

## Toprak Kirlenmesi ve Biyolojik Çevre

F. Tülay KIZILOĞLU ALGAN

Serdar BİLEN

Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bölümü – ERZURUM ([talgan@sakarya.edu.tr](mailto:talgan@sakarya.edu.tr))

Geliş Tarihi : 29.05.2003

**ÖZET:** İnsanların yanlış uygulamaları sonucunda toprak ekosisteminin fiziksel, kimyasal ve biyolojik özellikleri arasındaki denge bozulmaktadır. Bu durum, toprak üzerinde ve içerisinde yaşayan canlıları (biyolojik çevre) olumsuz etkilemektedir. Bu makalede toprak kirliliği ile biyolojik çevre arasındaki etkileşimler özetlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Toprak kirliliği, Biyolojik çevre

### Soil Pollution and Biological Environment

**ABSTRACT:** In result false applications of human balance among physical, chemical, and biological properties of soil ecosystem are degraded. This condition is negative effect organisms (biological environment) living on and inside soil. In this article are summarized relations between soil pollution and biological environment.

**Keywords:** Soil pollution, Biological environment

### GİRİŞ

Toprak, genel olarak organik madde ve kayaların çeşitli ayrışma ürünlerinden oluşan ve içerisinde hava, su ve pek çok canlılar alemini de barındıran bir maddedir (Ergene, 1993). Gelişen teknoloji ile birlikte beslenmemizi sağladığımız topraklar gün geçtikçe kirlenmekte ve toprak kirliliğinin artması sonucu meyve, sebze ve tarımsal ürünlerin yetiştirildiği alanın her geçen gün azalmasına sebep olmaktadır (Syed, 2005).

En yaygın kirlilik kaynakları 4 grup altında toplanır; 1. Tarımsal kirleticiler, 2. Endüstriyel kirleticiler, 3. Belediyeye ait kirleticiler, 4. Nükleer kirleticiler (Alloway, 1995). Toprak kirliliği ise, toprağa ilave olan kirlenici solüsyonlar veya kirlenici görünümünde olan maddeler ise toprak kirliliğine sebep olmaktadır. Bu çevresel kirlenici toprağın flora ve faunasını etkileyen kimyasal, fiziksel ve biyolojik süreçlerdir. Bu kirlilik kaynakları kirlenici unsurların oluşumu, birikimi ve taşınması açısından başta toprağın kirlenmesine ve buna bağlı olarak ağır metal kirliliğine, yer altı suyu kirliliğine, sediment kirliliğine, akarsu, nehir göl kirliliğine ve sonuçta deniz kirliliğine sebep olurlar (Jack, 2001). Toprak kirliliği sonucu topraktaki canlı yaşamda olumsuz etkilenir. Binlerce yıldır organik artıkların parçalanmasını sağlayan bakteriler ile toprak verimliliği yükseltirken, kimyasal gübrelerin ve pestisitlerin kullanılması ile toprakların verimsizleşmesine, bakterilerin yeteneklerinin kaybolmasına, bitki besin elementlerinin doğal üretilmemesine ve atıkların parçalanamamasına sebep olmuşlardır (Fiedler, 1990; Syed, 2005). Toprak canlıları, üretici ve tüketici olmak üzere iki çeşittir. Bunlardan ototrof dediğimiz üretici canlılar (bitkiler gibi) kendi besinlerini kendileri ürettikleri gibi heterotrof denilen tüketici canlılar için de besinsel enerji maddesi temin ederler. Gıda zinciri içerisinde düşünülecek olursa mikroorganizmalar, toprağa düşen organik materyalleri parçalayıp ayrıştırarak bitkiler için gerekli besin maddelerini yarayışlı inorganik formlara

dönüştürdükleri gibi, toprağı su ve rüzgar erozyonuna karşı koruyan toprak oluşumunu ilerleten organik kolloidleri ve organik bileşikler açığa çıkarırlar. Bitkiler, açığa çıkan yarayışlı besin maddelerini su ile birlikte alarak ve güneş enerjisini de kullanarak fotosentez yaparlar. Tüketici canlılar ise besin ve enerji temin etmek için bitki ve hayvan orijinli organik materyalleri parçalayıp ayrıştırırlar. Gerek bitkisel gerekse hayvansal maddelerden beslenen insanlarda bu gıda zincirinin son halkasını oluşturmaktadır (Çakmakçı ve Karahan, 1995).

Canlılarla cansız çevre etmenleri arasındaki madde alışverişine dayalı sistem, ekosistemdir (Şişli, 1999). Toprak, içerisinde ve üzerinde yaşayan biyolojik çevreye (bitki, hayvan, mikroorganizma ve insanlara) su ve besin maddeleri sağlama oranında verimlidir. Bu nedenle toprak, biyolojik çevre için önemli bir ekosistem oluşturmaktadır. Biyolojik çevre için toprak ekosisteminin kirlenmesi de bu nedenle hayati önem taşımaktadır.

