



www.ziraat.selcuk.edu.tr/dergi

Selçuk Üniversitesi
Ziraat Fakültesi Dergisi 22 (45): (2008) 58-65



TOPRAK BOZULMASI

Erdem YILMAZ^{1,2}

Zeki ALAGÖZ¹

¹ Akdeniz Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bölümü, Antalya/Türkiye

(Geliş Tarihi: 04.02.2008, Kabul Tarihi:09.04.2008)

ÖZET

Toprakların fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerinin kötüleşmesi anlamına gelen toprak bozulması, insanların gelecekteki gıdasal ihtiyacının karşılanmasında karşılaşılabilecek en önemli sorunlardan biridir. Hızla artan dünya nüfusu ve daralan tarım alanları gelecek için tehdit oluşturmaktadır. Bu nedenle besin ihtiyacının karşılanmasında temel kaynak olan toprakların, üretkenliklerini bozucu etkenlere karşı korunması oldukça önem kazanmaktadır.

Bu derlemenin amacı toprak bozulmasını tanımlamak, bozulmanın dünya ve ülkemizdeki durumunu ortaya koymak ayrıca bozulmanın önlenmesi için gerekli önlemleri belirterek gelecek açısından önemini vurgulamaktır.

Anahtar Kelimeler: Toprak Bozulması, Erozyon, Tuzluluk, Sürdürülebilirlik.

SOIL DEGRADATION

ABSTRACT

Soil degradation is defined as physical, chemical and biological deterioration of soil, is likely to be the most important problem for human nutritional demand in future. Increasing world population and reduction in agricultural land are serious threat for future. Therefore, in order to satisfy nutritional demands, it is important to protect soil, the major nutrition source, from factors that hinder its fertility.

The aim of this review was to define soil degradation to provide information about its status in the world and Turkey, and to make recommendation for possible measures against this problem.

Key Words: Soil Degradation, Erosion, Salinity, Sustainable

GİRİŞ

İnsan nüfusundaki hızlı artış, toprağı da içinde bulunduran doğal kaynaklar üzerindeki baskıyı arttırmaktadır. Toprak bozulması, tarımsal üretimi etkilemekte ve doğal kaynaklar üzerinde kötü etkiler oluşturmaktadır. Toprak bozulması yanlış tarımsal uygulamalar, aşırı otlatma, ormanlık alanların tahribi, endüstri ve şehirleşmeyi de kapsayan insan aktiviteleri tarafından meydana getirilmektedir. Tarımsal alanlarda karşılaşılan toprak bozulmasının en önemli sebebi ise yanlış tarımsal uygulamalardır. Toprak erozyonu, tuzlulaşma, su altında kalma, besin kayıpları, pulluk tabanı oluşumu, strüktürün bozulması veya toprak sıkışması, arazi parçalanması yanlış tarımsal uygulamalara örnek olarak verilebilir. Şayet topraklar yetenek sınıflarına uygun olarak kullanılmazlar ise bozulma kaçınılmazdır.

Dünyadaki karasal alan miktarı 13 milyar hektardır. Bu alanın yaklaşık 1.5 milyar hektarı kullanılmayan sulak alanlar ve 2.8 milyar hektarı ise kullanılmayan ve ulaşılamayan alanlardır. 8.7 milyar hektar alan kullanılmakta ve bu alanların birçoğı ise yalnızca orman, mera veya devamlı vejetasyon altında kalan alanlardır. Sadece 3.2 milyar hektarlık bir alanda potansiyel işlem gerçekleştirilmektedir ve günümüzde ise bu potansiyel işlenen alanların yaklaşık yarısı tarımsal anlamda kullanılmaktadır (Oldeman 1994).

² Sorumlu Yazar: erdemyilmaz@akdeniz.edu.tr

Dünya ölçeğinde işlenen arazi alanı artışı ortalama % 4.8 olmakla birlikte, gelişmiş ülkelerde bu oranın % 0.3 gibi çok düşük, gelişmekte olan ülkelerde ise çok yüksek (% 9) oluşu dikkat çekicidir. Geçen on beş yıl içinde gelişmekte olan ülkelerde fert başına tarım arazisi azalışı % 40 düzeylerinde gerçekleşmiştir. Bu eğilimler dünyada olduğu gibi ülkemizde de işlenen alanların marjinal araziler üzerinde yaygınlaşmasına neden olmaktadır (Haktanır ve ark. 2005).

Ülkemizin topoğrafik konumu, topraklarımızın yüksek düzeyde bozulmasına neden oluşturmakta, tarımsal uygulamalardaki bilgi ve teknolojik birikimindeki yetersizlik bozulmanın şiddetlenmesine sebep olmaktadır. Ülkemiz açısından da oldukça önemli olan toprak bozulmasının bilinmesi ve bozulmanın tanıtılması ayrıca dünya ve ülke genelindeki durumunun ortaya konulması önem arz etmektedir.

