management in Turkey have been evaluated by the viewpoints of directors and partners. Irrigation cooperatives and unions in relation to irrigation management have been discussed by positive and negative aspects. In addition, problems in this area have been determined.

This study was carried out with the survey data conducted from three cooperatives from Thrace Region - where many irrigation cooperatives exist- and three irrigation unions selected from Çanakkale.

Data obtained from the surveys which have been done face to face with the cooperative partners and directors living in the villages near irrigation areas of Kırklareli Kayalıköy Dam Irrigation Cooperative, Tekirdağ Karaidemir Dam Irrigation Cooperative and Edirne Kadıköy-Dokuzdere-Mercan Ponds Irrigation Cooperative and Çanakkale Pınar Irrigation Union, Çanakkale Bakacak Dam

Biga Lowland Irrigation Union and Çanakkale Bayramiç-Ezine Lowlands Irrigation Union constitute the main material of the study.

Various analysis methods are used for evaluating the surveys to show the current situation and identify the problems of managers and producers. In parallel, producer satisfaction is determined and solutions to the identified problems are discussed.

Keywords: Irrigation management, irrigation cooperative, irrigation union, Edirne, Kırklareli, Tekirdağ, Çanakkale

GİRİŞ

Yeryüzünde susuz bir hayat düşünmek mümkün değildir. Eski çağlardan günümüze kadar medeniyetin beşiği olarak adlandırılan bölgeler her zaman su havzalarının yakınında kurulmuş, medeniyetler suyun hayat verdiği topraklarda yeşermiştir. Tarih boyunca akarsulardan yararlanma imkânı bulan toplumlar dönemlerinin en ileri medeniyetlerini kurmuşlar, bulamayanlar ise yurtlarını terk edip göç etmek zorunda kalmışlardır (www.dsi.gov.tr).

Günümüzde ise yine tarihte olduğu gibi suyun stratejik önemi ön sıradaki yerini koruduğu gibi, suyun yönetimi de önemli ve duyarlı bir konu haline almıştır. 1990'lardan önce DSİ tarafından inşa edilen sulama tesisleri ve sulama şebekelerinin yönetimi yine aynı kurum tarafından yapılırken, o yıllardan itibaren suyun yönetiminin kamudan kooperatiflere, birliklere veya köy tüzel kişilikleri ile belediyelere devri gündeme gelmiş ve bu yönde politikalar uygulama konulmuştur. Şimdilerde DSİ tarafından inşa edilmiş olan sulama tesislerinde devir oranı %95'leri aşmıştır (www.tbmm.gov.tr).

Birden fazla idari birim arazilerine hizmet eden sulama tesisleri 1580 ve 442 sayılı yasa ile kurulmuş Sulama Birliklerine ve 1163 sayılı yasaya göre kurulmuş sulama kooperatiflerine, sadece bir idari birim arazisine hizmet eden sulama tesisi yine sulama kooperatiflerine devredildiği gibi köy tüzel kişilikleri ve belediyelere, devredilebilmektedir (www.dsi.gov.tr).

Sulama yönetiminin devrinde ortak amaç; çiftçilerin işletme bakım yönetim sorumluluklarını en iyi şekilde yürütmek, toplumun tümüyle en yüksek katılımını sağlamak, sisteme tüm çiftçilerin sahip çıkmasını sağlamak, getirilerinin ve götürülerinin herkesçe eşit paylaşımını sağlamak olarak açıklanabilir (www.zmo.org.tr).

Sulama kooperatifinin amacı; devletçe ikmal edilmiş veya edilecek sulama tesislerinden veya her ne suretle olursa olsun tarım sahalarından çıkarılacak suyun ziraatta kullanılması ile ilgili arazi tesviyesi, tarlabası kanalları, tarla içi sulama ve drenaj gibi zirai sulama tesislerini kurmak, kurulmuş olan sulama tesislerini işletmek, işletirmek ve bakımını yapmak ve yaptırmaktır. (www.zmo.org.tr).

Bu çalışma ile Sulama Kooperatifleri ve Sulama Birlikleri, Edirne, Kırklareli, Tekirdağ ve Çanakkale illeri örneğinde karşılaştırılmıştır. Sulama Birlikleri ve Sulama Kooperatiflerine ilişkin çeşitli yargılar, bunlara ortak olan üreticilerin bakış açısıyla değerlendirilmiştir.

MATERYAL VE YÖNTEM

Materyal

Bu çalışmanın ana materyalini araştırmanın yürütüldüğü üç ayrı sulama kooperatifinin ve üç ayrı sulama birliğinin sulama sahalarında yer alan köylerdeki üreticilerle yapılan anketlerden elde edilen birincil veriler oluşturmaktadır. Ayrıca bu konudaki istatistiklerden ve ikincil verilerden de yararlanılmıştır. Sulama kooperatifleri ile ilgili araştırma alanı Trakya bölgesinde yer alan Edirne ilinden Kadıköy-Dokuzdere-Mercan Göletleri Sulama Kooperatifi sulama sahasındaki dokuz köy, Kırklareli ilinden Kayalıköy Barajı Sulama Kooperatifi sulama sahasındaki 14 yerleşim birimi ve Tekirdağ ilindeki Karaidemir Barajı Sulama Kooperatifi sulama sahasındaki 17 yerleşim biriminden

oluşmaktadır. Sulama birliklerine yönelik araştırma alanı ise, Çanakkale ilinde yer alan Çanakkale-Merkez-Pınar Sulama Birliği sulama sahasındaki 7 yerleşim birimi, Bakacak Barajı Biga Ovası Sulama Birliği sulama sahasında yer alan 19 yerleşim birimi ve Bayramiç-Ezine Ovaları Sulama Birliği sahasındaki 16 yerleşim biriminden oluşmaktadır.

Yöntem

Örneklemede uygulanan yöntem

Araştırmanın yürütüleceği köylerin seçilmesinde gayeli örnekleme uygulanmıştır. Her bir sulama sahasında yer alan köylerin ise genel ortalama en az yarısının araştırma kapsamına alınması hedeflenmiştir. Sulama kooperatiflerinde bu ortalama oran aşılarak her bir kooperatifin sulama sahasında yer alan köylerden yaklaşık 2/3'ü araştırma kapsamına alınmıştır. Sulama birliklerinde ise, genel hedef doğrultusunda her bir sulama birliği sahasında yer alan köylerden yaklaşık 1/2'si araştırma kapsamına alınmıştır. Bu durumda, gayeli örneklemede genel ortalama olarak belirlenen köylerin 1/2'sinin araştırmaya alınması hedefinin de üzerine çıkmıştır. Gerek sulama kooperatiflerinde gerekse sulama birliklerinde sulama sahasından araştırmaya alınan her köyden ise organizasyona üye olanlar arasından rastgele seçilen ortalama 4 çiftçi ile anket yapılmıştır. Bu durumda, Kadıköy-Dokuzdere-Mercan Göletleri Sulama Kooperatifinde 6 köyde 24 çiftçi; Kayalıköy Barajı Sulama Kooperatifinde 10 köyde 41 çiftçi; Karaidemir Barajı Sulama Kooperatifinde 12 köyde 52 çiftçi ile anket yapılmıştır. Birliklerde ise, Çanakkale Merkez Pınar Sulama Birliği sulama sahasında yer alan 7 köy ve beldenin 5 tanesinde 19 çiftçi ile; Çanakkale Biga Ovası Sulama Birliği sahasında yer alan 16 köy, 3 belde olmak üzere 19 yerleşim biriminden 6 köy ve 1 belde olmak üzere 7 yerleşim biriminde 24 çiftçi ile; Çanakkale Ezine –Bayramiç Ovaları Sulama Birliği sahasındaki 16 köyden 10 tanesinde 37 çiftçi ile anket yapılmıştır. Bildiriye konu olan araştırma, kooperatiflerde toplam olarak 28 köyde 117 çiftçi ile; birliklerde 22 köy ve beldede toplam 80 çiftçi ile; genel toplamda ise, 50 köyde 197 çiftçi ile yüz yüze anket yapılmak suretiyle yürütülmüştür. Ayrıca her sulama kooperatifi ve sulama birliğinin başkan veya ikinci başkanı ile yönetici anketi yapılmıştır.

Verilerin değerlendirilmesinde kullanılan yöntem

Çalışmada üreticilerin kooperatifler veya birlikler ile ilgili yargılarını ölçmek amacıyla 5'li likert ölçeği kullanılmıştır. Kullanılan ölçek "1: Kesinlikle katılmıyorum, 2: Katılmıyorum, 3: Fikrim yok, 4: Katılıyorum, 5: Kesinlikle Katılıyorum" şeklindedir.

Elde edilen verilerin analizinde frekans dağılımından ve genellikle nominal ve ordinal ölçeklere uygulanabilen ve anakütle dağılımları hakkında herhangi bir varsayıma dayanmayan "Parametrik Olmayan Testler"de yer alan Mann-Whitney U testinden yararlanılmıştır.

Mann-Whitney U Testi; bağımsız örnekler için uygulanan t-testlerinin parametrik olmayan alternatifidir. T-testinde olduğu gibi iki grubun ortalamalarının karşılaştırılması yerine, Mann-Whitney U testi grupların medyanlarını karşılaştırmaktadır (Kalaycı ve ark., 2009).

BULGULAR VE TARTIŞMA

Araştırmaya alınan sulama kooperatifleri hakkında genel bilgiler

Araştırmaya alınan sulama kooperatiflerinin her üçü de daha önce DSİ tarafından inşa edilerek işletilmeye devam edilen sulama barajı veya sulama göletlerinin işletmeciliğini devralan kooperatiflerdir. Diğer deyişle mülga KHGM tarafından devredilen sulama işletmeciliği bu bildiri kapsamında incelenmemiştir.

Edirne Keşan Kadıköy-Dokuzdere-Mercan Göletleri Sulama Kooperatifi 1996 yılında kurulmuş ve sulama şebekesi yönetimini aynı yıl devralmıştır. Şu anda 9 köyde 1200 ortağa hizmet vermektedir. Projede öngörülen sulama sahası 35000 dekar olmasına rağmen, uygulamada ortalama olarak 20000-25000 dekar civarındadır (ortalama %65). Sulama şebekesindeki üretim deseninde başlıca ürünler çeltik, şeker pancarı, ayçiçeği, sebzeler vb. ürünlerdir.

Kırklareli Merkez Kayalıköy Barajı Sulama Kooperatifi 1996 yılında kurulmuş ve sulama şebekesinin yönetimini 1997 yılında devralmıştır. Şu anda 13 köy ve 1 beldede toplam 1803 ortağa hizmet vermektedir. Projede öngörülen sulama sahası 135000 dekar olmasına rağmen, uygulamada ortalama olarak 50000 dekar civarındadır (%37). Sulama şebekesindeki üretim deseninde başlıca ürünler ayçiçeği, mısır, şeker pancarı, tütün, sebzeler vb. ürünlerdir.

Tekirdağ ili Hayrabolu-Malkara ilçeleri Karaidemir ve Çevre Köyleri Sulama Kooperatifi 1997 yılında kurulmuş ve 1998 yılında Karaidemir barajı sulama şebekesinin yönetimini devralmıştır. Şu anda 16 köy ve 1 beldede 867 ortağı bulunmaktadır. Projede öngörülen sulama sahası 77000 dekar olup, devirden önce 13000 dekar olarak belirtilmiştir, devir sonrası o yörede çeltik ekiminin yaygınlaşması ile son yıllarda 41000 dekara ulaşmıştır. Ancak buna rağmen alanın yaklaşık olarak %50-55'i sulanabilmektedir. Sulama şebekesindeki üretim deseninde başlıca ürünler çeltik, mısır, ayçiçeği, yem bitkileri vb. ürünlerdir.

Ele alınan her üç sulama kooperatifinde de sulama hizmeti açık kanallar yardımıyla sağlanmaktadır. Ancak süreç içerisinde sulama kanallarının durumunun giderek kötüleşmesi, bir anlamda bazı sulama şebekelerinin ekonomik ömürlerini önemli kısmını geride bırakmış olmaları, kooperatifler tarafından sağlanan hizmetin aksamasına ve eleştirilere yol açmaktadır. Araştırma kapsamına alınan sulama kooperatiflerinde bir diğer önemli sorun da ortaklar tarafından ödenmesi gereken sulama ücretlerinin zamanında ödenmemesi ve yeterince toplanamamasıdır. Halbuki sulama kooperatiflerinin kanalların bakım ve onarımı, personel istihdamı, demirbaş alımları ve elektrik giderleri, büro giderleri vb. gibi diğer giderlerini karşılayabilmeleri için sulama ücretlerinin zamanında toplanmasının önemi büyüktür. Devir öncesi DSİ tarafından ücret toplama oranlarının daha düşük olduğu bilinmektedir. Ancak o dönemde bakım onarım vb. gibi her türlü hizmetin sulama ücretlerinin toplanma oranına bakılmaksızın DSİ bütçesinden karşılandığı ve her durumda yapılmaya devam edildiği bilinmektedir. Bu konu yöneticiler tarafından biliniyor olmakla birlikte, üreticiler tarafından anlaşılması ve kabul edilmesi güç bir gerçeklik olarak varlığını sürdürmektedir. Bunların haricinde bazı çok kurak geçen yıllarda su yetersizliğine bağlı sorunlar da gündeme gelebilmektedir.

Araştırmaya alınan sulama birlikleri hakkında genel bilgiler

Araştırmaya alınan sulama birliklerinin her üçü de daha önce DSİ tarafından inşa edilerek işletilmeye devam edilen sulama barajlarının işletmeciliğini devralan birliklerdir. Diğer deyişle çalışma alanında sulama birliklerine mülga KHGM tarafından devredilen sulama işletmeciliği yoktur ve dolayısıyla bu bildiri kapsamında incelenmemiştir.

Çanakkale Bayramiç-Ezine Ovaları Sulama Birliği 1996 yılında kurulmuş ve Bayramiç Ezine Ovaları sulama şebekesinin işletmeciliğini aynı yıl DSİ'den devralmıştır. Birlik şu anda 16 köyde yaklaşık 6000 çiftçiye hizmet götürmektedir. Sulama sahasındaki başlıca ürün deseni meyve, sebze, yonca vb. yem bitkisi ile buğday ve arpadan oluşmaktadır.

Çanakkale Merkez Pınar Sulama Birliği 2002 yılında ve sulama işletmeciliğini 2002 yılında DSİ'den devralmıştır. Birlik şu anda 7 köy ve beldedeki yaklaşık 750 çiftçiye hizmet götürmektedir. Sulama sahasındaki başlıca ürün deseni çeltik, mısır, domates ve biberden oluşmaktadır.

Çanakkale Bakacak Barajı Biga Ovası Sulama Birliği 2001 yılında kurulmuştur. Bakacak barajı sulama şebekesinin işletmeciliğini yürütmekle birlikte resmi devir halen tam anlamı ile tamamlanmamıştır. Birlik şu anda 16 köy ve 3 beldedeki 2966 kayıtlı olmak üzere, yaklaşık 3000 çiftçiye hizmet götürmektedir. Sulama sahasındaki başlıca ürün deseni çeltik, mısır, biber, meyve ve yem bitkilerinden oluşmaktadır.

Üreticilerin bakış açısıyla kooperatif ve birliklerin çeşitli açılardan değerlendirilmesi

Sulama kooperatifleri ve birlikleri yönetim, hizmet, eğitim vb. yönlerden ortakların bakış açısına göre değerlendirilmiştir. Kooperatife veya birliğe ortak olan üreticilerin düşünceleri ayrı ayrı ele alınarak aralarında fark olup olmadığı karşılaştırılmıştır. Bu farkın istatistiksel olarak anlamlı olup olmadığı ise, non-parametrik test olan Mann-Whitney-U testi ile ortaya konulmuştur. Bu teste ilişkin sonuçlar Çizelge 1'de görülmektedir.

Çizelge 1. Mann-Whitney U test istatistiği tablosu

| Bazı Yargılar | Mann-Whitney U | Wilcoxon W | Z | Asymp. Sig. (2-tailed) |
|--|----------------|------------|--------|------------------------|
| Sulama organizasyonu yöneticileri güvenilirdir | 3408,5 | 10311,5 | -3,325 | 0,001 |
| Sulama organizasyonu yöneticileri verdikleri sözleri yerine getirmektedir. | 3667,0 | 10570,0 | -2,672 | 0,008 |
| Kendimi sulama organizasyonu bir parçası olarak görüyorum | 3746,0 | 10649,0 | -2,522 | 0,012 |
| Sulama organizasyonunun genel kuruluna düzenli olarak katılıyorum | 3350,5 | 6510,5 | -3,318 | 0,001 |
| Sulama organizasyonunu aldığı kararlarda başarılı buluyorum | 4323,5 | 11226,5 | -0,936 | 0,349 |
| Sulama organizasyonu yeterli düzeyde eğitim çalışması yapıyor | 4294,0 | 7534,0 | -1,142 | 0,253 |
| Sulama organizasyonuna ortak olduktan sonra tarımsal üretimim arttı | 3171,5 | 9387,5 | -3,528 | 0 |
| Sulama organizasyonuna ortak olduktan sonra teknik bilgim arttı | 4054,5 | 10159,5 | -0,953 | 0,341 |
| Sulama organizasyonu etkin hizmet (sulama kanalları yapımı, onarım- bakım vb.) vermektedir. | 2896,5 | 9799,5 | -4,684 | 0 |
| Sulama organizasyonunun gelişmesine maddi/ayni katkıda bulunuyorum | 4016,0 | 7256,0 | -1,515 | 0,130 |
| Sulama organizasyonunun gelişmesi için fikir beyan ediyorum | 4249,5 | 7489,5 | -0,730 | 0,466 |
| Sulama organizasyonu bilinçli bir şekilde tarımsal girdi (tohum-gübre-ilaç) kullanmaya teşvik etmektedir | 4476,0 | 7716,0 | -0,140 | 0,889 |
| Sulama organizasyonunun iyi yönetildiğini düşünüyorum | 3433,5 | 9988,5 | -2,998 | 0,003 |
| Sulama organizasyonu diğer tarımsal kuruluşlarla yakın ilişki içerisinde | 3317,5 | 9422,5 | -3,029 | 0,002 |

Mann-Whitney-U testi için H_0 ve H_1 hipotezleri oluşturulmuştur. Oluşturulan H_0 hipotezi, “kooperatif veya birliğe ortak veya üye olan üreticilerin bağlı buldukları sulama organizasyonları ile ilgili yargıları arasında bir fark yoktur” şeklinde kurgulanmıştır. H_1 hipotezi ise, “kooperatif veya birliğe ortak veya üye olan üreticilerin bağlı buldukları sulama organizasyonları ile ilgili yargıları birbirinden farklıdır” şeklinde kurgulanmıştır.

Yapılan analiz sonucunda, kooperatif veya birlik ortağı olan üreticilerin değerlendirdiği her bir yargının test istatistikleri tek bir tabloda toplanarak anlamlılıklarına bakılmıştır. Üreticilere sorulan 14 yargıdan 6’sının Asymp. Sig (2-tailed) (anlamlılık) değerleri 0,05’ten küçük olduğu için bu yargılar açısından kooperatif ve sulama birlikleri arasındaki farkın $P < 0,05$ düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı olduğu söylenebilmektedir. Başka anlatımla, sulama kooperatifleri ve sulama birliklerine ortak ya da üye olan üreticilerin, “Sulama organizasyonu yöneticileri güvenilirdir”, “Sulama organizasyonu yöneticileri verdikleri sözleri yerine getirmektedir”, “Kendimi sulama organizasyonu bir parçası olarak görüyorum”, “Sulama organizasyonunun genel kuruluna düzenli olarak katılıyorum”, “Sulama organizasyonunun iyi yönetildiğini düşünüyorum”, “Sulama organizasyonu diğer tarımsal kuruluşlarla yakın ilişki içerisinde” yönünde belirtilen değer yargılarına yönelik düşünceleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmaktadır.

Sulama kooperatifleri ve birliklerin belirtilen yargılar açısından farkının daha iyi anlaşılması için bu yargılara verilen cevapların ortalamalarının da birlikte değerlendirilmesi gerekmektedir. Verilen yanıtların aldığı değerlerin ortalamaları Çizelge 2’de verilmiştir.

Her iki çizelge birlikte değerlendirildiğinde kooperatif ve birlik arasında sulama organizasyonunun yönetimi ile ilgili olarak “Sulama organizasyonu yöneticileri güvenilirdir” ve “Sulama organizasyonu yöneticileri verdikleri sözleri yerine getirmektedir” yargıları açısından anlamlı farkın olduğu görülmektedir.

Ayrıca “Sulama organizasyonunun iyi yönetildiğini düşünüyorum” yargısına göre de iki kurum arasında anlamlı farkın olduğu görülmektedir. Ortalamalar karşılaştırıldığında birlik ortakları (3,38) kooperatif ortaklarına (2,75), göre kurumlarının daha iyi yönetildiğini düşünmektedirler.

“Sulama organizasyonunun genel kuruluna düzenli olarak katılıyorum” yargısına göre iki sulama organizasyonu açısından fark bulunmaktadır. Ortalamalarla birlikte değerlendirildiğinde sulama kooperatiflerine ortak olan üreticilerin genel kurullara katılımlarının daha yüksek olduğu söylenebilmektedir. Ancak burada sulama birliklerinde genel kurulların delegeler ile yapıyor olmasının da dikkate alınmasında yarar bulunmaktadır.

“Kendimi sulama organizasyonunun bir parçası olarak görüyorum” yargısı açısından sulama kooperatifi ve birlikler arasında fark bulunmaktadır. Üreticilerin belirttiği bu yanıtlara göre sulama birliklerine ortak olan üreticiler kooperatif ortaklarına göre kurumlarına daha çok sahip çıkmaktadırlar.

Çizelge 2. Üreticilerin değer yargılarının ortalama değerleri

| Bazı Yargılar | Sulama Kooperatifleri | | Sulama Birlikleri | |
|--|-----------------------|----------------|-------------------|----------------|
| | Mean | Std. Deviation | Mean | Std. Deviation |
| Sulama organizasyonu yöneticileri güvenilirdir | 2,98 | 1,548 | 3,74 | 1,260 |
| Sulama organizasyonu yöneticileri verdikleri sözleri yerine getirmektedir. | 2,91 | 1,414 | 3,46 | 1,232 |
| Kendimi sulama organizasyonu bir parçası olarak görüyorum | 3,60 | 1,463 | 4,13 | 1,205 |
| Sulama organizasyonunun genel kuruluna düzenli olarak katılıyorum | 3,78 | 1,443 | 2,95 | 1,632 |
| Sulama organizasyonunu aldığı kararlarda başarılı buluyorum | 2,95 | 1,395 | 3,19 | 1,170 |
| Sulama organizasyonu yeterli düzeyde eğitim çalışması yapıyor | 1,71 | 1,059 | 1,54 | 0,913 |
| Sulama organizasyonuna ortak olduktan sonra tarımsal üretimim arttı | 2,97 | 1,449 | 3,72 | 1,113 |
| Sulama organizasyonuna ortak olduktan sonra teknik bilgim arttı | 2,42 | 1,323 | 2,59 | 1,299 |
| Sulama organizasyonu etkin hizmet (sulama kanallarının onarım, bakım, temizlik vb.) vermektedir. | 2,84 | 1,503 | 3,89 | 1,102 |
| Sulama organizasyonunun gelişmesine maddi/aynı katkıda bulunuyorum | 3,95 | 1,012 | 3,51 | 1,475 |
| Sulama organizasyonunun gelişmesi için fikir beyan ediyorum | 3,19 | 1,366 | 3,00 | 1,484 |
| Sulama organizasyonu bilinçli bir şekilde tarımsal girdi (tohum-gübre-ilaç) kullanmaya teşvik etmektedir | 1,56 | 0,935 | 1,53 | 0,886 |
| Sulama organizasyonunun iyi yönetildiğini düşünüyorum | 2,75 | 1,468 | 3,38 | 1,216 |
| Sulama organizasyonu diğer tarımsal kuruluşlarla yakın ilişki içerisindedir | 3,25 | 1,015 | 3,70 | 0,947 |

Uzun yıllar ortalamasına bakıldığında, yıllık standardize yağış dizilerinde çok belirgin bir eğilim bulunmamakla birlikte, özellikle ilkbahar ve kış aylarındaki yağışların azaldığı görülmektedir (Demir ve ark. 2008). Bu, barajlarda her geçen gün daha az su toplanmasına neden olmaktadır.

İncelenen sulama organizasyonlarında ise, en önemli su kaybı günümüzde yıpranmış olan açık kanal sisteminden kaynaklanmaktadır. Sulama barajından, üreticilere dağıtılmak üzere gönderilen suyun önemli kısmı, kanallardaki bozukluklar nedeniyle ya üreticilere ulaşmadan toprağa karışmakta ya da diğer üreticilerin tarlalarına akarak ürün kayıplarına neden olmaktadır. Örnek olarak incelenen kooperatif ve birliklerin tamamında yöneticiler ve üreticiler suyun en az kayıpla tarlalarına ulaşmasını sağlayan kapalı kanal sistemine geçilmesi yönünden hemfikirdir.

Çeşitli yönlerden yapılan değerlendirmelere göre, her iki sulama organizasyonu orta düzeyde veya ortanın üstü bir üretici desteğine sahip olduğunu göstermektedir. Diğer deyişle üreticiler ortağı veya üyesi bulunduğu üretici örgütüne kayıtsız destek vermemekte, yanlış veya eksik bulduğu bazı özellikleri dile getirmekte ya da yaptığı değerlendirme ile hissettirmektedir. Bir diğer önemli saptama ise, sulama yönetimini üstlenmiş olan organizasyonların çiftçi eğitimine hemen hemen hiç eğilmediği ve önemsemediği görülmektedir. Zaten gerek sulama kooperatiflerine ortak olan, gerekse sulama birliklerine üye olan üreticiler yeterli eğitimin yapıldığına dair değer yargısına katılmadıklarını ifade etmektedirler. Çizelge 2'den görüldüğü gibi bu yöndeki değer yargısına üreticilerin katılım ortalaması sulama kooperatiflerinde 1,71; sulama birliklerinde 1,54'dür. Yine benzer şekilde, her iki sulama organizasyonunun su sağlamanın ötesinde diğer tarımsal üretim aşamalarına hemen hemen hiç karışmadığı, o konularda yönlendirmede bulunmadığı üreticilerin verdikleri yanıtlardan anlaşılmaktadır.

Üreticilerin sulama işletmeciliğini hangi kurum veya örgütlenmenin yapması gerektiği yönündeki düşünceleri de alınmış ve Çizelge 3'de verilmiştir.

“Sulama İşletmeciliği Hangi Kurum Tarafından Yapılmalı” sorusuna verilen yanıtlar itibarıyla, sulama birliği üyesi çiftçilerin % 56,3'ü yine sulama birliğini tercih etmiştir. Buradan sulama birliklerinde istikrarın daha iyi olduğu veya devlet desteğini daha fazla arkalarında gördükleri sonucu çıkartılabilir. Sulama kooperatiflerine ortak olan üreticilerin ise % 46,2'si DSİ yanıtını vererek en büyük dilimi oluşturmuşlardır. Bölgede bulunan kooperatiflerin bazı maddi sorunlarını aşamamış olmaları ve zaman zaman yaşadıkları yönetsel sorunlar nedeniyle, ortakları tarafından güven açısından devlet kurumu olan DSİ tercih edilmektedir. Sulama kooperatifi ortaklarının yaklaşık %42'si sulama işletmeciliğinin yine kooperatifler tarafından yapılmasında hemfikirdirler. Bunun asıl nedeni üreticilerin büyük çoğunluğunun kooperatifleri daha demokratik görmesi ve öyle algılamasıdır. Başka anlatımla, üreticiler kooperatifleri kendilerine daha yakın bulmakta ve kendilerinin seçerek göreve getirdiği kişilere daha kolay ulaşabileceğini, beğenmezse daha kolaylıkla değiştirebileceğini düşünmektedir. Ancak bazı kooperatiflerin maddi güçlükleri aşamadıkları için arkalarında devlet desteğini görme ve isteme taleplerinin olduğu yapılan değerlendirmelerden anlaşılmaktadır. Sulama yönetimini devletin üstlenmesi gerektiği yönündeki tercihlerin arka planında gerekirse su ücretini ödemek zorunda kalınmayacağı veya bakım onarım masraflarının devlet tarafından karşılanacağı vb. gibi düşüncelerin varlığı söylenebilir. Diğer yandan kooperatif ortaklarından sulama birliğini tercih edenlerin oranı %1'in altındayken, birlikler tarafından yönetilen sulamalarda çiftçilerin %15'lik bir kısmının kooperatif yönetimini tercih etmesi anlamlı görülmektedir. Yine burada da demokratik yönetim algılaması ile maddi kaynakların daha fazla olduğu yönündeki algılamaların karşı karşıya olduğu ve yönetsel tercihlerde önemli rol oynadığı anlaşılmaktadır.

Çizelge 3. Sulama işletmeciliğinin hangi kurum tarafından yapılması gerektiğine yönelik çiftçi görüşleri

| Kurum | Kooperatif Ortakları | Birlik Ortakları |
|----------------------------------|----------------------|------------------|
| DSİ | 46,2 | 10,0 |
| Köy Hizmetleri / İl Özel İdaresi | - | 2,5 |
| Muhtarlık / Belediye | 4,3 | 12,5 |
| Sulama Kooperatifi | 41,9 | 15,0 |
| Sulama Birliği | 0,9 | 56,3 |
| Toplam | 100,0 | 100,0 |

SONUÇ VE ÖNERİLER

Ortakların veya üyelerin çeşitli değer yargılarına karşı değerlendirmeleri ya da katılım düzeyleri üreticilerin bakış açısıyla değerlendirilmiştir. Değerlendirme sonuçları, organizasyonların çiftçi eğitimleri düzeleme konusuna ya hiç eğilmediklerini ya da çok yetersiz olduklarını göstermektedir. Yine aynı şekilde ve eğitimle ilişkili olarak, sürdürülebilir tarımın diğer bileşenleri kabul edilen tohum, gübre, ilaç vb. tarım girdilerinin kullanımına yönelik konularda çalışmaları olmadığı görülmektedir. Özellikle sulama kooperatiflerinin kooperatifçiliğin ilkelerinde yer alan eğitim konusunun üzerinde durmaları gerekmektedir. Bu durumda tarımın sürdürülebilir yapılmasına da katkı koymuş olacaktırlar.

Araştırma kapsamına alınan sulama şebekeleri itibariyle, sahiplenme oranı sulama kooperatiflerine oranla sulama birliklerinde daha yüksek görülmektedir. Burada devlet desteğini daha fazla arkalarında görme duygusu ve maddi sorunlarını aşmış olma görüntüsünün hakim olması belirleyici olmaktadır. Sulama kooperatifleri ortakları olan üreticiler tarafından ise, demokratik yönetim açısından sulama kooperatiflerinin daha fazla tercih edildiği gözlenmekte ve görülmektedir. Bu tercihlerine gerekçe olarak da seçme ve seçilme hakları olduğunu ifade etmektedirler. Ancak, sulama birlikleri genellikle daha büyük sulama şebekelerinde faaliyet gösterdikleri için maddi olanakları daha elverişli olmaktadır. Bu nedenle de, üreticilerce birtakım bakım onarım vb. işlerin yürütülmesinde daha rahat hareket edebildikleri düşünülmektedir. Ancak her iki kesimdeki üreticiler devletin kendilerine destek olmasını beklemekte ve bu yöndeki taleplerini çeşitli sorulara verdiklere yanıtlarda veya çeşitli değer yargılarına katılım düzeylerinde hissettirmektedirler. Üreticilerin bakış açısıyla yapılan değerlendirme sonuçları, sulama organizasyonlarında katılımçılık, açıklık ve şeffaflık ilkelerinin ön plana çıkarılarak kesintisiz uygulanmasının önemini ortaya koymaktadır. Bu durumda hem yönetsel verimliliğin, hem de buna bağlı olarak sulama verimliliğinin yükseleceği ve tarımda sürdürülebilirliğe katkı sağlanacağı anlaşılmaktadır.

KAYNAKLAR

- Çakmak, B., Yıldırım, M. ve Aküzüm, T. Türkiye’de Tarımsal Sulama Yönetimi, Sorunlar ve Çözüm Önerileri. TMMOB 2. Su Politikaları Kongresi. s. 215-224. Ankara.
- Demir, İ., Kılıç, G., Coşkun, M., Sümer, U., 2008, Türkiye’de Maksimum, Minimum ve Ortalama Hava Sıcaklıkları ile Yağış Dizilerinde Gözlenen Değişiklikler ve Eğilimler, TMMOB İklim Değişikliği Sempozyumu, 69-86, 13-14 Mart 2008, Ankara
- <http://www.adanapem.gov.tr>
- <http://www.dsi.gov.tr>
- <http://www.tbmm.gov.tr>
- <http://www.zmo.org.tr>
- Kalaycı, Ş., Albayrak, A. S., Eroğlu, A., Küçüksille, E., Ak, B., Karaltı, M., Keskin, H. Ü., Çiçek, E., Kayış, A., Öztürk, E., Antalyalı, Ö. L., Uçar, N., Demirgil, H., İşler, D. B., Sungur, O., 2009, SPSS Uygulamalı Çok Değişkenli İstatistik Teknikleri, Asil Yayın Dağıtım Ltd. Şti Yayınları, 4. Baskı, Ankara.

Konya Sarayönü Kurşunlu Beldesindeki Suların Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri

Ayşen AKAY*

Tunç GÜNER*

* Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bölümü,42250, Konya

Özet

Konya Sarayönü ilçesinde bulunan Kurşunlu Beldesi; eski bir civa maden yatağı civarında bulunmaktadır ve madenden çıkan pasa toprağı da bu beldede biriktirilmiştir. Belde çevresinde ve pasa toprağının biriktirildiği yere yakın alanlarda toprakta As, Hg, Pb, Cd kirliliği belirlenmiştir. Bu çalışmada amaç; içme suyu, evsel kullanım ve tarımsal sulama gibi farklı şekillerde kullanılan sularda, maden atıklarının biriktirildiği alan topraklarından kaynaklanabilecek kirlenmenin tespit edilmesi ve değerlendirilmesidir.

Çalışmada içme, kullanma ve sulama suyu kaynağı olarak kullanılan bölgedeki farklı gölet, pınar, su deposu ve çeşmelerden; 6 ay arayla iki dönem örnekler alınmıştır. Alınan su örneklerinde bulanıklık, renk, koku, tat, pH, EC, toplam sertlik ve ağır metal ölçümleri yapılmıştır. Sonuç olarak; su örneklerinden bazılarının arsenik, selenyum ve antimon gibi toksik elementlerin TSE, EU ve EPA sınır değerlerini aştığı ve aynı zamanda kalsiyum ve potasyum değerlerinin de yüksek olduğu tespit edilmiştir. Yapılan birinci ve ikinci örneklemelerde Sb içeriğinin sırasıyla 0.20-1253 $\mu\text{g lt}^{-1}$ ve 0.35-1705 $\mu\text{g lt}^{-1}$ arasında olduğu; As içeriğinin sırasıyla 1.4-142.7 $\mu\text{g lt}^{-1}$ ve 0.7-119.9 $\mu\text{g lt}^{-1}$ arasında ve Se içeriğinin ise <0.5-445.9 $\mu\text{g lt}^{-1}$ ve <0.5-260.3 $\mu\text{g lt}^{-1}$ arasında değiştiği belirlenmiştir. As, Se ve Sb gibi toksik kirleticilerin neden olabileceği cilt, sinir sistemi, kalp problemleri ve gastrointestinal problemler göz önüne alınarak; bu verilerin elde edildiği su kullanım noktalarının halk sağlığı açısından kullanılmaması tavsiye edilebilir.

Anahtar Kelimeler: Su kirliliği, içme suyu, arsenik, selenyum, antimon, pasa toprağı.

Some Physical and Chemical Characteristics of Waters at Sarayönü Kurşunlu Town in Konya

Abstract

Kurşunlu town located near an old mercury mine in Konya- Sarayönü and mine wastes accumulated in the soil has been left in this town. As, Hg, Pb, Cd pollution has been determined in the soils, where around the town and especially closer areas that mine wastes accumulated. In this study, we aimed to determine and evaluate of possible contamination from the land that mine wastes accumulated, at waters used in different ways like drinking water, for domestic use and agricultural irrigation.

In this study, examples of the two periods with an interval of 6 months were taken from different ponds, springs, water tanks and taps which were available in the area and used as a source of drinking, using and irrigation water. In water samples were measured turbidity, color, smell, taste, pH, EC, total water hardness and heavy metals. As a result, toxic substances like Arsenic, selenium and antimony exceed limit values of TSE, EU and EPA in some of the water samples and at the same time it was determined that calcium and potassium values were higher than standart values. At the first and second sampling; it has been determined that the changing of antimony content respectively between 0.20-1253 $\mu\text{g lt}^{-1}$ and 0.35-1705 $\mu\text{g lt}^{-1}$, arsenic content respectively between 1.4-142.7 $\mu\text{g lt}^{-1}$ and 0.7-119.9 $\mu\text{g lt}^{-1}$ and Se content between <0.5-445.9 $\mu\text{g lt}^{-1}$ and <0.5-260.3 $\mu\text{g lt}^{-1}$. Toxic pollutants like As, Se and Sb caused the skin, nervous system, heart problems and gastrointestinal problems. Considering this results which were obtained from these data points, these points of water use can be recommended to not use for public health.

Key Words: Water pollution, drinking water, arsenic, selenium, antimony, mine wastes accumulated

Kızılcahamam Termal Suyunun Kaplıcada Kullanılması ve İnsan Sağlığına Etkisi

Kadirhan SUNGUROĞLU*

Hanım HALILOĞLU**

*Prof.Dr., A.Ü. Tıp Fakültesi Biyokimya Anabilim Dalı

**Prof.Dr., A.Ü. Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı

Özet

Termal suyun kaplıcada kullanılabilmesi için o suyun yeraltından çıkan doğal termal su olması, sıcaklığının 25 °C üzerinde olması gerekir. Ayrıca suyun litresinde en az 1 gram mineral bulunması gerekmektedir. İster müzmin bir rahatsızlığı olsun isterse de sağlıklı olsun suda bulunan mineraller vücudu güçlendirir. Sağlıklı insanların bağışıklık sistemini güçlendirmek için yılda bir kez kaplıca kürü alması tavsiye edilmektedir. Türkiye jeotermal kaynak zenginliği ve potansiyeli açısından Dünyada ilk yedi ülke arasında yer almakta olup, Avrupa'da birinci sıradadır. Ülkemizin termal suları, hem debi ve sıcaklıkları hem de çeşitli fiziksel ve kimyasal özellikleri ile Avrupa'daki termal sularından daha üstün nitelikler taşımaktadır. Termal sularımız doğal çıkışlı ve bol su verimli, eriyik maden değeri yüksek, kükürt, radon ve minerallerle zengindir. Ülkemiz sıcaklıkları 20 °C'nin üzerinde debileri ise 2–500 lt/sn arasında değişebilen 1500'den fazla kaynağa sahip bulunmaktadır. Bu Kaplıcalardan birisi de Kızılcahamam kaplıcasıdır. Kaplıcanın onaylanmış tedavi edici özellikleri: Hekim kontrolünde banyo uygulamaları şeklinde inflamatuvar romatizmal hastalıkların (romatoid artrit, ankilozan spondilit başta olmak üzere) kronik dönemlerinde; kronik bel ağrısı, osteoartrit gibi noninflamatuvar eklem hastalıklarının; miyozit, tendinit, travma, fibromiyalji sendromu gibi yumuşak doku hastalıklarının tedavisinde tamamlayıcı tedavi unsuru olarak, ortopedik operasyonlar, beyin ve sinir cerrahisi sonrası gibi uzun süreli hareketsiz kalma durumlarında mobilizasyon çalışmalarında, kronik dönemdeki seçilmiş nörolojik rahatsızlıklarda, serebral palsy gibi hastalıkların tedavisinde rehabilitasyon amacıyla, nörovegetatif distoniler gibi genel bozuklukları da strese ve spor yaralanmalarında tamamlayıcı tedavi unsuru olarak kullanılabilir niteliktedir.

Anahtar Kelimeler: Kaplıca, termal sular, mineral, insan sağlığı, Kızılcahamam.

The Use Of Water And Human Health Effects Of Thermal Spa Kızılcahamam

Abstract

In order to use the natural thermal water in thermal spa, it has to be natural water, and it's temperature must be above 25 °C. Also there must be at least 1 gram of mineral per liter of water. The minerals in the thermal water strengthens the body either the person has a cronic illness or even the person is healty. It is recommended to take thermal cure once a year for healty people in order to boost the immune system. In terms of availability and potential of geothermal resources, Turkey is the first country in Europe and also it is among the top 7 countries in the world. In our country thermal water have superior properties than that are in Europe as flow rate, temperature and also in terms of various physical and chemical properties. Our thermal water are natural, efficent, high metal solution valued and rich in sulfur, radon and minerals. Our country has more than 1500 thermal water resources that are above 20 °C temperature with various flow rates between 2-500 L / sec. Kızılcahamam thermal water is one of those valuable resources. Approved therapeutic properties of Hot Springs. Physician control of inflammatory rheumatic diseases in the form of bath applications (romatiod arthritis, ankylosing spondylitis, mainly), chronic stages of chronic low back pain, osteoarthritis, joint diseases,

such as noninflammator, myositis, tendinitis, trauma, soft tissue diseases, such as the treatment of fibromyalgia syndrome as an integral component of therapy, orthopedic operations, such as brain and nerve surgery in cases of long-term mobilization activities to remain motionless, over the selected chronic neurological disorders, such as cerebral palsy rehabilitation for the treatment of disease, such as neurovegetative dystonia in the general stress disorders and sports injuries as an integral component of treatment can be utilized.

Key words: Spa, thermal water, mineral and human health, Kızılcahamam

GİRİŞ

Kızılcahamam jeotermal sahasında baskın litoloji miyosen yaşlı volkanik kayalardır. Volkanik ürünlerin alt kesimleri piroklasik ürünlerden oluşmaktadır. Daha çok tüfit karakterli olan gösel birimler piroklastikler içinde ara seviyeler halinde bulunur. Piroklastiklere ait kesimleri beyaz renkli asidik tüflerden oluşur. Daha üste doğru, gösel birimler ara tabakalar halinde bu istiflenmeye eşlik eder. Üst seviyelere doğru aglomera ve andezitik bazaltik lav akıntıları görülür. Piroklastiklerin yaşı orta miyosen, bazalt ve andezitlerin yaşının ise üst miyosen olabileceği düşünülmektedir. En genç birimler ise peiyosen' e ait göl çökellerin yanı sıra Kuvaterner yaşlı alüvyon ve trenertenlerdir (Maden Tetkik ve Arama Müdürlüğü, 2005). Piroklastikler, andezit ve bazaltlar rezervuar kayayı oluşturmaktadır.

Jeotermal alandaki Kızılcahamam Kaplıca Kaynaklarının su sıcaklığı 70-71 °C olup kuyulardan elde edilen sıcak su konut, termal tesis ve sera ısıtmasında kullanılmaktadır. Ayrıca balneolojide de yararlanılmaktadır.

KAPLICA NEDİR?

Mineralize termal suların ve bunlara ait çamurların, banyo, içme, solunum yolu ile kullanılması, ayrıca iklim kürü, fizik tedavi, rehabilitasyon, mekanoterapi, beden eğitimi, masaj, psikoterapi, diyet vb. yan tedavilerle birleştirilmesi ile oluşturulan, kür uygulamalarının uzman hekim denetiminde yapıldığı sağlık tesislerine kaplıca denilmektedir. Maden suyunun yeryüzüne çıktığı kaynağa kaynarca, maden sularından yararlanmak üzere kaynarcaların çevresinde kurulan tesislere de genel olarak kaplıca ya da ılıca denmektedir. Kaplıca sularından banyo ve içme kürleriyle yararlanılmaktadır. İçme kürü olarak yararlanan kaplıcalara içmece de denilmektedir (Bursa Sağlık Müdürlüğü Gıda ve Çevre Kontrol Şubesi). Kaplıca teriminin kökeni kaynarcanın üzerine hamam yapılması nedeniyle türetilen "kaplı ılıca" terimidir.

Eski tunç çağından bu yana şifa dağıtmakta olan kaplıcalar ve termal çamur doğal bir güzellik iksiridir. Demir ve potasyum gibi mineraller yönünden son derece zengin olan bu çamuru Kleopatra'nın çok sık kullandığı bilinmektedir. Roma ve Bizans İmparatorluğu'nun da bölgeye önem verdiği yapılan kazı ve araştırmalardan ortaya çıkan eserlerle anlaşılmaktadır.

Kaplıca tedavisinin esası, belli aralıklarla tekrarlanan dış uyarılarla organizmanın kendi güçlerinin harekete geçirilmesi temeline dayanır. Burada termomineral kaplıca suyu ve çamurlarının fiziksel, kimyasal, termik etkilerinin rolü vardır.

İNSAN BÜNYESİNDE BULUNAN ELEMENTLER

İnsan bünyesinde bulunan başlıca elementlerden 11' i (oksijen, azot, karbon, hidrojen, kalsiyum, fosfor, potasyum, sodyum, magnezyum, kükürt ve silisyum) toplam elementlerin % 99,95' ini oluşturur. Geri kalan % 0,05' ini ise 60 tan fazla diğer mikroelementlerin oluşturduğu belirtilmiştir. Mikroelementlerin bulunduğu organizmalar içerisinde çok düşük miktarda bulunmasına rağmen çok önemli fizyolojik etkilerinin olduğu bilinmektedir (H. Halilova, 2009 Doğadan Gelen Sağlık). 70 kg insan vücudu 43 kg oksijen, 7 kg hidrojen, 16 kg karbon, 1,18 kg azot, 96 gr klor, 1000 gr kalsiyum, 780 gr fosfor, 110-150 gr potasyum, 2.39 gr çinko, 19 gr magnezyum, 4.29 gr demir, 2.6 gr flor, 0,012 gr mangan, 0,015 gr selenyum, 0,003 gr kobalt, 0,02 gr iyot, 0,05 gr kadmiyum, 0,007 gr bar, 1 g silisyum, 140 gr kükürt, 100 gr sodyum elementlerinden oluşmaktadır. Mineral maddeler insan

organizmasının faaliyeti için son derece önemlidir. İnsan organizması mineral maddeleri besinlerden, içtikleri sudan, havadan ve kaplıcalardan almaktadırlar.

ELEMENTLERİN İNSAN SAĞLIĞINA ETKİSİ

Mineral maddeler insan organizmasının membranlarındaki madde geçişlerinde rol oynamaktadırlar ve vücut sıvılarının içinde bulunurlar. İnsan vücudundaki elementlerin azlığı veya çokluğu insan sağlığı için çok önemlidir. Kemik yapısı için kalsiyum, fosfor, magnezyum, kobalt, bor, florür, su ve elektrolit dengesi için sodyum, potasyum, klorür, metabolik kataliz için çinko, bakır, selenyum, magnezyum, molibden; oksijen bağlantısı için demir; hormon etkileri için iyot, krom elementleri gerekmektedir. Örnek olarak bazı elementleri gösterebiliriz.

Demir (Fe)

Demirin canlı organizmaların birçok faaliyetlerinde önemli biyolojik rolü vardır. Demir vücudun dışarıdan aldığı, az miktarda, ancak ihtiyaç duyduğu bir maddedir. İnsan vücudunda demir yapı taşı olarak görev yapmaktadır. Hemoglobinin vücutta en çok demir içeren bileşiktir.

Demir plazmada taşıyıcı proteine bağlı olarak taşınır. İskelet ve kalp kasında myoglobulin kısmında demir bulunur, Vücutta demir eksikliği oluştuğunda, daha fazla transferrin sentez edilir. Demir yetersizliğinin birçok belirtisi vardır. Bunlar; bağışıklık sisteminin bozulması, kansızlık, hastalıkların sık görülmesi ve tekrarlaması, okul başarısının azalması, dikkat ve bilişsel yeteneğin düşmesi, yorgunluk, halsizlik, iştahsızlık, toprak ve buz yeme, çarpıntı vb. belirtilerdir.

Çinko (Zn)

Çinkonun insan vücudunda çok önemli görevleri vardır. Çinko 200 civarında enzim ve bir çok hormonun üretiminde rol alır. Başlıca işlevleri arasında; RNA, DNA, protein sentezi, insülinin aktivasyonu, vitamin-A'nın hücrelere taşınması ve kullanımı, yaraların iyileşmesi, hücrelerin bölünerek çoğalabilmesi, tat alma (özellikle tuzlu tadın farkına varabilme), sperm yapımı, anne karnındaki ve doğmuş bebekler ile çocukların büyüme ve gelişimi, kanda yağların taşınması gibi birçok olay bulunmaktadır. Özellikle proteinli gıdalarda bulunan çinkonun eksikliği, erkeklerde kısırlık tehlikesi oluşturmaktadır. Çocuk organizmasında çinko elementinin yetersizliği bağışıklık sistemini zayıflatır. Yani çocuklar sık sık soğuk algınlığına yakalanır, lenfleri büyür.

Çinko ve selenyum Tiroid bezi hormonlarının içeriğinde bulunur. Tiroid bezi immunoglobulinin oluşmasında aktif rol oynar.

Organizmada çinkonun yetersizliği birçok hastalıklara neden olmaktadır.

1. Pankreasın fonksiyonel aktifliği azalır. Çünkü insülin 4 çinko molekülü içerir. Bu nedenle çinko elementinin eksikliği Pankreasın fonksiyonel aktifliğini azaltmaktadır.
2. Yine organizmada çinkonun azlığı; alerji, deri hastalıkları, bronşial astım, nörodermit, eksudatif diatez gibi hastalıklara neden olur.
3. Çinko eksikliğine bağlı olarak bağırsak mikroflorasının gelişmesi azalır, çünkü bağırsak mikroflorasının gelişmesi için çinko mikroelementi mutlak gereklidir.

Kalsiyum (Ca)

Dr. Uoker'e göre, insan organizmasında kalsiyumun eksikliği 147 farklı hastalığa neden olmaktadır. Bunlardan birisi yüz siniri felci dir. Kalsiyumun azlığı böbrekte taş oluşmasına neden olur. Aslında birçok insan böbrekte taş oluşmasını diye, kalsiyumlu ürünlerle beslenmemektedir. Çünkü böbrekte taş oluşumunun beslendikleri kalsiyumlu ürünlere bağlı olduğunu düşünmektedirler. Aksine, insan organizmasında kalsiyum eksikliği olursa, o zaman insan kemiklerindeki kalsiyum kemiklerden ayrılıp böbreklerde yoğunlaşır.

Gençlik döneminde kas, iskelet ve endokrin sisteminin gelişimi için kalsiyum gereksinmesi artar. İskelet kütleinin % 45'i gençlik döneminde oluşmaktadır.

Diş çürükleri gençlerde sıklıkla görülebilir bir sorundur. Beslenme yetersizliği, rafine edilmiş şekerlerin ve şekerli içeceklerin sık tüketimi, özellikle kalsiyum ve florür gibi minerallerin yetersizlikleri, düzenli diş bakımının yapılmaması gibi nedenlerden kaynaklanmaktadır. İnsan organizmasında kalsiyumun eksikliği osteoporoz hastalığına neden olur. Osteoporoz, düşük kemik yoğunluğu ve sonrasında kemiklerde incelmeye ile kırık riskinin artması ile karakterize edilen bir hastalıktır. Kemik yoğunluğu çocukluk ve gençlik döneminde artmakta ve 20'li yaşlarda en üst düzeye ulaşmaktadır.

Çocukluk ve gençlik döneminde süt tüketimi yetersiz olan kişilerde yetişkin dönemde kemik yoğunluğu düşmekte ve kemiğin kırılma riski de artmaktadır. Osteoporoz özellikle yaşlılarda ölüme bile neden olabilir. Osteoporoz ölüme yol açan hastalıklar arasında 10. sıradadır.

Yine kalsiyumun eksikliğinde artirit hastalıkları oluşur. Artrit hastalığının % 85'i kemik eklemlerinin osteoporozla yakalanmasının sonucudur. Normal artrit, osteoartrit romatizma, lumbago gibi hastalıklar kemik eklemlerinin osteoporozudur. El ve ayakların uyuşması insan organizmasında kalsiyum elementinin eksikliği ile ilgili olabilir. Organizmada kalsiyumun eksikliği omurga osteoporozunun oluşmasına da neden olur.

Bor (B)

İnsanlar hava ve sudaki bor mineralleriyle, bor yatakları bakımından zengin havzalardaki yeraltı ve yerüstü sularını içerek ve kullanarak, bor yoğunlukları yüksek yiyecek veya içecekleri alarak, maden ocaklarında, sabun, deterjan gibi temizleyicilerle, güzellik malzemesi ve benzeri maddeleri yapan yerlerde çalışarak temas halinde olabilmektedirler. Dünya Sağlık Örgütü (WHO) insanın günlük bor alımını 1-3 mg/gün ile sınırlamıştır.

Bor kalsiyum ve D vitamini olmak üzere vücut minerallerinin düzenlenmesinde rol oynamaktadır. Kalsiyum ve magnezyum yıkımını önleyerek kemik yapısını koruyabilmektedir. Beslenme ürünlerinde bor elementinin yetersizliği kemik erimesi ve kırılması ile sonuçlanmaktadır.

Magnezyum (Mg)

Magnezyum vücudumuz için hayati önem taşıyan 11 minerale biridir. Vücudumuzdaki yaklaşık 20-28 gr magnezyumun %60'ı kemik ve dişlerimizde, % 39'u kaslarımızda bulunur. Kanda ise toplam magnezyumun % 1'i bulunmaktadır. Vücudumuzdaki 300 den fazla biyokimyasal reaksiyonda rolü vardır. Kas ve sinir fonksiyonlarının yürütülmesi, kemik güçlülüğünün sağlanması, kalp ritminin düzenlenmesinde rolü büyüktür. Enerji metabolizması ve protein sentezinde de yer almaktadır. Stres, gebelik, emzirme, hastalıklardan sonraki iyileşme dönemlerinde magnezyum ihtiyacı artmaktadır. Sert sularda magnezyum yoğunluğu fazladır. Tatlı sularda bu miktar azaldığı için genellikle günlük alınması gereken magnezyum miktarı hesaplanırken su ile alınan magnezyum göz ardı edilir.

İyot (I)

İyot insan ve hayvan sağlığı için son derece önemlidir. Dünyada bu konuda yapılan araştırmalar iyot elementinin önemli işlevleri olduğunu göstermiştir.

İnsan ve hayvan organizması için iyodun gerekliliği geçen yüzyılın ortalarında araştırılmıştır. Bu araştırmalar sonucu iyodun tiroid bezlerindeki tiroksin hormonlarında bulunduğu ve bu hormonların % 65.2'sinin iyot olduğu belirlenmiştir. İyot esas olarak hücrelerde oksidasyon ve redüksiyon olaylarında rol oynar. İnsan organizması için gerekli gündelik iyot miktarı 100-200 mg'dır. İnsan ve hayvan organizmasında bulunan iyodun azlığı tiroid bezleri fonksiyonlarının değişmesine neden olur, tiroid bezleri büyür daha sonra da guatr hastalığına sebep olur. Her insan 24 saatte en az 0.1 mg iyot

almalıdır. Bu miktar alınmadıkça guatr hastalığına yakalanma riski artmaktadır. Tiroid bezi birbiriyle bağlı olan üç görevi yerine getirir.

- 1- Kan plazmasından iyodu toplar,
- 2- Hormon sentezini yapar,
- 3- Bu hormonu kana gönderir.

Organizmada bulunan tüm iyodun % 20'si tiroid bezinde toplanır. Bunun % 15'i tiroksin şeklinde, % 5'i ise tuzlar şeklindedir. Tiroid bezinde olan iyot miktarı kana göre 500 kez daha fazladır. İnsan kanında iyot miktarı sürekli aynıdır, yalnız mevsimlere göre biraz değişir. Eylül ayından kış ortalarına doğru (Ocak ayı) azalır, Şubat ayında yaz aylarına doğru artar. Bazı bilim adamlarına göre tiroksin sadece tiroid bezinde değil başka organlarda da meydana gelebilir.

MATERYAL VE YÖNTEM

Yapılan araştırmalara göre (MTA Genel Müdürlüğü, 2005, T.C. Sağlık Bakanlığı Refik Saydam Hıfzısıhha Merkezi Başkanlığı Gıda Güvenliği ve Beslenme Araştırma Müdürlüğü Analiz Raporu, 2010) bu minerallerin çoğunluğu özellikle Kızılcahamam kaplıca suyunda bulunmaktadır ve insan sağlığını etkilemektedir.

T.C. Sağlık Bakanlığı Refik Saydam Hıfzısıhha Merkezi Başkanlığı Gıda Güvenliği ve Beslenme Araştırma Müdürlüğü tarafından yapılmış olan araştırmalar sonucunda (Analiz Raporu 2010) kimyasal parametreler uygun olarak kabul edilmiştir (Çizelge 1).

Kızılcahamam termal kaplıca suyunda bulunan elementler insan sağlığı için çok önem taşımaktadır. Kemik yapısı için kalsiyum, fosfor, magnezyum, kobalt, bor, florür; su ve elektrolit dengesi için sodyum, potasyum, klorür; metabolik kataliz için çinko, bakır, selenyum, magnezyum, molibden, oksijen, taşıma açısından demir, hormon etkileri için iyot, krom elementleri önemli roller oynamaktadırlar. (Doğadan Gelen Sağlık, 2009).

KIZILCAHAMAM KAPLICA SULARININ TEDAVİ EDİCİ ÖZELLİKLERİ

Hekim kontrolünde banyo uygulamaları şeklinde inflamatuvar romatizmal hastalıkların (romatoid artrit, ankilozan spondilit başta olmak üzere) kronik dönemlerde; kronik bel ağrısı, osteoartrit gibi yumuşak doku hastalıklarının tedavisinde tamamlayıcı tedavi unsuru olarak, Ortopedik operasyonlar, beyin ve sinir cerrahisi sonrası gibi uzun süreli hareketsiz kalma durumlarında mobilizasyon çalışmalarında, kronik dönemdeki seçilmiş nörolojik rahatsızlıklarında ve spor yaralanmalarında tamamlayıcı tedavi unsuru olarak kullanılabilir niteliktedir (Sağlık Bakanlığı).

Çizelge 1. Kimyasal parametreler

| Kimyasal Parametreler | Birim | Metod-Cihaz | Tayin Limit (LDQ) | Analize Alındığı Tarih | Mevzuat Limit (1) | Analiz Sonucu |
|--|-------|-------------|-------------------|------------------------|-------------------|---------------|
| Sodyum | mg/l | ISO 11885 | 0,063 | 02.11.2010 | (1) | 667 |
| Klorür | mg/l | ISO 10304-1 | 0,17 | 11.11.2010 | (1) | 286 |
| Sülfat | mg/l | ISO 10304-1 | 0,13 | 11.11.2010 | (1) | 111,6 |
| Magnezyum | mg/l | ISO 11885 | 0,07 | 02.11.2010 | (1) | 10,2 |
| Kalsiyum | mg/l | ISO 11885 | 0,054 | 02.11.2010 | (1) | 38,6 |
| Florür | mg/l | ISO 10304-1 | 0,04 | 03.11.2010 | (1) | 2,85 |
| Bikarbonat | mg/l | SM4500 D | - | 12.11.2010 | (1) | 1606,74 |
| Silikat (H ₂ SiO ₃ olarak) | mg/l | ISO 11885 | 0,035 | 01.11.2010 | (1) | 66,4 |

(1) 09.12.2004 tarih ve 25665 sayılı Resmi Gazetede yayımlanan Kaplıcalar Yönetmeliği

KAPLICADAKİ SAKINCALI DURUM

Ateşli hastalıklara tutulanlar, ameliyat geçirmiş henüz yarası kapanmamış olanlar, kanamalı hastalıkları olanlar, kanserliler ve tüberküloz hastaları, saralılar, Hamile kadınlar, doğum yapmış loğusa kadınlar ve adetli kadınlar, siroz hastası olanlar, astım hastası olanlar, idrar zorluğu olanlar, yüksek ve değişken tansiyonlu olanlar, yaşı küçük olanlar ve zararlı akıl hastalıkları olanlara uzmanlar kaplıcaları önermemektedirler.

SONUÇ

Yaşamımızda elde ettiğimiz başarılar, sevinçler sağlığa bağlıdır. Yaşamsal isteklerin esas temeli sağlıktır. İnsan organizmasının sağlam olması, bünyesinde bulunan elementlerin dengesi ile ilgilidir. Vücuttaki kanda, hücrelerde, dokularda ve vücudun tüm organlarında bu elementlerden, enzimlerden herhangi biri eksik olduğu zaman organizmanın dengesi bozulmaktadır.

İnsan organizması doğal maddelerden fermentleri daha fazla alırsa, kendisini daha sağlam, daha canlı hissetmektedir. Kaplıca sularının önemi içeriğinde bulunan minerallerin insan sağlığına etkilerindedir. Termal kaplıca suları banyo uygulamaları insanlara şifa verir. Yalnız kaplıca sularının mutlaka hekim kontrolünde kullanılması sağlanmalıdır.

KAYNAKLAR

- Atabey, E. (Ed.). 2005b. 1. Tıbbi Jeoloji Sempozyum Kitabı, (Editör: Eşref ATABEY, TMMOB Jeoloji Mühendisleri Odası Yayınları.95. Ankara.
- Dubrovskaya, S. 2006. Pravilnoye zakalivaniye vodoy Moskova.
- Gutun, T.V. 2007. Leçeniye bolezney. Moskva.
- Günerol F.Sunguroğlu K.Influence of age and sex on copper, zinc and magnesium concentrations in plasma, erythrocytes and urine of healthy adults.Turk J Med Sci. 1997:27 sayfa 217-221
- Halilova, H. 2004. Mikroelementlerin (I, Zn, Co, Mn, Cu, Se) Biyojeokimyası. İlke Emek Yayınları.
- Halilova, H. 2008. 100. Yıla doğru Çankırı, Çankırı Valiliği.
- Halilova, H. 2008. Doğadan Gelen Sağlık. Palma Yayınları.
- Helvacı, C. 2005. Batı Anadolu'da arsenik ile bor mineralleri ilişkisi ve sağlığa etkileri. I. Tıbbi Jeoloji Sempozyumu, 74-92. Ankara.
- Maden Tetkik Arama Genel Müdürlüğü, 2005. Türkiye Jeotermal Kaynakları Envanteri, Envanter Serisi-201.
- Sunguroğlu K. Kalsiyum. Sağlık Dergisi. Ağustos 1996 sayfa 15
- Sunguroğlu K. ve ark. Malign ve Benign Serviks lezyonlu hastalarda Serum Çinko, Bakır ve Magnezyum Düzeyleri. T. Kln.Jinekoloj Obst 1992.(2) sayfa 115-118
- Sunguroğlu K. ve ark. Çinkonun bazı metabolik etkileri. Optimal Tıp Dergisi 1988. 1:2 sayfa 91-94
- Sunguroğlu K. ve ark. A study on the correlation between serum retinol and zinc levels in the patients with cancer. Karadeniz Tıp Dergisi. 1990. 3:4 sayfa 164-166
- Sunguroğlu K. Sağlığımız ve Çinko. Ankara Üniversitesinden Haberler.1995.(Ocak-Şubat) sayfa: 19
- Sunguroğlu K. ve ark. Papiller tiroid kanserli hastalarda serum selenyum, çinko ve magnezyum düzeyleri. Haydarpaşa Numune Hastanesi Tıp Dergisi 1992:32 sayfa 5-7
- T.C. Sağlık Bakanlığı Refik Saydam Hıfzısıhha Merkez Başkanlığı Gıda Güvenliği ve Beslenme Araştırma Müdürlüğü Analiz Raporu. 2010.
- Uoker, N.V. 1972. Sırıye ovoşniye soki. İzdat. Piramid Buks. Perevod s angliyskogo. Geybullayev. G.R. 1999.

Organik ve Konvansiyonel Şartlarda Yetiştirilen Fesleğen (*Ocimum Basilicum* L.) Bitkisinin Uçucu Yağ Bileşenleri ile Besin Elementi İçerikleri

Bihter ÇOLAK ESETLİLİ*

Murat ÇİÇEKLİ**

Dilek ANAÇ***

* Dr., Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Bornova İzmir

** Yük. Müh., Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Bornova İzmir

*** Prof.Dr. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Bornova İzmir

Özet

Bu çalışmada organik ve konvansiyonel şartlarda yetiştirilen Fesleğen (*Ocimum basilicum* L.) bitkisinin yeşil herba ve drog verimi, besin elementleri içeriği, toplam uçucu yağ miktarları (%) ile bu yağların bileşenleri belirlenmiş ve sözü edilen tarım sistemleri arasındaki olası farkların ortaya çıkarılması amaçlanmıştır.

Araştırma sonuçlarına göre yeşil herba verimi organik ve konvansiyonel yetiştiricilik yapılan alanlarda önemli düzeyde farklılaşmış ve konvansiyonel alanlarda daha yüksek bulunmuştur. Drog veriminin ise her iki yetiştiricilik şartlarında benzer olduğu saptanmıştır. Droglardaki toplam uçucu yağlar özellikle ilk hasatta organik parsellerde önemli düzeyde yüksektir. Bu bağlamda diğer hasatlarda farklılık saptanmamıştır. Toplam uçucu yağların bileşenlerinden olan Linalool ve 1,8 Cineol organik fesleğende konvansiyonele göre daha yüksek tespit edilmiştir. Drog herbada yapılan besin elementi analizleri sonucunda N, Ca ve diğer mutlak gerekli mikro elementlerden Fe, Zn, Mn, Cu'nun organik olarak yetiştirilen bitkilerde önemli düzeyde yüksek olduğu görülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Fesleğen, organik tarım, konvansiyonel tarım, uçucu yağ

Essential Oils and Nutrient Elements Of Basil (*Ocimum Basilicum* L) Grown Under Organic and Conventional Farming Systems

Abstract

Basil was grown under organic and conventional farming systems in order to study and compare their green herba yield, drug yield, nutrient elements, total volatile oil contents and essential oils.

Results showed that green herba yield was higher under conventional conditions. Drug yield was found statistically similar for both of the farming systems. Total volatile oil content was measured higher in the first harvest of the organic plants. The essential oils Linalool and 1,8 Cineol were assessed higher in the organically grown basil. Similarly, the primary essential nutrients N, Ca and the secondary nutrients Fe, Zn, Mn and Cu were analyzed more in the organic plants.

Key Words: *Ocimum basilicum* L, organic farming, conventional farming, essential oils

GİRİŞ

Fesleğen Lamiaceae familyasına ait tek veya çok yıllık türleri içeren *Ocimum* cinsinin en fazla ekonomik öneme sahip olan türü *Ocimum basilicum* L.'dur. Güney Asya özellikle Hindistan kökenli olan fesleğen (*Ocimum basilicum* L.) tropik ve ılıman bölgelerde yayılım göstermektedir (Ceylan, 1997; Ekren ve ark., 2009). Fesleğen, Türkiye'de doğal yayılış göstermemekle birlikte Batı ve Güney Anadolu Bölgelerinde kültüre alınarak yetiştirilmektedir.

Ocimum basilicum L. türü içinde geniş morfolojik ve kimyasal farklılıklar vardır ve pek çok alt tür ve varyetelere ayrılarak incelenmektedir. Bazı yörelerde özellikle doğuda yetişen mor renkli fesleğenler

“reyhan” olarak isimlendirilirken batı da ise “sweet basil” olarak bilinen yeşil renkli varyeteler fesleğen (*Ocimum basilicum* L.) olarak bilinmektedir (Telci ve ark., 2005).

Fesleğen gıda, ilaç ve kozmetik sanayinde kullanılmaktadır. Uçucu yağ oranı % 0,3-1 arasında değişmektedir (Akgül, 1993). Çiçekli dal ve yapraklarının distilasyonu ile uçucu yağ (Oleum basilici) elde edilmektedir. Fun ve Svendsen (1990), Hollanda’da yetişen ve 14 farklı bölgeden toplanan *Ocimum basilicum* L. var. *canum* Sims. ve *O. gratissimum*’un kuru yapraklarında 54 uçucu yağ bileşeni belirlemişlerdir. Toplam yağ içerisinde Transmethyl Cinnamate (%32), 1,8 Cineole (%7), Linalool (%6,6) komponentleri yüksek oranda bulunmuştur. İran’da yeşil yapraklı *Ocimum basilicum* L.’nin kültüre alınarak yetiştirildiğinde uçucu yağ bileşenleri Methyl Chavicol (%40,5), Geraniol (%27,6), Neral (%18,5) ve Caryophyllene Oxide (%5,4) olarak tespit edilmiştir (Sajjadi, 2006). Fesleğen yaprak ekstraktının majör bileşenleriyle ilgili bir çalışmada ise Linalool % 39,8, Estragole % 20,5, Methyl Cinnamate %12,9, Eugenol %9,1 ve 1,8 Cineole %2,9 bulunmuştur (Lee, 2005).

Türkiye’de tıbbi ve aromatik bitkilerin önemli bir kısmı doğadan toplama yoluyla elde edilmekte ve artan talepler karşılanamamaktadır. Bu nedenle bazı bitkilerin kültür yoluyla da üretimine başlanmıştır. Gıda, ilaç ve kozmetik sanayi için bu bitkilerin hammadde olarak konsantresi hazırlanmaktadır. Konsantrenin içerebileceği insan sağlığına zararlı bileşikler ise toksisite riskinin artmasına yol açabilir. Bu bağlamda kültür yolu ile üretimin hem kalitede standardizasyonu sağlayacağı hem de doğal vegetasyonu koruyacağı bilinmektedir. Khalid ve ark. (2006) tarafından Mısır’da yürütülen bir çalışmada da organik olarak yetiştirilen *Ocimum basilicum* L.’un vejetatif büyüme karakterlerinin, uçucu yağ ve toplam flavonoit miktarlarının daha iyi olduğu gözlenmiştir.

Çalışmamızda organik ve konvansiyonel tarım sistemlerine göre yetiştirilen *Ocimum basilicum* L.’un yeşil ve drog herba verimleri, herba besin element (N, P, K, Na, Ca, Mg, Fe, Cu, Zn, Mn) içerikleri, herba toplam uçucu yağ miktarları (%) ile bu yağların bileşenlerinin belirlenmesi ve sözü edilen tarım sistemleri arasındaki olası farkın ortaya çıkarılması amaçlanmıştır. Yeşil ve drog herba verimleri 3 hasat döneminde de saptanmıştır.

MATERYAL VE YÖNTEM

Araştırma, organik ve konvansiyonel şartlarda tıbbi bitki yetiştiriciliği yapılan iki farklı şirkete ait tarlalarda yürütülmüştür. Organik parsellerde *Ocimum basilicum* L. yetiştiriciliği, 10 Haziran 2005 tarih ve 25841 sayılı resmi gazetede yer alan “Organik Tarımın Esasları ve Uygulanmasına İlişkin Yönetmelik’te belirtilen standartlara göre yapılmıştır. Organik parsellerde organik madde içeriği % 65 ve N, P₂O₅, K₂O içeriği % 3.5-3-3 olan katı organik gübreden 350 kg/da uygulanmıştır. Ayrıca damla sulama sistemiyle 4 farklı dönemde her biçimden sonra % 35 organik madde içeren, % 5 humik ve % 19 fulvik asit kapsayan, pH’sı 6 olan ve sırasıyla % 4-2-3.5 N, P₂O₅, K₂O içeren sıvı organik gübreden 30 litre/da verilmiştir. Gübre ve besin elementi alımını etkinliğini arttırmak ve toprak pH’sını düşürmek amacıyla organik parsellere 60 kg/da toz kükürt (S) uygulaması da yapılmıştır.

Konvansiyonel parsellere 15.15.15+Zn’lu gübreden 45 kg/da, NH₄NO₃ gübresinden ise dekara 4 kg, 3 kg ve 3 kg olmak üzere her biçimden sonra 3 kısım halinde ve sulama ile birlikte verilmiştir.

Konvansiyonel ve organik yetiştiricilik yapılan alanlardan 0-30 cm’den toprak örnekleri alınmış ve analizleri yapılmıştır (Çizelge 1).

Çizelge 1’de görüldüğü gibi organik parsellerin toprakları nötr tepkimelidir. Çözünabilir toplam tuz yönünden bir tehlike bulunmamaktadır. Kireçli olan toprak Killi-Tın bünyeye sahiptir. Organik madde içeriği düşük, toplam azot (N) iyi düzeydedir. Bitki tarafından alınabilir makro bitki besin elementlerinden fosfor (P) ve potasyum (K) dışında diğerleri yeterli düzeydedir.

Çizelge 1. Fesleğenin yetiştirildiği deneme topraklarının fiziksel ve kimyasal özellikleri

| Analiz Sonuçları | Organik | Konvansiyonel |
|--|----------------|----------------------|
| pH | 7.13 | 7.15 |
| Toplam Tuz (%) | 0.13 | 0.03 |
| CaCO ₃ (%) | 2.89 | 1.94 |
| Bünye | Killi Tın | Kumlu Tın |
| Kum (%) | 33.64 | 66.72 |
| Mil (%) | 28.36 | 24.00 |
| Kil (%) | 38.00 | 9.28 |
| Organik Madde (%) | 1.61 | 1.07 |
| Toplam Azot (%) | 0.104 | 0.115 |
| Alınabilir Fosfor (mg kg ⁻¹) | 1.02 | 1.40 |
| Alınabilir Potasyum (mg kg ⁻¹) | 95 | 106 |
| Kalsiyum (mg kg ⁻¹) | 2500 | 1299 |
| Magnezyum (mg kg ⁻¹) | 355 | 130 |
| Sodyum (mg kg ⁻¹) | 129 | 25 |
| Demir (mg kg ⁻¹) | 12.7 | 13.4 |
| Bakır (mg kg ⁻¹) | 1.8 | 1.4 |
| Mangan (mg kg ⁻¹) | 12.0 | 51.60 |
| Çinko (mg kg ⁻¹) | 0.58 | 0.79 |

Alınabilir mikro bitki besin maddeleri incelendiğinde ise toprakların çinko (Zn) içeriklerinin düşük olduğu görülmektedir. Konvansiyonel parsellerin toprakları nötr tepkimeli, çözünebilir toplam tuz yönünden sorunsuz ve kireççe fakirdir. Topraklar kumlu tın bünyeye sahiptir. Organik madde içeriği düşük, toplam N iyi düzeydedir. Bitki tarafından alınabilir P, K ve Ca yetersiz bulunmuştur. Alınabilir mikro bitki besin maddeleri incelendiğinde ise Zn dışında diğerlerinin yeterli düzeyde olduğu görülmektedir.

Fesleğen yetiştiriciliği süresince üç kez yeşil herba ve 30° C da kurutulduktan sonra drog herba verimleri alınmıştır. Otuz derecede kurutulmuş herbada N içeriği modifiye Kjeldahl metoduna göre (Kacar, 1972) yapılmıştır. Fosfor, vanadomolibdo fosforik sarı renk metotuna göre analiz edilmiş ve 105 °C'taki kuru maddeye göre hesaplanmıştır. (Kacar ve Kovancı, 1982). Benzer şekilde ve aynı çözeltide K, Ca, Mg, Na, Fe, Mn, Zn, Cu Varian spectrAA 220 Fast Sequential Atomik Absorpsiyon Spektrofotometre cihazında tayin edilmiştir (Kacar, 1972). Drog örneklerinde toplam uçucu yağ miktarı Clevenger cihazı ile belirlenmiş (Baydar, 2005) ve 30 °C'taki kuru maddede % olarak hesaplanmıştır (Guenter, 1975). İstatistiki analizler Tarist paket programı (Açıkgöz ve ark., 1994) kullanılarak, tesadüf blokları deneme desenine göre yapılmıştır.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Organik ve konvansiyonel şartlarda yetiştirilen fesleğen bitkisinin yeşil ve drog herba verimleri, besin elementleri (N, P, K, Ca, Na, Mg, Fe, Cu, Zn, Mn), toplam uçucu yağ miktarları (%) ile bu yağların bileşenleri belirlenmiştir (Çizelge 2, 3 ve 4).

Çizelge 2'den de görülebileceği gibi drog herbada yapılan besin elementi analizleri sonucunda N, Ca ve diğer mutlak gerekli mikro elementlerden Fe, Zn, Mn, Cu'nun organik olarak yetiştirilen bitkilerde önemli düzeyde yüksek olduğu görülmektedir.

Çizelge 2. Organik ve konvansiyonel tarım sistemlerine göre yetişen fesleğenin besin elementi içeriklerindeki farklılıklar

| Sistem | N (%) | P (%) | K (%) | Ca (%) | Na (%) |
|---------------|---------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| Organik | 2.13a | 0.57b | 1.013b | 1.018a | 0.018b |
| Konvansiyonel | 2.00b | 0.62a | 1.090a | 0.950b | 0.032a |
| LSD (%5) | - | - | - | 0.056 | - |
| LSD (%1) | 0.11 | 0.002 | 0.065 | - | 0.003 |
| Sistem | Mg (%) | Fe (ppm) | Cu (ppm) | Zn (ppm) | Mn (ppm) |
| Organik | 0.310b | 819a | 20.82a | 59.92a | 109.91a |
| Konvansiyonel | 0.380a | 412b | 18.16b | 43.91b | 58.64b |
| LSD (%5) | - | - | - | 11.32 | - |
| LSD (%1) | 0.041 | 192.87 | 2.26 | - | 25.60 |

Seidler-Lożykowska et al. (2006) tarafından “Wala” çeşidi fesleğende toplam N %2.42-3.77 arasında bulunmuştur. Ancak Golcz et al. (2006) fesleğenin N içeriğinin çeşide ve verilen N’lu gübre dozuna bağlı olarak % 1.24-3.96 arasında değişebileceğini belirtmişlerdir. Bu çalışmadan elde edilen toplam N içerikleri ile bildirilen verilerin uyumlu olduğu görülmektedir. Fosfor içeriği ise Özcan ve ark. (2005) ile Özcan ve Akbulut (2007) tarafından verilen %0.49-0.83 değerleri ile paralellik göstermektedir. Seidler-Lożykowska et al. (2006, 2009) yaptıkları çalışmalarda fesleğenin K içeriklerinin, toprak yapısına ve yetiştirme şekline bağlı olarak % 2.98-5.21 gibi çok geniş aralıkta değişebileceğini bildirmişlerdir. Çalışmamızda drog herba için belirlenen K içerikleri dille getirilen bu değerlerin altında bulunmuştur. Deneme topraklarımızın alınabilir K içeriklerinin çok düşük ve yapılan gübrelemenin muhtemelen yetersiz olmasının bu sonucu doğurduğunu düşündürmektedir. Dzida (2010) fesleğene CaCO₃ uygulamaları yaptığı bir çalışmada bitkilerin Ca içeriklerinin % 2.13-2.46 arasında değiştiğini saptamıştır. Çalışmamızda organik şartlarda yetiştirilen fesleğenin Ca miktarlarının daha yüksek olması, bu alanların konvansiyonel alanlara göre daha fazla Ca içermesine bağlanabilir. Golcz et al. (2007) farklı yörelerden toplanan fesleğenlerin kuru maddesinde ortalama olarak 175.1 mg kg⁻¹ Mn, 438.9 mg kg⁻¹ Fe, 15.6 mg kg⁻¹ Cu ve 80 mg kg⁻¹ Zn bulduklarını rapor etmektedirler. Mikro besin elementi içeriklerini incelediğimizde, organik şartlarda yetiştirilen fesleğenin bu anlamda daha zengin olduğu görülmektedir ve organik gübrelemenin toprakta bulunan mikro besin elementlerinin miktarını ve alınımını arttırdığı görüşü ile örtüşmektedir.

Çizelge 3. Organik ve konvansiyonel tarım sistemlerine göre yetiştirilen fesleğenin hasat dönemlerine göre uçucu yağ oranları, yeşil herba ve drog herba verimleri

| Sistem | Linalool (%) | 1,8 Cineol (%) | Alpha-Bergamotone (%) |
|---------------|---------------------|-----------------------|------------------------------|
| Organik | 44.23a | 12.05 | 8.26b |
| Konvansiyonel | 42.15b | 11.98 | 9.03a |
| LSD (%1) | 1.032 | ns | 0.168 |

Ceylan (1987) tarafından yapılan bir çalışmada fesleğenin humusca zengin kumlu-tınlı toprakları sevdiği, sıcaktan hoşlandığı ve bitkilerin uçucu yağ oranlarının % 0.1-0.45 arasında değiştiği bildirilmiştir. Arabacı ve Bayram (2004) ise Aydın koşullarında uçucu yağ oranını %0.83 olarak tespit etmişlerdir. Çalışmamızda 3 biçimde de toplam uçucu yağ miktarları (%) belirlenmiştir (Çizelge 3). İlk biçimde organik şartlarda yetiştirilen fesleğenin toplam uçucu yağ miktarı daha yüksek saptanmış,

2. ve 3. biçimlerde ise istatistiki olarak fark bulunamamıştır. Hornok (1983), Macaristan’da yaptığı bir çalışmada gübrelemenin uçucu yağ oranını arttırdığını rapor etmiştir.

Halva ve Pukka (1987), gübrelemenin fesleğen bitkisi üzerine etkisini inceledikleri bir araştırmalarında N’un fesleğene düzenli bir etkisinin olmadığını ancak en yüksek verimin birinci yıl 15 kg/da N, ikinci yıl 9.7 kg/da N uygulamasından elde edildiğini vurgulamışlardır. Gübre uygulanmamış parsellerden 290-390 kg/da taze herba verimi alınırken, gübre uygulaması sonucunda 460-910 kg/da verim alınabileceğini belirtmişlerdir. Çizelge 3’ten görülebileceği gibi her 3 biçimden elde edilen yeşil herba verimlerinin sözü edilen bu değerlerle uyumlu olduğu ve konvansiyonel şartlarda yeşil herba veriminin daha yüksek bulunduğu belirlenmiştir. Drog herba veriminde ise organik ve konvansiyonel şartlar arasında istatistiki olarak bir farklılığa rastlanmadığı saptanmıştır.

Akgül (1989) tarafından yapılan bir çalışmada, *Ocimum basilicum*’un önemli uçucu yağ bileşenlerinin; Linalool (% 45-70), Eugenol (% 13-40), Methyl eugenol (% 9.57), Methyl chavicol (% 2.70), Fenil alkol (% 3.64), İsoeugenol (% 2.04), β -caryophyllene (% 2.87), Methyl cinnamate (% 1.98), α -terpineol (% 1.96), Citronellol (% 1.53), Geraniol (% 1.25) olduğu ancak çevresel faktörlerin kimyasal bileşimleri etkilediği bildirilmiştir. Opalchenova ve Obrenskava (2002), *Ocimum basilicum* uçucu yağ komponentlerini % 54.95 oranında Linalol, % 11.98 oranında Methylchavicol, % 7.24 oranında Methylcinnamat ve % 0.14 oranında da Limonen olarak saptamışlardır. Çalışmamızda belirlenen önemli uçucu yağ bileşenleri Linalool, 1,8 Cineol ve Alpha Bergamotone’dur. Organik şartlarda yetiştirilen fesleğende Linalool % 44.23, konvansiyonel şartlarda ise % 42.15 düzeylerinde saptanmıştır. Diğer bileşenler üzerinde farklı tarım sistemleri ile yetiştiriciliğin etkisi istatistiki açıdan önemsiz bulunmuştur.

Konvansiyonel tarım sistemlerine göre yetiştirilen fesleğenin herba besin elementi içerikleri ile verim ve uçucu yağ bileşenleri arasında ilişkiler incelendiğinde, N ve K’un uçucu yağ miktarı üzerine, P’un ise yeşil herba verimi ile uçucu yağ bileşenlerinden Linalool üzerinde pozitif yönde etkili olduğu görülmektedir (Çizelge 4). Sifola ve Barbieri (2006) tarafından Güney İtalya’da yapılan bir çalışmada 30 kg/da N uygulaması ile taze herba verimi ile uçucu yağ veriminin arttığı saptanmıştır. Hornok (1983) ise gübrelemenin fesleğenin uçucu yağ oranı ve bileşenlerine etkisi üzerine yaptığı çalışmada, artan N, P ve K uygulamalarının uçucu yağ miktarı üzerinde olumlu etkilerinin olduğunu bildirmiştir.

Çizelge 4. Konvansiyonel tarım sisteminde yetiştirilen fesleğen bitkisinin drog herba besin elementi içerikleri ile verim ve uçucu yağ bileşenleri arasındaki ilişkiler

| y | x | r* |
|----------|----------|-------|
| Yaprak N | Fe | 0,998 |
| N | UYM-I | 0,982 |
| P | YHV-I | 0,997 |
| P | YHV-II | 0,773 |
| P | Linalool | 0,994 |
| K | UYM-I | 0,982 |

(*): %5 düzeyinde önemli

Çizelge 5. Organik tarım sisteminde yetiştirilen fesleğenin herba besin elementi içerikleri ile verim ve uçucu yağ bileşenleri arasındaki ilişkiler

| y | x | r* |
|---|------------|-------|
| N | UYM-I | 0,768 |
| P | YHV-I | 0,997 |
| P | Linalool | 0,995 |
| P | 1,8 Cineol | 0,889 |
| K | YHV-I | 0,993 |
| K | YHV-II | 0,879 |
| K | Linalool | 0,959 |

(*): %5 düzeyinde önemli

Organik tarım sistemlerine göre yetiştirilen fesleğenin herba besin elementi içerikleri ile verim ve uçucu yağ bileşenleri arasında ilişkiler incelendiğinde konvansiyonel yetiştiricilikte bulunan korelasyonlara benzer sonuçlar elde edildiği görülmektedir (Çizelge 5).

SONUÇ

Organik ve konvansiyonel şartlarda yetiştirilen Fesleğen (*Ocimum basilicum* L.) bitkisinin yeşil herba ve drog verimi, besin elementleri içeriği, toplam uçucu yağ miktarları (%) ile bu yağların bileşenlerinin belirlendiği bu çalışmanın sonuçları incelendiğinde, herba veriminin organik ve konvansiyonel yetiştiricilik yapılan alanlarda önemli düzeyde farklılaştığı ve konvansiyonel alanlarda daha yüksek bulunduğu görülmektedir. Drog veriminin ise her iki yetiştiricilik şartlarında benzer olduğu saptanmıştır. Droglardaki toplam uçucu yağ miktarları özellikle ilk hasatta organik parsellerde önemli düzeyde yüksek bulunmuştur. Toplam uçucu yağların bileşenlerinden olan Linalool ve 1,8 Cineol organik fesleğende konvansiyonele göre daha yüksek tespit edilmiştir. Drog herbada yapılan besin elementi analizleri sonucunda N, Ca ve diğer mutlak gerekli mikro elementlerden Fe, Zn, Mn, Cu'nun organik olarak yetiştirilen bitkilerde önemli düzeyde yüksek olduğu görülmektedir.

KAYNAKLAR

- Açıkgöz, N., Akkaş, M.E., Özcan, K., Moghaddam, A.F. 1994. PC'ler için Veritabanı Esaslı Türkçe İstatistik Paketi: TARIST, Tarla Bitkileri Kongresi, 25-29 Nisan 1994. E.Ü.Z.F. Bornova/İzmir.
- Akgül, A. 1993. Fesleğen Baharat Bilimi ve Teknolojisi. Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları No:15, S.79-81.
- Baydar, H. 2005. Tıbbi Aromatik ve Keyf Bitkileri Bilim ve Teknolojisi, Süleyman Demirel Üniv. Ziraat Fak., SDÜ Basımevi, No:51, Isparta, S.125.
- Ceylan, A. 1997. Tıbbi Bitkiler-II (Uçucu Yağ Bitkileri) E.Ü.Z.F. Yayınları No:481, Bornova, İzmir, s.306.
- Erken, S., Sönmez, Ç., Sancaktaroğlu, S., Bayram, E. 2009. Farklı Dikim Sıklıklarının Fesleğen (*Ocimum basilicum* L.) Bitkisinin Verim ve Kalite Özellikleri Üzerine Etkisi. Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg., 2009, 46 (3): 165-173, ISSN 1018 – 8851.
- Fun, C-E., Svendsen, B. 1990. Composition of the Essential Oils of *Ocimum basilicum* L. var. *canum* Sims and *O.gratissimum* L. Grown on Aruba. Flavour and Fragrance Journal 5, P.173-177.
- Guenther, E. 1975. The Essential Oils; Vol. 2: Huntington, New York Robert E. Krieger, Publishing Co., 264-265
- Kacar, B. 1972. Bitki ve Toprağın Kimyasal Analizleri II. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi yayınları, 453. Uygulama Klavuzu; 155; 55-390.
- Kacar, B., Kovancı, İ. 1982. Bitki, toprak ve gübrelerde kimyasal fosfor analizleri ve sonuçlarının değerlendirilmesi, Ege Üniv. Ziraat Fak. Yayınları, No: 354.
- Khalid, Kh., A., Hendawy, S. F., El-Gezawy, E. 2006. *Ocimum basilicum* L. Production under Organic Farming, Research Journal of Agriculture and Biological Sciences 2(1): 25-32.
- Lee, S., K. Umamo, T. Shibamoto, Lee, K. 2005. Identification of Volatile Components in Basil (*Ocimum basilicum* L.) and Thyme Leaves (*Thymus vulgaris* L.) and Their Antioxidant Properties, Food Chemistry 91 (2005) 131–137.
- Sajjadi, S. E. 2006. Analysis of the essential oils of two cultivated basil (*Ocimum Basilicum* L.) From Iran, Daru. 14(3):128-129.
- Telci, İ., E. Bayram, G. Yılmaz, Avcı, A.B. 2005. Türkiye'de kültürü yapılan yerel fesleğen (*Ocimum* spp) genotiplerinin morfolojik, agronomik ve teknolojik özelliklerinin karakterizasyonu ve üstün bitkilerin seleksiyonu (Sonuç Raporu), TOGTAG-3102 No'lu Proje. TÜBİTAK.

Siirt Yöresinde Yetiştirilen Nar (*Punica granatum* L.) Tiplerine Ait Yaprak ve Çekirdeklerin Besin Elementleri İçeriklerinin Belirlenmesi

Müttalip GÜNDOĞDU*

Hüsameddin ÜNSAL**

Şefik TÜFENKÇİ**

Hüdaî YILMAZ***

*Yüzüncü Yıl Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü, Van

**Yüzüncü Yıl Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Van

***Ahievran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü, Kırşehir

Özet

Siirt yöresinde yapılan bu araştırmada, yörede yaygın olarak yetiştirilen nar tiplerine ait yaprak ve çekirdeklerin besin elementleri içeriklerinin belirlenerek beslenme durumlarının ortaya konulması amaçlanmıştır. Çalışmada 17 tip incelenmiştir. İncelenen tiplere ait yaprakların azot oranları % 2.237-6.468, potasyum oranları % 0.713-1.114, kalsiyum oranları % 0.309-0.745 ve magnezyum oranları % 0.318-0.387 arasında değiştiği tespit edilmiştir. Bununla birlikte demir içerikleri 116.802-277.198 ppm, çinko içerikleri 8.913-13.628 ppm, bakır içerikleri 21.950-71.451 ppm ve mangan içerikleri 29.049-36.986 ppm arasında değiştiği belirlenmiştir. Araştırmada nar tiplerine ait çekirdeklerin besin elementleri içeriklerine bakıldığında; azot oranı % 1.866-3.812, potasyum oranı % 0.263-0.552, kalsiyum oranı % 0.110-0.334, magnezyum oranı % 0.071-0.192, demir içeriği 25.157-44.767 ppm, çinko içeriği 7.255-9.051 ppm, bakır içeriği 7.135-10.092 ppm ve mangan içeriği 10.766-38.343 ppm arasında değiştiği saptanmıştır. Çalışmada, yaprakların besin elementleri içeriklerinin çekirdeklerden daha yüksek olduğu görülmüştür. Araştırmada genel olarak mineral maddelerin içerik bakımından sıralaması yaprakta N>K>Ca>Mg>Fe>Cu>Mn>Zn ve çekirdekte N>K>Ca>Mg>Fe>Mn şeklinde gerçekleşmiştir. Çekirdekte Zn ve Cu içerikleri ise birbirine yakın değerler olarak belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Nar, yaprak, çekirdek, besin elementleri

Detarmination of Nutrient Contentsin the Leaves and Seeds of Pomegranate (*Punica granatum* L.) Genotypes Grown in Siirt Province

Abstract

This study was carried out to determine the nutritional status in the leaves and seeds of the some pomegranate genotypes grown widely in Siirt province. The seventeen genotypes were examined in the study. Nitrogen, potassium, calcium, and magnesium ratios in the leaves of the investigated genotypes ranged as 2.237-6.468%, 0.713-1.114%, 0.309-0.745%, and 0.318-0.387%, respectively. Iron, zinc, copper, and manganese contents in the leaves of the investigated genotypes ranged as 116.802-277.198 ppm, 8.913-13.628 ppm, 29.049-36.986 ppm, and 21.950-71.451 ppm, respectively. Nitrogen, potassium, calcium, and magnesium ratios in the seeds of the investigated genotypes ranged as 1.866-3.812%, 0.263-0.552%, 0.110-0.334%, and 0.071-0.192%, respectively. Iron, zinc, copper, and manganese contents in the seeds of the investigated genotypes ranged as 25.157-44.767 ppm, 7.255-9.051 ppm, 7.135-10.092 ppm, and 10.766-38.343 ppm, respectively. In this study, nutrient contents of leaves were found to be higher than those of the seeds. Ranking in terms of nutrient contents of in the research realized as N> K> Ca> Mg> Fe> Cu> Mn> Zn in the leaves and N> K> Ca> Mg> Fe> Mn in the seeds. In the seeds, Zn and Cu contents were determined as of the close to each other.

Key Kords: Pomegranate, Leaf, Seed, Nutrient

GİRİŞ

Ülkemizde yıllardır yetiştiriciliği yapılan nar (*Punica granatum* L.) meyvesinin kültür tarihi çok eskilere dayanmaktadır. Anadolu narın anavatan sınırları içerisinde yar almasından dolayı büyük ölçüde çeşit zenginliğine sahiptir (Anonymous, 1986). Bu çeşit zenginliği ile beraber ülkemizin nar yetiştiriciliği ve üretimi gün geçtikçe artmaktadır. Ülkemizde nar yetiştiriciliği yoğunlukla Akdeniz, Ege ve Güney Doğu Anadolu bölgelerinde yapılmaktadır. Türkiye İstatistik Kurumu 2009 yılı verilerine göre; Ülkemizde toplam nar üretimi 170.963 tondur. Ülkemizde en fazla nar yetiştiriciliğinin yapıldığı il Antalya'dır (71.066 ton). Bunu sırasıyla Muğla (21.519 ton), Denizli (13.336 ton), Mersin (10.588 ton), G. Antep (8.766 ton), Aydın (8.448), Hatay (7.788 ton), Adana (4.083 ton), İzmir (3.791 ton), Ş. Urfa (3.593 ton), Osmaniye (2.182), Bilecik (2.000 ton), Siirt (1.685 ton) ve Karaman (1.516 ton) takip etmektedir (Anonim, 2010a).

Bu meyve türü tropik ve subtropik iklim bölgelerinde rahatlıkla yetiştirilebilmektedir. Çok parlak göz alıcı turuncu-kırmızı renkli olan çiçekleri iki eşeylidir. Mahmuz dallarda tek tek veya küçük kümecikler halinde teşekkül ederler. Boru şeklinde olan çanak halkası, 5-7 bölmeli olup; 5-7 olan taç yapraklar çanak halkası arasında mızrakvari şeklinde çıkarlar. Narda iki tip çiçek mevcuttur. Birinci tip çiçeklerde çanak halkası silindirik ve genişçedir. Bu tip çiçekler, küçük bir nar meyvesi görünümündedirler ve narda meyve bağlayan çiçekler bu çiçeklerdir. İkinci tip çiçeklere ise, kısır veya abortif çiçeklerdir. Bunlar meyve bağlamazlar (Dokuzoğuz ve Mendilcioğlu, 1978).

