

BİTKİ ÜRETİMİNDE KULLANILAN ORTAM (TOPRAK) MATERYALLERİ

Prof. Dr. Mesut AKGÜL - Prof. Dr. Hüseyin PADEM
Doç. Dr. İbrahim DEMİR - Doç. Dr. Doğanay TOLUNAY
Refiye ERKEL - Mehmet DAĞLIOĞLU - Muhammet BÜYÜKYILDIZ



İSTANBUL, 2007



İSTANBUL BÜYÜKŞEHİR BELEDİYESİ







ALİBEYKÖY MERKEZ
Fatih Sultan Mehmet Bulvarı No: 31
Alibeyköy - Eyüp / İstanbul
Tel: 0212 626 95 49
Fax: 0212 427 60 36

KARTAL FİDANLIĞI
Sahilyolu Ankara Caddesi Arası
Kartal / İstanbul
Tel: 0 216 473 06 86
Fax: 0 216 353 98 92

PENDİK FİDANLIĞI
Güllübağlar Mah. Yayalar Cad.
Pendik Endüstri Meslek Lisesi Yanı Pendik / İstanbul
Tel: 0 216 583 00 60-61
Fax: 0216 583 00 45

www.istanbulagac.com.tr
bilgi@istanbulagac.com.tr

ALO FİDAN HATTI
0 800 211 61 12

Ctp - Baskı - Cilt:
Mavi Ofset
0212 549 25 30

BİTKİ ÜRETİMİNDE KULLANILAN ORTAM (TOPRAK) MATERYALLERİ



Prof. Dr. Mesut AKGÜL - Prof. Dr. Hüseyin PADEM
Doç. Dr. İbrahim DEMİR - Doç. Dr. Doğanay TOLUNAY
Refiye ERKEL - Mehmet DAĞLIOĞLU - Muhammet BÜYÜKYILDIZ



İstanbul, 2007

İÇİNDEKİLER

1. Bölüm

- » TOPRAK..... 11 - 53
Prof. Dr. Mesut AKGÜL
-

2. Bölüm

- » FİDE VE FİDAN ÜRETİMİNDE KULLANILAN ORTAM MATERYALLERİ..... 57 - 87
Prof. Dr. Hüseyin PADEM
-

3. Bölüm

- » ORGANİK BAHÇE ATIKLARININ KOMPOSTLAŞTIRILMASI..... 91 - 99
Doç. Dr. İbrahim DEMİR
-

4. Bölüm

- » PEYZAJ UYGULAMALARINDA TORF KULLANIMI VE
TORFLARIN GENEL ÖZELLİKLERİ..... 103 - 120
Doç. Dr. Doğanay TOLUNAY
-

5. Bölüm

- » TOPRAK ANALİZLERİ VE
ANALİZ SONUÇLARININ DEĞERLENDİRİLMESİ..... 123 - 147
Refiye ERKEL - Mehmet DAĞLIOĞLU - Muhammet BÜYÜKYILDIZ



ÖNSÖZ

Çevreyi korumanın ve geliştirmenin en etkili yollarından biridir yeşil alanlar oluşturmak. Ağaç ve orman sevgisi ise çağdaşlığın, kültürün ve bilinçliliğin bir göstergesi olmuştur her zaman. Mekânı daha yaşanır hale getirmek ancak yeşil alanları artırarak hâsıl olur. Bu önemli unsur, incelikli bir çalışmayı ve emeği de içinde barındırıyor. Dikilen her bir ağaç, bin bir emekle yapraklanıyor, dallanıyor, yeşeriyor... Tomurcuk açan her çiçek, yaşamın kıymetini bizlere anlatan bir timsaldir aynı zamanda. Bahar geldiğinde umut fışkırır dallardan. İşte o an, insanın emeğinin ve sabrının karşılığını aldığı andır. Büyükşehir Belediyesi olarak biz, laleleri anavatani İstanbul' a kazandırmanın mutluluğunu yaşıyoruz; İstanbul' un simgesi erguvanlar için harcadığımız emeğe değdiğini görüyoruz. Yeşil alanlar, aynı zamanda, gürültü ve hava kirliliğine karşı verilen savaşın da neferleridir. Turizm ve şehir planlaması açısından da büyük önem taşıyan yeşil alanlarımızın kıymetini bilmek hepimizin sorumluluğu...

Biz Büyükşehir Belediyesi olarak, 4 milyon m²'den fazla alanı yeşillendirdik ve hal-hazırda bulunan yeşil alanların da bakımlarını yaptık. Bu konudaki hassasiyetimizi şehrimize günbegün yeni ağaçlar yepyeni parklar ekleyerek göstermeye devam edeceğiz...

İhtisas sahibi değerli kişilerce hazırlanmış bu kitabın kişisel ve çevresel gelişimimize büyük katkısı olacağına inanıyorum...

Kadir TOPBAŞ
İstanbul Büyükşehir Belediye Başkanı



SUNUŞ

Hava ve su gibi, canlıların yaşaması için vazgeçilmez unsurlardan bir diğeri de topraktır. Toprak, bitki örtüsünün beslendiği kaynakların ana deposudur.

Toprak kayaların parçalanması sonucu oluşur. Parçalanana kayadan oluşana toprağın bünyesini, çakıl, kum, mil/tın, kil olmak üzere büyükten küçüğe doğru sıralayabiliriz. Tarım için uygun olan bünye tınlı veya tınlı - kumlu bünyedir.

Toprağın üst tabakası insanların ve diğera canlıların beslenmesinde temel kaynak teşkil etmektedir. Bir gram toprağın içerisinde milyonlarca canlı bulunmakta ve ekosistemin devamı için bunların hepsi ayrı bir önem taşımaktadır. Toprağın verimliliğini sağlayan ve humusça zengin olan kısmı 1 cm lik üst tabakasıdır.

Dünyadaki toprakların ancak 1/10'inde üretim yapılabilir. Ülkemizin arazi varlığının ise yaklaşık %36'sı işlenmekte, %28'i çayır ve mera, %30'u orman ve fundalık olup, geriye kalan bölümü diğera araziler içinde yer almaktadır. Ekilebilir arazinin ancak %11'i sulanabilmektedir.

Toprak en önemli doğal kaynaklardan birisi olup; tarım dışı amaçlarla kullanılması, ağır metallerle kirlenmesi ve erozyon sonucu oluşan etkilerle kayıplara uğramakta ve verim düşmektedir. Kaybedilen toprakların yeniden kazanılması çok zordur.

İşte ana faaliyet konusu canlı bitkiler olan bir işletme olarak, toprağın bitkilerin yaşaması için önemini; ülke ve bizler için önemini düşünerek böyle bir kitabı yayınlamayı ve siz ilgililerin yararına sunmayı uygun gördük. Okuyan ve üreten bir toplum olmak dileğiyle.

Salih BEKAROĞLU
İstanbul Ağaç ve Peyzaj A.Ş. Genel Müdürü

1. BÖLÜM

TOPRAK

Prof. Dr. Mesut AKGÜL
Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi
Toprak Bölümü

Toprak nedir ?

Doğal çevremizi incelediğimiz zaman, sayısız canlı ve cansız varlıklardan oluştuğunu, bunlar arasında karşılıklı etkileşimlerin ve bir dengenin var olduğunu görürüz. Bu doğal sistem içerisinde bütün varlıkların bir fonksiyonu olduğu da basit bir inceleme ile anlaşılabilir. Yerküreyi oluşturan bu varlıklar, ekosistem içerisinde cereyan eden olaylar zincirinin bir halkasında rol alır. Bir diğer ifade ile yaşadığımız dünya bir sistemler bütünü olup, hiçbir varlık bu sistem içerisinde önemsiz veya gereksiz değildir.

Bu ekosistem içerisinde bazı kaynaklar vardır ki, bunlar karasal ekosisteminin olmazsa olmaz bileşenleridir. Bunlardan birisi olan toprak, doğada var olan diğer varlıklara göre çok daha uzun bir zaman periyodu içerisinde meydana gelmektedir. Yağış ve sıcaklık gibi iklimsel faktörler ile makro ve mikro organizmalar, bazı topoğrafik koşullara bağlı olarak, zaman içinde, ana materyal özelliklerini büyük ölçüde değiştirir. Toprak oluşumu adı verilen karmaşık birtakım olaylar sonucunda kendisini oluşturan ana materyalden az veya çok farklılaşmış topraklar ortaya çıkar. Birbirinden bağımsız olarak düşünilemeyen ve birbirini karşılıklı olarak etkileyen toprak yapıcı faktörler ile bu faktörlerin etkisinde cereyan eden toprak yapıcı olaylar sonunda, aynı kökene sahip olsalar bile her farklı doğal ortam için farklı özelliklere sahip topraklar ortaya çıkar. Diğer bir ifade ile her toprağın sahip olduğu özellikler, toprağın ortaya çıkış hikayesini özetler. Türediği materyalin organik veya inorganik olma durumuna bağlı olarak mineral ve organik madde içerikleri büyük ölçüde değişebilir, fakat bütün topraklar mutlaka organik ve inorganik bileşenlerden oluşur.



Şekil 1. Değişik ortamlarda ortaya çıkabilecek toprak gövdesi örnekleri

Toprağın genel bileşimi

Bütün topraklar, oranları belli aralıklar içinde değişen 3 temel fazdan meydana gelir. Bu fazların bir birine göre oranları toprakların genel niteliklerini ve kullanılabilirliklerini büyük ölçüde etkiler.

Bunlar;

- Katı faz (mineral ve organik maddeler, canlılar)
- Sıvı faz (toprak suyu) ve
- Gaz faz (toprak havası) dır.

Doğal koşullarda, bir toprak kütlesi mineral ve organik parçacıklar ile bu parçacıklar arasındaki gözeneklerden oluşur. Katı parçacıklara toprak canlıları da ilave edilebilir. Fakat, biyolojik aktivitenin oldukça yoğun olduğu topraklarda bile canlı bitki kökleri hariç diğer toprak canlılarının toprak hacmi içindeki oranı çoğu zaman ihmal edilebilecek kadar azdır. Bununla birlikte hacimsel olarak bu denli az olan toprak canlılarının toprak sistemi içerisindeki görevleri son derece önemlidir.

Toprağın katı fazı, kayaların değişik düzde parçalanması ve ayrışması ile ortaya çıkan inorganik maddeler ile değişik düzeylerde ayrışmaya konu olmuş veya taze, bitki veya hayvan dokusu kalıntılarında oluşur. Bir toprak içerisinde organik madde oranı bazı hallerde % 1'in altına düşebilirken, organik topraklarda bu oran % 90 düzeyine çıkabilmektedir.

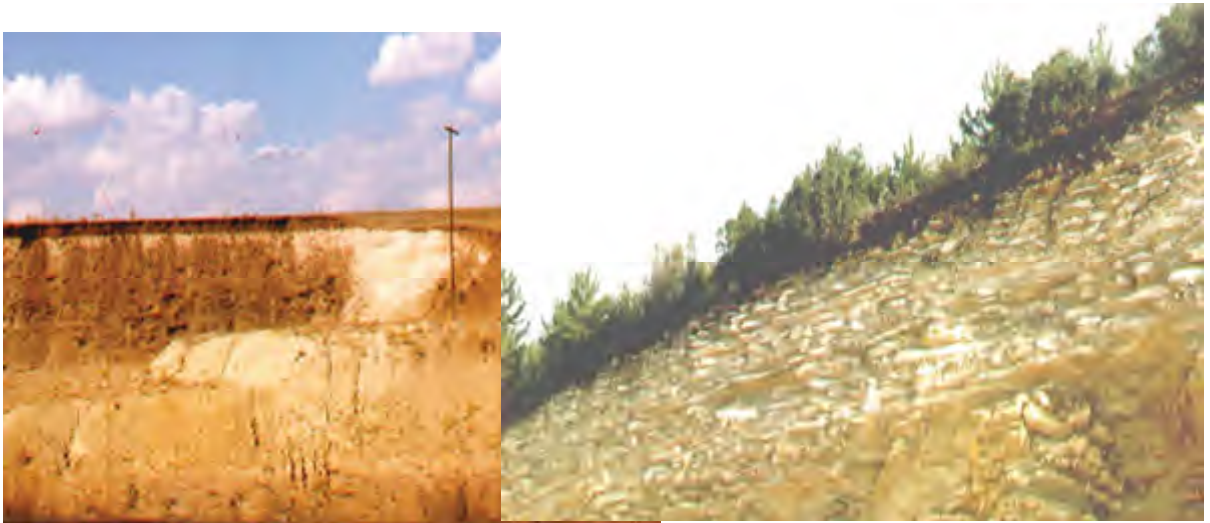
Katı taneler arasındaki değişik irilikteki boşluklar ise hava ve su ile doldurulmuşlardır. Topraktaki gözeneklerin miktar ve büyüklükleri, toprakların katı parçacıklarının fiziksel niteliklerine bağlı olarak değişir. Bu gözeneklerin geometrisi, topraktaki su ve hava kapasitelerini belirler. Doğal koşullar altında, toprak sistemindeki iri gözenekler içerisinde hava, daha küçük gözenekler içerisinde ise su tutulur. İyi bir yetiştirme ortamında, katı, sıvı ve gaz fazlarının hacimsel oranları için belli sınırların korunması gerekir.

Toprağın gaz fazını oluşturan toprak havasının kökeni atmosfer havasıdır. Fakat, toprak ve atmosfer havası arasındaki gaz değişimi kapasitesine ve topraktaki biyolojik aktiviteye bağlı olarak, toprak havasının oksijen içeriği atmosfer havasından daha düşük, karbondioksit içeriği ise daha yüksektir. Asıl bileşen olan azotun oranı ise toprak ve atmosfer arasında fazla farklılık göstermez.

Yağış, yüzey akış, sulama ve sızıntı sularından kaynaklanan toprak suyu ise, çözülmüş

madde içeriği, kaynağını oluşturana sudan daha yüksek olan bir sudur. Toprağa intikal eden suyun bir kısmı yerçekimine bağlı olarak derine sızma, yüzeyden buharlaşma veya bitkilerin tüketimi ile uzaklaşırken diğer bir kısmı belli büyüklüklerdeki gözenekler içerisinde değişik kuvvetlerle tutulur. Doğal koşullarda toprakta yerçekimine karşı tutulan bu suyun bir kısmı bitkiler tarafından kolayca alınmasına izin verecek şekilde tutulurken, tutulan suyun bir kısmı bitkileri su emme gücünden daha yüksek kuvvetlerle tutulur. Diğer bir anlatımla, topraktaki su miktarı ile tutulma kuvveti arasında negatif ilişki vardır. Topraktaki tüm gözenekleri su ile dolu olduğu doygunluk anında teorik olarak toprağın suyu tutma kuvveti sıfırdır. Topraktaki su miktarı azaldıkça öncelikle daha iri gözenekler hızla boşalır ve suyun tutulma kuvveti artar. Bu seyir sırasında herhangi bir toprakta bitkiler tarafından kullanılabilir su miktarına o toprağın *faydalı su kapasitesi* adı verilir.

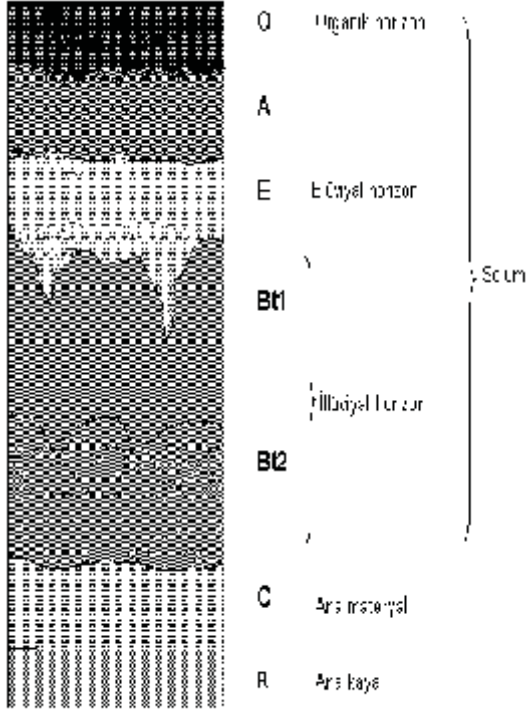
Günlük hayatta toprak ve arazi kavramları çoğu zaman eř anlamlı olarak kullanılır. Yine toprak varlığımızı anlatırken iki boyutlu bir tanımlama yapar, onun büyüklüğünü ifade etmek için alanını belirtiriz. Halbuki, toprağın en önemli niteliklerinden birisi derinliğidir. Çünkü toprağın derinlemesine gösterdiği değişim son derecede önemlidir ve doğal koşullarda toprağın yüzey ve yüzeye yakın kısımlarının özellikleri alt kısımlardan önemli farklılıklar gösterir. Doğal ortamında, bir toprak kesitinin alt kısımları görsel özellikler bakımından benzer olsa bile nitelikleri itibarıyla oldukça farklıdır. Bu kısımlar gevşek yapılı fiziksel bir durum gösteriyorsa toprak ana materyali, değişik sertliklerde kayalar halinde ise ana kaya olarak tanımlanır. Toprak ana materyali konumundaki bazı materyaller, birtakım kullanımlar için üst topraklar gibi uygun da olabilir. Fakat organik madde içeriği, biyolojik aktivite, strüktür gibi birçok nitelik bakımından belirgin farklılıklara sahiptir.



şekil 2. Yüzeydeki toprak gövdesinin altında ana materyal ve/veya ana kaya yer alır

Toprağın profili

Doğal toprak bireylerini tanımlarken **profil** tanımı yapmaya özen gösteririz. Zira bütün topraklar doğal koşullarda yüzeyden aşağı doğru değişen farklı özelliklere sahip kısımlardan (horizon/katman) oluşur.



Şekil 3. Temsili toprak profili ve bulunabilecek bazı ana horizonlar ve katmanlar

Toprağın yüzeyden ana materyale kadar olan düşey kesiti **profil** olarak tanımlanır. Her toprak profili, toprak oluşturan süreçlerin etkisiyle oluşmuş, yaklaşık yeryüzüne paralel yatay tabakalar olan **horizonlar** veya bazı jeolojik olayların (taşınma-birikme) etkisinde oluşmuş ve henüz çevresel koşullardan tam etkilenmemiş **katman**lardan oluşur.

Toprak oluşumu, yüzeyde başlayarak derinlere doğru devam ettiğinden yüzey toprakları, yanlış kullanımlar sonucu ortaya çıkan olumsuzluklar hariç, bitki yetiştiriciliği için daha uygun özellikler taşır (strüktür, renk, organik madde, mikrobiyal aktivite, su ve hava depolama ve iletimi vs).

Toprak kullanımı ve önemi

İnsanoğlu toprağı kullanmaya başladıktan sonra kendi istekleri doğrultusunda üretim yapmak için, doğal yaşama ve gelişim süreçleriyle pek uyumlu olmayan üretim yöntemleri kullanmış, bu yöntemler de, zaman içinde toprak su ve havada, diğer bir ifade ile yeryüzü ekosisteminde telafisi güç problemlere neden olmuştur. Daha fazla üretme hırsıyla yapılan çalışmalarda, ekosistemdeki dengeler göz ardı edilmiş, doğal kaynaklar kontrolsüzce tüketilmiş veya değiştirilmiş, biyolojik çeşitliliğin önemi yeterince kavranamadığı için ekosistemdeki dinamik dengeler bozulmuştur. Bütün bu olumsuzluklar hayat için mutlak gerekli olan üretim faaliyetlerimizi sürdürülebilir olmaktan çıkarmış, toprak, hava ve su kalitesinde önemli bozulmalar ortaya çıkmıştır.

Temel doğal kaynaklarımızdan olan hava ve suyun kalitesi ile ilgili koruma-geliştirme çalışmaları çok önceleri başlamış olmasına rağmen, toprak kalitesinin, bir bütün olarak ele alınması çok geç başlamıştır. Bu durum belki de toprak bozulmasının daha geç fark ediliyor olması ile ilgilidir. Diğer taraftan, toprak, yeryüzünde çok bulunan bir varlık gibi düşünölmüş, aslında nitelikleri ve fonksiyonları itibarıyla yeryüzünde, toprak konumunda gördüğümüz her materyalin toprak olmadığı ve olanların da her türlü kullanım için uygun olmadığı çok geç fark edilmiştir. O halde, toprağın ne olduğunun tam olarak anlaşılması bir bakıma onun önemini anlamaktan geçmektedir. Zira toprağın önemi, onun nasıl kullanılması gerektiği konusunda ip uçları verecektir.

Toprağın önemi

1. Herhangi bir yeryüzü parçası üzerindeki toprak, birçok fonksiyona sahiptir.

Temel yetiştirme ortamıdır ve hayatın her kademesinde önemli roller üstlenir. Bu rollerin göz ardı edilmesi mümkün değildir. Yine bu rollerin, başka varlıklar tarafından üstlenilmesi de söz konusu değildir. Bilim ve teknolojiye meydana gelen gelişmelere rağmen, topraklara henüz temel üretim ortamı olma niteliğini korumaktadır. Yine, topraklar her türlü kirletici ve Zaralı madde için en önemli deşarj ortamı ve filtre materyalidir.

2. Karmaşık ve canlı bir sistemdir.

Bir g toprak içerisinde 10000 farklı canlı türü vardır. Diğer bir ifade ile, bir çay kaşığı

toprak içerisindeki canlı sayısı yeryüzündeki insan sayısının 1.5 katıdır. Dolayısıyla, bu kadar çok çeşit ve miktarda canlı içeren bir materyal önemli olmalıdır.

3. Zor oluşan ve kolay zarar gören bir kaynaktır.

Bir cm kalınlığında üst toprağın oluşması için 100 ile 400 yıl arasında bir zaman gereklidir. Toprak ana kayası, iklim ve organizmalar gibi bir dizi faktöre göre değişmekle birlikte, bu denli uzun bir süre içinde oluşan topraklar, bazı koşullarda çok kısa bir süre içerisinde kaybedilebilir.

Görüldüğü gibi topraklar, çok farklı faktörler, karmaşık süreçler ve çok hassas dengelerin ürünü olarak özelliklerini kazanmaktadır. Bu nedenle, toprakların tabiatlarına uygun olarak kullanılması gerekir. Zira topraklar çok değişik fonksiyonlara sahip olmakla birlikte, herhangi bir toprak tüm kullanım çeşitlerine aynı ölçüde uygun değildir. Bir kullanım için çok uygun niteliklere sahip olan bir toprak, başka bir kullanım için asla uygun olmayabilir. Topraklar için ideal kullanım pratiklerinin geliştirilebilmesi, öncelikle onların fonksiyonlarının iyi anlaşılmasına bağlıdır. Daha sonra, topraktan hangi fonksiyonu yerine getirmesi bekleniyorsa o fonksiyon için önemli nitelikler göz önüne alınarak kullanıma uygunluk derecesinin belirlenmesi veya yorumlanması gereklidir.

Daha sonraları toprak kalitesi olarak tanımlanacak olan ve herhangi bir kullanım için uygunluk derecesini ifade eden nitelik, toprak kullanıcılarının öncelikle merak ettikleri hususların başında gelir. Biraz sonra anlatılacak olan toprak fonksiyonları her toprak tarafından aynı ölçüde karşılanamaz. Benzer şekilde, toprak ile ilgilenen kişiler de, topraktan hep aynı nitelikleri beklemezler. Hatta çok dar bir kullanım alanında bile değişik özellikler arzu edilebilir. “Acaba çok farklı amaçlarla kullanılacak bir ideal toprak kavramı tanımlanabilir mi?”, “Belli bir kullanım tekniği altında son derece olumlu sonuçlar veren bir toprak başka kullanım için de aynı olumlu sonuçları verebilir mi?”, daha somut bir şekilde, “buğday yetiştiriciliği için ideal özelliklere sahip bir toprak, saksıda afrika menekşesi yetiştirmek için de uygun mu dur?” gibi sorular sürekli toprak kullanıcılarını meşgul etmiştir. Hata bir adım daha ileri gidilerek acaba, “toprağın hangi kullanıma ne kadar uygun olduğunu belirlememizi sağlayacak en az sayıda toprak özellikleri grubunda hangi özellikler bulunmalıdır?” soruları üzerinde durulmuştur.

Bu kısa kurs metni içerisinde, yukarıda bazı örnekleri verilen soruların cevapları üzerinde durulacak, bu sorular için, tatmin edici cevaplarının nasıl verilebileceği tartışılacaktır. Bu amaçla, öncelikle toprakların temel fonksiyonlarını gözden geçirmek gerekir.

Toprağın fonksiyonları

Yeryüzü, ekosistemi içerisinde toprakların yerine getirdikleri görevler veya bu sistemdeki fonksiyonlar aşağıda tartışılmıştır.

1. Bitki ve hayvanlar için dayanak oluşturur.

Tüm yaşayan varlıkların gerek çeşitlilikleri ve gerekse üretkenlikleri büyük ölçüde toprağa bağlıdır. Günümüzde, topraksız tarım, yeni bir üretim yöntemi olarak sunuluyor ise de, bu tür üretim modellerinin kütleli üretimler için kullanılabilmesi veya sürdürülebilir bir üretim modeli olarak tanımlanabilmesi, mevcut koşullar için söz konusu değildir. Diğer taraftan çevre ve sağlık bilinci arttıkça, yapay üretim ortamları veya doğal olmayan yetiştirme tekniklerinin, ürün nitelikleri üzerine etkileri daha iyi anlaşıldıkça, doğal üretim modelleri daha çok tercih edilmektedir. O halde topraklar, doğal ve temel yetiştirme ortamlarıdır.

2. Su düzenini kontrol eder.

Yeryüzüne düşen tüm yağışların ve yüzey akış sularının yeryüzündeki hareketi, depolanması ve döngüsü toprak aracılığı ile gerçekleşir. Bu su hareketi toprak sistemi tarafından etkilenir ve bu hareket toprağı etkiler. Yerküremiz de hidrosferden sonra en çok su toprakta depolanır. Yine toprağa giren ve depolanan su çok değişik amaçlarla kullanılabilir halde tutulur veya kullanılabilir hale getirilir. Toprak sistemi, atmosfer, hidrosfer ve biyosfer arasındaki su hareketinde aracılık eder. Aynı yağış koşullarında toprağın niteliklerine bağlı olarak, bataklıklarda, çöl kuraklığı da oluşabilir.

3. Kirleticileri filtreler ve tamponlar.

Organik veya inorganik kökenli kimyasallar, yeryüzünde değişik amaçlarla kullanıldıktan sonra yine çeşitli yollarla toprağa intikal ederler. Çoğu son derece tehlikeli ve zararlı olan bu kimyasallar topraktaki mineraller veya mikroorganizmalar tarafından filtrelenir, ani değişikliklere neden olmaması için tamponlanır, ayrıştırılır, toksik etkileri azaltılır veya geçici sürelerle tutulurlar. Bu sayede, potansiyel kirleticilerin, canlılar, hava ve su üzerine tehlikeli etkileri belli bir düzeye kadar önlenmiş olur.

4. Besin elementleri döngüsünü sağlar.

Doğadaki, karbon, azot, fosfor gibi hayat açısından vazgeçilmez besin elementleri toprakta depolanır, taşınır ve dönüştürülür. Bitkilerin en fazla ihtiyaç duydukları azotun

birincil kaynağı atmosferdir. Fakat çoğu bitki bunu doğrudan atmosferden alamaz. Mutlaka toprakta belli formlara dönüştürülerek depolanması ve zaman içerisinde bitkinin ihtiyacına göre sunulması gerekir. Diğer taraftan, kayaların parçalanıp ayrışması sonucu serbest hale geçen birçok besin elementi, toprak tarafından depolanır ve zaman içerisinde bitkinin kullanımına sunulur. Bu yolla organik forma dönüşen besin elementleri, daha sonra tekrar ölü bitki dokuları ile toprağa intikal eder ve yine bazı ayrışma süreçleri sonunda bitkilerin kullanabileceği forma dönüştürülür. Öz olarak, tabiatta bulunan bitki besin elementleri, sürekli organik ve inorganik formlara dönüşür. Bu döngüde, temel dönüşüm ortamı olarak toprak görev alır.

5. *Toprak, her türlü yapının (ev, yol, fabrika vs.) temelini oluşturur.*

İnsanoğlu, günlük hayat ve gelişme için ihtiyaç duyduğu her türlü yapılaşmayı topraklar üzerinde gerçekleştirmektedir. Yerleşim, ulaşım, ve üretim tesislerimizi topraklar üzerinde inşa etmekteyiz. Çoğu zaman yeterince dikkat edilmemekle birlikte, bu amaçla kullanımlara toprakların tepkileri oldukça farklıdır ve bu tepkiler sürdürülebilir toprak kullanımı açısından oldukça önemlidir. Çoğu zaman, üzerine ev yapmak için her toprağın uygun olabileceği düşünülürse de, bu kanaat oldukça yanlıştır. Zira, farklı toprakların zemin mekaniği özellikleri de oldukça farklıdır. Dolayısıyla, toprakların taşıma kabiliyetleri, sıkışabilirlikleri, hareketlilikleri veya stabiliteyi büyük farklılıklar gösterir. Diğer taraftan, toprak özelliklerinin herhangi bir kullanım altında problem yaratmıyor olması, tek başına toprağın sözkonusu kullanıma uygun olduğuna karar vermemiz için yeterli değildir. Eğer bu toprak başka bir kullanım için, teknik ve ekonomik gerekçelerle daha uygun ise toprağın ilk kullanım için uygunluğu üzerinde durmamak gerekir.

Yine topraklar zaman sonra üzerindeki antik ve arkeolojik değerleri örterek korumak gibi bir fonksiyona da sahiptir.

Yukarıda, toprağın üstlendiği fonksiyonlar kısaca açıklanmaya çalışılmıştır. Görüldüğü gibi topraklardan beklenenler çok farklı amaçlara yönelik olmaktadır. Yani bitki yetiştirmek için arzu edilen toprak özellikleri ile çöp depolamak için arzu edilen toprak özelliklerinin bir birinden farklı olacağı açıktır. İlkinde hava ve su iletkenliğinin iyi olması arzu edilirken, ikincisinde kirleticilerin yeraltı su kaynaklarına ulaşmaması için geçirgenliğin çok düşük olması istenir.

Toprak kalitesi

Toprak bilimciler, toprağı tanımlama ve onu anlama konusunda çok değişik yaklaşımlar üzerinde durmuşlardır. Toprağı hangi yönleriyle ele almanın daha kullanışlı ve kolay olacağı veya amaca en uygun teşhis ve tanımlama kriterlerinin neler olabileceğı üzerinde çalışılmaktadır. Elbette ki değişik amaçlarla, çok belirleyici yaklaşımlar da ortaya konulmuştur. Bununla birlikte son yıllarda toprak kullanıcılarının isteklerine daha uygun bir yaklaşım olarak, toprak kalitesi kavramı üzerinde durulmaktadır. Topraklar çok değişik ve karmaşık özellikleriyle tanımlanabilirler. Fakat, sıradan bir toprak kullanıcısı, bu karmaşık özelliklerle uğraşmaktan çok, onun herhangi bir kullanım için ne kadar uygun olduğunu, diğer bir ifade ile materyal kalitesini ve bu kalitenin nasıl belirlenip geliştirilebileceğini bilmek ister.

Bu notlarda, toprağı, toprak kalitesi yaklaşımı ile ele alacak ve daha çok bu açıdan tanımlamaya çalışacağız. Bunun için de;

- Toprak kalitesi nedir ?
- Belirlenebilir mi ?
- Nasıl korunur ve geliştirilir ?

sorularına cevap verecek ve bu cevapları tartışacağız.

Toprak kalitesi; *doğal veya yönetim altındaki bir ekosistemde, herhangi bir toprak çeşidinin, bitki ve hayvan üretkenliğini sağlama ve sürdürme, hava ve su kalitesini koruma ve geliştirme ve insan sağlığı ve yaşama ortamını destekleme kapasitesidir. Çok kısa bir şekil de ise, toprağın herhangi bir kullanım için uygunluk derecesidir şeklinde de tanımlanabilir.*

Toprak kalitesi kavramı üç temel bileşen içerir, bunlar;

1. **Üretkenlik:** Toprağın bitki ve diğer biyolojik üretkenliği sağlama yeteneğı,
2. **Çevresel Kalite:** Toprağın çevresel bulaşmalar, patojenler ve bozulma unsurlarının etkilerini azaltma yeteneğı,
3. **Sağlık:** Toprak kalitesi, ile bitki, hayvan ve insan sağlığı arasındaki ilişkidir.

Bu üç bileşen ve bu bileşenlerin ilişkileri şu şekilde açıklanabilir. Toprakların korunması ve geliştirilmesi halinde, sağlıklı ve kaliteli toprak varlığı ortaya çıkar. Bu topraklar üzerinde yeterli ve kaliteli bitkisel ürünler, bunlarla da yeterli ve kaliteli hayvansal üretim ile bitkisel ve hayvansal gıdalar, sonuçta da SAĞLIKLIL TOPLUM ortaya çıkar.

Toprak kalitesi üzerine yapılan çalışmaların çoğu, toprak koşullarını doğru bir şekilde değerlendirebilecek, basit bir toprak özellikleri grubu veya **minimum veri setini** tanımlamaya odaklanmış durumdadır. Değişik kullanımlar için, toprak kalitesini tanımlamada kullanılacak özelliklerin farklılık göstermesi doğaldır. Yine işin ayrıntı düzeyine bağlı olarak ta kalite belirlenmesinde kullanılacak özellik sayısı değişecektir. Bununla birlikte öyle toprak özellikleri de vardır ki, toprak ile ilgili bütün çalışmalarda mutlaka belirlenir. Zira bu tür özelliklerin, toprağın tüm nitelikleri üzerine doğrudan veya dolaylı etkileri söz konusudur. Bu nedenle, bu tür özellikler temel toprak özellikleri olarak ele alınır. Yine, kullanım amacı da toprak kalite göstergelerinin seçiminde etkili olacağından, bu metin de daha çok toprağın bitkisel üretim ortamı olarak kullanılacağı dikkate alınarak, toprak kalitesinin belirlenmesine çalışılacaktır.

O halde, “toprak kalitesi nasıl belirlenecek ve nasıl ifade edilecektir ?” sorusu üzerinde durmak gerekir. Toprak kalitesi tek parametrelili bir nitelik değildir. Daha önceleri yapılmış ve son yıllarda yürütülmekte olan birçok çalışma da, minimum veri seti olarak tanımlanacak bir özellik grubu kullanılarak, bazı matematiksel yaklaşımlar ile bir kalite indeksi geliştirilmeye gayret edilmektedir. Fakat, geliştirilmiş birçok ölçüte rağmen henüz değişik amaçlarla kullanılabilir ve yaygın kabul görmüş matematiksel bir çözüm yoktur. Bununla birlikte diğer bir yaklaşım olan toprak kalitesini, bazı gösterge özelliklerle inceleme gayretleri daha geniş kabul görmektedir. Bu yöntemde, kullanım amacı doğrultusunda belirleyici olan toprak özellikleri üzerinde durulur ve bu özellikler **toprak kalitesi göstergeleri** olarak tanımlanır. Burada da toprak kalite göstergesi olarak kullanılan toprak özelliklerinin ne olduğu, bitkisel üretim açısından önemi, değişimi veya geliştirilmesi ile ilgili yöntem ve öneriler üzerinde durulmaya çalışılacaktır.

Toprak kalitesi göstergeleri

Toprak kalite göstergeleri, topraktaki değişimleri izlemek için ölçülebilen fiziksel, kimyasal ve biyolojik özellikler, süreçler ve karakteristiklerdir. Dört grup altında incelenebilir.

1. Fiziksel göstergeler
2. Kimyasal göstergeler
3. Biyolojik göstergeler
4. Görsel göstergeler

Bu göstergelerden özellikle ilk iki grup belirleyici birçok özelliği içerir. Bu özelliklere göre şekillenen biyolojik ve görsel göstergeler ise daha ziyade fiziksel ve kimyasal göstergelerin belli kombinasyonları sonucu ortaya çıkan niteliklerden oluşurlar.

Fakat unutulmamalıdır ki kalite göstergesi olarak kullanılan özelliklerin hiçbirisi tek başına kaliteyi belirlememizi sağlayamaz. Çünkü toprak kalitesi, kalite göstergeleri olarak tanımladığımız özelliklerin karşılıklı ve ortak etkileri sonucu ortaya çıkar. Yine göstergelerden birkaçının optimum olması yeterli değildir. Bu göstergelerden biri veya birkaçının olumsuz olması kaliteyi önemli düzeyde etkiler.

Toprak kalitesini sürekli izleyerek, bir takım uygulamaların sürdürülebilir olup olmadığına karar verilebilir. Toprak kalitesini sağlamak, toprakların şuan da tüm fonksiyonlarının optimum olmasını ve gelecek kullanımlar içinde bozulmamasını sağlayacak yönetim ve izleme tekniklerini uygulamak demektir. O halde öncelikle, toprakların herhangi bir kullanım ile ilişkili olarak kalitesini etkileyen özelliklerin neler olduğunu tanımlamak ve bu özellikleri doğru şekilde belirleyerek birbirleriyle ilişkilerine göre yorumlamak gerekir. Şöyle ki, bir toprak herhangi bir özelliği yönünden düşük kalitede olabilir. Fakat bir başka özelliği birinci özelliğin olumsuzluğunu azaltarak onun belli bir kullanım için uygun bir toprak olmasını sağlayabilir. Tersine bir durumda, birçok özelliği itibarıyla, ideal niteliklere sahip bir toprakta, kalite göstergesi olarak tanımlanan bir özelliğin kötü olması, o toprağın kullanımını önemli ölçüde sınırlandırabilir. O halde toprak kalite göstergesi olarak ele alınacak toprak özelliklerinin neler olacağının belirlenmesi gerekir. Bunun içinde ş u hususların göz önünde bulundurulması gerekir.

Toprak kalitesini belirlemek için seçilecek kullanışlı göstergelerin;

- kolay ölçülebilmesi,
- toprağın fonksiyonlarındaki değişimleri ölçmesi,
- yaygın olarak kullanılan, toprağın fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerini ihtiva etmesi,
- birçok kullanıcı tarafından elde edilebilir ve tarla koşullarında uygulanabilir olması ve
- iklim ve yönetim değişikliklerine karşı duyarlı olması gerekir.

Göstergelere ilişkin ölçümler toplandıktan sonra birlikte değerlendirilirler, farklı zaman ve yerlerde elde edilen sonuçlarla karşılaştırılırlar ve yorumlanırlar.

Fiziksel kalite göstergeleri

Bunlar, toprağın fiziksel niteliklerini belirleyen özelliklerdir. Yaygın olarak kullanılanları, tekstür (tane büyüklük dağılımı=bünye), strüktür (yapı), faydalı su tutma kapasitesi, infiltrasyon ve perkolasyon, toprak derinliği, kütle yoğunluğu ve sıkışma ile agregat dayanıklılığıdır.