TOPRAK BOZULMASININ TANIMI VE BOZULMAYA NEDEN OLAN FAKTÖRLER

Toprağın fiziksel, kimyasal ve biyolojik yönden niteliğini kaybetmesi sonucu toprak kalitesinde meydana gelen azalma 'toprak bozulması' olarak adlandırılmaktadır. Toprak bozulması, bilim çevrelerince dikkatle üzerinde durulduğu ve dünyada büyük sosyal problemlere kaynaklık eden küresel bir sorundur. Toprak bozulması yalnızca çevresel bir sorun değil aynı zamanda ülkelerin kalkınmasını etkileyen, çözümlü için uluslararası işbirliğine ve bozulmadan etkile-

nen insanların desteğine de ihtiyaç duyulan bir sorundur. Toprak bozulması insan sağlığına ve evrensel çevreye ciddi zararlar vermektedir (Anonim 2008).

Anahtar toprak karakteristikleri, bitkisel üretimi etkileyen toprağın bitki besin maddesi içeriği, su tutma kapasitesi, organik madde içeriği, toprak reaksiyonu (asitlik), üst toprak derinliği, tuzluluk ve topraktaki biyo kütlelerdir. Bu karakteristiklerdeki aşırı değişim ise toprak bozulması olarak adlandırılmaktadır (Scherr 1999).

Lal ve ark. (1997) tarafından toprak bozulması, toprağın mevcut veya potansiyel üretkenliğindeki kayıp olarak tanımlanmıştır. Diğer bir ifadeyle toprağın ekonomik fayda ve çevresel denge işlevindeki performansının azalması olarak belirtilmiştir. Aynı araştırmacılar toprak bozulmasında başlıca iki önemli faktörün var olduğunu bunların, a) toprak oluşum faktörlerinin yer aldığı ve doğal etkilerin meydana getirdiği bozulma b) insanlar tarafından gerçekleştirilen aktiviteler sonucu meydana gelen bozulma olduğu bildirilmiştir (Şekil 1).

Topraklardaki bozulma işlemleri, erozyon, sıkışma (kompaksiyon) ve sert tabaka oluşumu, asitleşme, toprak organik madde içeriğindeki azalma, toprak verimliliğindeki azalma, biyolojik bozulma ve toprak kirliliğini içermektedir (Lal ve Stewart 1990).

Tarımsal açıdan incelendiğinde ise toprak bozulması birçok faktörün etkisiyle ortaya çıkmaktadır. Bu faktörler özellikle tarımsal faaliyetler veya arazi kullanımında izlenen stratejiye bağlı olmaktadır. Tarımsal faaliyetlerden özellikle sulama, gübreleme, pestisit kullanımı ve toprak işleme en önemlileridir. Ayrıca toprakların bozulmasında etkili olan toprak erozyonu, mera ve ormanların tahrip edilmesi ile aşırı su altında kalma sonucunda toprak koşullarında meydana gelen zayıflık da örnek olarak verilebilir.

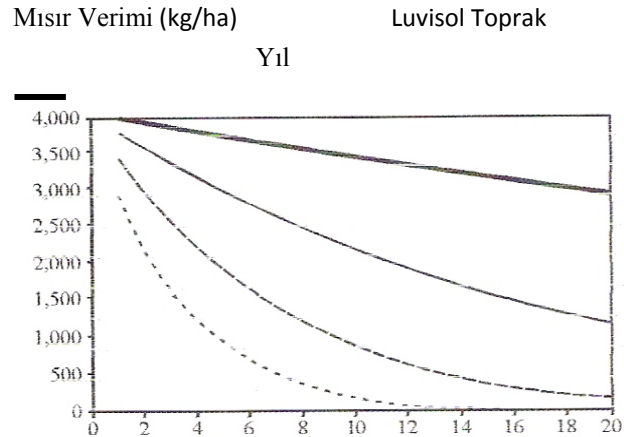
UNEP projesi 'Dünyadaki toprak bozulmasının değerlendirilmesinde 8 çeşit bozulmaya değinmiştir. Bunlar;

- Su erozyonu,
- Rüzgâr erozyonu
- Aşırı tuzlanma
- Kimyasal bozulma ve biyolojik bozulma
- Besin maddesi erozyonu
- Su altında kalma
- Vertikal erozyon (derine aşındırma)'dur (Anonymous 2008).