### Toprak Kirliliği ve Biyolojik Çevre İlişkisi

İnsanların yanlış uygulamalarının bir sonucu olarak toprak ekosisteminin fiziksel, kimyasal ve biyolojik dengesi bozulmaktadır. Toprak kirlenmesi denilen bu olayın erozyon, tarımsal kirlenici, endüstriyel kirlenme, tarım alanlarının amaç dışı kullanımı, katı atıklar, gibi bir çok nedenleri vardır (Haktanır, 1987; Jack, 2001).

Erozyon, insan etkisiyle toprağın bulunduğu yerden rüzgar, yağmur, buzul, çığ, yerçekimi, akarsu gibi doğal kuvvetlerle kopartılıp, sürüklenerek başka yerlerde biriktirilmesi (Ergene, 1993). Bitki örtüsü olarak çayır, mera, ormanlar erozyonun etkisini azaltırlar. Orman örtüsünün bilinçsizce kesilmesi veya yakılması ve çayır-mera örtüsünün insanlar tarafından kısa vadeli kar düşünülerek yok edilmesiyle toprak çıplak kalır. Bu durum rüzgar ve su erozyonuna açık alanlar oluşturarak

toprak kaybını artırmaktadır (Troeh vd.,1991; Çepel, 1998). Toprak kaybına sebep olan etmenlerden birisi de toprak işlemedir. Yapılan çalışmalar toprak işleme ile toprağın P ve organik karbon içeriği ile ve A horizonunun derinliği ile ilgili olduğunu göstermiştir. Bu ilişkiye bağlı olarak da toprak işleminin uygun yapılması durumunda, toprağın üretkenlik ve verimliliği, toprakta yetiştirilen ürünün miktar ve kalitesini olumlu etkilediği belirlenmiştir (Çepel, 1998; Heckrath vd., 2005; Anon, 2005a). Bir çok hayvan için yaşam yeri olan otlaklar, içerisinde ağaç bulunmayan kısa boylu otlardan oluşan stepler ve tek tek ağaçlarla çalı gruplarının bulunduğu yüksek boylu sık otları içeren savanlar olmak üzere iki tipte bulunurlar. Buralarda kapasitenin üzerinde ve zamansız otlatmalarının yanı sıra amaç dışı kullanımları (tarla arazisi olarak vs.) toprağın başka yerlere taşınmasına dolayısıyla bu yerlerin verimsizleşmesine neden olmaktadır (Çepel, 1998). Ülkemizde 1934 yılında çayır-mera alanı 44.329.000 ha olup 1986 yılında aşırı otlatmalar nedeniyle 21.741.729 ha'a düşmüş ve yaklaşık 23.000.000 ha'lık erozyona açık alan meydana gelmiştir (Yücel, 1995; Altın, 1998; Çepel, 1997). Büyük ve küçükbaş hayvancılık için önemli olan meraların yok olması hayvancılıktan elde edilen geliri düşürdüğü gibi buralarda yaşam mücadelesini veren bir çok biyo faktörün yaşamını da sona erdirmektedir.

Ülkemizde her yıl 500 milyon ton toprak erozyonla taşınmaktadır. Taşınan toprağın verimli alanları, gölleri, barajları örterek verimsiz duruma getirdiği ve limanları doldurduğu bilinmektedir (Çepel, 1998). Toprak erozyonu yaptığı etkiler nedeniyle oluşturduğu bu tür kirlilik toprakta ve suda yaşayan canlıları da olumsuz etkilemektedir.

Ormanlar, toprağı erozyona karşı korudukları gibi dünyamızın O<sub>2</sub> üreten akciğerleri sayılırlar. Ülkemizde büyük yangınlarla yaklaşık 22.000 ha, tarla açmak ve turistik tesis yapmak (1979 yılında 8049 adet suç bu konuda işlenmiştir) için yaklaşık 6.300 ha ve her türlü kaçak kesimler, otlatmalarla (1979 yılında 4834 adet suç bu konuda işlenmiştir) orman yok edilmektedir (Anon., 1982). Bu durum sadece ağaçları yok etmez bu ormanların çevresinde ve içerisinde 17.110 ha'lık kırsal alanda 10 milyon civarında yaşamakta olan insan ve sayısız hayvanın (Anon., 1982; Anon., 1994) yaşamını olumsuz etkilediği gibi aynı zamanda ormanlarda yaşayan sayısız hayvan türlerinin de yok olmasına neden olur. Habitat bozulması ve çevre kirliliği nedeniyle 1980-2000 yılları arasında dünyadaki memeli hayvanların türlerinin % 3,5'i yok olmuştur (Yücel, 1995; Berkes ve Kışlalıoğlu, 1990). Ayrıca ormanlar, atmosferde "sera etkisi" yapan havayı kirleten CO<sub>2</sub>, metan ve NO<sub>x</sub>'leri tutan önemli kalkandır. Yapılan bir çalışmada tropik ormanların, 3,7 trilyon dolar değerindeki (Japonya'nın gayr-i milli hasılasına eşit) karbonu tutabildikleri tespit edilmiştir (Durning, 1994).