Tekstür (bünye)

Bir toprakta, 2 mm den küçük birincil toprak taneleri, kum(2-0.05 mm), mil (0.05-0.002 mm) ve kil (0.002 mm den küçük) olarak gruplandırılır. Bu tane gruplarının (kum, mil ve kil), toplam mineral toprak materyali içerisindeki oransal dağılımı tekstür (bünye) veya tane büyüklük dağılımı olarak tanımlanır. Tekstürün önemi, tüm toprak özelliklerini doğrudan veya dolaylı olarak önemli düzeyde etkilemesinden kaynaklanır.

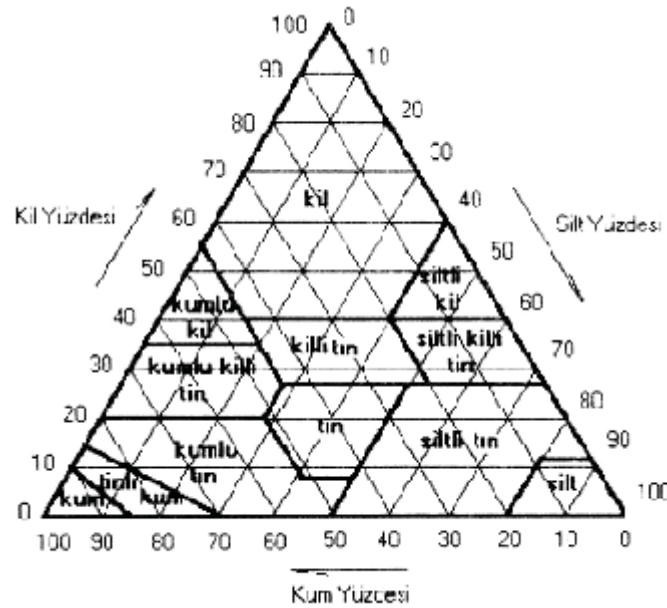
Toprak tekstürü, topraktaki kum, mil(silt) ve kil yüzdelere göre tekstür sınıfları şeklinde tanımlanır. İnce bünyeli (killi) topraklar, genel olarak su ve besin elementi tutma potansiyelleri ve dolayısıyla verim potansiyelleri yüksek, fakat havalanma ve su iletkenliği gibi bazı fiziksel özellikleri kötü ve işlenebilmelerinde güçlükler olduğundan çoğu zaman üretken olmayan topraklardır.

Toprağın kum fraksiyonu, genel olarak toprak ta iskelet maddesi olarak görev yapıp, toprak zerreleri arasında iri gözenekler oluştururken, kil zerreleri, küçük fakat toplam olarak çok gözenekli bir ortam oluşturur. Toprakta cereyan eden fiziksel ve kimyasal olayların hemen

hemen tümü, kil zerrelerinin denetimi altındadır. Dolayısıyla, toprağın su tutma, havalanma, besin elementi tutma ve değiştirme kapasiteleri doğrudan toprak tekstürü ile ilişkilidir.

Kaba bünyeli (kumlu) topraklar ise killi toprakların aksine su ve besin tutma kapasiteleri düşük, buna karşılık su ve hava iletkenlikleri yüksek, kolay işlenebilen topraklardır. Su noksanlığının olmadığı durumlarda yoğun gübreleme ile üretken topraklar haline getirilebilirler.

Orta bünyeli topraklar ise kum, mil ve kil zerrelerini değişik oranlarda içeren topraklardır. Tınlı toprak olarak ta tanımlanan bu toprakların kil içerikleri mutlaka % 40 dan az olan ve kalan oranı kum ve milden oluşan topraklardır. Tınlı topraklar, bileşimlerindeki tane irilik grubunun baskınlık durumuna göre değişik tamlamalar ile isimlendirilirler. Bu topraklar, killi ve kumlu toprakların olumsuzluklarını içermeyen, buna karşılık kil ve kumun bazı olumlu niteliklerine sahip olan topraklardır. Bu nedenle de, daha üretken topraklar oldukları söylenebilir. Bazı özelliklere dikkat edilerek, toprak tekstür sınıfları basit bir el muayenesi ile yaklaşık olarak tahmin edilebilir. Killi topraklar yaş iken oldukça yapışkandırlar. Kumlu topraklar çok pütürlü bir his verirken, siltce zengin topraklar oldukça yumuşak olmalarına rağmen yapışkan olmamalarıyla karakterize edilebilir. Laboratuvar ölçümleriyle belirlenen irilik grubu oranları tekstür üçgeni adı verilen diyagramda yerlerine konularak toprak tekstür sınıfları tanımlanır.



Şekil 4. Toprakların tekstür sınıfını belirlemede kullanılan tekstür üçgeni

Tablo 2. Toprakların tekstür sınıflarına göre gruplandırılması ve bazı özelliklerin değişimi

Tekstür grubu	Tekstür sınıfı	Aşağıya doğru bazı genel özelliklerin değişimi
Kumlu topraklar (Hafif bünyeli)	Kum, Tınlı kum	<ul style="list-style-type: none"> - Su tutma kapasitesi artar. - Faydalı su kapasitesi önce artar sonra azalır - Besin tutma kapasitesi artar. - Su iletkenliği azalır. - Havalanma hızı azalır. - İşlenebilirlik azalır. - Verim potansiyeli artar - Üretkenlik genel olarak orta bünyelilerde daha yüksek olup kumlu ve killilerde daha azdır.
Tınlı topraklar (Orta bünyeli)	Kaba kumlu tın Kumlu tın İnce kumlu tın Çok ince kumlu tın Tın, Siltli tın, Silt Killi tın, Kumlu killi tın Siltli killi tın	
Killi topraklar (Ağır bünyeli)	Kumlu kil, Siltli kil Kil	

Doğal koşullarda, toprakların tane irilik dağılımını değiştirmek pratik açıdan önerilen bir işlem değildir. Birçok açıdan bitkisel üretime orta bünyeli topraklar daha uygun olup daha kalitelidirler. Fakat, kumlu veya killi bir toprağın tane irilik dağılımını değiştirerek orta bünyeli hale getirmek, teorik olarak mümkün ise de tarla koşullarında bunu sağlamak ekonomik ve pratik açıdan da çoğu zaman mümkün değildir. Bununla birlikte, yetiştirme ortamı hazırlama söz konusu olduğunda, farklı tane iriliği dağılımına sahip toprak materyalleri karıştırılmak suretiyle (paçal yapma) arzu edilen tane iriliği dağılımına sahip ortamlar oluşturulabilir. Bu tür iyileştirme gayretlerinde, organik madde, kum, perlit ve pomza da yaygın olarak kullanılmaktadır. Organik madde uygulaması, hem kumlu topraklarda ve hem de killi topraklarda tane iriliğinden kaynaklanan kusurları önemli ölçüde iyileştirir. Bu tür ortam hazırlamalarda, değişik tekstürlerde toprak materyallerinden, bitkilerin toprak istekleri de dikkate alınarak farklı tekstürlere sahip karışımlar elde edilebilir. Örnek olarak elimizde % 50 kil, % 30 mil ve % 20 kum içeren, ince bünyeli bir toprak ile % 5 kil, % 10 mil ve % 85 kum içeren kaba bünyeli bir toprak materyali bulunduğunu varsayalım. Her iki materyalden 50 şer kg kullanılarak elde edilen 100 kg lık karışımın tane irilik dağılımı şu şekilde olur.

Killi topraktan 50 kg, $50 \times 0.5 = 25$ kg kil, $50 \times 0.30 = 15$ kg mil ve $50 \times 0.20 = 10$ kg kum
 Kumlu topraktan 50 kg, $50 \times 0.05 = 2.5$ kg kil, $50 \times 0.10 = 5$ kg mil ve $50 \times 0.85 = 42.5$ kg kum
 Toplam, 100 kg karışımda; $27,5$ kg kil, 20 kg mil ve $52,5$ kg kum
 olur. Sonuç olarak ta, % 27,5 kil, % 20 mil ve % 52.5 kum içeren orta ince bünyeli (kumlu killi tın) bir toprak elde edilmiş olur.

Strüktür (Yapı)

Birincil toprak zerrelere farklı şekil, büyüklük ve dayanıklılıkta bir araya gelerek oluşturdukları ikincil yapıdır. Toprağın tekstürü, organik madde içeriği, biyolojik aktivite, toprak su durumu ve toprağın iyon durumu, strüktür oluşumunda etkili toprak özellikleridir. Toprak zerreleri arasında yapışmayı sağlayan faktörler ve toprak zerrelerinin kümeleşmesine neden olan mekanik kuvvetlerde strüktür oluşumunu etkiler.

Doğal koşullar altında bütün yüzeysel topraklar bu şekilde bir kümeleşme eğilimindedir. Yüzeyle aşağı doğru inildikçe biyolojik aktivite ve strüktür oluşumuna olumlu etkiler yapan çevresel faktörlerin etkinliği azaldığı için strüktür oluşumu azalır. Yine, kültür altına alınan topraklarda bu tür bir kümeleşme olumsuz etkilenmektedir. Halbuki toprak zerrelerinin kümeleşmesi ile oluşan yapı, levha strüktür tipi hariç, toprakta hava ve su iletkenliğini, bitki köklerinin gelişimini, su ve besin elementi alımını, havalanmayı ve dolayısıyla üretkenliği olumlu etkiler. Daha çok, uzun süre su etkisinde kalan topraklarda görülen ve birincil toprak tanelerinin yatay tabakalar oluşturacak şekilde bir araya gelmesiyle ortaya çıkan levha strüktür tipi bitki kökleri, hava ve suyun düşey hareketine engel olduğu için arzu edilmez. Buna karşılık doğal koşullarda, yüzey topraklarında ortaya çıkan ve toprağa bulgur benzeri bir görünüm kazandıran küresel strüktür (fırda=granüler) tipi, topraklarda bitki yetiştiriciliği için optimum fiziksel koşullar yaratır. Dayanıklı, küresel strüktür gelişmiş bir toprakta üretkenliği olumlu etkileyecek fiziksel koşullar ortaya çıkar. Bitkisel üretimde yüzey topraklarına özel önem vermemizin bir nedeni de, üst topraklardaki strüktür oluşumudur.

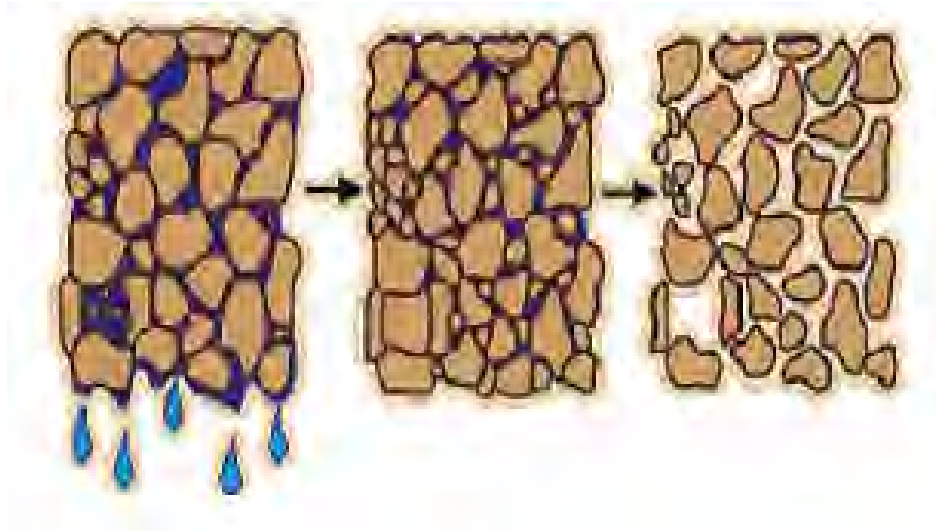


Şekil 5. Bir toprak gövdesinde strüktür gelişmiş ve gelişmemiş iki katmanın görünümü (aradaki strüktür gelişmesi görülen horizon sonradan gömülmüştür).

Faydalı su kapasitesi (FSK)

Su toprakta, değişik iriliklerdeki gözenekler içerisinde tutulur veya hareket eder. Topraktaki iri gözenekler($>9 \mu$), suyun ve havanın hareketinde rol alırken, orta gözenekler ($0.2-9 \mu$) suyu yerçekimine karşı toprak sisteminde tutarak bitkilerin faydalanmasına sunar. Küçük gözeneklerde ($<0.2 \mu$) tutulan su ise çok büyük kuvvetlerle tutulduğundan bitkiler bu sudan yararlanamazlar.

Doygun halde iken serbest drenaja terkedilmiş bir toprakta, yerçekimine karşı tutulan su miktarı **tarla kapasitesi (TK)** olarak tanımlanır ve bitkilerin faydalanabildiği suyun üst sınırını oluşturur. Bitkilerin geriye dönmeyecek şekilde solmaya başladıkları andaki toprak su miktarı ise **devamlı solma noktası (DSN)**, bu iki değer arasındaki fark ise **faydalı su kapasitesi** olarak tanımlanır. Toprak kalitesinin önemli fiziksel göstergelerinden birisi olan bu özelliğin yüksek değerlerde olması arzu edilir. Bu ise toprağın gözenek geometrisini belirleyen özelliklere, strüktür tipi ve derecesine ve biyolojik aktiviteye bağlı olarak değişir. Sulama uygulamalarındaki en önemli parametredir. Topraktaki bitki için depolanabilecek su miktarını ifade eden bu özelliğin yüksek olması, toprakta bitki için elverişli su depolama kapasitesini ifade ettiğinden sulama aralığını artırır.



Şekil 6. Toprak gözenekleri arasında suyun tutulması.

Organik madde miktarı faydalı su kapasitesini artırırken, kil miktarı, tarla kapasitesi ve devamlı solma noktasını birlikte artırdığından faydalı su kapasitesine olumlu etkisi azdır. Yine killi topraklar çok fazla su tutmalarına rağmen, küçük gözenek yapısına sahip olmaları ve bu gözeneklerdeki suyun oldukça yüksek emiş değerlerinde tutulması nedeniyle faydalı su

kapasitesi deęerleri dūřuktur.

Kaba bűnyeli (kumlu) topraklarda daha çok iri gűzenekler bulunduęundan ve bu topraklarda strűktűr oluřumu zayıf olduęundan FSK deęerleri oldukça dűřűk iken, orta bűnyeli (tlnl) toprakların FSK deęerleri yűksektir.

Faydalı su kapasitesini artırmak için en geçerli temel yűntem toprakların gűzenek geometrisini deęiřtirmektir. Toprak iřleme, organik gűbre ve toprak dűzenleyiciler kullanma, perlit, pomza ve zeolit gibi gűzeneklilięi artırıcı malzemelerin kullanımı, bu amaca hizmet eder. Toprakların su tutma kapasitesini artırmak için yapılacak iřlemler de farklı topraklar için deęiřiklik gűsterir. Zira kaba bűnyeli topraklarda sıkıřtırma FSK ni olumlu etkilerken, ince bűnyeli topraklarda aynı iřlem olumsuz etkiler yaratır. Sıkıřmıř topraklarda ise toprak iřleme, toplam gűzeneklilięi ve faydalı su tutan gűzeneklerin oranını artırarak FSK ni olumlu etkiler.

Tablo 3. Bazı tekstűr sınıfları için nem sabiteleri ve faydalı su kapasitesi değerleri

Tekstűr sınıfı	Tarla kapasitesi	Solma noktası	Faydalı su kapasitesi, %
Kum	10	3	7
Tın	27	10	17
Kil	33	21	12
Tekstűr sınıfı			FSK, % P _v
Kumlar, tlnl kumlar ve çok ince kumun baskın olmadığı kumlu tınlar			<10
Tlnl kumlar ve kumlu tınlar, tınlar, killi tın, kumlu killi tın, kumlu kil			10-15
Sitli kil, kil			10-20
Silt, siltli tın, siltli killi tın			15-25

Toprak sıkıřması, Porozite(gűzeneklilik) ve Kűtle yoęunluęu

Topraęın en űnemli niteliklerinden birisi gűzenekli bir ortam olmasındır. Gűzenek hacmi veya *toprak porozitesi* řeklinde tanımlanan bu nitelik, topraktaki gűzenekler hacminin toplam toprak hacmine oranıdır. Bu nitelięin belirlenmesi bazen dolaylı ۆlűmler řeklinde olabilir. Bunlardan birisi, birim hacimdeki toprak kűtlesinin gűzenek hacmi artıķa toprak kűtlesinin azalacaęını esas alan *kűtle yoęunluęu* belirlemesidir. Bu ۆzellik birim hacimdeki doęal toprak kűtlesinin(fırın kurusu) doęal toprak hacmine oranlanması ile belirlenir. Fakat, toprak kűtlesi sadece gűzenek hacmine deęil aynı zamanda toprak zerrelerrinin bűyűklűk daęılımında baęlıdır. Bu nedenle topraktaki gűzeneklilięin tahmini için kűtle yoęunluęu deęerleri kullanılacaksa bu deęerlerin tekstűr ile birlikte deęerlendirilmesi gerekir.

Herhangi bir toprağın başlangıçtaki gözenek oranının zamanla azalması, yani toprak tanelerinin değişik nedenlerle birbirine daha yakın istiflenmesine *toprak sıkışması* adı verilir. Yoğun tarımda toprak kalitesini düşüren en önemli problemlerden birisi olan toprak sıkışması bazı toprak özelliklerinin sıkışmaya yatkınlığı yanı sıra bir takım mekanik kuvvetler sonucu, bitki kök bölgesindeki toprak zerrelere sıkı bir şekilde istiflenmesi ve aralarındaki boşluk hacminin azalmasından başka bir şey değildir.

Su hareketi, su tutulması, hava hareketi ve bitki köklerinin gelişmesi gözenekler içerisinde gerçekleşir. Yine bir toprağın işleme aletleri ve bitki köklerine karşı gösterdiği direnç gözeneklilik ile ilgili olarak değişir. Sıkışmaya bağlı olarak veya bir toprağın doğal koşullardaki direncini belirlemek için, bazı hallerde toprağın giriş direncini belirlemek gerekebilir. *Penetrasyon veya penetrasyon direnci* olarak ta ifade edilen bu nitelik belli çapta bir çubuğun toprağa girmesi için gerekli kuvveti ölçme esasına dayanır. Sıkışmış topraklarda penetrasyon direnci yüksek olacak ve dolayısıyla bitki köklerinin toprak içerisinde ilerlemesi veya çimlenme sırasında yüzeye çıkış zor olacaktır.

Gözenek oranının azalması, kütle yoğunluğunun artması veya penetrasyon direncinin artması şeklinde belirlenen toprak sıkışması, yukarıda belirlenen olumsuzlukların yanısıra, yetersiz havalanma dolayısıyla bitki besin elementi alımını da olumsuz etkiler.

Toprak işleme, çapalama, organik madde ilavesi ve biyolojik aktivite gözenekliliği artırarak toprak kalitesini olumlu yönde etkilerken, kolay sıkıştırılabilir bir tane iriliği dağılımı, zayıf strüktür veya strüktürsüzlük, organik madde azlığı, biyolojik aktivite yetersizliği, yoğun çiftlik trafiği ve mekanik yükler sıkışmayı artırarak toprak kalitesini düşürür.

Tablo 4. Değişik tekstür sınıfları için ideal ve kritik kütle yoğunluğu değerleri

Toprak tekstürü	İdeal kütle yoğunluğu	Kök büyümesini etkileyebilen kütle yoğunluğu	Kök büyümesini sınırlayan kütle yoğunluğu
		g/cm ³	
Kumlar, Tınlı kumlar	<1.60	1,69	>1,80
Kumlu tınlar, tınlar	<1.40	1,63	>1,80
Kumlu killi tınlar, tınlar, killi tınlar	<1.40	1,60	>1,75
Siltler, siltli tınlar	<1.30	1,60	>1,75
Siltli tınlar, siltli killi tınlar	<1.40	1,55	>1,65
Kumlu killer, siltli killer, bazı killi tınlar(% 35-45 kil)	<1.10	1,49	>1,58
Killer (>45 kil)	<1.10	1,39	>1,47

İnfiltrasyon ve perkolasyon

Suyun toprak yüzeyinden toprak içerisine girişine *infiltrasyon*, bu suyun toprak içerisindeki düşey hareketine *perkolasyon* denir. Doğal koşullarda (tarlada) veya daha dar büyütme ortamlarında (saksı, fide yastığı vs) yüzeye uygulanan ve/veya yüzeye gelen suyun hızla toprak içerisine girmesi arzu edilir. Aksi halde ya yüzey akışa ve dolayısıyla erozyona neden olacak veya yüzeyde bir su göllenmesi meydana geleceği için toprak havalanmasına engel olacaktır. İnfiltrasyon hızı, topraklarda zamana bağlı olarak azalan bir niteliklidir. Fakat, bu azalma kötü kaliteye sahip topraklarda oldukça hızlı gerçekleşirken, bazı topraklarda başlangıç infiltrasyon hızı yavaş bir şekilde azalır ve dengelenir.

Perkolasyon hızı da, toprağın infiltrasyon kapasitesini etkiler. Zira, yüzeyden toprak profiline giren su, toprak içerisinden rahat bir şekilde düşey hareketine devam edemiyorsa, kısa bir süre sonra üst toprakta tüm gözenekler su ile doycak ve yüzeyden su girişi de azalacaktır. Sonuç olarak toprakta suyun yüzeyden giriş ve içeride düşey hareketi tanımlayan bu iki özellik toprak kalitesini etkiler. Yukarıda belirtildiği gibi, infiltrasyon hızının yüksek olması arzu edilirken, perkolasyon hızının fazla yüksek olması toprakta su yönetimi açısından problem oluşturabilir. Kaba bünyeli topraklarda, su hareketini sağlayan iri gözenekler fazla olduğundan, su oldukça hızlı hareket eder ve toprağa sağlanan suyun hızla derinlere doğru uzaklaşmasına neden olur.

Toprak derinliği

Bitkilerin kökleri, bitkinin çeşidine bağlı olarak yüzlek veya derin olabilir. Diğer bir ifade ile bitkiler için, etkili kök derinliği adı verilen bir nitelik söz konusudur. Eğer toprak derinliği bitkinin etkili kök derinliğinden az ise bir ortam yetersizliği söz konusu olacaktır. Yeterli gelişme derinliği bulamayan bitki daha sık bir kök sistemi oluşturacak ve dolayısıyla yeterli beslenme yapamayacaktır. Doğal koşullarda toprak özellikleri yüzeyden derinlere doğru önemli değişiklikler gösterir. Genel bir kural olarak toprağın derinliklerinin yüzey veya yüzeye yakın kısımlar kadar uygun olmadığını unutmamak gerekir. Toprak derinliği veya buna bağlı olarak kullanılabilir toprak hacmi büyütme ortamlarında da önemli bir faktördür. Bir bitki yeterli toprak derinliği bulamadığı zaman bir miktar yanal gelişmelerle hayatını sürdürür, fakat kökler sürekli yanal büyüme yapamazlar veya yapsalar bile optimum bitki gelişmesi sağlayamazlar. Bitkilerin, toprak derinliği istekleri de oldukça farklıdır. Bazı bitkiler birkaç on cm lik bir derinlik içerisinde rahat bir gelişme gösterirken bazı derin köklü

ve geniş ta yapan bitkiler çok daha büyük toprak hacimlerine ihtiyaç duyarlar.

Agregat dayanıklılığı

Kum, mil, kil ve hatta organik madde ve diğer bazı kimyasal formlar kmleşerek agregatları oluşturur. Bu kümelerin herhangi bir mekaniksel kuvvet, su veya hava hareketi sonucu kolayca parçalanmaması agregat dayanıklılığı olarak tanımlanır. Toprakta genel olarak strüktür oluşumu içerisinde düşünülen agregatlaşma ve bu agregatların dayanıklılığı toprak kalitesi açısından önemli bir niteliktir. Özellikle suya dayanıklı agregatların oranı ve dayanıklılık derecesi arttıkça strüktür oluşumu ile ortaya çıkan olumlu fiziksel koşulların kalıcılığı söz konusu olacağından toprak kalitesinin de daha iyi olacağı açıktır. Buna karşılık zayıf agregat oluşumu ve bu agregatların, toprak işleme, çapalama ve diğer çiftlik trafiği gibi mekanik kuvvetler veya topraktaki ıslanma süreci sırasında çabucak bozulması, toprak kalitesinin düşüklüğüne işaret eder.

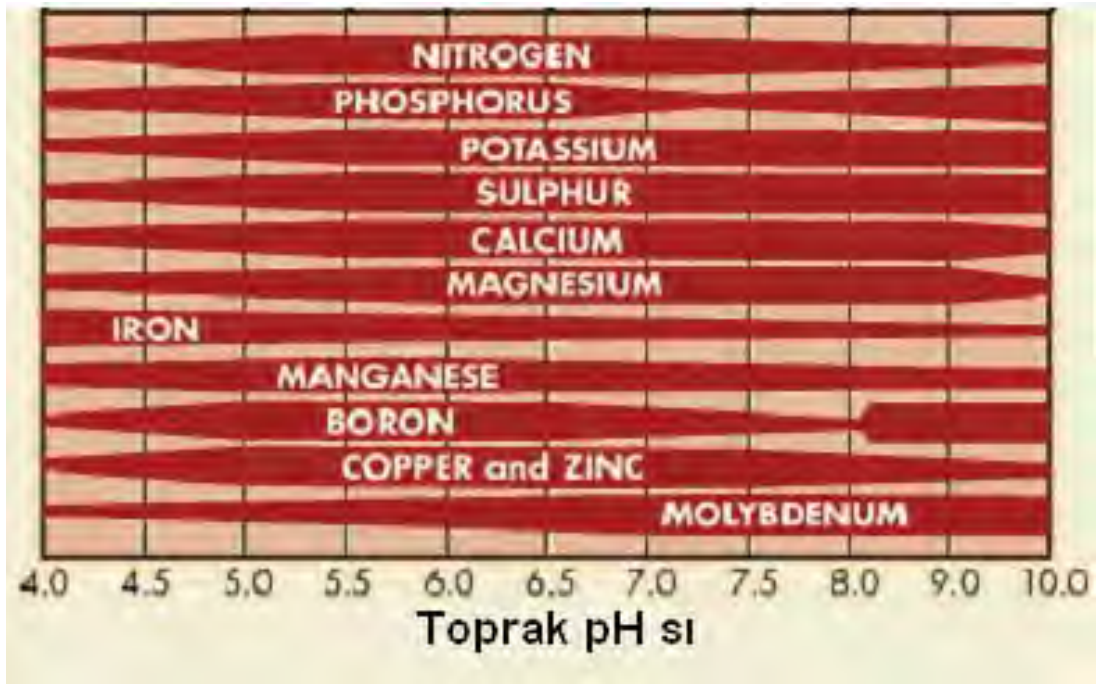
Kimyasal kalite göstergeleri

pH (Toprak reaksiyonu)

Toprakla ilgili tüm çalışmalarda öncelikle belirlenen bir özelliktir. Toprak çözeltisinde bulunan H^+ iyonları konsantrasyonun negatif logaritması alınarak hesaplandığından pH Şeklinde gösterilir. Toprağın asitlik-bazlık durumunu ifade eder. Kimyasal bir nicelik olarak pH, 0-14 arasında değişmekle beraber toprakta bu değer 4-10 arasında yer alır. Bu değerin 7 nin altında olması halinde asit, üstünde olması halinde ise baziklik (alkalilik) den söz edilir. Çoğu bitki için 6.0-7.0 arası optimum gelişme aralığıdır. Toprak reaksiyonu, bitki besin elementlerinin elverişliliğini ve bitkiler tarafından alımını etkiler. pH 6-7 arasında iken hemen hemen tüm besin elementlerinin elverişliliği en yüksektir. Toprak reaksiyonu asit veya alkali koşullara kaydıkça, bazı besin elementlerinin çözünürlüğü azalırken, bazılarının toksik düzeyde artması söz konusu olur. Topraktaki mikrobiyal aktivite de toprak pH sına bağlı olarak değişir. Genel bir kural olarak asit koşullarda mantarlar, nötr ve alkalın koşullarda bakteriler etkindir.

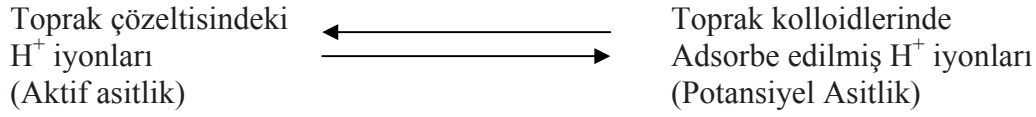
Tablo 5. pH değerlerine göre toprakların sınıflandırılması

Toprağın reaksiyonu	pH'sı
Aşırı asit	<4.5
Çok kuvvetli asit	4.5-5.0
Kuvvetli asit	5.1-5.5
Orta derecede asit	5.6-6.0
Hafif asit	6.1-6.5
Nötr	6.6-7.3
Hafif alkalın	7.4-7.8
Orta derecede alkalın	7.9-8.4
Kuvvetli bazık	8.5-9.0
Çok kuvvetli bazık	9.1<



Şekil 7. Bazı bitki besin elementlerinin pH ya bağlı elverişlilikleri.

Toprak reaksiyonu veya pH topraktaki aktif asitliğin bir ölçüsüdür. Bir diğer asitlik ise potansiyel asitlik olup ikisi sürekli denge halinde bulunur.



Asit topraklarda, toprak pH sını yükseltmek için yapılacak müdahalelerde potansiyel asitliğin dikkate alınması gerekir. Çünkü toprak çözeltisindeki H^+ iyonları herhangi bir baz ile nötralize edildiğinde potansiyel asitlikten bir kısmı çözeltiliye geçerek pH değerini eski denge koşuluna döndürmek ister. Benzer bir tepki alkali toprakların pH sını düşürmek istediğimiz zamanda ortaya çıkar ve toprak reaksiyonunun değiştirilmesine toprağın göstermiş olduğu bu tepkiye o toprağın *tamponluk kapasitesi* adı verilir. Toprak pH sı toprak oluşum koşullarının ve kısmen de kullanım uygulamalarının sonucu ortaya çıkar. Bu nedenle kolaylıkla değiştirilemez.

Doğal koşullarda ve serbest karbonatlarca (kireç) zengin topraklarda pH yı düşürmek son derece zordur. Bununla birlikte toprak alkali karbonatları içermeyen bazı topraklarda, bazı kimyasallar uygulanarak pH düşürülebilir. Bu amaçla en çok kullanılanlar, kükürt, alüminyum sülfat ve sülfürik asittir. Bazı alkali toprakların ıslahında toprak koşullarına bağlı olarak jips te yaygın kullanılır.

Asit topraklarda pH yı yükseltmek için ise, en pratik yol kireç materyalleri uygulamaktır. Kalsiyum karbonat, magnezyum karbonat ve kalsiyum oksit sık kullanılır. Uzun süreli ve kalıcı olmasa da pH nın yükseltilmesi, alkali topraklarda pH nın düşürülmesinden daha kolaydır. Toprak pH sını değiştirmek için uygulanacak kimyasal maddenin cinsi ve miktarı, kimyasalın özellikleri, toprakların asit ve baz nötralizasyon kapasiteleri ve diğer bazı toprak özelliklerine bağlıdır. Kireçli topraklar, yüksek kalsiyum karbonat içeriğine sahip olduklarından, bu toprakların pH değerleri kalsiyum karbonat uzaklaştırılmadıkça değişmez. Bu topraklara ilave edilecek asitler karbonatları çözer ve pH yı düşürür. Fakat, % 5 den daha fazla karbonat içeren topraklara asit uygulaması yapmak genellikle ekonomik değildir. Dolayısıyla, bu tür topraklarda genel olarak eksikliği görülen P, Fe, Cu, ve Zn elementlerinin gübre olarak uygulanması pH düşürme gayretlerinden daha fazla etkili ve ekonomiktir. Bu tür değişiklikler asit bir toprağı alkali veya alkali bir toprağı asit yapmaktan çok, daha az asit veya daha az alkali yapmak için başvurulan bir yöntemdir. Bununla birlikte, kireçsiz, kaba

bünyeli ve tamponlama kapasitesi düşük topraklarda pH üzerine müdahale yapılarak, bitki yetiştiriciliği açısından anlamlı olacak belli bir süre için veya duruma göre kalıcı pH düşüşleri sağlanabilir. Tablo 6 ve 7 de, fikir vermesi açısından belirli toprak koşullarında pH düşüşü için kullanılan iki kimyasalın miktarları verilmiştir. Fakat unutulmamalıdır ki buradaki rakamlar, sadece bu toprak için geçerli olup farklı topraklar için aynı rakamların geçerli olacağını söylemek mümkün değildir.

Tablo 6. Örnek bir çalışmada, belli bir toprakta, değişik düzeylerde pH değişiklikleri için uygulanmış kimyasal madde miktarları

mevcut pH	Uygulanacak alüminyum sülfat, kg/da				
	istenilen pH				
	6,5	6,0	5,5	5,0	4,5
8,0	880	1170	1610	2050	2340
7,5	585	1025	1320	1760	2050
7,0	290	585	1025	1465	1760
6,5		290	730	1170	1320
6,0			290	730	1025

mevcut pH	Uygulanacak kükürt, kg/da				
	6,5	6,0	5,5	5,0	4,5
8,0	145	195	245	290	340
7,5	98	145	195	245	290
7,0	49	98	145	195	245
6,5		49	98	145	195
6,0			49	98	145

Tablo 7. Değişik tekstürlere sahip topraklar için, farklı değerlerden pH'nın 6.5'e değiştirilmesi için gerekli kimyasal miktarları, kg/da

pH değişimi	Kullanılan madde	Kumlu tın	Tın	Kil
7.5 ten 6.5 e	Kükürt	73	98	122
7.0 ten 6.5 e	Kükürt	12	25	37
6.0 tan 6.5 e	kireç taşı (CaCO ₃)	146	195	293
5.5 ten 6.5 e	kireç taşı (CaCO ₃)	244	390	537

Tuzluluk ve Alkalilik

Doğal olarak, kurak ve yarı kurak iklim koşullarında, topraktan su kaybının büyük ölçüde yüzeysel buharlaşma ile gerçekleştiği, çözünebilir tuz yıkanması olmayıp birikimin gerçekleştiği topoğrafik yüzeylerde, zamanla toprağın kolay çözünebilir tuz içeriği artar. Diğer taraftan yoğun tarım yapılan seralarda, aşırı gübreleme ve yanlış su yönetimi de toprakların tuzlulaşmasına neden olabilir. Kalsiyum, Mg, Na ve K gibi katyonların klorür ve sülfatları şeklinde biriken tuzlar, bazı kritik değerlerin üzerine çıktığı zaman, birçok bitki genetik özelliklerine de bağlı olarak zarar görmeye başlar. Eğer artan tuzlar içerisinde Na hakim ise veya zaman içinde hakim katyon haline gelirse tuzlulukla beraber veya ayrı olarak alkalilik problemi de ortaya çıkar.

Bir toprakta, tuzluluk ve alkaliliğin teşhisi için pH, elektriksel iletkenlik (veya % tuz) ve değişebilir Na özellikleri belirlenir. Kültür bitkilerinin gelişmesine zarar verecek düzeyde çözünebilir tuz, değişebilir sodyum veya her ikisini birden içeren topraklar *çorak toprak* olarak adlandırılır ve bu özelliklere göre sınıflandırılırlar (tablo 8).

Tablo 8. Çorak toprakların özelliklerine göre sınıflandırılması

Çorak toprak sınıfı	pH	Elektriksel iletkenlik (EC) mmhos/cm/25°C	Değişebilir Sodyum yüzdesi
Tuzlu topraklar	<8.5	>4	<15
Alkali topraklar	>8.5	<4	>15
Tuzlu-alkali topraklar	8.5-10	>4	>15

Doğal koşullarda tuzlulaşma olayı, yerçekimine bağlı düşey su hareketinin olmadığı veya yükselen taban suyuna bağlı olarak yukarı doğru su akışının gerçekleştiği iklimsel ve topoğrafik koşullarda gerçekleşir. Yine düşey su hareketinin sınırlı olduğu iklim koşullarında (kurak ve yarı-kurak iklim) toprağın üst kısımlarındaki çözünebilir tuzlar, kısmi bir yıkanmaya uğrayarak profilin alt kısımlarında birikir. Bu nedenle kurak, yarı kurak ve hatta yarı yağışlı iklim koşullarında yüzeyden aşağı doğru inildikçe toprağın tuz içeriği ve elektriksel iletkenliğinin arttığı görülür. Bu nedenledir ki, yüzey topraklarında tuzluluğa bağlı olarak bir kalite düşmesi olmamasına rağmen derinlerde bulunan toprakların tuz içerikleri toprak kalitesini önemli düzeylerde azaltabilir. Eğer profilin derinliklerinde bulunan toprak

materyallerinin değişik şekillerde (erozyon, tesviye, teraslama, hafriyat vb) yüzeye çıkması söz konusu olmuşsa, bu tür topraklarda tuzluluk kontrolünün daha dikkatlice yapılması uygun olur. Tuzluluk kurak bölgelerin taban arazilerinde taban suyu düzeyine bağlı olarak yüzeye kadar yükselerek, yüzeyde tuz kabukları veya benekleri şeklinde beyaz bir görünüm oluşturabilir (şekil 7). Sadece tuz problemi olan topraklar, içerdikleri tuz yüzdeleri veya tuzluluğun daha kolay ifadesi olan elektriksel iletkenlik (Electrical Conductivity=EC) değerlerine göre sınıflandırılır (tablo 9).

Bitkilerin tuza dayanıklılıkları oldukça farklıdır. Toprağın tuzluluk düzeyine bağlı olarak yetiştirilebilecek bitki çeşidi sayısı azalır. Birçok kültür bitkisi, EC nin 4 dS/m (=mmhos/cm/25°C) ün altında olmasını ister. Bazı kültür bitkileri ise tuzluluğa karşı son derece hassastır. Hafif tuzda bile önemli zarar görür.

Tablo 9. Tuzlu toprakların tuz içeriklerine göre sınıflandırılması

Tuzluluk sınıfı	EC, dS/m	% Tuz
Tuzsuz	<4	<0,15
Hafif tuzlu	4-8	0,15-0,35
Orta tuzlu	8-16	0,35-0,65
Çok tuzlu	16<	0,65<



Şekil 8. İleri düzeyde tuzlanma sonucunda toprak yüzeyine beyaz bir tuz kabuğu oluşur.

