



TOPRAK BİLİMİ VE BİTKİ BESLEME DERGİSİ

(JOURNAL OF SOIL SCIENCE AND PLANT NUTRITION)

Online ISSN: 2146-8141

Ocak 2012 / January 2012
Türkiye Toprak Bilimi Derneği Yayınıdır.

Cilt/ Volume: 1 Sayı/Number: 1
<http://www.toprak.org.tr>

**Sahibi / Publisher:**

Türkiye Toprak Bilimi Derneği adına
Başkan Dr. Ayten NAMLI (KARACA)

Yazı İşleri Müdürü/ Publisher Manager:

Dr. Derya SÜREK

Baş Editör / Editor in Chief:

Dr. Erhan AKÇA
Adıyaman Üniversitesi, Adıyaman

Yayın Kurulu/ Editorial Board*

Dr. Necat AĞCA
Mustafa Kemal Üniversitesi, Hatay

Dr. Dilek ANAÇ
Ege Üniversitesi, İzmir

Dr. Mehmet AYDIN
Mustafa Kemal Üniversitesi, Hatay

Dr. Duygu BOYRAZ
Namık Kemal Üniversitesi, Tekirdağ

Dr. Mehmet Ali ÇULLU
Harran Üniversitesi, Şanlıurfa

Dr. Nur OKUR
Ege Üniversitesi, İzmir

Dr. Taşkın ÖZTAŞ
Atatürk Üniversitesi, Erzurum

* İsimler alfabetik olarak sıralanmıştır.
Hakemli online Dergi, tüm hakları saklıdır.
A Peer Reviewed online Journal, all rights reserved
Online ISSN: 2146-8141

Danışma Kurulu / Advisory Board *

Dr. Tayfun AŞKIN
Ordu Üniversitesi, Ordu

Dr. Salih AYDEMİR
Harran Üniversitesi, Şanlıurfa

Dr. İbrahim ERDAL
Süleyman Demirel Üniversitesi, Isparta

Dr. Sabit ERŞAHİN
Karatekin Üniversitesi, Çankırı

Dr. Sait GEZGİN
Selçuk Üniversitesi, Konya

Dr. Rıdvan KIZILKAYA
Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Samsun

Dr. Yusuf KURUCU
Ege Üniversitesi, İzmir

Dr. Sonay Sözüdoğru OK
Ankara Üniversitesi, Ankara

Dr. Nutullah ÖZDEMİR
Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Samsun

Dr. Metin TURAN
Atatürk Üniversitesi, Erzurum

Dr. Şefik TÜFENKÇİ
Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Van

Dr. Hayriye UYSAL
Çukurova Üniversitesi, Adana

* İsimler alfabetik olarak sıralanmıştır.

Yazışma adresi (Contact): Türkiye Toprak Bilimi Derneği

Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü 06110 Dışkapı/ANKARA
Tel: 0 (312) 517 19 16 e-mail: info@toprak.org.tr web: http://www.toprak.org.tr

TOPRAK BİLİMİ VE BİTKİ BESLEME DERGİSİ

JOURNAL OF SOIL SCIENCE AND PLANT NUTRITION

Cilt/ Volume: 1 Sayı/Number: 1

Ocak 2012 / January 2012

Editör'den

Toprak her ne kadar tarımsal bir konu olarak düşünülse de insanlığın yaşamı için gereken gıda ve su, dışında arıtma, döngüler, yapı ve kullanım materyalleri ile insanlığın yaşam kalitesi için sanat hizmetlerinde yer alan doğal kaynaktır. Anılan konular fen ve sosyal bilimlerin başlıca çalışma konularıdır. Örneğin iklim değişikliğinde en önemli konu toprakların organik karbon içeriğinin arttırılmasının önceliği iyice ortaya çıkmıştır, besin döngülerinin toprak olmaksızın gerçekleşmesi neredeyse olanak dışıdır. Arkeolojide birçok yöntem ve yorum toprak bilimi terminolojisi ve yaklaşımlarıyla gerçekleşmektedir.

Toprak aynı zamanda çevrede oluşan olguları doğal olarak kayıt edebilen bir ortamdır. Fosfor düzeyleri ve türleri, kireç ve tuz katmanlarının derinlik ve yoğunlukları, huminleşme, agregatların şekli ve boyutu, aşınım ve birikim düzeyleri arazi kullanımı, iklim değişikliği ve bitki örtüsüne ait binlerce yıllık bilgileri bize sunabilmektedir. Elbette gıda güvenliğinin sağlanmasında toprağın önemi tartışma dışıdır artık.

Bu hizmetlerin sağlanması için Toprak Bilimi ve Bitki Besleme konusunda çalışan bilim adamları ve araştırmacılar insanlığın sürdürülebilir yaşamı için büyük bir uğraş içerisindeyler.

Türkiye çok bilinen bir gerçeği tekrar edecek olursak toprak türleri ve doğal olduğu kadar tarımsal bitki çeşitliliği açısından oldukça varıl bir ülkedir. Doğal kaynaklar kadar ülkemiz araştırma kurumları başka bir tanımla Üniversiteler, Enstitüler, Merkezler ve Bakanlıklar ileri teknoloji ve bilgi birikimiyle artık sadece ulusal değil uluslar arası ortamlarda da saygı duyulan güvenilir kurumlar konumundadırlar. Bu görüşü yayınlar kadar ülkemizde ki artış ve çeşitlilik gösteren tarımsal ve hayvansal üretimde desteklemektedir. Türkiye gün geçtikçe toprakları fiziksel, kimyasal, biyolojik, mineralojik, kullanım, koruma ve yönetim açısından daha iyi tanımaktadır.

Sonuç olarak Türkiye Toprak Bilimi Derneği'nin eleştiriye daima açık olan online dergisi yayın hayatına geçmiştir. Derginin ilk sayısında derneğimiz komisyonları olan Toprak Fiziği, Toprak Mekanığı ve Teknolojisi, Toprak Kimyası, Toprak Biyolojisi, Toprak Kirliliği, Toprak Verimliliği, Gübreleme ve Bitki Besleme, Toprak Genesisi, Sınıflandırma ve Haritalama, Toprak Muhafaza ve Erozyon, Toprak Minerolojisi ve Mikromorfolojisi, Çölleşme ve Arazi Bozunumu ve Adli Toprak Bilimi komisyon başkanları tarafından hazırlanmış olunan yazılar yayınlanmıştır. Katkı yapan tüm komisyon başkanı değerli hocalarımıza en içten teşekkürlerimizi iletiyoruz.

Siz değerli katılımcıların toprak ve bitki besleme üzerinde dünya çapında kabul gören araştırmalarınızı herkesin kullanımına açık olacak dergimizde paylaşmanız ülkemizde toprakların ve bitki beslemenin farkındalığının arttırılmasında büyük önem taşımaktadır. Ayrıca dergide yayınlanacak makaleleriniz, görüşleriniz ve katkılarınız genç neslin bilgilendirilmesinde büyük rol oynayacaktır. İlginize ve değerli katkılarınıza burada teşekkürlerimizi sunmak isteriz.

Saygılarımızla

Dr. Erhan Akça

Türkiye Toprak Bilimi Derneği

Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Dergisi Editörü

TOPRAK BİLİMİ VE BİTKİ BESLEME DERGİSİ. 2012, 1(1), 1 - 46

İÇİNDEKİLER / CONTENTS

Toprak Fiziğinin Kısa Bir Tarihçesi (<i>A Brief History of Soil Physics</i>) Mehmet Aydın	1
Tarımsal Toprak Mekaniği ve Teknolojisinin Gelişimi, Kapsam ve Önemi (<i>The Development of Soil Mechanics and Technology in Turkey and Its Contents and Importance</i>) Taşkın Öztaş	4
Toprak Kimyası'nın Dünü, Bugünü ve Geleceği..... (<i>Yesterday, Today and Tomorrow of Soil Chemistry</i>) Necat Ağca	6
Toprak Mikrobiyolojisinin Türkiye'deki Dünü, Bugünü ve Yarını (<i>Yesterday, Today and Future of Soil Microbiology in Turkey</i>) Nur Okur	9
Toprak Kirliliği (<i>Soil Pollution</i>) Ayten Karaca, Oğuz Can Turgay	13
Türkiye'de Toprak Verimliliğinin Gelişimi ve Tarihçesi (<i>The Development of Soil Production in Turkey and Its History</i>) Dilek Anaç, Bihter Çolak Esetlili	20
Toprak Etüt Haritalama ve Toprak Yönetimi Gerekliliği (<i>Soil Survey Mapping and Necessity of Soil Management</i>) Mehmet Ali Çullu	23
Ülkemizdeki Toprak Erozyonu Sorunu Üzerine: Ne Yapmalı? (<i>Soil Erosion in Our Country: What Should Be Done?</i>) Günay Erpul, Selen Deviren Saygın	26
Toprak Mineralojisi ve Mikromorfolojisi (<i>Soil Mineralogy and Micromorphology</i>) Erhan Akça, Selim Kapur	33
Çölleşme= Toprak/Arazi Bozulumu (<i>Degradation=Soil/Land Degradation</i>) Duygu Boyraz	35
Adli Toprak Bilimi (<i>Forensic Soil Science</i>) Ayten Karaca, Murat Mert	40



TOPRAK BİLİMİ ve BİTKİ BESLEME DERGİSİ



Toprak Fiziğinin Kısa Bir Tarihçesi

Mehmet Aydın *

Mustafa Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Hatay

GİRİŞ

Bu derlemenin amacı; (1) Toprak Fiziğinin önemini ve işlevini açıklamak, (2) Toprak Fiziğinin tarihçesini özetlemek ve Türkiye'deki durumunu kısaca irdelemektir.

Toprak Fiziği, bitkilerin gelişmesinde önemli etkileri olan ve toprağın fiziksel davranışlarını belirleyen katı (mineral-organik parçacıklar), sıvı (toprak suyu) ve gaz (toprak havası) fazlarını ve bunlar arasındaki ilişkileri inceleyen; topraktaki enerji alışverişi ve madde taşınım süreçlerini irdeleyen bir bilim dalıdır. Göreceli olarak genç bir bilim dalı olan Toprak Fiziği, matematik ve fizik (mekanik, optik, elektrik, nükleer fizik, ısı, termodinamik) başta olmak üzere değişik bilim alanlarından yararlanmaktadır. Ayrıca, Toprak Fiziği; pedoloji, hidroloji, jeoloji, sedimantoloji vb. diğer bilimlerle ortak ilgi alanlarına sahiptir. Bu disiplin, gereksinimleri daha iyi karşılamak ve sürekli bir gelişme kaydetmek için fiziksel teori ve modellerden yararlandığı gibi, çeşitli teknoloji ve ekipmanların yanı sıra laboratuvar ve arazi denemeleri çıktılarını kullanmaktadır (Yeşilsoy ve Aydın, 1991; Lahlou ve ark., 2004).

Eski Yunan ve Roma Çağlarında toprakların fiziksel durumu hakkında bazı bilgilerin mevcut olduğu anlaşılmaktadır. Buna karşılık Toprak Fiziği, yakın zamana kadar (özellikle 1880 ve 1930 yılları arasında) toprak kimyası ve verimliliğine kıyasla daha az ilgi görmüştür (Akan, 1973). Gelişmesi süresince Toprak Fiziği iki yol izlemiştir. Birincisi laboratuvar ve arazide gerçekleştirilen sınırsız sayıdaki denemelerle karakterize edilen ampirik yoldur; ki orada sonuçlar sadece nitel olarak yorumlanmıştır. İkincisi ise, fiziksel teorilerin topraktaki taşınım süreçlerinin çözümüne, toprak işlemesine-sıkışmasına ve diğer pek çok süreçlere-olaylara gerçek anlamda uygulanması şeklinde olmuştur (Kutilek ve Rieu, 1998). 17'nci ve 18'inci yüzyıllarda, bazı fizikçilerin araştırmaları, özellikle killi topraklarda köklerin yayılmasında ve besin çözeltilerinin değişiminde gözeneklerin ve gözenek geometrisinin yaşamsal rolü üzerine yoğunlaşmıştır. De la Hire 17'nci yüzyılda (1688 yılında) toprak-su ilişkilerini çalışmış ve lizimetrelerde suyun süzülmesi konusunda bir makale yayınlamış ilk araştırmacıdır (Akan, 1973; Philip, 1974). Toprakların fiziksel durumu ile ilgili kapsamlı ilk sistematik çalışmalar, bitkilerin verimini etkileyebilen toprak fiziksel özellikleri konusunda yürütülmüştür (Kohnke, 1968). İngiltere'de Davy (1813'deki çalışmasıyla) ve Almanya'da Schübler (1833'de yazdığı kitapla) bitkilerin gelişmesi ile toprakların fiziksel özellikleri arasındaki ilişkilerin önemini kavrayan ilk araştırmacılar arasında yer almışlardır. Schübler'in Toprak Fiziği alanındaki araştırmaları, aynı dönemde yaşamış olan Liebig ve diğer araştırmacıların toprak kimyası ve verimliliği konusundaki çalışmaları ile bir süre gölgelenmiştir.

* Dr. Mehmet Aydın, Türkiye Toprak Bilimi Derneği, Toprak Fiziği Komisyon Başkanı
Mustafa Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü 31040 Serinyol, Hatay
Tel : 0532 7038833 E-mail: maydin@mku.edu.tr

Daha sonraları Schumacher, 1864 yılında yazdığı “Fizik” isimli kitapta, Schübler’in araştırmalarının önemini vurgulamıştır. Toprakların fiziksel özellikleri üzerindeki ilk kapsamlı araştırmalar, Wollny ve arkadaşları tarafından 1879-1898 yılları arasında yapılmıştır. Wollny Almanya’da çalışmalarını sürdürürken, Amerika’da Hilgard (1873-1879), Johnson (1877-1878), King (1888-1897) ve Slichter (1897’de) Toprak Fiziği konusundaki araştırmaları biraz daha geliştirerek, ilerideki denemeler için çok değerli olan bilgiler elde etmişlerdir (Akalan, 1973; Özkan, 1985). Önemli bir diğer gelişme olarak Toprak Fiziği çalışmaları, 19’uncu yüzyılda değişik bilimsel yönlerde genişlemiş ve özellikle parça irilik dağılımını saptamak amacıyla mekanik analiz gerçekleştirilmiştir. Bu dönemdeki fiziksel analizlerin çoğu, doğal toprak yapısının önemi henüz fark edilmediğinden elenmiş örnekler üzerinde yapılmıştır. Bütün bu çalışmalar bitkisel üretimde toprakların fiziksel durumlarının dikkate alınması gerektiği konusunda belirli bir gelişme sağlamakla birlikte, bu ilgi zamanla azalmıştır. Buna rağmen, İngiliz araştırmacı Warington 1900 yılında “Toprakların Fiziksel Özellikleri” konusunda bir kitap yayınlamıştır. Briggs (1897-1907) toprak-su ilişkilerini tanımlamaya çalışmıştır. Yoğun deneme ve fiziksel teoriden sonra Buckingham, 1907 yılında doymamış topraklarda suyun hareketi için modern fiziksel temeller ve kavramlar geliştirmiş ve doymamış su hareketini anlamak için Darcy yasasını kullanmıştır (Akalan, 1973; Lahlou ve ark., 2004). Patten (1909’deki araştırmasıyla) toprakların ısı alışverişleriyle ilgili konularda önemli buluşlar yapmıştır. İzleyen yıllarda, Avrupa’da Mitscherlich, Atterberg, Oden ve Ehrenberg tarafından önemli bazı çalışmalar yapılmıştır. 1900’lü yılların başından itibaren topraklarda suyun infiltrasyonu çalışılmış ve modellenmiştir. 1920’li yıllarda Keen, Bouyoucos ve Gardner (W.) gibi araştırmacılar, Toprak Fiziği konularında önemli katkılar sunmuşlardır. Özellikle 1930’lu yıllardan itibaren Toprak Fiziği konularına olan ilgi yeniden artmış ve büyük gelişmeler kaydedilmiştir. Toprak Fiziğinin gelişmesine bağlı olarak çalışmalar, Darcy yasasının genelleştirilmesi (Richards, 1931) ve yerinde ölçüm olanakları sayesinde laboratuardan araziye yönlendirilmiştir. Örneğin, 1950’li yılların ilk zamanlarında toprak fizikçileri, toprak hidrolik özelliklerinin yerinde ölçümü için yeni ekipmanlar üretmeye başlamışlardır (Gardner, 1958). Toprak Fiziği araştırmaları, daha sonra toprak işleme, toprak yapısı, drenaj, sulama gibi tarımsal konulara yoğunlaştırılmıştır (Mahboubi ve Lal, 1998). Ayrıca, laboratuardan arazi ölçümlerine olan geçiş, toprak özelliklerinin yersel ve geçici değişkenliği gibi yeni araştırma alanlarını ortaya çıkarmıştır (Jury ve ark., 1991). Ancak, son yıllara kadar, toprak fiziksel sistemi hakkındaki bilgiler, toprak fiziksel özelliklerindeki yersel ve zamansal değişkenlikler nedeniyle dağınık olmaya devam etmiştir. Bu değişkenliği belirlemek için, ölçüm tekniklerinde büyük bir ilerleme kaydedilmiştir. Modellemenin yanında donanımdaki bu gelişme; çevre sorunları, toprak bozunumu ve su kaynaklarıyla ilgili toprak süreçlerini tam olarak anlamamıza katkı sunmuştur (Lahlou ve ark., 2004). Gerçekten, toprak fiziksel özelliklerinin çoğunu ölçmek için enstrümanlar konusunda dikkat çekici ilerlemeler sağlanmıştır (lazer, gamma ve X-ray cihazları; nötron aleti, elektromanyetik-dielektrik cihazlar, TDR, FDR; tansiyometreler, basınçlı plaka sistemi ve basınç odaları; çeşitli permeametre ve infitrometre aletleri; gaz yayını, ısısal iletkenlik, tuzluluk ve alkalilik ölçüm aletleri; görüntü analiz teknikleri veya bilgisayarlı tomografi; ultrason cihazı vb.). Enstrümanlardaki gelişme, süreçleri açıklamaya; teorileri yeterli kılmaya; tarım (sulama, drenaj) ve çevre (atık yönetimi, erozyon ve tuzluluk kontrolü) konularındaki amenajman kararlarını düzenlemeye yardım etmiştir. Bu gelişmelerin çoğu, sanayileşmiş ülkelerde gerçekleştirilmiştir.

TÜRKİYE’DE TOPRAK FİZİĞİ

Türkiye’de Toprak Fiziğinin bazı konuları, ilk defa, Toprak Biliminin Türkiye’deki öncülerinden Prof. Dr. Kerim Ömer Çağlar’ın 1949’da yayınlanan “Toprak Bilgisi” kitabında işlenmiştir. Daha sonraki yıllarda Saatçı (F.), Ergene (A.), Kantarcı (D.) tarafından yazılmış olan Toprak İlimi; Özbek’in (H.) Toprak Bilgisi; Berkman’ın (A.) Toprak Bilimi ve diğer bir çok araştırmacının Toprak ile ilgili (ders)-kitaplarında toprakların bazı fiziksel özellikleri, bazen bölüm bazen de alt bölümler halinde verilmiştir. Toprak Fiziği bilim dalındaki ilk Türkçe yayının, 1960’ların başında Berkman (İ.) tarafından yazılarak teksir şeklinde çoğaltılan ders notları olduğu belirtilmiştir (Yeşilsoy ve Aydın, 1991). Toprak Fiziği konusundaki ilk çevirilerden birisi 1972 yılında Yeşilsoy (M. Ş.) tarafından çevrilip yayınlanan “Toprak Kimyası ve Fiziğinin Esasları-Kısım II: Toprak Fiziği” kitabıdır (asıl yazar: G. H. Bolt). Benzer şekilde, Akalan’ın (İ.)

çevirip derlediği “Toprak Fiziği” kitabı 1973 yılından itibaren büyük bir boşluğu doldurmuştur. Yeşilsoy’un (M. Ş.) bir diğer çevirisi olan ve 1976 yılında yayınlanan “Toprak Fiziği” kitabı da (asıl yazar: M. De Boodt), toprak strüktürü konusunda oldukça ayrıntılı bilgiler sunmuştur. Daha sonra, Munsuz’un (N.) 1982’de yazılan “Toprak-Su İlişkileri”, 1985’te yayınlanan “Toprak Mekaniği ve Teknolojisi” kitapları, toprak fiziği konularının Türkiye’de de anlamlı bir şekilde irdelendiğini göstermiştir. Aynı dönemlerde (1984 yılında), Yeşilsoy (M. Ş.) ve Pala (M.) tarafından çevrilen “Toprak Fiziğinin Temel Kuralları” kitabı (asıl yazarlar: P. Koorevaar, G. H. Bolt ve A. Kamphorst), matematiksel ağırlıklı bir çalışma olarak ortaya çıkmıştır. Benzer şekilde, Çepel’in (N.) 1985 yılında ve Özkan’ın (İ.) aynı yıl yayınlamış oldukları “Toprak Fiziği” kitapları, bu bilim alanında kapsamlı ve metodik bilgiler sunmuşlardır. Yeşilsoy (M. Ş.) ve Aydın (M.) tarafından 1991’de yayınlanan “Toprak Fiziği” ders kitabı, temel kavramlarla birlikte dönemin güncel konularını içermiştir. Türkiye’de Toprak Fiziğine emek vermiş bir çok araştırmacı ve mühendisin bulunduğunu; bilimsel değeri yüksek çeşitli çalışmaların, ne yazık ki, sayfa sınırlaması nedeniyle bu metinde yeterince yansıtılamadığını veya eksik derlendiğini belirtmekte zorunluluk vardır.

Toprak Fiziğinin ulaştığı bugünkü gelişme düzeyine baktığımızda, 1950’lerden günümüze değin, pek çok ülkede bilimsel çalışmaların önemli bir ivme kazandığını; eserlerinden yararlanmaya devam ettiğimiz çok sayıdaki bilim insanlarının büyük başarılarını görebiliriz. Sıralamakta zorlandığım için, isimlerini burada yazamadığım bu bilim insanlarının tümüne minnet borçluyuz. Son zamanlarda Toprak Fiziği, iklim değişikliğinin etkileri dahil olmak üzere çevre sorunlarını da içerecek şekilde araştırmalarının kapsamını genişlettiğine göre, “Toprak Fiziği” konusunda çalışmaya istekli genç araştırmacılara aşağıdaki önerilerde bulunulabilir:

1. Toprak Fiziği ve “Toprak-Su-Bitki-Atmosfer İlişkileri” konusunda dünyadaki önemli metodolojik yenilikleri ve gelişmeleri izlemek; veri tabanı oluşturmak
2. Toprağı ilgilendiren fiziksel-matematiksel modelleme konusuna ilgi duyulması halinde matematik bilgisini geliştirmek
3. Çevre ve tarım konusundaki araştırmalara yönelim olması halinde yöresel, bölgesel ve ülkesel öncelikleri göz önünde bulundurmak; ekolojik koşullara uygun planlama ve saha çalışması yapmak
4. Diğer ülkelerde ve Türkiye’de aynı/benzer çalışmalar yapan araştırmacılarla iletişim halinde bulunmak; bireysel yanılgılardan kaynaklanabilecek hataları en aza indirmek.

KAYNAKLAR

- Akalan, İ., 1973. Toprak Fiziği. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları: 527, Ders Kitabı: 172. Ankara Üniversitesi Basımevi, Ankara. s. 506.
- Gardner, W.R., 1958. Some steady state solutions of the unsaturated moisture flow equation with application to evaporation from a water table. Soil Science 85 (4), 228–232.
- Jury, W.A., Gardner, W.R., Gardner, W.H., 1991. Soil Physics. John Wiley & Sons, New York, USA, p. 327.
- Kohnke, H., 1968. Soil Physics. McGraw-Hill Book Company, New York, USA, p. 224.
- Kutilek, M., Rieu, M., 1998. Introduction to the symposium 1: New concepts and theories in soil physics. Soil & Tillage Research 47, 1–4.
- Lahlou, S., Mrabet, R., Ouadia, M., 2004. Soil physics: a Moroccan perspective. Journal of African Earth Sciences 39, 441–445.
- Mahboubi, A.A., Lal, R., 1998. Long-term tillage effects on changes in structural properties of two soils in Central Ohio. Soil & Tillage Research 45, 107–118.
- Özkan, İ., 1985. Toprak Fiziği. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları: 946, Ders Kitabı: 270. Ankara Üniversitesi Basımevi, Ankara. s. 171.
- Philip, J.R., 1974. Fifty years progress in soil physics. Geoderma 12, 265–280.
- Richards, L.A., 1931. Capillary conduction of liquids through porous mediums. Physics 1, 318–333.
- Yeşilsoy, M. Ş., Aydın, M., 1991. Toprak Fiziği. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Ders Kitabı No:124, Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ofset ve Teksir Atölyesi, Adana. s. 228.



TOPRAK BİLİMİ ve BİTKİ BESLEME DERGİSİ



Tarımsal Toprak Mekaniği ve Teknolojisinin Gelişimi, Kapsam ve Önemi

Taşkın Öztaş *

Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Erzurum

Toprak mekaniği, mühendislik mekaniğinin önemli bir kolu olup, mekaniksel kuvvetler altında toprakların davranış şekillerini tanımlar. En genel ifadesiyle, toprak mekaniği toprak gövdesinin denge ve hareket bilimidir (Verruijt, 2011). Toprak mekaniğinin temel prensipleri, jeofizik mühendisliği, mühendislik jeolojisi, hidroloji, tarımsal mühendislik ve toprak fiziği ile yakından ilgilidir.

Toprak doğal, karmaşık ve gözenekli bir sistemdir. Katı-sıvı ve gaz fazlarından oluşan heterojen bir yapıya sahiptir. Mineral fazı oluşturan farklı toprak fraksiyonlarının birim kütle içerisindeki karışım oranları ve paketlenme düzenleri ve toprak fazları arasındaki karşılıklı ilişkiler toprağın yapısal davranışını ortaya koymaktadır. Yani, toprağın mekaniksel davranışı, uygulanan kuvvet, gerilim, hidrolik yük, elektriksel potansiyel ve sıcaklık farklılıkları altında fazlar arasındaki etkileşimin bir göstergesi olarak ortaya çıkmaktadır.

Toprağın mühendislik özelliklerinin toprak kompozisyonuna bakılarak kantitatif olarak belirlenmesi, günümüz bilgi ve teknolojik olanakları dahilinde mümkün değildir. Ancak, toprağın kuvvet altında davranış biçiminin toprağın mineralojik formasyonuna bağlı olduğu iyi bilinmektedir. Bununla birlikte, toprağın mühendislik özelliklerini etkileyen fiziko-kimyasal olayların, toprak parçacıklarını bir arada tutan atomik ve moleküler bağların, fazlar arasında dengelenmemiş güçlerin, kilin kristal yapısının ve yüzey karakteristiklerinin doğasını da iyi analiz etmek gerekir (Mitchell, 1976).

Toprak sadece tarımsal amaçlı değil, mekân ve yapı malzemesi olarak da kullanılmaktadır. Toprak mekaniği, toprağın tarımdan çok mühendislik amaçlı kullanılmasına bağlı olarak gelişen, genç bir bilim dalıdır. Mekanik kurallarının eski zamanlarda yapı inşaatında kullanıldığı bilinmekle birlikte, toprak mekaniği konusundaki en önemli gelişmeler 1900'li yıllarda gerçekleşmiştir. Yüzyılın başlarında, Atterberg kıvam limitlerini tanımlamış (1911), Terzaghi konsolidasyon teorisini geliştirmiş (1923), Proctor zeminin sıkıştırılması ile ilgili prensipleri açıklamış (1932) ve Casagrande ise 1932'de likit limitin belirlenmesinde kullanılan aleti geliştirmiştir. Toprak mekaniğinin temel prensipleri Karl Terzaghi ile birlikte anılmaktadır. Modern toprak mekaniğinin babası olarak kabul edilen Karl Terzaghi, toprak mekaniği teorisinin esasını oluşturan gözenek su basıncının toprak davranışı üzerine etkilerini açıklamıştır (Terzaghi and Peck, 1967). Toprak mekaniği konusunda bilimsel araştırmaların ve araştırmacıların birlikte hareketine ortam ve oluşum hazırlayan Uluslararası Toprak Mekaniği ve Temel Mühendisliği Birliği "The International Society of Soil Mechanics and Foundation Engineering (ISSMFE)"

* Dr.Taşkın Öztaş, Türkiye Toprak Bilimi Derneği, Toprak Mekaniği ve Teknolojisi Komisyon Başkanı
Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü 25240, Erzurum
Tel: 0 442 2360958 E-mail: toztas@atauni.edu.tr

1936 yılında Amerika Birleşik Devletlerinde kurulmuştur. Toprak mekaniği ve geoteknik konusunda uluslararası düzeyde ilk bilimsel toplantı 1936 yılında ABD Harvard-Massachusetts de düzenlenmiştir. Birliğin XV. uluslararası bilimsel toplantısına ise 2001 yılında İstanbul ev sahipliği yapmıştır. Toprak mekaniğinin ülkemizde gelişmesine öncülük eden bilim adamı olarak Ord. Prof. Dr. Hamdi Peynircioğlu gösterilmektedir (Uzuner, 2001). Zemin Mekaniği ve Temel Mühendisliği Türk Milli Komitesi ise 1975 yılında kurulmuştur.

