

KARBON, TOPRAK – KÜRESEL ISINMA

Manolya Ezgi KONAKÇI, Özgenur PAK
SAÜ, Çevre Mühendisliği Bölümü

Karbon, “toprak-atmosfer-canlılar” arasında milyonlarca yıldır dönen organik madde ve canlılığın temeli olan bir gazdır. Küresel ölçekte, karasal ekosistemlerde toplam olarak yaklaşık 3170 gigaton karbon bulunmaktadır. Bu miktarın yaklaşık %80’i (2500 gigaton) toprakta bulunur. Toprak karbonu organik (1550 gigaton) veya inorganik (950 gigaton) formdadır. Canlı bitki ve hayvan dokularında 560 gigaton, atmosferde ise yaklaşık 800 gigaton karbon bulunur. Görüldüğü gibi karbonun temel depo yeri, topraktır.

Canlıların yapısını oluşturan organik bileşikler istisnasız olarak karbon atomu bulundurur. Organik madde eninde sonunda toprağa gelir ve içindeki karbon orada uzun süreli birikir. Toprak organik maddesi, oldukça karmaşık bir yapıya sahiptir. Taze bitki kalıntılarında yüksek seviyede çözünmüş bir madde olan humusa kadar sıralanmış maddelerin heterojen karışımıdır. Toprak organik karbonu, hayvan ve bitki kaynaklı maddeler ve onların çürümesiyle oluşan ikincil madde bileşenlerinin biri olarak toprakta depolanan karbon miktarıdır. Organik karbon temel olarak hayvan ve bitki kalıntısı, ölü ve yaşayan mikroorganizmalar, kök sızıntıları ve toprak yapısının çözünmesiyle toprağa girer. Bu nedenlerden dolayı toprak organik karbonu direkt olarak topraktaki organik maddenin seviyesiyle ilişkilidir ve bu yüzden toprak organik karbonu genellikle topraktaki organik maddenin ölçüsüdür. Toprak organik karbonu, toprak mikroorganizmaları için temel enerji kaynağıdır. Toprak organik maddesi yaklaşık %58 karbon içermektedir.

Bitkilerin büyümesi için gerekli besinleri açığa çıkaran toprak organik karbonu, verimliliğin temel unsurudur. Toprağın fiziksel, kimyasal ve biyolojik sağlığını teşvik eder. Toprak karbonu katyon değişim kapasitesini arttırarak toprağı verimli hale getirir. Toprağı oluşturan bileşenler kum, silt ve kili dengeli oranda bir araya getirerek agregat oluşumunu, tavlı toprak oluşumunu destekler. İki ekstrem killi toprak ve kumlu toprakların yapısal dengesini düzenleyerek ıslah eder, geliştirir. Toprak organik karbonu ayrıca besinlerin topraktan sızmasını engeller ve mineralleri bitkilerin almasına hazır hale getirir.

Atmosfer-canlı, doku-toprak arasında dengeli bir şekilde dönerken son derece gerekli ve önemli olan karbon, topraktan atmosfere geçtiğinde ise geleceğimizi tehdit etmektedir. Karbon döngü hızının bozulması küresel ısınma başta olmak üzere onun direkt ve dolaylı etkileri erozyon, çölleşme, sel oluşumu, toprak çoraklaşması, gıda güvenliğinin tehdit altına girmesi gibi pek çok farklı şekilde hayatımıza yansımaktadır.

Toprağın Karbon Depolaması

Toprak karbon bağlaması, atmosferden alınan karbondioksitin toprak karbon havuzunda depolanması işlemidir. Bu işlem temel olarak fotosentez yoluyla bitki dokularına alınan karbonun toprak organik karbonu formunda depolanması ile gerçekleşir. Ayrıca kurak ve yarı kurak iklimlerde toprak karbon bağlaması çoğunlukla toprakta bulunan karbondioksitin ikincil karbonatlar gibi inorganik formlara dönüştürülmesiyle de yapılabilir.