Tuzluluk ve alkaliliğin zararlı etkileri

- 1- Toprak çözeltilisindeki tuz konsantrasyonunun artması toprak çözeltilisinin ozmotik basıncını artırır. Bu da toprakta su bulunmasına rağmen bitkinin suyu alamamasına (fizyolojik kuraklık) hatta bitki köklerinden toprağa su geçişine neden olur.
- 2- Toprak çözeltilisinin iyon dengesi bozulur. Genellikle yüksek Na içeriğine bağlı olarak oluşan yüksek pH düzeylerinde bazı bitki besin elementlerinin çözünürlüğü ve elverişliliği azalır. Yine bazı iyonların toprak çözeltilisi içerisinde artması, diğer bazı iyonların elverişliliğini ve alımını azaltır.
- 3- Bazı tuzların iyonları bitkiler için toksik etki yapar. Bor mutlak gerekli bir besin elementi olmasına rağmen tuzlulaşma sonucu toprakta 3 ppm gibi düşük konsantrasyonların üzerine çıkması halinde birçok bitkide toksik etkiler yapar.
- 4- Özellikle sodyum dispers edici etkisi nedeniyle toprak strüktürünün bozulmasına, kolay hareket edebilir hale gelen killerin aşağıya taşınarak, altta geçirimsiz bir katman oluşumuna neden olur. Bu durum bitki kök bölgesinde olumsuz fiziksel koşullar yaratır.
- 5- Topraktaki olumsuz koşullar, toprak canlılarını olumsuz yönde etkiler, buda dolaylı olarak toprağın kültür bitkileri için istenmeyen koşullara sahip olmasına yol açar.

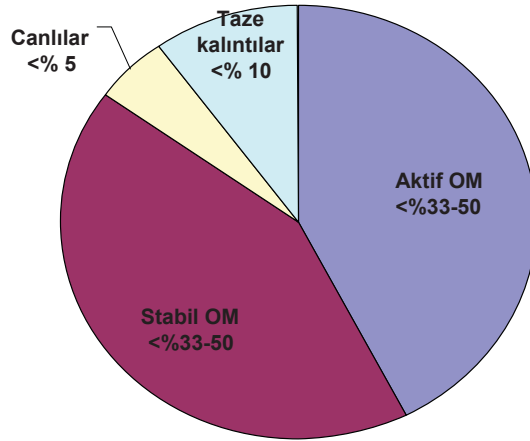
Toprak Organik Maddesi

Toprak organik maddesi bitki ve hayvanların değişik düzeylerde ayrışmış kalıntılarından oluşur. Organik maddenin bir ortamdaki oranına göre o materyal organik veya mineral toprak materyali olarak tanımlanır. *Organik toprak materyalleri*, materyalin mineral fraksiyonunun niteliğine ve diğer bazı toprak koşullarına bağlı olarak % 20-30 dan daha fazla organik madde içerirler. Bu değerlerden daha düşük organik madde içeren topraklar ise *mineral (inorganik) toprak materyalleri* olarak tanımlanır. Organik toprak materyalleri, organik madde birikiminin, organik madde ayrışmasından daha fazla olduğu özel hidrolojik koşullarda ortaya çıkar. Yağışlı bölge topraklarında, organik madde arzının yüksek, mineralizasyonun az olması nedeniyle organik madde içerikleri daha yüksektir. Organik toprak materyallerinde, organik madde oranları % 90 civarına kadar çıkabilir. Kurak bölgelere doğru azalan organik madde oranı çoğu tarım toprağında % 1-2 arasındadır.

Aslında organik maddenin etkinliği, miktarından çok niteliği ile ilgilidir. Henüz yeterince parçalanıp ayrışmamış olan organik kalıntılar aktif toprak organik maddesi olarak tanımlanır. Bunlar zaman içerisinde mikroorganizmalar tarafından ayrıştırılarak topraktaki oranları azalır. İleri düzeyde ayrışarak daha basit moleküler formlara dönen organik fraksiyonlar ise artık kolayca değişmeyen, dayanıklı organik maddelerdir ve genel olarak *humus* olarak ta tanımlanırlar.

Toprak organik maddesi az miktarlarda bulunmasına rağmen, toprak özellikleri üzerinde önemli etkilere sahiptir. Organik kolloidlerin, su ve besin elementi tutma kapasitesi inorganik kolloidlere (killer) göre 2-4 kat daha fazladır. Bu nedenledir ki, toprak organik maddesinde % 1 lik artış bile toprağın fiziksel ve kimyasal özelliklerinde kolayca gözlenebilir farklılıklar yaratabilir.

Toprak Organik Maddesinin Bileşenleri



Şekil 9. Toprak organik maddesini oluşturan bileşenlerin yaklaşık oranları.

Organik madde, toprak mikroorganizmalarının yapıtaşı ve enerji kaynağını oluşturur. Dolayısıyla topraktaki mikrobiyal aktivite üzerine önemli etkileri vardır. Toprak strüktürünün gelişmesini sağlar, toprağın yumuşak ve gözenekli bir yapı kazanmasına yardımcı olur. Organik madde zamanla tamamen ayrışarak yapısında bulunan bitki besin elementleri bitkilerin faydalanabileceği forma döner. Fakat toprak organik maddesinin veya daha pratik anlamıyla organik gübrelerin asıl etkisi, toprağın fiziksel ve kimyasal koşullarında sağladığı olumlu değişimlerdir. Çiftçilerimiz, yaklaşık 20 cm kalınlığında ve yaklaşık 250 ton ağırlığındaki yüzey toprağına verdikleri birkaç tonluk çiftlik gübresinin, verimde nedenli etkili olduğunu iyi bilirler. Halbuki burada sağlanan organik madde artışı çoğu zaman % 1 in

altındadır. Toprak organik maddesinin diğerk çok önemli bir etkisi, toprağın bitkiye elverişli besin elementi tutma kapasitesini ve toprakta bulunan birçok besin elementinin elverişliliğini artırmasıdır. Zira toprakta bulunan besin elementlerinin bir çoğı, toprak koşullarına bağılı olarak değışik düzeylerde bitkiler için elverişli değıldir. Toprakta bulunan veya sonradan toprağıa verilen organik madde, toprakta önceden varolan veya sonradan değışik gübrelerle toprağıa verilen bitki besin elementlerinin bitkiler tarafından alınımı kolaylaştırır. Yukarıda kısaca değınilen etkiler sonucu olarak, organik madde içeriğı yüksek mineral topraklarda ve organik topraklarda toprak yönetimi çok daha kolaydır. Tohum veya fide yatağıının hazırlanmasından, besin elementi ve su yönetimine kadar birçok temel yetiştirme tekniğı çok daha kolay gerçekleştirilebilir. Fakat unutulmaması gereken bir konu da şudur ki; toprak organik maddesi zamanla mineralize olur ve organik madde olarak etkinliğini yitirir.

Toprağıa intikal eden bitkisel artıkların topraktaki ayrışma süreci büyük ölçüde materyalin C/N oranına bağılıdır. Bileşiminde yüksek karbon içeriğine rağmen düşük azot içeren, diğerk bir ifade ile C/N yüksek olan organik artıklar, çok daha geç ayrışırlar. Bu ayrışma sırasında yüksek miktarda, enerji kaynağı olan karbonu bulan mikroorganizmalar hızla çoğalıırken, yapılarının önemli bir bileşeni olan azotu parçalanan organik artıktaki yeterince bulamadıklarından, topraktaki bitkilerin kullanabileceğı mineral azotu kullanırlar. Bu durum, toprakta geçici bir azot noksanlığına sebep olur. Bu nedenle, yeterince ayrışamamış (yanmamış) organik gübrelerin bitki gelişme döneminde toprağıa verilmesi halinde, bitkilerde geçici azot noksanlığının görülmesi mümkündür.

Biyolojik kalite göstergeleri

Biyoeçşitlilik ve biyolojik aktivite

Toprakta bitkiler dışında birçok makro ve mikro organizmalar bulunur. Biyoeçşitlilik, toprakta yaşayan organizmaların bir karışımını yansıtır. Bu canlılar birbirleri ve bitkiler ile karşılıklı bir etkileşim içerisinde ve bunların tüm yaşam aktiviteleri biyolojik aktivite olarak tanımlanır. Bu canlılar kendi hayat döngülerini gerçekleştirirken, içinde buldukları toprak sisteminde önemli değışikliklere sebep olurlar. Bu canlıların birçoğı, birbirine bağımlıdır ve bunlar arasında geniş bir iş bölümü ve paylaşma vardır. Her ne kadar bazı canlılar arasında bir rekabet ve mücadele var ise de canlıların tüm aktiviteleri toprak sistemi içinde, yine canlılar için uygun koşullar yaratır. Dolayısıyla biyolojik çeşitlilik ve biyolojik aktivitenin artması toprakta bitkiler için olumlu koşulların ortaya çıkması anlamına gelir. Bir

toprak kütlesi içerisinde bitki çeşitliği, toprak canlılarının çeşitliliği ve bolluğu, toprak kalitesi ile pozitif ilişki gösterir.

Toprak sistemi içerisinde bulunan canlı sayısı azaldıkça, toprağın tek yönlü etkilenmesi ve sömürülmesi artar. Zira her bitkinin kendine özgü bir beslenme sistemi vardır. Bazı bitkiler daha çok potasyum kaldırırken, diğerleri daha çok azot tüketebilirler.

Toprakta canlıların aktivitesini ve canlı çeşitliliğini sınırlandıran koşullar toprak kalitesini de olumsuz etkiler. Uzun süreli su ile doymuş koşullar, toprakta indirgenme koşullarının ortaya çıkmasına ve havalı koşullara ihtiyaç duyan canlılar ve kültür bitkisi köklerinin olumsuz etkilenmesine neden olur. Yine böyle koşullarda bazı zararlı mikroorganizmaların sayısında diğerlerinin aleyhine olacak şekilde bir artış meydana gelir.

Topraktaki organizmaların toprak sistemindeki faydaları incelendiği zaman son derece önemli görevler ile karşılaşılır. Öncelikle organizmalar topraktaki organik kalıntıların parçalanıp ayrışmasını sağlar. Biyolojik çeşitliliğin ve bolluğun düşük olduğu topraklarda organik artıkların ayrışması ve faydalı hale dönüşmesi çok yavaştır. Toprak hayvanları, toprağı karıştırarak iyi fiziksel koşullar oluşturur, strüktür gelişimini ve agregat dayanıklılığını artırır. Yine mikro organizmaların bir kısmı azot fiksasyonu yaparak havanın serbest azotunu bitkiler tarafından kullanılabilir formlara dönüştürür. Benzer bir dönüştürme ile organik yapıda bulunan birçok besin elementi de mineralize edilerek bitkilerin kullanabileceği hale getirilir.

Görsel kalite göstergeleri

Renk

Toprakların en göze çarpan özelliği renkleridir. Çok kolay belirlenen, toprakların oluşum süreçleri ile toprağın kökeni ve bileşenlerine göre ortaya çıkan bir özelliktir. Bu nedenle toprakların rengine bakılarak bazı genelleştirmeler yapılabilir. Bununla birlikte, diğer toprak özellikleri dikkate alınmaksızın sadece renge bakılarak kesin yargılara varılması birtakım hatalara yol açabilir.

Genel bir yaklaşım olarak, organik madde içeriği yüksek olan topraklar koyu renklidirler. Diğer bir anlatımla, benzer koşullarda ortaya çıkan topraklardan, koyu renkli olanların organik madde içeriklerinin daha yüksek olduğu söylenebilir. Topraklardaki kırmızı renk, demir oksitlerin varlığına, açık renkler ise, kireç ve tuz gibi açık renkli maddelerin birikimine işaret edebilir. Yine, toprak gövdesinde gözlenecek renk lekeleri, toprakta geçici bir drenaj

bozukluğuna yani zaman zaman alçalıp yükselen taban suyuna işaret eder. Eğer toprak, gri bir renk taşıyorsa, bu durumda, toprakta uzun süreli su ile doygun koşullar söz konusudur. Toprakta gözlenebilecek renkleri benzer şekilde bir takım toprak koşulları ile ilişkilendirmek ve buna bağlı olarak ta toprak kalitesi ile ilgili tahminde bulunmak mümkündür. Fakat tekrar belirtilmesi gerekir ki, toprak rengi mutlaka diğer bazı toprak özellikleri ile birlikte yorumlanmalıdır. Zira bazı renkler toprak koşullarından bağımsız olarak doğrudan toprak ana kayası ve/veya ana materyal ile ilgili olabilir. Topraklarda, organik madde fiziksel ve kimyasal kalite göstergelerine olumlu etkiler yaptığına göre, organik maddeye atfedilebilecek koyu renklere sahip toprakların daha kaliteli oldukları söylenebilir. Toprak profilinin derinliklerinde ortaya çıkan açık renk kireç birikimine, yine kireç birikimine benzer şekilde profilde veya ince bir kabuk veya benekler şeklinde yüzeyde ortaya çıkan açık renk tuzlulaşmaya işaret edebilir. Fakat tüm bu oluşumlar, iklim, topoğrafya ve bitki örtüsü gibi oluşum koşulları yanısıra bazı toprak özellikleri ile ilişkilendirilmelidir.



Şekil 10. Renk toprağın en kolay belirlenen özelliğidir

Çatlaklar

Doğal koşullarda, toprak yüzeyinde veya profilde gözlenen çatlaklar, toprakta şişme-büzülme potansiyeli yüksek, smektit grubu killerin varlığı ve çokluğuna işaret eder. Bu tür killerin, besin ve su tutma kapasiteleri yüksek olmakla birlikte, özellikle organik madde azlığı durumunda kötü fiziksel koşullar söz konusu olur. Doğal koşullarda, derin ve geniş çatlaklara sahip, montmorillonit ve vermikülit gibi killerce zengin olan topraklar çoğu zaman düşük organik madde içeriklerine rağmen koyu renkli bir görünüme sahiptirler. Bu nedenle bu tür toprakların koyu rengine atfen organik madde içeriklerinin yüksek olduğu ve buna bağlı olarak ta ağır bünye zararlarının olmayacağı fikrine kapılmamak gerekir. Ağır bünyeli topraklarda gözlenebilen bir diğer karakter, bu topraklarda keskin kenarlı strüktürel üniteler ve parlak yüzeylerdir. Bu oluşumlar da topraklarda fazla miktarda genişleyebilen kafes yapılı killerin varlığına işaret eder.

Ağır killi topraklar kimyasal olarak yüksek verim potansiyeli sahip olmalarına rağmen strüktür oluşumunun zayıf olması halinde kötü fiziksel koşullara sahiptirler. Bu nedenle, örtü toprağı, saksı toprağı veya fide yatağı gibi ortamlar hazırlanırken toprak killi topraklar kullanılıyorsa bir miktar kum, perlit, pomza gibi materyaller kullanılarak, ince bünyeden kaynaklanacak kötü fiziksel koşullar düzeltilmeye çalışılır.



Şekil 11. Toprak profiline veya yüzeydeki çatlaklar, toprağın kil içeriği ve kil tipi hakkında ip uçları verir

Toprak kalitesi yönetimi

Toprak kalitesinin yönetimi için önerilebilecek temel uygulamalar aşağıdaki şekilde özetlenebilir. Burada temel amaç toprak bozulmasının önlenmesi, mevcut toprak koşullarının iyileştirilmesi ve sürdürülebilir toprak kullanımının sağlanmasıdır.

1. Toprağın organik madde içeriğini korumak ve zenginleştirmek

Toprakların organik madde içerikleri doğal olarak düşük veya yüksek olabilir. Toprak kalitesinin korunması ve geliştirilmesi için en önemli yol, toprağın organik madde içeriğini korumak ve artırmaktır. Organik topraklarda, organik maddenin korunması temel amaç olarak güdülür. Zira bu toprakların organik madde içerikleri oldukça yüksektir. Fakat bu toprakların, üretim amacıyla kullanılmaya başlanmasıyla birlikte, organik maddenin birikimini sağlayan koşullar ortadan kalkmış ve hızlı bir organik madde ayrışma süreci başlamış olmaktadır. Organik toprakların kontrolsüzce drene edilip, kullanım altına alınması halinde, hızlı bir mineralizasyon süreci başlamakta ve birkaç on yıl içerisinde, materyalin organik nitelikleri büyük ölçüde yok olmaktadır. Organik toprak materyalinin hızlı mineralizasyonu sonucu ortaya çıkan koyu gri renkli materyal, çoğu zaman birçok bitki için son derece olumsuz özelliklere sahip bir materyal haline gelebilmektedir. Organik toprakların zaman içerisinde organik madde içeriklerinin azalması kaçınılmazdır. Fakat bu topraklarda iyi bir su yönetimi uygulanarak, yani toprağın fazla kurumaması önlenerek, organik madde mineralizasyonu azaltılabilir. Zira, aşırı havalanma koşullarında organik madde ayrışması daha hızlı olmaktadır.

Mineral topraklar, organik topraklara göre çok daha az organik madde içerirler. Fakat organik madde içerikleri bu topraklar için de en önemli üretkenlik unsuru durumundadır. Mineral toprakların organik madde içeriklerinin artırılması halinde, toprak strüktürü gelişir, su ve besin elementi tutma kapasitesi artar, toprak erozyon ve sıkışmaya karşı korunur, toprak mikroorganizmaları ve biyoçeşitlilik artar. Toprağın aşırı karıştırılması ve aşırı kurumaması önlenerek toprakta organik madde mineralizasyonu azaltılmalıdır. Yine bu topraklarda, bütün uygulamalar toprağın organik madde içeriğini korumak ve artırmaya yönelik olarak düzenlenmelidir. Aksi halde organik madde içeriği azalan topraklar hızla kötü fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklere sahip olurlar.

2. Aşırı sürüm ve diğer karışırtmalardan kaçınmak

Toprak kullanımında, özellikle fiziksel koşulların iyileştirilmesi amacıyla toprak işleme sıklıkla başvurulur. Fakat her toprak işleme, topraktaki doğal yapının bir miktar bozulması sonucunu doğurur. Aslında toprak işleme (sürüm, çapalama, tırmıklama vs.), çimlenme ve çıkış, havalanma, su tutma ve su iletiminin artırılması gibi toprakta iyi fiziksel koşullar oluşturmak üzere başvurulmuş uygulamalardır. Bu tür işlemlerle, strüktürü iyi olmayan, sıkışmış topraklarda olumlu sonuçlar alınmasına rağmen, yapılan çalışmalar toprağın doğal koşullarının doğal yollarla düzeltilmesinin daha iyi ve kalıcı olacağını göstermektedir. Toprağı mekanik olarak karıştıran işlemler, uzun dönemde mevcut strüktürün bozulmasına ve yine zaman içerisinde toprak zerreciklerinin birbirine daha yakın istiflenmeleriyle sıkışmasına neden olabilmektedir.

3. Gübre ve kimyasal kullanım yönetimi

Üretilen ürün ve toprağın niteliklerine göre, zaman içerisinde bazı bitki besin elementlerinin topraktaki bitkiye elverişli miktarları hızla azalır. Halbuki bitkiler tarafından kaldırılacak besin elementlerinin miktarları arasında oransal bir denge vardır. Diğer bir ifade ile sağlıklı bir bitkinin topraktan kaldıracağı değişik besin elementlerinin miktarları arasında sabit bir orandan söz edilebilir. Bu nedenle, minimum kuralı veya fiçi kuralı gibi benzetmelerle ifade edilen bu kurala göre, bir bitki, oransal olarak toprakta en az bulunan besin elementi oranında beslenebilir. Dolayısıyla, toprak kalitesinin korunması ve geliştirilmesinde toprağın besin elementleri dengesinin önemi büyüktür.

Yoğun üretim uygulamalarında, toprakların besin elementi dengesinin daha hızlı bozulacağı da dikkate alınır, yoğun üretim koşullarında, gübre ve tarımsal mücadele ilaçları kullanımını en azından ekonomik gerekçelerle kaçınılmaz görülmektedir. Bununla birlikte, bitkileri korumak ve beslemek için toprağa intikal eden her birim kimyasal, topraktaki doğal yapı ve bileşimde bir takım değişikliklere neden olmaktadır. Sonuç itibarıyla, kullanılan maddeler, doğal olarak toprakta bulunan maddeler değildir. Bu ortama katılmaları durumunda sistemde bazı olumlu etkilerin yanında, öngörülen veya öngörülemeyen birtakım olumsuz değişimlere de neden olmaktadır. Biraz da ihtiyaçların hızla artması sonucu, son yıllarda uygulanan, daha fazla üretme, daha çabuk üretme veya görsel nitelikleri daha iyi ürünler üretme gibi kaygılarla kimyasal kullanımını hızlı bir artış göstermektedir. Toprağa verilen bu kimyasalların bir kısmı hızlı bir dönüşüme uğrayarak çevre kalitesine fazla zarar vermezken, bazıları doğada uzun süre zararlı olabilecek formlarda kalabilmektedir. Toprakların filtreleme ve tamponlama kapasitelerine bağlı olarak bir süre zararlı etkiler tolere edilebilmektedir. Fakat, toprağın

kapasitelerinin üzerinde bir salınım olması durumunda, tutulup dönüştürülemeyen miktarlar havaya, suya ve ürüne karışarak, canlılar için ciddi tehlikeler yaratabilmektedir.

4. Sıkışmanın önlenmesi

Yoğun toprak kullanımının en önemli etkilerinden birisi, toprak zerrelere daha yakın istiflenmek suretiyle sıkıştırılmasıdır. Bu durum, bitki kök gelişimi, havalanma, besin elementi ve su alımı üzerine olumsuz etkiler yapmaktadır. Toprak zerrelere sıkışabilirlikleri bazı toprak özelliklerine göre büyük değişiklik gösterir. Öncelikle sıkışmaya neden olan trafiğin azaltılması gerekir. Toprak sıkışmasını önlemek ve azaltmak için uygulanacak en etkili yöntemlerin başında toprakların organik madde kapsamının artırılması gelir.

5. Yüzey örtüsünün korunması ve geliştirilmesi

Son yıllarda, toprak yüzeyindeki doğal örtünün korunmasına büyük önem verilmektedir. Çok yıllık bitkilerde (meyveler) iyi bir toprak işleme daha yüksek verim için mutlak gerekli olarak düşünülürken, güncel yaklaşım buralarda dahi yüzey örtüsünün toprağa fazla müdahale edilmeden kontrol altında tutulması şeklindedir. Tarla koşullarında da arzu edilen uygulama, yüzeyin sürekli ve öncelikle de bitkisel artıklarla kaplı olmasıdır. Bu durumda yüzeyden su girişin artması, çıkış ve havalanmanın olumlu etkilenmesi ve toprağın erozyondan korunması söz konusudur.

6. Ürün rotasyonu ve bitki çeşitliliğinin artırılması

Bir toprağın sürekli aynı bitkilerin yetiştirilmesi için kullanılması, toprakta ciddi bozulmalara yol açmaktadır. Toprak, besin elementleri açısından tek yönlü sömürülmekte, sürekli aynı tarımsal işlemler yapıldığı içinde toprağın doğal yapısında daha hızlı bozulmalar ortaya çıkmaktadır. Bu nedenle, ister tarla veya bahçe koşullarında veya isterse özel üretim ortamlarında uzun süre aynı ürünlerin yetiştirilmemesi, belli aralıklarla, toprağa kaybettiği bazı nitelikleri kazandırmak ve bozulan özelliklerinin onarımı amacıyla ürün münavebesinin uygulanması gerekir. Bu uygulama, toprak yorgunluğu olarak ta tanımlanan ve besinlerin tek yönlü sömürülmesi, bazı fiziksel koşulların kötüleşmesi ve bitkiye bağlı olumsuzlukların birikimi şeklinde ortaya çıkan olumsuzlukları önleyecek ve azaltacaktır.

Bitki Besleme

Canlıların hücresel bileşenlerinin yapımı ve enerji kaynağı olarak kullanılmak üzere, gerek duyduğu kimyasal maddelere *besin*, büyüme ve metabolizma için gerek duyulan besinlerin canlıya sağlanmasına ise *besleme* denir. Bitki besinleri bazı kimyasal elementlerden oluşur. Dolayısıyla yeşil bitkilerce gerek duyulan besinler, hayvanlardan farklı olarak inorganik niteliklidir. Toprakta bulunan tüm elementler bitki besin elementi değildir. Hatta bazı elementler bazı bitkiler tarafından ölçülebilir düzeylerde kaldırılmasına rağmen besin elementi olarak sayılmazlar. Bir kimyasal elementin bitki besini sayılabilmesi için aşağıdaki koşulları taşıması gerekir. Bunlar;

- Bulunmadığı veya noksan olduğu durumda bitki normal yaşam döngüsü tamamlanamaz.
- Besin elementinin işlevi başka bir kimyasal element tarafından yerine getirilemez.
- Beslenme ile ilişkisi, bazı koşulları değiştirmek suretiyle gerçekleşen dolaylı bir etki şeklinde değil doğrudandır.

Bitki besin elementlerinin kaynakları, kayalar, atmosfer ve organik maddedir. Bu elementlerin çok büyük bir kısmı, zamanla kayalar ve organik maddenin parçalanıp ayrışmasıyla, toprakta bitkilerin kullanabileceği formlara dönüşür ve bitkinin kullanımına sunulur. Bununla birlikte, doğrudan atmosferden ve sudan da besin elementi alımı söz konusudur.

Besin Elementlerinin Köklere taşınması

Topraktaki bitkiye elverişli bitki besin elementleri, bitki köküne üç yolla taşınır.

Kütle akışı – çözülmüş elementler köklere doğru akmakta olan su ile köklere taşınırlar.

Difüzyon – besin elementleri toprak çözeltisindeki yüksek konsantrasyondan bitki kökündeki daha düşük konsantrasyona doğru hareket eder;

Kök kesişmesi – kökler besin elementlerini toprak zerrelerinin yüzeyleri veya toprak çözeltisindeki besin elementlerine fiziksel olarak temas etmek suretiyle alırlar. Kök teması, toprak hacminin yaklaşık % 1 i kadardır. Bununla birlikte Mycorizal enfeksiyon toprak-kök temasını artırır.

Bitki besin elementleri

Bitkilerin sağlıklı gelişmesi için gerekli olan besin elementleri değişik şekillerde gruplandırılarak incelenebilir. Bunlardan en yaygın kullanılanlardan birisi besin elementlerinin bitki tarafından kaldırılan miktarlarına ve bitkideki fonksiyonlarına göre gruplandırılmasıdır.

Makro besin elementleri

Bitkiler tarafından fazla miktarlarda tüketilen besin elementleridir. Bitkideki temel işlevleri, temel kaynakları ve bitkilerdeki ortalama oranları toplu olarak tablo (tablo 10) halinde ve bu elementler ile ilgili bazı hususlarda akabinde özet olarak verilmiştir.

Element	Esas görevi	Birincil kaynağı	Bitkilerdeki yaklaşık oranı, %
Karbon (C)	Tüm organik bileşikleri yapıtaşı	Havadaki karbon dioksit	45
Hidrojen (H)	Ana yapısal bileşikleri oluşturur	Su	6
Oksijen (O)	Ana yapısal bileşikleri oluşturur	Su, Hava	43
Azot (N)	Proteinler, nükleik asitler ve klorofilin bileşeni	Organik madde, atmosferik azot (baklagil)	1-6
Fosfor (P)	Enerji transferi, metabolizma, nükleik asit, nükleoproteinlerin yapımı	OM, toprak mineralleri	0.05-1
Potasyum (K)	Protein sentezi; karbonhidrat taşınması ve enzim aktivasyonu	Toprak mineralleri	0.3-6
Kalsiyum (Ca)	Hücre duvarının yapısal bileşeni	Toprak mineralleri, kireçtaşı	0.1-3
Magnezyum (Mg)	Klorofilin bileşeni, enzim aktivatörü	Toprak mineralleri, dolomitik kireçtaşı	0.05-1
Sulfur (S)	Proteinlerin bileşeni, solunum ve nodül oluşumu	Toprak organik maddesi, yağmur	0.05-1.5

Azot

- Bitkiler tarafından NO_3^- ve NH_4^+ olarak alınır.
- NO_3^- toprakta oldukça hareketlidir ve kolay bir şekilde yıkanır.
- NH_4^+ toprakta katyon değişimine katılır.
- Çoğu N organik formdadır. Birçok şekil değiştirme sürecine konu olarak mineralize olur ve bitkiler tarafından kullanılır.

Fosfor

- Kökler tarafından H_2PO_4^- veya $\text{HPO}_4^{=}$ olarak alınır.
- Genel olarak toprakta hareketli değildir.
- Bitkiler fosforu büyük oranda kök kesişmesiyle alır.
- En elverişli olduğu pH aralığı 5.5-7.2 dir.
- Organik ve inorganik formları arasında döngü vardır.

Potasyum

- Orta derecede hareketlidir.
- Bitki köklerine esas olarak difüzyon ile taşınır.
- Doğal olarak toprak minerallerinin parçalanıp-ayrışmasından kaynaklanır.

Kalsiyum

- Toprakta hareketlidir.
- Köke kütle akışı ile taşınır. Özellikle kumlu topraklarda yıkanır. Kurak topraklarda yeterince taşınmadığı için eksiklik varmış gibi görünür.
- Katyon değişimine katılır
- Düşük pH lı topraklarda Ca yetersizliği beklenir.

Magnezyum

- Kütle akışı ve difüzyon yoluyla taşınır.
- Ca dan fazla yıkanır.
- Katyon değişimine katılır.
- Düşük pH larda eksikliği görülür.

Kükürt

- Toprakta hareketlidir.
- Kütle akışı ve difüzyonla taşınır.
- Elverişliliği organik madde miktarına bağlıdır.

Mikro besin elementleri

- Bitkiler tarafından az miktarda kaldırılan ve dolayısıyla bitkilerde daha az bulunan besin elementleridir.
- Az kaldırılması önemlerinin az olmasından değildir.
- Bitkideki miktarları 1000 ppm den azdır.
- Bu elementler; **Fe, Mn, Cu, Zn, B, Mo Cl, Ni** dur.
- Klorofil sentezinde, indirgenme ve yükseltgenme reaksiyonlarında, pH nın ayarlanmasında, fotokimyasal reaksiyonlarda, azot fiksasyonunda ve enzim aktivatörü olarak kullanılırlar.
- Hepsinin temel kaynağı toprak mineralleri ve kısmen organik maddedir.

Toprak verimliliğinin belirlenmesi ve korunması

Topraklar, bitkilere besin sağlama yeteneği yönünden büyük ayrıcalıklar gösterirler. Bu nedenle toprak verimliliğinin (toprağın besin sağlama gücü veya kapasitesinin) belirlenmesi, gübreleme yoluyla toprağa ek besin sağlanıp sağlanmayacağı, sağlanacaksa hangi bitki besininden ne kadar, ne zaman, hangi formda ve hangi yöntemle uygulanacağı belirlenmelidir. Toprakların verimlilik durumları değişik yöntemlerle belirlenir. Bu yöntemlerin esasları ve temel nitelikleri aşağıda verilmiştir.

Verimliliği belirleme teknikleri

1. Bitkilerde beslenme bozukluklarının gözlenmesi

Bitkide bir noksanlığın veya fazlalığın bulunması halinde, bitkide bazı arazların görüleceği varsayımına dayanır. Çoğu zaman, besin elementi problemi ile bitkinin morfolojisi arasında önemli bağıntılar olmakla birlikte, bazı beslenme bozukluğu belirtileri değişik nedenlere bağlı olabilir.

2. Toprak testleri

Toprak testlerindeki temel ilke, toprakta bulunan bitkiye elverişli besin elementlerinin tamamını veya bir bölümünün bazı kimyasallar ile çözmek ve çözülmüş besin elementlerinin konsantrasyonlarını kimyasal olarak analiz etmek temeline dayanır. Toprak testleri çabuk, kolay, ucuz ve önceden yapılabilmesine karşın; bitki kök etkileri, besin elementlerinin topraktaki etkileşimleri ve iklimsel etkileri analiz sonuçlarına yansıtmaz.

3. Bitki testleri

Bitki dokularının kimyasal olarak toplam element analizine ve eksikliği bulunan elementlerin bitki dokularında yeterince bulunmayacağı varsayımına dayanır. Toprakta potansiyel olarak bulunup bulunmamanın yanında, alınabilirliği e temsil ettiğinden daha doğru sonuçlar verir. Fakat, bu analiz yapıldığında eksiklik veya fazlalığın giderilmesi için geç kalınmış olabilmektedir.

4. Biyolojik yöntem

Toprakta bazı bitkiler yetiştirilip, değişik gübreleme planları uygulanarak en uygun gübreleme uygulamasının belirlenmesi esasına dayanır. Daha isabetli sonuçlar vermekle birlikte daha pahalı ve zaman alıcı bir yöntemdir. Genel olarak kalibrasyon çalışmaları için

uygulanır.

Toprak testlerinin gübreleme için yorumlanması

Toprak test sonucu	Besinlerin toprak ve gübreden sağlanma nispeti	Üründeki artış ihtimali, %
Çok yüksek	Toprak	<5
Yüksek	Toprak Güb.	5-30
Optimum	Toprak Gübre	30-60
Düşük	Toprak Gübre	60-90
Çok düşük	Topra Gübre	>90

Toprak} Besin elementi açığı
alınabilecek besinler

Toprak verimliği için örnekleme

Amaç, topraklarda bulunan bitki besin maddeleri miktarlarını belirleyerek o toprakta yetiştirilecek bitkilerin isteği olan gübre cins ve miktarını ortaya koymaktır. Hedef toprak derinliği bitki kök bölgesidir. Yetiştirilecek veya yetişmekte olan bitkinin etkili kök derinliğini temsil edecek bir derinlik örneklenmelidir. Gözlenebilir farklılığı olan alanlar ayrıca örneklenmelidir. En uygun örnek alma zamanı bitkinin ekim yada taban gübresi uygulama zamanından 1,5-2 ay önceki zamandır. Derinlik örnekleme için burgu yüzey örnekleme için kürek uygun örnekleme araçlarıdır. Hızlı örnekleme aparatları haricinde özel bir ekipmanı yoktur. Alınan her örnek doğru bir şekilde etiketlenmeli, örnekleme alanı tanımlanmalıdır.

Gübreler ve Gübreleme

Bitki için toprakta eksik bulunan besin elementleri veya toprağın ihtiyaç duyduğu doğal veya yapay maddelere gübre adı verilir. Bu konuda son derece özet bir not aşağıda sunulmuştur.

Mineral gübreler

İnorganik kaynaklı gübrelerdir. İçerdikleri besin elementi cins ve sayısına göre değişik şekillerde gruplandırılabilirler. Bu tür gübreler tek besinli olabildikleri gibi birçok besin elementini içerecek şekilde katı veya sıvı formda üretilebilir. Genel olarak besin elementi içerikleri organik gübrelere göre oldukça yüksektir. Topraktaki besin elementi açığını kapatmak için daha çok tercih edilirler. Bununla birlikte, herbiri birtakım kimyasal formlar olduğu için toprağın özelliklerine ve çevreye etkilerinin dikkate alınması gerekir.

Organik gübreler

Bitkisel veya hayvansal kökenli bazı organik doku ve atıkların (Ahır gübresi, yeşil gübre, çöp kanalizasyon atıkları, kompostlar v.s.) birtakım parçalanma ve ayrışmaya uğramasıyla oluşurlar. Bu gübreler su ve karbon bileşikleri yönünden zengin, fakat çoğunlukla, mineral gübrelere göre, bitki besin elementlerince daha yoksuldurlar. Ayrıca organik gübrelerin besin elementleri kapsamları, gübrenin kaynağı ve su içeriğine bağlı olarak, çok geniş sınırlar arasında değişir. Organik gübrelerin bir başka özelliği de, içerdikleri bitki besinlerinin bir bölümünün organik formda olması nedeniyle, elverişliliklerinin organik madde mineralizasyonuna bağlı olmasıdır. Organik gübreler bitkilere besin sağlama özelliklerinden çok toprağın kimyasal, fiziksel ve mikrobiyolojik özelliklerini düzeltici maddeler olarak kullanılırlar.

Gübreleme

Bitkinin normal gelişmesi için ihtiyaç duyduğu, fakat toprak tarafından istenen oran ve hızda sağlanamadığı için dışarıdan toprağa uygulanan doğal veya yapay gübrelerin toprağa veya bitkiye uygulanmasına gübreleme denir.

- Gübrelerin, ne zaman, nasıl ve ne kadar uygulanacağı belirlemek için, toprak, iklim ve bitki etkenlerinin yanı sıra gübre ile toprağa uygulanan bitki besini ya da besinlerinin

özelliklerinin dikkate alınması zorunludur. Gübreler yetiştirilen ürün ve gübrenin özelliklerine göre;

- Serpme
- Band şeklinde uygulama
- Sıra üzerine uygulama
- Yaprak gübrelemesi
- Fertigation

şeklinde uygulanabilir.

Kaynaklar

- Aydemir, O., Akgül, M., Canbolat, M.Y. ve Işıldar, A.A. 2005. Toprak Bilgisi. SDÜ. Ziraat Fakültesi yayınları no 1. Ders notu no 1.
- Anonym. 2004. Soil quality thunderbook Soil Quality Institute, NRCS. USDA.
- Anonym. 2003. Soil Compaction: detection, prevention, and alleviation. SQ- Agronomy Technical Note No 17. SQI. NRCS. USDA.
- Anonym. 2001. Guidelines for soil quality assesment in conservation planning. SQI. NRCS. USDA.
- Anonym. 2001. Glossary of soil science terms. Soil Science Society of America. Madison, Wisconsin. USA
- Anonym. 1998. Soil quality indicators; pH. Soil quality information sheet. NRCS. USDA.
- Anonym. 1998. Soil biodiversity. Soil quality information sheet. NRCS. USDA.
- Anonym. 1998. Salinization . Soil quality information sheet. NRCS. USDA.
- Anonym. 1998. Available water capacity. Soil quality information sheet. NRCS. USDA.
- Anonym. 1996. Indicators for soil quality evaluation. Soil quality iformation sheet. NRCS. USDA.
- Anonym. 1996. Compaction. Soil quality information sheet. NRCS. USDA.

2. BÖLÜM

FİDE VE FİDAN ÜRETİMİNDE KULLANILAN ORTAM MATERYALLERİ

Prof. Dr. Hüseyin PADEM
Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi
Bahçe Bitkileri Bölümü

FİDE VE FIDAN ÜRETİMİNDE KULLANILAN ORTAM MATERYALLERİ

Prof. Dr. Hüseyin PADEM
Süleyman Demirel Üniversitesi, Ziraat Fakültesi,
Bahçe Bitkileri Bölümü, 32200 Isparta

GİRİŞ

Bitki yetiştiriciliğinde son yıllarda hızı gittikçe artan ıslah çalışmaları yanında üretim tekniklerinde de büyük değişimler yaşanmaktadır. Sulama olanaklarının artması, adaptasyon yeteneği yüksek yeni çeşitlerin ıslahı, hastalık ve zararlılarla daha etkin mücadele, kaliteli tohum, fide-fidan kullanımı, bitki besleme bilgisi ve gübreleme tekniklerindeki teknolojik gelişmeler tarımsal üretimi büyük oranlarda arttırmıştır. İklim, bitki yetiştiriciliğini sınırlayan en önemli faktörlerden biri olduğundan, sezon dışında da bitki üretim ihtiyacını karşılamak için örtü altında da bitki üretimine başlanmıştır. Fide dönemi dışında üretimin herhangi bir aşamasında örtü kullanılan üretim şekli 'Örtüaltı Üretim' olarak tanımlanmaktadır.