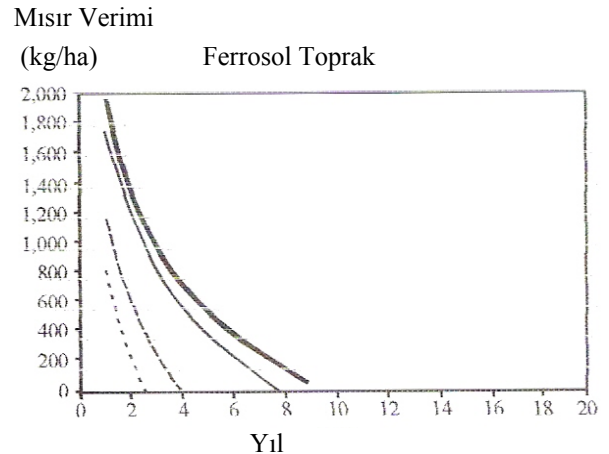
Toprakların bozulmaya karşı olan hassasiyetleri ise toprakların içerdikleri özelliklere bağlıdır ve çeşitlilik göstermektedir. Örneğin, yarayışlı besin maddesi sağlama kapasitesi ve yarayışlı fosfor miktarı az, kolaylıkla üst toprağın veya organik maddenin kaybolduğu ayrıca güçlü asit reaksiyon gösteren ferrosol topraklar su erozyonuna karşı hassasiyeti düşüktür. Bunun aksine orta düzeyde besin elementi konsantrasyonuna, düşükten ortaya doğru değişen organik madde kapsamına, kabuk oluşumuna meyilli zayıf üst toprak

katmanına sahip olan luvisol topraklar ise erozyona karşı orta derecede hassasiyete sahiptirler (Scherr 1999).

Tengberg ve Stocking (1997) tarafından yapılan bir çalışmada, farklı toprak tiplerinde ve arazi kullanım metodunda erozyonun mısır verimi ve toprak kaybı üzerine etkileri incelenmiştir. Çalışmada elde edilen sonuçlara göre erozyonun mısır verimi ve toprak kaybı üzerindeki etkisinin ferrosol toprakta daha yüksek olduğu ayrıca her iki toprak tipinde meydana gelen en fazla toprak kaybının, üzerinde bitki örtüsü bulunmayan çıplak topraklarda gerçekleştiği belirtilmiştir (Şekil 2, Şekil 3).



Şekil 2. Toprak erozyonunun luvisol toprak tipindeki mısır verimi ve toprak kaybı üzerine etkisi (Tengberg ve Stocking 1997).



Şekil 3. Toprak erozyonunun ferrosol toprak tipindeki mısır verimi ve toprak kaybı üzerine etkisi (Tengberg ve Stocking 1997).

nomik olmadığı öngörülmektedir. Yetersiz kalan araştırmalar nedeniyle toprak bilimcileri arasında toprak bozulmasının önlenebileceği ve bozulan alanların geriye kazanılabileceği konusunda birçok tartışma bulunmaktadır. Yalnızca besin elementi noksanlığı, toprak ortamındaki dengesizlik ve yüzeyde meydana gelen kabuk oluşumu gibi bozulma belirtilerinin hızlı ve göreceli olarak ucuz yöntemlerle düzeltilebileceği bildirilmektedir (Scherr 1999).

Topraktaki su, bitki besin elementi ve biyolojik birçok problemin, toprağı geliştirici işlemler, arazi veya çiftlik düzeyindeki yatırımlar ve farklı yönetim tekniklerinin uygulanmasıyla 5–10 yıl ve üzeri bir sürede ortadan kaldırılabilir. Bazı fiziksel ve kimyasal bozulma çeşitlerinin düzeltilmesi (örneğin

Tablo 1. Toprakta bozulma işlemlerinin önlenmesi ve bozulan alanların geri kazanımı (Scherr 1999).

Bozulma Tipi	Bozulma Prosesi	Geriye Kazanılabilir/ Düşük Maliyet	Geriye Kazanılabilir/ Yüksek Maliyet	Geri kazanılmaz veya Oldukça Yüksek Maliyet
Fiziksel	Kil penleri, sıkışma zonu		X	
	Yüzeyde kaymak ve kabuk oluşumu	X		
	Toprak çökmesi			X
	Rüzgar veya su erozyonuyla üst toprak kaybı		X (eğer aktif depolama varsa)	
	Arazi deformasyonu (Oyuntu erozyonu, kütle hareket)			X
Su Tutma	İnfiltrasyonda azalma/Drenajın engellenmesi		X	
	Su tutma kapasitesinde azalma		X	
	Su altında kalma		X (çiftlik düzeyinde)	X (Arazi düzeyinde)
	Kuraklaşma		X	
Kimyasal	Organik madde kaybı		X	
	Besin elementi noksanlığı/yıkanması	X		
	Besin elementi dengesizliği	X		
	Besin elementi tutulumu		X	
	Asitleşme		X (eğer kireçlemeye uygunsuzsa)	X
	Alkalilik/tuzluluk			X
	Distrifikasyon			X
	Ötrafikasyon		X	
Biyolojik	Toprak işlemeye bağlı olan biyolojik aktivitede azalma		X	
	Agrokimyasal kullanımına bağlı olan biyolojik aktivitede azalma		X	
Kirlilik	Bulaşıklılık		X	
	Kirlilik (toksik madde birikimi)			X