Kullanım alanı geniş olan bu meyve türü, endüstrinin birçok kolunda ham madde olarak kullanılmaktadır. Özellikle meyve suyu işleme endüstrisinde son dönemlerde yoğun talep gören bir meyve türüdür. Farklı araştırmacılar tarafından yapılan çalışmalarda narın insan sağlığı ve beslenmesinde büyük öneme sahip olduğu bildirilmektedir. Özellikle antioksidan özelliğinden dolayı gün geçtikçe popüleritesi artmaktadır (Saleh ve ark., 1964; Onur, 1983, Anesini ve Perez, 1993, Kelebek ve Canbaş, 2010). Nar yetiştiriciliği ve beslenmesi hakkında birçok araştırma yapılmıştır. Buna yönelik, Özkan ve ark. (1999)'nın yapmış olduğu çalışmada, Antalya bölgesinde Hicaznar yapraklarındaki bazı bitki besin maddelerinin mevsimsel değişimleri incelenmiş ve vejetasyon periyodu boyunca azot % 1.38-1.82, fosfor % 0.15-0.25, potasyum % 0.87-1.43, kalsiyum % 0.84-2.58, magnezyum % 0.21-0.44 aralığında değiştiği bildirilmiştir. Benzer çalışmalar diğer araştırmacılar tarafından da yapılmıştır (Salma ve ark., 2001; Al-Maiman ve Ahmad, 2002; Naeini ve ark., 2004; Dumlu ve Gürkan, 2007;).

Nar yetiştiriciliği potansiyeli açısından ülkemizin dünya sıralamasında önemli bir konumda olmasından dolayı bu meyve türünün yetiştiriciliği ve beslenmesi hakkında yapılan araştırmalar şüphesiz ülkemiz nar yetiştiriciliğine büyük katkı sağlayacaktır. Çalışmanın yürütüldüğü bölgede nar yetiştiriciliği potansiyeli önemli bir konumda olup, yetiştiriciler açısından büyük bir geçim kaynağını oluşturmaktadır. Siirt yöresinde yapılan bu araştırmada, bölgede yetiştirilen nar tiplerine ait yaprak ve çekirdeklerin besin elementleri içeriklerinin belirlenerek beslenme durumunun ortaya konulması amaçlanmıştır. Bu çalışma, incelenen tiplerin geliştirilerek ülkemiz standart çeşitleri arasında yer almasına ve gen kaynaklarının korunmasına katkısı açısından ayrı bir önem taşımaktadır.

MATERYAL VE YÖNTEM

Araştırmada incelen tipleri temsil edecek şekilde yaprak ve meyve örnekleri alınarak bez torbalara konulup laboratuvar ortamına taşınmıştır. Alınan yaprak örnekleri saf suyla temizlenip gölge bir yerde kurutulmuştur. Kurutulmuş örnekler öğütüldükten sonra analiz işlemlerine tabi tutulmuştur. Araştırmada ayrıca, toplanan nar meyvelerinin çekirdekleri meyve posasından ayırıldıktan sonra yapraklara uygulanan işlemler bu örnekler de uygulanmıştır. Analiz işlemlerine hazır hale getirilen örneklerin besin elementleri içerikleri Kacar, 1984'e göre yapılmıştır.

Azot içeriği Kjeldahl yöntemiyle, potasyum, kalsiyum, magnezyum, demir, mangan, çinko ve bakır içerikleri Atomik Absorbsiyon Spektrofotometresi ile belirlenmiştir. İncelenen tiplerin besin elementleri içerikleri bakımından çeşit ortalamaları arasında fark olup olmadığını belirlemede; Faktöriyel (İki faktörlü) varyans analizi yapılmıştır. Varyans analizini takiben farklı çeşitleri

belirlemede, Duncan çoklu karşılaştırma testi kullanılmıştır (Zar, 1999). Hesaplamalarda istatistik önemlilik düzeyi % 5 olarak alınmış ve hesaplamalar SPSS (ver: 13) istatistik paket programında yürütülmüştür.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Siirt bölgesinde yapılan bu araştırmada 17 nar tipi incelenmiştir. İncelenen bu tiplere ait yaprakların ve çekirdeklerin besin elementleri içerikleri belirlenmiştir. Yaprakların azot içeriklerine bakıldığında; en yüksek oran TİP 16 da % 6.468 ve en düşük oran TİP 14'de % 2.237 olarak tespit edilmiştir. Potasyum oranı en yüksek TİP 08'de (% 1.114), en düşük TİP 01'de (% 0.713) belirlenmiştir. Kalsiyum oranı en yüksek TİP 06'da (% 0.745), en düşük TİP 14'de (% 0.309) ve magnezyum oranı en yüksek TİP 16'da (% 0.387), en düşük TİP 14'de (% 0.318) tespit edilmiştir. Demir, çinko, bakır ve mangan içeriklerine bakıldığında sırasıyla; en yüksek TİP 11 (277.198 ppm), TİP 05 (13.628 ppm) ve TİP 13 (71.451 ppm-38.343 ppm) genotiplerinde belirlenmiştir. Bu mineral maddelerin en düşük düzeyleri ise TİP 13 (116.802 ppm), TİP 11 (8.913 ppm), TİP 07 (21.950 ppm) ve TİP 12 (29.049 ppm) genotiplerinde tespit edilmiştir (Çizelge 1 ve 2). Yapılan araştırmada incelenen tiplere ait yaprakların besin elementleri içeriklerine bakıldığında azot oranının diğer besin elementlerinden daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Yaprakların mineral madde içerikleri bakımından sıralamasının genel olarak N>K>Ca>Mg>Fe>Mn>Cu>Zn şeklinde olduğu görülmüştür. İran'da yapılan bir çalışmada nar yapraklarındaki besin elementleri içeriği belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlarda N % 2.25, P % 0.15, K % 1.70, Ca % 1.90, Mg % 0.50 olarak belirlenmiştir (Malakouti, 2006). Antalya bölgesinde Hicaznar yapraklarındaki bazı bitki besin maddelerinin mevsimsel değişimleri üzerine yapılan araştırmada, vejetasyon periyodu boyunca azot % 1.38-1.82, fosfor % 0.15-0.25, potasyum % 0.87-1.43, kalsiyum % 0.84-2.58, magnezyum oranlarının % 0.21-0.44 arasında değiştiği saptanmıştır (Özkan ve ark., 1999). Bu sonuçlara bakıldığında, yaptığımız çalışmada elde edilen bulgulardan N oranının daha yüksek olduğu, K ve Ca miktarlarının ise düşük olduğu görülmüştür. Bu farklılığa genetik yapı, narın yetiştirildiği bölgenin iklim özellikleri ve uygulanan kültürel işlemlerin etkili olduğu düşünülmektedir.

Yapılan araştırmada incelenen tiplere ait meyvelerin çekirdeklerinin besin elementleri içeriklerine bakıldığında azot oranı en yüksek TİP 07 de % 3.812 ve en düşük TİP 12 de % 1.866 olarak belirlenmiştir. Potasyum oranlarına bakıldığında en yüksek değer TİP 04'de % 0.552 ve en düşük değer TİP 01'de % 0.263 olarak tespit edilmiştir. İncelenen tiplere ait çekirdeklerin kalsiyum, magnezyum, demir, çinko, bakır ve mangan içeriklerine bakıldığında sırasıyla en yüksek TİP 17 (% 0.334), TİP 07 (% 0.192), TİP 05 (44.767 ppm), TİP 08 (9.051 ppm), TİP 17 (10.092 ppm) ve TİP 15 (38.343 ppm) genotiplerinde belirlenmiştir (Çizelge 1 ve 2). Araştırmada çekirdeklerin mineral madde içeriklerine bakıldığında, yapraklarda olduğu gibi azot oranının diğer besin elementlerinden daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Çekirdeklerin bitki besin elementleri içerikleri bakımından sıralamasının genel olarak ise N>K>Ca>Mg>Fe>Mn>Cu>Zn şeklinde olduğu görülmüştür. Gölükcü ve ark. (2008)'nin yapmış olduğu çalışmada ülkemizde yetiştirilen önemli nar çeşitlerine ait çekirdeklerin besin elementleri içerikleri belirlenmiştir. Yapılan araştırmada Fellahyemez, Katırbaşı, Eksilik, Hicaznar, İzmir-1264, İzmir-1513, Erdemli, İzmir-23, İzmir-26, Ernar, Lefan, Silifke, Ekşi Gökmar ve Mayhoş IV nar çeşitleri incelenmiştir. Çalışmada çeşitlerin potasyum düzeyleri % 0.252-0.650, fosfor düzeyleri % 0.143-0.281, kalsiyum düzeyleri % 0.107-0.276, magnezyum düzeyleri 602-1390 mg/kg, sodyum düzeyleri 26.69-81.12 mg/kg, demir düzeyleri 15.23-40.26 mg/kg, çinko düzeyleri 24.03-38.53 mg/kg ve bakır düzeyleri 6.18-13.12 mg/kg aralığında tespit edilmiştir. Bu bulgularla yaptığımız çalışmada elde edilen veriler kıyaslandığında, magnezyum oranlarının daha yüksek olduğu, çinko düzeylerinin ise düşük olduğu görülmüştür. Potasyum, kalsiyum, demir ve bakır içeriklerinin ise sınır değerler arasında olduğu ve uyum gösterdiği belirlenmiştir.

Siirt bölgesinde yetiştirilen bu nar tipleri arasında besin elementleri içerikleri bakımından farklılıkların olması tiplerin genetik özelliklerinden kaynaklanabildiği kanaatine varılmıştır. Oluşan bu farklılıkların istatistiksel olarak önemli olduğu görülmüştür (Çizelge 1 ve 2). Yaprakların ve çekirdeklerin mineral madde içerikleri birbiriyle kıyaslandığında genel olarak yaprakların çekirdeklerden daha yüksek miktarda besin elementi içerdikleri tespit edilmiştir. Besin elementlerinin yaprak ve çekirdeklerdeki oranları arasındaki farklılık belirgin iken, çinko da ise değerlerin birbirine daha yakın olduğu görülmüştür.

Çizelge 1. Nar tiplerine ait yaprak ve çekirdeklerin makro besin elementleri içerikleri

| TİPLER | N (%) | | K (%) | | Ca (%) | | Mg (%) | |
|--------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|-----------|----------|
| | Yaprak | Çekirdek | Yaprak | Çekirdek | Yaprak | Çekirdek | Yaprak | Çekirdek |
| TİP 01 | 3.403 k* | 2.763 g | 0.713 k | 0.263 ı | 0.541 e | 0.143 ı | 0.327 gh | 0.099 hı |
| TİP 02 | 4.278 h | 2.526 ı | 0.826 ı | 0.392 g | 0.493 g | 0.251 e | 0.356 cde | 0.140 de |
| TİP 03 | 3.471 j | 2.245 k | 0.915 f | 0.524 c | 0.512 f | 0.307 b | 0.338 e-h | 0.129 ef |
| TİP 04 | 5.543 b | 2.411 j | 0.731 k | 0.552 a | 0.677 b | 0.213 g | 0.375 abc | 0.141 dc |
| TİP 05 | 4.507 ef | 2.709 h | 1.064 b | 0.512 c | 0.653 c | 0.266 d | 0.330 gh | 0.152 c |
| TİP 06 | 2.628 n | 1.909 m | 0.987 d | 0.493 d | 0.745 a | 0.172 h | 0.362 bcd | 0.122 fg |
| TİP 07 | 5.418 d | 3.812 a | 0.980 d | 0.511 cd | 0.541 e | 0.310 b | 0.322 h | 0.192 a |
| TİP 08 | 4.477 f | 3.355 c | 1.114 a | 0.526 bc | 0.477 gh | 0.220 fg | 0.345 d-g | 0.104 h |
| TİP 09 | 4.405 g | 3.255 e | 0.850 h | 0.350 h | 0.310 ı | 0.180 h | 0.378 ab | 0.118 g |
| TİP 10 | 4.191 ı | 3.311 d | 0.942 e | 0.380 g | 0.594 d | 0.230 f | 0.352 def | 0.135 de |
| TİP 11 | 3.291 m | 2.372 j | 1.026 c | 0.472 e | 0.545 e | 0.284 c | 0.335 fgh | 0.168 b |
| TİP 12 | 4.426 g | 1.866 n | 0.891 g | 0.543 ab | 0.742 a | 0.229 f | 0.336 e-h | 0.145 dc |
| TİP 13 | 5.471 c | 3.485 b | 0.825 ı | 0.264 ı | 0.473 h | 0.116 j | 0.343 d-g | 0.071 j |
| TİP 14 | 2.237 o | 1.983 l | 0.926 ef | 0.430 f | 0.309 ı | 0.167 h | 0.318 h | 0.095 hı |
| TİP 15 | 3.341 l | 3.242 e | 1.021 c | 0.417 f | 0.659 bc | 0.218 fg | 0.336 e-h | 0.1635 b |
| TİP 16 | 6.468 a | 2.549 ı | 1.082 b | 0.354 h | 0.669 bc | 0.110 j | 0.387 a | 0.091 ı |
| TİP 17 | 4.519 e | 2.970 f | 0.761 j | 0.510 cd | 0.662 bc | 0.334 a | 0.382 a | 0.189 a |

*: Aynı sütun içerisinde aynı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki fark 0.05 seviyesinde önemli değildir.

Çizelge 2. Nar tiplerine ait yaprak ve çekirdeklerin mikro besin elementleri içerikleri.

| TİPLER | Fe (mg/kg) | | Zn (mg/kg) | | Cu (mg/kg) | | Mn (mg/kg) | |
|--------|------------|-----------|------------|----------|------------|----------|------------|----------|
| | Yaprak | Çekirdek | Yaprak | Çekirdek | Yaprak | Çekirdek | Yaprak | Çekirdek |
| TİP 01 | 121.150 k* | 28.147 hı | 10.660 cd | 8.475 e | 34.710 ı | 7.135 j | 34.660 cd | 15.105 l |
| TİP 02 | 136.750 j | 29.242 g | 10.070 f | 7.255 l | 60.713 c | 8.305 e | 34.225 de | 18.975 f |
| TİP 03 | 194.818 c | 36.762 b | 10.555 e | 8.851 bc | 39.200 g | 7.722 h | 32.515 g | 28.172 b |
| TİP 04 | 135.741 j | 36.152 c | 9.794 g | 8.309 f | 38.536 h | 10.05 a | 33.456 f | 14.429 m |
| TİP 05 | 144.706 ı | 44.767 a | 13.628 a | 8.062 g | 63.712 b | 7.987 g | 30.814 h | 24.125 d |
| TİP 06 | 149.965 h | 27.437 jk | 10.860 b | 8.908 b | 33.237 j | 7.714 h | 32.922 fg | 17.427 ı |
| TİP 07 | 151.576 h | 28.518 h | 9.409 ı | 8.863 bc | 21.950 n | 7.923 g | 36.916 a | 12.164 o |
| TİP 08 | 171.536 g | 28.170 hı | 10.556 e | 9.051 a | 34.851 ı | 8.146 f | 34.210 de | 18.333 g |
| TİP 09 | 189.039 e | 31.900 d | 9.861 g | 7.752 ı | 27.168 l | 8.451 d | 35.621 b | 18.029 h |
| TİP 10 | 172.211 g | 29.348 g | 9.669 h | 7.571 j | 23.408 m | 7.980 g | 35.193 bc | 26.797 c |
| TİP 11 | 277.198 a | 30.316 f | 8.913 k | 8.754 d | 34.830 ı | 7.736 h | 34.052 e | 10.766 p |
| TİP 12 | 199.444 b | 31.242 e | 10.828 b | 7.554 j | 56.147 d | 9.556 b | 29.049 j | 13.836 n |
| TİP 13 | 116.802 l | 27.709 ij | 9.856 g | 8.806 cd | 71.451 a | 9.115 c | 36.986 a | 15.506 j |
| TİP 14 | 181.097 f | 27.746 ij | 10.004 f | 7.911 h | 41.619 f | 9.458 b | 35.625 b | 14.324 m |
| TİP 15 | 192.305 d | 25.157 l | 10.584 de | 7.456 k | 46.386 e | 8.108 f | 32.415 g | 38.343 a |
| TİP 16 | 190.704 de | 28.214 hı | 9.205 j | 7.623 j | 41.349 f | 7.553 ı | 34.732 cd | 15.287 k |
| TİP 17 | 181.606 f | 27.004 k | 10.687 c | 7.815 ı | 31.384 k | 10.092 a | 29.707 ı | 20.834 e |

*: Aynı sütun içerisinde aynı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki fark 0.05 seviyesinde önemli değildir.

KAYNAKLAR

- Al-Maiman, S.A., Ahmad, D. 2002. Changes in physical and chemical properties during pomegranate (*Punica granatum L.*) fruit maturation. Food Chemistry 76, 437-441.
- Anesini, C., Perez, C., 1993. Screening of Plants Used in Argentine Folk Medicine for Antimikrobiyal Activitiy. J. Ethnopharmacol 39: 119-128.
- Anonymous, 1986. Türk Standartları Enstitüsü Nar Standardı (TS 4953), Ankara.
- Anonim, 2010a. www.tuik.gov.tr/bitkiselapp/bitkisel.zul (Erişim tarihi: 13.08.2010).
- Dokuzoğuz, M., Mendilcioğlu, K., 1978. Ege Bölgesi Nar Çeşitleri Üzerinde Pomolojik Çalışmalar. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 15 (12): 133-159.
- Dumlu, M.U., Gürkan, E., 2007. Elemental and Nutritional Analysis of Punica granatum from Turkey. Journal of Medicinal Food. 10(2): 392-395.
- Gölükücü, M., Tokgöz, H., Kıralan, M., 2008. Ülkemizde Yetiştirilen Önemli Nar (*punica granatum*) Çeşitlerine Ait Çekirdeklerin Bazı Özellikleri. Gıda, 33(6): 281-290.
- Kacar, B., 1984. Bitki Besleme Uygulama Kılavuzu. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları: 900, Uygulama Kılavuzu:214, Ankara, 140 s.
- Kelebek, H., Canbaş, A., 2010. Hicaz nar sırasının organik asit, şeker ve fenol bileşikleri içeriği ve antioksidan kapasitesi. GIDA, 35 (6), 439-444.
- Malakouti, M.J., 2006. Quality Indices and Optimum Levels of Nutrient in Fruits Grown on the Calcareous Soils of Iran. 18th World Congress of Soil Science. Philadelphia, Pennsylvania, July 9-15, 2006, USA.
- Naeni, M.R., Khoshgofarmenesh, A.H., Lessani, H., Fallah, E., 2004. Effect of Sodium Chloride-Induced Salinity on Mineral Nutrients and Soluble Sugars in Three Commerical Cultivars of Pomegranate. Journal of Plant Nutrition, 8 (27): 1319-1326.
- Onur, C., 1983. Akdeniz Bölgesi narlarının seleksiyonu (Doktora). Alata Bahçe Kültürleri Araştırma Eğitim Merkezi Yayın No:46 Mersin.
- Özkan, C. F., Ateş, T., Tibet, H., Arpacıoğlu, A., 1999. Antalya Bölgesinde Yetiştirilen Nar (*Punica granatum L. çeşit: Hicaznar*) Yapraklarındaki Bazı Bitki Besin Maddelerinin Mevsimsel Değişiminin İncelenmesi. Türkiye 3. Ulusal Bahçe Bitkileri Kongresi 14-17 Eylül 1999 Ankara 70-714.
- Saleh, M.A., Amer, M.K., Radwan, A., 1964. Experiment on Pomegranate Seeds and Juice Preservation. Agric.Res. Rev. 42(4):54-64.
- Salma, M., Al-Kindy, Z., Abdulrahman, O., Abdunour ve Maryam, Al-Rasbi, M., 2001. Determination of Sugar and Mineral Contents in some Omani Fruits. Science and Technology, 6: 39-44.
- Zar, J.H., 1999. Biostatistical Analysis. Fourth edition. Prentice-Hall, Upper Saddle River, New Jersey. 663 pp.

Farklı Çilek Çeşitlerine Ait Meyvelerin Mineral Madde İçerikleri

Müttalip GÜNDOĞDU*

Mustafa Kenan GEÇER*

Hüsameddin ÜNSAL**

Şefik ÜFENKÇİ**

*Yüzüncü Yıl Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü

**Yüzüncü Yıl Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü

Özet

Yapılan çalışmada, açık arazi ve alçak tünel uygulamasında yetiştirilen Aromas, Camarosa, Sweet Charlie, Selva çilek çeşitlerine ait fidelerin açık arazi koşullarında yetiştirilerek bu çeşitlere ait meyvelerin mineral madde içerikleri tespit edilmiştir. Açık arazi uygulamasından alınmış olan bitkilerin yetiştirilmesi sonucu elde edilen meyvelerdeki mineral madde içerikleri incelendiğinde; azot (N) oranı en yüksek Aromas çeşidinde % 5.25, fosfor (P) oranı en yüksek Sweet Charlie çeşidinde % 1.29, potasyum (K) oranı en yüksek Selva çeşidinde % 0.22, kalsiyum (Ca) oranı en yüksek Camarosa çeşidinde % 0.17 ve magnezyum (Mg) oranı en yüksek yine Camarosa çeşidinde % 0.14 olarak belirlenmiştir. Ayrıca mangan (Mn), bakır (Cu), çinko (Zn) ve demir (Fe) içeriklerinin en yüksek Sweet Charlie çeşidinde sırasıyla 30.61 ppm, 12.18 ppm, 12.59 ppm, 62.29 ppm düzeyinde olduğu saptanmıştır. Alçak tünel uygulamasından alınmış olan bitkilerin yetiştirilmesi sonucu elde edilen meyvelerdeki besin elementi içeriklerine bakıldığında ise N oranı en yüksek Aromas çeşidinde % 9.17, P oranı en yüksek Camarosa çeşidinde % 0.62, K oranı en yüksek Selva çeşidinde % 0.24, Ca ve Mg oranları en yüksek Selva çeşidinde sırasıyla % 0.30, % 0.10 olduğu tespit edilmiştir. Mn ve Zn içerikleri en yüksek Aromas çeşidinde sırasıyla 22.91 ppm, 10.60 ppm olarak belirlenirken Cu içeriği en yüksek Sweet Charlie çeşidinde 9.33 ppm ve Fe içeriği en yüksek Selva çeşidinde 54.56 ppm olarak saptanmıştır.

Anahtar kelimeler: Çilek, meyve, besin elementi

Fruit Mineral Contents of Different Strawberry Cultivars

Abstract

In this study, fruit mineral contents of open-field produced strawberry varieties (Aromas, Camarosa, Sweet Charlie, and Selva) whose seedlings were grown in open land and low-tunnel conditions were determined. The mineral contents of fruit obtained from open field produced seedlings were determined: the highest rate of nitrogen (N), was obtained from Aromas cultivar as 5.25%; the highest rate of phosphorus (P) was obtained from cv Sweet Charlie as 1.29%; the highest rate of potassium (K) was obtained from cv Selva as 0.22%; the highest rate of calcium (Ca) was obtained from cv Camarosa as 0.17%; the highest rate of magnesium (Mg) was obtained from cv Camarosa as 0.14%. In addition, the highest contents of manganese (Mn), copper (Cu), zinc (Zn) and iron (Fe) were obtained from cv cultivar Sweet Charlie as 30.61 ppm, 12.18 ppm, 12.59 ppm, 62.29 ppm, respectively. The mineral contents of fruit obtained from low-tunnel produced seedlings were determined: the highest rate of N was obtained from Aromas cultivar as 9.17%; the highest rate of P was obtained from cv Camarosa as 0.62%; the highest rate of K was obtained from cv Selva as 0.24%, the highest rate of Ca was obtained from cv Selva as 0.30%; the highest rate of Mg was obtained from cv Selva as 0.10%. In addition, the highest contents of Mn and Zn were obtained from cv Aromas as 22.91 ppm and 10.60 ppm, respectively. The highest rate of Cu was obtained from cv Sweet Charlie as 9.33 ppm; the highest rate of Fe was obtained from cv Selva as 54.56 ppm.

Key words: Strawberry, fruit, nutrient

GİRİŞ

Çilek bitkisi dünyanın hemen her ekolojisinde doğal olarak yetişmektedir. Ülkemiz sahip olduğu iklim ve toprak çeşitliliği nedeniyle önemli bir potansiyele sahiptir. Bu önemli avantajın yetiştiricilik bakımından da değerlendirilmesi, uygun iklim ve toprak şartlarında verimlilik ve kaliteyi olumlu yönde etkileyecek özellikleri sağlaması gerekir. Bilhassa, toprak yapısı, bitki besin elementi düzeyleri ve drenaj bakımından iyi özelliklere sahip bir üretim alanında verim ve kalite yüksek olabilmektedir (Hayden, 1995). Daha iyi bir bitki gelişimi, erkencilik ve kalite açısından örtü altı uygulamaları oldukça faydalı sonuçlar doğurmuştur (Pooling, 1993). Bitki besin elementlerinden etkili biçimde yararlanmayı sağlayan faktörlerden biri de ekolojik koşulların uygunluğudur (Geoffrey ve Marvin, 1993). Bu açıdan ülkemiz çilek yetiştiriciliği ve üretiminde önemli bir yere sahiptir.

Çilek meyvesi taze olarak kullanılabilirdiği gibi sanayi ürünü (reçel, marmelat, meyve suyu, alkollü, alkolsüz içecekler, meyveli yoğurt ve süt) olarak da kullanılmaktadır. Son yıllarda yapılan araştırmalarla insan sağlığı ve beslenmesinde önemli bir yeri olan bu meyve türünün popülaritesi artmıştır. Özellikle dış görünüşü ve iştah açıcı özelliklerinden dolayı sofralık tüketimde de önemli bir yeri bulunmaktadır. Akbulut ve ark. (2006), Osmanlı, Yalova-15, Maraline, F. vesca ve F. artemis çilek çeşitlerinin fitokimyasal özellikleri, antioksidan kapasitesi ve mineral madde içeriklerini belirlemeye çalışmışlardır. Antosiyanin miktarı en yüksek F. artemis'te en düşük ise Osmanlı çeşidinde tespit edilmiştir. Askorbik asit miktarı en yüksek F. vesca'da (dağ çileği) belirlenmiştir. Toplam fenolik madde içeriği Osmanlı çileğinde en yüksek iken, antioksidan kapasitesi en yüksek olan çeşit ise F. artemis olmuştur. Mineral madde bakımından da özellikle K, P, Ca, Mg, Na ve Fe içerikleri tüm çeşitler için zengin olmuştur.

Dünya çilek üretimine bakıldığında; 2009 verilerine göre ABD'den sonra ülkemiz 291.996 tonluk üretimle ikinci sırada yer almaktadır (Anonim, 2011a). Türkiye'de çilek üretim potansiyelinin yoğun olduğu bölgeler Akdeniz ve Marmara ve Ege bölgeleridir. İl bazında üretim değerlerine bakıldığında 142.053 tonluk üretimle Mersin ili ilk sırada yer almaktadır. Bunu sırasıyla Bursa, Antalya ve Aydın illeri takip etmektedir (Anonim, 2011b).

Bu meyve türü ile ilgili bu güne kadar birçok araştırma yapılmıştır. Yılmaz ve ark., (2003) farklı örtü altı uygulamalarının bazı çilek çeşitlerinde (Fern, Camarosa, Sweet Charlie, Dorit) besin maddesi alımı üzerine etkilerinin denendiği bir çalışma sonucunda, yüksek tünel, alçak tünel ve açıkta yapılan yetiştiriciliklerde örtü altı uygulamaların daha etkili bir besin maddesi alımı sağladığı ve bunun sonucunda bitkilerin besin maddesi içeriklerinin de oldukça farklı düzeylerde olduğunu bildirmişlerdir. Van ekolojik koşullarında yaptığımız bu çalışmada diğer araştırmalardan farklı olarak alçak tünelde ve açıkta yetiştirilen Aromas, Camarosa, Sweet Charlie, Selva çilek çeşitlerine ait fidelerin açık arazide yetiştirilerek bu çeşitlere ait meyvelerin mineral madde içeriklerinin belirlenmesi amacıyla yapılmıştır.

MATERYAL VE YÖNTEM

Deneme, Yüzüncü Yıl Üniversitesi Bahçe Bitkileri Bölümüne ait araştırma ve uygulama bahçesinde Aromas, Camarosa, Selva ve Sweet Charlie çilek çeşitlerine ait taze fidelerin, açık arazi ve alçak tünel uygulamasından alınarak açık arazi koşullarında meyve üretimi amacıyla 20 Mart 2009 tarihinde dikilmesi ile başlamıştır. Ertesi yıl hasat zamanında incelenen bu çeşitlere ait meyve örnekleri çeşitleri temsil edecek şekilde alınmıştır.

Alınan meyve örnekleri sıkılarak meyve suları elde edilmiştir. Numune kaplarında toplanan meyve suları analiz işlemlerine kadar -20 C⁰'de muhafaza edilmiştir. Daha sonra meyve sularında azot, Kjeldahl yöntemine göre; toplam fosfor, yaş yakma yöntemine göre spektrofotometrik olarak; toplam potasyum kalsiyum, magnezyum, demir, mangan, çinko ve bakır içerikleri yaş yakma yöntemiyle Atomik Absorbsiyon Spektrofotometresinde belirlenmiştir (Kacar, 1984).

BULGULAR TARTIŞMA

Yapılan araştırmada dört farklı çilek çeşidinin alçak tünelde ve açıkta yetiştirilen fidelerinin, açık araziye aktarılarak bunlara ait meyvelerin besin elementleri içerikleri belirlenmiştir. Alçak ve açıkta yetiştirilen çileklerin makro besin element içerikleri Çizelge 1’de mikro besin element içerikleri ise Çizelge 2’de verilmiştir.

N içeriği (%)

Azot içeriği bakımından çeşitler arasındaki fark istatistiksel olarak önemli çıkmıştır. Çizelge 1’e göre alçak tünel uygulamasında yetiştirilen bitkilerden alınan meyvelerdeki azot içeriği en yüksek Aromas çeşidinde %9.17 ve en düşük Selva çeşidinde %2.15 olarak belirlenmiştir. Açık arazi uygulamasında ise azot içeriği en yüksek Aromas çeşidinde (%5.25) ve en düşük Selva çeşidinde (%2.78) tespit edilmiştir. Azot içeriği bakımından uygulamalar arasında fark vardır. Yapılan değerlendirmeye göre ise alçak tünel uygulaması %4.69 olarak daha yüksek bir değer vermiştir.

P içeriği (%)

Fosfor içeriği bakımından çeşitler arasındaki fark istatistiksel olarak önemli çıkmıştır. Çizelge 1’e göre alçak tünel uygulamasında yetiştirilen bitkilerden alınan meyvelerdeki fosfor içeriği en yüksek Camarosa çeşidinde %0.62 ve en düşük Sweet Charlie çeşidinde %0.52 olarak belirlenmiştir. Açık arazi uygulamasında ise fosfor içeriği en yüksek Sweet Charlie çeşidinde (%1.29) ve en düşük Camarosa çeşidinde (%0.72) tespit edilmiştir. Fosfor içeriği bakımından uygulamalar arasında fark vardır. Yapılan değerlendirmeye göre ise açık arazi uygulaması %0.95 olarak daha yüksek bir değer vermiştir.

K içeriği (%)

Potasyum içeriği bakımından çeşitler arasındaki fark istatistiksel olarak önemsiz çıkmıştır. Çizelge 1’e göre alçak tünel uygulamasında yetiştirilen bitkilerden alınan meyvelerdeki potasyum içeriği en yüksek Selva çeşidinde %0.24 ve en düşük Sweet Charlie çeşidinde %0.19 olarak belirlenmiştir. Açık arazi uygulamasında ise potasyum içeriği en yüksek Selva çeşidinde (%0.22) ve en düşük Sweet Charlie çeşidinde (%0.13) tespit edilmiştir. Potasyum içeriği bakımından uygulamalar arasındaki fark ise istatistiksel olarak önemsiz çıkmıştır.

Çizelge 1. Meyvelerin makro element içerikleri¹

| Çeşit | N (%) | | P (%) | | K (%) | | Ca (%) | | Mg (%) | |
|------------|-------------|------------|-------------|------------|-------------|------------|-------------|------------|-------------|------------|
| | Alçak Tünel | Açık Arazi | Alçak Tünel | Açık Arazi | Alçak Tünel | Açık Arazi | Alçak Tünel | Açık Arazi | Alçak Tünel | Açık Arazi |
| Aromas | 9.17 a | 5.25 a | 0.60 ab | 0.84 c | 0.23 ab | 0.19 ab | 0.16 c | 0.08 d | 0.07 c | 0.11 b |
| Camarosa | 2.64 c | 3.22 c | 0.62 a | 0.72 d | 0.22 ab | 0.15 bc | 0.17 b | 0.17 a | 0.09 b | 0.14 a |
| S. Charlie | 4.80 b | 4.29 b | 0.52 b | 1.29 a | 0.19 b | 0.13 c | 0.16 c | 0.15 b | 0.08 b | 0.09 c |
| Selva | 2.15 c | 2.78 d | 0.55 ab | 0.95 b | 0.24 a | 0.22 a | 0.30 a | 0.10 c | 0.10 a | 0.10 bc |
| Toplam | 4.69 | 3.88 | 0.58 | 0.95 | 0.22 | 0.17 | 0.20 | 0.12 | 0.09 | 0.11 |
| Önemlilik | *** | | ** | | ÖD | | ÖD | | ** | |

¹: Aynı sütunda, farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark (*: P≤0.05, **: P≤0.01 ve ***: P≤0.001 seviyesinde) önemlidir.

Çizelge 2. Meyvelerin mikro element içerikleri¹

| Çeşit | Mn (ppm) | | Cu (ppm) | | Zn (ppm) | | Fe (ppm) | |
|------------|-------------|------------|-------------|------------|-------------|------------|-------------|------------|
| | Alçak Tünel | Açık Arazi | Alçak Tünel | Açık Arazi | Alçak Tünel | Açık Arazi | Alçak Tünel | Açık Arazi |
| Aromas | 22.91 a | 17.79 c | 2.70 d | 3.88 c | 10.60 a | 4.52 c | 34.49 b | 40.29 b |
| Camarosa | 20.88 ab | 20.33 b | 6.91 b | 8.68 b | 8.49 c | 10.60 a | 52.07 a | 45.97 b |
| S. Charlie | 18.00 c | 30.61 a | 9.33 a | 12.18 a | 9.44 b | 12.59 a | 33.99 b | 62.29 a |
| Selva | 19.51 bc | 18.55 c | 6.57 c | 12.16 a | 2.81 d | 7.81 b | 54.56 a | 41.01 b |
| Toplam | 20.32 | 21.82 | 6.38 | 9.22 | 7.83 | 8.88 | 43.78 | 47.39 |
| Önemlilik | * | | ** | | ÖD | | ÖD | |

¹: Aynı sütunda, farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark (*: P≤0.05, **: P≤0.01 ve ***: P≤0.001 seviyesinde) önemlidir.

Ca içeriği (%)

Kalsiyum içeriği bakımından çeşitler arasındaki fark istatistiksel olarak önemsiz çıkmıştır. Çizelge 1'e göre alçak tünel uygulamasında yetiştirilen bitkilerden alınan meyvelerdeki kalsiyum içeriği en yüksek Selva çeşidinde %0.30 olarak belirlenmiştir. Açık arazi uygulamasında ise kalsiyum içeriği en yüksek Camarosa çeşidinde (%0.17) ve en düşük Aromas çeşidinde (%0.08) tespit edilmiştir. Kalsiyum içeriği bakımından uygulamalar arasındaki fark ise istatistiksel olarak önemsiz çıkmıştır.

Mg içeriği (%)

Magnezyum içeriği bakımından çeşitler arasındaki fark istatistiksel olarak önemli çıkmıştır. Çizelge 1'e göre alçak tünel uygulamasında yetiştirilen bitkilerden alınan meyvelerdeki magnezyum içeriği en yüksek Selva çeşidinde %0.10 ve en düşük Aromas çeşidinde %0.07 olarak belirlenmiştir. Açık arazi uygulamasında ise magnezyum içeriği en yüksek Camarosa çeşidinde (%0.14) ve en düşük Sweet Charlie çeşidinde (%0.09) tespit edilmiştir. Magnezyum içeriği bakımından uygulamalar arasında fark vardır. Yapılan değerlendirmeye göre ise açık arazi uygulaması %0.11 olarak daha yüksek bir değer vermiştir.

Mn içeriği (ppm)

Mangan içeriği bakımından çeşitler arasındaki fark istatistiksel olarak önemli çıkmıştır. Çizelge 2'ye göre alçak tünel uygulamasında yetiştirilen bitkilerden alınan meyvelerdeki mangan içeriği en yüksek Aromas çeşidinde 22.91 ppm ve en düşük Sweet Charlie çeşidinde 18.00 ppm olarak belirlenmiştir. Açık arazi uygulamasında ise mangan içeriği en yüksek Sweet Charlie çeşidinde (30.61 ppm) ve en düşük Aromas çeşidinde (17.79 ppm) tespit edilmiştir. Mangan içeriği bakımından uygulamalar arasında fark vardır. Yapılan değerlendirmeye göre ise açık arazi uygulaması 21.82 ppm olarak daha yüksek bir değer vermiştir.

Cu içeriği (ppm)

Bakır içeriği bakımından çeşitler arasındaki fark istatistiksel olarak önemli çıkmıştır. Çizelge 2'ye göre alçak tünel uygulamasında yetiştirilen bitkilerden alınan meyvelerdeki bakır içeriği en yüksek Sweet Charlie çeşidinde 9.33 ppm ve en düşük Aromas çeşidinde 2.70 ppm olarak belirlenmiştir. Açık arazi uygulamasında ise bakır içeriği en yüksek Sweet Charlie çeşidinde (12.18 ppm) ve en düşük Aromas çeşidinde (3.88 ppm) tespit edilmiştir. Bakır içeriği bakımından uygulamalar arasında fark vardır. Yapılan değerlendirmeye göre ise açık arazi uygulaması 9.22 ppm olarak daha yüksek bir değer vermiştir.

Zn içeriği (ppm)

Çinko içeriği bakımından çeşitler arasındaki fark istatistiksel olarak önemli çıkmıştır. Çizelge 2'ye göre alçak tünel uygulamasında yetiştirilen bitkilerden alınan meyvelerdeki çinko içeriği en yüksek Aromas çeşidinde 10.60 ppm ve en düşük Selva çeşidinde 2.81 ppm olarak belirlenmiştir. Açık arazi uygulamasında ise mangan içeriği en yüksek Sweet Charlie çeşidinde (12.59 ppm) ve en düşük Aromas çeşidinde (4.52 ppm) tespit edilmiştir. Çinko içeriği bakımından uygulamalar arasındaki fark ise istatistiksel olarak önemsiz çıkmıştır.

Fe içeriği (ppm)

Demir içeriği bakımından çeşitler arasındaki fark istatistiksel olarak önemli çıkmıştır. Çizelge 2'ye göre alçak tünel uygulamasında yetiştirilen bitkilerden alınan meyvelerdeki demir içeriği en yüksek Selva çeşidinde 54.56 ppm ve en düşük Sweet Charlie çeşidinde 33.99 ppm olarak belirlenmiştir. Açık arazi uygulamasında ise demir içeriği en yüksek Sweet Charlie çeşidinde (62.29 ppm) ve en düşük Aromas çeşidinde (40.29 ppm) tespit edilmiştir. Demir içeriği bakımından uygulamalar arasındaki fark ise istatistiksel olarak önemsiz çıkmıştır.

SONUÇ

Yapılan çalışma sonucuna göre, kullanılan çilek çeşitleri arasında bazı besin elementi içerikleri bakımından Türkoğlu (2005) tarafından da belirtildiği gibi önemli farklılıklar ortaya çıkmıştır. Aromas çeşidinde, alçak tünel uygulamasından alınıp yetiştirilen bitkilerin meyvelerinde N, Mn ve Zn içeriği, açık arazi uygulamasından alınıp yetiştirilen bitkilerin meyvelerinde ise N içeriği daha yüksek olmuştur. Camarosa çeşidinde, alçak tünel uygulamasından alınıp yetiştirilen bitkilerin meyvelerinde P içeriği, açık arazi uygulamasından alınıp yetiştirilen bitkilerin meyvelerinde ise Ca ve Mg içeriği daha yüksek çıkmıştır. Sweet Charlie çeşidinde, alçak tünel uygulamasından alınıp yetiştirilen bitkilerin meyvelerinde Cu içeriği, açık arazi uygulamasından alınıp yetiştirilen bitkilerin meyvelerinde ise P, Mn, Cu, Zn ve Fe içeriği daha yüksek belirlenmiştir. Selva çeşidinde, alçak tünel uygulamasından alınıp yetiştirilen bitkilerin meyvelerinde K, Ca, Mg ve Fe içeriği, açık arazi uygulamasından alınıp yetiştirilen bitkilerin meyvelerinde ise K içeriği daha yüksek tespit edilmiştir.

Uygulamaların meyvelerdeki besin elementi içeriği üzerine etkileri farklı olmuştur. Alçak tünel uygulamasıyla N, K ve Ca içeriği olumlu yönde etkilenmiştir. Bununla beraber, açık arazi uygulaması P, Mg, Mn, Cu, Zn ve Fe içeriği üzerinde olumlu etkide bulunmuştur.

Alçak tünel, kurulma maliyeti ve uygulama zorluğu bakımından değerlendirildiğinde bir gereklilik olarak görülmemektedir. Organik gübre uygulamalarının besin elementi içeriğine önemli etkileri olmaktadır (Gerçekcioğlu ve ark., 2009). Bu nedenle toprağın fiziksel yapısının ve organik madde içeriğinin artırılması amacıyla yapılacak organik gübre ilavesi ile açık arazi uygulaması şeklinde kurulacak olan yetiştiricilikte de istenilen hedefe ulaşılabileceği varsayılmaktadır.

KAYNAKLAR

- Anonim, 2011a. <http://faostat.fao.org/site/567/DesktopDefault.aspx?PageID=567#ancor>
- Anonim, 2011b. <http://www.tuik.gov.tr/bitkiselapp/bitkisel.zul>
- Akbulut, M., Çekiç, Ç., Ünver, A., 2006. Bazı Oktoploid ve Diploid Çileklerin Fitokimyasal Özellikleri, Antioksidan Kapasitesi ve Mineral Miktarlarının Belirlenmesi. II. Ulusal Üzümsü Meyveler Sempozyumu, 14-16 Eylül 2006, Tokat. 299-303.
- Geoffrey, M.M., Marvin, P.P., 1993. Phosphorus, Zinc and Boron Influence Yield Components in Earliglow Strawberry. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 118(1):43-49.
- Gerçekcioğlu, R., Çakırbey, B., Öz Atasever, Ö., Yılmaz, A., 2009. Farklı Organik Gübre Uygulamalarının Maraline (*Fragaria spp.*) Çilek Çeşidinde Bitki ve Meyve Özellikleri Üzerine Etkisi. III. Ulusal Üzümsü Meyveler Sempozyumu Bildirileri, 10-12 Haziran 2009, Kahramanmaraş. 20.
- Hayden, R.A. 1995. Fertilizers for Strawberry. Purdue University, Cooperative Extension Service HO:65.
- Kacar, B., 1984. Bitki Besleme. A.Ü. Yay. No; 899. Ders Kitabı;250, 340 s. Ankara
- Pooling, E.B. 1993. Strawberry Plasticsulture in North Carolina. II. Preplant, Planting and Postplant Considerations for Growing Chandler Strawberry on Black Plastic Mulch. HortTechnology, 3(4):383-393.
- Türkoğlu, Z., 2005. Selva ve Camarosa Çilek Çeşitlerinde Bazı Bitki Aktivatörlerinin Erkencilik, Verim, Kalite ile Yapraklardaki Besin Element Düzeylerine Etkileri (yüksek lisans tezi, basılmamış). Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Samsun.
- Yılmaz, H., Koçakaya, Z., Gülsoy, E., Gülser, F., 2003. Çilekte Farklı Örtü Altı Uygulamalarının Besin Maddesi Alımına Etkisi Üzerinde Bir Araştırma. Türkiye IV. Ulusal Bahçe Bitkileri Kongresi, 08-12 Eylül 2003, Antalya. 234-235.

Bugünün Çocukları Yarının Toprak Bilimcileri

Sevinç ARCAK*

Sonay SÖZÜDOĞRU OK*
Selahattin GELBAL***

Meral HAKVERDİ CAN**

* Prof.Dr., Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Ankara

** Öğr.Gör.Dr., Hacettepe Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, İlköğretim Bölümü Beytepe /Ankara

*** Prof. Dr., Hacettepe Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Eğitim Bilimleri Bölümü Beytepe /Ankara

Özet

Toprak yenilenemeyen doğal kaynaklarımızdan biridir. Yaşamsal üretimdeki öneminden dolayı, bu kaynağın ekonomik ve ekolojik değerleri son derece yüksektir. Bu nedenle de mutlaka korunması gerekmektedir. Doğal kaynakları koruma döngüsünün gelişebilmesi için, iyice tanınmaları ve değerlerinin anlaşılmaları büyük önem taşımaktadır. İnsanlığın devamı için toprakların uygun şekilde yönetilmeleri ve korunmaları bilinçli bir tarım ve koruma önlemlerine bağlıdır. Bunun sağlanması da bilinçli bir toplumdur geçmektedir.

Eğitim alanında yapılan çalışmalar; insanlarda oluşan tutum ve değerlerin İlköğretim yıllarında oluştuğunu göstermektedir. Oluşturulan tutum ve değerler bilgi ile desteklenmedikleri takdirde kalıcı olamamaktadır. Geleceğimizin büyükleri olan çocukları, toprak bilimi ile tanıştırmak, toprağın önemini kavramalarını ve buna bağlı olarak da bilinç geliştirmesini sağlamak amacı ile Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bölümünde bünyesinde 'TOPRAK BİLİM OKULU' kurulmuştur. Toprak Bilim okulunda öğrencilerin toprak konusunda bilgi edinmeleri, bilimsel deney yapma ve bilimsel süreç becerilerini geliştirebilmeleri için etkinlik temelli eğitim programı oluşturulmuştur. Yapararak Yaşayarak Öğrenme kuramına dayalı olarak bilimin eğlenceli ve dinamik ortamını tecrübe etmeleri hedeflenmiştir.

Bu okul sayesinde öğrencilere, gerçek bir bilim ortamı olan üniversite içinde, küçük bir bilim insanı olarak Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Toprak Bölümü ve Hacettepe Üniversitesi, Eğitim Fakültesi bilim insanları ile birlikte çalışma olanağı sağlanmaktadır.

Toprak Bilim Okulu projesi kapsamında TÜBİTAK ve Ankara Üniversitesi desteği ile Ankara'daki İlköğretim okulları ile Ankara ilçelerindeki Yatılı İlköğretim Bölge Okullarından (YİBO) başvuran 4. Sınıf öğrencilerine, 25-35 kişilik gruplar halinde, 1 günlük eğitim verilmektedir. Uygulanan eğitimin etkinliğini ve kalıcılığını ölçmek amacıyla öğrencilere eğitimden önce, eğitimden bir gün sonra ve 1 ay sonra bilgi ve tutum testleri uygulanmaktadır. Toprak Bilim Okulunda verilmekte olan eğitime katılmak için Ankara ve Ankara dışındaki ilköğretim okullarından yoğun talep gelmektedir. Toprak Bilim Okulu'nda günümüze kadar 1680 öğrenciye eğitim verilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Toprak Bilimi, ilköğretim, çocuk

Today's Kids Tomorrow Soil Scientists

Abstract

Soil is one of the non-renewable natural sources. Because of its vital importance in production, an economic and ecological value of this resource is very high. Therefore, soil should absolutely be conserved. To develop a cycle for protecting natural resources, its importance should be well recognized and understood. Properly managed and protected lands for the continuation of humanity consciously depend on agriculture and conservation measures. It passes through the provision of an informed society. The future of mankind will be depending on the rational use of soil, proper fertilization and the precautions to be taken against natural abrasive powers. It's only possible when

the society informed by the importance of soil. Especially children need to be informed by the importance of soil and how to protect it. For this purposes, 'Soil Science School' was established at the Ankara University, Faculty of Agriculture with the support of TUBİTAK and Ankara University.

Research studies in the field of educations reveals that attitudes and values started to form during elementary school years. However, if formed attitude or values does not supported with proper knowledge, they can fade away in short time. The purpose of this school is to introduce students to the soil science, make them be aware of the importance of soil and the nature of science, and helping them to discover scientific methods and approaches as well. This school is also aiming to develop basic concepts and research methods regarding soil science, help them to solve problems and to create communications through with pears and scientists.

Another purpose of this school is to show the idea of 'Science is fun and dynamic' while they are working with the scientists from Ankara University and Hacettepe University. With the help of this school, children will be able to spend one day at the university and make experiments like scientists and with scientists.

The main target groups of this school are 4th grade students from public, private and YİBO elementary school in Ankara. Students spend one day at the school and worked in groups during activities. Following a short introduction session, students are acquainted with programmes, then, 3 groups of students are formed to attend 4 different workshop activities, and each group participates to each workshop by turns. At the end of the workshops, students express what they learned about soil with drama exercises. Although, many school has demand to visit this school and participate the educational program, unfortunately we could not respond to all of them. Until now, 1680 students attended the 'Soil Science School'.

Key Words: Soil Science, elementary school, child

POSTER SUNUMLARI

Minöz Havzası Temel Toprak Özellikleri, Sınıflandırılması ve Haritalanması

Orhan DENGİZ* Coşkun GÜLSER* Ayşe EREL** Zeynep DEMİR* Serkan İÇ*

* Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak bölümü 55139,Samsun

**Toprak ve Su Kaynakları Araştırma Enstitüsü, Samsun

Özet

Bu çalışmanın amacı Samsun Kavak ilçesi Çakallı köyü Minöz Deresi Havzasında farklı toprakların belirlenmesi, morfometrik sisteme göre sınıflandırılarak yayılım alanlarının 1:25.000 ölçekli harita üzerine aktarılması ve böylece farklı toprakların alansal dağılımlarının belirlenmesi hedeflenmektedir. Havza 7,894 km² olup, 1:25.000 ölçekli SAMSUN-F36-d1 paftasına girmektedir. Yıllık ortalama sıcaklık 14.2°C ve yıllık ortalama yağış ise 580.4 mm'dir. Havzanın gölet alanı deniz seviyesinden 430 m yükseklikte ve maksimum kodu ise 930 m'dir. Bölgeye ait topografik, jeolojik ve jeomorfolojik haritaların incelenmesi ve arazi gözlemleri sonucunda araştırma alanında 7 profil açılmıştır. Detaylı arazi gözlemleri, grit yöntemi ve burğu yoklamaları ile gerçekleştirilmiştir. Açılan profillerin her birinden horizon esasına göre toprak örnekleri alınmış ve laboratuarda fiziksel ve kimyasal analizleri yapılmıştır. Analizlerden elde edilen sonuçların ve arazi gözlemlerinin değerlendirilmesi ile 7 farklı toprak serisi tanımlanmıştır. Belirlenen toprakların 3 tanesi pedogenetik sürecin başlangıç aşaması yani genç olmaları nedeniyle Entisol ordosuna, 3 tanesi Inceptisol ve 1 tanesi ise Alfisol ordosuna dahil edilmişlerdir. FAO/ISRIC göre ise topraklar Leptosol, Calcisol, Cambisol ve Luvisol olarak sınıflandırılmıştır. Araştırma alanında en fazla alana sahip Kocaçal serisi (% 25.7) iken en az alan % 6.9 ile Töngel serisidir. Ayrıca çalışmada havza içerisinde belirlenen toprak sorunlarına ilişkin çözüm önerileri de verilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Minöz Havzası, Toprak Özellikleri, Toprak Haritalama

Basic Soil Properties, Classification and Mapping of Minöz Basin

Abstract

The objectives of the research were i: to determine different soil groups, ii: soil classification according to morphometric system and iii: soil survey and mapping of Minöz basin. The study area is 7,894 km² and locates in Çakallı village of Samsun-Kavak district 1: 25.000 scaled SAMSUN-F36-d1 sheet. Average annual temperature and precipitation are 14.2°C and 580.4 mm, respectively. Mean sea level altitude of the basin area is 430 m. The maximum level of the area is 930 m. After examination of topographic, geologic and geomorphologic maps and land observation, 7 profiles were excavated in the area. Detailed land observations were done with grid method and auger examinations. After the soil samples were taken from the each profile, their physical and chemical analyses were done at the laboratory. By assessing the results of analyses and field studies, 7 different soil series were determined and described. Three of them were classified as Entisolls due to their low pedogenetic process called as young age, three are Inceptisol and one is Alfisol. According to FAO/ISRIC classification system, all pedons were classified as Leptosol, Calcisol, Cambisol and Luvisol. Kocaçal series has the largest area (% 25.7) whereas Töngel series has the smallest area in the study area (%6.9).

Key Words: Minöz basin, soil properties, soil survey and mapping

GİRİŞ

Artan insan ihtiyaçlarının karşılanması için doğal kaynaklar plansız olarak kullanılmakta, sonucunda ise olumsuz çevresel etkiler oluşmaktadır. Gelişmekte olan ülkelerde kalkınma süreci yaşanırken doğal kaynakların kullanımında büyük sorunlar ortaya çıkmaktadır. Sürdürülebilir kalkınmanın sağlanabilmesi ve doğal kaynakların yanlış kullanılması ile ortaya çıkan çevre sorunlarının önüne geçilebilmesi, doğal kaynak kullanımında koruma-kullanma prensiplerine uyulması, doğru planlama ve uygulamanın önemi büyüktür (Dengiz ve Başkan, 2005)

Arazi kaynaklarının doğru ve sürdürülebilir kullanımını sağlamak amacıyla başvurulmuş en önemli kaynaklardan birside farklı özelliklere sahip toprakların yayılımlarını gösteren toprak haritalarıdır. Toprak etüt ve haritalama çalışmaları sonucu üretilen toprak haritaları ve bununla ilişkili sunulan raporlar kullanıcılar için toprak veri tabanı oluşturmaktadır. Raporların doğruluğu, detay ve içerdiği ilave bilgilerin zenginliği, bu amaçla sonraki kullanımlar için geçerli sonuçlar alınmasını sağlamaktadır.

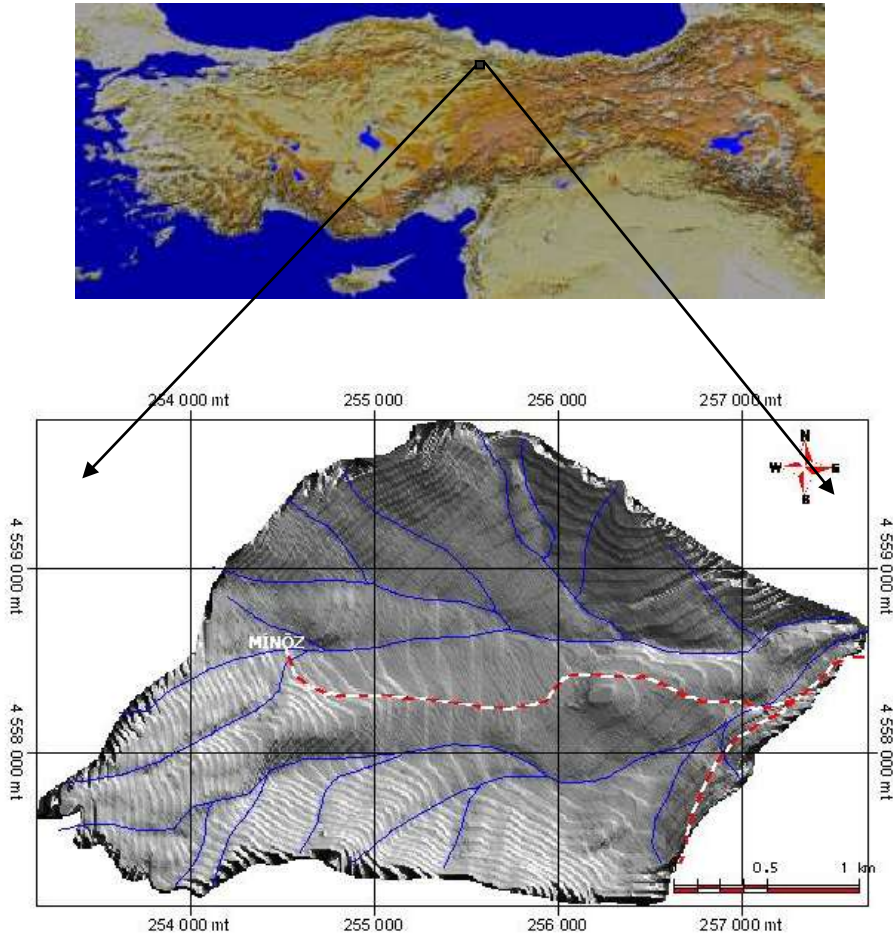
Bugüne kadar Ülkemizde birçok havzada erozyon, havza planlama, yağış-akım gibi çalışma yürütülmüş ve yürütülmektedir. Minöz Havzasında da Samsun Toprak Su Kaynakları Araştırma Enstitüsünce de uzun yıllara ait yağış-akım çalışmaları devam edilmektedir. Fakat yapılan ve yapılmakta olan çalışmalarda toprağın pedogenetik özelliklerini göz önünde bulunduran ve topraklar hakkında çok fazla veri içermeyen eski Amerikan sınıflandırma sistemine (Baldwin, 1938) göre sınıflandırılmış olan toprak haritaları kullanılmaktadır. Bu çalışma ile sürmekte olan ve daha sonraki yapılacak çalışmalarda kullanılması, topraklar hakkında daha detaylı bilgilerin elde edilmesi amacıyla morfometrik esaslara dayandırılarak toprakları hakkındaki veriler güncelleştirilmiş ve uluslararası sınıflandırma sistemi olan toprak taksonomisi (Soil Taxonomy, 1999) ve göre sınıflandırılması ve haritalanma işlemleri yapılmıştır.

MATERYAL VE YÖNTEM

Araştırma Alanının Genel Tanımı

Samsun-Kavak ilçesi Çakallı köyü Minöz Deresi Havzasında gerçekleştirilecektir. Havza 7,894 km² alana sahip olup, havza çıkışı yerinin deniz seviyesinden yüksekliği 430 m dir. Araştırma havzası 1:25.000 ölçekli topografik haritada F-36-d1 pafta içerisinde ve 253500-257500 m E ve 4559500-4557500 m N (UTM) koordinatları arasında yer almaktadır (Şekil 1). Havza genel iklim özellikleri bakıldığında uzun yıllara ait ortalama yağış değeri 580.4 mm olup bunun büyük bir kısmı kış ve ilkbahar aylarında düşmektedir. Uzun yıllar ortalama sıcaklık ise 14.2°C dir. İklim parametreleri analiz edilerek çalışma alanı arazilerinin toprak-su bütçesi hesaplanmış ve çalışma alanının toprak nem ve sıcaklık rejimleri belirlenmiştir. Araştırma alanının sıcaklık rejimi; yıllık ortalama toprak sıcaklığı 8 °C'den fazla, 15 °C'den az ve 50 cm'deki yıllık ortalama kış ayları toprak sıcaklığı ile yıllık ortalama yaz ayları toprak sıcaklığı arasındaki fark 5 °C den fazla olduğu için Mesic sıcaklık rejimi olarak bulunmuştur.

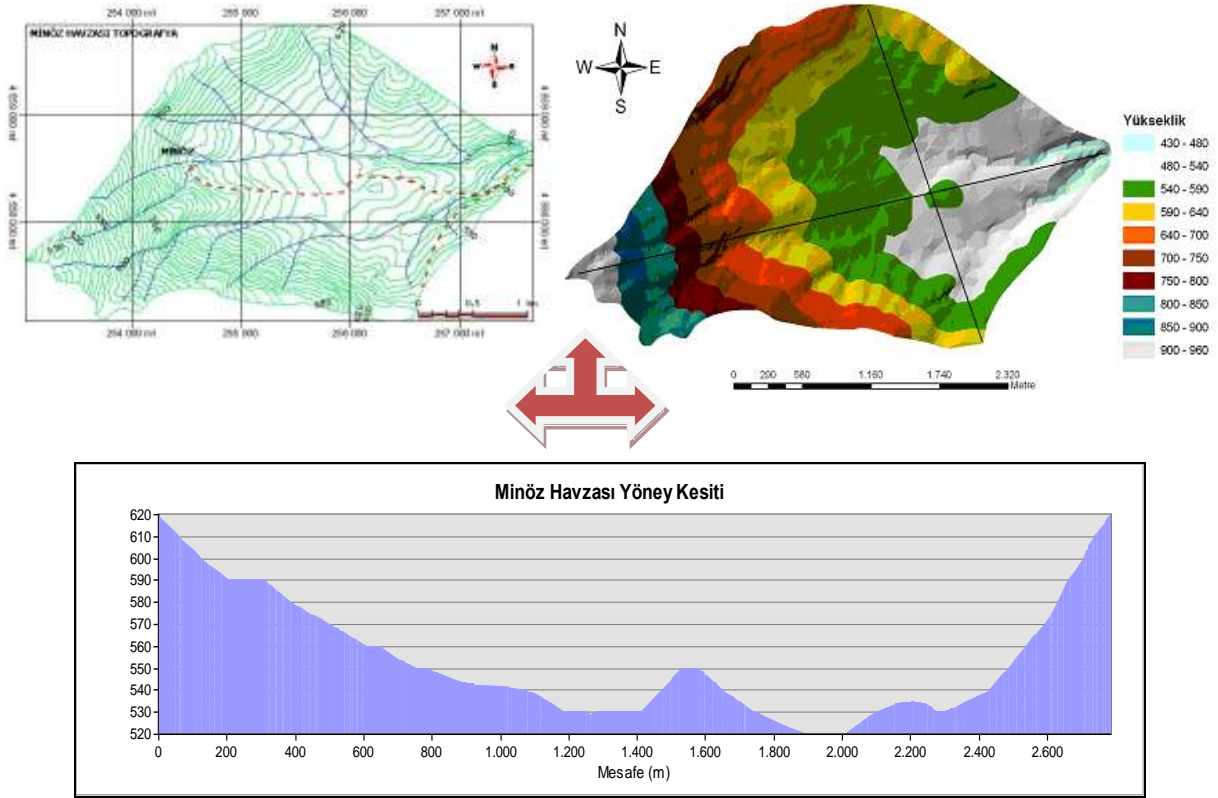
Toprak nem kontrol kesitinde 50 cm derinlikte toprak sıcaklığı 5 °C'in üzerinde olduğu dönemin yarısından daha fazlası kadar süre kuru değildir (aridik nem rejiminden farklı). Ayrıca toprak nem kontrol kesiti kış gün dönümünden sonraki (21 Aralık) 5 ay içerisinde ardışık olarak 45 gün veya daha fazla nemli olması ve yaz gün dönümünden (21 Haziran) sonraki 4 ay içerisinde ardışık 45 gün kadar uzun süre kuru kalmaması (Xerik nem rejiminden farklı) ayrıca, bitkilerin büyümesi için uygun olduğu dönemde toprak nemli olması nedeniyle toprak nem rejimi Ustic olarak belirlenmiştir. Ayrıca havzanın genel karakteristik özellikleri ise Çizelge 1 de verilmiştir. Araştırma havzası jeolojik özellik bakımından eosen yaşlı bol kıvrımlı fliştaşı, kil taşı ve kum taşı yer yerde marn aralanmalarından oluşmaktadır. Kartografik materyaller olarak bu çalışmada, araştırma alanına ait SAMSUN F36-d-1 paftası içerisine giren 1:25.000 ölçekli topografik harita (Şekil 2) temel kartoğrafik materyal olarak kullanılmıştır. 1:25.000 ölçekli topografik haritalar sayısallaştırılarak arazi yükseklik ve kesit haritaları oluşturulmuştur.



Şekil 1. Araştırma havzası yer buldur haritası

Çizelge 1. Minöz havzası genel karakteristik özellikleri

| | | |
|---|---|---|
| - Havza alanı (A) | : | 8411.2 km ² |
| - Havza uzunluğu (LH) | : | 4.875 km |
| - Havza genişliği | : | 2625 km |
| - Havza maksimum yüksekliği (h _{max}) | : | 965.39 m |
| - Havza minimum yüksekliği (h _{min}) | : | 430.00 m |
| - Havza röliefi (r) | : | 535.39 m |
| - Havza nisbi röliefi (rn) | : | % 4.655 |
| - Havza yöneyi | : | Batı-Doğu |
| - Havza median yüksekliği (h _m) | : | 597 m |
| - Havza ortalama yüksekliği (h _{ort}) | : | h _{ort.1} =697.7 m, h _{ort.2} =631.2 m |
| - Havza ortalama eğimi (SH) | : | % 15 |
| - Havza şekil indisleri | : | S ₁ =1.857; S ₂ =2.965; S ₃ =0.825 |
| - Havza eğim indisi (Ip) | : | % 28 |
| - Ana su yolu uzunluğu (Ls) | : | 4.925 km |
| - Toplam su yolları uzunluğu (Lu) | : | 14.950 km |
| - Ana su yolu profil ve eğimi (Ss) | : | % 8.67 |
| -Havza ağırlık merkezinin ana su yolundaki iz düşümünden havza çıkışına kadar olan uzaklık (Lc) | : | 2.25 km |
| -Su yolları dallanma oranı (Rb) | : | 3.741 |
| -Su yolları yoğunluğu (Dd) | : | 1720.96 m/km ² |



Şekil 2. Minöz Havzası topografik haritası, doğu-batı ve kuzey güney yönlerinde yükselti ve topografik kesit

Yöntem

Çalışma alanı topraklarının seri düzeyinde özelliklerinin belirlenmesi ve toprak taksonomisine göre yeni toprak haritasının oluşturulması işlemi büro, birinci arazi, laboratuvar, ikinci arazi ve büro çalışmaları olmak üzere beş aşamada gerçekleştirilmiştir. İlk aşamada çalışma alanına ait ön veri ve bilgiler ile yardımcı kartografik materyaller (hava fotoğrafları, topografik harita vb.) değerlendirmeye alınmıştır. Bunlar, araştırma havzasına ait bitki deseni, iklim değerleri, topografik, jeolojik haritalardır. 1:25.000 ölçekli topografik harita TNT Mips 6.4 GIS programı kullanılarak alanın Sayısal Arazi Modeli (SAM) ve topografik kesit üretilmiştir. Böylece alanda yayılım gösteren farklı gri renk ton ayrımları, doğal drenaj desenleri, fizyografik üniteler, eğim, rölyef, baki ve arazi şekilleri çıkartılacaktır. Arazi şekli ve arazi örtüsü jeolojik verileri ile birleştirilerek farklı ana materyal ve farklı fizyografya üzerinde oluşmuş olası farklı topraklar tespit edilmiş ve ön (taslak) toprak haritası oluşturulmuştur. Belirlenen olası farklı profil çukurlarının koordinatları GPS kullanılarak harita üzerine aktarılmıştır. İkinci aşama olan arazi çalışmasında ise daha önceden yapılan büro çalışması sonucu belirlenen olası farklı özellikteki topraklar daha önceden belirlen koordinatlara göre arazide Yer Belirleme Aleti (GPS) kullanarak profil çukurları açılacaktır. Farklı toprak profillerinden genetik horizon esasına göre morfolojik tanımlamalar yapılacak toprak örneği alınacaktır. Alınan toprak örnekleri fiziksel ve kimyasal analizler için laboratuara getirilecektir. Arazide toprakların morfolojik özelliklerinin incelenmesi amacıyla dikkate alınacak kriterler, örneklemeler ve sınıflandırma için Soil Survey Staff (1993 ve 1999) kullanılmıştır. Laboratuvar ve arazi çalışmaları sonucu kesinleşen farklı profil özelliklere sahip topraklar toprak taksonomisine göre sınıflandırılacaklardır. Serilerin sınırlarının saptaması amacıyla arazide gerekli kontroller yapıldıktan sonra sınırlar kesinleştirilecek ve gerekli toprak fazları oluşturularak çalışma alanına ait 1:25.000 ölçekli "Temel Toprak Haritası" yapılacaktır. Seri bazında yürütülecek olan çalışmada, toprakların fazlara ayrılmasında gözetilen taşlılık, eğim, drenaj, bünye, derinlik, tuzluluk-alkalilik gibi faktörler içinde yine Soil Survey Staff (1993)'den yararlanılmıştır. Son aşama da ise, farklı özelliklere sahip toprakların analiz sonuçları da dikkate alınarak gerekli düzeltmeler yapıldıktan ve arazi sınırları kesinleştirildikten sonra alanın 1:25.000 ölçekli temel toprak haritası ve raporu hazırlanmıştır.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Araştırma alanı eğim dağılımı

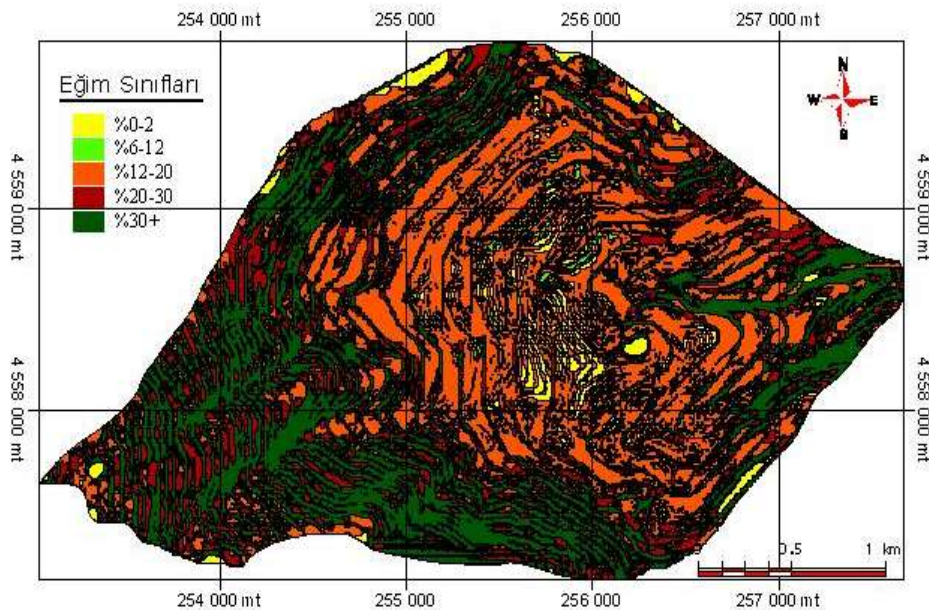
Çalışma alanı genelde engebeli ve topoğrafik eğimin sıkça değiştiği bir arazi üzerinde yer almaktadır. Bu engebeli topoğrafyada yer yer küçükte olsa hafif eğimli alanlar mevcuttur (Şekil 3). Çizelge 2'den de görüleceği üzere toplam alanın %7.6'lık (599.7 ha) kısmı eğim % 12 den az iken, % 28.7'lik (2282.0 ha) kısım ise eğim %30'dan fazladır. Eğimin en fazla olduğu sarp alanlar genelde Düztarla Sırtı ve Kocacal Tepe serilerinde hakim durumdadır. Araştırma alanında %12-30 eğim aralığı en fazla yayılım göstermektedir.

Minöz havzası toprak serilerinin morfolojik tanımlamaları, fiziksel ve kimyasal özellikleri

Bölgeye ait topografik, jeolojik ve jeomorfolojik haritaların incelenmesi ve arazi gözlemleri sonucunda araştırma alanında 7 profil açılmıştır. Detaylı arazi gözlemleri, grit yöntemi ve burgu yoklamaları ile gerçekleştirilmiştir. Açılan profillerin her birinden horizon esasına göre toprak örnekleri alınmış ve laboratuarda fiziksel ve kimyasal analizleri yapılmıştır. Analizlerden elde edilen sonuçların ve arazi gözlemlerinin değerlendirilmesi ile 7 farklı toprak serisi tanımlanmıştır. Araştırma alanında en fazla alana sahip Kocaçal serisi (% 25.7) iken en az alan % 6.9 ile Töngel serisidir (Çizelge 3 ve Şekil 4). Ayrıca çalışmada havza içerisinde belirlenen toprak sorunlarına ilişkin çözüm önerileri de verilmiştir.

Çizelge 2. Çalışma alanının alansal ve oransal eğim dağılımı

| Eğim | Alan (da) | Oran (%) |
|--------|-----------|----------|
| 0-2 | 362.4 | 4.6 |
| 6-12 | 237.3 | 3.0 |
| 12-20 | 3218.6 | 40.8 |
| 20-30 | 1793.9 | 22.7 |
| 30+ | 2282.0 | 28.9 |
| Toplam | 7894.0 | 100.0 |



Şekil 3. Çalışma alanına ait eğim dağılım haritası

Düztarla Sırtı Serisine ait fiziksel ve kimyasal özellikler Çizelge 5'te verilmiştir. Düztarla Sırtı Serisi % 20-30 arasında eğimli yer yer bu oran kuzey doğuya doğru %30 eğimleri aşan altere kumtaşı ana materyali üzerinde oluşmuş, sığ (0-20 cm) toprak derinliğe sahip topraklardır. Genellikle bu toprakların yayılım gösterdiği alanlardan yüzey topraklarında kil içeriği %10' lara ulaşmaktadır. Toprakların A/C/R genetik horizon dizilimlerine sahiptirler. profil içerisinde özellikle kaba materyal ve kum oranları %70'lere yaklaşmaktadır. Bu durum düşük su tutma kapasitesini neden olmaktadır. Bu nedenle fazla yağışlı dönemlerde fazla su yüzey akışa geçerek toprakların özellikle ince materyallerin eğimin az olduğu alalara taşınmalarına neden olmaktadır. Katyon değişim kapasitesi yüzey toprağında düşük kil ve organik madde düzeyi nedeniyle düşük seviyelerdedir (7.39 me/100 gr). Yüzey toprağında kireç % 3.98 organik madde düzeyi ise %1.68 dir. Bu seriye ait toprakların reaksiyonu pH'ları 7.18 dir. Bu toprakların genellikle orman ve mera olarak kullanılmaktadır.

Çaltepe Serisi ait topraklar alanın %12.1'lik kısmını kaplamakta olup, havzanın güney doğusuna doğru yamaç arazilerde yer almaktadır. Hafif dalgalı bir topografyaya sahip olan bu seri orta derin, profil boyunca kil tınlı bünyeye sahip topraktır. Genetik horizon dizilimleri Düztarla Sırtı Serisine göre toprak oluşumu biraz daha ileri düzeyde olup A/Bw/C/R şeklindedir. Organik madde yüzeyde %2.33 iken profil içerisinde derinlere doğru bu miktar azalarak %0.92'e inmektedir. Toprakların orta bünyeli olmaları nedeniyle geçirimsizlikleri iyidir. Profilde pH 7.97-8.01 arasında, özellikle organik madde ve kil içeriğine bağlı olarak KDK Düztarla Sırtı Serisine göre daha yüksek olup 23.91-29.21 me/100 arasında değişmektedir. Profil içerisinde kireç miktarı düşük düzeylerde olup %1.06-2.99 arasında değişmektedir. Bu topraklarda tuzluluk sorunu bulunmamaktadır. Topraklar genellikle mera olarak kullanılmaktadır.

Çalbaş Serisine ait topraklar alanın %10.2'lik kısmını kaplamakta olup, havzanın en alçak seviyesinde, Minöz köyünün doğusuna doğru dar bir şerit halinde uzanmaktadır. Hafif dalgalı bir topografyaya sahip olan bu seri kolluviyal birikintiler üzerinde oluşmuş, derin, profil boyunca killi bünyeye sahip topraklardır. Organik madde yüzeyde %2.21 iken derinlere doğru bu miktar azalarak %0.99'a inmektedir. Toprakların ağır bünyeli olmaları nedeniyle geçirimsizlikleri zayıf, su tutma kapasiteleri yüksektir. Profilde reaksiyon yüzeyde hafif asitlik göstermekte olup (pH 6.43) derinlere doğru nötrleşmektedir (pH 7.21). Profil içerisinde kil artışına bağlı olarak KDK ise 22.04-37.56 me/100 arasında değişmektedir. Profil içerisinde kireç miktarı diğer serilerle karşılaştırıldığında en az düzeyde olup %0.58-1.64 arasında değişmektedir. Bu topraklarda tuzluluk sorunu bulunmamaktadır. Genellikle bu seriye ait topraklar kuru tarım alanı olarak kullanılmaktadır

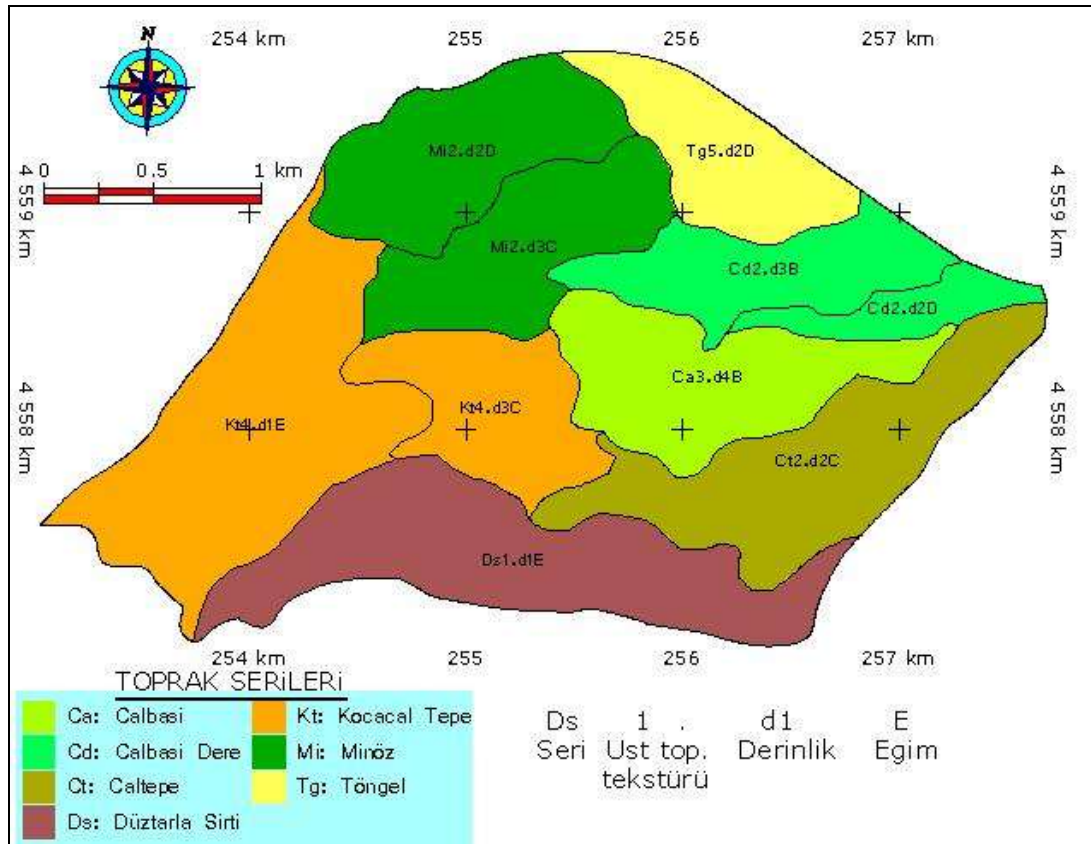
Havzanın kuzey-kuzey batısında yer alan Kocaçal Tepe serisi toplam alanın %25.7'lik kısmını ile havza içerisinde en fazla alanı kaplayan seriyi oluşturmaktadır. Seri topraklarının büyük bir kısmı mera, boş alan ve ormanlık olarak kullanılmaktadır. Kum taşı ana materyal üzerinde oluşmuş olan bu topraklar etek arazilerde orta derinliklere sahip iken kuzey ve kuzey batı yönlerinde eğimin artmasıyla toprak derinlikleri çok sığ (20 cm az) derinliğe kadar azalmaktadır. Bu seri toprakları profil içerisinde bünye tın ile kumlu killi tın arasında değişmektedir. Ana materyal ve hafif bünyeli oluşu ayrıca yıkanmanın da etkisiyle kireç profil içerisinde derinlik artışıyla azalma göstermekte olup %3.1-0.87 arasında değişmektedir. Toprakların organik madde düzeyleri yüzeyde % 5.15 iken profilde derinlik artışı ile bu oran azalma göstermektedir. Topraklarda KDK 18.13-23.00 me/100 gr, pH ise 41 cm derinliğe kadar hafif asit bu derinlikten sonra toprak nötrleşmekte ve 6.64-7.33 arasında değişmektedir.

Havzanın kuzeyinde yer alan Minöz serisi toplam alanın %18.6'lık kısmını kaplamaktadır. Seri topraklarının büyük bir kısmı mera ve tarım alanı olarak kullanılmaktadır. Marn ve kum taşı karışımı ana materyal üzerinde oluşmuş olan bu topraklar yamaç ve etek arazilerde, orta derinliklere sahip iken kuzey ve kuzey batı yönlerinde eğimin artmasıyla toprak derinlikleri çok sığ (20 cm az) derinliğe kadar azalmaktadır. Bu seri toprakları da profil boyunca bünye orta olup kil tındır. Ana materyalinde etkisiyle toprakların alt kesimlerinde özellikle 50 cm den sonra yüksek oranda kireç içermekte olup %34'lere ulaşmaktadır. Toprakta kalsifikasyon olayı sonucunda kireç özellikle 33-51 cm arasında birikim göstermekte olup, bu derinlikte yer yer kireç miselleri ve kireç paketçikleri bulunmaktadır. Bu durum toprak renginde de değişmelere neden olarak yüzeyde koyu olan yüzey toprağı (2.5 Y 6/4 kuru, 2.5 Y 5/4 nemli), derinlere doğru kireç artışına paralel olarak renk açılmaktadır. Topraklarda KDK 23.34-36.21 me/100 gr, pH ise 7.67-8.14 arasında değişmektedir

Havzanın doğusunda yer alan Çalbaşlı Dere Serisi toplam alanın %10.4'lük kısmını kaplamaktadır. Seri topraklarının büyük bir kısmı tarım ve mera alanı olarak kullanılmaktadır. Marn ve kum taşı karışımı ana materyal üzerinde oluşmuş olan bu topraklar yamaç ve etek arazilerde, orta derinliklere sahip topraklardır. 48 cm den sonra ani tektüral ve morfolojik değişim meydana gelmekte olup bu derinlikten sonra gömü toprağı bulunmaktadır. Ap/Bw/2Ab/2Ck horizon dizilimine sahip bu seri toprakları da profile 48 cm kadar kil tın bünyebu derinlikten sonra kile dönüşmektedir. Yüzeide çok düşük olan kireç seviyesi ana materyalinde etkisiyle toprakların alt kesimlerinde özellikle 50 cm den sonra yüksek oranda kireç içermekte olup %51'lere ulaşmaktadır. Toprakta kalsifikasyon olayı sonucunda kireç özellikle 48-67 cm arasında birikim göstermekte olup, bu derinlikte yer yer kireç miselleri ve kireç paketçikleri bulunmaktadır. Bu durum toprak renginde de değişmelere neden olarak yüzeide koyu olan yüzeide toprağı (10 YR 7/4 kuru, 10 YR 6/6 nemli), derinlere doğru kireç artışına paralel olarak renk açılmaktadır. Topraklarda KDK 33.29-44.34 me/100 gr, pH ise 7.08-8.25 arasında değişmektedir.

Çizelge 3. Minöz Havzası toprak serilerinin alansal ve oransal dağılımları

| Toprak Serileri | Toprak Sınıfları | Alan (da) | Oran (%) |
|-----------------|-------------------|-----------|----------|
| Düztarla Sırtı | Lithic Ustorthent | 1212 | 15.4 |
| Töngel | Typic Ustorthent | 548 | 6.9 |
| Minöz | Typic Ustorthent | 1465 | 18.6 |
| Çalbaşlı Dere | Typic Calciustept | 824 | 10.4 |
| Kocaçal Tepe | Typic Haplustept | 2028 | 25.7 |
| Çaltepe | Lithic Haplustept | 1015 | 12.8 |
| Çalbaşlı | Vertic Haplustalf | 802 | 10.2 |
| Toplam | - | 7894 | 100.0 |



Şekil 4. Araştırma alanı üst toprak tektürü, eğim ve derinlik fazlarına göre oluşturulmuş toprak haritası

Töngel Serisi, havzanın kuzey doğusunda yer alan etek, yamaç ve tepelik arazileri oluşturmaktadır. Havzanın toplam alan içerisinde % 6.9 ile en az kaplayan serisidir. Alanın büyük bir bölümü meralık arazi olup yer yer kuru tarımda yapılmaktadır. Eğim etek arazilerde %6-12 iken kuzeye doğru bu oran %30'ları aşmaktadır. Toprakların büyük çoğunluğu sığ ve çok sığdır. Kireç oranı tüm serilerle karşılaştırıldığında profil içerisinde en yüksek orana sahip olup %15-34 arasında değişmektedir. Bünye diğer serilerde olduğu genellikle orta bünyelidir.

Çalışma alanında yayılım gösteren toprak serilerine ait makro ve mikro besin elementlerinin kapsamı Çizelge 4'de verilmiştir. Ayrıca bu besin elementlerinin yeterlilik düzeyleri ise Loue (1968), Ülgen ve Yurtsever (1988), Lindsay ve Norvell (1978)' den yararlanılarak verilmiştir.

Serilerin azot ve fosfor kapsamaları incelendiğinde, yüzey topraklarında organik madeninde fazla olmasına bağlı olarak yeterli düzeyde bulunmasına karşın bu oran derinlere doğru azalmaktadır. Fosfor kapsamaları özellikle kuru tarımın yapıldığı özellikle yüzey topraklarda Çalbaşu Deresi, Kocaçal tepe ve Minöz Serilerinde gübrelemeden dolayı yeterli düzeyde iken diğer serilerde az veya çok az düzeydedir. Toprakların mikro element (demir, mangan, çinko ve bakır) düzeyleri ise tüm alanda yeterli düzeyde belirlenmiştir.

Çizelge 4. Minöz toprakları verimlilik analiz sonuçları

| Horizon | N (%) | P mg kg ⁻¹ | Fe mg kg ⁻¹ | Mn mg kg ⁻¹ | Cu mg kg ⁻¹ | Zn mg kg ⁻¹ |
|------------------------------|-------|-----------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| Düztarla Sırtı Serisi | | | | | | |
| A | 0.166 | 5.10 | 11.10 | 9.74 | 1.19 | 0.87 |
| C | - | - | - | - | - | - |
| R | - | - | - | - | - | - |
| Çaltepe Serisi | | | | | | |
| A | 0.163 | 8.63 | 10.74 | 36.48 | 1.668 | 0.641 |
| Bw | 0.143 | 7.65 | 11.13 | 33.12 | 1.669 | 0.736 |
| C | 0.113 | 7.05 | 8.77 | 32.28 | 1.319 | 0.501 |
| Çalbaşu Serisi | | | | | | |
| Ap | 0.137 | 11.66 | 41.58 | 61.6 | 2.936 | 1.100 |
| A2 | 0.133 | 13.36 | 42.96 | 50.04 | 3.087 | 0.742 |
| Bt | 0.096 | 7.90 | 18.66 | 33.18 | 1.891 | 0.669 |
| Kocaçal Tepe Serisi | | | | | | |
| A | 0.312 | 15.79 | 42.18 | 58.03 | 1.603 | 1.992 |
| Bw1 | 0.158 | 7.78 | 31.38 | 45.54 | 1.322 | 0.579 |
| Bw2 | 0.106 | 8.38 | 20.82 | 40.68 | 1.173 | 0.560 |
| C | 0.079 | 10.57 | 16.32 | 35.88 | 0.881 | 0.515 |
| Minöz Serisi | | | | | | |
| Ap | 0.168 | 21.99 | 10.17 | 35.16 | 1.653 | 0.848 |
| A2 | 0.130 | 10.33 | 10.13 | 34.08 | 1.568 | 0.726 |
| AC | 0.093 | 9.72 | 7.55 | 22.14 | 0.813 | 0.523 |
| Çalbaşu Deresi Serisi | | | | | | |
| Ap | 0.162 | 21.62 | 12.39 | 16.32 | 2.07 | 0.74 |
| Bw | 0.102 | 7.78 | 7.96 | 11.48 | 1.55 | 0.43 |
| 2Ab | 0.082 | 8.02 | 6.43 | 9.69 | 1.07 | 0.18 |
| 2Ck | 0.059 | 11.42 | 4.05 | 4.35 | 0.49 | 0.07 |
| Töngel Serisi | | | | | | |
| Ap | 0.130 | 11.66 | 6.51 | 25.2 | 0.792 | 0.645 |
| A2 | 0.143 | 10.08 | 6.81 | 28.14 | 0.894 | 0.534 |
| ACk | 0.062 | 21.38 | 3.56 | 21.84 | 0.358 | 0.449 |

SONUÇ VE ÖNERİLER

Çalışma alanı toprakları mera, orman ve kuru tarım olarak kullanılmaktadır. Kuru artım yapılan alanların bünyeleri genellikle ağır olup toprakların kil içerikleri kimi yerlerde %60'lara ulaşmaktadır (Çalbaş Serisi). Böyle topraklarda tohum yatağı hazırlanması sırasında toprak işleme zamanlarının iyi belirlenmesi gerekmektedir. Bunun için toprakların tavdayken işlenmelidir. Farklı bünyelere sahip toprakların farklı tav zamanları vardır. Killi toprakların bu zamandan önce işlenmesi durumunda toprakların fiziksel yapılarında önemli bozulmalar olurken, fazla nemli koşullarda işlenmeleri durumunda ise fazla çeki gücü istemesinin yanı sıra topraklarda iri kesekler meydana gelmektedir. Havalanmayı arttırmak, toprak yapısının gelişmesini sağlamak amacıyla topraklara organik madde ilavesi yapılmalıdır.

Çalışma alanı genelde engebeli, yamaç ve topoğrafik eğimin sıkça değiştiği bir arazi üzerinde yer almaktadır. Genellikle bu alanlar orman ve mera olarak kullanılmaktadır. Düztarla Sırtı, Kocaçal tepe serilerinin büyük bir bölümü ile Minöz serisinin bazı alanlarında eğim %20'nin üzerinde bulunmaktadır. Bu alanlar genellikle orman ve meralık alanlarla kaplı olmasına karşın bitki örtüsüyle kaplı olmayan çok dik eğime sahip alanlar da bulunmaktadır. Yağışlı dönemlerde toprağı koruyucu bir bitki örtüsünün olmaması veya zayıflığı nedeniyle yüzeyde oluşan toprak materyali yüzey akışla taşınmasına neden olmaktadır. Bu yüzden bu alanlarda yer alan topraklar çok sığdır ve ana kayalar yer yer yüzeye kadar çıkmışlardır. Bu alanlarda oluşan ve oluşacak toprakların yerlerinde tutunmalarının sağlanması amacıyla ağaçlandırılması gerekmektedir. Ayrıca bu alanlarda toprak yeteri kadar derinliğe sahip olamadıklarından toprakların su tutmalarındaki yetersizlikten dolayı az su depoladıklarından fazla su yüzey akışa geçerek erozyona sebep olabilmektedirler.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma, Ondokuz Mayıs Üniversitesi tarafından desteklenen PYO.ZRT.1901.09.013 no'lu proje kapsamında gerçekleştirilmiştir. Katkılarından dolayı teşekkür ederiz.

KAYNAKLAR

- Baldwin ve ark. 1938. Soil Classification. Year Book of Agriculture, USDA.
- Dengiz ve Başkan, 2005. Ankara Güvenç Havzası Topraklarının Temel Özellikleri ve Sınıflandırılması. S.Ü.Ziraat Fak. Derg. 19 37: 27-36.
- Lindsay ve Norvell, 1978. Development of a DTPA Soil Test for Zinc, Iron, Manganese and Copper. Soil Science Society of American Journal 42, 421-428.
- Loue, 1968. Diagnostic Petiolaire de Prospection. Etudes sur la nutrition et la Fertilization Potasiques de la Vigne. Societe. Commerciale des Potasses d'Alsace Serviced Agronomiques. 31-41.
- Soil Survey Staff, 1993. Soil Survey Manual, USDA. Handbook No: 18 Washington D.C.
- Soil Survey Staff, 1999. Soil Taxonomy. A Basic of Soil Classification for Making and Interpreting Soil Survey. U.S.D.A Handbook No: 436, Washington D.C.
- Ülgen ve Yurtsever, 1988. Türkiye Gübre ve Gübreleme Rehberi. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü. Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü Yayınları, Genel Yayın no: 151, Teknik Yayınlar No: T-59, Ankara.

Potansiyel Erozyon Risk Alanların Belirlenmesinde Leam Modeli Pilot Alan; Haymana-Soğulca Havzası

Fatma Esra SARIOĞLU*

Orhan DENGİZ*

Oğuz BAŞKAN**

* Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak bölümü 55139, Samsun

** Toprak Gübre ve Su Kaynakları Araştırma Enstitüsü 06172, Ankara

Özet

Soğulca Havzası Ankara'nın güneyinde, Haymana ilçesine ise 23 km uzaklıkta ve 4352734-4364382m N ve 444495-458350m E (UTM) koordinatları arasında yer almaktadır. Bu çalışma coğrafi bilgi sistemi ve uzaktan algılama tekniklerinin yardımıyla LEAM (Land Erodobility Assessment Methodology) modeli kullanarak potansiyel erozyon risk alanların belirlenmesine yöneliktir. Havza içerisinde Gedik, Evcı, Horon ve Tabaklı köyleri bulunmaktadır. Havzanın toplam alanı 57.4 km², Havzanın deniz seviyesinden minimum yüksekliği 948 m, maksimum yüksekliği ise 1382 m dir. Havzanın %51'i kuru tarım ve geri kalan kısmı ise mera olarak kullanılmaktadır. Yalnızca alanın %1.1'i su yüzeyi oluşturmaktadır. Alanda yaygın olarak Entisol ve Inceptisol ordolarına ait topraklar yer almaktadır. Alanda 101.5 ha ile en az yayılıma sahip Söğüt Tepe Çeşmesi serisi iken, 1582.9 ha ile Kamışlık Tepe serisi en fazla alan kaplamaktadır. Çalışma sonucuna göre alanın %21.3 düşük potansiyel erozyon riskine sahip iken, toplam alanın %49.5' i ise yüksek ve çok yüksek potansiyel erozyon riskine sahip olduğu belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: LEAM, CBS ve UA, Soğulca Havzası

Determination of Potential Erosion Risk Area Using LEAM Case Study; Haymana-Soğulca Chatcment

Abstract

Sogulca Basin is located at the south part of Ankara, 23 km far from Haymana district and lies between 4352734-4364382m N and 444495-458350m E (UTM). The aim of this study is to determine potential erosion risk area of the study area using LEAM erosion model using GIS and RS thecniques. Gedik, Evcı, Horon ve Tabaklı vilagges are located in the study area. The area of the basin is approximately 57.4 ha. Average altitude above sea level ranges from 948 m to 1382 m. About 51% of the total area are being used as rainfed agriculture while rest of it are being used as rangeland. Only 1.1 % of the study area is water surface. The majority of soils on alluvial lands were Inceptisol and Entisol in Soil Taxonomy. Whereas Kamışlık Tepe soil seri has the largest area (1582.9 ha), Söğüt Tepe Çeşmesi soil seri has the smallest area in the study area (101.5 ha). According to results, it was determined that 49.5% of the total study area has high and very high erosion risk area whereas, 21.3% of the it has low erosion risk area.

