

---

SERİ

**B**

CİLT

**42**

SAYI

**1-2**

**1992**

---

İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ

# ORMAN FAKÜLTESİ

DERGİSİ



# TOPRAK KİRLLENMESİ VE YANLIŞ ARAZİ KULLANIMININ YARATTIĞI SORUNLAR İLE ÇÖZÜM ÖNERİLERİ

Ar. Gör. Doğanay TOLUNAY<sup>1)</sup>

## Kısa Özet

Hızlı ve plânsız sanayileşme ve nüfus artışının sonucu olarak, hava, su, toprak ve gürültü kirliliği gibi sorunlar güncel hale gelmiştir. Bunlardan toprak kirliliği, üzerinde pek fazla bilgi sahibi olunmayan bir konudur. Bu yazıda toprak kirliliğine karşı direnç sağlayan faktörler ile toprak kirliliğinin sebep-sonuç ilişkileri açıklanmıştır.

## 1. GİRİŞ

"Çevre Kirliliği", zamanımızın anahtar sözcükleri haline gelmiştir. Bilindiği üzere, "Çevre Kirliliği" çok geniş kapsamlı bir kavramdır. Onun için çeşitli şekillerde tanımlanmaktadır. Bunlardan bazıları şu şekildedir: "Bir ekosistemin havasına, suyuna, toprağına ve canlıların bünyesine zararlı maddelerin girmesi ve bunları etkilemesi olayıdır"; "Hava, su ve toprağın fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerinde meydana gelen ve arzu edilmeyen değişimlerdir" (ÇEPEL 1995). Bu tanımlamalarda sözkonusu edilen üç yaşam kaynağından havanın kirlenmesi süreci, diğerlerine kıyasla zaman bakımından en erken ilgi odağı olmuş bir kirlenme şeklidir. O nedenle hava kirliliği konusunda yapılan ölçümler, araştırmalar, yayınlar ve geliştirilen önleme teknikleri konusunda zengin verilere sahip bulunmaktayız. İlgi odağı olma bakımından ikinci öncelik sırasını alan kirlenme olayı ise "su kirlenmesi"dir. Fakat "gürültü kirliliği" ve "toprak kirliliği" konuları ancak son 10 yıl içinde güncel hale gelmiştir. Örneğin gürültü kirliliği için Robert Koch, bundan 85 yıl önce (1910) "kolera veya veba gibi gürültü ile de mücadelenin gerekeceği yıllar yakındır" şeklinde bir ikazda bulunmasına karşın, ülkemizin bazı kentlerinde gürültü ile savaş ve yasal önlemler ancak 1995 yılında başlamıştır.

Ne yazık ki toprak kirliliği, ilgi odağı olma bakımından gürültü kirliliğinden de geride kalmıştır. Oysa, "toprak kirliliği" yaşamsal düzeyde önemli olan ve yenilenemeyen bir doğal kaynağın yok edilmesi anlamına gelmektedir. Buna karşılık toprak kirliliği envanteri, toprağın kirlilik öl-

1) İ. Ü. Orman Fakültesi, Toprak İlimi ve Ekoloji Anabilim Dalı.

çüm kriterleri, toprak kirliliğinin önlenmesi için ilgili mevzuat, inceleme ve araştırmalara ait yayınlar, vb. kaynaklar bakımından bir "veri ve değerlendirme yetersizliği" içinde bulunmaktadır. İşte bu nedenle, hiç değilse toprak kirliliği konusunu ve önemini açıklayabilmek, bu tür bir kirliliğin en azından hava ve su kirliliği kadar, canlıların sağlıklı yaşaması ile sıkı ilişkileri bulunduğu dikkat çekebilmek için bu inceleme yazısının yayınlanması yararlı görülmüştür.

"**Toprak kirlenmesi**", diğer kirlenme olayları ile doğrudan doğruya ilgili olduğundan, hava ve su kirlenmesi, katı atık maddeler ve yanlış arazi kullanma gibi olayların toprak kirlenmesi üzerindeki etkileri belirtilmeye çalışılmıştır. En sonunda da toprak kirliliğine ait çözüm yolları ve alınabilecek önlemler üzerinde durulmuştur. Bu konuların açıklanmasına geçilmeden önce "**toprak kirlenmesi**" olgusu özet olarak tanıtılacaktır.

## 2. TOPRAK KİRLENMESİ

Toprak kirlenmesi, su ve hava kirlenmelerinden farklı gelişmektedir. Su ve havanın kirlenmesinde, bu ortamlarda doğal olarak bulunan veya bulunmayan bazı kirlenme parametreleri insan kaynaklı olarak artmaktadır. Ancak toprak kirlenmesi olayında, toprağa kirlenmelerin girmesinden ayrı olarak, verim gücünü azaltacak veya bir daha hiç kullanılmamasını sağlayacak süreçler de söz konusudur. Bu nedenle ÇEPEL (1995) toprak kirlenmesini şu şekilde tanımlamıştır: "**Toprak kirlenmesi, toprağın verim gücünü düşürecek, optimum toprak karakteristiklerini bozacak, varlığını tehlikeye düşürecek her türlü teknik ve ekolojik baskılar ve olaylardır.**"

Toprak kirliliği, doğrudan ve dolaylı şekilde olabilmektedir. Doğrudan kirlenme, çöplerin depolanması, bitki koruma ilaçlarının aşırı kullanımı, gübreleme ve yanlış arazi kullanımı gibi insan faaliyetleri sonucunda meydana gelmektedir. Dolaylı toprak kirlenmesi ise havaya ve suya karışan zararlı maddelerin çeşitli şekillerde toprağa ulaşması ve toprağın niteliklerini bozması şeklindedir. Bu şekilde toprak kirlenmesine neden olan başlıca maddeler asit yağışlar, ağır metaller, radyoaktif maddeler ve tozlardır. Sayılan bu maddelerden bir kısmının veya tamamının toprağa girmesi sonucu toprak zamanla verim gücünü kaybetmektedir.

Toprak kirlenmesi, genellikle hava ve su kirlenmesinden çok farklı gelişir. Hava ve su kirlenmesinde kirlilik sebepleri ortadan kaldırıldıktan sonra doğa tekrar eski haline gelebilir. Oysa toprak kirlenmesinde durum çok farklıdır. Toprak heterojen yapısından dolayı kirlenmeye karşı oldukça dirençlidir. Ancak bir kez kirlendiği zaman temizlenmesi veya eski haline dönmesi hemen olanaksızdır veya çok büyük maliyetler gösterir. Ayrıca su ve hava kirlenmesinde fiziksel ve kimyasal kirlenme söz konusudur. Toprak kirlenmesinde ise arazinin üzerine inşaat atıkları ve kül serilmesi veya maden ocakları gibi kazı yapılması sonucu mekanik bir toprak kaybı meydana gelmektedir.

Toprak kirlenmesinden ayırmamız gereken başka toprak sorunları da vardır. Bunlar özellikle yanlış arazi kullanımı sonucu ortaya çıkarlar. Örneğin verimli tarım alanlarının yapılarla örtülmesi, ormanların tarıma açılması, erozyon gibi.

## 3. TOPRAĞIN KİRLENMEYE KARŞI DİRENCİNİ ETKİLEYEN FAKTÖRLER

Toprakların kirlenme maddelerinin olumsuz etkilerine karşı direnç gösterdiklerine daha önce değinilmiştir. Bu direnci etkileyen ve sağlayan faktörler dış ve iç faktörler olarak incelenebilir.