Toprak mekaniği inşaat mühendisleri tarafından zemin mekaniği olarak ifade edilmektedir. Zemin ve toprak çoğu kez eş anlamlı olarak kullanılsa da gerçekte öyle değildir. İnşaat mühendisliğinde zemin, bitkisel üretim için kullanılan toprak gövdesinden ziyade, toprak solumunun altındaki ana materyal ve/veya ana kayayı ifade etmektedir. Dolayısıyla, zemin üzerinde bulunan kalınlığı birkaç cm den birkaç m ye kadar değişebilen, organik madde içeriği nispeten yüksek toprak gövdesi, inşaat mühendislerinden çok agronomistlerin ve toprak bilimcilerinin ilgi alanına girmektedir. Modern tarım tekniklerinin toprağa uygulanması kapsamında makineli tarımın artması ile birlikte **Tarımsal Toprak Mekaniği** ayrı bir bilim dalı olarak gelişmiştir (Mumsuz, 1985). Sonuç itibariyle, mekaniksel kuvvetler altında özellikle bitki kök bölgesindeki toprağın davranış karakteristiklerini toprak fiziği, mekanik ve hidrolik prensipleri dahilinde inceleyen bilim dalı tarımsal toprak mekaniği olarak adlandırılmaktadır.

Tarımsal toprak mekaniği, toprağın mekaniksel özellikleri ile fiziksel durumu arasındaki ilişkileri göz önünde tutarak, toprağın sıkışabilirliği, strüktürel deformasyonu ve gerilim direnci arasındaki ilişkileri konu edinir. Toprak deformasyonunun en tipik örneği basınç veya yük altında toprağın sıkışmasıdır. Bu kapsamda en yoğun ilgi tarım makineleri ve toprak işleme aletlerinin toprak sıkışması ve toprağın dağılma-parçalanma mekaniği üzerine etkisi ile toprak agregatlarının yağmur damlası ve mekaniksel basınç altında kırılmaya karşı dirençlerinin belirlenmesi konularına gösterilmektedir. Bununla birlikte, toprağın tane ve gözenek büyüklük dağılımları, katı, sıvı ve gaz fazları arasındaki etkileşimler, strüktür, geçirgenlik, kıvam limitleri, şişme ve büzülme potansiyeli, plastisite, adezyon ve kohezyon, sıkışma, konsolidasyon, kesme direnci, çekme gerilimi, deformasyon ve şev stabilitesinin sağlanması ile ilgili çalışmalar tarımsal toprak mekaniği kapsamında yer almaktadır. Ayrıca, tarımsal toprak mekaniğinde toprağa uygulanan kuvvetler arasında su ve rüzgâr tarafından oluşan dinamik etkilerde dikkate alınmaktadır. Dolayısıyla, toprak mekaniği erozyonla ilgili çalışmalarda da ihtiyaç duyulan önemli bir bilim dalıdır.

Diğer yandan, toprak bilimcileri arasında toprak mekaniği çoğu kez toprak teknoloji kavramı ile bir arada düşünülmektedir. Toprak teknolojisi, toprağın değişik endüstri alanlarında ham madde ve girdi olarak kullanılmasını ifade etmektedir. Bu kapsamda, özellikle kiler ve bazı topraklar, seramik ürünlerin üretimi, çanak-çömlek yapımı, yapıştırıcı, alüminyum üretimi, kozmetik ve temizlik endüstrisi, hayvan altlığı, çimento üretimi, harç yapımı, kâğıt, boya, lastik, gübre ve petrol endüstrisinde önemli derecede kullanılmaktadır.

Sonuç olarak; tarımsal toprak mekaniği ve toprak teknolojisi, toprak biliminin iki önemli bilim alanını oluşturmalarına rağmen, toprak bilimcileri olarak maalesef bu konuda yeterli bir bilgi birikimine sahip değiliz. Toprak mekaniği ve teknolojisi ile ilgili projelere öncelikli çalışma konuları arasında yer verilmeli, genç araştırmacıların ilgi ve koordinasyonu sağlanmalıdır.

KAYNAKLAR

- Mitchell, J.K. 1976. Fundamentals of Soil Behavior. John Wiley & Sons, Inc. New York, USA. 422 pp.
- Mumsuz, N. 1985. Toprak Mekaniği ve Teknolojisi. Ankara Üniversitesi. Ziraat Fakültesi Yayınları No: 922. Ders Kitabı: 260. Ankara. 448 s.
- Uzuner, A. A. 2001. Çözümlü Problemlerle Temel Zemin Mekaniği. Teknik Yayınevi. Mimarlık, Mühendislik Yayınları. Ankara. 5. Baskı. 412 s.
- Terzaghi, K. and Peck, R.B. 1967. Soil Mechanics in Engineering Practice. John Wiley & Sons, Inc. New York, USA. 729 pp.
- Verruijt, A. 2011. Soil Mechanics. Delft University of Technology. (Screen version from <http://geo.verruijt.net/>.) 331 pp.

Toprak Kimyası'nın Dünü, Bugünü ve Geleceği

Necat Ağca *

Mustafa Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Hatay

GİRİŞ

Bilindiği gibi, toprak bilimi; toprakların yapısını, oluşumunu, dağılımını, fiziksel, kimyasal, biyolojik ve mineralojik özelliklerini inceleyen bir bilim dalıdır. Bu nedenle toprak bilim dalının toprak kimyası, toprak fiziki, toprak mineralojisi, toprak biyolojisi ve toprak etüt haritalama gibi alt disiplinleri bulunmaktadır.

Toprak kimyası; toprak bilim dalının, toprağın kimyasal bileşimi, kimyasal özellikleri ve kimyasal reaksiyonları ile ilgilenen bir koludur. Toprak kimyası; genel anlamda toprağın kimyasal yapısını ve toprakta oluşan kimyasal olayları inceler. Bu olayların bitkisel üretime etkilerini ortaya koyar. Toprağın inorganik ve organik bileşenleri, iyon değişimi, toprak reaksiyonu (pH), bitki besin maddelerinin topraktaki hareketleri ve katıldıkları reaksiyonlar, toprakların tuzlulaşması, alkalileşmesi, toprakta oluşan oksidasyon, redüksiyon, koagülasyon gibi kimyasal ve fizikokimyasal olaylar ve bitki koruma ilaçları gibi çevre kirleticilerinin topraktaki davranışları, toprak kimyasının önemli çalışma konularından bazılarıdır.

Ayrıca, toprak kimyası disiplini içerisinde, toprakların kimyasal özelliklerini ortaya çıkarmaya yönelik analiz yöntemlerinin geliştirilmesi ve var olan analiz yöntemlerinin modifikasyonu gibi konularında da bilimsel araştırmalar yürütülmektedir

TOPRAK KİMYASININ GELİŞİMİ

Toprak kimyasının disiplin olarak ortaya çıkması, toprakların çözeltileri değiştirme yeteneği ile ilgili deneylerin ilk kez gözlemlenmesi ile başlamıştır. Daha sonra 1819 yılında İtalyan kimyacı Gazzeri; sıvı gübrelerin kil parçacıkları üzerinden geçirildiğinde, çözünebilir madde kaybı olmaksızın renginin değiştiğini gözlemlemiştir. Huxtable adlı araştırmacı tarafından 1848 yılında yapılan benzer bir çalışmada, toprakların aynı zamanda sıvı gübrelerin kokusunu da giderdiğini belirlemiştir (Soonn ve ark., 2011). Toprak Kimyacılarının, toprakları kimyasal açıdan düzenli olarak incelemesi ise 1850'lerin başında İngiltere'deki kraliyet tarımsal topluluğuna danışmanlık yapan J. Thomas Way'in araştırmaları ile başlamıştır. Toprak kimyasının babası olarak tanınan Way, toprakların iyon değişimi konusunda çok değerli araştırmalar yapmıştır. Bu çalışmalar sırasında, toprakların hem katyon hem de anyon adsorbe edebildiğini ve bu iyonların diğer iyonlarla değişim yapabildiğini bulmuştur. Bunun yanı sıra, iyon değişiminin hızlı olduğunu, katyonların adsorpsiyonunda en önemli toprak bileşeni olduğunu,

* Dr. Necat Ağca, Türkiye Toprak Bilimi Derneği, Toprak Kimyası Komisyon Başkanı

Mustafa Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü 31040 Serinyol, Hatay

Tel : 0 326 2455845

E-mail: nagca@mku.edu.tr

toprakların ısıtılmasının veya onların kuvvetli asit ile muamele edilmesinin, toprakların iyon adsorpsiyon yeteneklerinin azalttığını da belirlemiştir. Way'in çalışmaları çoğu, daha sonra toprak kimyacıları tarafından yürütülen iyon değişimi ve sorpsiyonu konusunda yeni ufuklar açan bir çok çalışmanın temelini oluşturmuştur. Way'in çalışmaları kimya mühendisliği ve kimyayı içeren diğer disiplinler üzerinde de büyük etkilere sahiptir. İyon değişimi konusundaki çalışma, Toprak Kimyasının gelişimine gerçekten katkı veren büyük çalışmalardan biridir (Sparks, 2001).

Way'in bulguları ile topraklardaki iyon değişimi çalışmalarında büyük bir patlama yaşanmıştır. F. Stohmann ve W. Henneberg adlı araştırmacılar ilk kez adsorpsiyon izotermelerini geliştirmişlerdir. Bu izotermeler bugün bile hala toprak kimyacıları arasında popülaritesini sürdürmektedir. 1859'da Samuel Johnson bu izotermeleri kullanarak hem organik maddenin NH_4^+ iyonlarını adsorbe etme yeteneğinin, hem de bu yeteneğin killerden önemli miktarda daha fazla olduğunu belirlemiştir. Üstelik, Johnson topraklarda çoğu bitki besin maddesi olan iyonların adsorbsiyonunun sabit değil değişebilir olduğunu da ortaya koymuş ve bunu bazların değişimi olarak adlandırmıştır. 1888'de Van Bemmelen katyon değişiminin sadece Ca^{2+} iyonları ile sınırlandırılmayacağını, aynı zamanda Na^+ iyonlarını da kapsadığını bulmuştur. Bu tür deneyimler temel çalışmalara katkı sağlamaktadır. Bu gün bu kavram çoğunlukla katyon değişim kapasitesi olarak adlandırılmaktadır (Soonn ve ark., 2011).

20. yüzyıl ile birlikte, iyon değişim reaksiyonlarının fiziksel ve kimyasal mekanizmaları konusundaki çalışmalar artmıştır. Topraklarda değişim reaksiyonlarının kinetiği K.K. Gedroiz ve D.J. Hissink adlı araştırmacılar tarafından ayrı ayrı araştırılmıştır. İyon değişim reaksiyonlarının tanımlamasında yapılan ilerlemeler arasında, deneysel analizler ile değişim dengesinin sayısal olarak yorumlanması da bulunmaktadır. Konu ile ilgili ilk yaklaşımlardan biri, 1931 de Weigner tarafından kullanılan, değişim izotermelerinin tanımlamak için Freundlich adsorpsiyon izoterminin modifiye edilmesidir. 1932 yılında Albert Vanselow, H. Kerry'nin 1928 de geliştirdiği eşitliğini temel alarak yeni bir iyon değişim eşitliğini geliştirmiştir. Rus bilimci E.N. Gapon ise 1933 yılında, toprakta me/100 g birimi ile ifade edilen toprak değişim fazını açıklayan ve nispeten basit bir değişim denklemi geliştirmiştir. Basitliği nedeniyle, Gapon eşitliği, bu gün bile en popüler değişim eşitliği olarak görülmektedir (Soonn ve ark., 2011).

Toprak Kimyası alanında yapılan önemli çalışmalardan biri de, Hendricks ve arkadaşları ile Kelley ve arkadaşları tarafından topraktaki kil minerallerinin kristalin yapıda olduğunun bulunmasıdır. Bu buluştan sonra yapılan çalışmalar X-ray cihazı ile kil minerallerinin teşhisi ve bunların yapısının belirlenmesi üzerinedir. Bu aşamadan sonraki çalışmalar, katyon ve anyonların killer, oksitler ve toprakta tutulmaları ve bunların tutulma mekanizmaları üzerine olmuştur. Özellikle, Schofield ve Samson (1953) ve Mehlich (1952) tarafından yapılan ve Sante Mattson'un (Mattson, 1928) sorpsiyon konusundaki ilk teorilerini doğrulayan çalışmalar önemlidir. Bu çalışmalar, aynı zamanda toprakların yüzey kimyası gibi önemli bir konuyu da habercisi (öncüsü) olmuştur. Toprak kimyasında yapılan en ilginç ve önemli çalışmalardan biri de toprak asitliğinin kimyasıdır. Asitliğin esas olarak hidrojen mi yoksa alüminyumdan mı kaynaklandığı konusunda şiddetli tartışmalar olmuş ve geçen yüzyılda bu konu ile ilgili birçok temel araştırma yapılmıştır. Bunların önemlileri; Coleman ve Thomas (1967) ve Rich ve arkadaşları (Rich and Obenshain, 1955; Hsu ve Rich, 1960) tarafından yapılan çalışmalardır. Bu çalışmalar sonucunda; toprak asitliğinin birinci derece üç değerli tek alüminyum ile birden fazla alüminyum içeren hidrositlerden kaynaklandığı belirlenmiştir (Sparks, 2003).

Toprak kimyası 1960'ların sonuna kadar toprak oluşumuna katkı sağlayan veya bitki gelişimini etkileyen kimyasal reaksiyonlara odaklanmıştır. O zamandan sonra, çevre kirliliği, organik ve inorganik toprak kirleticiler ve potansiyel ekolojik yaşam ve çevresel yaşam riski konuları ile ilgilenmeye başlamıştır. Bu nedenle, toprak kimyası toprak oluşumu ve tarımsal toprak biliminden, çevresel toprak kimyasına doğru yön değiştirmiştir. Çevresel toprak kimyası, çevredeki kirleticilerin potansiyel toksisitesi, akıbeti ve hareketliliği gibi konuların önceden tahmini ve yorumları ile ilgilenmektedir. Çevresel kirleticilerin büyük çoğunluğu önce toprağa bırakılmaktadır. Kimyasallar toprağa bırakıldığında, kirleticili toksisitesini azaltan veya artırabilen kimyasal reaksiyonlar olmaktadır (Anonymous, 2011).

Çevresel toprak kimyasının en önemli çalışma konuları ise; ağır metallerin topraklardaki miktarı ve mekanizmaları, oksianyonlar, radyonükleitler, pestisitler ve diğer organik kimyasallar ile toprak ve toprak bileşenleri ile interaksiyonları, hareketli kolloidlerin kirleticilerin taşınımına etkisi, topraklardaki alüminyumun çevresel kimyası, Asit yağışlarının toprakların kimyasal süreçlerine etkisi, topraklar ve inorganik ve organik kirleticilerde oksidasyon-redüksiyon, biyokatılar, gübreler, endüstriyel ürünler ile topraklar arasındaki kimyasal etkileşimler olarak sıralanmaktadır (Anonymous, 2011). Çevresel toprak kimyası disiplini ayrıca, kirlenmiş toprakların iyileştirilmesi hakkındaki etkili seçimlerin doğruluğu ve maliyetinin yapılması konularıyla da ilgilenmektedir.

Bu günün toprak kimyacıları üçüncü jenerasyon olarak tanımlanmaktadır. Bu sıralamada, 19. yüzyılın toprak kimyacıları öncü veya 20. yüzyılın başındaki ilk jenerasyon olarak tanımlanmaktadır. İkinci jenerasyon ise esas olarak 20. yüzyıl içinde çalışmalarını yürüten toprak kimyacılarıdır. Orta kuşak olarak da tanımlanan ikinci jenerasyon, toprak yüzeyi değişken yüklerinin doğası, toprak çözeltisi ve toprak yüzeyi termodinamiği ve tek iyon aktivite katsayıları, toprak-çözelti kimyasının simülasyonları gibi konulardaki toprakla ilgili bilgilerimizi büyük ölçüde geliştirmiştir. Üstelik bu jenerasyon, su moleküllerinin toprak mineral yüzeylerinde nasıl tutulduğunu, suyun toprak mineral yüzeyleri ile temas ettiğinde suyun özelliklerinin nasıl değiştiğini ve organik bileşiklerin toprak mineral yüzeyleri arasındaki reaksiyonların nasıl olduğunu incelemişler ve bu konudaki bilgilerimizi düzeltmişlerdir. Son iki yüzyıl içinde, toprak kimyası bilimsel ve önemli bir disiplin olarak gelişmiştir. J. Thomas ile başlayan basit baz değişim çalışmaları, toprak asitliği, iyon değişimi ve iyonların topraklar tarafından tutulması ile kil mineralleri, hidroksitler gibi toprak bileşenleri on yıllardır toprak kimyacılarının temel araştırma konularını oluşturmuştur. (Soonn ve ark., 2011).

21. yüzyılda toprak kimyasının ana konusu topraklardaki kimyasal reaksiyon ve işlemlere biyolojik etkilerin belirlenmesi çalışmaları olacaktır. Bu tür çalışmalar, toprak kimyacılarına kendi deneyimlerini moleküler biyologların deneyimleri ile birleştirme ve kaynaştırma fırsatı sağlayacaktır. Ayrıca, toprak kimyacılarının çoklu donanımları, makroskopik yaklaşımlar ile moleküler düzeydeki tekniklerin kombinasyonunu ve toprak kimyasındaki kompleks sorunların çözümü için bilişimsel modellerinin de kullanması gerekecektir (Sparks, 2001).

SONUÇ

Dünyada çok hızlı bir şekilde gelişen toprak kimyası disiplini maalesef Türkiye’de gereken ilgiyi görememiştir. Şu anda Türkiye’de pür toprak kimyası çalışan öğretim üyelerinin sayısı oldukça azdır. Oysa, bu bilim dalı toprak biliminin hemen hemen diğer tüm dallarının kullandığı bilgileri üretmektedir. Toprak kimyasına ilgilinin az olması büyük olasılıkla, toprak kimyası bilim dalındaki araştırma konularının biraz zor ve zaman alıcı olmasıdır. Aslında, çok zevkli çalışma konuları olan toprak kimyası disiplini genç toprak bilimcilere sevdirmek durumundayız.

Toprak kimyacıları, kendi bilim alanının geleceğine bakmak durumundadır. Toprak kimyası uzmanlarının biyokimya, organik kimya ve kimyanın temel prensiplerini daha fazla incelemek ve özümsemek ve büyük ilerlemeler kazanmak için yaratma gücünü ve kapasitelerini geliştirmelidir. Toprak kimyasının geleceği fazlasıyla parlaktır. Ancak, majör araştırmalarda başarılı olmak için multi disiplinler ve çok yönlü yaklaşımların uygulanması gerekir. Toprak kimyacıları yoğun bir şekilde diğer toprak bilimciler, jeokimyacılar, kimyacılar, biyologlar, mühendisler ve denizbilimciler ile işbirliği yapmalıdır.

KAYNAKLAR

- Anonymous, 2011 . Soil chemistry (http://en.wikipedia.org/wiki/Soil_chemistry).
- Soonn, L.S., Chappeu, M.A., Evanglou, V.P., 2011. A brief history of soil chemistry. (<http://www.agron.iastate.edu/soilchemistry/History%20of%20Soil%20Chemistry.htm>)
- Sparks, D.L., 2001. Elucidating the fundamental chemistry of soils: past and recent achievements and future frontiers. *Geoderma*, 100: 303-319.
- Sparks, D.L., 2003. *Environmental Soil Chemistry*. Second Edition. Academic Press. 352 p.



TOPRAK BİLİMİ ve BİTKİ BESLEME DERGİSİ



Toprak Mikrobiyolojisinin Türkiye'deki Dünü, Bugünü ve Yarını

Nur Okur *

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

GİRİŞ

Mikroorganizmalar dünya üzerinde, bitki ve hayvanların ortaya çıkışından milyonlarca yıl önce oluşmuşlardır. Hiçbir canlı türü, dünyada yaşamın desteklenmesi ve devamı için mikroorganizmalar kadar önemli değildir. Dünyadaki mikroorganizmaların çoğu toprak kökenli veya toprak çevresi ile yakından ilişki içerisinde. Tarih boyunca bu mikroorganizmalardan birçoğunun insanoğlu üzerine önemli etkileri olmuştur. Bu etkiler bazı durumlarda yararlı bazı durumlarda ise zararlı etkiler olarak ortaya çıkmıştır. Etkilerin yararlı yönünde; mikroorganizmaların besin maddelerinin döngüsünde başlıca rol oynadığını ve böylece yaşamın sürdürülebilirliğinde önemli katkıları olduğunu görüyoruz. Zararlı yönünde ise; yine bu canlıların küresel ısınma ve yer altı sularının nitratla kirlenmesi gibi bazı çevre problemlerine neden olduğu gerçeği bulunmaktadır.

Toprak mikrobiyolojisinin gelişimi, bir bilim dalı olarak mikrobiyolojinin gelişimi ile yakından ilişkilidir. Robert Hook, küflerin fruktifikasyon yapılarını 1664 yılında rapor etmesine rağmen, bakterileri kendi yaptığı mikroskopta tanımlayan ilk kişi Anton Van Leeuwenhoek'tur. Van Leeuwenhoek'un gözlemleri zaman içerisinde diğer bilim adamları tarafından desteklenmesine rağmen, bu küçük organizmaların doğası ve önemini anlaşılmaması için 150 yılın geçmesi gerekmiştir. Gelişmiş mikroskoplar ancak 19. yüzyılda yaygınlaşmış ve yine bu dönemde mikrobiyal yaşam şekillerinin yayılışı ve doğası daha fazla anlaşılır hale gelmiştir (Çökmüş, 2010). Bu dönemde mikrobiyolojinin bilimsel temellerinin atılmasında çok önemli olan iki soru cevaplandırılmıştır:

- Spontan generasyon (kendiliğinden oluşum) mümkün mü?
- Bulaşıcı hastalıkların kökeni nedir?

Yüzyıllarca süren bu sorulara cevaplar iki büyük bilim insanı tarafından verilmiştir. Louis Pasteur ve Robert Koch. Pasteur'ün spontan generasyon teorisi ile ilgili tartışmaları yaptığı bir deneyle sonlandırması ve Koch da ünlü önermeleri ile, mikrobiyoloji bilim dalının sağlam adımlarla ilerlemesine ve toprak mikrobiyolojisi gibi yeni uygulamalı bilim dallarının ortaya çıkmasına neden olmuşlardır. 19. yüzyılın sonlarında toprak mikrobiyolojisinde önemli gelişmeler ardı ardına hızlı bir şekilde gelmiştir. Bunlardan biri biyolojik N₂ fiksasyonunun ortaya çıkarılması, ikincisi ise nitrifikasyon ile kemotrofinin bulunmasıdır. Winogradsky, nitrifikasyonun iki aşamalı bir olay olduğunu belirlemiş ve bu aşamaları

* Dr. Nur Okur, Türkiye Toprak Bilimi Derneği, Toprak Biyolojisi Komisyon Başkanı
Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, 35100 Bornova, İzmir
Tel : 0 232 3884000 E-mail: nur.okur@ege.edu.tr

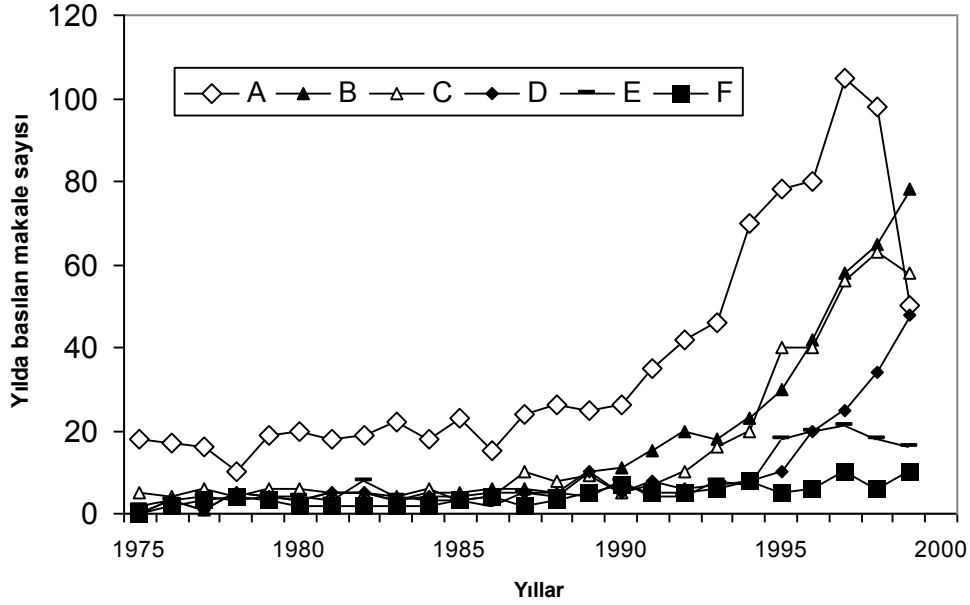
gerçekleştiren bakterileri izole etmiş ve adlandırmıştır. Mikrobiyolojide çığır açan bu ve diğer birçok çalışmalarından dolayı Winogradsky, birçok bilim insanı tarafından toprak mikrobiyolojisinin babası olarak kabul edilmektedir.

Mikrobiyolojide bu gelişmeler, 1895 yılında Hollanda'da "Delft School of Microbiology" adlı bir okulun açılmasına neden olmuştur. Mikrobiyal Ekolojinin babası olarak kabul edilen Beijerinck'in ilk başkanı olduğu bu okul; mikrobiyal biyokimya, biyoçeşitlilik ve biyoteknolojideki önemli buluşları ile toprak mikrobiyolojisine damgasını vurmuştur.

20. yüzyıl başlarında Amerikan toprak mikrobiyolojisinin kurucusu Lipman, toprağın yaşayan bir varlık olarak ele alınması gerektiğini ve toprak verimliliği ile bitkisel üretimde bu canlılığın önemli olduğunu kabul ettirmiştir. Bu devrim yaratan görüş, toprak mikrobiyolojisinin önemli bir dönüm noktasıdır. Toprak mikrobiyolojisinde yeni ufuklar açan iki önemli çalışma 1900'lu yılların başında basılmıştır. Bu çalışmalarda, toprak verimliliğinde bakterilerin rolü vurgulansa da toprakta yaşayan diğer organizmalara da (funguslar, aktinomisetler, algler, protozoalar, nemadodlar, böcekler ve larvalar) değinilmiştir. Lipman'ın görüşlerini destekleyen Selman A. Waksman'ın iki önemli kitabı (*Principles of Soil Microbiology* ve *The Soil and the Microbe*), 1925-1950 yılları arasında toprak mikrobiyolojisinin temel kitapları olmuşlardır. Bununla beraber birçok çevrede Waksman, toprak mikrobiyolojisine yaptığı katkılardan daha çok 1952 yılında streptomycin'i keşfetmesinden dolayı fizyoloji ve tıp Nobel ödülünü alması ile anılır (Eldor, 2007). 1961 ve 1971 yıllarında Alexander tarafından yazılan *Introduction of Soil Microbiology* kitabında, Waksman'ın kitabından farklı olarak "Mikrobiyal Ekoloji" adlı bir alt başlık da bulunuyordu. 1960'lı yıllarda; sembiyotik ve asembiyotik N₂ fiksasyonu, S döngüsü, rizosfer, mikorizalar ve mikrobiyal populasyon üzerine herbisit, pestisid ve kirlenici maddelerin etkileri üzerine yeni bilimsel çalışmalar yapılmıştır. Daha sonraki yıllarda toprak mikrobiyolojisi ile ilgili yazılan önemli kitaplar olarak; *Soil Organisms and Plant Growth* (1999, Subba Rao), *Soil Ecology* (1994, Killham), *Soil Biotechnology* (1983, Lynch), *Soil Microbial Ecology* (1992, Metting ve ark.), *Methods in Applied Soil Microbiology and Biochemistry* (1995, Alef ve Nannipieri), *Modern Soil Biology* (1997, Van Elsas ve ark.), *Principles and Applications of Soil Microbiology* (2005, Sylvia ve ark.), *Mycorrhizal Symbiosis* (1983, Harley ve Smith), *The Biology of Soil: A Community and Ecosystem Approach* (2005, Bardgett), *Biological Diversity and Function in Soils* (2005, Bardgett ve ark.) ve *Sustaining Biodiversity and Ecosystem Services in Soils and Sediments* (2004, Wall) sayılabilir (Eldor, 2007).