Key Words: LEAM, GIS and RS, Soğulca Chatcment

GİRİŞ

Doğal süreçler veya insan aktivitelerinin neden olduğu erozyon, bütün dünyada olduğu gibi Türkiye'nin doğal kaynaklarını ve sürdürülebilir tarımsal üretimi tehdit eden gerek ekolojik gerekse de ekonomik sorunları içerisinde önde gelenlerinden birisidir. Türkiye ortalama yüksekliği yaklaşık olarak 1250 m ve toplam alanın %62.5'lik kısmı eğimin %15 den fazla dağlık ve tepelik alanlara sahip

bir ülkedir (Ministry of Agriculture, Forestry and Villages, 1987). Ülkenin bu topografik özelliğinden dolayı ülke topraklarının %58.7'sinde şiddetli ve çok şiddetli erozyon sonunu ile karşı karşıyadır (Bayramin et al., 2002). Erozyon risk değerlendirmesinde, arazi örtüsü-arazi kullanım haritası, uydu görüntüleri, hidroloji haritaları, toprak ve topografya gibi birçok farklı kaynaklardan yararlanılmaktadır. Erozyon riskinin analiz edilmesi, değerlendirilmesi, haritalanma çalışmaları sonucunda özellikle geniş alanlara yönelik yönetim planlarının hazırlanması ve kararların alınmasında, günümüz teknolojik ilerlemeler içerisinde önemli bir araç olan Coğrafi Bilgi Sistem (CBS) ve Uzaktan Algılama (UA) teknikleri hızlı ve doğru sonuçlara ulaşılması açısından önemli rol oynamaktadırlar. Erozyon değerlendirmesine yönelik alan çalışmaları oldukça fazla maliyet, iş gücü ve zamana ihtiyaçtan dolayı toprak erozyonunu tahmin etmede birçok teknik ve model geliştirilmiştir. Bu nedenle arazi kaynakların daha iyi korunumu ve geliştirilmesine yönelik olarak model çalışmaları önemli katkılar sağlamaktadır (Meyer, 1980). Ayrıca Sazbo ve ark. (1998) arazi bozulmaları ve erozyon risk çalışmalarında CBS ve UA tekniklerinin yapmış oldukları önemli katkıları olduklarını da belirtmektedirler. Genellikle erozyon modelleri USLE, RUSLE, EPIC, EUROSEM, CREAMS gibi arazi ölçümsel değerlere bağlı olduğu gibi CORINE ve ICONA gibi modellerle de parametrik yaklaşımlar olabilmektedir. 1980'li yıllardan sonra, erozyon risk değerlendirmesine yönelik olarak birçok modeller geliştirilmiş olup LEAM (Land Erodibility Assessment Model, Manrique, 1988) bu modellerden birisidir. Çakal ve ark. (2002) LEAM modeli ile tortum Gölü havzasında erozyon riski taşıyan alanların CBS ve UA teknikleri kullanılarak haritalama çalışmasını yapmışlardır. Elde ettikleri sonuca göre, çalışma alanının %2'si düşük, %5'i orta ve %91'lik kısmı ise riskli ve çok riskli alanlar olarak belirlemişlerdir. Yine, Dengiz ve Başkan (2006) Ankara Gölbaşı Özel Çevre Koruma alanı ve yakın çevresinde yaptıkları çalışmaya göre LEAM modeline göre alanın %73'ü düşük ve orta erozyon riskli alanları oluştururken, geri kalan alanlar ise erozyon riski çok yüksek olarak belirlemişlerdir.

Bu çalışmanın amacı, Leam modeli kullanılarak Ankara'nın güneyinde yer alan Hayman ilçesi içerisinde Soğulca Havzasında toprak erozyon risk değerlendirmesinin yapılması ve CBS ve uzaktan algılama teknikleri kullanılarak alanın erozyon açısından problemlili alanları tespit edilmesidir.

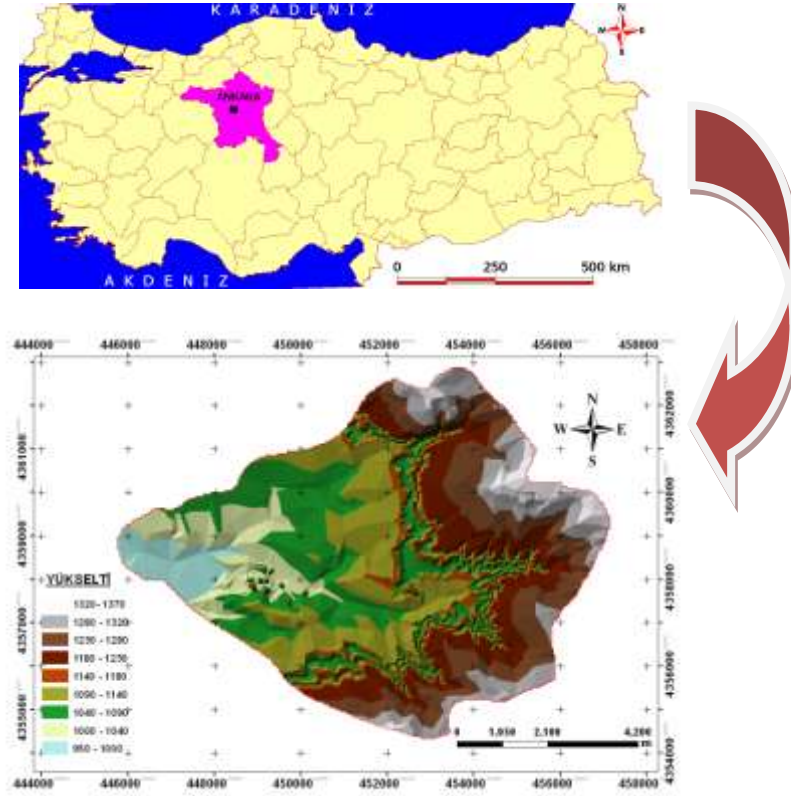
MATERYAL VE YÖNTEM

Materyal

Soğulca Havzası Ankara iline 96 km, Haymana ilçesine ise 23 km uzaklıkta ve Soğulca köyünün 2 km kuzey doğusunda olup, 1:25.000 ölçekli topografik haritada J28b1, b2, b3 ve b4 paftalarında yer almaktadır (Şekil 1). Havza içerisinde Gedik, Evcı, Horon ve Tabaklı köyleri bulunmaktadır. Havzanın toplam alanı 57.4 km², Havzanın minimum yüksekliği 948 m, maksimum yüksekliği ise 1382 m dir. Ana su yolu uzunluğu 12.4 km, toplam su yolları uzunluğu ise 76.8 km dir. Araştırma alanında tek yer üstü su kaynağı Çamurluk deresidir.

DMİ Polatlı istasyonunun 1972-90 iklim değerleri göre; yazları sıcak ve kurak, kışları soğuk ve yağışlı olan İç Anadolu iklim özelliği gösteren bu istasyonun 18 yıllık ortalamalarına göre yıllık yağış miktarı 456,7 mm, ortalama sıcaklık 11.1⁰C. En sıcak ay 22.8 ⁰C ile Temmuz, en soğuk ay ise -1.1 ⁰C ortalama ile Ocak ayıdır. En yağışlı ay Aralık (56.2 mm), en az yağışlı ay ise Ağustos (9.6 mm) ayıdır. Yıllık ortalama toprak sıcaklığının 8 ⁰C'den fazla fakat 15 ⁰C' den düşük olması ve ortalama yaz sıcaklığı ile ortalama kış sıcaklığı arasındaki farkın 5 ⁰C'tan fazla olması nedeniyle sıcaklık rejimi *Mesic*'tir. Yazın, yaz gün dönümünden (21 Haziran) sonra toprağın ardışık 45 gün den fazla kuru kalması ve kışın ise yine kış gün dönümünden (21 Aralık) sonra ardışık 45 günden fazla toprağın nemli olması nedeniyle nem rejimi *Xeric*'tir (Soil Survey Staff 1999).

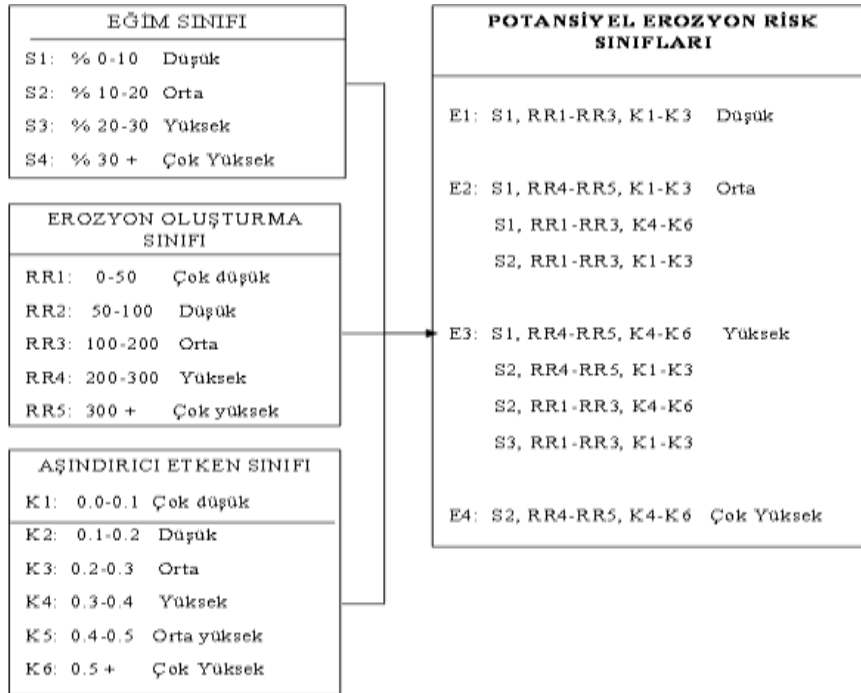
Soğulca havzasında en genç birimler Kuaterner alüvyonlar olup dere yatağı boyunca yüzeylenmişlerdir. En yaşlı birimler ise alt Paleosen yaşlı Dizilitaş formasyonu olup havzanın kuzey ve güney kısımlarında yer almaktadır. Bu birimler çakıl taşı, kum taşı ve kireç taşlarından oluşmaktadır. Havza alanı içerisinde en fazla yüzeylenen birim ise alt eosen yaşlı Demirköy formasyonu olup kumtaşı, çakıltası, volkanit ve killi kireçtaşını içermektedir. (MTA, 1994)



Şekil 1. Çalışma alanı yer buldur haritası

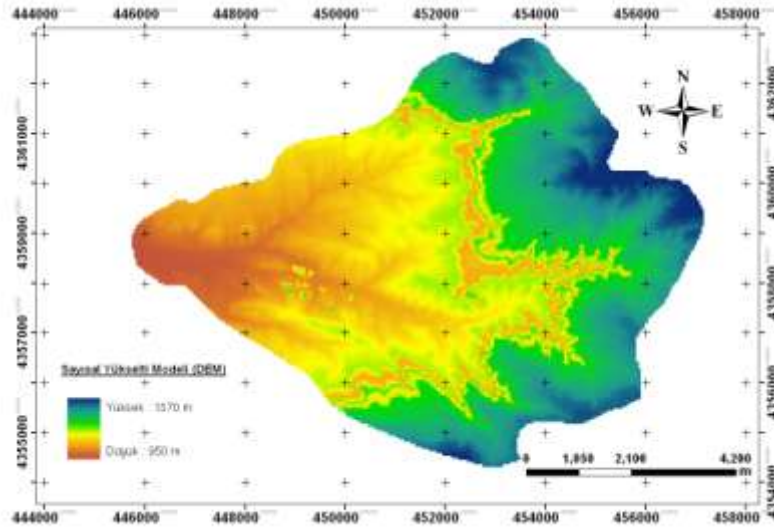
Method

Alanın potansiyel erozyon risk değerlendirilmesine yönelik kullanılan LEAM modeli üç ana kısımdan oluşmaktadır. Bunlar; eğim, yağışın erozyon oluşturma etkisi olan iklim (erozivite) ve toprağın erozyona duyarlılık özelliğini gösteren (erodibilite) aşındırıcılık indisi parametrelerinden oluşmaktadır (Şekil 2).



Şekil 2. LEAM erozyon modeli akış diyagramı

İlk olarak çalışma alanına ait 1:25.000 ölçekli topografik haritanın CBS ortamında sayısallaştırılması ile sayısal yükselti modeli (DEM) üretilmiştir (Şekil 3). Oluşturulan DEM haritası kullanılarak alanın eğim, bakı ve yükselti haritaları oluşturulmuştur.



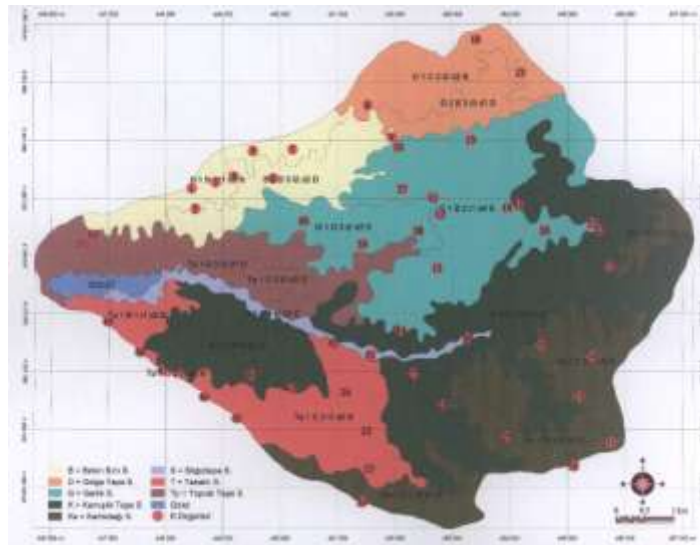
Şekil 3. Çalışma alanı sayısal yükselti modeli (DEM) haritası

İkinci aşamada, toprakların aşınabilirlik özelliklerinin belirlenmesinde Fournier indeksi kullanılmaktadır. İndeks alana ait meteorolojik özelliklerden yağış miktarı ve yoğunluğunu dikkate almaktadır. İndeksin hesaplanmasında aşağıdaki formül kullanılmaktadır.

$$FI = \sum_{i=1}^{12} \frac{P_i^2}{\bar{P}}$$

Burada; P_i : Ay içerisindeki toplam yağış, \bar{P} : Yıllık ortalama yağış miktarı.

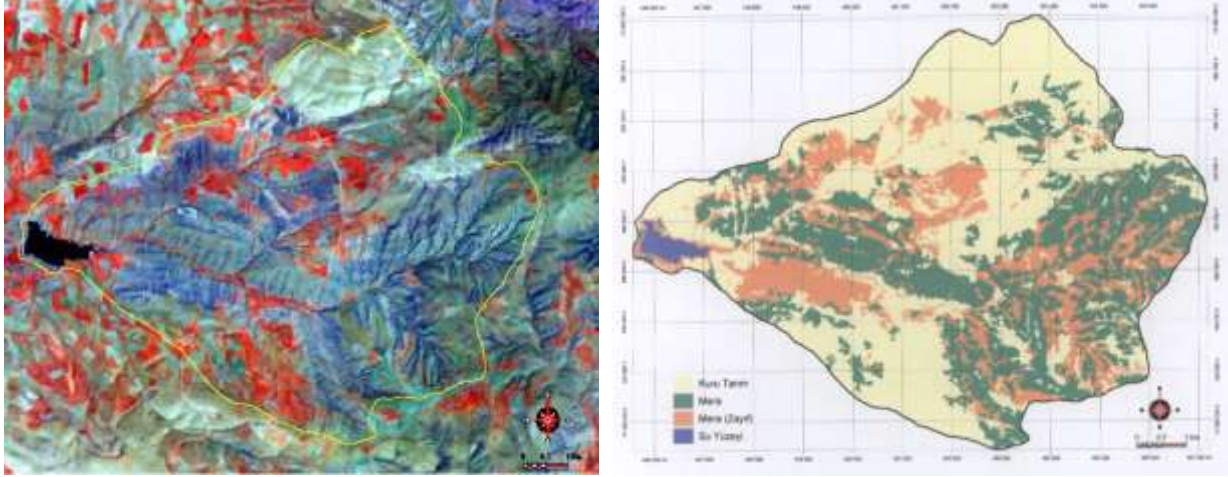
Son aşamada ise, toprakların aşınma karşı duyarlılık özelliklerinin (erodabilite faktörü) belirlenmesine yönelik havza sınırları içerisinde 51 yüzey toprak örnekleme yapılmış ve jeostatistik metod kullanarak havzanın K (erodabilite faktörü) dağılım haritası oluşturulmuştur (Şekil 4).



Şekil 4. K faktörü belirlenmesi amacıyla havzadan alınan yüzey toprak örnekleri

BULGULAR

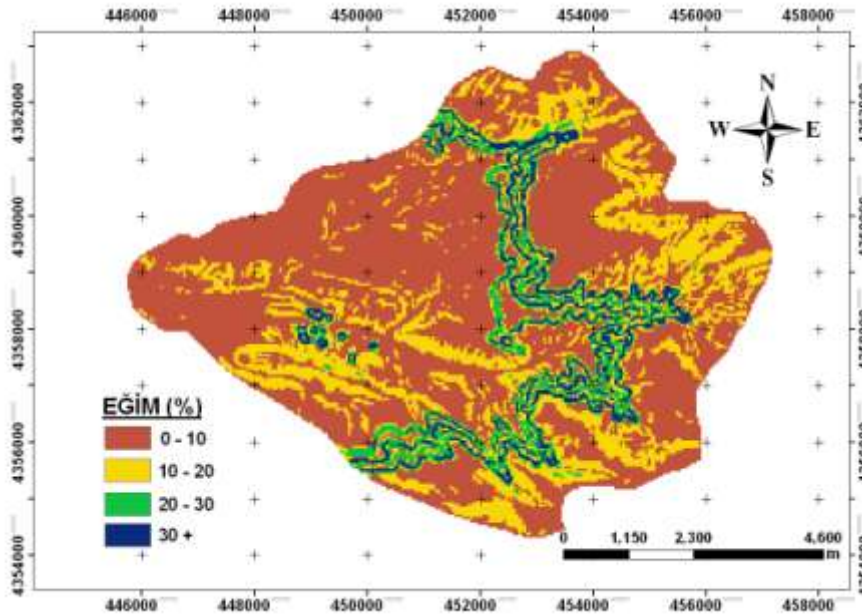
Araştırma havzasında Landsat uydu görüntüleri ve yer gerçeği çalışmaları yapılarak bitki örtüsü ve arazi kullanım deseni belirlenmiştir (Şekil 5). Yapılan araştırmaya göre çalışma alanının arazi kullanım türü ve alansal dağılımları göre toplam alanın %49'u mera ve diğer kalan kısmı ise kuru tarım olarak kullanılmaktadır.



Şekil 5. Çalışma alanına ait Landsat uydu görüntüsü ve arazi kullanım haritası

Eğim erozyon oluşumunda önemli bir faktördür. Fakat erozyon sadece eğimin artışına bağlı olarak medana gemlemeyip aynı zamanda bitki örtüsünün yoğunluğu da önemli rol oynamaktadır (Dengiz ve Akgül, 2005). Çalışma alanının DEM haritası kullanılarak oluşturulan eğim dağılım durumu değerlendirildiğinde, toplam alanın % 62.1'i %10 eğimin az iken, alanın %5.4'ü ise eğimin %30 dan fazla olduğu çok dik eğimleri oluşturmaktadır. Alanın %32.5'i ise %10-30 arasında eğimi oluşturmaktadır (Şekil 6).

Toprakların erozyona karşı hassasiyet özelliği olan K faktörünün havza içerisindeki dağılımının belirlenmesi amacıyla 51 adet yüzeyden toprak örneklemeleri yapılmış, K değerleri belirlenmiş ve jeostatistiksel yöntem ile havzanın K haritası oluşturulmuştur (Şekil 7 ve Çizelge1).

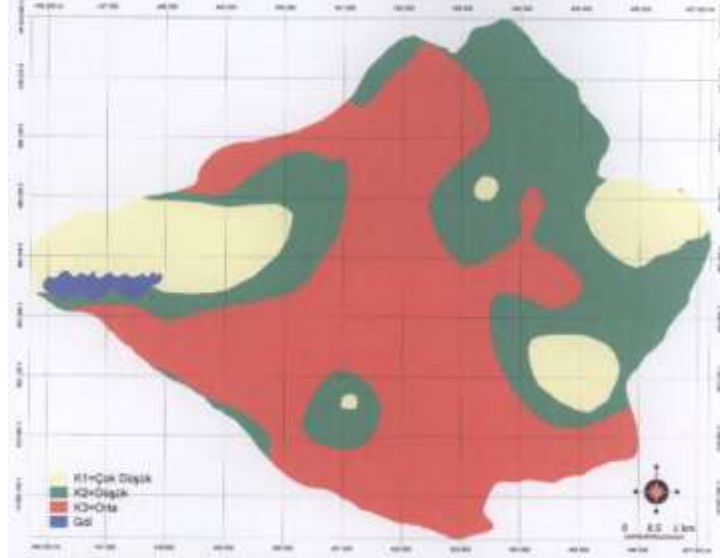


Şekil 6. Çalışma alanının eğim dağılım haritası

Çizelge1. K faktörü havza içerisindeki alansal ve oransal dağılımı

| Sınıf | Açıklama | Sembol | Alan (ha) | Oran (%) |
|-----------|-----------|--------|-----------|----------|
| 0-0,1 | Çok düşük | K1 | 891,3 | 15,5 |
| 0,1-0,2 | Düşük | K2 | 1859,9 | 32,4 |
| 0,20-0,30 | Orta | K3 | 2923,8 | 50,9 |
| Göl | | | 65,2 | 1,1 |
| Toplam | | | 5740,3 | 100,0 |

Havza topraklarının erozyona duyarlılık değerleri 0.1 ile 0.30 arasında değişmektedir. Havzanın %15.5'i çok düşük, %32.4'ü düşük ve %50.9'u ise orta olarak belirlenmiştir.

**Şekil 7.** Çalışma alanı erozyona duyarlılık faktörü dağılım haritası

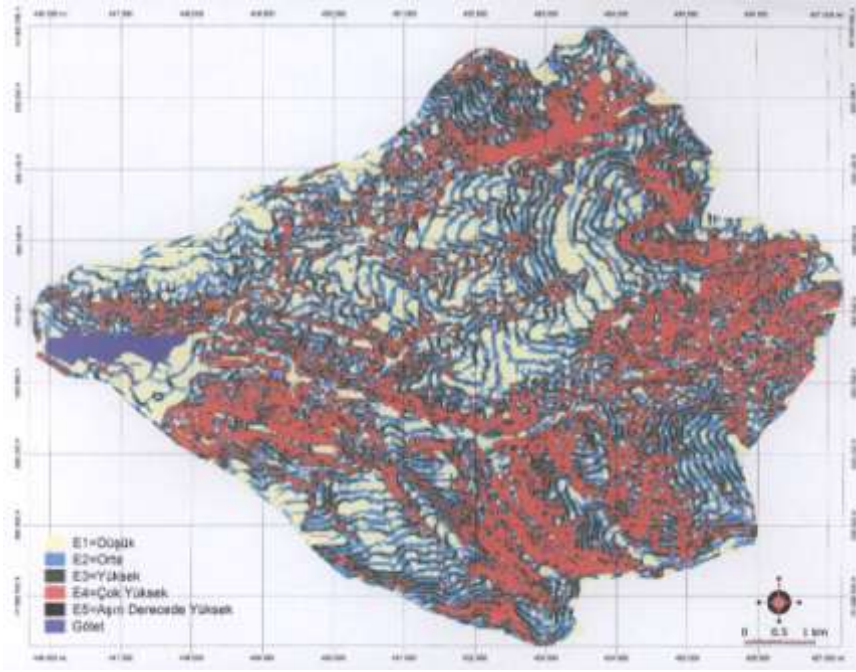
LEAM modeline göre son aşamada Fornier indeksi, eğim ve K faktörlerine ait haritaların CBS ortamında birleştirilmesiyle alana ait potansiyel erozyon risk haritası oluşturulmuştur (Şekil 8). Çizelge 2'ye göre havzanın erozyon risk dağılım sonucuna bakıldığında, alanın %21.3'ü E1 sınıfını oluşturan düşük erozyon riski oluştururken, çok yüksek sınıfa giren E4 sınıfı ise alanın %27.7'sini oluşturmaktadır.

Çizelge 2. Çalışma alanı erozyon riskinin alansal ve oransal dağılımı

| Potansiyel Erozyon Risk Sınıfları | Açıklama | Alan (ha) | Oran (%) |
|-----------------------------------|------------|-----------|----------|
| E1 | Düşük | 1220,7 | 21,3 |
| E2 | Orta | 1611,9 | 28,1 |
| E3 | Yüksek | 1253,1 | 21,8 |
| E4 | Çok Yüksek | 1589,3 | 27,7 |
| Göl | - | 65,2 | 1,1 |
| Toplam | - | 5740,3 | 100,0 |

SONUÇ

Havzanın özellikle eğimin fazla olduğu, toprak derinliği yetersiz ve bitki örtüsüne zayıf meralık ve işlemeli tarım yapılan alanlarının erozyona karşı risklerinin çok fazla olduğu alanlar olarak belirlenmiştir. Arazi kullanımı, bitki örtüsü, ana materyal, toprak, yağış ve topografik koşullar toprak erozyonunun oluşmasında en fazla etkili olan faktörlerdir. Bu nedenle hassas olan alanların bu faktörleri de göz önünde bulundurularak toprakların taşınımını engelleyici tedbirlerin alınması gerekmektedir.



Şekil 8. Çalışma alanı LEAM modeline göre erozyon risk dağılım haritası

Topraklar sadece taşındıkları yerlere zarar vermeyip, aynı zamanda havzada sulama amaçlı yapılmış Soğulca göletinin de zamanla dolarak su tutma kapasitesinin ve su kalitesinin düşmesine neden olmaktadır. Ayrıca bu çalışmanın yapılması sırasında erozyona etki eden faktörlerin çoğu CBS ve UA tekniklerinin kullanılması ile analizlerinin yapılması ve görsel hale getirilmesine yönelik haritalama çalışmalarında büyük kolaylıklar sağlamıştır.

KAYNAKLAR

- Bayramın, İ., Dengiz, O., Başkan, O., Parlak, M. 2003. Soil Erosion Assessment with Icona Model Case Study: Beypazarı Area. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry* 27 (2); 105-116.
- Çakal, M.A., Birhan, H., Özlü, A., Coşkun, T., Yıldırım, N.Z., Sevim, Z., Bakır, H. 2002. LEAM Metoduyla Tortum Gölü Havzasında erozyon riski taşıyan alanların cbs ve ua kullanılarak belirlenmesi. *Su Havzalarında Toprak ve Su Kaynaklarının Korunması, Geliştirilmesi ve Yönetimi Sempozyumu*. Hatay, 385-389.
- Dengiz, O., Akgül, S. 2005. Soil erosion risk assessment of the Gölbaşı Environmental Protection Area and its vicinity using CORINE Model. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry* 29 (6); 439-448.
- Dengiz, O. and Başkan, O. 2006. Comparison Of Three Different Erosion Risk Assessment Models; Case Study: Ankara-Gölbaşı Specially Protected Area. *International Soil Meeting on Soil Sustaining Life on Earth, Managing Soil and Technology Proceeding Vol. I*, 369-376, Şanlıurfa-Turkey.
- Manrique, 1988 Manrique, L.A., 1988. LEAM: Land Erodibility Assessment Methodology. Edit. & Pub. Shop, Honolulu, HI.
- Meyer, L.D. 1980. Soil Conservation Problems and Prospects. Ed. R.C.P. Morgan. *International Conference on Soil Conservation, the Natural College of Agricultural Engineering, Silsoe, Bedford, UK*.
- Ministry of Agriculture, Forestry and Villages, 1987. *General Management Planning of Turkey (Soil Conservation Main Plan)*, Ministry of Agriculture, Forestry and Villages. General Directorate of Rural Services. pp: 105. Ankara.
- Sazbo, J., L. Pasztor, Z. Suba and G. Varallyay. 1998. Integration of remote sensing and GIS techniques in land degradation mapping proceedings of the 16th International Congress of Soil Science, Montpellier, France, 20-26 August, 63-75.

Yer Radarı İle Toprak Özellikleri Arasındaki İlişkiler

Tülay TUNÇAY*

Esra Ezgi EKİNCİOĞLU*

Kıymet DENİZ*

*Ankara Üniversitesi Yer Bilimleri Araştırma Merkezi, Ankara

Özet

Yer radarı tarımcılar, arkeologlar, ormancılar, jeofizikçiler, arazi kullanım planlayıcıları, toprak bilimcileri gibi çeşitli meslek grupları tarafından kullanılan bir jeofizik yöntemidir. Kullanıcılar açısından önemli olan, yer radarının çalışma alanı için uygun olup olmadığı veya alınan sonuçların değerlendirilebilir olup olmadığıdır. Yer radarının penetrasyon derinliğinde en önemli faktör toprak özellikleridir. Yer radarı ile toprak özellikleri arasında en önemli parametre toprak neminin izlenmesidir. Toprak nemliliği Bitkilerin gelişiminde, sulama ve drenaj alanlarında yapılan hidrojeoloji çalışmalarında büyük önem taşınmaktadır. Bu amaçla günümüze kadar olan bu süreç içerisinde yapılan çalışmalarla toprak nemliliği ve toprak su içeriğinin belirlenmesi için birçok yöntem geliştirilmiştir. Yer radarı ile toprak biliminde; taban suyu Seviyesindeki mevsimsel değişim, % kil+silt, porozite, mevsimsel nemlilik değişimi ve drenaj borularını yerlerinin belirlenmesi gibi birçok çalışma yapılmıştır. Bu çalışmada toprak biliminde yer radarının çalışma prensibi, kullanılma olanakları ve yer radarı ile ilişkili olan bazı toprak parametreleri üzerinde yapılmış çalışmalar derlenmeye çalışılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Yer radarı, toprak nemi, penetrasyon derinliği, radar hızı

Relations Between Ground Radar And Soil Characteristics

Abstract

Ground radar is a method of geophysics used by various professions including designers, archaeologists, foresters, geophysicists, and land use planner. The important issues for users are the suitability of the location of ground radar or the ability to evaluate the obtained results. Soil characteristics are the most important factor for penetration depth of ground radar. Accordingly, the most important parameter between ground radar and soil characteristics is the observance of soil moisture. Soil moisture is especially inevitable for plant growth and hydrological studies implemented in irrigation and drainage areas. From this regard, many methods have been developed to determine the soil moisture and water content of soil in the studies carried out until now. Many studies have been implemented in ground radar and soil sciences to determine the seasonal changes in ground water level, clay+silt%, porosity, seasonal changes in moisture and the locations of drainage pipes. The present study aims to compile the studies in soil sciences investigating the certain soil parameters related to working principles of ground radar, utility opportunities and ground radar.

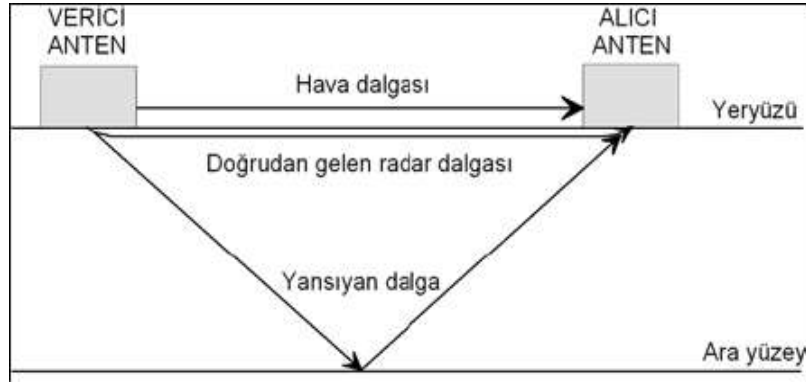
Key words: Ground radar, soil moisture, penetration depth, radar speed

GİRİŞ

Yer Radarının Tanımı

II. Dünya Savaşı'yla birlikte savunma sistemlerinde yaygın olarak kullanılmaya başlanan radar sistemleri, radyo dalgalarından yararlanarak cisimlerin yerlerini ve uzaklığını belirleyebilen elektronik cihazlardır. Başlangıçta savunma amaçlı kullanılan bu elektronik aksamlar, daha sonra yeraltının fiziksel özelliklerini araştırmak amacıyla da kullanılmaya başlanmıştır. Yer radarı (Ground penetrating radar) yöntemi, yeraltına gönderilen 10 ile 2000 MHz arasında değişen yüksek merkez frekanslı elektromanyetik radar darbelerinin yer içinde yayınımları sırasında karşılaştıkları farklı elektriksel ve manyetik özelliklere sahip süreksizliklerden, enerjilerinin bir bölümünün geriye yansıtılarak yüzeydeki alıcı anten yoluyla kaydedilmesi ve bu yayının boyunca geçen toplam sürenin ölçülmesi ilkesine

dayanır (van der Kruk *et al.* 1999). Yansıyan dalganın alıcı anten ile verici anten arasındaki toplam yolculuk süresi nanosaniye düzeyindedir (Şekil 1).



Şekil 1. Yer radarı sistemi ve yeraltında ilerleyen radar dalgalarının basitleştirilmiş gösterimi (Conyers and Goodman, 1997)

YER RADARININ KULLANIM ALANLARI VE KONU HAKKINDA YAPILMIŞ ÇALIŞMALAR

GPR yöntemi başlıca yapısal araştırmalarda toprak stratigrafisinin ortaya çıkarılmasında (Davis and Anan 1989), yüzeeye yakın jeolojik birimlerin tespitinde (Kadioğlu 2003), fay, kırık ve çatlakların haritalanmasında (Aldaş vd 2004; Slater and Niemi 2003; Green et al. 2003), yer altı karstik boşluklarının aranmasında (Kadioğlu 2004; Ulugergerli vd. 2004), yer altı su seviyesinin tespitinde (Bano et al 2000; Dannowski and Yaramancı 1999; Aspiro and Aigner 1999; Harari 1996, Benson 1995) yüzeeye yakın sıvı hidrokarbon aramalarında (Changryol et al. 2000) kullanılır. Bununla birlikte arkeolojik çalışmalarda tapınak, mezar, duvar, temel ve benzeri tarihi kalıntılar bulunmasında (Saka vd. 2003; Cezar et al. 2001; Sambuelli et al. 1999; Hruska and Fuchs 1999), metalik materyal arama çalışmalarında yeraltında gömülü boru, boru hattı, su veya akaryakıt tankı ve eski endüstriyel atık alanlarının tespitlerinde (Kadioğlu and Daniels 2002, 2004), zemin araştırmalarında, tünel araştırmalarında karayolu, demiryolu, su tünelleri, tüp geçitler, maden galerileri içinde duvar cephelerinin sağlamlık tespitinde, galeri içinde bozunmuş zon ve cevher aramada, galeri ilerleme yönü tespitlerinde (Kadioğlu vd. 2003; Cardelli et al. 2002) ve yeraltındaki insan kalıntılarını aramada (Hammon III et al. 2000) kullanılmaktadır.

Yer radarı, yüzeeye yakın ortamlar içerisindeki yapılar ile bu yapıları çevreleyen ortamların fiziksel özelliklerinin araştırılmasında kullanılan önemli yöntemlerden birisidir. Eğer ortam koşulları yer radarı ölçüleri için uygunsa, örneğin ortam yüksek oranda kil ve su içermiyorsa, uygun anten seçimleriyle santimetre boyutlarındaki hedef yapıların yerleri ve gömülü buldukları derinlikler belirlenebilir. Yer radarı sistemleri bot, kızak ve tekerlekli araçlar gibi çeşitli tasarımlarla birçok alanda hızlı ve büyük boyutlu taramaları başarabilecek özelliğe sahiptir. Son yıllarda tomografik ölçümlere olanak sağlayacak anten düzeneklerinin ortaya çıkmasıyla, yer radarı sığ aramacılıkta daha etkili bir yöntem durumuna gelmiştir. Yer radarı jeoteknik uygulamalarda mühendislik yapılarının inşa edileceği alanların yeraltı özelliklerinin saptanması ve bu yapıların donatılarının incelenmesi (Hugenschmidt 2002), arkeoloji (Neubauer et al. 2002), çevre sorunları oluşturan gömülü yapılar ve buldukları ortamların belirlenebilmesi (Carcione et al. 2003), kentsel alanlarda alt yapı özellikleri ve sorunlarının ortaya çıkarılması ve haritalanması (Zeng and McMechan 1997), nehir ve göl alanlarındaki çökel tabaka istif özellikleri ve göl tabanları ile su derinliklerinin ortaya çıkarılması (Streich et al. 2006) gibi birçok soruna uygulanabilmesinin yanı sıra, adli tıp araştırmaları (Hammon et al. 2000), kara mayınlarının belirlenmesi (Lopera et al. 2007) ve buz kalınlığının saptanması (Annan and Davis 1977) gibi daha özel konularda da başarılı sonuçlar vermesi nedeniyle, sığ jeofizik araştırmaların günümüzde en yaygın kullanılan yöntemlerinden biri durumuna gelmiştir.

YER RADARI İLE TOPRAK ÖZELLİKLERİ ARASINDAKİ İLİŞKİ

Toprağın nem içeriği ve hidrolojik modelleme, kirleticilerin hareketi ve toprak kalitesi son zamanlarda dikkat çeken konuların başında gelmektedir. Yapılan araştırmalarda farklı konumsal ve zamansal ölçeklerdeki havzalarda taban suyunun derinliği ve hareketi hakkında bilgi elde edilmesinin öneme değinilmiştir (Nielsen et al. 1998; Lin 2003). Ancak bu tür bilgilerin toplanması hem uzun zaman alıcı hem de pahalı olmaktadır. Günümüzde taban suyunun derinliği ve hareketi hakkındaki bilgiler araziye sınırlı sayıda yerleştirilebilen piyezometre ve gözlem kuyuları ile yapılmaktadır. Bu yöntemler spesifik bir alandaki su tablasının veya potansiyometrik yüzeyin yüksekliği ile ilgili bilgiler toplanmasında kullanılmaktadır. Bir alandaki piyezometreler ağı, taban suyunun akış yönünü, akış hızını ve lokasyon içerisindeki boşalan (discharge) ve yeniden (recharge) dolan alanların tespitinde faydalı olmaktadır (Freze and Cherry 1979). Dalgalı, düzensiz bir topografyaya sahip olan, heterojen toprak özelliklerine sahip olan alanlarda toprak nemini izleme çalışmaları daha çok zorlaşmaktadır. Böyle alanlarda elde edilen hidrolojik verilerin, oluşturulan modellerin ve haritaların daha duyarlı olması gerekmektedir. Elde edilen veriler dar bir alanı temsil ettiği için bu konuda çeşitli metotlar geliştirilmeye başlanmıştır (Violette 1987).

Yer radarı toprak altını 30 m' ye kadar yüksek çözünürlükle görüntülenmesini sağlayan, yer yüzeyini bozmadan veri toplayabilen bir jeofizik yöntemidir. Yer radarı radyo frekansı elektromanyetik enerjiyi verici anteniyle yer altına gönderir, bu enerji zıt dielektrik özelliğe sahip bir obje veya katmana ulaşana kadar toprak içinde ilerler. Zıt dielektrik özellikler enerjinin geri yansımaya ve alıcı anten yardımıyla toplanmasını sağlar. Yansıyan enerjinin miktarı dielektrik geçirgenlik ile direkt olarak ilişkilidir.

Yer radarı ile toprak özellikleri arasındaki ilişki direkt olarak kurulamamıştır. Bugüne kadar çalışılan ilişkiler toprak nem içeriği, toprağın porozitesi, silt+ kil içeriğidir.

Dielektrik Geçirgenlik ile Toprak Nemi Arasındaki İlişki

Dielektrik geçirgenlik ile dielektrik katsayısı arasındaki ilişki yardımıyla [1] ve [2] dielektrik katsayısı bulunabilmektedir. Topp et al. (1980) dielektrik geçirgenlik ile % su içeriği arasındaki ilişki [6] yardımıyla toprak nem içeriği ile yer radarı arasında ilişki kurmak mümkündür. Ancak bu denklem (Topp et al. 1980) toprak nemi için genel bir denklem olduğu için çalışma alanı toprakları için özel oluşturulmuş formülasyonlarda kullanılabilir. Suyun dielektrik geçirgenliğinin yüksek olması nedeniyle, yer radarı ile ilk ve en çok ilişkilendirilen toprak parametresi toprak nemidir. Diğer toprak parametrelerine geçiş için oluşturulan denklemlere ise toprak neminden faydalanarak varılmıştır.

$$\varepsilon = \frac{c^2}{V^2} \quad (\text{Davis and Anan 1989}) \quad [1]$$

$$\varepsilon = K \times \varepsilon_0 \quad (\text{Balanis 1989}) \quad [2]$$

ε : Dielektrik permitiviy; K: dielektrik sabiti ($F \cdot m^{-1}$); ε_0 : serbest uzaydaki dielektrik permittivity, ($8.854 \cdot 10^{-12}, F \cdot m^{-1}$) olarak tanımlanmaktadır.

$$(\varepsilon_0 : 8.854 \cdot 10^{-12})$$

Yer radarı jeofizik yöntemiyle bulunan toprak nem değerinin doğruluğunun belirlenmesi için farklı araştırmacılar (Lunt et al. 2004; Bindley et al. 2002; Greacen et al. 1981), farklı toprak nem tayin yöntemlerinden (Time Domain Reflectometry, Neutron Probe, Gravimetrik Nem Tayini Yöntemi) toprak neminin belirlemiş ve yer radarından elde edilen nem değeriyle karşılaştırmışlardır. Topp et al. (1980) denklemi daha çok TDR aleti ile elde edilen hacimsel nem değerlerinin kalibrasyonunda kullanılan bir denklemdir.

Dielektrik Geçirgenlik ile Porozite Arasındaki İlişki

Dannowski and Yaramancı (1999) jeoelektrik ölçümler, sismik ölçümler ve yer radarı kullanarak (200 MHz'lik RAMAC/GPR) toprak su içeriği ve porozitesi üzerine bir çalışma yapmışlardır. Hidrojeolojik araştırmaların temel amacının toprağın su içeriği ve porozitesi hakkında veri elde etmek olduğunu vurgulamışlar ve direkt olarak dirençle ile ilişkili olan bu parametrelerin ölçülebilir ve doğru bir şekilde haritalanabilir olması gerektiğini bildirmişlerdir. Karmaşık Yansıtıcı İndeks Metodunu (Complex Refractive Index Method (CRIM); Hagrey 2007) kullanılarak porozite ile dielektrik geçirgenliği ilişkilendirmişlerdir.

$$\sqrt{\epsilon} = (1 - \Phi) \sqrt{\epsilon_s} + S_w \Phi \sqrt{\epsilon_w} + (1 - S_w) \Phi \sqrt{\epsilon_a} \quad [3]$$

m: matrix; w: su; a: havanın dielektrik geçirgenliğini, Sw: saturasyon derecesini ifade etmektedir. Toprak porozitesini hem [3] denklemi kullanarak, hem de laboratuvar analizi ile hesaplamışlardır.

Bindley et al. (2002), borehole yer radarı ve direnç görüntüleme kullanarak toprak içindeki akış modeli parametresini bulmaya yönelik bir çalışma yapmışlardır. Dielektrik sabiti ile toprak nemi arasındaki ilişkiyi bulmak için aşağıdaki eşitliği kullanmışlardır.

$$\sqrt{\kappa} = (1 - \Phi) \sqrt{\kappa_s} + \theta \sqrt{\kappa_w} + (\Phi - \theta) \sqrt{\kappa_a} \quad (\text{Roth et al. 1990}) \quad [4]$$

Lunt et al. (2004), Kaliforniya Sonoma'daki şaraplık üzüm bağında verimin düşük olduğu yerlerdeki taban suyu seviyesi değişimlerini izlemek için, toprak nemini farklı aylarda (ekim, kasım, nisan) izlemek üzere yaptıkları çalışmalarında, 100 MHz'lik GPR kullanmışlardır. Taban suyunun yaklaşık olarak yüzeye 4 m'lik mesafede bulunduğunu bildirmişlerdir. Toprak nem okumalarını GPR, Nötron probe, Gravimetrik ve TDR olmak üzere dört farklı yöntemle elde etmişlerdir. Radar verilerinden gerekli işlemler yapıldıktan sonra hız değerlerini elde ederek, bu değerler yoluyla dielektrik geçirgenlik hesaplamasını [5] yardımıyla bulmuşlardır.

$$\kappa = \left(\frac{c}{V}\right)^2 \quad (\text{Davis and Annan 1989}) \quad [5]$$

Elde ettikleri dielektrik geçirgenlik değerlerini [6] yardımıyla hacimsel su miktarına çevirmişlerdir.

$$\text{Hacimsel su} = 0.1168 \sqrt{\kappa} - 0.19 \quad (\text{Herkelrath et al. 1991}) \quad [6]$$

Yer Radarı ile % kil+ Silt Arasındaki İlişki

Darren et al. (2006), Güneydoğu Kaliforniya'da iki farklı yaştaki çöl kaldırımında (aged desert pavement surface); toprak nemi, toprağın hidrolik iletkenliği, silt+ kil, yüzeyin elektriksel iletkenliği, toprağın tuz durumunu hem jeofizik yöntemlerle (yer radarı, EM-38) hem de laboratuvar ve tarla testleriyle ilişkilendirmeye çalışmışlardır. Sonuç olarak, yer radarından verilerinden elde edilen %silt +kil değeri ile laboratuvar analiz sonuçlarından elde edilen değerler arasında $r=-0,63$ 'lük bir ilişkiyi bulmuşlardır.

Yer Radarı Penetrasyon Derinliği ile Ortam Koşulları ve Toprak Özellikleri Arasındaki İlişki

Yer Radarı pek çok mühendislik dalında kullanım alanı olan bir jeofizik yöntemidir. Ancak kullanıcılar açısından önemli olan, yer radarının çalışma alanı için uygun olup olmadığının veya alınan sonuçların değerlendirilebilir olup olmadığıdır. Burada önemli olan nokta, bazı topraklarda, yer radarının penetrasyon derinliğinin toprak özelliklerine bağlı olarak veri toplanması için uygun olmamasıdır. Tuzlu ve alkali topraklarda yer radarının penetrasyon derinliği 10 inç (25.4 cm)den daha az olduğu bildirilmektedir (Daniels 2004). Bu tür alanlar yer radarı uygulamaları için uygun alanlar

değildir. Aynı şekilde ıslak olan dönemlerde killi alanlarda da penetrasyon derinliği 40 inç (101.6 cm) daha az olduğu belirtilmiştir. Bu tür alanlar da ise yer radarının kullanılabilirliğinin oldukça düşük olduğu bilinmektedir (Doolittle et al. 2002). Bununla birlikte kuru kum ve çakıl içeren alanlarda düşük anten frekansı ile yer radarının penetrasyon derinliği 160 feet (48.76m)'den daha fazla olabilmektedir (Smith and Jol 1995).

Yer radarının penetrasyon derinliği anten frekansına ve toprak profilinin elektrik iletkenlik özelliğine göre belirlenir. Toprak yüksek bir elektrik iletkenliğine sahip ise yer radarının enerjisindeki soğurulma artacak ve penetrasyon derinliği azalma gösterecek ve radarın etkin kullanımı sınırlı duruma düşecektir. Topraklarda elektriksel iletkenliğin artmasını sağlayan koşullar ortamın su içeriği, kil içeriği ve çözünebilir tuz içeriğidir (Daniels 2004). Tüm bu faktörlerle ilişkili olarak yer radarının toprak haritası yapımında kullanılabilir olduğu bildirilmektedir. Toprak haritasında kullanılan çözünebilir tuz içeriği, kil içeriği ve mineralojisi, kalsiyum karbonat ve kalsiyum sülfat içeriği, sodyum absorpsiyon oranı, elektriksel iletkenlik değeri, katyon değişim kapasitesi gibi bazı faktörlerin radarın yansıma değerindeki değişimden yararlanılarak haritalanabileceği bildirilmektedir.

Kil fraksiyonu silt ve kum fraksiyonuna oranla daha fazla su tutar ve daha fazla yüzey alanına sahiptirler ve bu nedenle radar verilerine olan etkileri daha fazladır. Eğer bir toprağın % 35'den daha fazla kil içeriyorsa, yer radarının penetrasyon derinliği de o oranda az olduğu, % 10 'dan daha az kil içeriyorsa yer radarının penetrasyon derinliğinin daha fazla olduğunu bildirmişlerdir (Daniels 2004). Ayrıca farklı kil mineralleri grubu (kaolin grubu, mika, klorit, simektit grubu) katyon değişim kapasiteleri farklı olduğu bilinmektedir (Saarenko 1998). Elektriksel iletkenlik katyon değişim kapasitesi yüksek olan killerde daha fazla olacağı için, bu tür killerin olduğu alanlarda, yer radarının enerjisindeki soğurulma artacağı ve penetrasyon derinliğinin azalacağını bildirmişlerdir (Soil Survey Staff 1999). Toprak çözeltisindeki tuz konsantrasyonu su ile dolu boşlukların derecesine, toprak tekstürüne, topraklarda bulunan mineraller ile direk olarak bağlantılıdır. Kurak ve yarı kurak bölgelerde, çözünebilir tuzlar ve değişebilir sodyum toprak profilinin üst kısımlarında birikir. Bu tuzların miktarının artması yer radarının penetrasyon derinliğini sınırlaması anlamına gelmektedir (Doolittle and Collins 1995).

KAYNAKLAR

- Aldaş, G.U., Kadioğlu, S. and Ulugergerli, E.U. 2004. The usage of ground penetrating radar (GPR) in designing blast pattern, Rock Mechanics and Rock Engineering (Kabul edildi).
- Annan, A.P. and Davis, J.L. 1977. Impulse radar applied to ice thickness measurements and freshwater bathymetry. Geological Survey of Canada, Report of Activities Paper 77-1B, pp. 117-124.
- <http://tr.wikipedia.org/wiki/Jeofizik>. Erişim tarihi 21.01.2008.
- Asprion, U. 1998. Ground-penetrating radar (GPR) analysis in aquifer- sedimentology: case studies, with an emphasis on glacial systems of SW Germany. Tübinger Geowissenschaftliche Arbeiten, Reihe A, Band 43.
- Aspiron, U. and Aigner, T. 1999. Towards realistic aquifer models: Three dimensional georadar surveys of Quaternary gravel deltas (Singen Basin, SW Germany), Sedimentary Geology, 129, 281-297.
- Balanis, C. A. 1989. Advanced Engineering Electromagnetics, Wiley, NY, USA.
- Bano, M., Marquis, G., Niviere, B., Maurin, J.C. and Cushing, M. 2000. Investigating alluvial and tectonic features with ground penetrating radar and analyzing diffractions patterns, Journal of Applied Geophysics, 43, 3-41.
- Benson, A. K. 1995. Applications of ground penetrating radar in assessing some geological hazards: Examples of groundwater contaminants, faults, cavities, Journal of Applied Geophysics, 33, 177-193.
- Bindley, A., Cassiani, G., Middleton, R. and Winship, P. 2002. Vadose zone flow model parameterisation using cross- borehole radar and resistivity imaging. Journal of Hydrology 267, 147- 159.
- Carcione J.M., Helle H.B. and Pham N.H. 2003. White's model for wave propagation in partially saturated rocks: Comparison with poroelastic numerical experiments. Geophysics, 68:1389– 1398.
- Cardelli, E., Marrone, C. and Orlando, L. 2003. Evaluation of tunnel stability using integrated geophysical methods, Journal of Applied Geophysics, 52, 93-102.

- Cezar, G.S., Rocha, P. L. F., Baurque, A. and Costa, A. 2001. Two Brezilian archeological sites investigated br GPR: Serrano and Morro Grande, *Journal of Applied Geophysics*, 47, 227-240.
- Changryol, K., Daniels, J. J., Guy, E., Radzevicius, S. J. and Holt, J. 2000. Residual hydrocarbons in a water-saturated medium: A detection strategy using ground penetrating radar, *Environmental Geosciences*, 7, 4, 169-176.
- Conyers, L.B. and Goodman, D. 1997. *Ground – Penetrating Radar, An Introduction for Archaeologists*. Altimira Press, California.
- Daniels, D.J. 2004. *Ground Penetrating Radar*, 2nd Edition. The Institute of Electrical Engineers, London, United Kingdom.
- Darren, G.M., Young, M.H. and McDonald, E.V. 2006. Estimating the Fine Soil Fraction of Desert Pavements Using Ground Penetrating Radar.
- Davis, J.L. and Annan, A. P. 1989. Ground- penetrating radar for high resolution mapping of soil and rock stratigraphy. *Geophysical Prospecting* 37, 531- 551.
- Dannowski, G. and Yaramancı, U. 1999. Estimation of water content and porosity using combined radar and geoelectric measurements, *European Journal of Environmental and Engineering Geophysics*, 4, 71-85.
- Dooittle, J.A. and Collins, M.E. 1995. Use of soil information to determine application of ground-penetrating radar. *Journal of Applied Geophysics*, 33: 101-108.
- Doolittle, J.A., Minzenmayer, F.E., Waltman, S.W. and Benham, E.C. 2002. Ground penetrating radar soil suitability map of he conterminous United States. 7-12 pp. In: Koppenjan, S., and L. Hua (Eds). *Ninth International Conference on Ground Penetrating Radar. Proceedings of SPIE Volume 4158*. 30 April to 2 May 2002. Santa Barbara.
- Freze, R.A. and Cherry, J.A. 1979. *Groundwater*. Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, NJ.
- Greacen, E. L., Correll, R. L., Cunningham, R.B., Johns, G.G. and Nicholls, K.D. 1981. Calibration, in: Greacen, E.L. (Ed.), *Soil Water Assesment by the Neutron Method*. CSIRO, Australia.
- Green, A., Gross, R., Holliger, K., Horstmeyer, H. and Baldwin, J. 2003. Results of 3-D georadar surveying and trenching the San Andreas fault near its northern landward limit. *Tectonophysics*, 368, 7-23.
- Hagrey Al, S.A. 2007. Geophysical imaging of root- zone, trunk, and moisture heterogeneity, *Journal of Experimental Botany*, Vol. 58, No. 4, pp. 839- 854, 2007.
- Harrari, Z. 1996. Ground penetrating radar (GPR) for imaging stratigrafic features and groundwater in sand dunes, *Journal of Applied Geophysics*, 36, 43-52.
- Hammon III, W., McMechan, G. A. and Zeng, X. 2000. Forensic GPR: Finite difference simulations of responses from buried human remains, *Journal of Applied Geophysics*, 45, 171-186.
- Herkelrath, W. N., Hamburg, S.P. and Murphy, F. 1991. Automatic, real-time monitoring of soil moisture in a remote field area with time domain reflectometry. *Water Resource Research* 26, 2311-2316.
- Hruska, J. and Fuchs, G. 1999. GRP prospection in ancient Ephesos, *Journal of Applied Geophysics*, 41, 293-312.
- Hugenschmidt, J. 2002. Concrete bridge inspection with a mobile GPR system. *Journal Construction and Building Materials*, 16(3), 147-154.
- Kadioğlu, S. 2003. http://www.eng.ankara.edu.tr/geophysical_eng/. Yer Radarı Ders Notları. Erişim tarihi 15.11.2007.
- Kadioğlu, S. 2004. Yer radarı yöntemi ile karstik boşlukların belirlenmesi, Konferans, DSİ Genel Müdürlüğü Toplantı Salonu, 24 Ağustos 2004, Saat 9:30.
- Kadioğlu, S. and Daniels, J. J. 2002. A Hybrid 2D/3D Ground Penetrating Radar (GPR) Survey of Brownfield Site Along Lake Street in Chicago, Illinois (USA), *International Conference on Earth Sciences and Electronics-2002 (ICESE-2002)*, (2), pp. 255-261.
- Kadioğlu, S. and Daniels, J. J. 2004. Integrated 3D visualization of GPR data and EM-61 data, *Geochimica et Cosmochimica Acta*, Pergamon, Volume 68, Number 11S, pp. A468.
- Kadioğlu, S., Aldaş, G., Candansayar, E. ve Ulugergerli E.U. 2003. "Çayeli Maden Tünellerindeki Stabilizasyon Çalışmalarında Yer Radarı Uygulaması", Rapor, ÇBİ-Çayeli-RİZE.
- Lin, H.S. 2003. *Hydropedology: bridging disciplines, scales, and data*. *Vadose Zone Journal* 2, 1-11.
- Lopera, O., Milisavljevic, N., and Lambot, S. 2007. Clutter reduction in GPR measurements for detecting shallow buried landmines: a Colombian case study. *Near Surface Geophysics*, 5, 57-64.

- Lunt, I. A., Hubbard, S.S. and Rubin, Y. 2004. Soil moisture content estimation using ground-penetrating radar reflection data. *Journal of Hydrology* 307, 254- 269.
- Neubauer, W., Eder-Hinterleitner, A., Seren, S. and Melichar, P. 2002. Georadar in the Roman civil town Carnuntum, Austria: an approach for archaeological interpretation of GPR data. *Archaeological Prospection*, 9 (3), 135-156.
- Nielsen, D.T., Hopmans, J. W. and Reichardt, K. 1998. An emerging technology for scaling field soil-water behavior. In: Sposito, G. (Ed.), *Scale Dependence and Scale Invariance in Hydrology*. Cambridge Uni. Press, Cambridge, UK, pp. 136- 166.
- Roth, K., Schulin, R., Fluhler, H. and Attinger, W. 1990. Calibration of time domain reflectometry for water content measurements using a composite dielectric approach. *Water Resour. Res.* 26, 2267-2273.
- Saka, Ö., Önal, K. M., Yıldırım, N., Dönmez, Ş., Kadioğlu, S. ve Ulugergerli, E. U. 2003. Geophysical Studies in Akalan Castle (Samsun) and an example of geo-radar measurement, Symposium of Geophysics, ISPARTA-TURKEY, Abstracts Book, p. 4.
- Sambuelli, L., Socco, L. V. and Brecciaroli, L. 1999. Acquisition and processing of electric, magnetic and GPR data on Roman site (Victimulae, Salussola, Biella), *Journal of Applied Geophysics*, 41, 189-204.
- Saarenko, T. 1998. Electrical properties of water in clay and silty soils. *Journal of Applied Geophysics* 40: 73- 88.
- Slater, L. and Niemi, T.M. 2003. Ground penetrating radar investigation of active faults along the Dead Sea transform and implications for seismic hazards within the city of Aqaba, Jordan. *Tectonophysics*, 368, 33-50.
- Smith, D.G. and Jol, H.M. 1995. Ground- penetrating radar: antenna frequencies and maximum probable depths of penetration in Quaternary sediments. *Journal of Applied Geophysics* 33: 93-1.
- Streich, R., van der Kruk, J. and Green, A.G. 2006. Three-dimensional multicomponent georadar imaging of sedimentary structures. *Near Surface Geophysics*, 4, 39-48.
- Soil Survey Staff. 1999. *Soil Taxonomy, A Basic System of Soil Classification for Making and Interpreting Soil Surveys* 2nd Edition. US Department of Agriculture- Natural Resources Conservation Service, Agriculture Handbook No. 436, US Government Printing Office, Washington, DC.
- Topp, G. C., Davis, J. L. and Annan, A. P. 1980. Electromagnetic determination of soil water content: measurements in coaxial transmission lines. *Water Resource Reserach* 16, 574- 582.
- Ulugergerli E.U., Kadioğlu, S., Ecevitoglu, B., Akça, İ., Gündoğdu, Y., Dalabasmaz, H., Arısoy, Ö. ve Köse, Y. 2004. Dalaman-Akköprü baraj alanında yer radarı yöntemi ile karstik boşlukların belirlenmesi, Rapor, NTF İnş. Lim. Şti- ANKARA.
- Van der Kruk, J., Slob, E.C. and Fokkema, J.T. 1999. Background of ground penetrating radar measurements. *Geologie en Mijnbouw*, 77, 177- 188.
- Violette, P. 1987. *Surface Geophysical Techniques for Aquifers and Wellhead Protection Area Delineation*. Report No. EPA/440/12- 87/016. Environmental Protection Agency, Office of Ground Water Protection, Washington, DC.
- Zeng, X. and McMechan, G.A. 1997. GPR characterization of buried tanks and pipes. *Geophysics*, 62, 797-806.

Toprakta Isı Taşınımının Matematiksel Modellenmesi

İmanverdi EKBERLİ *

Coşkun GÜLSER*

Nutullah ÖZDEMİR*

O.M.Ü. Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, 55139 Samsun

Özet

Toprakta sıcaklık değişimleri sonucunda ortaya çıkan ısı taşınımı, toprağın fiziksel, kimyasal, biyolojik süreçlerinin oluşumu ve verimliliği açısından büyük öneme sahiptir. Bu çalışmada ısı taşınımı denkleminin çözümü, toprak yüzeyinde sıcaklık değişimini ifade eden $T(0,t) = T_0 + A \sin \omega t$ (burada, T_0 -toprak yüzeyinin ortalama sıcaklığı, °C; A – amplitüt, $\omega = 2\pi / P$ - açısal frekans; P -periyot) sınır koşuluna bağlı olarak incelenmiş; deneysel değerlere ve çözümden elde edilen matematiksel ifadelerle göre toprağın 10, 20, 30, 40 cm katmanlarında ısısal yayılım katsayısı, sönme derinliği, gecikme zamanı hesaplanmıştır. Isısal yayılım katsayısının değişim aralığı $0.79 \cdot 10^{-4} - 8.29 \cdot 10^{-3} \text{ cm} \cdot \text{san}^{-1}$ olarak belirlenmiştir. Toprak yüzeyindeki maksimum veya minimum sıcaklığın 10; 20; 30; 40 cm katmanlarındaki gecikme zamanı 2.31-10.67 gün, bu katmanlardaki sıcaklığın sönme derinliği ise 8.05-82.74 cm aralığında saptanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Isı taşınım modeli, toprak sıcaklığı, ısısal yayılım, gecikme zamanı, sönme derinliği

Mathematical Modeling of Heat Transfer in Soil

Abstract

Heat transfer occurred due to temperature changes in soil is very important for the formation of soil physical, chemical, biological processes and fertility. In this study, solution of heat transfer equation was examined depend on the boundary condition of $T(0,t) = T_0 + A \sin \omega t$ which represents temperature change on soil surface (where; T_0 -average temperature of soil surface, °C; A – amplitude, $\omega = 2\pi / P$ - angular frequency; P -period). Heat diffusivity coefficient, damping depth, retardation time in 10, 20, 30, 40 cm layers of soil were calculated according to the measured values and the mathematical expressions obtained from the solution. The range of heat diffusivity coefficient was determined as $0.79 \cdot 10^{-4} - 8.29 \cdot 10^{-3} \text{ cm} \cdot \text{san}^{-1}$. The retardation time of maximum or minimum temperature on soil surface in 10; 20; 30; 40 cm layers was determined in a range of 2.31-10.67 day, and damping depth in these layers ranged between 8.05 and 82.74 cm.

Key words: Heat transfer model, soil temperature, heat diffusivity, retardation time, damping depth

GİRİŞ

Topraktaki süreçler ve bitki gelişimi üzerine önemli etkide bulunan faktörlerden biriside, toprakta enerjinin bir formu olan ısının taşınımıdır. Toprak sıcaklığı toprak bileşenleri arasındaki ısı taşınımının nicel bir ifadesidir. Isı taşınımı topraktaki su ve hava rejimini, toprak oluşum süreçlerindeki değişimi önemli düzeyde etkilemektedir. Optimum bitki gelişim koşulunun sağlanması da, diğer ekolojik faktörlerle beraber toprak sıcaklığı, dolayısıyla ısı taşınımı ile önemli düzeyde ilişkilidir. Bu nedenle, toprak sıcaklığı üzerindeki antropojen etkilerin de sınırlı olduğu göz önüne alındığında, topraktaki ısı taşınımının incelenmesinin önemi anlaşılmaktadır.

Toprak katmanlarında sıcaklık farkının oluşumu sonucu, enerji yüksek sıcaklık bölgesinden düşük sıcaklık bölgesine taşınmaktadır. Bu ise, enerjinin termodinamiğine göre toprak ısısını oluşturmaktadır. Enerji taşınımına ait termodinamik yasalar dengeli sisteme ait olup, denge değişimi için gerekli enerji miktarını ifade ettiğinden denge değişim zamanını göstermemektedir. Isı taşınım teorisi termodinamiğin birinci ve ikinci yasasından farklı olarak herhangi bir gözenekli ortamda (toprağın) zamana ve mesafeye bağlı olarak sıcaklık değerlerinin, dolayısıyla da ısı taşınımına ait değişim süresinin belirlenmesine imkan vermektedir (Kreith, 1983).

Toprakta ısı değişimini ifade eden taşınım katsayılarının belirlenmesi ve gözenekli ortamın termal özelliklerinin incelenmesi ısı taşınım denkleminin sayısal ve teorik olarak çeşitli sınır ve başlangıç koşullarına bağlı çözümüne göre yapılmaktadır. Sayısal ve teorik çözümlerin karşılaştırılması, ısı taşınımının tahminindeki hassaslık açısından önem taşımaktadır (Cichota ve ark., 2004; Zhao ve ark., 2008; Ngo ve Lai, 2009).

Toprakta depolanan ısı, su, besin maddesi vb. ortamın fiziksel, kimyasal ve biyolojik süreçleri ile birbirlerine yaptıkları karşılıklı etki sonucunda dinamik özelliğe sahiptirler. Dinamik özelliğe sahip olan topraktaki ısı değişimi başka faktörlerle beraber su rejimini de önemli düzeyde etkilemektedir. Bu nedenle, bazı araştırmacılar çeşitli toprak koşullarında su ve ısı taşınım modellerini birlikte yapılmaktadırlar (Liu ve ark., 2005; dos Santos ve Mendes, 2006; Haverd ve ark., 2007; Wu ve ark., 2007; Ji ve ark., 2009).

Bu çalışmanın amacı, ısı taşınım denkleminin sinusoidal sınır koşuluna bağlı olarak çözümünün incelenmesi, 0-40 cm yüzey toprak katmanında matematiksel çözüme göre ısısal yayılım katsayısı, sönme derinliği ve gecikme zamanı değerlerinin belirlenmesidir.

MATERYAL VE YÖNTEM

Toprak sıcaklığı Ondokuz Mayıs Üniversitesi Kampus Yerleşim sahası Ziraat Fakültesinin deneme alanında, 2x3m parselde 01.05-31.05.2005 tarihleri arasında belirlenmiştir. Deneme alanı 41° 21.86' Kuzey, 36°11.41' Doğu koordinatlarında, deniz seviyesinden 187 m yükseklikte yer almaktadır.

Toprak sıcaklığı her gün 9⁰⁰, 11⁰⁰, 13⁰⁰, 15⁰⁰, 17⁰⁰, 19⁰⁰ saatlerinde cıvalı cam termometre ile (Sterling ve Jaskson, 1986) 40 cm derinliğe kadar her 10 cm' de belirlenmiştir. Toprakların kil, silt ve kum içerikleri hidrometre yöntemine göre (Demiralay, 1993), toprak reaksiyonu (pH) 1:1 toprak: su karışımında cam elektrodlu pH metre ile (Peech, 1965), organik madde (OM) kapsamları modifiye Walkley-Black yaş yakma yöntemine göre saptanmıştır (Kacar, 1994). Toprakların elektriksel iletkenlik değerleri (EC_{25°C}) 1:1 toprak:su süspansiyonunda, CaCO₃ miktarı "Scheibler Kalsimetresi" kullanılarak hacim esasına göre belirlenmiştir (Hızalan ve Ünal, 1966).

Ortamın Isı Taşınımının Matematiksel Modellenmesi

Herhangi bir ortamda ısı taşınım sürecinin incelenmesi çağdaş bilimin önemli kısımlarından olup, bir çok alanda (enerji bilimi, uçak ve roket teknolojisi, makine mühendisliği, kimya, inşaat, hafif vb. endüstri alanlarındaki teknoloji süreçlin araştırılması vb.) geniş uygulaması vardır (Koyun ve ark., 2009; Goldstein ve ark., 2010). Isı taşınım probleminin çözümü, adsorpsiyon, kurutma, yakma vb. kimyevi-teknoloji süreçlerin çözümünde kullanılan diffzyon problemi ile benzer özelliğe sahiptir. Çeşitli teknik problemlerin (makine malzemelerinin sıcaklığa dayanıklılığı gibi) pratik çözümü de analitik taşınım teorisi ile ilişkilidir. Isı taşınımını, her hangi bir ortamda kütle taşınımını ifade eden süreklilik denklemi ile ilişkilidir. Süreklilik denklemi, belirli bir hacimde kütle korunumu kuralını ifade etmektedir.

Herhangi bir ortamda küçük alandan geçen zerreciklerin kütesinin, bu alanın birim uzunluğuna olan oranı, ortamın lineer yoğunluğunu ifade ederek, $\rho = \rho \llcorner, t \overset{-}{=} \lim_{\Delta x \rightarrow 0} \frac{\Delta m}{\Delta x} = \frac{dm}{dx}$ olmaktadır. Bu durumda,

herhangi t zamanında ortamın $\llcorner, x + dx \overset{-}{}$ aralığındaki zerreciklerin kütlesi $dm = \rho dx$ olmaktadır. Ortamın yerel parametresini ifade eden kütle akımı, zerreciklerin hızı ile doğru orantılı olup,

$q = q(x, t) = \rho v = \frac{dm}{dx} v$ olur. Ortamın x noktasından dt zamanında ısı akımının geçtiği mesafe $dx = v dt$, bu kısmın kütlesi ise $dm = \rho v dt = q dt$ gibi belirlenir. Yani, kütle akımı eksenin belli bir noktasından birim zamanında geçen ortam kütlesine eşittir. Ortamın $(x, x + dx)$ aralığına dt zamanında giren kütle $q_m dt$, çıkan kütle ise $q_m + \partial_x q_m dx dt$ (burada, $\partial_x q_m$ - kütle akımının x eksenini boyunca değişimidir) olduğundan, söz konusu aralıktaki zamana göre kütle değişimi $\partial_t dm = q_m dt - (q_m + \partial_x q_m dx dt) = -\partial_x q_m dx dt$ veya $\partial_x q_m dx dt + \partial_t dm = 0$ olur. Son eşitliğin $dx dt$ ifadesine oranlanmasıyla $\frac{\partial_x q_m dx dt}{dx dt} + \frac{\partial_t dm}{dx dt} = 0$ veya $\frac{\partial q_m}{\partial x} + \frac{\partial}{\partial t} \left(\frac{dm}{dx} \right) = 0$ süreklilik denklemi

elde edilir. $q_m = \rho v$, $dm = \rho dx$ olduğundan süreklilik denkleminin $\frac{\partial q}{\partial x} + \frac{\partial}{\partial t} \left(\frac{\rho dx}{dx} \right) = 0 \Rightarrow \frac{\partial q}{\partial x} + \frac{\partial \rho}{\partial t} = 0$ [1] veya $\frac{\partial (\rho v)}{\partial x} + \frac{\partial \rho}{\partial t} = 0$ [2] gibi son ifadesi elde edilir.

Bu [2] ifadesinden $v \frac{\partial \rho}{\partial x} + \rho \frac{\partial v}{\partial x} + \frac{\partial \rho}{\partial t} = 0$ [3] bulunur. $\rho(x, t)$ fonksiyonunun tam diferansiyeli olan $d\rho = \frac{\partial \rho}{\partial x} dx + \frac{\partial \rho}{\partial t} dt$ ifadesinin her iki tarafını dt 'ye oranlayarak elde edilen $\frac{d\rho}{dt} = \frac{\partial \rho}{\partial x} \frac{dx}{dt} + \frac{\partial \rho}{\partial t} = \frac{\partial \rho}{\partial x} v + \frac{\partial \rho}{\partial t}$ (Burada, $\frac{dx}{dt} = v$ - x eksenini yöündeki hız; $\frac{\partial \rho}{\partial x}$ - t 'in, $\frac{\partial \rho}{\partial t}$ ise x 'in sabit olması koşulunda hesaplanan kısmi türevlerdir) ifadesi [3]'te yerine

konursa, $\frac{d\rho}{dt} + \rho \frac{\partial v}{\partial x} = 0$ elde edilir. Sabit ve sürekli kütle akımı ortamında, ρ ve v zamana göre değişmemekte ($\frac{d\rho}{dt} = 0$), yalnız x 'e bağlı olmaktadır. Böylece [2] süreklilik denkleminde $\frac{\partial (\rho v)}{\partial x} = 0$, yani $\rho v = \text{sabit}$ olur. Bu ise, kütle akımının tüm noktalarda aynı olduğunu göstermektedir. Homojen ortamda akım döneminde ρ ve v parametreleri x 'e bağlı olmayıp, ancak t 'ye bağlı olabilir. Bu durumda, süreklilik denkleminde $\frac{\partial \rho}{\partial t} = 0$, $\rho = \text{sabit}$, yani v serbest olarak t 'ye bağlı olmaktadır.

Homojen yapıya sahip olan topraklarda kütle taşınım teorisinin uygulanması süreklilik denklemi ile bağlantılı olmaktadır. Topraktaki ısı, tuz, su vb. gibi akımların matematiksel ifadesi süreklilik denkleminin uygulanmasını gerektirir. Herhangi bir ortamda kütle akımı, yoğunluğun $\frac{\partial \rho}{\partial x}$

gradiyanı ile doğru orantılı olup yoğunluğun azaldığı yöne hareket eder. Bunun matematiksel ifadesi Fick'in birinci difüzyon yasasına (Kreith ve Black, 1983) göre $q = -D \frac{\partial \rho}{\partial x}$ [4] (burada,

$D = l^2 t^{-1}$ -difüzyon (yayınım katsayısıdır) gibi olmaktadır. [1]'den bulunan $\frac{\partial \rho}{\partial t} = -\frac{\partial q}{\partial x}$ eşitliğinde

[4] ifadesi yerine konursa, difüzyon olan kütle yoğunluğunu gösteren bir boyutlu difüzyon denklemi aşağıdaki gibi olur:

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} = -\frac{\partial}{\partial x} \left(-D \frac{\partial \rho}{\partial x} \right) \text{ veya } \frac{\partial \rho}{\partial t} = D \frac{\partial^2 \rho}{\partial x^2} \quad [5]$$

[5] denklemi uygulamalı matematik alanında büyük öneme sahip olup, aynı zamanda difüzyon süreçlerine benzer olan ısının, homojen ortamda doğrusal taşınım sürecini de ifade etmektedir. Böyle

ki, $T = T(x, t)$ homojen yapıya sahip olan toprak katmanının x derinliğinde (noktasında) t anındaki sıcaklığı ise, ısı enerjisinin yoğunluğu $\rho_Q = c\rho_0 T$ [6] (burada, $\rho_0 = \eta \bar{l}^{-3}$ -toprağın hacim ağırlığı, $c = E \bar{m}^{-1} \bar{T}^{-1}$ - T 'in düşük değişimlerinde sabit kabul edilebilen ısı kapasitesidir) şeklinde olmaktadır.

Fourier yasasına (İsaçenko ve ark., 1981) göre, ısı akımı yoğunluğu $q_Q = -\lambda \frac{\partial T}{\partial x}$ [7] (burada,

$\lambda = E \bar{l}^{-1} \bar{t}^{-1} \bar{T}^{-1}$ -ısı iletkenliği katsayısı olup, sabit kabul edilebilir) gibi olmaktadır. Süreklilik denkleminin [1] genel ifadesinde [6] ve [7] yerine konursa, ısı taşınımının $\frac{\partial}{\partial x} \left(-\lambda \frac{\partial T}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial t} \rho_Q T = 0$, $c\rho_0 \frac{\partial T}{\partial t} = \lambda \frac{\partial^2 T}{\partial x^2}$ veya $\frac{\partial T}{\partial t} = \frac{\lambda}{c\rho_0} \frac{\partial^2 T}{\partial x^2}$ süreklilik denkleminde elde edilir.

Burada, $a = \frac{\lambda}{c\rho_0} = \bar{l}^2 \bar{t}^{-1} \bar{T}^{-1}$ -sıcaklık yayılım katsayısı (difüzyon) veya ısısal yayılım olarak işaret

edilirse, toprakta ısı taşınımını denkleminin $\frac{\partial T}{\partial t} = a \frac{\partial^2 T}{\partial x^2}$ [8] şeklinde olur.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Araştırma alanındaki toprağın bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri Çizelge 1'de verilmiştir. Toprağın 0-20 cm katmanı killi (C), 20-40 cm katmanı ise kumlu-tınlı (SL) olup, tuzluluk problemi bulunmamaktadır. Toprak reaksiyonu nötre yakındır. Organik madde içeriği ise (0-20 cm'de) iyi ile (20-40 cm'de) çok az arasında değişmektedir. Toprakta CaCO_3 miktarı düşüktür.

Toprakta Isı Taşınımının Analitik Çözümü

Isı taşınım denkleminin için sınır koşulları, cismin sınırında olan sıcaklık rejimine bağlı olarak farklı biçimlerde verilebilir. Cisme anlık sıcaklık uygulandığında, sıcaklık cismin tüm noktalarında aynı zamanda yayılmaya başlamasından dolayı, başlangıç koşul $T(x, t) = T_0$ fonksiyonunun $t = t_0$ zamanında, yani sıcaklığın başlangıç anındaki yayılma kuralından oluşmaktadır. Yeryüzüne ulaşan güneş radyasyonunun tutulan kısmı toprak yüzeyinde harmonik olarak yayılır ve toprakların ısınmasına sebep olur. Bu süreç sonsuz olduğundan, toprağın $t = t_0$ başlangıç anındaki sıcaklığını da içermektedir. Bu nedenle toprak yüzeyinde ve katmanlarında sıcaklık değişiminin belirlenmesinde,

ancak sınır koşulunun dikkate alınması gerekir. Toprak yüzeyinde sıcaklığın harmonik yayılmasını gösteren $T(x, t) = T_0 + A \sin \omega t$ [9] ifadesi (burada, $T_0 = \bar{T}$ -toprak yüzeyinin ortalama sıcaklığı; $A = \bar{T}$ -toprak yüzeyindeki maksimum veya minimum sıcaklığın ortalama yüzey sıcaklığından olan farkı ifade eden amplitüt ; $\omega = 2\pi / P = \bar{t}^{-1}$ - açısal frekans (dalga sayısı veya sıklığı) ve $P = \bar{t}$ -periyot, yani dalganın bir döngüsünün tamamlanması için gerekli olan zamandır) [8] ısı taşınım denkleminin sınır koşulunu oluşturmaktadır.

Çizelge 1. Araştırma toprağına ait bazı fiziksel ve kimyasal özellikler

| Derinlik, cm | Kil, % | Silt, % | Kum, % | pH (1.1) | OM, % | EC _{25°C} , dS m ⁻¹ | CaCO ₃ , % |
|--------------|--------|---------|--------|----------|-------|---|-----------------------|
| 0-10 | 52.58 | 21.78 | 25.64 | 7.3 | 3.55 | 0.35 | 0.34 |
| 10-20 | 53.75 | 19.10 | 27.15 | 6.9 | 2.39 | 1.07 | 0.19 |
| 20-30 | 41.60 | 14.92 | 43.48 | 7.3 | 0.77 | 0.40 | 0.16 |
| 30-40 | 19.58 | 18.65 | 61.77 | 7.0 | 0.33 | 0.20 | 0.18 |

[8] denkleminin [9] sınır koşulunu sağlayan çözümünden elde edilen matematiksel model aşağıdaki gibi ifade edilir (Hillel, 1982; Nerpin ve Chudnovski,1984; Gülser ve Ekberli, 2002; 2004; Cichota ve ark., 2004; Ekberli, 2006 a; Ekberli, 2010; Goldstein ve ark., 2010).

$$T(x,t) = T_o + Ae^{-x\sqrt{\frac{\omega}{2a}}} \sin\left(-x\sqrt{\frac{\omega}{2a}} + \omega t\right) \text{ veya } T(x,t) = T_o + \frac{A}{e^{x\sqrt{\frac{\omega}{2a}}}} \sin\left(-x\sqrt{\frac{\omega}{2a}} + \omega t\right) \quad [10]$$

Ortalama toprak yüzey sıcaklığının (T_o) değişimi toprağın aşağı katmanlarının sıcaklığına, dolayısıyla ısı rejimine önemli etki yapan faktörlerden biri olup, toprağın özelliklerine (kimyasal, termo-fiziksel vb.), enlem derecesine, arazinin topografyasına, bitki örtüsüne bağlı olmaktadır. Örneğin, genellikle çernozem toprakların yüzeyinde ortalama yıllık sıcaklık 25-30°C, podzol topraklarda ise 15-25°C aralığında değişmektedir (Nerpin ve Chudnovskii, 1984).

Toprakta Bazı Isı Taşınım Parametrelerinin Değerlendirilmesi

Toprak profili boyunca ölçülen sıcaklıklara göre belirlenmiş ortalama ve maksimum sıcaklık değerleri Çizelge 2’de verilmiştir. Toprakların 0-20 cm katmanında sıcaklık değerleri ve değişimi aşağı katmanlara (>20 cm) göre daha fazla olmaktadır. Killi ve kumlu-tınlı bünyeye sahip olan araştırma toprağının alt katmanlarına doğru rutubet değerlerinin çoğunlukla tarla kapasitesinden yüksek olması (Gülser ve ark., 2003), sıcaklığın aşağı katmanlardaki değişiminin az olmasına sebep olan faktörlerden biridir. Aynı zamanda, toprak katmanlarının pratik olarak homojen olmaması, aşağı katmanlara gelen sıcaklık miktarının azlığı, gözenekliliğin düzenli olmaması vb. aşağı katmanlarda sıcaklık değerlerinin düşük seviyede olmasına etki yapmaktadır.

Çizelge 2. Toprak profili boyunca ortalama (T) ve maksimum (T_m) sıcaklık (°C) değerleri

| Derinlik, cm | Zaman, saat | | | | | | | | | | | |
|-----------------------------|-------------|----------------|-------|----------------|-------|----------------|-------|----------------|-------|----------------|-------|----------------|
| | 9:00 | | 11:00 | | 13:00 | | 15:00 | | 17:00 | | 19:00 | |
| | T | T _m | T | T _m | T | T _m | T | T _m | T | T _m | T | T _m |
| 0 | 24.5 | 33.2 | 30.3 | 44.5 | 33.4 | 47.4 | 32.6 | 45.8 | 26.3 | 34.5 | 20.9 | 24.9 |
| 10 | 18.8 | 23.7 | 19.9 | 24.0 | 20.3 | 25.2 | 20.8 | 25.5 | 20.9 | 24.2 | 20.5 | 23.7 |
| 20 | 18.3 | 22.8 | 18.7 | 22.5 | 18.7 | 23.1 | 19.4 | 23.0 | 19.5 | 23.0 | 19.5 | 23.2 |
| 30 | 18.0 | 22.2 | 18.5 | 21.8 | 18.5 | 20.0 | 18.6 | 22.0 | 18.2 | 21.9 | 18.0 | 21.7 |
| 40 | 17.5 | 20.8 | 18.0 | 21.4 | 18.1 | 21.6 | 18.1 | 21.5 | 17.8 | 20.8 | 17.4 | 20.5 |
| Ortalama standart sapma (σ) | 3.04 | | 3.45 | | 3.67 | | 3.65 | | 3.20 | | 2.91 | |
| Varyans katsayısı (V), % | 16.01 | | 14.97 | | 16.67 | | 16.72 | | 16.03 | | 15.64 | |
| Hata (P), % | 3.15 | | 2.78 | | 3.02 | | 3.30 | | 3.18 | | 3.19 | |

$A = T_m - T$ ve ısısal yayılım katsayısının [10]’a göre elde edilen $a = \frac{\omega x^2}{2 \ln^2 \frac{A}{A - T}}$ ifadesine göre,

toprak profili boyunca uygun olarak amplitüt ve ısısal yayılım katsayısı hesaplanmış ve bulunan değerler Çizelge 3’te verilmiştir.

Çizelge 3. Toprak profili boyunca amplitütün (A, °C) ve ısısal yayılım katsayısının (a, cm²sn⁻¹) değişimi

| Derinlik, cm | Zaman, saat | | | | | | | | | | | |
|-----------------|-------------|-----------------------|-------|-----------------------|-------|-----------------------|-------|-----------------------|-------|-----------------------|-------|-----------------------|
| | 9-00 | | 11-00 | | 13-00 | | 15-00 | | 17-00 | | 19-00 | |
| | A | a | A | a | A | a | A | a | A | a | A | a |
| 0 | 8.7 | 0.00 | 14.2 | 0.00 | 14.0 | 0.00 | 13.2 | 0.00 | 8.2 | 0.00 | 4.0 | 0.00 |
| 10 | 4.9 | 3.68x10 ⁻⁴ | 4.1 | 0.79x10 ⁻⁴ | 4.9 | 1.10x10 ⁻⁴ | 4.7 | 1.14x10 ⁻⁴ | 3.3 | 1.46x10 ⁻⁴ | 3.2 | 3.07x10 ⁻⁴ |
| 20 | 4.5 | 1.12x10 ⁻³ | 3.8 | 2.79x10 ⁻⁴ | 4.4 | 3.62x10 ⁻⁴ | 3.6 | 2.87x10 ⁻⁴ | 3.5 | 6.67x10 ⁻⁴ | 3.7 | 2.07x10 ⁻³ |
| 30 | 4.2 | 2.06x10 ⁻³ | 3.3 | 5.12x10 ⁻⁴ | 3.5 | 5.67x10 ⁻⁴ | 3.4 | 5.93x10 ⁻⁴ | 3.7 | 1.72x10 ⁻³ | 3.7 | 4.67x10 ⁻³ |
| 40 | 3.3 | 2.06x10 ⁻³ | 3.4 | 9.49x10 ⁻⁴ | 3.5 | 1.01x10 ⁻³ | 3.4 | 1.05x10 ⁻³ | 3.0 | 1.92x10 ⁻³ | 3.1 | 8.29x10 ⁻³ |

Amplitüt değerleri toprak yüzeyinde 4.0-14.2 °C, ≥ 10 cm derinlikte ise 3.0-4.9 °C aralığında değişmektedir. Aşağı katmanlarda ortalama sıcaklık değerlerinin düşük, toprak rutubetinin yüksek olması amplitütün azalmasına önemli etki yapan faktörlerdendir. [10] ifadesinden de görüldüğü üzere,

toprağın herhangi bir x derinliğindeki amplitütü toprak yüzeyindeki amplitütün $e^{-\frac{x}{\sqrt{\frac{2a}{\omega}}}}$ katı kadar az olmaktadır. Deneme toprağının 10 cm derinliğinde ısısal yayılım katsayısı 0.79×10^{-4} - 3.68×10^{-4} $\text{cm}^2 \text{sn}^{-1}$, 40 cm derinliğinde ise artış göstererek 9.49×10^{-4} - 8.29×10^{-3} $\text{cm}^2 \text{sn}^{-1}$ aralığında değişmektedir. Toprak yüzeyinde sıcaklığın yüksek olması kuvvetli sıcaklık gradientlerinin oluşumunu engellemekte, dolayısıyla ısısal yayılım katsayısının azalmasına sebep olmaktadır. Aşağı katmanlarda (≥ 20 cm) ise kuvvetli sıcaklık gradientlerinin oluşumu, toprak rutubetinin yüksek olması ısısal yayılım katsayısının artmasına imkan vermektedir (Schachtschabel ve ark., 2001; Ekberli, 2006 b).

[10] çözümünden elde edilen $S_d = \sqrt{2a/\omega}$ ve $t = x \sqrt{\frac{1}{2a\omega}}$ ifadelerine göre, sırasıyla toprak profili

boyunca sönme derinliği ve maksimum sıcaklığın gecikme zamanı belirlenmiş ve elde edilen değerler Çizelge 4'te verilmiştir.

Sönme derinliği sıcaklık dalgalarının amplitütüne ve derinliğe; gecikme zamanı ise amplitüt ve zamana bağlı olarak aşağı katmanlara doğru genellikle artmaktadır. Toprağın aşağı katmanlarına doğru gözenekliliğinin azalması sonucunda ısı iletkenliği ve ısısal yayılım katsayı geniş bir aralıkta artmakta ve bunlara bağlı olarak da derinlik arttıkça sıcaklığın sönme derinliği de artış göstermektedir. Sıcaklık amplitütünün alt katmanlara doğru azalmasına bağlı olarak, maksimum sıcaklık değerleri derinlik artışıyla geciktikten, gecikme zamanları alt katmanlara doğru genellikle geniş olmayan aralıklarda artmaktadır. Toprak katmanlarının farklı fiziksel ve kimyasal özelliklere sahip olması ve iklim koşullarındaki değişimler, ısı taşınım parametrelerindeki değişimlerin orantılı olmamasına neden olan önemli faktörlerdir.

Topraklarda sıcaklık rejiminin yönetimi ısı taşınım parametrelerine önemli düzeyde bağlıdır. Bu nedenle, değişik rutubet ve toprak özelliklerinde ısısal yayılım, gecikme zamanı, sönme derinliği gibi ısı taşınım parametrelerinin belirlenmesi gerekir. Toprakların üst katmanlarının düzenli olarak işlenmesi ısısal yayılım katsayısının azalmasına, dolayısıyla ısı kaybının önlenmesine sebep olmaktadır. Sıcaklık kaybının azaltılması için, sönme derinliğinin artırılması gerekir.

Toprak yüzeyine gelen ısının günlük olarak fazla değişim göstermesi nedeniyle sınır koşulu kesin olarak her zaman harmonik (sinisoidal veya kosnisodal) olmayabilir. Bu nedenle, bu ve benzeri çalışmalar kuru veya kuruya yakın toprakta, ana materyal veya kayada, kapalı toprak alanında sıcaklığın yayılmasına yönelik olup, doğal koşullarda uygulanmaları sınırlıdır. Ayrıca, teorik çözümün daha da geliştirilmesi için, arazi çalışmaları ile ısı taşınım parametrelerinin deneysel olarak belirlenmesi ve teorik değerlerle karşılaştırılması gerekir.

Çizelge 4. Toprak profili boyunca sönme derinliği (S_d , cm) ve maksimum sıcaklığın gecikme zamanının (t , gün) değerleri

| Derinlik , cm | Zaman, saat | | | | | | | | | | | |
|---------------------|-------------|------|-------|------|-------|-------|-------|------|-------|------|-------|------|
| | 9-00 | | 11-00 | | 13-00 | | 15-00 | | 17-00 | | 19-00 | |
| | S_d | t | S_d | T | S_d | t | S_d | t | S_d | t | S_d | t |
| 0 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 10 | 17.42 | 2.74 | 8.05 | 5.93 | 9.52 | 5.02 | 9.68 | 4.93 | 10.99 | 4.35 | 15.91 | 3.00 |
| 20 | 30.34 | 3.15 | 15.17 | 6.30 | 17.28 | 5.53 | 15.39 | 6.21 | 23.49 | 4.07 | 41.38 | 2.31 |
| 30 | 41.20 | 3.48 | 20.56 | 6.97 | 21.64 | 10.67 | 22.12 | 6.48 | 37.70 | 3.80 | 62.06 | 2.31 |
| 40 | 41.27 | 4.63 | 27.98 | 6.83 | 28.86 | 6.62 | 29.50 | 6.48 | 39.78 | 4.80 | 82.74 | 2.31 |

KAYNAKLAR

Cichota, R., Elias, E.A., de Jong van Lier, Q, 2004. Testing a finite-difference model for soil heat transfer by comparing numerical and analytical solutions. Environmental Modelling & Software, 19: 495-506.

- Demiralay, İ., 1993. Toprak Fiziksel Analiz Yöntemleri. Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Yayınları, Erzurum, 111-120.
- dos Santos, G.H., Mendes, N., 2006. Simultaneous heat and moisture transfer in soils combined with building simulation. *Energy and Buildings*, 38: 303–314.
- Ekberli, İ., 2006 a. Determination of Initial Unconditional Solution of Heat Conductivity Equation For Evaluation of Temperature Variance in Finite Soil Layer. *J. of Applied Sci.*, 6(7): 1520-1526.
- Ekberli, İ., 2006 b. Isı İletkenlik Denklemine Bağlı Olarak Topraktaki Isı Taşınımına Etki Yapan Bazı Parametrelerin İncelenmesi. *O.M.Ü. Zir. Fak. Dergisi*, 21(2): 179-189.
- Ekberli, İ., 2010. The Possibility Of Mathematical Model Application In Evaluation Of Underground Water's Nourishment Via Infiltration. *International Soil Science Congress on "Management of Natural Resources to Sustain Soil Health and Quality"*. May 26-28, 2010. Ondokuz Mayıs University, Samsun-Turkey. pp. 793-801.
- Goldstein, R.J., Ibele, W.E., Patankar, S.V., Simon, T.W., Kuehn, T.H., Strykowski, P.J., Tamma, K.K., Heberlein, J.V.R., Davidson, J.H., Bischof, J., Kulacki, F.A., Kortshagen, U., Garrick, S., Srinivasan, V., Ghosh, K., Mittal R., 2010. Heat transfer—A review of 2005 literature. *International Journal of Heat and Mass Transfer*, 53: 4397–4447.
- Gülser, C., Aşkın, T., Özdemir, N., 2003. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Kampus Topraklarının Erozyona Duyarlılıklarının Değerlendirilmesi. *O.M.Ü. Zir. Fak. Dergisi*, 18 (1): 1-6.
- Gülser, C. ve Ekberli, İ., 2002. Toprak Sıcaklığının Profil Boyunca Değişimi. *O.M.Ü. Zir. Fak. Dergisi*, 17 (3): 43-47.
- Gülser, C., Ekberli, İ., 2004. A Comparison of Estimated and Measured Diurnal Soil Temperature Through a Clay Soil Depth. *J. of Applied Sci.*, 4 (3): 418-423.
- Haverd, V., Cuntz, M., Leuning, R., Keith, H., 2007. Air and biomass heat storage fluxes in a forest canopy: Calculation within a soil vegetation atmosphere transfer model. *Agricultural and Forest Meteorology*, 147: 125–139.
- Hillel, D., 1982. *Introduction to Soil Physics*. Academic Press, Inc. San Diego, California, USA, 364 p.
- Hızalan, E. ve Ünal, H., 1966. Toprakta Önemli Kimyasal Analizler. Ankara Üniv. Ziraat Fak. Yayınları, 278s.
- İsaçenko, V.P., Osipova, V.A., Sukomel, A.S., 1981. *Heat Transfer*. Energoizdat Press, Moscow, 7-24.
- Ji, X.B., Kang, E.S., Zhao, W.Z., Zhang, Z.H., Jin, B.W., 2009. Simulation of heat and water transfer in a surface irrigated, cropped sandy soil. *Agricultural Water Management*, 96: 1010–1020.
- Kacar, B., 1994. Bitki ve Toprağın Kimyasal Analizleri:III. Ankara Üniv. Ziraat Fak. Eğitim, Araştırma ve Geliştirme Vakfı Yayınları. No:3, 89-98.
- Koyun, A., Demir, H., Torun, Z., 2009. Experimental study of heat transfer of buried finned pipe for ground source heat pump applications. *International Communications in Heat and Mass Transfer*, 36: 739–743.
- Kreith, F., Black, W.Z., 1983. *Bazic Heat Transfer* Mir Press, Moscow, p. 458-470.
- Liu, B.C., Liu, W., Peng, S.W., 2005. Study of heat and moisture transfer in soil with a dry surface layer. *International Journal of Heat and Mass Transfer*, 48: 4579–4589.
- Nerpin, S.V., Chudnovskii, A. F., 1984. *Heat and Mass Transfer in the Plant-Soil-Air System*. Translated from Russian. Published for USDA and National Sci. Found., Washington, D.S., by Amerind Publishing Co. Pvt. Ltd., New Delhi, India, 355 p.
- Ngo, C.C., Lai, F.C., 2009. Heat transfer analysis of soil heating systems. *International Journal of Heat and Mass Transfer*, 52: 6021–6027.
- Peech, M., 1965. Hydrogen Activity. In C.A. Black, D.D.Evans, J.L. White, L.E. Ensminger, F.E. Clark (Eds). *Method of soil analysis, Part 2, Chemical and microbiological properties*. Agronomy 9, ASA, Madison, Wisconsin, USA, 914-925.
- Schachtschabel, P., Blume, H.-P., Brümmer, G., Hartge, K.-H., Schwertmann, U., 2001. *Toprak Bilimi (Çevirenler: Özbek, H., Kaya, Z., Gök, M., Kaptan, H.)*. Ç.Ü. Ziraat Fak. Genel Yayın No: 73, Ders Kitapları Yayın No: A-16, s. 349-361.
- Sterling, A.T., R.D. Jackson, 1986. Temperature. In: Klute, A. (Ed.), *Methods of Soil Analysis Part 1. Physical and Mineralogical Methods*. Agronomy Monograph No. 9, ASA, SSSA, Madison WI.
- Wu, C.L., Chau, K.W., Huang, J.S., 2007. Modelling coupled water and heat transport in a soil–mulch–plant–atmosphere continuum (SMPAC) system. *Applied Mathematical Modelling*, 31: 52–169.
- Zhao, J., Wang, H., Li, X., Dai, C., 2008. Experimental investigation and theoretical model of heat transfer of saturated soil around coaxial ground coupled heat exchanger. *Applied Thermal Engineering*, 28: 116–125.