Üretim yoğunluğu örtüaltı tarım sektöründe daha fazladır. Adeta yıl boyu örtü altında bitki bulunmaktadır. Örtüaltı üretim teknikleri ilk kullanılmaya başlandığında doğal olarak bitki köklerinin gelişme bölgesi olarak toprak kullanılmıştır. Örtüaltında yetiştirilen az sayıdaki bitki türünün de teşviki ile örtüaltında kullanılan topraklarda 'Toprak Yorgunluğu' olarak tanımlanan, toprağın verimsizleşmesi sonucunu doğuran problemler ortaya çıkmıştır.

Sanayi ve turistik tesisler genellikle tarıma elverişli alanlara kurulmuş ve kurulmaktadır. Ülkemizdeki gelişmeler de diğer ülkelerdeki gelişme şekline benzemekte, verimli 1. ve 2. sınıf tarım arazilerinin konut, sanayi kuruluşları, spor, ulaşım ve turistik tesislere ayrıldığı görülmektedir.

Tarım topraklarının azalması ve sorunlu hale gelmesi aynı amaç için kullanılabilen alternatif materyaller arayışını başlatmıştır. Bu arayışlar sonucu 'Topraksız Tarım' uygulamaları 1930 lu yıllarda başlamış ve büyük rağbet görmüştür. Günümüzde, topraksız ortamlarda bitki yetiştirme tekniklerinin geliştirilmesi ile topraktan kaynaklanan bazı sorunların aşılmasından öte birçok avantaj da sağlanmış; topraksız tarım tercih edilir seviyeye ulaşmıştır. Hollanda, ABD, Fransa ve İngiltere gibi tarımı gelişmiş ülkelerde örtüaltı sebze üretiminin % 90 lara varan oranda topraksız teknikler kullanılarak üretilmesi bu sektöre verilen önemi göstermektedir.

Toprak yerine değişik materyallerin kullanılması veya toprağa bazı materyallerin ilave edilerek karışım şeklinde kullanılması ile yeni alternatifler de ortaya çıkmıştır. Bu şekilde mevcut toprak daha verimli hale getirilmekte veya bitki üretimine elverişli olmayan topraklara da kullanılabilir özellik kazandırılmaktadır. Bu yöntemlerle İstanbul gibi büyük yerleşim bölgelerinde hafriyat topraklarının bitki yetiştiriciliğine kazandırılması bir zorunluluk olarak karşımıza çıkmaktadır.

Ortam hazırlamada kullanılan materyaller doğrudan bu amaçla üretilen ve kullanılan bir malzeme olabileceği gibi, değişik üretim sektörlerinin ara veya son çıktısı olan malzemeler veya şehir atıkları da olabilmektedir.

Gerek açık arazi koşullarında ve gerekse örtü altı üretim teknikleri içerisinde çoğu zaman yetiştirme ortamını hazırlamak, rutubet ve besin elementleri seviyesini istenilen seviyelerde tutmak önemli işlerden birisidir. Bitki üretiminde yetiştirme ortamlarının fiziksel ve kimyasal olarak optimum koşullarda olmaması birçok sorunu da başlangıçta beraberinde getirmektedir. Ortamının fiziksel ve kimyasal yapısı bitkinin büyüme ve gelişmesi üzerinde önemli etkilere sahiptir.

KATI ORTAMLAR

Bitkisel üretimde toprağa alternatif olarak veya katkı maddesi olarak kullanılabilen, su ve besin maddesi tutumu olması gereken seviyede, bitki yetiştirme ortamının fiziksel yapısını istenilen yönde değiştiren, bitki için gerekli su, oksijen ve besin maddelerini alınabilir formda bulunduran bütün maddelere katı ortam (substrat veya agregat) denir.

Katı ortamların bitki kökleri için iyi bir tutunma olanağı sağlaması yanında, herhangi bir arıza veya elektrik kesilmesi sonucu bitkilere belli bir zaman besin elementi ve oksijen sağlayabilmesi olumlu taraflarındandır. Katı ortam kültürü, bitki köklerinin gelişip homojen bir dağılım gösterebilmesi için besin eriyikleriyle zenginleştirilmiş ortamlarda bitkilerin yetiştirilmesidir.

Bitki yetiştiriciliğinde doğrudan veya karıştırılarak kullanılacak herhangi bir agregatın kullanılabilirliğini belirlemek amacıyla incelenen özellikler:

Fiziksel özellikler

- Havalanma kapasitesi
- Su tutma kapasitesi
- Zamanla sertleşme durumu
- Yoğunluk
- Islanabilirlik
- Özelliklerin stabilitesi

Kimyasal özellikler

- pH sı ve karışımın pH üzerine zamanla olan etkisi
- Besin maddesi içeriği
- Ağır metal içeriği
- Katyon değişim kapasitesi
- Tuzluluk
- Çevreye olan etkisi
- Sağlığa zararlı madde içeriği
- Organik madde içeriği
- Tamponlama kapasitesi

Biyolojik özellikler

- Patojen kapsamı
- Yabancı ot tohumu içeriği
- Böcek veya nematod içeriği
- Mikroorganizma içeriği ve aktivitesi
- Depo ömrü

Ekonomik özellikler

- Kolay bulunması
- Fiyatı

Katı ortamlarda bulunması gereken özellikler (Sevgican, 2003):

- a- Gaz (oksijen, karbondioksit) alışverişinin iyi olması
- b- Kullanılabilir (yarayışlı) su tutma ve bitkilere sunma kapasitesinin yüksek olması
- c- Bitkiler için iyi bir tutunma ortamı sağlaması
- d- Drenajın iyi olması
- e- Çözünabilir tuz miktarının az, kation değiştirme kapasitesinin yeterli olması
- f- Standart ve homojen olması
- g- Zararlı böcek, hastalık, nematod ve yabancı ot tohumlarından arındırılmış olması
- h- Sterilizasyondan sonra (gerekli ise) biyolojik ve kimyasal özelliklerini kaybetmemesi
- i- Kimyasal bakımdan tesirsiz, inaktif olup bitkiye toksik etki yapmaması
- j- Kolay ve ucuz bulunabilmesi
- k- Su ve besin maddeleri stresine karşı sigorta vazifesi görebilmesi

ORGANİK VE İNORGANİK MALZEMELERLE ÜRETİLEN KARIŞIMLAR

İyi bir bitki yetiştirme toprağında aranan başlıca özellikler:

- 1- Bitki besin maddeleri bakımından zengin
- 2- En az 40 cm derinliğinde (arazi koşullarında)
- 3- Drenajı iyi
- 4- Organik madde içeriği yüksek (%5 ve üzeri)
- 5- Kolay işlenebilir, yumuşak
- 6- Toprak pH sı 5,8–6,2 arasında
- 7- Toprak kaynaklı hastalık, zararlı ve nematodlardan arı
- 8- Yabancı ot üretim kapasitesi düşük
- 9- Tuzluluk sorunu olmamalı
- 10- Yetiştirilecek bitkiye zarar verebilecek herbisit kalıntısı bulunmamalı

Karışımın Fiziksel Özellikleri

Bitki kök bölgesinde bulunan hava/su oranı üzerinde karışımda kullanılan torf veya benzer etkili diğer malzemelerin kalitesi belirleyici rol oynar. Örneğin torfun işlenmesi sırasında öğütülerek küçük lifli hale getirildiğinde, küçük ebatlı lifler ortamda daha küçük hacimli oylumlara girerek bitkinin kök hacminin azalmasına neden olur. Vermikülit gibi agregatlar partikül büyüklükleri ve şekillerine bağlı olarak bu ortamların drenajlarını sağlayabilirler. İnce daneli vermikülit ortamın havalanmasını azaltır.

Faydalı su tutma kapasitesi; bitkinin sulanması ile susuzluktan pörsümeye başladığı zamana kadar kök bölgesinde tutulabilen su miktarını ifade eder. Ortama doğrudan su uygulandığında bu su köklerin alması için uygun olabilir. Faydalı su miktarı, karışımı oluşturan substrat partiküllerinin su tutma gücüne bağlıdır. Örneğin torfun kaya yününe göre faydalı su tutma kapasitesi nispeten daha azdır. Ortamda kullanılan materyallerin suyu absorplama hızı da önemlidir. Örneğin perlitin su absorplama hızı düşük olduğundan sulama suyunun yavaş yavaş ve uzun süre uygulanmasını gerektirir.

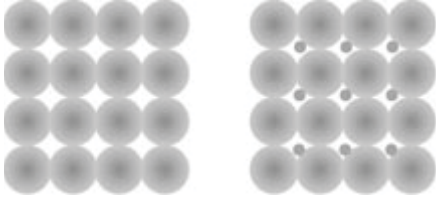
Ortamın sıkışarak bitki köklerinin gelişmesini olumsuz yönde etkilemesi istenmeyen özelliklerdedir. Karışımların yetiştirme ortamlarına doldurulma veya açık üretimde toprak yüzeyine serilmesi sırasında sıkıştırıcı etkilerden kaçınılmalıdır. Sıkışma durumunda ortamdaki hava oranı azalacaktır. Ortam hazırlama ve ekim-dikim esnasında materyallerin içerdikleri nem miktarı da sıkışma üzerine etkindir. Örneğin torf esaslı bir karışım hazırlamadan önce torfa su ilave etmek karışımın hava oranını artırır. Çünkü su alımı sonrası torfun şişmesi, ortamın hava oranının artmasına yardımcı olur. Genel anlamda hava kuru bir

organik substrata kendi ağırlığı kadar su ilave etmek, karışımın havalanması üzerine olumlu etki yapar.

Bitki üretiminde kullanılacak agregat özellikleri belirlendikten sonra hazırlanan ideal bir karışım şu özellikleri sağlamalıdır:

- 1- Oksijen karbondioksit değişimini sağlamalıdır
- 2- Yarayışlı su tutma kapasitesi kabul edilebilir seviyede olmalıdır
- 3- Bitki besin elementleri için depo vazifesi görmelidir
- 4- Bitki rahatlıkla dik olarak gelişebilecek güçte tutunabilmelidir

Karışımlarda hava/su oranını, ortamı oluşturan malzemeler ve oranları, ağırlığı, kullanılan sulama metodu ile ortamın hazırlama şekli belirlemektedir. Hava/su oranı belirlemede en önemli fiziksel özellikler; tekstür (partikül büyüklüğü) ve strüktür (partikül organizasyonu) dür. Karışımda kullanılacak malzemenin su tutma gücü, karışımda kullanılabilirliğini belirlemede önemlidir. Farklı partikül büyüklüğüne sahip malzemeler karıştırıldığında küçük partiküller iri olanların ara boşluklarına yerleşerek karışımın hava kapasitesini büyük oranda azaltır (Şekil 1). Bitki kök bölgesinde yeteri kadar oksijen sağlanamadığında kök gelişim hızı yavaşlar, hastalıklara karşı hassasiyeti artar. Bu nedenle toprakta tutulan su miktarının fazla olmaması istenir. (Pasian, 2007).



Şekil 1. İri ve küçük partikül büyüklüğündeki malzemelerin karışımı

Karışımın Kimyasal Özellikleri

Katyon Değişim Kapasitesi

Bir ortamın Katyon Değişim Kapasitesi (KDK) NH_4 , Ca, Mg ve K gibi ‘değiştirebilmek için tutulan besin elementleri miktarı’ nı ifade eder. KDK sonuç itibarıyla pH ve besin elementi içeriğinin değişmesi ile değişir. Topraksız ortamlarda bitki yetiştiriciliğinde KDK daha düşüktür. Bunun sebebi fertigation tekniği ile bitkilerin kullanabileceği besin maddelerin sürekli ortamda bulunmasıdır. KDK topraksız kültür tekniğinde 6-15 meq/100 cc ortam arasında olmalıdır (Will ve Faust, 2007) .

pH

Bir ortamda bulunan H iyonlarının negatif logaritması olarak hesaplanır. Yetiştirme ortamında pH nın 5,8–6,2 arasında olması arzu edilir. Ortamı oluşturan substratlar asidik karakterde ise ortama toz kireç ilave edilerek zamanla pH nın artması sağlanır. pH yüksek ise toz kükürt ilave edilerek uygun aralıklara çekilebilir. Karışımda kullanılacak malzemelerin pH larının önceden bilinmesi karışımın pH sınını önceden tahmin etmede kullanılabilir.

Besin Elementleri İçeriği

Karışım hazırlandıktan sonra bitki besin içeriğinin analiz edilerek N, P, K, Ca, Mg, Fe, Na, Cl, Mg ve Mo içerikleri yanında eğer ağır metaller bakımından bir beklenti varsa Pb ve Hg gibi ağır metallerin analiz edilmesi gereklidir. Besin elementi içeriği yeterli değil ise uygun

seviyelere çıkarmak için besin ilavesi yapılır. Genel bir karışımında bulunması gereken kimyasal sınır özellik değerleri Tablo 1 de verilmiştir.

Tablo 1. Genel bir karışımında bulunması gereken kimyasal sınır özellik değerleri (Will ve Faust, 2007)

Faktör	Düşük	Optimum	Yüksek
Çözünebilir tuzlar (mmhos/cm)	<1.5	2.0–3,0	>3.5
pH	<5.6	5.8–6,2	>6.4
Amonyum-N (ppm)	-	10–20	>20
Nitrat-N (ppm)	<50	100–200	>250
Fosfor (ppm)	<3	6–9	>12
Potasyum (ppm)	<50	100–200	>250
Kalsiyum (ppm)	<100	150–250	>300
Magnezyum (ppm)	<30	40–80	>100

Toplam Tuz Konsantrasyonu

Bitki köklerinin bulunduğu ortamın tuz konsantrasyonu osmotik basınç, elektriksel iletkenlik, yüzde tuz konsantrasyonu gibi isimlerle ifade edilir (Tablo 2). Tuz içeriği düşük olan malzemeler her zaman arzu edilir. Volüm ağırlığı düşük, torf, talaş, saman, mısır koçanı, çeltik kavuzu gibi materyallerin tuzluluk değeri düşüktür.

Tablo 2. Substratların tuzluluk sınır değerleri (Bunt (1976) dan Sevgican, 2003).

Hassas bitkiler için mmhos/cm	Orta dayanıklı bitkiler için mmhos/cm	Tuzluluk durumu
0.37	0.50	Düşük
0.37–0.75	0.50–1.00	Düşük orta
0.75–1.30	1.00–1.75	Orta yüksek
1.30–2.00	1.75–2.75	Çok yüksek

KARIŞIMIN HAZIRLANMASI

Hazırlanacak karışımın öncelikle ekonomik olması için kullanılacak malzemeler ucuz olmalıdır. Kullanılacak materyallerin fiziksel ve kimyasal özelliklerin test edilmesi ve homojen olması gerekir. Genellikle % 50–75 oranında toprak veya torf gibi ana karışım materyali yanında perlit, ağaç kabuğu, vermikülit, kaya yünü, kokopeat gibi organik ve inorganik materyaller % 25–50 oranında ilave edilir. Kireç veya toz kükürt ilavesi yapılarak pH ayarlaması yapılır. Karışımın besin elementi içeriği analiz edildikten sonra Tablo 3 de verilen sınırlara ulaşması için makro-mikro bitki besin elementi ilavesi yapılabilir.

Karlılık oranı yüksek olan fide, fidan ve saksı çiçeği üretiminde ortam olarak genellikle torf, perlit ve vermikülitten oluşan karışımlar kullanılmaktadır. Bu ortamların pH sı ayarlanmakta ve besin elementi ilave edilmektedir. Bu materyallerin kullanılma formülasyonu firmalar bazında değişiklik göstermektedir.

Ekim-dikim işlemleri yapıldıktan sonra ortam formülasyonu ilk kez kullanılıyor ise 7–10 gün ara ile ortamın kimyasal özelliklerinin test edilmelidir. Ortamın analiz edilerek izlenmesi ile pH, tuzluluk ve bitki besin elementi seviyesindeki değişimler izlenir ve olması gereken

seviyeye getirilir. Doğal olarak bu ortamlardan örneklerin alınması usulüne uygun olarak yapılmalıdır.

Ortamın tuzluluğu, pH ve besin elementi seviyesi hazırlanan ortamın bileşenlerine bağlı olarak değişebileceği gibi, yetiştirilen bitki tür ve çeşidine göre de değişebilir. Molibden dışındaki mikro besin elementlerinin yararışlılığı pH'nın yükselmesi ile azalır. Mikrobesin elementi noksanlığının görülmemesi için ortam pH'nın 6 ve yakın altında tutulması önemlidir. Özellikle genç bitkiler mikro besin elementi eksikliğine daha hassastır. pH ve EC'ye bağlı olarak ortaya çıkabilecek genel besin elementi eksiklikleri Tablo 3 de verilmiştir. Ortam test sonucu pH'nın düşürülmesi gerekiyorsa fertigation solüsyonuna asit ilavesi yapılabilir. Tuz içeriği düşük ise kullanılan gübre konsantrasyonu artırılabilir. Tuz oranı yüksek ise yıkama amaçlı fazla su uygulaması yapılabilir. pH ve EC uygun sınırlarda olduğu halde bitki gelişiminde problem varsa besin elementi azlığı veya fazlalığı olabilir (Will ve Faust, 2007).

Tablo 3. Ortamın pH ve EC sine bağlı çıkabilecek genel simtomlar

Faktör	Durum	Sonuç
pH	Çok düşük (<5,5)	Mikro besin elementi toksitesi
	Çok yüksek (>6,5)	Mikro besin elementi eksikliği
EC (mmhos/cm)	Çok düşük (<1,5)	Azot eksikliği
	Çok yüksek (>3,5)	Tipburn (çiçek veya yaprak ucu yanıklığı), kök ölümü

KATI ORTAMLAR

Katı ortamlar bileşimlerinin özelliklerine göre iki grup altında incelenmektedir. Bunlar:

- a- İnorganik ortamlar
- b-Organik ortamlar

İNORGANİK ORTAMLAR

İnorganik madde; genellikle bileşimlerinde karbon bulunmayan moleküllerden oluşan, canlıların çevresinde bulunan anyon, katyon, tuz ve mineral gibi maddelerdir.

KUM

Kum, kendisini meydana getiren ana kayanın kimyasal özelliklerini taşır. Kaba, orta ve ince taneli kum çeşitleri olmakla birlikte tercih edilen; tane büyüklüğü 0,6–3 mm çapında, köşeli dere kumudur. Porozitesi % 48, su tutma gücü 68 l/m³ kadardır (Şekil 2).

Kum kültürü, Ortadoğu ve Kuzey Afrika gibi kumun bol miktarda bulunduğu bölgelerde topraksız sebze, fide, fidan ve süs bitkisi üretiminde geniş olarak kullanılan sistemlerden biridir. Bitki besin maddelerini tutma gücü zayıf olup, besin maddelerinin kısa sürede yıkanarak uzaklaşmasını artırır. Su tutma kapasitesi çok düşük olup yaklaşık % 12–15 kadardır. Hava içeriği yüksek, kısa zamanda ısınan ve soğuyabilen özelliğe sahip bir materyaldir.

Kum, ıslak olması durumunda bile rahatlıkla işlenebilen bir özelliğe sahiptir. Doğrudan topraksız yetiştiricilikte kullanılabilmesi gibi, ortam hazırlamada karışımın havalanma gücünü artırmak, su tutma gücünü azaltmak; dolayısıyla Fusarium, Verticillium gibi toprak kaynaklı hastalıkların meydana gelme riskini düşürmek amacıyla kullanılabilir. Isı tutma

kapasitesinin zayıf olması nedeniyle ilkbaharda ilk olarak ısınan, tersine sonbaharda da önce soğuyan toprak fraksiyonudur. Kum oranı yüksek karışımlarda sıcaklık kontrolleri sık sık yapılmalıdır. Sıcaklık ölçümlerinde toprak termometreleri kolaylıkla kullanılabilir (Şekil 3). İlkbaharda toprağın ıslak olması durumunda mikrobiyolojik faaliyetlerinin kısa zamanda başladığı topraklardır. Toprakta kum fraksiyonunun fazla olduğu durumlarda organik madde mikrobiyolojik aktivite nedeniyle kısa zamanda parçalanacağından, bu topraklarda organik madde içeriği genelde düşüktür. Kum kullanılarak hazırlanacak karışımlarda bu özelliğin dikkatlerden uzak tutulmaması gerekir.

Kumun çok ince olması durumunda çamurlaşma olacağından ortamın drenaj ve havalanmasını engelleyebilir. Deniz kumu veya silt içeren kumlar kullanılacaksa yıkanarak tuz veya siltin giderilmesi gerekir. Kum kültürlerinde uygulanan solusyonun % 8–10 süzülecek şekilde ayarlanmalıdır. Kullanılan kumun kimyasal yapısına bağımlı olarak (Ca ve tuz içeriğine dikkat edilmeli) zaman içerisinde pH da değişimler olabilir. Ayrıca pH sı yüksek olan sulama suyu kullanılması durumunda daha sık aralıklarla ortamın pH sı kontrol edilmelidir.

Genellikle kolay bulunan bir materyaldir. Dere ve ırmak gibi tatlı su kaynaklarından kum sağlanabileceği gibi deniz dibinden ve deniz sahillerinden sağlanabilir.



Şekil 2. Ortam olarak kullanılabilir dere kumu



Şekil 3. Toprak termometresi

ÇAKIL

Çakıl, büyüklüğü 2–20 mm arasında olan taş parçacıkları olarak tanımlanabilir. Ortama katılacak çakılların hacim olarak yarısı 1–1,5 cm çapında olmalıdır. Çakıl taneleri zaman içerisinde küçülerek kum ve mil taneciklerine dönüşebilir. Çakılın bitki kök veya temas halindeki gövde dokusuna yaralama riski olduğundan düzensiz değil; yuvarlak tip, düzgün aşınmış yüzeyli çakıllar tercih edilir (Şekil 4).

Kullanılan çakıl kalkerli bir yapı gösteriyorsa, karışım veya doğrudan topraksız kültürlerde kullanıldığında zaman içinde ortama Ca ve Mg bırakabilir. Bu durumda bırakılan minerallerin pH üzerine olabilecek etkileri dikkatten uzak tutulmamalıdır. Kalkerli çakıllarda bulunan kalsiyum karbonat, ortama uygulanan solusyonda bulunan çözünebilir fosfatlarla reaksiyona girerek çözünemeyen di ve tri kalsiyum fosfatlara dönüşür. Bu işlem kalkerli agregatın yüzeyinin çözünemeyen fosfatlarla kaplanıncaya kadar devam eder. pH nın yükselmesi başta Fe noksanlığı meydana gelmesine neden olur (Resh, 1981). Alkali veya asidik toz taşıyan çakılların kullanmadan yıkanması gerekir.

Çakıl da kumda olduğu gibi koptuğu kaya parçasının özelliklerini taşır; bazalt, granit gibi. Alkali tozlar genelde süperfosfat eriyiği veya sülfirik asit ile çakıl iyice ıslatılarak giderilebilir. Çakılın m^3 ağırlığı 1460 kg, porozitesi % 48, su tutma gücü $68 l/m^3$ dür (Sevgican, 2003).

Çakıl kullanılan ortamlarda agregatın büyüklüğü sulama sistemi tercihi ve sulama sıklığı üzerine etkilidir. İnce agregatlı çakıl içeren ortam daha sık sulanır. Yetiştirme ortamı olarak doğrudan çakıl kullanıldığında çakıl tane büyüklüğü fazla olması durumunda ara boşlukların fazla olmasından kaynaklanan solusyonun tutunamayışı söz konusu olabilir. Ortam veya karışım olarak kullanılacak çakıllarda özellikleri değiştirecek canlı kabukları gibi yabancı malzeme bulunmamalıdır. Çakıl kültürlerinde bitki kökleri çok iyi hava alabilir.



Şekil 4. Ortam olarak kullanılabilir farklı tane büyüklüğünde çakıl

ZEOLİT

Zeolit, ısıtıldığında köpürmesi nedeniyle 'kaynayan taş' anlamına gelen ve ısıtıldığında patlayarak dağılan bir volkanik mineraldir (Anon., 2007a). Alçiçek ve ark. (1998) ise, zeolitleri; Na, K, Ca, Mg gibi elementleri içeren kristal formda, üç boyutlu, sonsuz bir yapıya sahip sulu alüminyum silikat olarak tanımlamaktadır.

Zeolit madeni yatay tabakalı olarak konumlandığından açık ocak işletme sistemiyle çıkarılmaktadır. Elde edilen cevher kullanım alanına göre farklı boyutlarda kırılmakta, kurutulmakta, elenmekte ve ambalajlanmaktadır. Yem, topraksız tarım, toprak iyileştirici, tavuk gübresi başta olmak üzere ahır gübrelerinin fermantasyonu gibi birçok tarım alanında kullanılabilir (Şekil 5) .



Şekil 5. Ortam olarak kullanılabilir tarım zeoliti

Çok değişik mineral yapılarına sahip zeolit çeşitleri vardır. Sentetik zeolitler de bulunmaktadır. Ancak kalite olarak doğal zeolitlerden çok uzaktır. Özellikle ülkemizde Nevşehir’de bulunan ve kanserojen olduğu kanıtlanmış olan eriyonit türü zeolitlerin “zeolit” olarak ün yapması “zeolit” ismini çekinilecek bir duruma getirmiştir. Bir zeolit türü olan klinoptilolit (NMF 9000) ise zeolit tarımda kullanılan tipidir (Anon., 2001a). Zeolit tarımda kullanımı tavsiye edilen formu klinoptilolit olup (Tablo 4) herhangi bir kanserojen etkisi söz konusu değildir.

PH sı 8,0, katyon değiştirme kapasitesi yüksek olup, toprak çözeltisinde katyonların adsorpsiyonunda seçicilik özelliğine sahiptir. Gerek bitki yetiştirme ortam karışımlarında ve gerekse açık alanda doğrudan uygulamalarda çok iyi sonuçlar alınmıştır. Özellikle klinoptilolit ile muamele edilen organik gübreler oksijenli bir ortam oluşturduklarından (özellikle tavuk ve sığır gübresi) çok daha kısa zamanda fermente kullanılabilir hale gelip içeriği zenginleşmektedir. Bazı araştırmacılar (Flanigen, 1981; Weber ve ark., 1983; MacKown ve Tucker, 1985) Zeolit uygulamalarının toprakta NH_4 azot formunun yıkanmasını azalttığını tespit etmişlerdir.

Ülkemizde 50 milyar ton gibi büyük bir zeolit rezervi bulunmaktadır. Balıkesir-Bigadiç de Eti Holding, Manisa-Gördes de Enli Madencilik A.Ş., İncal A.Ş., Agronat Ltd. ve Orhan Özyüncü Firmaları üretim yapmaktadır.

Tablo 4. Zeolit (Klinoptilolit) Kimyasal Yapısı (Altan ve ark.,1998)

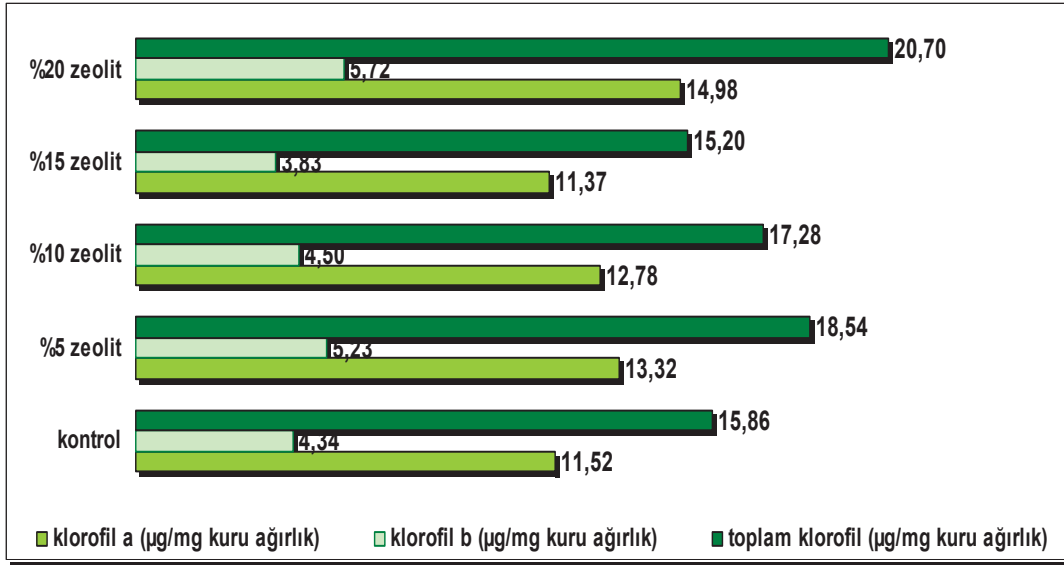
Kimyasal Yapısı	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	K ₂ O	H ₂ O	CaO	MgO	Na ₂ O	Ti	Ag	B (ppm)
%	71,29	13,55	1,15	3,50	5,90	1,96	0,70	0,60	0,02	0,04	30

Nasıl kullanılır?

Dünya için de çok yeni bir konudur. Örneğin: A.B.D. zeolit üreten ve zeoliti en çok kullanan ülke olmasına rağmen hitap ettiği en büyük sektör olan ‘Çim Yetiştiricileri Birliği’ zeolit kullanımını ancak 2000 yılı başında tavsiye etmiştir. Bitki yetiştiriciliğinde ve peyzaj uygulamalarında son yıllarda Ülkemizde de kullanılmaya başlanmıştır.

Fide ve Fidan Üretiminde

Tüplü veya saksılı fidan üretiminde kullanılan ortamın zaman içerisinde sertleşmemesi için uygun tane boyutlarında klinoptilolit kullanılması tavsiye edilir. Fide üretiminde de gerek tohumum çimlendirilmesi ve gerekse çimlenme sonrası bitkiciğin büyümesi ve gelişmesi için ortam viol içerisinde bulunan ortamın büyük önemi vardır. Ünlü ve ark., (2004) domates fidesi üretim harcında zeolit kullanım olanaklarının araştırıldığı çalışmalarında standart fide harcına %5, 10, 15 ve 20 oranında zeolit ilave etmişlerdir. Araştırma sonucunda fide parametrelerinin % 20 zeolit uygulamasında diğer uygulamalara göre çok daha iyi konumda olduğu belirlenmiştir. Ayrıca yapılan klorofil intensitesi analizlerinde de kontrol uygulamalarına göre zeolit uygulanan ortamlarda intensitesinin daha fazla olduğu (Şekil 6) saptanmıştır.



Şekil 6. % 5, 10, 15 ve 20 oranında zeolit içeren ortamlarda yetiştirilen domates fidelerinin klorofil içerikleri

Toprakları İyileştirmede

Klinoptilolitin amonyum seçiciliği özelliği nedeniyle kimyasal gübre üretiminde taşıyıcı materyal olarak kullanılması ile amonyumun bitkiler tarafından daha etkin biçimde kullanılması sağlanmaktadır. Klinoptilolit nem fazlasını adsorpladığı için kimyasal gübrelerde uygun olmayan depolama veya nakletme sırasında oluşabilecek sertleşme ve pışmeyi önlemektedir.

Doğal zeolitler toprağın su tutma gücünün artırılması ve katyon değiştirme kapasitesinin artırılması amacıyla kil bakımından fakir topraklarda kullanılabilir. Ayrıca toprakta fazla su bulunması durumunda toprak kaynaklı mantari hastalıkların ortaya çıkma olasılığını azaltır veya önler. A.B.D, Avrupa ve ülkemizde zeolitlerin kullanıldığı sektörlere göre standart hale gelmiş özellikleri Tablo 5 de verilmiştir.

Tablo 5. Zeolitlerin sektörlere göre istenilen özellikleri (Anon., 2001).

Ürün cinsi	Mineralojik İçerikleri ve Oranları	Ürün Boyutları	Özellikler
Toprak Katkı Türkiye ve Avrupa	Klinoptilolit % 75–85 Diğerleri en fazla %25	0.7–1,8 mm	Potasyum -klino olacak, Bor içeriği 10 ppm den düşük olacak ve lifli mineral içermeyecek
Toprak (Çim) katkı A.B.D	Klinoptilolit % 75–85 Diğerleri en fazla %25	0.25–1.00 mm	Potasyum -klino olacak, Bor içeriği 10 ppm den düşük olacak ve lifli mineral içermeyecek

Sodyumca zengin zeolitlerin toprağa uygulanmasının zaman içerisinde serbest kalan fazla miktardaki Na iyonlarının alkali topraklarda tuzluluğa neden olmasının yanında, toprak ozmotik basıncın artırdığı belirlenmiştir (Barbarick ve Pirela, 1983).

Peyzaj Alanlarında

Peyzaj uygulamalarında dikilecek bitkilerin kök bölgesindeki koşulların iyileştirilmesinde zeolit (Klinoptilolit) kullanılabilir. Bu şekilde genelde toprak yapısı iyileştirilerek ağaç, çalı veya otsu bitkilerin kök bölgelerinde porozite artırılır ve toprak sıkışması önlenir, faydalı su tutma kapasitesi artırılır. Çim saha tesisinde çim köklerinin iyi gelişmesi için etkili kök derinliğine ahır gübresi ile birlikte veya doğrudan zeolit karışım malzemesi olarak kullanılabilir. Tesis edilen çim sahalarına da üstten ince taneli zeolit uygulandığında gerek su ve gerekse besin maddelerinin daha etkin kullanılması sağlanabilir.

Topraksız Kültürlerde

Topraksız kültür uygulamalarında zeolit doğrudan yatak veya saksılara doldurularak kullanılabilirdiği gibi, başta organik yapıları agregatlarla da başarılı bir şekilde karışımlarda kullanılabilir.

Mantar Kompostu Üretiminde

Mantar kompostu yapımında gerek fermentasyon ve gerekse mantar köklerinin daha iyi havalanmasını sağlamak amacıyla zeolit kullanılabilir.

Depolamada

Klinoptilolit; başta etilen gibi gazları tutma özelliği nedeniyle kısa süreli sebze-meyve depolama veya nakillerinde kullanılabilir.

POMZA (VOLKAN TÜFÜ)

Tanımı

Pomza, gözenekli yapısı, hafifliği, yüksek izolasyon etkileri, atmosferik şartlara karşı direnci ve yüksek puzzolanik aktivitesi sebebiyle, insanoğlunun eski çağlardan beri kullandığı en eski yapı malzemelerinden birisidir. Pomza İtalyanca Ponza, Almanca Bimsstein, İngilizce Pumice olarak adlandırılır. Türkçe'de ise süngertaşı, kisir, köpüktaşı, topuktaşı, hışırtaşı olarak da adlandırıldığı gibi bilimsel terminolojide dünyaca kabul görmüş pümis (pumice), pümisit (pumicite) olarak da adlandırılmaktadır (Anon., 2007b).

Pomza; boşluklu, süngerimsi, volkanik olaylar neticesinde oluşmuş, fiziksel ve kimyasal etkenlere karşı dayanıklı, gözenekli, camsı volkanik bir kayadır (Şekil 7). Oluşumu sırasında bünyedeki gazların ani olarak bünyeyi terk etmesi ve ani soğuması nedeniyle makro ölçekten mikro ölçüğe kadar sayısız gözenek içerir. Gözenekler arası genelde bağlantısız boşluklu olduğundan permeabilitesi düşük, ısı yalıtımı oldukça yüksektir. Genellikle yeryüzünde yaygın olan bulunan ve kullanılan asidik pomzaların rengi kirli beyaz-bej; bazik olanların renkleri ise kahverengi-siyahdır (Anon., 2001b).



Şekil 7. Sınıflandırılmaya hazır kırılmış pomza

Özellikleri

Asidik ve bazik volkanik faaliyetler neticesinde iki tür pomza oluşumu mevcuttur. Bunlar asidik ve bazik pomzadır. Pomza cevheri genelde yüzeye yakın bulunduğu için, üst toprak katı alındıktan sonra ocaktan çıkarılıp kırma ve eleme tesislerine taşınır. Burada işlenerek kırılır ve hangi amaçla kullanılacak ise o boyutlara göre elenerek sınıflandırılır.

Asidik pomzanın yoğunluğu $0,5-1 \text{ g/cm}^3$, bazik olanınki $1-2 \text{ g/cm}^3$ arasında değişmektedir. Sterildir, kimyasal dezenfektanlara reaksiyon vermez ve dezenfeksiyon sonrası yapısal değişikliğe uğramaz. pH 7-7,4 dir. Pomzanın fiziksel özellikleri şöyledir: % 71,3 poroziteye, % 19,6 su tutma gücüne, 5 meq/100 g kation değişim kapasitesine sahiptir. Parçacık büyüklüğü 2-4 mm ve 4-6 mm, hacim ağırlığı $0,66 \text{ g/cc}$, EC si 72 mmhos/cm dir (Bech ve ark., 1984). Pomzanın kimyasal bileşimi Tablo 6 da verilmiştir.

Tablo 6. Pomzanın kimyasal bileşimi (Anon., 1996).

Kimyasal Yapısı	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	Na ₂ O-K ₂ O	CaO	TiO ₂	SO ₃
%	60-75	13-17	1-3	7-8	1-2	Eser	Eser

Nasıl kullanılır?

Asidik ve bazik pomzalar toprak veya karışımların pH özelliklerinin istenilen seviyelere çekilebilmesi için kullanılabilir. Toprak özelliklerini ıslah etmek ve suni gübre sanayinde gübrenin topaklaşmasını önlemek için katkı maddesi olarak da kullanılır.

Tane iriliği 1–5 mm olanlar karışımlarda kullanılabilir (Şekil 8 ve 9). Fazla sülfat içermesi durumunda yıkanmalıdır. Bu işlem açıkta bırakılarak yağmur suyu ile yıkanarak da sağlanabilir. Pomzanın kimyasal yapısı ocaktan ocağa az-çok değişim gösterir. Pomzanın organik veya inorganik ortamlarla karıştırılarak kullanılmasında iyi sonuçlar alınmıştır (Sevgican, 2003).

Bünyesinde bulunan K, Ca, Mg, Fe, Cu, Mn ve Zn gibi elementler bitkiye yararlıdır. Bazı ocaklardan çıkarılan pomzanın B içeriği çok yüksek olması durumunda bitkilerde B toksisitesi görülebilir. Alan ve ark.,(1994) domates üretiminde kullanılacak değişik oranlarda kullanılan kum, perlit, torf ve pomza kombinasyonlarında en yüksek verim ve kalitenin % 80 pomza+ % 10 perlit+ % 10 torf ortamlardan elde edildiğini belirlemişlerdir.