### 3.1. Dış Faktörler

Toprağın kirlenmeye karşı gösterdiği direnci bazı ortam faktörleri dolaylı bir şekilde ve önemli derecede etkiler. Bunlar iklim, yeryüzü şekli, toprak üstündeki bitki örtüsünün cinsi ve arazinin kullanılma şeklidir.

İklim elemanlarından özellikle yağış, toprak kirlenmesi üzerinde etkilidir. Nemli bölgelerde havadaki kirletici maddelerin toprağa özellikle asidik yağışlar şeklinde ulaşması ve sızıntı sularıyla toprağın derinliklerine inmesi ve taban sularına karışması daha kolay olmaktadır.

Yeryüzü şekli özellikleri yağışların alınışı, sis oluşumu, güneşlenme ve dolayısıyla ısınma süresi ve şiddetini etkiler. Bunlar arazinin yapısına, bakısına, denizden uzaklığına, yükseltiye, vb. özelliklere göre değişmektedir. Kirleticilerin ve asit yağışların alınışı yukarıda sayılan yeryüzü şekli özelliklerine göre değişmektedir. Toprağa gelen sızıntı suları ile taban suları ve topraktan sızan suların yönü, miktarı, kaynak ve taban sularına karışımı hep yeryüzü şekli özelliklerinden etkilenmektedir (KANTARCI 1987a).

Bitki örtüsü, özellikle orman vejetasyonu, topraktan sızan su miktarına ve dolayısıyla su toplama havzalarındaki verime etki eder. Açık alanda yağın yağışın önemli kısmı yüzeyel akışa dönüşür. Halbuki orman alanlarında yağışın önemli kısmı toprakta depo edilir veya topraktan sızarak kaynak ve taban sularına karışır (KANTARCI 1987a).

### 3.2. İç Faktörler

Topraklar kirlenmeye karşı bazı özellikleriyle direnebilmektedirler. Bunlar "**toprağın süzme fonksiyonu**" ve "**toprağın tamponlama etkisi**"dir.

Toprağın süzme fonksiyonu denince perkolasyon (suların toprak içinde alt tabakalara doğru sızması) sırasında, toprak tarafından kirli suların temizlemesi anlaşılmaktadır. Kısa bir zaman öncesine kadar toprağın bu şekilde temizleme kapasitesinin ölçülemeyecek kadar büyük olduğu sanılıyordu. Fakat taban sularında da bu kirlenme olaylarının meydana geldiğinin belirlenmesinden sonra, bu yeteneğin sınırsız olmadığı belirgin bir şekilde ortaya çıkmıştır (ÇEPEL 1985).

Toprağın tamponlama etkisi ise, toprağın aşırı pH değişikliklerine karşı gösterdiği dirençtir. Toprakta pH- değişiklikleri doğal (asit ayrışma ürünleri veren ölü örtü vb.) ve doğal olmayan (asit yağışlar, toprağa kireç verilmesi) yollarla olmaktadır. Toprağın tamponlama etkisini toprakta bulunan kil, humus, diğer organik kolloidler ve demir ile alüminyum oksit hidroksitleri yaratır. Özellikle kil mineralleri toprak içinde fazla miktarda bulduklarından toprağın tamponlama etkisi üzerinde önemli rol oynarlar. Bu sebeple kil minerallerinin özelliklerinin bilinmesi gerekmektedir.

Kil mineralleri tabakalı ve yaprakçıklı yapıdadırlar ve iki, üç, dört tabakalı olarak sınıflandırılırlar. Özellikle 3 tabakalı kil mineralleri su alınca tabakaları aralanır ve buralarda su ile katyonlar tutulabilir. Bu katyon tutma sırasında sudan alınan katyonlara eşdeğer miktarda katyon toprak suyuna verilir. Eğer çeşitli nedenlerle toprağın pH'sı değişirse, özellikle asitleşirse, kil minerallerinde tutulan katyonlar toprak suyuna verilir ve yerine toprak suyunda yoğun olarak bulunan H<sup>+</sup> katyonları bağlanır. Asit yağışlarla toprağa giren H, NO<sub>x</sub>, SO<sub>x</sub>, Cl iyonları da aynı mekanizmayla tamponlanır. Asit karakterdeki ürünler toprağa girmeye devam eder ve pH 4.5'in altına düşerse alüminyumlu silikatlar çözünerek Al<sup>3+</sup> serbest kalır ve pH daha da düşerse toprak suyunda Mn<sup>2+</sup> katyonu da zenginleşir. Her iki katyon da bitkiler için zehir etkisi yapmaktadır (KANTARCI 1987b).

Toprakların kirlenmeye karşı gösterdikleri direnç, toprağın oluştuğu anakanın özelliklerine göre de değişmektedir. Silikat anakayasından oluşmuş topraklar ile kireçtaşıdan oluşmuş toprakların kirlenmeye karşı göstereceği dirençler tamamen farklıdır. Silikat topraklarında pH doğal olarak düşük olduğundan asit yağışlarla pH daha da düşecektir. Kireçtaşı topraklarında ise pH 7 civarında olduğu ve toprağın asitleşmesi için ilk önce Ca<sup>2+</sup> katyonlarının yıkanması gerektiğinden toprak reaksiyonun asitleşmesi daha uzun zaman alacaktır. Ayrıca örneğin, karstik sahalarda anakaya çatlaklı ve topraklar da sığ olduğu için kirli sızıntı suları hızla derinlere sızacak ve toprakta uzun süre kalamayacaktır.

Toprak türünün de toprakların kirlenmesine ve asit yağışlardan etkilenmelerine karşı direnmede önemli etkileri vardır. Kumlu topraklar asit yağışlardan daha kolay ve kısa sürede etkilen-

mektedir. Ayrıca kumlu topraklar daha süzek oldukları için kirletici maddelerin sızıntı suyuna ve oradan da taban suyuna ulaşmaları daha hızlıdır. Böylece kumlu topraklar, bu özelliğinden dolayı daha derin toprak kısımlarının da asit yağışlardan etkilenmesine neden olur. Killi topraklar ise kirlenmeye karşı daha uzun süre dayanabilmektedir. Güç geçirimli oldukları için de kirletici maddelerin kaynak sularına ulaşmasını önemli ölçüde önleyebilmektedir (KANTARCI 1987a).

Toprağın geçirgenliği arttıkça atmosferden gelen kirleticilerin toprakta kalış süresi azalmaktadır. Toprağın geçirgenliği bir yandan toprak türüne, bir yandan strüktürüne, mineralojik yapısına ve benzeri etkenlere bağlıdır. Ancak zamanla etkili olan asit yağışlar toprakların yıkanmasına ve kimyasal yapılarının değişmesine, dolayısıyla toprak strüktürünün bozulmasına ve geçirgenliğinin de azalmasına neden olmaktadır. Toprağın tuzlanması da kil minerallerinin yapısında bozulmalara ve strüktürünü kaybederek geçirimsizleşmesine neden olmaktadır. Böylece iri gözenekleri kaybeden toprakların hacim ağırlıkları artmakta, toprak geçirgenliğini kaybetmekte ve kirlenme süresi hızlanmaktadır (KANTARCI 1987a).