İşlenmiş Bir Toprakta Penetrasyon Direncinin Konumsal Değişimi

Coşkun GÜLSER* İmanverdi EKBERLİ* Feride CANDEMİR* Zeynep DEMİR*

*O.M.Ü. Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Samsun

Özet

Toprak özelliklerindeki değişkenliğin tahmin edilmesi hassas tarım sistemlerinde belirli bir alana özgü yönetim uygulamaları için çok önemlidir. Toprak işlemede genel amaç, tohum gelişimi için optimum koşulları sağlayacak homojen bir ortamın oluşturulmasıdır. Bu çalışmada, sonbaharda 15 cm derinlikte işlenmiş bir toprağın 0-20 cm katmanındaki penetrasyon dirençlerinin (PNTR) konumsal değişimi jeoistatistiksel yöntemle belirlenmiştir. Toprağın 0-10 cm katmanındaki PNTR dirençleri 0.42-1.89 MPa arasında, 10-20 cm katmanında ise 0.72-2.10 MPa arasında değişim göstermiştir. Penetrasyon dirençlerinin konumsal değişimlerine ait kriging tahmininde en yüksek korelasyon katsayısı (r^2) ile en düşük hata kareler toplamı (RSS), 0-10 cm'deki PNTR için linear, 10-20 cm'deki PNTR için küresel semivariogram modeliyle belirlenmiştir. Penetrasyon dirençlerinin arazideki konumsal bağımlılıkları 0-10 cm katmanında orta, 10-20 cm katmanında kuvvetli düzeyde bulunmuştur. PNTR için semivariogramlar 0-10 cm'de 36.71 m; 10-20 cm'de 10.60 m değişim aralıkları ile konumsal bağımlılık göstermiştir. Arazide nem içeriğinin arttığı bölgelerde her iki toprak katmanında da ölçülen PNTR dirençleri azalmıştır.

Anahtar kelimeler: Penetrasyon direnci, toprak işleme, konumsal değişim, kriging

Spatial Variability of Penetration Resistance in a Cultivated Soil

Abstract

Prediction of variability in soil properties is very important for site specific management practices in precision agricultural systems. General purpose in soil cultivation is to form a homogeneous media to supply optimum conditions for seed growth. In this study, spatial variability of penetration resistance (PNTR) in 0-20 cm layer of a soil cultivated at 15 cm depth in fall was determined by geostatistical method. While PNTR resistance in 0-10 cm layer of the soil varied between 0.42 and 1.89 MPa, PNTR resistance in 10-20 cm layer varied between 0.72 and 2.10 MPa. In kriging interpolation for the spatial variability of penetration resistance, the smallest reduced sum of squares (RSS) values and the biggest r^2 were determined with linear model for 0-10cm PNTR, and spherical model for 10-20 cm PNTR. Spatial dependence of PNTR in the study area was found to be moderate in 0-10 cm layer, and strong in 10-20 cm layer. The semivariograms for PNTR showed spatial dependence with a range of 36.71 m in 0-10 cm, and a range of 10.60 m in 10-20 cm layer. PNTR in both soil layers decreased at the zones having high moisture content in the study area.

Key words: Penetration resistance, soil cultivation, spatial variability, kriging

GİRİŞ

İyi tarım uygulamalarında toprağın fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerindeki zamansal ve konumsal değişiklikler yetiştirilecek ürünlerdeki verim farklılıklarının oluşmasında büyük öneme sahiptir. Toprak sistemlerinde konumsal değişkenliğin varlığı uzun zamandır bilinmektedir (Burrough, 1993). Arazinin herhangi bir pozisyonunda yer alan toprağın özelliklerindeki bu değişkenlik jeolojik veya pedolojik süreçlerin etkisiyle açığa çıkan kendine özgü bir durum olabildiği gibi toprak işleme, farklı toprak yönetim sistemleri, erozyon ve birikim süreçleri gibi faktörlerin etkisiyle de oluşabilmektedir. Toprakların fiziko- kimyasal özelliklerinde meydana gelen değişimlerin ürün verimi üzerinde etkili olduğu bilinmektedir (Tanji, 1996). Toprak sıkışması kök gelişimini ve dolayısıyla da ürün verimini etkilemektedir (Hakansson ve ark., 1988). Toprak sıkışmasının göstergesi olan penetrasyon direnci tarla içerisinde infiltrasyon ve yüzey akışı sonucu oluşabilecek kimyasal ve besin maddesi

taşınımı gibi olaylar üzerinde de büyük etkiye sahiptir. Deneysel olarak belirlenmesi kolay ve ucuz olan penetrasyon direnci, toprak yönetimi etkilerinin ve toprak sıkışmasının değerlendirilmesinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Toprak direnci ile toprak özellikleri arasındaki karmaşık interaksiyonlar verilerin yorumlanmasında zorluklara neden olmaktadır. Penetrasyon direnci zamana ve alana bağımlı olarak çok fazla değişkenlik gösteren noktasal bir ölçümdür (O'Sullivan ve ark., 1987). Jeostatistik toprakların fiziksel ve kimyasal özelliklerindeki konumsal değişimlerinin kriging enterpolasyonu ile değerlendirilmesinde yaygın olarak kullanılmaktadır (Utset ve Cid, 2001; Castrignano ve ark., 2003; Zhao ve ark., 2009). Bu çalışmanın amacı uygun tohum yatağı hazırlamak için işlenmiş bir toprağın 0-20 cm katmanındaki penetrasyon dirençlerinin (PNTR) konumsal değişimlerinin belirlenmesidir.

MATERYAL VE YÖNTEM

Çalışma Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi deneme alanında (41°21' K, 36°10' D) yürütülmüştür. Deneme alanının genel toprak özellikleri incelendiğinde; %41.81 kil, %35.92 silt ve %22.27 kum içeriği (Demiralay, 1993) ile tekstür sınıfı kil, 6.91 pH değeri ile toprak reaksiyonu nötr, 0.530 dS m⁻¹ elektriksel iletkenlik değeri ile tuzsuz (Kurucu ve ark. 1990), organik madde içeriği (Kacar, 1994) %2.52 ile orta düzeyde olduğu belirlenmiştir.

Güney kuzey doğrultusunda %4'lük eğime sahip deneme alanı uygun tohum yatağının hazırlanması için 10 Kasım 2010'da 15 cm derinlikte eğim doğrultusunda pullukla işlenmiştir. Penetrasyon direncindeki değişimleri belirlemek için 30 m x 30 m boyutundaki 900 m² lik alanda 5 m aralıklarla oluşturulan grid sistemine göre toplam 49 noktada ölçümler ve toprak örnekleri alınmıştır. Penetrasyon ölçümleri 2 cm² yüzey alanına sahip konik uçlu penetrometre ile 0-10 cm ve 10-20 cm derinliklerde yapılmıştır. Deneme alanından 0-15 cm'den alınan toprak örneklerinde gravimetrik nem (W) içerikleri de belirlenmiştir.

Deneme alanında ölçülen PNTR dirençleri ve nem değerlerinin jeostatistiksel analizleri GS+ version 9 paket programı, verilere ait korelasyonlar SPSS programı kullanılarak yapılmıştır. Toprak özelliklerinin konumsal bağımlılıklarının gösteren deneysel semivariogramlar ($\gamma(h)$) aşağıdaki eşitlikle ifade edilmektedir (Trangmar ve ark., 1985):

$$\gamma(h) = \frac{1}{2N(h)} \sum_{i=1}^n [Z(x_i) - Z(x_i+h)]^2$$

Burada, $z(x_i)$ ve $z(x_i+h)$ x_i ve x_i+h mesafede yer alan değişkenlere ait değerler, $N(h)$: h vektörü ile birbirinden ayrılan örnek çifti sayısıdır. Toprak değişkenlerine ait en yüksek korelasyon katsayısı ve en düşük hata kareler ortalaması GS+ version 9 jeostatistik programı ile aşağıda belirtilen linear ve küresel semivariogram modellerinden elde edilmiştir.

$$\text{Linear model: } \gamma(h) = \begin{cases} C_0 + \left[h \left(\frac{C}{a} \right) \right] & h \leq a \\ C_0 + C & h > a \end{cases}$$
$$\text{Küresel model: } \gamma(h) = \begin{cases} C_0 + C \left[\frac{3}{2} \left(\frac{h}{a} \right) - \frac{1}{2} \left(\frac{h}{a} \right)^3 \right] & h \leq a \\ C_0 + C & h > a \end{cases}$$

Burada, C_0 : külçe (nugget) etkisi, (C_0+C) :semivariogramın sill değeri, a : semivariogramın yapısal uzaklığı (range) veya örneklerin ilişkili olduğu maksimum mesafeyi göstermektedir (Samra, ve ark., 1988).

BULGULAR VE TARTIŞMA

İşlenmiş toprakta 0-10 cm yüzey katmanı için belirlenen ortalama PNTR değeri (0.962 MPa), 0-20 cm katmanındaki ortalama PNTR değerinden (1.283 MPa) daha düşük bulunmuştur (Çizelge 1). Bu toprak

Çizelge 1. Penetrasyon dirençleri ve gravimetrik nem içeriklerine ait tanımlayıcı istatistikler.

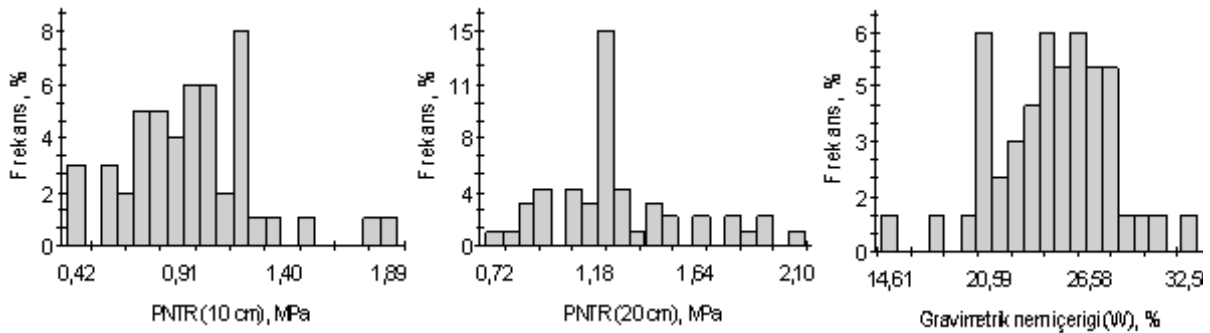
| | Min. | Max. | Ortalama | St. Sapma | St. Hata | VK (%) | Skewness | Kurtosis |
|--------------|-------|-------|----------|-----------|----------|--------|----------|----------|
| PNTR-10, MPa | 0.42 | 1.89 | 0.962 | 0.3053 | 0.0436 | 31.73 | 0.750 | 1.455 |
| PNTR-20, MPa | 0.72 | 2.10 | 1.283 | 0.3128 | 0.0447 | 24.38 | 0.741 | 0.345 |
| W, % | 14.61 | 32.56 | 24.41 | 3.4408 | 0.4915 | 14.09 | -0.307 | 0.584 |

PNTR-10: 0-10 cm, PNTR-20:10-20 cm derinlikteki penetrasyon dirençleri, W:gravimetrik nem içeriği,

VK: varyasyon katsayısı

katmanlarındaki ortalama PNTR değerleri diğer çalışmalardaki farklı toprak katmanları için belirlenen PNTR değerleri ile benzerlik göstermektedir (Souza ve ark. 2001; Junior ve ark. 2006). Tanımlayıcı istatistik değerlerine göre arazideki PNTR değerleri gravimetrik nem içeriklerine (W) göre daha yüksek varyasyon göstermiştir (Çizelge 1). En yüksek varyasyon katsayısı (VK) %31.73 ile 0-10 cm'deki PNTR ölçümlerinde belirlenmiştir. PNTR ve W için skewness ve kurtosis değerleri ile frekans dağılımları dikkate alındığında normale yakın dağılım gösterdikleri anlaşılmaktadır (Şekil 1). Bu nedenle ölçülen orijinal verilerde transformasyon yapılmamıştır. Junior ve ark. (2006), Brazilian ferralsol topraklarının 0-40 cm katmanında her bir 10 cm için ölçülen PNTR değerlerinde en yüksek varyasyon katsayısının (%52.31) ilk 10 cm de olduğunu ve VK değerlerinin alt katmanlara doğru azaldığını (%30.54, %16.91, %15.18), PNTR ve nem içeriklerinin çoğunlukla normal dağılım gösterdiğini belirtmişlerdir.

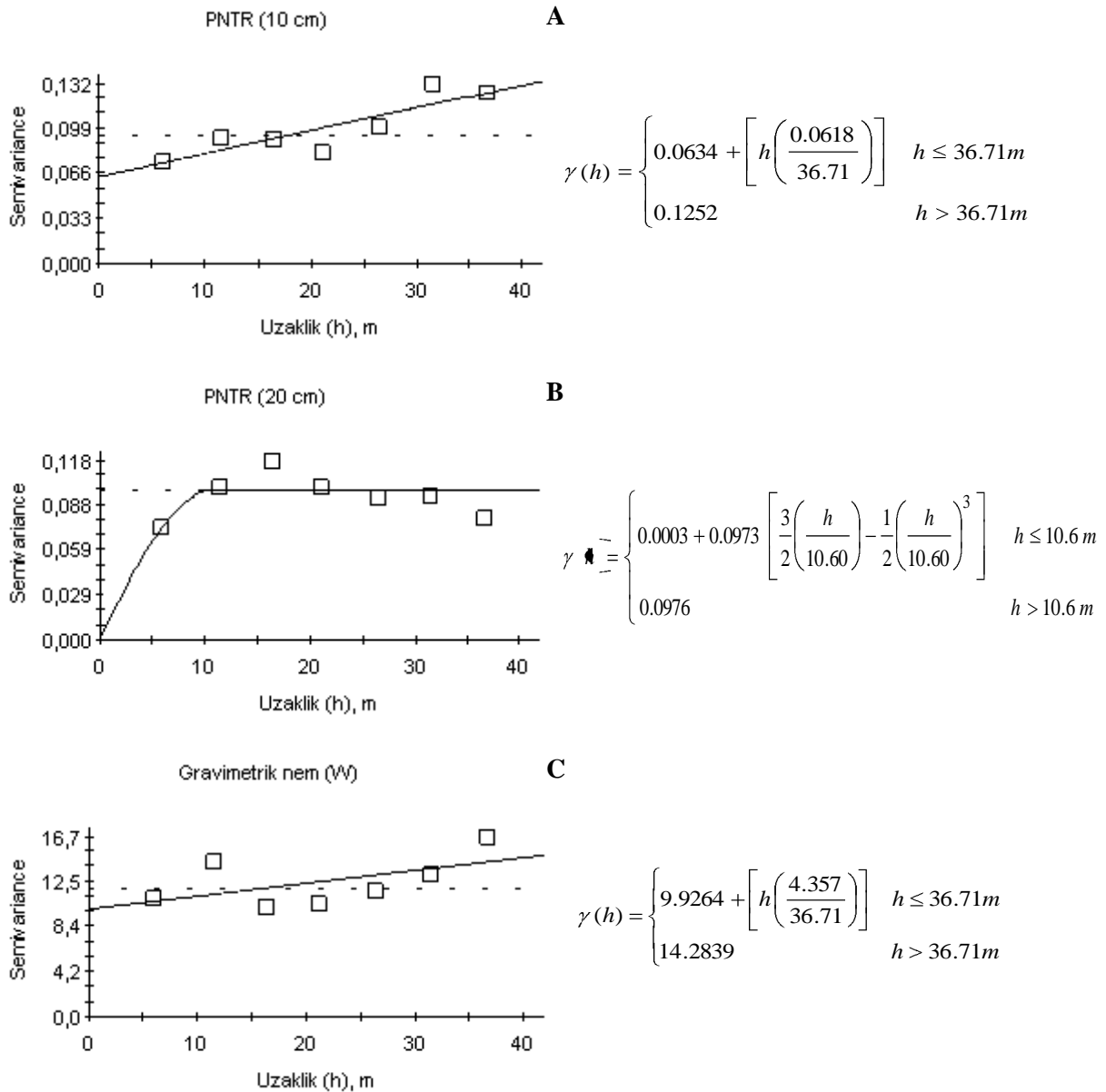
PNTR dirençlerinin konumsal değişimlerine ait kriging tahmininde en yüksek korelasyon katsayısı (r^2) ile en düşük hata kareler toplamı (RSS), 0-10 cm katmanında linear, 10-20 cm katmanında küresel semivariogram modelinde belirlenmiştir. PNTR ve W değerlerine ait parametreler Çizelge 2'de verilmiştir. Belirlenen özelliklerin tamamında konumsal değişkenlik, analiz ve örnekleme hataları ile ilişkili olabilecek nugget (külçe) etkisi görülmüştür. Bu özellikler için deneysel ve model semivariogramlar Şekil 2'de verilmiştir. PNTR ve W değerlerinin kısa mesafedeki konumsal bağımlılıkları $C_0/(C_0+C)$ oranı ile ifade edilmiştir. Bu oran %25'den küçük ise kuvvetli bağımlılık, %25-75 arasında orta ve %75'den büyük ise zayıf bağımlılık göstermektedir (Chien ve ark. 1997, Bo Sun ve ark. 2003). Bu durumda W içerikleri ve 0-10 cm katmanındaki PNTR dirençleri orta, 10-20 cm katmanındaki PNTR okumalarının ise kuvvetli düzeyde konumsal bağımlılık göstermektedirler. Gravimetrik nem (W) içeriği ve 0-10 cm'deki PNTR dirençlerinin ilişkili oldukları uzaklıklar 36.71 m ve 10-20 cm'deki PNTR için ise 10.60 m bulunmuştur.

**Şekil 1.** Toprakta penetrasyon dirençleri (PNTR) ve gravimetrik nem içeriklerine (W) ait frekans dağılımları**Çizelge 2.** Toprak özelliklerine ait model ve parametreler

| | Model | Nugget, (C_0) | Sill, (C_0+C) | $C_0/(C_0+C)$ | a | r^2 | RSS |
|--------------|---------|-------------------|-------------------|---------------|-------|-------|----------|
| PNTR-10, MPa | Linear | 0.0634 | 0.1252 | 50.63 | 36.71 | 0.745 | 7.02E-04 |
| PNTR-20, MPa | Küresel | 0.0003 | 0.0976 | 0.31 | 10.60 | 0.380 | 7.86E-06 |
| W, % | Linear | 9.9264 | 14.2839 | 69.49 | 36.71 | 0.294 | 24.50 |

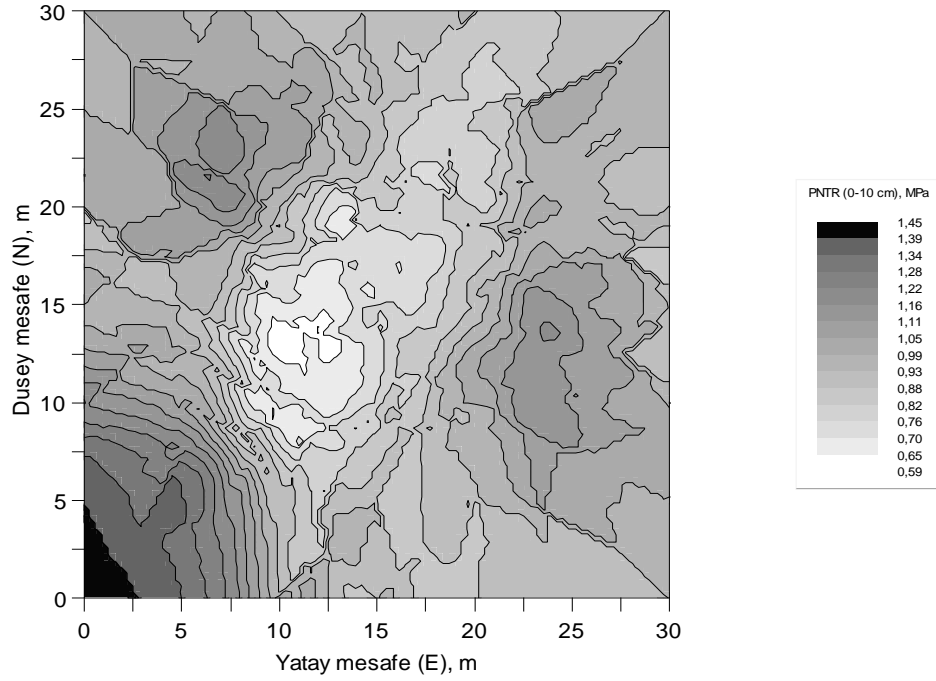
PNTR-10: 0-10 cm, PNTR-20:10-20 cm derinlikteki penetrasyon dirençleri, W:gravimetrik nem içeriği

Toprakların PNTR dirençleri ve W içerikleri için oluşturulan kriging haritaları, linear ve küresel semivariogram modeller ile ham veriler kullanılarak 032 m x 0.32 m grid sistemine göre 8836 noktada GS+9 jeostatistik paket programında (Gamma Design, 2010) oluşturulmuştur (Şekil 3, 4 ve 5). Arzinin 0-10 cm ve 10-20 cm katmanlarında ölçülen PNTR dirençleri arasında istatistiksel olarak %1 düzeyinde çok önemli pozitif korelasyon ($r = 0.578^{**}$) bulunmuştur. Kriging haritaları incelendiğinde PNTR dirençlerindeki artış ve azalışların her iki katman içinde konumsal olarak arazinin benzer bölgelerinde olduğu gözlenmektedir. Gravimetrik nem içeriği arazide %14.6 ile %32.6 arasında değişmekte ve ortalama olarak %24.4'tür. Arazideki W içerikleri ile 0-10 cm'deki PNTR ($r = -0.172$) ve 10-20 cm'deki PNTR ($r = -0.057$) dirençleri arasında önemsiz fakat negatif korelasyon katsayıları belirlenmiştir. PNTR dirençleri ve W içeriklerine ait kriging haritaları incelendiğinde, toprakta nem içeriğinin arttığı bölgelerde her iki katmanda da ölçülen PNTR dirençlerinin azaldığı görülmektedir. Veronese-Junior ve ark. (2006) benzer şekilde toprakta nem içeriğinin azalmasına bağlı olarak PNTR dirençlerinde artışlar olduğunu belirlemişlerdir.

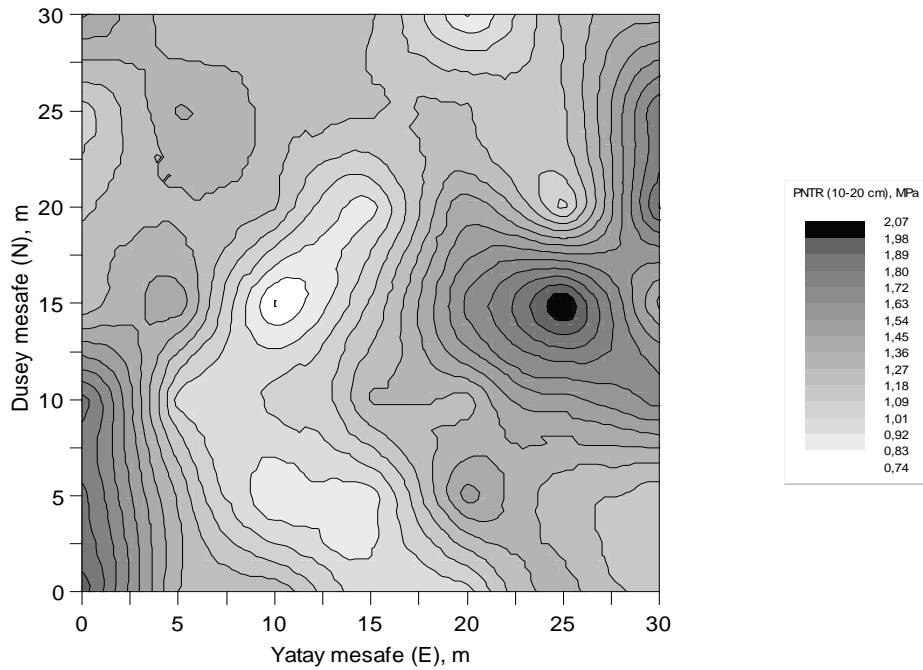


Şekil 2. Penetrasyon dirençleri (10 cm ve 20 cm'deki PNTR) ve gravimetrik nem içerikleri için deneysel ve model variogramlar ile parametreleri.

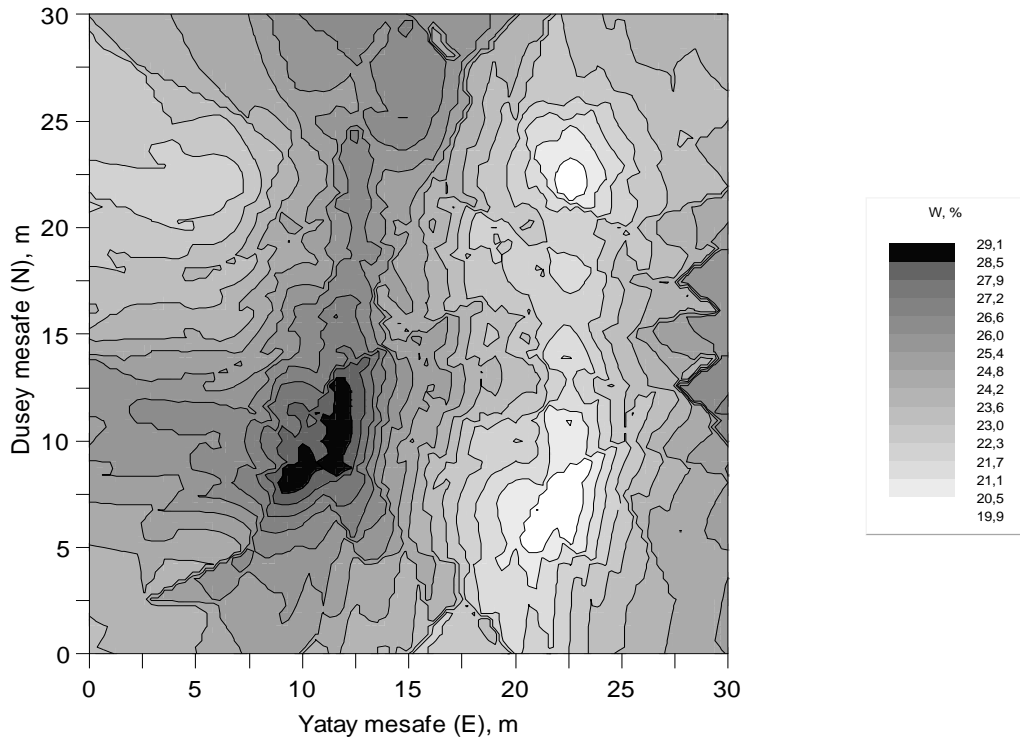
Toprak işleme sonucu arazinin ilk 10 cm katmanında alt katmana göre kök gelişimi için daha uygun olabilecek düşük PNTR dirençleri ölçülmüştür (Şekil 3). Birçok araştırmacı kök gelişimi için kritik PNTR direncinin 1.7 ile 2.0 MPa arasında değiştiğini belirtmişlerdir (Canarache, 1990; Arshad ve ark., 1996). Arazinin 10-20 cm katmanındaki ölçülen PNTR dirençleri bu sınır değerlere daha yakın bulunmuştur (Şekil 4).



Şekil 3. İşlenmiş toprağın 0-10 cm katmanındaki penetrasyon direncine ait kriging haritası



Şekil 4. İşlenmiş toprağın 10-20 cm katmanındaki penetrasyon direncine ait kriging haritası



Şekil 5. İşlenmiş toprağın 0-15 cm katmanında gravimetrik nem içeriğinin kriging haritası

Sonuç olarak, uygun tohum yatağının hazırlanması amacıyla toprak işleme yapılan yaklaşık bir dekarlık arazide katmanlara bağlı olarak penetrasyon dirençleri büyük değişim göstermiştir. Bu durum araziden elde edilecek ürünün toprağın sadece kimyasal verimlilik parametrelerine bağlı olmadığını, penetrasyon direnci gibi bitki kök gelişimini sınırlandırabilen fiziksel özelliklerine de bağlı olduğunu göstermektedir. Hassas tarım uygulamalarında jeostatistiksel olarak belirlenen toprağın fiziksel yapısındaki bu heterojenliğinde dikkate alınması ve PNTR dirençlerinin yüksek olduğu alanlarda farklı toprak işleme yöntemlerinin uygulanması verim artışına katkı sağlayabilir.

KAYNAKLAR

- Arshad, M.A., Lowery, B., Grossman, B., 1996. Physical tests for monitoring soil quality. In: Doran, J.W., Jones, A.J. (Eds.), *Methods for Assessing Soil Quality*, SSSA Special Publication, vol. 49. Soil Science Society of America, Madison, USA, pp. 123–141.
- Bo, S., Shenglu, Z., Qiguo, Z., 2003. Evaluation of spatial and temporal changes of soil quality based on geostatistical analysis in the hill region of subtropical China. *Geoderma*, 115: 85-99.
- Burrough P.A. (1993). *Fractals and Geostatistical methods in landscape studies*. In: N. Lam & L. de Cola (eds) *Fractals in geography*. Prentice Hall, Englewood Clifts, NJ, pp. 87-112.
- Canarache, A., 1990. Penetr: a generalized semi-empirical model estimating soil resistance to penetration. *Soil Till. Res.* 16, 51–70.
- Castrignanö, A., M. Maiorana, F. Fornaro, 2003. Using Regionalised Variables to assess Field-scale Spatiotemporal Variability of Soil Impedance for different Tillage Management. *Biosystems Engineering*, 85 (3), 381–392
- Chien, Y.J., D.Y. Lee, H.Y. Guo, K.H. Houng, Geostatistical analysis of soil properties of mid-west Taiwan soils, *Soil Sci.* 162 (1997) 291–298.
- Demiralay, İ., 1993. *Toprak fiziksel analiz yöntemleri*. Atatürk Üniv. Zir. Fak. yayımları. Erzurum, 111-120.

- Gamma Design Software, 2010. GS+ Version 9 GeoStatistical Software for the Environmental Science. Gamma Design Software, LLC Plainwell, Michigan 49080.
- Hakansson, I., Voorhees, W.B., Riley, H., 1988. Vehicle and Wheel factors influencing soil compaction and crop response in different traffic regimes. *Soil Till. Res.* 11, 239–282.
- Kacar, B., 1994. Bitki ve toprağın kimyasal analizleri III. Toprak analizleri. Ankara Üniv. Ziraat Fak. Eğitim Araş. ve Gel.Vakfı Yay., No:3 Ankara.
- Kılıç, K., Örgöz, E., Akbaş, F., 2004. Assessment of spatial variability in penetration resistance as related to some soil physical properties of two fluvents in Turkey. *Soil Till. Res.* 76, 1–11.
- Kurucu, N., Gedikoğlu, İ., Eyüpoğlu, F., 1990. Toprakların Verimlilik Yönünden Kimyasal Analiz Yöntemleri. Ed. Tüzüner, A. Toprak ve Su Analiz Laboratuvarları El Kitabı. TC, TOKB, KHGM yayınları Ankara, s: 4-9.
- O’Sullivan, M.F., Diskon, J.W., Campell, D.J., 1987. Interpretation and presentation of cone resistance data in tillage and traffic studies. *J. Soil Sci.* 38, 137-148.
- Samra, J.S., Singh, V.P., Sharma, K.N.S., 1988. Analysis of spatial variability in sodic soils. 2. Point and block –kriging. *J. Soil Sci.* 145: 250-256.
- Tanji K.K. (1996). Agricultural salinity assessment and management. ASCE, New York.
- Trangmar, B.B., Yost, R.S., Uehara, G., 1985. Application of geostatistic to spatial studies of soil properties. *Adv. Agron.* 38: 45-94.
- Utset, A., Cid, G., 2001. Soil penetrometer resistance spatial variability in a ferralsol at several soil moisture conditions. *Soil Till.Res.* 61, 193–202.
- Veronese-Junior, V., Carvalho, M. P., Dafonte, J., Freddi, O. S., Vidal V’azquez, E., and Ingaramo, O. E. Spatial variability of soil water content and mechanical resistance of Brazilian ferralsol, *Soil Till. Res.*, 85, 166–177, 2006.
- Zhao, Y., X. Xu, J.L. Darilek, B. Huang, W. Sun, X. Shi, 2009. Spatial variability assessment of soil nutrients in an intense agricultural area, a case study of Rugao County in Yangtze River Delta Region, China. *Environ Geol*, 57:1089–1102.

Adıyaman-Besni İlçesi Kuru ve Sulu Tarım Alanı Topraklarının Verimlilik Açısından Değerlendirilmesi

Nihan TAZEBAY*

Kadir SALTALI**

*Ziraat Müh. Adıyaman- Besni Ziraat Odası, Toprak Analiz Laboratuvarı, Besni-Adıyaman

** Prof. Dr. KSÜ. Ziraat Fak. Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Böl. K.Maraş

Özet

Tarımsal üretimde verimin artırılması ve sürdürülebilir kılınması bitkilerin dengeli beslemesi ile mümkündür. Bitkilerin dengeli beslenebilmesi için toprak özelliklerinin ve toprakta mevcut olan bitki besin maddeleri miktarının bilinmesi gereklidir. Ekolojik ve tarımsal açıdan, toprak analiz sonuçlarına göre yapılacak gübreleme programları önem arz etmektedir. Bu bağlamda, Adıyaman-Besni İlçesi kuru ve sulu tarım yapılan alanlardan alınan 60 toprak örneğinin bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri incelendi. Toprak analizleri ülkemizde kullanılan standart analiz yöntemlerine göre yapıldı. Toprakların tekstür sınıfı, pH, yüzde tuz, kireç, organik madde, fosfor (P_2O_5) ve potasyum (K_2O) içerikleri belirlendi. Analizi yapılan toprakların (60 örnek) sonuçlarına göre topraklar genel olarak tınlı ve killi tınlı tekstüre sahiptir. Çalışma yapılan alanlarda toprakların pH'sı ortalama 7.44-7.46, % tuz içeriği 0.042-0.041, % kireç kapsamı 16.03-19.88, % organik madde miktarı (OM) 2.27-2.37, P_2O_5 düzeyi 9.86-10.10 $kgda^{-1}$ ve K_2O miktarı ise 55.07-57.65 $kgda^{-1}$ arasında değişmektedir. Topraklarda P_2O_5 düzeyinin yüksek ve toprakların da killi tın ve tın tekstür sınıfında olması nedeniyle çevresel açıdan fosfora dikkat edilmelidir. Ayrıca, organik madde içeriği düşük topraklarda organik madde içeriğini artırıcı uygulamalar tavsiye edilebilir.

Anahtar Kelimeler: Kuru ve sulu tarım, toprak analizi, değerlendirme

The Assessment in Context With Fertility of Dry and Irrigated Farming Soils in Adıyaman-Besni District

Abstract

Increasing agricultural production and sustainability are possible with a balanced nutrition. Soil properties and amount of plant nutrients in soils must be known for balanced nutrition of plants. In respect to ecological and agricultural aspects, the fertilization according to the results of soil analysis is of great importance. In this context, 60 soil samples were taken from dry and irrigated farming areas of the Adıyaman-Besni district and some of the physical and chemical properties were investigated. Soil analysis was performed for the district according to standard methods of soil analysis. Soil texture class, pH, percentage of salt content, lime, organic matter, phosphorus (P) and potassium (K) contents were determined. According to the analysis results, soils (60 samples) texture is loamy and clay loamy. The average soil pH, percentage of salt contents, lime, organic matter, available P and K contents in research areas ranged from 7.44 to 7.46, 0.042 to 0.041, 12.36 to 14.42, 2.17 to 2.66, 9.86 to 10.10 $kg P_2O_5 da^{-1}$ and 50.90 to 57.65 $kg K_2O da^{-1}$, respectively. For that reason soil texture is loamy and clay loam and P_2O_5 level is high, it requires to give attention to phosphorus in respect to environment. In addition, practices to increase organic matter content might be recommended to soils in low organic matter.

Key words: Dry and irrigated farming, soil analysis, assessment

GİRİŞ

Son yıllarda artan nüfusun gıda ihtiyacını karşılayabilmek için toprak işleme, bitki ıslahı, bitki koruma, sulama ve gübreleme gibi faktörlerdeki gelişmelere bağlı olarak birim alandan alınan ürün miktarı da artmaktadır. Bunlar içerisinde tarımsal üretimde gübrelemenin elde edilecek ürün miktarına katkısı % 58'dir. Bu durum tarımsal üretim zincirinde gübrelerin önemli bir halka olduğunu göstermektedir. Ancak tarımsal üretimde gübrelerin yanlış kullanımı gıda kalitesi, çevre ve insan sağlığına olan etkisi bakımından ciddi sorunları beraberinde getirmektedir. Tarımsal üretimin vazgeçilmez bir girdisi olan gübrelerin çevre ve insan sağlığına olan olumsuz etkileri nedeniyle uygulama ve üretim arasında bir ikileme ortaya çıkmaktadır. Bu ikilemi gidermenin önemli bir ayağı iyi tarım uygulamaları bağlamında dengeli gübreleme ile hangi gübrenin hangi ürüne, ne kadar, ne zaman ve nasıl verileceğinin bilinmesidir. Toprak analizleri yapılarak gübrelemenin buna göre yapılması ile gübrelemenin çevre, ürün kalitesi ve insan sağlığına olan olumsuz etkileri azaltabilir.

Çiftçilerimizin toprak analizi yaptırmadan gübre kullandıklarında gereğinden fazla gübre kullanımına neden olarak hem çevre ve insan sağlığını olumsuz etkilemekte hem de üretim masraflarının artmasına ve tarımsal üretimde verim azalması neden olmaktadır.

Toprak analizi yapılarak buna göre hangi gübrenin hangi ürüne, ne kadar, ne zaman ve nasıl verileceğinin bilinmesi ve çiftçilerimizin bu bilgiler doğrultusunda uygulama yapması çevre ve gıda kalitesi bakımından sürdürülebilir bir nitelik taşımaktadır.

Tarımsal üretimden verimin artırılması ve sürdürülebilir kılınması bitkilerin dengeli beslemesi ile mümkündür. Bölgesel nitelikte uygulamaların yapılabilmesi ve değerlendirilmesi için toprak özelliklerinin ve toprakta mevcut olan bitki besin maddeleri miktarının bilinmesi gereklidir. Toprak özellikleri çok değişken olduğu için çok küçük alanlardan toprak örnekleri alınması yerine istatistiksel ve uzaktan algılama yöntemlerini kullanarak bölge toprakları veya çalışma alanı hakkında daha az toprak analizleri ile bilgiler elde edilebilir.

İstatistiksel değerlendirmelerde veriler arasındaki değişkenlik ölçütleri varyans, standart sapma ve varyasyon katsayısıdır. Varyasyon katsayısı farklı büyüklüklerdeki değişkenlerini kıyaslamayı mümkün kılmaktadır. Genel olarak istatistikte toprak özelliklerindeki değişkenliğin en iyi ifade şekli varyasyon katsayılarıdır. Toprak özelliklerindeki değişkenliğin bir ifadesi olan % varyasyon katsayısı 3 gruba ayrılmaktadır. Yüzde varyasyon katsayısı <15 olanlar düşük derecede değişken, % 16-35 arası orta derecede değişken 36'dan büyük değerler içinde yüksek derecede değişken olduğu kabul edilmektedir (Wilding ve ark., 1994).

Bu çalışmanın amacı, Adıyaman-Besni Ziraat Odası Toprak Laboratuvarında yapılan toprak analiz sonuçlarını verimlilik açısından standart kriterlere göre değerlendirmek ve elde edilen sonuçlara göre öneriler sunmaktır.

MATERYAL VE YÖNTEM

Materyal

Çalışmada Adıyaman-Besni Ziraat Odası Toprak Analiz Laboratuvarına çiftçiler tarafından analiz edilmek üzere getirilen toprak örnekleri materyal olarak kullanılmıştır. Toprak örnekleri gölgede kurutulmuş iri taş ve çakılları ayıklanarak dövüldü ve 2 mm'lik elekten geçirilerek analize hazır hale getirildi.

Yöntem

Toprak Reaksiyonu; Toprak örneklerinin pH'sı saturasyon çamurunda pH metre ile potansiyometrik olarak ölçülmüştür. Total Tuz; Saturasyon çamurunda elektriki kondaktivite aleti çamurun iletkenliği ölçülmüştür (Richards, 1954). Kireç; % 10'luk HCl ile Scheibler Kalsimetresinde belirlenmiştir (Allison ve Moodie, 1965). Organik Madde; Toprakların organik madde içerikleri yağ yakma yöntemine göre yapılmıştır (Walkley, 1946). Değişebilir Potasyum; Amonyum asetat yöntemine göre Jackson (1969) tarafından bildirildiği şekilde ekstrakte edildi ve çözeltiye geçen K miktarı Perkin

Elmer 3110 atomik absorpsiyon spektrofotometresiyle (A.A.S.) belirlendi. Yarayırlı Fosfor; Olsen ark. (1954) tarafından önerilen yöntemle göre kolometrik olarak spektrofotometrede belirlendi.

Çalışma alanında 0-30 cm derinlikten alınan toprak örneklerine ilişkin tanımsal istatistik analizleri SPSS 12 paket programında yapıldı. Araştırma konusu olan toprak değişkenlerine ait aritmetik ortalama, minimum, maksimum, standart sapma, varyasyon katsayısı, çarpıklık ve basıklık değerleri belirlenmiştir.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Çalışma alanındaki sulu ve kuru tarım yapılan alanlardan alınan örneklere ait veriler ve tanımsal istatistiği çizelge 1 ve 2' de verilmiştir. Sulu ve kuru tarım yapılan toprakların 0-30 cm derinlikte ortalama toprak pH'sı;7.44-7.46'dır. Topraklar pH değerlerine göre sınıflandırıldığında genellikle pH'sı 6.6-7.3 olan topraklar nötr, pH'sı 7.4-7.8 arasında olan toprakları ise hafif alkalin olarak değerlendirilmektedir (Ergene, 1993). Buna göre araştırma alanı topraklarının pH'sı hafif alkalin özelliindedir. Sulu tarım yapılan toprakların pH değerleri için % varyasyon katsayısı (VK) 2.51, kuru tarım alanı için % VK için 2.32'dir. % VK 15'den küçük olduğu için bölge toprakları düşük derecede değişkenlik göstermektedir.

Çizelge 1. Adıyaman-Besni sulu tarım çalışma alanından alınmış tüm örneklere ait sonuçlar

| Köy | Parsel No | Ürün (Sulu) | Tekstür Sınıfı | pH (S.Ç) | Tuz (%S.Ç) | Kireç (%) | OM (%) | P ₂ O ₅ (Kg/da) | K ₂ O (Kg/da) |
|------------|-----------|-------------|----------------|----------|------------|-----------|--------|---------------------------------------|--------------------------|
| Y.Karakuyu | 80 | Mısır | Killi | 7.38 | 0.020 | 2.28 | 2.21 | 5.83 | 56.57 |
| Y.Beydilli | 224 | Mısır | Killi | 7.30 | 0.048 | 9.12 | 3.97 | 7.155 | 41.55 |
| Kargalı | 124 | Mısır | KilliTınlı | 7.60 | 0.030 | 23.56 | 4.52 | 4.98 | 36.07 |
| Kargalı | 238 | Mısır | Tınlı | 7.44 | 0.016 | 24.32 | 3.70 | 5.26 | 42.77 |
| Konuklu | 528 | Mısır | KilliTınlı | 7.63 | 0.070 | 6.84 | 1.16 | 6.69 | 37.25 |
| Ç.hüyük | 154 | Mısır | KilliTınlı | 7.55 | 0.020 | 13.68 | 3.97 | 9.38 | 64.12 |
| İ.Araplar | 407 | Mısır | KilliTınlı | 7.44 | 0.062 | 24.32 | 4.24 | 11.73 | 58.58 |
| Konuklu | 503 | Mısır | KilliTınlı | 7.67 | 0.023 | 25.46 | 2.06 | 12.59 | 67.4 |
| Y.Beydilli | 67 | Mısır | KilliTınlı | 7.22 | 0.073 | 3.8 | 1.60 | 10.01 | 56.7 |
| Tekağaç | 42 | Mısır | KilliTınlı | 6.90 | 0.072 | 23.94 | 1.44 | 9.16 | 66.25 |
| Kutluca | 338 | Tahıl | KilliTınlı | 7.67 | 0.034 | 18.24 | 1.8 | 15.40 | 68.05 |
| Kutluca | 1 | Tahıl | Killi | 7.36 | 0.078 | 3.8 | 4.2 | 10.92 | 67.5 |
| Konuklu | 705 | Tahıl | KilliTınlı | 7.57 | 0.038 | 2.28 | 2.41 | 18.32 | 48.4 |
| Tekağaç | 43 | Tahıl | KilliTınlı | 7.32 | 0.041 | 25.46 | 1.98 | 12.02 | 51.1 |
| Tekağaç | 42 | Tahıl | KilliTınlı | 7.30 | 0.041 | 23.94 | 1.44 | 9.16 | 56.15 |
| H.Halil | 8 | Tahıl | KilliTınlı | 7.48 | 0.035 | 8.36 | 0.89 | 5.49 | 39.02 |
| H.Halil | 23 | Tahıl | KilliTınlı | 7.40 | 0.057 | 3.8 | 1.71 | 5.23 | 43.2 |
| Beşyol | 161 | Tahıl | KilliTınlı | 7.42 | 0.043 | 11.02 | 1.98 | 6.98 | 66.25 |
| Beşyol | 104 | Tahıl | Tınlı | 7.46 | 0.021 | 22.8 | 1.44 | 5.03 | 58.78 |
| Ç.Hüyük | 386 | Pamuk | KilliTınlı | 7.60 | 0.020 | 9.5 | 4.2 | 14.88 | 66.25 |
| Yeniköy | 143 | Pamuk | KilliTınlı | 7.75 | 0.029 | 9.5 | 1.06 | 13.45 | 63.09 |
| Y.Beydilli | 66 | Pamuk | KilliTınlı | 7.79 | 0.030 | 20.52 | 1.8 | 8.01 | 66.8 |
| Akdurak | 416 | Pamuk | KilliTınlı | 7.70 | 0.031 | 2.28 | 3.81 | 14 | 66.5 |
| Kutluca | 242 | Pamuk | KilliTınlı | 7.43 | 0.035 | 3.8 | 1.98 | 10.19 | 66.2 |
| Akdurak | 126 | Pamuk | Tınlı | 7.17 | 0.037 | 4.94 | 1.44 | 17.80 | 53.45 |
| Ç.Hüyük | 227 | Pamuk | KilliTınlı | 7.58 | 0.063 | 18.62 | 1.98 | 11.33 | 61.77 |
| Y.Beydilli | 14 | Pamuk | KilliTınlı | 7.35 | 0.074 | 2.28 | 1.10 | 12.36 | 56.19 |
| Y.Beydilli | 25 | Pamuk | KilliTınlı | 7.41 | 0.051 | 1.52 | 1.44 | 10.99 | 50.47 |
| Beşyol | 109 | Pamuk | KilliTınlı | 7.55 | 0.031 | 7.98 | 3.97 | 6.87 | 38.84 |
| Konuklu | 641 | Pamuk | KilliTınlı | 7.37 | 0.065 | 12.92 | 1.71 | 4.75 | 36.87 |
| En Düşük | | | | 6.90 | 0.016 | 1.52 | 0.89 | 4.75 | 36.07 |
| En Yüksek | | | | 7.79 | 0.078 | 25.46 | 4.52 | 18.32 | 68.05 |
| Ortalama | | | | 7.46 | 0.042 | 19.88 | 2.37 | 9.86 | 55.07 |
| Varyans | | | | 0.035 | 0.0003 | 1618.628 | 1.39 | 15.08 | 122.63 |
| Std.Sapma | | | | 0.18 | 0.019 | 40.23 | 1.18 | 3.88 | 11.07 |
| Çarpıklık | | | | -0.68 | 0.46 | 5.08 | 0.69 | 0.47 | -0.46 |
| Basıklık | | | | 1.41 | -1.071 | 27.04 | -1.16 | -0.56 | -1.24 |
| % V.K | | | | 2.51 | 44.29 | 202.30 | 49.78 | 39.37 | 20.10 |

Çizelge 2. Adıyaman-Besni kuru tarım çalışma alanından alınmış tüm örneklere ait sonuçlar

| Köy | Parsel No | Ürün (Kuru) | Tekstür Sınıfı | pH (S.Ç) | Tuz (% S.Ç) | Kireç (%) | OM (%) | P ₂ O ₅ (Kg/da) | K ₂ O (Kg/da) |
|-----------|-----------|-------------|----------------|----------|-------------|-----------|--------|---------------------------------------|--------------------------|
| Merkez | 14 | Tahıl | KilliTın | 7.32 | 0.025 | 24.7 | 0.56 | 14.19 | 68.05 |
| Merkez | 10 | Tahıl | KilliTın | 7.43 | 0.032 | 25.84 | 3.32 | 10.53 | 69.26 |
| Ç.Hüyük | 929 | Tahıl | Tınlı | 7.65 | 0.021 | 11.4 | 3.8 | 15.45 | 64.5 |
| Tekağaç | 421 | Tahıl | Tınlı | 7.74 | 0.015 | 25.46 | 2.26 | 16.31 | 59.26 |
| Tekağaç | 161 | Tahıl | Tınlı | 7.58 | 0.021 | 24.7 | 2.53 | 16.08 | 64.02 |
| Çilboğaz | 80 | Tahıl | KilliTın | 7.31 | 0.052 | 12.92 | 0.89 | 18.37 | 40.02 |
| Atmalı | 11 | Tahıl | KilliTın | 7.57 | 0.010 | 3.8 | 0.89 | 16.54 | 69.2 |
| Çilboğaz | 81 | Tahıl | KilliTın | 7.73 | 0.036 | 23.56 | 1.98 | 20.26 | 68.6 |
| Oyalı | 42 | Tahıl | Tınlı | 7.56 | 0.022 | 24.32 | 1.71 | 7.15 | 60.5 |
| Oyratlı | 14 | Tahıl | Tınlı | 7.61 | 0.034 | 23.94 | 3.70 | 5.15 | 60.37 |
| Tekağaç | 262 | Mcimek | KilliTın | 7.47 | 0.092 | 24.32 | 0.9 | 11.90 | 68.66 |
| Tekağaç | 95 | Mcimek | Tınlı | 7.24 | 0.012 | 4.94 | 1.48 | 11.39 | 56.91 |
| Tekağaç | 331 | Mcimek | Tınlı | 7.47 | 0.031 | 22.8 | 2.5 | 11.45 | 44.64 |
| Oyratlı | 22 | Mcimek | KilliTın | 7.40 | 0.048 | 25.84 | 4.6 | 12.48 | 54.5 |
| Tekağaç | 327 | Mcimek | KilliTın | 7.27 | 0.076 | 6.84 | 4.52 | 4.75 | 51.62 |
| Kesecik | 617 | Mcimek | Killi | 7.09 | 0.085 | 21.66 | 1.17 | 4.40 | 36.52 |
| Kızılin | 1331 | Mcimek | KilliTın | 7.29 | 0.042 | 4.56 | 1.71 | 8.98 | 60.25 |
| Kızılin | 1126 | Mcimek | KilliTın | 7.27 | 0.038 | 3.8 | 1.44 | 8.75 | 67.3 |
| Merkez | 7 | Mcimek | Tınlı | 7.56 | 0.022 | 23.56 | 2.26 | 6.68 | 51.32 |
| Oyratlı | 64 | Mcimek | KilliTın | 7.53 | 0.043 | 23.56 | 3.42 | 5.95 | 60.1 |
| Karalar | 69 | Nohut | Tınlı | 7.76 | 0.014 | 7.6 | 1.36 | 3.14 | 51.55 |
| Başlı | 169 | Nohut | Killi | 7.52 | 0.072 | 5.32 | 0.89 | 10.24 | 67.15 |
| Tekağaç | 412 | Nohut | KilliTın | 7.34 | 0.046 | 23.56 | 3.25 | 12.13 | 54.2 |
| D.Kaya | 454 | Nohut | KilliTın | 7.31 | 0.046 | 1.9 | 4.24 | 6.06 | 45.95 |
| Beşyol | 12 | Nohut | Tınlı | 7.28 | 0.036 | 19.38 | 1.16 | 8.3 | 40.52 |
| Beşyol | 201 | Nohut | KilliTın | 7.23 | 0.038 | 19 | 4.24 | 6.52 | 40.45 |
| Kızılin | 1451 | Nohut | KilliTın | 7.25 | 0.050 | 5.32 | 0.89 | 9.44 | 66.25 |
| Kızılin | 1420 | Nohut | KilliTın | 7.40 | 0.045 | 4.18 | 1.71 | 9.96 | 65.65 |
| Merkez | 13 | Nohut | KilliTın | 7.60 | 0.028 | 21.28 | 1.98 | 5.15 | 65.12 |
| Suvarlı | 16 | Nohut | KilliTın | 7.50 | 0.095 | 11.02 | 2.88 | 5.43 | 57.22 |
| En Düşük | | | | 7.09 | 0.010 | 1.9 | 0.56 | 3.14 | 36.52 |
| En | | | | 7.76 | 0.095 | 25.84 | 4.6 | 20.26 | 69.26 |
| Yüksek | | | | 7.44 | 0.041 | 16.03 | 2.27 | 10.10 | 57.65 |
| Ortalama | | | | 0.030 | 0.000531 | 79.95 | 1.53 | 20.80 | 100.06 |
| Varyans | | | | 0.17 | 0.023 | 1.24 | 8.94 | 4.56 | 10.00 |
| Stc.Sapma | | | | 0.09 | 0.98 | 0.50 | -0.36 | 0.50 | -0.69 |
| Çarpıklık | | | | -0.08 | 0.40 | -1.011 | -1.71 | -0.61 | -0.65 |
| Basıklık | | | | 2.32 | 56.36 | 55.75 | 54.53 | 45.14 | 17.35 |
| % V.K | | | | | | | | | |

Araştırma alanında sulanan toprakların ortalama % tuz içeriği % 0.042, kuru tarım yapılan alanların ise %0.041'dir. Bölge toprakları % tuz içeriklerine göre sınıflandırıldığında (Özgül, 1974) toprakların tümünün tuzluluk için sınır değer olan % 0.15'ten daha az tuz içerdikleri için tuzsuz sınıfta yer aldığı görülmektedir. Bölge topraklarında tuzluluk açısından herhangi bir sorun görülmemektedir.

Araştırma alanında sulu tarım toprakların % kireç içeriği ortalama 19.88, kuru tarım alanında ise 16.03'tür. Güçdemir (2006) % kireç içeriği 15-25 arasında olan toprakları fazla kireçli olarak sınıflandırmıştır. Çalışma alanı topraklarının ortalama değerleri dikkate alındığında fazla kireçli olarak değerlendirilmektedir.

Çizelge 1 ve 2’de görüldüğü gibi sulu ve kuru tarım alanları için % VK’nın 36’ dan büyük olması çalışma alanı topraklarının % kireç içeriği bakımından yüksek derecede değişken olduğunu göstermektedir (Wilding ve ark., 1994).

Bölge topraklarının % OM içeriği sulu tarım alanında ortalama 2.37, kuru tarım alanında ise 2.27’dir. Topraklar OM içeriklerine göre sınıflandırıldığında, % 1-2 OM içeren toprakların OM içeriği az, % 2-3 OM içeren topraklar ise orta düzeydedir (Güçdemir, 2006). Çalışma alanı toprakları organik madde içeriklerine göre orta düzeyde organik madde içermektedir. Bölgede yeşil gübreleme, hayvan gübresi uygulanması vb organik madde içeriğini artırıcı uygulamaların yapılması toprak kalitesi açısından önemlidir. Araştırma alanında sulu tarım alanı için % VK’ 49.78, kuru tarım alanı için 54.53’tür. Her iki alanda topraklarının % VK’ ’nın 36’ dan büyük olması topraklarının % OM kapsamı açısından yüksek derecede değişken olduğunu göstermektedir (Wilding ve ark., 1994). Bu durum bölge çiftçilerinin farklı ürün yetiştirme ve farklı tarımsal uygulamalarından kaynaklanmış olabilir (Brady, 1990).

Çalışma alanında sulu tarım yapılan alanda topraklarının ortalama alınabilir fosfor içeriği 9.86 kgP₂O₅ da⁻¹, kuru tarım yapılan alanda ise 10.10 kgP₂O₅ da⁻¹’dır. Topraklar alınabilir fosfor içeriklerine göre, 6-9 kgP₂O₅ da⁻¹ içeren topraklar fosfor kapsamı bakımından orta düzeyde, 9-12 kgP₂O₅ da⁻¹ içeren topraklar ise yüksek düzeyde fosfor içeren topraklar sınıfındadır (Ülgen ve Yurtsever, 1988). Bu sınıflandırmaya göre çalışma alanı topraklarının fosfor içeriği yüksektir. Analiz sonuçlarına göre şu anda tarla ve bahçe bitkileri için fosforlu gübre uygulama ihtiyacı yoktur. Toprakların fosfor düzeyi 2-3 yılda bir analiz yapılarak izlenilmeli ve ihtiyaç durumunda fosforlu gübre uygulanmalıdır. Ancak birim alandan fazla miktarda ürün alınan sırık domates, hibrit mısır vb bitkiler için topraktan kaldırılan miktar ve bitki ihtiyacı dikkate alınarak fosforlu gübreler uygulanabilir. Topraklarda alınabilir fosfor için % VK sulu alan için 39.17, kuru alan için 45.14’tür. Her iki alanda da alınabilir P₂O₅ içeriğinin % VK 36’dan büyük olduğu için çalışma alanı toprakları alınabilir P₂O₅ içeriği bakımından yüksek derecede değişkendir (Wilding ve ark., 1994). Bu durum, bölge çiftçilerimizin geçmiş yıllardan beri toprak analizi yaptırmadan geleneksel yöntemlere göre gübre uygulamalarına bağlanabilir.

Araştırmada sulu tarım yapılan alanın ortalama alınabilir K₂O içeriği 55.07 kgda⁻¹, kuru tarım yapılan alanda ise 57.65 kgda⁻¹’dır. FAO sınıflandırmasına göre toprakların K içeriği 42.5-111 kg K₂O da⁻¹ (141-370 mgkg⁻¹) arasında ise yeterli, 111 kg K₂O da⁻¹ yüksek ise fazla olarak değerlendirilmektedir (FAO, 1990). FAO tarafından yapılan sınıflamaya göre araştırma alanı toprakları alınabilir potasyum bakımından yeterlidir. Ancak, K ihtiyacı yüksek olan bitkiler için bitkinin ihtiyacı ve topraktaki miktar karşılaştırılarak eksik kalan miktarı K’lu gübreler giderilmelidir. Topraklarda alınabilir K için % VK sulu alan için 20.10, kuru alan için 17.35’tir. Wilding ve ark., (1994)’nın bildirdiğine göre % VK 16-35 arasında olan veriler orta derecede değişken olarak değerlendirilmektedir. Çalışma alanı topraklarında % VK 16-35 arasında olduğundan, bölge toprakları alınabilir K₂O içeriği bakımından orta derecede değişkendir.

SONUÇ VE ÖNERİLER

Sulu ve kuru tarım yapılan toprak özellikleri arasında önemli bir fark yoktur. Standart değerlendirme ölçütleri ve ortalama değerlere göre sulu ve kuru tarım yapılan alanlarda toprak tekstürü uygun, toprak pH’sı hafif alkalın, topraklar tuz içeriği bakımından tuzsuz sınıfta, % kireç içeriği fazla, % organik madde içeriği orta, P₂O₅ miktarı yüksek, K₂O miktarı ise yeterlidir. Topraklarda P₂O₅ düzeyinin yüksek olması nedeniyle fosforlu gübre uygulamaları kısıtlanmalı ve toprak analiz sonuçları ve bitki ihtiyacına göre uygulanmalıdır. Bölge topraklarının genel olarak killi tın ve tınlı tekstüre sahip olması çevresel açıdan fosfora dikkat edilmesi gerekliliğini ortaya koymaktadır. Organik madde içeriği düşük topraklarda ise organik madde içeriğini artırıcı uygulamalar önerilir.

TEŞEKKÜR

Adıyaman-Besni Ziraat Odasına Toprak Analiz Laboratuvarında elde edilen verilerin kullanımına izin verdikleri için teşekkür ederiz.

KAYNAKLAR

- Black,C.A.,1965. Methods of Analysis Agron., No: 9. A. Soc. Agr., Madison Wisconsin, USA
- Brady, C.N. 1990. The Nature and Properties of Soils. Tenth Ed. Macmillan Pub. Com. New York
- Bouyoucos G.J.1951. A Recalibration of the Hydrometer for Making Mechanical Analysis of Soils. Argon J. 43 434-438
- Kacar, B., 1996. Bitki ve Toprak Analizleri 3. Ankara Üniv. Ziraat Fak. Eğitim, Araştırma ve Geliştirme Vakfı yayınları No:3
- FAO, 1990. Micronutrients. Assessment at the Country Level. An International Study. FAO Soil Bulletin. 63. Roma.
- Güçdemir, İ.H.. 2006. Türkiye Gübre ve Gübreleme Rehberi. TKB,Tar. Araş. Gen Müd. TGAE Müd. Yayınları. Genel Yay. No 231, Teknik Yayın No T.69. Ankara.
- Jackson M.L. 1962 Soil Chemical Analsis Prentice Hall. Inc.183
- Olsen S.R. Cole V.Watanabe F.S. Dean L.A.1954 Estimation of Available Phosphorus in Soils by Extraction with Sodium Bicarbonate U.S.A.
- Özgül, Ş. 1974. Tuzluluk ve Sodiklik. Teknik Rehber. Uluslar arası Sulama ve Drenaj Komisyonu Türk Milli Komitesi. Yayın No 2. Ankara
- Richards L.A. 1954. Diagnosis and Improvement of Saline and Alkali Soils. USA Salinity Laboratory. Handbook No:60
- Ülgen, N., Yurtseven, N., 1988. Türkiye Gübre ve Gübreleme rehberi. Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü, Toprak ve Gübre Araş. Ens. Müd. Yayınları. Genel Yayın No:151. Ankara
- Walkley A.1946. A Critical Examination of a Rapid Method for Determining Organic Carbon in Soils. 63,251-263
- Wilding, L.P., Bouma, J., Goss, D.W., 1994. Impact of Spatial Variability on Interpretative Modelling. In: Quantitative Modelling of soil Forming Processes. R.B. Bryant and Arnold R.W. (Eds) SSSA Special publication no:39, SSSA Inc. Madison, WI. Pp. 65-75.

Humik Asit ve Kadmiyum Uygulamalarının Hıyar (*Cucumis sativus* L.) Bitkisinde Kadmiyum Birikimine ve Fide Gelişimine Etkileri

Ertuğrul ÖZTÜRK*, Füsün GÜLSER*

*Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, 65080 Van

Özet

Araştırma, Yüzüncü Yıl Üniversitesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümüne ait iklim odasında kontrollü koşullarda, faktoriyel deneme desenine göre yürütülmüştür. Bu çalışmada, humik asit (HA) ve kadmiyumun hıyar (*Cucumis sativus* L.) bitkisinde, kadmiyum birikimine ve fide gelişimine etkileri araştırılmıştır. Humik asidin üç (0, 1000 ve 2000 ppm HA) ve kadmiyumun beş (0, 0.5, 2.0, 8.0 ve 32.0 ppm Cd) dozu kullanılmıştır. Sonuç olarak, artan kadmiyum dozlarının sürgün ve köklerde Cd konsantrasyonunu ($P < 0.01$) artırdığı ve fide gelişim kriterlerini olumsuz yönde etkilediği, humik asidin ise sürgün yaş ağırlığını ($P < 0.05$), kök yaş ağırlığını ($P < 0.01$) artırdığı belirlenmiştir. İnteraksiyonların, sürgün yaş ağırlığı, sürgün kuru ağırlığı, kök yaş ağırlığı ($P < 0.01$) ve yaprak sayısına etkileri ($P < 0.05$) önemli bulunmuştur.

Anahtar kelimeler: Kadmiyum, Kadmiyum birikimi, Hıyar, Humik asit, fide gelişimi

Effects of Humic Acid and Cadmium Applications on Cadmium Accumulation and Seedling Growth of Cucumber (*Cucumis sativus* L.)

Abstract

This study was carried out as a factorial experimental design in chamber room of Soil Science and Plant Nutrition Department in Yüzüncü Yıl University. It was aimed that to determination of the effects of humic acid and cadmium on cadmium accumulation and plant growth in cucumber (*Cucumis sativus* L.). Four doses of humic acid (0, 1000 and 2000 ppm HA) and five doses of cadmium (0, 0.5, 2.0, 8.0 and 32.0 ppm Cd) were used in this study. As a result, increasing cadmium doses increased ($P < 0.01$) Cd concentration in shoots and roots and negatively affected yield criteria. Humic acid positively affected shoot fresh weight ($P < 0.05$), and root fresh weight ($P < 0.01$). The effects of interactions were significant on shoot fresh weight, shoot dry weight, root fresh weight ($P < 0.01$) and leaf number ($P < 0.05$).

Keys words: Cadmium, Cadmium accumulation, Cucumber, Humic acid, seedling growth

GİRİŞ

Çevremizdeki ağır metal kirliliği düzeyi, nüfus artışıyla birlikte giderek artmaktadır. Ağır metallerin insan sağlığını olumsuz yönde etkileyecek düzeyde artması, bu elementlerin zararlarının azaltılmasına yönelik çalışmaları yaygınlaştırmıştır.

Endüstriyel atıklar, motorlu taşıt atıkları, maden yataklarından çıkarılan ağır metal içeren yeraltı kaynakları, volkanlardan yayılan ağır metaller ve tarım sektöründe kullanılan kimyasallar ağır metal kirliliğinin başlıca nedenleri arasında yer almaktadır. Ağır metallerin oluşturduğu en büyük sorun, besin zincirine yerleşerek insana kadar ulaşmaları ve kalıcı olmalarıdır (Gadd, 2000). Bundan dolayı, araştırmacılar, ağır metallerden insan ve çevre sağlığının en az düzeyde etkilenmesini amaçlayan bilimsel çalışmalara ağırlık vermişlerdir. Özellikle, insanların en çok kullandığı kaynaklar olan toprak, hava ve suyun kirleticilerle minimum düzeyde kirletilmesi araştırma konuları arasına girmiştir.

Toprakta bulunan humik maddeler bitkilerin beslenmesi bakımından önem taşımaktadır. Humik maddelerin topraklarda suyun tutulması, drenaj ve havalanma gibi toprakların fiziksel özelliklerinin iyileştirilmesi ve topraktaki besin elementlerinin yarayışlı hale getirilmesi gibi kimyasal özellikleri etkilediği bilinmektedir. Ayrıca humik maddeler ağır metallerle birleşerek, ağır metallerin bitkiler tarafından fazla miktarda alınmasını engellemektedir.

Ardakanai ve Stevenson (1972), toprakta mevcut killer, organik madde, hidrate demir, manganez oksitler, karbonatlar, inorganik asitler, amino asitler, humik ve fulvik asitler, biyolojik atıklar ve organik-metal komplekslerinin, topraktaki iz elementlerin hareketliliğini sınırlandırabildiğini belirtmişlerdir. Benzer şekilde, Blaskova (1994); Evangelou ve ark. (2004); Pinto ve ark. (2004); Chen ve Zhu (2006); Sushera ve ark. (2007); ve Qian ve ark. (2010) humik asitlerin Cd, Ni, Pb, Cu ve Zn gibi ağır metaller ile sıkı bir bağ oluşturarak değişik bitkiler tarafından alınımının sınırlandırdığını bildirmişlerdir.

Bu çalışmada farklı humik asit ve kadmiyum dozlarının hıyar (*Cucumis sativus* L.) bitkisinde, kadmiyumun birikimine ve fide gelişimine etkilerinin araştırılması amaçlanmıştır.

MATERYAL VE YÖNTEM

Araştırma Yüzüncü Yıl Üniversitesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümüne ait iklim odasında, faktöriyel deneme desenine göre, 2 kg toprak alabilen saksılarda, üç tekrarlamalı olarak yürütülmüştür. Deneme toprağında, bünye Bouyocous hidrometre yöntemi (Demiralay, 1993) ile; kireç içeriği Scheibler kalsimetresi ile; toprak reaksiyonunu, 1:2.5 oranında toprak:su süspansiyonunda pH metre ile ve toprak tuzluğu aynı süspansiyonda EC metre ile; organik madde içeriği Walkley Black yöntemi ile; değişebilir katyonlar amonyum asetat ekstraksiyonu ile, ekstrakte edilebilir Cd ve toplam Cd içeriği DTPA ve çift asit ekstraksiyonu ile atomik absorpsiyon spektrofotometresinde belirlenmiştir (Kacar, 1994).

Deneme toprağı ve denemede kullanılan humik asidin bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri Çizelge 1’de verilmiştir. Deneme toprağının özellikleri, killi- tınlı bünyeli, hafif alkali reaksiyonlu, tuzsuz, orta düzeyde kireçli, organik madde ve yarayışlı fosfor içeriğı çok düşük, potasyum içeriğı az, kalsiyum ve magnezyum içeriğı yüksek olarak belirlenmiştir (Alpaslan ve ark., 1998). Deneme toprağının DTPA ile ekstrakte edilebilir kadmiyum ve toplam kadmiyum içeriğı ise, toprakta kirlenmeyen alanlar için bildirilmiş Kacar ve ark. (2010)’da, Bergmann (1992) tarafından, toprakta kirlenmeyen alanlar için bildirilen kritik değerin (3 ppm) altında bulunmuştur.

Denemede, humik asidin 0, 1000 ve 2000 ppm dozları ve kadmiyumun 0, 0.5, 2.0, 8.0 ve 32.0 ppm dozları ekimden önce yetiştirme ortamlarına ilave edilmiştir. Temel gübreleme olarak, her bir saksıya 300 mg/kg azot, 150 mg/kg fosfor ve 200 mg/kg potasyum uygulanmıştır. Her bir saksıya 6 adet tohum gelecek şekilde, B.T. Bursa alfa hıyar (*Cucumis sativus* L.) çeşidi tohum ekilmiş, çimlenmeden sonra tüm saksılarda dört bitki kalacak şekilde seyreltme yapılmıştır. İklim odasının sıcaklığı ve nem düzeyi, hıyar (*Cucumis sativus* L.) bitkisi tohumlarının çimlenme döneminde 25-30°C ve %70 civarında, bitki 4-6 yapraklı olduğu dönemde ise ortalama 23°C ve %45’te tutulmaya çalışılmıştır.

Çizelge 1. Deneme toprağı ve humik asidin bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri

| Deneme toprağının özellikleri | |
|------------------------------------|-------------|
| Tekstür sınıfı | Killi-tınlı |
| PH (1:2.5) | 8.13 |
| EC (µS/cm) | 136.50 |
| Kireç (%) | 8.95 |
| Organik madde (%) | 0.82 |
| Yarayışlı P (ppm) | 1.32 |
| Değişebilir K (ppm) | 77.00 |
| Değişebilir Ca (ppm) | 5254.40 |
| Değişebilir Mg (ppm) | 738.00 |
| DTPA ile ekstr.edilebilir Cd (ppm) | 0.02 |
| Toplam Cd (ppm) | 0.15 |

| Humik asidin özellikleri | |
|--------------------------|--------|
| pH(1:2.5) | 3.50 |
| Organik madde (%) | 86.0 |
| Yarayışlı P (ppm) | 44.0 |
| Yarayışlı K (ppm) | 900.0 |
| Yarayışlı Ca (%) | 3.00 |
| Yarayışlı Mg (%) | 0.57 |
| Toplam Fe (ppm) | 8800.0 |
| Toplam Zn (ppm) | 23.0 |
| Toplam Mn (ppm) | 200.0 |
| Toplam Cu (ppm) | 29.0 |

Deneme 7 hafta sonra sonlandırılarak, yaprak sayısı, sürgün ve köklerde yaş ağırlık, kuru ağırlık ve uzunluk ölçümleri alınmıştır. Bitki örneklerinde Cd içeriği, Kacar ve İnal (2008)'ın bildirdiği şekilde, yaş yakma yöntemi ile elde edilen ekstraktlarda atomik absorpsiyon spektrofotometresinde belirlenmiştir. Denemede elde edilen verilerin varyans analizleri ve Duncan çoklu karşılaştırma testleri TARİST istatistik paket programında yapılmıştır.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Fide gelişim kriterlerine ait varyans analiz sonuçları incelendiğinde, farklı dozlarda humik asit uygulamalarının sürgün yaş ağırlığı ($P<0.05$) ve kök yaş ağırlığına etkileri önemli ($P<0.01$) bulunmuştur (Çizelge 2). Sürgün yaş ağırlığı, sürgün kuru ağırlığı, kök yaş ağırlığı ($P<0.01$) ve kök kuru ağırlığı ($P<0.05$), farklı dozlarda kadmiyum uygulamalarından önemli düzeyde etkilenmiştir. HAxCd interaksyonunun sürgün yaş ağırlığı, sürgün kuru ağırlığı, kök yaş ağırlığı ($P<0.01$) ve yaprak sayısına ($P<0.05$) etkilerinin önemli olduğu belirlenmiştir (Çizelge 3).

Çizelge 2. Fide gelişim kriterlerinin varyans analizinde elde edilen F değerleri

| | SD | Sürgün yaş ağırlığı | Sürgün kuru ağırlığı | Sürgün uzunluğu | Yaprak sayısı | Kök yaş ağırlığı | Kök kuru ağırlığı | Kök uzunluğu |
|-------|----|---------------------|----------------------|-----------------|---------------|------------------|-------------------|--------------|
| HA | 2 | 3.35 * | 0.09 öd. | 2.64 öd. | 0.61 öd. | 17.7 ** | 1.91 öd. | 1.79 öd. |
| Cd | 4 | 6.89 ** | 12.4 ** | 2.29 öd. | 0.97 öd. | 17.6 ** | 2.91 * | 2.07 öd. |
| HAxCd | 8 | 3.47 ** | 3.90 ** | 1.92 öd. | 3.00 * | 15.8 ** | 1.66 öd. | 1.40 öd. |

** 0.01 düzeyinde önemli, * 0.05 düzeyinde önemli, öd: önemli değil

Artan humik asit dozları fide gelişim kriterlerinde genellikle artış meydana getirmiştir. Sürgün yaş ağırlığı ve kök yaş ağırlığında elde edilen artışlar istatistiksel anlamda önemli bulunmuştur. Farklı humik asit uygulamalarında elde edilen en düşük ve en yüksek sürgün yaş ağırlığı ortalamaları, HA₀ ve HA₂ uygulamalarında sırası ile 10.67 g ve 13.15 g olarak belirlenmiştir (Çizelge 3). Benzer şekilde, kök yaş ağırlığında da en düşük ve en yüksek ortalamalar HA₀ ve HA₂ uygulamalarında sırası ile 1.27 g ve 1.93 g olarak elde edilmiştir. Araştırmada belirlenen, humik asit uygulamalarının verim kriterlerine olumlu etkisi literatür bilgileri ile uyum sağlamaktadır.

Allister (1987), yüksek düzeyde organik madde ve humik asit içeren humatların, bitkilerin büyüme ve gelişmelerine olumlu etkilerinin olduğunu bildirmiştir. Chen ve Aviad (1990), toprak organik maddesinin toprağın fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik özellikleri üzerine olumlu etkilerinin olduğunu, ayrıca humik maddelerin bitki gelişimini de doğrudan etkilediğini belirtmişlerdir. Senesi ve ark. (1990), yetiştirme ortamına uygulanan humik asidin, bitkinin kuru ağırlığını, bitki besin elementi alımını ve tohumların çimlenmesini olumlu yönde etkilediğini bildirmişlerdir.

Araştırmada, diğer dozlara kıyasla en yüksek Cd₄ (32 ppm) uygulamasının fide gelişim kriterlerinin genelinde meydana getirdiği azalmalar, değişik araştırmacıların bulgularıyla da uyum göstermektedir. Benzer şekilde, Poschenrieder ve ark. (1989), *Phaseolus vulgaris* L. (fasulye) bitkisine 48 saat süreyle 3 µM Cd uygulamış ve yaprak hücrelerinde genişlemenin engellendiğini, hücre duvarı elastikiyetinin azaldığını, ağır metallerin kök, gövde ve yaprak büyümesine olumsuz etki yaptığını belirlemişlerdir. Tester ve Leigh (2001), Verma ve Dubey (2003), köklerin, ağır metal stresine ilk maruz kalan bölgeler olması nedeniyle, en hızlı yanıtın verildiği ve en fazla zararın görüldüğü bitki aksamı olduğunu bildirmişlerdir. Bu araştırmada da en yüksek Cd₄ (32 ppm) dozunda kök bulgularında azalma belirlenmiştir.

Çizelge 3. Humik asit ve kadmiyum uygulamalarının fide gelişim kriterlerine etkileri

| | | Cd ₀ (0 ppm) | Cd ₁ (0.5ppm) | Cd ₂ (2.0ppm) | Cd ₃ (8.0ppm) | Cd ₄ (32ppm) | Ortalama |
|---------------------------|-----------------|----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|----------------------------|----------|
| Sürgün yaş ağırlığı, g | HA ₀ | 11.43 be | 11.64 be | 10.91 be | 10.91 ad | 8.43 e | 10.67 B |
| | HA ₁ | 7.54 e | 9.23 de | 9.99 ce | 16.93 a | 13.58 a-d | 11.45 B |
| | HA ₂ | 11.19 be | 14.32 ac | 15.37 ab | 15.18 ab | 9.71 de | 13.15 A |
| Ortalama | | 10.05 B | 11.73 B | 12.09 B | 14.34 A | 10.57 B | |
| Sürgün kuru ağırlığı,g | HA ₀ | 1.27 dg | 1.44 be | 1.33 cf | 1.85 ab | 1.06 fg | 1.39 |
| | HA ₁ | 1.05 eg | 1.22 dg | 1.20 dg | 2.02 a | 1.53 bd | 1.40 |
| | HA ₂ | 1.34 cf | 1.51 bd | 1.67 ac | 1.60 bd | 1.03 g | 1.43 |
| Ortalama | | 1.22 BC | 1.39 B | 1.40 B | 1.82 A | 1.21 C | |
| Sürgün boyu,cm | HA ₀ | 6.04 | 7.25 | 7.42 | 7.34 | 6.75 | 6.96 |
| | HA ₁ | 5.79 | 6.84 | 6.88 | 8.71 | 8.75 | 7.39 |
| | HA ₂ | 8.00 | 7.50 | 8.63 | 8.34 | 6.88 | 7.88 |
| Ortalama | | 6.61 | 7.20 | 7.64 | 8.13 | 7.46 | |
| Yaprak sayısı | HA ₀ | 5.00 ac | 5.00 ac | 4.67 ac | 4.58 ac | 4.42 bc | 4.73 |
| | HA ₁ | 4.50 ac | 4.81 ac | 4.42 bc | 5.58 a | 5.42 ab | 4.95 |
| | HA ₂ | 5.25 ab | 4.67 ac | 5.42 ab | 5.08 ab | 3.92 c | 4.87 |
| Ortalama | | 4.92 | 4.83 | 4.84 | 5.08 | 4.59 | |
| Kök yaş ağırlığı, g | HA ₀ | 2.1 b | 0.79 e | 0.83 e | 1.45 cd | 1.16 de | 1.27 B |
| | HA ₁ | 0.79 e | 0.83 de | 1.24 de | 2.99 a | 2.97 a | 1.76 A |
| | HA ₂ | 2.23 b | 1.90 b | 1.85 bc | 2.20 b | 1.48 cd | 1.93 A |
| Ortalama | | 1.71 B | 1.17 C | 1.31 C | 2.21 A | 1.87 B | |
| Kök kuru ağırlığı, g | HA ₀ | 0.25 | 0.24 | 0.24 | 0.29 | 0.30 | 0.26 |
| | HA ₁ | 0.18 | 0.18 | 0.21 | 0.37 | 0.32 | 0.25 |
| | HA ₂ | 0.21 | 0.21 | 0.25 | 0.25 | 0.17 | 0.22 |
| Ortalama | | 0.21 B | 0.21 B | 0.23 B | 0.30 A | 0.26 AB | |
| Kök uzunluğu, cm | HA ₀ | 16.3 | 19.3 | 19.2 | 17.0 | 18.6 | 18.08 |
| | HA ₁ | 16.2 | 18.5 | 20.4 | 25.1 | 21.2 | 20.28 |
| | HA ₂ | 17.9 | 19.3 | 21.3 | 20.0 | 16.1 | 18.92 |
| Ortalama | | 16.8 | 19.03 | 20.3 | 20.7 | 18.63 | |

HA₀:0 ppm, HA₁:1000 ppm, HA₂:2000 ppm, **0.01 düzeyinde önemli, *0.05 düzeyinde önemli, öd:önemli değil

Humik asit ve kadmiyum interaksiyonlarının önemli bulunduğu sürgün yaş ağırlığı, sürgün kuru ağırlığı, yaprak sayısı ve kök yaş ağırlığı ortalamaları incelendiğinde, humik asit uygulamalarına rağmen, artan kadmiyum dozlarının fide gelişim kriterlerinde azalmaya neden olduğu belirlenmiştir. Sürgün yaş ağırlığı, sürgün kuru ağırlığı ve yaprak sayısı ortalamaları HA₂Cd₀ uygulamasında sırası ile 11.19 g, 1.34 g ve 5.25 adet, HA₂Cd₄ uygulamasında sırası ile 9.71 g, 1.03 g ve 3.92 adet olarak elde edilmiştir. Kök yaş ağırlığına interaksiyonların etkisi incelendiğinde, HA₀Cd₀ uygulamasında kök yaş ağırlığı ortalaması 2.1 g ve HA₀Cd₄ de 1.16 g olarak elde edilmiştir. Humik asit uygulanmadığında, kök yaş ağırlığı ortalamaları artan kadmiyum dozları ile azalma göstermiştir. Benzer azalma HA₂ uygulamalarında da elde edilmiş, ancak HA₁ uygulaması ile artan Cd dozlarına rağmen kök yaş ağırlığında artış belirlenmiştir. Kök yaş ağırlığı ortalamaları HA₁Cd₀ uygulamasında 0.79 g, HA₁Cd₄ uygulamasında ise 2.97 g olarak elde edilmiştir.

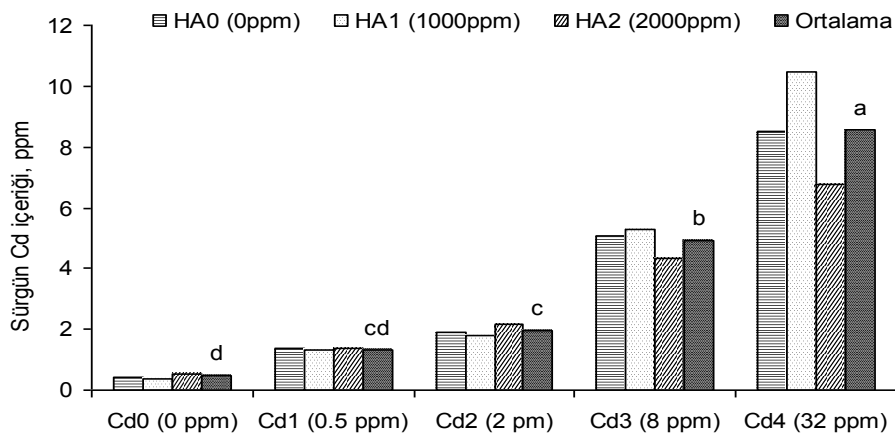
Humik asit ve kadmiyum uygulamalarının, sürgün ve kökte kadmiyum içeriğine etkisine ilişkin varyans analizi sonuçları Çizelge 4'te verilmiştir. Humik asit uygulamaları ve interaksiyonlar sürgünlerin ve köklerin kadmiyum içeriğinde önemli bir değişim meydana getirmemiştir. Kadmiyum uygulamalarının sürgün ve köklerin kadmiyum içeriğine etkileri ise önemli (P<0.01) bulunmuştur.

Çizelge 4. Fidelerde Cd içeriklerinin varyans analizine ilişkin F değerleri

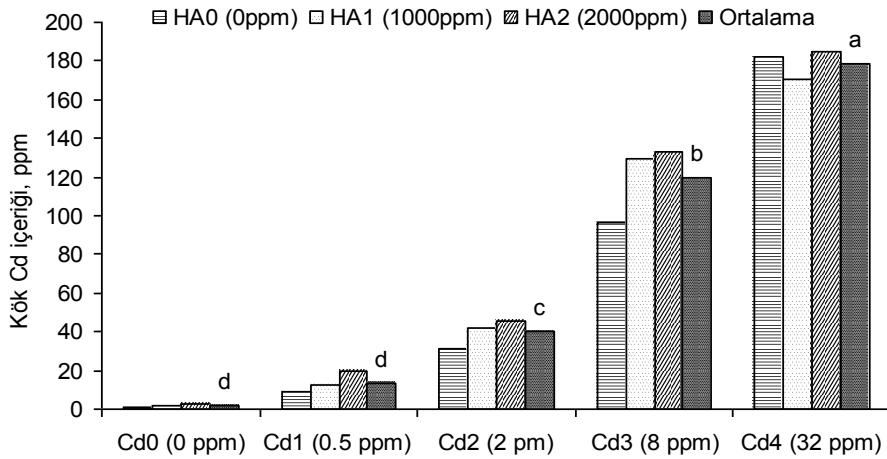
| | SD | Sürgünlerde Cd | Köklerde Cd |
|-------|----|----------------|-------------|
| HA | 4 | 0.80 öd. | 2.32 öd. |
| Cd | 2 | 105.6 ** | 183.9 ** |
| HAxCd | 8 | 0.73 öd. | 0.88 öd. |

** 0.01 düzeyinde önemli, öd: önemli değil

Artan dozlarda kadmiyum uygulamaları, kadmiyum içeriği bakımından sürgünlere kıyasla köklerde daha fazla artış meydana getirmiştir (Şekil 1 ve 2). Sürgünlerde belirlenen en düşük ve en yüksek kadmiyum içerikleri Cd₀ ve Cd₄ dozlarında sırası ile 4.91 ppm ve 8.57 ppm olarak belirlenmiştir. Köklerde de en düşük ve en yüksek kadmiyum içerikleri Cd₀ ve Cd₄ dozlarında sırası ile 1.66 ppm ve 178.93 ppm olarak elde edilmiştir.



Şekil 1. Humik asit (HA) ve Cd uygulamalarının sürgünlerin Cd içeriklerine etkisi.



Şekil 2. Humik asit (HA) ve Cd uygulamalarının köklerin Cd içeriklerine etkisi.

Humik asit ve kadmiyum uygulamalarının Cd içeriklerine etkileri Cd₄ (32 ppm) uygulaması fidelerin kadmiyum içeriğini, sürgünlerde kontrole kıyasla 19 kat, köklerde ise kontrole kıyasla 106 kat arttırmıştır. Cd₃ (8 ppm) uygulamasında ise kadmiyum içeriği kontrole kıyasla, sürgünlerde 11 kat,

köklerde ise 72 kat arttırmıştır. Bitkilerin ağır metalleri bünyelerinde biriktirme eğiliminde oldukları Steffens (1991) ve Vural (1993) tarafından da bildirilmiştir.

Bu araştırmada da artan kadmiyum dozlarına bağlı olarak bitki örneklerinin kadmiyum içeriği artmış, sürgünlere kıyasla köklerde daha fazla kadmiyum birikimi olduğu belirlenmiştir. Benzer şekilde, Wang ve ark. (2003), pirinç bitkisinde yaptıkları araştırmada ağır metallerin bitkilerin farklı aksamalarında kök>gövde>tohum>yaprak şeklinde biriktiğini, ağır metal alımlarında sıralamanın Zn,Cr>Cd,Cu>Pb şeklinde olduğunu belirlemiştir.

Kacar ve ark. (2010)'da, Bergmann (1992) tarafından, sebzelerde izin verilebilir en yüksek kadmiyum içeriği 0.10 ppm olarak bildirilmektedir. Bu araştırmada, kadmiyum uygulamaları ile sürgünlerde ve köklerde belirlenen kadmiyum konsantrasyonları izin verilebilir (0.10 ppm) düzeyden çok yüksek bulunmuştur. Araştırmada, kadmiyum uygulamaları ile bitkilerin kadmiyum içeriğinde belirlenen artışa rağmen, fide gelişim kriterlerinde elde edilen artışların, humik asidin değişik literatürlerde de bildirilen olumsuz koşullarda dahi bitki gelişimi üzerine iyileştirici etkilerinden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Bitkilerin kadmiyum içeriğinde belirlenen artışla birlikte Cd₄ (32 ppm) uygulamasına kadar fide gelişim kriterlerinde elde edilen artışların, humik asidin bildirilen (Senesi ve ark., 1990; Gülser ve ark. 2010) iyileştirici etkilerinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Toprak organik maddesinin parçalanma ve ayrışması sonucunda humik ve fulvik asitlerin oluştuğu bilinmektedir. Oluşan asitlerin, topraklarda bitki besin elementlerini ve toksik bazı elementleri bağlayarak, güçlü kompleksler oluşturdukları belirtilmektedir (Lobartini ve ark., 1997; Harper ve ark., 2000).

Humik asit uygulamalarının Cd₄ dozuna kadar, ağır metal zararlarına karşı hiyar (*Cucumis sativus L.*) bitkisinde olumlu etkileri belirlenmiştir. Bu etkilerin, literatürde (Pujola ve ark. 1992; Özbek ve ark. 1995) bildirilen humik maddelerin ağır metallerle kompleksler oluşturarak ağır metallerin bitkiler tarafından alınımını sınırlandırması sonucunda gerçekleştiği düşünülmektedir. Benzer şekilde, Blaskova (1994); Evangelou ve ark. (2004); Pinto ve ark. (2004); Chen ve Zhu (2006); Sushera ve ark. (2007); ve Qian ve ark. (2010) humik asitlerin Cd, Ni, Pb, Cu ve Zn gibi ağır metaller ile sıkı bir bağ oluşturarak değişik bitkiler tarafında alınımını sınırlandırdığını bildirmişlerdir.

Araştırma sonuçlarına dayanılarak, günümüzde çevre kirliliğinde dolayısıyla ağır metal kirliliğindeki artışlara bağlı olarak tarımsal üretimde ortaya çıkabilecek ağır metal kirliliğinin azaltılmasında, sürgünlerde kısmi olumlu etkisinden dolayı humik asit gibi organik materyallerin uygulanmasının yararlı olabileceği önerilmektedir. Elde edilen sonuçların, ağır metaller ile yapılabilecek benzer çalışmalara kaynak olabileceği ve organik materyallerin kullanımının yaygınlaşmasında yararlı olabileceği düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

- Allister, Mc. J., 1987. A Practical Guide to Novel Soil Amendments. Rodale Press, Emmaus, Pennsylvania. 124.
- Blaskova, E., 1994. Cadmium, lead, mercury, in the soil and in potatoes under irrigated conditions. Vedecke Prace Vyskumneho Ustavu Zavlaho Hospodarstva v Bratislava, 21: 127-138.
- Chen, B., Zhu, Y.G., 2006. Humic acids increase the phytoavailability of cd and pb to wheat plants cultivated in freshly spiked, contaminated soil. Journal of Soils and Sediments, 6(4): 236-242.
- Chen, Y., Aviad, T., 1990. Effects of Humic Substances on Plant Growth. In: Mc Carthy, P., Calpp, C.E., Malcolm, R.L., Bloom, P.R., (eds). Humic Substances in Soil and Crop Sciences; Selected readings. ASA and SSSA, Madison, WI. Pp.161-186.
- Demiralay, İ. 1993. Toprak Fiziksel Analizleri. Atatürk Üni. Zir. Fak. Yayınları. No.143 Erzurum.
- Evangelou, M.W., Daghan, H., Schaeffer, A., 2004. The influence of humic acids on the phytoextraction of cadmium from soil. Chemosphere, 57(3): 207-13.
- Gadd, G. M., 2000. Bioremedial potential of microbial mechanisms of metal mobilization and immobilization. Current Opinion in Biotechnology, 271-279.
- Gülser, F., Sönmez, F., Boysan, S., 2010. Effects of calcium nitrate and humic acid on pepper seedling growth under saline condition. Journal of Environmental Biology, 31: 873-876.

- Harper, S. M., Kerven, G. L., Edwards, D. G., Ostatek-Boczyski, Z., 2000. Characterization of fulvic and humic acids from leaves of eucalyptus *Comaldulensis* and from decomposed hay. *Soil Biology & Biochemistry*, 32:1331-1336.
- Kacar, B., 1994. Bitki ve Toprağın Kimyasal Analizleri: III Toprak Analizleri. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Eğitim Araştırma ve Geliştirme Vakfı Yayınları No:3, Ankara, 705.
- Kacar, B., İnal, A., 2008. Bitki Analizleri. Nobel Yayın No:1241, Fen Bilimleri:63.
- Kacar, B., Katkat, A.V., Öztürk, Ş. 2010. Bitki Fizyolojisi. Nobel Yayın No:848, Fen Bilimleri:28, Nobel Bilim ve Araştırma Merkezi Yayın No:46.
- Lobartini, J.C., Orioli, G.A., Tan, K.H., 1997. Characteristics of soil humic acid fractions separated by ultrafiltration. *Corn. Soil Sci. Plant Anal.*, 28 (9&10): 787-796.
- Özbek, H., Kaya, Z., Gök, M., Kaptan, H., 1995. Toprak bilimi. Ç.Ü. Ziraat Fakültesi Genel Yayın No; 73, Ders Kitapları Yayın No;16, Adana.
- Pinto, A.P., Mota, A.M., Varennes, A., Pinto, F. C., 2004. Influence of organic matter on the uptake of cadmium, zinc, copper and iron by sorghum plants. *Science of The Total Environment*, 326: 239-247.
- Poschenrieder, C.H., B. Gunse, B., Barcelo, J., 1989. Influence of cadmium on water relations, stomatal resistance and abscisic acid content in expanding bean leaves. *Plant Phys.*, 90:1365-1371.
- Pujola, M., Sana, J., Senesi, N., Miano, T. M., 1992. Effects of Organic Fertilizer on Functional Groups of Humic Acid in Soil. *Humic Substances in the Global Environment and Implications on Human Health. Proceedings of the 6 th International Meeting of the International Humic Substances Society*,: 695-700.
- Qian, W., Zhu, L., Shuiping, C., Zhenbin, W., 2010. Influence of humic acids on the accumulation of copper and cadmium in *Vallisneria spiralis* L. from sediment. *Environmental Earth Sciences*, 61(6):1207-1213.
- Senesi, N., Loffredo, E., Padonava, G., 1990. Effects of humic acid. herbicide interactions on the growth of *Pisum Sativum* in nutrient solution. *Plant and Soil*, 127: 41-47.
- Steffens, J. C., 1991. The Heavy Metal Binding Peptides of Plants. *Ann. Rev. Plant Physiol. Plant Mol. Biol*, 41:53-575.
- Sushera, B., Prayad, P., Guy, L. R., Julian, F., Tyson Kruatrachue, M., Xing, B., Suchart, U., 2007. Influences of Cadmium and Zinc Interaction and Humic Acid on Metal Accumulation in *Ceratophyllum Demersum*. *Water, Air, & Soil Pollution*, 180(1-4):225-235.
- Tester, M., Leigh, R.A., 2001. Partitioning of nutrient transport processes in roots. *J. Exp. Bot.*, 52: 445-457.
- Vural, H., 1993. Ağır Metal İyonlarının Gıdalarda Oluşturduğu Kirlilikler. *Ekoloji*, 8: 3-8.
- Wang, C.X., Mo, Z., Wang, H., Wang, Z.J., Cao, Z.H., 2003. The transportation, time-dependent distribution of heavy metals in paddy crops. *Chemosphere*, 50:717-723.