Yıllar geçtikçe toprak mikrobiyolojisi ile ilgili yapılan araştırma sayılarında da önemli artışlar meydana gelmiştir. Morris ve ark (2002); yaptıkları bir anket çalışmasında 1975-1999 yılları arasında 525 dergide basılan önemli bilimsel çalışmaları bir şekil üzerinde göstermişlerdir

Bu verilere göre; fungus-bitki patosistemleri ile ilgili makaleler diğerlerine oranla yaklaşık 10 kat daha fazla olmuş ve bu makaleler 1996'da en yüksek sayıya ulaşmışlardır. Bakteri-bitki sistemleri ve gıda mikrobiyolojisi ile ilgili yapılan çalışmalar ise en az sayıya sahip makaleler olmuşlardır.



Şekil 1. Toprak mikroorganizmaları ile ilgili 1975-1999 yılları arasında basılan yayın sayısı. A: fungus-bitki patosistemleri, B: Rizosfer ve mikoriza, C: topraktaki mikrobiyal habitatlar, D: su sistemleri, E: bakteri-bitki sistemleri ve F: gıda mikrobiyolojisi (Morris ve ark., 2002).

TÜRKİYE'DE MİKROBİYOLOJİ

Toprak mikrobiyolojisi ile ilgili ülkemizde yapılan çalışmalar ise özellikle Ziraat Fakültelerinin ilgili bilim dallarında çalışan bilim insanları tarafından 1960'lı yıllarda başlatılmıştır. Bu konuda öncü üniversiteler Ankara, Atatürk, Çukurova ve Ege Üniversiteleri olmuştur. Özellikle yurtdışında doktora eğitimini alıp ülkemizde toprak mikrobiyolojisi bilim dalının gelişmesine katkıda bulunan değerli hocalarımız olarak Prof.Dr. Ali Kerim Çolak, Prof.Dr. Nurettin İsmail Çelebioğlu, Prof.Dr. Koray Haktanır, Prof.Dr. Muzaffer Çengel ve Prof.Dr. Kemal Gür'ü sayabiliriz. Şu anda ülkemizdeki 26 Ziraat Fakültesinin 14'ünde Toprak Mikrobiyolojisi bilim dalı ve bu bilim dalında çalışan 19 bilim insanı bulunmaktadır. Toprak mikrobiyolojisi ile ilgili araştırmalar başta Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü olmak üzere bakanlığa bağlı bazı araştırma kurumlarında da yürütülmektedir.

Diğer bilim dallarına oranla daha farklı laboratuvar alet ve donanımına ihtiyaç duyulması, çalışma konularını gözle görülemeyen canlıların oluşturması ve yeni toprak mikrobiyologlarının yetiştirileceği üniversite ve danışman hoca sayısının yeterince olmaması gibi nedenlerden dolayı toprak mikrobiyolojisi bilim dalında çalışan bilim insanı sayısı arzu edilen düzeyde değildir.

Her bilim dalında olduğu gibi toprak mikrobiyolojisinin de ülkemizde gelişmesi bazı sorunların çözülmesi ile daha da hızlanacaktır. Bu sorunların başlıcaları şöyle sıralanabilir:

- Toprak Mikrobiyolojisi ile ilgili temel ve yardımcı Türkçe kaynakların az sayıda olması ve mevcutların da güncelleştirilmemesi
- Dünyada çok hızlı gelişim gösteren bu bilim dalı ile ilgili yeni yöntem ve teknolojilerin ülkemizde yeterince takip edilememesi
- Konu ile ilgili çalışan bilim insanları arasında ulusal ve uluslararası düzeyde yeterli diyalogun, iş birliğinin ve bilgi alışverişinin olmaması
- Yurt dışı ilişkilerinin yeterince geliştirilememesi

Toprak mikrobiyologları, toprakta bulunan mikroorganizmaları ve bu canlıların toprak yönetimi, tarımsal üretim ve çevre kalitesi ile ilişkilerini inceler. Ülkemizdeki toprak mikrobiyologlarının son yıllardaki çalışma konuları genel başlıklar halinde şu şekilde sıralanabilir:

- Biyolojik N₂-fiksasyonu
- N-mineralizasyonu ve denitrifikasyon
- Mikoriza mantarlarının bitki köklerinde tanımı, sporlarının teşhisi ve değişik yetiştirme ortamlarında çoğaltılması
- Vermikompost ve mikroorganizma aşılması ile kompost üretimi
- Biyoremediasyon ve fitoremediasyon
- Mikrobiyal gübre üretimi
- Bitki gelişimini hızlandıran rizosfer bakterilerinin toprak verimliliği üzerine etkileri
- Toprak verimliliği açısından önemli mikrobiyal kökenli enzimler
- Organik tarımda mikroorganizmaların işlevi
- Toprak yönetim sistemlerinin ve farklı C ve N kaynaklarının topraktaki CO₂ emisyonu ve denitrifikasyon üzerine etkileri
- Petrol ile kirlenmiş topraklardan izole edilen bakterilerin moleküler yöntemlerle teşhisi

21. yüzyılın başlarında toprak mikrobiyologları, toprak mikrobiyolojisi, ekolojisi ve biyokimyasında önemli değişikliklerin yaşandığı bir dönem içerisindeydi. 16S rRNA gen dizileme analizleri gibi moleküler tekniklerin geliştirilmesiyle, mikrobiyal çeşitliliğin tanımlanması ve izole edilmesi, bu konularda çalışan bilim insanlarının ufku daha da genişletmiştir. Moleküler düzeydeki teknikler; organizmalar, gerçekleştirdiği biyokimyasal olaylar ve çevre arasındaki ilişkinin anlaşılmasını kolaylaştıran önemli bir araç olmuştur. Gerek makro ve gerekse mikro düzeyde toprak biyotasının muhteşem biyoçeşitliliği, gelecekteki araştırma konularının toprak organizmalarının fizyolojisi ve ekolojisi olacağını göstermektedir. Bununla beraber, gelişen toprak biyolojisi kadar önemli bir konu da bu araştırma sonuçlarının insan yaşamı üzerindeki etkilerini ortaya koyabilmektir.

TEŞEKKÜR

Bu makalenin hazırlanmasında katkıları olan sayın Prof.Dr. Ayten Karaca, Prof.Dr. İbrahim Ortaş, Prof.Dr. Nesrin Yıldız, Doç.Dr. Refik Uyanöz, Doç.Dr. Rıdvan Kızılkaya, Doç.Dr. Rasim Koçyiğit, Yrd. Doç.Dr. Oğuz Can Turgay ve Yrd.Doç.Dr. Serdar Bilen'e teşekkürlerimi sunarım.

KAYNAKLAR

- Çökmüş, C., 2010. Mikroorganizmaların Biyolojisi. Palme Yayınları, No: 532, Ankara.
- Eldor, A.P., 2007. Soil Microbiology, Ecology and Biochemistry. Academic Press, USA.
- Morris, C.E., Bardin, M., Berge, O., 2002. Microbial biodiversity: approaches to experimental design and hypothesis testing in primary literature from 1975 to 1990. Microbial. Mol. Biol. Rev. 66. 592-616.
- Sylvia, D.M., Fuhrmann, J.J., Hartel, G.H., Zuberer, D.A., 1998. Principles and Applications of Soil Microbiology. Prentice Hall, Inc., Simon&Schuster/ A Viacom Company, New Jersey.



TOPRAK BİLİMİ ve BİTKİ BESLEME DERGİSİ



Toprak Kirliliği

Ayten Karaca *, Oğuz Can Turgay

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

GİRİŞ

Toprak, gezegenimizi oluşturan hava su ve kara bileşenleri arasında yer alan ve insan ve diğer canlıların yaşamında temel teşkil eden çok önemli bir kaynaktır. Bir küp şeker büyüklüğündeki toprak parçası içinde dahi mikroskopik boyutta binlerce canlı yer almaktadır. İnsan ve pek çok canlının yaşamsal ihtiyaçlarını karşılaması açısından toprağın en önemli bölümü yüzey toprağıdır. Bu olgunun keşfedildiği ilk günlerden günümüze kadar uzanan süreçte biz insanoğlu toplu olarak barınma, tarımsal ve endüstriyel faaliyet ve rekreasyonel düzenleme gibi amaçlara yönelik olarak karasal ekosistemlerin yüzeyini kaplayan üst toprağı işlemekte ve bazı durumlarda da tüketmekteyiz.

Toprağı nasıl işletiyoruz? En yakın ve uygun örnek tarım. Yaşamımızın vazgeçilmez unsuru olan gıda ihtiyaçlarımızı karşılamak adına tarım ürünleri yetiştirmek zorundayız. Tarım ürünleri yetiştirmek için sistemli olarak toprağı birtakım alet ve ekipmanlar ile karıştırıyor, suluyor ve gübreliyoruz. Neslimizin devamı için bu mesaiyi sürekli gerçekleştirmek durumundayız. Kısacası “tarımsal toprak kullanımı” olarak ifade edebileceğimiz faaliyetler zinciri içinde toprak kaynaklarımızı ürünleri yetiştirmek için üst toprağı sürekli olarak bir atelye gibi işletiyoruz.

Peki toprağı tüketmek ne demek? Çok basit olarak toprağın sahip olduğu fiziksel-kimyasal-biyolojik özelliklerin bir daha ulaşılamayacak şekilde kaybedilmesi olarak ifade edebiliriz.. Geri dönüşümü çoğu kez olmayan bu işgale verilebilecek en uygun örnek yerleşik ve toplu olarak yaşama özelliğimiz ve bu özelliğin getirileri olsa gerek. Ne yazık ki sadece biz insanoğluna özgü gereksinimlerden dolayı toprak kaynaklarımızı giderek artan düzeylerde işgal ediyoruz. Son bir-iki yüzyıldır eski zamanlara kıyasla daha büyük insan kitlelerine uygun yerleşim birimleri ve rekreasyonel alanları yaratıyoruz. Artan nüfus, büyüyen ekonomi ve yükselen lüks-refah düzeyine bağlı olarak bu işgalin ölçeği de büyümüştür. Bundan 50-100 yıl önce hiç telaffuz edilmeyen ve çoğu insanın gözünde canlandıramayacağı “metropol” olgusu bugün birçok ülkede en az bir veya birkaç tane olan ve sadece “şehir-kent” kelimesi ile karşılanamayan “büyük şehir” anlamında kullanılıyor. Bir örnek vermek gerekirse dünyanın en büyük metropolü olarak kabul edilen Japonya'nın başkenti Tokyo'nun nüfusu ülkemiz nüfusunun yarısına yakındır. Dev barajları, santral inşaatlarını ve sadece metropollerin değil küçük ölçekli kentlerin dahi yanbaşında giderek büyüyen toplu sanayi-endüstri bölgelerini de toprak kaynağını tükettiğimiz diğer güncel alanlar olarak sıralayabiliriz.

* Dr. Ayten Karaca, Türkiye Toprak Bilimi Derneği, Toprak Kirliliği Komisyon Başkanı
Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, 06110 Dışkapı, Ankara
Tel : 0 312 5171917 E-mail: akaraca@ankara.edu.tr

Ne yazık ki toprağı tüketmek sadece fiziksel olarak işgal etmekle sınırlı bir olay değıl. Yoğun gübreleme ve ilaçlama gibi tarımsal aktiviteler sonucu toprakta biriken; endüstriyel prosesler sırasında çevreye yayılarak toprağı ulaşan (veya bilinçli olarak toprak koşullarında depolanan) ve ayrıca endüstriyel faaliyetler sırasında meydana gelen kaza ve sızıntılar sonucu toprağı bulaşan birtakım inorganik ve organik kirleticilerden dolayı toprak kaynaklarımız kirlenmekte ve tükenebilmektedir. Toprak kirliliğine neden olan inorganik maddelerin başında ağır metalleri verebiliriz. Ağır metaller biyolojik süreçlerde birikme eğilimi ve yüksek birikme düzeylerinde kanserojen-öldürücü özellik sergileyen elementlerdir. Gübreler ve tarım ilaçları belirli düzeylerde ağır metal içerirler. Diğer yandan endüstriyel faaliyetler sırasında gerçekleştirilen atmosferik deşarjlar ve elde edilen atık maddeler de ağır metal içerirler. Dolayısı ile yüksek gübre ve tarımsal mücadele (ilaçlama) gibi girdilere dayanan geleneksel tarım modeline ve ivmesi giderek artan endüstriyel faaliyetlere sahip ülkelerin toprak kaynaklarında ağır metal birikimine bağılı toprak kirliliğı sorunları görülebilmektedir. Örneğın Japonyada madencilik faaliyetleri sırasında açığı çıkan kadmiyum ağır metalinin içme suyu ve tarım topraklarına bulaşması nedeniyle 1910-70 yılları arasında "itai-itai" olarak bilinen kemik erimesi ve böbrek çalışmazlığı hastalığı toplumu etkilemiştir. Çok yakın zamanda 2010 yılında Macaristanda meydana gelen başka bir çevre felakatinde bir aleminyum fabrikasına ait zehirli atık biriktirme havuzunun yıkılması sonucu içinde kurşun, arsenik, krom kadmiyum gibi ağır metallerin bulunduğu atık çamuru kilometrelerce uzanan bir alana yayıldı. Çamurun kirlettiğı tarım toprakları ve su kaynakları kaybedildi, bölgede bulunan köyler boşaltıldı, yüzlerce hayat bu felaketten büyük ölçüde etkilendi.

Organik kirleticiler ise genellikle petrol ve petrol ürünleri gibi fosil kökenli enerji kaynaklarının işlenmesi ve taşınması gibi aktiviteler sırasında çoğunlukla sızıntı-patlamalar gibi olaylar neticesinde ortaya çıkan hidrokarbonlu bileşikler olarak tanımlanabilir. Petrol kaynakları zengin, petrol işleme-taşıma faaliyetlerinin yoğun olduğu ülkelerde bu tip toprak kirliliğı sorunları yaşanmaktadır. Bir kirletici olarak petrol ürünlerinin etkilerine ilişkin verilebilecek en uygun örnek yine yakın zamanda gerçekleşen, tarihin en büyük çevre felaketlerinden biri olarak kabul edilen Meksika Körfezi petrol sızıntısı vakasıdır. Her ne kadar denizin binlerce metre altında gerçekleşmiş de olsa hergün denize sızan onbinlerce varil petrol hava hareketlerinin etkisi ile ABD kıyı şeridine ulaşmış ve Meksika Körfezindeki canlı yaşamını uzun süre etkileyecek yıkımlara neden olmuştur. Bu tür felaketler ve sonrasında oluşan kirlenmeler şu soruyu akla getiriyor. Acaba insanoğlu kendi eliyle neden olduğu bu yıkımlardan gereken dersleri alıyor mu? Elbette alıyoruz ve almak zorundayız. Çünkü toplumların ülke kaynakları tükenirse gidecek başka bir ülkeleri yok. Bu tabloya biraz daha uzaktan bakıldığında görünen o dur ki gidilebilecek başka bir dünya da mevcut değıl.

Geçmişte yaşanan ve yaşamakta olduğumuz çevre kirliliğı felaketeri, içinde bulunduğumuz yüzyılın başından itibaren gelişmiş ve gelişmekte olan toplumlarda "toprak-su kaynakların sürdürülebilir kullanımı ve yönetimi" gibi ulusal-uluslararası çevre politikalarına yön veren yeni kavramların yaratılmasına vesile olmuştur. Sürdürülebilir toprak kullanımını gerek tarım gerekse doğal alanları oluşturan toprakların sahip oldukları vasıflarda bir eksilme ya da değer kaybı olmaksızın uzun sürelerde (geleceğe yönelik) kullanımı olarak tanımlanabilir. Söz konusu şartları sağlamak amacı ile gerçekleştirilen uygulamalar ve alınan önemlerin bütünü ise "sürdürülebilir toprak yönetimi" olarak ifade edilebilir.

Toprak kaynaklarının sürdürülebilir yönetimi sadece gıda zincirine temel teşkil eden tarım toprakları veya doğal bitki örtüsünün üzerinde geliştiğı orman-çayır-bozkır-sulak alan toprakları ile sınırlı değıldir. Yoğun tarım ve endüstri etkisi altında olan topraklara da "sürdürülebilir yönetim" düşüncesi uygulanabilir. Çünkü yapılan pekçok bilimsel çalışma insanoğlu aktiviteleri sonucu kirlenerek önceki vasıflarını kaybetmiş veya kaybetme eğiliminde olan toprakların birtakım uygulama ve önlemler sonrasında geri kazanılabileceğini göstermiştir. Bilimsel çalışmalardan elde ettiğimiz bir diğer önemli saptama da çok basit olarak "iyileştirme" olarak ifade edebileceğimiz bu uygulama ve önlemler dizisinin belirli bir zaman aralığında programlı bir şekilde gerçekleştirilmesi halinde başarı sağladığıdır. Dolayısı ile sürdürülebilirlik düşünce modelini kirli topraklar üzerine uyguladığımızda ulaşacağımız yeni kavram "kirlenmiş olan toprak ve su kaynaklarının yönetimi" dir.

Günümüzde kirli toprakların yönetimi konusu çevre bilincinin önemli bileşenlerinden biri haline gelmiştir. Çünkü sahip olduğumuz toprak kaynağı potansiyelini arttıramayacağımız için mevcut olanı korumak ve gelecek nesillere güvenle emanet etmek açısından izlenebilecek yegane yöntemdir. Bu açıklamaların ışığında bu bölümde toprak kirliliği ve kirli toprakların yönetimi konuları işlenmiştir.

TOPRAK KİRLİLİĞİ KAVRAMI

Toprak kirliliği, genel bir tanımla, insan etkinlikleri sonucunda, toprağın fiziksel, kimyasal, biyolojik ve jeolojik yapısının bozulmasıdır. Toprak kirliliği, yanlış tarım tekniklerinin uygulanması, yanlış ve fazla gübre ile tarımsal mücadele ilaçlarının kullanımı, atık ve artıkları, zehirli ve tehlikeli maddelerin toprakta birikmesi sonucunda ortaya çıkmaktadır.

Pek çok kimyasal madde içeren pestisitlerin su ve toprak kirlenmesinde önemli payı vardır. Bunlar, besin zincirinde daha ileri organizmalara geçtikçe, her aşamada giderek artan oranda yoğunlaşır ve giderek zincirin son halkasını oluşturan etçillere önemli zararlar verir. Yani zararlı kimyasal maddeler, basit organizmalarda çok küçük miktarlarda bulunur, bu organizmalar daha karmaşık organizmalarca yendikçe yoğunlaşır; otçulları yiyen etçillere ulaştığında ise zararlı boyutlara ulaşmıştır. Özellikle şahin, atmaca, kartal gibi yırtıcı kuşlarda ve pelikan, karabatak gibi balıklarla beslenen kuşlarda zararlı ilaçlarının olumsuz etkileri gözlenmiştir. Pek çok böcek türü bu maddelere bağışıklık kazanmış durumdadır; ayrıca, kalıtım yoluyla sonraki kuşakların zehirli ilaçlara karşı direnci artmaktadır. Öte yandan bu kimyasal maddelerin sürekli olarak kullanılması, bazı bölgelerde de önceden bulunmayan zararlı topluluklarının türemesine yol açmıştır. Bunun başlıca nedeni, tarım ilaçlarının, otçul böcek popülasyonunu denetim altında tutan etçil böcekleri yok etmesidir.

Aşınma sonucu biriken tortullar, toprağın bozulmasına ve suların bulanıklaşmasına yol açan bir başka etmendir. Tortul üretimi, orman ve tarım alanlarının kötü kullanımından kaynaklanan ve giderek boyutları büyüyen bir sorundur. Madencilik ve inşaat etkinlikleri de bu alanda rol oynar.

Tarımsal ve mineral atıklar, yeryüzündeki toplam katı atıkların önemli bir bölümünü oluşturmakla birlikte, kirleticiler olarak görece daha az zararlıdır. Bunun başlıca nedeni de, yerleşim bölgelerinden ve sanayiden kaynaklanan atıklar gibi belli noktalarda yoğunlaşmış olmayıp daha geniş alanlara yayılmalarıdır.

Hayvan dışkı ve mezbahalardan gelen atıklar, toprak kirlenmesinin en önemli kaynaklarından. Sığır, domuz, koyun ve tavuk gibi çiftlik hayvanları, toplam insan nüfusundan 1000 kat daha çok dışkı üretir. Geçmişte besin maddeleri, otlak ya da çiftlikteki hayvanların aracılığıyla yeniden toprağa dönerken, günümüzde kullanılan yenilikler bu atıkların belli alanlarda yoğunlaşmasına neden olmaktadır.

Mineral katı atıkların başlıca kaynağı, madencilik etkinlikleri ve ilgili sanayilerdir. Özellikle açık kömür işletmeciliğinin yol açtığı kirlenme, akarsuları ve akaçlama havzalarını etkilediği gibi, toprağın da kırılaşmasına yol açmaktadır.

Topraklar kirli hava ve suyun taşımış oldukları unsurlar tarafından kirlendiği gibi, tarımsal uygulamalar ve endüstriyel aktivitelerle de yaygın veya yerel ölçeklerde nitelik değiştirmektedir.

Endüstri uğraşları sırasında meydana gelen su ve hava kirlilikleri kimyasal yollarla toprağa karışma eğilimindedir. Bunun yanı sıra çeşitli endüstri artıklarının fabrikalar yöresinde veya daha açıkta bir yere yayılması alışıla gelmiş bir uygulamadır. Şeker endüstrisi gibi bazı endüstri kollarında toprağın üstüne atılan posa maddesi oluşmaktadır. Bakır işletmeciliği, mermercilik gibi bazı uğraşlar da önemli derecede kirleticiliğe sahiptir. Endüstriyel faaliyetler, termik santraller, egzoz ya da ısınma kökenli kirleticiler gazların yol açtığı hava kirliliği toprağın ekolojik yapısına etki etmektedir. Termik santraller, kömür, akaryakıt veya gaz gibi fosil yakıtların yakılması yolu ile ısıtılan suyun çıkardığı buhar basıncından yararlanarak enerji üreten fabrikalardır. Türkiye’de bulunan bol fosil kaynaklı yakıt, düşük kaliteli ve çok yüksek derecede kirliliğe yol açan linyittir. Türkiye linyit bakımından zengin bir ülke olduğundan, ülke için enerji üretiminin belkemiğidir. Ancak bu kömürün kullanımı sonucu yüksek miktarlarda kükürt

oksitler (SO_x), azot oksitler (NO_x), karbon monoksit (CO), ozon, hidrokarbonlar, partikül madde (PM) ve kül meydana gelmektedir. SO_x ve NO_x gazları asit yağmurlarının oluşumunda temel sorumlu gazlardır. Havaya verilen zehirli gazların neden olduğu asit yağmurları, toprağı kirletmektedir. Asit yağmurları, toprağın kimyasal yapısı ve biyolojik koşulları üzerinde etkide bulunarak, bu topraklar üzerinde yetişen bitkilere zararlı olmaktadır. Toprağı erişen sülfürik asit, toprak çözeltisinin asitliğini yani aktif hidrojen iyonlarının yoğunluğunu arttırmaktadır. Miktarı artan hidrojen iyonları, toprağın koloidal kompleksleri olan kil mineralleri ve humus kolloidleri tarafından tutulmakta olan başta Ca olmak üzere K, Mg ve Na gibi bitki besin elementlerinin yerine geçerek, bu elementlerin topraktan taban suyuna karışmak üzere yıkanmalarına neden olmaktadır. Ayrıca kirletici gazların içinde bulunan partikül maddelerin taşıdığı ağır metaller ve elementler ile havaya karışan radyoaktif atıklar da toprağı ulaşmakta ve toprakta radyasyon kirliliğine neden olmaktadır. Hammaddesi toprak olan sanayi türlerinin toprağı olumsuz etkisi bulunmakta, toprak kaybına neden olmaktadır. Tuğla ve kiremit endüstrisi hammadde olarak arazi yüzeyindeki 40-50 cm'lik en verimli toprakları kullanmaktadır. Geriye kalan kısmın arazi yapısı bozulmakta, tarıma elverişli olma özelliğini de kaybetmektedir.

Kentleşmenin yoğun bulunduğu bölgelerde toprak niteliği hissedilir ölçüde bozulmaktadır. Bunda arazinin kötü kullanılması, inşaat tekniklerinin kirliliğı, alt yapı yetersizlikleri dolayısıyla kirlı su ve kanalizasyonun toprağı karışması ve çöp birikmesi rol oynamaktadır. Kent çevresinde toprak kirliliğıne yol açan diğeri bir konu da hava kirliliğıdir. Gerek kentin ısınması sırasında bacalardan çıkan zehirli gazlar, gerekse taşıtların egzoz gazları yoğunlaşarak toprakla kaynaşmakta ve topraktaki canlı yaşamı öldürmektedir. Kent çevresinde toprak kirliliğıne yol açan en önemli nedenlerden birisi de fosseptik yöntemiyle kent artıklarının toprakta biriktirilmesidir. Bu yolla yoğunlaşan kirlilik, toprağın daha derin tabakalarına sızarak yer altı sularını da kirletmektedir.

Tarımsal faaliyetin çevre üzerine etkisi; toprak işleme, sulama, münavebesiz ekim ve bilinçsiz girdi kullanımı nedeniyle farklı şekillerde ortaya çıkabilmektedir. Artan nüfusun beslenmesine yönelik "yeşil devrim" sıçramasında, verim artışını sınırlayan en önemli etkenlerden su eksikliği veya su stresini giderme yöntemleri, ilkel tekniklerden gelişmişliğe doğru çok hızlı bir atılım göstermiş ve sulama, yüksek girdili tarımsal yöntemler içerisinde çok özel bir öneme sahip olmuştur. Sulama, kurak ve yarı kurak bölgelerde yüksek tarımsal verim ve kalite açısından oldukça büyük öneme sahiptir. Ancak yanlış sulama uygulamaları sonucunda ciddi boyutlara ulaşabilen çevresel sorunlar ortaya çıkmaktadır. Taban suyu yükselmesi, tuzluluk, gübre ve pestisit kalıntılarının sulama suyuyla derine inmesi, sulamadan dönen suların tuz konsantrasyonlarını artırarak yeraltı ve yerüstü sularına karışması, iz elementlerin su kaynaklarında birikmesi, toprak erozyonu ve bu sulardan yararlanan canlılar (bitki, hayvan ve insan) üzerinde hastalık ve zararların oluşması, yanlış sulama uygulamalarından kaynaklanan temel çevre sorunlarıdır. Tarımsal üretimde bilinçsiz ve aşırı miktarda kullanılan kimyasal gübre ve pestisitler çevre üzerinde olumsuz etkiler yaratmaktadır.

Genelde, bütün pestisitler kullanıldıklarında az veya çok toprağı karışırlar ve toprağı kirletirler. Pestisitler, toprakta bir taraftan yer altı suyuna doğru ilerlerken, diğeri taraftan karbondioksit, metan ve su gibi daha az zehirli yada zehirsiz bileşenlere indirgenmektedirler. Pestisitlerin yarılanma ömrü kısaldıkça, parçalanması hızlanır ve önemli bir kısmını yer altı suyuna ulaşmadan daha yolda kaybeder. Bunun tersi olduğunda ise, pestisitlerin önemli bir kısmının yer altı suyuna ulaşması ve ulaştığı yerdeki kaynağı kirletmesi muhtemeldir. Diğeri taraftan, katyonik özelliklere sahip pestisitler toprakta kuvvetlice sorbe edilerek bu kimyasalların topraktaki hareketleri azaltılır. Dolayısıyla, katyon özelliğı taşıyan pestisitlerin yer altı suyunu kirletme riski nötr veya anyon özelliğı taşıyan pestisitlere göre daha düşüktür. Zira mücadele kullanılan teknikler insan ve çevre sağlığı açısından özel bir öneme sahiptir. Genel olarak bitki hastalık ve zararlılarıyla, zamanında ve doğru mücadele yapılmadığında ürün kaybı olduğü bilinmektedir. Bu kaybı önlemek için en fazla kullanılan yöntemler arasında, kimyasal mücadele gelmektedir. Ülkemizde polikültür tarımın yapıldığı özellikle Akdeniz ve Ege Bölgeleri'nde yoğun düzeyde pestisit kullanılmaktadır.