Bitkiler, toprakta organik madde miktarını artırarak agregatlaşmayı sağlar. Bunun sonucu olarak suyun toprağa infiltrasyonu artar ve suyun yüzeyden akışını, yağmur damlalarının çarpma tesirini azaltır. Ayrıca rüzgarın şiddetini azaltarak toprağın rüzgarla sürüklenmesine engel olur. Bununla birlikte topraktaki agregatlaşma sonucu oluşan porozitenin (gözenek yüzdesi) artmasıyla toprak canlılarının yaşaması için uygun ortam yaratılmış olur. Yapılan bir çalışmada dekara 135 kg olan mera örtüsü, yağmur damlası erozyonunu bitki örtüsüz çıplak bir alandakine göre % 93 oranında azaltmıştır. Toprak erozyonunda arazinin topografyası da etkilidir. Özellikle ekilen alanların eğimi ve uzunluğu önemli olup yapılan bir çalışmada eyaletinde mısır ekiminin yapıldığı % 12 ve % 44 eğimli tarlalardan sırasıyla % 33 ve % 47 ton toprak taşındığı tespit edilmiştir (Kızıloğlu ve Bilen, 2000; Çelebi, 1967). Verimli üst toprağın taşınması ürün miktarını azalttığı gibi ürünün besleyici değerini (kalitesini) de azaltmaktadır. Erozyona uğrayan üst toprağın taşınması sadece tarımsal üretime zarar vermez aynı zamanda taşınan toprağın tarım alanlarını örtmesi de zararlılara sebep olmaktadır. Kırşehir'in Yerköy İlçesindeki Malya Devlet Üretim Çiftliğinde 1956 yılında esen şiddetli rüzgarların kasırgaya dönüşmesiyle taşıdıkları toprağı tarım alanlarına biriktirmesi sonucu 782.4 ton hububat zarar görmüştür (Çelebi, 1971).

Yangın, sel gibi afetlerle bitki örtüsü kaybı olan eğimli alanlara bunların yeniden tesisi için insana önemli görevler düşmektedir. Bununla birlikte arazileri sınıfına göre kullanarak en az düzeyde ve uygun toprak işlemeli, bitki rotasyonlu, organik gübrelemeli, eş yükselti (düzeç) eğrilerine paralel, eğime ve hakim rüzgar yönüne dik tampon şeritsel tarım ve erozyona uğrayan eğimli alanlarda teraslama yapmak, arazide hem verimli üst toprağı kaybetmeyi hem de tarımdaki girdilerin (gübre gibi) israfını önler (Troeh vd., 1991). Ayrıca insanın kurak ve yarı kurak bölgelerde drenajı zayıf tarım alanlarında bilinçsizce yaptığı sulama, tuzlu taban suyu seviyesinin yükselmesine neden olur. Üstelik yüksek buharlaşma taban suyundaki tuzların üst toprakta birikmesine sebep olarak toprağı çoraklaştırır ve bitkisel üretim yapılamaz duruma getirir. Bu durum toprakta yaşayan yararlı pek çok canlının da ölümüne neden olmaktadır (Fiedler, 1990).

Canlı hücrenin yapıtaşları olan fosfor ve azotun, bitkiler tarafından alınabilmesi için organik formdan inorganik ve yarıyışlı forma dönüşümü toprakta bulunan mikroorganizmalar tarafından olmaktadır. Yine atmosferdeki elementer azotun fiksasyonu ise, simbiyotik ve non-simbiyotik olarak yaşayan mikroorganizmalar tarafından gerçekleşmektedir. Biyolojik azot fiksasyonu denilen bu olayla dünya üzerinde yılda yaklaşık olarak  $17 \times 10^7$  ton azot fikse edilmektedir. Bu tür faydalı mikroorganizmaları içeren toprağı ve suyu kirliletmeyen biyolojik gübreler artık çevre dostu bir çok ülkede yaygın bir şekilde

kullanılmaktadır (Kızıloğlu ve Bilen, 2000; Aydemir, ve İnce, 1988; Kızıloğlu, 1995). Bitkisel üretim için toprağa en fazla uygulanan mineral gübreler arasında birinci sırayı azotlu ve fosforlu gübreler almaktadır. Gübreleme yapılırken gübre uygulama ve zamanının uygun seçilmemesi sonucu azotlu gübrelerdeki N mineralizasyona uğrar. N kaybını en aza indirmek, gerek bitki, gerekse ekonomik açıdan büyük önem arz etmektedir. Toprak sıcaklığının, toprak su içeriğinin, sulama sistemlerinin ve toprak yapısının göz önüne alınması net azot mineralizasyonunu azaltabilecek faktörler arasında sayılabilir (Fiedler, 1990; Cabrera vd., 2005). Aşırı nitratlı gübreleme sonucunda topraktan yıkanan nitrat, yer altı sularına buradan yüzeysel sulara taşınarak su ekosisteminde bitkilerin aşırı büyümesine ve diğer canlılara (balık, karides, planktonlar, yengeç v.s.) zararlı olmaktadır. Bu ise insanların beslenmesinde önemli yer tutan denizden elde edilen besin kaynaklarında azalmaya yine CO<sub>2</sub>' in tutulmasında önemli rolü olan fotoplanktonların azalması ise atmosferdeki CO<sub>2</sub> miktarında artışa neden olmaktadır. Ayrıca su tüketimi fazla olan çocuk ve hayvanlarda görülen methemoglobinemia sendromuna neden olmakta ve diğer azotlu bileşiklerle kanserojen nitrozaminleri oluşturmaktadır. Bununla birlikte aşırı NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, yaprakları taze olarak yenen çeşitli sebzelerde de birikim yaparak insanlarda önemli sağlık problemlerinin ortaya çıkmasına neden olmaktadır (Kreutzer, 1985; Kanat ve ark., 1991; Kızıloğlu, 1995). Aşırı fosforlu gübreleme sonucunda da yer altı sularına ve oradan da yüzey sularına karışan fosfor, buralarda ötrofikasyonu oluşturarak canlılar için hayati tehlike oluştururlar (Karpuzcu, 1991).