Ülkemizde Yaygın Olarak Yetiştirilen Bazı Üzüm Çeşitlerinin Doğal Beslenme Durumlarının Belirlenmesi

Hüsameddin ÜNSAL*

Şefik TÜFENKÇİ*

*Yüzüncü Yıl Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü

Özet

Bu çalışma Türkiye’de yaygın olarak yetiştiriciliği yapılan bazı üzüm çeşitlerinin doğal beslenme durumlarını belirlenmesi amacı ile yapılmıştır. Deneme materyali olarak Boğazkere, Alphonse Lavalée, Sultani Çekirdeksiz, Narince, Cabarnet Sauvignon ve Öküzgözü çeşitleri kullanılmıştır. Yüzüncü Yıl üniversitesi ait bir iklim odasında 5 tekrarlamalı olarak kurulan denemede, 1:1:1 oranında toprak, kum ve çiftlik gübresi karışımı kullanılmış saksılarda bu çeşitlere ait çelikler köklendirilmiştir. Köklenmiş çeliklerden alınan yaprak örneklerinde yapılan analiz sonuçlarına göre en yüksek azot, fosfor, potasyum, demir, çinko ve bakır, içerikleri %10.71, %0.53, %2.84, 100,96 ppm, 27.64 ppm, ve 23,2 ppm ile Sultani Çekirdeksiz çeşidinde, en yüksek kalsiyum ve mangan içeriklerine sırasıyla %4,47 ve 236,81 ppm ile Boğazkere çeşidinde, en yüksek magnezyum içeriği %1,86 ile Alphonse Lavalée çeşidinde, en yüksek sodyum içeriğine ise 1428,45 ppm ile Narince çeşidine rastlanmıştır. Bu sonuçlar ışığında en zengin mineral madde içeriğinin Sultani Çekirdeksiz çeşidinde olduğu tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Üzüm, Yaprak, Besin Elementi.

Determination of Nutrient Status of Some Grape Varieties Grown Widely in Our Country

Abstract

This study was carried out to determine the natural nutritional status of the some grape varieties grown widely in Turkey. Bogazkere, Alphonse Lavalée, Sultani Seedless, Narince, Cabarnet Sauvignon, and Öküzgözü varieties were used as experiment materials. The cuttings of these cultivars were rooted in the five repetitive pots having a mixture of soil, sand and farmyard manure at the rate of 1:1:1 in the growth chamber of Faculty of Agriculture, University of Yuzuncu Yil. According to the results of the analysis of leaf samples taken from rooted cuttings, the highest nitrogen, phosphorus, potassium, iron, zinc and copper contents were determined as of 10.71%, 0.53%, 2.84%, 100.96 ppm, 27.64 ppm, and 23.2 ppm, respectively in Sultani Seedless cultivar; the highest calcium and manganese contents were determined as 4.47% and 236.81 ppm, respectively in Bogazkere cultivar; the highest magnesium content was determined as 1.86% in Alphonse Lavalée cultivar; the highest sodium content were found as 1428.45 ppm in the Narince cultivar. In the light of these results the richest mineral matter contents were determined in the Sultani Seedless cultivar.

Key Kords: Grape, Leaf, Nutrient

GİRİŞ

Türkiye gerek üretim alanı ve gerekse üretim miktarı bakımından üzüm (*Vitis vinifera* L.) yetiştiriciliğinde dünyada önde gelen ülkeler arasındadır. Türkiye’de mevcut bağ alanının 540 000 ha olduğu ve bu alan üzerinde 3,7 milyon ton üzüm elde edildiği belirtilmiştir. (Anonim 2001). Diğer tarım kollarında olduğu gibi bağcılıkta da temel amaç birim alandan yüksek verim ve kaliteli ürün almaktır. Bağlarda meyve kalitesi üzerine pek çok faktörün yanında beslenme durumunun da önemli oranda etkili olduğu anlaşılmıştır. (Kovancı ve Atalay, 1977; Atalay ve Anaç, 1991). Üzüm kuraklığa karşı dayanımı olan mezofit sınıfına ait bir bitki türüdür (Magriso 1981, Huglin 1986). Kuvvetli kök

sitemi ve vejetatif gelişmesinde bazı yapısal özellikleri sayesinde değişik ortamlara rahatça uyum sağlayabilmektedir. Verimli ve kaliteli ürün elde edebilmek asmanın su ve besin elementi ihtiyacını düzenli bir şekilde sağlayabilmekle mümkündür (Huglin 1986).

Bütün bitkilerde olduğu gibi asma da yaşamını sürdürebilmesi, gelişmesi ve mahsul verebilmesi için gerekli olan besin elementlerini iyonik formlar şeklinde su ile birlikte topraktan alır. Asmanın en fazla ihtiyaç duyduğu besin elementleri azot, fosfor ve potasyumdur. Bunların dışında asma bitkisi için mutlak gerekli besin elementleri arasında yetersizliği en çok tespit edilenler ise kalsiyum, magnezyum, demir ve çinko dur (Kocamaz ve ark., 1983.). üzüm yetiştiriciliğinde verim ve kalite üzerine toprak ve çevre faktörlerinin yanı sıra beslenme durumları da etki etmektedir (Aydın ve Çoban, 2002; Atalay ve Anaç, 1991; Kovancı ve Atalay, 1977). Bağların beslenme durumlarının belirlenmesinde, besin elementi içeriklerinin yanı sıra toplam beslenme (N, P₂O₅, K₂O), beslenme dengesi (N: P₂O₅: K₂O, 52,5:10,5:37,0) ve antagonistik etkiye sahip elementlerin oranları (N/K: 1,9-2,4, K/Mg: 3,5-7,0) büyük önem taşımaktadır. (Kovancı ve Atalay, 1977).

Makro ve mikro elementler, asmanın düzenli büyümesi, bol ve kaliteli ürün vermesi için büyük önem taşımaktadır. Makro ve mikro besin elementlerinin bitki bünyesinde eksik ya da fazla olması durumunda, bitki gelişiminde birtakım olumsuz sonuçlara yol açacaktır (Anonim, 2009).

Bu çalışmada, ülkemizde yoğun olarak yetiştirilen üzüm çeşitlerinin beslenme durumları ortaya konularak, beslenme sorunlarının çözülmesi için referans oluşturması amaçlanmıştır.

MATERYAL ve YÖNTEM

Deneme materyali olarak Boğazkere, Alphonse Lavalée, Sultani Çekirdeksiz, Narince, Cabarnet Sauvignon ve Öküzgözü çeşitleri kullanılmıştır. Yüzüncü Yıl üniversitesi ait bir iklim odasında 5 tekrarlamalı olarak kurulan denemede, 1:1:1 oranında toprak, kum ve çiftlik gübresi karışımı kullanılmış saksılarda bu çeşitlere ait çelikler köklendirilmiştir. Deneme toprağında tekstür, Bouyoucoucous (1951) tarafından bildirildiği şekilde hidrometre yöntemine göre, toprak reaksiyonu (pH), saf su ile 1:2,5 oranında sulandırılarak, potansiyometrik olarak belirlenmiştir (Chapman ve Pratt, 1961), kireç Çağlar (1949) tarafından belirtildiği şekilde Scheibler Kalsimetresi kullanılarak saptanmıştır, organik madde Walkley-Black yaş yakma yöntemi ile belirlenmiş ve tuz içeriği ise Richards (1954)'ün bildirdiği şekilde belirlenmiştir. Köklenmiş çeliklerden alınan yaprak örneklerinde azot kjehldahl yöntemine göre, toplam fosfor spektrofotometre ile sarı renk yöntemine göre, potasyum, kalsiyum, magnezyum, demir, çinko, bakır, mangan ve sodyum ise atomik adsorbsiyon spektrofotometresinde belirlenmiştir (Kacar ve İnal, 2008).

Elde edilen verilere varyans analizi uygulanmış, ortalamalar arasındaki farkın önemliliğini test etmek için Duncan çoklu karşılaştırma testi kullanılmıştır (Düzgüneş ve ark., 1983).

BULGULAR VE TARTIŞMA

Araştırma sonunda yetiştirme ortamında pH, tekstür, kireç ve organik madde analizleri yapılmıştır. Toprak analiz sonuçları Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge 1. Deneme ortamı toprak karışımının bazı fiziksel kimyasal ve biyolojik özellikleri

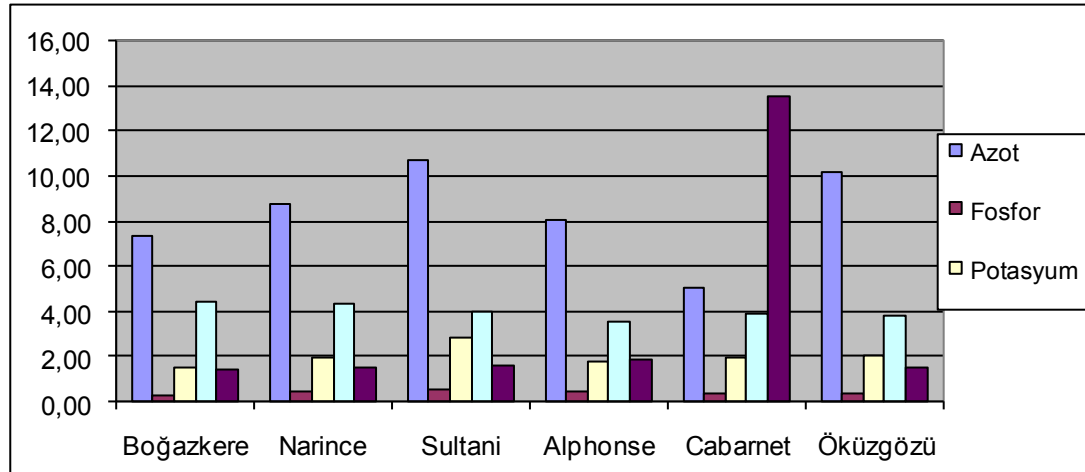
| Tekstür sınıfı | pH | Tuz | Kireç | Organik madde |
|----------------|---------|-------|-------|---------------|
| | (1:2.5) | (%) | (%) | (%) |
| Killi-tın | 8.26 | 0.057 | 14.4 | 1,18 |

Türkiye’de yaygın olarak yetiştiriciliği yapılan üzüm çeşitlerinden alınan yaprak örneklerinde azot (N), fosfor (P), potasyum (K), kalsiyum (Ca), magnezyum (Mg) düzeyleri (Çizelge 2) ile demir (Fe), çinko (Zn), bakır (Cu), mangan (Mn) ve sodyum (Na) element düzeyleri saptanmıştır (Çizelge 3). Yapılan analiz sonuçlarına göre en yüksek azot, fosfor, potasyum, demir, çinko ve bakır, içerikleri %10,71, %0,53, %2,84, 100,96 ppm, 27,64 ppm, ve 23,2 ppm ile Sultani Çekirdeksiz çeşidinde, en yüksek kalsiyum ve mangan içeriklerine sırasıyla %4,47 ve 236,81 ppm ile Boğazkere çeşidinde, en yüksek magnezyum içeriği %1,86 ile Alphonse Lavalée çeşidinde, en yüksek sodyum içeriğine ise 1428,45 ppm ile Narince çeşidine rastlanmıştır.

Çizelge 2. Üzüm çeşitlerinin makro element içerikleri.

| | N (%) | P (%) | K (%) | Ca (%) | Mg (%) |
|---------------------|--------|--------|-------|--------|--------|
| Boğazkere | 7,33E | 0,308E | 1,5D | 4,47A | 1,45A |
| Narince | 8,74C | 0,46B | 1,93B | 4,32A | 1,5A |
| Sultani Çekirdeksiz | 10,71A | 0,53A | 2,84A | 4B | 1,59A |
| Alphonse Lavalée | 8,05D | 0,43C | 1,79C | 3,55C | 1,86A |
| Cabarnet Sauvignon | 5,05F | 0,33D | 1,94B | 3,89B | 13,5A |
| Öküzgözü | 10,14B | 0,35D | 2,04B | 3,85B | 1,51A |

Çeşitler arasındaki fark azot, fosfor, potasyum ve kalsiyum için $P < 0,001$ düzeyinde önemli olarak saptanmıştır. Magnezyum için çeşitler arasındaki fark önemsiz bulunmuştur. Sultani Çekirdeksiz, Boğazkere ve Öküzgözü çeşitlerinin makro element içerikleri bakımından zengin olduğu göze çarpmaktadır.

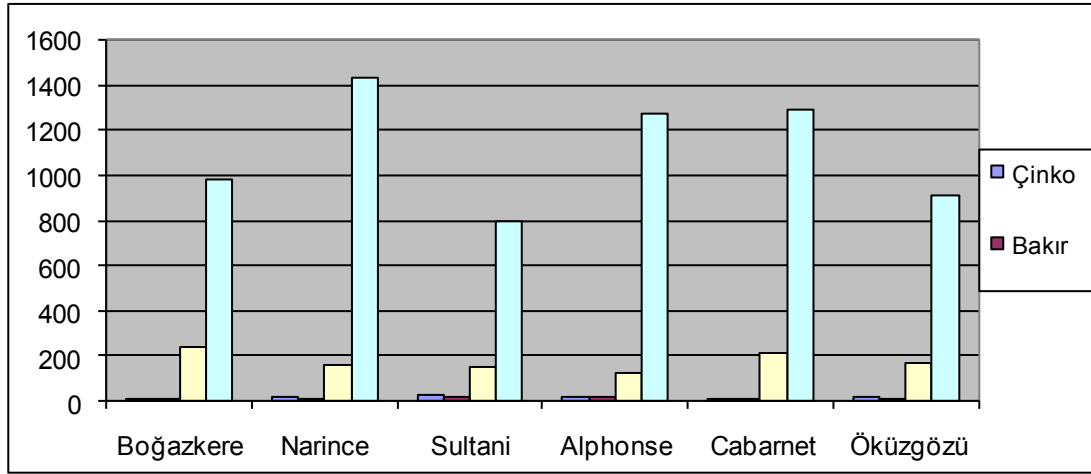


Şekil 1. Üzüm çeşitlerinin makro element içerikleri

Çizelge 3. Üzüm çeşitlerinin mikro element içerikleri.

| | Fe (ppm) | Zn (ppm) | Cu (ppm) | Mn (ppm) | Na (ppm) |
|---------------------|----------|----------|----------|----------|----------|
| Boğazkere | 95,34AB | 13,14C | 14,09B | 236,81A | 978,55C |
| Narince | 87,31B | 15,11C | 9,83CD | 164,57D | 1428,45A |
| Sultani Çekirdeksiz | 100,96A | 27,64A | 23,2A | 151,55E | 792,66D |
| Alphonse Lavalée | 87,27B | 22,21B | 14,77B | 120,73F | 1276,48B |
| Cabarnet Sauvignon | 90,53AB | 13,39C | 8,34D | 214,66B | 1287,98B |
| Öküzgözü | 94,52AB | 22,34B | 10,96C | 172,29C | 909,74C |

Çeşitler arasında çinko, bakır, mangan ve sodyum için $P < 0,001$ düzeyinde önemli farklılıklar elde edilmiştir. Mikro element içerikleri bakımından Sultani Çekirdeksiz, Boğazkere, Alphonse Lavallée çeşitlerinin mikro besin elementi içeriklerinin yüksek olduğu görülmektedir.



Şekil 2. Üzüm çeşitlerinin mikro element içerikleri

Tüfençi ve ark. (2009), Van ili bağlarının beslenme durumlarının belirlenmesi isimli çalışmalarında buldukları sonuçlara göre en yüksek azot içeriğine Sultani Çekirdeksiz çeşidinde rastlamışlardır. Sultani Çekirdeksiz çeşidinin mineral madde içeriklerinin yüksek olduğunu görmüşlerdir. Çelik ve Kısmalı (2004), Bayraklı ve Er (1998), Aktaş ve Karaçal (1988), Atalay ve Anaç (1991), Christensen (1984) ve Christensen (2000) yaptıkları çalışmalarda üzüm çeşitlerinin mineral madde içeriklerinin çeşit bazında farklılıklar gösterdiklerini bulmuşlardır.

Yaptığımız çalışmanın ülkemizde yaygın olarak yetiştirilen üzüm çeşitlerinin mineral madde içeriklerinin belirlenmesi ve daha sonra yapılacak olan çalışmalara ışık tutması açısından önem arz edeceği kanısına varılmıştır.

KAYNAKLAR

- Aktaş, M., Karaçal, İ., 1998. Kırıkkale ve Delice İlçelerinde Hasandede Üzüm Çeşidinin Bitki Besin Kapsamı Durumu. Doğa, Tarım ve Ormancılık Dergisi . 12(3) ;291-304.
- Atalay, İ.Z., Anaç, D. 1991. Salihli bağlarının beslenme durumunun toprak ve bitki analizleri ile incelenmesi. TÜBİTAK. Proje No: TOAG -659.
- Aydın, Ş., Çoban, H. 2002. Ege Bölgesinde bağların beslenme durumları. Türkiye V. Bağcılık ve Şaraplık Sempozyumu, 5-9 Ekim 2002. Ankara Üniversitesi Bahçe Bitkileri Bölümü.
- Anonim 2009. <http://www.volkanderinbay.net/tarimnet/bagcilik.asp>.
- Anonim 2001. 2000 yılı iktisadi raporu. İzmir Ticaret Odası Yayınları. İzmir
- Bayraklı, F., Er, F., 1998. Hadim Aladağ Yöresindeki Üzüm Bağlarının N, P, K, Ca ve Mg düzeylerinin Belirlenmesi Üzerine Araştırma. Sf:254. 4. Bağcılık Sempozyumu 20-23 Ekim 1998, Yalova
- Bouyoucus, G.D., 1951. A Recalibration of the Hydrometer Method for Making Mechanical Analysis of the Soil. Agronomy J., 43 434-438
- Çelik, M., Kısmalı, İ., 2004. Bazı Amerikan Asma Anaçlarının Yuvarlak S. Çekirdeksiz Üzüm Çeşidinde Makro Mineral Besin Maddelerinin Alımına Etkileri Üzerine Araştırmalar. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 41(1): 31-38
- Christensen, P., 1984. Nutrient level comparisons of leaf petiols and blades in twenty-six grape cultivars over three years (1979 through 1981). Am. J. Enol. Vitic. 35(3):124-133
- Christensen, P., 2000. Grape Notes. University of California . November-December.
- Chapman, H.D., Pratt, P.F., 1961. Methods of Analysis For Soils Plants and Waters. P. 1-309 University of California Division of Agrucultural Sciences. USA.

- Çağlar, K.Ö., 1949. Toprak Bilgisi. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları. 10: 231-
- Düzgüneş, O., Kesici, T., Gürbüz, F., 1983. İstatistik Metotları.I. A.Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları:861, Ders Kitabı:229, Ankara.
- Huglin, R. 1986. Biologie et Ecologie de la vigne. (Resistance au froid hivernal, 249-252). Payot Lausaune, Paris.
- Kacar, B., Inal, A. 2008. Bitki Analizleri. Nobel Yayınları, Ankara, ISBN: 978-605-395-036-3.
- Kovancı, İ., Atalay, İ.Z.1977. Çal bağlarında makro besin elementi durumu ve toprak-bitki ilişkileri. Bitki cilt 4. sayı 2. 192-212.
- Kocamaz, E., Gökçay, E., Özışık, S., Çalışkan, A. 1983. Azotlu gübrenin bağlara en uygun atım zamanı ve adedini tespit denemesi. Bağcılık Araştırmaları Ülkesel Projesi Sonuç Raporları. Tarım Orman ve Köyişleri Bakanlığı Ziraat İşleri Genel Müdürlüğü. Cilt 2(2), 22s.
- Magriso, Y.N. 1981. (Bulgarca) Bağlarda Su Tüketiminin Biyolojik Esasları ve Sulanması. Plovdiv
- Richards, L.A. 1954. Diagnosis and Improvement of “ Saline and Alkali Soils” Handbook 60: U.S. Dept. Of Agriculture. USA.
- Tüfenkçi, Ş., Sönmez, F., Gazioğlu Şensoy, R.İ., 2009. Van İli Bağlarının Beslenme Durumlarının Belirlenmesi. Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 2009. 13(4):13-22.

Farklı Dozlarda Potasyum Kullanılmasıyla, Tamamlayıcı Sulamanın Kurak Bağlarda Üzüm Verimine ve Potasyum Alımına Etkileri

Hosein TABİEHZAD*

Farrok Gani SHAYESTE**

* Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi
** İran Batı Azerbaycan Araştırma Merkezi

Özet

Potasyum, bağlarda verim artışında ve olgunlaşma periyodunda önemli ve gerekli bir unsur olarak kabul edilir. Özellikle yetiştirme zamanında üzüm tanesi güçlü bir potasyum rezervuarıdır. Bu amaçla tamamlayıcı sulamanın ve potasyum düzeylerinin etkileri bölünmüş, parseller şeklinde kuru tarım koşulunda araştırılmıştır. İlk faktörde sulama olmaksızın (I_0) ve tamamlayıcı sulama, meyvenin koruk zamanında (I_1) ve alt parsellerde potasyum(K) düzeyleri: (K_1) toprak analizine göre potasyum sülfat (K_2SO_4), (K_2) toprak analizinden %40 az ve (K_3) %40 toprak analizinden fazla üç tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Sonuçlara göre meyve ağırlığı kümelerde (salkımlarda) yüzde beş (%5) anlamlı ve en fazla verim toprak analiz sonucundan elde edilmiştir. (K_2)'ye nazaran %16 fazla ürün vermiştir. Potasyum düzeyleri yüzde beş (%5) yapraktaki potasyum ve magnezyum besin düzeylerine etkili olmuştur. En fazla potasyum alımı (K_3, I_1) işleminde ve üzüm salkımlarının ekşi zamanında görülmüş ve en az potasyum miktarı (K_2, I_0) işleminde elde edilmiştir.

Anahtar kelimeler: K_2SO_4 , sulama kılavuzu, kuru bağcılık

The Study of Potassium and Supplemental Irrigation Effects on Yield Grape in Rainfed Vineyard

Abstract

Potassium (K) is essential for vine growth and yield. Grape berries are a strong sink for K, particularly during ripening. The experiment was based on a Split Plot Randomized Complete block design with three Replications during 2004-2005. Main plots to include: I_0 - non irrigation and I_1 -Irrigation in the days of Sour grapes and secondary Plots to include: $T_1(K_2SO_4)$ (based on soil and plant test recommendations), $T_2(K_2SO_4)$ (%40 less soil and plant test) and $T_3(K_2SO_4)$ (%40 above soil and plant test). The results of statistical analysis showed that the effect of treatments on clusters weight was significant at (%5) Such as the most of clusters weight to obtained from $T_3(K_2SO_4)$ %40 above soil and plant test). Effect of treatments on leaf concentration of K, Mg and K/Mg ratio were significant at the %5 level Such as the most of potassium concentration to obtained from $T_3(K_2SO_4)$ %40 above soil and plant test) resulting in a 46 percent higher concentration of K in $T_3(K_2SO_4)$ %40 above soil and plant test) than in the $T_2(K_2SO_4)$ %40 less soil and plant test) and leaf concentration of magnesium was against of potassium.

Key words:, K_2SO_4 , supplemental irrigation, rainfed vineyard

GİRİŞ

İran'ın Batı Azerbaycan bölgesinde yaygın bir şekilde üzüm bağları bulunmakta, kuru ve sulu alanlarda yetiştirilmektedir.

Kuru tarımda bağcılık 6583 ha'lık eğimli arazilere yayılmıştır. Sözkonusu arazilerde istifade edilebilir potasyum düzeyinin az olması, zayıf amenajman uygulamaları nedeniyle, bağların beslenme durumlarının düşük kalitede olması ve yine sulama sorununun olması, bu bağlarda üzümlerin verim ve kalitesini düşürmektedir. Aynı zamanda potasyumun bağlardaki ürün artışına ve kalitesine etkisi iyi bilinmektedir. Özellikle kuru bağcılıktaki önemi sulu bağcılıktan daha yüksek olup, meyve içinde

enzim faaliyetleri ve fizyolojik olaylarda önemli görev üstlenerek üzüm asmalarının tuzluluk, soğuk ve kuraklığa karşı dayanıklılığını arttırmaktadır.

Toprak-su araştırma raporlarına göre; potasyum kullanımı, tüm gübre kullanımının %1'i kadar olmaktadır. Görsel olarak bölgede gözlemler yapılmıştır ve yaprak analiz sonuçlarına göre, bağlarda potasyum azlığı görülmüş ve buna bağlı olarak da potasyum gübresi kullanımının üzüm bağlarında doğru bir seçim olduğu tesbit edilmiştir.

Tahiri ve ark (2004), tarafından yapılan analiz sonuçlarına göre; potasyum noksanlığı tesbit edilmiştir. Bu yüzden farklı potasyum dozları ve tamamlayıcı sulama araştırılmasının potasyum alımına etkileri ve dolayısıyla üzüm tanelerinin kalite ve verim artışına etkisi 2 yıl boyunca (2003-2005) izlenmiştir.

Nicar ve Reme (1978), yaptıkları çalışmada üzüm ağacı üstünde şu sonuca varmışlardır; 650gr N , 530gr P ve 750gr K kullanımıyla her bir üzüm ağacında bir yıl içerisinde, yaprak sapında %0,9--%0,38--%3,45 potasyum bulunmuştur.

Nicar ve Verma (1979)'da yaptıkları N, P, K denmesinde (Thompson Seedless) ludiyan üzüm varyetesinde en fazla ürün miktarını 400gr azot, 996gr potasyum ve 524gr fosfor düzeylerini her üzüm asması için rapor etmişlerdir.

Zabala ve ark.(1990), sulamanın potasyum alımına etkisini araştırmışlar, sulama yapılan üzüm asmalarında yapraktaki potasyum hareketi ve kuru madde miktarını %53 ve potasyum alımının %65 oranında arttığını saptamışlardır.

Morris ve ark. (1982)'de sulamanın etkisiyle potasyum kullanımının konkord üzümüne (vitis labruscal) etkisini araştırmış ve şu sonuca varmışlardır; tamamlayıcı sulama, çiçeklenme zamanından, meyve rengi değişimine kadar büyüme ve verime etkisi olmuştur.

Zeng ve ark.(1999)'da potasyum gübresinin sulama suyuyla birlikte potasyumun toprakta çözünürlüğüne ve antep fıstığının verim-kalitesine etkisini araştırıp rapor etmişlerdir. 0-75cm arasındaki toprak profilinde, sulamanın etkisiyle potasyumun yavaş yavaş hareketi artmış ve meyve yaprağında potasyum yığılması nedeniyle verim ve kalite de artış tesbit edilmiştir.

MATERYAL VE YÖNTEM

Tamamlayıcı sulamanın, topraktaki potasyum alımına etkisi değişik potasyum dozlarıyla ilgili kurak bağlarda üzüm verim ve kalitesi üzerine araştırma yapılmıştır. Çalışma tesadüfi bloklar halinde bölünmüş parseller deseninde 2 yıl süreyle yürütülmüştür.

İlk faktörde ;sulama yapılmaksızın (I_0) ve tamamlayıcı sulama (I_1) ve alt parsellerde ise; (K_1) potasyum kullanımı toprak analizine göre, (K_2) potasyum kullanımı %40 toprak analizinden az ve (K_3) potasyum kullanımı %40 toprak analizinden fazla yapılmıştır.

Söz konusu potasyumlu gübre miktarı, 2008 yılının mart ayında açılan 50cm'lik derinliklerde , arklarda ve üzüm asmasından 70cm uzakta olan çukurlara uygulanmıştır.

Sulama suyu miktarı ise;

$I_n = [(F_c - a_i) \times B \cdot d \times D] / 100$ eşitliğinden istifade edilmiştir. Sulama suyu meyvenin koruk zamanında ve yaprak analizi için alınan numuneler meyve rengi değiştiği zaman yaprak saplarından ve yapraklarından tesadüfi olarak alınmıştır.

Sonuçlar:Deneme yeri toprağının fizikokimyasal ve sulama suyunun kimyasal analiz sonuçları aşağıda verilmiştir.

Çizelge 1'de verilen toprak tekstürü tınlı ve kalsiyumkarbonatlıdır , pH'sı alkali olarak organik karbon bakımından fakirdir. Fosfat miktarı orta derecede olduğu halde, derinlere gidildikçe azalma göstermiştir. En fazla fosfat miktarı 0-30cm aralığındadır. Potasyum miktarı kritik potasyum düzeyinden az

miktarda (300mg/kg) bulunmuştur. Denemede istifade edilen sulama suyu ise bikarbonat bakımından fazla (4meq/L), tuzluluk bakımından orta derecede ve sodyum absorpsiyon oranı azalmaktadır.

Çizelge 1.Deneme yerininin fiziksel ve kimyasal özellikleri (P, K, Zn, Fe, Mn, Cu miktarları ppm'dir.)

| Derinlik Tekstür | SP% | EC(ds/m) | pH | TNV | OC % | P | K | Zn | Fe | Mn | Cu | %Kum | %Silt | % Kil |
|---------------------|-----|----------|-----|------|------|---|-----|-----|------|------|------|------|-------|----------|
| 0-30 | 36 | 0.37 | 8.0 | 17.3 | 0.82 | 3 | 250 | 3.8 | 1.56 | 4.56 | 1.36 | 44 | 32 | 24 tınlı |

Çizelge 2. Denemede kullanılan sulama suyunun kimyasal özellikleri

| Örnek | Sulama suyu | meq/L | | | | | | | | mg/L |
|--------|----------------|-------|-------------------------------|-------------------------------|-----------------|-------------------------------|------------------|------------------|------------------|------|
| | | pH | CO ₃ ⁻² | HCO ₃ ⁻ | Cl ⁻ | SO ₄ ⁻² | Ca ⁺² | Mg ⁺² | Na ⁺¹ | B |
| Mevkii | EC | 7.7 | - | 3.9 | 0.6 | 3.2 | 3.4 | 2.1 | 2.0 | 1.5 |
| Urmiye | 550 | | | | | | | | | |

İşlemlerin üzüm meyvesine kantitatif etkileri:

İşlemlerin tümü üzüm yaprağı miktarına istatistiki bakımdan etkili olmamıştır. Ancak üzümün meyve ağırlığına %5 düzeyinde etkili olmuş ve en fazla salkım ağırlığı potasyum miktarının toprak analizinden elde edilmiştir. %16 ürün artışı %40 toprak analizinden daha az olmakla birlikte, %40 toprak analizinden fazla işlemlerle aynı seviyede bulunmuştur.

Potasyum dozları işlemleri ile sulama işlemi etkileşimi %5 düzeyde, en fazla salkım ağırlığı toprak analizi sonucu ile tamamlayıcı sulama işleminden elde edilmiş, en az salkım ağırlığı ise, sulama yapılmaksızın %40 düzeyinde toprak analiz sonucundan az işlemlerden elde edilmiştir.

Elde edilen sonuçlar Zabula ve ark.'nın yaptıkları çalışmalar ile benzerlik göstermektedir.

Sulama işlemlerinde ise; en fazla potasyum düzeyi tamamlayıcı sulama işlemi ve koruk zamanında uygulama yapıldığında olmuş ve sulama yapılmaksızın %22 potasyum alımı tesbit edilmiştir. Elde edilen sonuçlar Tahiri ve ark.(2003) ve Morris ve ark.(1982) 'nın yaptıkları çalışmalar ile benzerlik göstermektedir.

Çizelge 3. Tamamlayıcı sulama ile potasyum dozlarının üzüm salkımı ağırlığına etkileri

| Potasyum dozları/sulama | Sulama yapılmaksızın | Sulama yapılarak |
|------------------------------------|----------------------|------------------|
| Toprak analizi sonuçları | A 300.2 | A 310.7 |
| %40 Toprak analizi sonucundan az | B 228.0 | B 297.2 |
| %40 Toprak analiz sonucundan fazla | A 290.8 | A 310.2 |

Çizelge 4. Tamamlayıcı sulama ile potasyum dozlarının meyve besin elementleri statüsüne etkileri

| Potasyum dozları/sulama | Sulama yapılmaksızın | Sulama yapılarak |
|------------------------------------|----------------------|------------------|
| Toprak analizi sonuçları | A 216.2 | B 221.3 |
| %40 Toprak analizi sonucundan az | B 202.7 | B 217.0 |
| %40 Toprak analiz sonucundan fazla | A 221.7 | A 242.0 |

Çizelge 5. Tamamlayıcı sulama ile potasyum dozlarının üzüm yaprağındaki potasyum miktarı

| Potasyum dozları/sulama | Sulama yapılmaksızın | Sulama yapılarak |
|------------------------------------|----------------------|------------------|
| Toprak analizi sonuçları | A 300.2 | A 310.7 |
| %40 Toprak analizi sonucundan az | B 228.0 | B 297.2 |
| %40 Toprak analiz sonucundan fazla | A 290.8 | A 310.2 |

SONUÇ

İşlemlerin yaprak besin statüsüne etkileri,potasyum dozlarının ortalama miktarları, yapraktaki potasyum ve magnezyum miktarları istatistiksel bakımından %5 düzeyde etkili olmuş ve yapraktaki en fazla potasyum %40 toprak analiz sonucundan fazla olan işlemlerden elde edilmiştir.%40 toprak analiz işlemine göre %46 artış göstermiştir.

Sulama ile potasyum dozları etkileşimi ise; %40 toprak analizinden fazla işlem ile tamamlayıcı sulama işlemi ve üzümün koruk zamanında ve en az potasyum miktarı yaprakta %40 analizinden az işlemde ve sulama yapılmaksızın görülmüştür. Magnezyum miktarlarındaki veriler potasyumun aksine olmuş ve bu sonuç üzüm meyvesinde magnezyum ile potasyumun etkileşimi göstermektedir.

KAYNAKLAR

- Morris. J.R.;C.A (1982).Excessive potassium Fertilization destroys grape juice Quality.
- Morris. J.R.;C.A (1980).Effect of high rates of potassium fertilization on raw product Quality and changes in pH and acidity during storage of concord grape juice.
- Morris. J.R.;C.A (1982). Effect of irrigation, fruit load and potassium fertilization on yield, quality and petiole analysis of concord grapes.
- Tahiri M.(2004).Batı Azerbaycan'da yetiştirilen üzüm bitkisinin kalite ve miktarına potasyum miktarları ve potasyum kaynaklarının etkileri.Kuru meyvecilik kongresi Tebriz İran.
- Zeng ve ark.(1999).Potassium fertilization and diagnostic criteria for pistachio trees. Better crops/ Vol.83.N.3:10-12.
- Zeballa ve ark. (1994).Influence of vine irrigation on potassium nutrition. Mineral nutrition and fertilizer use for deciduse fruit crop.

Farklı Su Toplama Havzası Hazırlanmasının Gübre İle Ek Sulamanın Üzüm Verimine Etkisi

Hosein TABİEHZAD*

Farrok Gani SHAYESTEHA**

Esin ÖZKAN***

* Ankara Üniversitesi

** İran Batı Azerbaycan Araştırma Merkezi

*** Ankara Üniversitesi Teknokent, Ankara

Özet

Kurak ve yarı kurak bölgelerde, kuru tarım yüksek risk taşımaktadır. Kuru tarım için geliştirilen susuz üzüm bahçeleri bu tarımla rekabet edebilmek için uygun bir seçenek olabilir. Bazı araştırmacılar, 250mm'lik yıllık yağış alan bölgelerde yağmur sularının herhangi bir yöntemle toplanması ve toprağa girişinin sağlanmasını uygun görmektedirler. Uygun metotlardan birisi araziye düşen yağışların bağ(üzüm) asmalarının kök bölgesine akışını yönlendirmektir. Buna göre, bu çalışma bölünmüş parseller halinde tamamlayıcı sulama ile kuru tarım koşullarında 6 yıl boyunca deneme kurulması mümkün olmuş, son iki yılda hasat edilmiştir. İlk faktörde gübre uygulama değerleri, sulu tarımda uygulanan gübre miktarının %30 (K1) ve %70 (K2)'dir. Alt parsellerde ise yağış toplama havzası (A1) 12 m² alan, (A2) 20m alan ve (A3) 30 m alan kapsamaktadır. Alt-alt-parsellerde (C1) havza düzeyinde yamaç yolları, (C2) merdane ile arazi sıkıştırılması, (C3) plastik kaplama ve (C4) taş kaplama şeklinde uygulanmıştır. Havza alanlarının altında performans karşılaştırılması yapılarak hektar başına 2451 kg üzüm verimi ile 12 m² (A1) alanı birinci sıralamada yer almıştır. Gübre ile havza verimi etkileşimi ise (C3.K2) parselinde ise 2217 kg/ha en yüksek verim alınmıştır.

Anahtar kelimeler: Mikro havza, üzüm, su depolama, kaplama

Effect of Different Methods of Surface Preparation and Application of Fertilizer in The Watershed Rainfed With Supplementary Irrigation of Grape Yield

Abstract

The large rainfed lands in the West Azarbaijan are planted with high risk which can convert rainfall to runoff and increase rainfall efficiency for agricultural productions. This experiment was conducted to evaluate yield and profit of grape under rainfed condition with supplementary irrigation and water harvesting for 6 years (2001-2006). The layout of experiment was randomized complete block design with split split plot with tree replication in six year successively. The main factor was two levels of fertilizer's quantity (K) based on recommendation for irrigated farm, K1 (%30) and K2 (%70), the submain factor was three levels of catchment's area (A), A1 (4mx3m=12m²), A2 (4mx5m=20m²) and A3 (4mx7,5m=30m²) and the submain factor was four levels of catchment's kind (C), C1 (sloped with natural ground), C2 (sloped with compacting), C3 (sloped with plastic on catchment area for 2 months, May and June) and C4 (sloped with Stone on catchment area). First four years was in order to pitching of plants and recording of yield was possible at 2005 and 2006. Variance analysis revealed that the effect of K, A, C, K+C, A+C and K+A+C have significant difference on yield and profit. The reaction effect of K+C, K2+C3 with 2217 kg/ha had the most yield between treatments. This result indicated that applying plastic sheets in grape's micro catchments and increment of runoff was effective in amount of infiltrated moisture and grape could absorb %70 fertilizer.

Key Words: Micro watershed, grape, water harvesting, covered

GİRİŞ

Dünya yağış ortalaması yıllık 800mm, İran'da 240mm, Batı Azerbaycan'da 340mm civarındadır. Bahar aylarındaki yağışlar toprağın 10-15 cm derinliğe inebilmektedir ve ilkbahar ısınmasıyla buharlaşarak yok olmaktadır. Yağış ortalaması az olsa da, bazı bölgelerde su depolama yöntemleriyle kuru tarım yapılabilir. Suyun toplanarak yüzey akışının engellenmesi ve bu suyun asma köklerine infiltrasyonunun sağlanmasıyla kuru tarımda bağcılık yapılabilir. Bazı araştırmacılar, yılda 250mm yağış alan bölgelerde su toplama yöntemiyle 1/6 oranında badem yetiştiriciliği yapılabildiğini tesbit etmişlerdir.

İvet (1985), su akışına eğim ve eğim uzunluğunun istatistiksel olarak etkilerini belirtmiştir. Ancak yağış miktarının daha az etkisi olduğunu bildirmiştir. Uygun nem koşullarında toprağı sıkıştırarak yüzey akışı sağlamış ve 12 yıl boyunca üzüm yetiştirerek önemli bir soruna rastlamamıştır. Rawitz (1974), 200-250mm yağış alan bölgede su toplama yöntemiyle 1/3 'den 1/6'ya kadar iyi sonuçlar almıştır. İnfiltrasyonu ölçerken, suyun toprakta 60cm derinliğe kadar indiğini rapor etmiştir. Berziker ve arkadaşları (2002), malçlamanın yabancı otların büyümesine, aynı zamanda topraktan su kayıplarını önlediğini rapor etmişlerdir. Hira ve ark.(1990), Holt (1989), plastik malçlamayla küçük su toplama havzalarında suyun buharlaşmasını önleyerek iyi sonuçlar aldıklarını rapor etmektedirler.

MATERYAL VE YÖNTEM

Bu araştırma Urmiye'de bölünmüş parseller halinde, tamamlayıcı sulama ile kuru tarım koşullarında, 6 yıl boyunca deneme kurulması mümkün olmuş, 4 yıl bitki gelişimi için beklenmiştir ve son iki yılda hasat edilmiştir. İlk faktörde gübre uygulama değerleri, sulu tarımda uygulanan gübre miktarının %30 (K1) ve %70 (K2)'dir. Alt parsellerde ise yağış toplama havzası (A1) 12 m², (A2) 20m² ve (A3) 30 m² alanı kapsamaktadır. Alt-alt-parsellerde (C1) havza düzeyinde yamaç yolları, (C2) merdane ile arazi sıkıştırılması, (C3) plastik kaplama ve (C4) taş kaplama şeklinde uygulanmıştır. Deneme yeri, kuzey ve batı yamaçlarda seçilmiştir.

SONUÇLAR

Havza alanlarının altında performans karşılaştırılması yapılarak hektar başına 2451 kg üzüm verimi ile 12 m² (A1) alanı birinci sıralamada yer almıştır. Gübre ile havza verimi etkileşimi ise (C3.K2) parselinde ise 2217 kg/ha en yüksek verim alınmıştır.

Çizelge 1. Üzüm veriminde havza alanı performans karşılaştırması

| Su toplama havzası alanı m ² | Verim kg/ha | Sınıflama |
|---|-------------|-----------|
| 12 | 2451 | A |
| 20 | 1355 | B |
| 30 | 1018 | C |

Çizelge 2. Üzüm veriminde gübre kullanımının yaprak analizindeki sonuçları

| Azot % | Fosfor % | Potasyum % | Kalsiyum % | Magnezyum % | Mangan ppm | Çinko ppm | Bakır ppm |
|--------|----------|------------|------------|-------------|------------|-----------|-----------|
| 1,4 | 0,18 | 1,05 | 2,55 | 1,08 | 96,3 | 35,5 | 6,5 |

Ortalama üzüm verimi %1 düzeyde havza alanlarında etkisi görülmüş ve sonuç olarak Çizelge 2'de verilmiştir. Ortalama 12 m²'lik alan 2451 kg/ha'la A sınıfında 1.sırada yer almıştır. Diğer havza alanları 20-30m²'lik alanlar sırayla 1355 kg/ha ve 1018 kg/ha olarak B ve C sınıfında yer almıştır. Tek asma sonuçları yine farklı olarak en fazla verimi 30 m²'lik parselde gözlenmiştir. Asma yaşı 4'den 5'e gidildikçe %5 ihtimalle 1442 kg/ha'dan 1774 kg/ha'a ulaşmıştır.

KAYNAKLAR

- Berziker ve ark., (2002).Yağmur suyundan ağaç yetiştiriciliğinde istifade etme yöntemleri. Tarım Dergisi,4(11):56-59.Tebriz/ İran.
- Hira ve ark.(1990), Holt (1989).Use of plastic sheet for plantation in problem soils. P.161- 165. Proceeding of the XI International Congress on the Use of Plastics in Agriculture.26 feb.2 march, New Delhi, İndia. İvet, (1985).Length and Slope Effects on Runoff from Sodium Dispersed, compacted Earth Microcatchments. Soil Science Society Journal Americal Vol. 94. No. 3, P 734-738, May-June 1985.
- Rawitz, (1974). Water-harvesting by runoff Inducement for irrigation of an almond orchard in a semiarid climate. IN: water harvesting symposium, march 26-28, 1974, Phoenix, Arizona, U.S. Departement of agriculture, agricultural research service. Berkley, California, Western Region. P 223-232.

Meraların Kuru Tarımda Kullanıma Açılmasında Toprağın Bazı Fiziko-Kimyasal Özelliklerinin İncelenmesi

Nadir GHEAMIAN** Hosein TABIEHZAD* Farrok Gani SHAYESTE**

Esin ÖZKAN***

**İran Batı Azerbaycan Araştırma Merkezi

*Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme, Ankara

*** Ankara Üniversitesi Teknokent, Ankara

Özet

Toprak verimliliği düşüşü, besin maddelerinin yıkanması nedeniyle erozyonun en bilinen etkilerinden biridir. Mera alanlarını kuru tarım alanlarına dönüştürülerek arazi bozulmasına yol açmaktadır. Bu yüzden bu araştırmada söz konusu varsayımdan yola çıkarak arazide değişen fiziksel ve kimyasal özellikler ve uygun eğim, kuru tarım için öğelerin değişen besin elementlerinin ölçülmesiyle arazi kullanma şekli değişmektedir.

Toprak erozyonunun sebep olduğu gizli sosyo-ekonomik kayıplar dikkate alınmıştır. Araştırma, mera ve kuru tarım alanlarında, değişik eğimlerde, tesadüfî bloklar halinde faktöriyel desende incelenmiştir

Sonuçlara göre, organik karbon, fosfor ve potasyum miktarlarında anlamlı değişimler görülmüş ve kuru tarıma açılan alanlarda verim düşmüştür.

Anahtar Kelimeler: Kuru tarım, düşük arazi verimi, arazi dönüşümü, toprak bozulması.

Study of Changes on Some Physico Chemical Charecteristic of Soil Due to the Converting Range Lands to Low –Yield Dry Lands

Abstract

Decline in soil fertility due to nutrient leaching is one of the most effects of erosion. This problem may occurs when the range lands converting to the dry farming that is finally leads to the land degradation. This research work were carried out with assumption of " Soil fertility will decreases due to range land use converting to dry farming", and tries to find out probable changes on soil physical and chemical characteristics, suitable slope limits for dry farming and the rate of soil loss in land use converting process. So, soil physical and chemical characteristics were determined in treatments of rang land and dry farming in different slope classes. The data obtained were compared and tested. Results showed some properties of soil like organic mater, phosphorous and potassium were changed significantly.

Key words: Dry farming, low yield lands, land converting, land degration

GİRİŞ

Mera alanlarının kuru tarıma açılmasıyla, arazi potansiyeli gözetilmeden toprak verimliliğinde düşüş görülmekte ve toprak bitki besin maddeleri yıkanma nedeniyle uzaklaşmaktadır. Bunun çok iktisadi ve ekonomik kayıplara yol açtığı bilinmektedir. Özellikle kırsal kesimlerde mera alanlarının kuru tarıma açılmasıyla yıldan yıla verim düşüklüğü görülmektedir.

2002 yılında İbrahimi adlı İran'lı araştırmacının, toprak agregatlarının önemi ve mera alanlarının potansiyelini ölçmek için sürdürülebilir tarım üzerine yaptığı çalışmada, bu alanlarda erozyon tehlikesi

ve meraların kuru tarıma açılmaması gerekliliği vurgulanmış ve toprak üstü bitkilerin korunması aynı zamanda humus miktarının çoğaltılması toprak agregatlarına doğrudan i ve toprak erozyonunu önleyici etkisi tesbit edilmiştir. Ayrıca yaptığı bu çalışmada MPSIAC modelinden istifade ettiği, her hektar kuru tarım alanında 2. 34 ton, mera alanlarında ise 1. 64 ton, sulu tarım ve bağlarda 0. 643 ton toprak kaybı olduğu belirtmiştir.

Poudel ve ark. (1999)'da Filipinler'de eğimli arazilerde erozyonla bitki çeşidi arasındaki ilişkiyi şöyle açıklamaktadır; lahanaya, domates ve mısır bitkisinde daha az eğimli yerlerde eğimi yüksek yerlere nazaran %21'den %50'ye kadar verim artışı kaydetmişlerdir. En fazla toprak erozyonu 65. 3 ton/ha yukarı eğimli ve teraslama yapılmayan arazilerde, en az erozyon ise 43. 7 ton/ha sıra ekim yapılan yerlerde tesbit edilmiştir.

FAO 1990 raporuna göre; nüfus artışıyla mera alanlarının kuru tarıma açılması, topraktaki bitki besin maddelerinin yıkanmasıyla toprakta çözülmüş halde bulunan Ca, K ve Mg'un toprak verimliliğinin düşmesine sebep olduğunu belirtilmiştir.

Datong (1994). Çin'de yaptığı çalışmada, 50 milyon ton/yıl toprak erozyonu ile toprak kaybının olduğunu ve bununla birlikte toprakta organik madde miktarındaki kayıpların kimyasal gübrelerin etkisinin 2 katı kadar olduğunu vurgulamıştır.

MATERYAL VE YÖNTEM

Bu çalışmada toprağın fiziksel ve kimyasal parametrelerindeki değişimler hem mera alanlarında hem de kuru tarım arazilerinde değişik eğimlerde, tesadüfi bloklar halinde faktöriyel desende incelenmiştir. İlk önce dört değişik yamaçta mera alanlarının kuru tarıma açılmasından 10 yıl sonra incelemeler yapılmıştır. Eğimler %0-12, %12- 20, %20-30 ve %30'dan fazla alanlarda ve dört paralelli yapılacak şekilde seçilmiştir.

Sonuç olarak elde edilen işlemler aşağıda belirtilen şekilde ölçülmüştür.

Mera alanları için,

1-Mera alanı eğimi %12'den az

2-Mera alanı %12-20 arası

3-Mera alanı %20-30 arası

4-Mera alanı %30'dan fazla

Kuru tarım alanları(buğday alanları) için,

1-Mera alanı eğimi %12'den az

2-Mera alanı %12-20 arası

3-Mera alanı %20-30 arası

4-Mera alanı %30'dan fazla

Toprak özelliklerinin ölçülmesi için 32 profil ve 1. 2m derinliğe kadar inilmiştir. Profiller A ve B horizonları ve 20cm aralıklarla incelenmiştir.

Çizelge 1. Mera alanlarındaki toprakların analiz sonuçları

| Tekstür | % Kil | % Silt | % Kum | Total K ppm | Total P ppm | % Org. C | % CaCO ₃ | pH | EC ds/m | SP % | Derinlik cm | Profil No |
|-----------|-------|--------|-------|-------------|-------------|----------|---------------------|-----|---------|------|-------------|-----------|
| Killitn | 33 | 43 | 24 | 380 | 7.2 | 1.42 | 20.3 | 7.6 | 0.35 | 45 | 17 | 2 |
| Killitn | 33 | 40 | 27 | 490 | 6.5 | 2.96 | 19.0 | 7.6 | 0.48 | 59 | 18 | 3 |
| Killitn | 38 | 33 | 29 | 450 | 6.6 | 2.18 | 20.3 | 7.7 | 0.42 | 50 | 18 | 6 |
| Killitn | 34 | 33 | 33 | 570 | 16.1 | 2.28 | 35.0 | 7.6 | 0.57 | 50 | 18 | 7 |
| Kil | 42 | 31 | 27 | 210 | 7.0 | 1.01 | 37.3 | 8.0 | 0.26 | 39 | 15 | 9 |
| Killitn | 35 | 42 | 23 | 640 | 7.2 | 2.11 | 16.8 | 7.8 | 0.37 | 50 | 20 | 11 |
| Killitn | 35 | 36 | 29 | 370 | 8.2 | 1.33 | 31.5 | 7.9 | 0.32 | 45 | 18 | 13 |
| Killitn | 28 | 42 | 30 | 610 | 8.4 | 1.48 | 19.3 | 7.9 | 0.40 | 47 | 15 | 15 |
| Killitn | 39 | 37 | 24 | 450 | 9.5 | 2.40 | 32.3 | 7.9 | 0.34 | 55 | 18 | 18 |
| Siltlikil | 41 | 43 | 16 | 580 | 6.3 | 2.63 | 33.8 | 7.8 | 0.41 | 55 | 15 | 20 |
| Killitn | 36 | 43 | 21 | 560 | 13.0 | 1.36 | 24.8 | 7.1 | 0.53 | 45 | 20 | 22 |
| Killitn | 37 | 42 | 21 | 690 | 14.6 | 0.86 | 14.8 | 7.3 | 0.40 | 46 | 18 | 24 |
| Kil | 51 | 32 | 17 | 250 | 12.4 | 1.03 | 35.6 | 7.6 | 0.33 | 49 | 12 | 25 |
| Siltlikil | 40 | 41 | 19 | 370 | 11.8 | 2.03 | 23.8 | 7.5 | 0.40 | 53 | 12 | 27 |
| Killitn | 36 | 43 | 21 | 640 | 20 | 1.95 | 26.2 | 7.4 | 0.45 | 53 | 17 | 29 |
| Killitn | 35 | 42 | 23 | 730 | 15.2 | 1.28 | 20.6 | 7.6 | 0.53 | 46 | 17 | 31 |

Çizelge 2. Kuru tarım alanlarındaki toprakların analiz sonuçları

| Tekstür | % Kil | % Silt | % Kum | Total K ppm | Total P ppm | % Org. C | % CaCO ₃ | pH | EC ds/m | SP % | Derinlik cm | Profil No |
|---------------|-------|--------|-------|-------------|-------------|----------|---------------------|-----|---------|------|-------------|-----------|
| Kil | 52 | 37 | 11 | 250 | 6.0 | 0.41 | 29.8 | 7.6 | 0.25 | 44 | 10 | 1 |
| Siltlikil | 46 | 41 | 13 | 250 | 13.8 | 0.57 | 30.5 | 7.7 | 0.19 | 44 | 15 | 4 |
| Tın | 24 | 33 | 43 | 330 | 23.6 | 1.40 | 3.0 | 7.7 | 0.60 | 39 | 8 | 5 |
| Kil | 44 | 34 | 22 | 320 | 18.4 | 0.74 | 31.3 | 7.8 | 0.24 | 42 | 15 | 8 |
| Kil | 46 | 31 | 23 | 120 | 13.9 | 0.74 | 59.0 | 8.1 | 0.33 | 41 | 8 | 10 |
| Killitn | 35 | 42 | 23 | 320 | 12.6 | 1.27 | 27.8 | 7.9 | 0.33 | 44 | 10 | 12 |
| Killitn | 36 | 39 | 25 | 430 | 13.0 | 0.82 | 29.3 | 7.9 | 0.44 | 43 | 15 | 14 |
| Siltlikillitn | 38 | 43 | 19 | 560 | 11.4 | 0.66 | 20.3 | 8.0 | 0.22 | 41 | 10 | 16 |
| Killitn | 35 | 34 | 21 | 160 | 9.3 | 0.78 | 47.8 | 8.1 | 0.34 | 47 | 8 | 17 |
| Kil | 46 | 39 | 15 | 320 | 10.7 | 1.07 | 19.8 | 7.9 | 0.42 | 52 | 13 | 19 |
| Siltlikil | 46 | 41 | 13 | 340 | 13.8 | 0.44 | 21.2 | 7.0 | 0.24 | 48 | 15 | 21 |
| Kil | 43 | 38 | 19 | 570 | 13.2 | 0.71 | 17.6 | 7.3 | 0.32 | 45 | 15 | 23 |
| Kil | 54 | 33 | 13 | 200 | 15.6 | 0.61 | 42.6 | 7.5 | 0.33 | 52 | 10 | 26 |
| Kil | 50 | 36 | 14 | 240 | 11.2 | 0.46 | 37.0 | 7.5 | 0.35 | 47 | 13 | 28 |
| Kil | 42 | 33 | 25 | 170 | 13.8 | 0.55 | 48.8 | 7.6 | 0.31 | 42 | 15 | 30 |
| Killitn | 38 | 37 | 25 | 480 | 13.6 | 0.84 | 21.2 | 7.5 | 0.33 | 41 | 15 | 32 |

SONUÇ VE ÖNERİLER

Ekim neticesinde % organik maddede belirgin biçimde azalma kaydedilmiştir. Ortalama organik madde miktarı mera alanlarında %1. 4-2. 4 arasında, kuru tarım alanlarında ise %0. 6-0. 7 arasında değişim gözlenmiştir. Sözkonusu değişim %20-30 eğimli arazilerde daha fazla, %0-12 eğimli arazilerde daha az olduğu kaydedilmiştir. Bu sonuçlar göstermektedir ki toprak işleme, ekim, biçim teknikleri %20-30 eğimli alanlarda arazi bozulmasına etki ettiği saptanmıştır.

Eğimi %0-12 olan arazilerde toprak hacim ağırlığı mera alanlarında fazla ve ortalama miktarı 1. 23 gr/cm³, kuru tarım alanlarında 1. 2-1. 23 gr/cm³ bulunmuştur.

Toprak nemi özellikle eğimi %20-30 olan mera alanlarında daha fazla bulunmuştur.

Kalsiyum miktarı mera alanlarında daha fazla, sadece eğimi %20-30 olan arazilerde daha az görülmüştür.

Ortalama fosfor miktarı kuru tarım alanlarında 12-16 ppm, mera alanlarında 7-14 ppm arasında bulunmuştur. En az fosfor miktarı eğimi %20-30 mera alanlarında görülmüştür.

Potasyum miktarı ise, kuru tarım alanlarında 180-470 ppm, mera alanlarında 200-630 ppm olarak tesbit edilmiştir. Potasyum miktarı mera alanlarında kuru tarım alanlarından daha fazladır.

Toprak kaybı ise, elde edilen sediment miktarı istatistiksel olarak farklılık göstermemesine karşın %20-30 eğimli kuru tarım arazilerinde en fazla görülmektedir. Buna karşın mera alanlarında sediment miktarı eğimi %0-12 olan arazilerde ölçülmüştür. Elde edilen verilere göre, sediment miktarı tarım alanlarında hacim olarak 23.4 gr, mera alanlarında 10.2 gr ölçülmüştür.

Sonuçlara göre, ekim, biçim tekniklerinin toprak derinliğinin azalmasında etkili olmaktadır. Özellikle eğimi %0-12 olan arazilerde görülmektedir. Buna göre, ekim ve biçim eğiminin %12'den fazla olan yerlerde önlenmesi ve tekrar mera alanlarına dönüştürülmesi gerekmektedir.

Organik madde azalması, ekim ve biçim neticesinde tüm eğimlerde belirgin biçimde görülmektedir ki, sürekli ekim ve biçim yapılan alanlarda, toprak muhafaza işlemlerinin yapılmadığını ortaya çıkarmaktadır. Buna göre, toprak işleme metotlarının %3 eğimli arazilerde az ve eğime dik olarak yapılması öngörülmektedir. Eğimi %8'den az olan alanlarda sıralı ekim ve banket usulünün uygulanması, eğimi %30'dan fazla olan arazilerde ise teraslama tekniğinin uygulanması öngörülmektedir.

Hasattan sonra, yağmurla gelen erozyonu önlemek için sap ve samanın toprak üstünde kalması öngörülmektedir.

KAYNAKLAR

- Datong, 1994. An assessment of the economic issues resulting from various forms of environmental degradation; in Chinas Bulletin of water and conservation. Vol. 14. No. 2. pp 46-57
- FAO, 1990. Management of Gypsy ferrous Soils, Soil Resources. Management and Conservation Service, Land and Water Development Division. FAO SOILS BULLETIN 62. 396. P
- İbrahimi, 2002. Değişik arazi kullanma biçimlerinin toprak erozyonu ve sediment miktarına etkileri.
- Poudel. D. D. , D. J. Midmor, and L. T. West, 1999. Erosion and productivity of vegetable system on sloping Volcanic Ash-Derived Philippine soils. Soils SCI. SOC. AM. , Vol. 63, pp. 1365-1376

Tersakan Gölü Civarından Alınan Tuzlu Toprakların Agregat Stabilitesi Değerleri ile Bazı Mikorizal Parametreler Arasındaki İlişkiler

Emel KARAARSLAN*

İlknur GÜMÜŞ**

Refik UYANÖZ***

* Dr. S. Ü. Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Toprak Bilimi A.B.D
** Arş. Gör. S. Ü. Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Toprak Bilimi A.B.D
*** Doç. Dr. S. Ü. Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Toprak Bilimi A.B.D

Özet

Bu çalışma, tuzlu alanlardan alınan toprak örneklerinde agregat stabilitesi ile mikoriza spor sayısı ve sporlara ait çap irilikleri, bitki mikorizal infeksiyon oranı ve bitki kök uzunlukları arasındaki ilişkiyi belirlemek amacı ile yapılmıştır.

Bu amaçla, Konya Ovası'nda bulunan Tersakan Gölü civarına ait tuzlu alanlardan yaz döneminde toprak ve bitki örnekleri alınmıştır. Topraklarda belirlenen en yüksek ve en düşük değerler mikoriza spor sayısında 1405-27 adet/10 g toprak, mikoriza infeksiyon oranında % 0-83, bitki kök uzunluğu değerlerinde ise 1454-219 m/g bitki olarak elde edilmiştir.

Agregat stabilitesi değerleri ise toprağın tuz ve organik madde oranına göre dalgalanmalar göstermiştir. Toprakların agregat stabilitesi değeri ile mikoriza spor sayısı ve sporlara ait çap irilikleri, bitki mikorizal infeksiyon oranı ve bitki kök uzunlukları arasında yapılan korelasyon analizinde önemli ($P<0.01$ ve $P<0.05$) negatif ve pozitif ilişkiler saptanmıştır.

Anahtar kelimeler: Toprak, agregat stabilitesi, mikoriza, spor, infeksiyon

The Relation Between Aggregate Stability and The Some of Mycorrhizal Parameters Taken From Around Lake Tersakan in Turkey

Abstract

This study was conducted to determine the relation between aggregate stability and some mycorrhizal parameters.

For this purpose plant and soils samples were taken around Lake Tersakan the period in summer. The highest and the least values of mycorrhiza spore number, plant root infection rate and plant root length were found as 1405-27 spore/10 g soil, % 0-83, 1454-219 m/g plant respectively.

Aggregate stabilities values were shown fluctuate depending on organic matter levels and salt content of soil. According to the results of correlation, the relation among aggregate stabilities and mycorrhizal parameters was found as positive and negative ($P<0.01$ and $P<0.05$).

Key words: Soil, aggregate stability, mycorrhiza, spore, infection

GİRİŞ

Tarım arazilerinin bozulması bütün dünyada en önemli çevre problemlerinden birisi haline gelmiştir. Bu bozulma özellikle son 40-50 yılda insan eliyle hızlı bir şekilde artmıştır. Arazi bozulması kurak ve yarı kurak bölgelerde çok daha ciddi boyutlara ulaşmıştır. Yaklaşık toplam dünya arazilerin % 7 si tuzcul bitkilerle kaplıdır. Son zamanlarda bu miktar global iklim değişiklikleri ve insan aktiviteleri neticesinde hızla artmaktadır. Tuzlu topraklarda çözünebilir tuzların etkisi ile bitki yetiştiriciliği önemli ölçüde sınırlandırılmaktadır (Uysal 2007).

Çorak araziler Türkiye yüzölçümünün %2'sine, toplam işlenen tarım arazilerinin % 5.48'ine, ekonomik olarak sulanabilen 8.5 milyon hektar arazinin ise %17'sine eşittir. Türkiye'de toplam çorak alanların %74.2'si tuzlu, %25.5'i tuzlu alkali ve %0.5'i ise alkali topraklardan oluşmaktadır (Sönmez 2004).

İç Anadolu'da tuzlu bataklık vejetasyonunu şekillendiren tuzlu topraklar genellikle "beyaz alkali" veya "solonçak" olarak adlandırılırlar (Black 1970). Toprak ve iklim özellikleri bu tip alanlarda bitki örtüsünün şekillenmesinde en önemli belirleyici etmenlerdir.

Tuz Gölü İç Anadolu Bölgesinde 38° 25' –39° 10' N enlem ve 35° 5' –33° 48' E boylamları arasında yer almaktadır. Batısında Cihanbeyli, kuzeybatısında Kulu, kuzey doğusunda Şereflikoçhisar, güneyinde Sultanhanı ve güneydoğusunda Aksaray'ın bulunduğu, Van Gölünden sonra Türkiye'nin ikinci büyük gölü, dünyada ise Lut Gölü'nden sonra %32,9'luk tuz oranıyla en tuzlu ikinci gölü olma özelliğine de sahiptir. Tuz Gölü'nün Güneydoğusunda yer alan Bolluk-Tersakan Gölü-Eskil-Yenikent hattındaki tuzlu topraklar ile Sultanhanı bataklıkları yöresel endemikler bakımından zengin korunması öncelikli yerlerdendir. Buralarda tuz isteği yüksek birçok endemik (yöresel) türe de rastlanır.

Tuzcul bitkilerin toprakta yaşamaları toprağın fiziksel, kimyasal ve biyolojik özellikleri ile yakın etkileşimlerine bağlıdır. Toprak agregat stabilitesi arbusküler mikorizal fungi (AMF) varlığı tarafından etkilenen toprağın önemli bir fiziksel özelliğidir. Diğer bir ifadeyle; mikorizalar toprak agregat oluşumu üzerinde önemli rol oynamaktadırlar. Toprakların agregat stabilitesine mikorizanın etkisi AMF tarafından üretilen "glomalin" adı verilen bir glukoprotein tarafından sağlanmaktadır (Rilling ve ark. 2003). Normalden daha yüksek CO₂ konsantrasyonlarında artan glomalin üretimi toprak agregat oluşumunu teşvik etmektedir. Elde edilen bulgular gelecekte mikorizal fungi kullanımının toprakta stabil agregat oluşumuna ve buna paralel olarak suyun infiltrasyonu ve toprak C'unun ayrışmasına etkilerinin ne kadar önemli olduğunu ortaya koyacaktır.

Miller ve ark. (2000) arbusküler mantarların, oldukça sağlam toprak agregatlarının oluşumuna önemli katkılar sağladığını bir seri çalışmalarla ortaya koymuşlardır. Bitkide mikorizalar aracılığıyla gelişen saçak kökler ve yoğun mantari hifler, yapışkan ve iplikli yapılarıyla dağınık olan toprak parçacıklarını bir ağ gibi sararak toprak yapısının temel bir yapı taşı olan makro agregatları oluşturmaktadırlar. AM fungusları dış hif duvarları üzerinde bir glukoprotein olan "Glomalin" üretirler. Glomalin oldukça kararlı ve hidrofobik bir yapışkan sıvı olup, agregatlaşmış toprak parçacıkları üzerinde birikir. Glomalin, bir araya gelerek toprak agregatını oluşturan toprak zerreciklerinin arasındaki gözeneklerin su hareketini yavaşlatarak ıslanma ve kuruma olayları sırasında makro agregatların bozulmasını azaltır.

Çeşitli topraklardan alınan örneklerde AM mikorizanın toprak agregasyonunu sağladığı ve sonrasında da toprakta bu kararlılığı sürdürdüğü belirlenmiştir. Mikorizanın agregasyon üzerine etkilerindeki farklılıklar çok geniş bir toprak çeşidi aralığındadır. Bu değişiklik, büyük ölçüde toprak tekstürüne bağlı özelliklere ve bunun yanı sıra da, toprak yapısının diğer toprak özellikleri ile uyumlu olup, olmadığına bağlıdır.

Tuzlu ve alkali toprakların ıslahı için pek çok fiziksel ve kimyasal metot geliştirilmiştir. Ancak bunların uygulanmasının kolay olmaması, zaman alması ve pahalı olması nedeniyle son yıllarda tuza dayanıklı bitki çeşitlerinin belirlenmesi veya genetik olarak elde edilmesini amaçlayan çalışmalar giderek önem kazanmıştır. Bunun yanında tuzlu toprakların ıslahında hızlı gelişen ve tuza toleranslı bitki köklerinde simbiyoz yaşayan VAM sporları giderek önem kazanmaktadır. VAM'ın bitki üzerindeki olumlu etkileri özellikle arid ve semi arid bölge topraklarında belirgin olarak görülmektedir (Weber 1992).

Bu çalışma ile İç Anadolu'nun önemli tuzcul alanlarından olan Tersakan Gölü'nün civarındaki tuzlu topraklar ve bu topraklarda yaşayan bazı bitkiler örneklenerek elde edilen bazı mikorizal parametrelerle toprak agregat stabilitesi arasındaki ilişkiler ortaya konulmaya çalışılmıştır.

MATERYAL VE YÖNTEM

Çalışmaya konu olan Tersakan Gölü, Tuz Gölü ile yakın ilişkide bulunan bir çok gölden (Düden Gölü, Bolluk Gölü, Eşmekaya Gölü, Köpek Gölü, Akgöl) birisidir. Konya Ovası sınırları içerisinde Cihanbeyli ilçesinin 5 km. doğusunda Tuz Gölü'nün ise 8 km. batısında yer almaktadır. Göl 6400 ha yüz ölçümüne sahip olup 12-14 km. uzun eksene, 4-5 km. kısa eksene sahiptir ve tektonik orijinlidir. Kışın su ile dolmakta yazın ise kurumakta ve tuz tabakası ile kaplanmaktadır. Tersakan gölü Türkiye'nin önemli miktarda sodyum sülfat elde edilen göllerindedir.

Bu alan Tuz Gölü ve onu besleyen diğer alanlarla ekosistem bütünlüğü arz eder. Alanda doğal bitki örtüsü olarak *Salicornia*, *Statica*, *Limonium*, *Atriplex*, diğer tuz seven ot ve kısmen çalılar bulunmaktadır (Anonymous 1992).

Çalışmada örneklenen bitkiler ise *Limonium anatolicum* Hedge, *Echinochloa crus-galli* (L.)P. Baeuv. *Anthemis* L. *Anthemis* sp., *Helianthemum Helianthemum* sp., *Salicornia europae* L., *Frankania hirsuta* L., *Leymus cappadocicus* (Boiss.& Bal.) Melderis, *Cynodon dactylon* (L.) Pers., *Allium vuralli* Kit Tan., *Stipa* L.-*Stipa* sp., *Achillea* L.-*Achillea* sp., *Teucrium* L.-*Teucrium* sp., *Limonium anatolicum* Hedge., *Glycyrrhiza glabra* L., *Centaurea* L. *Centaurea* sp., *Agropyron Gaertner.*, *Salvia* L.- *Salvia* sp., *Centaurea* L. *Centaurea* sp olmak üzere 17'si farklı 20 bitki örnekleme yapılmıştır.

Tuzlu alanlardaki mikoriza potansiyeli ve bu alanlarda yetişen halofit bitki köklerindeki infeksiyon oranlarını belirlemek amacıyla toprağın 0-30 cm derinliğinden toprak ile bitkiler birlikte alınmıştır.

Bitkiler herbaryum usulüne uygun alındıktan sonra Selçuk Üniversitesi Fen Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Öğretim Üyesi Doç.Dr. Yavuz Bağcı tarafından teşhisleri yapılmıştır. Bazı örnekler alma zamanlarına bağlı olarak teşhis edilememiş veya yalnızca tür seviyesinde belirlenebilmiştir.

Topraklarda mikorizal spor sayımı, ıslak eleme yöntemine göre (Gerdeman ve Nicolson 1963) yapılmıştır. 50–250 µm gözenek çaplı elekler aracılığıyla, her topraktan 3'er paralel 10'ar g toprak örneği tartılarak, ıslak eleme sonunda petri kutularında toplanan sporlar 40 büyütme stereo mikroskop altında sayılmıştır. Köklerde mikoriza infeksiyonunu belirlemede araziden getirilen bitki kökleri iyice yıkanıp, saf sudan geçirildikten sonra 1 cm uzunluğunda kesilerek cam tüplere alınmış ve mikorizal infeksiyon için boyama işlemi Koske ve Gemma (1989)'ya göre yapılmıştır. Boyanan köklerin spor infeksiyon yüzdeleri Giovannetti ve Mosse (1980) tarafından belirtilen yöntemle göre 40–60 büyütme stereo mikroskop altında yapılmıştır. Bitki kök uzunluklarının belirlenmesinde çeşme suyu ve saf sudan geçirilen bitki kökleri Line-intercept yöntemine göre uzunlukları belirlenmiş ve bu değerler hesaplama ile m/g bitki değerlerine dönüştürülmüştür (Tennat 1975).

Toprak örneklerinin agregat stabilitesi değerinin belirlenmesinde "ıslak eleme yöntemi" kullanılmıştır. Çapları 1-2 mm olan toprak agregatları 0.25 mm'lik elek üzerine aktarılmış, beş dakika su içerisinde ıslatılmış ve yine beş dakika su içerisinde elenmiştir. Eleklerin dalış uzunluğu 5.5 cm ve dalış sıklığı da 30 devir/dak olarak seçilmiştir (Kemper 1965). Toprak reaksiyonu (pH): Cam elektrotlu Beckmen pH metresi ile doymunluk çamurunda ölçülmüştür (U.S. Salinity Laboratory Staff 1954). Elektriksel iletkenlik (EC): örneklerden doymunluk çamuru hazırlanarak kondaktivite aleti ile elektriksel iletkenliğin ölçülmesi ile belirlenmiştir (Soil Survey Staff 1951). %Kireç, Scheibler Kalsimetresi ile hacimsel olarak belirlenmiştir (Hızalan ve Ünal 1966). Organik madde, Smith Weldon metoduna göre belirlenmiştir (Smith ve Weldon 1941). Tekstür analizi, hidrometre yöntemine göre toprağın % kum, % silt ve % kil miktarları belirlenerek (Bouyoucos 1962) elde edilen sonuçlara göre toprağın tekstür sınıfları belirlenmiştir (Demiralay 1977).

Elde edilen veriler (tuz, pH, kireç, organik madde, tekstür, toplam-elek çaplarına göre spor sayısı, agregat stabilitesi kök infeksiyon oranı ve bitki kök uzunluğu, değişebilir Na, K, Ca ve Mg) varyans analizine tabii tutularak, yapılan korelasyonla topraktaki toplam-elek çaplarına göre spor sayısı, bitki kökündeki infeksiyon oranı ve kök uzunluğu ile agregat stabilitesi ve bağlantılı olarak ölçülen tüm toprak özellikleri arasındaki ilişkiler belirlenmiştir (Düzgüneş ve ark. 1987).

BULGULAR VE TARTIŞMA

Araştırma amacına yönelik olarak Tersakan Gölü civarındaki tuzlu alanlardan alınan topraklarda toplam ve elek çapına bağlı mikorizal spor sayımı, agregat stabilitesi, pH, EC, kireç, organik madde ve tekstür, değişebilir Na, K, Ca, Mg değerleri ile bitkilerde mikorizal infeksiyon oranı ve kök uzunlukları değerleri belirlenmiştir. Adı geçen parametrelere ait değerler Çizelge 1 ve 2’de verilmiştir.

Çizelge 1 ve 2’de görüleceği gibi araştırma alanına ait toprakta ölçülen bazı fiziksel, kimyasal ve biyolojik parametrelere ait değerler geniş sınırlar içerisinde dağılım göstermiştir. Genel itibari ile pH 7.16-8.15 değerleri arasında olup hafif alkalın, EC 326-112100 değerleri $\mu\text{S}/\text{cm}$ arasında olup hafif tuzlu-aşırı tuzlu, kireç %16.03-68.10 değerleri arasında olup fazla kireçli-çok fazla kireçli, organik madde %0.82-4.30 değerleri arasında olup çok az-yüksek, agregat stabilitesi 1.85-61.46 değerleri arasında değişmiş ve toprak tekstürü için saturasyonda harcanan su miktarı 28-60 ml arasında olup buna göre toprak tekstürü kum, tın ve killi tın şeklinde sınıflara ayrılmıştır. Değişebilir katyonlar olan Na, K, Ca ve Mg değerlerinde ise en düşük ve en yüksek değerler sırasıyla 0.43-11,0.40-4.65,0.68-22.80 ve 0.25-14.20 olarak tespit edilmiş olup elde edilen bu değerler FAO (1990)’a göre değerlendirildiğinde genelde çok az, yeterli ve çok fazla olarak sınıflandırılmıştır.

Öte yandan, araştırma alanına ait toprağın agregat stabilitesi değeri ile diğer bazı özellikleri (pH, EC, kireç, kil, silt, kum, organik madde, değişebilir Na, K, Ca ve Mg) ve toprakta belirlenen toplam ve elek çaplarına göre spor sayıları (spor çaplarına göre; 38-50-100 ve 250 μ), bitkilerin köklerinde tespit edilen mikorizal infeksiyon oranları ve bitkiye ait kök uzunlukları arasındaki korelasyon katsayıları ilgili istatistiki sonuçlar Çizelge 4’de verilmiştir.

Çizelge 4’ün incelenmesinden de görüleceği gibi Tersakan Gölü civarından alınan tuzlu toprakların agregat stabilitesi değerleri ile toprakta ölçülen bazı fiziksel, kimyasal ve biyolojik parametreler arasında genelde önemli seviyelerde ($P < 0.01$ ve $P > 0.05$) pozitif ve negatif korelasyonlar elde edilmiştir. Elde edilen korelasyonlar incelenecek olursa agregat stabilitesi ile toprak elektriksel iletkenliği, saturasyonda harcanan su miktarı, bitki kök uzunluğu, değişebilir Na, K, Ca, Mg ile önemli ve negatif, toprak organik maddesi ve $>250\mu$ çapına sahip sporların sayıları ile yine negatif ancak önemsiz bir korelasyon elde edilmiştir. Benzer şekilde yine agregat stabilitesi değeri ile toprak pH’sı, %kireç içeriği, toplam spor sayısı, bitki kök mikorizal infeksiyon oranı, $<38\mu$ ve 100-250 μ çapına sahip spor sayısı ile önemli ve pozitif, 38-50 μ çapına sahip spor sayısı ile yine pozitif ancak önemsiz bir korelasyon elde edilmiştir.

Yapılan korelasyon analizinde organik madde ile agregasyon arasında önemsiz pozitif bir ilişki bulunmuştur. Sönmez (1980)’de benzer bir sonuç elde etmiştir. Buna karşılık Çelebi (1971) agregasyonla organik madde arasında önemli pozitif bir ilişki bulmuştur. Organik madde ile agregasyon arasındaki ilişki incelenirken toprak kil miktarının da dikkate alınması gerekir. Çünkü kil yüzdesi fazla olan topraklarda organik madde ile agregasyon arasında önemsiz ilişkiler elde edilebilmektedir (Baver 1959 ve Aksoy 1973). Ancak toprakta % 2’den fazla organik madde ve % 25’ten az kil mevcut ise organik madde agregasyon üzerine önemli derecede etkili olabilmektedir (Baver 1959). Çalışılan bu topraklarda organik madde içeriğinin % 0,51- % 2.93 (istisnai olarak bir örnekte %4.30) olması özellikle % 1-2 civarında yani düşük olmasından dolayı organik maddenin agregasyon üzerine olan etkisi yeterince bulunamamıştır. Zaten topraktaki organik bileşiklerin hepsi agregatlaşmadan ve agregat dayanıklılığından sorumlu değildir (Oades 1984). Bazı organik materyaller farklı boyutlu agregatları dayanıklı yaparken, şişme büzülme özelliği gösteren topraklarda bu etkiye sahip olamayabilirler (Coughlan ve ark. 1973).

Toprakların büyük bir kısmında elektriksel iletkenlik değeri 4 mmhos/cm’den fazladır. Agregasyonla elektriksel iletkenlik arasında önemli ($P < 0,01$) ve negatif bir ilişki elde edilmiştir. Tuzluluğun Na’dan kaynaklandığı toprak çözeltilerinde Na’un Ca ve Mg’la olan dengesi agregat stabilitesinin belirlenmesinde temel bir unsurdur. Nitekim Scharenbroch (2008)’de agregat stabilitesinin flokülasyonla dispersiyon arasında yani Ca^{++} ve Mg^{++} ile Na^+ katyonları arasındaki dengeye bağlı olduğunu belirtmiştir. Dengenin Na lehine olduğu durumlarda tuzun agregat oluşumu üzerindeki etkisi negatif olarak yorumlanabilir. Toprakların değişebilir sodyum ve değişebilir potasyum miktan ile agregasyonu arasında birçok araştırmacı değişik sonuçlar bulmuştur. Baver (1959), bu konuda önemli

bir ilişki bulmamış, Aksoy (1973) ise önemli ilişkiler elde etmiştir. Bu farklılık Sönmez (1980) tarafından belirtildiği gibi toprakların kil ve organik madde miktarlarının farklı olmasına bağlanmıştır.

Çizelge 3'ün incelenmesinde de görüleceği üzere araştırma alanının Ca ve Mg içerikleri sınır değerlerine göre az seviyededir. Bu durum Na'un toprakta hâkim katyon görevi gördüğünü ve bunun neticesinde de agregat stabilitesi için temel kimyasal olay olan dehidrasyonun gecikmesine bağlı olarak agregasyon bozukluğuna bağlı olabilir.

Diğer taraftan adı geçen çizelgede görüleceği gibi toprak tuzluluğu ile toprakların spor sayısı ve mikorizal infeksiyon oranı arasında negatif bir ilişki belirlenmiştir. Yapılan korelasyon analizinde spor sayısı ile tuz arasındaki ilişki önemsiz, mikorizal infeksiyonla olan ilişki ise $p < 0.01$ seviyesinde önemli bulunmuştur. Gildon ve Tinker (1983), Sodyum ve Klor iyonlarının mikoriza sporlarının oluşumunu olumsuz yönde etkilediğini bildirmektedirler. Bu çalışmada da bu sonuçlara benzer sonuçlar elde edilmiştir. Nitekim, çok sayıda yapılan araştırmalarda, araştırmacılar tuzluluğun mikorizal kolonizasyonu ve spor çimlenmesini engellediğini bildirmişlerdir (Chong ve Darrell 1984 ve Tian ve ark. 2004).

Tersakan civarında yetişen bitkilerin yüksek tuz oranına adapte olarak yaşayan bitkiler olduğu göz önünde bulundurulursa tuzun bitki gelişimindeki sınırlayıcı etkisinin bitkiler tarafından gerçekleştirilen karmaşık bazı mekanizmalarca tamponlandığına bağlanabilir.

Çizelge 4'ün incelenmesinden de görüleceği üzere araştırma toprağında asıl araştırma konusu olan agregat stabilitesi değeri üzerine toprağın spor sayısı, bitki kök mikorizal infeksiyon oranı ve kök uzunluğu değerinin etkisi önemli seviyelerde ($P < 0.01$ ve $P < 0.05$) çıkmıştır. Agregat stabilitesi üzerinde adı geçen parametrelerden toplam spor sayısı ve mikorizal infeksiyon oranının etkisi pozitif (sırasıyla 0.480** ve 0.619**) ancak kök uzunluğu değerinin etkisi ise negatif (-0.283*) olarak belirlenmiştir. Verimli topraklar yüksek agregat stabilitesine sahiptirler (Burns ve Davies 1986). VAM fungileri aşırı şekilde gelişen miselleri ile toprak partiküllerini bağlayarak agregat oluştururlar. Aynı şekilde Plante ve Voroney (1998)'de, mikrobiyal ürünlerin parçacıkları birleştirici kabiliyetlerinin uzun süre devam etmesinin bu mikrobiyal canlıların toprakların agregasyonlarındaki artışından birinci dereceden etkili olmasından kaynaklandığı belirtilmiştir.

Agregat stabilitesi değeri üzerinde mikorizal parametrelerin hemen hemen tümü pozitif bir etki yapmış olup, yalnızca bitki kök uzunluğunun etkisi önemli ($P < 0.05$) ancak negatiftir. Bu etki ortamdaki fazla tuzda bitki köklerindeki mikorizal mekanizmaların farklı işleyişinden kaynaklanmış olabilir. Nitekim benzer şekilde, Sutton ve Shoppard (1976), kumullarda yetiştirilen mikorizal bitkilerin mikorizasız olanlarla eşit kök biyokütlesine sahip olduğunu ancak onlardan 5 kat fazla kumulu agregatlaştırdığını tespit ederken; Kohler ve ark. (2006) iki farklı tuz seviyesinde yetiştirdikleri marul (*Lactuca sativa* L.) bitkisine *Glomus mosseae* (Nicol & Gerd.) Gerd. & Trappe) ve bitki gelişimini teşvik edici *Pseudomonas mendocina* Palleroni bakterisini tek tek ve kombine ederek verdikleri bir çalışmalarında bakterinin her iki tuz seviyesinde de ciddi oranda bitkiye inokule olduğunu ve kontrole göre her iki tuz seviyesinde de kök biomasını artırdığı ancak mikorizal inokulasyonun ise yalnızca normal tuz seviyesinde gerçekleştiği ve kök biomasını artırdığını belirlemişlerdir. Bakteri ve fungi ile inokulasyonla toprak agregat stabilitesinin artan tuz stresine bağlı olarak önemli derecede azaldığı (tuzsuz olan ortamdaki agregat stabilitesinden %29 daha az) tespit edilmiştir. Ciddi tuz konsantrasyonları altında yalnızca inokule olmuş (aşılınmış) topraklar daha yüksek Na konsantrasyonu göstermişlerdir. Tuz stresi mikorizal fungiler tarafından salgılanan bir toprak proteini olan glomalın konsantrasyonunu azaltmıştır fakat en yüksek glomalın konsantrasyonu inokulasyonun en yüksek değerinde elde edilmiştir. Gerek AM funginin, gerekse *Pseudomonas mendocina* Palleroni'nin marul bitkisindeki tuz stresini hafifleticiliği onların toprak sütrüktürel stabilitesi üzerindeki zararlı etkileri sınırlandırılmasına bağlanmıştır.

Agregatların oluşumu toprakların fiziksel şartlarını geliştirmede önemlidir. Bu nedenle VAM fungileri tarafından toprak partiküllerinin agregatlaşması toprak erozyonunu en aza indirmek için önemli bir araçtır. Toprağın agregatlaşmasında VAM fungilerin fonksiyonu sıklıkla göz ardı edilmekte olup, ancak günümüzde VAM misellerinin sadece toprak partiküllerini agregatlaştırmayı sağlamadığı aynı zamanda hifler aracılığıyla amorf polisakkaritleri de bağladığı bilinmektedir (Burns ve Davies 1986).

Çizelge 1. Konya Ovası Tersakan civarından alınan toprak örneklerinin spor sayım sonuçları ile aynı noktalardan alınan bitkilerin infeksiyon oranı ve kök uzunluklarına ait değerler

| Bitki adları/Familyası | Spor Sayısı adet/10 g toprak | | | | Toplam Spor Sayısı (adet/10 g) | İnfeksiyon Oranı (%) | Bitki Kök Uzunluğu (m/g bitki) |
|--|---------------------------------|--------------|---------------|------------|--------------------------------------|----------------------------|--------------------------------------|
| | Elek Çapları | | | | | | |
| | 38-50 µ | 50- 100 µ | 100- 250 µ | > 250 µ | | | |
| <i>Limonium anatolicum</i> <i>Hedge/Plumbaginaceae</i> | 73 | 140 | 25 | 3 | 241 | 7 | 552 |
| <i>Echinochloa crus-galli</i> (L.)P. <i>Baeuv./Gramineae</i> | 214 | 34 | 15 | 10 | 273 | 47 | 494 |
| <i>Anthemis</i> L. <i>Anthemis sp./Compositae</i> | 171 | 32 | 20 | 5 | 228 | 13 | 1187 |
| <i>Helianthemum Helianthemum sp.</i> <i>/Cistaceae</i> | 34 | 60 | 17 | 4 | 115 | 27 | 1454 |
| <i>Salicornia europae</i> L. <i>/Chenopodiaceae</i> | 16 | 2 | 7 | 2 | 27 | 0 | 422 |
| <i>Frankania hirsuta</i> L./ <i>Frankeniaceae</i> | 117 | 24 | 3 | 7 | 151 | 0 | 493 |
| <i>Leymus cappadocicus</i> (Boiss.& Bal.) <i>Melderis/Gramineae</i> | 75 | 80 | 96 | 4 | 255 | 73 | 376 |
| <i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers./ <i>Gramineae</i> | 280 | 41 | 75 | 5 | 401 | 42 | 322 |
| <i>Allium vuralli</i> Kit Tan./ <i>Liliaceae</i> | 956 | 88 | 79 | 1 | 1124 | 83 | 321 |
| <i>Stipa</i> L. — <i>Stipa sp./Gramineae</i> | 110 | 107 | 102 | 4 | 323 | 55 | 373 |
| <i>Achillea</i> L.— <i>Achillea sp. /Compositae</i> | 89 | 60 | 182 | 3 | 334 | 50 | 330 |
| <i>Teucrium</i> L. — <i>Teucrium sp./Labiatae</i> | 73 | 39 | 57 | 2 | 171 | 75 | 731 |
| <i>Allium vuralli</i> Kit Tan./ <i>Liliaceae</i> | 449 | 892 | 62 | 2 | 1405 | 60 | 707 |
| <i>Limonium anatolicum</i> <i>Hedge/Plumbaginaceae</i> | 100 | 166 | 45 | 3 | 314 | 31 | 386 |
| <i>Glycyrrhiza glabra</i> L./ <i>Fabaceae</i> (<i>Legum.</i>) | 109 | 185 | 111 | 6 | 411 | 30 | 253 |
| <i>Centaurea</i> L. <i>Centaurea sp./Compositae</i> | 39 | 67 | 57 | 4 | 167 | 40 | 219 |
| <i>Agropyron Gaertner</i> — <i>Agropyron sp</i> <i>/Gramine</i> | 30 | 110 | 24 | 5 | 169 | 40 | 443 |
| <i>Salvia</i> L. — <i>Salvia sp./Labiatae</i> | 87 | 75 | 22 | 7 | 191 | 64 | 470 |
| <i>Centaurea</i> L. <i>Centaurea sp./Compositae</i> | 77 | 69 | 20 | 5 | 171 | 8 | 419 |
| <i>Centaurea</i> L. <i>Centaurea sp./Compositae</i> | 50 | 82 | 20 | 41 | 193 | 13 | 322 |

Çizelge 2. Konya Ovası Tersakan Gölü civarından alınan toprak örneklerine ait bazı fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları

| Toprak No | pH Saturasyon | EC 25°C Saturasyon (µS/cm) | Kireç (%) | Organik Madde (%) | Saturasyonda Harcanan Su Miktarı (ml) | Tekstür Sınıfı | Agregat Stabilitesi |
|-----------|---------------|----------------------------|-----------|-------------------|---------------------------------------|----------------|---------------------|
| 1 | 7.56 | 19700 | 16.03 | 4.3 | 60 | Killi-Tın | 16.71 |
| 2 | 7.90 | 37200 | 36.28 | 2.93 | 42 | Tın | 55.15 |
| 3 | 7.26 | 11010 | 32.85 | 2.85 | 50 | Tın | 23,47 |
| 4 | 7.91 | 15990 | 29.77 | 2.03 | 42 | Tın | 3.79 |
| 5 | 7.77 | 112100 | 19.32 | 1.12 | 42 | Tın | 1,85 |
| 6 | 7.74 | 29900 | 31.26 | 2.85 | 43 | Tın | 11.22 |
| 7 | 8.15 | 769 | 60.43 | 1.65 | 38 | Tın | 32.97 |
| 8 | 8.05 | 4230 | 63.41 | 0.51 | 28 | Kum | 61.46 |
| 9 | 8.14 | 480 | 57.64 | 2.07 | 39 | Tın | 53.96 |
| 10 | 7.91 | 2660 | 61.13 | 0.82 | 33 | Tın | 18.47 |
| 11 | 8.15 | 576 | 54.36 | 1.16 | 33 | Tın | 19.78 |
| 12 | 7.41 | 763 | 59.03 | 1.27 | 34 | Tın | 35.12 |
| 13 | 7.78 | 13680 | 58.93 | 0.95 | 34 | Tın | 37.61 |
| 14 | 8.05 | 3500 | 59.53 | 1.48 | 40 | Tın | 44.85 |
| 15 | 7.55 | 765 | 68.10 | 0.82 | 38 | Tın | 29.21 |
| 16 | 7.67 | 326 | 31.75 | 1.86 | 47 | Tın | 33.85 |
| 17 | 7.16 | 332 | 32.06 | 2.57 | 50 | Tın | 23.78 |
| 18 | 7.48 | 349 | 32.85 | 1.18 | 44 | Tın | 27.83 |
| 19 | 7.32 | 354 | 32.85 | 1.54 | 49 | Tın | 6.37 |
| 20 | 7.19 | 673 | 32.15 | 1.96 | 50 | Tın | 15.88 |

Çizelge 3. Konya Ovası Tersakan Gölü civarından alınan toprak örneklerine ait değişebilir katyon değerleri

| Toprak No | Na (me/100g FKT) | K (me/100g FKT) | Ca (me/100g FKT) | Mg (me/100g FKT) |
|-----------|------------------|-----------------|------------------|------------------|
| 1 | 6,21 | 4,65 | 22,8 | 8,4 |
| 2 | 11,00 | 3,79 | 3,59 | 0,25 |
| 3 | 4,25 | 0,79 | 5,04 | 1,87 |
| 4 | 6,07 | 1,19 | 2,02 | 3,00 |
| 5 | 14,3 | 3,24 | 19,8 | 14,2 |
| 6 | 10,00 | 3,18 | 5,25 | 3,89 |
| 7 | 0,86 | 0,81 | 1,42 | 0,95 |
| 8 | 1,96 | 0,65 | 1,15 | 1,62 |
| 9 | 0,46 | 0,64 | 0,83 | 2,08 |
| 10 | 1,00 | 0,47 | 0,68 | 1,72 |
| 11 | 0,61 | 0,69 | 2,04 | 0,85 |
| 12 | 0,57 | 0,99 | 1,5 | 1,08 |
| 13 | 4,61 | 1,86 | 5,03 | 0,55 |
| 14 | 0,82 | 1,05 | 0,96 | 2,56 |
| 15 | 0,68 | 0,40 | 1,14 | 1,25 |
| 16 | 0,65 | 2,28 | 2,4 | 1,52 |
| 17 | 0,43 | 2,08 | 3,05 | 1,20 |
| 18 | 0,54 | 2,13 | 2,32 | 1,44 |
| 19 | 0,61 | 1,93 | 1,33 | 3,10 |
| 20 | 0,43 | 2,82 | 1,00 | 2,61 |

Çizelge 4. Tersakan Gölü'ne ait toprak ve bitki örneklerinde ölçülen bazı parametreler ile mikorizal ölçümler arasındaki korelasyon kat sayıları

| Toprak ve Bitkide Ölçülen Parametreler | Toplam Spor (adet/10 g toprak) | Mikorizal İnfeksiyon Oranı (%) | 38-50µ (adet/10 g toprak) | 50-100µ (adet 10 g toprak) | 100-250µ (adet 10 g toprak) | >250µ (adet 10 g toprak) | Kök Uzunluğu (m/g bitki) | Agregat Stabilitesi |
|--|--------------------------------|--------------------------------|---------------------------|----------------------------|-----------------------------|--------------------------|--------------------------|---------------------|
| pH | 0.294* | 0.388** | 0.356 * * | 0.018 | 0.512** | -0.378 * * | -0.163 | 0.402** |
| EC | -0.189 | -0.432 ** | -0.112 | -0.107 | -0.405** | -0.081 | 0.072 | -0.322* |
| Kireç | 0.495 ** | 0.641 ** | 0.371 * * | 0.301 * | 0.718** | -0.222 | -0.248* | 0.584** |
| Org. Mad. | -0.204 | -0.363** | -0.035 | -0.211 | -0.507 * * | 0.172 | 0.251* | -0.157 |
| Saturasyonda harc.su | -0.311* | -0.496** | -0.214 | -0.184 | -0.581 * * | 0.312 * | 0.131 | -0.379** |
| Agregat Stabilitesi | 0.480** | 0.619** | 0.562 * * | 0.165 | 0.252 * | -0.140 | -0.283* | - |
| Sodyum | -0.164 | -0.485** | -0.096 | -0.056 | -0.506 * * | -0.052 | 0.259* | -0.255* |
| Potasyum | -0.259* | -0.500** | -0.250 * | -0.040 | -0.635 * * | 0.279* | -0.071 | -0.255* |
| Kalsiyum | -0.161 | -0.496** | -0.176 | 0.005 | -0.357 * * | -0.140 | 0.076* | -0.371** |
| Magnezyum | -0.292* | -0.587** | -0.201 | -0.194 | -0.393 * * | -0.059 | 0.299 | -0.510** |
| Toplam Spor Sayısı | - | 0.482** | 0.831 * * | 0.773 * * | 0.311 * | -0.181 | -0.067 | 0.480** |
| % Mikorizal İnfeksiyon | 0.482** | - | 0.475 * * | 0.213 | 0.507 * * | -0.276 * | -0.123 | 0.619** |
| Bitki Kök Uzunluğu | -0.067 | -0.123 | -0.087 | 0.073 | -0.350 * * | -0.128 | - | -0.283* |

* P<0.05 **P<0.01

SONUÇLAR

Mikorizanın bitki besleme ve bitkiyle birlikteliğindeki iyi bilinen rollerinin yanı sıra ekosistemdeki agregat oluşumunda anahtar süreçleri etkilediği de yadsınamaz. Ancak burada mikorizanın agregat stabilitesi üzerine olan etkisi sadece vesiküler arbusküler mikorizal odaklı olarak düşünülmüştür. Mikorizal fungusların toprak agregasyonunu etkilemesinde farklı oranlarda mekanizmaları vardır. Bu mekanizmalar fungusların farklı türleri ve onların yaptığı birlikteliklerde farklılık arz etmekte ve dolayısıyla toprak agregasyonunu teşvik etme dereceleri de birbirinden farklı olabilmektedir. Yapılan bazı çalışmalarda tuzlu topraklarda sporların spesifik olabileceği ve yoğun tuz şartlarında özellikle *G. macrocarpum* spor türünün başarılı bir şekilde kullanılabileceği bildirilmiştir (Bhoopander ve Mukerji 2003).