Gübrelemenin çevre üzerine olan etkileri; toprak, su, hava ve bitki kalitesi üzerindeki olumsuzluklardır. Gübrelemenin toprak üzerindeki etkisi; toprak reaksiyonu, strüktürü bozma, toprak

canlıları yok etme ve topraktaki toksik maddelerin zenginleşmesidir. Ülkemizde özellikle azot ve fosfor içeren gübreler önemli miktarlarda tüketilmektedir. Gübrelemenin yüzey suları ve içme suları üzerine olumsuz etkileri en çok azotlu ve kısmen de fosforlu gübrelerin dengesiz bir şekilde kullanımından kaynaklanmaktadır. Gübreleme ile sulara karışan veya bitki bünyesinde birikebilen nitrat, çevreyi kirletici ana unsurdur. İçme suları 20 mg/kg'dan daha yüksek düzeyde nitrat azotu içermemelidir. Bu sınır değeri, yoğun gübrelemenin yapıldığı yerlere yakın su kaynaklarında ve yüksek infiltrasyon kapasitesine sahip hafif yapılı topraklarda oluşan yüksek azot kayıpları ile aşılabilmektedir. Bu nedenle pek çok Avrupa ülkesinde yeraltı suları koruma bölgelerinde azotlu gübreleme kısıtlanmaktadır. Gübrelemenin hava üzerine olumlu ve olumsuz etkileri olabilmektedir. Gübreleme, fotosentezle serbestlenen oksijen sayesinde atmosferdeki oksijen miktarını artırmaktadır. Bu yolla, tahıl üretiminde bir yılda bir hektarlık alanda üretilen oksijen miktarı 12 tona çıkmaktadır. Tarımsal alanlarda bu şekilde oksijen üretimi ormanlara veya ekilmeyen arazilere oranla daha yüksektir. Burada bitkilerin karbondioksit alımına bağlı olarak havanın zehiri de azaltılmaktadır. Ancak gübrelemenin atmosfer havasını iyileştirici etkisine karşılık, artan azotlu gübre kullanımı havayı olumsuz etkileyen amonyak ve azot oksit çıkışlarına neden olabilmektedir. Artan azotlu gübre kullanımı ile artan miktarlarda atmosfere geçen diazot monoksit gazı ozon tabakasının parçalanmasını teşvik etmektedir. Aşırı azotlu gübreleme sonucu bitki dokularında önemli oranda nitrat ve nitrit birikimi görülmektedir. Bu azot formlarının bitkide birikimi, bu bitkilerle beslenen insan ve hayvanlarda önemli sağlık sorunlarına yol açabilmektedir.

Toprakların fosforlu gübrelerle kirlenmesi azotlu gübrelerden daha büyük boyutlardadır. Nitratla kıyaslandığında fosfatlar toprak profili içinde düşük hareketliliğe sahiptirler. Bu nedenle derin katlardaki taban suyunda fosfat zenginleşmesi, nitrat kadar fazla değildir. Topraklar özellikle fosfat iyonları için mükemmel bir filtre görevi yaparlar. Yalnız; fosforlu gübrelerin bileşiminde bulunan Cd metali tehlike oluşturmaktadır. Toprakların Cd gibi ağır metallerce kirlenmesinde daha büyük bir tehlike vardır. Çünkü bu elementlerin topraklara bulaşması ve birikmesi geri dönüşümsüz niteliktedir. Fosforlu gübrelerin yapısında bulunan Cd aşırı gübre kullanımına bağlı olarak toprakta birikmektedir. Tarımsal alanlara fosforlu gübreler ile Cd girişini azaltabilmek için çeşitli alternatifler aranmaktadır. Bunlardan birisi Cd içeriği daha az olan volkanik orijinli ham fosfat kayalarının gübre üretiminde kullanılmasıdır. Diğerisi ise sedimenter kaynaklı ham fosfat materyalinin ve gübre üretiminde kullanılan fosforik asitin Cd içeriğinin azaltılmasıdır. Cd içeriği düşük volkanik orijinli ham fosfat yataklarının sadece Rusya ve Güney Afrika'da olması bu tür ham maddeye sahip ülkelerin monopol oluşturmaya ve fiyatların aşırı yükselmesine neden olacaktır. Fosforlu gübrelerin üretimi esnasında ham fosfat kayasında bulunan Cd'un %70-80'ni gübreye geçmektedir.

Aritma çamuru; atık suların uygulamaları sonucunda elde edilmiş kuru bir ara üründür. Su ile birlikte taşınan kirlenici unsurların yoğun biçimde toplandığı ve "arıtma çamuru" olarak tanımlanan katı maddelerin işlenmesi ve çevreye en az zarar verecek biçimde uzaklaştırılması en az atıksu arıtımı kadar önem taşımaktadır. Atık çamurların kullanılması ve uygulanmalarında ki son durum, tarımsal ve kentsel alanlarda araziye uygulanmalarıdır. Tarım topraklarında gerek gübre olarak gerekse bunların depolanmasını sağlamak amacıyla kullanılmasında toprak kirliliğine sebep olduğu gözlemlenmiştir.

Petrol vb. ürünlerin kullanımı esnasında geri kazanımı oldukça zor olan hava-su toprak kaynakları hızla kirlenmektedir. Karasal çevrelerde sorun yaratan en önemli petrol kirliliği sondaj sonrasında rafine etme, depolama ve taşıma gibi aşamalarda sızıntı, patlama ve kazalar yolu ile çevreye petrol bulaşmasıdır. Petrol öncelikle toprağın içindeki gözenekleri doldurarak bitki kökleri ve yüzeye yakın katmanlarda yaşayan toprak canlıları için gerekli olan hava giriş-çıkışını engeller. Ayrıca toprağın yapısında bulunan kil ve humus toprağa dahil olan maddeleri adeta bir filtre gibi geçici veya sürekli olarak tutma görevi görür. Petrol ve türevleri kil ve humus yüzeylerini tamamen kaplayarak toprağın bu doğal filtrasyon özelliğini ortadan kaldırır. Bu değişimlere bağlı olarak toprağın fiziksel niteliklerinde kayıplar meydana gelir. Yapısında yüksek molekül ağırlıklı bileşenler bulunan petrol ve benzeri ürünler suda çok düşük çözünürlük gösterirler. Böylece toprağa su girişini ve toprakta mevcut olan suyun hareketini de engeller ve bu nedenle toprakta yaşamın sürekliliği için gereken besin maddelerinin

taşınması işlevi sekteye uğrar. Böylece fiziksel nitelik kaybına ek olarak toprağın kimyasal özelliklerinde de bir zararlanma meydana gelmektedir. Ayrıca ham petrol polisilik aromatik hidrokarbonlar, benzen ve türevleri, siklo-alkan zincirleri gibi oldukça yüksek konsantrasyonlarda birçok öldürücü bileşik içerir. Bu nedenle petrol ve yan ürünlerinin doğal kaynaklara karıştığı veya bulaştığı durumlar her zaman kritik çevre ve sağlık sorunlarına neden olmuştur.

Petrol vb ürünlerin çıkarılması, işlenmesi ve taşınması sırasında meydana gelen sızıntı ve kazalara bağlı toprak kirliliği sorunları Ülkemizde de yaşanmaktadır. Türkiye’de petrol ve yan ürünlerinden kaynaklanan kirlilikle ilgili kaygılar önceki yıllarda deniz kirliliği üzerinde olmuştur. Yıllarca İstanbul be Çanakkale Boğazlarından büyük gemilerle geçirilen petrol ürünleri büyük bir risk oluşturmıştır. Mersin, İskenderun ve Antalya limanları petrol taşımacılığı açısından deniz trafiğine maruz kalan diğer bölgelerimizdir. Akdeniz’in en geniş sığ alanı İskenderun Körfezidir. Mersin’deki petrol rafinerisi ve İskenderun Körfezi’ndeki iki adet petrol boru hattı terminali petrole bağlı kirlilik olayları açısından risk taşıyan önemli unsurlardır.

TOPRAK KİRLLENMESİNDE SINIR DEĞERLER VE KALİTE SINIFLARI

Kirlenmenin hangi boyuttan sonra insan veya çevre sağlığına zararlı olacağı ve dolayısı ile ıslahın hangi temizlik mertebesine erişmesinin gerekli olduğu halen yoğun bir araştırma ve tartışma konusudur. Risk değerlendirilmesi, araştırmaların ve alınan kararların önemli bir parçası haline gelmiştir. Çoğunluğu gelişmiş olan ülkelerin resmi çevre organları toprakta kirlletici maddeleri ve bu maddelerin toprakta bulunması emniyetli olan konsantrasyonlarını (ıslah hedeflerini) listeler halinde hazırlamışlardır (U.S EPA, 1995). Bu listelerde gözüken büyük ölçüdeki değişkenlikler ve değerlendirmede uygulanan yöntemlerdeki farklılıklar bu konunun çok karmaşık ve halen gelişmekte olduğunu göstermektedir.

Dünya çapında toprak kirlletici konsantrasyonları ile ilgili herhangi bir standart oluşturulmamıştır ve oluşturulması da mümkün gözükmemektedir. Kirlletici maddelerin taşınması ve bu maddelere zaman içinde ne olduğu yoğun araştırma konularıdır. Veri tabanlarında ve modellemede halen büyük eksiklikler bulunmaktadır. Sorulan sorulara ve alınması gereken kararlara yönelik soruların cevabı kolay olmayacaktır. Her projenin detaylı bir inceleme, değerlendirme ve fayda-maliyet analizi gerektireceği gözükmemektedir. Kirlenmiş toprakta bulunan maddeler yakındaki bir yüzeysel suyun veya yeraltı suyunun kalitesini etkileyecek ise (belirlenmiş kaliteyi korumak için konulmuş sınır değerlerin aşılması), bu kirlleticilerin taşınması kontrol altına alınmalı veya kirlenmiş zemin gereken seviyeye kadar temizlenmelidir.

TÜRKİYE’DE TOPRAK KİRLİLİĞİNİN TARİHÇESİ

Türkiye, çok çeşitli jeolojik yapı, iklim, bitkisel, örtü ve topoğrafik yapı nedeniyle çok farklı toprak gruplarına sahip, ender ülkelerden biridir. Ülkemiz nüfusunun az olduğu cumhuriyetin ilk yıllarına ait dönemlerde kurala uygun olarak I-IV ncü sınıf araziler işlenmekteydi. Özellikle II. Dünya savaşından sonra artan mekanizasyona bağlı olarak mer’a ve ormanlardan açılan araziler işlenmeye başlanmıştır. 1934 yılında 11.677.000 hektar olan tarım arazisi, bu gün 27.699.000 hektara ulaşmıştır. Bu durum bir yandan erozyonu arttırırken diğer taraftan mer’aların azalmasına ve buna bağlı olarak hayvancılığı olumsuz yönde etkilemiştir. Bu gün yurdumuzun toprakları işlenebilir yada tarıma açılabilir toprak kaynağı kalmamış 19 dünya ülkesinden biridir. Ülkemiz topraklarını toprak kirliliği açısından değerlendirdiğimizde; 1970’li yıllardan itibaren başlayan sanayileşme ve sanayileşmeye bağlı hızlı nüfus artışı ve kentleşme verimli tarım arazilerinin hızla yok olmasına neden olmuş ve son 25 yılda binlerce hektar verimli tarım toprağının geri kazanılmayacak bir biçimde kullanım biçimini değiştirmiştir. Son yıllarda gizli erozyon olarak adlandırılabilen en az rüzgar ve su erozyonu kadar tehlikeli olan ve gerektiği kadar önemsenmeyen bu olgu hızla sanayileşen ülkemizde bütün verimli toprakları tehdit eder duruma gelmiştir. Türkiye’de sanayinin bölgesel olarak belli yörelerde yoğunlaştığı görülmektedir.

1.Bölge: İstanbul, Kocaeli, Bursa, Sakarya

2.Bölge: İzmir, Balıkesir, Aydın Manisa, Muğla Antalya

3.Bölge: Ankara, Eskişehir, Konya

18

4.Bölge: Adana, Mersin, Hatay, Gaziantep

Bu bölgelerde hızlı bir şekilde sanayi kaynaklı toprak kirliliği görülmektedir.

Ekonomik gerekçeler ve insanların yüksek gelir elde etme isteği sonucu tarım arazileri amaçları dışında kullanılarak (sanayileşme, kentleşme vb.) elden çıkmıştır. Öte yandan kurulan bu tesisler yakın çevre arazileri için önemli kirleticilerle kaynakları oluşturmaktadır. Gerek tarla ziraatı gerekse son yıllarda artan örtü altı yetiştiriciliğinde ürün miktarı ve kalitesini arttırmak için kullanılan gübre, pestisit, hormon vb kirleticiler önem taşımaktadır. Kirlenmiş suların tarımsal sulamada kullanılması sonucu kirleticiler (mikrobiyolojik, ağır metaller vb) toprak bünyesine geçmektedir (Gediz ovasındaki bor kirliliği gibi).

Türkiye’de tarımın en önemli girdilerinden olan gübre üretimi, planlı dönemle birlikte öncelikli teşvik edilen sanayi olmuş, zamanla hızla gelişerek belirli bir potansiyel ve teknoloji düzeyi ile iç ve dış pazarda rekabet gücüne sahip konumdadır. Ülkemizde 1985-2008 yılları arasında kimyasal gübre üretimi, fiziki toplam olarak 2.961-3.811 milyon ton arasında değişerek ortalama 3.342 milyon ton, etkili bitki besin maddesi (BBM) ilkesine göre ise 1.110-1.430 milyon ton arasında değişerek ortalama 1.255 milyon ton olarak gerçekleşmiştir. Tarım yapılan alanlarda bilinçsizce uygulanan gübreler ve tarım ilaçları doğrudan toprak kirliliğine sebep olmaktadır. Yukarıda belirtilen miktarlarda yapılan gübre üretimi ve ithal edilen miktarlarda düşünülünce yoğun ve bilinçsiz yapılan tarımsal faaliyet sonucu topraklarımız kirlenmektedir.

Türkiye’de toprak kirliliği ile ilgili pek çok kanun ve yönetmelik ilgili bakanlıklar tarafından çıkarılmış, 08.06. 2010 Tarih ve 27605 Sayılı Resmi Gazete’de "Toprak Kirliliğinin Kontrolü ve Noktasal Kaynaklı Kirlenmiş Sahalara Dair Yönetmelik" yayımlanmış olup 31.05.2005 tarih ve 25831 sayılı Toprak Kirliliğinin Kontrolü Yönetmeliği yürürlükten kaldırılmıştır. Toprak kirliliğinin önlenmesi, kirlenmenin mevcut olduğu veya olması muhtemel sahaların ve sektörlerin tespiti, kayıt altına alınması, kirlenmiş toprakların ve sahaların temizlenmesi ve izlenmesine ilişkin teknik ve idari usul ve esasları kapsayan bu yönetmelikle ilgili en büyük sorun uygulamaya yöneliktir. Yönetmelikte yer alan kavram ve uygulama yöntemleriyle ilgili başta Şehircilik ve Çevre Bakanlığı personeli olmak üzere konuyla ilgili kişilerin eğitilmeleri zorunludur.

Sonuç olarak; toprak kaynaklarının mümkün olan en iyi şekilde korunması, kullanımı ve sürdürülebilir yönetiminin sağlanması gerekmektedir. Bu amaç doğrultusunda, arazi ve doğal kaynaklarla ilgili planlama, uygulama, değerlendirme, kontrol, izleme ve eşgüdüm mekanizmaları güçlendirilmeli; tarım ve orman arazilerinin amaç dışı kullanımı engellenmeli; ormanlaştırma, yeniden ormanlaştırma, erozyon kontrolü ve çayır/mera ıslahı için gerekli finansman sağlanmalıdır. Toprak kirliliğinin ulusal düzeyde tespiti için envanter çalışması oluşturulmalı, belirlenen alanların kayıt edilmesi, izlenmesi ve iyileştirme çalışmaları yapılması gerekmektedir.

Türkiye’de Toprak Verimliliğinin Gelişimi ve Tarihçesi

Dilek Anaç *, Bihter Çolak Esetlili

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

GİRİŞ

Türkiye’de tarım öğretiminin tarihsel gelişiminin çok eskilere dayandığı bilinmektedir. Ülkemiz tarımının gelişiminde yetkin kurumlardan biri olan Tarım Bakanlığı, Osmanlı İmparatorluğu’nun Devlet Teşkilatı içerisinde Tanzimat-ı Hayriye’nin ilanını izleyen dönemde “Ziraat Nezareti (Tarım Bakanlığı)” adı ile yer almış ve Mutlakiyet, Meşrutiyet ve Cumhuriyet dönemlerinde bazen isim değiştirerek, bazen başka bakanlıklarla birleştirilerek, kimi zaman da ayrılarak veya kapatılıp tekrar kurularak günümüze kadar çeşitli evreler geçirmiştir. Türkiye’de yaşanan tarımsal gelişim serüveni, 1846 yılında kamu hizmetlerinin örgütlenmesi ile başlamış, aynı yıl tarımsal araştırma ve eğitim amaçlı olarak kurulan İstanbul-Yeşilköy Ayamama Çiftliği Tarım Yüksekokulu ile devam etmiştir. Ancak Grignon Yüksek Ziraat Mektebi örnek alarak tasarlanan ve matematik, geometri, coğrafya, fizik, yol ve köprücülük, anatomi, hayvan hastalıkları, botanik ve bağ-bahçe, tarla ziraatları, şekerçilik, ipekçilik, zootekni gibi derslerin okutulduğu yüksekokulun eğitim serüveni iki yıl sürebilmiş ve kısa bir süre içerisinde kapatılmıştır (Mağden, 1959).

Öndokuzuncu yüzyılın sonlarına gelindiğinde, Türkiye’de tarımın geliştirilmesi amacıyla bilimsel çalışmaların yapılması ve bu çalışmaların sürdürülebilirliğini sağlamak için ziraatçıların yetiştirilmesi gündeme gelmiştir. Bu nedenle 1891 yılında Halkalı Ziraat Yüksek Okulu açılmış ve aynı dönemde farklı illerde pek çok ziraat mektepleri kurulmuştur. 1928 yılına kadar eğitim ve öğretimini sürdüren Halkalı Ziraat Yüksek Okulu’nun kapatılması ile 1930 yılında Ankara Yüksek Ziraat Okulu açılmış ve üç yıl sonra da Yüksek Ziraat Enstitüsü’ne dönüştürülmüştür (Eriş, 2002). Cumhuriyet’in 10. yılında Atatürk’ün direktifleriyle kurulan ve 30 Ekim 1933 tarihinde öğretime açılan Yüksek Ziraat Enstitüsü’nün yapısı, Halkalı ve Ankara Yüksek Ziraat Okullarından çok farklı olarak tarımın modernleştirilmesi ve problemlerin bilimsel çözümlerinin sağlanması için Ziraat Yüksek Mühendislerinin yetiştirilmesine yönelik olmuştur. Ziraat, Orman, Veteriner, Tabii İlimler ve Ziraat Sanatları Fakültelerinin de yer aldığı bu enstitünün eğitim ve öğretim sistemi, ilk iki yarıyılı kapsayan 10 aylık sürekli bir staj ve 8 yarıyıl, yani 4 yıllık genel ziraat eğitimi esasları ile oluşturulmuştur.

Yirminci yüzyılın başlarında üretimin arttırılmasına dayalı verimlilik tanımlamaları yapılmaktayken, İkinci Dünya Savaşı sonrasında ise sadece üretimin yeterli olmadığı, aynı kaynaklarla

* Dr. Dilek Anaç, Türkiye Toprak Bilimi Derneği, Toprak Verimliliği, Gübreleme ve Bitki Besleme Komisyon Başkanı

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

Tel : 0 232 3889203

E-mail: dilek.anac@ege.edu.tr

Anaç, D., Çolak Esetlili, B. 2012. Türkiye’de Toprak Verimliliğinin Gelişimi ve Tarihçesi. *Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Dergisi*. 1(1), 20 - 22.

hem daha verimli ve hem de daha kaliteli ürün alınmasının gerekliliği üzerinde durulmaya başlanmıştır. Bu dönemde daha fazla araştırmanın yapılabilmesi ve tarımsal verimliliğin arttırılabilmesi amacıyla Yüksek Ziraat Enstitüsü'nde de yeni yapılandırmaya gidilmiş ve 1946 yılında çıkarılan 4936 sayılı yasa ile Türkiye üniversitelerine özerklik verilerek İstanbul, İstanbul Teknik ve Ankara Üniversiteleri kurulmuştur. Yüksek Ziraat Enstitüsü ise 1948 yılına kadar öğretimine devam etmiş ve bünyesinde bulunan Ziraat ve Veteriner Fakülteleri Ankara Üniversitesine, Orman Fakültesi ise İstanbul Üniversitesine bağlanmıştır. Enstitü bünyesindeki Tabii İlimler Fakültesi Fen Fakültesi, Ziraat Sanatları Fakültesi ise Ziraat Fakültesi olarak biçimlendirilmiştir. Yeni düzenlemeler ve farklı disiplinlerle Ankara Üniversitesi bünyesi içinde kurulan Ziraat Fakültesini, 1955 yılında Ege, 1958 yılında Erzurum, 1967' de Çukurova Üniversiteleri içersindeki Ziraat Fakülteleri takip etmiştir.

Toprak verimliliği konusunda denemelerin kurulması ve bilimsel çalışmaların yapılması amacıyla Tarım Bakanlığı'na bağlı olarak 1932 yılında "Eskişehir Kuru Ziraat Deneme İstasyonu" kurulmuştur. Çukurova Bölgesinde ise sulu tarım olanaklarının incelenmesi amacıyla, 1947 yılında Ceyhan, Seyhan ve Berdan nehirleri arasındaki geniş ovalarda çiftçilerin sulama kültürünü artırmak ve yeniden kurulacak sulama tesisleri için gerekli doneleri temin etmek üzere Tarsus'ta ilk "Sulu Ziraat Deneme İstasyonu" ve bu kuruluşun yapmış olduğu olumlu çalışmalar sonucunda; 1949'da Menemen, 1950'de Kadınhan, 1953'de Çumra, 1955'de Eskişehir Sulu Ziraat Deneme İstasyonları ile 1954'de Ankara Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü faaliyete geçirilmiştir (Anonim, 2011a).

Cumhuriyetin kuruluşunu takip eden ve bilimsel çalışmalarda batıya dönük çabaların harcandığı bu yıllarda, arazilerin mülkiyet ve tasarruf durumu ile tarımsal işletme büyüklüklerinde önemli değişiklikler olmuştur. 1927 ve 1957 yılları arasında orman ve ağaçlık araziler gözle görülür bir şekilde azalmış ve bu alanlar sebzelik, meyvelik, bağ ve zeytinlik arazilerine dönüştürülmüştür. 1927 yılında 1 milyon 751 bin 239 olan çiftçi sayısı, 1957'de 3 milyon 100 bin 850'ye yükselmiştir. Aynı yıllarda ülkemizde kullanılan tarım alet ve makineleri sayısında da çok büyük artışlar gözlemlendiği gibi verimliliğin arttırılması amacıyla birim alana uygulanan gübre miktarında da yükselme tespit edilmiştir.

Adana'da 1924 yılında kurulan ve bugünkü ismi "Pamuk Araştırma Enstitüsü" olan istasyonda ülkemizde ilk kez pamuk yetiştiriciliği ve gübrelenmesi ile ilgili denemeler yürütülmüş, 1939'da ise Evliya tarafından, toprağın yapısı, su çeşitleri, suyun toprakta hareketi, bitki besin elementleri ve bitki besin maddelerinin tayin yöntemlerini anlatan "Toprakta Nebat Gıdaları" isimli ders kitabı çıkarılmış ve bununla birlikte pek çok tarla denemesi ve gübreleme çalışmaları da yapılmıştır (Tanju ve ark., 1981). Verimliliği önemli ölçüde etkileyen tohumluk kullanımı ve ıslahla ilgili çalışmaların da hız kazandığı bu yıllarda toprak verimliliğinin arttırılması ve yüksek miktarlarda kaliteli ürün alınması öncelikli hedef olarak benimsenmiştir.

1960'lı yıllara gelindiğinde toprak örneği alınması ve analiz sonuçlarına göre gübre tavsiyelerinin yapılması konuları ön plana çıkarken, 1970'li yılların başında verimliliğin saptanmasında bitki analizlerinin de önemli olduğu vurgusu yapılmaya başlanmıştır. Toprak ve bitki analiz yöntemleri, gübre kullanımı ve gübrelemeden optimum sonucun alınabilmesi için uyulması gereken önlemler üzerinde durulmuştur. Tarla denemeleri, laboratuvar şartlarında kimyasal analizler yada radyoizotop yöntemleri ile araştırmalar yapılmış ve sonuçlarının Ulusal yayın organları yardımıyla duyurulması amaçlanmıştır. Aynı yıllarda toprak verimliliğinin arttırılması için toprağın yapısının tanımlanmasının önemi üzerinde durulmuş ve bu amaçla toprak genetiği, sınıflandırması ve toprak haritalama yöntemlerinin de geliştirilmesi gerekmiştir. 1965-1971 yılları arasında 1/25.000 ölçekli yarı detaylı toprak haritaları yapılmıştır. Sözü edilen bu haritalar 1982-84 arasında revize edilmesine rağmen günümüz koşullarında gereksinimleri karşılayamayacak nitelikte oldukları için, toprak serileri ile önemli fazları dikkate alınarak, ayrıntılı toprak etüd, haritalama çalışmaları yapılarak yeniden düzenlenmesi gerekliliği vurgulanmıştır (Şenol, 2006).

Birim alandan yüksek ve kaliteli ürün alınımı için gübre kullanımının önemi ile ilgili çalışmaların devam ettiği 1960 ve 1970'li yıllarda gübre tüketimimizin hızlı arttığı, 1980'li yıllarda ise bu artış hızının yavaşladığı hatta 1990'lı yıllarda artışın durduğu bildirilmiştir. Tahıllarda birim alana gübre tüketimi 1973-1977 yıllarında ortalama 3.4 kg/da iken, 1993-1997 yıllarında ortalama 8.1 kg/da'a, sanayi

bitkilerinde birim alana gübre tüketimi ise çok az bir değişim göstererek 13.1 kg/da'dan 13.9 kg/da'a yükselebilmektedir. Birim alana gübre tüketiminin en yüksek olduğu ürün grubu sanayi bitkileri ile sebzeler olarak belirtilmektedir. Günümüzde halen gübrelemenin toprak ve bitki analizlerine dayalı olarak yapılmasının gerekliliği üzerinde durulmaktadır. Devlet tarafından çiftçilere verilen gübre desteklemeleri, bu hedefin gerçekleştirilmesinde etkin bir araç olarak kullanılarak toprak analizlerine dayalı gübreleme programı yaygınlaştırılmalıdır (Kaplan ve ark., 2000).

Tarihsel gelişim süreci içerisinde Devlet'e bağlı kurumlar ile Ziraat Fakülteleri ve Gübre Sektörü arasındaki bağların çok güçlü olmadığı görülmektedir. Aradaki organik bağın güçlendirilmesini sağlayacak problemlerin çözümüne yönelik AR-GE çalışmaları yapılmalı ve çalışmaların karşılıklı destek içerisinde yapılandırılmasına özen gösterilmelidir. Ayrıca yapılan tüm araştırma ve denemelerin sonuçları Ulusal ve Uluslararası yayın organları ile üreticilere duyurulmalıdır. Özellikle Bakanlık teşviki ile zirai yayın organlarının daha aktif çalışması sağlanmalı ve araştırma kurumlarından alınan sonuçların paylaşılması amacıyla bilgi ağının daha genişletilmesi üzerinde durulmalıdır.

Günümüzde doğaya meydan okuyan ve bu konuda kısmen başarılı olan insanoğlu aynı zamanda doğanın yok olma tehlikesiyle de karşı karşıyadır. Giderek artan nüfusun beslenmesi doğal üretimin üzerine çıkma gereksinimini doğurmakta ve bu amaçla her türlü modern tekniğin kullanılması ise insanlığın kendini besleyecek tek kaynağını yitirmesi anlamına gelmektedir (Anonim, 2011b). Küresel kirlenmenin insan ve canlı habitat üzerindeki tehdit edici boyutlarının bilimsel çalışmalarla ortaya çıkarılması ve toprak verimliliği ile bitki besleme tanımlamalarının da tekrar gözden geçirilmesi zorunluluğu ortaya çıkmıştır. Bu amaçla toprak verimliliğinin artırılmasında kullanılan gübrelerin ağır metal ve radyonüklit içeriklerinin belirlenmesi için yasal düzenlemeler oluşturulmalı ve Avrupa Birliği ortak mevzuatı içerisinde yer alan Kimyevi gübre mevzuatı ile ilgili çalışmalar genişletilmelidir.