Topraklarda depolanan karbon miktarı; fotosentezle organik yapıya bağlanan karbonla, organizmalar tarafından organik maddenin parçalanması ve solunum sonucu atmosfere

salınan karbon arasındaki dengeyi ifade etmektedir. Doğal ekosistemlerde depolanan organik karbon miktarı büyük ölçüde o bölgenin enlemine ve almış olduğu yağış miktarına bağlı olarak değişir. Ekvatordan güney kutbuna doğru gidildikçe organik karbon miktarı büyük ölçüde artmaktadır. Bunun yanında bölgenin yağış miktarının artmış olması da depolanan organik karbon miktarını arttırmaktadır. Örneğin Karadeniz Bölgesi'nde yağış miktarının fazla olması, yüksek bitkisel üretime neden olduğundan depolanan karbon miktarı diğer bölgelere göre daha fazladır.

Topraklar, yaklaşık 2500 gigaton karbonla karasal ekosistemin en büyük karbon deposunu oluşturmaktadır. Bu depo ile atmosfer arasındaki yıllık karbondioksit değişimi, fosil yakıtlar tarafından atmosfere salınan karbonun yaklaşık on katıdır. Yıl içerisinde atmosfere verilen karbonla, fotosentezle atmosferden uzaklaşan karbon arasında belli bir denge söz konusudur ve arazi kullanımındaki bu değişimler; dengeyi etkilemektedir. Tarıma açıldıktan sonra topraklar dünya genelinde başlangıçta sahip oldukları karbonun %50-70'ini kaybetmiş durumdadır. Bu durum aslında tarım topraklarının ne kadar karbon depolama kapasitesine sahip olduğunun bir göstergesidir. Bu nedenle şayet küresel ısınmanın önüne geçilecekse en pratik yol atmosferdeki karbonun tekrar toprak yapısına geçirilmesi ve orada muhafaza edilmesi ile olacaktır.

Toprak Verimliliği ve Karbon

Toprak organik karbonu, toprak verimliliğinin temelidir. Toprak yapısını iyileştirir, toprağın fiziksel ve biyolojik sağlığını düzeltir, zararlı maddelere karşı tamponlama görevi görür ve en önemlisi bileşimdeki bitki besin elementlerini bitkilere sunar. Bozulmamış, sağlıklı bir toprağın organik madde kapsamı %5 civarındadır. Bu oran, organik maddesi yüksek topraklarda %10'a kadar çıkabilir. Sürekli işlenen, yoğun kullanılan, kötü yönetilen fakir topraklarda ise %1'in bile altına iner. Organik karbon azlığının pek çok toprak probleminin kök nedeni olduğu bilinmekte ve ıslahının bu problemleri giderdiği ifade edilmektedir. Ülke genelinde gübrelemeden önceki yıllarda olduğu gibi etkili verim alınamıyorsa bir nedeni de yetersiz toprak organik maddesidir. Çünkü toprak faydalı su miktarı ve besin elementi yararlılığı en fazla organik madde ile alakalıdır. Toprak organik karbonunun artışının bitkisel verimliliğe pozitif yansımaları uluslararası ve ulusal pek çok çalışmada gösterilmiştir. Bu nedenle sürdürülebilir sağlıklı toprak yönetimi için toprak organik karbonunun muhafaza edilmesine ve hatta artırılmasına yönelik her tür tedbirin alınmasına öncelik verilmesi gerekmektedir.

Toprak organik karbonu; toprağın erozyona direncini artırır, yerinde tutulmasını sağlar, yağışların toprak içine girişini ve toprakta tutulma oranını artırır. Toprağa verilen gübrelerin tutulmasını sağlar, topraktan uzaklaşmasının önüne geçer. Erozyonun önlenmesi, toprağın ve içindeki gübre maddeleri olan bitki besin elementlerinin yerinde tutulmasıyla akarsularla taşınan sediment miktarı azalacak; yüzeysel ve yeraltı tatlı su kaynaklarının da korunması sağlanacaktır.