Bu nedenle mikoriza ve agregatla ilgili çalışmalar çok yönlü ve detaylı çalışmaları kapsamalıdır. Bu tür çalışmalarda toprakla mikoriza arasındaki karmaşık ilişkilerin en ince detayıyla irdelenerek sağlam temellere dayandırılması gerekmektedir.

Yoğun tuz şartları altında olan topraklarda bile mikorizal birliktelikler bitki gelişim süreçleri üzerine olumlu etkide bulunduğu gibi toprak kaybına neden olan rüzgar ve su erozyonu gibi ciddi toprak zararlarını önlemede adeta bir kilit görevi gören agregat stabilitesinin oluşumunda da diğer fiziksel ve kimyasal faktörler kadar önemli bir görev üstlenmektedir.

Biz bu çalışma ile özellikle tuzlu bir alanda mikorizal infeksiyonun topraktaki agregat stabilitesi üzerinde diğer etkili ve bağlantılı fiziksel ve kimyasal, biyolojik ve biyokimyasal olayların yanı sıra nedenli önemli olduğunu vurgulamak istedik.

EK BİLGİ

Yapılan bu çalışmada kullanılan toprak-bitki materyalleri ile bilgi ve rakamsal veriler TÜBİTAK tarafından (1002) Hızlı Destek Projesi olarak desteklenen 1080309 numaralı ve “Konya Yöresi Tuzlu Alanlarında Doğal Mikoriza Potansiyelinin Belirlenmesi” isimli tamamlanmış çalışmadan alınmıştır.

KAYNAKLAR

- Aksoy, N., 1973. Mikroorganizmalarla aşılama ve fumigasyonun muhtelif rutubet seviyelerinde inkübasyona tabi tutulan bazı Doğu Karadeniz, Doğu Anadolu ve Güneydoğu Anadolu topraklarının agregatlaşmalarına olan etkileri. Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yayını, N o: 93.
- Anonymous, 1992. Konya İli Arazi Varlığı. Mülga T. C. Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü Yayınları. İl Rapor No: 42, Ankara (1992) sy:13
- Baver, L.D., 1959. Soil Physics. John Wiley and Sons. inc. New York.
- Bhoopander, G., Mukerji, K., 2003. Mycorrhizal inoculant alleviates salt stress in *Sesbania aegyptiaca* and *Sesbania grandiflora* under field conditions: evidence for reduced sodium and improved magnesium uptake. *Mycorrhiza*, Volume: 14, Number 5, pp. 170-175.
- Black, C. A., 1970. Toprak-Bitki münasebetleri. Atatürk Üniversitesi Yayınları, Ziraat Fakültesi Tercüme Serisi, No 75, Erzurum.
- Bouyoucos, G., 1962. Hydrometer method improved for making particle size analysis of soils, *Agronomy Journal*, 54: 464-465.
- Burns, R.G. and Davies, J.A., 1986. The microbiology of soil structure. In: J.M. Lopez-Real and R.D. Hodges, Editors, *The Role of Microorganisms in a Sustainable Agriculture*, A.B. Academic Publishers, Berkhamstead, UK (1986), pp. 9-28.
- Chong-Kyun, K. ve Darrell, J. W., 1984. Distribution of VA mycorrhiza on halophytes on inland salt playas. *Plant and Soil* 83: 207-214.
- Coughlan, J.A., Fox, W.E. and Hughes, J.D., 1973. Aggregation in swelling soils. *Aust. J. Soil Res.* 11: 133-141.
- Çelebi, H., 1971. Atatürk Üniversitesi Erzurum Çiftliği topraklarında kireç miktan ile agregat stabilitesi arasındaki ilgi üzerinde bir araştırma. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 2 : 44-50.

- Demiralay, I., 1977. Toprak Fiziksel Koşullarının Kontrolü. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 8(1): 141-154, Erzurum.
- Düzgüneş, O., Kesici, T., Kavuncu, O. ve Gürbüz, F., 1987. Araştırma ve Deneme Metodları (İstatistik Metodları II). Ankara Üniv. Basımevi, Ankara, s. 381
- Gerdeman, J. W., Nicolson, T. H., 1963. Spores of Mycorrhiza Endogene Species. Extracted from Soil by Weh Sieving and Decanting. *Trans. Brit. Mycol. Soc.* 46:235-244.
- Gildon, A., Tinker, P. B., 1983. Interactions of vesicular-arbuscular mycorrhizal infections and heavy metals in plants. II. The effects of infection on uptake of copper. *New Phytologist* 95:263-268.
- Giovannetti, M. and Mosse, B., 1980. An Evaluation of Techniques for Measuring Vesicular Arbuscular Mycorrhizal Infection in Roots. *New Phytol.*, 84: 489-500.
- Hızalan, E., Ünal, H., 1966. Topraklarda Önemli Kimyasal Analizler. A.Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları: 278, Ankara.
- Kemper, W.D. 1965. Aggregate Stability. In : Methods of Soil Analysis Part I (Black, C.A., ed.), American Society of Agronomy, Inc. Madison, Wisconsin, USA, 511-519 pp.
- Kohler, J., Caravaca, F., Carrasco, L. and Roldán, A., 2006. Contribution of *Pseudomonas mendocina* and *Glomus intraradices* to aggregate stabilization and promotion of biological fertility in rhizosphere soil of lettuce plants under field conditions. *Soil Use and Management*. Volume 22, Issue 3, pages: 298-304.
- Koske, R. E. ve Gemma, J. N., 1989. A Modified Procedure for Staining Roots to Detect VAM- *Mycological Research* 92: 486-505.
- Miller, R.M., Jastrow, J.D., 2000. Mycorrhizal fungi influence soil structure. In: Kapulnik, Y., Douds, D.D. (Eds.), *Arbuscular Mycorrhizas: Physiology and Function*. Kluwer Academic, Dordrecht, pp. 3-18.
- Oades, J.M. 1984. Soil organic matter and structural stability: Mechanisms and implications for management. *Plant Soil*, 76, 319-334.
- Plante, A.F. and Voroney, R.P., 1998. Decomposition of land applied oily food waste and associated changes in soil aggregate stability. *Journal of Environmental Quality*, 27, 395-402.
- Rilling, M.C., Ramsey, P.W., Morris, S. and Paul, E.A., 2003. Glomalin, an arbuscular mycorrhizal fungal soil protein, responds to land use changes, *Plant Soil*, 253: 293-299.
- Scharenbroch, B., 2008. Urban Soil and Tree Roots-Urban Soil. American Society of Landscape Architects Annual Conference in Chicago, IL (unpublished). www.masslaboratory.org
- Smith, H. W. ve Weldon, M. D., 1941. A Comparison of Some Methods for The Determination of Soil Organic Matter. *Soil Science Society of Am. J* 5:177-182.
- Soil Survey Staff, 1951. Soil Survey Manual. Agricultural Research Administration, U.S. Dept. Agriculture, Handbook No:18,
- Sönmez, K., 1980. Atatürk Üniversitesi Elazığ Çiftliğinde toprakların bazı fiziksel ve kimyasal özelliklerin agregasyon üzerine tesirleri ile ilgili araştırmalar. Atatürk Üniversitesi Yayınları. Yayın No :531, Ziraat Fakültesi Yayını No : 243.
- Sönmez, B., Türkiye Çoraklık Kontrol Rehberi, Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Teknik Yayın No: 33, (2004).
- Sutton J.C. and Sheppard B.R., 1976. Aggregation of sand-dune soil by endomycorrhizal fungi. *Can. J. Bot.* 54, 326-333.
- Tennat, D., 1975. A test of modified line intersect method of estimating root length. *Journal of Ecology* 63, 995-1001.
- Tian, C. Y., Feng, G., Li, X. L. ve Zhang, F. S., 2004. Different effects of arbuscular mycorrhizal fungal isolates from saline or non-saline soil on salinity tolerance of plants. *Appl Soil Ecol.* 26:143-148.
- U.S. Salinity Laboratory Staff, 1954. Diagnosis and Improvement of Saline and Alkali Soils. USDA Agricultural Handbook, No: 60.
- Uysal, T., 2007. Tuzlu Topraklarda Yetiştirilen Mısır Bitkisinin Gelişimine VAM'ın Etkisi. Selçuk Üniversitesi, Bilimsel Araştırma Projeleri (BAP). Proje No: 06201007 Proje Türü: Araştırma Projesi/Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Weber, E., 1992. Role of vesicular-arbuscular mycorrhizae in the mineral nutrition of Chickpea (*Cicer arietinum* L.) grown in Northern Syria-Verlag Ulrich E. Grauer-Wendlingen.

Toprak Degradasyonu

Emine ARSLAN*

*Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Ankara

Özet

Sözlük terimi olarak toprak bozulması anlamına gelen toprak degradasyonu daha geniş bir ifadeyle toprağın fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerinin, üretim potansiyelini etkileyecek derecede bozulmasını ifade etmektedir. Tarımsal açıdan incelendiğinde ise bu bozulma hızlandırılmış toprak erozyonu, intensif arazi kullanımıyla besin maddelerinin kaldırılması, toprak pH'sında değişiklikler, tuz birikimi, toksik elementlerin çoğalması (örneğin Al ve Mn'nin toksik düzeyleri gibi), aşırı su altında kalma sonucunda toprak koşullarında zayıflama ve düşük havalanma durumları gibi birçok faktörün etkisi ile ortaya çıkmaktadır. Degradasyonun hızı, toprağın amacına uygun olarak kullanılmaması ile doğrudan ilişkilidir.

Toprak degradasyonu, sadece çevresel bir sorun olmayıp modern bilimin üzerinde durduğu ve dünyada büyük sosyal problemlere neden olan büyük ölçüde tarımsal kullanıma bağlı küresel bir sorundur. Dünyada tarım arazilerinin yaklaşık %40'ın ciddi şekilde bozulmuş olduğu tahmin edilmektedir. Bu nedenle toprakta degradasyona yol açan olay, süreç ve faktörlerin anlaşılması, degrade olmuş toprakların ıslahı ve üretkenliğinin yeniden sağlanabilmesi için temel ihtiyaçtır.

Anahtar Kelimeler: Toprak Bozulması, Toprak Kalitesi, Toprak Islahı

Soil Degradation

Abstract

Known as 'soil degradation' in terminology, soil degradation means that physical, chemical and biological characteristics of soil are degraded causing to affect production potential. If we consider it in agricultural way, this degradation can occur with the effects of multiple factors such as accelerated soil erosion, removal of nutrients during intensive land use, the changes in soil Ph, salt deposit, increase of toxic elements(ex: like toxic levels of Al and Mn), the weakening of soil conditions as a result of exposing to excessive water and low aeration situations. The speed of degradation is directly related with unsuitable use of soil.

Soil degradation is not only environmental problem but it also is a global problem depending on greatly agricultural use which causes significant social problems in the world and on which modern science concern. It is estimated that nearly 40% of the world's agricultural land is seriously degraded. Therefore the understanding of the factors, process and event causing the degradation in soil is the basic requirement to provide again productiveness and restoration of degraded soil.

Key Words: Soil Degradation, Soil Quality, Soil Restoration.

GİRİŞ

Toprak degradasyonu toprak üzerine etkili insan kaynaklı işlemlerin bir veya daha fazla kombinasyonundan etkilenen biyofiziksel çevre değerinin bir kavramıdır. Bu kavram; Topraklarda oluşan nitelik bozulması, verimsizleşme, erozyon v.d nedenler yoluyla toprağın kötüleşmesini ifade etmektedir. Toprak degradasyonunun en önemli ve bariz etkisi, şüphesiz toprakların fiziksel, kimyasal, biyolojik özelliklerinin bozularak toprak kalitesindeki azalma sonucu üretim potansiyellerini düşürmesi üzerinedir. Toprak kalitesinde organik ve inorganik bulaşmayla kimyasal, biyolojik, fiziksel

özelliklerinde olumsuz değişiklikler yaratarak çok büyük bir değer kaybı oluşturmaktadır. Bitkiler için temel besin ortamı ve su deposu durumunda olan toprağın strüktüründeki bozulmalar, bitki büyümesini olumsuz yönde etkilemektedir. Toprak degradasyonu insan sağlığına ve evrensel çevreye ciddi zararlar vermektedir. Toprak degradasyonu, bir yandan tarım alanlarının yoğun bir biçimde kullanılmasına ve doğal suların kirlenmesine yol açarken, diğer yandan tarımsal üretim ve çevre üzerine etkileri yoluyla politik ve sosyal dengesizliğe neden olmaktadır.

TOPRAK DEGRADASYONUNUN ÇEŞİTLERİ

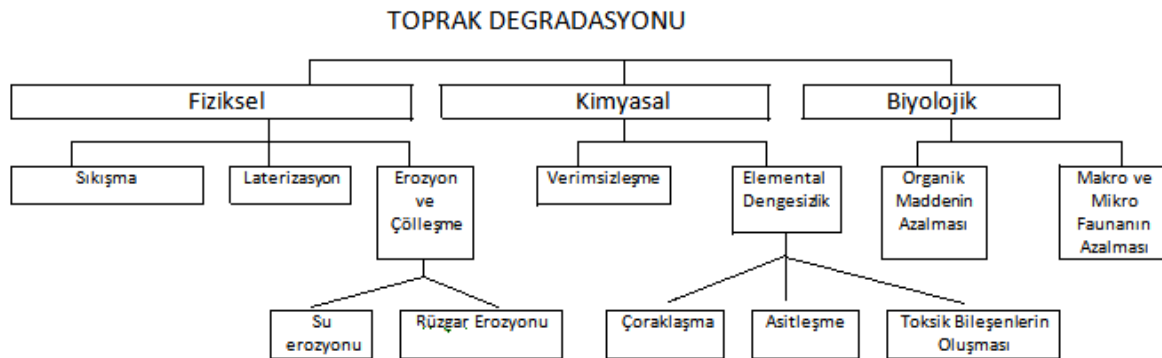
Toprak degradasyonu fiziksel, kimyasal ve biyolojik olarak üç ana başlık altında toplanabilir (Şekil 1).

Toprak degradasyonuna yol açan olayların başında, toprak strüktürünün bozulması, toprağın infiltrasyon kapasitesinin azalması, organik maddenin kaybı, tuz dengesinin bozulması, tuz birikimi, alkalileşme, toprak pH'sındaki değişimler, yıkanma, toksik elementlerin çoğalması (Al ve Mn'in toprak çözeltisindeki konsantrasyonlarının toksik seviyelere ulaşması gibi) ve toprak patojenlerinin oluşması gibi nedenler gelmektedir.

a.Fiziksel Toprak Degradasyonu

Toprağın, fiziksel özelliklerinin üretim düzeyini olumsuz yönde etkileyecek ölçüde bozulması fiziksel degradasyon olarak adlandırılmaktadır. Fiziksel toprak degradasyonu; sıkışma, hardsetting, kaymak bağlama, uzun süreli ıslaklık/kuraklık ve hızlandırılmış erozyon gibi olaylar sonucu toprağın yoğunluğunun artması ve strüktürünün bozulması ile ortaya çıkmaktadır. Hardsetting topraklar; kuruma sırasında sıkı ve strüktürsüz bir kütle oluşturan, bundan dolayı da toprak profili yeniden ıslanınca kadar işlenmesi çok güç veya imkansız olan topraklardır. Erozyonun oluşması doğal faktörler ile gerçekleşmekte ancak erozyonun telafi edilemez zararlara sebep olması, insanların bu faktörleri hızlandırmasıyla gerçekleşmektedir. Arazi ve toprak degradasyonuna yol açan en önemli olay, doğal yolla gerçekleşen erozyonun insan etkisiyle tabiatın karşılayamayacağı oranda artması sonucu oluşan bu hızlandırılmış erozyondur. Erozyon hem toprağı oluşturduğu yerden uzaklaştırarak, hem de yüzey akış sularındaki sedimenti diğer verimli araziler üzerine terk ederek toprak degradasyonuna sebep olur. Erozyon, toprağın organik madde içeriği ve kil fraksiyonunda düşmeye, topraktan suyun ve bitki besin elementlerinin kaybolmasına ve etkili kök derinliğinin azalmasına neden olarak bitki gelişmesini sınırlandırarak tarımsal üretim kapasitesinin düşmesine sebep olmaktadır. Ayrıca, erozyon; yıkanma ve asitleşme, sıkışma ve hardsetting, laterizasyon ve biyolojik degradasyona da zemin hazırlamaktadır.

Fiziksel toprak degradasyonu süreçlerinden biri olan çölleşme, iklim koşulları ve insan etkisi nedeniyle kurak ve yarı kurak karasal ekosistemlerin bozulması veya fakirleşmesidir. Bu, bitkisel üretimde azalma mikro ve makro fauna ve flora çeşitliliği ve biyoküttele arzu edilmeyen değişimler ve hızlanan toprak bozulması şeklinde ekosistemlerde gerçekleşen bozulma sürecidir.



Şekil 1. Toprak degradasyonunun çeşitleri

Fiziksel toprak degradasyonuna yol açan diğer önemli bir olay da sıkışma ve hardsettingdir. Toprağın sıkışması, toprak strüktürünün bozulmasına dolayısıyla toprağın hacim ağırlığı, gözeneklilik ve penetrasyon gibi hacimsel özelliklerinde değişmelere sebep olur. Bu değişimler ise toprağın hava, su ve ısı iletkenliğini önemli ölçüde azaltır. Toprak sıkışması doğal olaylar sonucu olabileceği gibi, antropolojik olarak yani insanların toprak üzerindeki aktiviteleri sonucu da olabilir. Sıkışmaya maruz kalmış toprakların en önemli sorunu ise infiltrasyon kabiliyeti azalan toprağın erozyona karşı daha duyarlı bir duruma gelmesidir.

Kimyasal bir olay olan laterizasyon, özellikle tropikal ve subtropikal bölgelerde fazla yağış ve sıcaklık şartları altında meydana gelen yoğun bir ayrışma sonucunda toprak yüzeyindeki silisin önemli ölçüde yıkanması ve demir ile alüminyum oksitçe zengin bir killi materyalin kalması ile karakterize edilmektedir. Bunun yanında toprakta bulunması gereken Ca, Na, K ve Mg gibi çözülebilir bazlar da topraktan önemli ölçüde arınmış durumdadır. Kısaca lateritleşme olayında topraktaki bazlarla birlikte silis de yıkanmakta ve geriye demir ile alüminyum oksitçe zengin killi malzeme kalmaktadır. Fe ve Al toprakta sert bir yapı meydana getirerek hidrolik özelliklerini bozmaktadır. Bu nedenle laterizasyon fiziksel toprak degradasyonu kapsamında gösterilmektedir.

b. Kimyasal Toprak Degradasyonu

Kimyasal toprak degradasyonu; Katyonların bitki kök bölgesinden yıkanarak uzaklaşması ve baz saturasyonundaki azalma nedeniyle toprağın verimsizleşmesine, toprak pH'sının düşmesine bağlı olarak özellikle Al ve Mn gibi elementlerin toprak çözeltisindeki konsantrasyonlarının toksik seviyelere ulaşmasına, alkalileşme, tuzlulaşma ve laterizasyon gibi olayların sonucu olarak toprağın elemental dengesizliğine yol açan bozulmadır.

Arazilerin, başta amacı ve yeteneği dışı olmak üzere, yanlış kullanılması, toprak ve su korumaya yönelik önlemlerin alınmamış olması gibi etkenler, toprağın işlevini ve verimliliğini kaybetmesine neden olmaktadır. Verimsizleşen toprak üretim gücünü de kaybetmektedir. Toprağın dış mekanik etkilere dayanıklılığı azalmakta fiziksel özellikleri bozularak, su emme, iletme, havalanma yeteneği zayıflamaktadır. Bunun neticesinde toprak su karşısında derhal dağılan balçıklaşan bir durum alır. Öte yandan toprağın yüzeyini örterek onu yağmur damlalarının darbe etkisinden koruyacak olan bitki örtüsü zayıflar, katyonlar bitki kök bölgesinden yıkanarak uzaklaşır ve toprak çıplaklaşır. Bütün bu olumsuz koşullar altında, yağılacak olan en basit bir sağınanakta toprak erozyonu başlar.

Topraklarda ani pH değişimini önleyen birkaç süreç vardır. Toprak, farklı mineralleri ihtiva eden kayaların aşınması ile meydana gelmiş olduğundan, oldukça farklı mineralleri bünyesinde bulundurur. Toprakta kalkerli-kireçli- mineraller varsa, toprak pH'sı yüksektir. Bu topraklarda kirecin bulunuşu, ortama dışarıdan gelen asidik maddelerin pH'yı aniden düşürmesine karşı koyar. Ancak asit birikiminin miktarı ve sürekliliğine bağlı olarak pH'da azalma görülebilir. Bunun sonucu olarak, bazik-alkali- pH değerlerinde toprakta çözünmeden bulunan metalik bileşikler pH'nın düşmesi ile çözünmeye başlar ve metaller toprak çözeltisine geçer. Buna tipik örnek alüminyumdur. Serbest hale geçen alüminyum bitki köklerine zarar verir. Toprak derinliklerine doğru hareket halinde olan su ile yer altı suyuna ulaşır. Benzer şekilde yüzey sularına da karışır. Bu durumda göllerde varlığını sürdürmekte olan balıklar başta olmak üzere diğer canlılar da etkilenir. Toprak pH'sındaki düşüşe bağlı olarak, toprakta bulunan alüminyum ile birlikte diğer toksik metaller serbest hale geçmesiyle toprak çözeltisindeki miktarları artar. Diğer taraftan, çözünürlüğün artışına bağlı olarak, potasyum, kalsiyum ve magnezyum gibi bitki besin elementleri de çözeltiye geçerek toprağın derinliklerine doğru yıkanır. Bitki kök bölgesinden uzaklaştıkları için artık bitkiler için yararlı durumdan çıkarlar.

Çoraklaşma veya tuzlulaşma(salinizasyon) , kurak ve yarı kurak bölgelerde özellikle taban suyu seviyesinin yüksek olduğu kapalı havzalarda meydana gelmektedir. Bu sahalarda ana materyali oluşturan depolarda tuz varsa, bu tuzlar kapilarite ile yüzeye kadar yükselirler, suyun buharlaşması sonucunda toprağın muhtelif derinliklerde birikirler. Bu birikme bazen toprak yüzeyine kadar ulaşabilir. Tuzluluk meydana gelebilmesi için kritik taban suyu derinliği toprak yapısına göre değişmekle beraber yaklaşık 2 m civarında olmaktadır. 2 m' den daha yüksek taban suyu su tablası seviyesinden itibaren doymamış akış sistemine göre hareket eder ve adhezyon kuvvetinin etkisiyle

yukarı ve yana doğru su molekülleri çok nemli kısımdan az nemli kısma doğru kapillaritenin etkisiyle ilerler. Bu hareket sırasında da toprakta mevcut bulunan eriyebilir tuzlar eritilerek suyla beraber yüzeye doğru hareket ederler. Su zerrecikleri yüzeye ulaşınca bünyelerindeki tuzları toprak yüzeyine bırakarak buharlaşırlar.. Tuzlaşma sonucunda meydana gelen bu tip topraklar(solonçak) bol miktarda Na, Ca, K ve Mg tuzları içermektedirler. Ayrıca tuzlar klorür, sülfat, karbonat ve bikarbonat halinde de olabilmektedir.

Tuzluluk, toprakların stürüktürünü olumsuz yönde etkilemektedir. Ayrıca toprak suyunun ozmotik potansiyelini arttırarak bitki köklerinin su alımını engellemektedir. Bunların dışında çözünebilir tuzların yapısında, yüksek oranda bulunan sodyum, klor ve bor gibi bazı elementler bitkiler için toksik etki (zehir etkisi) göstermektedir.

Alkalileşme (Solonizasyon), tuzlaşma benzer şekilde oluşmaktadır. Ancak alkalileşmede toprak çözeltisinde bulunan sodyum, diğer tuzlara nazaran daha az bulunmaktadır. Sodyum (Na), toprak kolloidlerinde bulunan Ca ve Mg ile yer değiştirerek toprakta değişebilir katyonlar arasında hakim duruma geçer. Sodyum katyonunun toprakta yükselmesi ile toprağın pH' ı da yükselerek kuvvetli alkali olur (pH 8.5' ten daha fazla). Alkalileşme nedeniyle çoğalan Na elementi toprağı dispers (teksel) hale getirir. Hareket eden kil fraksiyonu, aşağılara doğru inerken toprak gözeneklerini de tıkamaya başlar. Gözenekleri tıkanan toprakta havalanma olayı ve suyun toprağı girişi engellenerek toprağın üretim potansiyeli ciddi bir oranda azalmakta ve bitkisel üretim gerçekleşmemektedir. Bu tip toprakların iyileştirilmesi, tuzlanmış topraklara göre daha zor olmaktadır.

c. Biyolojik Toprak Degradasyonu

Biyolojik toprak degradasyonu. toprağın organik madde içeriğindeki azalma ve buna paralel olarak toprak mikro ve makro faunasındaki düşme ve toprak kökenli parazitlerin sayılarındaki artış ile karakterize edilmektedir. Biyolojik degradasyonun en önemli kaynağı, kimyasal girdiler ve toprak kirleticileridir.

Toprak pH'sının düşmesinden toprak canlıları önemli ölçüde etkilenir. Toprak canlıları toprağı düşen organik artıkların ayrışmasında önemli görev üstlendiklerinden, bu canlıların azalması veya yok olması sonucu, toprağı düşen organik atıklar ayrışmadan uzun bir süre kalır ve birikim meydana gelir. Ayrışmanın azalması veya durması ile bitkiler için mineral besin maddesi temini de yavaşlar. Asidik topraklarda mantar varlığında artış görülür.

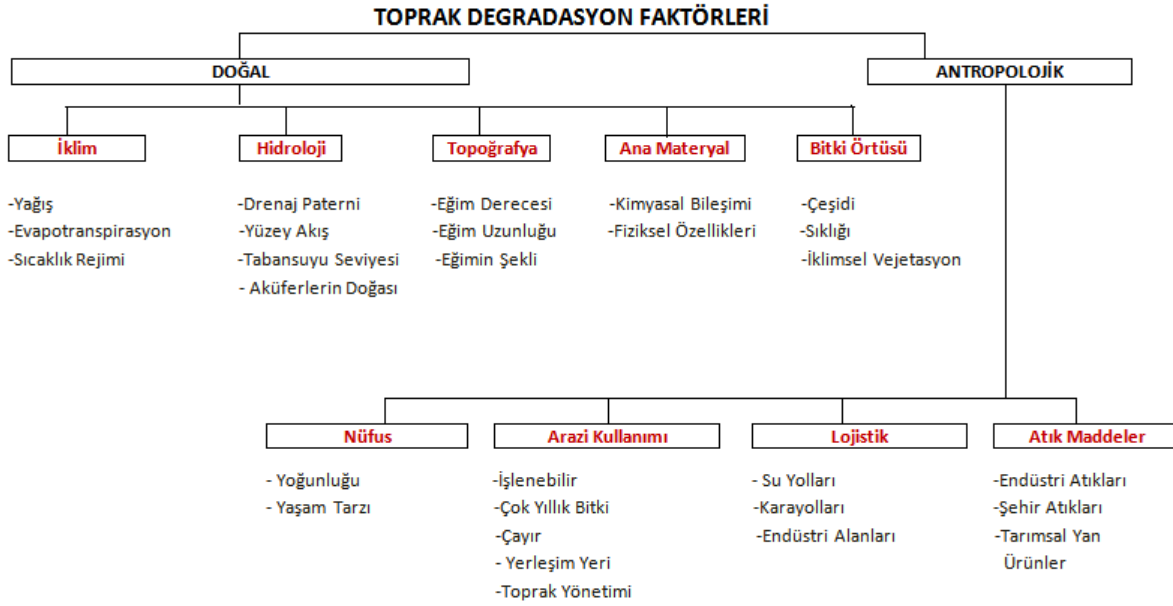
Sudakine oranla topraklardaki asitleşme süreci daha yavaş olarak seyreder. Ancak zamanla toprakta ağır metal birikimi artar ve bitki besin maddeleri yıkanarak kaybolur. Bu sorunları gidermek oldukça zordur. Toprak kaynaklarının bu şekilde asitleşmesine neden olan asidik gazların salımı durdurulsa bile, toprakların eski hallerine döndürülmesi oldukça uzun zaman alır.

Toprağın bütün canlılara yaşam ortamı ve durak yeri olarak çok önemli hizmetler sunması, toprak degradasyonu ile verimsizleşmesi canlılar için ne kadar büyük bir tehlike olusturduğunu açıkça göstermektedir.

TOPRAK DEGRADASYON FAKTÖRLERİ

Toprak degradasyonuna yol açan olaylar doğal veya insan faaliyetleri sonucu (antropolojik) ortaya çıkmaktadır (Şekil 2). Doğal faktörler arasında; iklim, arazinin hidrolojik özellikleri ve topoğrafik yapısı, ana materyal ve bitki örtüsü yer alırken, antropolojik faktörler; nüfus, arazi kullanımı, ormansızlaştırma, hayvan otlatma. lojistik hizmetler ve atık maddelerin değerlendirilmeleri ile ilgili sorunları içine almaktadır. Sosyoekonomik ve siyasi faktörler içerisinde ise, yoksulluk, nüfus artışı, kanunların yaptırım düzeyinin caydırıcı olmaması gibi faktörler yer alır. Burada önemli olan, artan nüfus ve sosyoekonomik baskıdan kaynaklanan antropolojik faktörlerin toprak ve çevre lehine planlanması ve uygulanmasını başarabilmektir.

Tarım alanlarının sınırlı oluşu ve artan nüfus, kültür altına alınan alanları marjinal seviyeye çıkarmıştır. Bu da çok ciddi boyutlara ulaşan toprak ve çevre degradasyonuna yol açmaktadır. Bu sorunlar aynı zamanda, ormansızlaşma, yoğun tarım uygulaması, kimyasal girdiler ve pestisid kullanımı, çayır ve meraların uygunsuz otlatılması gibi sorunların kaynağını da oluşturmaktadır.



Şekil 2. Toprak degradasyon faktörleri

DEĞERLENDİRME

Toprak degradasyonu karmaşık bir yapı gösterir. Dünya bugün için kendini besleyecek kapasitede olsa bile son yıllarda gerek tarım arazilerinin yerleşime açılması gerekse miras yoluyla küçülmesi birim alandan daha fazla ürün alınmasını ve degrade olmuş arazilerin değerlendirilmesini zorunlu hale getirmiştir. Bu nedenle tarımsal üretiminin devamlılığı için toprak degradasyonunun kontrol altına alınması ve degrade olmuş toprakların ıslah edilmesi temel zorunluluktur. Bu yüzden toprak degradasyonunu etkileyen faktörlerin, olay ve süreçlerin çok iyi analiz edilmesi ve değerlendirilmesi gereklidir. Tabii ki toprağın üretkenliğini korumak ve degrade olmuş toprakları ıslah etmek amaçlanırken çevre kalitesinin de gözönünde tutulması temel prensip olmalıdır.

Toprak sınırlı ve yenilenemeyen bir kaynaktır. Potansiyel kullanılabilir araziler sınırlı ve insan ve hayvan nüfusunun ihtiyaçlarına cevap veremeyecek durumdadır. Bu nedenle sadece toprağın yapısını bozmadan en yüksek ürünü almak yeterli olmayıp aynı zamanda bozulan dengenin yeniden sağlanması da esastır. Bu ise ancak toprak erozyonunun önlenmesi, biyolojik aktivitenin hızlandırılması, toprağın bozulan besin elementi dengesinin yeniden sağlanması ile mümkün olabilir.

Sonuç olarak; toprak degradasyonu, modern bilimin üzerinde durduğu ve dünyada büyük sosyal problemlere kaynaklık eden dünya çapında bir sorundur. Toprak degradasyonu sadece çevresel bir sorun da değildir. Aynı zamanda ülkelerin kalkınmasını etkileyen çözümü için uluslararası işbirliğine ve bu degradasyondan etkilenen insanların desteğine de ihtiyaç duyulan bir sorundur.

KAYNAKLAR

- Akalan, İ., Toprak ve Su Muhafazası. Ankara Üniv. Ziraat Fak. Yayınları:532, Ders Kitabı:177, Ankara.
- Altieri, M.A., 1983. Agroecology-The scientific Basis for Alternatif Agriculture. Westview Press, Boulder Co.227p.
- Aydemir, O., 1992. Bitki Besleme ve Toprak Verimliliği. Atatürk Üniv. Yayınları.No: 734.Erzurum.
- Ayyıldız, M., 1990. Sulama Suyu kalitesi ve Tuzluluk Problemleri. Ankara Üniv. Yayınları:1116, Ders Kitabı:344, s.245-268.
- Domzal, H., Gostkowka, K., Furczak, J., Bielinska, J. and Paranagal, J., 1994. Physical,Chemical andBiological Degradation of Agiculurally Utilized Soil. 1STR Proceedings. Aalborg. Denmark.

- Dudal, R., 1982. Land Degradation in a World Perspective. *J. Soil Water Conserv.* 37:245-249.
- Ergene, A., 1982. *Toprak Bilgisi*. Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Yayınları, Erzurum.
- Haktanır, K. ve Arcaç, S., 1998. *Çevre Kirliliği*. Ankara Üniv. Ziraat Fak. Yayın No:1503, Ders Kitabı:457, Ankara.
- Johnson, D.L., Ambrose, S.H., Bassett, T.J., Bowen, M.L., Crummey, D.E., Isaacson, J.S., Johnson, D.N., Lamb, P., Saul, M. and Winter-Nelson, A.E., 1997. Meanings of Environmental Terms. *Journal of Environmental Quality* 26: 581-589.
- Kırımhan, S., 2004. "Hava Kirliliğinin Uluslararası Önemi: Hava Kirliliği ve Asitleşme", *Tabiat ve İnsan Dergisi*, Eylül-Aralık 2004, Sayı:3-4, sa:22-40.
- Kwiatowsky, J., 1998. *Salinity Classification, Mapping and Management in Alberta*. Her Majesty the Queen in the Right of Alberta.
- Lal, R., Stewart, B. A., 1990. *Soil Degradation: A Global Threat*. *Advances in Soil Sci.* 1 1:xiii-xvii.
- Logan, T.J., 1989. *Chemical Degradation of Soils*. *Advances in Soil Sci.* 1:187-222.
- Öztaş, T., 1997. *Toprak Degradasyonu*. *Ekoloji Ve Çevre Dergisi*, sayı: 22, Erzurum
- Raghavan, G.S.V., Alvo, P. and Mc Kyes, E., 1990. *Soil Compaction in Agriculture: A View Toward Managing the Problem*. *Advances in Soil Sci.* 11:1-36.
- Terry, R., 1997. *Soil Salinity*. *Aghrt 282 Class Lectures*.
- T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı, 2005. *Çölleşme ile Mücadele Türkiye Ulusal Eylem Programı*, Ankara.
- Woods, S. A., 1996. *Salinity Tolerance of Ornamental Trees and Shrubs*. Her Majesty the Queen in the Right of Alberta.

Atık Su Uygulamalarının Azotlu Gübrelere Gübre Kullanım Parametreleri Üzerine Etkisi

Ayten DEMİRTAŞ*

Aslıhan ESRİNGÜ**

Adem GÜNEŞ**

Metin TURAN***

*Yrd.Doç.Dr., Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bölümü, 25240 Erzurum

**Arş. Gör., Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bölümü, 25240 Erzurum

***Prof. Dr., Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bölümü, 25240 Erzurum

Özet

Bu çalışmada, atık suyun tarımsal üretimde yoğun olarak kullanılan azotlu mineral ve organik gübrelere gübre kullanım etkinliği üzerine olan etkisi araştırılmıştır. Bu amaçla sera koşullarında tam şansa bağlı deneme desenine göre oluşturulan deneme modelinde marul (*Lactuca sativa*) bitkisine, 3 farklı gübre (amonyum nitrat, amonyum sülfat ve üre), 4 farklı dozda (0, 60, 120, 180 kg N/ha) uygulanmış ve iki farklı sulama suyu (balık havuzu atık suyu ve normal sulama suyu) kullanılarak, üç tekerrürlü olarak toplam 72 saksıda yürütülmüştür. Deneme sonucunda elde edilen verilere göre balık havuzundan elde edilen atık suyun kullanımı ile denemede kullanılan mineral gübrelere gübre kullanım parametreleri ve bitki besin element içeriklerini artırma yoluyla verimde önemli artışlara neden olduğu belirlenmiştir. Balık havuzu atık suyu (BHAS) uygulaması durumunda normal sulama suyuna (NSS) göre gübre kullanım etkinliği %72; fizyolojik etkinlik %22 ve geri dönüşüm yüzdesi %41 oranında artış göstermiştir. Sebze yetiştiriciliğinde kullanılan mineral gübrelere gübre kullanım etkinliğini artırmada atık suların kısa vadede herhangi bir probleme neden olmadan kullanılabilmesi, ancak ağır metal yönünden uzun dönemdeki etkilerinin takip edilmesi gerektiği düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Balık havuzu suyu, gübre kullanım etkinliği, marul, verim

The Effect of Fertilizer Use of Waste Water Applications of Nitrogenous Fertilizers

Abstract

In this study, the waste water is used extensively in agricultural production, nitrogen fertilizer use efficiency of mineral nitrogen fertilizers was investigated using lettuce plants. For this purpose, established under greenhouse conditions on the experimental design was fully randomized trial of 3 different fertilizers (AN, AS, and U) 4 different doses (0, 60, 120, 180 kg N / ha), two different irrigation water (fish pond and irrigation water), a plant lettuce (*Lactuca sativa*) and a total of 72 pots was carried out in three replications. As a result of the experiment study fish waste water application were statistical significant on fertilizer use efficiency and increased 72% usage efficiency, 22% physiological efficiency, and N recovery. It can be concluded that fish pond waste water can be used confidently, in short term, in agricultural land, while can not be used in long term without control soil and plant heavy metal content.

Key Words: Fish pool water, fertilizer use efficiency, lettuce, yield

GİRİŞ

Gerek dünyada gerekse de ülkemizde nüfus artışına bağlı olarak, endüstriyel ve zirai aktivitelerin artması su kullanım ihtiyacını da artırmıştır. Ayrıca yer altı ve yüzey sularının çeşitli aktivitelere bağlı olarak kirlenmesi, periyodik kuraklıklar, global iklim değişiklikleri kurak ve yarı kurak iklim koşullarına sahip ülkelerde yüksek kaliteli su miktarının azalmasına neden olmuş ve bu nedenle birinci sınıf suların yalnızca insanların temel ihtiyaçlarında kullanıma izin verilmeye başlanmıştır. Yarı kurak bir ülke olan Türkiye kişi başına 1642 m³ kullanılabilir su potansiyeli ile evsel, endüstriyel ve zirai amaçlar için su kıtlığı ile karşı karşıyadır (Kızıloğlu ve ark. 2008). Bu nedenle su kaynaklarının giderek azaldığı ve kısıtlı kullanım gerektirdiği günümüzde, sulama suyu olarak içme suyu niteliğindeki suların kullanılması yerine daha az pahalı ve sulama için atık su kaynaklarının

kullanılması alternatif bir kaynak olarak öngörülmektedir (Al-Rashed ve Sherif 2000; Mohammad ve Mazahreh 2003). Atık suyun sulamada kullanımıyla; su kıtlığı probleminin kısmen çözülmesi, minimum çevresel risklerle büyük miktarlardaki suyun bertaraf edilmesi ve bitki besin maddeleri içeriğinden dolayı ekonomik yarar sağlaması gibi olumlu sonuçlarında beraberinde getirdiği düşünülmektedir. Tarımsal alanlarda atık su uygulamaları toprakların fiziksel, kimyasal ve biyolojik özellikleri üzerine olumlu sonuçlar gösterdiği pek çok çalışma ile ortaya konulmuştur (Sommers 1977, Pomares ve ark. 1984). Ancak atık su ile sulama yapılan alanlarda organik madde N ve P gibi besin elementleri yanında (Siebe 1998), atıklardan kaynaklardan Cd, Cu, Fe, Mn, Pb, Zn gibi potansiyel toksik elementlerin birikimi de söz konusu olabilmektedir. Bu nedenle atık su ile yapılan sulamaların sonucunda yüksek ürün verimi yanında bitkilerin N, P, K, Ca, Mg, Na, Fe, Mn, Zn, Cu, Pb, Ni ve Cd içerikleri de artış gösterebilmektedir (Esringü ve ark. 2009).

Bitkisel üretimi artırmada birim alandan elde edilecek ürün miktar ve kalitesini artırmak için mineral ve organik gübrelerin iklim, toprak ve çevre koşullarına bağlı olarak bitkiler tarafından yararlanma düzeyleri ve gübre kullanım etkinlik parametreleri farklılıklar gösterebilmektedir. Gübre kullanım etkinliğini artırmada kullanılan su miktarı yanında kullanılacak suyun kalitesi, kimyasal ve mikrobiyolojik içeriği oldukça önem taşımaktadır. Bu çalışmanın amacı yöremizde ve ülkemizde kültür balıkçılığın yapıldığı alanlarda deşarj olan atık suların sebze yetiştiriciliğinde yoğun olarak kullanılan mineral gübrelerin gübre kullanım parametreleri (fizyolojik etkinlik, kullanım etkinliği, geri dönüşüm yüzdesi etkinliği) üzerine olan etkisi araştırılmıştır.

MATERYAL VE YÖNTEM

Bu araştırma, 2010 yılında Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi İşletme Müdürlüğü'ne ait (39° 55' N, 41° 61 E) deneme sahasının 0-20 cm derinliğinden alınan ve 20 cm çapındaki saksılarda (4000 g/saksı) sera koşullarında yürütülmüştür. Saksılara konulan toprak örneğinden alt örnek alınarak toprağın fiziksel ve kimyasal analizleri yapılmıştır (Çizelge 1) (AOAC, 2005). Deneme kontrollü ısıtmalı serada tam şansa bağlı deneme desenine göre; marul (*Lactuca sativa*) x 2 farklı atık su (BHAS ve NSS) x 3 farklı N lu gübre (amonyum nitrat (AN), amonyum sülfat (AS) ve üre (Ü)) 4 farklı dozda (0, 60, 120, 180 kg N/ha) x 3 tekrarlamalı olarak toplam 72 saksıda yürütülmüştür.

Tohum ekimi öncesi 200 kg/ha P ve 120 kg/ha K hesabıyla taban gübresi uygulanmıştır. Sera koşullarının gün içerisindeki sıcaklık ve nem değerleri datalogger (testo 175-H2 V01.10) kullanılarak ölçülmüş ve büyüme periyodu boyunca sulama BHAS ve NSS olarak verilmiştir. Sulama suyu olarak kullanılan BHAS ve NSS söz konusu su örneklerine ait bazı kimyasal ve fiziksel özellikler Çizelge 2'de verilmiştir. Toplam 90 günlük büyüme periyodunun sonucunda hasat olgunluğuna gelen bitkiler hasat edilmiş, önce açık havada sonra 68 °C etüvde 24 saat süreyle kurumaya bırakılmıştır. Alınan bitki örnekleri 1 mm lik elekten geçirildikten sonra makro-mikro element analizi 2:3 (v/v) HNO₃-H₂O₂ asit karışımında mikrowave yakma (Bergof Speedwave Microwave Digestion Equipment MWS-2) ünitesinde üç adımda (1. adım; 145°C, 75%RF, 5 dak; ikici adım; 180°C, 90% RF, 10 dak. ve üçüncü adım; 100°C, 40%RF, 10 da) yakıldıktan sonra (Mertens, 2005a) N, P, K, Ca, Mg, Na, Fe, Mn, Zn, Cu, Pb ve Cd Inductively Couple Plasma spectrophotometer (Perkin-Elmer, Optima 2100 DV, ICP/OES, Shelton, CT 06484-4794, USA) aletinde okunmak suretiyle belirlenmiştir (Mertens, 2005b)

Bitkilerin hasat işleminden sonra alınan toprak örnekleri açık havada kurutulup, 2 mm elekten geçirilip ve analize hazır duruma getirildikten sonra, toprak örneklerinde fosfor (P), elektriksel konduktivite (EC) (Rhoades, 1996), pH (1:2.5 H₂O w/v, McLean, 1982), organik madde (OM) (Nelson and Sommers, 1982), değişebilir Ca, Mg, K, Na (Rhoades, 1982) ve yarıyıslı Cd, Cu, Fe, Mn, Pb, Zn, P (Lindsay and Norvel, 1978) içeriği Inductively Couple Plasma spectrophotometer (Perkin-Elmer, Optima 2100 DV, ICP/OES, Shelton, CT 06484-4794, USA) aletinde okunmak suretiyle belirlenmiştir (Mertens, 2005b).

Çizelge 1. Denemede kullanılan toprak örneğinin başlangıç toprak özellikleri (n = 10)

| Toprak Özellikleri | 0-30 |
|---|-------------|
| Kasyon değişim kapasitesi (KDK), $\text{cmol}_c \text{kg}^{-1}$ | 24.00±1.85 |
| Total N, % | 0.10±0.03 |
| pH (1:2 soil:water) | 7.35± 0.16 |
| Organik madde, % | 1.40±0.09 |
| CaCO ₃ , % | 1.30±0.08 |
| Plant available P, mg kg^{-1} | 8.00±1.90 |
| Değişebilir Ca, $\text{cmol}_c \text{kg}^{-1}$ | 22.50±2.40 |
| Değişebilir Mg, $\text{cmol}_c \text{kg}^{-1}$ | 8.00±0.50 |
| Değişebilir K, $\text{cmol}_c \text{kg}^{-1}$ | 2.20±0.80 |
| Değişebilir Na, $\text{cmol}_c \text{kg}^{-1}$ | 0.20±0.02 |
| Yarayışlı Fe, mg kg^{-1} | 3.05±0.15 |
| Yarayışlı Mn, mg kg^{-1} | 1.62±0.08 |
| Yarayışlı Zn, mg kg^{-1} | 1.50±0.10 |
| Yarayışlı Cu, mg kg^{-1} | 1.20±0.11 |
| Yarayışlı Pb, mg kg^{-1} | 0.10±0.02 |
| Yarayışlı Cd, mg kg^{-1} | 0.11±0.04 |
| EC, dS m^{-1} | 1.15±0.03 |

Çizelge 2. BHAS ve NSS bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri

| BHAS | | | | NSS | | | |
|--|-------------|------------------------|-------------|--|-----------|------------------------|-----------|
| Parametre | Ort. ± Sd | Parametre | Ort. ± Sd | Ort. ± Sd | Parametre | Ort. ± Sd | Ort. ± Sd |
| pH | 7.80 ± 0.12 | Ni, mg l^{-1} | 0.01±0.001 | pH | 8.55±0.25 | Ni, mg l^{-1} | 0.10±0.01 |
| EC, dS m^{-1} | 1.20 ± 0.10 | Cd, mg l^{-1} | 0.08 ± 0.02 | EC, dS m^{-1} | 1,81±0.11 | Cd, mg l^{-1} | 0.22±0.02 |
| TDS, mg l^{-1} | 770.8 ± 40 | Mn, mg l^{-1} | 0.11 ± 0.01 | TDS, mg l^{-1} | 1152±112 | Mn, mg l^{-1} | 0.34±0.01 |
| SS, mg l^{-1} | 100 ± 16 | Zn, mg l^{-1} | 0.12 ± 0.05 | SS, mg l^{-1} | 132±16 | Zn, mg l^{-1} | 0.48±0.05 |
| Total N, mg l^{-1} | 1100 ± 110 | Fe, mg l^{-1} | 0.14 ± 0.01 | Total N, mg l^{-1} | 1415±158 | Fe, mg l^{-1} | 0.33±0.01 |
| P, mg l^{-1} | 5.00 ± 0.10 | Pb, mg l^{-1} | 0.01±0.001 | P, mg l^{-1} | 6,40±0.17 | Pb, mg l^{-1} | 0.13±0.01 |
| CO ₃ , mg l^{-1} | 1.90 ± 0.10 | Ca, mg l^{-1} | 40 ± 1.00 | CO ₃ , mg l^{-1} | 2,10±0.13 | Ca, mg l^{-1} | 55±1.13 |
| HCO ₃ , mg l^{-1} | 7.00 ± 0.40 | Mg, mg l^{-1} | 33 ± 0.34 | HCO ₃ , mg l^{-1} | 7.12±0.71 | Mg, mg l^{-1} | 48±0.86 |
| CaCO ₃ , mg l^{-1} | 0.10 ± 0.01 | Na, mg l^{-1} | 150 ± 21 | CaCO ₃ , mg l^{-1} | 0.13±0.01 | Na, mg l^{-1} | 205±20 |
| S, mg l^{-1} | 2.10 ± 0.05 | K, mg l^{-1} | 40 ± 0.91 | S, mg l^{-1} | 3.20±0.05 | K, mg l^{-1} | 60±0.71 |
| Cl, mg l^{-1} | 5.50 ± 0.20 | SAR | 4.12 ± 0.43 | Cl, mg l^{-1} | 7.10±0.60 | SAR | 6.45±0.28 |
| Cu, mg l^{-1} | 0.10 ± 0.02 | FC, cfu/100ml | 870± 9 | Cu, mg l^{-1} | 0.32±0.02 | FC, cfu/100ml | 3805±14 |

Elde edilen verilerin varyans analizi (ANOVA) için ve ortalamalar arasındaki farkları belirlemek için LSD testleri bilgisayarda SPSS istatistik programı kullanılarak yapılmıştır (SPSS 13, 2004).

BULGULAR VE TARTIŞMA

Atık Su ve N'lu Gübre Uygulamalarının Verim ve Verim Parametreleri Üzerine Etkisi

Verime etkisi

Farklı sulama suyu kaynakları ile farklı azotlu kimyasal gübrelerin marul bitkisinin verimi üzerine olan etkileri istatistiksel açıdan ($p<0.01$) önemli bulunmuştur. Yapılan bu çalışma sonucunda azotlu

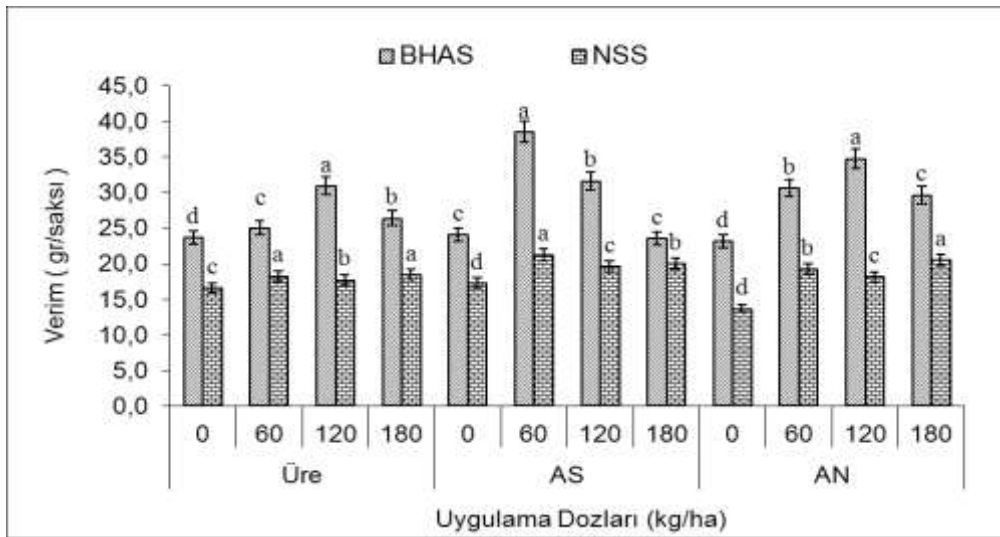
gübrelemeye bağlı olarak verimin AS gübresi hariç 120 kg/ha uygulama dozuna kadar artış gösterdiği ve bu uygulama dozundan sonra verimde azalmaların meydana geldiği belirlenmiştir. Mineral gübrenin kullanılmadığı koşullarda sulama suyu olarak kullanılan BHAS, NSS'ye oranla verim üzerinde %51 daha etkili olduğu belirlenmiştir (Şekil 1). Marul bitkisinde BHAS uygulamasının yanında kimyasal azotlu gübrelemenin yapılması durumunda NSS'ye göre meydana gelen verim artışları farklılık göstermekle birlikte Ü ve AN gübresinin 120 kg/ha uygulamasında sırasıyla %74.62-%91.56, AS gübresinin ise 60 kg/ha uygulama dozunda %81 oranında artışa neden olduğu belirlenmiştir.

Karnibahar ve kırmızı lahana da Kızıloğlu ve ark.(2008), mısır bitkisinde Esringu ve ark.(2009), Wang (1997); Navas ve ark. (1998) farklı bitkilerde yaptıkları çalışmalarda atık su uygulamalarının verim üzerine önemli derecede etki ettiğini ve atık uygulamasına bağlı olarak verimde artışların meydana geldiğini belirlemişlerdir. Bu çalışma sonucunda elde edilen veriler atık su uygulamasının çok yıllık ve tek yıllık bitkilerde verim üzerine elde edilen pek çok çalışma sonucu ile uyum içerisindedir (Türkmen ve ark.2004, Mapanda ve ark.2004, Oron ve ark.1999, Al-Lahman ve ark.2002, Soumare ve ark.2002).

Bitki Besin Elementi İçerikleri Üzerine Etkisi

Bitkisel üretimde ürün verim ve kalitesini etkileyen en önemli parametrelerden biride yetiştirme ortamının fiziksel ve kimyasal özellikleridir. Bu nedenle birim alandan alınacak ürünün niteliği ve niceliği bitki yetiştirme periyodu süresince bitkiye besin sağlama kapasitesinin etkinliği ve sürekliliğine bağlıdır.

Atık su ve normal sulama suyu uygulaması farklı gübre dozlarına bağlı olarak marul bitkisinin N, P, K, Ca, Mg ve N içerikleri üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (Çizelge 3-4). Bu etki kontrole göre en fazla AS gübresinden elde edilmiş ve bitki besin element içeriğinde yaklaşık %3-8 oranında artışa neden olmuştur. Bitkilerin besin element içeriğine N gübre dozu ve BHAS uygulamalarının etkisi incelendiğinde, en yüksek bitki besin element içeriği AS, AN ve Ü gübre uygulamalarının en yüksek dozunda (180 kg/ha) elde edilmiştir. Bitki besin içerikleri incelendiğinde N değeri sırasıyla (2.66, 2.80, 2.93 %), P (0.36, 0.35, 0.38 %), K (3.93, 4.13, 4.26 %), Ca (1.78, 1.70, 1.90 %), Mg (0.42, 0.38, 0.40 %), Na (1.11, 1.32, 0.97 %) ve NSS uygulanan örneklerde ise N değeri sırasıyla (2.55, 2.76, 2.62 %), P (0.39, 0.42, 0.38 %), K (3.68, 3.65, 3.86 %), Ca (1.56, 1.50, 1.65 %), Mg (0.36, 0.39, 0.42 %), Na (0.96, 1.14, 0.84 %) görülmüştür.



Şekil 1. Farklı azotlu gübrelerle gübrelenen BHAS ve NSS uygulamalarının marul bitkisinin verimi üzerine etkisi

Çizelge 3.Farklı dozlarda N lu gübrelerle birlikte NSS uygulanan bitki örneklerinin makro-mikro besin elementi ve ağır metal içerikleri

| Gübre | Doz kg/ha | N | P | K | Ca | Mg | Na |
|-------|--------------|-------|-------|-------|-------|------|------|
| | | % | | | | | |
| AN | 0 | 2.30 | 0.20 | 3.65 | 1.48 | 0.34 | 0.80 |
| | 60 | 2.47 | 0.28 | 3.48 | 1.50 | 0.40 | 0.87 |
| | 120 | 2.59 | 0.36 | 3.59 | 1.54 | 0.32 | 0.91 |
| | 180 | 2.55 | 0.39 | 3.68 | 1.56 | 0.36 | 0.96 |
| AS | 0 | 2.42 | 0.29 | 3.66 | 1.50 | 0.30 | 0.82 |
| | 60 | 2.68 | 0.34 | 3.78 | 1.58 | 0.38 | 0.88 |
| | 120 | 2.79 | 0.26 | 3.89 | 1.65 | 0.36 | 0.90 |
| | 180 | 2.76 | 0.42 | 3.65 | 1.50 | 0.39 | 1.14 |
| Ü | 0 | 2.20 | 0.26 | 3.72 | 1.49 | 0.37 | 0.72 |
| | 60 | 2.36 | 0.36 | 3.88 | 1.62 | 0.40 | 0.84 |
| | 120 | 2.49 | 0.32 | 3.82 | 1.69 | 0.42 | 0.85 |
| | 180 | 2.62 | 0.38 | 3.86 | 1.65 | 0.42 | 0.84 |
| | | Fe | Cu | Mn | Zn | Pb | Cd |
| | | mg/kg | | | | | |
| AN | 0 | 175 | 22.14 | 60.58 | 45.14 | 0.36 | 0.52 |
| | 60 | 178 | 24.42 | 58.45 | 44.15 | 0.45 | 0.59 |
| | 120 | 186 | 23.15 | 62.15 | 48.69 | 0.48 | 0.63 |
| | 180 | 195 | 26.98 | 64.50 | 52.21 | 0.54 | 0.60 |
| AS | 0 | 180 | 27.48 | 58.45 | 42.16 | 0.30 | 0.56 |
| | 60 | 192 | 30.36 | 62.15 | 49.78 | 0.34 | 0.57 |
| | 120 | 198 | 37.15 | 70.40 | 46.52 | 0.39 | 0.62 |
| | 180 | 226 | 32.40 | 60.36 | 52.16 | 0.46 | 0.60 |
| Ü | 0 | 165 | 26.15 | 58.62 | 46.24 | 0.32 | 0.50 |
| | 60 | 160 | 24.12 | 55.69 | 49.88 | 0.30 | 0.54 |
| | 120 | 158 | 25.30 | 56.70 | 42.15 | 0.38 | 0.52 |
| | 180 | 167 | 20.40 | 60.16 | 40.30 | 0.29 | 0.50 |

BHAS ve NSS uygulaması farklı gübre dozlarına bağlı olarak marul bitkisinin Fe, Mn, Zn, Cu, Pb, and Cd içeriklerini önemli oranda etkilemiştir (Çizelge 3-4). Farklı dozlarda (0, 60, 120, 180 kg/ha) AN, AS ve Ü gübrelerinin uygulandığı ortamlarda yetiştirilen marul bitkisine sulama suyu olarak BHAS uygulamasının yapıldığı saksılardan alınan örneklerde yapılan analizler sonucunda mikro besin element içerikleri, 3 farklı gübre çeşidinde en yüksek doz (180 kg/ha) uygulanan saksılardan alınan örneklerde Fe değeri sırasıyla (277, 310, 238 mg/kg), Mn (89, 83.28, 83 mg/kg), Zn (60.51, 60.45, 48.70 mg/kg), Cu (33.70, 43.25, 28.40 mg/kg), Pb (0.77, 0.60, 0.44 mg/kg), Cd (0.95, 0.88, 0.68) ve NSS uygulanan örneklerde ise Fe değeri sırasıyla (195, 226, 167 mg/kg), Mn (64.5, 60.36, 60.16 mg/kg), Zn (52.21, 52.16, 40.30 mg/kg), Cu (26.98, 32.40, 20.40 mg/kg), Pb (0.54, 0.46, 0.29 mg/kg), Cd 0.6, 0.6, 0.5 mg/kg) görülmüştür. AN ve AS azotlu gübrelerinin marul bitkisine uygulanması durumunda artan dozlara bağlı olarak BHAS, NSS'ye göre bitkinin mikro element ve ağır metal içeriklerini önemli derecede artırmıştır. BHAS uygulamasına bağlı olarak bitkinin makro, mikro ve ağır metal içeriğinde meydana gelen artışlara rağmen insan sağlığı için kabul edilen kritik değerler ile karşılaştırıldığında insan sağlığını tehdit edici değerlerin (WHO, 2004) altında olduğu ve toksik seviyeye ulaşmadığı görülmüştür.

Çizelge 4.Farklı dozlarda N lu gübrelerle birlikte BHAS uygulanan bitki örneklerinin makro-mikro besin elementi ve ağır metal içerikleri

| Gübre | Doz kg/ha | N | P | K | Ca | Mg | Na |
|-------|--------------|-------|-------|-------|-------|------|------|
| | | % | | | | | |
| AN | 0 | 2.62 | 0.36 | 3.87 | 1.73 | 0.30 | 0.92 |
| | 60 | 2.78 | 0.39 | 4.10 | 1.86 | 0.36 | 1.01 |
| | 120 | 2.70 | 0.42 | 3.99 | 1.80 | 0.44 | 1.05 |
| | 180 | 2.66 | 0.36 | 3.93 | 1.78 | 0.42 | 1.11 |
| AS | 0 | 2.70 | 0.37 | 3.99 | 1.65 | 0.36 | 0.95 |
| | 60 | 2.86 | 0.38 | 4.22 | 1.85 | 0.44 | 1.02 |
| | 120 | 2.84 | 0.39 | 4.19 | 1.80 | 0.40 | 1.04 |
| | 180 | 2.80 | 0.35 | 4.13 | 1.70 | 0.38 | 1.32 |
| Ü | 0 | 2.70 | 0.37 | 3.99 | 1.72 | 0.30 | 0.83 |
| | 60 | 2.76 | 0.39 | 4.07 | 1.84 | 0.38 | 0.97 |
| | 120 | 2.84 | 0.42 | 4.10 | 1.96 | 0.52 | 0.98 |
| | 180 | 2.93 | 0.38 | 4.26 | 1.90 | 0.40 | 0.97 |
| | | Fe | Cu | Mn | Zn | Pb | Cd |
| | | mg/kg | | | | | |
| AN | 0 | 249 | 27.39 | 83.59 | 52.32 | 0.53 | 0.74 |
| | 60 | 253 | 30.21 | 80.65 | 51.17 | 0.66 | 0.83 |
| | 120 | 265 | 32.47 | 85.75 | 56.43 | 0.70 | 0.89 |
| | 180 | 277 | 33.37 | 89.00 | 60.51 | 0.77 | 0.95 |
| AS | 0 | 248 | 29.15 | 80.65 | 50.15 | 0.44 | 0.79 |
| | 60 | 273 | 33.45 | 85.75 | 55.40 | 0.49 | 0.79 |
| | 120 | 282 | 42.15 | 97.14 | 56.15 | 0.57 | 0.84 |
| | 180 | 310 | 43.25 | 83.28 | 60.45 | 0.60 | 0.88 |
| Ü | 0 | 245 | 30.36 | 80.88 | 53.59 | 0.45 | 0.70 |
| | 60 | 236 | 32.15 | 76.84 | 55.40 | 0.48 | 0.74 |
| | 120 | 240 | 31.30 | 78.23 | 49.12 | 0.50 | 0.70 |
| | 180 | 238 | 28.40 | 83.01 | 48.70 | 0.44 | 0.68 |

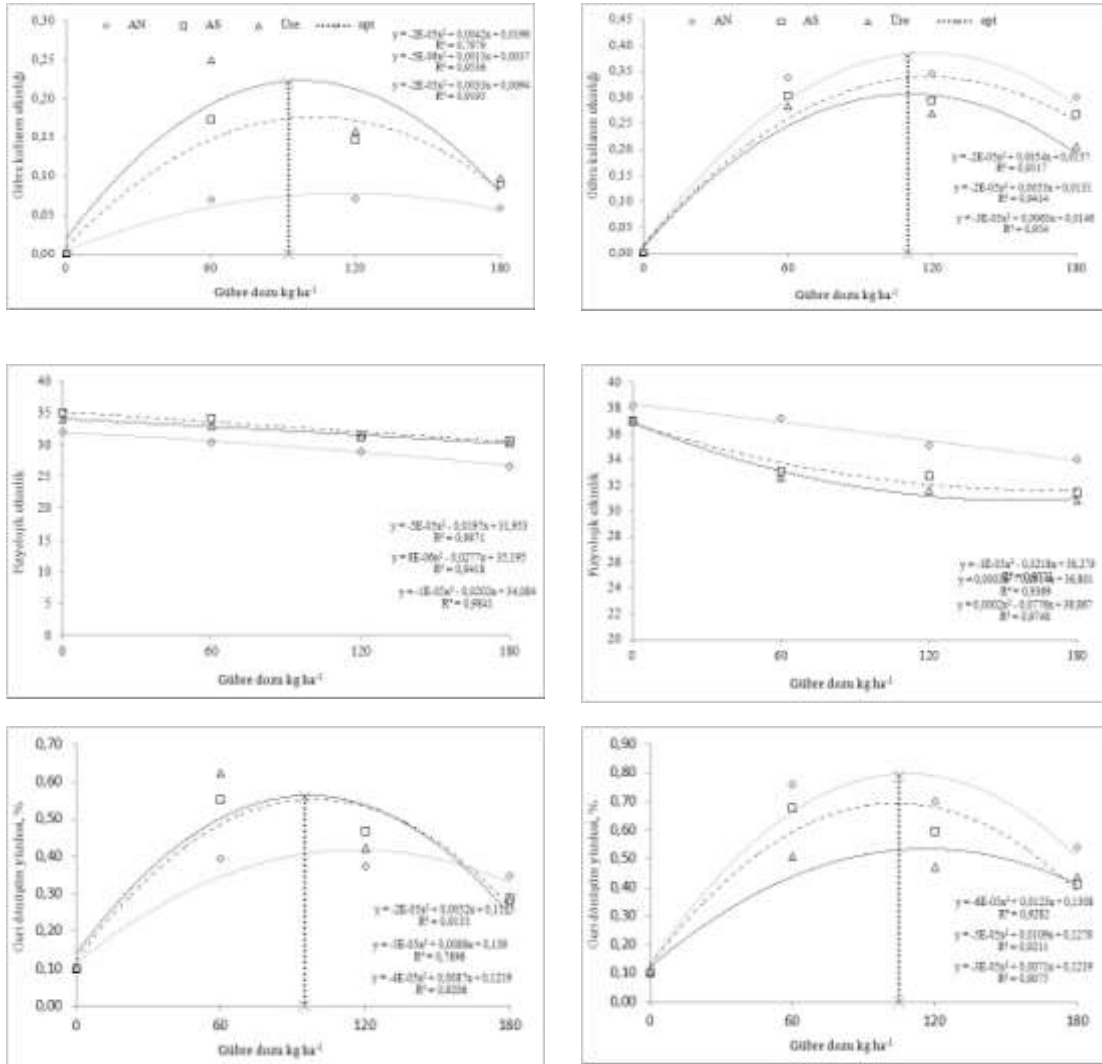
Yapılan benzer çalışmalarda da araştırma sonuçlarımızı destekleyici literatürler görülmektedir. Truby ve ark. (1991), atık su ve normal sulama suyu ile sulanan alanlarda yetiştirilen marul ve diğer bazı bitkilerin metal içeriklerinin araştırıldığı bir çalışmada, atık su ile sulanan alanlarda yetiştirilen bitkilerde Zn oranının daha yüksek olduğunu, Truby ve ark. (1990), atık su ile sulanan yapraklı sebzelerin Zn, Cd ve Pb miktarlarının meyve sebzelerine oranla daha yüksek olduğunu tespit etmişlerdir. Rattan ve ark. (2005) yaptıkları bir arazi çalışmasında uzun dönem atık su ile sulanan arazi üzerinde yetiştirilen bitkilerin (tahıl, darı, yem, sebze) ağır metal içerikleri araştırılmıştır. Araştırma sonucunda normal sulama suyu ile sulanan alandan alınan örnekler ve atık su ile sulanan alandan alınan örnekler karşılaştırıldıklarında P, K, S, Zn, Cu, Fe, Mn, ve Ni içeriklerinin yükseldiği ve toprak pH sınırın 0.4 birim kadar düştüğünü tespit edilmiştir. Yapılan başka bir çalışmalarda ise atık su ile yapılan sulamadan sonra topraklardaki tuz içeriklerinin artış gösterdiği belirtilmiştir (García and Hernández, 1996; Vázquez Montiel et al., 1996).

Gübre Kullanım Etkinlik Parametreleri Üzerine Etkisi

Farklı sulama suyu uygulamaları ile farklı dozlarda uygulanan kimyasal azotlu gübrelerin marul bitkisinin gübre kullanım etkinlik parametreleri üzerine olan etkileri istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p < 0.01$).

Araştırma sonucunda uygulanan iki farklı sulama suyunun marul bitkisinin gübre kullanım etkinlik parametreleri üzerine etkisi farklılık göstermiş ve BHAS uygulanması durumunda gübre kullanım etkinliğinin NSS'ye göre daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Balık havuzu suyu yanında kullanılan kimyasal azotlu gübreleme sonucunda optimum gübre kullanım etkinliği AN gübresinin 110 kg/ha uygulama dozundan (0.38) elde edilirken, normal sulama suyu uygulamasında ise optimum gübre kullanım etkinliği Ü gübresinin 92 kg/ha uygulama dozundan (0.22) elde edilmiştir. Optimum gübre kullanım etkinlik değerleri incelendiğinde BHAS uygulaması sonucunda NSS'ye göre yaklaşık %72 oranında bir artışa neden olmuştur (Şekil 2).

Farklı sulama uygulamaları ile farklı dozlarda kimyasal azotlu gübrelerin uygulanmasına bağlı olarak marul bitkisinde fizyolojik etkinlik parametreleri incelendiğinde kimyasal gübrelemenin yapılmadığı durumda NSS'ye göre fizyolojik etkinlik parametresinde %8 oranında artış meydana gelmiştir. Kimyasal azotlu gübrelemeye bağlı olarak her iki sulama uygulamasında da fizyolojik etkinlik değeri azalma göstermiştir. BHAS uygulamasında kimyasal gübreleme dozuna bağlı olarak en yüksek etkinlik değeri AN gübresinin 60 kg/ha uygulama dozunda (37.25) belirlenirken, aynı dozun NSS uygulamasına göre %22.37 oranında artışa neden olmuştur.



a. NSS

b. BHAS

Şekil 2. Balık havuzu suyu ve normal sulama suyu uygulamasının gübre etkinlik parametrelerinden, gübre kullanım etkinliği, fizyolojik etkinlik ve geri dönüşüm yüzdesi üzerine etkisi

Gübre etkinlik parametrelerinden geri dönüşüm yüzdesi ise farklı sulama uygulamasına bağlı olarak önemli derecede değişiklik göstermiştir. BHAS uygulaması ile optimum geri dönüşüm yüzdesi AN gübresinin 105 kg/ha uygulama dozundan (%0.79) elde edilirken, NSS uygulamasında ise optimum geri dönüşüm yüzdesi Ü gübresinin 95 kg/ha uygulama dozundan (%0.56) elde edilmiştir. Azotlu kimyasal gübrelemenin yapılmadığı bu kontrol grubunda BHAS ile sulama durumunda geri dönüşüm yüzdesi yaklaşık %41 oranında artış göstermiştir. Bu uygulama dozlarından sonra her iki sulama uygulamasında da geri dönüşüm yüzdesinde azalmalar meydana gelmiştir.

Toprakların Besin Element İçeriği Üzerine Etkisi

Farklı dozlarda uygulanan azotlu kimyasal gübrelerin BHAS ve NSS birlikte kullanılması toprakların bazı fiziksel ve kimyasal özelliklerine etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. BHAS'ın sulama suyu olarak kullanıldığı uygulamalarda toprakların makro ve mikro element içerikleri yanında pH, kireç, organik madde, ve elektirikli iletkenlik gibi bazı kimyasal özelliklerini önemli düzeyde etkilendiği belirlenmiştir (Çizelge 5). Organik madde, pH, P, K, Na, Fe, Mn, Zn, Cu ve Pb içerikleri uygulanan atık suya bağlı olarak başlangıç toprak özelliklerine göre önemli düzeyde artış gösterirken, kireç, Mg, Ca ve Cd içeriklerinde ise önemli azalmaların meydana geldiği belirlenmiştir (Çizelge 5-6). Bu artış ve azalışlar mineral gübre uygulaması yapılan muamelelerde değişiklikler göstermiş olup en yüksek etki AS gübre uygulamasından elde edilmiştir.

Çizelge 5.BHAS ve NSS uygulamalarına bağlı olarak alınan toprak örneklerinde yapılan toprak örneği sonuçları

| Gübre | Doz kg/ha | pH | Kireç (%) | O.M (%) | EC (dS/m) | Ca (ppm) | K (ppm) | Mg (ppm) | Na (ppm) | |
|-------------|--------------|------|--------------|------------|--------------|-------------|------------|-------------|-------------|-----|
| | | | | | | | | | | NSS |
| AN | 0 | 7.65 | 0.76 | 1.34 | 1.83 | 20.49 | 4.94 | 3.88 | 0.65 | |
| | 60 | 7.60 | 0.70 | 1.38 | 2.24 | 20.89 | 5.41 | 4.04 | 0.62 | |
| | 120 | 7.58 | 0.68 | 1.40 | 2.45 | 16.81 | 4.93 | 3.19 | 0.48 | |
| | 180 | 7.56 | 0.72 | 1.33 | 1.88 | 16.19 | 3.09 | 2.30 | 0.34 | |
| AS | 0 | 7.56 | 0.66 | 1.32 | 2.00 | 19.66 | 5.40 | 3.77 | 0.60 | |
| | 60 | 7.55 | 0.68 | 1.39 | 2.52 | 13.97 | 5.58 | 2.67 | 0.40 | |
| | 120 | 7.54 | 0.60 | 1.34 | 2.69 | 17.86 | 5.15 | 3.42 | 0.50 | |
| | 180 | 7.50 | 0.65 | 1.45 | 3.26 | 18.19 | 4.79 | 3.41 | 0.51 | |
| Ü | 0 | 7.55 | 0.73 | 1.36 | 1.77 | 21.62 | 5.20 | 3.26 | 0.54 | |
| | 60 | 7.54 | 0.70 | 1.44 | 1.88 | 18.12 | 4.26 | 3.47 | 0.44 | |
| | 120 | 7.58 | 0.75 | 1.30 | 1.83 | 18.61 | 3.60 | 4.21 | 0.37 | |
| | 180 | 7.60 | 0.67 | 1.35 | 1.89 | 22.88 | 6.20 | 4.27 | 0.35 | |
| BHAS | | | | | | | | | | |
| AN | 0 | 7.88 | 0.72 | 1.67 | 2.25 | 17.89 | 4.08 | 2.37 | 0.88 | |
| | 60 | 7.83 | 0.67 | 1.69 | 2.76 | 26.08 | 7.36 | 4.88 | 1.64 | |
| | 120 | 7.81 | 0.65 | 1.60 | 3.01 | 22.86 | 5.68 | 4.23 | 1.22 | |
| | 180 | 7.79 | 0.68 | 1.76 | 2.31 | 16.07 | 4.84 | 3.18 | 0.99 | |
| AS | 0 | 7.79 | 0.63 | 1.65 | 2.46 | 9.79 | 3.83 | 2.13 | 0.93 | |
| | 60 | 7.78 | 0.65 | 1.70 | 3.10 | 12.30 | 4.41 | 2.61 | 1.26 | |
| | 120 | 7.77 | 0.57 | 1.75 | 3.31 | 18.98 | 5.01 | 3.43 | 1.35 | |
| | 180 | 7.73 | 0.62 | 1.68 | 4.01 | 24.37 | 5.57 | 3.84 | 1.25 | |
| Ü | 0 | 7.78 | 0.69 | 1.77 | 2.18 | 14.85 | 3.47 | 2.43 | 1.15 | |
| | 60 | 7.77 | 0.67 | 1.65 | 2.31 | 18.62 | 3.61 | 2.73 | 1.18 | |
| | 120 | 7.81 | 0.71 | 1.70 | 2.25 | 16.37 | 3.91 | 3.14 | 0.97 | |
| | 180 | 7.83 | 0.64 | 1.78 | 2.32 | 13.92 | 3.56 | 2.60 | 0.97 | |

Çizelge 6. BHAS ve NSS uygulamalarına bağlı olarak alınan toprak örneklerinde yapılan toprak örneği

| Gübre | Doz kg/ha | Cd (ppm) | Cu (ppm) | Fe (ppm) | Mn (ppm) | Pb (ppm) | Zn (ppm) | P (ppm) |
|-------------|--------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|------------|
| | | NSS | | | | | | |
| AN | 0 | 0.006 | 1.32 | 5.55 | 18.25 | 0.32 | 2.03 | 8.67 |
| | 60 | 0.006 | 1.33 | 5.60 | 19.15 | 0.41 | 2.66 | 8.56 |
| | 120 | 0.006 | 1.23 | 6.48 | 19.59 | 0.30 | 2.83 | 9.12 |
| | 180 | 0.006 | 1.50 | 8.05 | 21.04 | 0.68 | 3.44 | 8.76 |
| AS | 0 | 0.006 | 1.08 | 4.85 | 16.89 | 0.31 | 2.77 | 7.65 |
| | 60 | 0.006 | 1.33 | 5.95 | 16.93 | 0.26 | 3.10 | 8.40 |
| | 120 | 0.006 | 1.31 | 6.04 | 16.99 | 0.32 | 3.57 | 9.12 |
| | 180 | 0.006 | 1.27 | 5.89 | 17.37 | 0.32 | 3.03 | 8.87 |
| Ü | 0 | 0.006 | 1.26 | 5.36 | 17.14 | 0.32 | 1.94 | 9.10 |
| | 60 | 0.013 | 1.96 | 5.59 | 18.87 | 0.51 | 2.45 | 8.50 |
| | 120 | 0.005 | 1.67 | 6.45 | 19.20 | 0.40 | 3.36 | 9.00 |
| | 180 | 0.005 | 1.53 | 6.32 | 19.23 | 0.38 | 3.44 | 8.00 |
| BHAS | | | | | | | | |
| AN | 0 | 0.008 | 1.67 | 7.93 | 25.92 | 0.51 | 2.58 | 11.53 |
| | 60 | 0.023 | 1.69 | 8.01 | 27.19 | 0.64 | 3.37 | 11.38 |
| | 120 | 0.022 | 1.56 | 9.27 | 27.82 | 0.47 | 3.59 | 12.13 |
| | 180 | 0.031 | 1.90 | 9.01 | 29.88 | 1.07 | 4.36 | 11.65 |
| AS | 0 | 0.015 | 1.37 | 5.43 | 21.45 | 0.55 | 3.85 | 10.17 |
| | 60 | 0.022 | 1.72 | 6.66 | 21.50 | 0.46 | 4.31 | 11.17 |
| | 120 | 0.018 | 1.69 | 7.67 | 21.58 | 0.56 | 4.96 | 12.13 |
| | 180 | 0.014 | 1.64 | 7.48 | 22.06 | 0.56 | 4.21 | 11.80 |
| Ü | 0 | 0.008 | 1.62 | 6.80 | 22.80 | 0.44 | 2.46 | 12.10 |
| | 60 | 0.017 | 2.53 | 7.10 | 25.10 | 0.79 | 3.11 | 11.31 |
| | 120 | 0.017 | 2.15 | 8.19 | 25.54 | 0.62 | 4.27 | 11.97 |
| | 180 | 0.020 | 1.97 | 8.03 | 25.58 | 0.08 | 4.37 | 10.64 |

SONUÇ

BHAS ve NSS ile yapılan sulama toprakların fiziksel ve kimyasal özelliklerini, bitkilerin mineral içeriğini ve verimi etkilemektedir. Bu nedenle, BHAS ile yapılan sulamalarda toprak özellikleri ve yetiştirecek bitkinin özelliklerinin bilinmesi gerekmektedir. Sahip olduğu yüksek besin elementi içeriğinden dolayı BHAS ile sulama yapmak daha az gübrelemeyi gerektirmekte ve bitki gelişimini olumlu yönde etkileyerek verimde artış sağlamaktadır. Özellikle düşük verimliliğe sahip alanlarda sebze gibi yüksek besin ihtiyacı gösteren bitkilerde BHAS gibi atık suların kullanımı durumunda, kullanılacak gübrelerin etkinliklerinin artırılarak daha az miktarlarda gübre kullanımına neden olduğu belirlenmiştir.

Ancak atık su kullanımına bağlı olarak uzun vadede atık su bileşiminde bulunan ağır metallerin meydana getirebileceği toksisite ve insan sağlığına zarar verecek konsantrasyonların oluşumu söz konusu olabilmektedir. Deneme sonucunda her ne kadar gerek bitki ve gerekse toprakta bulunan besin içerikleri insan sağlığına zarar verecek düzeylere ulaşmasa da, uzun vadede bu tür atık suların meydana getireceği etkiler göz ardı edilmemelidir. Elde edilen sonuçlara göre tarımsal açıdan optimum bitki yetiştiriciliği açısından toprağın fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerini bozmadan nitelik ve nicelik bakımından yüksek ürün alınması için bitki yetiştirme programlarında BHAS ile sulamaya yer verilmesi gerektiği ancak marul gibi yaprağı yenen sebzelerde kullanılan BHAS tarla denemeleri ile kalibre edilerek meydana getireceği birikimin uzun dönemde ölçütlerinin belirlenmesi gerekmektedir.

KAYNAKLAR

- AOAC, 2005. In: Helrich, K (Ed.), Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists. Washington, DC.
- Al-Lahman, O., El Assi, N.M., Fayyad, M. 2003. Impact of treated waste water irrigation on quality attributes and contamination of tomato fruit. *Agriculture Water Management*, 1810,1-13.
- Al-Rashed, M.F., Sherif, M.M., 2000. Water resources in the GCC countries: an overview. *Water Resour. Manag.*, 14, 59-75.
- Esringu,A., Güneş, A., Ataoğlu,A.,Turan, M.,(2009).Effects of fish and municipal wastewater irrigation on some chemical properties of soil and corn (*Zea mays* L.) plants. International Rural Development Symposium İspir, Erzurum, Turkey.
- García, C., Hernández, I., 1996. Influence of salinity on the biological and biochemical activity of calciorthird soil. *Plant and Soil*, 178, 255-263.
- Kiziloglu, F.M., Turan, M., Sahin, U., Kuslu, Y, Dursun, A. 2008. Effects of untreated and treated wastewater irrigation on some chemical properties of cauliflower (*Brassica oleracea* L. var. botrytis) and red cabbage (*Brassica oleracea* L. var. rubra) grown on calcareous soil in Turkey. *Agricultural Water Management*, 95, 716-724.
- Lindsay, W. L., and W. A. Norvell. 1978. Development of a DTPA soil test for zinc, iron, manganese and copper. *Soil Science Society of American Journal*, 42, 421-428.
- Mapanda, F., Mangwayana, E.N., Nyamangara, J., Giller, K.E. 2005. The effect of long term irrigation using waste water on heavy metal contents of soils under vegetables in Harare, Zimbabwe. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 107,151-165.
- McLean, E. O., 1982. Soil pH and Lime Requirement. In: Page A.L. (Ed.), *Methods of Soil Analysis, Part 2, Chemical and Microbiological Properties, Second Edition*. American Society of Agronomy Inc., Soil Science Society of America Inc., Madison, Wisconsin, pp. 199-223.
- Mertens, D. 2005a. AOAC Official Method 922.02. Plants Preparation of Laboratory Sample. *Official Methods of Analysis*, 18th edn. Horwitz, W., and G.W. Latimer, (Eds). Chapter 3, pp1-2, AOAC-International Suite 500, 481. North Frederick Avenue, Gaithersburg, Maryland 20877-2417, USA.
- Mertens, D. 2005b. AOAC Official Method 975.03. Metal in Plants and Pet Foods. *Official Methods of Analysis*, 18th edn. Horwitz, W., and G.W. Latimer, (Eds). Chapter 3, pp 3-4, AOAC-International Suite 500, 481. North Frederick Avenue, Gaithersburg, Maryland 20877-2417, USA.
- Mohammad, M.J., Mazahreh, N., 2003. Changes in soil fertility parameter in response to irrigation of forage crops with secondary treated wastewater. *Communication in Soil Science and Plant Analysis*, 34, 1281-1294.
- Navas, A., Bermudz, F. & Machin, J. (1998). Influence of sewage sludge application on physical and chemical properties of gypsisols. *Geoderma*, 87, 123–135.
- Nelson, D. W., Sommers L. E., 1982. Total carbon, organic carbon and organic matter. In: Page A.L. (Ed.), *Methods of Soil Analysis, Part 2, Chemical and Microbiological Properties, Second Edition*. American Society of Agronomy Inc., Soil Science Society of America Inc., Madison, Wisconsin, pp. 539-577.
- Oron, G., Campos, C., Gillerman, L., Salgot, M. 1999. Wastewater treatment renovation and reuse for agricultural irrigation in small communities. *Agriculture Water Management*, 38, 223-234.

- Pomares, F., Roca, J., Tarazona, F., Estale, M., 1984. Aerobically digested sewage sludge as N and P fertilizer. In: Hermite, P.L., Ott, H. (Eds.), Processing and use of Sewage Sludge. Proceedings of the Third International Symposium Held a Brighton, 27-30 September 1983, D.Reidel Publishing Co., Dordrecht, Holland, 313-315.
- Rattan, R.K., Datta, S.P., Chhokar, P.K., Suribabu, K., Singh, A.K., 2005. Long-term impact of irrigation with sewage effluents on heavy metal content in soils, crops and groundwater-a case study. *Agric. Ecosyst. Environ.* 109,310-322.
- Rhoades, J.D. 1982. Exchangeable Cations. *Methods of Soil Analysis Part2. Chemical and Microbiological Properties Second Edition. Agronomy. No: 9 Part 2 . Edition P: 159-164.*
- Rhoades, J.D., 1996. Salinity: Electrical conductivity and total dissolved solids. In: Sparks, D.L.(Ed.), *Methods of Soil Analysis, Part 3, Chemical Methods. Soil Science Society of America, Madison, Wisconsin, pp. 417-435.*
- Siebe, C., 1998. Nutrient inputs to soils and their uptake by alfalfa through long-term irrigation with untreated sewage effluent in Mexico. *Soil Use and Management*, 13, 1-5.
- Sommers, L.E., 1977. Chemical composition of sewage sludges and analysis of their potential use as fertilizers. *J. Environ. Qual.*, 6, 225 -232.
- Soumare, M., Tack, F.M.G., Verloo, M.G. 2003. Effects of a municipal solid waste compost and mineral fertilization on plant growth in two tropical agriculture soils of Mali. *Bioreseource Technology* 86:15-20.
- SPSS Inc., 2004. SPSS Inc. SPSS® 13.0 Base User's Guide, Prentice Hall.
- Türkmen, Ö., Sensoy, S., Dursun, A., Turan, M. 2004. Sewage sludge as a substitute for mineral fertilization of spinach (*Spinacia oleraceae* L.) a two growing periods. *Acta Agric. Scand., Sect. B, Soil and Plant Sci.* 54,102-107.
- Truby, P., Raba, A., 1990. Heavy metal uptake by garden plants from Freiburg sewage farm waste water, *Agribiological Research*, 43,, 139-146.
- Truby, P., Raba, A., 1991. Heavy metal uptake by vegetables, *Angewandte Botanik*, 65: 3-4, 253-264.
- Vazquez Montiel, O. Horan, N.J., Mara, D.D., 1996. Management of domestic waste-water for reuse in irrigation. *Water Sci. Technol.*, 33, 355-362
- Wang, C.B, 1997. Synthesizing Nanoscale Iron Particles for Rapid and Complete Dechlorination of TCE and PCBs. *Environmental Science and Technology* 31, 2154-2156.

Alüminyumun Bitki Gelişimine Etkileri ve Alüminyum Toksisitesi

Ayşen AKAY*

Tunç GÜNER*

Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, 42250, Konya

Özet

Alüminyum yer kabuğunda en yoğun bulunan metaldir ve en yoğun bulunan elementlerin üçüncüsüdür. Alüminyumun çoğu toprak alüminosilikat minerallerine dâhil olmuştur ve çok küçük miktarlarda biyolojik sistemlerin etkisi altında kalabilen çözünebilir formlarda bulunur. Yıllardır yapılan çalışmalarda Al tüm dünyada pek çok asit karakterdeki topraklarda en sınırlandırıcı faktör olarak dikkati çekmiştir. Buna göre Al'un, kullanılabilen alanların % 40' ını ve belki de % 70 'ini etkileyebildiği belirlenmiştir. Asidik topraklarda çözünebilir formda olan Al iyonları, bitki gelişimini kısıtlayabilmektedir. Alüminyumun en belirgin etkisi ise; kök gelişimini azaltmasıdır. Kök bölgesi üzerine yaptığı toksik etkinin yanında Al, çeşitli iyonları ve onların taşınma sistemlerini de etkiler. Al kolayca fosfora bağlandığı için fosfolipidleri içeren membranlar, Al için hedef olabilirler. Membrana bağlanan Al, iyon akışı üzerine çeşitli etkilere sahiptir. Bitkilerde alüminyum ile ilgili pek çok fizyolojik bozukluklar tespit edilmiş olup; Al toleransının farklı mekanizmaları son zamanlarda yapılan çalışmalarda ortaya koyulmuştur. Fakat alüminyum toksisitesinin fizyolojik etkisi ve tolerans mekanizmaları henüz ayrıntılı olarak anlaşılammıştır. Al direnci için mevcut literatür çalışmalarında oldukça farklı stratejilerin kullanıldığı görülmektedir. İşte bu makalede de alüminyumun bitkideki mekanizmaları tartışılacak ve toprakta alüminyumun toksik seviyelerine karşı bitkilerin geliştirdiği özel mekanizmalar tanımlanacaktır.

Anahtar Kelimeler: Alüminyum toksisitesi, bitkide Al etkisi, fizyolojik etki.

Effects of Aluminium on Plant Growth and Aluminium Toxicity

Abstract

Aluminium is the most abundant metal and the third most abundant element in the Earth's crust. Most of the Al, however, is incorporated into aluminosilicate soil minerals; very small quantities appear in soluble forms capable of influencing biological systems. Over the years following the reports, Al has become recognized as the most limiting factor in many acid soils throughout the world, possibly affecting about 40% and perhaps up 70% of the world's arable land. The Al ions, which is solubilized in acidic soil, can inhibit plant growth. The most prominent effect of Al is

reduction in root growth. Besides rhizotoxicity, Al affects various ions and their transport systems. Since Al easily binds to phosphorus, membranes containing phospholipids may be targets for Al. Al bound to membranes has various effects on ion fluxes. Many Al-related physiological disorders in plants have been summarised and various mechanisms of Al tolerance have been suggested in a number of recent reviews. But, physiological effects of aluminium toxicity and mechanisms of tolerance are not well understood yet. Based on an analysis of the current literature, quite different strategies appear to be used for Al resistance. In this paper, plant mechanisms of Al will be discussed and we described specific mechanisms that plants employ to deal with toxic levels of aluminium in soil.

Key Words: Aluminium toxicity, Al effect on plant, physiological effect

GİRİŞ

Çevre ile etkileşim halinde olan kültür bitkilerinin, moleküler ve fizyolojik özellikleri, son yıllarda önemli ölçüde ilgi çekmektedir. Bu amaçla yapılan araştırmaların önemli bir kısmı; bitki yetiştiriciliği yapılan dünya genelindeki asidik toprakların çoğunda, toprak alüminyumunun toksik seviyelerine dayanabilen bitkilerin gelişme mekanizmaları ile ilgilidir. Bitki alüminyum toksisitesi üzerindeki

araştırmaların odak noktası; asidik topraklarda gelişmeye daha uygun olan bitki türlerinin, alüminyum dayanıklılığına neden olan genlerinin teşhis edilmesi üzerinedir. Metal dayanıklılığı araştırmalarındaki diğer önemli alan; bitki ağır metal dayanıklılığının moleküler ve fizyolojik mekanizmalarını içerir. Bitki ağır metal etkileşimindeki artan ilginin sonucunda; son zamanlarda, ağır metallerle kirlenmiş toprakların düzeltilmesinde bitkilerin kullanımı konusundaki çalışmalar artmıştır (Kochian ve ark., 2002).

TOPRAKTA ALÜMİNYUM

Alüminyum; yer kabuğunda metaller arasında en çok bulunanıdır ve elementler arasında ise üçüncü sıradadır. Katı yer kabuğunun %15'ten fazlası Al_2O_3 'ten oluşur. Alüminyum toprağın önemli bir yapı elemanıdır ve toprağın sorpsiyon kapasitesi için önemli olan primer ve sekonder kil mineralleri; kafes yapılarında silisyumun yanı sıra, özellikle alüminyumdan yapılmıştır. (Mengel, 1984). Genellikle tropik bölge toprakları alüminyumca zengindir. Örneğin tropik bölge topraklarında Al_2O_3 % 10-40 arasında değişirken, ılıman iklim bölge topraklarında Al_2O_3 % 2-20 arasında değişiklik göstermektedir. Topraklarda bulunan çeşitli primer minerallerde alüminyum, silisyumdan sonra en fazla bulunmaktadır (Çizelge 1) (Kacar, 1972).

Alüminyum, mineral topraklarda çok bol miktarda bulunur. Alüminyum içeren minerallerin çözünabilirliği; asidik ortamlarda artmaktadır (Rengel, 1992). Asit topraklar içerisinde bulunan, çözünebilir Al iyonu; bitki gelişimini, özellikle de kök gelişimini engelleyebilir. Al'un bitki gelişimi üzerinde pek çok toksik etkisi olduğu ileri sürülmesine rağmen; Al toksisitesinin mekanizmasının karakterizasyonu hala yapılmamıştır (Sasaki ve ark., 1995).

Al bileşiklerinin çözünürlüğü bilindiği gibi hafif asidiktan nötral reaksiyona kadar azalır, böylece toprağın kireç durumunun düzenlenmesi halinde toprak çözeltisi çok düşük Al konsantrasyonları gösterir. Bunlar bitki üzerinde toksik etki yapmak için çok düşük seviyededirler.

TOPRAKTA AL'UN TOKSİK ETKİSİNİN AZALTILMASI

Esas itibarıyla Al'un toksik etkisi kireçlemeyle zayıflatılabilir veya tamamen ortadan kaldırılabilir. Fakat allitik topraklar üzerinde, o kadar fazla kireç miktarları gereklidir ki bunların ekonomikliği şüpheli hale gelir. Bu yüzden tek tek bitki türlerinin ve bir türün çeşitlerinin bile beslenme ortamındaki aşırı Al konsantrasyonlarına farklı duyarlılıkla reaksiyon göstermeleri özel bir öneme sahiptir. Bu konuda görülen farklılıklar ile ilgili olarak patates (Mengel, 1984) ve buğday çeşitlerinde (Mengel, 1984) çalışmalar yapılmıştır.

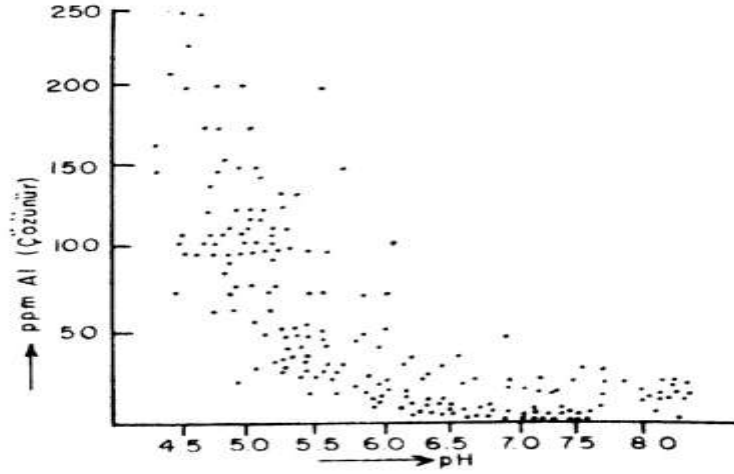
Al'a karşı dayanıklı olan buğday çeşitlerinin, Al'a duyarlı çeşitlerden daha az H^+ iyonunu, kökleri ile toprağa salgıladıkları bulunmuştur. Al'a karşı dayanıklılıkta tür ve çeşide bağlı farklılıkların, köklerin bu H^+ iyonu salgılamasından ileri geldiği kabul edilmektedir, çünkü artan H^+ iyonu salgılanmasıyla kök bölgesindeki Al'un çözünürlüğü de artar (Mengel, 1984).