#### 4. TOPRAK KİRLENMESİNE NEDEN OLAN FAKTÖRLER

##### 4.1. Hava Kirliliğinin Toprak Üzerine Etkileri

Endüstri kuruluşları, konut ve motorlu taşıtlardan çıkan gaz ve katı parçacıklar, iklim koşullarına, arazi yapısına ve madde özelliklerine bağlı olarak bir süre havada asılı kalırlar. Bu şekilde havaya karışan parçacıklar, kolloidal boyutlardaki (100-1000 Å) çimento, ağır metal ve diğer iz elementlerin oluşturduğu katı taneciklerdir. Havaya karışan gazların başlıcaları ise karbonoksitleri (CO, CO<sub>2</sub>), azot oksitleri (NO, NO<sub>2</sub>) ve kükürtdioksit (SO<sub>2</sub>)'den oluşmaktadır. Ayrıca bitkiler, bakteriler ve diğer canlılar üzerinde öldürücü etkiler yapan fotooksidantlar ile özellikle Çernobil olayıyla güncellik kazanan radyoaktif maddeleri de belirtmek gerekir. Fotooksidantlar, kirli havadaki azotoksitler ve hidrokarbonlardan yoğun kısa dalgalı ışınların etkisiyle meydana gelir. Fotooksidantlar içinde ana maddeler ozon (O<sub>3</sub>) ve peroksiasetilnitrat (PAN) ve bir kısım peroksitlerdir (ERUZ 1987). Havada bulunan bu kirletici maddelerin toprak üzerine olan etkileri aşağıdaki bölümlerde ayrıntılı olarak incelenmiştir.

##### 4.1.1. Katı Parçacıkların Toprak Üzerine Etkileri

Parçacık çapı 0.1-200 µm arasında olan katı maddeler toz olarak nitelendirilir (HAKTANIR 1987). Tozlar kuru havalarda toprak ve vejetasyon tarafından tutulurlar, yağışlı havalarda ise, havadaki zararlı maddeler ve yeryüzünde kuru olarak tutulmuş olanlar toprağın derinliklerine yağış suyuyla taşındığından toprağın derinlemesine kirlenmesine yolaçarlar (ERUZ 1987). Ayrıca toprak gözeneklerinin tıkanmasına neden olarak, toprağın içinde suyun sızmasını engelleyebilirler.

HAKTANIR (1987)'a göre; temiz havada yaklaşık 40 mm/m<sup>3</sup> düzeyinde olan toz miktarı tozlu yerlerde on katına ve daha üst düzeylere çıkabilir. Tozlar genellikle termik santrallerden ve çimento fabrikalarından çıkarlar. Çimento fabrikaları çevresinde yılda 1 ha arazide biriken toz miktarı bir tonu, ekstrem durumlarda 3 tonu geçebilir.

Tozlar, toprak üzerinde olumsuz etkilere sahip olduğu gibi özellikle kireç tozları pH'nın düşük olduğu topraklarda birikirse toprak pH'sını yükselterek olumlu etki de yapabilirler.

Ayrıca demir ve çelik işletmeleri civarında demir tozlarının toprak üzerine zararlı etkileri sözkonusudur. Demir tozlarının agregat stabilize edici etkileri vardır ve toprakta demirin birikmesi sonucu fosfatlar çözünmez bileşikler yaparlar. Bu da bitki beslenmesi bakımından oldukça sakıncalıdır.

#### 4.1.2. Asit Yağışların Toprak Üzerine Etkileri

Isınma ve enerji üretimi gibi amaçlarla petrol ürünleri, kömür, odun gibi enerji kaynaklarının kullanılması sonucu havaya CO, CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O, SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> ve tozlar karışmaktadır. Bunlardan özellikle SO<sub>2</sub> ve NO<sub>x</sub> gazları havadaki su buharı ile birleşerek asit yağışların oluşmasına neden olurlar.

Asit yağışlarla toprağa yüksek miktarda H<sup>+</sup> iyonu girişi olur. Daha önceki bölümlerde anlatılan toprağın tamponlama etkisi ile toprağa giren H<sup>+</sup> iyonuna eşdeğer miktarda katyon toprak suyuna verilerek, toprak pH'sının düşmesi engellenir. Toprağa H<sup>+</sup> iyonu girişi devam ederse, toprak Al<sup>3+</sup> ve Fe<sup>3+</sup> tampon alanlarına girerek, toprak suyuna Al<sup>3+</sup> ve Mn<sup>2+</sup> iyonları verilir. Böylece söz konusu topraklar bitki gelişimi açısından elverişsiz duruma gelirler.

Asit yağışlar bu şekilde etkili olabildiği gibi, toprak organizmalarına da zararlı etkiler yaparlar. Ayrıca humusun ayrışmasını, dolayısıyla bitki besin maddesi dolaşımını da etkilerler. Bundan başka toprakların yıkanmasına ve kimyasal yapılarının değişmesine, dolayısıyla toprakta strüktürünün bozulmasına ve geçirgenliğinin de azalmasına neden olmaktadır.

#### 4.1.3. Ağır Metallerin Toprak Üzerine Etkileri

Bakır, çinko, mangan, demir ve molibden gibi ağır metaller doğal olarak topraklarda bulunurlar ve bitkiler için gerekli besin maddeleridir. Çeşitli yollarla (asit yağışlar, gübreler, çöpler, vb.) toprağa önemli derecede ağır metal girişi olmaktadır. Bu şekilde toprağa giren cıva, kadmiyum, nikel gibi ağır metaller toprağın kolloid kompleksi tarafından özellikle üst toprakta ve humusta tutulurlar. Böylece toprak organizmaları üzerindeki toksik etkileri sebebiyle bunların ölümlerine yol açarlar. Dolayısıyla ölü örtü ayrışması engellenir, toprak strüktürü bozulur.

Ağır metaller üst toprakta kuvvetle tutulduklarından alt toprağa doğru hareketleri zayıftır. Ancak toprak asitleşmeye başlarsa üst topraktaki ağır metaller serbest kalarak taban sularına kadar ulaşabilir. Böylelikle ağır metaller insanlar tarafından içme suyundan ve de bitki bünyesinden besin zinciri yoluyla alınabilirler. Ayrıca ağır metaller toprak suyunda yoğun bir şekilde bulunması bitkiler için öldürücü etkiler yaparlar. Ağır metallerin iyon olarak etkileri yanında organometal bileşikler halindeki zehirleyici etkilerinin daha fazla olduğu bildirilmiştir (Forschungsbeirat 2. Bericht 1986). Organometal bileşiklerin ağır metallerin çözünmesi üzerine olan etkileri toprak organik maddesinde (özellikle orman topraklarında) asit humus sorununu önümüze getirmektedir (KANTARCI 1992).

Toprak kirlenmesi konusunda genellikle sayısal değerler olmamasına rağmen FABİG (1987) tarafından toprakta ve sulama suyunda ağır metallerin sınır değerleri konusunda bir çalışma yapılmıştır (Tablo 1).

#### 4.1.4. Radyoaktif Maddelerin Toprak Üzerine Etkileri

Radyoaktif maddeler doğal olarak, bir ekosistemde bulunabildikleri gibi, nükleer santrallerin ve çeşitli atom patlamalarının sonucunda doğaya yayılabilirler. Ayrıca termik santrallerin bacalarından ve küllerden de radyoaktif maddeler atmosfere ve toprağa ulaşabilirler.

Radyoaktif elementlerin çekirdekleri dış etkiler olmaksızın kendi kendine parçalanırlar ve bu sırada ışın yayarlar. Bu olay radyoaktif olmayan stabil bir element oluşumu ile sona erer. Havaya karışan ve yağışlarla toprağa inen radyoaktif maddeler üst toprakta birikirler. Radyoaktif maddeler hücrelerin kimyasal yapısında değişikliklere yol açarlar. Özellikle yarılanma süreleri uzun olan radyoaktif maddeler toprak canlıları ve bitkiler üzerinde öldürücü etkilere sahiptirler.