KAYNAKLAR

Anonim, 2011a. <http://www.khgm.gov.tr>

Anonim, 2011b. Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı, Stratejik Plan (2010-2014), Ankara.

Eriş, A., 2002. Tarım Deontolojisi. Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Notları No: 88, 61s.

Kaplan, M., Aktaş, M., Güneş, A., Alpaslan, M. ve Sönmez, S., 2000. Türkiye Gübre Üretim ve Tüketiminin Değerlendirilmesi. Ziraat Mühendisliği V. Teknik Kongresi, 17-21 Ocak 2000, s: 881-900, Ankara.

Şenol, S., 2006. Toprak Koruma ve Arazi Kullanım Kanunu Sahipsiz Kalmasın, Tarım ve Mühendislik Dergisi, Sayı: 76-77.

Tanju, Ö., Hatipoğlu, F., Başkaya, H.S., Aktaş, M., 1981. Türk Toprak Bilimi Açıklamalı Bibliyografyası 1928-1976, Türkiye Bilimsel ve Teknik Dökümantasyon Merkezi, Ankara.



TOPRAK BİLİMİ ve BİTKİ BESLEME DERGİSİ



Toprak Etüt Haritalama ve Toprak Yönetimi Gerekliliği

Mehmet Ali Çullu *

Harran Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Şanlıurfa

GİRİŞ

Dünyada artan nüfusa gıda sağlamak amacıyla daha geniş toprak kaynaklarına ihtiyaç duyulmaya ve fazla üretim için de topraklar yoğun kullanım altına alınmaya başlanmıştır. Bir yandan da artan nüfusun baskısı sonucunda verimli toprak kaynaklarında bozulmalar ve yapılaşma sonucunda ise alansal kayıplar etkilerini göstermektedir. Toprak kaynaklarına olan ihtiyaçların artması dünyadaki birçok ülkenin topraklarını detaylı olarak haritalayarak, toprakları yeteneklerine göre kullanma gereğini doğurmuştur. Toprak kaynaklarının daha iyi yönetilme ihtiyacının ortaya çıkması toprak biliminin önemini artırmıştır. Türkiye’de toprak bilimi ile ilgili çalışmaların 50-60 yıllık bir geçmişi bulunmaktadır. Toprak bilimcisi ve uzmanlarının yetişmesi sonucunda ülke toprakları hakkında yapılan çalışmalar ivme kazanmış ve Topraksu teşkilatının kurulmasıyla birlikte Türkiye toprakları incelenmeye başlamıştır.

Toprakların verimlilik kapasitelerinin doğru belirlenmesi ve farklı amaçlar için yönetilmesi onların çok yönlü incelenmesine bağlıdır. Haritalama yapılırken, toprak biliminin farklı dalları önemli oranda görev yapar ve bilgiler birleştirilerek sonuca gidilir. Bu nedenle toprak etütleri yapılırken geniş bir bilim kolu büroda çalışmaya başlar, arazide toprakları üç boyutlu tanımlayarak örnekler ve laboratuvar analizleriyle sonuçları birleştirilerek farklı kullanımlar için yorumlar. Toprak etüt ve haritalama çalışması geniş bilgi ve tecrübe isteyen bir bilim alanıdır. Toprak etüt haritalama yapacak etütçünün geniş bilgi ile donatılması zorunlu olmakta ve özellikle toprakların morfolojik özelliklerinin tanımlanmasında yeterli tecrübeye sahip olması için defalarca arazi çalışmasına katılması gerekmektedir.

TARİHÇE

Bütün ülke düzeyinde, 1966-1970 yılları arasında Topraksu uzmanlarınca 1:25.000 ölçekli topoğrafik harita bilgileri ve arazi çalışmaları sonucu alınan veriler kullanılarak ülkenin istikşafi düzeyde toprak haritası tamamlanmıştır. Çalışma 1938 Amerika Sınıflama Sistemine göre yapılmış, haritalama ünitesi olarak büyük toprak grupları ile bunların önemli fazları esas alınmıştır. İstikşafi seviyede yapılan toprak haritaları 1:100.000 ölçekte yayınlanmıştır. Ayrıca 1:200.000 ölçekli 26 Büyük Havzayı kapsayan raporlarda ve geliştirilmiş haritalarda, yüksek kategorik sınıflama düzeyinde Büyük Toprak Grupları, varsa fazları ile birlikte belirlenmiştir. Bu haritalar, geniş bölgelerde yoğun kullanma ve yerleşime elverişli alanları tanıma ve genel potansiyellerini belirlemek amacı ile yapılmıştır.

* Dr. Mehmet Ali Çullu, Türkiye Toprak Bilimi Derneği, Toprak Genesisi Sınıflandırma ve Haritalama Komisyon Başkanı

Harran Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Şanlıurfa

Tel : 0414 3440072

E-mail: macullu@harran.edu.tr

Çullu, M.A. 2012. Toprak Etüt Haritalama ve Toprak Yönetimi Gerekliliği. Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Dergisi. 1(1), 23 - 25 .

1958 yılında Harvey Oakes, 1938 Amerikan toprak sınıflandırma sistemindeki büyük toprak grupları ve önemli fazlarını esas alarak şematik olarak hazırladığı 1:800000 ölçekli “Türkiye Umumi Toprak Haritası”nı tamamlamıştır. Hazırlanan bu harita, ülkemizde toprak biliminin gelişmesine karşın, kullanılan temel kaynaklar arasında hala yer almaktadır. Bu çalışmadan sonra Türkiye topraklarını sınıflandırarak haritaların oluşturulması ve bu konuda ülke düzeyinde yapılan çalışmaların koordinasyonu görevi yasal olarak mülga Topraksu Genel Müdürlüğü’ne verilmiştir. Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü Toprak ve Su Kaynakları Ulusal Bilgi Merkezi ülke topraklarını Toprak Taksonomisine (1999) göre güncelleştirmiş, 1:1000.000 ölçekli Genel Toprak Haritası ve buna ek olarak toprakları yorumlayan raporları hazırlamıştır.

1974 yılında FAO UNESCO dünya toprakları sınıflandırılarak haritalanmış ve ayrıca 1975 yılında oluşturulan Soil Taxonomy sistemi kullanılarak Türkiye topraklarına sınıflandırılmıştır.

1970 yıllarından sonra toprak etüt haritalama görevi Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü’ne devredilmiş, ancak ülke topraklarının detaylı etüdü ile ilgili geniş çalışmalar yapılamamıştır. Yukarıda da belirtildiği gibi toprak etüdü yapmak geniş bir ekip ve bilgi isteyen bir çalışma koludur. Kurum bünyesinde tecrübeli personelin yetersizliği veya konunun öneminin yeterince anlaşılamamasından dolayı günümüze kadar ülkenin toprak etütleri tamamlanamamıştır. Şu anda mevcut bulunan istikşafi seviyedeki haritalarla ülke düzeyinde planlama yapmak, toprak koruma önlemleri almak ve tarımsal modeller ortaya koymak mümkün değildir. İlk seri seviyesindeki temel haritaları Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü’nce GAP alanında ve bazı araştırma projeleri ile bazı ovalarda tamamlanmıştır. Ülke düzeyinde planlama yapılabilir seviyedeki temel toprak haritalarının eksikliği ve var olanların ise etkin kullanılmayışı verim kayıpları yanında arazi bozunumlarına da sebebiyet vermektedir.

GÜNCEL DURUM

Avrupa’daki birçok ülke ulusal toprak etüt çalışmalarına II. Dünya Savaşı’ndan sonra başlamış ve yapılan çalışmalar uygulamada kullanılmaktadır. Türkiye’de Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü’nün kapatılmasından sonra toprak kaynaklarının incelenmesi ve arazi kullanım planlaması konularında Tarım Reformu Genel Müdürlüğü çalışmalarını devam ettirmektedir. Ancak ülkede arzulanabilir seviyede toprak kaynaklarının kullanılması ve planlanması için gerekli olan temel toprak haritalama çalışmaları yapılamamaktadır.

Toprak kaynaklarının korunması ve doğru planlanması amacıyla çıkarılan **5403 sayılı Toprak Koruma ve Arazi Kullanım Kanunu** önemli bir gelişmedir. Toprak kaynaklarının korunması amacıyla çıkarılan 5403 sayılı Toprak Koruma ve Arazi Kullanım Kanununa rağmen toprakların yanlış kullanımı devam etmektedir. Kanunun 8. maddesinde “*Toprak ve arazi ile ilgili sınıflama, etüt, analiz ve değerlendirmeye yönelik sistemler, standartlar ve çalışma kriterleri Bakanlık tarafından belirlenir*” denilmektedir. Günümüze kadar birçok ilde 5403 sayılı kanun sınırlı da olsa uygulanmakta, ancak bazı illerde yeterli bir şekilde uygulanmadığı gözlenmektedir.

Dünyada toprak kaynaklarının incelenmesi, haritalanması ve farklı bilim ve uygulama alanlarında kullanımı ile ilgili önemli gelişmeler meydana gelmiştir.

Son yıllarda özellikle uzaktan algılama, görüntü işleme, Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS), jeostatistik, NIRS (Yakın Kızılötesi Spektrumu) ve GPS (Global Positioning System) gibi teknolojilerin toprak bilminde kullanılmaya başlanması yanında toprak özelliklerinin incelenmesine yönelik çok modern cihazların gelişmesi önemli ilerlemelerdir. Bu teknoloji ve cihazlar sayesinde mevcut toprak kaynaklarının çeşitleri çok daha doğru ve hızlı bir şekilde tanımlanabilmekte, karakteristikleri açığa çıkarılmakta ve haritalanabilmektedir.

Bilindiği gibi toprak çeşitleri farklı işlem ve faktörlerin etkisi sonucunda karakter kazanır. Topraklar üzerinde yapılan bitkisel üretimlere yönelik faaliyetler topoğrafya, mevcut iklimsel özellikler (yağış, sıcaklık gibi), drenaj, sulama ve alanla ilgili diğer çiftçi uygulamaları tarafından etkilenmektedir. Bu nedenle yapılan toprak haritalama verileri yalnız başına yapılacak tarımsal uygulama ve planlamalar için yeterli gelmemektedir. Son yıllarda gelişen bir teknoloji olan CBS teknikleri kullanılarak toprak

sınırları ve toprak profil bilgileri topoğrafya, iklim, çiftçi ve diğer alansal gibi bilgilerle ilişkilendirilmektedir. Bilgisayar ortamında bulunan toprak ve diğer bilgilerden oluşan veritabanı bilgileri, tarımsal uygulama ve tarım dışı amaçlar için de kullanılabilecek seviyeye getirilmektedir. Bilgisayar ortamında oluşturulan **Toprak Veri Tabanı** bilgilerine ulaşım, sorgulama, güncelleme, farklı amaçlar için planlama ve modelleme daha hızlı ve kolay olmaktadır.

Gelişen GPS sistemi sayesinde arazideki güncel bilgiler koordinatlı olarak hızlı bir şekilde alınmakta, alansal ve noktasal olarak bilgisayardaki veri tabanı ile ilişkilendirilmektedir. Uydu verileri ve verilerin sayısal olarak analizi, NIRS ve jeostatistik tekniklerinin toprak biliminde kullanımı, gerek haritalamada ve gerekse analiz sonuçlarının yorumlanmasında dikkate değer katkılardır.

Ülke toprakları üzerinde yapılacak gerek tarımsal, gerekse tarım dışı uygulamaların doğru yapılması, yapılacak yatırım ve stratejik planlama sonuçlarının hedefe yakın olması, toprak veri tabanının varlığına bağlıdır. Bu nedenle ülkenin tamamlanamayan detaylı temel toprak haritaları tamamlanarak CBS veri tabanına aktarılması ve yapılacak tarımsal uygulamaların toprak etütlerine göre yapılması sağlanmalıdır. İşte toprakların doğru yönetilmesi, farklı bilim dallarında etkin kullanımı ve sürdürülebilirliğinin korunarak sağlanması, özelliklerinin doğru bilinmesiyle mümkündür. Bunun için de yapılacak temel toprak haritaları seri seviyesinde ve harita ölçeği ise 1:25.000 ve daha büyük olmalıdır. Temel toprak haritalarını yapacak uzman kişi sayısının az olması ve temel toprak haritalama işi ile yasal yetkili bir kurumunun olmayışı, toprakların her geçen gün bozulacağı ve yapılaşma ile alansal olarak daralacağı göstermektedir.

Özellikle yüksek verim için sulu tarımın yapıldığı alanlarda topraklara uygulanan suni gübreler, ilaçlama, atmosferden gelen kirlilik yanında sanayi ve evsel atıklardan dolayı kirlenen toprak kaynakları üzerinde yapılan bitkisel üretimler de etkilenmektedir. Sofraya kadar ulaşan taze ve işlenmiş tarımsal ürünlerdeki aroma değişimi, tüketicide hormon, GDO ve ilaç kalıntısı endişesi uyandırmaktadır. Bu nedenle güvenli gıda için doğal, aromalı organik ürünlere yönelme başlamıştır. Toprak yönetimindeki yanlışlıklar, toprak özellikleri (fiziksel, kimyasal, mineralojik ve biyolojik) arasındaki dengenin bozulmasına ve bitki beslemedeki değişime neden olmaktadır. Doğru toprak yönetimi sadece tarımsal üretim değil, aynı zamanda toprağın temel özelliklerini de koruyarak verimliliğini sürdürmektir.

Aşırı kullanım sonucu özellikleri bozulan toprak kaynakları dışında küresel ısınma sonucunda gelecekte toprak karbonu ve profildeki nem dengesinin değişimi toprağın birçok özelliği üzerinde etkili olacaktır. Toprak bilimi doğrudan olmasa bile tıp, eczacılık, gıda, mühendislik, endüstri, mühendislik, savunma, iklim gibi çok sayıda bilim alanı ile ilişki içindedir. Farklı kristal yapısı olan kilin endüstri, sağlık, gıda ve sanat gibi alanlarda kullanılması mesleki olarak ağırlık vereceğimiz ve yönelmemiz gereken konuları göstermektedir. Kilin tuğla, seramik, fayans, ve baraj dolgu materyali olarak kullanılması ayrıca arıtma ve temizleme özelliği olması nedeniyle gıda ve sağlık sektöründe aranan materyaldir. Bunun dışında inşaat sektöründe ve zemin mekaniğinde toprak önemle üzerinde durulması gereken bir konudur.

Farklı anamateryal ve topraklarda bulunan bazı elementlerin doğrudan bitkilere geçmesi tıp ve eczacılığın ilgi alanlarına girmektedir. Bu toprakların yaygın olduğu arazilerden elde edilen bitkilerin ilaç yapımı ve günlük bazı sağlık sorunlarının çözümünde kullanımı yanında buradan üretilen hayvansal ürünlerin (et, süt) sağlık ve gıda sektörü ile doğrudan ilişkisi vardır.

Yukarıda açıklanan nedenlerden dolayı toprakların doğru yönetimi ve bozulmalarının önlenmesi yanında, **bölümün ders içeriği, araştırma konuları ve ilgi alanlarının gözden geçirilmesi** ve geleceğe yönelik, farklı sektörlerle daha güçlü bağı olan konulara girilmesinden meslek gelişimi açısından yarar bulunmaktadır.

Ülkemizdeki Toprak Erozyonu Sorunu Üzerine: Ne Yapmalı?

Günay Erpul^{*}, Selen Deviren Saygın

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

GİRİŞ

Doğal kaynakların sürdürülebilirliği denildiğinde, şüphesiz toprak erozyonu ve bunun çevreye olan olumsuz etkileri, ilk olarak akla gelen konulardan birisidir. Toprak bilim insanları, uzmanları ve doğrudan toprak ile haşır-neşir olan üreticilerimiz veya çiftçilerimiz, çok iyi bilirler ki iklim, toprak, topografya ve bitki örtüsü, birbirlerini bütünleyen ve birbirlerinden hiç kolaylıkla ayrılmayan esas unsurlardır. Bu yüzden, yüzyıllar boyunca insanoğlunun bu unsurlar kümesinin devingen işleyişi ile etkileşiminin tarihi, birçok bilim dalı ve üretim sürecinin çalışma konusu olmuştur. Toprak erozyonu da bu etkileşimin bir sonucudur. Ülkemizdeki erozyon tehlikesinin boyutunun fazla olduğu ve uygulamaya yönelik her türlü bilimsel ve uzmansal önleme veya koruma önlemleri alınmazsa, tehlike boyutlarının giderek artacağı ve özellikle toprak, topografya, su ve bitki örtüsü açısından geri-dönüşümsüz evrelere gelinebileceği açık bir şekilde bilinmektedir. Kaldı ki, hızlandırılmış toprak erozyonu ile zaten kısıtlı olan kaynaklarımız, gelecekte büyük bir tehdit altında kalabilir. Örneğin resmi verilerimize göre, ülkemizin %90'ını kurak ve yarı kurak iklim koşullarına sahiptir. Toplam arazi varlığımızın %47,98'inde eğim dikliği %20'den daha fazla ve %62,15'inde eğim %12'den fazladır. %2-20 eğime sahip arazilerimizin miktarı ise ancak 29,7 milyon ha'dır. Bununla birlikte, topraklarımızın sadece %14'ünde organik madde kapsamı %2'den fazladır; buna karşılık %64'lük bir kısmında bu düzey %1'den daha azdır. Etkili toprak derinliklerine bakıldığında, arazilerimizin %37,2'sinin işlemeli tarıma uygun olmayan 0-20 cm derinlikte olduğu belirlenmiştir (Anonim, 1978; Anonim, 1982; Çanga ve Erpul, 1994). Diğer bir değerlendirmeye göre, ülkemizde sorunsuz arazilerin yüzdesi 13,86 olmasına karşın, şiddetli ve çok şiddetli erozyonun etkisinin görüldüğü arazilerin oranı %58,74'dür. Türkiye'de 57,15 milyon ha arazinin su erozyonuna maruz kalmasına karşılık, rüzgâr erozyonu çok yaygın değildir ve toplam 506.309 ha alanda farklı düzeylerde rüzgâr erozyonu görülmektedir. Sadece işlemeli tarım yapılan 27,7 milyon ha arazi incelendiğinde, toplam 16,4 milyon ha arazide ana sorun olarak erozyon vardır (Anonim, 1987 ve 1998). Elektrik İşleri Etüt İdaresi'nin (E.İ.E.İ., 2006), 1999 ve 2005 yıllarını kapsayan sediment gözlemleri, Türkiye geneli için alansal ağırlıklı ortalama bir değer olarak hesaplanan askıdaki sediment veriminin 155 ton yıl⁻¹ km⁻² veya 119 m³ yıl⁻¹ km⁻² olduğunu göstermektedir.

Buna karşın, toprak ve üst toprağın oluşum hızı, doğal olarak, 200 – 400 yılda 1mm'dir (Anthoni, 2000). Ülkemizin %90'ının kurak ve yarı kurak iklim koşullarına sahip olduğu dikkate alındığında, toprak oluşum hızının burada verilen aralığın daha ziyade üst sınırlarında gerçekleştiğini kabul etmek hiç de

^{*} Dr.Günay Erpul, Türkiye Toprak Bilimi Derneği, Toprak Muhafaza ve Erozyon Komisyon Başkanı
Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, 06110 Dışkapı, Ankara
Tel : 0 312 5961796 E-mail: erpul@agri.ankara.edu.tr

abartı olmayacaktır ($1/400 = 0,0025 \text{ mm yıl}^{-1}$). Bu da $0,025 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ yıl}^{-1}$ veya $0,0325 \text{ ton ha}^{-1} \text{ yıl}^{-1}$ eder. Dünya çapında tarımsal amaçlı arazi bozmaları ile doğal toprak oluşma hızının 40 katı ve diğer nedenlerle yapılan bozmalar ile 100 katı kadar daha fazla toprak kayıplarının meydana geldiği de çok iyi bilinmektedir (Anthoni, 2000; Lang, 2006). E.İ.E.İ. (2006) verilerine göre basit bir hesap yapılacak olursa, ülkemizdeki toprak kayıpları hızının, toprak oluşum hızının yaklaşık olarak 48 katı olduğu belirlenebilir (n, Eş. [1]).

$$n = \frac{1,55}{0,0325} \cong 48 \quad [1]$$

Özet olarak, ülkemizdeki erozyonun kapsamı çok geniş ve mevcut durum hiç de iç açıcı değildir. Gerçekte doğal bir süreç olan toprak erozyonu, bugün farklı nedenler ile yapılan arazi bozmaları sonucu, ülkemizde tehlikeli boyutlara ulaşmıştır. Ayrıca, aşırı arazi bozmaları sonucu ülkemizdeki hızlandırılmış erozyon oranlarının, yakın gelecekte, 48 defadan çok daha fazla olacağını beklemek gerçek ve güvenilir bir öngörü olacaktır.

Üstelik toprak erozyonu ile iklim arasındaki karşılıklı etkileşimlerden dolayı, geleceğe yönelik birçok erozyon tehlikesi değerlendirmeleri yapılmaya başlanmıştır. Öyle ki, ülkemizde toplam tarım alanlarının %1,5'ünü oluşturan 330 bin hektar alan rüzgâr erozyonu etkisi altında bulunmasına karşın (Anonim, 1978; Anonim, 1982; Çanga ve Erpul, 1994), iklim değişimi ile ilgili beklentiler Türkiye'nin çok daha kurak bir döneme gireceğini öngörmektedir (Karaca et al. 2008; Kömüşçü et al., 2003). Bu tahminlerin gerçekleşmesi durumunda ise, Türkiye'de rüzgâr erozyonu şiddetinin ve etkilediği alan miktarının artması muhtemeldir. Bunun yanında, iklim değişikliği ile yağış enerji ve şiddetlerinde önemli değişimlerin oluşacağı ve yağışların konumsal ve zamansal dağılımlarında da farklılıklar olabileceği beklenmektedir. Yüksek yağış miktarlarının kısa zaman aralıklarında düşmesi ile yüksek enerjili ve şiddetli kasırgalar ve bununla birlikte seller ve taşkınların şiddeti ve sıklığının artması düşünülmektedir (Karaca vd. 2008). Sözün kısası, geçmişten getirdiğimiz, hâlihazırdaki ve beklenen toprak erozyonu tehlikeleri göz önünde bulundurulduğunda, toprak bilim insanları, uzmanları ve çiftçilerimizin hem mevcut durumun iyileştirilmesi yol ve yöntemlerini uygulamaya geçirmesi hem de gelmesi olası tehditlere karşı hazırlıklı olması ve geçerli çözümleri üretebilmesi gerekmektedir.

Buna mukabil, toprak ve su koruma geleneğinin yerleşmiş olduğu ülkelerde, bilimsel bilgi ve yöntemler birikiminin yaşama aktarılması ile toprak, su, topografya ve bitkisel örtü kaynaklarının sürdürülebilir bir biçimde planlanması mümkün olmuştur. Açıkçası, tehlike boyutunun fiziksel ve niceliksel olarak değerlendirilmesi ve buna göre gerekli önlemlerin alınması ile ancak kaynaklar sürdürülebilir kılınmaktadır. Ne yazık ki, bilimsel olarak fiziksel arazi kaynaklarının değerlendirilmesi ve korunması yöntemlerinin uygulanması, doğrudan ülke genelinde iklim, toprak, topografya ve bitki örtüsü veritabanlarının varlığına ve bunların güncellenmesine bağlı olmaktadır. Hele ki, toprak erozyonu tehlikesinin değerlendirilmesi için kullanılan yöntemlerin değişkenlere dayalı fiziksel-temelli ve konumsal ve zamansal olarak olay-temelli bir yapıya doğru gidiyor olması, veri kümesi ihtiyacını her geçen gün daha da artırmaktadır.

Toprak erozyonu ve korunması açısından veya toprak ve su korumalı doğal kaynaklar kullanımı açısından ileri çıkan en önemli fiziksel değişkenler toprak, su ve bitki örtüsüdür ki bunların, daha önceden belirtildiği gibi, iklim, subilim ve topografya ile çok önemli karşılıklı etkileşimleri vardır. Bu nedenle, bir toprak erozyon araştırması veya toprak erozyonu yöntemlerinin ve çözümlerinin ortaya konulması, iklim, toprak, topografya ve bitki örtüsü bilgilerinin varlığı ile çok yakından ilişkilidir. Velhasıl, etkili çözümlerin ortaya konulması, her şeyden önce, bu etmenlerin yüksek hassasiyetteki veri tabanlarının ülke genelinde oluşturulmasıyla sıkı sıkıya bağlantılıdır. Toprak erozyonu süreçlerinin bilinmesi ve süreçlerin işlerliğinin ayrıntılı bir şekilde ortaya konulması, toprak erozyonundan korunmanın mühendislik ve bitkisel yöntemlerinin belirlenmesini çok daha kolaylaştıracaktır. Herhangi bir toprak kaybı sürecinin veya dinamiklerinin neden-sonuç ilişkisi içerisinde açık bir şekilde ortaya konulması ise, bu alanda çalışan bilim insanları, mühendisler ve uzmanların birincil görevidir. Demek ki, ülke genelinde doğal kaynaklar veritabanlarının güncellenmesi ve yeni tahmin teknolojilerine karşılık

verebilecek bir şekilde yeniden düzenlenmesi ve yapılandırılması çalışmalarına biran önce başlanılmalıdır. Oluşturulacak veri kümelerinin etkin bir şekilde kullanılması ile sorun-çözümse yöntemlerin geliştirilmesi ve uygulanması daha hızlı ve etkin olabilecektir. Açıkçası, fiziksel-kökenli parametre zenginliğine dayalı modellerin geliştirilmesi ile veritabanlarına olan ihtiyaç gittikçe artmaktadır.

MATERYAL VE METOT

Bilim ve teknolojinin gelişmesine paralel olarak, herhangi bir ülke, bölge veya havza temelinde, iklim, toprak, topografya ve bitki özelliklerine bağlı olarak toprak erozyonu tehlikesini ortaya konulması yöntemleri çeşitli ve çok sayıdadır. İlgili doğal unsurların birçok fiziksel parametrelerine dayalı çok sayıda matematiksel model bulunmaktadır; gün geçtikçe de sayıları artmaktadır. ETKE yaklaşımı (Evresel Toprak Kayıpları Eşitliği) (Wischmeier & Smith, 1978; Renard et al., 1997), ülke, bölge ve havza ölçeğinde toprak kayıplarının tahmininde kullanılan modellerden sadece bir tanesidir ve ülkemizde de erozyon tehlikesi değerlendirmeleri amacıyla son dönemlerde yaygın bir şekilde kullanılmaktadır (Erdogan et al., 2007; Ugur et al., 2008). Eşitlik aşağıda verilmiştir:

$$A = R \cdot K \cdot L \cdot S \cdot C \cdot P \quad [2]$$

Burada,

A: ortalama yıllık toprak kaybı ($\text{ton ha}^{-1} \text{ yıl}^{-1}$),

R: yağış aşındırma enerjisi ($= E \times I30$) ($\text{MJ ha}^{-1} \text{ yıl}^{-1} \times \text{mm h}^{-1}$),

K: toprak erozyon duyarlılığı ($\text{ton ha}^{-1} \times \text{ha MJ}^{-1} \times \text{h mm}^{-1}$),

L ve S: sırasıyla, eğim uzunluğu ve dikliği (LS: topografik etmen),

C: bitkisel örtü ve ürün yönetimi ve

P: toprak-su koruma önlemleri etmenleridir.

Eş. [2]'de üstü-örtük olarak verilen bu su erozyonu yaklaşımının çözülebilmesi için, 5 ana etmenin alt parametrelerine gereksinim bulunmaktadır. Bunlar aşağıda kaba-taslak özetlenmiştir.