Sağlanması

Ülkemiz pomza kaynakları bakımından oldukça önemli bir potansiyele sahiptir. Araştırılmış alanlarda 3 milyar m³ lük pomza rezervi olduğu tahmin edilmektedir. 1996 kayıtlarına göre Adana, Isparta, Burdur, Hatay, Kayseri, Konya, Nevşehir, Niğde, Aksaray, İzmir, Manisa, Muğla, Ağrı, Bitlis, Erzurum, Erzincan, Kars, Van, Ş.Urfa ve Mardin de işletme ruhsatı alınmış işletmeler mevcuttur (Anon., 2001).



Şekil 8. Yatak kültüründe % 100 pomza ortamda karanfil yetiştiriciliği



Şekil 9. Pomza yığını ve yatakta yetiştiricilik için hazırlanmış pomza ortamı

PERLİT

Tanımı

Perlit, doğal olarak lavların yüzeye yakın, sulu ortamda hızla soğumasıyla oluşan saf silis esaslı volkanik kayalardan birisidir. Ham perlitin rengi açık parlak griden siyaha kadar değişen tonlara sahip olup genişince tümüyle beyaz bir renge sahiptir. Ticari olarak perlit madenin kullanılabilmesi için çıkarıldıktan sonra ince kum şeklinde öğütüldükten sonra 750–1000 °C sıcaklığa sahip fırınlardan geçirilerek genişip patlatılmaları gerekmektedir. Patlatılma ile bünyede bulunan bağlı su ısı etkisiyle aniden buharlaştırıldığından ilk hacmine göre yaklaşık 4–20 kat kadar hacim artışı yanında gözenekli yapılı, çok hafif ve köpüksü bir malzeme meydana gelir (Şekil 10).



Şekil 10. Tarım perlitleri

Perlit, endüstride, ısı yalıtımında, inşaat sektöründe ve tarımda kullanım alanı bulmuştur. ‘Tarımın değişik sektörlerinde kullanılan ve ‘Tarım Perlitleri’ olarak tanımlanan perlit taneciklerinin % 80’i 1,5–5 mm iriliğe sahiptir. Ancak kullanılacağı ortam özelliklerine göre daha ince yapılı perlitler de kullanılabilir.

Parçacık büyüklüğüne göre perlitleri üç gruba ayırmak mümkündür. Çok iri taneli perlitte, taneciklerin % 80'i 1,5–5 mm çapında, iri perlitte taneciklerin % 80'i 1,0 mm, ince perlitte ise taneciklerin % 80'i 0.01–1,0 mm çapındadır. Havalanma yönünden en uygun olanı iri taneli perlitir. Tane çapı 1,5–5 mm arasındakiler turbalı karışım hazırlamada, 1–3 mm arasındakiler tohum çimlendirmede ve fide üretiminde kullanılmaktadır. Bunların hacim ağırlıkları sırasıyla g/cm^3 olarak 0.085, 0.162 ve 0.096 dır. Hava kapasiteleri (iyice sulanıp süzildükten sonra) yine sırasıyla % hacim olarak 59, 49 ve 17 dir. Özellikle hıyar gibi kök sistemi hassas olan bitkiler için çok iri taneli perlitin kullanılması tavsiye edilir (Varış, 1991).

Partiküllerin % 46,3 ünün büyüklüğü 1–2 mm, % 22,8 inin büyüklüğü 2–3 mm arasında değişen çok yüksek hava içeriğine ve düşük yarayışlı su kapasitesine sahip çok kaba yapılı, iri taneli olan perlit ise düşük hava içerikli substratların hava içeriğini artırmak için kullanıma daha uygundur. Örneğin peat için uygun bir karışım materyalidir. İnce perlit ile ağaç kabukları da karıştırılabilir. % 20 ve % 40 oranlarında ince perlit içeren perlit-ağaç kabuğu karışımlarının yarayışlı su kapasitesinin yeterli olduğu görülmüştür. O nedenle ince perlit, düşük su kapasiteli substratların yarayışlı su miktarı kapasitesini artırmak amacıyla kullanılabilir. Kaba yapılı perlit ise genelde hava içeriği artırılmak istenen bir substratla karıştırılır (Sevgican, 2003).

Özellikleri

Herhangi bir malzemede gözeneklilik, boşluk hacminin toplam tanecik hacmine oranı olarak tanımlanır. Perlitin gözeneklilik oranının yüksek olması yüksek emicilik özelliğini ile besin solusyonu uygulamalarında taşıyıcı olarak kullanım özelliği kazandırmaktadır. Ocaklardan çıkarılan ham perlit genellikle gri renkli olup, genleşme sonrası beyaz bir renk alır. Perlit başlıca Alüminyum (Al), sodyum (Na) ve potasyum (K) silikatlarından oluşur. Perlit steril olup kimyasal tamponlama gücü düşüktür. Porozitesi % 60–70, EC si sıfır, su tutma gücü % 220–350 arasında değişir. Genleştirilmiş perlit agregası standardı TSE 3681 ile belirlenmiştir.

Özgül ağırlığı $2200\text{--}2400 \text{ kg/m}^3$, yumuşama noktası $871\text{--}1093 \text{ }^\circ\text{C}$, özgül ısı 0.2 cal/g , pH 6.5–8.0, asitte erime özelliği; seyreltik mineral veya konsantre zayıf asitlerde çok az erir (% 0.1) (Anon., 2001). Genel bir tarım perlitinin bileşimi Tablo 7 de verilmiştir.

Tablo 7. Genel bir tarım perlitinin bileşimi (Anon., 2001).

Kimyasal Yapısı	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	K ₂ O	H ₂ O	CaO	MgO	Na ₂ O	TiO ₂	FeO	MnO	SO ₃
%	71–75	12.5–18,0	0.1–1,5	0.5–5,0	2.0–5,0	0.5–2,0	0.02–0,5	2.9–4,0	0.03–0,2	0.0–0,1	0.0–0,1	0.0–0,2

Eser miktarda, Ba, Ni, B, Cu, Pb, Be, Cr gibi mineraller

Perlitin tarımsal kullanımda önemli diğer özellikleri şunlardır:

- Toplam gözenekliliğini yüksek olması ile toprağın havalanma ve drenajı artırır.
- İnfiltrasyonu artırır, kumlu topraklarda sulamada ekonomi sağlar.
- Yabancı ot tohumu, hastalık etmeni ve zararlıları taşımaz.
- Elektriksel yük taşımadığından su ve besin maddelerinin alınımı kolaydır.
- Hafif olup taşınması kolaydır.
- pH sı nötr; yani 6.5–7.5 arasında olup tuzluluk sorunu olmaz.

- Isı iletkenliği çok düşük olduğundan günlük sıcaklık değişimlerinden bitkinin negatif yönde etkilenmesini geciktirir.
- Sıkışmadığından fide köklerinde zedelenme ve kayıpları önler.
- Temiz ve kokusuzdur.
- Topraksız ortamlarda perlit 5–6 yıl kullanılabilir. Buhar, kuru sıcaklık ve dezenfektan ilaçlar sterilizasyonlardan sonra fiziki özellikleri değişmez. Ancak zamanla dağılır.

Yukarıda sayılan olumlu özellikler yanında tek olumsuz tarafı çok az da olsa besin maddesi içermesi nedeniyle bazı bilimsel araştırmalarda tercih edilmemesidir.

Nasıl kullanılır?

Fide retiminde

Fide retiminde perlit ve torf başta olmak üzere değişik formülasyonlardaki substratlarda kullanılabilir. Fide violleri 1:1 oranında perlit-torf karışımı kullanılabilceği gibi ortama vermikülit, pomza ve diğer materyallerin ilavesi ile bu oran düşebilir. Ancak şu var ki özellikle hazır fide üretiminde belli oranda perlit kullanılma gerekliliği vardır. Söz konusu hazırlanan ortamlarda kullanılan materyallere ve miktarlarına göre N, P, K ve mikro besin elementi içeren gübreler ilave edilir.

Plastik torbalar 1:1 oranında perlit-torf karışımından hazırlanan bir harçla doldurulabildiği gibi, yalnızca perlit ile de doldurulabilir. Perlit-torf karışımının 1 m³ne, torbalara konulmadan önce 600 g P₂ O₅, 400 g K₂O, 300 g N, 100 g Mg ilave edilir. Fide retiminde kullanılacak sulama suyu da fertigation şeklinde ve genellikle püskürtme olarak verilir.

Fide retiminde bazen mevcut domates bitkilerinin koltuk sürgünleri alınıp kklendirilir. Bu yolla elde edilen fideler tavsiye edilmemekle birlikte pratik hayatta üreticilerin başvurduğu metotlardan birisidir. Bu şekilde sürgünleri kolayca köklenen bitkilerde fide üretim amacıyla köklendirme ortamında perlit kullanılması önerilir.

Fidan retiminde

Odunsu meyve veya süs bitkileri fidanlarının üretiminde gerek tohum çimlendirme yataklarında ve gerekse köklendirme ortamlarında perlit başarılı bir şekilde kullanılabilir. Tohum imlendirme yataklarında viol kullanılma durumunda sebze fidesi üretiminde olduğu gibi perlit, ortamlara ilave edilerek kullanılabilir. Bunun yanında elik köklendirme ortamlarında başarıyla kullanılır. Meyve tohumlarında çimlenmeyi sağlamak amacıyla uygulanan katlama işlemlerinde gerekli nemi sağlamak koşulu ile perlit kumun yerine geçebilir. Köklendirme ortamlarında çeliklerin biyolojik özelliklerine bağımlı olarak organik madde (daha çok torf):perlit oranı 0:10 dan 9:1 oranına kadar kullanılabilir. Fidan yetiştiriciliğinde stullbad (ana bitki dallarının yatırılıp üzerinin toprakla örtülerek yeni köklenmiş bireylerin sağlanması tekniği) ortamlarında da özellikle ağır killi topraklarda ortama perlit ilavesi kök oranı ve kalitesini arttıran bir uygulamadır. elik köklendirme ortamlarında kullanılacak perlitin iri taneli olmasına dikkat edilmelidir.

Ham Toprakların Islahında

Ağır killi veya hafif kumlu toprakların ıslahında perlit kullanılabilir. Ağır topraklarda drenaj ve havalanmayı iyileştirmek, kumlu toprakların da su tutma gücünü artırmak amacıyla karıştırılabilir.

Topraklı Kültürde

Perlit, ağır killi topraklarla karıştırıldığında toprağın fiziksel özelliklerini bitki yetiştirme koşulları bakımından iyileştirdiğinden drenaj ve havalanma oranı artar, kaymak tabakasının oluşmasını ve toprak yüzeyinin yarılmaması-çatlama engellenir. Toprak fiziksel koşullarında iyileşme, köklerin daha sıhhatli olmasını sağladığından özellikle toprak kaynaklı patojenlerin enfeksiyonu da kısmen önlenir. Seralarda bulunan hafif bünyeli topraklarda koşulları iyileştirmek amacıyla perlit kullanıldığında toprağın yarayışlı su tutma gücü ve besin maddelerinin yarayışlılığı da artmaktadır.

Çim ve Toprak Spor Sahalarında

Perlitin fiziksel özellikleri nedeniyle uygulandığı çim saha, bahçe, futbol ve golf alanları ile parkurlardaki çim ömrü artar, sulama suyunun göllenmesi önlenir, toprak sıkışması azalır. Çim bitkilerinin gerek toprak altı ve gerekse toprak üstü organlarının daha gümrah ve sağlıklı gelişmesi sağlanır. İlk biçimden önce toprak yüzeyi biçim sırasında köklerin toprak dışına çıkmasını önlemek amacıyla merdane çekilerek sıkıştırılmalıdır.

Gezinti alanı gibi toprak zeminli spor sahalarında da fiziksel özellikleri iyileştirme amaçlı kullanılabilir. Bu tip alanlarda kullanılacak perlit iri taneli olmalıdır.

Toprağa, 2–3 cm kalınlıkta perlit karıştırılarak 5 cm kalınlığında karışım elde edildikten sonra çim tohumu ekilerek üzerine 1–1,5 cm kadar yanmış ahır gübresi ilave edilir. Perlit, uygulamadan önce elektriklenmenin önlenmesi ve perlit taneciklerinin hava akımına kapılarak uzaklaşmasını engellemek için ıslatılmalıdır.

Topraksız Kültürlerde

Son yıllarda özellikle gelişmiş ülkelerde topraksız tarım geniş oranda kullanılmaya başlanmıştır. Örtü altı sebze ve süs bitkileri yetiştiriciliğinde % 95’ler oranında topraksız tarım üretim teknikleri kullanılmaktadır. Topraksız tarımın konvansiyonel tarım tekniklerine göre büyük avantajları vardır. Bunların başlıcaları öncelikle toprak gerekmediğinden toprak kaynaklı hastalık-zararlı, yabancı ot ve beslenme sorunlarının olmayışı, daha az su, gübre ve işçilik giderlerinin olması, ekim nöbetine gerek olmayışı, fertigation tekniklerinin başarıyla uygulanabilmesi gibi faktörlerdir.

Topraksız kültürlerde bitki yetiştirme ortamı olarak perlit tek veya torf, ağaç kabuğu, cocopeat gibi başka substratlar genellikle eşit oranlarda (Resh, 1981) karıştırılarak saksı veya torbalara doldurulur. Fide dikimi doğrudan bu saksılara yapılır. Perlit, daha çok bitki yetiştirme amaçlı hazırlanan yataklara doldurularak fideler belli aralıklarla bu yataklara dikilir. Dikim sonrası belli aralıklarla besin solusyonu uygulanır. Alan ve ark., (1992) birçok sebzenin özellikle örtüaltı koşullarda perlit kullanılarak topraksız tarım teknikleri ile üretilebileceğini örnekler vererek açıklamışlardır.

Mantar Kompostu Üretiminde

Kültür mantarları kompost adı verilen özel ortamlarda üretilmektedir. Kompost yapımında buğday sapı, tavuk gübresi yanında birçok katkı maddesi kullanılabilir. Kompost yapımında kompostun fermantasyon ve olgunlaştırma kalitesini arttırmak amacıyla perlit kullanılmaktadır.

Sağlanması

Ülkemiz perlit bakımında zengin olup 4,5 milyar ton rezerve sahiptir. Ülkemizin birçok bölgesinde perlit yatakları tespit edilmiştir. İzmir (Cumaovası, Foça, Dikili ve Bergama) da perlit çıkarılmakta ve işlenmektedir. Başlıca rezervlerin bulunduğu yöreler Kars (Sarıkamış, Göle), Bitlis (Tatvan, Adilcevaz), Nevşehir (Acıgöl ve Derinkuyu), Erzurum (Pasinler), Çankırı (Orta), Ankara (Çubuk, Çamlıdere ve Kızılcahamam), Erzincan (Merkez), Balıkesir (Evrindi, Sındırgı, Savaştepe), Manisa (Demirci, Soma, Saruhanlı) dır (Anon., 2001).

VERMİKÜLİT

Tanımı

Minerolojik olarak vermikülit bir grup ismi olup genleşme özelliği olan tüm mika grubu mineralleri (flogopit, biotit ve hidrobiotit) kapsayan genel bir ifadedir. Vermikülit, sulu magnezyum, alüminyum, demir silikat kompleksi olarak tarif edilebilir. Çeşitli renkleri olmakla beraber genellikle yeşil, sarımsı kahve ve siyahtır. Tarımda kullanılan sarımsı kahve renkte olanlardır (Şekil 11).

Üretim şekli perlitte olduğu gibi ani ısı şokuna tabi tutularak (1000–1800 °C, 4–8 saniye) kristal suyunun ani olarak buharlaştırılarak 30 kat kadar hacim artışı ile genişip akordeon gibi bir yapı kazanması esasına dayanır. Dünyada 50 milyon ton olan vermikülit rezervinin yarısı ABD de bulunmaktadır (Anon., 2001).



Şekil 11. Fide-fidan üretiminde kullanılabilecek vermikülit

Özellikleri

Vermikülit inşaat sektöründe ısı ve ses yalıtım amaçlı kullanımı yanında tarımda da değişik amaçlarla kullanılmaktadır. Tarımsal amaçlı kullanılan vermikülitler küçük tanecikli olup

sünger yapılı ve su tutma gücü yüksek parçacıklardan oluşur. Vermikülit kalitesini belirleyen ve tane büyüklüğüne göre yapılan TS-5763 standartları içerisinde 1. ve 2. sınıf olarak gruplandırılan (tane boyutları 1. sınıf: % 30–80 i 9.50 mm, % 70–100 ü 2.36 mm, 2. sınıf % 0–10 u 9.50 mm, % 90-100 1.18 mm) vermicülit topraklı veya topraksız üretim amacıyla kullanılabilir. Genel bir vermicülitin bileşimi Tablo 8 de verilmiştir.

Tablo 8. Genel bir vermicülitin bileşimi (Anon., 2001).

Kimyasal Yapısı	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	K ₂ O	H ₂ O	CaO	MgO	TiO ₂
%	40.16	12.01	13.00	5.93	5.29	1.54	20.63	1.44

Bitki yetiştiriciliği bakımından vermicülitin bileşiminde bulunan K ve Mg dikkat çekicidir. Steril, sünger yapılı, su tutma gücü yüksek, hafif parçacıklardan oluşup perlit kadar formu bozulmadan uzun süre kalmaz.

Nasıl kullanılır

Saksı yetiştiriciliğinde bir defa kullanılacak ortamlar için ideal bir karışım malzemesidir. İyi bir kök gelişmesine yardımcı olur. Fide yetiştirme ortamlarında 0.75–1 mm boyutlu tanelere sahip vermicülit kullanılır.

Vermikülit cevherinin özelliklerine göre pH 9 un üzerine çıkabilir. Bu nedenle kullanmadan önce pH kontrolü yapılmalıdır. Kaldı ki endüstriyel amaçlı vermicülit tiplerinin pek çoğu tarımda kullanıma uygundur. Tarımsal vermicülit, sıkıştırma sonucu süngerimsi yapısını büyük ölçüde kaybeder. O nedenle ömrü uzun değildir. Topraksız tarımda bir üretim periyodu sonunda köklerin temizlenmesinin ardından vermicülitte parçalanma olabilir. Parçalanma vermicülitin hava ve su geçirgenliğinin bozulmasına neden olur. 1 m³ ünün ağırlığı 532 kg, porozitesi %70, su tutma gücü 370 l/m³ dür (Sevgican, 2003).

Vermikülit açık arazide ve yüzeyde kullanılırsa suyunu kaybettiğinde çok hafif bir malzemeye dönüştüğünden rüzgâra kapılıp uçabilir. Ayrıca nemli havada kolaylıkla havadan nem çeker.

Sağlanması

Ülkemizde bulunan vermicülit rezervleri Malatya-Darende-Kuluncak, Sivas-Yıldızeli-Karakoç, Eskişehir-Sarıcakaya ve Elazığ-Harpur-Avuduluk tur. Ancak sözkonusu yatakların hiçbirisi işleme açılmamıştır. (Anon., 2001) Tüketimin tümü ithalat yoluyla karşılanmaktadır.

KAYAYÜNÜ (Rockwool, Stonewool)

Tanımı

Kayayünü ilk olarak 1850 yılında Hawaii de bir volkan bölgesinde doğal olarak bulunmuş, 1935 yılında da üretilerek inşaatlarda kullanılmıştır. Tarımsal deneme amacıyla ilk kez 1971 yılında Danimarka da, aynı yılda da hıyar, domates ve fidan üretim amacıyla İskandinavya da kullanılmaya başlanmıştır. Daha sonra da diğer Avrupa ülkeleri ve dünyaya yayılmıştır (Bussell ve Mckennie, 2004).

% 60 diabaz, % 20 kireç, % 20 kömür tozu karışımının 1500–2000 °C sıcaklıktaki fırınlarda eritildikten sonra 0,5 mm lik tabakalar halinde çıkarılarak preslenmesi sonucu elde edilir (Şekil 12) . Hızla dönen çubukların içine dökülerek çok ince ipliklere ayrılır. Soğuma sırasında sıcaklık yaklaşık 200 °C a düştüğünde su çekme özelliği kazandırılmak için phenolresin (reçine) ilavesi yapılır, sıkıştırılarak şekillendirilir (Tablo 9). Kayayününün

gözenek oranı % 96 dır ve başlangıçta steril bir yapıya sahiptir. Isı yalıtımı için üretilen kayayünleri, fenolik bileşikler içerdikleri için, tarımda kullanıma uygun değildir (Sevgican, 2003).



Şekil 12. Fide-fidan dikimine hazır kayayünü bloğu

Özellikleri

Farklı lif yoğunluğu, lif formasyonu ile şekil ve büyüklükte kayayünü imal edilmektedir. Tarımda başlıca kullanım formları küp, dikdörtgen ve fide üretim amaçlı üretilen minik formlardır. Plastik bir malzeme ile kaplanabileceği gibi herhangi bir malzeme kullanmaksızın doğrudan da şekil verilebilir. Kayayününün kimyasal bileşimi Tablo 9 da sunulmuştur.

Tablo 9. Kayayününün kimyasal bileşimi (Sevgican, 2003).

Kimyasal Yapısı	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	K ₂ O	MnO	CaO	MgO	Na ₂ O	TiO ₂
%	47	14	8	1	1	16	10	2	1

Düşük yoğunluklu liflere sahip olanlar tek yıllık veya yüksek yoğunluklu lifli olanlar çok yıllık olarak kullanılabilir. Kayayününün yapısındaki lif düzeni yatay veya dikey olabilir. Yatay lif yapısına sahip malzemede lif yoğunluğu da yüksek ise su tutma ve havalanma özellikleri de yüksektir (Bussell ve Mckennie, 2004).

Piyasada bulunan kaya yünlerinin başlıca fiziksel özellikleri şu şekilde özetlenebilir: Blok uzunluğu 30–100 cm, genişliği 15–30 cm, çevresi plastikle sarılmış veya sarılmamış, yoğunluğu düşük, orta, standart veya çok yoğun olabilir. Bunun yanında tohum ekimi amacıyla viollerde kullanılan kayayünü tipleri mevcuttur. Bunların eni boyu ve derinlikleri yetiştirilmek istenen fideye göre değişir.

Avantajları

Kayaünü 1500–2000 °C gibi yüksek sıcaklıklarda üretildiklerinden kimyasal ve biyolojik olarak inert bir materyal olup potansiyel hastalık, zararlı ve yabancı ot tohumu içermez. Fiziksel yapısı gereği sık sık sulansa bile üretim sezonu süresince hava/su dengesi, bitkiye besin elementi sunumu değişmez. Gözenekli yapısı ile kök gelişimini teşvik eder. Bitki kök

bölgesine uygulanan besin solusyonundaki sıcaklık, bileşim, EC ve pH gibi özelliklerin değişimini çok kısa bir zaman içerisinde bitkiye yansıtır.

Dezavantajları

Genellikle bir üretim sezonunda kullanılan kayayününün pH değeri 9–9,5 a kadar yükselir. Tekrar kullanmak gerektiğinde iyice yıkanması veya asit kullanılarak pH'nın düşürülmesi gerekir. Ayrıca kayayünü içerisinde kalan bitki kök parçacıklarının da giderilmesi zordur. Bir sonraki üretim için kökler risk oluşturur.

Kayayününün insan sağlığı; özellikle akciğer kanserine neden olabileceği bazı araştırmacılar tarafından iddia edilmiştir (Drent ve ark., 2000). Ancak 2001 yılında Uluslar arası Kanser Araştırmaları Ajansı insan yapısı camsı lifli yapıdaki malzemelerin kanserojenik risklerini yeniden değerlendirilmesi sonucu; kayayününün kanserojenik risk taşımadığına karar vermiştir (Anon., 2001c). Ancak kayayünü imalatında kullanılan bazı kimyasalların solunum yolu kanserlerine neden olabileceğine yönelik araştırma sonuçları mevcuttur (Anon., 2007c). Bütün bu hususları göz önüne alarak kayayünü kullanımında dikkatli davranılmalıdır. Kayayünü tüm dünyada topraksız tarımda geniş oranda kullanılmaktadır. Dikimden önce kuru malzemenin taşınması, yerleştirilmesi ve dikim yapılması sırasında tedbir olarak maske kullanılması yararlı olacaktır. Dikim sonrası yapılan sulamalarla kayayünü ıslatıldığında atmosfere lif dağılımı çok daha az olacaktır.

Nasıl kullanılır?

Kayayünü örtü altı topraksız üretimde büyük oranda kullanılan bir malzemedir. Sebze fideleri yetiştirildikten sonra öncelikle küp şeklindeki 20–30 cm boyutlarındaki küçük boyuttaki bloklara dikilir. Bu bloklar tekli veya çoklu olarak daha uzun kayayünü blokları üzerine yerleştirilerek üretime geçilir. İlk fertigation uygulamalarından sonra zamanla kökler altta bulunan blok içerisinde gelişir (Şekil 12).

Kayayünü sebze üretiminde birkaç kez kullanılabilir. Bu durumda ilk yıl hıyar bitkisinin kök sistemi zayıf ve oksijen isteği fazla olduğundan ilk kullanımda hıyar üretiminin tercih edilmesi yararlı olur. Kayayünü topraksız kültürde sebze üretiminde başlıca domates, biber, patlıcan, hıyar, marul yanında süs bitkilerinden saksı ve kesme çiçek üretiminde; fidan üretiminde kullanılır. Atık kayayünü bunları işleyen fabrikalarda, toprağa karıştırılarak toprak özelliklerinin iyileştirilmesinde, torf gibi başka substratlarla karıştırılır.

Kayayünü blokları kullanıldıktan sonra inorganik yapıda olduklarından ve içerdikleri besin elementleri nedeniyle çevre kirliliğine neden olabilirler. Kullanılmış kayayünleri çevreyi kirletmeden ortadan kaldırılmalıdır. Atık kayayünü su tutma gücü düşük olan kumlu topraklarla karıştırılarak veya peat, ağaç kabuğu, talaş ile karışım hazırlamada kullanılarak sebze, süs bitkileri veya fidan üretiminde kullanılabilir. Ayrıca kompost ana materyaline bağlı olarak belli oranlarda mantar kompostuna da katılabilir.

Sağlanması

Tarımda kullanılabilecek kayayünü üretimi ülkemizde henüz yapılmamaktadır. İhtiyaç yurtdışından ithalat yoluyla karşılanmaktadır. Başta Antalya olmak üzere çok sayıda tarımsal kayayünü pazarlayan firma mevcuttur.

PLASTİK KÖPÜK (Styromul)

Litresinin ağırlığı 20 g'dır. Hacminin % 95 i kadar hava ile doludur. Bünyesinde tuttuğu suyun tamamını bitkiye verebilir. Köpük hafiftir ve yüksek su tutma gücüne sahiptir. Bu

özellikleri nedeniyle iyi bir agregattır. Verim azalmasına neden olan formaldehit çıkışını engellemek için köpük, fidenin dikiminden 2–3 hafta öncesinden sulanmalıdır. Rüzgârla ortaya çıkacak kayıpları engellemek için üstteki 1/3 lük kısmı çakılla karıştırılabilir. Her ürün dönemi sonunda köke yapışmaları sonucu % 3–5 köpük kaybı olur. Mineral besin içermez. pH değeri açısından nötr bir yapıya sahiptir (Sevgican, 2003).

CÜRUF

Gözenekli olan cüruf kumdan hafiftir. Kalitesi kömürün kalitesine göre değişir. Fazla miktarda değişebilen sülfat içerir. O nedenle kullanılmadan önce yıkanmasında büyük yarar vardır. Açığıtaki yığınların yağmurla yıkanması da yeterli olabilir. Yıkanan cüruf kullanılmadan önce elenir. Genelde bedava ya da çok düşük bir fiyat karşılığı elde edilebilir. Kula cürufunun (2–5 mm çaplı) su tutma kapasitesi % 48.57, porozitesi % 62.47, volüm ağırlığı 0.820 g/cm^3 , pH sı 6.6, EC si 0.10 mmhos/cm dir (Çeltek, (1992) den Sevgican, 2003).

ORGANİK ORTAMLAR

Genellikle canlı bünyelerinde sentezlenmiş, yapılarında biyolojik karbon atomu taşıyan materyallerdir. Karbonhidratlar, proteinler, yağ, vitamin ve nükleik asitler en çok bilinen organik maddelerdir. Bünyesinde karbon bulunan her bileşik organik madde olmayabilir. Organik materyaller zamanla az veya çok ayrışma göstereceğinden ortamlarda aynı seviyede kalamazlar. Peat gibi bazı organik ortamlar tek başlarına kullanıldıklarında 4–5 yıl sonra sıkışır. Ağaç kabuğu, ahır gübresi gibileri ayrıştırıldıktan sonra kullanıldıklarından maliyetleri artar. Topraklara uygulanan geleneksel organik madde olan ahır gübresi yanında torf, kokopeat, ağaç kabukları yanında tarıma dayalı endüstri atıkları, saman, şaraphane, mantar kompostu atıkları yanında kuşkusuz başka alternatif substratlar da bitki yetiştirme ortamı olarak tek veya katkı maddesi olarak kullanılabilirler.

AHIR GÜBRESİ

Ahır gübresi genel bir isim olup, ‘hayvan gübresi’, ‘çiftlik gübresi’ veya elde edildiği hayvana göre ‘sığır gübresi’, ‘keçi gübresi, koyun gübresi, at gübresi’ gibi isimlerle de bilinir. Bu gübreler hayvan barınaklarında biriken hayvanların dışkıları (katı-sıvı) ile yataklık olarak kullanılan altlık materyallerinin karışımından oluşur (Şekil 13). Ahır gübrelerin fiziksel ve kimyasal özellikleri, hayvan türü, hayvanın beslenme rejimi ve kullanılan altlığın karbon (C) içeriğine göre değişim gösterir.

Ahır gübresinin toprak ortam üzerindeki kimyasal etkileri: Ahır gübresinde bulunan organik maddelerin parçalanmasıyla birlikte toprağa makro ve mikro besin elementi katkısı, katyon değişim kapasitesini artırır, toprak pH sı üzerinde olumlu etki yapar, besin maddelerinin yayayışlılığını artırır, uzun süreli bir besin maddeleri kaynağıdır.



Şekil 13. Fermente olmuş (yanmış) sığır gübresi

Ahır gübresinin toprak ortam üzerindeki fiziksel etkileri: humus ve koloidal madde miktarını artırır, toprak canlılarının çoğalması için uygun ortam oluşturur, agregat strüktürünün oluşmasını sağlar, toprak havalanmasını iyileştirir.

Ahır gübresinin toprak ortam üzerindeki biyolojik etkileri: bakterilerin sayısı ve çoğalma hızı artar, solucan sayısı ve üremesini teşvik eder. Buna karşılık çiftlik gübresi başta danaburnu (*Gryllotalpa gryllotalpa*) olmak üzere toprakta yaşayan zararlılar için iyi bir beslenme ve üreme ortamı oluşturduğundan dikkatli olunmalıdır.

Ahır gübresi içeriği yüksek olan topraklarda bitkilerin toprak kaynaklı hastalıklara daha az yakalandığı pratik bir gerçektir. Bu etki, çiftlik gübresi uygulanmasıyla saprofit toprak organizmaları hızla gelişeceğinden toprak kaynaklı *Fusarium*, *Verticillum* gibi hastalık etmeni mantarlar üzerinde baskılayıcı etki göstermesiyle açıklanabileceği gibi, bizzat çiftlik gübresinin yapısında bulunan kimyasal maddelerden kaynaklandığı da düşünülebilir. İyi bir tarım toprağında; özellikle örtü altı yetiştiriciliğinde toprak organik maddesinin % 5 ve üzeri oranda olması tavsiye edilir (Şekil 14). Ancak ortalama olarak Ülkemiz topraklarında % 1 ve altındadır.

Çiftlik gübreleri 6 ay-bir yıl yığın halinde, gerekirse arada sulayarak bekletip fermente olması (üretici ifadesiyle yanması veya çürümesi) gereklidir. Taze olarak uygulanırsa C/N oranının yüksek olması nedeniyle bitki bundan yararlanamaz. Kurak toprak koşullarında bunlar kurur ve çürüme çok yavaş meydana gelir. Organik maddelerin içeriğinde bulunan N'un büyük bir kısmı bileşikler halindedir. Proteinler; dolayısıyla amino asit ve azotlu bileşikler bakımından zengin bir organik madde olduğundan bekletilerek veya buhar uygulayarak pastörize yapıldığında bol miktarda amonyak oluşur. Kullanılmadan önce varsa biriken amonyağın giderilmesi gerekir. Aksi durumda amonyaktan bitkiler olumsuz yönde etkilenebilir.

Çiftlik gübresi toprağa karıştırıldıktan başta sonra toprak sıcaklığına, nem, hava içeriğine ve toprağın heterotrof toprak organizmalarının miktar ve cins zenginliğine bağlı olarak ayrışma (parçalanma, mineralize olma) başlar. Başka bir ifade ile toprakta hızla organik madde kaybı olur. Toprağa uygulanan çiftlik gübresinin etkisi ilk yıllar yüksek olup, bu yıllarlı izleyen zaman içerisinde başka uygulama yapılmadığı durumda organik maddeden toprağa olan besin maddesi akışı azalan bir seyir takip edecektir.

Organik maddenin yapısında bulunan azot ayrışma sırasında toprakta bulunan bakteriler tarafından kullanıldığından, özellikle iyi yanmamış (fermente olmamış) ahır gübreleri uygulamasını izleyen zaman içerisinde ‘geçici azot noksanlığı’ olayı görülebilir.

Çiftlik gübreleri içerdikleri su oranına bağlı olarak sıcak ve soğuk gübreler olarak tanımlanır. At, tavuk, kuş ve koyun-keçi gübreleri sıcak, sığır gübresi soğuk gübre olarak sınıflandırılır. Sıcak gübrelerin toplam besin içerikleri daha fazladır. Tavuk gübresi dışındaki ahır gübreleri nispeten P bakımından fakirdir. Çiftlik gübresinde bulunan potasyumun hemen hemen tümü K iyonu şeklinde ve suda çözünebilir durumda olduğundan bitkiye etkisi kısa zamanda görülebilir. Tablo 10 da Kleber’e göre bazı hayvan gübrelerinin ana besin maddesi kapsamları verilmiştir (Aydeniz ve Brohi, 1993)

Tablo 10. Bazı hayvan gübrelerinin bileşimleri (%)

Gübrenin bileşim	At	Sığır	Koyun	Tavuk
Su	75.7	83.8	65.5	62.0
Azot (N)	0.44	0.29	0.55	1.70
Fosfor (P ₂ O ₅)	0.35	0.17	0.31	1.40
Potasyum(K ₂ O)	0.35	0.10	0.15	0.90
Kalsiyum (CaO)	0.15	0.34	0.46	2.00
Kuru Madde	24.3	16.2	34.5	38



Şekil 14. Sera ortamında % 5 ahır gübresi içeren toprakta domates ve biber yetiştiriciliği

KOMPOST

Kompost; sap, saman, yaprak, sera bitki atıkları, biçilmiş çim, fındık zürufu, şehir çöpleri, yabancı otlar gibi çeşitli organik maddelerin fermente edilerek humusa dönüştürülmesi sonucu elde edilir. Kompost yapımında kullanılan materyalin kapsadığı maddeler kompostun kalitesi üzerinde doğrudan etkilidir.

Ekolojik ve ekonomik faktörlere bağımlı olarak uygulanan değişik kompost üretme teknikleri mevcuttur. Kompostlama profesyonel anlamda bir fabrikasyon işlemi olup uygun su ve hava (aerob) koşullarında tekniğine uygun olarak olabildiğince hızlı, organik maddenin çürütülmesi esasına dayanır.

Ülkemizde halen atık organik maddelerin kabul edilebilir bir miktarda kompostlandığını kabul etmek mümkün değildir. Yılda 50 milyon ton ve üzeri kompost elde etme olanağımız olduğu halde bitkisel ve hayvansal atıklardan kompost üretimi çok az seviyelerdedir. Kompost üretimi hususunda gerek bitkisel ve gerekse hayvansal kaynaklardan sağlanan organik maddelerin komposta işlenmesi için belediyelerin çok büyük imkânları vardır. Padem ve ark.,(1998) ahır gübresi ve kompostlanmış elma posasının kabak üretiminde kullanılabilirliğini araştırmışlardır. Deneme sonunda metrekareye 4 kg elma posası uygulamanın metrekareye 3 kg ahır gübresi uygulamasından daha yüksek ürün verdiğini belirlemişlerdir.

Belediyelerin yerleşim yerlerinden topladığı çöp malzemeleri ve kanalizasyon atıkları işlendikten sonra bitki yetiştirme ortamlarına ilave edilerek kullanılabilir. Kanalizasyon atıkları arıtma işlemine tabi tutulduktan sonra kompostlaşmaya bırakılır. Ayrışma sırasında yığın içi sıcaklık 70 °C a kadar çıkabilir. Kanalizasyon atıklarının arıtıldıktan ve dezenfekte edildikten sonra olsa da insan gıdası olarak kullanılan sebze, meyve, üzüm veya tahıl gibi bitkisel ürünlerin yetiştirilmesinde kullanılmaması daha uygun olacaktır. Bu atıkların orman bitkilerinin yetiştirilmesi veya biodizel üretiminde olduğu gibi doğrudan insanla teması olmayan sektörlerde kullanılması daha uygun olacaktır.

TORF

Torf, ıslak ortamlarda, bataklıklarda hızla gelişen turba bitkilerinin bıraktıkları artıkların aneorobik koşullarda yığınlar halinde birikmesi ve kısmen ayrışması sonucu meydana gelir (Şekil 15). Torfun fiziksel ve kimyasal özellikleri, dolayısıyla torf kalitesi, kendisini meydana getiren bitki türüne, ayrışma derecesine, mineral madde içeriğine ve asitlik derecesine bağlı olarak değişir. Torf turba yataklarından çıkarılan ham malzemenin kırma, eleme, dezenfekte etme gibi işlemlerden sonra elde edilir. Bileşimi işleme sırasında değişik kimyasal maddeler kullanılarak, istenilen seviyelere getirilir. Nematod, tuz içeriği ve pH değerleri hususunda dikkatli olmalıdır. Torfu işleyen işletmelerin teknolojik seviyeleri kaliteyi doğrudan etkiler. pH, EC ve içerdikleri makro ve mikro besin elementi miktarları torfun çıkarıldığı yataklara göre değişir.