Büyük ölçüde fosil yakıt kullanımı ve ormanların yanması ile açığa çıkan CO<sub>2</sub>, atmosferdeki CO<sub>2</sub> miktarının artmasına neden olur. Nitrifikasyon ve suni gübreler ile toprağa dahil olan NO<sub>3</sub><sup>-</sup>'in, toprakta denitrifikasyon bakterileri tarafından ve kimyasal olaylar sonucu redükte edilmesiyle oluşan azot oksitler de hava ekosistemini kirletir. Dolayısıyla bu durumdan tüm canlılar zarar görürler. Tarımsal atıklar, orman ürünleri artıkları, hayvan artıkları ve organik artıklardan (pestisit içeren) oluşmaktadır. Bunlar içerisinde bitki artıkları ve kireçtaşı ihtiva eden gübreler toprağa dönebildiklerinde bitkiler için faydalı olurlar. Bununla birlikte çevreye yersiz bir şekilde atılan ve geri dönüşümü olmayan maddeler kirlilik unsuru oluştururlar. Endüstriyel atıklardan karbon dioksit (CO<sub>2</sub>), karbon monoksit (CO), nitrojen dioksit (NO<sub>2</sub>) ve sülfür dioksit (SO<sub>2</sub>) gazları fazlası ile çevreye yayılırlar. Bu gazların kaynağını endüstri ve otomobiller oluşturur, çevre için de oldukça zararlı ürünlerdir (Alloway, 1995).

Toprak verimliliğini dolayısıyla bitkisel üretimi artırmada ve yabancı ot mücadelesinde kullanılan pestisit (biyosit)'ler, aynı zamanda ağaçları ve evcil hayvanları hastalık etmeni olan zararlılara karşı korumaktadırlar. Usulüne uygun yapılmayan tarımsal

mücadele, toprak ve su kirliliğine yol açar. Toprakta fazla miktarda pestisit biriktiği zaman bazı mikroorganizmalar biyoadaptasyonun hızlanmasıyla bunları enerji kaynağı olarak kullanılmaktadırlar. Tarımda çeşitli kimyasallar kullanılmaktadır. Bunlar arasında organochlorine insektisitler çevreye ve toprağa büyük miktarda zararlı olan bileşiklerdir. Gelişmekte olan ülkelerde tarım ilaçlarının kullanımı giderek azalma göstermektedir. Artık üretilen tarımsal ilaçlar yüksek etkinlik ve düşük toksite üretimi özelliğinde üretilmeye çalışılmaktadır. Bilhassa DDT ve BHC gibi ilaçlar ölümcül olacak kadar tehlikelidirler (Anon, 2005b). Yapılan bir çalışmada *Arthrobacter* sp, trifluralin (herbisit)'i metabolizmasında kullanması sonucu 30 günde toprakta biriken trifluralini % 87.60 oranında azalttığı bulunmuştur (Dığrak ve ark., 1998). Endüstriyel fabrikalardan atık sulara bırakılan PCB gibi pestisitlerin daha sonradan balıklarda ve diğer bazı hayvanların vücutlarında bulunduğunu, 1984 yılında ise Bhopal denilen pestisit zehirli bir gaz ürettiği belirlenmiştir (Syed, 2005). Bu tür kimyasalların yarılanma ömrü dikkate alınmadığında toprağa ilavesinde kalıntı oluşturarak toprak canlılarının ölümüne sebep olmaktadır. Bitkiler ve hayvanlardaki biyosit kalıntıları, insanlarda karaciğer ve böbrek yetmezliklerine, kanser ve zehirlenme (1977 yılında zehirlenen kişi sayısı 1716 ve ölüm sayısı 73, 1988 yılında zehirlenen kişi sayısı 726 ve ölüm sayısı 44 olmuştur) gibi ölümcül hastalıklara sebep olmaktadır. Bu durum ayrıca elementer atmosfer azotu (N<sub>2</sub>) fikse eden, organik materyalleri ayrıştırarak organik maddeyi oluşturan ve bitki besin maddelerini açığa çıkaran yine kök bölgesini (rizosferi) patojenlerden temizleyen daha sayısız faydası olan mikroorganizmaları da olumsuz etkiler (Yücel, 1995; Anon., 1991; Anon., 1989).