Uluslararası Gıda Politikası Araştırma Enstitüsü'nün (IPFRI) tahminlerine göre; dünya nüfusunun 2020 yılında 8 milyar olacağı ve bu değer 1995 yılındaki dünya nüfusunun dan % 35 daha yüksek olduğu öngörülmektedir. Ayrıca besin ihtiyacına karşı olan talebin artış göstereceği ve günümüz tarımsal araştırma düzeyinin, tarıma yapılan yatırımların ve sosyal refah düzeyinin şimdiki haliyle devam etmesi duru-

munda bile gelişmiş ülkelerin bitkisel üretimde 1995–2020 yılı süresince yıllık % 1.5, hayvansal üretimde ise % 2.7' lik bir artış sağlayabileceği, bu oranların ise bir önceki on yıldan daha düşük olduğu belirtilmiştir (Scherr 1999).

TOPRAK BOZULMASININ DÜNYADAKİ VE ÜLKEMİZDEKİ DURUMU

Toprak Bozulmasının Dünyadaki Durumu

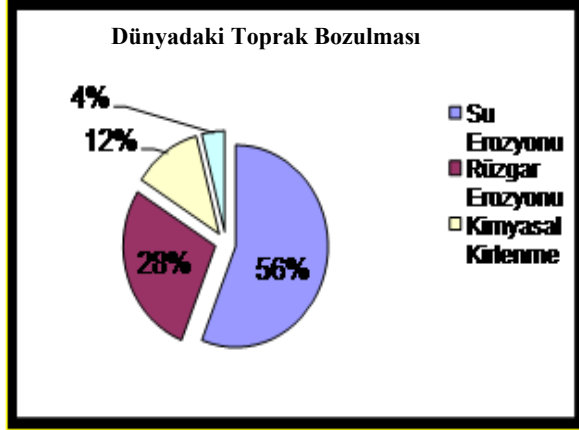
Küresel olarak yaklaşık 2 milyar ha alan, çeşitli derecelerde arazi bozulmasından etkilenmekte ve dünyanın değişik bölgelerinde farklı düzeylerde gerçekleşmektedir. Bu, insan aktiviteleri sonucu yer yüzeyinin kalite ve üretkenliğinin azalması anlamına gelmektedir.

Tablo 1. Toprakta bozulma işlemlerinin önlenmesi ve bozulan alanların geri kazanımı (Scherr 1999).

munda bile gelişmiş ülkelerin bitkisel üretimde 1995–2020 yılı süresince yıllık % 1.5, hayvansal üretimde ise % 2.7' lik bir artış sağlayabileceği, bu oranların ise bir önceki on yıldan daha düşük olduğu belirtilmiştir (Scherr 1999).

Bozulan toprakların tamamının % 58'i kurak, % 42'si ise humid bölge topraklarda gerçekleşmektedir. Yalnızca tropik alan toprakların 915 milyon ha'ı su

erozyonu, 474 milyon ha rüzgâr erozyonu, 239 milyon ha kimyasal bozulma ve 50 milyon ha ise fiziksel bozulma tehlikesi altındadır. Ayrıca yapılan tahminler göstermektedir ki dünyadaki 1.1 milyar ha kuru alanın yaklaşık % 20'sinin degrede olduğu belirtilmektedir. Dünya genelindeki tüm arazi kullanım tipleri için toprak bozulma mekanizması Şekil 4'te verilmiştir (Anonim 2008).



Şekil 4. Tüm arazi kullanım tipleri için dünyadaki toprak bozulma mekanizması (Anonim 2008)

Dünya Kaynakları Enstitüsü dünyadaki tarımsal alanların yaklaşık olarak %40'ını bozulduğunu, orta Amerika'nın işlenen alanlarının %75'inin, Afrika'nın %20'sinin ve Asya'nın %16'sının etkilendiğini belirtmiştir. Yapılan araştırmalara göre kayıplar bu oranda devam ederse 2020 yılında 150-300 milyon hektar alan üretimden düşecektir (Scherr ve Yadav 1997).

Su erozyonu dünya genelinde bozulmayı meydana getiren en önemli faktördür. Bunu rüzgâr erozyonu, topraktaki besin elementi kaybı ve tuzluluk takip etmektedir (Tablo 2, Tablo 3). Judson (1968) tarafından yapılan tahminlere göre, insanların neden olduğu toprak erozyonu nedeniyle yıllık olarak 14,7 milyar ton, bununla birlikte; doğal olaylar sonucu meydana gelen erozyonla ise 9,3 milyar ton toprağın kaybolduğu bildirilmiştir.

Pimentel ve ark. (1993), erozyonun önlenmemesi ve şimdiki düzeyiyle devam etmesi durumunda, tarımsal anlamdaki global üretim miktarının % 15-30 oranında azalacağını tahmin etmişlerdir. Buring ve Dudal (1987) ise bu oranın daha yüksek olacağını bildirmişlerdir. Aynı araştırmacılar gelişmiş analiz sistemlerini kullanarak yapmış oldukları çalışmada eğer toprak koruma önlemlerinin alınmaması durumunda 1984-2000 yılları arasında çayırılık, orman ve tarımsal üretim yapılan verimli alanların bir çoğunun %22 düzeyinde bozulacağını bildirmişlerdir.