Şekil 15. Kullanıma hazır Sphagnum torfu

Torflar meydana geldiği bitkisel materyalin özelliğine göre sınıflandırılabilir. Moos peat (su yosunları turbası); sphagnum, hypnum ve diğer su yosunlarından, sedge peat; saz, kamış gibi bitkilerden ve odun turbası ise ağaçların kalıntılarının dekompoze olması ile meydana gelmiştir. Bitkisel üretimin değişik aşamalarında kullanılan torf, sphagnum torfu olarak da

bilinen sphagnum moos peat (sphagnum turbası) dir. Sphagnum torfları; süngerimsi, lifli yapılı, yüksek gözeneklilik, yüksek su tutma ve hava kapasitesi, düşük kül içeriği, düşük pH özelliklerine sahiptir. Diğer torflar genellikle bu özelliklerden yoksundur (Resh, 1981).

Sphagnum torfunu oluşturan Sphagnum spp. türleri çok az ayrışmış olup pH sı 3 – 4, su tutma kapasitesi (%) 1500 – 3000, kül (%) 1–5, N (%) 0.6 – 1.4 kadardır (Landis, 1990). Yetiştirme ortamına maksimum % 40 oranında ilave edilir. Tablo 11 de Sphagnum torfunun besin elementleri içeriği verilmiştir.

Tablo 11. Sphagnum torfunun besin elementleri içeriği (Sevgican, 2003)

Besin elementi	P	K	Ca	Mg	Na	Fe	Cu	Mn	Zn
ppm	0.6	70	140	35	15	0.10	0.02	0.50	0.15

Ağır topraklara torf ilave edildiğinde süzekliği ve havalanma, hafif topraklara ilave edildiğinde ise rutubet ve besin tutma özelliklerini artırır. Karışıma ilave edilmesi ile ortamın besin maddesi seviyesini kısa sürede arttırmaz.

Torfun su tutma kapasitesi ve aynı zamanda havalanma oranı da yüksektir. Ancak ayrışmanın ilerlemesi ile havalanma oranı doğal olarak azalır. Ortama torf kaynaklı besin maddesi sunumu ayrışma hızına bağlıdır. Torfun önemli özelliklerinden birisi diğer organik veya inorganik yetiştirme ortamlarıyla yapılan karışımlarda çok başarılı bir şekilde kullanılabilmesidir. Basılma ve çığnenmenin büyük sorun olduğu alanlar ile spor sahalarında hazırlanan harçlarda başarılı bir şekilde kullanılabilir. Padem ve Alan, (1994) üç farklı biber çeşidinin örtü altı koşullarda tınlı toprak, torf, kum, pomza ve perlit ortamlarda yetiştirerek ortamların verim ve kaliteye olan etkilerini tespit etmişlerdir. Araştırma sonunda çeşitlere ve ortamlara göre verim ve parametrelerinin değişmekle birlikte verim değerlerinin torf ortamda daha yüksek olduğu saptanmıştır.

Ülkemizde Bolu, Denizli, Isparta, Van, K.Maraş, Kayseri, Erzurum ve Kars yöresinde torf yatakları vardır. Bununla birlikte fide, mantar, topraksız tarım, fidan ve park-bahçe uygulamalarında gerekli kaliteli torfun çok büyük bir kısmı yurt dışından getirilmektedir. Fide üreticilerine yurtdışına yönlendiren ana unsur yurtiçinde üretilen torfun teknolojik yetersizlik nedeniyle istenilen kaliteyi sürekli sağlayamamasıdır.

KOKOPEAT (Cocopeat)

Son yıllarda ülkemizde de kullanılmaya başlanan bir malzemedir. Hindistan cevizi meyvesinin dış kısmında bulunan lifler bu meyvenin işlenmesi sırasında alınarak işlenmesi sonucu elde edilir (Şekil 16). Uzakdoğu Ülkelerinden, özellikle Sri Lanka ve Hindistan önemli üretici ülkelerdir. Cocopeat bloklar halinde preslenerek pazarlanır. Fiziksel ve kimyasal özellikleri lif içeriğine bağlı olarak değişir. Partikül büyüklüğü 0,5–2 mm arasında değişir. Tekrar ıslanma özellikleri peatden çok iyi olup, yüksek hava kapasitesi ve düşük su tutma kapasitesi özelliklerine sahiptir. Kısmen mikrobesein elementleri bakımından fakir olmakla birlikte fosfor ve potasyum içeriği önemlidir. pH sı 5,5–6,5, EC si 0,4–3,4 mmhos/cm arasında değişir. Topraksız tarımda da kullanılan, mükemmel bir yetiştirme ortamıdır. Cocopeat; sebze, çiçek ve meyve-süs bitkisi fidanı üretiminde bitkilerin kök gelişimini olumlu yönde etkiler. Ucuz ve organik yapıda olması nedeniyle fide, sebze ve süs bitkileri üretimi yapan işletmelerde torfa alternatif olarak tercih edilmektedir.



Şekil 16. Kullanıma hazır kokopeat yığı

KULLANILMIŞ MANTAR KOMPOSTU

Ülkemizde son yıllarda üretimi hızla artmakta olan kültür mantarı üretiminde üretim sonrası bol miktarda atık kompost ortaya çıkmaktadır (Şekil 17). Kullanılan kompostlar her üretim döneminden sonra mantarhaneden uzaklaştırılmaktadır. Kullanılmış mantar kompostunu bazı üreticiler saksı çiçeği üretiminde ortam hazırlamada kullanmaktadır. Üretim odalarından çıkarılan kompost materyalinin tekrar mantar üretiminde kullanılma olanağı yoktur.

Mantar kompostu buğday sapı, tavuk gübresi, üre gibi maddelerin tekniğine uygun olarak fermentasyonu ile elde edilir. Bu malzeme organik madde bakımından zengin olduğundan ortamlara karıştırılarak fide-fidan üretiminde veya başta sera toprakları gibi % 5 'in üzerinde organik madde gerektiren toprak koşullarında kullanılabilir kaliteli bir organik madde kaynağıdır. Ancak atık kompostun 6 ay kadar uygun koşullarda fermentasyona bırakılması hem organik maddenin ayrışması ve hem de bulunma ihtimali olan hastalık ve zararlı etmenleri ve yabancı ot tohumlarının ortadan kalkması için gerekli bir uygulamadır. Sevgican, (2003) atık mantar kompostu torf ile birlikte veya kompost edilmemiş çam kabuğu ile karıştırıldıktan sonra kullanılmasını tavsiye etmektedir.



Şekil 17. Mantar kompostu atığı

AĞAÇ KABUĞU

Ağaç kabuğu fide-fidan üretiminde ve topraksız kültür uygulamalarında geniş oranda kullanılan organik maddelerdendir. Ağaç kabuklarının asıl kullanılma sebepleri ortamın havalandırma oranının arttırmak ve ortam maliyetinin düşürülmesidir. Çam kabuğu en çok kullanılan malzemedir. Ağaç kabuğu kalitesi ağacın türüne, yaşına ve fermantasyon süresine göre değişir. Ham ağaç kabuğu öğütülür ve 0,5 inç den daha küçük bir elekten elenerek fermantasyona bırakılır.

Genellikle fermente olmayan ham ağaç kabuklarında besin maddesi içeriği ve pH (3,5–6,5) düşüktür. Ancak fermantasyon sırasında Ca içeriği yükselme eğilimine sahip olup, pH'nın da artmasına neden olur. Fermantasyon işleminden sonra hastalık etmenleri de ortadan kalkar. Kompost edilen ağaç kabuğu ortama en çok % 50 oranında (hacim olarak) ilave edilir. Fermantasyon sırasında mikrobiyal aktiviteyi artırmak için üre formunda N ilavesi yapılabilir.

Ortam olarak kullanılacak ağaç kabuklarında kullanmadan önce fitotoksik bileşiklerin ortadan kalkması için uzun süre fermantasyona tabi tutulmalıdır. Fermantasyon sırasında malzeme daha küçük parçacıklara ayrışır, ayrışma sırasında bitkiler için gerekli azot kullanılabilir forma geçer. Ortam hazırlamada kullanılacak fermente olmuş kabuk parça büyüklüğü 0.9 cm den daha küçük olmalıdır. En sonunda meydana gelen malzemenin genellikle kation değişim kapasitesi (KDK) düşüktür. Ortamda ağaç kabuğunun varlığı ortam için daha fazla bitki büyümesini düzenleyici madde kullanımını zorunlu kılar (Will ve Faust, 2007).

Gök nar, çam, kayın, meşe ağaçlarının kabukları rahatlıkla karışımlarda kullanılabilir. Genelde kabukların su tutma kapasiteleri çok yüksektir. Gök nar kabukları ağırlığının % 165 i kadar su tutabildiği, doyma noktasında bile % 31,5 hava içerdiği görülmüştür. Çeltek, (1992)'e göre çam ağaçlarının kabuklarının su tutma gücü % 218–267, volüm ağırlığı 0.245 g/cm³, porozitesi % 84, pH sı 6.1 ve EC si 0.20 mmhos/cm olarak saptanmıştır (Sevgican, 2003).

Padem ve ark. (2003) Ispartada bulunan ağaç işleme sanayinin ağaç kabuklarından oluşan atık maddelerini kültür mantarı üretiminde örtü toprağı yerine kullanılabileceğini tespit etmişlerdir.

TALAŞ

Ağaç işleme sanayisi yan ürünlerinden olan talaşın hangi tür ağaçlardan elde edildiği talaş kalitesini belirler. Talaş kalitesini belirleyen bitki türü, talaş iriliği, lignin içeriği, ayrışma süresi, dayanma süresi, NaCl içeriği ve pH gibi parametrelerdir. Talaşlarda pH 5,0–6,8 arasında değiştiğinden kullanılan ortamın pH sını nispeten düşürür, fakat ayrışmanın ilerlemesiyle pH da kısmen yükselme meydana gelebilir. Talaşların lignin içerikleri yüksek olup genellikle geç ayrıştıklarından karışımdaki organik madde etkisi çiftlik gübresinden daha uzun sürer. Şekil 18de ince taneli sarıçam ağacı talaşı görülmektedir.



Şekil 18. İnce sarıçam ağacı talaşı

İri veya ince taneli talaş tiplerinin tümü yetiştirme karışımın havalanma ve gözenekliliği üzerine torf gibi etki yapar. Bitkiler için hastalık etmeni olan mantarlar ağaçların kabuklarının yarıkları içerisinde kolaylıkla barınırlar. Fermente olmamış talaş bitkiye zarar verebilecek bazı mantarlar yanında geçici azot noksanlığına neden olabilir. Ortamda talaş kullanıldığında genellikle azot yetersiz olacağından ağırlık olarak talaşın % 1–2 oranında azot ilave edilmelidir

Ortama ilave edilecek talaşın NaCl içeriği analiz edilmeli, 10 ppm den daha yüksek ise ekim-dikim işlemlerinden önce tatlı su kullanılarak yıkanmalıdır. Yıkama 1 hafta süre ile talaşın sirküle su içerisinde bırakılmasıyla yapılabilir. NaCl tuza karşı hassas olan bitkilere toksik etki yapar (Alan, 1990).

Doğrudan talaşın topraksız tarımda kullanılması mümkün olduğu gibi diğer bazı materyallerle de karıştırılarak bitki yetiştiriciliğinde kullanılabilir. Orman alanlarının geniş olduğu veya ağaç işleme sanayinin bulunduğu bölgelerde bol miktarda talaş elde edilmektedir. Ağaç işleme sanayisi yan ürünlerinden olan talaşın hangi ağaçlardan elde edildiği talaş kalitesini belirler. Kullanılacak talaşın sterilize edilmesi hassas üretimlerde önem taşır. Çok ince ve kalın olmamalıdır. Ceviz ve kırmızı sedir talaşları bitkisel üretimde fitotoksik tesir göstermektedirler. Kullanılacak herhangi bir talaşın NaCl içeriği analiz edilmeli, yüksek olması durumunda kullanılmamalıdır. Genelde 10 ppm ve üzeri NaCl içeren talaşlar doğrudan talaş kültürü şeklinde kullanılamaz, ancak tuz içeriği daha düşük başka substratlarla karıştırılarak kullanılabilir.

Talaş kullanılan ortamlarda dikimden önce solusyon veya su uygulaması yapılarak talaşın su ile doyurulması gereklidir. Dikimden önce ortam analiz yapılmalıdır. Eğer dikimden sonra besin solusyonu uygulama olanağı yoksa dikimden önce P, Ca ve Mg ve iz element ortama ilave edilmelidir. Talaşlı ortamlarda besin solusyonunun kök bölgesine dağılımı ve köklerin havalanması oldukça iyidir. Talaşların lignin içerikleri yüksek organik maddeler olduğundan zamanla kompostlaşma görülse de genellikle geç ayrışırlar. Fermente olmuş talaşın KDK sı (kanyon değişim kapasitesi) yüksektir. Fermente olmamış talaş bitkiye zarar verebilecek bazı mantarlar içerebilir. Ayrışmanın ilerlediği dönemde pH da biraz yükselme görülür.

İnce ve kaba talaşın her ikisi de kullanılabilir. İnce talaş kumlu; kaba talaş killi toprak karışımlarında tavsiye edilir.

ÇELTİK KAVUZU

Çeltik kavuzu çeltik üretilen bölgelerden kolaylıkla sağlanabilen, ucuz, hafif, irilik bakımından homojen ve ayrışmaya karşı dayanıklı olmasıyla karışımda organik madde etkisini uzun süre devam ettiren bir malzemedir (Şekil 19 ve 20). Tek başına topraksız üretimde kullanılmasının ana nedeni diğer özellikleri yanında ayrışmaya karşı dirençli olmasıdır. Çeşitli hastalık etmenleri ile bulaşık olma ihtimaline karşı pastörize edilmesi gerekir. Çeltik 'e göre çeltik kavuzunun su tutma kapasitesi % 157, volüm ağırlığı 0.099 g/cm³, porozitesi % 93.92, pH sı 6.8, EC si 0.25 mmhos/cm dir (Sevgican, 2003).



Şekil 19. Çeltik kavuzu



Şekil 20. % 100 Çeltik kavuzu ve % 50 çeltik kavuzu % 50 pomza karışımı ortamı

YERFISTIĞI KABUĞU

Ülkemizde yıllara bağlı olarak değişmekle birlikte 30.000 ha arazide 70.000 ton yer fıstığı üretilmektedir (Anon., 2007d). Yer fıstığı kabuğu hafif, lifli, iri parçalı bir organik agregat olup daha çok öğütülerek kepek şekline getirilip yem katkı maddesi olarak kullanılır. Bu özellikleri yanında çürümeye dayanıklı olması da bitki yetiştiriciliğinde ortam katkı malzemesi olarak da kullanılabilir. Nematod ve Fusarium, Rhizoctonia gibi hastalık

mantarlarını taşıma riski nedeniyle kullanılmadan önce dezenfekte edilmelidir. Çeltik 'e göre yerfistiği kabuğunun su tutma gücü % 218–267, volüm ağırlığı 0.245 g/cm³, porozitesi % 84, pH sı 6.1, EC si 0.20 mmhos/cm olarak saptanmıştır (Sevgican, 2003).

MISIR KOÇANI

Mısır taneleri alındıktan sonra geri kalan koçan kısmının öğütülerek ince granül hale getirilmesiyle elde edilir. Mısır koçanı bileşiminde % 6–7 oranında şeker bulunduğuundan topraktaki mikrobiyolojik aktivitenin kısa sürede artmasını sağlar.

Kaynaklar

Alan, R., 1990. Serada Kullanılan Bazı Yetiştirme Ortamları Ve Özellikleri. Türkiye 5. Seracılık Sempozyumu. 17-19 Ekim 1990. İzmir.

Alan, R., Padem, H., Zülkadir, A., 1992. Serada Domates Ve Hıyar Yetiştiriciliğinde Perlit Kullanımı. Türkiye I. Tarımda Perlit Sempozyumu. 70-76, 29-30 Haziran 1992, İzmir.

Alan, R., Zülkadir, A., Padem, H., 1994. The Influence Of Growing Media On Growth, Yield And Quality Of Tomato Grown Under Greenhouse Conditions. 2.nd ISHS Symposium on Protected Cultivation of Solanacea in Mild Winter Climates. 13-16 April 1993. Acta Horticulturæ, 366: 429-436.

Alçıçek, A., Bozkurt, M., Özkan, K., Altan, A., Çabuk, M., Akbaş, Y., Altan, Ö. 1998. Tavukçulukta Doğal Zeolit Kullanımı II., Ege Üniv. Ziraat Fak. Dergisi, Cilt. 35, No:1–2–3, S. 17-24, Issn 1018-6651, İzmir.

Altan, A., Altan, Ö., Alçıçek, A., Nalbant, M., Akbaş, Y., 1998. Tavukçulukta Doğal Zeolit Kullanımı I., Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, Cilt. 35, No.1–2–3, s. 9–16, ISSN 1018–6651, İzmir.

Anonymous, 1996. Madencilik Özel İhtisas Komisyonu, Endüstriyel Hammaddeler Alt Komisyonu, Çimento Hammaddeleri ve Yapı Malzemeleri Çalışma Grubu Raporu. Yayın No: DPT 24–34, ÖİK:491, Ankara. **pomza**

Anonymous, 2001. Sekizinci Kalkınma Planı, Madencilik Özel İhtisas Komisyonu, Endüstriyel Hammaddeler Alt Komisyonu, Genel Endüstri Mineralleri Çalışma Grubu Raporu. DPT: 2619, ÖİK:630, Ankara. **zeolit**

Anonymous, 2001. Sekizinci Beş Yıllık Kalkınma Planı, Madencilik Özel İhtisas Komisyonu Raporu. Endüstriyel Ham Maddeler Alt Komisyonu Çalışma Grubu Raporları. DPT 2617-ÖİK:628, Ankara. **Pomza, perlit, vermikülit**

Anonymous, 2001. <http://www.iarc.fr/pageroot/PRELEASES/pr137a.hotmail> **Kayayünü**

Anonymous, 2007a. http://www.mining_eng.org.tr/www/7. **Zeolit**

Anonymous, 2007b. <http://pomzamer.sdu.edu.tr/indextr.htm> **pomza**

Anonymous, 2007c. <http://monographs.iarc.fr/ENG/Monographs/index.php> **Kayayünü**

Anonymous, 2007d. (<http://www.fao.org>). **Yerfistiği**

Aydeniz, A., Brohi, A., 1993. Gübreler ve Gübreleme. Gaziosmanpaşa Üniversitesi Yayınları No:1. Tokat.

Barbarick K.A., Pirela, H. J. (Eds), 1983. Agronomic And Horticultural Uses of Zeolites. Zeo-Agriculture Use in Natural Zeolites of Agriculture. W.G. Pond And F.A. Mumpton Pp.93–103.

Bech, J., Abello, N., Langan, L., Andres, J., 1984. Some Physical And Chemical Properties Of Volcanic Tuft From Olot, Spain. Acta Hort. 150.

Bussell, W.T., Mckennie, S., 2004. Rockwool In Horticulture, And Its Importance And Sustainable Use In New Zealand. New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science, 32:29–37.

Drent, M., Bomans, P.H.H., Suylen, R.J. Van, Lamers, R.J.S., Bast, A., Wouters, E.F.M., 2000. Association Of Man-Made Mineral Fibre Exposure And Sarcoid-Like Granulomas. Respiratory Medicine, 94:815–820.

Flanigen, E.M., 1981; Crystal Structure And Chemistry Of Natural Zeolites. In F.A Mumpton (Ed) Rewiev İn Minerology. Vol 4., Min. Soc. of Amr.

Landis, T.D., 1990. Containers And Growing Media, Vol. 2, The Container Tree Nursery Manual. Agric. Handbk. 674. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture, Forest Service 41–85. (www.hort.cornell.edu)

MacKown, C.T., Tucker, T.C., 1985. Ammonium Nitrogen Movement İn A Coarse Textured Soil Amended With Zeolite. Soil Sci. Soc. Amr. J., 49:235-238.

Padem, H., Alan, R., 1994. The Effects Of Some Substrates On Yield And Chemical Composition Of Peppers Under Greenhouse Conditions. 2.nd ISHS Symposium on Protected Cultivation of Solanacea in Mild Winter Climates. 13-16 April 1993. Acta Horticulturae, 366: 445-451.

Padem, H., Yıldırım, E., Öcal, A., 1998. The Effects Of Apple Juice Waste And Animal Manure On Yield And Yield Components Of Squash. XXVth International Horticultural Congress Benelux, Brussels, 17 August 1998.

Padem, H., Ünlü, H., Takka, İ., 2003. *Agaricus Bisporus* Üretiminde Ağaç İşleme Sanayi Atık Maddeleri Ve Hüyük Asit Uygulamalarının Verim Ve Kaliteye Etkileri. Ekoloji Çevre Dergisi, 46(12):8–12

Pasian, C.C., 2007. Physical Characteristics Of Growing Mixes. Ohio State University Extension Fact Sheet. Horticulture And Crop Science. (www.ohioline.ag.ohio-state.edu).

Resh, H.M., 1981. Hydroponic Food Production. Woodbridge Press Publishing Company, Santa Barbara, California, 93111. USA.

Sevgican, A., 2003. Örtüaltı Sebzeçiliği (Topraksız Tarım), Genişletilmiş II. Basım). Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yayınları No: 526. Ege Üniversitesi Basımevi Bornova İzmir.

Ünlü, H., Ertok, R., Padem, H., 2004. Domates Fidesi Üretim Harcında Zeolit Kullanım Olanakları. V. Sebze Tarımı Sempozyumu Bildirileri. 318-321.21-24 Eylül 2004, Çanakkale.

Varış, S. 1991. Sera Sebzelerinin, Perlit Doldurulmuş Torbalarda Topraksız Yetiştirilmeleri. Trakya Üniversitesi, Tekirdağ Ziraat Fak. Yayınları No: 128, Derleme No: 10.

Weber, M.A., Barbaric, K.A., Westfall, D.G., 1983. Ammonium Adsorption By A Zeolite In Static And A Dynamic System. J. Of Enviromen. Qual., 12:549-552.

Will, E., Faust, J.E., 2007. Growing Media For Greenhouse Production. The University Of Tennessee, Agricultural Extension Service.
(<http://www.utextension.utk.edu/publications/pbfiles/PB1618.pdf>)

3. BÖLÜM

ORGANİK VE BAHÇE ATIKLARININ KOMPOSTLAŞTIRILMASI

Doç. Dr. İbrahim DEMİR
İstanbul Teknik Üniversitesi İnşaat Fakültesi
Çevre Mühendisliği Bölümü
İstanbul Büyükşehir Belediyesi
Çevre Koruma ve Kontrol Dairesi Başkanı

ORGANİK VE BAHÇE ATIKLARININ KOMPOSTLAŞTIRILMASI

1. Giriş

Organik ve bahçe atıklarının bertarafının en ekolojik usulü bunların kompostlaştırılmasıdır. Böylece bu atıklar hem beraraf edilmekte ve geri kazanılmaktadır. Kompost ilavesi ile toprak fiziksel, kimyasal ve biyolojik olarak iyileşmektedir.

2. Kompostun Tanımı ve Tarihçesi

Kompostlaştırma, organik maddelerin *kontrollü çevresel şartlar* altında biyolojik olarak ayrıştırılması ve stabilizasyonu prosesidir. Kompost ise proses sonucu oluşan, stabil, humus benzeri ve toprak şartlandırıcısı olarak kullanılan üründür.

Kompostlaştırmanın tarihçesi Dünya tarihi ile eşittir. Teknolojik olarak kompostlaştırma tarihi İngiliz subayları vasıtasıyla Hindistandan Avrupa'ya oradan da Dünya'ya yayılmıştır.

3. Kompost Olabilecek Atıklar

Bütün organik atıklar uygun şartlarda kompost olabilirler. Sadece kompostlaşma süresi ve elde edilen kompostun kalitesi farklı olabilir. Yaygın olarak kompost yapılan atıklar Tablo 1 de özetlenmiştir.

Tablo 1. Yaygın Olarak Kompost Yapılan Atıklar

Atık Kategorisi	Özel Malzemeler
Yemek Atıkları	Süt, ekme ve diğer unlu mamüller, kahve, bozulmuş kuru yemekler, meyve ve sebze parçaları, yumurta kabukları, hazır yemek atıkları, çürümüş meyve ve sebzeler, deniz ürünü atıkları, çay atıkları ve poşetleri, kalan ve dökülen yemekler
Kağıt	Buruşturulmuş kutular, hazır yemek paketleri, kağıt mendil, ilaç kutuları, ofis kağıtları, meyve suyu ve süt kutuları, kağıt havlu ve peçete, kağıt bardak ve tabaklar, kirli yemek kağıtları, gazete ve diğer kağıt türleri
Kalın Karton/Mukavva	Karton yemek paketleri (pizza kutuları), giyim ve ticari mal kartonları
Park/Bahçe Atıkları	Su bitkileri, çalılar, çamların iğne yaprakları, bahçe atıkları, çim kırpıntıları, yapraklar, küçük dallar, budama atıkları, yabancı otlar
Odun	Kereste parçaları, talaş, yonga ve odun parçaları
Çeşitli Organikler	Biyolojik olarak parçalanabilen zemin süprüntüleri, mısır kabukları ve mısır koçanı, pamuk yumakları, kesilmiş çiçekler, ev bitkileri, hayvanların altına konulan saman ve ot atıkları, hayvan atıkları, çimen parçaları, saman, tekstil ürünleri (pamuklu)

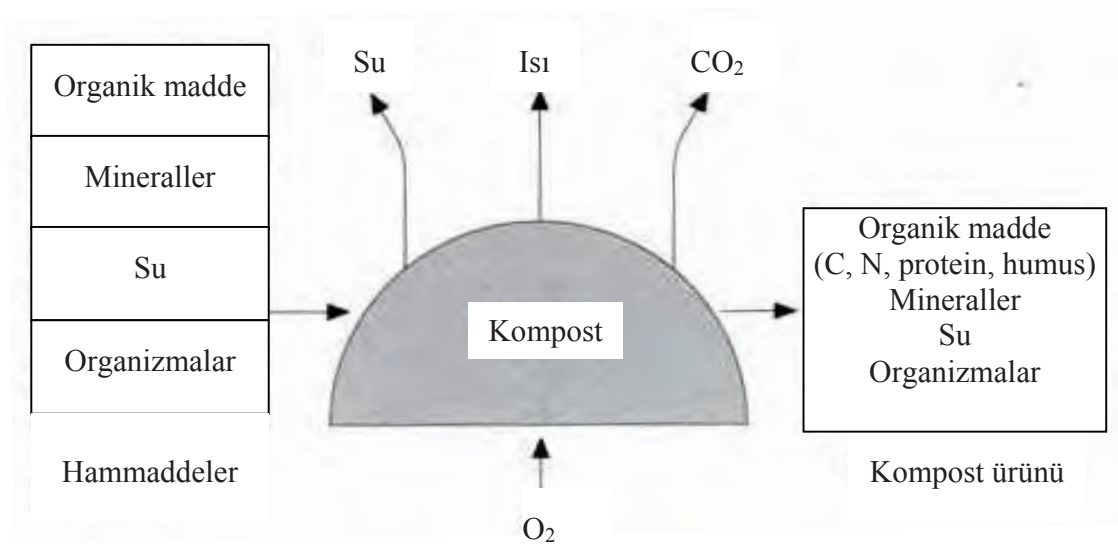
3. Kompostlaştırma Proses Türleri

Organik malzemeler aerobik (havalı) ve anaerobik (havasız şartlarda) kompostlaştırılabilir. Genellikle kompost işleminin denilince havalı kompost anlaşılır ve en yaygın olarak bu usul kullanılır. Bu nedenle bu bildiri de havalı kompost metodları izah edilecektir.

Aerobik kompostlaştırmanın hedefleri şunlardır:

- Biyolojik olarak ayrışabilir organik maddeleri stabil hale dönüştürmek
- Atık hacmini azaltmak
- Patojen giderimi sağlamak
- Koku problemini azaltmak
- Nutrient içeriğini max.seviyede korumak
- Gübre ve toprak şartlandırıcısı olarak kullanılabilen bir ürün elde etmek

Aerobik kompost akım diyagramı Şekil 1 de verilmiştir.



4. Prosesi Etkileyen Çevresel Şartlar

Aerobik kompostlaştırmaya etki eden başlıca çevresel şartlar şunlardır:

- Su muhtevası
- Dane boyutu
- Hava (O₂)
- C/N oranı
- pH
- Sıcaklık

4.1. Su Muhtevası

- M.orglar besinlerini ancak çözünmüş halde alabilirler, reaksiyon ortamı daima nemli olmalıdır.
 - S.M. > %60
 - Partiküller arası boşluklar dolar - oksijen girişi engellenir
 - Sıcaklık düşer - patojen m.orglar canlı kalır
 - Ortam anaerobik hale döner- koku problemi
 - S.M. < % 40
 - M.orglar çoğalamaz, reaksiyon yavaşlar
 - S.M. < % 12.....
 - M.orglar ölür, faaliyet durur.
- Optimum Su Muhtevası % 45-65 (50-55) olmalıdır.
- Arıtma tesisi çamurları (A.T.Ç.) için optimum S.M.
 - Başlangıçta : % 55-60 (WEF)
 - Proses sonunda : % 40-45 (WEF)
- (Eleme açısından - daha kuru olursa toz emisyonlarına neden olur)
- A.T.Ç. 'nın S.M.ları çok yüksek (%75-98)
 - Gözenek malzemesi (Bulking agent) kullanılmalı
 - Gözenek malzemesi organik veya inorganik yapıda olabilir.
 - En çok kullanılan malzemeler;
 - Odun parçaları
 - Ağaç kırıntıları
 - Lastik parçaları
 - Fındık kabukları
 - Taş parçaları
 - Talaş
 - Kompost (geri dönüşüm)

4.2.Dane Boyutu

Dane boyutu azaldıkça mikroorganizmalar daha geniş bir alanda faaliyet gösterirler ve biyokimyasal reaksiyon hızı artar.Dane boyutu çok küçük olursa hacim ağırlığını arttırırlar, gözeneklerin boyutu azalır, havanın yığın içine girişi engellenir, reaksiyon hızı yavaşlar. Evsel katı atıklar gibi maddeler düzensiz şekillere sahiptirler, kompostlaştırılmadan önce ön işlem olarak parçalanmaları ve dane boyutlarının azaltılmaları gerekir.

Mekanik karıştırma ve suni havalandırma yapılan tesislerde dane boyutu, parçalandıktan sonra 1.25 cm. kadar küçük olmalıdır. Doğal havalandırılmalı statik küme ve yığınlarda ise 5 cm'den daha az olmalıdır.

4.3.Hava (O₂)

Kompostlaştırma işlemine

- Biyolojik ayrışma için m.orglara gerekli (Stokiometrik İhtiyaç)
- Su muhtevası yüksek olan maddelerden suyu uzaklaştırmak için

- Proses sıcaklığını kontrol edebilmek , fazla ısıyı gidermek amacıyla hava verilir.

- Oksijen ihtiyacı atığın su muhtevasına bağlı olarak değişir. Düşük su muhtevasında daha çok serbest hava boşluğu bulunur bu ise daha iyi havalanma sağlar.Gözenek boşluğu, havanın partiküllere doğru geçişini sağlar.

3 temel havalandırma metodu vardır:

- Doğal havalanma
- Atığın fiziksel olarak çevrilmesi
- Cebri (Basınçlı,vakumlu) havalandırma
 - Teorik olarak anaerobik şartların oluşumunu engellemek ve sıcaklığı kontrol altında tutabilmek için atığa hacimce % 12-20 arasında olacak şekilde hava vermek gerekir.
 - Fazla ısıyı uzaklaştırmak için gereken Hava miktarı aerobik şartları sağlamak için gerekenden yaklaşık 9 kat daha fazladır.
 - Cebri havalandırmada havalandırma borularının etrafı ile sıcak ortamlarda yüzey çok kurumakta veya yüzey yağışlardan dolayı çok ıslanmakta ve havalandırma borusunun etrafı kurumaktadır. Buna bağlı olarak yığınınadaki çevresel şartlar bozulmakta ve kompost kalitesi düşmektedir. Çaresi; Karıştırmak

4.4.C/N Oranı

Mikroorganizmalar için en önemli besi elementleri C,N,P ve K dur. Kompostlaştırma işleminde C/N oranı çok önemlidir. Çünkü C temel enerji kaynağıdır. Azot ise yeni hücre sentezi için zaruri temel besi elementidir.C'nun büyük bir kısmı m.orgların metabolik faaliyetleri sonucu CO₂ 'ye oksitlenir, kalan C yeni hücre sentezinde kullanılır. Her biyolojik reaksiyon gibi kompostlaştırma işlemlerinde de azottan daha fazla C gereklidir.

- C/N oranı *büyük* olan kompost toprağa verilirse, mikroorganizmalar çoğalmaları için gereken azotu topraktan alırlar – toprak N bakımından fakirleşir
- C/N oranı *küçük* olan kompost toprağa verilirse, N, NH₃ halinde topraktan uzaklaşır yani azot bakımından fakirleşme oluşur. Fazla azot bitkiler için zararlıdır.
- Uygun C/N oranı : **20/1 – 30/1**
- Arıtma tesisi çamurlarında C/N oranı genellikle çok düşük (6/1-8/1)
- C/N oranını ayarlayabilmek için katkı malzemeleri kullanılır

C bakımından zengin katkı malzemeleri...

- Saman ve diğer bitkisel atıklar
- Talaş
- Kuru yaprak döküntüleri
- Hurda kağıt
- Ağaç yongaları

N bakımından zengin katkı malzemeleri...

- Yeşil yapraklar
- Çim artıkları
- Hayvan gübresi
- Mutfak artıkları
- Atıksu arıtma tesisi çamurları

- Gözenek malzemesi ile katkı maddesi arasındaki en büyük fark, gözenek malzemesinin proses sonunda geri kazanılabilmesi fakat katkı maddesinin atıkla bütünleşerek kompost haline dönüşmesidir.

4.5. pH

Mikrobiyolojik faaliyet için optimum pH : 6.5-8.0 aralığıdır. Proses sonunda, atığın pH'ından bağımsız olarak 7.5-8.0 değerlerine ulaşılır. Aktif kompostlaştırma periyodunun ilk birkaç günü içinde pH düşer. (pH: 4-5). Asit bakterilerinin organik maddeleri parçalaması sonucu organik asit oluşur. Mantarlar düşük pH'ta baskın hale gelir, asidik bileşikleri substrat olarak kullanırlar - pH 8-8.5 değerlerine tekrar yükselir. Soğuma kademesinde yavaş yavaş düşen pH değeri olgunlaşmış kompostta 7-8 değerine ulaşır. Genellikle prosesin doğal tamponlama kapasitesi özelliği nedeniyle pH ayarlamasına gerek duyulmaz.

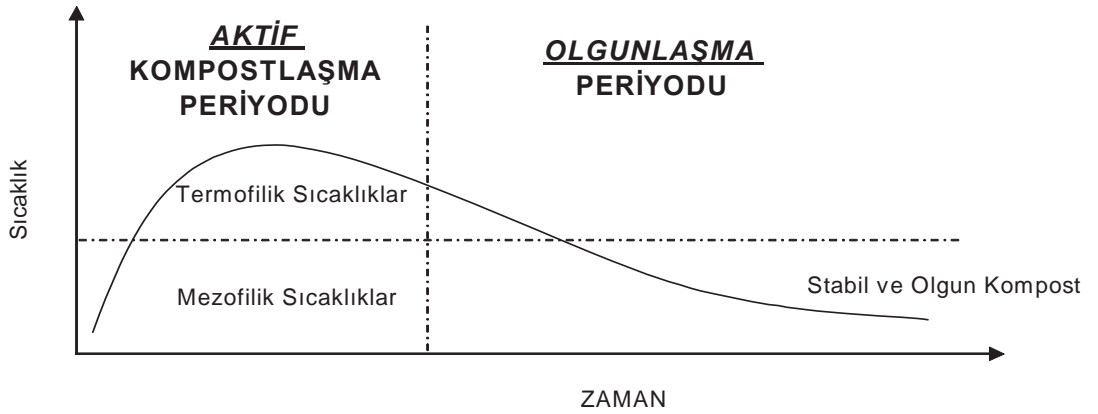
4.6. Sıcaklık

Organik maddenin mikroorganizmalar tarafından ayrıştırılmasını ve kalitesini etkileyen en önemli faktörlerden biriside sıcaklıktır. Ayrışma olayı sonunda ortaya çıkan enerjinin bir kısmı yeni hücrelerin yapımında kullanılırken bir kısmı da ısı olarak açığa çıkar. Üretilen ısı kütlenin sıcaklığını artırır.

Proses sırasında iki sıcaklık fazı etkilidir:

- Mezofilik (20-45 0C)
- Termofilik (>45 0C)

Sıcaklık ve zamana bağlı olarak kompostlaştırma prosesi Şekil 2 deki gibi tanımlanabilir.



Ekzotermik proses:

- Mezofilik sıcaklıklar , < 45°C
- Termofilik sıcaklıklar , < 45 °C
- *Aktif kompostlaştırma* periyodunda
 - Kolay ayrışabilen maddeler,
 - Patojenler giderilir

- Olgunlaşma periyodunda
- Zor ayrışabilen maddeler (Yağ asitleri, v.s.) ayrıştırır.

Sıcaklık değişimine bağlı olarak proses sürecinde çeşitli mikroorganizmalar görev alır. Reaksiyonun ilk bölümünde mezofilik bakteriler yer alır. Sıcaklık arttıkça termofilik bakteriler çoğalır. Çok yüksek sıcaklıklarda (>75°C) m.orglar spor yapma safhasına geçerler, proses yavaşlar (istenmeyen bir durum). Patojen m.org giderimi 55-60 °C aralığında gerçekleşir. Kolay ayrışabilir maddeler oksitlendikten sonra mikrobiyolojik faaliyet yavaşlar, sıcaklık azalır,olgunlaşma periyodu başlar.

4.6.Mikrobiyoloji

Kompostlaştırma proseslerinde tek hücreliden solcan ve böceklere varıncaya kadar geniş bir yelpazede yer alan canlılar görev alır. Reaksiyonda bakteriler, aktinomisetler, mantarlar, protozoalar, solucanlar vb. organizmalar yer alır.

Kompostlaştırmada hakim tür, sıcaklığa, su muhtevasına, ortamda oksijen olup olmamasına bağlıdır. Bakteriler çok değişik çevre şartlarında, değişik sıcaklık ve nem aralıklarında yaşayabilir. Mantarlar düşük sıcaklık ve geniş bir pH aralığında hızla çoğalırlar. Selüloz ve hemiselülozun ayrıştırılmasında etkililer. Aktinomisetler 30-40oC’de daha aktiftirler. Selüloz, yağ, fenol ve lignini indirgerler. Protozoalar bakteri ve mantarlarla beslenirler. 40oC üzerinde ölürler. Başlangıç safhasında mezofilik bakteriler hakimdir. Sıcaklığın yükselmesi ile termofilik bakteriler baskın hale gelir. Son safhada aktinomisetler ve solucanlar ortaya çıkar. Bazı durumlarda aşı olarak kompost kullanılarak reaksiyon hızlandırılır. Kompostlaştırmada etkili canlı türleri Şekil 3 de gösterilmiştir.