Anız Yangınları

Anız, tarımsal üretim sonucunda biçilmiş olan ekinlerin toprakta kalan kök ve her türlü sap parçalarına verilen ortak isimdir. Yakımları yasak olmasına rağmen; tarlada iyi bir tohum yatağını hazırlamak, yabancı ot ve haşereleri yok etmek, hasat sonrası hemen yeni bir ekime geçilecek ise mibzerin istenilen şekilde ekim yapmasını sağlamak gibi çeşitli sebeplerden dolayı yakmaktadır. Anızları yakmak tarımsal uygulamaları kolaylaştırıyor gibi görülsede aslında yararları yanında zararları çok daha fazladır. Yakma ile ortaya çıkan zararlıların çoğunu telafi etmek mümkün değildir. Yangın anında oluşan çok yüksek sıcaklık sebebiyle topraktaki

faydalı canlıların yanı sıra toprağın üst kısmında bulunan organik maddeler de yakılmaktadır. Bu durum bazı elementleri bitkilerin yararlanamayacağı formlara dönüştürmekte ve bu gibi tarlalarda yetişen ürünlerde makro ve mikro besin maddesi noksanlığı ortaya çıkmaktadır. Uzun dönemde organik madde azalması ile toprağın yapısı bozulduğundan tohumların çimlenmesi ve toprak yüzeyine çıkışı, sağlıklı bir şekilde büyümesi de engellenmiş olacaktır.



Özellikle kurak bölge topraklarında anız yakılmasıyla tarım topraklarında organik madde miktarı hızla azalmakta, karbon/azot oranı olumsuz yönde etkilenmektedir. Toprak sağlığı için vazgeçilmez olan organik maddenin azalması ile öngörülen veya tahmin dahi edilemeyen pek çok problem başlamaktadır. Örneğin toprağın su tutma kapasitesi azaltmakta ve ekilen tohum ve bitkilerin toprak yüzüne çıkmasında büyük azalma görülmektedir. Anız yangınları tarla yüzeyini bitki örtüsüz/çıplak bırakacağından toprak doğrudan rüzgar ve yağmur damllarına açık olacak, tarım topraklarının çok değerli olan en üst katmanının su ve rüzgar erozyonu sonucu taşınarak yok olmasına neden olacaktır. Daha fazla gübrelemeye ve sulamaya ihtiyaç duyulacak fakat etkinlikleri zayıf kalacaktır. Toprak kaynaklı hastalık ve zararlılarda artış gözlenecektir vb.

Diğer yandan anız yangını ile bir mevsim boyunca atmosferden alınıp bitki dokusuna bağlanan CO₂, toprakta depolanıp zararsız hale gelmesi beklenirken olabilecek en yüksek hızla tekrar atmosfere geri verilmektedir. Bilindiği üzere CO₂ sera etkisi oluşturan ve bu nedenle küresel ısınmadan birinci derecede sorumlu olan gazdır. Atmosfere geçişine küresel anlaşmalarla sınır getirilmesine rağmen önüne geçilememektedir. Yüz yıl önce atmosferdeki konsantrasyonu 280 ppm olan CO₂ günümüzde 380 ppm'i geçmiş durumdadır. Anız yangınları da atmosferde CO₂ birikimi ve küresel ısınmadan sorumlu bilinçsizce yapılan uygulamaların en önemlilerinin başında gelmektedir. Oysa bitkiler, atmosferdeki CO₂'i emip zararsız hale getiren yegane canlılardır. Hasat edilen bölümleri alındıktan sonra, geri kalan karbon deposu organik artıklar hiç faydalanılmadan hatta zararlı bir şekilde havaya verileceğine toprakta depolanmalarının sağlanması, üzerinde yaşadığımız gezegeni de korumuş olacaktır.