Toprak Bozulmasının Türkiye'deki Durumu

Türkiye topoğrafik olarak oldukça engebeli bir yapıya sahiptir. Ortalama yükselti 1132 metredir ve çok farklı iklim, toprak ve diğer ekolojik özelliklere sahip bir yarımadadır. Türkiye subtropikal kuşakta aşırı sıcaklık ile birlikte semi-arid iklime sahip olmasına rağmen çeşitli doğal yer şekilleri ve özellikle sahillere paralel olan dağların varlığı bölgeden bölgeye çok farklı iklim koşullarına sebep olmaktadır. Yıllık yağış ortalaması 643 mm, fakat dağılışı düzensiz ve her bölgede aynı değildir. Yağış yıldan yıla ve bölgeden bölgeye göre değişmektedir (Özden ve ark. 2000).

Tablo 2. Kimyasal ve fiziksel bozulmanın dünya çapında dağılımı (milyon hektar) Oldeman ve ark. (1991).

Bölge	Kimyasal Olarak Bozulan Alanlar				Fiziksel Olarak Bozulan Alanlar			Bozulan Toplam Alan	Kullanılan Toplam Alan İçerisindeki Bozulan Alan %'si
	Besin Elementi Kaybı	Tuzluluk	Kirlenme	Asitleşme	Sıkışma, Kabuk Oluşumu	Su Altında Kalma	Organik Madde Kaybı		
Afrika	45	15	-	1	18	1	-	81	4.8
Asya	15	53	2	4	10	+	2	86	3.0
G.Amerika	68	2	-	-	4	4	-	78	5.1
Ort. Amerika	4	2	+	-	+	5	-	12	6.0
K. Amerika	-	-	+	+	1	-	-	1	+
Avrupa	3	4	19	+	33	1	2	62	7.7
Avustralya	-	1	-	-	2	-	-	3	-
Dünya	136	77	21	5	68	11	4	323	3.7

Not: +: İhmal edilebilir

-: Veri rapor edilmemiş

Türkiye çok çeşitlilik arz eden jeolojik yapı, iklim, bitkisel örtü ve topoğrafik koşulları nedeniyle dünya yüzeyinde yaygın bulunan büyük toprak gruplarının çoğunu kapsamaktadır. Bu, çeşitli iklim koşulları ile birlikte ülkede, birçoğu kalite ürünü olan bitkilerin yetiştirilmesine olanak sağlamaktadır (Haktanır ve ark. 2005).

Türkiye'deki toprak bozulması dünya genelinde görülen toprak bozulmasına benzemektedir. Hatalı

tarımsal uygulamalar, aşırı otlatma, orman tahribi ve değerli tarım arazilerinin başka amaçlarla kullanımı Türkiye'deki toprak bozulmasına sebep olan en önemli nedenlerdir. Bazı tarımsal alanlar kapasitelerine uygun biçimde kullanılmamaktadır (Özden ve ark. 2000). Türkiye'deki arazi sorunları Tablo 4'te verilmiştir. Tablo 4'te görüldüğü gibi iklim ve topoğrafik koşullar nedeniyle toprak erozyonu özellikle su erozyonu Türkiye'nin en büyük problemidir. Yaklaşık

olarak arazilerin %86 sı farklı derecelerde erozyondan etkilenmektedir.

Ülkemiz arazilerinin % 21 kadarı % 10'dan daha az eğimlidir. Bunun sonucu olarak da erozyon sorunu Tablo 3. Erozyon tarafından meydana getirilmiş bozulmanın dünya (Hidrolik iletkenlik) imı (milyon hektar) Oldeman ve ark. (1991).

oldukça önemli bir problem olarak karşımıza çıkmaktadır (Şekil 5). Yurdumuzun özellikle düz arazileri dışında kalan eğimli arazilerde erozyon etkisinin fazla olması büyük tehlike oluşturmaktadır (Anonim 1991).