Çizelge 1. Primer ve Sekonder Minerallerdeki % Al_2O_3 İçerikleri (Kacar, 1972)

| Mineraller | Al_2O_3 içerikleri | Mineraller | Al_2O_3 içerikleri |
|---------------|-------------------------------|-----------------|-------------------------------|
| Primer | % Al_2O_3 | Sekonder | % Al_2O_3 |
| Orthoclas | % 18 – 20 | Kaolen | % 38 – 40 |
| Albit | % 19 – 26 | Montmorillonit | % 0 – 28 |
| Anorthite | % 28 – 37 | İllit | % 18 – 31 |
| Muscovit | % 34 – 37 | Chlorit | % 18 -20 |
| Biotit | % 13 – 30 | Diaspor | % 85 |
| Hornbland | % 0 – 19 | Gibsit | % 65 |
| Augit | % 3 – 10 | | |
| Epidot | % 15 – 35 | | |
| Tourmalin | % 30 – 37 | | |

BİTKİDE ALÜMİNYUM

Yüksek bitkilerin metabolizmalarında Al'un spesifik bir fonksiyonu yoktur. Buna karşılık eğreltiotu ve atkuyruğu gibi çeşitler (*Pteridophyten*) ise; Al'a gereksinime duyarlar (Tauböck, 1942-Mengel, 1984). Yüksek bitkiler kuru maddede yaklaşık 200 ppm Al içerirler. Yalnızca çay bitkisi fazla miktarda Al (2000-5000 ppm Al/kuru madde) içerir. Al'un, çay bitkisinin sağlıklı büyümesi için gerekli olduğu da belirtilmiştir (Mengel, 1984).



Şekil 1. pH Değerine Bağlı Olarak Çözünür Al (Mengel, 1984).

Şekil 1.de görüldüğü gibi, alüminyumun topraktaki çözünürlüğü ve böylece Al zehirlenme tehlikesi, düşen pH değeriyle önemli ölçüde artmaktadır (Lathwell ve Peech, 1964-Mengel, 1984). Özellikle tropik koşullar altında oluşan allitik topraklar üzerinde Al zehirlenmesi çoğu kez en önemli verim sınırlayıcı faktördür. Al'un bitki hücreleri üzerindeki zarar verici etkileri; bu yüzyılın başlarında fark edilmiştir. 1918'de Al'un asidik topraklarda yetişen arpa (*Hordeum vulgare*) ve çavdarın (*Secale cereale*) rekolteletlerinin azalmasına neden olacak bir faktör olabileceği ileri sürülmüştür (Rengel, 1992). İlk rapordan sonraki yıllar boyunca; alüminyum dünyanın her yerinde pek çok asidik toprakta en fazla sınırlayıcı faktör olarak bilinmeye başlanmıştır, çünkü alüminyumun biyomas üretimi ve yiyecek için kullanılabilme potansiyeli olan dünyadaki işlenilebilir arazilerin % 40- 70'ine kadar etkileyebilme olasılığı olduğu bildirilmiştir (Foy, 1988). Alüminyum; asidik topraklardaki bitki gelişimini sınırlayan en önemli faktörlerden biridir. Al'un öncelikli hedefinin; plazma membranı olduğunu gösteren belirtiler vardır. Bu görüşü; Al'un membran akışkanlığını ve membran geçirgenliğini azalttığını gösteren sonuçlar da desteklemektedir. Çalışmalarda alınan sonuçlara göre; köklerin dış kabuksal (kortikal) hücreleri, Al ile temas halindedir (Wissemeier ve ark., 1987). Bu verileri dikkate alarak soya fasülyesi hücrelerinin alüminyuma olan kısa süreli tepkilerinin incelendiği çalışmada; kallus formunun Al etkilerine karşı en hassas indikatör olduğu, membran geçirgenliğinin Al tarafından çabukca etkilendiği, 300 μM 'a kadar artan Al konsantrasyonlarında potasyum net alımının azalmakta olduğu ve çözeltinin pH'sının 4.3'ten 5.3'e artışının kallus yapısını arttırdığı; pH 5.3'te ise daha sert bir Al hasarı gösterdiği bildirilmiştir. Sonuçlar; plazma membranının Al'un öncelikli hedefi olduğunu ve hücre süspansiyon kültürünün Al'un bitki kökleri üzerindeki etkilerini çalışmak için güçlü bir araç olduğunu göstermiştir (Staß ve Horst, 1995). Çeşitli kültür bitkilerinin, alüminyum içerikleri üzerinde yapılan başka bir araştırmaya göre; yumru köklü bitkilerin, saçak köklü bitkilere göre çok daha az alüminyum içerdikleri; iyi görünüşlü olgun çay yapraklarında alüminyumun 3220 ppm olduğu, kötü görünüşlü çay yapraklarında ise; 1310 ppm olduğu belirtilmiştir (Çizelge 2). Fitokimyasal bir çalışma sonucunda ise; 1324 bitki türünden 80 tanesinin alüminyumu biriktirdiği (Webb, 1954); alüminyumu biriktirebilen bitkilerin çoğunlukla çift çenekli oldukları ve yağışı fazla olan, yıkanmış asit reaksiyonlu topraklarda yetiştikleri görülmüştür. Ayrıca, bitkilerin diğer bölgelerine göre, köklerinde alüminyumun daha fazla bulunduğu da tespit edilmiştir.

Çizelge 2. Bazı Bitki Türlerinin Alüminyum İçerikleri (Kacar,1972)

| Bitki Türleri | Alüminyum içeriği (ppm) | Araştırmacı |
|---------------------------------|-------------------------|-------------------------------|
| Şeker Pancarı | 6 ppm | Bertrand ve Levy (1931) |
| Fasülye | 1640 ppm | Bertrand ve Levy (1931) |
| Ispanak | 96-104 ppm | Bertrand ve Levy (1931) |
| Rhubarb (Ravent) (yaprakları) | 166 ppm | Bertrand ve Levy (1931) |
| Kereviz (yaprakları) | 157-280 ppm | Bertrand ve Levy (1931) |
| Olgun Çay (yaprakları) | 3220 ppm | Parfenova ve Troitskii (1951) |
| Kötü Görünümlü Çay (yaprakları) | 1310 ppm | Parfenova ve Troitskii (1951) |

ALÜMİNYUMUN TOKSİSİTE BELİRTİLERİ

Alüminyum toksisitesi; asidik topraklardaki yetiştirilen bitki gelişiminde, en önemli olumsuz baskılardan birisidir. Geniş çaplı bir araştırmada; alüminyumun fitotoksosite etkisi olduğu bildirilmiştir. Bununla beraber, Al toleransı ve Al toksisitesinin mekanizması için fizyolojik ve hüresel esaslar hala çok az anlaşılabilmiştir. Genellikle; kök ucunun; Al kaynaklı kök bölgesi zehirlenmesi için, öncelikli bölge olduğu kabul edilir. Mısır ve kışlık buğday kullanılarak yapılan bir araştırmada; Al toksisitesinin mekanizmasında kök ucunu içeren sonuçlar bulunmuştur(Rengel,1992). Al^{+3} , mısırın (*Zea mays*) plazma membranıyla zenginleşen kök stoplazmasındaki minik granüllerinin (*mikrosome*); membran akışkanlığını değiştirmektedir (Suhayda ve Haug,1986). Al'a toleranslı bir buğday kültürünün ,Al'a hassas bir kültürün durumundan farklı olarak alüminyumun varlığında, köklerinin plazma membranının her yerinde, normal bir membran potansiyelini ve normal iyon akışını sürdürdüğü bildirilmiştir (Miyasaka ve ark.,1989).

Al toksisitesi üzerine pek çok rapor; Alüminyumun, çeşitli iyonların seviyelerini ve onların taşıma sistemlerini etkilediğini; alüminyumun fosforu kolaylıkla bağlayabilmesi nedeniyle, fosfolipidleri içeren membranların Al için hedef olabileceğini; Al'un membranlar üzerinde etkisi olduğunu bildirmiştir. Bu raporlar; Al'un membran fosfolipidlerine bağlandığını göstermektedir. Membranlara bağlanan Al'un iyon akışı üzerinde çok geniş etkileri vardır. Al ile muamelede, protoplazmadaki küçük granül keselerinin, H^+ iyonu taşınma aktivitesinin engellediği; alüminyumun, arpanın plazma membranının; tüm çekirdek hücrelerinde bulunan kalsiyum bağlayan bir protein olan "calmodulin" e bağlı olan Ca^{+2} - Mg^{+2} -ATPaz aktivitesini ve membran potansiyelinin oluşumunu engellediği (Siegel ve Haug ,1983a) bildirilmiştir. Bitkilerdeki, hücre içi kalsiyum-tetikleyici proteinlerin en önemlilerinden biri; calmodulindir (Anderson ve ark.,1980). Al zararının öncelikli bir bölgesi olarak önerilen calmodulin; kök başlarında yüksek seviyelerde bulunur (Allan ve Trewavas, 1985). Al ve calmodulin arasındaki bu etkileşimi takiben; arpa köklerinden izole edilen plazma membranıyla zenginleştirilmiş vesiküllerin transmembran potansiyeli; Al tarafından azaltılmıştır (Siegel ve Haug,1983b). Al^{+3} iyonunun membranların su ve üre geçirgenliğini değiştirdiğini ve Ca^{+2} iyonunun membran geçirgenliğindeki etkisinin tam tersine sahip olduğu belirlenmiştir (Zhao ve ark.,1987).

Son zamanlarda, Al toksisitesinin etkileri; sıklıkla, uzun süreli ya da kısa süreli olarak kategorize edilmektedir. Yayınlanan pek çok rapor; uzun süreli muameleden sonra elde edilen sonuçları tanımlamıştır. Bununla beraber; kök gelişiminin engellenmesine, 2 ila 3 saat içinde, Al'un neden olduğu görülmüştür (Sasaki ve ark.,1995).

a. Alüminyumun Kısa ve Uzun Süreli Etkileri: Al toksisite sendromu; Al'a maruz kaldıktan sonraki dakikalar hatta saniyeler içerisinde ölçülebilen kısa süreli etkiler ve Al'un eklenmesinden sonraki saatler, hatta günler içerisinde ölçülebilen uzun süreli tepkilerden meydana gelmektedir. Uzun süreli tepkilerin; doğrudan alüminyumdan olması gerekli değildir. Fakat bu tepkiler, Al ile ilgili çeşitli bazı biyokimyasal ve fizyolojik işlemlerin az çok bozulmasıyla sonuçlanır. Al'un ilk toksik etkisinin tespit edildiği noktadan itibaren, uzun süreli tepkiler yardımcı olmaktan çok yanıltıcı olabilirler. Maalesef; Al hakkındaki literatürlerin büyük bir çoğunluğunda; kısa süreli tepkilerinin öneminin farkına yeni yeni varıldığı için; genellikle uzun süreli tepkilerden bahsedilmektedir (Rengel ve Robinson,1989; Rengel,1990; Çakmak ve Horst, 1991; Rengel ve Elliott,1992).

b. Bitki Gelişimine Etkileri: Alüminyum, bitkilerde özellikle kök gelişimini engellemektedir. Bunun için; kök hücre mitozunun ve kök uzamasının gerçekleşmesinin önemli bir ölçüde engellenmesinden önce; köklerin en az 1 saat, fakat genellikle 4 ila 6 saat arası alüminyuma maruz kalması gerekmektedir. Alüminyum; eğer sadece köklerin 5-10 mm uzaklıktaki uçlarına verilse bile, kök uzamasının engellenmesinde yine de etkilidir. Al'un düşük dozları da kök saçaklarının gelişmesini engellemektedir (Brady ve ark., 1991). Genellikle kök gelişiminin engellenmesi ise; sınırlı bir filiz gelişimi, tahıl bitkilerinin mahsulünde azalma ve düşük kalitede son zirai ürünler ile sonuçlanmış olan, bitki performansının kesin sonuçlarına dayanmaktadır (Rengel , 1992).

c.Bitki Besin Maddesi Alımı Üzerine Etkileri: Tek bağlı (monovalent) katyonların alımı üzerinde; Al'un etkileri hakkında tutarlı bir şablon yoktur. Al'un varlığındaki bitki gelişiminde; K konsantrasyonunun arttığını ya da azaldığını iddia eden raporlar bulunmaktadır. Uzun süreler için Al baskısı altında gelişen bitkilerin köklerinde ve filizlerinde, çift bağlı (divalent) katyonların konsantrasyonlarının (özellikle Ca ve Mg) azaldığını göstermektedir. Bununla birlikte iyon alımının; sadece alım sisteminin kapasitesine bağlı olmadığı, ayrıca absorbe eden yüzeyin boyutuyla da ilgili olduğu geniş bir şekilde bilinmektedir. Bu yüzden; köklerdeki ve filizlerdeki gerekli olan çift bağlı besinlerin azalan konsantrasyonları; ya Al'un sebep olduğu azalan kök gelişiminin (ve böylece; besin absorpsiyonu için kullanılabilir kök yüzeyi de azalır), ya da köklerdeki besin birikimi ve filizlerdeki besin taşınmasına Al'un doğrudan karışmasının bir sonucu olabilir(Rengel, 1992).

Kuru madde birikiminin; besin alımı ve taşınım hızına oranı, farklı türlerdeki bitkilerde ya da aynı türler içinde farklı yaş ve fizyolojik durumlarda, Al'a maruz kalma halinde değişebilmektedir. Al'un; absorbe edici yüzey alanının her ünitesindeki besin maddesi (özellikle Ca ve Mg) alım hızını doğrudan azalttığı görülmüştür (Rengel ve Robinson, 1989). Kinetik analizler; çift değerlikli besin elementleri alımının Al-kaynaklı engellenmesinin, elementler arası rekabet ile ilgili olduğunu göstermiştir (Rengel ve Robinson,1989; Rengel,1990).Saatlerden günlere uzatılmış Al baskısı altındaki bitki gelişiminde, çeşitli besinlerin alım hızları ve konsantrasyonları; köklerden filizlere taşınan ve hücre içerisinde bulunan membran ötesi (transmembran) besin hareketi üzerinde Al'un asıl fizyolojik etkilerine az da olsa dayanmaktadır. Çünkü bir bitkideki biyokimyasal ve fizyolojik işlemler, Al tarafından çok fazla aksatılmaktadır ve (doğrudan Al tarafından olmayan) pek çok ikincil etkiler de besinlerin transmembran hareketlerine tesir edebilmektedir (Rengel ve Robinson,1989).

d. İyon Kanalları Üzerine Etkileri: Alüminyum iyonları; baklanın (*Vicia faba*) koruyucu hücrelerinin, plazma membranındaki K^+ kanalının derinlemesine düzenlenmesini engeller (Schroeder, 1988). Mısırın (*Zea mays*) kök saçaklarının, plazma membranındaki K^+ kanallarını bloke eder (Olivetti ve Etherton, 1991). *Amarranthus* bitkisi protoplastlarının, plazma membranı içindeki kanallar boyunca Ca^{+2} akışının etkili bir inhibitörü gibi davrandığı da bildirilmiştir. Ayrıca; Al, 5 saniyeden daha az bir sürede; *Amarranthus* protoplastlarının plazma membranına bağlanan Ca'un çoğunluğunun yerine geçer(Rengel ve Eliot,1992). Bahsedilen tüm çalışmalar, Al ve kanal proteinleri arasında bir bağlantı olduğunu göstermiştir.

e. Bitki Köklerinin Tolerans Mekanizmasında, Alüminyum Toksisitesine, Plazma Membran Potansiyelinin Etkisi: Bitkilerdeki Al toksisitesini belirlemede kök plazma membranının tepkilerine dayanarak yapılan çalışmada; $AlCl_3$ ile uzun dönem muamelenin; arpa köklerinden hazırlanan mikrosomların, H^+ -ATPaz aktivitesini bastırmasına neden olduğu ve bu baskının, büyük bir olasılıkla, tamiri mümkün olmayan hasarlardan sorumlu olduğu belirlenmiştir (Sasaki ve ark.,1995).

Alüminyum, Ca^{+2} ile yer değiştirerek; membran fosfolipidlerine doğrudan bağlanabilir ve daha sonra plazma membranının ATPazının, H^+ iyonu tarafından yer değiştirme işlemine baskı yapabilir. H^+ -ATPaz aktivitesinin azalması; diğer iyonların içeri akışlarında bir azalma ile sonuçlanır ve bunun sonucunda, hücrenin optimum şartların devamını da (homeostasis) bozabilir (Matsumoto ve ark., 1992). Plazma membranı üzerinde, Al toksisitesinin kısa dönem etkileri; Al'a toleranslı ve Al'a hassas kültürler arasında karşılaştırılmıştır. Al toksisitesinin şartlarında, 40 dakika içerisinde K^+ 'nın dış (efflux) akışında, yani sızıntısında bir farklılık bulunmuştur. Al'un kısa dönem etkileri; plazma membranının depolarizasyonu ile ilgili olarak, sitoplazmada H^+ iyonu hücre optimum şartlarının bozulmasına neden olabilir. H^+ iyonunun net iç akışı (influx) ve K^+ iyonunun dış akışı (efflux) ; H^+ hücre optimum şartları ve

elektriki membran potansiyelinin düzenlenmesini içerir. Ca^{+2} ayrıca H^{+} iyonunun net iç akışını içerir ve alüminyum ise; K^{+} kanalları boyunca K^{+} iyonunun dış akışını engeller (Sasaki ve ark.,1995).

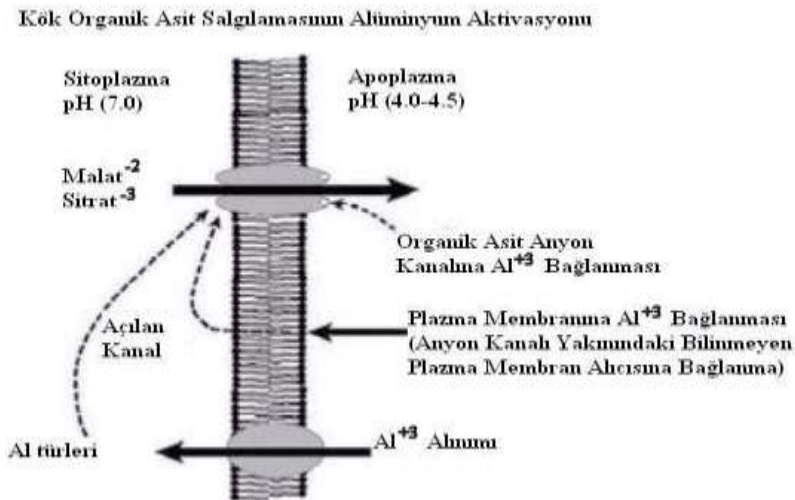
f. Baklagil-Rhizobiya Simbiyozu Üzerinde Alüminyumun Etkisi: Alüminyum toksisitesi; baklagil nodüllü simbiyozlar üzerinde, düşük pH değerlerinin verdiği zararın zorunlu bir parçasıdır. En çok rastlanan hasarların; nodülasyon ve bulaşmanın engellenmesi, nitrojen aktivitesinin sınırlanması, rhizobiyanın çok çabuk engellenmesi, olduğu sanılmaktadır. Bu faktörlerin birlikte etkileri; bağımsız gerçekleştikleri durumlardan farklı olabilmektedir (Merbach ve ark., 1990).

BİTKİLER TARAFINDAN ALÜMİNYUM ALIMININ BELİRLENMESİ VE ALÜMİNYUM ALINIM MEKANİZMASI

a. Apoplazma İçerisine Alınım: Alüminyum, asidik şartlar altında, çok bağlı (polivalent) bir katyon olarak; kök hücrelerinin Donnan serbest boşlukları içerisindeki sabit negatif yüklere, güçlü bir şekilde bağlanmıştır (Rengel ve Robinson,1989; Cronan,1991). Bu negatif yükler, çoğu kez pektik materyalin serbest karboksil gruplarıdır. Al'un fizyolojik konsantrasyonları ($\leq 100\mu M$ toplam Al) kullanılarak buğday (*Triticum aestivum*) üzerinde yapılan çalışmalarda, Al'un iki fazlı alınımında; baştaki kısa ve hızlı fazının, yavaş ve doğrusal bir faz tarafından takip edildiğini göstermiştir. Hızlı fazda apoplastta kolayca değişebilen Al'un biriktiği görülmüştür (Zhang ve Taylor,1989). Doğrusal fazda ise; alüminyum ya simplast içerisine taşınmaktadır ya da apoplast içerisinde metabolizmaya bağımlı olan bağları temsil edebilmektedir (Zhang ve Taylor,1990).Çeşitli sıcaklıklardaki denemeler, apoplastta alüminyuma bağlanan; sıcaklığa duyarlı ve metabolizmaya bağımlı alanların varlığını göstermiştir.

Alüminyum; mikorizal ladin (*Picea abies*) fideleri, bezelye (*Pisum sativum*) , lahana (*Brassica oleracea*), marulun (*Lactuca sativa*) epidermal ve kortikal hücrelerinin apoplastları içerisinde birikir. Bunun tersine; Al sadece mısırın (*Zea mays*) kök epidermal hücrelerinin apoplazmik boşlukları içerisine nüfuz etmektedir; ya da uzun süre maruz kalmanın ardından, iç kortekste değil dışında birikir (Rengel 1992).Asidik kütle çözeltisi içerisinde bulduklarında; kökler için toksik sayılan Al bileşiklerinin, buğday (*Triticum aestivum*) için Al^{+3} ve muhtemelen diğer tek çenekliler ve bir grup çift çenekli tür için hidroksi-Al bileşikleri; Donnan serbest boşluklarında bulunan negatif yüklerin çoğu nötralize olduktan sonra plazma membranına doğru yollarını buldukları farzedilmektedir (Kinraide ve Parker,1987).

b.Simplazma İçerisine Alınım: Plazma membranındaki hidrofobik lipid çift tabaka; sitoplazmaya girişindeki asidik şartlar altında bulunan Al bileşiklerinin yüklenmesini engelleyecektir. Plazma membranı boyunca Al girişinin, olası birkaç mekanizması önerilmiştir (Haug ve Caldwell,1985-Rengel 1992). Organik asit anyon dış akışına aracılık eden; anyon kanallarının, Al düzenlemesi için, olası 3 senaryo Şekil 2'de gösterilmiştir:



Şekil 2. Kök Hücresinden Al Engellenmesi Yoluyla, Al Dayanıklılığını Da İçeren; Al-Aktivasyonlu Organik Asit Anyon Salgılamasının Olası Mekanizmaları (Kochian, 2002)

1 - Al^{+3} kanala doğrudan bağlanır ve açılımı etkiler.

2 - Al^{+3} plazma membranındaki bilinmeyen bir alıcıya bağlanır ve membrana yerleşen uyarıcı geçişi boyunca kanalın açılmasına aracılık eder.

3 - Al^{+3} hücreye girer ve stoplazmik ve plazma membran bileşimlerinin ikisinin de, uyarı iletimi boyunca açılmasını tetikler. (Kochian, 2002).

ALÜMİNYUMA HASSAS VE TOLERANSLI ÇEŞİTLERDE, KÖKLERDE ALÜMİNYUM VE KALSİYUMUN TAŞINIM ETKİLEŞİMLERİ

Al toksisitesindeki mekanizmalarından biri; kök-hücre plazma membranı boyunca devam eden iyon taşınım süreci ile Al etkileşimini içerir (Taylor, 1988). Kalsiyum iyonu bitkinin hücresel olaylarının ayarlanmasında ve çevresel sinyallerin bir hücreden diğerine aktarımında önemli bir rol oynamaktadır. Ca^{+2} 'nin hücre içerisine akışının alüminyum tarafından engellenmesi; hızlı ve dönüşümlüdür (Huang ve ark.,1992; Rengel ve Elliott,1992).Al toleranslı buğday kültürleri; Ca^{+2} 'nin kök bölgesinden filizlere kadar olan uzun mesafeli yer değiştirmesinin engellenmesine karşı dayanıklıdır (Huang ve ark.,1992). Bu durum; Ca^{+2} akışının Al kaynaklı engellenmesinde; Al'a karşı hassaslıklarına göre farklılaşan buğday hatlarının yakın izogenik çiftlerindeki, Al toleransı ve hassasiyetiyle yakından ilgilidir. İzole edilmiş protoplastlarda ve zarar görmemiş bitkilerdeki Al^{+3}/Ca^{+2} 'nin taşınım etkileşiminin doğasına dayanarak; Ca^{+2} 'nin hücre içerisine akışının alüminyum engellemesinin mekanizmalarından biri; plazma membranındaki Ca^{+2} kanallarının Al blokajı olarak bildirilmiştir (Huang ve ark.,1992; Rengel ve Elliott,1992).

KÖKLERDE ALÜMİNYUMUN ETKİLERİ

Kök ucu; metabolik aktivitenin, hızlı kök bölünmesinin ve gelişmesinin olduğu bir bölgedir. Kök ucu hücreleri içerisine kalsiyumun akışı; olgun kök hücreleri içerisine Ca^{+2} 'nin akışından en az dört kat daha fazladır (Huang ve ark.,1992). Pek çok asit toprak için geçerli olan durumdaki gibi, toprak çözültüsü içerisindeki Ca^{+2} konsantrasyonunun düşük olduğu zaman; kök ucuna Ca^{+2} alımının alüminyum tarafından devamlı engellenmesi; kök apikal hücrelerinde Ca^{+2} eksikliğine ya da Ca^{+2} hücrenin optimum şartların devamlılığının değişmesine neden olabilir. Bu değişiklik; kök ucu hücrelerinde metabolik düzensizliği başlatabilir, böylece; kök uzaması engellenir. Bu durum; Al'a hassas kültürler için Al toksisitesinin mekanizmalarından biri olabilir.

SONUÇ

Aslında alüminyum; insanlar, hayvanlar ve bitkiler için mutlak gerekli bir element değildir. Ancak; yeryüzünde fazla miktarlarda bulunduğundan, bitki kökleri gelişirken yüksek seviyelerde alüminyuma maruz kalabilmektedir. Alüminyumun bitki için zararlı formları; yüksek pH değerlerinde çözünmezken, 5 ve daha düşük toprak pH'larında çözünerek kök gelişimini ve fonksiyonlarını engeller ve üründe azalmaya neden olurlar. Alüminyumun çözünebileceği asidik topraklar ise; dünyanın toplam karasal alanının yaklaşık % 30'unu ve ekilebilir alanlarının % 50'sinden fazlasını oluşturmakta ve tarımsal üretimi yapılan bitkilerin gelişimlerini sınırlamaktadır.(Kochian, 2002) Alüminyumun; bitki gelişimi ve fizyolojisi üzerine olumsuz etkileri şöyle sıralanabilir:

Membran akışkanlığını ve membran geçirgenliğini azaltma etkisi vardır (Wissemeier ve ark., 1987).Bitkilerin kök zehirlenmesinde, öncelikle kök ucuna etki eder. Çeşitli iyonların seviyelerini ve taşınma kapasitelerini etkiler. Fosforu kolayca bağlayabildiği için; fosfolipidleri içeren membranları özellikle hedef alır .Membran fosfolipidlerine bağlanan Al; iyon akışı üzerine etki eder (Sasaki, 1995).Kök hücre mitozunu ve kök uzamasını önemli ölçüde engeller. Düşük dozları ise; kök saçaklarının gelişmesini de engeller. Ladin, bezelye, lahana, marul gibi bazı bitkilerin, epidermal ve kortikal hücrelerinin apoplastında; mısır kök epidermis hücrelerinde ise, korteks dışında birikir (Rengel, 1992).

Bu olumsuz etkiler dikkate alınarak gelişmiş ülkelerde yaygın bir tarımsal uygulama olan, asidik topraklara kireç eklenmesi; toprak asiditesini düzenlemeye yardımcı olabileceği bildirilmektedir.

Ancak; maliyeti dolayısıyla bu işlem çok kullanılmamaktadır, bu yüzden de toprakaltı asiditesini düzeltmede yeterli olmayabilir. Bunun sonucunda; artan alüminyum dayanıklılığı gösteren ürün genotipleri üzerinde incelemeler yapılmaya başlanmıştır. Alüminyuma karşı dayanıklılığın, moleküler ve fizyolojik mekanizmaları üzerinde yabancı araştırmacılar tarafından çalışmalar yoğunlaşmıştır. Bu araştırmaların öncelikli hedeflerinden biri; doğal çeşitliliği içerisinde, özellik olarak dayanıklı olmayan ürün türlerinin; alüminyum dayanıklılığının artmasında, biyoteknoloji yoluyla daha sonra kullanılacak, alüminyuma dayanıklı genlerin tanımlanmasıdır (Kochian, 2002).

KAYNAKLAR

- Allan, E. and Trewavas , A., 1985. Quantitative Changes In Calmodulin And Nad Kinase During Early Cell Development In The Root Apex Of *Pisum Sativum* L. *Planta* 165, 493–501.
- Anderson, J.M., Charbonneau, H., Jones, H.P., Mccann, R.O. and Cormier, M.J. ,1980. Characterization Of The Plant Nicotinamide Adenine Dinucleotide Kinase Activator Protein And Its İdentification As Calmodulin. *Biochemistry* 19, 3113-3120.
- Brady, D.J., Edwards, D.G. and Asher, C.J.,1991. Calcium Amelioration Of Aluminium Toxicity Effects On Root Hair Development In Soybean [*Glycine Max* (L.) *Physiologia Plantarum* 83, 463-46.
- Cakmak, I. and Horst, W.J. ,1991. Effect Of Aluminium On Lipid Peroxidation, Superoxide Dismutase, Catalase, And Peroxidase Activities In Root Tips Of Soybean (*Glycine Max*) *Physiologia Plantarum* 83, 463-468.
- Cronan, C.S. ,1991. Differential Adsorption Of Al, Ca, And Mg By Roots Of Red Spruce (*Picea Rubens Sarg.*) *Tree Physiology* 8, 221-231.
- Foy, C.D., 1988. Plant adaptation to acid, aluminum-toxic soils. *Commun Soil Sci Plant Anal* 19: 959-987.
- Huang, J.W., Shaff, J.E., Grunes, D.L. and Kochian, L.V. ,1992. Aluminum Effects On Calcium Fluxes At The Root Apex Of Aluminum-Tolerant And Aluminum-Sensitive Wheat Cultivars. *Plant Physiol.* 98, 230-237.
- Kacar B. ,1972. Bitki ve Toprağın Kimyasal Analizleri 2: Bitki Analizleri. *Ankara Üniv. Ziraat Fak. Yayınları* 453, *Uygulama Kılavuzu* 155, Ankara.
- Kinraide, T.B. and Parker D.R. ,1987. Cation Amelioration Of Aluminum Toxicity In Wheat *Plant Physiol.*83, 546-551.
- Kochian L.V., Pence N.S., Letham D.L.D., Pıneros M.A., Magalhaes J.V., Hoekenga O.A. and Garvin D.F. ,2002. Mechanism Of Metal Resistance In Plants: Aluminum And Heavy Metals. *Plant And Soil* 247, 109-119.
- Mengel K., Özbek H., Kaya Z. and Tamcı M. ,1984. Bitki Beslenmesi Ve Metabolizması. *Çukurova Üniv. Ziraat Fak. Yayınları* 162, *Ders Kitabı* 12, Ankara
- Merbach W., Augustin J., Mirus E. ,1990. Einfluß Von Aluminium Auf Die Leguminosen-Rhizobien-Symbiose (Effect Of Aluminium On The Legume-Rhizobia-Symbiosis). *Zentralbl. Mikrobiol.* 145, 521-527.
- Miyasaka, S.C., Kochian, L.V., Shaff, J.E. and Foy, C.D.,1989. Mechanisms Of Aluminum Tolerance In Wheat; An Investigation Of Genotypic Differences In Rhizosphere pH, K⁺, And H⁺ Transport, And Root-Cell Membrane Potentials *Plant Physiol.* 91, 1188-1196.
- Rengel, Z. and Robinson, D.L.,1989. Competitive Al³⁺ Inhibition Of Net Mg²⁺ Uptake By Intact *Lolium Multiflorum* Roots I. Kinetics *Plant Physiol.* 91, 1407-1413.
- Rengel, Z. ,1990. Competitive Al³⁺ Inhibition Of Net Mg²⁺ Uptake By Intact *Lolium Multiflorum* Roots II. Plant Age Effects *Plant Physiol.*93, 1261-1267.
- Rengel, Z. and Elliott, D.C. ,1992. Mechanism Of Aluminum Inhibition Of Net ⁴⁵Ca²⁺ Uptake By *Amaranthus* Protoplasts *Plant Physiol.* 98, 632-638.
- Rengel, Z. ,1992. Role Of Calcium In Aluminium Toxicity. *New Phytologist* 121, 499-513.
- Sasaki, M., Kasai, M., Yamamoto, Y. and Matsumoto, H. ,1995. Involvement Of Plasma Membrane Potential In The Tolerance Mechanism Of Plant Roots To Aluminium Toxicity. *Plant And Soil* 171, 119-124.
- Schroeder, J.I.,1988. K⁺ Transport Properties Of K⁺ Channels In The Plasma Membrane Of *Vicia Faba* Guard Cells *The Journal Of General Physiology* 92, 667-683.

- Siegel, N. and Haug, A. ,1983a. Calmodulin-Dependent Formation Of Membrane Potential In Barley Root Plasma Membrane Vesicles: A Biochemical Model Of Aluminum Toxicity In Plants. *Physiologia Plantarum* 59, 285-291.
- Siegel, N. and Haug, A. ,1983b. Aluminum Interaction With Calmodulin. Evidence For Altered Structure And Function From Optical And Enzymatic Studies. *Biochim Biophys Acta.* 744, 36-45.
- Suhayda, C.G. and Haug, A.,1986. Organic Acids Reduce Aluminum Toxicity In Maize Root Membranes *Physiologia Plantarum* 41, 189-195.
- Tauböck, K., 1942. Über die Lebensnotwendigkeit des Aluminiums für Pteridophyten. *Bot. Arch.* 43, 291-304.
- Taylor, G.J. ,1988. The Physiology Of Aluminum Phytotoxicity. In: *Metal Ions In Biological Systems*, Vol. 24, *Aluminum And Its Role In Biology* (Ed. By H. Sigel & A. Sigel), Pp. 123-163. Marcel Dekker, New York, Basel .
- Wissemeier, A.H., Klotz, F., Horst, W.J.,1987. Aluminium induced callose synthesis in roots of soybean (*Glycine max* L.). *J Plant Physiol* 129: 487–492.
- Zhang, G. and Taylor, G.J. ,1989. Kinetics Of Aluminum Uptake By Excised Roots Of Aluminum-Tolerant And Aluminum-Sensitive Cultivars Of *Triticum Aestivum* L. *Plant Physiol.* 91, 1094-1099.
- Zhang, G. and Taylor, G.J.,1990. Kinetics Of Aluminum Uptake In *Triticum Aestivum* L. Identity Of The Linear Phase Of Aluminum Uptake By Excised Roots Of Aluminum-Tolerant And Aluminum-Sensitive Cultivars *Plant Physiol.* 94, 577-584.
- Zhao, X.-J., Sucoff, E. and Stadelmann, E.J.,1987. Al^{+3} And Ca^{+2} Alteration Of Membrane Permeability Of *Quercus Rubra* Root Cortex Cells *Plant Physiol.* 83, 159-162.

Ham Petrol ile Kirlenmiş Toprakların Biyoremediasyonunda Fosfolipit Yağ Asitlerinin Değişimi

Esin (ERAYDIN) ERDOĞAN*

Fikrettin ŞAHİN**

Ayten KARACA***

*Dr., Yüzüncü Yıl Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Van

**Prof.Dr., Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Ankara

*** Prof.Dr., Yeditepe Ü., Müh-Mim. Fak. Genetik ve Biyomühendislik Bölümü, İstanbul

Özet

Bu çalışmada amaç ülkemizde petrol bulaşmasından kaynaklanan toprak kirliliği sorunlarına karşı "Biyoremediasyon" olarak bilinen ve biyolojik yöntemler ile toprağın yerinde iyileştirilmesi prensibine dayanan yaklaşımlar geliştirmek ayrıca başlangıç ve final topraklarında bulunan yağ asidi profiline ortaya koymaktır. Bu amaca yönelik olarak laboratuvar koşullarında oluşturulan üç temel biyoremediasyon uygulamasının (biyolojik çoğalım, biyolojik uyarım ve bu iki yaklaşımın birleşik uygulaması) ham petrolden kaynaklanan kirliliğin giderilmesindeki etkinliği test edilerek toprakların yağ asidi profili ortaya konmuştur. Biyolojik çoğalım uygulamaları altında, Adana, Batman ve Adıyama'nın petrol ile kirlenmiş topraklarından izole edilen ham petrolü ortamda en iyi gelişmeyi gösteren ve ham petrolü parçalama düzeyleri en yüksek olan 6 bakteri seçilmiştir. (*Pseudomonas aeruginosa*, *Pseudomonas putida* biotype A, *Citrobacter amalonaticus*-GC subgroup A, *Acinetobacter genomospecies*). Biyolojik uyarım uygulamaları altında hümik-fülvik asit olmak üzere organik materyalin ve birleşik uygulamalarda ise bakteri karışımı ile organik materyalin farklı birleşimlerinin 120 günlük bir inkübasyon sürecinde ne kadar ham petrol ayrıştırdığı niceliksel hidrokarbon analizleri ile belirlenmiştir. En yüksek petrol ayrışmasının %56 ile bakteri karışımı uygulanmış biyolojik çoğalım uygulamaları altında meydana gelmiştir. Değişik organik materyallerin kirliliğe karıştırıldığı biyolojik uyarım koşullarında ise %18 düzeyinde bir petrol ayrışması görülmüştür. Birleşik uygulamalarda petrol ayrışması açısından %30'luk bir başarı sağlanmıştır. Temiz topraklarda ve petrol ile kirlenmiş topraklarda en fazla 15:0 iso, 15:0 anteiso, 16:0, 16:1 w7c, 17:0ai, 18:2w6,9, 18:1w9c yağ asitleri tespit edilmiştir. 18:1w9c yağ asidinin yüksek değerler gösterdiğinden *Pseudomonas* spp. bakterilerine özgü yağ asidi olduğunu vurgulayabiliriz. 15:0 anteiso yağ asidi değerleri temiz topraklara kıyasla petrol ile kirlenmiş topraklarda daha fazla olduğu tespit edilmiştir. Petrollü ortamda gram pozitif bakterilerin varlığının arttığını vurgulayabiliriz.

Anahtar kelimeler: Toprak, ham petrol, bakteri, biyoremediasyon, PLFA (yağ asidi profili)

PLFA Changes During Bioremediation of Crude Oil Contamination Soil

Abstract

This study aims to develop certain perspectives based on the principle of on-site remediation of the soil through biological means which is known as "bioremediation" against soil pollution issues resulting from fuel contamination in our country and to reveal the fatty acid profile in the final soils. The fatty acid profile of the soils were pointed out by testing the activity of three basic bioremediation applications (biological multiplication, biological excitation and the combined application of these two approaches) established in the laboratory environment for this aim. Under biological multiplication applications, 6 strains of bacteria were selected which exhibit the highest growth in crude oil environment isolated from oil-contaminated soils of Adana, Batman and Adıyaman and which have the highest levels of crude oil degradation. (*Pseudomonas aeruginosa*, *Pseudomonas putida* biotype A, *Citrobacter amalonaticus*-GC subgroup A, *Acinetobacter genomospecies*). Under biological excitation applications, the organic materials being humic-fulvic acid and, in combined applications, different combinations of bacteria mixture and organic materials were examined as to the amount of crude oil

they degrade in an incubation period of 120 days by qualitative hydrocarbon-type analyses. The highest level of oil degradation, being %56, occurred under biological multiplication applications where the bacteria mixture was applied. Under biological excitation conditions where various organic materials were applied to the contaminated soil, degradation to %18 was observed. In combined applications, oil degradation was achieved to %30. In unpolluted and oil-contaminated soils, max. 15:0 iso, 15:0 anteiso, 16:0, 16:1 w7c, 17:0ai, 18:2w6,9, 18:1w9c fatty acids were detected. Because the fatty acid 18:1w9c exhibited high levels, we may emphasize that it is a fatty acid typical to the bacteria *Pseudomonas* spp. It was determined that the levels of the fatty acid 15:0 anteiso is higher in oil-contaminated soils than in unpolluted soils. We may emphasize that the existence of gram positive bacteria increases in oil-contaminated environment.

Key Words: Soil, crude oil, bacteria, bioremediation, PLFA.

GİRİŞ

Topraklarda, mevcut mikroorganizma sayıları ve türleri, mikrobiyal ayrışma için uygun şartlar (oksijen, besin maddesi, sıcaklık ve pH), hidrokarbonların mikrobiyal ayrışma oranı, kirleticilerin kantititesi; kalitesi ve biyolojik yararı ve partikül dağılımı gibi toprak özelliklerini içeren biyolojik ve fizikokimyasallar olaylar tarafından etkilenmekte olduğunu açıklamışlardır (Atlas 1981, Atlas ve Bartha 1992, Steffan vd. 1997; Morgan ve Watkinson 1989; Margesin et al. 1997a).

Kapley vd. (1999), hidrokarbonları parçalayan mantarları araştırdıkları bir çalışmada *Emericella nidulans*, *Graphiwn putredinis*, *Eupenicillum javanicum* ve *Aspergillus flavipes* türlerinin aromatik hidrokarbonların asimilasyonunda aktif olduğunu gözlemişlerdir. Toprak kökenli *Pseudomonas* türü bazı bakteriler (*P. putida*) ham petrolün bazı fraksiyonlarını parçalama yeteneğinde olduklarını açıklamışlardır. Jürgensen vd. (2000) petrol ile kirlenmiş topraklarda kompostlama çalışmasında elde ettikleri izolatlarda 3 numaralı kompost uygulamasından 4 farklı bakteri türü tanımlamışlardır, *Enterobacter sakazakii*, *Bacillus mycoides*, *Klebsiella oxytaca* ve *Acinetobacter calcoaceticus*, 1 numaralı kompost uygulamasından *Bacillus megaterium*, *Pseudomonas diminuta*, *Gluconobacter cerenius*, *Pasteurella caballi*, 2 numaralı kompost uygulamasından *Sphin- gomonas paucimobilis*, *Sphingobacterium multivorum* ve birçok tanımlanamayan bakteri izolasyonu yapmışlardır. Obire ve Okudo (1997), Bailey vd. (2002), yaptıkları çalışmada, mikroorganizma popülasyonlarının petrol ile kirlenen çevrede nispeten temiz çevredeki mikroorganizmalardan farklı oranda bulduklarını açıklamışlardır. Bailey vd. (2002)'e göre toprak mikrobiyal varlığı; toprakta besin maddesi döngüsünden ve taşınımından sorumludur ve bu mikrobiyal varlığı toplam ekstrakte edilebilir fosfolipit yağ asiti (PLFA) yöntemi ile belirlemişlerdir. Kishore ve Mukherjee (2007) *Bacillus subtilis* (DM-04), *Pseudomonas aeruginosa* (M) ve Güneydoğu Hindistanda petrol ile kirlenmiş bir bölgeden izole ettikleri bakterileri topraksız invitro ve kirli toprak koşullarında test etmiştir. Topraksız ortamda *P. aeruginosa* (M) bakterisinin *Bacillus subtilis* (DM-04)'e göre daha etkin olduğunu belirlemiş ve petrollü toprak deneyi de 120 gün süren inkübasyon süreci sonunda *P. aeruginosa* (M) ve kirli toprak izolatının %100'e varan bir ayrışma sağlarken *Bacillus subtilis* DM-04'ün %50 düzeyinde ayrışma sağladığını kaydetmişlerdir.

Petrol ve petrol ürünlerinin (PPÜ) bünyesini oluşturan belirli hidrokarbonlara veya hidrokarbon gruplarına yönelip kısa sürede onları tüketerek bulunduğu ortamdan uzaklaştıran mikroorganizmalar üzerine yapılmış çok sayıda araştırma bulunmakla birlikte toprak mikroorganizmaları kullanılarak toprakta hidrokarbon ayrışmasının etkin bir şekilde giderilip giderilemeyeceği noktasındaki bilgi birikimimiz henüz sınırlıdır. Ayrıca bu tür mikroorganizmalar veya mikroorganizma karışımları dünyanın farklı coğrafyalarında, farklı çevresel koşullar altındaki toprak ekosistemlerinde incelenmiştir. Türkiye sınırları içinde PPÜ'ne bağlı kirliliğin giderilmesi konusunda ülkemizin bulunduğu çevresel koşullarda, diğer ülke topraklarından farklı karakteristiklere sahip topraklarda laboratuvar ve arazi çalışmaları ile de test edilmesi gerekmektedir. Bu bağlamda araştırmamızın temel hedefi, gelecekte ortaya çıkabilecek petrol ve benzeri organik kirleticilerin ortadan kaldırılmasında faydalanılabilecek bir yöntem ve materyal geliştirmektir. Bunun için temel olarak petrol ve benzeri organik kirleticilerin elimine edilmesinde ekonomik ve çevreye dost "biyolojik iyileştirme

(biyoremediasyon)” yaklaşımı model alınacaktır. Buna ek olarak başlangıç ve final topraklarında bulunan yağ asidi profiline ortaya koymaktır. Bu amaca yönelik olarak laboratuvar koşullarında oluşturulan üç temel biyoremediasyon uygulamasının (biyolojik çoğalm, biyolojik uyarım ve bu iki yaklaşımın birleşik uygulaması) ham petrolden kaynaklanan kirliliğin giderilmesindeki etkinliği test edilerek toprakların yağ asidi profilinin ortaya konması amaçlanmıştır.

MATERYAL VE YÖNTEM

Materyal

Deneyel kirlilik koşullarının oluşturulacağı toprak materyalinin temini

Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Araştırma ve Uygulama Çiftliği deneme tarlalarından sağlanan toprak materyali (yaklaşık olarak 40kg, 0-20cm derinlikten alınmıştır) 2mm’lik elekten elenerek laboratuvara getirilmiştir.

Kirletici materyal

Ham petrol, Türkiye Petrolleri Anonim ortaklığı (TPAO)’nun Kırıkkale Rafineri tesislerinden temin edilmiştir.

Biyolojik çoğalm materyalinin temini (Bakteri)

i) Batman rafinerisi rafineri atıkları biriktirme sahası, 0-20cm derinlikten alınan örnekler: atık1 ve 20–40 cm derinlikten alınan örnekler: atık 2, ii) Adıyaman TPAO petrol kuyuları istasyon içi petrol suyu biriktirme alanından, iii) Adana’da bulunan “BTC ham petrol yükleme terminal sahasından alınan örnekler analiz aşamasına kadar +4°C’de saklanmıştır.

Biyolojik uyarım materyali (HFA)

Biyolojik uyarım materyali olarak piyasada satılan HFA olarak kodladığımız (K- humat) toprak düzenleyicisi kullanılmıştır.

Yöntem

Biyoremediasyon amaçlı kullanılan toprağın hazırlığı

Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Araştırma ve Uygulama Çiftliği tarım arazisinden 0–20 cm derinlikten alınan toprak 2mm’lik elekten elenerek karıştırılıp naylon çuvallara konularak laboratuvara getirilmiştir. Bu çalışmada kullanılmak üzere alınan toprak (yaklaşık 40kg), biyolojik iyileştirme uygulamaları ile ilgili bütün ön denemeler ve hazırlıklar tamamlandıktan sonra son deneme kurulmadan bir hafta önce alınmış ve oda sıcaklığında korunmuştur. Bunun nedeni toprak özellikleri mümkün olduğunca alındığı andaki koşullara yakın iken çalışmaya başlamaktır.

Bakterilerin petrol ile kirlenmiş topraklardan izolasyonu

i) Batman rafinerisi rafineri atıkları biriktirme sahası, ii) Adıyaman TPAO petrol kuyuları istasyon içi petrol suyu biriktirme alanından ve iii) Adana’da bulunan “BTC Ceyhan Ham petrol yükleme terminal sahasından alınan örneklerde izolasyon amaçlı aşağıdaki işlemler yapılmıştır. 10 gr toprak örneği, 1 g KNO₃, 0,2 g MgSO₄, 0,1 g NaCl, 0,1 g CaCl₂ g, 1 g K₂HPO₄ içeren 1 L besiyerine %1 oranında ham petrol: Triton-X–100 emülsiför (1:1)ilave edilerek 3 gün boyunca 28°C’de 180 dev/dak.’da inkübasyona bırakılmıştır. 3. gün sonunda bu besiyerinden 10 ml alınarak tekrar aynı bileşenleri içeren taze ortama alınmıştır (Rojas-Avelizapa vd. 1999).

İzole edilen bakterilerin MIS (Mikrobiyal Tanılama Sistemi) tanılması

Saf biyoremediasyon bakteri kültürlerinde yapılan FLYA analizi Miller ve Berger (1985) tarafından bildirildiği gibi Mikrobiyal Tanımlama Sistemi (Microbial Identification System-MIS; MIDI, Inc.,

Newark, DE) kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Bu sistem, genetik olarak aynı olan mikroorganizmaların hücrelerindeki yağ asitlerinin sayısı, çeşitliliği ve % olarak miktarlarının (yağ asidi profili) aynı olup çevre koşulları aynı olduğu sürece değişmemesini esas alınmaktadır (Şahin 1997; Şahin vd. 1999).

Biyoremidasyon Uygulamaları

Deneyel kirlilik koşulların hazırlanması

Fırın-kuru koşullarda 1000 gr'lık plastik saksılara tartılan ve su tutma kapasitesinin %50'si düzeyinde nemlendirilen toprak örnekleri on gün süre ile 25°C'de ön-inkübasyona alınmıştır. Üç günlük ön-inkübasyon sonunda ağırlık bazında %1 (w/w) düzeyinde ham petrol homojen bir şekilde uygulanarak toprak örnekleri kirlenmiştir. Örneklerdeki mikrobiyal aktivitenin petrol ilavesi sonrasındaki yeni koşullara uyum sağlaması açısından 3 – 4 gün süreyle, 25°C'de inkübe edilmiştir (Stabilizasyon). Temiz toprak materyali de oda koşullarında aynı zaman aralıklarında dinlendirilmeye alınmıştır.

Biyoremidasyon bakterileri karışım kültürlerinin hazırlanması

Sıvı kültürde petrol parçalama yetenekleri belirlenerek seçilen 6 adet bakteri suşu 10¹⁰ CFU/ml'lik bakteriyel yoğunluk sağlandıktan sonra homojen bir şekilde temiz ve kirlili topraklara püskürtülerek uygulanmıştır (Mishra vd. 2001).

Deneme Deseni

5'er kilogramlık plastik ağzı kapaklı kaplarda deneme kurulmuştur. 1, 30, 60, 90. ve 120. günlerde örneklemeler yapılmıştır. Her örnekleme de Ham Petrol ayrışmasının izlenmesi için TPH analizleri ve kültürel sayım (1, 30, 60, 90. ve 120. günlerde) ve toprak topluluk yapısının incelenmesi için direkt topraktan ekstrakte yöntemi ile FLYA metil esteri analizi (1., 30., 60., 90. ve 120. günlerde) yapılarak sadece kullanılacak biyoremidasyon bakterilerine özgü "indikatör-yağ asiti metil esteri" belirlemeleri yapılmıştır. Ayrıca topraklarda, tüm örnekleme zamanlarında pH, EC, organik karbon, toplam azot ve toprakta heterotrofik bakteri sayımı analizleri ile biyoremidasyon sırasındaki değişimleri takip edilmiştir.

Biyoremidasyon Uygulamalarının Etkinliğinin Belirlenmesi

Toprakta ham petrol-ayrışmasının izlenmesi

Denemenin 1., 30., 60., 90. ve 120. günlerinde alınan toprak örneklerinde petrol analizleri, kromatografik analiz sonuçları (Toplam Petrol Hidrokarbonları) ham petrolün ne kadarının ayrıştığı mgkg⁻¹ olarak hesaplanmıştır. Bu analizler ASE cihazı (Dionex ASE 300) ile TPAO-Araştırma Merkezi Jeokimya Laboratuvarlarında yapılmıştır (EPA method 3545).

Çizelge 1. Deneme deseni

| Uygulama No | Uygulama | Uygulamanın Niteliği |
|--------------------|-------------------|-----------------------------|
| 1 | *BAK + *BE | Biyolojik Çoğalm |
| 2 | *HFA + *BE | Biyolojik Uyarım |
| 3 | *BAK + *HFA + *BE | Biyolojik Çoğalm + Uyarım |
| 4 | KONTROL + *BE | Kontrol (temel gübreleme) |
| 5 | KONTROL | Kontrol (gübresiz) |
| 6 | STERİL | Steril toprak |

*BAK: Bakteri Karışımı *BE: Besin Elementi *HFA: Hümik Fulvik Asit

Kullanılan biyoremedasyon bakterilerinin belirleyici özelliklerinin FLYA metil esteri (FAME) analizi ile belirlenmesi

Laboratuvar koşullarında ham petrole dirençli hale getirilen petrol parçalayan bakterilerin petrol bulaşmış ve bulaşmamış toprak ortamlarında yaşam durumlarının izlenebilmesi için direkt topraktan ekstrakte yöntemi ile FLYA analizi yapılarak sadece kullanılacak biyoremedasyon bakterilerine özgü “gösterge-yağ asiti metil esteri” belirlenmiştir. Bu prosedürün esası topraktan ekstrakte edilen mikrobiyal canlılar orta şiddette bir alkali-hidrolize maruz bırakılarak hücrelerin parçalanması; ester bağlarının kırılarak yağ asitlerinin lipidlerden ayrılması ve metil esteri formuna dönüştürülen yağ asitlerinin gaz kromatografik sistemde (GC) niceleyici (%) ve niteleyici olarak analiz edilmesi şeklinde ifade edilebilir. Bligh ve Dyer (1959), Sasser (1990), Zelles vd. (1992), Frostegard vd. (1993), Bossio vd. (1998), Ibekwe ve Kennedy (1998)’de bu analiz yöntemini kullanarak çalışmalarına yön vermişlerdir.

İstatistik Analizler

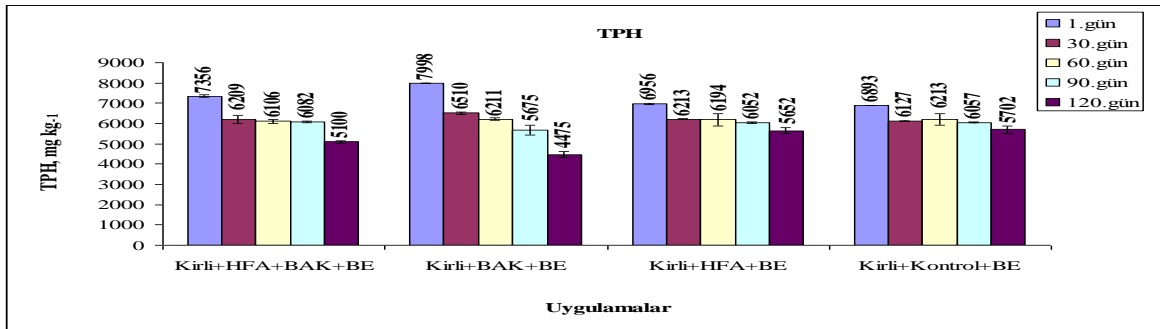
Araştırma sonuçları, üzerinde durulan özellikler bakımından tekrarlanan ölçümlü varyans analizi tekniği ile değerlendirilmiştir. Tekrarlanan ölçümler zaman faktörünün seviyelerinde yapılmış ve üçer tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Hesaplamalarda “SPSS 12.0”, MSTAT paket bilgisayar programları kullanılmıştır. Ayrıca incelenen parametreler arasındaki korelasyonlar Pearson Korelasyon Testi uygulanarak değerlendirilmiştir. Değerlendirmelerde Winer vd. 1991’den ve Gürbüz vd. 2003’den yararlanılmıştır.

BULGULAR

Toplam Petrol Hidrokarbonlarındaki Değişimler (TPH)

120 günlük inkübasyon süresi boyunca petrol ile kirlenmiş topraklara uygulanan BAK, HFA ve BAK+HFA uygulamalarına ilişkin TPH değerleri Şekil 1’de verilmiştir. Petrol ile kirlenmiş topraklarda TPH ile ilgili varyans analiz çizelgesi incelendiğinde zaman-bakteri-HFA üçlü etkileşimi istatistik olarak önemli bulunmuştur ($P<0,05$). Petrol ile kirlenmiş toprakları TPH değerleri açısından kıyasladığımızda, kontrol hariç tüm uygulamalarda zamana bağlı olarak azalma gözlenmektedir. En büyük azalma Kirli+BAK+BE topraklarında gözlenirken en küçük azalma Kontrol topraklarında gözlenmiştir. Uygulama şekilleri kendi aralarında kıyaslanacak olursa, inkübasyon süresince en yüksek TPH değeri Kirli+BAK+BE toprağında 1. gün (7998 mg.kg^{-1}) ve en düşük değer de Kirli+BAK+BE toprağında 120.günde (4500 mg.kg^{-1}) belirlenmiş olup, uygulamalar arasındaki fark istatistiksel olarak $P<0,05$ düzeyinde önemli bulunmuştur.

Filauro vd. (1998) yaptıkları çalışmada TPH konsantrasyonunun bakteri uygulaması ile %48 parçalandığını, Peressuttia vd. (2003) %45,48 oranında TPH miktarının azaldığını bildirmişlerdir. Pokethitiyook vd. (2002) Bangkok bölgesinde petrol bulaşmış bir alandan izole ettikleri farklı bakteriden *Acinetobacter calcoaceticus*, ve üç *Pseudomonas aeruginosa* suşlarının (MU01, MU02 ve MU03) %0,5 ham petrol düzeyinde yüksek derecede ayrışma sağladığını tespit etmişlerdir. Dört bakteri arasından en iyi olan *Acinetobacter calcoaceticus*, kirlili toprakta 20, 40 ve 30°C gibi farklı



Şekil 1. Petrol ile kirlenmiş topraklara uygulanan BAK, HFA ve BAK+HFA uygulamalarına ilişkin TPH değerleri

sıcaklık koşullarında sırası ile %80,76, %68,86 ve %65,18'lik ayrışma değerleri vermiştir. Ghazali vd. (2004) tarafından yapılan bir diğer çalışma araştırmamızın kurgusu ve sonuçları ile çok yakınlık göstermektedir. Araştırmacılar bakteri kültürü koleksiyonundan temin ettikleri ve kirli topraktan izole ettikleri iki farklı bakteri karışımının topraksız *in vitro* koşullarında birbirine yakın ve yüksek petrol parçalama düzeyi gösterdiğini belirlemişlerdir. Çalışmalarında dizel, ham petrol ve makine yağı bulaşmış toprak koşullarında ve altmış günlük bir inkübasyon sürecinde test ettikleri bakteri karışımlarından kirli topraktan izole edilmiş olanının daha yüksek bir ayrışma sağladığı ve bu karışımın içeriğinin de ağırlıklı olarak *Pseudomonas* spp. ve *Bacillus* spp. türlerinden oluştuğunu bildirmişlerdir. Diğer benzer bir çalışmada Kishore ve Mukherjee (2007), *Bacillus subtilis* (DM-04), *Pseudomonas aeruginosa* (M) ve Güneydoğu Hindistanda petrol ile kirlenmiş bir bölgeden izole ettikleri bakterileri topraksız invitro ve kirli toprak koşullarında test etmişlerdir. Topraksız ortamda *P. aeruginosa* (M) bakterisinin *Bacillus subtilis* (DM-04)'e göre daha etkin olduğunu belirlemiş ve petrollü toprak deneyinde 120 gün süren inkübasyon süreci sonunda *P. aeruginosa* (M) ve kirli toprak izolatının %100'e varan bir ayrışma sağlarken *Bacillus subtilis* DM-04'ün %50 düzeyinde ayrışma sağladığını kaydetmişlerdir. Benzer sonuçları Porta vd. (1998) da bulmuşlardır. Diğer yandan başka araştırmacılar kompleks hidrokarbonların, fenollerin, fenantrenin ve benzopirenlerin oksidasyon ürünlerinin parçalanmasında gram pozitif bakterilerinde geniş metabolik yetenek sergilediklerini bildirmişlerdir (Sextone vd. 1978, Song ve Barta 1990).

İzole edilen bakterilerin cins-tür-takım-familyaları

İzole edilen bakterilerin sonuçları toplu olarak Çizelge 2'de verilmiştir.

Çizelge 2. İzole edilen bakterilerin cins-tür-takım-familyaları

| Bakteri (Cins-tür) | Takım- Familya |
|-------------------------------------|--|
| <i>Pseudomonas putida</i> | Pseudomonadales - <u>Pseudomonadaceae</u> |
| <i>Pseudomonas aeruginosa</i> | Pseudomonadales - <u>Pseudomonadaceae</u> |
| <i>Pseudomonas mucidolens</i> | Pseudomonadales- <u>Pseudomonadaceae</u> |
| <i>Acinetobacter genomospecies</i> | Pseudomonadales - <u>Moraxellaceae</u> |
| <i>Stenotrophomonas maltophilia</i> | <u>Xanthomonadales</u> - <u>Xanthomonadaceae</u> |
| <i>Enterobacter hormaechei</i> | <u>Enterobacteriales</u> - Enterobacteriaceae |
| <i>Enterobacter sakazakii</i> | <u>Enterobacteriales</u> - Enterobacteriaceae |
| <i>Citrobacter amalonaticus</i> | <u>Enterobacteriales</u> - Enterobacteriaceae |
| <i>Escherichia coli</i> | <u>Enterobacteriales</u> - Enterobacteriaceae |
| <i>Sphingobacterium multivorum</i> | Sphingobacteriales - Sphingobacteriaceae |
| <i>Aeromonas caviae</i> | Aeromonadales - Aeromonadaceae |
| <i>Paucimonas-lemoignei</i> | <u>Burkholderiales</u> - <u>Burkholderiaceae</u> |
| Bakteri (Cins-tür) | Takım- Familya |
| <i>Pseudomonas putida</i> | Pseudomonadales - <u>Pseudomonadaceae</u> |
| <i>Pseudomonas aeruginosa</i> | Pseudomonadales - <u>Pseudomonadaceae</u> |
| <i>Pseudomonas mucidolens</i> | Pseudomonadales- <u>Pseudomonadaceae</u> |
| <i>Acinetobacter genomospecies</i> | Pseudomonadales - <u>Moraxellaceae</u> |
| <i>Stenotrophomonas maltophilia</i> | <u>Xanthomonadales</u> - <u>Xanthomonadaceae</u> |
| <i>Enterobacter hormaechei</i> | <u>Enterobacteriales</u> - Enterobacteriaceae |
| <i>Enterobacter sakazakii</i> | <u>Enterobacteriales</u> - Enterobacteriaceae |
| <i>Citrobacter amalonaticus</i> | <u>Enterobacteriales</u> - Enterobacteriaceae |
| <i>Escherichia coli</i> | <u>Enterobacteriales</u> - Enterobacteriaceae |
| <i>Sphingobacterium multivorum</i> | Sphingobacteriales - Sphingobacteriaceae |
| <i>Aeromonas caviae</i> | Aeromonadales - Aeromonadaceae |
| <i>Paucimonas-lemoignei</i> | <u>Burkholderiales</u> - <u>Burkholderiaceae</u> |

Fosfo Lipit Yağ Asiti Metil Esteri (FLME) Sonuçları

Toprak-FAME analizinin değerlendirmesi Çizelge 3-5 üzerinden yapılmıştır ve sonuçların yorumlaması öncesinde toprakta FLME analizinde farklı zamanlarda ölçülebilen indikatör yağ asidi sayısı farklı olmuştur.

Çizelge 3. Petrollü koşullarda bakteri (BAK+BE) uygulamasının ölçümü yapılabilen yağ asitlerinin zamana göre değişimi

| Kirli+BAK+BE | | | | | |
|---------------------|--------------|----------------|---------------|----------------|-----------------|
| Yağ asitleri | 1.gün | 30. gün | 60.gün | 90. gün | 120. gün |
| 9:0 3OH | 12,04 | - | - | - | - |
| 10:0 | - | 28,99 | - | - | - |
| 12:0 anteiso | - | 71,01 | - | - | - |
| 13:0 anteiso | - | - | - | - | - |
| 14:0 anteiso | 12,44 | - | - | - | - |
| 15:0 anteiso | 16,93 | - | 100,00 | - | - |
| 18:1 w9c | 17,63 | - | - | - | - |
| 17:0 anteiso | 9,01 | - | - | - | - |
| 18:1 w6,9c | 7,53 | - | - | - | - |
| 18:3 w6c(6,9,12) | 7,29 | - | - | - | - |

Çizelge 4. Petrollü koşullarda humik asit ve bakteri (HFA+BAK+BE) uygulamasının ölçümü yapılabilen yağ asitlerinin zamana göre değişimi

| Kirli+HFA+BAK+BE | | | | | |
|-------------------------|--------------|----------------|---------------|----------------|-----------------|
| Yağ asitleri | 1.gün | 30. gün | 60.gün | 90. gün | 120. gün |
| 10:0 | - | 13,3 | - | - | - |
| 11:0 | 4,07 | - | - | - | - |
| 12:0 | 1,88 | - | - | - | - |
| 12:0 iso 3OH | 3,39 | - | - | - | - |
| 12:0 anteiso | - | 30,64 | - | - | - |
| 13:0 anteiso | - | 21,68 | - | - | - |
| 15:0 iso | 4,77 | - | - | - | - |
| 15:0 anteiso | 13,35 | 34,38 | 100,00 | - | - |
| 16:0 | 6,23 | - | - | - | - |
| 16:0 anteiso | 11,35 | - | - | - | - |
| 16:0 iso | 7,56 | - | - | - | - |
| 16:0 10-methyl | 5,47 | - | - | - | - |
| 17:1 w5c | 7,5 | - | - | - | - |
| 17:0 anteiso | 6,53 | - | - | - | - |
| 18:0 anteiso | 10,42 | - | - | - | - |
| 18:1 w9c | 3,91 | - | - | - | - |
| 18:3 w6c(6,9,12) | 4,18 | - | - | - | - |

Çizelge 5. Petrollü koşullarda humik asit (HFA+BE) uygulamasının ölçümü yapılabilen yağ asitlerinin zamana göre değişimi

| Kirli+HFA+BE | | | | | |
|---------------------|--------------|----------------|---------------|----------------|-----------------|
| Yağ asitleri | 1.gün | 30. gün | 60.gün | 90. gün | 120. gün |
| 12:0 anteiso | - | 24,88 | - | - | - |
| 13:0 anteiso | - | 16,55 | - | - | - |
| 14:0 anteiso | 21,65 | 8,99 | - | - | - |
| 15:0 anteiso | 22,67 | 22,83 | 100,00 | - | - |
| 16:0 anteiso | 23,53 | - | - | - | - |

Bu bilgiler ışığında tablolara genel olarak baktığımızda, en yoğun yağ asidi bütün uygulamalarda 1. günde görülürken zamana bağlı olarak azalmış ve 90. ve 120. günlerde yağ asidi tespit edilememiştir (Çizelge 3-5). Kirli+BAK+BE uygulamasında inkübasyonun başında (1.gün) beliren FLYA sayısı 8 iken, 30 günde 2'ye, 60. günde 1'e düşmüş ve daha sonraki ölçümlerde yağ asidi tespit edilememiştir (Çizelge 3). Bu uygulamada da bakteri ilavesinden kaynaklı olarak FLYA metil esteri miktarı 1. günde diğer uygulamalara göre daha yüksek bulunmuştur. Kirli+HFA+BAK+BE uygulamasında inkübasyonun başında (1.gün) beliren FLYA sayısı 15 iken, 30 günde 4'e, 60. günde 1'e düşmüş ve daha sonraki ölçümlerde yağ asidi tespit edilememiştir (Çizelge 4). Bu uygulamada tespit edilen FLYA metil esteri sayısı diğer uygulamalardan daha fazla bulunmuştur. Bunun sebebinin bakteri ilave edilmesinden kaynaklandığını söyleyebiliriz. Zamana göre bu miktar azalmış ve 90. günden sonra FLYA metil esteri tespit edilememiştir. Kirli+HFA+BE uygulamasında inkübasyonun başında (1.gün) beliren FLYA sayısı 4 iken, 30 günde yağ asidi sayısı değişmemiş, 60. günde 1'e düşmüş ve daha sonraki ölçümlerde yağ asidi tespit edilememiştir (Çizelge 5). Kirli+Kontrol+BE uygulamasında inkübasyonun başında (1.gün) beliren FLYA sayısı 6 iken, 30 günde 4'e, 60. günde 1'e düşmüş ve daha sonraki ölçümlerde yağ asidi tespit edilememiştir.

TARTIŞMA

Bu çalışmanın temel düşüncelerden biri toprakta petrol ve benzeri maddelerden kaynaklanan kirlilik şartlarını ortadan kaldıracak mikroorganizmaların varlığını belirlemek ve laboratuvar koşullarında etkinliğini değerlendirmektir. Biyoremediasyon olarak bilinen ve çalışmanın başında farklı yönleri ile açıklanan uygulamaları, değişik düzeylerde hidrokarbon parçalama yeteneğine sahip mikroorganizmaların petrol ile kirlenen çevresel ortamlarda kullanımına dayanmaktadır. Buradan yola çıkılarak oluşturulan ham petrol ile kirlenmiş toprağın biyolojik yöntemler ile arındırılması çalışması biyoremediasyon alanında kullanılan temel iki yaklaşımı olan 'biyolojik çoğalım, (BAK)' ve 'biyolojik uyarım (HFA)'ve iki yaklaşımın birlikte uygulamaları üzerine kurulmuştur. Biyolojik çoğalım materyali, ülkemizde petrol ile kirlenmiş topraklardan izole edilerek geliştirilmiştir. "Batman rafinerisi rafineri atıkları biriktirme sahası, ii) Adıyaman TPAO petrol kuyuları istasyon içi petrol suyu biriktirme alanı ve iii) Adana'da bulunan "BTC Ceyhan Ham petrol yükleme terminal sahası" topraklarından izole edilen bütün bakteriler laboratuvar koşullarında ayrışma testlerinden geçirilmiştir. Ham petrollü ortamda en iyi gelişmeyi gösteren ve ham petrolü parçalama düzeyleri en yüksek olan 6 bakteri suşunun karışımı kullanılmıştır (*Pseudomonas aeruginosa*, *Pseudomonas putida* biotype A, *Citrobacter-amalonicus-GC subgroup A*, *Acinetobacter-genomospecies*).

Kullanılan uygulamaların (biyolojik çoğalım, biyolojik uyarım, biyolojik çoğalım+biyolojik uyarım) biyoremediasyon potansiyelini ortaya koymada baz alınan en önemli ölçüt, toprakta toplam hidrokarbonlar bazında toprakta TPH (toplam petrol hidrokarbonları) analizi sonuçlarıdır. Zamana göre uygulamalar arasında toplam petrol hidrokarbon oranında en fazla azalma sırası ile bakteri (BAK) uygulamasında, onu bakteri + humik fulvik asit (BAK+HFA) uygulaması takip etmiş, en az azalma ise kontrol uygulamasında görülmüştür. Toplam petrol hidrokarbonları açısından çalışmanın 1. ve 120. günleri dikkate alındığında biyoremediasyon sürecinin en hızlı ilerlediği %56 ile bakteri (BAK) uygulamasında ve sonra sırası ile %30 ile bakteri + humik asit (BAK+HFA) uygulaması, %18 yalnızca humik fulvik asit (HFA) uygulaması, %17 ile kontrol uygulaması takip etmektedir. Bu da göstermektedir ki karışım bakterileri kültürü (*Pseudomonas aeruginosa*, *Pseudomonas putida* biotype

A, Citrobacter-amalonicus-GC subgroup A, Acinetobacter-genomospecies) en iyi sonucu vermiştir. Bakteri (BAK) uygulamasında TPH (Toplam Petrol Hidrokarbonları) değerlerindeki azalma düzeylerine bakıldığında en hızlı degradasyon 1. - 30. günler arası ve 90. - 120. günler arasında görülmektedir. İnkübasyonun 30. ve 90. günleri arasında ise çok az değişimin olduğu görülmektedir. Bu durum petrol ayrışmasının sürekli olmadığını ve bazı durağan dönemleri olduğunu göstermektedir. Aynı durağan fazın diğer uygulamalarda da olduğunu görmekteyiz.

Araştırma bulguları bölüm 4.3'de ifade edildiği gibi final kirli topraklarının biyoremediasyon koşullarındaki mikrobiyel popülasyon dinamiği 120 günlük bir zaman diliminde değerlendirilmiştir. Değişik FLYA biyo-indikatörleri bakteri, mantar, alg, gr-negatif bakteriler, gr-pozitif bakteriler, spingomonadlar, aktinomisetler ve sülfat indirgeyen bakteriler gibi toprak mikro-faunasının pekçok üyesi ile ilgili bilgi toplamada kullanılmıştır. Bu ajan maddeler toprak mikroorganizmalarının pekçok çevre olayı ile ilgili olarak gerçekleştirdikleri lipid sentezi hakkında ipuçları sağladıklarını bildirmişlerdir (Vestal ve White 1989, White vd. 1996a,b, Venosa vd. 2000). 18:1 ω 9c'nin aynı zamanda *Pseudomonas* spp. bakterilerini temsil eden bir indikatör olduğu Olsson ve Persson (1999) tarafından bildirilmiştir. Temiz ve kirli topraklarda bizim uyguladığımız bakteri (BAK+BE ve BAK+HFA+BE) uygulamalarında 18:1 ω 9c yağ asidinin yüksek değerler gösterdiğinden *Pseudomonas* spp. bakterilerine özgü yağ asidi olduğunu vurgulayabiliriz. Ayrıca bir grup araştırmacı bu iki FLYA indikatörünü toprak mantarlarının yapısında da mevcut bulunduğunu bildirmişlerdir (Zelles vd. 1992, Madan vd. 2002). 16:1 ω 7c, 18:1 ω 7c, 16:1 ω 7t, 18:1 ω 7t baskın olan yağ asitlerinin gram negatif bakterilerin indikatör yağ asidi olduklarını (White vd. 1998, Tunlid ve White 1992) ve 18:1 ω 9c, 20:1 ω 9c, 20:0, 22:1 ω 9c yağ asitlerinin ise ökaryotik toplulukların indikatörü olduğunu yaptıkları çalışmada bildirmişlerdir (White vd. 1998). 15:0 iso gram pozitif ve kükürt bakterileri için indikatördür (Olsson ve Persson 1999). Zamana bağlı olarak bütün uygulamalar genelinde azalma göstermiştir. Başka araştırmacılar (i15:0 ve a15:0) gram pozitif bakteriler için biomarkerlarının arttığını bildirmişlerdir (Ringelberg vd. 2008). 15:0 anteiso yağ asidi değerleri temiz topraklara kıyasla petrol ile kirlenmiş topraklarda daha fazla olduğu tespit edilmiştir. Petrollü ortamda gram pozitif bakterilerin varlığının arttığını vurgulayabiliriz. 16:0 doymuş yağ asidinin bakterilerin genelinde bulunan bir indikatör olduğunu (Pelz vd. 2001, Keinänen vd. 2003) bildirmişlerdir fakat Kneif vd. (2006) FLYA 16:0'ı karbon ve enerji kaynağı olarak sadece metan kullanan bakterilere (metanotrof) özgü olduğunu bildirmiştir. Bazı araştırmacılar n16:1 ω 7c, n18:1 ω 9c, n18:1 ω 7c yağ asitlerinin gram negatif bakteriler için biomarkerlarının arttığını belirtmişlerdir (Ringelberg vd. 2008). Bizim çalışmamızda belirlenen 18:1 ω 9c derişimleri açısından incelediğimizde ortak nokta bakteri (BAK) uygulamalarında ortaya çıkan bir yağ asidi olması ve bu FLYA ajanının inkübasyonun başlangıcında yüksek değerlerde olup inkübasyonun sonunda azalma göstermiş ve 120. günde belirlenememiştir. Eğer 18:1 ω 9c Olsson ve Persson (1999)'nun iddia ettiği gibi *Pseudomonas* spp. türlerinin bir indikatörü ise bu indikatör yağ asidi derişimlerinde zamanla meydana gelen azalma ortamdaki hidrokarbon kaynaklarının azalması ile ilişkilendirilebiliriz. 18:1 ω 7c ve 18:1 ω 9c'nin aerobik bakterilere özgü ajanlar olduğu (Parker ve Taylor 1983, Guckert vd. 1985) ayrıca Fierer vd. (2003) bu yağ asitlerinin gram negatif bakteri indikatörü olarak gruplandırmışlardır. Petrol kirliliği olan topraklardan ekstrakte edilen 18:1 ω 9 ve 17:1 ω 8 yağ asitlerini gram pozitif bakterilere atfetmişlerdir (Bundy vd. 2002). 17:0ai yağ asidi petrol ile kirlenmiş topraklara göre temiz topraklarda daha fazla sayıda gözlenmiştir. Bundy vd. (2004) 17:0ai yağ asitlerini kontrol topraklarında belirlemişlerdir, Bundy vd. (2002)'de yapmış oldukları çalışmada ise 18:2 ω 6 yağ asidi fungal kominiteler için tahsis edilmiş ve 27 gün boyunca gözlenmiştir, yapılan çalışmadan fungal yapının artmasını ilave edilen dizelden kaynaklandığını bildirmişlerdir. 18:2 ω 6,9 yağ asitleri sayısı temiz topraklarımızda daha fazla ekstarakte edilmiştir. Bu yağ asitleri yaygın olarak ökaryotik organizmalarda bulunduğunu (Harwood vd.1984) ve 16:1 ω 11c, 16:1 ω 5c, iso17:1 ve cyclopropyl 19:0 yağ asitlerinin geniş olarak toprak bakteri gruplarını temsil ettiğini (Ratledge ve Wilkinson 1988) bildirmişlerdir. 18:2 ω 6,9 yağ asitlerinin mantar topluluğu için güvenilir yağ asitleri olduklarını 19:0cy kontrol topraklarında belirleyici yağ asidi olduklarını bildirmişlerdir (Bundy vd. 2002).

Toprağın petrol ve benzeri maddelerce kirlendiği durumlarda başvurulan temel biyoremediasyon yaklaşımları biyolojik çoğalım (bioaugmentation) ve biyolojik uyarım (biostimulation) olarak bilinmektedir. Biyolojik çoğalım kirli koşulların ortama yabancı olan birtakım ayrıştırıcı mikroorganizmalar ile desteklenerek toprağı yerinden kaldırmadan iyileştirilmesi düşüncesine dayanır. Biyolojik uyarım ise kirli koşullarda zaten bulunan ancak çevresel şartlar izin vermediği için aktif olmayan ayrıştırıcı mikroorganizmaların su, havalanma ve besin maddesi gibi ihtiyaçlarının karşılanarak yine toprağın yerinden kaldırılmadan biyolojik olarak arındırılması esasına dayanmaktadır. Bu araştırmada her iki biyoremediasyon modeli ülke kaynakları kullanılarak deneysel koşullarda test edilmiştir. Biyolojik çoğalım ve biyolojik uyarıma ilave olarak üçüncü bir yaklaşım daha geliştirilerek (biyolojik çoğalım + biyolojik uyarımın birlikte uygulaması) araştırmanın final kirli toprak deneyine dahil edilmiştir. Çalışma sürecinde elde edilen sonuçlar, biyoremediasyon yaklaşımlarından (biyolojik çoğalım), toprağı uygulanan ham petrolün %56'sının ayrışmasını sağladığını göstermiştir. Biyolojik çoğalım uygulamaları biyolojik uyarım uygulamalarına kıyasla daha başarılı olmuştur. Çalışmada farklı uygulamalar altında, petrol bileşiklerinin arınma süreçleri kıyaslanmıştır. Buna ek olarak değişik uygulamalar altında ve değişik zamanlarda petrol parçalayan bakterilerin popülasyon dinamiğinde meydana gelen değişimler de irdelenmiştir. Biyolojik çoğalım amaçlı kullanılan farklı bakteri materyalleri tamamen ülkemiz koşullarında sağlanmış (Adana, Batman ve Adıyaman bölgelerinden 33 bakteri suşu izole edilmiştir) ve laboratuvar koşullarında ayrışma testlerinden geçirilmiştir. Ham petrollü ortamda en iyi gelişmeyi gösteren ve ham petrolü parçalama düzeyleri en yüksek olan 6 bakteri seçilmiştir. (*Pseudomonas aeruginosa*, *Pseudomonas putida* biotype A, *Citrobacter-amalonaticus*-GC subgroup A, *Acinetobacter-genomospecies*).

Tespit edilen FLYA ajanlarının (yağ asitlerinin) gram negatif bakteriler için biomarker olduklarını ve bu FLYA ajanının inkübasyonun başlangıcında yüksek değerlerde olup inkübasyonun sonunda ise meydana gelen azalma ortamdaki hidrokarbon kaynaklarının azalması ile ilişkilendirilmiştir. Temiz topraklarda ve petrol ile kirlenmiş topraklarda en fazla 15:0 iso, 15:0 anteiso, 16:0, 16:1 w7c, 17:0ai, 18:2w6,9, 18:1w9c yağ asitleri tespit edilmiştir. 18:1w9c yağ asidinin yüksek değerler gösterdiğinden *Pseudomonas* spp. bakterilerine özgü yağ asidi olduğunu belirtebiliriz. Ülkemiz coğrafi konumunun bir yansıması olarak enerji taşımacılığının merkezi haline gelmiş ve bunun sonucunda birçok boru hattı projesi tamamlanmış ve veya halen yürütülmektedir. Bu gelişmeler toprak kirliliği riskinde beraberinde getirmiştir. Buna karşın ülkemizde petrolden kaynaklanan toprak kirliliğinin giderilmesine yönelik bir düzenleme yoktur. Ülkemizde yeni bir konu olan biyoremediasyon uygulamalarının kirliliğin giderilmesinde ne şekilde kullanılacağı da araştırma kurumlarımızın bilimsel çabalarına rağmen net olarak cevap bulunmuş değildir. Tamamlanan bu çalışma yukarıda bahsedildiği üzere ülkemizde potansiyel bir sorunun çözümüne ışık tutacak nitelikte önemli bir çalışmadır. Bu bağlamda orta kireçli, hafif alkali karakterli % 1 (w/w) petrol ile kirlenilen topraklarda en yüksek petrol ayrışmasının %56 ile bakteri karışımı uygulanmış biyolojik çoğalım (bioaugmentation) uygulamaları altında meydana geldiği ve akılda tutulması gereken durum ise uygulanan çoğalım materyalinin yerli bakterilerden olmasıdır.

KAYNAKLAR

- Atlas, R.M.1981. Microbial Degradation of Petroleum Hydrocarbons. An Environmental Perspective Microbial Rev. 45:180:209.
- Atlas, R.M. and Bartha, R. 1992. Hydrocarbon Biodegradation and Oil Spill Bioremediation – Adv. Microb. Ecol. 12:287 – 338.
- Bailey, V.L., Peacock, A.D., Smith, J.L. and Bolton, H. 2002. Relationships between soil microbial biomass determined by chloroform fumigation-extraction, substrate-induced respiration, and phospholipid fatty acid analysis. Soil Biology and Biochemistry. Vol.34, Issue.9, 1385-1389.
- Bligh E.G. and Dyer, W.J., 1959. A rapid method of total lipid extraction and purification. Canadian Journal of Biochemistry and Physiology 37, 911–917.
- Bossio, D.A., Scow, K.M., Gunapala, N. and Graham, K.J. 1998. Determinants of soil microbial communities: Effects of agricultural management, season, and soil type on phospholipid fatty acid profiles. Microb. Ecol. 36:1-12

- Bundy, J.G., Paton, G.I. and Campbell, C.D. 2002. Microbial communities in different soil types do not converge after diesel contamination. *Journal of Applied Microbiology*. 92: 276-288.
- Bundy, J.G., Paton, G.I. and Campbell, C.D. 2004. Combined microbial community level and single species biosensor responses to monitor recovery of oil polluted soil. *Soil Biology and Biochemistry* 36: 1149-1159.
- Fierer, N., Schimel, J.P. and Holden, P.A.. 2003. Variations in microbial community composition through two soil depth profiles, *Soil Biology & Biochemistry* 35; 167–176.
- Filauro, G.G., Andreotti, G., Arlotti, D. and Reisinger, H.J. 1998. Blow out of Trecate 24 crude oil well: how bioremediation techniques are solving a major environmental emergency in a valuable agricultural area . In contaminated soil 98, Thomas Telford, pp. 403- 412.
- Frostegard, A., Tunlid, A. and Baath, E. 1993. Phospholipid fatty acid composition, biomass, and activity of microbial communities from two different soil types experimentally exposed to different heavy metals. *Applied and Environmental Microbiology* 59, 3605-3617.
- Ghazali, F.M., Zaliha, R.N., Rahman, A., Salleh, A.B and Basri, M. 2004. Biodegradation of hydrocarbons in soil by microbial consortium. *International Biodeterioration & Biodegradation* 54; 61 – 67.
- Guckert, J.B, Antworth C.P., Nichols, P.D. and White, D.C.1985. Phospholipid, ester-linked fatty acid profiles as reproducible assays for changes in prokaryotic community structure of estuarine sediments. *FEMS Microbiol Ecol* 31:147–158
- Gürbüz, F., Başpınar, E., Çamdeviren, H. ve Keskin, S. 2003. Tekrarlanan ölçümlü deneme düzenlerinin analizi. Van. 120s.Baskı: Yüzüncü Yıl Üniversitesi. ISBN: 975-92253-0-1.
- Harwood, J.L. and Russell, N.J. 1984. lipids in plants and microbes. George, Allen and Unwin, London, England. Hayes, M.H.B. and Wilson, W.S. (1997). Humic substances, peats and sludges. The Royal Society of Chemistry Cambridge, pp 496.
- Ibekwe, A.M. and Kennedy, A.C. 1998. Fatty acid methyl ester (FAME) profiles as a tool to investigate community structure of two agricultural soils. *Plant Soil*. 206:151-161.
- Jürgensen, K.S., Puustinen, J.A. and Suortti, M. 2000. Bioremediation of petroleum hydrocarbon-contaminated soil by composting in biopiles *Environmental Pollution* 107; 245 - 254.
- Kapley, A., Purohit, H.J., Chhatre, S., Shanker, R., Chakrabati, T. and Khanna, P. 1999. Osmotolerance and hydrocarbon degradation by a genetically engineered microbial consortium. *Biosource Technology*., 67; 241-245.
- Keinanen, M.M., Martikainen, P.J., Korhonen, L.K. and Suutari, M.H. 2003. Microbial community structure in biofilms and water of a drinking water distribution system determined by lipid biomarkers, *Water Science and Technology* 47; pp. 143–147.
- Kishore, D. and Ashis, M.K. 2007. Crude petroleum-oil biodegradation efficiency of *Bacillus subtilis* and *Pseudomonas aeruginosa* strains isolated from a petroleum-oil contaminated soil from North-East India. *Bioresource Technology* 98; 1339–1345.
- Madan, R., Pankhurst, C., Hawke, B. and Smith, S. 2002. Use of fatty acids for identification of AM fungi and estimation of the biomass of AM spores in soil. *Soil Biology & Biochemistry* 34, 125–128.
- Margesin, R. and Schinner, F. 1997a. Bioremediation of diesel-oil contaminated alpine soils at low temperatures. *Appl. Microbiol. Biotechnol.* 47,462-468.
- Miller, I., and Berger, T. 1985. Bacteria identification by gas chromatography of whole cell fatty acids. Hewlett-Packard Gas Chromatography Application Note, Hewlett-Packard Co., Alto, CA., 228-238.
- Mishra, S., Sarma, P.M. and Lal, B. 2004. Crude oil degradation efficiency of a recombinant lux tagged *Acinetobacter Baumannii* strain and its survival in crude oil contaminated soil microcosm. *FEMS microbiology Letters*. 235:323-331.
- Morgan, P. and Watkinson, R.J. 1989. Hydrocarbon degradation in soils and methods for soils biotreatment. *CRC Critical Reviews in Biotechnology* 8, 305-333.
- Obire, O. and Okudo, I. V. 1997. Effects of Crude Oil on a Freshwater Stream in Nigeria. *Discov. Innov.* 9: 25-32.
- Olsson, S. and Persson, P. 1999. The composition of bacterial populations in soil fractions differing in their degree of adherence to barley roots. *Applied Soil Ecology*, vol 12-3; 205- 215.
- Parker, R.J. and Taylor, J. 1983. The relationship between fatty acid distributions and bacterial respiratory types in contemporary marine sediments. *Estuarine Coastal Shelf Sci* 16:173– 189

- Pelz O., A. Chatzinotas, N. Andersen, S.M. Bemasconi, C. Hesse, W.R. Abraham and J. Zeyer. 2001. Use of isotopic and molecular techniques to link toluene degradation in denitrifying aquifer microcosms to a specific microbial population, *Archives of Microbiology* 175; pp. 270–281.
- Peressuttia, S.R., Alvarez, H.M. and Oscar, H.P. 2003. Dynamics of hydrocarbon-degrading bacteriogenesis of an experimental oil pollution in Patagonian soil. *International Biodeterioration and Biodegradation* 52 (2003) 21 – 30.
- Pokethititook, P., Sungpetch, A., Upathame, S. and Kruatrachue, M. 2002. Enhancement of *Acinetobacter Calcoaceticus* in biodegradation of Tapis crude oil. 17th WCSS, Symposium no: 42, paper no. 2309. Thailand.
- Ringelberg, D., Richmond, M., Foley, K. and Reynolds, C. 2008. Utility of lipid biomarkers in support of bioremediation efforts at army sites. *Journal of microbiological methods*. 74(1): 17-25.
- Rojas-Avelizapa N.G., Rodriguez-Vazquez R., Enriquez-Villanueva F., Martinez-Cruz J. and Poggi-Valardo, H.M. 1999. Transformer oil degradation by an indigenous microflora isolated from a contaminated soil. *Resources, Conservation and Recycling*. 27 ;15-26.
- Sasser, M. 1990. Identification of bacteria by gas chromatography of cellular fatty acids. Tech. Note. 101. Microbial ID, Newark, DE.
- Sextone, A.J., Everett, K., Jenkins, T. and Atlas, R. 1978. Fate of crude and refined oils in North slope soils. *Arctic* 31, pp. 339-347.
- Song, H.G. and Bartha, R. 1990. Effects of jet fuel on the microbial community of soil. *Appl. Environ. Microbiol.* 56, 646-651.
- Steffan, R., McCloy, J. K., Vainberg, S., Condee, C. W. and Zhang, D. 1997. Biodegradation of the Gasoline Oxygenates Methyl tert-Butyl Ether, Ethyl tert – Butyl Ether and tert – Amyl Methyl Ether by Propane-Oxidizing Bacteria. *Appl. Environ. Microbiol.* 63(11):4216-4222.
- Şahin, F. 1997. Detection, identification and characterization of strains of *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria* by traditional and molecular methods, and resistance in *Capsicum* species to *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria* pepper race 6. The Ohio State University, 182 p. (Ph. D. Thesis).
- Şahin, F., Kotan, R. and Dönmez, M.F. 1999. First report of bacterial blight of Mulberries caused by *Pseudomonas syringae* pv. *mori* in the eastern Anatolia Region of Turkey. *Plant Dis.*, 83, 1176.
- Venosa, A.D., Stephen, J.R., Macnaughton, S.J., Chang, Y. and White, D.C. 2000. Microbial population changes during bioremediation of an experimental oil spill. In *Microbial Biosystems: New Frontiers* ed. Bell, C.R., Brylinsky, M. and Johnson-Green, P. pp. 767-773. Halifax: Atlantic Canada Society for Microbial Ecology..
- Vestal, R.J. and White, D.C. 1989. Lipid analysis in microbial ecology. *Bioscience* 39: 535-541.
- Vidali M. 2001. Bioremediation. An overview. *Pure Appl. Chem.* Vol. 73, No. 7, pp. 1163–1172, 2001.
- White, D.C., Pinkart, H.C., and Ringelberg, D.B. 1996a. Biomass measurements: biochemical approaches. In *Manual of Environmental Microbiology*. 1st edn. Hurst, C.J., Knudsen, 169 G.R., McInerney, M.J., Stetzenbach, L.D., and Walter, M.V. (eds). Washington DC: American Society for Microbiology Press, pp. 91–101.
- White, D.C., Stair, J.O. and Ringelberg, D.B. 1996b. Quantitative comparisons of in situ microbial biodiversity by signature biomarker analysis. *J Ind Microbiol* 17: 185–196.
- Winer, B.J., Brown, D.R. and Michels, K.M. 1991. *Statistical Principles in Experimental Design*. ISBN: 0-07-070982-3. 3 eds. Page: 1057.
- Zelles, L., Bai, Q.Y., Beck, T. and Beese, F. 1992. Signature fatty acids in phospholipids and lipopolysaccharides as indicators of microbial biomass and community structure in agricultural soils. *Soil Biology & Biochemistry* 24, 317–323.

Organik Toprakların Ülkemizdeki Dağılım Alanları ve Miktarları

Esin ÖZKAN*

Gökhan ÇAYCI**

Dinçay ÖZ**

* Ankara Üniversitesi Teknokent, Ankara

**Prof.Dr., Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü

** Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü

Özet

Tarım ve endüstriyel alanlarda üretimi artırmak, koruma ve kullanma dengesini gözeterek, doğal kaynakların akılcı kullanımlarını amaçlamak ve bunları doğru stratejilerle yönetmek toplumların geleceği için son derece önemlidir. Ülkemizde organik topraklar olarak bilinen ve dünyada yaklaşık 400 milyon ha alanı kaplayan, turba, torf ve peat adıyla da bilinen bu doğal kaynak, yetersiz havalanma koşulları altında kısmen ayrışmış bitki ve hayvan artıklarının yüzeyde birikimi sonucu oluşmaktadır. Ülkemizdeki yayılım alanları tam olarak bilinmemekle birlikte, toplam rakamın 30.000 ha civarında olduğu tahmin edilmektedir. Organik topraklar, Ülkemizde Bolu, Sakarya, Trabzon, Denizli, Antalya, Kayseri, Burdur, Muş, Adıyaman, Hakkari, Ağrı gibi illerimizde belli başlı yayılım alanı göstermekle beraber bu toprakların küçük alanlar halinde ülkemizin bir çok yöresinde bulunduğu tahmin edilmektedir. 1980'li yıllardan itibaren ilk defa Bolu-Yeniçağa'da tarımsal amaçlı üretimi yapılan bu toprakların halihazırda ülkemizdeki yıllık üretiminin 150.000-. 200.000 m³ civarında olduğu düşünülmektedir. Geçmiş yıllarda yönetimlerinde önemli hatalar yapılan, tarımdan endüstriye kadar çok çeşitli alanlarda kullanım alanı bulunan organik topraklarımızın mevcut rezerv ve dağılım alanlarının bilinmesi ve incelenmesi bu toprakların gelecekteki akılcı kullanımları bakımından önemlidir.

Anahtar kelimeler: Torf, doğal kaynak, turba, sürdürülebilirlik, peat

Resources and Distribution Areas of organic soils in Turkey

Abstract

To increase production in agricultural and industrial areas considering natural resources as to their logical usage, to take into account the balance between conservation and usage and to manage them with correct strategies is crucial for future of societies. Organic soils are known as peat, torf and turba in Turkish terminology as well. They cover nearly 400 million hectares in the world. These soils occur under insufficient aeration conditions with partially decomposed plant and animal residues. Total resources in Turkey are not well known. But, their total amount is estimated around 30 000 hectares. Main distribution areas of organic soils are located in provinces of Bolu, Sakarya, Trabzon, Denizli, Kayseri, Burdur, Antalya, Muş, Adıyaman, Hakkari, Ağrı and Kars. Nevertheless, these soils are estimated to cover small areas in several region of Turkey. The first organic soil extraction was done in Yeniçağa, Bolu in beginning of 1980's with agricultural aims. Current organic soil extraction is nearly 150 000-200 000 m³ per year in Turkey. Many mistakes were done in their management in the past years in Turkey. For this reason, it is important to know current reserves and distribution areas of these soils having several usage areas such as agriculture, medicine and industry for their wise management in future.

Key words: Peat, natural resource, sustainability, mire, peatland

GİRİŞ

Organik topraklar, ülkemizde havasız şartların hakim olduğu, topografik yönden eğimi az çukur alanlarda, yer altı suyunun bulunduğu göl yatakları ya da kıyı bataklıklarında oluşmaktadır. Organik topraklar, dünya üzerinde tüm kıtalarda az veya çok miktarda bulunmaktadır. Bununla beraber, 60° kuzey enleminin yukarısındaki ve tropik iklime sahip ülkelerde büyük alanlar kapsamaktadırlar.

Fitzpatrick (1971) havasız şartların hakim olduğu, uzun süre suyla doymuş alanlarda kısmen ayrılmış bitki ve hayvan atıklarının yüzeyde birikmesi sonucu oluşmuş toprak katmanını organik toprak olarak adlandırmaktadır. Ülkemizde organik topraklar yaygın şekilde “peat”, “torf” ve “turba” olarak da adlandırılmaktadırlar.