Tüm bu zararlı etkilerinden dolayı 9/8/1983 tarihli ve 2872 sayılı Çevre Kanunu ve 31/8/1956 tarihli ve 6831 sayılı Orman Kanunu ile anız yakılması yasaklanmıştır, yasalara uymayarak anız yakanlar hakkında 2872 sayılı Çevre Kanununun 5442 sayılı İl İdaresi Kanunu ve Türk Ceza Kanunu'nun 383 ve 526. maddesi uyarınca cezai işlem yapılmaktadır.

Milyonlarca canlıya yaşamsal alan sağlayan toprağın her ne sebeple olursa olsun ateşle sterilize edilmesi etik açıdan doğru değildir. Topraktaki organik maddenin kaynağını oluşturan bitki artıklarının yakılmadan toprak işleme sistemleri ile yönetimi, sürdürülebilir toprak verimliliği ve topraklarda sürdürülebilir biyolojik ve fiziksel koşulların oluşturulması için esastır.

Karbon Tutucu Uygulamalar

Organik karbon toprak için yaşamsal öneme sahip olmasına rağmen dünya genelinde işlenen topraklar orijinal karbon stoklarının %50 ila %70'ini atmosfere CO₂ olarak kaybetmiştir. Karbon içermeyen toprak, topraklıktan çıkıp çorak yapıya döner. Maalesef Anadolu toprakları en fazla karbonunu kaybeden topraklar grubunda yer almaktadır. Sürekli toprak işlemesi zaten var olan organik karbonu azaltmaktadır. Toprağa organik karbon olabilecek anızların yakılması ise bu kaynağın toprağa girmeden havaya geçmesine neden olarak hem toprağa hem de atmosfere zarar vermektedir. Oysa karbon toprağa dahil olsa hem toprak ıslah edilmiş olacak ve verimlilik sürdürülebilir hale gelecek hem de küresel boyutta problem olan sera etkisi yapan gazın zararının önüne geçilebilecektir.

Toprak bilimcileri, toprakların tekrar üretken duruma restorasyonu, küresel ısınma ve sel etkilerinin azaltılması için toprağın karbonca zenginleştirilmesini önermektedir. Uygun arazi yönetim sistemleriyle karbonun toprakta korunması ve muhafaza edilmesiyle yılda yaklaşık 1-3 gigaton karbon, toprak karbon havuzuna ilave edilebilmektedir. Tarımsal ekosistemlerde karbon depolamasını arttırmak için sürekli derin toprak sürümü işleminin azaltılması, toprak yüzeyinin devamlı bitki örtüsü ile kaplı tutulması, hasat artışı fazla olan bitkilerin yetiştirilmesi, ekim nöbetine karbon depolama yeteneği yüksek olan bitkilerin alınması, tarıma uygun olmayan alanların mera ve orman alanı olarak kullanılması öne çıkan tekniklerdir. Hiçbir faydası olmayan, aksine toprak sağlığı ve hava kalitesi için potansiyel zararı olan anız yakma kültürünün kesinlikle terk edilmesi büyük önem taşımaktadır. Aksine, sürdürülebilir hayat ve bitkisel üretim için her türlü bitkisel ve hayvansal atık/artıkların toprak profiline karıştırılıp orada muhafazasının sağlanması gerekmektedir.

Hava kalitesi, su kalitesi ve toprak verimliliği için karbonun toprakta olması gerekir. Topraktaki karbon sel oluşunu engeller, kuraklığı hafifletir, bitki hastalık ve zararlılarını baskı altında tutar.

KAYNAKLAR

1. <http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2006/11/20061101-31.htm>
2. Han P. vd (2016) Changes in soil organic carbon in croplands subjected to fertilizer management: a global meta-analysis. Nature. Scientific Reports.
3. Evrendilek, F., Çelik, I., Kılıç, S. (2004) Changes in soil organic carbon and other physical soil properties along adjacent Mediterranean forest, grassland, and cropland ecosystems in Turkey. Journal of Arid Environments. 59, 743-752.
4. Ontl, T. A. ve Schulte, L. A. (2012) Soil Carbon Storage. Nature Education Knowledge 3(10):35.