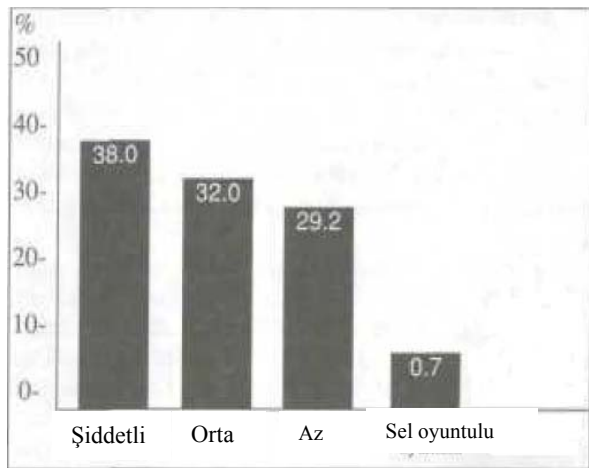
Bölge	Su erozyonundan etkilenen alanlar				Rüzgâr erozyonundan etkilenen alanlar				Erozyona Uğrayan Toplam Alan
	Hafif	Orta	Şiddetli	Toplam	Hafif	Orta	Şiddetli	Toplam	
Afrika	58	67	102	227	88	89	9	186	413
Asya	124	242	73	441	132	75	15	222	663
G. Amerika	46	65	12	123	26	16	....	42	165
Ort Amerika	1	22	23	46	246	4	1	5	51
K. Amerika	14	46	....	60	3	31	1	35	95
Avrupa	21	81	12	114	3	38	1	42	156
Okyanusya	79	3	222	83	16	....	27	16	99
Dünya	343	526	223	1.094	269	254	26	548	1.642

Tablo 4. Türkiye'deki arazi sorunları ve alan olarak miktarları (Özden ve ark. 2000).

Problemin tipi	Alan (ha)
Su erozyonu	66.576.042
Rüzgâr erozyonu	330.000
Alkaleleşme/tuzlulaşma	1.158.749
Hidromorfik topraklar	2.775.115
Taşlılık, kayalılık	28.484.331
Tarım Dışı Kullanım	894.153

Türkiye genelinde su erozyonu alanı 57.148.886 ha kadardır. Bu, Türkiye topraklarının % 63,2'si demektir. Su erozyonu tarım arazilerinin 15.859.455 ha alanında yani tarım alanının % 72,1' inde etkili olmaktadır (Taysun 1985).

Doğan (1989a ve 1989b), tarım alanlarındaki toplam su erozyonunun 15.859.455 ha (tarım arazilerinin % 60'ı), rüzgar erozyonunun ise 465.913 ha (tarım arazilerinin % 1,5'i) alanda etkili olduğunu bildirmiştir.



Şekil 5. Türkiye'nin Çeşitli Su Toplama Havzalarında Erozyon (Anonim 1991).

Diğer bir önemli sorun ise tarımsal aktivitelerdeki hatalardan kaynaklanan (özellikle sulama) tuzluluk problemidir. Başta GAP bölgesi olmak üzere birçok

alanda özellikle sıcak bölgelerde düzensiz ve aşırı sulama ile topraklar hızla tuzlulaşmaktadır.

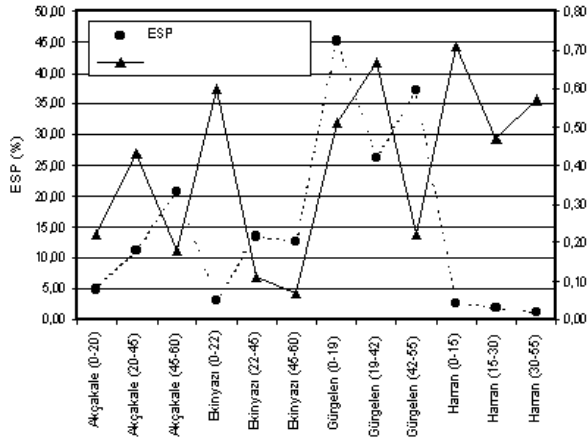
Çullu ve ark. (2000) tarafından yapılan bir çalışmada, Harran ovasındaki smektit kil mineralince baskın toprakların strüktürel özellikleri ve tuzlulaşma düzeyi 1995 yılında başlanan sulama programları sonrasında araştırılmıştır. Çalışmada, yüksek değişebilir sodyum oranı değerinin toprak yapısında önemli bozulmalara neden olduğu, toprakların strüktür stabilitesinde ve agregasyon indeksinde zayıf düzeyde azalma, hidrolik iletkenlikte ciddi düzeyde azalma ve tuzluluk düzeyinde ise ciddi düzeyde artışların meydana geldiği belirtilmiştir. Araştırmacılar ayrıca sulama işlemlerinden sonra topraklardaki su tabla düzeyinde artış meydana geldiği, bitkisel gelişimin toprakların fiziksel ve kimyasal özelliklerinde gerçekleşen bozulma nedeniyle engellendiğini bildirmişlerdir. Çalışmanın sonunda, elde edilen bazı kimyasal toprak parametrelerinde (Tablo5) özellikle elektriksel iletkenlik ve değişebilir sodyum oranının (ESP) derinlikle birlikte arttığı, değişebilir sodyum oranı ve hidrolik iletkenlik arasında negatif bir ilişkinin bulunduğu (Şekil 6), evaporasyon ve derine yıkanmayla oluşan yoğun tuz birikiminin bu ilişkiden etkilendiğini belirtilmiştir.