Radyoaktif maddelerin en yoğun şekilde atmosfere karıştığı ve rüzgârlarla birçok ülkeye taşındığı en büyük kaza 26 Nisan 1986 tarihinde o zamanki SSCB'de olan Çernobil nükleer kazası-

Tablo 1 : Toprak Kirliliği sınır değerleri (KANTARCI 1992).

	TOPRAKTA TOPRAK TÜRÜNE GÖRE		SULAMA SUYUNDA SINIR DEĞERLER	ARITILMIŞ SULAMA SUYUNDAKİ DEĞERLER
1. ARSENİK	(As)	20 mg/kg*	IRI TANELİ TOP. ≤ 0.10 mg/lt İNCE TAN. TOP. ≤ 10.0 mg/lt	
2. BAKIR	(Cu)	ZEHİR ETKİSİ 0.1-1.0 mg/lt 50 mg/kg*	IRI TAN. TOP. ≤ 0.20 mg/lt İNCE TAN. TOP.	1. ARITMADA < 0.10 mg/lt 2. ARITMADA < 0.04 mg/lt
3. CIVA	(Hg)	2 mg/kg*	≤ 5 mg/lt	1. ARITMADA < 0.0009 mg/lt 2. ARITMADA < 0.0005 mg/lt
4. ÇINKO	(Zn)	300 mg/kg*	IRI TANELİ TOP. ≤ 2.0 mg/lt İNCE TANELİ TOP. ≤ 10.0 mg/lt	1. ARITMADA < 0.12 mg/lt 2. ARITMADA < 0.04 mg/lt
5. KADMIYUM	(Cd)	ZEHİR ETKİSİ 0.1-1.0 mg/lt 3 mg/kg* ≥ 50 mg/kg BİTKİDE BİRİKİR ve İNSANDA HASTALIK ETKİSİ	IRI TANELİ TOP. ≤ 0.01 mg/lt İNCE TANELİ TOP. ≤ 0.05 mg/lt	
6. KROM	(Cr)	ZEHİR ETKİSİ 0.5-5.0 mg/lt 100 mg/kg*	IRI TANELİ TOP. ≤ 0.01 mg/lt İNCE TANELİ TOP. ≤ 0.05 mg/lt SULAMA SUYUNDAKİ ÜST SINIR 1 mg/lt KISA SÜRELİ SULAMADA	
7. KURŞUN	(Pb)	100 mg/kg*	IRI TANELİ TOP. ≤ 5.0 mg/lt İNCE TANELİ TOP. ≤ 20.0 mg/lt	1. ARITMADA < 0.02 mg/lt 2. ARITMADA < 0.008 mg/lt
8. MOLİBDEN	(Mo)	BİTKİYE GEÇEN MİKTAR ≥ 15 ppm İSE ZEHİR ETKİSİ (HAYVAN YEMİNDE) 5 mg/kg*	IRI TANELİ TOP. ≤ 0.01 mg/lt İNCE TANELİ TOP. ≤ 0.5 mg/lt	1. ARITMADA < 0.10 mg/lt 2. ARITMADA < 0.007 mg/lt
9. NİKEL	(Ni)	ASITLIĞE BAĞLI OLA- RAK ZEHİR ETKİSİ 0.05-1.0 mg/lt 50 mg/kg*	IRI TANELİ TOP. ≤ 0.2 mg/lt İNCE TANELİ TOP. ≤ 2.0 mg/lt	1. ARITMADA < 0.10 mg/lt 2. ARITMADA < 0.004 mg/lt
10. SELENYUM	(Se)	ZEHİR ETKİSİ ≥ 0.025 mg/lt  3 mg/kg*	IRI TANELİ TOP. 0.02 mg/lt İNCE TANELİ TOP. 0.05 mg/lt	1. ARITMADA < 0.005 mg/lt 2. ARITMADA < 0.005 mg/lt
11. TİTANYUM	(Ti)	500 mg/kg*		
12. VANADİYUM	(Va)	50 mg/kg*		
13. KOBALT	(Co)	50 mg/kg*		
14. URANYUM	(U)	5 mg/kg*		
15. BROM	(Br)	10 mg/kg*		
16. BOR	(B)		TOPRAK TÜRÜNE VE BİTKİ HASSASİYETİNE GÖRE ≤ 1-3 ppm	

(\*) Toprakta kabul edilebilir sınır değerler (1 kg toprak içinde total madde) (Fabig, W. 1987).

dır. Bu kaza sonucu ülkemiz dahil, birçok Kuzey, Orta ve Doğu Avrupa ülkesi çeşitli dozlarda radyoaktivite altında kalmıştır.

## 4.2. Su Kirliliğinin ve Sıvı Atıkların Toprak Üzerine Etkileri

### 4.2.1. Su Kirliliğinin Toprak Üzerine Etkileri

Sanayi, konut ve tarım kaynaklı kirli sular ve atık maddeler yeraltı sularına, göllere, denizlere ve akarsulara ulaşarak oraları kirletirler. Ayrıca havadaki kirletici maddeler de yağışlarla sulara karışarak suların kirlenmesine neden olurlar.

Çeşitli şekillerde kirlenmiş suların temizlenmesinde, teknolojinin ilerlemesiyle çok değişik metodlar kullanılmaya başlanmıştır. Bu metodlardan birisi de atıksuların ön arıtmadan geçirilerek araziye verilmesi veya sulama suyu olarak kullanılmasıdır. Su kirliliğinin toprak kirlenmesine yol açması da genellikle bu şekilde olmaktadır. Toprağı kirleten atıksuların kaynakları değişik olup, bunların toprak üzerine yaptığı kirletici etkiler çeşitlidir. Bunların başlıcaları aşağıda açıklanmıştır.

#### 4.2.1.1. Sanayi Kaynaklı Atıksuların Etkileri

Sanayi kaynaklı atıksular ön arıtmadan geçirilseler bile, ağır metal içerdiklerinden sulama suyu olarak kullanılmaları hemen hemen olanaksızdır. Ülkemizde sanayi kaynaklı atıksular fiziksel bir ön arıtmadan geçirilerek, genellikle akarsulara verilmektedir. Bu sular kimyasal ve biyolojik arıtmadan geçirilmedikleri için önemli derecede ağır metal ve klorlu hidrokarbonlar içerirler ve akarsulara verildiklerinde, akarsularda önemli derecede ağır metal birikimine yol açarlar. Bu akarsulardan tarım alanlarını sulamak için su alındığında topraklarda kirlilik sorunları oluşur. Ülkemizde bu olaylara örnek olabilecek birçok kirlilik olayı mevcuttur. Örneğin, Karabük Demir-Çelik Fabrikası ile Çaycuma Kâğıt Fabrikası'nın atıkları Filyos Çayını kirletmektedir. Bu çaydan sulama yapılan tarım alanlarında verimin azaldığı bildirilmiştir (AY 1982). Ayrıca bu atıksular topraklara verildikten sonra, kirletici maddelerin taban sularına ulaşması ve kirletmesi de sözkonusudur.

#### 4.2.1.2. Evsel Atıksuların Etkileri

Evsel atıksu; konutlardan ve okul, hastane gibi küçük işletmelerden kaynaklanan insanların günlük normal yaşam faaliyetlerindeki ihtiyaç ve kullanımları nedeniyle oluşan atıksuları ifade eder. Atıksulardaki kirliliğe neden olan başlıca maddeler; bakteriler, karbonhidratlar, yağlar, albümin, deterjan ve fosfatlardan oluşmaktadır (ERUZ 1987).