5. Kompostlaştırma metodları

Bütün kompost metodların esası yeterli miktarda ve özellikle organik maddenin uygun çevresel şartlar altında tutulmasıdır. Yeterli düzeyde havalandırmak en önemli faktördür. Bu arada homejenlik sağlamak için karıştırmak ve su muhtevasını ayarlamak gerekli süreyi azaltmakta ve kompost kalitesini yükseltmektedir.

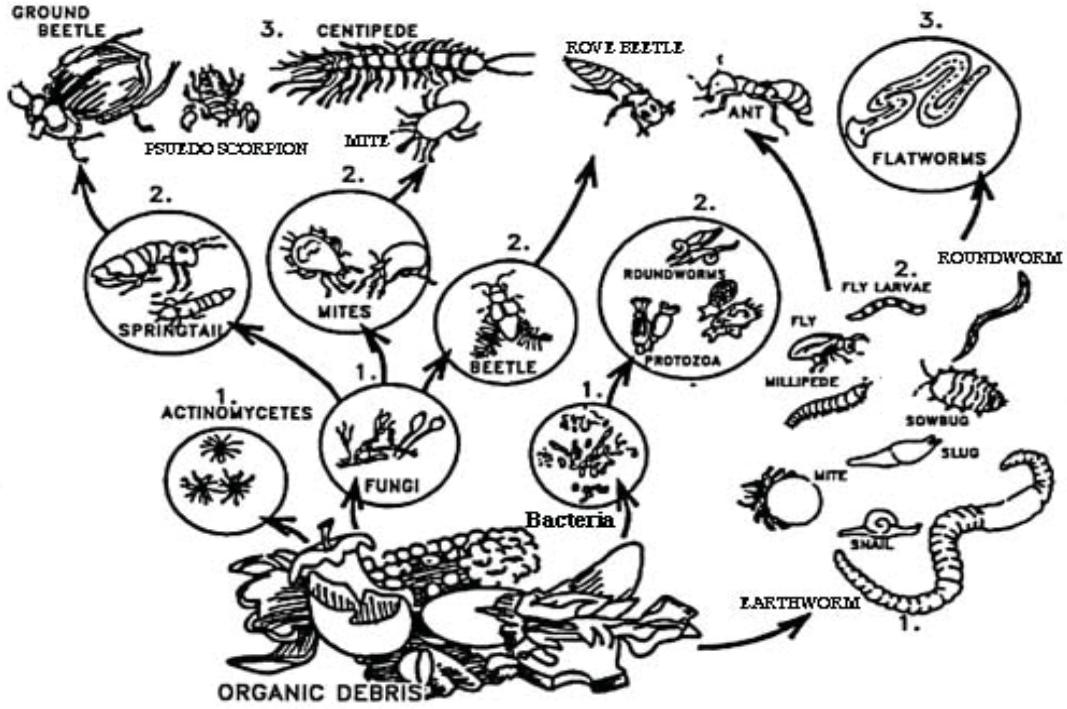
5.1. Bahçe kompost metodları

5.2. Basit Metodlar.

- a- Statik yığın metodu
- b- Karıştırmalı yığın metodu
- c- Havalandırmalı yığın metodu
- d- Havalandırmalı-karıştırmalı tığın metodu
- e-Solcanla kompostlaştırma

5.3. Mekanik metodlar

- a- Tünel metodu
- b- Döner tambur metodu
- c- Biriket metodu
- d- Konteyner metodu
- e- Kule metodu v.s.



Şekil 3. Kompostlaştırmada Etkili Olan Canlılar

6. Kompostun Kalitesi

Kompost kalitesi mikrobiyal ve kimyasal özelliklere göre değişir.

Patojen mikroorganizma...

- EPA, Class A

- Salmonella sp.bakterisi < 3 EMS/ 4 g kuru madde

veya

- Fekal koliform < 1000 EMS/ g kuru madde)

- EPA, Process to Further Reduce Pathogens

- Reaktör sistemlerinde ve havalandırılmalı statik yığında min.3 gün $\geq 55^{\circ}\text{C}$

- Karıştırılmalı statik yığında min. 15 gün $\geq 55^{\circ}\text{C}$

Nütrient içeriğibakımından

C/N oranı < 15 ise stabilizasyon tamamlanmıştır

Kompostun kullanım alanları şunlardır:

- Tarla, bahçe uygulamaları, seralar, fidanlık
- Golf sahaları, parklar ve oyun alanları
- Eski maden ocaklarının rehabilitasyonu
- Erozyon kontrolü
- Koku kontrolü – *Biyofiltre*
- Düzenli depolama alanlarında üst örtü

Kompostun faydaları şunlardır:

- Depolanabilir bir ürün elde edilmesi
- Elde edilen ürünün tarımda, bahçecilikte kullanılması

- Atıktaki patojen m.orgların giderilmesi
- Düzenli depolama sahalarına gidecek miktarın azaltılması
- Erozyon kontrolü
- Zeminin boşluk hacmini arttırması,havalanmayı kolaylaştırması,su tutma kapasitesini arttırması
- Zor işlenen toprakların kolay işlenir hale getirilmesi
- Suni gübre tüketiminin azaltılması

7. Kompostun Faydaları

7.1.Belediyelere faydaları

Belediyelerde oluşan kentsel organik katı atığın kompost tesislerinde komposta dönüştürülmesinin ekonomik ve çevresel yararları aşağıda verilmektedir.

- Katı atığın bertarafında kullanılan diğer yöntemlerle karşılaştırıldığında maliyetinin düşük olması
- Çevresel zararların en aza indirgenmesi (kirletici hava emisyonlarının ve yeraltı suyunun kirlenmesinin önlenmesi)
- Belediyeler, tatil yerleri, yeşil alanlar ve tarımsal alanlarda kullanılacak organik ve temiz bir ürün elde edilmesi
- Oluşan atıkların yeniden kullanımı ile toplum için potansiyel bir kazanç oluşturması

Böylece katı atıkların komposta dönüştürülerek topraklarda uygulanması ile topraktan gelen organik maddelerin tekrar toprağa iadesi sağlanabilmektedir.

7.2. Kompostun kullanıcılarına faydaları

Kompost toprağın havalanmasını, drenajını ve su tutma kapasitesini düzenlemektedir. Ayrıca kompost, besin maddelerini yüksek özümleme kapasitesinden dolayı, toprağın iyon değişim kapasitesini arttırır. Kompost tohum çimlenmesini, ürünün mahsul değerini ve kalitesi ile toprak neminin tutulmasını arttırıp ve gübre kullanımını azaltarak ekonomik olarak fayda sağlamaktadır. Ayrıca toprağın susuzluğa olan direncini arttırması, erozyon kontrolünü sağlaması, böcek ilacı (pestisit) kullanımını azaltması kompostun diğer üstün özellikleridir. Bazı kompostlar, bünyelerinde doğal olarak bulunan mantar ve diğer faydalı organizmalar sebebiyle bitkinin zarar görmesini engellemektedir. Sonuç olarak, kompost kullanımı, organik tarımın artırılması, maliyetlerin düşürülmesi ve üründe oluşabilecek zararlara karşı ekolojik çözüm imkanlarını sağlamaktadır.

7.3. Tarımsal faydaları

Kompostlaştırma çiftçilere toprağı zenginleştirme şansı tanıyan bir biyolojik ayrışma türüdür. Başlıca faydaları aşağıda verilmiştir.

- Zirai ürün atıkları ve çiftlik hayvanlarının dışkıları için verimli bir geri dönüşüm metodudur.
- Depolanan dışkının nem, ağırlık ve hacmi azalır.
- Dışkı ve diğer tarımsal yan ürünlerde sinek, yabancı ot ve koku problemi azalır.
- Su kaynaklarına sızması ihtimali daha az olan, daha kararlı bir azot yapısı elde edilir.
- Son üründeki bitkiye yararlı besin maddeleri daha yavaş salınır.

Çiftliklerde kompost kullanımının birçok tarımsal ve çevresel faydaları vardır. Yoğunluğu yüksek (sert, kıraç) topraklarda hacim artırıcı olarak görev yapar ve süzülme hızını artırarak erozyona sebep olan yüzeysel akışı azaltır. Çiftçiler kompostu toprağa düzenli olarak uygulayarak verimli bir karışım sağlayabilirler. Su kalitesiyle ilgilenen birçok çevre kurumu günümüzde çiftliklerde ve gıda proseslerinde oluşan organik yan ürünlerin kompostlaştırmayla geri dönüşümünü teşvik etmektedir.

Çiftliklerde kompost üretmek ve tarımsal topraklara uygulamak, daha sürdürülebilir gıda üretim sisteminin bir parçasıdır. Amerika'da 8000'den fazla çiftlik, hayvan ölümlerini, dışkılarını, ürün atıklarını, şehir veya endüstriden aldıkları bazı organik maddeleri kompostlaştırmaktadır. Çiftlikte kompostlaştırma işlemlerinin en az %75'i kümes hayvan ölümlerinin kompostlaştırılması tarzında yapılmaktadır.

8. Kompost Kullanımları

Kompostun tarım, bahçe ve orman alanlarında çeşitli kullanımları vardır. Tarla ürünleri, orman fideleri, sera ürünleri ve seralarda yetiştirilen fidanlık bitkileri, çiçekler ve şifalı bitkilerin üretiminde kompost yaygın olarak kullanılmaktadır. Kompost tarımsal toprağın organik madde içeriğinin ve verimliliğinin korunmasında; terk edilmiş maden ocakları gibi alanlarda toprağı tarıma elverişli hale getirmede; bahçe düzenlemelerinde; erozyon etkisinde olan bölgelerde filtreleme görevinde ve fazla eğimli bölgelerde veya arazi doldurulması gereken yerlerde örtü toprağı olarak kullanılabilir. Toprak ve arazide bitkisel örtü kullanımlarında komposttaki mantar önem taşımaktadır. Kompostun toprakta kullanılmasından önce organizma, haşere, yabancı ot üremelerini engelleyecek işlemlerden geçirilmeleri gerekebilir. Kompostun son olarak, çiftlik hayvanlarına yatak (altlık) olarak ve biyofiltrelerde kullanılmaktadır. Okullar, parklar ve oyun alanlarında bitkilerin gelişimini kuvvetlendirmek için de kompost kullanılmaktadır. Bozulmuş ve zarar görmüş toprakların iyileştirilmesinde (biyoremediasyon) kompost kullanımı oldukça ekonomik görülmektedir. Tahrip edilmiş ormanlarda, orman yangınlarında ve toprak kaymalarında, kompost yeni bitki örtüsü oluşumuna yardım etmekte, yamaç stabilizasyonu sağlamakta ve erozyonu azaltmaktadır.

4. BÖLÜM

PEYZAJ UYGULAMALARINDA TORF KULLANIMI VE TORFLARIN GENEL ÖZELLİKLERİ

Doç. Dr. Doğanay TOLUNAY
İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi
Toprak İlimi ve Ekoloji Anabilim Dalı

PEYZAJ UYGULAMALARINDA TORF KULLANIMI VE TORFLARIN GENEL ÖZELLİKLERİ

Doç. Dr. Doğanay TOLUNAY
İ.Ü. Orman Fakültesi
Toprak İlimi ve Ekoloji Anabilim Dalı

1. GİRİŞ

Ülkemizde son 10-20 yıl içinde yeşil alan ve bahçe düzenlemeleri, başka bir ifadeyle peyzaj uygulamaları önem kazanmaya başlamıştır. Ülkemiz topraklarının genellikle killi ve kireçli olması sebebiyle yeşil alan düzenlemelerinde kullanılan toprakların ıslah edilmesini gerektirmektedir. Ayrıca peyzaj uygulamalarında genellikle arazi tesviyesi için mevcut toprak yerine, başka yerlerden hafriyat sonucunda elde edilmiş toprakların getirilmesi de yaygınlaşmıştır. Dışarıdan getirilen bu toprakların da peyzaj uygulamaları için çok uygun olmaması (organik maddece fakir, killi, alkali vb), yine ıslah edilmeleri zorunluluğunu doğurmaktadır. Gerek düzenleme yapılacak alanlarda mevcut topraklara, gerekse dışarıdan getirilen topraklara çeşitli fiziksel ve kimyasal özelliklerinin ıslahı için kum, organik madde (ahır gübresi, kompost vb), torf gibi materyaller karıştırılmaktadır.

Torf, gerek peyzaj uygulamalarında, gerekse fidan harcı olarak kullanılan karışımlarda en fazla tercih edilen materyallerdendir. Ancak kullanılan torflar yerli, ithal ya da siyah, beyaz torf gibi çok farklı özelliklere sahip olabilmektedir. Peyzaj uygulamalarında kullanılan torfların özelliklerinin çok farklı olması ve torf hakkında bilgi eksikliği hem beklenen faydanın sağlanamaması, hem de ekonomik kayıplara yol açmaktadır. Bu sebeple bu çalışmada hem torflar hakkında bilgi verilmesi, hem de peyzaj uygulamalarında kullanımları hakkında çeşitli öneriler getirilmesi amaçlanmıştır.

2. TORF NEDİR?

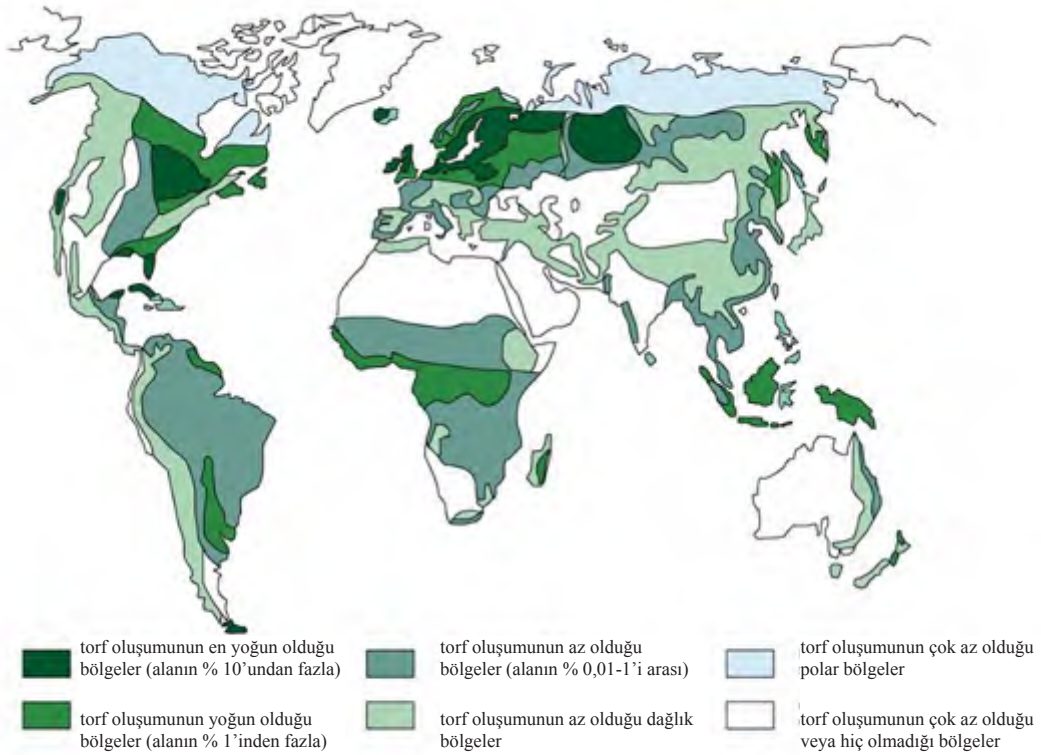
Torf veya turba, turbalık adı verilen su fazlalığı (yağışlar veya toprak suyu kaynaklı) sebebiyle sürekli olarak ıslak veya çok nemli olan yetişme/yaşama ortamlarında biriken organik maddelerdir. Turbalık, “yarı humuslaşmış organik artıkların su içerisinde yığılmasından oluşan ve üzerinde karakteristik ve ağaç bakımından fakir bir vejetasyon örtüsü taşıyan oluşumlardır” şeklinde tanımlanmaktadır (Irmak, 1947). Fitzpatrick’e (1971) atfen Çaycı (1989) torfu “anaerobik şartların hakim olduğu alanlarda kısmen ayrılmış bitki ve hayvan artıklarının yüzeyde birikimi sonucu oluşmuş bir toprak katmanıdır” şeklinde açıklamaktadır. Benzer şekilde Uluslararası Torf Derneği (International Peat Society) tarafından torf, “oksijenin yetersiz olduğu, su ile doymuş alanlarda biriken az yada çok ayrılmış bitkisel artıkların (humus) oluşturduğu heterojen bir karışım” olarak kabul edilmektedir (<http://www.peatsociety.org/>)

FAO sınıflandırmasına göre torflar, histosoller grubunda yer almaktadır (FAO, 2001). Buna göre histosoller en az 40 cm veya daha kalın bir organik madde birikiminin olduğu, toprak içindeki organik madde oranının ağırlık olarak % 20’den, hacim olarak ise % 30-35’ten fazla olduğu organik toprak materyalleridir. Dolayısıyla organik maddece zengin bir toprağın torf olarak kabul edilebilmesi için içinde en az ağırlıkça % 20 oranında organik madde bulunması gerekmektedir.

Torf lar pek çok alanda kullanılmaktadır. Özellikle yakacak olarak kullanımı yaygındır. Zira torflar bir bakıma genç kömürler olarak adlandırılabilir. Üst üste yığılarak biriken bitkisel artıklar içinde buldukları ıslak koşulların içinde ayrışır lar ve çeşitli kimyasal değişikliklere uğrarlar, zamanla kömürleşirler. Ayrıca son yıllarda bitkisel üretim (hortikültür) amaçlı kullanımları da artmıştır.

3. TORF OLUŞUMU ve SINIFLANDIRILMASI

Sulak yerleri seven bitki türlerinin geniş ölçüde yetişip gelişmelerine uygun olan yetişme ortamı şartlarının hakim olduğu her yerde torf oluşabilir (Irmak, 1947). Genellikle Kuzey Avrupa ve Kanada gibi soğuk ve nemli iklim şartlarının hakim olduğu yerlerde oluşmasına rağmen, tropikal ve subtropikal iklim şartlarının söz konusu olduğu bölgelerde ve dağlık alanlarda da torf oluşabilmektedir. Çok farklı oluşum şekilleri olmasına rağmen torf oluşumu genellikle göl vb sulak alanların çevresinde (sazlar, çeşitli ağaç türleri gibi) veya içinde (nilüferler gibi) yaşayan bitkilerin artıklarının bu göllerin kenarlarında birikmeye başlaması ve yavaş yavaş göl aynası da denilen su yüzeyinin daralması, hatta zaman içinde gölün tamamen dolması şeklinde olur. Duruma göre bu bitkisel artıklarla birlikte çevreden erozyon sonucunda taşınan toprakta birikebilir. Torf oluşumu üzerinde özellikle iklim şartları önemlidir ve soğuk/nemli iklim şartlarında yada ılıman/nemli iklim şartlarında oluşum şekilleri farklı olabilmektedir (Şekil 1).



Şekil 1. Dünya üzerinde torf oluşumunun gerçekleştiği bölgeler

(Kaynak: Succow ve Jeschke'e (1990) atfen <http://de.wikipedia.org/wiki/Bild:Moorverbreitung.png>)

Şekil 1'den dünyanın geniş bir bölümünün torf oluşumu için uygun şartlara sahip olduğu gibi sonuç çıkarılabilir, ancak tüm dünyada 4 milyon km² kadar turbalık bulunmaktadır. Bu değer tüm karasal alanların yaklaşık % 3'ü kadardır (Tablo 1). Dünya üzerinde torf üretimi en fazla Finlandiya'da yapılmaktadır. Daha öncede değinildiği gibi ülkemizde pek bilinmese de torflar bitki üretimi yanında yakacak olarak da kullanılmaktadır (Tablo 2)

Tablo 1. Dünyadaki torf alanlarının kıtalara göre dağılımı (km²)

Avrupa	515 000	İsveç, Finlandiya, Norveç, İngiltere, Rusya, İrlanda
Afrika	58 534	Uganda, Kongo, Zambiya
Asya	1 523 287	Rusya, Güneydoğu Asya
Avustralya	8 009	
Amerika	2 050 746	Kanada, Alaska, Peru, Brezilya

(Kaynak: <http://www.peatlandsni.gov.uk/formation/global.htm> değiştirilerek)

Tablo 2. Yakacak ve bitkisel üretim amaçlı olarak torf üretiminin ülkelere göre değişimi

Ülke	Enerjide Kullanım	Bitki Yetitiriciliğinde Kullanım	Toplam
Beyaz Rusya	10 281	764	11045
Kanada	0	10317	10317
Çek Cumhuriyeti	0	171	171
Estonya	2955	3484	6439
Finlandiya	23483	2420	25903
Almanya	0	9473	9473
Macaristan	0	212	212
İrlanda	13959	2400	16359
Litvanya	1189	819	2008
Norveç	0	120	120
Polonya	0	750	750
Rusya	11283	1115	12398
İsveç	2700	1400	4100
Ukrayna	1758	315	2073
Güney Afrika	0	42	42
Birleşik Krallık	40	2500	2540
ABD	0	1421	1421
Toplam	67648	37723	105371

(Kaynak: <http://www.peatmoss.com/pm-harvest.php>)

Torfların oluşumunda başta iklim olmak üzere, yeryüzü şekilleri, hidrolojik özellikler gibi farklılıklar olduğundan sınıflandırılmalarında da farklı yaklaşımlar bulunmaktadır.

Turbalıklar, hidrolojik ve ekolojik olarak veya mineral madde rejimine göre sınıflandırılmaktadır. Ayrıca turbalıklarda biriken ve torfu oluşturan bitki türlerine yada turbalıklarda biriken bitkisel artıkların oluşturdukları topografik yapıya göre de sınıflandırma yapılabilmektedir. En çok kullanılan sınıflandırma şekilleri bitki türleri ile topografyaya göre yapılan sınıflandırmadır.

3.1. Turbalıkların Topografik Şekline Göre Sınıflandırılması

Göl ve benzeri sulak alanların bitki artıkları ile dolması sonucunda oluşan yeni yeryüzü şekline bağlı olarak yüksek ve alçak turbalıklar şeklinde yapılan sınıflandırmadır. Ayrıca bu iki turbalık sınıfı arasında yer alan ve geçiş turbalığı olarak adlandırılan bir turbalık tipi daha bulunmaktadır. Torfların oluşumunda özellikle iklimatik ve hidrolojik koşullar son derece önemlidir. Bu özellikler torfları oluşturan bitki türlerinin de farklı olmasını sağlamaktadır.

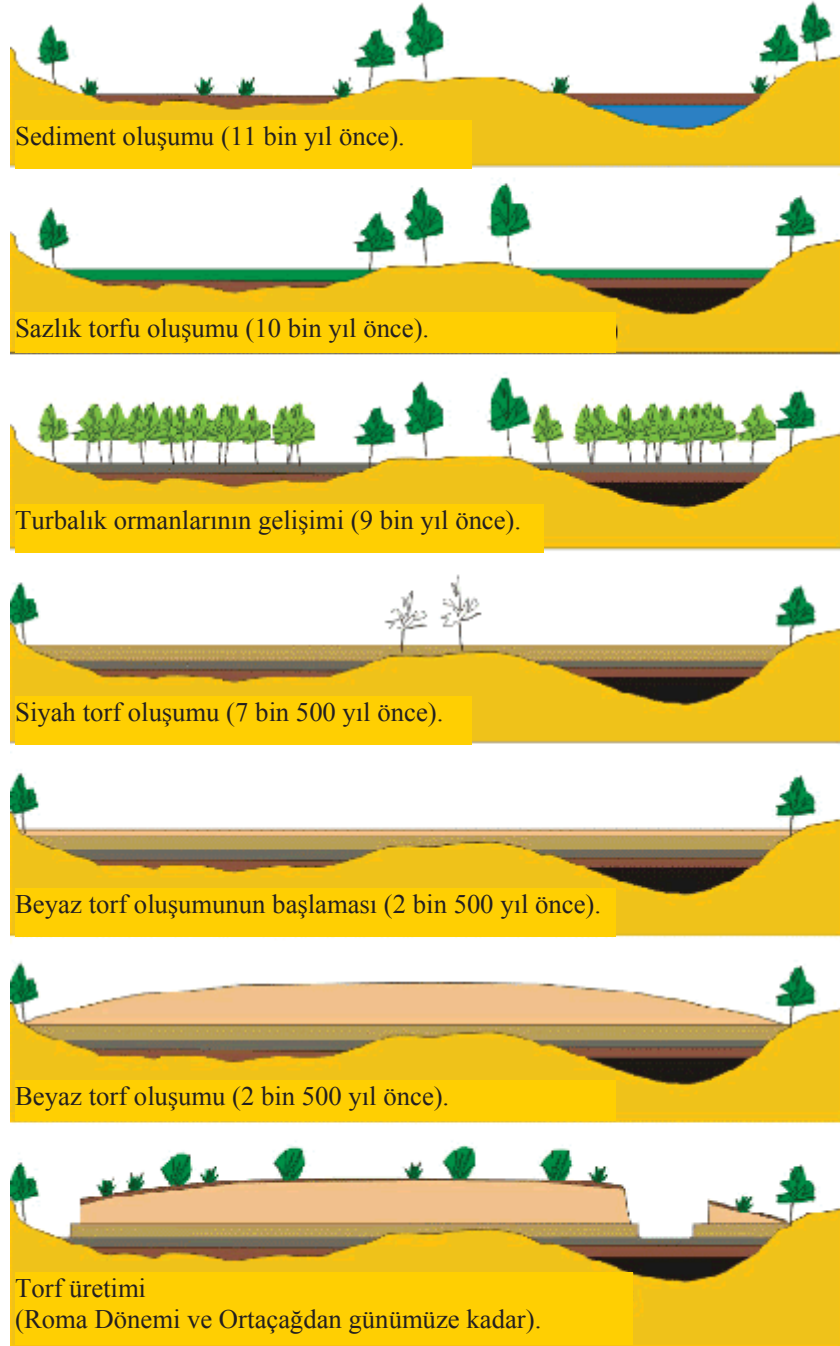
Yüksek turbalıklar; yağışın, yüzeysel akış ve buharlaşmadan fazla olduğu, yıl içinde düzenli dağılım gösterdiği alanlarda oluşur. Dolayısıyla yüksek turbalıklar serin ve nemli iklim koşullarının hakim olduğu Kuzey Avrupa ve Kanada gibi bölgelerde yaygın olarak bulunmaktadır. Yüksek turbalıklarda Sphagnum gibi bazı yosun türleri yaşayabilmektedir. Bu yosun türleri ortada yüksek, çevrede alçak bir kütle halinde yaşar ve gelişirler. Bundan dolayı yüksek turbalık olarak isimlendirilmişlerdir. İrlanda ve diğer kuzey Avrupa'da oluşumları son buzul çağına dayanmaktadır. Günümüzden 10 bin yıl önce son buzul çağına sona ermesiyle birlikte, eriyen karlar çukur alanlarda birikmeye başlamıştır. Böylece buzul gölleri oluşmuştur. Bu aşamadan sonra günümüze kadar devam eden yüksek turbalık oluşumu aşağıda verilmiş olup, aynı zamanda Şekil 2'de açıklanmıştır (<http://moorschutz.de/wientstehen-moore.html>).

- Buzul göllerinin organik maddece zengin sedimentle dolmaya başlaması (11 bin yıl önce).
- Saz benzeri bitki türleri ile bu göllerin tamamen dolması ve sazlık (Carex) torfu oluşumu (10 bin yıl önce)
- Sazlık torfu üzerinde çeşitli orman ağacı türlerinden oluşan "turbalık ormanı" gelişimi (9 bin yıl önce)
- Turbalık ormanlarının ölmesi ve siyah torf oluşumu (7 bin 500 yıl önce)
- Siyah torf üzerinde, bazı yosun türlerinin (Sphagnum vb) yetişmeye başlaması ve beyaz torf oluşumunun başlaması (2 bin 500 yıl önce)
- Roma döneminden günümüze kadar turbalıkların işlenmesi

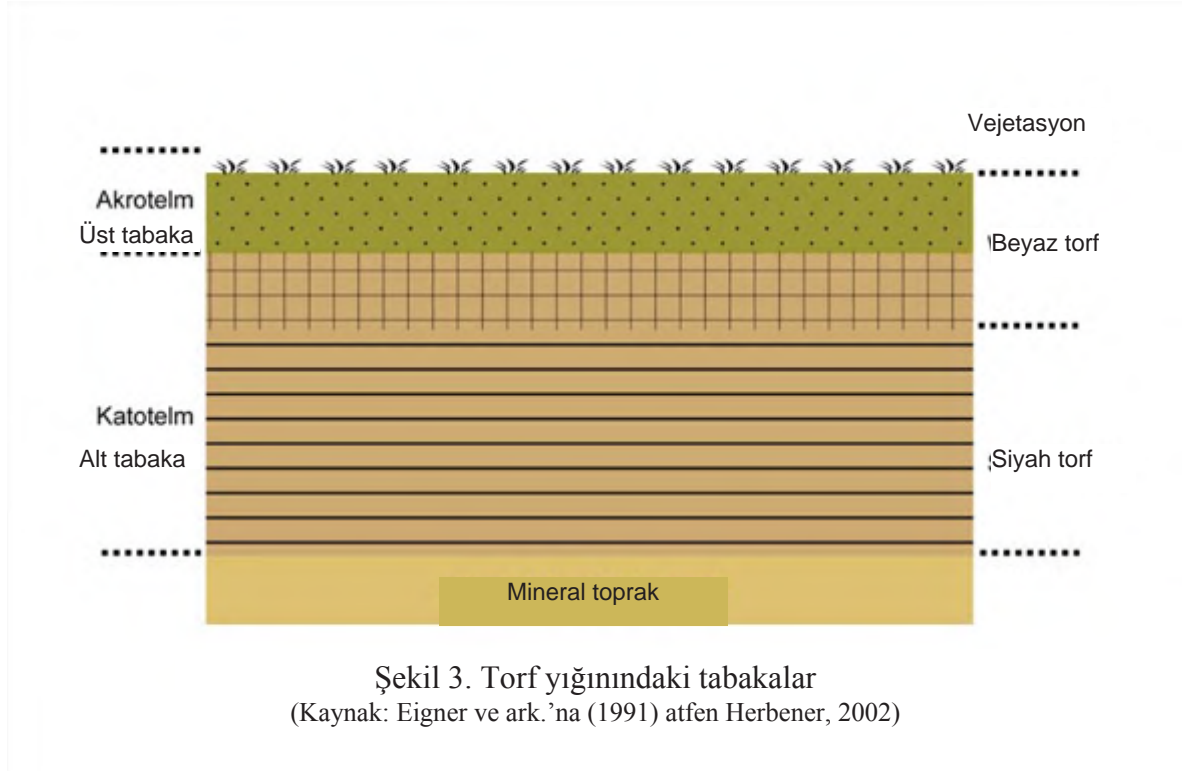
Yukarıda da açıklandığı üzere yüksek turbalıkların oluşumu binlerce yıl sürmektedir. Yapılan hesaplamalara göre yaklaşık olarak yılda 1 mm kalınlığında bir torf oluşabilmektedir.

Yüksek turbalıklar mineral maddelerce fakir (oligotrof) sularda oluşmaktadır. Buzul gölleri bu açıdan son derece elverişlidir. Derin buzul göllerinin dolması sonucunda biriken bitkisel artıkların soğuk ve nemli iklim koşullarında tam olarak ayrışmaması ya da ayrışma ürünlerinin suyla taşınması sonucunda besin maddesi açısından son derece fakir yetiştirme ortamı koşulları oluşur. Bu koşullarda ancak besin maddesi açısından oldukça kanaatkar olan Sphagnum gibi bitki türleri yaşama olanağı bulabilir. Yüksek turbalıklarda yaşayan bitkiler besin maddesi ihtiyacını sadece havadan ve yağışlarla gelen besin maddelerinden sağlarlar. Bu bitkilerin taban suyu veya mineral toprakla teması yoktur.

Yüksek turbalıklar, turbalığın en üst tabakası olan ve vejetasyon tabakasını da içine alan üst tabaka (akrotelm) ve bu tabaka ile mineral toprak arasındaki alt tabaka (katotelm) olmak üzere iki tabakaya ayrılmaktadır. Üst tabakada bitkilerin gelişmesi ve ölmesi ile organik madde birikimi olur. Bu tabakaya torf oluşum horizonu da denilmektedir. Alt tabaka su ile doymuş olduğundan biyolojik aktivite son derece zayıftır. Yüksek turbalıklarda üst tarafta yer alan ve genellikle yosunlardan oluşan açık renkli tabakaya beyaz torf ismi verilmektedir. Beyaz torf henüz tam olarak ayrışmamış olup, bitki artıklarının yapısı belli olmaktadır. Beyaz torf tabakasının altında koyu veya siyah renkli, çok iyi ayrışmış, siyah torf olarak adlandırılan tabaka bulunmaktadır (Şekil 3).



Şekil 2. Torf oluşum süreçleri (Kaynak: <http://moorschutz.de/wie-entstehen-moore.html>)



Şekil 3. Torf yığınınındaki tabakalar
(Kaynak: Eigner ve ark.'na (1991) atfen Herbener, 2002)

Alçak turbalıklar mineral maddelerce ve özellikle kalsiyumca zengin (eutrof) sularda besin maddesi istekleri yüksek bitkilerin fazla miktarda yetişerek birikmesi sonucunda oluşurlar (Irmak, 1947). Alçak turbalıkların yüzeyi düz olup buralarda yetişen söğüt, kızılağaç, *Carex*, *Hypnum*, *Typha*, *Phragmites* gibi türlerin artıklarından teşekkül etmişlerdir (Kantarıcı, 2000).

Dünyada bitki yetiştiriciliğinde en çok kullanılan ve tercih edilen torf türü yüksek turbalıklardan elde edilen beyaz torf olarak adlandırılan torftur.

Alçak ve yüksek turbalıklardan üretilen torfların arasında önemli farklar bulunmaktadır. Bu farklar Tablo 3'te gösterilmiştir.

Tablo 3. Alçak ve yüksek turbalıkların çeşitli özellikleri açısından karşılaştırılması

	Alçak Turbalık	Yüksek Turbalık
Coğrafi dağılım	Tüm dünya nemli alanlar	Boreal nemli alanlar
Topografik yüzey	Konkav-düz	konveks
Torf derinliği	Sığ	derin
pH	4-9	3,5-4,5
Besin kaynağı	Tabansuyu-atmosfer	atmosfer
Verimlilik	Düşük-yüksek	Düşük
Ayrışma	Yüksek	Düşük
Bitki çeşitliliği	Düşük-yüksek	Düşük

(Kaynak: Davis ve Anderson, 1991)

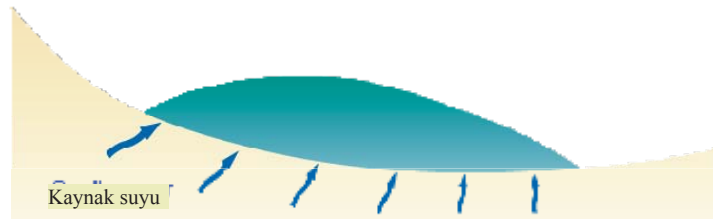
3.2. Turbalıkların Hidrolojik Özelliklerine Göre Sınıflandırılması

Turbalıkların hidrolojik açıdan sınıflandırılması, ıslaklığa veya suyun sürekli bulunmasına yol açan ve böylece turbalıkları oluşturan bitkilere besin sağlayan su kaynağına göre ikiye

ayrılmaktadır. Buna göre (1)toprak suyu ile beslenen ve (2) sadece yağmur suyu ile beslenen torf tipleri olarak bir sınıflandırma yapılmaktadır.

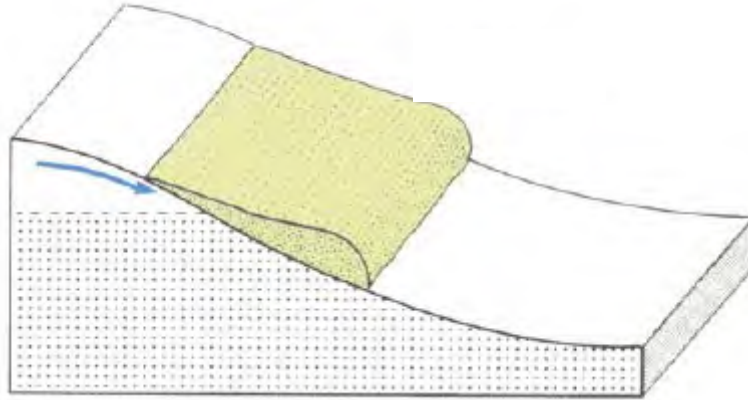
Turbalıkların ıslaklığını sağlayan ve besin maddesi akımının gerçekleştiren su kaynağının topraktan sızarak gelen su olmasına göre turbalıklar öncelikle 5 alt gruba ayrılmaktadır.

Kaynak sularıyla beslenen turbalıklar, toprak altında bulunan geçirimsiz bir tabaka sebebiyle suların yeryüzüne çıktığı, suyun sürekli olarak bulunduğu ortamlarda oluşur. Genellikle küçük alanlar kaplamakla beraber, birkaç hektar büyüklüğünde olabilmektedir. Bu turbalıklarda oluşan torfların içinde kum, toz ve kil bulunabilmektedir (Şekil 4) (Hutter ve ark.'na (1997) atfen Herbener, 2002).



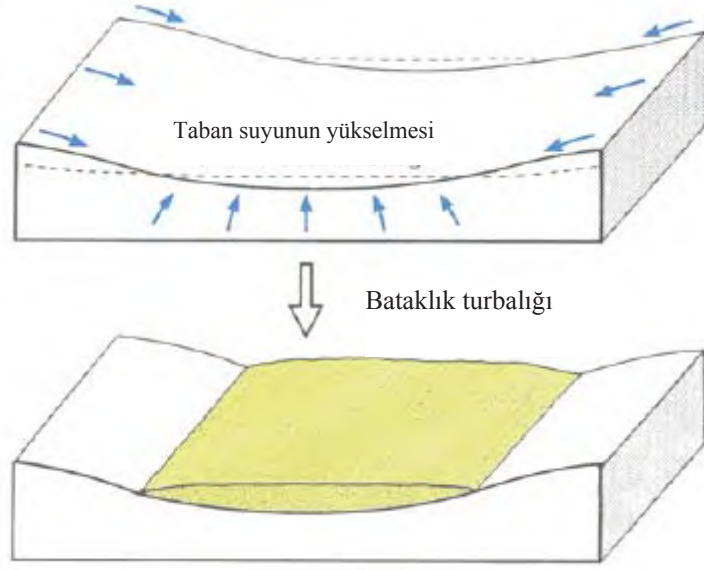
Şekil 4. Kaynak sularıyla beslenen turbalıklar
(Kaynak: <http://de.wikipedia.org/wiki/Bild:Niederungsquellmoor.png>)

Yamaç turbalıkları, eğimli bir arazide toprak içinden yamaç sızıntı suyu olarak akışa geçen suların etkisiyle oluşan turbalıklardır ve birkaç hektar büyüklükte olabilir. Biriken torfların kalınlığı çoğunlukla bir metreden azdır (Şekil 5) (Hutter ve ark.'na (1997) atfen Herbener, 2002).