1. İklim

- Yağış miktarı, yağış süresi (= yağış şiddeti),
- Yağış enerjisi (yağış damla büyüklük dağılımı, damla düşme hızları vs.),

2. Toprak

- Fiziksel toprak özellikleri (toprak nemi, toprak sıcaklığı, tane büyüklük dağılımı, agregat büyüklük dağılımı, agregatlaşma indisi, agregat dağılım oranı, toprak su geçirgenliği, hacim ağırlığı vs.)
- Kimyasal toprak özellikleri: toprak oluşum özelliklerine bağlı olarak değişebilen birçok kimyasal toprak özelliği burada sayılabilir (katyon değişim kapasitesi, baz doygunluğu, kireç içeriği, pH, organik madde, Al_2O_3 ve Fe_2O_3 içerikleri vs.)
- Biyolojik toprak özellikleri: daha çok bitkisel örtü parametrelerini etkileme sürecinde organik maddeye bağlı olarak açıklanabilen birçok toprak parametresi ile karşılıklı etkileşimleri göz önünde bulundurulmaktadır (toprak sıcaklık ve nemine bağlı olarak mikro-organizma faaliyetlerinin durumu, anız yönetimi, organik madde parçalanması vs.),

3. Topografya

- Eğim (eğim uzunluğu, dikliği ve şekli)
- Drenaj ağı
- Havza şekli
- Yüzey pürüzlülüğü (küçük ölçekli yüzey topografyası)

4. Bitki örtüsü

- Arazi kullanım şekli
- Yüzey örtüsü

- c. Kanopi örtüsü ve yüksekliği
- d. Bitkisel artık yönetimi

5. Toprak ve su korumalı tarım yöntemleri

- a. Toprak işleme
- b. Topografya yönetimi (üretim şeritleri, koruyucu bitkisel şeritler, sekiler, çevirme hendekleri, bentler, göletler vs.)

Yukarıda belirtildiği üzere, sadece su erozyonu ile toprak kayıplarının belirlenmesinde fiziksel temelli bir matematiksel modelin işletilmesi veya çözülmesi için gerekli değişken sayısı oldukça fazladır. Ayrıca bu temel değişkenler, toprak bilim insanları, mühendisler, uzmanlar ve uygulayıcıların görüşüne açılabilir veya tartışılmaya açılarak geliştirilmek istenirse, daha kaç adet fazla değişken veya parametre buraya eklenebilecek durumdadır. Hele ki, doğal kaynakların sürdürülebilir kullanımı bakımından, yukarıda verilen değişkenler arasındaki ikili, üçlü veya daha fazla karşılıklı etkileşimlerin göz önünde bulundurulması ve bunların iklim, toprak, topografya ve bitkisel örtüye bağlı olarak ortaya konulması, ilgili bilim dalının yani toprak bilim dalının birincil görevlerindendir.

Fiziksel çevrenin matematiksel olarak modellenmesi sadece değişken zenginliğini değil, fiziksel süreçlerin ve ölçeğin ortaya konulmasını da kaçınılmaz kılmaktadır. Hangi erozyon sürecinin (su erozyonu [yağmur damlası sıçratma erozyonu, yüzey erozyonu, parmak erozyonu, oyuntu erozyonu, akarsu kenar erozyonu, birikme], rüzgâr erozyonu [sürüklenme, sıçrama, uçma, birikme]) hangi ölçeklerde (ülke, bölge, havza, parsel, eğim boyunca) etkili olduğu bilgisine ihtiyaç vardır. Bu da, süreç tabanlı kullanılabilecek fiziksel modellerin ölçeklendirilmesi gerçekliğini beraberinde getirmektedir. Aynı zamanda, herhangi bir erozyon sürecinin zamansal ve konumsal değişiminin modellenmesi, fiziksel değişkenlerin sürekli bağıntılarının, yani zamana ve konuma bağlı değişimlerinin belirlenmesi ile de çok yakından ilişkilidir. Örneğin, toprak parçalanması ile yağış enerjisi arasındaki matematiksel bağıntı, toprak sıcaklığına bağlı olarak zaman içerisinde değişiklik göstermektedir. Donmuş topraklarda yağmur damlası sıçratması ile parçalanma olmamaktadır. Aksi halde, su ile doygun toprakta parçalanma en fazla olabilmektedir. Öyle ise, toprakların erozyon süreçlerine olan duyarlılıkları yıl boyunca değişiklik göstermektedir ve herhangi bir tahmin yöntemi bu değişiklikleri bir şekilde zaman-bağıntısal olarak temsil edebilmelidir. Ki böyle bir model yetisi veya ustalığı, herhangi bir mekânda ve zamanda oluşabilecek bir erozyon sürecinin neden olabileceği toprak kayıplarının hesaplanmasına olanak sağlayacaktır. Sonuç olarak, yetkin bir erozyon modelinin işlerliği ve geçerliliği, modelin fiziksel, süreç ve olay temelli olmasını gerektirmektedir. Bu da her bir erozyon sürecini etkileyen fiziksel değişkenlerin belirli bir konum ve zamanda değişimlerinin ve dağılımlarının belirlenmesini gerektirmektedir. Noktasal veri kümeleri, birçok bilimsel yöntem kullanılarak zamansal ve konumsal olarak sürekli matematiksel bağıntılar ile temsil edilebilmektedir.

Erozyon araştırmaları ile toprak, topografya, su ve bitki korumalı tarım yöntemlerinin geliştirilmesi, öncelikle model girdileri veri gereksinimlerinin doğru ve ayrıntılı bir şekilde belirlenmesini zaruri kılar. Tabii ki bu veri kümesi, konumsal ve zamansal analizlerin yapılmasına da fırsat tanımalıdır.

Bu bağlamda, ülke genelinde mevcut toprak, topografya, bitki örtüsü ve iklim haritalarını güncellemek ve yeniden düzenlemek gerekmektedir. 1986 yılında Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü (KHGM) tarafından güncelleştirilen toprak veri tabanı (ANONİM, 1986), toprak kayıplarını tahmin etmek amacıyla kullanılan matematiksel modeller için gerekli veri kümesini karşılamakta yeterli değildir. Öte yandan, topografya veri tabanımız oldukça iyidir (Harita Genel Müdürlüğü). Bakı ve eğim şekli gibi erozyon modellerine girdi oluşturabilecek alt-değişkenler ise Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) aracılığı ile çok kolaylıkla elde edilebilmektedir. Bunlara ek olarak, doğal su boşaltım desenlerinin elde edilmesi, havza sınırlarının veya su ayırım çizgilerinin belirlenmesi, eğim dikliği veya derecelerinin belirlenmesi, coğrafi bilgi yöntemleri ile ayrıntılı bir şekilde oluşturulabilmektedir. Daha ayrıntılı ölçeklerde oluşabilecek önemli topografya değişiklikleri ise belirli aralıklar ile yapılacak güncellemeler ile mevcut veritabanına eklenebilmektedir. Halen, Türkiye ölçeğinde CORINE (Coordination of Information on the Environment) (CORINE, 1992) yöntemi ile bitkisel örtü yüzeylerinin elde edilmesi ve ilgili veritabanı oluşturma çalışmaları, Çevre ve Orman Bakanlığı Bilgi İşlem Daire Başkanlığı tarafından

yürütülmektedir (<http://cevreorman.gov.tr>). Öncelikle su erozyonu çalışmalarında kullanılmak üzere gerekli iklim veritabanı ise Doğan (1987; 2002) ve Doğan ve Denli (1999) tarafından kurulmuştur. Türkiye ölçeğinde gerçekleştirilen bir TÜBİTAK projesi ile bu veri tabanı geliştirilmiş ve güncellenmiştir (Erpul, 2009). Görüldüğü gibi, toprak, topografya, bitki örtüsü ve iklim bilgi yüzeylerinin oluşturulması çabaları belirli ölçülerde sürdürülmekte olsa da, yeterli değildir. Bu veritabanlarının geliştirilmesi ve toprak erozyonu alanında geliştirilmiş modelleme çalışmalarında kullanılabilmesi için, ölçeğe bağlı olarak, bölgesel, havzasal ve yöresel değişkenlerin araştırmalar ile ortaya konulması elzem bir öncelik olarak önümüzde durmaktadır.

Doğal kaynak kullanımında veya korunmasında sürdürülebilirlik yaklaşımı temel alınmalıdır. Bu yüzden, doğal toprak oluşumlarının bilinmesi, arazi kullanım politikaları ve planlamalarının belirlenmesi açısından oldukça önemlidir. Yeryüzü genelinde ortalama olarak tam bir toprak profilinin oluşum süresi veya gelişim hızı 2.000 – 10.000 yıl olarak verilmektedir (Anthoni, 2000). Bu genel değerlerden bir planlama yapılabilmesi için, izin verilebilir toprak kaybı miktarları (T , $\text{ton ha}^{-1} \text{ yıl}^{-1}$) belirlenebilir. Çizelge 1’de görüleceği gibi, toprak oluşum süresi 2.000, 6.000 ve 10.000 yıl olarak alındığında, ortalama izin verilebilir toprak kayıpları sırasıyla 5, 2 ve 1 $\text{ton ha}^{-1} \text{ yıl}^{-1}$ olarak hesaplanmıştır.

Çizelge 1. Toprak, topografya, su ve bitki korumalı yöntemlerin uygulanmasında önerilen izin verilebilir toprak kaybı miktarları (T)

Toprak Oluşum Süresi = 2.000 yıl			
Toprak derinliği (cm)*	T (mm yıl^{-1})	T ($\text{m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ yıl}^{-1}$)	T^{**} ($\text{ton ha}^{-1} \text{ yıl}^{-1}$)
150	0,75	7,5	9,75
100	0,50	5,0	6,50
80	0,40	4,0	5,20
60	0,30	3,0	3,90
40	0,20	2,0	2,60
20	0,10	1,0	1,30
Ortalama = 4,875 $\approx$ 5,00 $\text{ton ha}^{-1} \text{ yıl}^{-1}$			
Toprak Oluşum Süresi = 6.000 yıl			
Toprak derinliği (cm)	T (mm yıl^{-1})	T ($\text{m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ yıl}^{-1}$)	T^* ($\text{ton ha}^{-1} \text{ yıl}^{-1}$)
150	0,25	2,5	3,25
100	0,17	1,7	2,21
80	0,13	1,3	1,69
60	0,10	1,0	1,30
40	0,067	0,67	0,87
20	0,033	0,33	0,43
Ortalama = 1,625 $\approx$ 2,00 $\text{ton ha}^{-1} \text{ yıl}^{-1}$			
Toprak Oluşum Süresi = 10.000 yıl			
Toprak derinliği (cm)	T (mm yıl^{-1})	T ($\text{m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ yıl}^{-1}$)	T^* ($\text{ton ha}^{-1} \text{ yıl}^{-1}$)
150	0,15	1,5	1,95
100	0,10	1,0	1,30
80	0,08	0,8	1,04
60	0,06	0,6	0,78
40	0,04	0,4	0,52
20	0,02	0,2	0,26
Ortalama = 0,975 $\approx$ 1,00 $\text{ton ha}^{-1} \text{ yıl}^{-1}$			

* toprak profil derinliği 20 cm ve 150 cm arasında alınmıştır;

** toprak hacim ağırlığı 1,30 ton m^{-3} olarak kabul edilmiştir.

Bu değerler, genel kaynak bilgilerine göre hesaplanmış olsa da (yazarların kendi önerdikleri genel yaklaşımıdır), uygulamada eşik-değerler olarak alınabilir. İşte, ETKE denklemi (Eş. [2]), temelde iklim, toprak, topografya ve bitki örtüsü parametrelerini kullanarak toprak erozyonunu niceliksel olarak verme yeteneğine sahiptir ve toprak kaynaklarının planlanmasında başarılı bir biçimde kullanılabilir. Bu durumda, toprak erozyonu açısından aşağıda verilen koşulların kıstas alınarak işletilmesi, korumalı

tarımsal yöntemlerin geliştirilmesi ve bu yöntemlerin uygulanmasının ekonomisi açısından oldukça önemlidir.

1. $A < T$: Toprak derinliğinde artış olma koşuludur.
2. $A = T$: Sürdürülebilirlik koşuludur, toprak oluşumu ve kaybı oranları birbirine eşittir ve kuramsal olarak toprak derinliğinde bir değişim yoktur.
3. $A > T$: Toprak derinliğinde azalma vardır, oluşan miktarlardan daha çok toprak kayıpları söz konusudur.
4. $A \gg T$: Toprak derinliğinin bir hayli azaldığı ve ana kayanın açığa çıktığı bir koşulu ifade eder.

Eğer tarımsal üretimde toprak kaynaklarının sürdürülebilir kullanımı bir uygulama politikası olarak belirlenecekse, en azından 2^{nci} koşulun işlerliğinin sağlanması gereklidir.

ETKE yaklaşımı (Eş. [2]), birim zamanda birim yüzey alanından kayıp olacak toprak miktarları (A , ton ha⁻¹ yıl⁻¹) ile izin verilebilir toprak kayıplarının (T , ton ha⁻¹ yıl⁻¹) karşılaştırmalı analizini sağlayarak, toprak, topografya, su ve bitki kaynaklarının sürdürülebilir olarak planlanmasında önemli bir araç görevi yapar. Örneğin, Orta Anadolu Bölgesinde, 10.000 yıl, bir toprak profil oluşumu için dikkate alındığında, herhangi bir kuru tarım (buğday) arazisinde Eş. [2] yardımıyla belirlenen toprak kaybı (A) 10 ton ha⁻¹ yıl⁻¹ olarak hesaplanmış ise, T / A oranı, $1 / 10 = 0,1$ olacaktır. Erozyondan korunmada ilk olarak bitkisel önlemlere başvurulacağı için, aşağıdaki eşitlik (Eş. [3]) çözülerek, arazi bitkisel örtüsünde bir değişiklik önerilebilir. Burada, $C_1 = 0.1 \times C_2$ 'dir, yani, hâlihazırdaki bitkisel örtü yönetiminin değiştirilmesi ve 10 katı daha fazla toprak koruma sağlayacak bir ürün yönetimi önerisinin yapılması gerekmektedir.

$$\frac{T}{A} = \frac{C_1}{C_2} \quad [3]$$

Eğer, iklim koşullarına bağlı olarak, arazi kullanım türleri çok sınırlı ise ve bitki veya üretim deseni değiştirilemiyorsa, Eş. [4] ile toprak, topografya, su ve bitkisel örtü korumalı bir arazi kullanım türü önerilecektir. Diğer bir deyişle, uygun bir bitkisel örtü değişimi ile 0,1 koşulu sağlanamıyorsa, toprak işleme veya topografya yönetimi ile (üretim şeritleri, koruyucu bitkisel şeritler veya sekiler), toprak kaynaklarının sürdürülebilir kullanımı gerçekleştirilecektir.

$$\frac{T}{A} = \frac{(CP)_1}{(CP)_2} \quad [4]$$

Sonuç olarak, ülke, bölge ve havza ölçeğinde sürdürülebilir kaynak kullanım politikalarının belirlenmesinde, niceliksel ve çözümsel bir yaklaşım (Eş. [2]) etkin bir şekilde kullanılmış olacaktır.

Netice itibarıyla, son zamanlarda asri üretim ilişkilerinin etkisi altında bölgesel arazi kullanım planları ve havza kalkınma planlarının yapılması ile ekolojik kuşaklar ve özel ürün kuşaklarının yaygınlaştırılması, ülkesel doğal kaynaklar veritabanlarının yüksek duyarlılıkla oluşturmalarının ne kadar önemli olduğunu ortaya koymaktadır. Ayrıca, ekonomi politikalarına bağlı olarak, ülkemizde üretimin planlaması açısından yeni dengeler oluşmaktadır. Tarım, orman, mera, şehirleşme, enerji üretim alanları ve maden çıkarma alanları vs. arasında yeni dengeler ortaya çıkmaktadır. Arazi kullanım türleri birden bire değişebilmektedir. Yakın dönemde çıkarılan kararlar doğrultusunda, enerji üretimi ön plana alınmış ve birçok proje harekete geçirilmiştir; kimi yerlerde ise, maden sahaları mera, orman ve tarım üretimi ile arazi kullanımı açısından rekabete girmiştir. Bu örnekleri artırmak olasıdır; onlarca-yüzlerce durum ortaya konulabilir ve tartışılabilir. Ama burada, asıl üzerinde durulması gereken konu, yeni toplumsal-iktisadi koşullara bağlı olarak, doğal kaynak kullanımı ve sürdürülebilirliği açısından yeni dengelerin oluşuyor olduğudur. Doğal kaynakların kullanım siyasetleri açısından yasa-koyucu ve yapıcıya en büyük girdiyi ise, ilgili alanda çalışan bilim insanları, mühendis ve uzmanlar verecektir. Şehirleşme, hidroelektrik santralleri (HES), rüzgâr enerjisi santralleri (RES) ve maden çıkarma sahaları gibi bazı arazi kullanım türleri altında yapılan arazi bozmaları ile toprak, topografya, su ve bitkisel örtü kaynaklarının korunması çok güncel bir sorun olarak önümüze çıkabilmektedir. Sonuç olarak,

Türkiye’de bu sorunun üstesinden gelebilmek ve sürdürülebilir kaynak kullanım politika ve planlarını etkin bir şekilde uygulamaya aktarabilmek için, ETKİ gibi niceliksel çözümleme ölçütleri sağlayan yaklaşımların biran önce yaşama geçirilmesi gerekmektedir. Geçerli ve yaygın bir veri kümesi gerektiren fiziksel modellerin, toprak kayıplarının tahmin edilmesi veya erozyon tehlikesinin değerlendirilmesinde ve uygulamada toprak, topografya, su ve bitki örtüsü kaynaklarının sürdürülebilir olarak planlanmasında etkin bir şekilde kullanılması icap etmektedir.

KAYNAKLAR

- Anonim, 1978. Türkiye Arazi Varlığı. Toprak-Su Genel Müdürlüğü. Ankara.
- Anonim, 1982. Türkiye Genel Toprak Amenajman Planlaması. Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Anonim, 1982. Türkiye Genel Toprak Haritası Sayısal Toprak Veritabanı. Türkiye Toprak ve Su Kaynakları Ulusal Bilgi Merkezi (UBM) Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Anonim, 1987. Türkiye Genel Toprak Amenajman Planlaması. Tarım Orman ve Köy İşleri Bakanlığı, Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü. Ankara
- Anonim, 1998. Tarım ve Mera Arazilerinin Yönetimi. Ulusal Çevre Eylem Planı. DPT, Ankara.
- Anthoni, J. F. 2000. Soil geology. www.seafriends.org.nz/enviro/soil/geosoil.htm.
- Çanga, M., Erpul, G. 1994. Toprak İşlemeli Tarım Alanlarında Erozyon ve Kontrolü. Topraksu, 3(2), 14-16.
- Corine. 1992. Soil Erosion Risk and Important Land Resources in the Southern Regions of the European Community. EUR 13233, Luxembourg.
- Doğan, O. 1987. Türkiye Yağışlarının Erosiv Potansiyelleri. (Erosive potentials of Turkey. T.C. Tarım Orman ve Köy İşleri Bakanlığı Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Dogan, O., O. Denli. 1999. Precipitation – Aridity – Erosion Indices and Arid Periods in Turkey. General Directorate of Rural Services. Technical Publication No: 60. pp. 209.
- Doğan, O. 2002. Erosive potentials of rainfalls in Turkey and erosion index values of Universal Soil Loss Equation. Publications of Soil and Fertilizer Institute, Ankara, General Directorate of Rural Service, Turkey. Public. No: 220, R-120.
- E.İ.E.İ 2006. Elektrik İşleri Etüd İdaresi Genel Müdürlüğü. Türkiye Akarsularında Süspanse Sediment Gözlemleri Yıllığı (1999-2005), Ankara.
- Erdoğan E. H., Erpul G, Bayramin, İ. (2007) Use of USLE/GIS methodology for predicting soil loss in a semi-arid agricultural watershed. Environ Monit Assess 131:153–161.
- Erpul, G., Bayramin, İ. Topçu Kaya, P. Saygın Deviren, S. 2009b. Türkiye’de Su Erozyonu Çalışmaları İçin Uzun Dönem Meteoroloji Verileri Kullanarak Ulusal Ölçekte Yağış Enerji Ve Şiddetlerinin Belirlenmesi. Tübitak Proje No: ÇAYDAĞ 107Y155.
- Karaca, A., Öztürk, H. S., Bayramin, İ., Erpul, G. Ve Suiçmez, B.K. 2008. Küresel ısınma ve ülkemiz tarımına etkileri. Türktarım, Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı Dergisi, 179. Pp. 24-29.
- Kömüşçü, A. Ü., Dorum, A. ve Ceylan, A. 2003 Yağış Şiddeti ve Tekerrür Sürelerine Göre Sel ve Taşkın Riski Analizi. III. Atmosfer Bilimi Sempozyumu.
- Lang, S. S. 2006. Slow, insidious' soil erosion threatens human health and welfare as well as the environment. ChronicleOnline, Cornell University.
- Özcan, A. U., Erpul, G., Başaran, M. Erdogan, H. E. 2008. “Use of USLE/GIS technology integrated with geostatistics to assess soil erosion risk in different land uses of Indagi Mountain Pass – Çankırı, Turkey”. Environmental Geology, 53: 1731-1741.
- Renard, K.G., Foster, G.A., Weesies, D.A., McCool, D.K., Yoder, D.C., 1997. Predicting soil erosion by water: a guide to conservation planning with the revised universal soil loss equation (RUSLE). Agriculture Handbook No. 703. USDA, Washington, DC.
- Wischmeier, W. H. & Smith, D. D. (1978). Predicting rainfall erosion losses—A guide for conservation planning (agricultural handbook 537). Washington, DC: USDA.



TOPRAK BİLİMİ ve BİTKİ BESLEME DERGİSİ



Toprak Mineralojisi ve Mikromorfolojisi

Erhan Akça^{1,*}, Selim Kapur²

¹ Adıyaman Üniversitesi, Meslek Yüksekokulu, Adıyaman

² Çukurova Üniversitesi, Arkeometri Ana Bilim Dalı, Adana

GİRİŞ

Tüm dünyada özellikle gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerde toprakla ilgili çalışmalar yılda 3.2 milyar dolar destek sağlanmaktadır ve yılda 500'ün üzerinde toprak bilimine ait yayın artışı olmaktadır (Hartemink ve McBratney, 2008). Bu da toprağın bilim dünyasında ki yerini nicel olarak ortaya koyması açısından dikkat çekicidir. Hatta Toprak Biliminin Rönesans'ı dile gelmeye başlamıştır (Hartemink ve McBratney, 2008). Bu bağlamda topraklardaki pedolojik süreçlerin ayrıntılı ve sağlıklı ölçümü önem kazanmaktadır. Topraktaki pedolojik (mineralojik, mikrobiyolojik, hidrolojik ve biyolojik) süreçlerin ki bunlar ayrışma, yıkanmalar ve birikmeler olarak tanımlanabilir mineralojik ve mikromorfolojik çalışmalarla tanımlanabilmektedir. Toprak Bilimi Derneği Toprak Mineralojisi ve Mikromorfolojisi alt komisyonu olarak internet sayfamızda bu aydan başlayarak her ay toprak mineralojisi ve mikromorfolojisine ait yeni yaklaşımlar ve görüntüler yer almaktadır

TANIM

Toprak bileşenlerinin özelliklerini mikroskopik (<100mikron) ve mikroskopik-altı (<2mikron) düzeyde tanımlayan, araştıran bilim dalıdır. Toprak mikromorfolojisi Kubiena (1938) ile başlamıştır. Kubiena, toprak genesisini tanımlamada toprak mikroyapısı özelliklerini kullanmaya çalışmıştır. Kimi toprak olayları makroskopik (gözün algıladığı boyut genellikle 100mikron'dan büyük nesneler) düzeyde incelenmesi olası değildir. Bu nedenle mikroskop (polarize) ve/veya tarama ile transmiyon mikroskopları kullanımı gerekmektedir. Örneğin kil yıkanmaları, huminleşme ve demir taşınımları (Şekil 1) mikroskopik boyutta incelenmektedir. Özellikle toprak mikrobiyolojisinde mikromorfolojik çalışmalar vazgeçilmez durumdadır (Kapur ve ark. 2008). Toprak mikromorfolojisi çalışmalarında polarize mikroskopta 30 mikron'a değin inceltilmiş ve üzeri camla kaplanmış bozulmamış örneklerden üretilen ince kesitler ile tarama ve transmiyon mikroskobunda agregatlar ve parçacıklar incelenebilmektedir.

UYGULAMA ALANLARI

İnce kesitler, parçacıklar ve agregatlar kullanılarak yapılan çalışmaların başlıcaları aşağıda listelenmiştir (Mermut, 2005).

* Dr. Erhan Akça, Türkiye Toprak Bilimi Derneği, Toprak Mineralojisi ve Mikromorfolojisi Komisyon Başkanı
Adıyaman Üniversitesi, Meslek Yüksekokulu, Adıyaman

Tel : 0 533 4654630

E-mail: erakca@gmail.com

Akça, E., Kapur, S., 2012. Toprak Mineralojisi ve Mikromorfolojisi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Dergisi. 1(1), 33 - 34.

A. Tarım –toprak yapısı ve gözenekliliğe olan etkisi

- i. Arazi işlemenin -sulama ve sürümün- etkileri,
- ii. Pestisitlerin toprak profilinde hareketleri
- iii. Gübrelerin, organik maddenin toprak yapısına olan etkisi

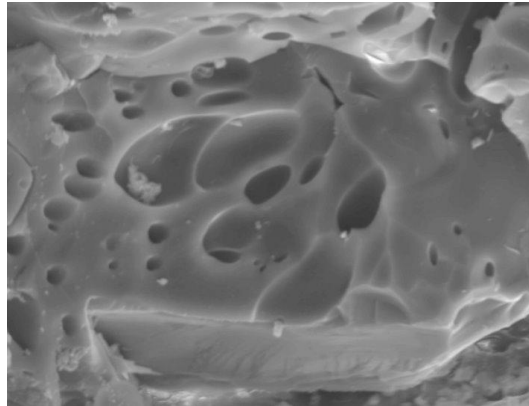
B. Çevre kalitesi ölçümünde

- i. Atıkların etkisi
- ii. Su kalitesi ve korunması –tuzlanma etkisi, gözeneklerde tutunması
- iii. Erozyon ve bozunma etkileri
- iv. Toprak katı parçacıklarının su ve havayla etkileşimi
- v. Toprak canlılarının etkisi



Şekil 1. Fluvent bir toprakta fosil demir kütanları (x40 büyütme, tek nikol)

Yukarıda verilen çalışmalar dışında Toprak mikromorfolojisi yöntemleri ve terminolojisi ((ince kesit hazırlanması, boyutlar, şekiller aynı zamanda arkeoloji (Şekil 2), seramik teknolojisi, tıp, adli tıp ve inşaat bilimlerinde kullanılmaktadır (Binici ve ark. 2007; Akça ve ark. 2010). Bu bağlamda disiplinlerarası çalışmalarda toprağın etkinliğinin ortaya çıkmasında toprak mikromorfolojisinin önemi açıktır.



Şekil 2. Urartu seramiklerinde (Günümüzden 2800 yıl önce) camlaşma düzeyi (tarama elektron mikrokobu, 10.000 büyütme)

KAYNAKLAR

- Akça, E., Arocena, J., Kılıç, S., Dingil, M., Kapur, S. 2010. Preliminary Chemical and Micromorphological Observations on Urartu (800-600 B.C.) Ceramics, Eastern Turkey. *Geoarchaeology*, 25 (2), 233 – 244.
- Binici, H., Aksoğan, O., Bodur, M.N., Akça, E. and Kapur, S. 2007. Thermal Isolation and Mechanical Properties of Fibre Reinforced Mud Bricks as Wall Materials. *Construction and Building Materials*, 21, 901-906.
- Hartemink, A.E., McBratney, A.B. 2008. A soil science renaissance. *Geoderma* 148: 123-129
- Kapur, S., Mermut, A.R. Stoops, G. 2008. *New Trends in Soil Micromorphology*. Springer. 290 P.
- Kubiena, W. L. 1938. *Micropedology*. Ames, Iowa: Collegiate Press, Inc
- Mermut, A.R. 2005. *Micromorphology and Soil Quality*. Encyclopedia of Soil Science, Second Edition. Rattan Lal (ed). CRC Press



TOPRAK BİLİMİ ve BİTKİ BESLEME DERGİSİ



Çölleşme= Toprak/Arazi Bozulumu

Duygu Boyraz *

Namık Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Tekirdağ

GİRİŞ

Çölleşme veya toprak bozulumu veya arazi bozulumu ülkemiz ve dolayısıyla dünya mirasından geri getirilemez boyutlarda kaybetmeye başladığımız veya tamamen yitirdiğimiz doğal kaynağımız olan toprakların yeryüzündeki işlevlerinin değişkenliği ile biyo-üretkenliğinin kaybedilmesidir.