Evsel atık sular ön arıtmadan geçirilerek çayır, orman, golf alanları, çim alanlarda kullanılabilir. Ancak bu şekilde arazi sulaması sonucu atık suların bertaraf edilmesi özellikle sağlık bakımından ciddi etkiler oluşturabilirler. Ayrıca toprağın bu maddeleri absorbe etme ve tamponlama etkisi zamanla azaldığından atıksularda bulunan kirletici maddeler ve bakteriler yeraltı sularına ulaşır, insan sağlığına zararlı olabilirler.

Deterjanlarla kirlenmiş atıksuların toprak canlıları üzerinde olumsuz etkileri vardır. Deterjanla kirlenen sular bir yandan da borla kirlenmiş olduklarından, kritik durumlarda toprakların bor dengesini bozabilmektedirler. Deterjanlardaki fosfor, toprakta gübre yerine geçmektedir. Ancak yüksek fosfor miktarının tabansuyu ve durgunsu topraklarında veya çeltik tarım alanlarında ötrofikasyona sebep olarak toprak suyunun dengesini bozucu etkiler yapması mümkündür (KANTARCI 1987a).

#### 4.2.1.3. Tarımsal Atıksuların Etkileri

Tarımsal atıksular; tarımsal faaliyetler sonucu oluşan, özellikle azot ve fosforca zengin atıksulardır. Bu atıksular tekrar sulamada kullanılabilir. Tarımsal atıksularda bulunan fosfor daha önce



değiniildiği gibi taban suyu ve durgun su topraklarında ötrofikasyona neden olur. Azot da (nitrit ve amonyum) fosfatlarla birlikte ötrofikasyona katkıda bulunur. Bunun yanında nitrat içme suyunda yüksek konsantrasyonda bulunursa, zehir etkisi yapmaktadır.

#### 4.2.1.4. Çöplüklerden Sızan Suların Etkileri

Nüfusun hızla artmasına paralel olarak, çöpler ve bunların depolanması sorunları ortaya çıkmıştır. Özellikle büyük kentlerin çöpleri önemli sorunlar yaratmaktadır. Kemerburgaz, Ümraniye, Merdivenköy çöplüklerinde 1985-86 yıllarında yapılan ölçümlere göre çöplük sızıntı sularında klorürlerin 982-2308 mg/lt, toplam demirin 26-48 mg/lt, kadmiyumun 0.022-0.066 mg/lt, bakırın 0.05-0.20 mg/lt arasında bulunduğu bildirilmiştir (GÖNÜLLÜ ve ark. 1986). Yağışlar açık çöp depolama alanlarından önemli miktarda yüzeysel akış ve sızıntı suları oluşturmaktadır. Bu şekilde ağır metaller toprağa karışmakta ve toprak kirlenmektedir. Ayrıca çöplüklerden sızan sular yeraltı sularını da kirletebilirler.

#### 4.2.2. Sıvı Atıkların Etkileri

Teknolojinin ilerlemesiyle petrol türevleri ve mineral yağlar her yerde yoğun bir şekilde kullanılmaya başlanmıştır. Bu yoğun kullanma sebebiyle toprak ve su kaynaklarının yağlarla kirlenme potansiyeli büyük boyutlara ulaşmıştır. Bir litre kullanılmış motor yağının 800.000 litre içme suyunu zehirlediği düşünülürse, bu potansiyelin büyüklüğü kolayca anlaşılır (ÇEPEL 1992). Bu şekildeki kirlenmeler kazalarla olabildiği gibi, bilinçli olarak topraklara verilmesi sonucu da olabilmektedir.

Petrol ve türevleri toprakta ve ölü örtünün humus tabakasında tutulabilmektedir. Kirlenmiş topraklarda petrol ve türevlerinin profil dahilindeki hareketleri oldukça yavaştır. Toprağın kapillar gözenekleri, alt horizonlarına sızıp oradan çevreye yayılma eğiliminde olan bu gibi maddelerin yayılma hızını azaltıcı etki yapmaktadır. Fakat toprağın kapillar gözeneklerinin dolması ile topraktaki fiziksel, kimyasal ve biyolojik dengeler tamamen değişmekte ve bozulmaktadır. Bu tip topraklarda strüktür değişmemekte ancak, toprağın su iletimi ve su bütçesi zarar görmektedir. Toprağın kil ve humus maddeleri gibi sorpsiyon yüzeyleri yağ ve diğer petrol ürünleri ile kaplandığından toprağın sorpsiyon kapasitesi kuvvetle azalmaktadır. Böylece toprağın filtrasyon gücü de azalmaktadır (HAKTANIR 1987).

#### 4.3. Katı Atıkların Toprak Üzerine Etkileri

Katı atık denilince, arıtma tesislerinden çıkan arıtma çamurları, kazı toprakları, inşaat artıkları ve özellikle termik santrallerden çıkan küller anlaşılmalıdır. Katı atıklar, toprakların üzerine serildikleri için, toprakların tamamen elde çıkmasına ve yağışlarla içerdikleri kirlenici maddelerin toprağa sızması sebebiyle kirlenmesine yol açarlar.

Çöplüklerden sızan suların topraklarda ne gibi sorunlar yarattığına daha önce değinilmişti. Ayrıca çöplükler insan sağlığı açısından da büyük sorunlar oluşturmaktadırlar. Çevre peyzajı açısından da olumsuz görüntü ve koku kaynağıdırlar.

Arıtma tesislerinden çıkan çamurlar genellikle, gelişmiş ülkelerde kompost ve gübre olarak kullanılmaktadır. Bu atık çamurların içinde ağır metaller bulunursa topraklarda, ağır metal kirliliği görülebilir.

Kazı toprakları ve inşaat toprakları verimli toprakların üzerine serildiklerinde, bu toprakların elden çıkmasına neden olurlar. Ayrıca bu yığıntı malzemelerinden, sızıntı suyu ile toprağa giren toz boyutundaki maddeler, toprak gözeneklerinin tıkanmasına yol açarlar.

Termik santrallerden çıkan küller de genellikle verimli toprakların üzerlerine serilmektedir. Bu şekilde yüzlerce dönüm toprak elden çıkmaktadır. Ayrıca sızıntı suları ile radyoaktif maddeler, ağır metaller toprağa karışmaktadır.

#### 4.4. Yanlış Gübreleme ve Sulamanın Toprak Üzerine Etkileri

Tarımda ürün verimini arttırmak için, bilinçsizce gübreleme yapılması, aşırı sulama yapılması, sulamada borlu ve tuzlu suların kullanılması ve kontrolsüz pestisid kullanılması gibi faaliyetler toprak niteliklerini bozucu etkiler yapmaktadır. Bu tür kirlenme etkilerinin en önemlileri aşağıda açıklanmıştır.

##### 4.4.1. Yanlış Gübrelemelerin Etkileri

Kimyasal gübrelerin kullanımı zamanla toprakta üç önemli sorun yaratmaktadır. Bunlardan en başta geleni kimyasal gübrelerin toprak suyunda yarattığı kirlenmedir. Diğer sorunlardan biri kimyasal gübrelerde bulunan ağır metallerin, diğeri ise radyoaktif elementlerin birikimi olaylarıdır (KANTARCI 1987a).