Fosil yakıt kullanımı sonucu gerek enerji santralleri, fabrika ve evlerin bacalarından, gerekse motorlu araçların egzozlarından çıkan SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> gibi gazların oluşturduğu asit yağmurları, biyolojik çevreyi olumsuz etkilemektedir. Örnek olarak nitrik oksit güneş ışığında ozon gazı üretir. ozon gazı, stratosfer tabakasında güneşin ultraviyole ışınlarını bir kalkan gibi tutmasından dolayı faydalıdır. Ancak bu gaz, troposfer tabakasında artarsa biyolojik çevre için zararlı olacaktır. Nitrik ve sülfürik asit içeren asit yağmurları, dünyamızın akciğerleri olan ormanlarımızın önce yapraklarına çamaşır suyu gibi tesir eder ve hastalıklara karşı savunma mekanizmalarını yok ederek sonunda da balta vurulmuş gibi ağaçların devrilmesine neden olurlar. Ayrıca söz konusu yağmurlar, toprak pH'sını düşürerek Al<sup>3+</sup>'ün artmasına Ca ve Mg gibi canlılar için alınması gereken makro besin elementlerinin noksanlığına sebep olacak ve bitkisel örtüyü zarara uğratacaktır (Feger, 1992; Çepel, 1998; Yücel, 1995).

Sanayi ve yerleşim bölgelerindeki atıklar, yer altı sularını ve akarsuları da kirletirler. Bu suların tarımda sulama amacıyla kullanılması ise toprakların makro ve

mikro besin maddesi dengesini bitkilerin aleyhine bozarak toksik etki yapacaktır. Özellikle ağır metaller ve iz elementler artarak bitkisel üretimin miktar ve kalitesini düşürecektir. Ağır metaller, koloidal adsorbsiyon ve iyon değişimi ile toprakta tutularak kalıntı (birikim) yaparlar (Haktanır, 1989; Kızıloğlu, ve Bilen, 2000; Swadish, 1995). Bilhassa Zn, Cu, Pb, Cd ve Ni gibi ağır metaller toprağın biyoelverişliliği üzerine fazlası ile etki yaparlar. Toprak kolloidleri tarafından tutulan ağır metallerin topraktan uzaklaştırılması çok zordur (Diatta, 2003; Cook vd., 1994; Moreno vd., 1994). Ağır metal birikiminin yoğun olduğu yerler bilhassa karayolu trafiğinin olduğu yerlerdir. Bu bölgelerde yapılan bazı çalışmalarda topraklarda 40 ppm Ni, 5 ppm Cd, 79 ppm Zn, 79 ppm Pb ve 25 ppm Co seviyelerine kadar yükselmiş, ve bu değerlerin taşıt yollarından uzak olan bölgelere göre çok yüksek değerler ihtiva ettiği belirlenmiştir (Howari vd., 2004). Ağır metal kirliliği toprakların verimliliğini düşürmelerinin yanı sıra toprakta yaşayan mikrobiyal populasyon üzerine de olumsuz etkide bulunurlar. Yapılan bir çalışmada ağır metal kirliliğinin bitki kök bölgesindeki vesiküler arbasküler mikoriza üzerine olumsuz etki yaptığı belirlenmiştir (Solange, 2004; Andreas vd., 2003).

Nükleer santrallerden, fabrikalardan, evlerden ve arabaların egzozlarından çıkan her türlü katı, sıvı ve gaz formlarındaki atıklar hava, toprak ve suyu kirlenmektedir. Bu tür atıkların miktarı gün geçtikçe artış göstermektedir. Çürüyerek geri dönüşümü olan veya plastikler gibi yeniden kullanılabilir atıkların yanı sıra bu atıklar çürümezler ve yandıklarında zararlı gazlar çıkarırlar (Syed, 2005). Elektronik parçaların ve plastik yapımında kullanılan poliklorbifeniller uzun süre topraktan kaybolmaz, karada ve suda yaşayan biyolojik çevrenin dokularında kalıntı yaparak pek çok hastalıklara neden olurlar (Kanat ve ark., 1992).

Zararlı kirleticiler toprağın su ve hava geçirgenliğini sağlayan gözeneklerini de tıkamaktadırlar. Bu durum toprakta yaşayan tüm canlıların hava ve su gereksinimleri üzerine zararlı etki yapacaktır. Kirleticiler su ve rüzgar erozyonunun etkisiyle buldukları yerden başka yere taşınarak gittikleri yerde de toprak ve su kirliliğine yol açmaktadırlar. Toprak kirleticileri gerek kimyasal olarak gerekse toprakta yaşayan mikro canlılar tarafından ayrıştırılıp zararsız bileşiklere dönüştürebildikleri gibi ayrışma sonucu açığa çıkan ürünlerde toprak çözeltisinden yıkanma yoluyla yer altı sularına geçerek, toprakta adsorbe olarak ve çökelerek su, toprak ve havayı kirlendirirler. Bu durum biyolojik çevrenin sağlığını ve hayatını tehdit etmektedir (Özbek ve ark., 1995).