SONUÇ VE ÖNERİLER

Toprak bozulması ülkemizde ve dünyada çok ciddi bazen de geri dönüşümü olmayan bozulmalara yol açmaktadır. Hem ülkemizde hem de dünyada bozulmaya neden olan en önemli faktör erozyon olarak görülmektedir. Rüzgâr erozyonundan iki kat daha fazla etkiye sahip olan su erozyonu ve bununla birlikte çölleşme, gelecek için çok ciddi kaygılar oluşturmaktadır. Çok önemli olumsuz sonuçlara yol açan bu iki bozucu etkiye karşı alınabilecek önlemler oldukça kapsamlı ve bir o kadar önemlidir.

Su erozyonundan daha az düzeyde etkilenebilmek için öncelikle eğimli araziler sürekli bitkisel örtü altında tutulmalı (örneğin çayır-mera) ve bu alanların idaresi sürdürülebilirlik esasına göre gerçekleştiril-

melidir. Özellikle çayır-mera alanlarında gerçekleştirilecek otlatma aşırı düzeyde yapılmamalıdır. Yine aynı zamanda eğimli arazilerdeki tarımsal faaliyetler toprağı koruyucu önlemler alınarak (teraslama, seki oluşturma vb) gerçekleştirilmelidir.



Şekil 6. Çalışma topraklarındaki hidrolik iletkenlik (cm/h) ve değişebilir sodyum oranı (ESP) arasındaki ilişki (Çullu ve ark., 2000).

Tablo 5. Çalışma toprağına ait bazı kimyasal analiz sonuçları (Çullu ve ark., 2000).

Toprak Serileri	Derinlik (cm)	EC dS m ⁻¹	CaCO ₃ (%)	ESP (%)
	0-20	4,39	18,67	4,84
Akçakale	20-45	3,60	19,25	11,27
	45-60	5,53	21,12	20,66
Ekinyazı	0-19	3,31	17,53	3,06
	19-42	9,08	19,10	13,52
	42-55	8,70	22,64	12,76
Gürgelen	0-22	24,0	21,22	45,10
	22-45	9,05	22,14	26,19
	45-60	8,55	21,12	37,04
Harran	0-15	0,76	32,74	2,57
	15-30	0,71	35,40	1,79
	30-55	0,96	37,61	1,03

Bozulmaya neden olan diğer iki faktörden çölleşme ve toprak kirliliğinin temelinde ise sanayileşme yatmaktadır. Özellikle gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerdeki sanayileşme çevre kirliliğinde artışa neden olmaktadır. Atmosferdeki kirlilik dünya çapında ciddi iklim değişiklikleri meydana getirerek birçok alanda olumsuz etkilere (asit yağmurları, bitki örtüsünün yok olması, kuraklık vb.) neden olmaktadır. Karasal veya sulak alanlara deşarj edilen sanayi artıkları ise su ve toprakta kirlenmelere yol açarak canlı sağlığını tehdit etmektedir. Ulusal ve uluslararası düzeyde bu konuda gerekli önlemler alınmadıkça çölleşme ve kirliliğin boyutu da artacak ve ciddi sağlık problemleriyle karşı karşıya kalınacaktır.

Toprak bozulması ve çölleşme ile mücadelede etkili arazi kullanım kurallarını meydana getirebilmek için farklı tipteki toprakların özelliklerinin bilinmesi kaçınılmazdır. Öncelikle her ülke kendi arazi varlığı-

nın veri tabanını oluşturmalı, bunun yanında bilimsel araştırmalara hız vermeli, toprak bozulması ve çölleşme ile mücadelede uluslar arası bilgi değişimi yoluyla etkili bir koordinasyon oluşturulmalıdır. Özellikleri belirlenen toprak veya araziler kabiliyetlerine göre kullanılmalı, yeteneklerini ve özelliklerini olumsuz yönde etkileyebilecek her türlü faktöre karşı uygun önlemler alınmalıdır.

Sınırlı doğal kaynakların sürdürülebilir değerlendirilmesinin gerekliliği gün geçtikçe daha da önem kazanmaktadır. Bugün farkına varamadığımız pek çok hatalı uygulamalar gelecekte bizlere veya bizden sonraki nesillere ağır bedel olarak geri dönebilir. Toprak bozulmasının önlenmesindeki en önemli adım, bu sorunun yaratabileceği olumsuzluklar ile çözüm önerilerinin bireylere anlatılarak toprak bozulmasının ne derece önemli olduğu konusunda bilinç yaratılmasıdır. Bu amaçla da etkili donanımlar kullanılarak yayım çalışmalarına önem verilmelidir.