Kimyasal gübre olarak genellikle azotlu ve fosforlu gübreler kullanılmaktadır. Azotlu gübrelerle, gübrelenen topraklarda, toprak suyunun önemli miktarlarda  $\text{NH}_4$ ,  $\text{NO}_2^-$  ve  $\text{NO}_3^-$  ile kirlendiği bilinmektedir. Özellikle  $\text{NO}_2^-$  ile kirlenmiş sular yaşlılarda ve çocuklarda mavi hastalığa, hayvanlarda ise yavru kaybına neden olabilmektedir (KANTARCI 1987a).

Fosforlu gübrelerin kullanıldığı topraklarda fosfatlar kil mineralleri tarafından tutuldukları için sızıntı suyu ile kolayca yıkanamazlar. Ancak kumlu topraklarda fosforlu gübrelerin tamamı toprakta tutulamaz ve sızıntı suyu ile bir kısmı taban sularına ulaşabilir.

Kimyasal gübreler bir miktar ağır metal de içermektedirler. Kalsiyum fosfatın 1-2 ppm, süperfosfatların 50-170 ppm arasında kadmiyum içerdiği bilinmektedir. Özellikle süperfosfat gübreler kullanılması sonucu topraklarda önemli derecede ağır metal birikimi söz konusu olmaktadır.

Kimyasal gübrelerden fosforlu gübrelerin yapımında kullanılan fosfat kayalarında radyoaktivite vardır. Gübrelerde bulunan radyoaktif maddelerin insanlara zarar verebilecek seviyede olmadığı, fakat toprakların kontrol altında tutulması gerektiği bildirilmiştir (KOVANCI ve ark. 1982).

##### 4.4.2. Tuzlu ve Borlu Sularla Sulamanın Etkisi

İçeriğinde yüksek miktarda tuz veya bor içeren sularla sulama yapıldığında, tarım toprakları çoraklaşmakta ve ürün veremez hale gelmektedir. Ülkemizde bu konuda birçok örnekler vardır. Örneğin Büyük Menderes Irmağının suyu ile sulanan Nazilli, Akçay, Yamalak, Aydın ve Söke ovalarında 130.000 ha tarım alanını tuzlanma ve bor ile kirlenmeyle karşı karşıya kalmıştır (ÖZKARA-ŞENER 1986).

##### 4.4.3. Hayvansal ve Bitkisel Zararlılarla Mücadelede Kullanılan İlaçların (Pestisitlerin) Etkileri

Pestisitler dünyada yaygın olarak kullanılmaktadır. Ülkemizde ise kullanımı henüz pek yaygın değildir. Ancak kullanılan pestisitler ya bilgisizce yahut da aşırı miktarlarda kullanıldıkları zaman kullanım alanlarında ve çevresinde zararlı etkiler yapabilmektedir (KANTARCI 1987).

Pestisitler sızıntı suyu ile taban suyuna, kaynak sularına veya diğer su ortamlarına ulaşmakta ve suyu kirletmektedirler. Pestisitler toprakta hidrolize olarak ayrışır. Ayrışma aerobik ortamda gerçekleşirse  $\text{Cl}$ ,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{NO}_x$ ,  $\text{SO}_2$  ortaya çıkar. Ortam anaerobik ise (ıslak ortamda) ayrışım ürünler-

ri HCl, CH<sub>4</sub>, H<sub>2</sub>S, NH<sub>3</sub> bileşimindeki indirgenme ürünleri olarak ortaya çıkar. Bu sonucular bitki kökleri ve toprak mikroorganizmaları için zehir etkisi yaparlar (KANTARCI 1987a).

### 5. YANLIŞ ARAZİ KULLANIMININ YARATTIĞI SORUNLAR

Verimli tarım alanlarının ve ormanlık alanların yapılarla örtülmesi sonucu oluşan sorunları toprak kirliliğinden ayırmak gerekmektedir. Bu şekilde yanlış arazi kullanılması sonucu toprakların tamamen kaybedilmesi sözkonusudur. Bu nedenle toprakların üzerine bina, yol, sanayi tesisleri kuruluşu yapılması sonucu topraklar elden çıkmaktadır. Bu toprakların tekrar kullanılması mümkün değildir.

Ülkemizde kırsal alanlarda yaşayan nüfus 1960'lı yıllarda nüfusun % 71.3'ünü oluştururken (DPT 1963), 1990'da % 41'e gerilemiştir (DİE 1990). Kentlerde nüfusun hızla artması sonucu, konut sayısı yetersiz kalmış ve kentler verimli tarım alanlarına doğru genişlemeye başlamıştır. Ayrıca yanlış politik uygulamalar sonucu, tarım alanları fabrika, yol, havaalanı, otel, motel, yazlık gibi yapılarla örtülmektedir. Özellikle yılda birkaç ay kullanılan yazlıkların hızla artması sonucu binlerce hektar verimli tarım alanı elden çıkmıştır. Örneğin, İstanbul ile Şarköy arasındaki kıyı şeridi tamamen yazlıklarla kaplanmıştır.

Tarım topraklarının tarım dışı kullanılmasına, tarım alanlarının korunmasına yönelik çok sayıda hukuki düzenleme bulunması ve bunların uygulanmasının farklı kuruluşların yetki alanlarına girmesi neden olmaktadır. Örneğin, 1982 Anayasası'nda, 2872 sayılı Çevre Kanunu'nda, 3202 sayılı Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü'nün Teşkilât ve görevleri hakkındaki Kanun'da, 3083 sayılı Sulama Alanlarında Arazi Düzenlemesine Dair Tarım Reformu Kanunu'nda, 3194 sayılı İmar Kanunu'nda, 1580 sayılı Belediyeler Kanunu'nda, 2965 sayılı Toplu Konut Kanunu'nda tarım topraklarının kullanımı ve korunmasına yönelik hükümler yer almaktadır (TÇSV 91).

Yanlış arazi kullanımının yarattığı sorunlardan bir diğeri de erozyondur. Toprağın su ve rüzgârla taşınıp götürülmesi olayına erozyon denir. Ülkemizin çok eğimli bir yapıya sahip olması, ormanlık alanların tahrip edilerek, tarım alanına çevrilmesi, erozyonu artıran en önemli nedenlerdir. Erozyon ile verimli topraklar kaybedilmekte, barajların ömrü kısalmaktadır. Ülkemizden bir yılda taşınan toprak miktarının 450-500 milyon ton olduğu tahmin edilmektedir.

Özet olarak toprağın kirlenmesinde etkili olan faktörlerin ve yanlış arazi kullanımının sonucunda topraklarda şu değişimler ortaya çıkmaktadır (ERUZ 1987).

1. Toprak canlılarının ölümü
2. Humus oluşumunda bozulma
3. Kil minerallerinin bozulması
4. Toprağın havalanmasındaki bozulma
5. Toprağın su ve besin ekonomisinde bozulma
6. Taban suyu düzeyinde düşme ve kirlenme

### 6. SONUÇ VE ÇÖZÜM ÖNERİLERİ

Daha önceki bölümlerde de değinildiği gibi toprak kirlenmesi insanların daha yeni yeni farkına varmaya başladığı bir olaydır. İnsanların kirlenmez sandığı toprakların kirlendiğini anlamaları hayli uzun bir zaman almıştır. Bu nedenle toprak kirlenmesi konusundaki çalışmalar son on yıl içinde hızlanmıştır. Ancak toprağın heterojen karakteri ve kirlenmeye karşı direnç göstermelerini sağlayan faktörler nedeniyle, toprak kirlenmesi konusunda ortaya sayısal değerler pek konulamamıştır. Bu nedenle toprak kirlenmesini önleyecek önlemler de alınamamış, alınması öngörülen önlemler de yetersiz ve eksik kalmıştır. Örneğin, 1991 yılında yapılan Çevre Bakanlığı I. Çevre Şûrası sonuç raporunda (1994) "**Toprak kirliliğinin önlenmesi ve giderilmesi için alınabilecek tedbirler**" başlığı altında, sadece toprakların kullanımı ve gerekli bazı yasal düzenlemelerin yapıl-

ması önerilmiştir. Bu önerilerin hepsi doğru ve gereklidir. Ancak toprak kirlenmesinin önlenmesi için yetersiz kalacakları da bir gerçektir.