İnsanların; anız yakma, orman, mera ve çayırların tahribi, milli parkların korunmaması, tarım alanlarının amaç dışı kullanımı (imar planına aykırı sağlık koşullarına uymadan bina ve fabrika yapımı v.s.), su tasfiye tesislerinde meydana gelen ve evlerden atılan,

tarım, madencilik ve ticari faaliyetler sonunda oluşan her türlü atıklar toprak kirliliğine yol açan diğer etkenler olarak sayılabilir (Görmez, 1997).

Gerek bitkisel gerekse hayvansal üretimden arzu edilen fayda sağlanamayınca insanlar, sosyal ve ekonomik olarak bir getirisi olmayan köy, ilçe ve hatta küçük kentlerden daha refah bir yaşama kavuşmak ümidiyle büyük kentlere hızla göç etmektedirler. Büyük kentlerde çoğunluğu işsiz olan artan nüfus, çarpık kentleşmeyi ortaya çıkardığı gibi insanlara sunulan sağlık, eğitim, su, enerji, temizlik, trafik, güvenlik ve konut bulma gibi hizmetleri sağlayan yerel yönetimlerin yetersiz kalmalarına neden olmaktadır. Ekonomik ve sosyal beklentilerini gerçekleştiremeyen insanlar ve onların atıkları büyük kentlerin önemli çevre sorunu haline gelmiştir. Dünya nüfusunun 2000 yılında yaklaşık 6.1 milyarı bulduğu tahminleri, bugün dünyanın korkunç hızda artan nüfusa sunacağı kaynaklarının da aynı hızda tükenmekte olduğunu göstermektedir. Dünya Koruma Stratejisi Kurumu tarafından yaklaşık 25000 bitki cinsi ve 1000 civarında omurgalı hayvan varlığının yok olmaya mahkum olduğu belirtilmektedir (Görmez, 1997).

### Sonuç ve Öneriler

1. Tarım alanlarının amaç dışı (yerleşim ve sanayi tesislerinin kurulduğu alanlar olarak) kullanılmasına engel olunmalıdır.

2. Sera etkisi göstererek havayı kirleten CO<sub>2</sub> gazına karşı önemli bir kalkan olan ormanlarımız yasal olarak korunmalı, ağaç ve hayvan türleri bakımından zengin olan alanlarımızın envanteri ve biyotop haritaları yapılmalıdır (Yücel, 1995). Ağaç dikme günlerine gereken önem verilmelidir.

3. Ormanların tahrip edildiği alanlar, toprak erozyonunun oluşmaması için otlaklarla (step ve savan) kaplanmalıdır. Otlak alanlarında otlatılan canlıların sayısı, otlatma miktarı ve zamanı otlatma alanının kapasitesine uygun olarak ayarlanmalıdır.

4. Tarımda kullanılan makro ve mikro besin maddesi içeren suni gübreler, toprak - bitki çeşidi, toprağın ve gübrenin kimyasal özellikleri dikkate alınarak miktarı, verilme şekli ve yeri tespit edildikten sonra gereksinme duyulan dönemlerde verilmelidir. Ayrıca toprağı kirlenmeyen ve ekonomik olan biyolojik gübrelerin kullanılması teşvik edilmelidir.

5. Toprağı ve yer altı sularını kirleten ve tarımsal mücadele ilaçları kullanılırken ya yarılanma ömürleri dikkate alınmalı ya da toprak canlılarını ve insanları olumsuz etkilemeyecek şekilde biyolojik mücadele yapılmalıdır. Çiftlik hayvanlarına biyosit kalıntıları bulunan su, yem ve kuru ot verilmemelidir.

6. Sanayi ve nükleer tesisler, tarım ve yerleşim alanlarından uzak alanlara yapılmalıdır.

7. Kirlilik oluşturan her türlü atık planlı bir şekilde çeşidine göre sınıflandırılarak toplanmalı ve arıtılmadan toprağa verilmemelidir. Atık maddelerin

kullanılabilmesi için gereken yeniden kazanma ve arıtma tesislerinin yapımına önem verilmelidir.

8. Çevre fazla zarar görmeden gerekli kanun ve yönetmenlikler getirilerek uymayanlar hakkında gereken yaptırımlar yapılmalı, bu konuya önem ve dikkat edenlere, başkalarını teşvik edici ödül törenleri düzenlenmeli ve bunu medyanın da desteklemesi gerekmektedir.

9. Hem sera etkisine ve ozon tabakasının delinmesine hem de asit yağmurlarına sebep olan ve rezervlerinin artık tükenmesi söz konusu olan fosil yakıt tüketimi yerine yenilenebilir (güneş, hidroelektrik, rüzgar, biyomas ve geotermal) enerji alternatifleri devreye girmelidir.

10. Tarımda kullanılan uygun alet ve ekipmanlarla toprak işlenmeli ve toprak su koruma ile birlikte kültürteknik önlemleri alınmalıdır (Mikayilov ve Acar, 1998).