Soil Survey Staff (2010)'e göre organik topraklar Histosoller ordosunda yer almakta, Histosoller ise genel bir kural olarak üst 80 cm'lik katmanın yarısından fazlasında organik toprak materyalinin bulunduğu topraklardır. Bu genel tanımı içinde Histosoller, uzun süreli doymuş olduklarında ya da suni olarak drene edildiklerinde, mineral kısmın %60 ve daha fazla kil içerdiğinde en az %30 organik madde, mineral kısmın hiç kil içermediğinde minimum %20 organik madde, mineral kısmın %0–60 arasında kil içerdiğinde ise mineral kısmın kil içeriği ile orantısal olarak en az %20–30 organik madde içeren topraklar olarak tanımlanmaktadırlar.

Organik topraklar pek çok faktör dikkate alarak sınıflandırılmaktadır. Bununla beraber, organik toprak horizonlarının morfolojik özelliklerinin tanımlanmasında ve sınıflandırılmasında ayrışma derecesi en önemli kriteri oluşturmaktadır (Farnham ve Finney, 1965). Peat toprakları sınıflandırmada görülen yetersizliklerden dolayı Uluslararası Peat Derneği (IPS) 1980 yılında evrensel bir sınıflandırma sistemine rehberlik edeceğini düşünerek peat toprakları;

1. Botaniksel Orjine göre;

- Yosun Peat (moss peat)
- Otsu Peat (sedge peat)
- Odunsu Peat (woody peat)

2. Ayrışma Derecesine göre;

- Az ayrılmış peat
- Orta ayrılmış peat
- Çok ayrılmış peat

3. Oluştığı Çevrenin Bitki Besin Maddesi Kapsamlarına göre;

- Ötrofik
- Mezotrofik
- Oligotrofik

olmak üzere 3 gruba ayırmıştır. IPS, bu sınıflandırma sisteminin kuzey ülkeleri ve ılıman bölgeler, hatta tropik bölgelerdeki bakir peatlere bile uygulanabilme yeteneğinde olduğunu belirtmektedir.

ORGANİK TOPRAKLARIN DÜNYADAKİ DAĞILIM ALANLARI

Dünyadaki organik toprakların dağılım alanları ile ilgili olarak tam bir rakam vermek oldukça güçtür. Kivinen (1980) toplam alanı tropikal organik toprak alanlarını dikkate almadan 350 milyon hektar olduğunu tahmin ederken, Heikurainen (1982) tropiklerdeki organik toprak alanlarının yeryüzündeki peat alanların yaklaşık %10'nunu içerdiğini, bu nedenle toplam dünya rezervinin yaklaşık 500 milyon

hektar olduğunu tahmin etmiştir. Diğer taraftan Bord na Mona (1984) dünya organik toprak rezervinin yaklaşık 428 000 000 hektar olduğunu ve Rusya ve Kanada'nın yaklaşık her birinin 150 000 000 hektar organik toprak kaynağı ile dünya rezervinin yaklaşık 2/3'üne sahip olduklarını belirtmiştir.

Sulak alanlar ile organik toprakların oluştuğu (peatland) alanları birçok ülkede ayırt etmenin zorluğu nedeniyle tam alanı tahmin etmenin zor olduğu pek çok araştırmacı tarafından belirtilmektedir. Lappalainen (1994) kıtalar esasında organik toprak alanlarının miktarlarını Kuzey Amerika, Asya, Avrupa, Orta ve Güney Amerika ve Avustralya ve Okyanus ülkeleri için sırasıyla, 173 500 000, 111 900 000, 95 700 000, 58 000 000 102 000 000 ve 14 000 000 hektar olmak üzere toplam 398 500 000 hektar olarak belirtmiştir. Aynı araştırmacı tarafından yeryüzündeki toplam sulak alan miktarı ise 242 800 000 hektar olarak verilmiştir.

Organik toprak alanlarının dağılımı ve derinlikleri ile ilgili en detaylı bilgiler Avrupa ülkelerinden gelmektedir. Avrupa ortalaması olarak organik toprak kalınlığı 1.57 m, dünya ortalaması ise 1.3-1.4 m olarak verilmektedir. Son veri dikkate alındığında dünyadaki organik toprak kaynakları 5000–6000 Gm³ olarak tahmin edilmektedir (Lappalainen, 1994).

ÜLKEMİZDEKİ ORGANİK TOPRAKLARIN OLUŞUMU

Türkiye'de özellikle tektonik oluklara yerleşmiş bulunan topografik yönden düz ve düze yakın vadi tabanları, göreceli çöküntü alanları, eski göl tabanları ve sahil şeritlerindeki çukur alanlar, az yağışlı bölgelerde bile yağış ve çevre sularının birikmesi için mükemmel bir ortam sağlar. Böyle alanlarda drenaj koşulları çoğunlukla yetersiz veya çok kötüdür. Şayet hidrolojik beslenme gerek yüzeyden gerekse taban suyu aracılığı ile birkaç yıl boyunca yeterlilik gösterirse, önce ıslak yüzeyler ve bataklıklar oluşmakta, bunu hemen takiben Phragmites communis ve carex (kısa çayır otlarının genel adı) türleri gibi bataklık bitkileri yaşamını sürdürmeye başlamaktadır. Ortamda sürekli suyun varlığı ise anerob koşullara olanak sağlayarak bitkisel artıkların ayrışmasını kısıtlamakta ve organik birikme ortaya çıkmaktadır. Önemli derecede topografyanın etkisiyle oluşan böyle organik birikintiler havza (Basin) organik topraklarını oluşturmaktadır. Ülkemizde organik toprakların önemli bir kısmı çukur kesimlerdeki tatlı su gölleri ve kaynakların bulunduğu sahalarda yer almaktadır. Organik toprak alanları düz ve düze yakın topografyayı içerdiklerinden havza organik toprak niteliği taşırlar. Bunun tipik örnekleri Kahramanmaraş - Gavur Gölü, Kayseri - Karasaz, Bolu – Yeniçağa, Konya – Ereğli gibi alanlarda görülmektedir (Dinç ve ark., 1999).

Ülkemizdeki organik topraklar, oluşum gösterdikleri iklim koşulları, topografya, botaniksel bileşim, birikim sırasındaki su kalitesi ve orijini, oluşmuş organik alanların hali hazırda drene edilip edilmediği, eğer drene edilmiş ise bu sahalarda uygulanan amenajman pratikleri nedeniyle büyük değişiklikler göstermektedirler (Usta ve ark., 1994).

ÜLKEMİZDEKİ ORGANİK TOPRAKLARIN DAĞILIM ALANLARI VE BAZI ÖZELLİKLERİ

Türkiye'deki organik toprakların dağılım alanlarının tespitinde henüz yeterli çalışma yapılmamasına rağmen Çaycı (1989), bitki yetiştirme ortamı olarak kullanılabilirliğini araştırmak amacıyla ülkemizin değişik yerlerinden 19 farklı organik toprak örneği almıştır. Bu örneklerde organik materyallerin genellikle ötrofik oluşumlu, botaniksel orijin olarak otsu ve odunsu bitkilerden oluştuğunu ve ayrışma derecelerinin yüksek olduğunu, bu nedenle de pH, EC ve hacim ağırlıklarının yüksek, buna karşın su tutma kapasiteleri, organik madde kapsamları ve havalanma kapasitelerinin düşük olduğunu belirtmiştir.

Çaycı et al.1988 ve Çaycı (1989) tarafından belirtilen Türkiye'deki organik toprak alanları ve bu alanların bazı özellikleri aşağıda verilmiştir..

1.Trabzon-Sürmene: Sürmene ilçesinden 25 km uzaklıkta, 1.800m yükseklikte, yaklaşık 20 ha büyüklükte bir sahadır. Hacim ağırlığı 0.207-0.284 g/cm³, tane yoğunluğu 1.51-1.60 g/cm³, porozite %82.25-86.81 arasındadır. Organik depolarda yapılan polen analizleri bu alanın doğu ladini, kestane, sarıçam ve otsu bitkilerden oluştuğunu ve yaklaşık olarak 9.000 yıllık geçmişi olabileceğini

göstermiştir. Organik madde miktarı %82.41-90.40, toplam N %2.30–2.39, Ca 18-30 ppm, K 2-15 ppm, pH 4.74-6.25, KDK ise 119.01-135.70 me/100 gr'dır.

2.Trabzon - Meryem Ana: Maçka İlçesi Meryem Ana Araştırma Ormanı içerisinde yer almaktadır. Denizden yüksekliği 1.600m olup, Ladin ağaçlarının oluşturduğu odunsu peat karakterinde bir alandır. Yaklaşık 4-5 da büyüklüğünde, toplam N oranı %1.49-2.15, Ca 85- 420ppm, K 16-30ppm, organik madde miktarı %59.76-68.59 arasında, hacim ağırlığı 0.303 -0.356g/cm³, tane yoğunluğu 1.87 - 2.01g/cm³ porozite %81.55-83.79, pH 3.16-5.45, KDK 133.27-156.36 me/100 gr olarak tesbit edilmiştir.

3.Ağrı - Doğubeyazıt: 3.093 ha fibrik bünyeli organik toprak, 1.668 ha karışık bünyeli organik toprağa sahip bir alan olup, organik madde miktarı %37.74-45.36, hacim ağırlığı 0.330-0.365g/cm³, tane yoğunluğu 1.96- 2.11g/cm³, porozite %81.52-83.50, toplam N % 1.34- 1.39, Ca 155 -180ppm , K 5.5 - 17ppm , pH 6.96-7.07, KDK'sı ise 96.38-112.48-me/100 gr' dır.

4.Muş - Sazlıkbaşı: 2.469 ha fibrik bünyeli, 1.978 ha karışık bünyeli organik toprak içermektedir. Arazi ıslak ve tamamen kamış örtüsü altındadır. Toplam N %1.72-1.93, Ca 45-70- ppm , K 11-71 ppm, organik madde %55.83-74.12, hacim ağırlığı 0.122-0.172 g/cm³, tane yoğunluğu 1.68- 1.87g/cm³, porozite %90.22-92.73, KDK 128.32-187.32 me/100 gr ve pH'sı 6.19-6.37 olarak belirlenmiştir.

5.Adıyaman-Gölbaşı: 1.390 ha fibrik bünyeli bir alan olup , %60.59 organik madde içermektedir. Hacim ağırlığı 0.222g/cm³, tane yoğunluğu 2.11g/cm³, porozite %88.55, toplam N % 1.89 , Ca 240 ppm ve K 82 ppm, pH 7.24 , KDK ise 144.65 me/100 gr civarındadır. Arazi tamamen ıslak ve kamışla örtülüdür. Çevresindeki taşkın suları ile sürekli beslenmektedir.

6.Gaziantep-İslahiye: 1972 Toprak-Su Gaziantep Toprak Kaynağı Envanterinde 2.184 ha karışık bünyeli organik toprak olarak haritalandırılmıştır. Bununla beraber halen organik madde miktarı %14'tür. Arazi drene edildikten sonra hızlı bir oksidasyonla organik toprak vasfını kaybetmiştir.

7.Kahramanmaraş-Gavur Gölü: Organik topraklar 1972 Toprak-Su kayıtlarına göre 8.970 ha karışık bünyeli, 1988 DSİ raporuna göre ise 4.000 ha'lık alanı kaplamaktadır %29.43-62.24 arasında organik maddeye sahip olup, pH 7.31-7.69, KDK 98.79-164.76 me/100 gr, Ca 120-185-ppm, K 3-8.5ppm, toplam N % 1.03-2.73, hacim ağırlığı 0.236-0.433-g/cm³, tane yoğunluğu 1.88- 2.28-g/cm³, porozite %81-87.44 arasındadır.

8.Tarsus -Karabucak: Karabucak Orman Mesire Alanı içerisinde yer almaktadır. Araziyi ıslah amacıyla okaliptüs ormanı oluşturulmuştur. %20.20-42.44 arasında organik maddeye sahip olup, pH 6.92-7.57, KDK 74.88-124.99 me/100 gr, Ca 320-910ppm, K 7.50-26ppm, toplam N %0.48-1.18, hacim ağırlığı 0.433-0.553g/cm³, tane yoğunluğu 2.03- 2.41g/cm³, porozite %77.05-80.22 arasındadır.

9.Antalya-Elmalı: 28 ha fibrik, 863 ha karışık bünyeli %16.47-30.45civarında organik madde içermekte, pH 7.49-7.60, KDK58.45-87.59me/100 gr, hacim ağırlığı 0.443 -0.566 g/cm³, tane yoğunluğu 2.21-2.45 g/cm³, porozite %76.15-79.95, toplam N %0.58 -1.36, Ca 410-550 ppm K miktarı ise 5.20-7.1 ppm civarındadır.

10.Antalya-Söğüt: 1977 DSİ raporlarına göre 931 ha karışık bünyeli organik topraktan oluşmaktadır. Bu alanda organik madde miktarı %29.86-35.24, pH 7.46-7.69, KDK 91.90-98.16 me/100 gr, hacim ağırlığı 0.241-0.299 g/cm³, tane yoğunluğu 1.99-2.08 g/cm³, porozite %85.96-87.88-civarındadır. Toplam N miktarı %0.99-1.23, Ca 365-435ppm, K 8.5-22ppm'dir

11.Burdur-Pınarbaşı: 397 ha'lık bir alanı kapsamaktadır. Organik madde miktarı %31.18–33.06, pH 7.21–7.28, KDK 112.27-119.18me/100 gr, toplam N %0.84-0.94, Ca 370-415 ppm, K 16-51 ppm, hacim ağırlığı 0.359-0.418 g/cm³, tane yoğunluğu 2.21-2.27-g/cm³, porozite %81.50-83.75 olarak tespit edilmiştir.

12.Denizli-Işıklar: 1972 Envanter raporlarında 2.132 ha karışık bünyeli organik topraktır. Halihazırda organik madde miktarı %13 olup, drenajı takiben yılların ardından arazi organik toprak vasfını kaybetmiştir.

13.Afyon-Sincanlı: Afyon'dan yaklaşık 50 km uzaklıkta takriben 8-10 ha büyüklüğünde ve çayır örtüsü altında bulunan bir alandır. Kütahya-Eskişehir orman fidanlıklarının ihtiyacını karşılamada kullanılmaktadır. Organik madde %30.63-37.32, pH 7.10-7.13, KDK 63.33- 93.58me/100 gr, hacim ağırlığı 0.322-0.424 g/cm³, tane yoğunluğu 2.09-2.32 g/cm³, porozite %81.70-84.59, toplam N %0.87 -1.08, Ca 210-235 ppm, K 5-16 ppm arasındadır.

14.Kütahya-Simav: 1972 envanter raporlarında 2.200 ha karışık bünyeli organik topraklardır. Simav Gölünün çevresi kurutulduğundan organik madde vasfını kaybetmiştir.

15.Bolu-Yeniçağa: 476 ha büyüklüğündedir. Yeniçağ gölünün çevresine yayılmıştır. Organik katmanın derinliği bazı kesimlerde 10m'ye ulaşmaktadır. Organik madde miktarı %60.82-82.28, pH 6.99-7.20, KDK 116,32-177,63 me/100 gr, hacim ağırlığı 0.159-0.328g/cm³, tane yoğunluğu 1.72-1.90g/cm³, porozite %82.73-90.75 arasındadır. Toplam N %1.80-1.93, Ca 380-520 ppm, K 8-15 ppm arasındadır.

16.Karaman: 1972 Toprak-Su Konya Toprak Kaynağı Envanter Raporunda 626 ha karışık bünyeli organik topraklar olarak haritalanmıştır. Arazi drene edildikten sonra hızlı bir ayrışma başlamıştır. Aynı zamanda bölgede şiddetli bir rüzgar erozyonu sorunu vardır. Arazide tarım yapılamamakta olup, yüzey tuzcul bitkilerle kaplıdır.

17.Niğde-Eşmekaya: 1980 DSİ kayıtlarına göre 122 ha büyüklüğündedir. Ana kayanın kalker ve marn olması nedeni ile tuzluluk ve alkalilik problemleri mevcuttur. pH 7.02-7.16, KDK 59.40-66.63 me/100 gr, toplam N %0.45-0.65, Ca 250-310ppm, K 19-37 ppm ve % organik madde 24.96-31.50 arasındadır. Hacim ağırlığı 0.294-0.329g/cm³, tane yoğunluğu 2.21-2.30g/cm³, porozite %85.69-86.57 arasındadır.

18.Kayseri-Karasaz: 1972 Toprak-Su Kayseri Toprak Kaynağı Envanter Raporunda 7.824 ha, 1979 DSİ raporlarında ise 4700 ha organik saha vardır. Organik madde miktarı %20.07--22.92, hacim ağırlığı 0.346-0.411 g/cm³, tane yoğunluğu 2.12-2.24 g/cm³, porozite %80.61- 84.01 Toplam N %0.45-0.55, pH 7.15-7.31, KDK 55.39-82.63 me/100 gr, Ca miktarı 85-105 ppm ve K miktarı 20 -30 ppm civarındadır.

19.Konya-Ereğli: Konya Ovasının güney doğusunda yer alan Ereğli Ovasının bir bölümünü oluşturmaktadır. Yaklaşık olarak 2.000 ha karışık bünyeli organik toprak içermektedir.

20. Afyon Eber: Eber Gölünün kuzey kısmında yaklaşık olarak %25-58 arasında organik madde ihtiva eden yaklaşık olarak 5.300 ha'lık bir alanın varlığı İleri (2002) tarafından bildirilmiştir.

21. Sakarya -Ferizli (Akgöl): Sakarya'nın yaklaşık 30km kuzeyinde yer almakta olup 190 ha alan kapsamaktadır. Organik madde içeriği %41.1-74.1 arasında değişmektedir.

Diğer taraftan Öz (1994) Türkiye'nin değişik bölgelerinde yaptığı turbalık alan çalışmalarında toplam 21 adet göl yatağı ve turba çıkarılan alanı tespit etmiş ve bölgesel olarak haritalamıştır. Bu alanlar aşağıda belirtilmiştir.

1-Bolu Yeniçağa Gölü (Reşadiye):Yayılm alanı: Su alanı 2,5 km² Turbiyer alanı:5 km²

2-Hakkari-Yüksekova: Yayılm alanı:18.875 km²

3-Kars Göle: Yayılm alanı:150-200 km²

4-Afyon Çay Karamık Bataklığı: Yayılm alanı:40 km²

5- Konya Akşehir Eber Gölü: Yayılm alanı.140 km²

- 6- Afyon Dinar-Gökçeli (Çapalı):Yayılım alanı: 12 km²
- 7- Obruk Gölü: Yayılım alanı: 1500 m²
- 8-Denizli Çardak Kurugöl ve Beylerik Gölü: Yayılım alanı: 12 km²
- 9- Gölcük Köyü-Gölcük Gölü: Yayılım alanı: 15 km²
- 10- Bayındır –Akgöl: Yayılım alanı: 15 km²
- 11- Işıklı Göl: Yayılım alanı: Su üstü: 10 km² Su altı: 10 km²
- 12-İstanbul Silivri Danamandıra Köyü: Yayılım alanı: 1,5 km²
- 13- Isparta Hoyran ve Eğirdir Gölü: Yayılım alanı: 20 km²
- 14- Kocaeli Sapanca Büyük Derbent: Yayılım alanı: 15 km²
- 15- Konya Altınekin (Zıvarık)Musalar Gölü: Yayılım alanı : : 20 km²
- 16- Cihanbeyli –Bolluk Gölü: Yayılım alanı: 18 km²
- 17- Çumra Eski Hotamış Gölü ve Sazlıdağ Bataklığı: Yayılım alanı: 70 km² Sulu alan: 4-5 km²
- 18- Yunak Akgöl Bataklığı: Yayılım alanı: 25 km²
- 19- Kahramanmaraş Gavur Gölü Bataklığı: Yayılım alanı: 35-40 km²
- 20- Nevşehir Acı Göl: Yayılım alanı: 0,2 km²
- 21- Samsun Havza Ladik: Yayılım alanı: 8-10 km²

KAYNAKLAR

- Bord na Mona.1984. Fuel peat in developing countries. Study report for World Bank, Dublin.
- Çaycı, G., Y. Ataman, İ. Ünver and N. Munsuz 1988. Distribution of fen peat deposits in Anatolia and their horticultural values. Acta Hortic 238:189-196.
- Çaycı, G. 1989. Ülkemizdeki peat materyallerinin bitki yetiştirme ortamı olarak özelliklerinin tespiti üzerine bir araştırma. Doktora tezi (basılmamış).Ankara Üniv. Ziraat Fak. Ankara.
- Dinç, U., Atalay, İ., Şenol, S., Kapur, S., Cangir, C. 1999. Türkiye Toprakları. Ç.Ü. Ziraat Fak. Gen.Yay No: 51, Ders Kitapları Yay No: A-12, Adana.
- Farnham, R.S. and Finney, H.R. 1965. Classification and properties of organic soils. Advances in Agronomy 17: 115-162.
- Fitzpatrick, E. A., 1971. Pedology: a systematic approach to soil science. Oliver and Body Inc., Edinburg, pp:306.
- Heikurainen, L. 1982. Peatland areas peat resources in the world. Bulletin of the International Peat society. Helsinki 13: 19-22.
- İleri, Ö. 2002. Eber Gölü (İç Batı Anadolu) Geç Kuvarterner Tortullarının Sedimentolojik İncelenmesi. Doktora tezi (basılmamış).Ankara Üniv. Fen Fak. Ankara.
- Kivinen, E. 1980. New statistics on the utilization of peatland different countries. Proceedings of the 6th International Peat Congress, Duluth, USA, 48–51.
- Lappalainen, E. 1994. Review of the IPS's Project: world peatland and peat resources. Bulletin of the International Peat society, No 25, 73-75.
- Öz, D. 1994. Turba ve Turbiyerlerin Genel Tanıtımı, Etüdü ve Türkiye Turbiyerlerinin Coğrafik Lokaliteleri, Enerji Hammadde Etüt ve Arama Dairesi Başkanlığı, MTA, Ankara.
- Soil Survey Staff, 2010. Keys to Soil Taxonomy, 11th ed. USDA-Natural Resources Conservation Service, Washington, DC.
- Usta, S., Sözüdoğru, S. and Çaycı, G. 1996. An investigation on contents of humic and fulvic acid and other chemical characteristics of some peat and peaty materials in Turkey. Turkish Journal of Agriculture and Forestry. 20, 27-33.

Organik Toprakların Kullanım Alanları

Dursun BIYIK*

*Ziraat Mühendisi, Ankara

Özet

Günümüzde bilim ve teknolojinin aşırı bir hızla gelişmesi, her alanda yenilikler sağladığı gibi, doğada gizlenmiş mucizelerin de keşfedilip insanlığın hizmetine sunmasına neden olmuştur. Kullanım alanları her geçen gün artan ve önem kazanan doğa mucizelerinden biri de organik topraklardır. Organik toprak, aneorobik şartların hakim olduğu alanlarda kısmen ayrılmış bitki ve hayvan artıklarının yüzeyde birikimi sonucu oluşmuş bir toprak katmanıdır. Organik toprakların ilk kullanımı Kafkasya'da ve Sibirya'da yakıt olarak kullanılmasıyla başlamıştır. Daha sonra organik toprak bünyesindeki organik ve mineral katkılar ile süngerimsi yapısı nedeniyle su tutma özelliği anlaşılmış olup gübre ve çiçek-sera toprağı olarak kullanılmaya başlanılmıştır. Organik topraklar tarımda; bitki yetiştirme ve köklendirme ortamı, yemeklik mantar üretiminde örtü toprağı, toprak ıslahında organik madde kaynağı, yem rasyonlarında katkı maddesi, ahır ve tavuk kümeslerinde altlık olarak vs. birçok alanda kullanılabildiği gibi tıp ve balneolojide, enerji üretiminde yakacak, ağır metal adsorbsiyonunda ve akvaryum ortam düzenleyicisi olarak tarım dışı birçok alanda kullanılmaktadır.

Organik topraklar yine alkol, karoten ve humik asit üretiminde ham madde olarak kullanılmakta, Finlandiya'da tekstil sanayisinde lif üretilen ham maddeler arasında yer almaktadır. Ayrıca organik toprağın İskoçya gibi bazı ülkeler için önemli kazanç ve tanıtım kaynağı olan viski içeceğinin üretiminde vazgeçilemez bir ham maddedir. İskoç viskilerinin ünü, malt oluşturmak üzere nemli ortamlarda çimlendirilen arpa danelerinin yine İskoçya'da uzun yıllar içinde oluşan ve özellikleri ile yöreye has olan organik toprakların yakıt olarak kullanılması ile turba dumanının malta kattığı aroma sayesinde. Taklit edilememesinin nedeni de budur. Organik toprakların kullanım alanlarının bilinmesi, bu toprakların nedenli önemli olduklarını ve akılcı kullanımlarının gerekli olduğunu ortaya koymaktadır.

Anahtar Kelimeler: Humik, balneoloji, yetiştirme ortamı, adsorpsiyon

Different Use of Organic Soils

Abstract

Nowadays, rapid improvement of science and technology has provided the developments in each area and this has led to the discovery of secret miracles in nature and their presentation to humanity. One of the nature miracles is organic soils which usage areas are increasing day by day and becoming important. Organic soil is a soil surface layer which has accumulated partially decomposed plant and animal residues under in anaerobic conditions. The first use of organic soils was began in Caucasia and Siberia as a fuel. Then it has used as an organic fertilizer and plant growing medium because of organic and mineral components in its structure and its spongy nature related with high water holding properties. Organic soils are used in agriculture such as plant breeding and rooting medium, surface soil in mushroom production, organic matter source in soil improvement, additive in feed ration and as a pad in barns and chicken coops. Besides they are used in many areas excluding from agriculture such as in balneology and medicine, the fuel in energy production, heavy metal absorption and aquarium conditioner.

Organic soils have been used as raw material in production of alcohol, carotene and humic acid, and it was utilized as a raw fiber material in textile industry in Finland. In addition, organic soil is indispensable raw material in the production of Scotch whiskey that it is the great of advertisement and important income for Scotland. The fame of Scottish whiskeys comes from the aroma treated with malt with smoke of peat fire having special aromatic characteristics. That's why they can not be imitated. To know the usage areas of organic soils implies that why these soils are important and their wise uses are necessary.

Key Words: Humic, balneology, plant growth medium, adsorption

GİRİŞ

Genel olarak Organik topraklar; aneorobik şartların hakim olduğu alanlarda kısmen ayrılmış bitki ve hayvan artıklarının yüzeyde birikimi sonucu oluşmuş bir toprak katmanıdır. Histosoller ordosunda yer alır. "Histo" doku anlamına gelip, az ayrılmış organik toprak, dokulu lifli bir yapı gösterir.

Organik toprak, Peat (İngilizce.), Turba (Fransızca.), Torf (Almanca) eşanlamlıdır. Ormancılar Turba veya Yakıt Toprak, tarım ile uğraşanlar Peat ve Torf terimlerini daha çok kullanmaktadırlar.

Türkiye'deki organik toprakların alanı 25-30 bin hektardır. Doğal oluşumundan dolayı ülkemizde fazla miktarda yoktur. Yanlış drenaj yüzünden var olan topraklarda yok olmaktadır. Bu topraklarımız için sürgülü drenaj sistemi kullanılmalıdır. Dünyadaki (Dünyadaki dağılım alanları kaynağı FAON.59) organik topraklar alanını Hollandalılar 420 milyon ha kabul ederken, Soil Survey Staff 150 milyon ha kabul etmektedir.

Modern sınıflandırma sistemini esas alan toprak taksonomisinde de peat materyalini karakterize etmek için prensip olarak ayrışma derecesi belirlenmiştir. Toprak taksonomisinde Von Post iskalası 3 sınıfa indirilmiş olup, gözlemsel hükümler ortadan kaldırılmakta, lif büyüklüğü, lif kapsamı gibi kriterler esas alınmak suretiyle peatler az ayrılmıştan, çok ayrılmışa doğru sırasıyla; Fibrik, hemik ve saprik olarak isimlendirilmektedir. Fibrik Toprak materyallerinde, organik toprak materyalinin hepsi çok az ayrılmıştır. Fiberler (lifli yapı) iyi korunmuştur ve botanik orijinleri kolaylıkla ayırt edilebilir. Hemik Toprak materyalleri fibrik ile ileri derecede ayrılmış saprik toprak materyali arasında ayrışma derecesi içeren organik toprak materyalleridir. Saprik Toprak materyalleri ise, ileri derecede ayrılmaya uğramış toprak materyalleridir. Çok az miktarda fiber içerirler. Fibrik materyallerde fiber %75'den büyük, hemik materyallerde fiber %17-75, Saprik materyallerde fiber %17'den azdır.

ORGANİK TOPRAKLARIN TARIMDA KULLANIM ALANLARI

Bitki yetiştirme ortamı olarak tek başına ya da diğer değişik birleşimler halinde karıştırılarak kullanılan çok çeşitli ortamlar vardır. Bir materyalin seçiminde etkili olan en önemli faktör temin edilebilme kolaylığı ve maliyetidir. Materyalin ekonomik olması ve gerektiğinde istenilen miktar ve nitelikte kolayca temin edilmesi yetiştiricilik için çok önemlidir.

Bitki yetiştirme, çelikleştirme-köklendirme ortamı, tüplü fidan üretiminde, çiçek-sera toprağı, toprak ıslahında organik madde kaynağı olarak kullanılması

Herhangi bir materyalin yetiştirme ortamı olarak kullanılabilirliğinin en önemli koşulu, bitkiler için zehirli madde içermemesi ve bazı dezenfeksiyon işlemleri sırasında zehirli madde üretmemesidir; ancak bu koşullar sağlandıktan sonra çeşitli materyaller karıştırılarak istenilen fiziksel ve kimyasal özelliklere sahip karışımlar elde edilir. Kullanılan karışımların özelliklerinin iyice bilinmesi gerekir; çünkü bir kültürel uygulama altında iyi sonuç veren bir karışım başka bir kültürel işlem ya da iklim koşulları altında aynı sonucu vermeyebilir. Bundan çıkarılacak sonuç yetiştirme ortamının özelliğine göre farklı özelliklerde karışımlar kullanmak gerekir. Bitki yetiştirme ortamı olarak çok çeşitli organik materyaller kullanılır. En yaygın olarak kullanılan organik materyal ise **organik topraktır**.

Organik toprakların buldukları ortamlara ayrışma ürünü olarak salgıladığı organik asitlerin(humik-fulvik asit gibi) tohumun çimlenme kapasitesini arttırdığını ve bitkilerin vitamin içeriğini çoğalttığını belirlenmiştir. Hümik asitler sadece tohumu uyarmakla kalmaz, aynı zaman da kök sistemini ve üst kısmı da uyarmaktadır. Özellikle bunların etkisi kökte öne çıkmaktadır. Kök gelişimindeki ilerleme bitkinin veriminin artmasındaki en önemli etkidir. Birçok araştırmacı mikroorganizmaların değişik gruplarının gelişmesinde hümik asitlerin olumlu etkilerini gözlemlemişlerdir. Mikroflora popülasyonunun uyarılması hümik asitlerin karbon ve fosfat kaynağı olması ile alakalıdır.

Yetiştirme ortamı harçları için, uygun nitelik ve oranlardaki organik topraklar ile diğer organik ya da inorganik materyaller, bitkilerin isteklerini karşılayacak fiziksel ve kimyasal özellikleri sağlayacak şekilde karıştırılabilmektedirler. Yetiştirme ortamında kullanılan bazı organik materyaller; organik toprak, Hindistan cevizi lifi, ağaç kabukları, plastikler (sentetik köpükler), kullanılmış mantar kompostu, talaş,

çiftlik (ahır) gübresi, çeltik kabukları, ağaç yontuları, yer fıstığı kabukları, sap ve saman. Organik toprağın tarımda en yaygın kullanım alanları şunlardır; Fidanlık ve seralarda yastık yapımında, sebze üretiminde, süs bitkilerinde saksı harcında, tohum çimlendirilmesinde ortam harç karışımında, çeliklerin köklendirilmesinde ve kültür mantarı üretiminde örtü toprağı olarak.

Organik toprağın yetiştirme ortamına sağladığı yararlar ise şunlardır; Besin maddece fakir olduğundan istenilen düzeyde gübreleme yapılabilir, buldukları yetiştirme ortamına fiziksel ve kimyasal anlamda olumlu etki yapar, içerlerinde yabancı ot tohumu ve patojen barındırmaz, düşük asitlik değerlerinden alkali gübre uygulanmasından pH istenilen düzeye getirilebilir, hacim ağırlığı düşük olduğundan taşıma kolaylığı sağlar, organik toprağın en önemli özelliklerinden biri de fazla miktarda su absorbe etmesi ve suyu bünyesinde tutabilmesidir, az ayrılmış lifli organik toraklar kendi kuru ağırlığının 10-20 katı kadar su tutabilir.

Kültür mantarı örtü toprağı olarak kullanılması

Küçük miktarda örtü toprağı hazırlamak oldukça pahalıdır. Bu yüzden dış ülkelerde büyük işletmeler nasıl kompost hazırlayıp satıyorlarsa, aynı şekilde mantar örtü toprağını da hazırlayıp satmaktadırlar.

Bu konuda en çok organize olmuş ülkelerin başında Hollanda gelmektedir. Bazı firmalar örtü toprağı karışımına giren ve ana materyali teşkil eden organik toprağı, doğadan çıkartıp, bazen hiç bir işleme tabi tutmadan, bazense kısmi bir temizleme ve ufalama yaparak satmaktadır.

Mantar örtü toprağının karışımına çeşitli maddeler girer. Bunlar organik toprak, artık mantar örtü toprağı, artık kompost, iyi yanmış ahır gübresi, bahçe toprağı, kil, sünger taşı, volkanik tüf, marn, dere kumu, hygromull, perlit, öğütülmüş değişik irilikte kiremit ve tuğla parçalarıdır. Şu anda birçok mantar üreten işletme birbirinden farklı mantar örtü toprağı reçeteleri uygulamaktadır. Dış ülkelerden Hollanda'da uzun yıllardan beri kullanılmakta olan bir karışım; % 65 siyah saprik peat, % 25 kahverengi fibrik peat, % 5 saf dere kumu ve % 5 marn (kireçli toprak) 'dır. Ülkemizde kullanılan bazı mantar örtü toprağı reçeteleri şunlardır;

| Birinci karışım: | İkinci karışım: | Üçüncü karışım: |
|------------------------|------------------------|------------------------|
| % 70-80 organik toprak | % 70-80 organik toprak | % 85-90 organik toprak |
| % 5-10 bahçe toprak | % 15-20 kum | % 10-15 kireçtir. |
| % 10-20 kum | % 5-10 kireç | |
| % 5-10 kireç, | | |

ORGANİK TOPRAKLARIN TARIM DIŞINDA KULLANIM ALANLARI

Ülkemiz de miktarlarının az olması ve özellikleri sebebi ile, üretilen organik toprakların neredeyse tamamı tarımsal amaçlı kullanılmaktadır. Dünyada organik toprakların, bulunma miktarları, iklim koşulları ve geleneksel alışkanlıklar gibi faktörlerden dolayı bölgelere göre değişen şekilde kullanımları farklı alanlarda yoğunlaşmıştır.

Enerji üretiminde yakacak olarak kullanılması

Bir kömür madeni ile karşılaştırıldığında her biri en fazla 10 metre derinliğe sahip basit sondajlar ile kalitesi ve kalınlığı kolaylıkla belirlenebilen organik toprakların kömürün atası olarak kabul edildiği ve uygun bir ortam bulması halinde zaman içinde her organik toprak yatağının kömürleşeceği uzmanlar tarafından önemle vurgulanmaktadır.

Organik topraklar tek başına veya az kömür katılarak, oduna alternatif yakıt; çok kömür katılarak kömüre alternatif yakıt olarak briket şeklinde yakıt üretilebilmektedir. Organik toprakların yakıt olarak kaliteleri daha çok bünyesindeki organik karbon oranına bağlıdır. Bu oran ne kadar yükselirse yakıt kalitesi de paralel olarak yükselecek demektir. Kalori değerleri olarak organik topraklar, linyite eşdeğer, odundan

yüksek ve kömürden düşük değerlere sahiptir. Organik toprakların, değişik şekillerde tek başına veya bazen içerine kömür tozu ve talaş gibi materyaller ile karıştırılarak birçok ülkede ticari üretimi yapmaktadır. Kalorifik değerler, yakıtın kaynağı, nem miktarı ve diğer faktörlere bağlı olarak değişim gösterir. Aşağıdaki değerler kesin olarak kabul edilmemeli, işletmede kullanılan yakıtın asıl değeri kullanılmalıdır (Çizelge 1).

Çizelge 1. Bazı katı yakıtların kalorifik değerleri

| Yakıt (Fuel) | Kalori Değeri (Calorific Value) kJ/kg |
|---------------------------|--|
| Kömür (bituminous coal) | 28 000 |
| Linyit kömürü (lignite) | 15 000 |
| Kok kömürü (coke) | 30 000 |
| Organik Toprak (peat) | 17 000 |
| Odun (wood) | 16 300 |
| Şeker kamışı (sugar cane) | 8 800 |
| Tezek (cowdung) | 7 700 |

Humik asit üretiminde kullanılması

Humik asitler veya **humus**, kısmen veya tamamı ile çürümüş bitki veya hayvan artıklarının oluşturduğu siyah veya koyu kahve renkli maddelerdir. Humus kelimesi bazı toprak bilimcileri tarafından “toprak organik maddesi” şeklinde de kullanılmıştır. Bu anlam topraktaki humik asitleri içeren tüm organik maddeleri kapsamaktadır. Toprak organik madde kavramı genellikle bitki ve hayvan dokuları, toprak biyokütlesi, humik maddeler ve canlı organizmalar tarafından sentezlenmiş tüm organik maddeleri içermektedir. Ayrışma derecesi ileri düzeyde olan bir organik toprak profiline ve toprak suyuna baktığımızda bitkilerin özellikle köklenmeleri için büyük önem taşıyan humik-fulvik asitler gibi organik ayrışma ürünleri rahatlıkla fark edilebilecek kadar çoktur.

Toprağın organik yapısı, ayrılmış (humin maddesi) ve ayrılmamış (humik olmayan artıklar) olmak üzere iki kısımdır. Ayrılmış, koyu renkli olan humin maddesine bir alkali ile muamele yapılarak(örneğin: NaOH), humin madde(çözünemez humus) ve çözünebilir humus elde edilir. Çözünebilir fraksiyon bu sefer de bir asit(örneğin: KOH) ile muameleye tabi tutulur. Asit muamelesi sonucunda çökelmeyen ve çökelen fraksiyonlar elde edilir. Çöken kısma Humik asit, çökelmeyen kısma Fulvik asit denir.

Ülkemizde ve dünyada ticari amaçlı üretilen humik-fulvik asitlerin büyük bir kısmı leonarditten üretilmektedir. Organik topraklardan humik-fulvik asit üretimi yapan birçok ülke vardır. Uygulamada yararlarının üretici tarafından açıkça görülmesi ile bu ürünler toprak düzenleyici, bitki uyarıcı veya köklendirici gibi reklam sloganları ile pazarlanmaktadır. Son yıllarda kullanımı büyük bir hızla artan bu ürünler tarımda, önümüzdeki yıllarda çok büyük bir pazar payına sahip olacak gibi görülmektedir.

Arıtımda (Ağır metal adsorpsiyonunda) kullanılması

Atık sulardan kirleticilerin uzaklaştırılmasında adsorpsiyon, yaygın olarak kullanılan bir yöntemdir. Özellikle ağır metal gideriminin de yüksek verimli olması bakımından tercih edilir bir konumdur. **Adsorpsiyon;** atom, iyon ya da moleküllerin bir katı yüzeyinde tutundurulması işlemidir. Adsorpsiyon işleminde adsorplanan türlere **adsorbant**, yüzeyinde adsorpsiyon gerçekleşen madde ise **adsorbent** denir. İyi bir adsorbentin temel özelliği birim kütle başına geniş yüzey alanına sahip olmasıdır. Adsorpsiyon işleminin ilerleyişi, adsorbant ve adsorbentin etkileşimine ve oluşturdukları sistemin özelliklerine bağlıdır.

Adsorpsiyon işleminde çok sayıda adsorbent kullanılmaktadır. Bunlar arasında tüm dünyada atıksu arıtımında en yaygın olarak kullanılan **aktif karbondur**. Fakat maliyetinin yüksekliği kullanımında kısıtlamalara sebep olmaktadır. Bu sebepten dolayı küçük ölçekli sanayilerde aktif karbon kullanımını

sınırlar. Belirtilen bu soruna bağlı olarak son yıllarda aktif karbon yerine alternatif olabilecek doğal, endüstriyel ve tarımsal atıklardan elde edilen adsorbentler kullanılmaktadır. Adsorpsiyonda en çok kullanılan doğal adsorbentler; Kitosan, kil, zeolitler, doğal oksitler, selüloz ve organik topraklardır. Organik toprak, temel olarak lignin ve selülozdan oluşan karmaşık katı bir malzemedir. Organik toprakların geniş yüzey alanı vardır (>200 m²/g) ve gözenekleri fazladır. Bu nedenle ağır metal gidermede kullanılabilir, fiyatı da düşüktür.

Bazı metaller için doğal adsorbentlerin adsorpsiyon kapasiteleri (mg/g). Malzeme Kaynak Cd⁺², Pb⁺² Cr⁺² Hg⁺² Cu⁺² Ni⁺² Zn⁺² Cr⁺³ Sr⁺²

| | | |
|-----------------------------|-----------------------------|----------------|
| Montmorillonite: 0.72 | Ötrofik turba: 19.56 | İllit: 4.29 |
| Sfagnum turbası: 132 | Kitosan: 5.93 | Selüloz: 73.46 |
| Kül-kömür: 0.76 | Alüminyum oksit: 11.70 | Kaolin: 0.32 |

(B. Alyüz, S. Veli, Sigma 2005)

Tekstil sanayisinde lif üretilen ham madde olarak kullanılması

Organik toprak liflerinden üretilen tekstil ürünleri, yüzyılı aşkındır Avrupa'da kullanılmaktadır. Organik toprak liflerinin kullanımı Orta Avrupa'nın büyük organik toprak alanlarında 19. Yüzyılın son yarısına kadar dayanmaktadır. Bu sıkı fibröz materyal ilk önce hasır yapısında kullanılmıştır. Lifler eğrilip paketlenmeden önce hem kimyasal hem de mekanik işlemlerden geçer, liflere bağlayıcı olarak yün, pamuk, keten, kenevir veya kendir otu karıştırılmıştır. Daha sonra bu liflerden emici özelliğe sahip yastık, paspas, yatak örtüsü, kışlık mont, at battaniyesi hatta iç çamaşırı yapılmıştır.

Çalışmalar göstermiştir ki düşük ısı iletkenliği olan organik toprak lifleri, yüksek emici özelliktedir ve sıvıları çabucak absorbe eder. Bu ürün aynı zamanda hafif, yumuşak, elastik, aseptik ve antiseptiktir. Ham madde olarak Avrupa'nın kuzeyinde bol ve ucuz olmasına rağmen, organik toprak ürünlerinin yüksek fiyatlara satılmasına neden olan karmaşık ve pahalı fabrika işlemleri nedeniyle organik toprak ürünleri üreten fabrikalar kapanmak zorunda kalmıştır. Birinci dünya savaşında hammadde sıkıntısı nedeniyle Almanya üniforma ve sargı bezi üretmek için organik toprak liflere ilgi duymuştur. Savaşın sonlanması ile organik toprak lifi ürünlerinin de modasını geçmiştir.

Orta Avrupa'da yapılan çalışmalar; Tekstilde kullanılabilecek organik toprak liflerinin 20-30 cm derinliğinde ve 500-3000 yaşında olması gerektiğini söylemiştir. Finlandiya Jeolojik Araştırmalar Kurumu (GSF) 1993'te Finlandiya'nın bol miktarda organik toprak lifi potansiyeline sahip olduğunu bildirmiştir. Finlandiya bataklıklarında 91,28 milyon m³ organik toprak lifi olduğunu açıklamıştır.

Tıp ve balneolojide kullanılması

Balneoloji, kelime olarak, banyo ilmi veya bilim dalına tekabül etmektedir. Balneoterapi ise banyoların, peloidlerin (çamurların) ve diğer doğal maddelerin tek başına veya birbirleri ile beraber hastalıkların tedavisinde ve önlenmesinde kullanılmasıdır. Peloid kavramı ise vücuda uygulanan bir maddenin çamurunu ifade etmektedir. Bilinen peloidler turba çamuru, göl veya deniz çamurları ve bitkisel maddeler içermektedir. Özellikle, turba çamurları Avrupa'da geleneksel olarak uygulanmaktadır.

Turba, süngerimsi yapısı, su taşıma kapasitesini ve hem sıcaklığı hem de soğuk muhafaza etme kabiliyetini barındıran küçük gözenekli bir yapıya sahiptir. Uygulandığı zaman, turba, özellikle terapatik banyolarda istenilen sıcaklıkta bir yükselme veya düşme farkı üretmektedir. Bir turba banyosu nöromüsküleri (siniri ve kası), endokrinolojisi (iç salgı bezlerini), kesafetine bağlı olarak akciğerdeki ve böbrekteki kanı etkilemektedir. Turbanın doku genişmesi, metabolizma ve bağışıklık uyarılmasında ciddi belgelenmiş etkileri vardır.

Tıbbi uygulamalarda turbanın fonksiyonları, birkaç tane örnek vermek gerekirse, anti-mikrobiyal, anti-viral, anti-inflammatuar (iltihap önleyici) ve anti-neoplastik (tümör-kanser önleyici) olarak ifade

edilmektedir. Turbanın insanlardaki ve hayvanlardaki birçok biyokimyasal etkileri belgelenmiştir. Turba çamuru aşağıdaki konularda önemle tavsiye edilebilir; Hareket/iskelet sistemi bozuklukları, çevresel ve merkezi sistem ile solunum sistemi bozuklukları, akut iltihaplara, kanamalı organ bozukluklarına, tüberküloza, tümörlere ve kronik enfeksiyonlara uygulanmamalıdır.

Viski üretiminde kullanılması

Viski kelimesi, mumyalanmış malt içeren tahıldan damıtılan geniş bir alkollü içki yelpazesini adlandırmak için kullanılır. Viskinin özünde yalnızca dört doğal malzeme vardır. Bunlar su, arpa, maya ve turba'dır. Turba toprak kazılarak tabaka tabaka kesilir iççiler veya özel makineler tabakalar halinde kesilerek çıkarılır, köylüler tarafından da evlerde yakıt olarak da kullanılır.

Turba, oluştuğu bölgeye göre yanarken değişik bir koku verir. Özellikle deniz kenarı ve adadaki turba yanarken iyot ve yosun kokusu yayar. Turba İskoçya gibi bazı ülkeler için önemli kazanç ve tanıtım kaynağı olan ünlü viski içeceğinin üretiminde vazgeçilemez bir ham maddedir. İskoç viskilerinin ünü, malt oluşturmak üzere nemli ortamlarda çimlendirilen arpa danelerinin yine İskoçya'da uzun yıllar içinde oluşan ve özellikleri ile yöreye özgü olan turbanın, yakıt olarak kullanılması ile turba dumanının malta kattığı aroma sayesinde 19 yüzyılda fabrikalaşan viski üretimi günümüzde büyük öneme sahiptir. Taklit edilememesinin nedeni de budur.

Akvaryum ortam düzenleyicisi olarak kullanılması

Turba tatlı su akvaryumlarında suyun pH değerini biyolojik olarak düşürerek, nötr sudan asidik suya kadar değişik pH değerlerini tercih eden tüm tropikal balıkların beslenmesi ve üretilmesi aşamasında gerek duyulan su şartlarını hazırlamada daha çok filtre malzemesi olarak da kullanılır.

Turba granülleri ilk önce humik asitleri daha sonra da suyun kahverengileşmesini sağlayan fulvik asitleri, iz elementleri yavaşça suya bırakır. Böylece suyun karbon sertliği ve toplam sertliği düşer. Ayrıca suyun bakteri ve alglerden arındırılmasında da yardımcı olur.

Turbanın akvaryumda salgıladığı fulvik asit gibi maddelerin, suda oluşturduğu koyu renk sayesinde bazı balıkların ışıktan gördüğü zararlar bir nevi önlenmektedir. Özellikle amazon balıklarının ve doğal ortamında balıklı sularda yaşayan balıkların akvaryum koşullarına adapte olabilmelerinde turba ayrı bir önem taşımaktadırlar.

Akvaryumda yetiştirilen bu balıklara **Ramirezzi**, **Neon Tetra** ve **Apistogrammaborelli** türleri örnek olarak verilebilir. Bu balıkların yetiştirildiği akvaryumlarda **Lotus** ve **Madagasgar** bitkileri gibi bitkilerin yetiştirilmesi, balıklar için uygun ortam oluşturmakta aynı zamanda da akvaryumlarda güzel görüntüler elde edilmesini sağlamaktadır.

Gıda tütsüleme de kullanılması

Tütsülenmiş ürün için, kışın yaprağını döken sert ağaçların odun talaşı ve başta olmak üzere **organik toprak**, hayvan gübresi, mısır koçanı, sert ve yumuşak odunların bütün çeşitleri gibi pek çok yakıt türü kullanılmaktadır. Ancak genel bir kural olarak sert ağaçların kendileri ve talaşları tütsüleme de daha uygun materyaldir. Dumanlama ile ürünün saklama süresi uzadığı gibi duman bileşenlerinin ürüne verdiği aroma ile de değişik bir lezzet kazandırılır. Tütsüleme teknolojisinde prensip; gıdaların içerdiği suyun bir kısmının uzaklaştırılması ve dumandaki bakterisit maddelerin ürüne geçişini sağlayarak mikroorganizmaların gelişmelerini önlemektir.

Gıdaların tütsülenerek saklanması, bilinen en eski gıda muhafaza yöntemlerinden birisidir. İnsanların ateşi kullanmaya başlamasından itibaren gıda maddelerinin tütsülenmesi ve kurutulması mümkün olmuştur. Arkeolojik bulgular ateşin bulunmasından bu zamana kadar gıdaların muhafazasında tütsünün kullanıldığını göstermektedir (Toth ve Potthast 1984). Ancak modern anlamda işleminin ilk defa ortaçağda ringa balıklarına uygulandığı bilinmektedir. Tütsülenen gıdaların tüketimi sırasında hissedilen kuvvetli tütsü koku ve aroması bugün bile tüketiciler tarafından özellikle tercih edilmektedir. Bununla beraber tütsülemenin mikroorganizmalar üzerindeki bakterisit ve germisit

etkileri olduğundan ürünlerin raf ömrü önemli ölçüde uzar (Gülyavuz ve Ünlüsayın 1999). Organik toprakların oluştuğu bölge ve şartlar sayesinde, yanmaları halinde kendilerine özgü kokusu ve aroması ile gıda tütsüleme özel ürünler elde edilebilmektedir.

Diğer kullanım alanları

Organik topraklar bahsettiğimiz kullanım alanları dışında, yalıtım malzemesi olarak da kullanılabilir. Kloss 1960'larda yaptığı çalışmalarda, iyice çürümüş organik toprak liflerden masaj yağları ve emülsiyonlar üretti hatta bina yalıtımında kullanılabileceğini gösteren fizibiliteyi keşfetti. Yine organik toprakların sayesinde spor ve regresyon alanlarında ve peyzaj çalışmalarında, özellikle golf sahaları olarak iyileştirilen kumul alanlarda başarılı çalışmalar gerçekleştirilmiştir. Özellikle iyi ayrışmış organik topraklar, bazı eski maden ocakları gibi kullanım dışı alanların yeniden doğal halini hızlı bir şekilde kazandırmak amacı ile kullanılmaktadır. Yem rasyonlarında katkı maddesi, ahır ve tavuk kümelerinde altlık olarak da organik topraklar birçok alanda kullanılabilir.

Kullanım alanları giderek genişleyen organik topraklar, bünyelerinde barındırdıkları özellikleri sayesinde keşfedilmeyi bekleyen bir doğal mucizedir. Doğanın sağlayabileceği faydalarda cömert davranmış olduğu organik topraklar, ülkemizde çok bulunmamalarına rağmen gerçekte araştırılmaya değer kaynaklardır.

KAYNAKLAR

- Çaycı, G. 2009. Organik topraklar ve yönetimi. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Ders Notları. Ankara.
- <http://ayfarma.com/saglikliyasam.aspx?HealthId=7>, Edinme tarihi: 14/07/2010
- <http://humikmaddedernege.com/index.php?kodu=balneoloji>, Edinme tarihi: 01/01/2011
- <http://www.bahcesel.com/forumsel/genel-ve-ozel-sebzecilik-prof-dr/19028-mantar-ortu-topraginin-yapiminda-kullanilan-maddeler/> Edinme tarihi: 14/07/2010
- <http://www.bizimbahce.net/forum/bitki-yetistirme-ortamlari/bitki-yetistirme-ortaminda-kullanilan-organik-materyaller/?wap2> Edinme tarihi:14/07/2010
- <http://www.gidabilimi.com/forum/24-su-ueruenleri/2536-tuetsueleme-teknolojisi>. Edinme tarihi: 22-08-2010
- <http://www.kayserim.net/haber.asp?id=605>. Edinme tarihi: 14/07/2010
- <http://www.kimyaturk.net/index.php?topic=6313.0> . Edinme tarihi: 14/07/2010
- <http://www.lanfaxlabs.com.au/papers/P43-peat.pdf>. Edinme tarihi: 16/07/2010
- <http://www.uzmantv.com/scotch-viskiler-neden-bu-kadar-unlu>. Edinme tarihi: 01/01/2011
- <http://www.ziraatcim.net>. Edinme tarihi: 14/07/2010
- Kütük, C. 2009. Organik atıklar ve tarımsal kullanımı. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Ders Notları. Ankara.
- Low-cost adsorbents used in heavy metal contaminated waste water treatment (bilge alyüz, sevil veli)
- Usta S. 1995. Toprak Kimyası. Ankara Üniversitesi Ziraat Fak. Yay. No: 1387, Ders Kitabı: 401, Ankara.
- Vasander, H. 1996. Peatlands in Finland. Finnish Petland Society. Helsinki, Finland.

Peat Yangınlarının Azot, Fosfor ve Potasyum Besin Elementlerinin Yarayırlılığı Üzerine Etkisi

Mehmet KARAGÖKTAŞ*

Hüseyin DİKİCİ*

Mustafa SARIKOÇ*

Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bölümü Kahramanmaraş

Özet

Organik topraklarda meydana gelen yangınlar toprakların fiziksel, kimyasal ve biyolojik özellikleri üzerine önemli etkiler meydana getirmektedir. Bu çalışma 1950'li yıllarda kurularak tarıma açılan Kahramanmaraş, Sağlık Ovası organik topraklarında meydana gelen yangınların N, P ve K besin elementlerinin yarayırlılığını belirlemek amacıyla yürütülmüştür. Yanmış ve yanmamış topraklar ile serada gerçekleştirilen tesadüf parselleri deneme desenine göre 5 konulu ve 3 yinelemeli saksı denemesinde kontrol, tam, azotsuz, fosforsuz ve potasyumsuz Hoagland çözeltileri uygulamaların mısır bitkisinin yaş ağırlığı ve besin maddesi alımı üzerine etkisi incelenmiştir. Tüm uygulamalarda mısır bitkisinin kök, gövde ve yaprak yaş ağırlığı organik topraklarda yanmış topraklara oranla daha yüksek olmuştur. Bitkilerin Fe, Zn ve Mn içerikleri organik topraklarda daha yüksek iken K ve P içerikleri yanmış topraklarda daha yüksek bulunmuştur. Karşılaştırılan üç besin maddesi arasında bitki yaş ağırlık kazanımları incelendiğinde, organik topraklarda verimi en fazla K daha sonra ise P noksanlığının etkilediği, yanmış topraklarda ise verimin en fazla N noksanlığı yüzünden sınırlandırıldığı belirlenmiştir.

Anahtar kelimeler: Peat yangınları, organik topraklar, azot, fosfor, potasyum

The Effect of Peat Fires on Availability of Nitrogen, Phosphorus and Potassium Elements

Abstract

Peat fires cause significant changes on physical, chemical, and biological properties of soils. This study was performed to determine the effect of peat fires on the availability of N, P, and K nutrients of the soils of the Gavur Lake Peatland, which was drained in the late 1950s using artificial canal networks. The study was conducted in pots for the burned and the unburned soils in a greenhouse, and completely randomized design were used for three replications of five treatments. The treatments were control, complete, and complete but one of the three nutrients (N, P, and K) missing applications of the full Hoagland solutions. Plant growth were more vigorous in the unburned soils for all the treatments compared with the burned soils. Iron, Zn, and Mn concentrations of plants were significantly higher in the unburned organic soils, while potassium and P content of the plants grown in the burned soils were higher. Among the three nutrients, potassium and P in the unburned soils, and N in the burned soils were yield limiting nutrients.

Key words: Peat fires, organic soils nitrogen, phosphorus, potassium

GİRİŞ

Organik topraklar organik materyalin birikiminin ayrışmadan daha fazla olduğu ortamlarda binlerce yılda meydana gelmektedir. Bundan dolayı genelde organik topraklar ayrışmanın az olduğu anaerobik koşullar altında göl ve bataklık tabanlarında oluşmaktadır. Yangınlar ile binlerce yılda oluşan organik topraklar elden çıkmakta, sonuç olarak hacim ağırlığı, agregat yapısı, su tutma kapasitesi, ve verimlilik düzeyi önemli ölçüde değişmiş inorganik yeni bir materyal oluşmaktadır (Dikici ve Yılmaz, 2005).

Yangınların organik ve inorganik topraklar üzerine etkisi ayrımlı olmaktadır. Knighton (1977), yanmayla mineral toprakların hacim ağırlığı, toplam por hacmi, organik karbon (OC) içeriği ve su geçirgenliğinin değişmediğini öne sürmüştür. Mineral topraklarda yanma toprak yüzeyinde bulunan ve bitki artıklarının veya bitki örtüsünün yanması sonucu meydana gelir ve bu yanmadan ancak toprağın ilk 5-10 cm etkilenmektedir. Organik topraklarda ise toprağın içerisinde bulunan fazla miktardaki organik madde yanmaktadır. Bazı durumlarda ise toprak yüzeyinde hiçbir belirti görülmez iken toprak alt katmanlarda yanabilmektedir. Bu yanma ile ilk olarak topraktaki karbon ve azot, sıcaklık belirli bir düzeye ulaştıkça ise diğer besin elementleri topraktan volatilizasyonla uzaklaşmaktadır (Barnet ve Hester 1930).

Genel olarak yangınlar toprakta besin elementlerinin konsantrasyonunu değiştirir. Bu değişkenliğin şekli çok farklı olabilir. Bazen yangından sonra besin elementlerinin konsantrasyonları artarken bazen de bir artış gözlenmez. Bazı durumlarda ise besin maddeleri volatilizasyon, yıkanma ve yanma sırasında küllerin hareketi ile azalır (Dikici ve Yılmaz, 2005). Bu değişkenliklerin boyutu yangının büyüklüğüne, yangın sırasında ulaşılan sıcaklığa, yanan materyalin nem içeriğine, bitkilerin besin maddesi içeriğine ve diğer çevre şartlarına bağlı olarak değişir (Smith ve ark., 2001). Kutiel ve Shaviv (1989), yaptıkları bir çalışmada, düşük şiddetteki yangınların amonyum, kalsiyum, magnezyum ve potasyum düzeylerini arttırdığını, yüksek şiddetteki yangınların ise bu elementlerin miktarlarını azalttığını saptamışlardır. Ayrıca yangın şiddeti ile pH'nın arttığını ve sodyum, potasyum ve magnezyumun en yüksek konsantrasyonunun 250 °C yangın sıcaklığında meydana geldiğini bildirmişlerdir.

Kahramanmaraş sınırları içerisinde bulunan Gavur Gölü topraklarında da meydana gelen yangınlardan dolayı toprak verimliliği giderek azalmaktadır. Gâvur gölü bataklığında kurutma işlemlerinin başlamasından bu yana taban suyu seviyesinin düşmesi dolayısıyla birçok yüzey ve peat yangınları meydana gelmiş ve bunun sonucunda çok uzun sürede oluşan organik toprakların verimliliği giderek azalmıştır. Ayrıca, drene edilen organik topraklarda aerobik koşulların oluşması ile organik maddenin parçalanma hızı artmış, sonuçta bu topraklarda besin maddesi dağılımı değişikliğe uğramıştır. Bugün gerek yangınlar gerek ise bu toprakların farklı kültürel uygulamalardan dolayı toprak içerisindeki besin maddeleri miktarı değişmiş, yanma sonucu toprak fiziksel ve kimyasal özelliklerinde meydana gelen değişimler Gâvur Gölü tarım alanlarında verimliliğin azalmasına neden olmuştur.

Bu çalışmanın amacı organik toprakların yanması sonucu meydana gelmiş olabilecek değişikliklerin ve azot, fosfor ve potasyumun miktarlarının bitki gelişimine olan etkilerini araştırmaktır.

MATERYAL VE YÖNTEM

Denemede kullanılan topraklar Kahramanmaraş'a bağlı Türkoğlu ilçesinde bulunan Gâvur Gölü organik topraklarının yanmış ve yanmamış alanlardan alınmıştır.

Gâvur gölü bataklığı Kahramanmaraş ili Sağlık Ovası toprakları içinde kalmaktadır. Antakya-Kahramanmaraş grabeninde, deniz seviyesinden 475 m – 481 m yükseklikte yer alan ve Türkoğlu'nun güneydoğusunda bulunan kapalı havzanın en çukur yerinde oluşan bataklık Kahramanmaraş il merkezine 30 km uzaklıktadır(TİGEM, 1991; Gürbüz ve ark., 2003). Kurutulmaya başlandığı 1950 öncesi 55,859 km² iken bugün bataklık sadece 8,9 km² alana sahiptir. Söz konusu alan mevsimlere göre değişkenlik göstermektedir. Kış döneminde sular geniş alanlara yayılarak bir göl görünümü kazanırken yaz aylarında ise yağışların azalması, drenaj kanalları ve yüksek buharlaşmanın etkisi ile küçük alanlı bir bataklık halini almaktadır (Dikici ve Yılmaz, 2005).

Sera denemesi olarak yürütülen bu çalışmada, toprak örnekleri yanmamış ve hemen yanında 2001 yılında yanmış organik topraklardan alınmıştır. Yanmış ve yanmamış topraklar kurutulduktan sonra bir kg tartılarak saksılara konulmuş mısır ekimi yapılmıştır. Denemede yanmanın azot, fosfor ve potasyum yarayırlılığına olan etkisini belirlemek amacıyla, yanmış ve yanmamış topraklara muameleler (N=5) herhangi bir besin solusyonunun ilave edilmediği kontrol, Tam Hoagland, azot içermeyen Hoagland (-N), fosfor içermeyen Hoagland (-P) ve potasyum içermeyen Hoagland (-K) olarak belirlenmiş ve üç yinelemeli olarak uygulanmıştır. Ekim tarihinden 15 gün sonra muameleler solüsyon halinde bitkiye sulama suyu olarak verilmiştir. Muameleler bitkiye 10 kez olarak uygulanmış ve daha sonra normal su ile sulanmıştır.

Yetiştirilen mısır bitkileri 60 gün sonra hasat edilmiş ve kök, gövde, yaprak ve püskül olarak ayrılarak etüvde 60 °C'de kurutulmuştur. Kurutulan bitki parçacıkları (kök, gövde, yaprak) yaş yakma yöntemi ile nitrik asit ve perklorik asit ile yakılmıştır. Hazırlanan çözeltilerde kalsiyum, magnezyum, potasyum, demir, mangan ve çinko Atomik Absorpsiyon Spektrofotometresinde (Perkin Elmer 3110), fosfor ise sarı renk yöntemi ile Spektrofotometre (Jenway 6100) kullanılarak belirlenmiştir.

Çizelge 1. Hoagland besin solüsyonu

| | Hoagland Tam | Hoagland -N | Hoagland -P | Hoagland -K |
|-------------------------|--------------|-------------|-------------|-------------|
| | mg/kg | | | |
| N | 252 | - | 252 | 252 |
| NO₃-N | 196 | - | 196 | 196 |
| NH₄-N | 56 | - | 56 | 56 |
| K | 234 | 234 | 234 | - |
| P | 31 | 31 | - | 31 |
| Ca | 200 | 200 | 200 | 200 |
| Mg | 48 | 48 | 48 | 48 |
| S | 65,5 | 97,5 | 65,5 | 65,5 |
| Fe | 2,5 | 2,5 | 2,5 | 2,5 |
| Mn | 2,5 | 2,5 | 2,5 | 2,5 |
| B | 2,5 | 2,5 | 2,5 | 2,5 |
| Cl | 3,51 | 465 | 39 | 92,3 |
| Zn | 0,25 | 0,25 | 0,25 | 0,25 |
| Cu | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 |

Denemede kullanılan topraklarda; yaş yakma ile organik madde Nelson ve Sommers (1996) tarafından bildirilen modifiye edilmiş Walkley Black yöntemine göre, pH bir gün öncesinden saf su ile doymun hale getirilerek hazırlanmış toprak - saf su karışımı buffer çözeltisiyle ayarlanmış İnolab marka pH metre ile okuması yapılarak (Thomas, 1996) ve toplam tuz, saturasyon çamurunda iletkenlik YSI 32 marka elektriksel iletkenlik aleti ile ölçülerek (Rhoades, 1996) belirlenmiştir. Amonyum asetat yöntemi ile yarayışlı Ca^{+2} ve K^+ PE 3110 Atomik Absorbsiyon Spektrofotometre ile, yarayışlı P Olsen yöntemine göre (Kuo, 1996) Jenway 6100 Spektrofotometresi ile ve yarayışlı Fe, Zn, Mn ve Cu DTPA yöntemi ile PE 3110 Atomik Absorbsiyon Spektrofotometre ile belirlenmiştir.

İstatistiksel karşılaştırmalar (Varyans analizi ve Duncan testi) yanmış ve yanmamış organik topraklar için ayrı olarak ele alınmıştır. Karşılaştırmalarda önem düzeyi olarak %5 kullanılmış ($p<0.05$), bazı bulguları açıklarken bu değer %10'a ($p<0.10$) yükseltilmiştir.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Toprakların yanması ile bitki gelişiminde önemli değişiklikler meydana gelmiştir. Peat yangınlarının tohum çimlenmesi üzerine etkisi deneme kurulum aşamasında gözlemlenmiştir. Yanmamış topraklarda mısırın çimlenmesi 4 gün, yanmış topraklarda ise 6 gün sürmüştür. Bu durumun toprak nem ve tuz içeriğinde oluşan değişimden kaynaklandığı düşünülmüştür. Tuzlu şartlarda ortamın ozmotik potansiyeli arttığından su alımı engellenmekte ve buna bağlı olarak da çimlenmeyle ilgili metabolik olaylar başlatılamamaktadır (Srivastava, 2002). Tuzun büyüme ve gelişme üzerine olumsuz etkisi çimlenme döneminde en fazladır (Taiz ve Zeiger, 2002) ve gelişme üzerindeki olumsuz etki fizyolojik kuraklık olarak kabul edilmiştir (Levitt, 1980). Yüksek tuz konsantrasyonunun bitkide oluşturduğu zarar, temel olarak suyun ozmotik olarak tutulmasından ve belli iyonların protoplazma üzerinde zarar oluşturmasından kaynaklanır. Çözeltide tuz konsantrasyonunun artması su potansiyelini doğrusal olarak azaltmakta ve sonuçta bitki daha az su almaktadır (Franco ve ark., 1993).

Toprak analiz sonuçlarında da görüldüğü gibi (Çizelge 2) yanmamış topraklarda bazı besin maddelerinin miktarı artarken diğer bazı besin maddelerinin miktarında azalmalar olduğu belirlenmiştir. Yanma ile toprak organik maddesi içeriğinde önemli düzeyde bir azalma gözlemlenmiş, fosfor ve potasyum miktarında ve buna bağlı olarak toprak pH'sı ve tuz içeriğinde artış olmuştur. İstatistiksel olarak bir karşılaştırma yapılmamış olmasına rağmen, yanma ile organik madde içeriğinde önemli ölçüde azalma, pH, tuz, yarayışlı Ca, K ve P içeriklerinde ise bir artış olduğu görülmektedir. Mikro elementler mineral topraklar için ortaya konulan kritik değerlerin üzerinde bulunmuş fakat yanma ile yarayışlı Fe içeriği önemli ölçüde azalmıştır.

Çizelge 2. Denemede kullanılan yanmış ve yanmamış toprağın analiz sonuçları

| Toprak | pH | % OM | Tuz (dS/m) | Ca(mg/kg) | K(mg/kg) |
|----------|----------|-----------|------------|-----------|-----------|
| Yanmış | 7,6 | 2,00 | 3,74 | 17800 | 622,73 |
| Yanmamış | 6,4 | 64,32 | 2,31 | 11400 | 135,74 |
| | P(mg/kg) | Fe(mg/kg) | Mn(mg/kg) | Zn(mg/kg) | Cu(mg/kg) |
| Yanmış | 69,6 | 69,79 | 4,1 | 3,52 | 0,48 |
| Yanmamış | 26,78 | 503,42 | 5,9 | 4,54 | 0,44 |

Yanmamış ve yanmış organik topraklarda yetiştirilen mısırın yaş ağırlıkları yukarıdaki Çizelgede verilmiştir. Her ne kadar istatistiksel olarak karşılaştırılmasa da bitki gelişimi Çizelge 3’de de görüldüğü gibi bitki gelişiminde yanmamış organik topraklarda daha iyi olmuştur. Yanmamış topraklarda farklı muamelelere tabii olan mısır bitkilerinin yaş kök ve püskül ağırlıkları arasında istatistiksel olarak herhangi bir fark bulunmamıştır (Çizelge 3). Bu topraklarda yetiştirilen bitkilerin yaş yaprak ve gövde ağırlıkları ise farklılıklar göstermiş ve mısır bitkisi tam solusyona oranla en az –N uygulamasından etkilenmiştir ($p<0.10$). Bu bulgu organik toprakların azot sağlama gücünün oldukça yüksek olduğunu göstermektedir. Bitki yaş ağırlığı ya da bitki gelişimi potasyumun (–K) ve fosforun (–P) uygulanmadığı saksılarda daha fazla etkilenmiştir. Bu durum organik topraklarda potasyum ve fosforun verimi sınırlandıran besin elementleri olduğunu ortaya koymaktadır.

Çizelge 3. Bitki yaş ağırlıkları

| Muamele | YANMAMIŞ TOPRAK | | | |
|-------------|-----------------|-----------|------------|------------|
| | Kök (g) | Gövde (g) | Yaprak (g) | Püskül (g) |
| Kontrol (1) | 32,90 | 48,35 ab | 38,49 a | 4,95 |
| - N (2) | 32,65 | 56,23 ab | 42,66 ab | 4,78 |
| - P (3) | 36,95 | 40,92a | 35,54 a | 3,40 |
| - K (4) | 30,92 | 43,96a | 38,27 a | 4,02 |
| Tam (5) | 36,74 | 61,99b | 48,88 b | 4,93 |
| Önem Düzeyi | 0,384 | 0,056 | 0,058 | 0,223 |
| Muamele | YANMIŞ TOPRAK | | | |
| | Kök (g) | Gövde (g) | Yaprak (g) | Püskül (g) |
| Kontrol (1) | 18,63a | 16,91 a | 15,77 a | 0,54 a |
| - N (2) | 20,48ab | 24,09 b | 21,32 b | 0,09 ab |
| - P (3) | 25,03bc | 31,19 c | 29,95 c | 1,37 b |
| - K (4) | 26,83c | 30,38 c | 30,76 c | 1,16 b |
| Tam (5) | 24,60 bc | 28,56 bc | 28,66 c | 1,35 b |
| Önem Düzeyi | 0,012 | 0,000 | 0,000 | 0,020 |

Yanmamış topraklarda mısır gövde gelişimi üzerine muamelelerin etkisi ($p<0,05$) önemsiz bulunmuştur ancak $p<0,1$ düzeyinde önemli bulunmuştur. En az gövde gelişimi –K ve –P uygulamasında görülmüştür. Buda bize yanmamış topraklardaki kullanılabilir potasyum ve fosfor miktarının az olduğunu göstermektedir. Yanmamış topraklarda bitki tarafından kullanılabilir potasyum ve fosfor miktarı bitki gelişimi sınırlandırmaktadır. Yanmamış toprakta –N ve Tam solüsyon mısır gövde gelişimi üzerine aynı etkiyi göstermiştir. Buda bize yanmamış organik topraklarda bitki tarafından kullanılacak yeterli düzeyde azot bulunduğunu göstermektedir. Yanmamış topraklarda bitki yaprak gelişimi üzerine muamelelerin etkisi $p<0,1$ önem düzeyinde önemli bulunmuştur. Yanmamış organik topraklarda, aynı mısırın gövde gelişimi üzerine olan etkisi gibi potasyum ve fosfor bitki yaprak gelişimi üzerine etkisi sınırlayıcıdır. Normalde yanmamış toprakta ekstrakte edilebilir potasyum ve kullanılabilir (Olsen) fosfor miktarı yeterli durumda olmasına rağmen bitki gelişiminde sınırlayıcı etkide bulunmuşlardır. Buda bize mineral topraklar için geçerli olan toprak besin maddesi yeterlilik durumunun organik topraklar için aynı olmadığını göstermektedir. Azot içermeyen solüsyon uygulaması aynı gövde gelişiminde olduğu gibi yaprak gelişimi üzerinde de Tam gibi etki yapmıştır ve bize topraktaki azot mineralizasyonunun bitki gelişimi için yeterli düzeyde olduğu ve toprakta yeterli miktarda azot olduğunu göstermektedir.

Yanmış toprakta ise kök, gövde, yaprak ve püskül yaş ağırlıklarına muamelelerin etkisi önemli bulunmuştur (Çizelge 3). En düşük kök, gövde, yaprak ve püskül yaş ağırlıklarına kontrol ve –N uygulamalarında rastlanmıştır, –P ve –K uygulamalarının verime etkisi ise tam uygulamasına yakın bulunmuştur. Çizelge 3’te görüldüğü gibi hiç azot içermeyen –N diğer besin elementlerinin tamamını içermesine rağmen verim miktarı kontrol’e çok yakındır. Bu bulgular yanmış toprakta fosfor ve potasyumun biriktiğini azotun ise yanmayla ortamdan uzaklaştığını ortaya çıkarmıştır. Azot volatilizasyonla topraktan çok kolay bir şekilde kaybolmaktadır (Helmerts ve ark., 1955;

Knigh, 1966). Uzun dönem yangınlardan sonra toprakta önemli miktarlarda organik madde ve azot kayıpları olduğu bildirilmiştir (Barnet ve Hester, 1930). Yanmış topraklarda çalışma konusu olan üç besin maddesi arasında verimi en çok sınırlandıran azot olmuştur. Yanmış topraklarda muamelelerin mısır gövde gelişimi üzerine etkisi ($p<0,05$) önemli bulunmuştur. –P, –K ve Tam mısır gelişimi üzerine en büyük etkiyi, Kontrol ise en az etkiyi göstermiştir. Kök gelişiminde görüldüğü gibi yanmış topraklarda azot miktarı azdır bu yüzden –N, Kontrol gibi etki göstermektedir. Çizelge 2’de görüldüğü gibi –K, Tam ve –P arasında gövde gelişimindeki fark yok denecek kadar azdır. Buda yanmış topraklarda yanma sonucunda potasyum ve fosforun birikmesini çok iyi açıklamaktadır.

Yanmış topraklarda muamelelerin mısır yaprak gelişimi üzerine etkileri ($p<0,05$) önemli bulunmuştur. Yanmış topraklarda kök ve gövde gelişiminde gördüğümüz muamelelerin etkisini yaprak gelişiminde de görmekteyiz. Yaprak gelişimine en az etkiyi Kontrol göstermiştir. –N ‘deki yaprak gelişimi –P, –K ve Tam’a göre düşüktür buda bize toprakta kullanılabilir azot miktarının az olduğunu yine göstermektedir. Yaprak gelişimine en büyük etkiyi –P, –K ve Tam göstermiştir.

Yanmamış topraklarda muamelelerin bitki kalsiyum içeriği üzerine etkisi ($p<0,05$) önemli bulunmuştur. Hiçbir besin maddesinin uygulanmadığı Kontrol’de bitki kalsiyum içeriği diğer muamelelere göre en az seviyededir. –N, –P ve –K ’nın bitki kalsiyum içeriği üzerine etkisi aynı olmuştur. Bitki kalsiyum içeriğinde en çok etkiyi Tam göstermiştir.

Yanmamış topraklarda muamelelerin bitki potasyum içeriği üzerine etkisi ($p<0,05$) önemli bulunmuştur. Muameleler arasında en az bitki potasyum içeriğine Kontrol ve –K ’da rastlanılmaktadır. Bu ise bize yanmamış organik topraklarda bitki gelişimi için yeterli düzeyde kullanılabilir potasyum bulunmadığını belirtmektedir. Bunun sebebi ise hücre içerisinde iyonik formda bulunan potasyumun bitki kalıntılarının mikroorganizmalar tarafından parçalandıktan sonra toprak çözeltisine geçen potasyumun yıkanması olabilir. –N ve –P ‘de bitki potasyum içeriği üzerine aynı etki söz konusudur. Bitki potasyum içeriğinin en fazla olduğu durum Tam’da görülmektedir. Tam solusyon, Kontrol’e göre % 86, –K ’ya göre %74 daha fazla potasyum içermektedir. Bu ise bize yanmamış organik topraklardaki potasyum miktarının bitki gelişimi için sınırlayıcı olduğunu göstermektedir.

Yanmış topraklarda muamelelerin mısır potasyum içeriği üzerine etkileri ($p<0,05$) önemli bulunmuştur. En az potasyum içeriğine Kontrol’de ve –K ’da karşılaşılrken en fazla potasyum içeriğine –P ve Tam’da rastlanılmaktadır. Buda yine bize toprakta potasyum miktarının yeterli olduğunu, bitkilerin –P ve Tam da uygulanan potasyumun normalde bitkinin ihtiyaç duymamasına rağmen ortamda fazladan bulunduğundan aldığını göstermektedir. Yanmış toprakların değişebilir potasyum içerikleri yüksektir (Meier, 1974). Knighton (1977), potasyumun yangından sonra toprakta yıkandığı ve 15 cm derinlikte birikerek konsantrasyonlarının arttığını gözlemiştir. Altınbaş (1982), toprakların yüksek sıcaklıklarda ısıtılması ile potasyum konsantrasyonlarının arttığını bildirmiştir. Kutiel ve Naveh (1987), yaptıkları araştırmalarda, potasyumun arttığını belirtmiştir.

Yanmış topraklarda muamelelerin mısır fosfor içeriği üzerine etkileri ($p<0,05$) önemli bulunmuştur. En çok fosfor içeriğini –K gösterirken diğer muameleler bitki fosfor içeriğine aynı etkiyi göstermiştir.

Çizelge 4. Yetiştirilen bitkilerin besin maddesi içerikleri

| Muamele | YANMAMIŞ TOPRAK | | | | | | |
|--------------------|-----------------|---------|--------|--------|-----------|-----------|-----------|
| | Ca(%) | Mg(%) | K(%) | P(%) | Fe(mg/kg) | Mn(mg/kg) | Zn(mg/kg) |
| Kontrol (1) | 0,15 a | 0,58 a | 0,53 a | 0,23 a | 167 | 16,84 a | 20,75 a |
| - N (2) | 0,27 b | 0,80 b | 2,40 b | 0,23 a | 239 | 38,42 b | 35,16 a |
| - P (3) | 0,32 b | 0,73 ab | 2,74ab | 0,24 a | 353 | 36,63 b | 38,93 a |
| - K (4) | 0,33 b | 1,24 c | 1,00 c | 0,30 b | 285 | 46,00 c | 37,64 a |
| Tam (5) | 0,46 c | 1,29 c | 3,87 c | 0,23 a | 427 | 65,74 d | 100,7 b |
| Önem Düzeyi | 0,002 | 0,000 | 0,000 | 0,026 | 0,202 | 0,000 | 0,000 |
| Muamele | YANMIŞ TOPRAK | | | | | | |
| | Ca(%) | Mg(%) | K(%) | P(%) | Fe(mg/kg) | Mn(mg/kg) | Zn(mg/kg) |
| Kontrol (1) | 0,124 | 0,68 a | 2,99 a | 0,37 a | 76,88 | 8,77 | 16,86 |
| - N (2) | 0,083 | 0,54 a | 3,69 b | 0,34 a | 142,52 | 7,85 | 13,72 |
| - P (3) | 0,133 | 0,69 a | 4,08 c | 0,36 a | 84,69 | 8,66 | 19,89 |
| - K (4) | 0,137 | 0,93 b | 2,97 a | 0,42 b | 122,19 | 8,12 | 19,19 |
| Tam (5) | 1,26 | 0,54 a | 3,84bc | 0,38 a | 91,65 | 9,75 | 16,97 |
| Önem Düzeyi | 0,522 | 0,030 | 0,000 | 0,007 | 0,160 | 0,800 | 0,087 |

SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışma organik topraklarda meydana gelen yangınların bitki besin elementlerinin yayınlılığı üzerine önemli düzeyde etkili olduğunu göstermektedir. 1950'li yıllarda kurutulmuş tarıma açılan Gavur Gölü topraklarının bir kısmı kendiliğinden ve çiftçiler tarafından yakılmıştır. Yanma sonucunda organik topraklarda bitki gelişimi, kullanılabilir azot miktarı, su tutma kapasitesi azalmış ve çimlenme gecikmiştir. Yanma sonucunda C, N ve S volatilize olmakta, bazı elementlerin (K, P, Mg ve Ca) birim hacimdeki konsantrasyonu göreceli olarak artmaktadır. Bunun nedeni ise bu elementlerin volatilizasyona uğrama sıcaklıklarının yüksek olmasıdır. Aynı koşullarda yanmamış ve yanmış organik topraklarda yetiştirilen bitkilerin gelişimi aynı olmamaktadır. Yanmamış topraklarda bitki gelişimi daha iyi iken yanmış topraklarda bitki gelişimi neredeyse yarı yarıya azalmaktadır. Yanma sonucunda toprakta potasyum, fosfor, kalsiyum, magnezyum gibi besin elementleri miktarı artarken büyük oranda azot ve organik karbon topraktan uzaklaşmıştır. Yanmamış topraklarda eksikliği görülen ve bitki gelişimini olumsuz etkileyen potasyum için potasyumlu gübre uygulaması verimi artıracaktır.

KAYNAKLAR

- Altınbaş, Ü. 1982. Seramik Sanayinde Kullanılan Toprak Ham Maddesinin Ayrımlı Sıcaklık Derecelerindeki Kimi Özellikleri Üzerinde Araştırmalar. Ege Üniv. Ziraat Fak. Yayınları No: 460, İzmir.
- Barnett, R. M., Hester, J. B. 1930. Effect of Burning Upon the Accumulation of Organic Matter in Forest Soils. Soil Sci. 29: 281 – 284.
- Dikici H. Yılmaz C.H. 2005. Organik Topraklarda Degradasyon Düzeyine Bağlı Olarak Azot, Fosfor ve Potasyum Dağılımlarının Belirlenmesi. K. Maraş,
- Gürbüz, M., Korkmaz, H., Gündoğan, R., Dığrak, M. 2003. Gavur Gölü Bataklığı. Coğrafi Özellikleri ve Rehabilitasyon Planı. T.C. Kahramanmaraş Valiliği İl Çevre Müdürlüğü Yayınları No: 1.
- Helmers, H., Bonner, J.F., Kelleher, J.M. 1955. Soil Fertility: A Watershed Management Problem in The San Gabriel Mountains of Southern California. Soil Sci. 80: 189–197.
- Knighon, D.M. 1977. Hydrologic Response and Nutrient Concentrations Following Spring Burns in an Oak-Hickory Forest. Soil Sci. Soc. Am. J., 41: 627-632.

- Kutiel, P., Naveh, Z. 1987. Soil Properties Beneath *Pinus halepensis* and *Quercus Calliprinos* Trees on Burned and Mixed Forest on Mt. Carmel, Israel, 20(1-2): 11-24.
- Knight, H. 1966. Loss of Nitrogen From The Forest Floor by Burning. For. Chron. 42(2): 149-152.
- Kutiel, P., Shaviv, A. 1989. Effect of Simulated Forest Fire on Availability of N and P in Mediterranean soils: Plant and Soil, 120: 57-63.
- Levitt, J. 1980. Responses of Plants to Environmental Stresses. Vol. II. 2nd edition, Academic Press, New York, pp. 607.
- Meier, C.E. 1974. The Effect of Fire on Hardwood forest Soil of The Missouri Ozarks. M.S. Thesis. Univ. Of Missouri, Columbia.
- Smith, S.M., Newman, S., Garrett, P.B., Leeds, J.A. 2001. Differential Effects of Surface and Peat Fire on Soil Constituents in A Degraded Wetland of The Northern Florida Everglades. J. Environ. Qual., Vol. 30, 1998-2005.
- Srivastava L.M. 2002. Plant Growth and Development, Hormones and Environment. Academic Press, California, 660-665 s.
- Taiz L, Zeiger E. 2002. Plant Physiology Third edition, Sinauer Associates, USA, 878 p
- Towne, G., Owensby, C. E. 1984. Long-Term Effects of Annual Burning at Different Dates in Ungrazed Kansas Tallgrass Prairie. J. Range Manage. 37, 392-397.

YAZAR DİZİNİ

- AĞCA Necat, 147
AKAY Ayşen,188, 307
AKGÜL Suat,169
AKTAŞ Erkan, 180
ALMACA Ahmet, 142
ALTUN Sevgi Gül, 18
ANAÇ Dilek,1 95
ARCAK Sevinç, 211
ARSLAN Emine,290
AŞKIN Tayfun, 86
ATATANIR Levent, 38, 49
AYDIN Başak, 180
AYDIN Gönül,38, 49
AYDIN Mehmet, 129
BAL Levent, 58
BAŞKAN Oğuz, 223
BAYRAMİN İlhami, 101
BENDER ÖZENÇ Damla, 77
BİROL Yasemin, 77
BIYIK Dursun,334
CANDEMİR Feride,244
ÇAYCI Gökhan, 328
ÇİÇEKLİ Murat,195
ÇIKILI Yakup, 37
ÇULLU Mehmet Ali, 142
DEMİR Zeynep, 214, 244
DEMİRAL Mehmet Ali, 49
DEMİRTAŞ Ayten,296
DENGİZ Orhan, 29, 153, 214, 223
DENİZ Kıymet, 13, 230
DİKİCİ Hüseyin, 341
DORAN İlhan, 93
DURMUŞ Murat, 153
EKBERLİ İmanverdi, 237, 244
EKİNCİOĞLU Esra Ezgi, 230
ERDOĞAN ERAYDIN Esin, 316
EREL Ayşe, 214
ERKİLİÇ Emine Gülden,137
ERKOÇAK Aylin, 153
ESETLİLİ Bihter ÇOLAK,195
ESRİNGÜ Aslıhan,296
FARASAT Shima, 167
GEÇER Mustafa Kenan, 206
GELBAL Selahattin, 211
GHEAMİAN Nadir, 276
GÜLSER Coşkun, 214, 237, 244
GÜLSER Füsün, 257
GÜMÜŞ İlknur, 280
GÜMÜŞ İlknur, 58
GÜNDOĞDU Müttalip, 201, 206
GÜNER Tunç, 188, 307
GÜNEŞ Adem, 296
HAKVERDİ CAN Meral, 211
HALİLOĞLU Hanım,189
HARAGUCHI Tomokazu, 129
HASPOLAT Iraz, 137
HURMA Harun,180
İÇ Serkan, 214
KADIOĞLU Yusuf Kağan, 13
KAPTAN Mustafa Ali, 49
KARAARSLAN Emel,280
KARABAĞ Sema, 167
KARACA Ayten, 18, 167, 316
KARACA Ümmühan, 160
KARACAOĞLU Emre, 167
KARAGÖKTAŞ Mehmet,341
KARAKAPLAN Saim, 1
KILIÇ Mehmet, 103
KIZILKAYA K., 49
KIZILKAYA Rıdvan, 153
KOCA Yakup Kenan, 93
KOÇAK Nilüfer, 137
KORIYAMA Masumi, 129
KURUCU Yusuf, 49
KURUMLU Serap, 137
ORUÇ Nazmi, 104
ÖZ Dinçay, 328
ÖZAYTEKİN Hasan Hüseyin, 1
ÖZDEMİR Nutullah, 237
ÖZKAN Erol, 180
ÖZKAN Esin, 273, 276, 328
ÖZKAN İlhami, 67
ÖZKAY Fatma,169
ÖZTÜRK Ertuğrul, 257
ÖZTÜRKMEN Ali Rıza, 142
PARLAK Mehmet, 110
SAĞLAM Mustafa,37
ŞAHİN Fikrettin, 316
ŞAHİNOĞLU Bora, 86
SALTALI Kadir, 251
SARIKOÇ Mustafa, 341

SARIOĞLU Fatma Esra, 29, 223
ŞEKER Cevdet, 58
ŞENOL Suat, 38, 93
SHAYESTEĞ Farrok Gani, 269, 273, 276
SÖZÜDOĞRU OK Sonay, 211
SUNGUROĞLU Kadirhan, 189
TABİEHZAD Hosein, 67, 273, 276, 269
TAŞ İsmail,169
TAŞATAR PARLAK N. Burcu, 119
TAZEBAY Nihan, 251
TÜFENKÇİ Şefik, 201, 206, 264

TÜMER Ali Rıza,167
TUNÇAY Tülay,230
TURAN Metin, 296
TURGAY Oğuz Can, 167
ÜNSAL Hüsameddin, 201,206, 264
UYANÖZ Refik, 160, 280
YANO Tomohisa, 129
YILDIZ Mustafa, 137
YILMAZ Hüdai, 201
YORULMAZ Alper, 38, 49



AMERİS DIŞ TİC. LTD. ŞTİ



**Her nevi kimyevi
gübre ithalatınızda
güvenilir iş ortağınız.**

AMERİS DIŞ TİC. LTD. ŞTİ.

Kozyatağı Sokak Çiğdem Apt. No : 11 D. 1 Şenesenevler - Bostancı / İSTANBUL
Tel : 0216 410 73 66 - 0216 410 73 45 Fax : 0216 410 73 61
e-mail : ameris@ameris.com.tr



2008 yılında Hatay ili İskenderun ilçesi Akçay Mevkiinde üretime başlayan, yıllık üretim kapasitesi 400.000 ton olan fabrikanın depolama kapasitesi de 100.000 ton'dur. Şirketimiz, yurt dışında dağıtılan İthal ettiği kimyasal gübrelerin pazarlamasını ekstre güb, hammaddelerini temin ettiği çeşitli kompozisyonlardaki kimyasal gübreleri İskenderun fabrikasında da üretilip satışta sunmaktadır.

1976 yılından bu yana gübre İthal ederek Yurtiçine dağıtımını yapan Ülkemizin büyük kuruluşlarından olan Öst-Ölçün Dış Ticaret Anonim Şirketi, İthal gübreleri, yerli üretilen gübrelerle üretim anlayışı ve kadrosu ile İskenderun Gübre Sanayii Anonim Şirketi'ni Türk Tarımına kazandırarak, yerli gübre üretim anlayışını güçlendirmiştir. Bu hedefimiz, yıllardır her yıl büyümeye devam eden, yüksek kaliteli gübrelerin yurt dışına, bölgelere, ülkelere ve ekonomileri arttıran ülkelere ihracatında birinci maddeleri nitrojen gübre çeşitlerini üretmek ve bu doğrultuda, Azot (N), Fosfor (P), Potasyum (K) ana bileşen maddelerinin yanı sıra mikrobesin elementleri de ihtiva edilecek olan tuzlu, kuru ve ıslak olarak debrişik oranlarda her yörede hazırlanan kimyasal gübre çeşitlerini Türk Tarımına kazandırmaktır.

Having started production in 2008 at İskenderun, Turkey with a total production capacity of 400.000 tons and storage capacity of 100.000 tons at İskenderun and 50.000 tons at Fabra Yedigöller, İskenderun Fertilizer Industry Inc. produces all types of NP, NPK compound fertilizers as well as granular Ammonium Sulphate and Potassium Sulphate.

İskenderun Gübre market its fertilizers in cooperation with its only parent company, ÖST-Ölçün Dış Ticaret A.Ş., which was established in 1976 and has become one of the leading fertilizer distributors in Turkey. İskenderun Gübre and ÖST-Ölçün market their full line of fertilizers through a network of distributors all around the country and also supplies all prominent cooperatives in Turkey. İskenderun Gübre and ÖST-Ölçün are also major exporters of fertilizers to different countries including: Libya, Lebanon, Egypt, Tunis, Algeria, Albania, Nigeria, Ghana, Cameroon, Angola, Sudan, Kenya, Ethiopia, Uganda, Mozambique, Madagascar, Pakistan, India and Bangladesh.

İSKENDERUN

GÜBRE SANAYİİ A.Ş.

FERTILIZER INDUSTRY INC.



Merkez / Head Office

Rumeli Caddesi, Villa İşhanı No: 4-6, A Blok Kat: 7
34363 Nişantaşı / İSTANBUL / TURKEY

Tel : + 90 212 291 01 90 pbx
Fax : + 90 212 247 97 39
E-mail : info@iskenderungubre.com.tr

Fabrika / Factory

Şehit Pilot Cahit Tütüncü Caddesi Akçay Mevki
İskenderun / HATAY / TURKEY

Tel : + 90 326 626 14 77
Fax : + 90 326 626 24 56

www.iskenderungubre.com.tr



Prof. Dr. Nuri Munsuz

Prof. Dr. Nuri Munsuz 1933 yılında Malatya'da doğmuştur. İlk ve ortaokulu Elâziğ'da, liseyi ise Mersin'de tamamlamıştır. 1953 yılında Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesine girmiş ve 1957 yılında mezun olmuştur. 1957-1959 yıllarında askerlik görevini tamamlamış, Mayıs 1959'da Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak İlimi Kürsüsüne asistan olarak katılmıştır. 1960 yılında Ordu Yabancı Diller okulunu bitirmiştir. 1962 yılında "Malya Devlet Üretim Çiftliği Çorak Toprakları, Oluş Sebepleri ve İslahı Çareleri" konulu doktorasını tamamlamış ve 1964-1966 yılları arasında ABD Purdue Üniversitesi'nde doktora sonrası çalışmalarda bulunmuştur.

1967 yılında, Doçentlik unvanına "Infrared (Kırmızı Ötesi) Absorpsiyon Spektroskopisi Metodu ile Türkiye'deki Bazı Büyük Toprak Gruplarının Kil Mineralleri Üzerine Araştırmalar" adlı yayınıyla sahip olmuş ve 1972 yılında ise "Toprak İslah Edici Sentetik Maddelerin Toprak Su Diffüzyonuna Etkisi Üzerinde Bir Araştırma" takdim teziyle, Profesörlük unvanını almıştır.

1972 yılında Hollanda Wageningen Üniversitesi, Belçika Gent Üniversitesi ve Hollanda Euratom Merkezi'nde çalışmalarda bulunmuştur. 1974 yılında ise NASA ile müştereken yürütülen, "Uzaydan Alınan Fotoğrafların Toprak ve Su Kaynaklarının Değerlendirilmesinde Kullanılması" konulu proje gereğince; ABD EROS bilgi merkezinde bir süre çalışmıştır.

Prof.Dr. Nuri Munsuz 1982-88 ve 1996-99 yılları arasında Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bölümü Başkanlığı, 1972-82 yıllarında AÜZF Diploma Sonrası Yüksek Okulu Müdürlüğü, 1982-85 yılları arasında AÜ Ev Ekonomisi Yüksek Okul Müdürlüğü, 1976-80 ve 1987-2001 yılları arasında Türkiye Toprak Bilimi Derneği Başkanlığı (Demek Kurucu Üyesi) görevlerini yapmıştır.

Prof.Dr. Nuri Munsuz 9 Şubat 2000 tarihinde emekli olmuş ve Eylül 2006'da sonsuz yolculuğuna uğurlanmıştır.



ISBN: 978-975-482-975-4