Toprakların kirlenmesini ve yanlış arazi kullanımının ortadan kaldırılabilmesi için alınabilecek önlemleri yasal ve teknik olarak iki ayrı konuda incelemek mümkündür. Teknik önlemler de aslında yasal düzenlemelerle desteklenmesi ve zorunlu hale getirilmesi gereken önlemlerdir. Bu yüzden belki de toprak kirlenmesi konusunda alınabilecek önlemler sadece yasal önlemler başlığı altında toplanabilirdi. Ancak bu yazıda alınması önerilen yasal önlemler, diğer birçok konuda olduğu gibi topraklarımız konusunda yaşanan yetki karmaşasının ortadan kaldırılması yönündedir.

### 6.1. Toprak Kirlenmesi Konusunda Alınabilecek Yasal Önlemler

– Topraklar bir kere kirlendiği zaman temizlenmeleri hemen hemen imkansızdır. Bu nedenle ilk önce kirlilik kaynakları yok edilmeli veya en aza indirilmelidir. Bu da "**Çevre Yasası**", "**Hava Kalitesinin Korunması Yönetmeliği**", "**Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği**" ve "**Katı Atıkların Kontrolü Yönetmeliği**" hükümlerine uyulması ile mümkün olacaktır. Ancak sözkonusu yönetmeliklerde yeralan kirlilik sınır değerleri oldukça yüksektir. Örneğin Federal Almanya'nın Çevre Sorunları Uzmanlar Kurulu'nun belirlediği SO<sub>2</sub> için uzun vadeli sınır değerleri kırsal bölgeler için 20 µg/m<sup>3</sup> ve yoğun yerleşim bölgeleri için 70-140 µg/m<sup>3</sup>, NO sınır değerleri ise kırsal bölgeler için 20 µg/m<sup>3</sup> ve yoğun yerleşim bölgeleri için 50-100 µg/m<sup>3</sup>'tür. Türkiye'de ise; Hava Kalitesinin Korunması Yönetmeliği'nde uzun vadeli SO<sub>2</sub> değerleri genel olarak 150 µg/m<sup>3</sup>, sanayi bölgelerinde 250 µg/m<sup>3</sup>, NO sınır değerleri 200 µg/m<sup>3</sup> olarak verilmiştir. Buradan da anlaşılacağı gibi yönetmeliğin koyduğu uzun vadeli sınır değerleri oldukça yüksektir ve ormanlar ile birçok canlıların korunmasını sağlamayacaktır. Çünkü bu yönetmelikte hava kalitesi üst sınır değerleri insan sağlığının korunması temel alınarak belirlenmiştir. Burada ormanların hava kirliliğine karşı, insanlardan daha duyarlı olduğu ve ormanların yok olması durumunda insanların dolaylı olarak zarar göreceği gözardı edilmiştir. Ayrıca yüksek olan bu üst sınır değerler, doğal koşullarda da pH değeri düşük olan toprakların asit yağışlarla pH'nın daha da düşmesine neden olabilecektir.

– Dünya'da henüz "**Toprak Kalitesinin Korunması Yönetmeliği**" gibi isimler altında kesinlik kazanmış yönetmelikler bulunmadığı belirtilmektedir (HAKTANIR 1987). Toprak kirlenmesinin çok boyutlu olması ve toprakların bazı özellikleriyle kirlenmeye karşı direnmesi, böyle yönetmeliklerin hazırlanmasını güçleştirmektedir. Bu nedenle toprak kirliliği konusunda yönetmelik hazırlanabilmesi için çeşitli araştırma kurumlarının, üniversitelerin konu ile ilgili araştırma yapımları, sağlıklı parametrelerin seçimi için çok sayıda deney verilerinin ortaya konması gerekmektedir. Ancak bundan sonra toprak kirlenmesi ile ilgili bir yönetmelik ortaya konabilir.

– Çevre kirlenmesi konusunda birçok yasa ve yönetmeliklerin bulunması kargaşa yaratmaktadır. Çevre ile ilgili yasa ve yönetmeliklerin uygulanmasında bir çok kurum yetkilidir. Bu kurumlar arasında organizasyon olmaması, uygulamaların yapılamamasını sağlamaktadır. Örneğin, hava kirliliği konusunda Çevre Bakanlığı genel olarak çalışmaları yürütmektedir. Ayrıca Sağlık Bakanlığına bağlı Refik Saydam Hıfzısıhha Araştırma Enstitüsü, Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığına bağlı Türkiye Kömür İşletmeleri, Maden Tetkik Arama Enstitüsü ve belediyeler de hava kirliliğiyle ilgili diğer resmi kuruluşlardır.

Su kirlenmesi konusunda çalışmalar yapan resmi kuruluşlar şunlardır: Başbakanlık (Devlet Planlama Teşkilâtı, Atom Enerjisi Komisyonu), Çevre Bakanlığı, Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı (Maden Tetkik ve Arama Enstitüsü, Türkiye Petrolleri Anonim Ortaklığı), Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı, Orman Bakanlığı, Turizm Bakanlığı, Sanayi ve Ticaret Bakanlığı, Bayındırlık ve İskân Bakanlığı, Sağlık Bakanlığı, Ulaştırma Bakanlığı ve Belediyeler.

Toprak kirlenmesi ile ilgili resmi kuruluşlar ise; daha önceden faaliyet gösteren Köy İşleri ve Toprak-Su Genel Müdürlüğü, Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü Merkez Araştırma Enstitüsü, Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü ile çeşitli illere dağılmış bulunan diğer Araştırma Enstitüleri, Bayındırlık ve İskân Bakanlığı Planlama ve İmar Genel Müdürlüğü, Toprak İskân Genel Müdürlüğü, Başbakanlık Devlet İstatistik Enstitüsü'dür. (TÇSV 1991).

Görüldüğü gibi çevre ile ilgili yasa ve yönetmeliklerin yürütülmesinde birçok resmi kuruluş yetkilidir. Bunların yetki alanları çoğu zaman birbirinin içine girmektedir. Bu nedenle sözkonusu yetki karmaşası kurumlar arasında koordinasyon sağlanarak ortadan kaldırılmalıdır.

- Verimli tarım alanlarının yapılarla örtülmemesi için şehirlerde imar plânlarının yapılması ve uygulanması, kaçak inşaatlara izin verilmemesi gerekmektedir. Ayrıca sanayi kuruluşlarının verimli tarım alanları yerine çorak, taşlık alanlara yapılması için teşvik sistemleri uygulanmalı, sözkonusu alanlara altyapı hizmetleri götürülerek sanayicilere kolaylık sağlanmalıdır.

- Yasal düzenlemelerle düzeltilebilecek diğer bir sorun ise bütün çevre kirliliklerinin temel nedeni olan hızlı nüfus artışıdır. Bunu önleyebilmek için teşvik sistemleri geliştirilmeli ve halk bilinçlendirilmelidir.