11. Toprak kirliliğinin olduğu yerlerdeki canlıların bundan etkilenme dereceleri belirlenmelidir (Yücel, 1995).

12. Kimyasal kirliliğin tespit edildiği bölgeler için jeo-kimyasal haritalar ve toprak kirlleticileri arasındaki karşılıklı etkileşimi, toprakta kirleticisi çevrimi ve hızının analizini, kirlenme derecelerine göre toprakların sınıflandırılmasını ve kirliliğin gelecekte ne boyutta olacağını içeren bir toprak denetim sistemi hazırlanmalı (Mikayilov ve Acar, 1998) ve insanların eğitimine önem verilerek bu konuda bilinçlendirilmelidirler.

## KAYNAKLAR

- Alloway, B.J. 1995. Heavy Metals in Soils. Second edition. Chapman and Hall India, Australia.
- Altın, M., 1998. Mera-Hayvan-Erozyon İlişkileri, Tema Erozyon Eğitimi, Erzurum.
- Andreas, V., Barmettler, K., Kretzschmar, R., 2003. Heavy metal release from contaminated soil. Comparison of column leaching and batch extraction results. Journal of Environmental Quality, 32:865-878.
- Anonim, 1982. Çevre Sorunları El Kitabı, Türkiye Çevre Sorunları Vakfı Yay., Ekim, Ankara.
- Anonim, 1989. Türkiye'nin Çevre Sorunları, Türkiye Çevre Sorunları Vakfı Yayını.
- Anonim, 1991. Türkiye çevre Sorunları'91, Türkiye Çevre Sorunları Vakfı Yayını, Önder Matbaa, Ankara.
- Anonim, 1994. Türkiye Ekonomisi İstatistik ve Yorumlar. T.C. Başbakanlık Devlet İstatistik Enst., Aralık.
- Anonymous, 2005a. Soil Pollution. Palestinian National Information Centre. Elektronik (Online) Erişim, [http://www.pnic.gov.ps/english/Environment/Environment\\_Pollution-1.html#Soil%20Pollution](http://www.pnic.gov.ps/english/Environment/Environment_Pollution-1.html#Soil%20Pollution)
- Anonymous, 2005b. Chemical Materials. The Present State of Environmental Pollution by Chemicals. Soil Pollution by Agricultural Chemicals. Elektronik (Online) Erişim, <http://www.virtualglobe.org/en/info/env/chemical103.html>
- Aydemir, O., İnce, F., 1988. Bitki Besleme, Dicle Üniv. Eğitim Fak., Yay. No: 2, Diyarbakır.
- Berkes, F., Kışlalıoğlu, M., 1990. Ekoloji ve Çevre Bilimleri, Remzi Kitabevi, İstanbul.
- Cabrera, M. L., Kissel, D. E., Vigil, M. F., 2005. Nitrogen Mineralization from Organic Residues. Journal Environmental Quality. 34: 75-79.