Bilimsel boyutuyla **çölleşme**, kutup ve kutup altı bölgeler dışında kalan ve yıllık yağışın, potansiyel evapotranspirasyona oranının 0,05 ile 0,65 arasında değiştiği yöreleri kapsayan kurak, yarı kurak ve kuru alt nemli alanlarda **iklim değişiklikleri** ve anızın yakılması, arazileri çoraklaştırma, organik ve inorganik atıklarla toksin elementlerin birikimi, radyoaktif bulaşmalar, aşırı gübre kullanımı, yanlış sürüm ve işleme teknikleri ile toprakların kompaksiyonu, yüzeyde kabuk oluşumu, ormansızlaşma, yanlış mera yönetimi, yanlış ve amaç dışı arazi kullanımı gibi bir çok yanlış eylemler ile **insan aktivitelerinin** de dahil olduğu çeşitli etmenlerin sonucunda ortaya çıkan "arazi bozulumu"dur. Özellikle sanayi devriminden sonra Dünya'nın gündeminden düşmeyen **iklim değişikliği** karşılaştırılabilir zaman dilimleri içinde gözlenebilen doğal iklim değişikliklerine ek olarak, doğrudan veya dolaylı olarak küresel atmosferin bileşimini özellikle karbondioksit, metan, diazotmonoksit, hidroflorokarbonlar, perflorokarbonlar ve kükürtheksaflorür gibi sera gazlarıyla bazen insan aktiviteleri sonucunda iklimde ortaya çıkan değişimleri ifade etmektedir.

Toprak bozulumu insanlar tarafından genellikle yanlış kullanımların neden olduğu eylemler sonucunda toprağın fiziksel, kimyasal ve/veya biyolojik özelliklerinin yitirmeleri ve bozulmaları sonrasında ortaya çıkan ve verimliliklerinin düşmesine neden olan toprak kalitesindeki azalmalardır. Bu kavrama organik maddenin kaybı, toprak verimliliğinin azalması, toprak yorgunluğu, toprağın strüktürel konumunun değişimiyle bozulumu, erozyon, tuzlulukta istenmeyen değişimler, asitlik veya alkalileşmenin oluşması, toksin kimyasalların ve kirleticilerin etkileri, aşırı su baskınları, gleyleşme ve bunun gibi verimliliğe etken tüm faktörlerin olumsuz etkilenmesinin ortaya çıkardığı olaylar dahildir.

Arazi Bozulumu özetle; Doğada yürüyen ve toprağı etkileyen genetiksel olaylarla ve/veya insanların toprağı yanlış ve amaç dışı yönetim etkinlikleri sonucunda oluşmasına neden oldukları sorunlar ile arazilerin kendine özgün doğal ekolojik görevinin ve/veya ekonomik işlevlerinin sürdürülebilirliğinin çok uzun devam edememesi veya yitirilmesidir.

* Dr. Duygu Boyraz, Türkiye Toprak Bilimi Derneği, Çölleşme ve Arazi Bozunumu Komisyon Başkanı
Namık Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Tekirdağ

Tel : 0 282 2931444

E-mail: duyboy88@hotmail.com

Boyraz, D. 2012. Çölleşme= Toprak/Arazi Bozulumu. Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Dergisi. 1(1), 35 - 39.

Çölleşme ile mücadele arazilerin ve tarım topraklarının uygulanması gerekli amenajman uygulamaları doğrultusunda, doğal nitelik ve yeteneklerine uygun kullanılarak, ekonomik verimliliği de düşünülerek geliştirilen **“Bütünleşik Sürdürülebilir Havza Yönetimi”** ilkelerine bağlı kalarak oluşturulan Sürdürülebilir Arazi Yönetimi kuramlarıdır. Bütünleşik Sürdürülebilir Havza Yönetimi, kırsal ve kentsel tasarımı yasalarımızdaki çevre düzeni planı kavramı çerçevesinde oluştururken, tüm arazi kullanım türlerini birliktelik ilkeleri içinde değerlendirmek ve yalnız kendi amacına dönük bağımsız planların yapılmasıyla doğanın ekolojik işlevini de göz ardı etmemektir.

ÇÖLLEŞME/ TOPRAK/ ARAZİ BOZULUMUNU ORTAYA ÇIKARAN ETMENLER VE BU ETMENLERİN ALT BAŞLIKLARI

- 1.1. Yasal Mevzuattaki Sorunlar
- 1.2. Kırsal Alanda Ve Kentte Yaşayanların Bilinçlendirilmemesi
- 1.3. Kırsal Alanda Yaşayanların Ekonomik Sorunlarının Giderilmemesi Ve Kırsal Fakirliğin Kaldırılmasıyla Sosyoekonomik Sorunlara Çözüm Getirilememesi
- 1.4. İklim Etkisi
 - i. Ülkesel
 - ii. Küresel
- 1.5. Orman Bozulumu
 - i. Yanlış yönetim
 - ii. Ormansızlaşma
- 1.6. Su kaynaklarının kullanılma oranının ve randımanının düşüklüğü ve iyileştirilmemesi
- 1.7. Biyoçeşitliliğin korunamaması
- 1.8. Arazi (Tarım ve hayvancılık sektörü arazilerinin) Yönetimindeki Sorunlar
 - i. Tarım topraklarının yanlış kullanımı
 - ii. Tarım topraklarının amaç dışı kullanımı (Toprak betonlaşması)
 - iii. Çayır ve meraların yanlış yönetimi
- 1.9. Hızlandırılmış Toprak Erozyonu Varlığı
 - i. Su erozyonu
 - ii. Rüzgar erozyonu
 - iii. Kumullaşma ve kumul hareketleri
- 1.10. Arazilerin Kimyasal ve Biyolojik Bozulmaları
 - i. Organik madde (humus) kaybı
 - ii. Anız Yakma
 - iii. Tuzlulaşma- alkalileşme- çoraklaşma
 - iv. Organik atıklar (Toksin elementlerin birikimi)
 - v. Sanayinin inorganik atıkları (Toksin elementlerin birikimi)
 - vi. Deterjanlar vb gibi kimyasallarla bulaşma (Toksin elementlerin birikimi)
 - vii. Ağır metal bulaşmaları
 - viii. Radyoaktif bulaşmalar
 - ix. Pestisit kirliliği
 - x. Bulaşıcı hastalık ve böcekler
 - xi. Aşırı gübre kullanımı
 - xii. Antagonist etkileşim
 - xiii. Bitki besin elementlerinin yüzeyden uzaklaştırılması
 - xiv. Yıkanmayla bitki besin elementlerinin azalması
 - xv. Asitleşme
 - xvi. Toprak yorgunluğu
 - xvii. Devamlı ve/veya periyodik ıslaklık, gleyleşme
- 1.11. Arazilerin Fiziksel Bozulumu
 - i. Kompaksiyon: Pulluk veya trafik katmanı oluşumu
 - ii. Levhalı strüktür hakimiyeti

- iii. Strüktürlük oluşumu veya masifleşme
- iv. Kabuk bağlama

BİRLEŞMİŞ MİLLETLER ÇÖLLEŞME İLE MÜCADELE SÖZLEŞMESİNİN TARİHÇESİ

- Çevre sorunlarının Birleşmiş Milletler düzeyindeki ilk konferansı 5 Haziran 1972 tarihinde Stockholm’da yapılmıştır. Bu konferans çevre olgusunu Dünya Çevre Günü olarak tüm dünyadaki ülkelere taşımıştır.
- 1973 yılında Birleşmiş Milletler, Çevre Mültecisi kavramından yola çıkarak Sahel Ofisi (UNSO)’ni kurmuştur.
- 1976 yılında Kanada’nın Vancouver şehrinde Habitat-ı Zirvesi toplanmıştır.
- 1977 yılında Birleşmiş Milletlerce, Çölleşme ve Eylem Planı Konferansı düzenlenmiştir. (Nairobi, Kenya). Bu Konferansta çölleşme ilk kez evrensel bir problem olarak vurgulanmış ve çölleşmeyle mücadele eylem planı benimsenmiştir.
- 1983 yılında Birleşmiş Milletler, Dünya Çevre ve Kalkınma Araştırma Komisyonunu oluşturmuştur.
- 1987 yılında Bruntland Komisyonu, Çevre ve Kalkınma üzerine Dünya Komisyonu Raporunu açıklamıştır.
- 1992 yılında Rio de Janeiro’da Birleşmiş Milletler, 179 ülkenin katılımıyla, Birleşmiş Milletler Çevre ve Kalkınma Konferansında (UNCED), içinde Gündem 21’de olan 5 adet Rio Belgesi açıklanmıştır. Bu Dünya Zirvesinde, Birleşmiş Milletler Genel Kurulu, çölleşme ve kuraklıkla yüz yüze olan ülkelerin bu sorunlarını yasal bir enstrüman halinde ele almak üzere Çölleşme ile Mücadele Hükümetler arası Müzakere Komitesini (INCD) kurmuştur. Beş defa toplanan Komite, Çölleşme ile Mücadele Sözleşmesinin taslağını hazırlamıştır.
- 17 Haziran 1994 tarihinde Paris’te, Çölleşme ile Mücadele Sözleşmesi kabul edilmiştir. 14-15 Ekimde imzaya açılan sözleşme 26 Aralık 1994 de yürürlüğe girmiştir. Böylece 17 Haziran, Dünya Çölleşmeyle Mücadele Günü olarak ilan edilmiştir.
- 13-14 Haziran 1996 tarihinde Birleşmiş Milletler İnsan Yerleşimleri Konferansı Habitat II Kent Zirvesi İstanbul’da yapılmıştır.
- Sözleşmenin en yüksek organı olan Taraflar Konferansı (COP), ilk toplantısını 1997 yılında Roma’da yapmıştır. Bu ilk toplantısında, COP’un yönetim kurulları ve bağlı organlarının kurulması, Global Mekanizmanın oluşturulması ve Daimi Sekreter’in atanması ile ilgili kararlar alınmıştır.
- Sonra sırasıyla, Dakar – Senegal (1998), Recife – Brezilya (1999), Bonn– Almanya (2000), Cenevre– İsviçre (2001), Havana– Küba (2003) ve Nayrobi–Nijerya (2005), Madrid– İspanya (2008) olmak üzere 8 Taraflar Toplantısı gerçekleştirilmiştir.
- 14 Şubat 1998 Tarih ve 23258 sayılı Resmi Gazetede 4340 sayılı yasa ile” BM Çölleşme ile Mücadele Sözleşmesi” ne taraf olduk.
- 20-28 Mayıs 1998’de İzmir’de Ulusal Bilgilendirme Semineri yapıldı.
- 9 Mayıs 1992 tarihinde “BM İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi” kabul edildi. Sözleşme 21 Mart 1994 Tarihinde Yürürlüğe Girdi.
- 21 Ekim 2003 Tarih ve 25266 Sayılı Resmi Gazetede, Bakanlar Kurulu’nca “Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi”ne katılmamız uygun bulundu (189’ncü Üye).
- 17 Haziran 2005 Tarihinde “Çölleşme ile Mücadele Ulusal Eylem Programı” Basın Toplantısı ile Açıkladı.

- 2008 yılında sözleşmenin organlarından olan Sözleşmenin Uygulamalarını Gözden Geçirme Komitesi (CRIC) ve Bilim ve Teknoloji Komitesi (CST)'nin toplantıları İstanbul'da yapılmıştır.
- Ülkemizin etkin olduğu Birleşmiş Milletler Çölleşme ile Mücadele Sözleşmesinin 10. Taraflar Konferansı (COP 10) Changwon, Gyeongnam/ Kore' de 10-21 Ekim 2011 tarihleri arasında yapılacaktır.

Bu sözleşmenin amacı, etkilenen ülkelerde sürdürülebilir kalkınmanın sağlanmasına katkıda bulunmak üzere Gündem 21 ile uyumlu entegre bir yaklaşım içerisinde uluslar arası işbirliği ve ortaklık düzenlemeleri ile desteklenen her düzeyde etkin eylemler yoluyla, özellikle Afrikada olmak üzere ciddi kuraklık ve/veya çölleşmeye maruz ülkelerde, çölleşmeyle mücadele etmek ve kuraklığın etkilerini hafifletmektir.

Bu amaca ulaşmak için, etkilenen alanlarda, aynı anda hem arazinin verimliliğini iyileştirmek, hem de arazi ve su kaynaklarının rehabilitasyonunu, korunmasını ve sürdürülebilir yönetimini sağlayarak özellikle yerel topluluklar düzeyinde yaşam koşullarının iyileştirilmesi üzerinde odaklaşan uzun dönemli stratejilerin uygulanması gerekecektir.

ÇÖLLEŞME, ARAZİ/TOPRAK BOZULUMU İLE MÜCADELE PROGRAMLARININ TEMEL AMAÇLARI

- A) Toprak bozulmalarının önlenmesi ve/veya etkilerinin azaltılması,
- B) Belli bir oranda bozuluma uğramış veya uğramaya başlamış arazilerin iyileştirilmesi ve
- C) Toprak bozulumuna uğramış arazilerin iyileştirilmeleridir.

ÇÖLLEŞME İLE MÜCADELE TÜRKİYE ULUSAL EYLEM PROGRAMININ İLKELERİ:

1. İklim değişikliği senaryolarını da içeren koşulları da kapsayan durumlarda ve toprak bozuluma karşı baskı altında olan hassas arazilerde, çölleşme düzeylerinin bilimsel ölçütler kullanılarak belirlenmesi ve benzer alanların dağılımlarının saptanması,

2. maddede belirlenen hassas alanlar öncelikle olmak üzere, korunması gereken ekosistemlerin ve biyo çeşitliliğe anlamlı oranda sahip bölgelerin seçimi ve bu alanlarda da izleme merkezleri kurarak, bilimsel veri tabanını oluşturmak,

3. Komşu ülkelerin ve dünyanın izlediği yöntemlerde irdelenerek güncel çevre koruma ve sürdürülebilir kullanım politikalarının irdelenmesi; varsa eksikliklerinin giderilmesi için zamanında önlem alınması,

4. Ayrıca yeni ve/veya ek politikaların bilimsel düzeyde, ekonomik boyutlarıyla, sosyal ve teknik ölçütlerin uygulanabilme sistem ve düzeneklerinin belirlenmesi,

5. Arazi bozulumu konusunda toplumun bilinçlendirilmesi amacıyla kamunun, ilgili toplulukların ve özellikle çölleşmeden etkilenen toplulukların her türlü yayın ve yayım araçlarıyla bilgilendirilmesinin ve ulusal bilgilendirme seminerlerinin düzenli yapılmasının sağlanması,

6. Çölleşme ile Mücadele Türkiye Ulusal Eylem Programında yer alan düzenlemeler, etkinlikler ve öngörülen sürelerde yapılması gerekli çalışmaların bütün süreçlerinde kamu kurum ve kuruluşlarının, yerel yönetimlerin, sivil toplum kuruluşlarının, yerel toplulukların ve diğer ilgili grupların yerel, bölgesel ve ulusal düzeylerde etkin katılımının sağlanması,

7. Gerekli olan alt havzalarda ve bölgelerde erken uyarı sistemlerinin bilgi ağları aracılığıyla oluşturularak bir merkeze bağlı olarak bilgi (veri toplama) bankasını fonksiyonel kılmak,

8. Diğer ülkelerin ulusal eylem programlarıyla bağlantı kurulması, bilgi ağları aracılığıyla bilgi alışverişinin sağlanması ve Bölgesel Eylem Programları (Ulusal programların güçlendirilmesi ve uyum içinde uygulanmasına yardımcı olabilmek amacıyla bir bölge içinde yer alan ülkelerin birlikte hazırladığı programa verilen isim)'nin oluşturulması ve

9. Yukarıda izlenen yollar ve yöntemlerden elde edilen deneyimler yardımıyla ulusal stratejilerin oluşturularak çölleşmenin durdurulması ve/veya etkilerinin en alt düzeye indirilmesi için gerekli önlemlerin alınması ve sürdürülebilir arazi ve su kullanımlarının geliştirilmeleriyle sürdürülebilir arazi/su yönetimlerinin oluşturulması, biyoçeşitlilik alanlarının korunmaya alınması ve bu kullanımlardan oluşabilecek sosyal çelişkilerin önlenbilmesidir.

TEŞEKKÜR

Çölleşme ve arazi bozunumunu önlemek amacıyla yapılan tüm çalışmalarda emeği geçen en başta Hocalarımız Sayın Merhum Prof. Dr. Cemil CANGİR, Sayın Prof. Dr. Koray HAKTANIR, Sayın Prof. Dr. Selim KAPUR olmak üzere tüm hocalarımıza ve o zamanki ismiyle Çevre ve Orman Bakanlarına ve tüm personeline ve de ülke topraklarının korunmasına gönül vermiş herkese sonsuz teşekkürler.

Adli Toprak Bilimi

Ayten Karaca^{1,*}, Murat Mert²

¹ Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Ankara

² Adli Tıp Kurumu Başkanlığı, Morg İhtisas Dairesi, Laboratuvarlar Şubesi, Adli Mineraloji Lab., İstanbul

GİRİŞ

“Nereye bassa, nereye dokunsa, arkada ne bıraksa, farkında olmasa bile kendisi aleyhine sessiz bir tanıktır. Yalnızca parmak izleri, ayak izleri değil saçları, elbisenin lifleri, kırdığı bardağın parçaları, kullandığı aletin izi, sıyırıldığı boya, bıraktığı ya da üstüne bulaştırdığı kan ve artıklar, bütün bunlar ve dahası. Aleyhine dilsiz birer tanıktır. Bunlar unutulmayan tanıklardır. Heyecan anında akli karışmayan tanıklardır. İnsan tanıkların varlığı bile onları yok edemez. Bunlar fiziksel delillerdir. Fiziksel delil yanılmaz. Yalan söylemez. Belki yalnızca yanlış yorumlanabilir. Ancak ve ancak insanlar tarafından aranırken, incelenirken, ne olduğu anlaşılmaya çalışılırken yapılan hatalar yüzünden değerlerinden kaybedebilirler.”
E.LOCARD (Kriminalist)

Adli tıp; mal ve hakkın kullanılması kudretinin tayini, evliliğin hükümsüzlüğü veya boşanma sebeplerinin araştırılması, ölüm halinin ve anının tespiti, hastalık ve yaralanmalarda çalışma kabiliyetinin azalma derecesi ile işten kalma müddetinin belirtilmesi, hukuki ehliyet ve ceza sorumluluğu hususlarının tayini, ırza geçme, yaralama, öldürme, çocuk düşürme olaylarında mahkemelerin sorularının cevaplandırılması, ölüm ve öldürme halinde ölünün muayene ve otopsisini yapmak vazifelerini yürüten bilim dalıdır.

Toprak; mineraller organik maddeler, oksitler vb. maddelerin belli bir süreçten geçtikten sonra oluşan komplike bir yapıdır. İnsanoğlu var olduğu tarihten bugüne kadar ölmüş varlıkları farklı yöntemlerle, dengesini bozmayacak biçimde doğaya karışmalarını sağlamışlardır. Ölüm olayları, doğal yollardan gerçekleşebildiği gibi belli bir dış etki sonucunda da meydana gelebilmektedir.

Şüpheli bir ölümün araştırılmasında yol gösterici olan Adli Tıp Biliminin, kullandığı en önemli araçlardan birisi de topraktır. Toprağın bu özelliği sahip olduğu kimyasal, fiziksel ve biyolojik yapıdan kaynaklanmaktadır. Toprak suç soruşturmalarında önemli bir fiziksel kanıt olabilir. Bir şüpheli ile bir olay arasındaki bağlantının belirlenmesine yardımcı olur.

Toprak; magmatik, metamorfik ve sedimanter prosesle, her türlü kayacın atmosferik etkilerle parçalanması sonucu oluşan inorganik ve organik materyalleri bünyesinde barındıran temel yapı taşıdır. Son yıllarda teknoloji ve bilimin gelişmesine paralel olarak birçok alanda kullanıldığı gibi, adli bilimlerde de adli olayların çözümüne katkı sağlayan önemli deliller arasında yer almaktadır.

* Dr. Ayten Karaca, Türkiye Toprak Bilimi Derneği, Adli Toprak Bilimi Komisyon Başkanı
Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, 06110 Dışkapı, Ankara
Tel : 0 312 5171917 E-mail: akaraca@ankara.edu.tr

ADLİ TOPRAK BİLİMİNİN TARİHÇESİ

Jeolojik materyallerin (toprak, taş, kayaç vb.) cinayet olaylarında delil olarak kullanılmaya başlanması yaklaşık yüz yıl önceye dayanmaktadır. Daha öncesinde SİR ARTHUR DOYLE tarafından yazılmış Sherlock Holmes serisi ile edebiyatta yer alıyordu. Bir trenle nakledilen fiçilerin içindeki gümüş paraların, istasyonlardan birinde kumla yer değiştirilerek çalınması olayında, Christian Ehrenberg fiçilerdeki kumu tren hattındaki istasyonların bulunduğu bölgelerdeki kumla karşılaştırarak soygunun hangi istasyonda gerçekleştiğini ortaya koymuştur (The Scientific American, 1856). Avusturyalı kriminoloji profesörü Hans Gross'un 1893 yılında şüphelinin ayakkabılarında tespit edilebilecek toprak örneklerinin kullanılabileceğini göstermesi, Georg Popp'un 1904 yılında toprak kanıtlarını inceleyerek bir cinayet davasını çözen ilk bilim adamı olması, Georg Popp'un aynı zamanda sistematik toprak karşılaştırmalarını yapması, toprağın tarımsal bir amaç dışında –kriminolojik açıdan- değerlendirilmesini pekiştirmiştir. Georg Popp ismindeki bir bilim adamı, bir cinayet olayını aydınlatmak amacıyla cinayet mahallinden elde edilen toprak örneklerini mahkemeye delil olarak sunmuştur. Takip eden dönemlerde bilim ve teknolojinin gelişmesine paralel olarak, günümüzde adli jeolojik bilimlerde (adli jeoloji, adli mineraloji ve adli pedoloji) önemli gelişmeler sağlanmış, bu konuda birçok yayınlar yapılmıştır. Halen FBI, CIA ve MI5 gibi ünlü güvenlik birimlerinde adli amaçlı toprak, taş, toz vb. partiküller üzerine çalışan laboratuvarlar mevcut olup bu birimler 1980'li yılların başından beri faaliyetlerini sürdürmektedirler.

Ülkemizde jeolojik materyallerin kullanılması 2000'li yılların başına dayanmakta olup, bu konuda elde edilen deliller mahkemeler ve savcılıkların talebi doğrultusunda, özel bilirkişilere ve/veya üniversitelerin jeoloji, jeofizik ve toprak bölümlerindeki öğretim üyelerine gönderilerek incelenmesi istenmekte idi. 2010 yılının ortalarından itibaren Adli Tıp Kurumu Başkanlığı bünyesinde Adli Mineraloji laboratuvarı kurulmuş olup, savcılık ve ilgili makamlarca gönderilen deliller bu laboratuvarda incelenmektedir.

ADLİ TIPTA YARARLANILAN TOPRAK ANALİZLERİ

Toprağın karmaşıklığı nedeniyle adli toprak analizinin de karmaşık olduğuna inanılmakta ancak toprağın bu tür çeşitliliği ve karmaşıklığı aynı zamanda olayların daha yüksek güçte ayırt edilmesi olanağı sağlamaktadır. Bu amaçla yararlanılmakta olan başlıca toprak analizleri;

- Makroskobik ve mikroskobik incelemeler (*Renk*, tanecik yapısı, yabancı madde içeriği vb)
- Kimyasal Analiz (*pH*, $CaCO_3$, NH_3 , *Elementer Analiz* (Al, Mg, Mn, Li, Na, N, C, S, Ca, vb.)
- Biyolojik Analiz (*DNA*)
- Mikrobiyolojik Analiz (Bakteri, mantar, vb. sayım ve bunların aktiviteleri)
- Entomolojik Analiz (Coleoptera, Diptera, vb.)

Toprak; çevre ve doğal olaylardan direkt olarak etkilenen maddedir. Bu nedenle aynı olay yerinin her adımı bile değişik özellikler gösterebilmektedir. Şüpheli araçların çeşitli bölümlerinden (tekerlek, çamurluk, paspas vb.) ve şahısların ayakkabılarından alınan toprak örneklerinin olay yerinden alınan toprak örnekleri ile karşılaştırılması yapılır. Toprak karşılaştırmalarında, daha çok şahısların üzerine sürülen, yapışan (çamur) veya elbiselerin cep ve pantolon paçaları içine giren örnekler dış ortamdan fazla etkilenmediğinden olumlu ve sıhhatli sonuçlar verebilmektedir.

Adli toprak analizindeki en büyük problem suç laboratuvarlarında iyi eğitilmiş personel ve toprak konusunda uzmanların olmamasıdır. Özellikle Polarizeli Mikroskop kullanılarak yapılan mineralojik tanımlama, deneyim ve beceri gerektirir ayrıca çalışanları uzun saatler sabırla çalışmaya zorlar. Toprağın karmaşıklığı göz önüne alındığında yıllardır çok çeşitli yöntemler teklif edilmiştir ve son eğilim prosedürlerin ve metotların basitleştirilmesidir.

Toprak örneklerinin çeşitliliği nedeniyle adli toprak incelemelerinde standardizasyon yapmak zordur. Toprak örneklerinin koşullarını optimize etmek için yöntemlerin bazen değiştirilmesi gerekmektedir. Adli toprak incelemelerinde ilk aşamada makroskobik gözlem ve düşük-güç

stereomikroskopik gözlem önemlidir. Eğer boya, fiş, farklı renkte cam ve elyaf parçacıkları sorgulanan ve kontrol edilen toprak örneklerinde bulunuyorsa bu sorgulayan kişi için şanstır. İnceleme bu olağandışı maddeler üzerinde odaklanmış olabilir ve bu durumda toprak geri planda kalmış bir delil olur (Ekşi vd, 2009). Olağan dışı maddenin toprak delilinin ve ilgili malzemelerin belirlenmesi için anahtar olduğu bazı olaylar bulunmaktadır. Örneğin, Kaliforniya’da bir cinayet davasında mağdur kişinin cesedi petrol kuyusuna atılmış ve kapağında bulunan kumun oradan 300 mil güneydeki bir yere ait olup, petrol kuyusundaki toprak malzemesi şüphelinin arabasındaki ile karşılaştırılmış ve arabadan alınan toprak örneği petrol kuyusu kapağındaki ile aynı kaya parçalarına sahip olduğu ortaya çıkarılmıştır. Bir başka olayda, Güney Avustralya’nın doğusunda Adelaide ilçesinde bir kadın ve annesinin kayıp olduğu bildirildi. Ertesi gün kadının arabası 160 kilometre uzaklıkta ve bagajında kanlı bir kürekle bulunur. Polis, kadının oğlundan şüpheleniyor. Ama şüpheli konuşmayı reddediyor ve hiçbir kanıt polise ölüyü bulmada yardım edemiyor. Onlar, adli toprak bilim adamlarından oluşan bir ekiple küreği arayıp inceleme yapıyorlar. Ekip, mineraller, asitlik ve kürekteki nem seviyesine göre polise Adelaide Hills de bir çakıl ocağını aramasını söyler bir gün sonra bir tilki orada bir ceset çıkarmıştır. Ertesi gün, ilkinin yakınında bulunur. Kadının oğlu, annesini ve büyükannesini öldürdüğünü itiraf eder ve 18 yıl hapse mahkûm edilir.

Olay yerinden ve şüpheli şahısların ayakkabıları ve giysileri üzerinden veya araçların çeşitli bölümlerinden toplanan toprak örneklerinin karşılaştırma analizleri yapılmaktadır.

Toprak örnekleri toplanırken;

- Alınan deliller ayrı ayrı poşetlere koyularak, alındığı bölgeler ayrıntılı belirtilmelidir.
- Elde edilen toprak örnekleri ıslak halde ise, oda sıcaklığında kurutulduktan sonra gönderilmelidir.
- Laboratuvar da birden fazla analiz yöntemi uygulandığından, toprak örneklerinin en az 5 gram gönderilmesi gerekmektedir.

Postmortem interval (PMI) tayininde önemli bir yere sahip olan çürüme, otoliz ve pütrefaksiyonu da içeren ölümden sonra gelişen süreci ifade etmektedir (Love, 2003). Adli bilimler alanında çürümeyle ilgili pek çok çalışma yapılmış olmasına rağmen, çürümenin çok sayıda faktörle ilişkili olması nedeniyle PMI tayini yeterince açıklığa kavuşturulamamıştır.

