



# TOPRAK BİLİMİ ve BİTKİ BESLEME DERGİSİ



## Toprak Kirliliği

**Ayten Karaca \*, Oğuz Can Turgay**

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

### GİRİŞ

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

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

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

\* Dr. Ayten Karaca, Türkiye Toprak Bilimi Derneğı, Toprak Kirliliğı Komisyon Başkanı  
Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, 06110 Dışkapı, Ankara  
Tel : 0 312 5171917 E-mail: [akaraca@ankara.edu.tr](mailto:akaraca@ankara.edu.tr)

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

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

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

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

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

## **TOPRAK KİRLİLİĞİ KAVRAMI**

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

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

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

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

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

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

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

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

oksitler (SO<sub>x</sub>), azot oksitler (NO<sub>x</sub>), karbon monoksit (CO), ozon, hidrokarbonlar, partikül madde (PM) ve kül meydana gelmektedir. SO<sub>x</sub> ve NO<sub>x</sub> gazları asit yağmurlarının oluşumunda temel sorumlu gazlardır. Havaya verilen zehirli gazların neden olduğu asit yağmurları, toprağı kirletmektedir. Asit yağmurları, toprağın kimyasal yapısı ve biyolojik koşulları üzerinde etkide bulunarak, bu topraklar üzerinde yetişen bitkilere zararlı olmaktadır. Toprağı erişen sülfürik asit, toprak çözeltisinin asitliğini yani aktif hidrojen iyonlarının yoğunluğunu arttırmaktadır. Miktarı artan hidrojen iyonları, toprağın koloidal kompleksleri olan kil mineralleri ve humus kolloidleri tarafından tutulmakta olan başta Ca olmak üzere K, Mg ve Na gibi bitki besin elementlerinin yerine geçerek, bu elementlerin topraktan taban suyuna karışmak üzere yıkanmalarına neden olmaktadır. Ayrıca kirletici gazların içinde bulunan partikül maddelerin taşıdığı ağır metaller ve elementler ile havaya karışan radyoaktif atıklar da toprağı ulaşımakta ve toprakta radyasyon kirliliğine neden olmaktadır. Hammaddesi toprak olan sanayi türlerinin toprağı olumsuz etkisi bulunmakta, toprak kaybına neden olmaktadır. Tuğla ve kiremit endüstrisi hammadde olarak arazi yüzeyindeki 40-50 cm'lik en verimli toprakları kullanmaktadır. Geriye kalan kısmın arazi yapısı bozulmakta, tarıma elverişli olma özelliğini de kaybetmektedir.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

## **TOPRAK KİRLENMESİNDE SINIR DEĞERLER VE KALİTE SINIFLARI**

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

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

## **TÜRKİYE’DE TOPRAK KİRLİLİĞİNİN TARİHÇESİ**

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

1.Bölge: İstanbul, Kocaeli, Bursa, Sakarya

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

3.Bölge: Ankara, Eskişehir, Konya

18

4.Bölge: Adana, Mersin, Hatay, Gaziantep

Bu bölgelerde hızlı bir şekilde sanayi kaynaklı toprak kirliliği görülmektedir.

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

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

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

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