- Çakmakçı, M. L., Karahan, G., 1995. Mikrobiyolojiye Giriş. Isparta'lılar Eğitim, Kültür Sağlık Turizm Yardımlaşma ve Dayanışma Vakfı (ISVAK) Yayın No:5, Ankara, Türkiye.
- Çelebi, H., Memleketimizde Su ve Rüzgar Erozyonu Problemi, Atatürk Üniv. Yay. No:223, Zir. Fak. No:110, Teknik çalışma No:10, 1967.
- Çelebi, H., 1971. Toprak Erozyonu, Atatürk Ü. Yayınları Zir. Fak. Yay. No:37, Yrd. Ders Kitabı No:3, Erzurum.
- Çepel, N., 1998. Çevre ve İnsan, Akdeniz Yayıncılık A. Ş., İstanbul.
- Çepel, N., 1997. Toprak Kirliliği Erozyon ve Çevreye Verdiği Zararlar, Tema Vakfı Yay: 14.
- Cook, C. M., Sgardelis, S. P., Pantis, J. D., Lanaras, T., 1994. Concentrations of Pb, Zn and Cu in *Taraxacum spp.* In relation to urban pollution. Bull. Environ. Contam. Toxicol. 53:204-210.
- Diatta, J. B., Grzbişz, W., Apolinarska, K., 2003. A study of soil pollution by heavy metals in the city of Ponzan (Poland) using dandelion (*Traxacum officinale* WEB) as a bioindicator. Electronic Journal of Polish Agricultural Universities, Environmental Development, Volume 6, Issue 2.
- Dıgırak, M., Kacar, N., Sönmez, A., 1998. Trifluralin, cupravit ve PDVP'nin toprak mikro florası üzerine etkilerinin araştırılması, Doğu Anadolu Tarım Kong., 14-18 Eylül, Erzurum.
- Durning, A. T., 1994. Orman ekonomisinin yeniden oluşturulması, Dünyanın Durumu, TEMA, Vakfı Yayınları: 10.
- Ergene, A., 1993. Toprak Biliminin Esasları, Atatürk Üniv. Yay. No:586, Zir. Fak. Yay. No:267, Ders Kitapları Serisi No:42.
- Feger, K. H., 1992. Nitrogen cycling in to norwey Spruce (Picea ağabeyes) ecosystems and effects of a amonsulphat addition. Water, Air and Soil Pollution, 61:295-307. Kluwer academic Publishers, Netherlands.
- Fiedler, H. J., 1990. Bodennutzungund bodenschutz. Birkhauser Verlag, Basel-Boston-Berlin, pp:268.
- Görmez, K., 1997. Çevre Sorunları ve Türkiye, Gazi Kitabevi Yay.:45, Genişletilmiş 2. Baskı, Gazi Kitabevi Yayıncılık Tic. Ltd. Şti, Ankara.
- Haktanır, K. 1987. Toprak Kirliliği ve bu konuda hazırlanacak yönetmelik üzerine düşünceler. TÇSV. Çalışma Grubu Raporu, 2 Mart.
- Haktanır, K., 1989. Ağır metal ve pestisitlerin toprak organizmaları üzerindeki etkileri. TÇSV. Yayını, Ankara.
- Heckrath, G., Djurhuus, J., Quine, T. A., Van Oost, K., Govers, G. And Zhang, Y., 2005. Landscape and Watershed Processes. Journal Environmental Quality. 34:312-324.
- Howari, F. M., Abu-Rukab, Y., Goodel, P. C., 2004. Heavy Metal Pollution of soils along North Shuna-Aquba Highway, Jordan. International Journal of Environment and Pollution Vol. 22, No.5 pp.597-607
- Jack T. Trevors, 2001. Water, Air and Soil Pollution. An International Journal of Environmental Pollution. Volume 128, Issue 3/4.
- Kanat, R., Şilbir, Y., Pakyürek, Y., Şengül, T., Bozkurt, R., 1991. Çevre kirliticilerinin uzandığı yeni bir boyut hayvansal ve bitkisel ürünlerde kalıntı teşkili, Çevre Kirliliği ve Kontrolü, 1. Uluslararası Çevre Koruma Sempozyumu, 2. Cilt Ed. Zafer Ayvaz, Ege Üniv., İzmir, Türkiye.
- Karpuzcu, M., Çevre Kirlenmesi ve Kontrolü, Boğaziçi Üni. Çevre Bilimleri Ens., III. Baskı, İstanbul, 1991.
- Kızıloğlu, F. T. ve Bilen, S., 2000. Çevre Kirliliği, Atatürk Üniv. Zir. Fak. Yay. No:220.
- Kızıloğlu, T., Toprak Mikrobiyolojisi ve Biyokimyası, 1995. Atatürk Üniv. Zir. Fak. Yay. No:180
- Kreutzer, K., 1981. Der Einfluss der Düngung auf die forstliche produktion und die dadurch entstehende Umweltprobleme. Orman Ekonomisi Sempozyumu, 10-15 Kasım. I. Ü. Orman Faklüttesi Yayınları. İstanbul.
- Mikayilov, F. D., Acar, B., 1998. Toprak ekosistemlerinde kirliticilerin taşınım mekanizmasının incelenmesi ve modellenmesi, Ekoloji Çevre Derg., 7(28): 20-23.
- Moreno, A. M., Prerez, L., Gonzales, J., 1994. Soil parameters contributing to heavy metal dynamics in perimetropolitan farmland areas. Geomicrobiology J., 11:325-332.
- Özbek, H., Kaya, Z., Gök, M., Kaptan, H., 1995. Toprak Bilimi, 12.

- Baskı P. Schachtschabel H.-P. Blume, G. Brümmer, K.-H. Hartge, U. Schwerthmann'dan Çeviri, Çukurova Üniv. Zir. Fak. Genel Yay No: 73, Ders Kitapları Yayın No: 16.
- Şişli, N., 1999. Çevre Bilim Ekoloji, 2. Baskı, Gazi Büro Kitapevi Yay. Tic. Ltd. Şti, Ankara.
- Solange, C. M. V., Trufen, S. F. B. 2004. Effects of air and soil pollution on the root system of the *Tibouchina pulchra* Cogn. (Melastomataceae): arbuscular mycorrhizal associations and morphology in Atlantic Forest Area. Revista Brasileira de Botanica. Vol: 27, No:2, Sao Paulo.
- Swadish, T., Marnasidis, A., Zachariasidis, G., Stratis, J., 1995. A study of air pollution with heavy metals in Thessaloniki city (Greece) using trees as biological indicators. Arch. Environ. Contam. Toxicol, 28:118-124.
- Syed, Ibrahim B., 2005. Pollution. Islamic Research Foundation International, Inc. 7102 W. Shefford Lane Louisville, KY 40242-6462, USA Elektronik (Online) Erişim, [http://www.irfi.org/articles/articles\\_51\\_100/pollution.htm](http://www.irfi.org/articles/articles_51_100/pollution.htm)
- Yücel, M., 1995. Çevre Sorunları, Çukurova Üniv. Zir. Fak. Yay. No: 109, Ders Kitapları, Yay. No:28.