## 6.2. Toprak Kirlenmesi Konusunda Alınabilecek Teknik Önlemler

- Toprak kirlenmesinin zararlı etkilerini önlemek amacıyla toprağa yönelik işlemler de önem taşımaktadır. Zamanında alınan önlemler toprağın fonksiyonlarının devamını sağlayabilir. Bu amaçla zarar kaynaklarının etkisindeki su kaynakları çevresinde örnek alanlar seçilerek, buralardan alınacak örneklerle toprakta meydana çıkabilecek değişimler ve kirlenme durumunu kontrol etmek mümkündür. Eğer toprakta asitleşme sözkonusu ise toprağa kireç verilerek pH durumu düzenlenebilir. Bunun için zor çözünen Ca yanında Mg ve P içeren kireçler kullanılmalıdır (ERUZ 1987).

- Hava kirliliğinin toprak üzerindeki zararlarını önlemek için NO<sub>x</sub> ve SO<sub>2</sub> gazlarının atmosfere karışmalarını önleyici önlemler alınmalıdır.

- Kirli atıklar doğrudan doğruya toprağa verilmemelidir. Bunlar ön arıtmadan geçirilse bile verilecekleri arazinin özelliklerine (toprak türü, yeraltı sularının durumları) göre verilmelidir.

- Çöplerin depolanması sırasında yer seçimi iyi yapılmalıdır. Ayrıca çöplerin yakılması, kompost yapılması, gübre olarak kullanılması gibi olanaklar araştırılmalı ve çöplerdeki metal, şişe, kâğıt gibi atıklar tekrar değerlendirilmelidir.

- Tarımda bilinçsiz gübre ve pestisit kullanımının önüne geçilmelidir. Bunun için tarım uzmanları yaygın olarak işlendirilmelidir. Bu uzmanlar tarafından toprakların analizleri yaptırılıp, analiz sonuçlarına göre gübre önerilmelidir.

- Erozyonla mücadele için arazi yetenek sınıflandırmasına göre düz ve hafif eğimli alanlarda tarım yapılmalı, % 25'ten fazla eğimli araziler ormanlara ayrılmalıdır.

- Barajların erozyon sonucu dolmalarını önlemek için baraj havzaları ağaçlandırılmalı, bu havzalar kesinlikle yerleşime ve sanayiye açılmamalıdır.

Sonuç olarak kirlenmez sanılan toprakların da kirlenebileceği son yıllarda anlaşılmıştır. Gerçi topraklar ilgili bölümlerde de açıklandığı çeşitli faktörler yardımıyla kirlenmeye karşı direnç göstermektedirler. Ancak özellikle hava ve su kirlenmesi sonucu topraklara ulaşan kirletici maddeler, toprakların direnç özelliklerinin kaybolmasına yol açarlar ve toprakların verim güçleri azalır. Hatta bir daha kullanılmaması gibi sonuçlar doğabilir. Toprak kirlenmesinin önlenmesi için, birçok önleyici tedbir alınabilir. Ama alınabilecek en etkili önleyici tedbir kirlenmeye sebep olan kaynakların ortadan kaldırılmasıdır.

## KAYNAKLAR

- AY, M. 1982. *Çaycuma Kâğıt Fabrikasının Filyos Çayı ve Çevresine Etkisi. Çevre-82 Sempozyumu, Dokuz Eylül Üniversitesi Müh. Mim. Fak. Çevre Müh. Böl. Yayını, İzmir.*
- ÇEPEL, E., 1985. *Toprak Fiziyi. İ. Ü. Yayın No. 3313, O. F. Yay. No. 374, Matbaa Teknisyenleri Basımevi, İstanbul.*
- ÇEPEL, N., 1992. *Doğa, Çevre, Ekoloji ve İnsanlığın Ekolojik Sorunları. Altın Kitaplar Yayınevi, İstanbul.*
- ÇEPEL, N., 1995. *Çevre Koruma ve Ekoloji Terimleri Sözlüğü. Türkçe-Almanca-İngilizce. TEMA Yayınları 6, Matbaa Teknisyenleri Koll. Şti., İstanbul.*
- ERUZ, E., 1987. *Toprak Kirliliği ve Alınması Gerekli Önlemler. Toprak Semineri 15 Ocak 1987 s. 72-82. Türkiye Tabiatını Koruma Derneği İstanbul Şb. Yayını 10, İstanbul.*
- DPT 1953. *1. Beş Yıllık Kalkınma Planı.*
- DİE 1990. *Genel Nüfus Sayımı, İdari Bölünüş.*
- FABIG, W., 1987. *Schadstoffbelastung von Böden-Auswirkungen auf Boden-und Wasserqualität. Allg. Forstzeitschr. 7. Februar 1987 (128-131) BLV Verlagsgesellschaft GmbH-Münih-Almanya.*
- FORSCHUNGSBEIRAT 1986, 2. *BERİCHT: Forschungsbeirat. Waldschäden/Luftverunreinigung der Bundesregierung und der Länder-Karl/Elser Druck GmbH 7130 Mühlacker-Almanya.*
- GÖNÜLLÜ, M. T., BAŞTÜRK, A., SAN, H.A., 1986. *Sızıntı Sularının Uzaklaştırma İmkanları ve Arılabiliirligi. Çevre-86 Sempozyumu. Dokuz Eylül Üniv. Müh. Mim. Fak. Çevre Müh. Böl. Yayını, İzmir.*
- HAKTANIR, K., 1987. *Toprak Kirliliği ve Bu Konuda Hazırlanacak Yönetmelik Üzerine Düşünceler. Türkiye Çevre Sorunları Vakfı Çalışma Grubu Raporu, 2.*
- KANTARCI, M. D. 1987-a. *Toprak Kirlenmesi ve Sonuçları. Çevre'87 Sempozyumu, 26-28 Ekim 1987, İzmir.*
- KANTARCI, M. D. 1987-b. *Toprak İlimi. İ. Ü. Yayın No. 3444, O. F. Yay. No. 387, Matbaa Teknisyenleri Basımevi, İstanbul.*
- KANTARCI, M. D., 1992. *Zararlı Maddelerin Orman Topraklarına Etkileri. Dokuzuncu Türkiye-Almanya Polonya Çevre Mühendisliği Sempozyumu Tebliğleri. 5-7 Ekim 1992, s. 405-422. Boğaziçi Üniversitesi Matbaası, İstanbul.*
- KOVANCI, İ., KILINÇ, R., YOKAŞ, İ., 1982. *İzmir İli Tarım Topraklarında Bulunan Radyoaktivite Miktarları ve Bunun Toprak özellikleri İle İlişkileri Üzerine Araştırma. Çevre-82 Semp. Dokuz Eylül Üniv. Müh. Mim. Fak. Çevre Müh. Bölümü Yayını, İzmir.*
- ÖZKARA, H.M., ŞENER, Ş., 1986. *Jeotermal Atıkların B. Menderes Nehrine Karışmasının Aşağı B. Menderes Havzasının Tarımsal Yapısına Etkileri. Çevre 86 Semp. Dokuz Eylül Üniv. Müh. Mim. Fak. Çevre Müh. Yayını, İzmir.*
- T. C. ÇEVRE BAKANLIĞI, 1994. *1. Çevre Şûrası Sonuç Raporu. 18-21 Eylül 1991, s. 19-22, Ankara.*
- TÇSV 1991. *Türkiyenin Çevre Sorunları. Türkiye Çevre Sorunları Vakfı. Önder Matbaa, Ankara.*