Doğal kaynakları, özellikle toprağı koruma ve geliştirme amacıyla yapılacak yatırımlar gelecek nesillerin ihtiyacı ve sürdürülebilir bir yaşam standardı göz önünde bulundurularak yasal anlaşmalarla dengelenmek zorundadır. Bu nedenle Ülkemizde de, arazi toplulaştırmasını, miras hukukunu, arazi kullanım sınıflarını, sektörel veya sektörler arası arazi kullanımını içine alan kapsamlı, nitelikli bir toprak ve arazi kullanım kanunu oluşturularak kanunun gerektirdiği yükümlülükler ciddi bir şekilde takip edilmelidir.

KAYNAKLAR

- Anonim.1991., Türkiye'nin Çevre Sorunları, Türkiye Çevre Sorunları Vakfı Yayınlan, Sayfa: 300-310, Ankara.
- Anonim., 2008., Toprak Bozulması Nedir. Havza Yönetimi Bölümü Teknik Bilgileri. <http://www.menementopraksu.gov.tr/bolumler/subeler/havzayonetimi/topdeg/topdegkst.html>
- Anonynous., 2008., Land Degradation. http://www.globalchange.umich.edu/globalchange2/current/lectures/land_deg/land_deg.html
- Antwerpen, R. and Meyer, J.H., 1998. Soil Degradation-II: Effect of Trash and Inorganic Fertilizer Application on Soil Strength. Proceedings of the Annual Congress. South African Sugar Technologists Association. 72:152-158.
- Buringh, P and R. Dudal., 1987. Agricultural land use in space and time. In *Land transformation in agriculture*, ed. M. G. Wolman and F. G. A. Fournier. New York: John Wiley.
- Çullu, M.A., İ. Çelik, Almaca, A., 2000. Degradation of The Harran Plain Soils Due to Irrigation.. Proceedings of International Symposium on Desertification. Pp:193-197, KONYA.
- Doğan, O., 1989a., Rüzgar Erozyonu Nedir?, Zararları Nelerdir? Önlemler Neler Olmalıdır?, Köy Hizmetleri Ankara Araştırma Enstitüsü Yayınlan, Genel Yayın No: 157, Çiftçi Yayın No: 14, Ankara,

- Doğan, O., 1989b., Su Erozyonuna Karşı Toprakların Korunması, Köy Hizmetleri Ankara Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınlan, Genel Yayın No: 158, Çiftçi Yayın No: 15, Ankara,
- Haktanır K., Cangir C., Arcak Ç., Arcak S., 2005. Toprak Kaynakları ve Kullanımı. <http://www.zmo.org.tr/etkinlikler/5tk02/08.pdf>
- Judson, S., 1968. Erosion of the land, or what's happening to our continents. *American Scientist* 56: 56-374.
- Lal, R and Stewart B.A., 1990. Soil degradation, Vol. 11—Advances in Soil Science. New York: Springer-Verlag.
- Lal, R., Blum, W.H., Valentine, C. and Stewart, B.A., 1997. Soil Quality and Sustainability. Methods for Assessment of Soil Degradation. Advances in Soil Science by CRC Press LLC. p: 17-31.
- Oldeman, L.R., Hakkeling, R.T.A and Sombroek W.G., 1991. *World map of the status of human-induced soil degradation: An explanatory note*. Wageningen, The Netherlands and Nairobi, Kenya: International Soil Reference and Information Centre and United Nations Environment Programme.
- Oldeman, L.R., 1994. The global extent of soil degradation. In *Soil resilience and sustainable land use*, ed. D. J. Greenland and T. Szaboles. Wall - ingtonford, U.K.: Commonwealth Agricultural Bureau International.
- Özden M., Dursun H. ve Sevinç A.N., 2000. The Land Resources of Turkey and Activities of General Directorate of Rural Services, General Directorate Services, Planning Coordination Department, Ankara/Turkey, http://www.toprak.org.tr/isd/isd_03.htm
- Pimentel, D., Allen J. and Beers, A., 1993. Soil erosion and agricultural productivity. In *World soil erosion and conservation*, ed. D. Pimentel. Cambridge: Cambridge University Press.
- Scherr, S.J. and Yadav, S., 1997. Land Degradation in the Developing World: Issues and Policy Options for 2020. Brief No. 44.
- Scherr, S.J., 1999. Soil Degradation. A Threat to Developing-Country Food Security by 2020. Food, Agriculture, and the Environment Discussion Paper 27. International Food Policy Research Institute. U.S.A.
- Taysun, A., 1985. Doğal ve Yapma Yağışın Karşılaştırılması Yağış Benzeticiler ve Damla Düşme Hızı Tayin Aletleri, T.O. ve K.B.. K.H.G.M. Menemen Bölge Toprak-Su Araştırma Enstitüsü Yayınları, Genel Yayın No: 119, Teknik Yayın No:13, Menemen-İzmir.
- Tengberg, A. and Stocking, M., 1997. Erosion induced loss in soil productivity and its impacts on agricultural production and food security. Paper presented to the FAO/AGRITEX Expert Consultation on Integrated Soil Management for Sustainable Agriculture and Food Security in Southern and Eastern Africa, Harare, Zimbabwe, 8-12 December.