- Vücut ağırlığı (Hewadikaram, 1991),
- Nem (Archer, 2004),
- Sıcaklık (Megyesi, 2005),
- Mikrobiyal aktivite (Tibbett, 2004),
- Cesedin bulunduğu yer (Ayers, 2010),
- Toprak pH’sı ve nemi (Micozzi, 1997; Haslam, 2009) ile ilgili çalışmalar yürütülmüştür

Bunların dışında, PMI tayini ile ilgili toprağın biyolojik ve kimyasal özelliklerine yönelik çalışmalar yapılmış (Love, 2003; Carter, 2003; Vass, 1992; Vass, 2001) ve toprağın biyokimyasal ve fiziksel özelliklerindeki değişikliklerin -özellikle kriminal olaylarda- toprakta çürümeye bırakılmış bir cesede işaret edebileceğine dikkat çekilmiştir (Rodriguez 3rd, 1985; Vass, 1992; Vass, 2001; Carter, 2003; Karaca vd, 2011). Toprakların tanecik büyüklüğündeki farklılığın, ondaki biyokimyasal ve fiziksel özellikleri değiştirmesine bağlı olarak, çürüme sürecini etkilediği bilinmektedir.

Örnek olarak çöl kumu gibi iri taneli ve nem oranı düşük toprak, tanecikler arası boşluk büyük olduğundan yoğun gaz difüzyonu (Tibbett, 2004) sayesinde kolayca kuruyabilir (Fiedler, 2003; Santarsiero, 2000) ve çürüme süreci tamamen durdurabilir (Micozzi, 1991). Diğer yandan, killi toprak gibi küçük taneli topraklarda gaz difüzyonu yeterli oranda gerçekleşmediğinden aerob mikroorganizmalar yerine daha az çürükçül olan anaerobikler üreyecek (Carter, 2005; Swift, 1979) ve çürüme süreci yavaşlayacaktır (Santarsiero, 2000; Hopkins 2000; Turner, 1999). Ayrıca, cesedin dış yüzeyinde ve iç organlarda sabunlaşma görülebilmektedir (Fiedler, 2003; Forbes, 2004; Forbes, 2005a).

ADLİ TIPTA TOPRAKTAN YARARLANILARAK YÜRÜTÜLEN ÇALIŞMA YÖNTEMLERİ

Olay yeri incelemesi ve adli toprak örneklerinin incelenmesi amacıyla yapılan çalışma; saha, laboratuvar ve büro çalışmalarını kapsamaktadır.

A. Saha Çalışmaları

Arazide bir cesedin bulunduğu bilgisi kolluk görevlileri tarafından bildirildikten sonra, cesedin bulunduğu bölgeye olay yeri inceleme ekiplerince intikal edilerek, cesedin bulunduğu ortamdan etki parametreleri göz önünde bulundurularak, sistematik örnekleme yapılır. Örnekleme sırasında, ölçekli fotoğraflar çekilerek örnek alınan lokasyonların GPS ile koordinatları belirlenir. GPS ile gerçek konumundan maksimum ± 10 m'lik bir hata payı ile inceleme yerleri tespiti yapılmıştır. Cesedin bulunduğu lokasyondan ve cesedin üzerinden elde edilen tüm toprak, taş, toz vb. deliller büyük bir hassasiyetle delil kaplarına alınarak savcılığın veya mahkemenin talimatlı yazısı ile Adli Tıp Kurumu Başkanlığı, Morg İhtisas Dairesi, Laboratuvarlar Şubesi Müdürlüğü'ne iletilirler.

B. Laboratuvar Çalışmaları

a. Petrografik ince kesit çalışmaları : Saha çalışmaları sırasında derlenen örnekler laboratuvarda türlerine göre ayrılmış, daha sonra derlenen örneklerin uygun olanlarından mineralojik ve petrografik incelemeler için ince kesit yapılması karar verilenler İstanbul Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Mineraloji – Petrografi ABD'nde ince kesit yapımı için Petrocut ve Petrothin kesme, traşlama ve parlatma aletleri kullanılarak yapılır. İnce kesit tanımlamalarının ardından ince kesitlerden Leitz Ortoplan mikroskobu + Ortomat otomatik fotoğraf çekme ünitesi ve dijital fotoğraf makinası ile önemli fabrik, mineral ve fosillerin resimleri çekilir.

b. XRD çalışmaları : XRD çalışmaları özellikle ince kesit tanımlamaları sonucunda kesin sonuç alınamayan örnekler üzerinde ve ince kesitle tespit edilen minerallerin kontrolü amacı ile yapılır. XRD çalışmaları için örnekler, numunenin taze yerlerinden kırılarak alınmakta ve agat havanda 300 mesh boyutuna kadar öğütülerek toz haline getirilmektedir. Analizler; İ.Ü. Mühendislik Fakültesi, İleri Analizler laboratuvarındaki Rigaku marka cihazda Cu K α radyasyonu, Ni filtre, 36 kV gerilim, 20 mA akım, $2\theta = 1^\circ / \text{dk}$ gonyometre hızı, 1 cm / dk kâğıt hızı ve belli C.P.S. duyarlılıklarında yapılmaktadır. XRD yönlenmiş toz kayıtları, kil içeren örnekler için $3 - 60^\circ 2\theta$, Kil içermeyen örnekler için $20 - 55^\circ 2\theta$ ve yönlendirilmiş kil örneği için ise $3 - 30^\circ 2\theta$ arasında alınmıştır. Elde edilen difraktogramlar JCPDS kartlarıyla değerlendirilerek mineral tayinleri yapılmaktadır.

c. Elektron Mikroskop çalışması : Elektron mikroskop çalışmasında JSM – 5600 model SEM (Taramalı Elektron Mikroskobu) cihazı kullanılmaktadır. Analiz için seçilen örneklerden alınan kısımlar küçük parçalar halinde preparatlara yapıştırılmakta, daha sonra da üzerleri iletkenliği sağlamak amacıyla altınla kaplanmaktadır. 100 den 3000'e kadar büyütülen örneklerden minerallerinin morfolojisi ve kayaçların genel dokuları incelenmektedir.

d. XRF Analiz çalışmaları : XRD analizleri sonucunda belirlenen tüm örnekler üzerinde majör oksitlerin belirlenmesi amacı ile XRF cihazı ile analizleri yapılmaktadır. Bunun için eritiş ve pellet yöntemleri kullanılmaktadır.

ADLİ TOPRAK BİLİMİ ÇALIŞMALARINA ÖRNEKLER

Karaca ve ark. (2011) tarafından değişik toprak türlerinde postmortem dönemde dokular üzerinde meydana gelen değişiklikleri gözlemlmeyi, çürüme sırasında dokunun ve toprağın biyolojik ve kimyasal yapısına olan etkisini incelemek ve ayrıca farklı toprak türlerinin postmortem intervali ve dolayısıyla çürümeyi ne yönde etkileyeceğini belirlemek amacıyla bir çalışma yapılmıştır. Bu amaçla 40x50x50 cm' lik toplam 52 çukur açıldı (48 numune + 4 kontrol) ve tınlı ve organik toprak Adapazarı-Akgöl bölgesinden temin edilerek çalışma alanına nakledildi. Kumlu toprak Ankara'da bir kum ocağından, killi toprak ise çalışma alanı olan Kazan ilçesinden elde edildi.

Organik, tınlı, killi ve kumlu toprak 40x50x50 cm' lik çukurların ortasına yerleştirildi. Çukurların iç yüzeyleri toprakların birbirleriyle karışmasını önlemek amacıyla, özel bir maddeden imal edilmiş olan tüllerle kaplandı. GATA Deney Hayvanları Araştırma Merkezinden temin edilen 48 adet domuz ekstremitesi 12'şerli 4 gruba ayrıldı. Derinliği 50 cm olan çukurların ilk 25 cm' lik kısmı toprakla doldurulup, domuz ekstremiteleri çukurların orta noktasına yerleştirildi. Böylece dokunun her yönden toprakla örtülmüş olması sağlandı (Şekil 1).



Şekil 1. Dokuların toprağa gömülmesi



Şekil 2. Tınlı topraklarda dokuların ayrışması (3.ay)

Yüzeye yakın olan 10 cm'lik kısım temizlendikten sonra üst kısımdan, Dokunun çıkarılmasından sonra alttaki kısımdan olmak üzere, toplam iki ayrı bölgeden toprak örnekleri alındı ve analiz edildi. Ayrıca her bir çukurda bulunan dokular fotoğraflanmış ve Adli Tıp uzmanları tarafından analiz edilmek üzere toplanılmıştır. Çalışmada bunlara ek olarak Entomoloji uzmanı tarafından her bir çukurda bulunan böcekler toplanarak incelenmeye alınmıştır. Tınlı toprak kas-kemik-eklem ayrışması, ağırlık kaybı ve deri bütünlüğü açısından değerlendirildiğinde; diğer toprak türlerinden çıkarılan dokulara göre en üst düzeyde çürümenin olduğu tespit edildi (Şekil 2).

Organik toprak kas-kemik-eklem ayrışması, ağırlık kaybı ve deri bütünlüğü açısından değerlendirildiğinde; Organik topraktan çıkarılan doku Tınlı ve Killi topraktan çıkarılan dokulardan daha az derecede çürüdüğü tespit edildi (Şekil 3).



Şekil 3. Organik topraklarda dokuların ayrışması (3.ay)

Killi toprak kas-kemik-eklem ayrışması, ağırlık kaybı ve deri bütünlüğü açısından değerlendirildiğinde; killi topraktan çıkarılan dokuda organik ve kumlu topraktan çıkarılan dokulardan daha ileri derecede çürüme olduğu tespit edildi (Şekil 4). Aynı zamanda killi toprak türünden çıkarılan dokularda *sabunlaşma* tespit edildi.

Kumlu toprak kas-kemik-eklem ayrışması, ağırlık kaybı ve deri bütünlüğü açısından değerlendirildiğinde; çürümenin Kumlu toprak türünde en az derecede gerçekleşmiş olduğu görüldü (Şekil 5).



Şekil 4. Killi toprakta dokuların ayrışması (3.ay)



Şekil 5. Kumlu toprakta dokuların ayrışması (3.ay)

Bu çalışma ile farklı toprak bünyelerinin domuz kadavrasının çürüme süreci üzerine etkilerinin çok farklı olabileceğinin yanı sıra; toprakta domuz kadavrası vb doku materyallerinin bulunmasının toprak mikroorganizmalarının sayı ve aktivitelerini artırmak suretiyle toprağın bazı özelliklerini değiştirebildiği sonucuna varılmıştır.

SONUÇ

Olay yerinden ve ceset üzerinden derlenen tüm örnekler üzerinde analizler tamamlandıktan sonra mineral parajenez ortaya konmuş olmaktadır. Olay mahallinin literatür ve uzmanlar tarafından elde edilen jeolojisi ile cesedin bulunduğu lokasyondan ve cesetten elde edilen deliller karşılaştırılmaktadır. Böylece cesedin taşınıp taşınmadığı, taşındı ise hangi lokasyondan taşındığı sorusu aydınlatılmaya çalışılmaktadır.

Olayla ilgili cinayet masası ekiplerince yapılan soruşturma sonucu zanlı tespiti var ise bu zanlıların ev, işyeri, arabaları vb. yerlerinde aramalar sonucu elde edilen (şahsi eşyaları üzerindeki) toprak, toz, çamur vb. deliller üzerinde de yukarda sayılan işlemler yapılır ve karşılaştırma sonucu olayın faillerinin bulunması amaçlanır.

Adli tıp incelemelerinde toprak materyalinden yararlanılması amacıyla Dünya’da pek çok ülkede adli toprak bilim dalı kurulmuş ve giderek yaygınlaşmaya başlamıştır. Bu konuda ülkemizde de bir merkez kurulması gerekmektedir.

KAYNAKLAR

- Aşirdizer M., Gürpınar K, Berber G, 2002. Olay yeri İncelemesinden Sanık Profili Tanımlaması. Yıllık Adli tıp Toplantıları, Antalya. s.184-8
- Bull P.A., Parker, A. and Morgan R. M., 2006. The forensic analysis of soils and sediment taken from the of a footprint. Forensic Science International (FSI-162); 6-12.
- Ekşi, C. Kalkay, N. Kaya, A. 2009. Adli Kimyada Toprak,Cam ve Boya Analizleri.
- Hopkings, D.W., Wiltshire, P.E.J., Turner, B.D. 2000. Microbial characteristics of soils from graves: an investigation at the interface of soil microbiology and forensic science. Applied Soil Ecology 14: 3, 283-288.
- Karaca, A., Turgay, O.C., Farasat, S., Karabağ, S., Tümer, A.R., Karacaoğlu, E. 2011. Parçalanma Üzerine Farklı Toprak Tiplerinin Etkileri, Prof. Dr. Nuri Munsuz “Ulusal Toprak ve Su Sempozyumu”.
- <http://www.adlitip.org/?p=107>
- <http://www.caginpilisi.com.tr/66/36-37-38-39-40-41.htm>

- Mert M., Tetiker S, Gürler A. S., Kömür İ, Kandemir E, Berber G, 2010. Olay Yeri İncelemesinde Adli Mineralojinin Önemi. Ulusal Adli Tıp Günleri Poster, Antalya
- Morgan R. M., Bull P.A., 2007. Forensic Geoscience and Crime Detection: Identification, interpretation and presentation in Forensic Geoscience, Minerva Med. Leg. 127; 73-89
- Murray R., 2004. Evidence from the Earth. Mountain Press Publishing Co., Missoula, Montana, pp. 226
- Pye K., Croft D., 2007. Forensic analysis of soil and sediment traces by scanning electron microscopy and energy – dispersive X-ray analysis: An experimental investigation. Forensic Science International (FSI-165); 52-63s.
- Ruffell A., 2010. Forensic pedology, forensic geology, forensic geoscience, geoforensics and soil forensics. Forensic Science International (FSI-6022); pp 4.
- Ruffell A., Mckinley J., 2005. Forensic geoscience: application of geology, geomorphology and geophysics to criminal investigations. Earth Science Reviews. 69 –pp. 235-247
- www.sciencemag.org, 2011,February 1

TOPRAK BİLİMİ VE BİTKİ BESLEME DERGİSİ

YAYIN İLKELERİ

Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Dergisi, Ocak ve Eylül aylarında olmak üzere yılda iki sayı ve elektronik olarak yayınlanır. Dergi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme alanında yapılmış özgün araştırma makalelerini, önemli bilimsel ve teknolojik yenilikleri ve yöntemleri açıklayan kısa yazıları yayınlar. Yazar(lar) makalenin ne tür bir yazı olduğunu belirtmelidir. Derginin yayın dili Türkçe olmasına karşın, uluslararası ortamda da ilgi çekebilmesi için İngilizce de yazılabilir. Dergiye sunulan çalışmanın başka yerde yayınlanmamış (bilimsel toplantılarda sunulan çalışmalar hariç) ve başka bir dergiye yayın için sunulmamış ve yayın hakkı verilmemiş olması gerekir. Buna ilişkin yazılı belge (tüm yazarlar tarafından onaylı) makale ile gönderilmelidir. Etik Kurul Raporu gerektiren araştırma sonuçları makale olarak gönderilirken, Etik Kurul Raporu'nun bir kopyası eklenmelidir.

Dergiye sunulan tüm çalışmalar, yayın kurulu ve bu kurul tarafından seçilen en az iki veya daha fazla danışman tarafından değerlendirilir. Dolayısıyla, çalışmanın dergide yayınlanabilmesi için yayın kurulu ve danışmanlar tarafından bilimsel içerik ve şekil bakımından uygun bulunması gerekir. Yayınlanması uygun bulunmayan eser yazar(lar)a iade edilir. Danışman veya yayın kurulu tarafından düzeltme istenen çalışmalar ise yazar(lar)a eleştiri ve önerileri dikkate alarak düzeltmeleri için geri gönderilir. Yazarlar aynı fikirde olmadıkları eleştiri veya öneriler için gerekçelerini açıklayarak yayın kurulu ve danışman/danışmanları ikna etmek zorundadırlar. Yayın kurulu herhangi bir karara varmadan önce başka bir danışmanın da görüşünü alabilir. Düzeltme istenen makaleler, düzeltme için verilen sürede (30 gün) yayın kuruluna dönmez ise, yeni sunulan bir makale gibi değerlendirilir.

Dergiye sunulan tüm çalışmalar dergi yazım ilkelerine uymalıdır. Dergi Yazım İlkeleri her sayının ikinci sayfasında yayınlanmaktadır. Ayrıca Dergi Yayın Kurulu'ndan da istenebilir.

Her çalışma ilk sunumda sayfanın MS Word 98 (veya daha üst versiyonu) A4 boyutundaki kağıda tek yüzüne kenarlarda 2.5 cm boşluk bırakılmış, Times New Roman yazı karakterinde 10 pt çift aralıklı ve yaklaşık 20 sayfa ve aşağıdaki düzende olmalıdır.

Makale başlık sayfası, Özet, Anahtar Sözcükler, Abstract, Keywords, Metin, Tesekkür, Kaynaklar, Şekiller (fotoğraf, çizim, diyagram, grafik, harita v.s.) ve Çizelgeler şeklinde sıralanmalıdır. Bölüm başlıkları büyük harflerle koyu yazılmış ve uluslararası numaralandırma sistemine göre numaralandırılmış (1.; 1.1.; 1.1.1. v.b.) olmalıdır. Alt başlıkların ise sadece ilk harfleri büyük yazılmalıdır. Tüm sayfalar ve satırlar numaralandırılmış (sayfada yeniden) olmalıdır. Türk Dil Kurumu'nun yazım kuralı dikkate alınarak yazılmalı ve Türkçe noktalama işaretlerinden (nokta, virgül, noktalı virgül v.b.) sonra mutlaka bir ara verilmiş olmalıdır. Metin içerisinde kısaltma kullanılacak ise ilk kullanıldığı yerde kavramın açık şekli yazılmalı ve parantez içinde kısaltması verilmelidir (Toprak organik maddesi (TOM) gibi). Tüm metindeki paragraf girintileri 0.5 cm olmalıdır. Yukarıdaki kurallara uymayan makaleler işleme alınmadan yazar(lar) ına geri gönderilecektir.

BAŞLIK SAYFASI

Bu sayfada, a) Makale başlığı (Türkçe ve İngilizce başlıklar yazılmalı; başlık kısa ve konu hakkında bilgi verici ve tümü büyük harflerle yazılmış olmalı ve kısaltmalar kullanılmamalıdır), b) Yazar(lar)ın açık adı (adlar, unvan belirtilmeden küçük, soyadı büyük harfler ile yazılmalı; Ayten KARACA veya O. Can TURGAY gibi), c) Çalışmanın yapıldığı üniversite, laboratuvar veya kuruluşun adı ve adresi (sadece ilk harfleri büyük harfle yazılmalı), yazarlardan sorumlu yazar belirtilmeli ve bu yazarın telefon ve fax numaraları ile e-posta adresi verilmelidir ve d) Geliş Tarihi (ilk harfleri büyük olmalı, Dergi sayfa düzeni için düzeltme istendiğinde bildirileceğinden tarih yazılmamalı). Bu sayfadaki tüm bilgiler koyu karakterde (Bold) yazılmış olmalıdır.

ÖZET (ABSTRACT)

Her makalenin Türkçe ve İngilizce özeti olmalıdır (paragraf girintisi verilmeden; konuya hakim, kısa ve makalenin bütün önemli noktalarını – niçin, ne ve nasıl yapıldığını, ne bulunduğunu ve bunların ne ifade ettiğini – vurgulayan özet metni yazılmalıdır. Özet ve Abstract metinlerinin hemen altında Anahtar Sözcükler: ve Key Words: İlk harfleri büyük ve virgül ile ayrılmış başlığı tekrarlamayan fakat onu tamamlayan özellikte olmalı ve 3-6 sözcükten oluşmalıdır.

1. GİRİŞ

Bu bölüm makalenin içeriğini ve yapıma nedenini literatür bilgileri ile açıklayan kısım olup, çalışmanın amacını ve test edilecek hipotezi açık şekilde sunmalıdır.

2. MATERYAL VE METOT (Alt başlıklar da yazılabilir)

Denemede kullanılan materyal ve yöntemlerin başka araştırmacılar tarafından yinelenmek istemine de cevap verebilmesi için ayrıntılı olarak açıklanmalıdır. Ancak yayınlanmış olanlar varsa kapsamlı açıklamalara girmeden atıfta bulunulmalıdır. Test edilecek hipoteze yanıt verecek uygun istatistiksel yöntem/yöntemler kullanılmalı ve açıklanmalıdır. Gerektiğinde ortalamanın standart hatası veya standart sapması gibi değişim ölçüleri verilmelidir.

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

Bulgular kısa ve açıklayıcı şekilde, çizelgeler ve şekiller ile desteklenerek bu bölümde sunulmalıdır. Özellikle çizelgede sunulan veriler metin içerisinde ve şekillerde tekrarlanmamalıdır. Ancak şekillerdeki önemli veriler metin

içerisinde de verilmelidir. 3. başlık BULGULAR, 4. başlık ise TARTIŞMA VE SONUÇ şeklinde de yazılabilir. Tartışmada elde edilen sonucun önemi, bilime ve uygulamaya katkısı literatür bilgileri ile tartışılmalı, değerlendirilmeli veya yorumlanmalıdır. Elde edilen sonuçların bilime ve uygulamaya katkısı varsa öneriler ile birlikte sonuç kısmında sunulmalıdır.

TEŞEKKÜR

Çalışmayı destekleyen kuruluşlar ile çalışmaya bir şekilde emeği geçenler için kısa bir teşekkür yazısı olabilir.

4. KAYNAKLAR

Kaynak listesi yazar soyadına göre alfabetik olarak düzenlenmelidir. Metin içerisinde ise kaynaklar Yazar-yıl esasına ve tarih sırasına göre (Acar, 1995; Arcak ve ark., 1996; Erpul ve Çanga, 2001) verilmelidir. Aynı tarihli farklı yazarların kaynaklarının bildiriminde alfabetik sıra kullanılmalıdır (Acar, 2001; Karaca ve ark., 2002; Kızılkaya ve Aşkın, 2002). İngilizce hazırlanan makalelerde "...ve ark." yerine "...et al." kullanılmalıdır. Metin içerisinde atıf yapılan kaynakların tümü kaynaklar listesinde bulunmalıdır.

Kaynak bölümünde değişik yerlerden alınan kaynakların yazımında aşağıdaki örneklerle uyulmalıdır.

Dergiden,

Karaca, A., Naseby, D., Lynch, J. 2002. Effect of cadmium-contamination with sewage sludge and phosphate fertiliser amendments on soil enzyme activities, microbial structure and available cadmium. Biol. Fertil. Soils 35: 435-440. (Dergilerin uluslararası veya ulusal kısaltmaları verilmelidir)

Kongre veya sempozyumdan,

Acar, Z., Ayan, İ., Genç, N. 1997. Samsun koşullarında eğimli ve yüzlek topraklarda bazı mürdümük hat ve popülasyonlarının ot verim ve bazı özelliklerinin belirlenmesine yönelik bir araştırma. Türkiye II. Tarla Bitkileri Kongresi, 441-445, 22-25 Eylül, Samsun.

Tezden,

Kızılkaya, R., 1998. Samsun Azot Sanayi (TÜGSAŞ) ve Karadeniz Bakır İşletmeleri (KBİ) Çevresindeki Tarım Topraklarında Ağır Metal Birikiminin Toprakların Bazı Biyolojik Özellikleri Üzerine Etkisi. Doktora tezi. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

Kitaptan,

Barker, A.V., Pilbeam, D.J., 2007. Handbook of Plant Nutrition. CRC Press Boca Raton, FL

Kitabın bir bölümünden,

Karaca, A., Kızılkaya, R., Turgay, O.C., Çetin, S.C., 2010. Removal of earthworms on the availability and removal of heavy metals in soils. Soil Heavy Metals. Sherameti, I., Varma, A. (Eds.), Soil Biology, Springer-Verlag Berlin Heidelberg. Vol 19, pp.369-388. (Kitabın adı italik olarak verilmelidir)

Elektronik materyalden,

Smith, J., 2001. Emergence of infectious diseases. Reprod. Nutr. Dev. [serial online] 1 (2000) 15 screens. Available from URL: <http://www.edpsciences.org/docinfos/INRA-RND/> [Ulasım: 24 Eylül 2002]. şeklinde yazılmalıdır.

Yazarlar zorunlu olmadıkça kişisel görüşmeleri kaynak göstermemelidirler. Dipnotlardan da kaçınılmalı, çok gerekli ise (çalışmaya ait önemli bölümleri içermeyen) kullanıldığı sayfaya çizgi ile ayrılarak ve yıldız konularak kısa bir şekilde yazılmalıdır.. Ancak Tezlerden hazırlanmış makaleler, ilk başlık üzerine "*" konularak dipnot ile bildirilmelidir.

Şekil ve Çizelgeler,

Her bir şekil ve çizelge metin içerisinde atfedilmiş olmalı ve ardışık olarak numaralandırılmalıdır (Şekil 1, Şekil 2 veya Çizelge 1, Çizelge 2 gibi). Şekil (siyah-beyaz hazırlanmalı) ve Çizelgeler ilk sunumda metin içerisinde görülmemeli, ancak metinden ayrı olarak şekiller bir sayfada, Çizelgeler ayrı bir sayfada sırasıyla verilmeli ve sayfaya dik gelecek şekilde düzenlenmelidir. Şekil başlıkları şeklin altında Çizelge başlıkları Çizelgenin üstünde yazılmalıdır. Başlıklar, şekil ve çizelgedeki her bir hücreyi açıklayıcı kısa ve öz şekilde sadece ilk sözcüğün ilk harfi büyük olarak yazılmalıdır. Şekil ve Çizelgelerde uygulamayı veya özelliği ve ortalamalar arasındaki farklılıkları açıklamak için kullanılan kısaltmaların açıklaması mutlaka şekil ve Çizelge altında verilmelidir.

Bilgisayar Disketi (CD) ve basım ücreti:

Yayına kabul edilen eserler, yayın kuruluna geliş tarihi esas alınarak (bir yazarın aynı sayıda ilk isim olarak en fazla iki eseri yayınlanabilir), sorumlu yazarına dergide basılacak hale dönüştürülmesi için geri gönderilir (basımına karar verilen eserde ekleme veya çıkarma yapılamaz) ve basım için yazarlardan ücret talep edilmez.

Yayınlanan makalelerin ve makale içinde dergide basıldığı haliyle gözüken hataların sorumluluğu yazar(lar)ına aittir.

TELİF HAKKI DEVİR SÖZLEŞMESİ

Dergi : Türkiye Toprak Bilimi Derneği, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Dergisi
Makalenin Başlığı :

Yazarlar (tam isimleri) :

Yayından sorumlu yazarın adı, adresi ve iletişim bilgileri

Ad - Soyad :
Adres :
Telefon : Fax :
Cep telefonu : e-mail :

Ben/Biz aşağıdaki konuları garanti ederiz:

- Bu makale bizim tarafımızdan yapılmış özgün bir çalışmadır.
- Bu makalenin sorumluluğunu üstleniriz.
- Bütün yazarlar gönderilen makaleyi görmüştür.
- Bu makale başka bir yerde yayınlanmamış ve yayına yollanmamıştır.
- Yazılar, resimler ve diğer materyaller makaleye dahil edildiğinde, makalenin telif haklarını ve diğer haklarını ihlal etmemektedir.

Yukarıdaki konular dışında yazarların aşağıdaki hakları ayrıca saklıdır.

- Telif hakkı dışındaki patent hakları yazarlara aittir.
- Yazar makalenin tümünü kitaplarında ve derslerinde, sözlü sunumlarında ve konferanslarında kullanabilir.
- Satış amaçlı olmayan kendi faaliyetleri için çoğaltma hakları vardır.

Bunun dışında, makalenin çoğaltılması, postalanması ancak bilim ve yayın kurulunun izni ile yapılabilir. Makalenin tümü veya bir kısmından atıf yapılarak yararlanılabilir.

Makaleye ait tüm materyaller (kabul edilen veya reddedilen fotoğraflar, orijinal şekiller ve diğerleri), bilim ve yayın kurulunca bir yıl saklanacak ve daha sonra imha edilecektir.

Ben/Biz bu makalenin onur kırıcı veya kanunsuz durumlar içermediğini, materyaller açıklanan yöntemlere göre kullanıldığında zararlanma ve yaralanmaya neden olmayacağını bildiririz.

Bu belde tüm yazarlar tarafından imzalanmalıdır. Belgenin bağımsız kopyaları farklı kuruluşlarda bulunan yazarlar tarafından imzalanabilir. Fakat bütün imzalar özgün olmalıdır.

Adı-Soyadı :
İmza : Tarih :

Adı-Soyadı :
İmza : Tarih :

Adı-Soyadı :
İmza : Tarih :

Adı-Soyadı :
İmza : Tarih :