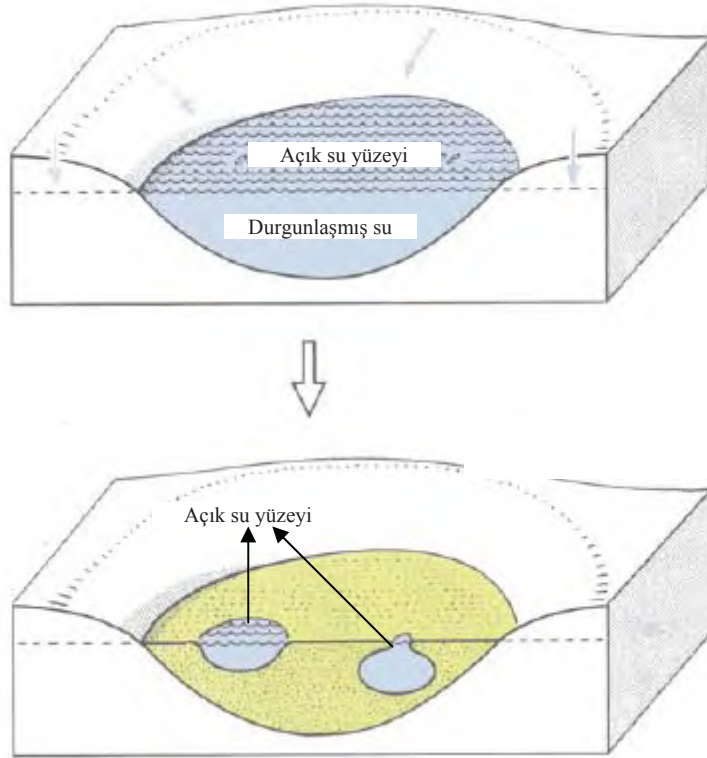
Şekil 5. Yamaç turbalıkları
(Kaynak: Hutter ve ark.'na (1997) atfen Herbener, 2002)

Bataklık turbalıkları, hafif eğimli çukur alanlarda taban suyunun yükselmesi ve yağmur sularının birikmesi sonucunda sürekli ıslak kalan ve bu durumun sonucunda torf oluşumun gerçekleştiği turbalıklardır. Torf oluşumu bitki artıklarının doğrudan toprak üzerinde birikmesiyle oluşur ve torf kalınlığı 3-4 metre kadar olabilir. Orta Avrupada'ki turbalıkların 1/3'ünü oluşturmaktadır (Şekil 6) (Hutter ve ark.'na (1997) atfen Herbener, 2002).



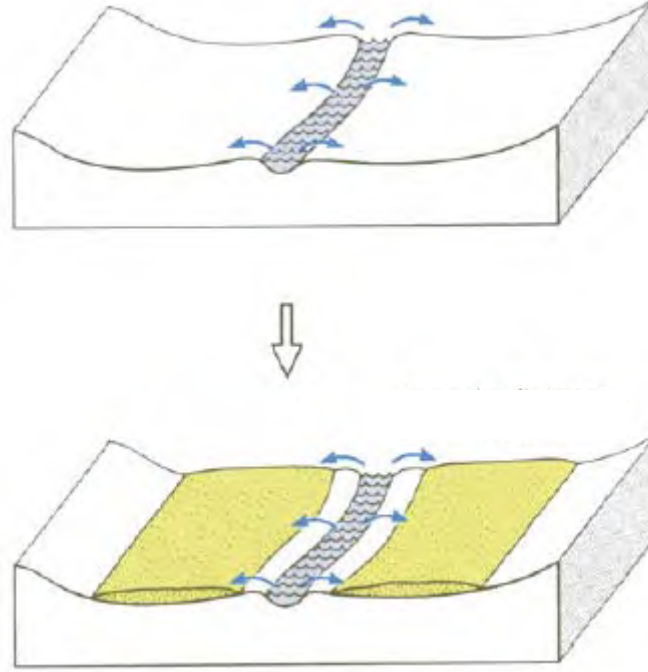
Şekil 6. Bataklık turbalığları
(Kaynak: Hutter ve ark.'na (1997) atfen Herbener, 2002)

Göllerin dolmasıyla oluşan turbalığklar veya dolgu turbalığklar olarak adlandırabileceğimiz bu tipte sürekli su bulunan göllerin veya yaz kış kurmayan durgunlaşmış suların önce sedimentle dolmaya başlaması ve daha sonra itki artıklarının kıyılardan itibaren birikmesi ile oluşmaktadır (Şekil 7) (Hutter ve ark.'na (1997) atfen Herbener, 2002).



Şekil 7. Göllerin dolmasıyla oluşan turbalığklar
(Kaynak: Hutter ve ark.'na (1997) atfen Herbener, 2002)

Nehirlerin taşkın alanlarında oluşan turbalıklar, Taban suyunun yüksek olduğu ve taşkın sularının uzun süreli ve sürekli olarak etkisi altında kalan nehir kenarlarında görülen bir turbalık şeklidir (Şekil 8) (Hutter ve ark.'na (1997) atfen Herbener, 2002).

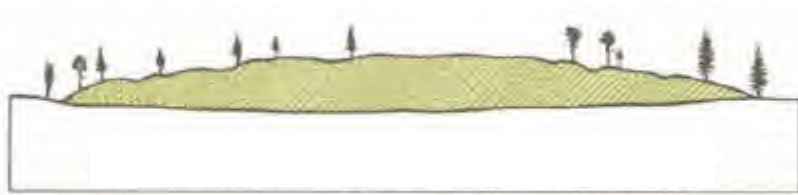


Şekil 8. Nehirlerin taşkın alanlarında oluşan turbalıklar
(Kaynak: Hutter ve ark.'na (1997) atfen Herbener, 2002)

Ayrıca değişik koşullarda oluşmuş olan bu turbalıklar üzerinde ikincil olarak daha sonradan gelişen turbalık tipleri de bulunmaktadır.

Hidrolojik sınıflandırmadaki ikinci sınıf sadece yağmur suyuyla beslenen turbalıklardır. Bunlar yağmur turbalıkları olarak adlandırılmaktadır.

Yağmur turbalıkları ise torf oluşumunu sağlayan bitkilerin besin ihtiyaçlarını sadece yağmur suyundan sağladıkları turbalık tipidir. Turbalıkların topografik yapısına göre yapılan sınıflandırmadaki yüksek turbalıkların karşılığıdır (Şekil 9).



Şekil 9. Yağmur turbalıkları
(Kaynak: Hutter ve ark.'na (1997) atfen Herbener, 2002)

3.3. Turbalıkların Ekolojik Olarak Sınıflandırılması

Turbalıkların ekolojik olarak sınıflandırılması, torfun ve torf oluşumunun gerçekleştiği suların besin maddesi içeriği ve pH durumuna göre yapılmaktadır. Buna göre ekolojik sınıflandırma;

- Oligotrof-asidik turbalıklar (besin maddesince fakir turbalıklar)
- Mesotrof-asidik turbalıklar (besin maddesince orta seviyedeki asidik geçiş turbalıkları)
- Mesotrof-zayıf asidik turbalıklar (besin maddesince orta seviyedeki zayıf asidik geçiş turbalıkları)
- Mesotrof-kireçli turbalıklar (besin maddesince orta seviyedeki kireçli geçiş turbalıkları)
- Eutrof turbalıklar (besin maddesince zengin turbalıklar)

şeklinde yapılmaktadır (Hutter ve ark.'na (1997) atfen Herbener, 2002).

3.4. Turbalıkları Oluşturan Bitki Türüne Göre Sınıflandırma

Bu sınıflandırmada turbalıkların oluşumunda etkili olan bitki türleri esas alınmaktadır. Zira turbalıkları oluşturan bitki türleri buralarda biriken torfun fiziksel ve kimyasal özellikleri üzerinde etkilidir. Buna göre torflar yosun torfu, saz-kamış torfu, odun torfu olarak sınıflandırılmaktadır (Ayan 1998).

Yosun torfu, Sphagnum türlerinin ağırlıklı olarak yer aldığı torflardır. Yukarıda da değinildiği gibi torfu oluşturan esas bitki türü torf özellikleri üzerinde belirleyicidir. Örneğin Sphagnum torfları; süngerimsi, lifli yapılı, yüksek gözeneklilik, yüksek su tutma ve hava kapasitesi, düşük kül muhtevası, düşük pH özelliklerine sahip olmasına karşın, kamış ve odunsu bitkilerden oluşan torflar bu özellikler bakımından daha yetersizdir.

Saz-Kamış torfu, Carex türlerinin iştirak ettiği botanik kompozisyonların oluşturduğu torflardır.

Odun torfu, Ağırlıklı olarak ağaçların kalıntı artıklarının oluşturduğu torflardır.

Torfların bahçecilik yönünden sınıflandırılması daha çok torf oluşumunda rol oynayan bitki türlerine göre yapılmaktadır. Bitki cins ve lif kapsamına göre yapılan ve "Amerikan Society for Testing Materials" tarafından önerilen sınıflandırma sisteminde torflar 5 gruba ayrılmaktadır (Pokorny ve Wetzstein'e (1984) atfen Ayan 1998).

- Sphagnum yosun torfu
- Hypnum yosun torfu
- Sazlık ve kamış torfu
- Torf humusu
- Diğer torflar

3.5. Torfların Ayırışma Derecelerine Göre sınıflandırılması

Torfların ayırışma derecesine göre sınıflandırılmasında Von Post ıskalası kullanılmaktadır. Bu ıskalada torfların ayırışma derecesi, H harfi ve yanında 1-10 arasında değişen rakamlar kullanılmaktadır. Buna göre H1 ayırışmamış, açık renkli, lifli bir yapıya sahip torflar için, H10 iyi ayırışmış, koyu renkli, koloidal torflar için kullanılmaktadır. (De Boodt ve Verdonck'e (1972) atfen Ayan, 1998). Genel olarak H1-H3 lifli yosun torfları, H4-H6 yarı ayırışmış sazlık kamış torfları, H7-H10 tamamen ayırışmıştorf humusları için kullanılmaktadır.

Uygulama şekli aşağıda verilen pratik bir yöntemle göre torfun niteliği belirlenebilmektedir;

- Torf sıkıldığında berrak renkte su akıyorsa,
- Dışarıdan bakıldığında kolayca torfu oluşturan bitki parçaları görülebiliyorsa,
- Torf rengi açık kahverengi-sarıysa,
- Avuç içinde sıkılan torf sıkılıp bırakıldıktan sonra bir sünger gibi eski halini alıyorsa,
- Avuç içinde sıkılan torf parmaklar arasından bulamaç veya püre gibi akıyorsa o torf çok ayrışmamış kaliteli bir torftur (Ayan, 1998).

4. TORFLARIN BAZI FİZİKSEL VE KİMYASAL ÖZELLİKLERİ

Oluşum şekilleri önceki bölümlerde ayrıntılı olarak anlatıldığı üzere, dünya üzerinde çok farklı torf tipleri bulunmaktadır. Bu torfların bitki yetiştirme açısından önemli olan özellikleri de çok farklılık göstermektedir. Torfların fiziksel ve kimyasal özellikleri torfun oluşum şekline, torfu oluşturan bitki türlerine, ayrışma derecesine göre değişebilmektedir. Yüksek turbalıklar soğuk ve nemli iklimlerde oluştukları için genellikle çok fazla ayrışmamıştır. Yüksek turbalıklarda Sphagnum yosunları torf oluşumunda etkilidir. Yüksek turbalıklardan elde edilen torfların pH değerleri oldukça düşüktür. Aynı zamanda besin maddesi açısından da fakirdirler. Ancak tam olarak ayrışmamaları ve lifli yapıları sebebiyle su tutma kapasiteleri oldukça yüksektir. Alçak turbalıklardan elde edilen torflar da ise tam aksi bir durum söz konusudur. Alçak turbalıklarda bitki besin maddesince zengin suların etkili olması, torf oluşumunda saz kamış gibi otsu türlerle çeşitli ağaç türlerinin torf oluşumuna katılması, ayrışmanın ılıman iklim koşulların etkisiyle hızlı olması gibi etkenler torfun niteliklerini etkilemektedir. Alçak turbalıklardan üretilen torflar genellikle iyi ayrışma sonucunda lifli yapılarını kaybetmişlerdir. Ayrıca buradaki bitki artıklarının Sphagnum yosunu kadar su tutma kapasiteleri yoktur. Bu gibi sebeplerle alçak turbalıklardaki torfların su tutma kapasiteleri beyaz torf veya Sphagnum torfuna oranla daha düşüktür. Aynı zamanda pH'ları daha yüksektir. Kum, toz, kil ve kireç içerebilmektedirler. Bazı torf tiplerinin özellikleri Tablo 4'de verilmiştir.

Tablo 4. Bazı torf tiplerinin özellikleri

Torf Tipi	Ayrışma Derecesi	pH	Su Tutma Kapasitesi %	Kül içeriği %	Azot %	Hacim ağırlığı kg/m ³
Sphagnum torfu	Çok Düşük	3,0-4,0	1500-3000	1-5	0,6-1,4	72-112
Hypnum torfu	Düşük	5,0-7,0	1200-1800	4-10	2,0-3,5	80-160
Sazlık torfu (az kireçli)	Orta	4,0-5,0	500-1200	5-15	1,5-3,0	160-250
Sazlık torfu (çok kireçli)	Orta	5,1-7,5	400-1200	5-18	2,0-3,5	160-290
Ayrışmış torf	Yüksek	5,0-7,0	150-500	10-50	2,0-3,5	320-641

(Kaynak: Lucas ve ark.'na (1965) atfen Landis (1990)

Tablo 5'in incelenmesinden de anlaşılacağı üzere torf tipine bağlı olarak torfların özellikleri çok değişmektedir. Torfların ayrışma derecesi arttıkça pH değerleri, azot ve kül içerikleri, hacim ağırlıkları artmakta, su tutma kapasiteleri ise azalmaktadır.

Ülkemizde de çok geniş alanlar kaplamasa da turbalıklarımız mevcuttur. Çaycı (1989) Ağrı, Muş, Adıyaman, Kahramanmaraş, Gaziantep, İçel, Antalya, Burdur, Denizli, Afyon, Kütahya, Bolu, Niğde, Konya, Kayseri, Trabzon illerinde turbalıkların bulunduğunu bildirmektedir. Irmak (1947) Bolu'daki Abant Gölü çevresindeki turbalık oluşumunu incelemiş olup, Uludağ'da bir yamaç turbalığı gördüğünü, ayrıca Louise (1939) tarafından Ardahan yöresinde de orman sınırı üzerinde turbalık oluşumlarının belirlendiğini yazmaktadır.

Ülkemizdeki torflarla ilgili yapılan araştırmaların en kapsamlılarından bir tanesi aycı (1989) tarafından yürütülmüştür. Söz konusu çalışmada 16 değişik yöreden ve değişik derinlik kademelerinden toplam 55 adet torf rneği örnek alınarak çeşitli analizler yapılmıştır. Bu çalışmadan elde edilen sonuçlardan derlenen ülkemiz torflarına ait bazı zellikler Tablo 6'da verilmiştir.

Tablo 6. Ülkemizde bulunan torflarda belirlenen bazı fiziksel ve kimyasal özelliklerin en yüksek ve en düşük değerleri

zellikler	En yüksek		En Düşük		
	Değer	Yre	Değer	Yre	
Hacim Ağırlığı	kg/m ³	673	İçel	121	Muş
Porozite	%	92,79	Muş	72,07	İçel
Organik Madde (Ateşte Kayıp) %		90,40	Trabzon-Sürmene	16,47	Antalya Elmalı
Kl	%	9,60	Trabzon-Sürmene	83,53	Antalya Elmalı
Serbest Karbonatlar	%	0,08	Muş	57,40	Niğde
pH (Su ile)		8,33	Kayseri	2,93	Trabzon-Meryemana
Elektriki iletkenlik (EC)	mmhos/cm	3,773	Burdur	0,111	Muş
Kasyon Değişim Kapasitesi	me/100g	187,32	Muş	55,39	Kayseri
Azot	%	2,73	Kahramanmaraş	0,45	Niğde-Kayseri
Fosfor*	ppm	Eser miktarda		Eser Miktarda	
Potasyum*	ppm	99	Konya	2	Kahramanmaraş
Kalsiyum*	ppm	910	İçel	18	Trabzon-Sürmene
Magnezyum*	ppm	1739	İçel	2,20	Trabzon-Sürmene
Sodyum*	ppm	1820	Konya	13	Afyon

*Suda znebilir

(Kaynak: aycı'dan (1989) derlenmiştir)

Ayrıca aycı (1989) lkemizdeki torfları mikro elementler açısından da değerlendirmiş olup, kiree zengin torflarda mikro element eksikliği bulunduğu, Tranzon Meryamana'da ise (asidik koşullar hakim) mikro element seviyelerinin toksik olduğunu belirtmektedir.

Ülkemizde bulunan torflar bitki yetiştirme ortamı açısından irdelendiğinde bazılarının fiziksel bazılarının ise kimyasal özellikler açısından sorunlu olduğu bildirilmektedir. Torflarımızın zellikleri oluştukları yöreye göre çok değişmektedir. Özellikle İçel, Burdur, Niğde, Konya gibi nispeten yağışın az olduğu bölgelerimizde torflarda tuzluluk ve yüksek pH söz konusudur. Ayrıca genel olarak tüm torflarımızın makro besin maddesi kapasiteleri de düşüktür. Bu sebeple yerli torflarımızın bitki yetiştiriciliğinde kullanımları durumunda makro ve mikro besin maddelerince zenginleştirilmesi gerekmektedir (aycı, 1989).

Ülkemiz turbalıkları ekolojik açıdan yapılan sınıflandırmaya göre eutrof turbalıklar sınıfında kalmaktadır. Turbalıklarımızı oluşturan bitki türleri, genellikle sazlık ve kamyış gibi otsu türler ile bazı odunsu türler olup, turbalıklarımızın ayrışma dereceleri oldukça yüksektir. Bu sebeplerle ülkemiz turbalıklarının genel olarak alçak turbalıklar sınıfına girdiği söylenebilir. Soğuk ve nemli iklimlerde (Kanada ve Kuzey Avrupa lkeleri gibi) oluşan turbalıklarla karşılaştırıldığında ülkemiz torflarının pH, EC, hacim ağırlığı daha yüksekken, organik madde içeriklerinin, su tutma ve havalanma kapasiteleri ise daha düşüktür.

Ülkemiz torflarının fiziksel ve kimyasal özelliklerinin tabakalara göre çok farklılık gösterebilmektedir. Turbalıkların işletilmesinde bilinçsiz bir yaklaşımla tabakalar halinde üretim yerine düzensiz bir üretim yapıldığından nispeten iyi özellikteki ve kötü özellikteki torflar birbirine karışabilmektedir. Bu durum ayrıca torf analizlerinde de sorun yaratabilmektedir.

5. TORFUN BİTKİ YETİŞTİRİCİLİĞİNDE KULLANIMI

Tüm dünyada 105 milyon metreküp civarında olan torf üretiminin yaklaşık % 35'i bitki yetiştiriciliği amaçlı kullanılmaktadır (Tablo 2). Bitki yetiştiriciliğinde ve yeşil alan düzenlemelerinde torf, çim yatağı ve çim kapağı, toprak ıslah edici materyal, saksı toprağı karışımı olarak kullanılmaktadır. Ayrıca malç olarak toprak yüzeyinin örtülmesinde, tohumların çimlendirilmesinde ve fidanların köklendirilmesinde de kullanımı yaygındır.

Torf lar ayrışma derecesine bağı olarak toprakların su tutma kapasitelerini arttırmaktadır. Çok fazla ayrışmamış, lifli yapısını kaybetmemiş beyaz torf olarak da adlandırılan Sphagnum torfu kuru ağırlığının 20 katı kadar su tutabilmektedir. Kumlu veya killi toprakların olumsuz özelliklerinin iyileştirilmesine olanak sağlamaktadır. Örneğin killi topraklarda ince gözenek hacminin fazla olması sebebiyle oluşan havalanma ve drenaj sorunları torf karıştırılması ile ortadan kaldırılabilir. Killi topraklara torf karıştırıldığında orta ve iri çaplı gözenek miktarı artmaktadır. Kumlu topraklarda ise sorunlar genellikle su ve besin maddelerinin depolanamamasıdır. Yine torf karıştırılarak kumlu toprakların su ve besin tutma kapasiteleri artırılabilir. Zira torflar lifli yapıları sebebiyle yukarıda da belirtildiği üzere yüksek oranda su tutabilmektedir. Aynı şekilde torfların katyon değişim kapasiteleri oldukça yüksek olup, iyon formundaki besin maddelerini değiştirebilir halde tutabilmektedir. Bu özelliği aynı zamanda bir tampon etkisi yaratmaktadır. Torf tarafından besin maddeleri tutularak, yağış veya sulama suları ile yıkanmaları önlenmektedir. Torfların tamponlama etkisinin yüksek olması sebebiyle karışımların pH'sını düzenlenebilmektedir. Örneğin tarafımızdan yapılan bir çalışmada torf karıştırılmadan pH'sı 8,9 olan bir karışım 2, 3, 5 ve 10 cm kalınlığında serilerek bunların üzerine pH'sı 6,3 olan torf 2 cm kalınlığında serilerek elde edilen karışımda pH'lar sırasıyla 6.75, 7.1, 7.4 ve 7,65 olarak ölçülmüştür. Torflar aynı zamanda toprakların sıkışmasını engellemektedir. Torf karıştırılmış toprakların infiltrasyon kapasitesi arttığı için yüzeysel akış azalmakta ve dolayısıyla erozyon oluşmamakta veya azalmaktadır. Torflar, özellikle beyaz torflar genellikle tohum, kimyasal maddeler, tuz, böcek, hastalık gibi zararlı etmenler içermemektedir. Ancak alçak turbalıklarda oluşan torflarda tuzluluk, yüksek pH ve kireç sorunları olabilmektedir. Dolayısıyla örneğin çim alanlarında kullanıldığı takdirde yabancı ot mücadelesine gerek kalmamaktadır. Torfun bitki yetiştiriciliği açısından diğ er bir önemli özelliği de strüktürünün bozulmadan uzun süre toprak içinde kalabilmesidir. Başka bir ifadeyle torflar diğ er organik maddeler gibi topraklara karıştırıldıklarında hemen ayrışmamaktadır. Bu durum yukarıda sıralanan yararların sürekliliğini sağlamaktadır.

Ancak torflar diğ er organik maddeler gibi ayrışarak topraklara besin maddesi sağlamamaktadır. Diğ er bir deyiş le torflar topraklara gübre amaçlı karıştırılmamaktadır. Özellikle tam olarak ayrışmamış, beyaz torflar bitki besin maddesi açısından fakirdirler.

Bitki yetiştiriciliğinde çoğunlukla Sphagnum torf kullanımı tercih edilmekte olup, ayrışmaya başlamış veya humuslaşmış torflar yukarıda sıralanan yararları tam olarak sağlayamamaktadır.

Torf kullanımında dikkat edilmesi gereken en önemli noktalardan birisi torfların sürekli olarak nemli kalmasının sağlanmasıdır. Zira yüksek oranda su tutma kapasitesine sahip olmalarına rağmen torflar tamamen kuruduklarında su tutma özelliklerini kaybetmekte, hidrofobik hale gelmektedirler.

Ülkemizde bu konuda yapılmış çok fazla araştırma bulunmamaktadır. Ancak gerçek olan nokta hem torfların çeşitli özelliklerinin birbirinden çok farklı olması, hem de karışımda kullanılan diğer materyallerin (toprak, kum, organik madde vb) özelliklerinin değişken olmasıdır ve bu durum ideal bir karışım oranı verilmesini güçleştirmektedir. Ayrıca karışım oranlarının belirlenmesinde karışımın kullanım amacı da etkili olmaktadır. Örneğin çim yatağı veya kapağında genellikle aynı oranda torf karıştırılmamaktadır. Benzer şekilde fidan üretiminde torfun karışımdaki oranı % 90'ların üzerinde olabilmektedir. Fidanlıklarda değişik oranlarda torf ve perlit karışımının su ve hava kapasitesinin değerlendirildiği bir çalışmada en uygun karışımın 7/3 oranında torf/perlit olduğu bildirilmektedir (Anonim'e (1995) atfen Ayan, 1998). ABD'de yapılan bir çalışmada ise yine fidanlıklarda en çok tercih edilen karışımın 1/1 oranında Sphagnum torfu/vermiküllit olduğu belirtilmektedir (Lackey ve Alm'e (1982) atfen Landis, 1990). Torfun yeşil alanlarda kullanımı konusunda da yeterince bilgi bulunmamakta olup, yeşil alanlarda kullanılacak karışım oranlarının belirlenmesine yönelik araştırmaların yapılması gerekmektedir. Kişisel tecrübelerle göre yeşil alan düzenlemelerinde kullanılacak karışımlarda torf oranının % 10-35 arasında olabileceği, torfla birlikte % 10-20 oranında organik maddenin (ahır gübresi, kompost vb) de karıştırılmasının uygun olacağı gözlenmiştir. Ancak tekrarlanması gereken en önemli nokta karışımlarda kullanılan tüm materyallerin (özellikle torf ve organik maddelerin) birbirinden çok farklı olduğudur. Ancak torfun organik madde kökenli olmasına rağmen bitki besin maddeleri açısından fakir olduğu, bu sebeple mutlaka besin maddesi takviyesi gerektiği açıktır. Bu sebeple karışımlarda torf kullanıldığında kimyasal gübrelerle ya da organik madde kökenli gübrelerle takviye yapılmalıdır.

7. TORF YERİNE KULLANILABİLECEK MATERYALLER

Torflar kendilerine has özellikleri ile bitki yetiştirmede ve yeşil alan uygulamalarında yoğun olarak kullanılmalarına rağmen ekolojik açıdan torf kullanımı pek doğru bulunmamaktadır. Zira dünya üzerinde bulunan turbalıklar nadir bulunan ekosistemlerdir ve yoğun talep sebebiyle zarar görmektedirler. Yarıkarasal olarak nitelendirilebileceğimiz turbalık ekosistemleri bir çok canlı türüne ev sahipliği yapmakta olup, biyolojik çeşitlilik açısından önemlidir. Ayrıca küresel iklim değişikliğinin önlenmesi açısından da önemli alanlarıdır. Turbalıklarda ölen bitkilerin artıkları biriktiğinden dolayı atmosferdeki karbon bitkilerle birlikte bu alanlarda depolanmaktadır. Turbalıkların işletilmesiyle depolanan karbon, özellikle torfların enerji üretiminde kullanılması sebebiyle tekrar havaya karışmaktadır. Bu sebeple torfların yerine ikame edilebilecek diğer bazı organik ve inorganik materyallerinde fidan üretiminde ve yeşil alan düzenlemelerinde kullanılması yerinde olacaktır. Torf yerine kullanılabilir materyallerin olumlu ve olumsuz tarafları bulunabilmektedir. Ancak bu çalışmada bitki yetiştirme ortamı olabilecek veya toprak ıslahında kullanılabilir materyallerin sadece isimleri verilecektir.

Bitki yetiştirme ortamı olarak veya toprak ıslahında kullanılabilir organik materyaller

- Ağaç Kabuğu Kompostu
- Mantar Kompostu
- Yaprak, dal gibi bahçe artıkları (kompostlaştırılmış)
- İyi yanmış hayvan gübresi
- Kokopeat (hindistan cevizi lifi)
- Çeltik Kabuğu
- Talaş Kompostu
- Arıtma çamurları

Bitki yetiştirme ortamı olarak veya toprak ışlahında kullanılabilir inorganik materyaller

- Kum
- akıl
- Perlit
- Pomza
- Vermiküllit
- Zeolit
- Kiremit kırığı
- Kayayünü
- Bims
- Volkan cürufu
- Andezit veya bazalt tüfü
- Köpük
- Patlatılmış kil

8. SONUÇ ve ÖNERİLER

Torf dünyada en fazla tercih edilen bitki yetiştirme ortamı ve toprak ışlah edici materyaldir. Ancak özellikleri, farklı torf tipleri bulunması sebebiyle birbirinden çok farklıdır. Yeşil alanlarda ve bitki yetiştirme ortamı olarak kullanılmasında su tutma kapasitesi, hava kapasitesi, toplam gözenek hacmi (porozite), hacim ağırlığı, strüktürünün uzun süre bozulmaması gibi fiziksel özellikleri ile, pH, elektriki iletkenlik (EC), makro ve mikro besin maddesi içeriğı, katyon değışim kapasitesi (KDK), organik madde miktarı (ateşte kayıp) gibi kimyasal özellikleri önemlidir. Bu sebeple hazırlanacak karışımlarda kullanılacak torf oranlarının belirlenmesinde bu özellikler ön plana çıkmaktadır.

Ülkemizde torf kullanımını son yıllarda artmakta olup, kullanılan torflar yerli ve ithal torf olarak kabaca değerlendirilmektedir. İthal torf olarak bilinen torflar genellikle Kuzey Avrupa kökenli açık veya koyu renkli yosun torflarıdır. Bu torflar asit reaksiyonda, tuzluluk sorunu olmayan, besin maddesince fakir, ateşte kayıp değerleri % 90'ın üzerinde olan, çok yüksek su tutma kapasitesine sahip, hacim ağırlığı düşük materyallerdir. Yerli torflar ise ülkemizin değişik bölgelerinde üretilen torflar olup, saz ve karnış torfu, odun torfu özelliğindedir, başka bir sınıflandırmaya göre ise alçak turbalıklardır. Ülkemiz torflarının özellikleri çok değişken olmakla beraber genel olarak hacim ağırlıkları yüksek, kısmen toprak içeren, alkalin reaksiyonda, kireçli, kısmen tuzluluk sorunu olabilen, düşük su tutma kapasitesine sahip, ateşte kayıp oranları düşük, makro ve mikro besin maddelerince fakir materyallerdir. Bu sebeplerle yerli torfların kullanımında torfların özellikleri iyi incelenmediğı takdirde beklenen yararlar sağlanamayabilmekte, hatta bazen olumsuz etkiler de (tuzluluk gibi) görülebilmektedir.

Torf kullanımında karışım oranlarının belirlenmesi bir sorun olup, yeterince incelenmemiştir. Torfun az kullanılması durumunda iyi bir sonuç alınamamakta, fazla kullanılması durumunda da ekonomik olarak zarara uğranabilmektedir. Uygun bir karışım oranı karışıma girecek materyallerin özelliklerinin bilinmesini gerektirmektedir.

9. KAYNAKLAR

Anonim, 1995. "Türkiye-Finlandiya Tüplü Fidan Projesi". Fidanlık Denemelerinin Sonuçlarının Tartışıldığı ve Değerlendirildiği Toplantı Notları, AGM, 24-27 Ocak 1995, Denizli.

Ayan, S., 1998. "Turba Karakteristikleri ve Islah Çalışmaları". Doğu Akdeniz Ormancılık Araştırma Müdürlüğü, DOA Dergisi, Orman Bakanlığı Yayın No. 076, DOA Yayın No. 7, Sayı. 4, s.131-150, Tarsus.

Bunt, A. C., 1988. "Media and Mixes For Container-grown Plants". Boston: Unwin Hyman 13, England.

Çaycı, G., 1989. "Ülkemizdeki Peat Materyallerinin Bitki Yetiştirme Ortamı Olarak Özelliklerinin Tespiti Üzerine Bir Araştırma". A.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsünde hazırlanmış, Doktora Tezi, 133 s., Ankara.

Davis, R. B., Anderson, D. S., 1991. "The Eccentric Bogs of Maine. Maine Agricultural Experiment Station". Tec. Bull. 146, and Maine State Planning Office, Critical Areas Program, Planning Rpt 93. 168 pp.

Eigner, J., Schmatzler, E., 1991. "Handbuch des Hochmoorschutzes". Bedeutung, Pflege, Entwicklung. Greven, Germany, Kilda-Verlag, 1991, 158 p.

De Boodt, M. ve Verdonck, O., 1972. "The Physical Properties of the Substrates in Horticulture". Acta Holticulture. Acta Holticulture 26: 37-44.

FAO, 2001. "Lecture Notes On The Major Soils Of The World". Food And Agriculture Organization Of The United Nations, Roma.

Fitzpatrick, E. A., 1971. "Pedology. A systematic approach to Soil Science". Oliver & Boyd. Edinburgh. 306pp.

Herbener, S. 2002. "Moore". Philipps- Universität Marburg, Diplomarbeit, Fachbereich Geographie.

<http://de.wikipedia.org/wiki/Bild:Niederungsquellmoor.png> (erişim tarihi 10.05.2007)

<http://de.wikipedia.org/wiki/Bild:Moorverbreitung.png> (erişim tarihi 10.05.2007)

<http://moorschutz.de/wie-entstehen-moore.html>, (erişim tarihi 09.08.2006)

<http://www.peatlandsni.gov.uk/formation/global.htm> (erişim tarihi 10.05.2007)

<http://www.peatmoss.com/pm-harvest.php> (erişim tarihi 10.05.2007)

<http://www.peatsociety.org/> (erişim tarihi 09.08.2006)

Hutter, C. P. (Hrsg.), Kapfer, A., Poschlod, P., 1997. "Sümpfe und Moore: Biotope erkennen, bestimmen, schützen". Weitbrecht Verlag, Stuttgart Wien.

Irmak, A., 1947. "Kuzey Anadolu'da, Abant Gölü Kenarında Turbalık Teşekkülü". Yüksek Ziraat Enstitüsü Dergisi Cilt 8, Sayı 2 (16), 271-280.

Kantarıcı, M.D., 2000. "Toprak İlimi (Ders Kitabı, 2. Baskı)", İ.Ü. Yayın No: 4261, Orman Fakültesi Yayın No: 462, (XII+ 420), Çantay Basımevi, İstanbul.

Lackey, M., Alm, A., 1982. "Evaluation of growing media for culturing containerized red pine and white spruce". Tree Planters' Notes 33(1):3-7.

Lucas, R. E., Rieke, P. E., Farnham, R. S., 1965. "Peats for soil improvement and soil mixes". Farm Sci. Ser. Ext. Bull. 516. Lansing, MI: Michigan State University, Cooperative Extension Service. 11 p.

Landis, T. D., 1990. "Containers and growing media". Vol. 2. The Container Tree Nursery Manuel. Agric. Handbk. 674. Washigton, DC. Department of Agriculture, Forest Service, 41-85

Louise, H. 1939. "Das Natürlische Pflanzenkleid Anatoliens".

Pokorny, F., A., Wetzstein, H. V., 1984. "Internal Porosity, Water Avability and Root Penetration of Pine Bark Particles". Hort. Sci. 19, 447-9

Succow, M., Jeschke, M., 1990. "Moore in der Landschaft: Entstehung, Haushalt, Lebewelt, Verbreitung, Nutzung und Erhaltung der Moore". 2. Auflage. Urania, Berlin.

5. BÖLÜM

TOPRAK ANALİZLERİ VE ANALİZ SONUÇLARININ DEĞERLENDİRİLMESİ

Refiye ERKEL

İstanbul Büyükşehir Belediyesi

Çevre Koruma ve Kontrol Daire Başkanlığı

Park Bahçeler Müdürlüğü

Toprak - Su Analizi Laboratuvar Şefliği Kimya Mühendisi

Mehmet DAĞLIOĞLU

İstanbul Büyükşehir Belediyesi

Çevre Koruma ve Kontrol Daire Başkanlığı

Park Bahçeler Müdürlüğü

Toprak - Su Analizi Laboratuvar Şefliği Kimya Mühendisi

Muhammet BÜYÜKYILDIZ

İstanbul Büyükşehir Belediyesi

Çevre Koruma ve Kontrol Daire Başkanlığı

Park Bahçeler Müdürlüğü

Toprak - Su Analizi Laboratuvar Şefliği Kimya Mühendisi

TOPRAK ANALİZLERİ VE ANALİZ SONUÇLARININ DEĞERLENDİRİLMESİ

- Bir toprağı tanımak
- Fiziksel ve kimyasal özelliklerini belirlemek
- Uygun olduğu kullanım şeklini belirlemek
- Herhangi bir kullanım için uygun hale getirmenin yöntemini belirlemek
- Herhangi bir kullanım tekniğı altında göstereceğı tepkiyi tahmin etmek
- Sürdürülebilir kullanım için yapılması gerekenleri belirlemek

Yukarıda sayılan tüm özellikleri belirleyebilmek için toprağı laboratuvar şartlarında uygulanan fiziksel ve kimyasal analiz yöntemlerinin tamamına TOPRAK ANALİZİ denir.



Bitki yetiştiriciliğı yönünden yapılan TOPRAK ANALİZİ belli bir toprağın fiziksel ve kimyasal özelliklerini, toprağın yapısını ve içinde bulunan bitki besin maddesi miktarlarını belirleyerek, o toprakta yetiştirilecek bitkilerin sağlıklı gelişmesi ve iyi bir ürün vermesi için isteğı olan gübre cins ve miktarlarının ve varsa kireç ihtiyacının belirlenmesidir.

BİTKİ YETİŞTİRİLECEK TOPRAK

- Kimyasal yönden bitki besin maddelerince yeterli olmalıdır: **kimyasal verimlilik** (makro ve mikro elementler)
- Fiziksel yönden bitki gelişimini olumsuz etkilemeyecek özelliklere sahip olmalıdır (kök gelişimini olumsuz etkilememeli, yeterli su tutma kapasitesine, iyi bir hava ve su hareketine sahip olmalıdır)

TOPRAK ÖRNEĞİ

- Toprak örneğinin alınmasında en önemli nokta alınan örneğın amacına uygun alınması ve toprağı tam olarak temsil etmesidir

- Toprak örneğinin usulüne uygun olarak alınması alan kişinin sorumluluğundadır (Özellikle ihaleli işlerde veya satın almalarda örnekler kontrol mühendisi veya kabul komisyonu tarafından alınmalıdır)
- Donmuş topraklardan toprak örneği alınmamalıdır

Toprak Örneği Ne Zaman Alınmalıdır?

- Yeni planlanan peyzaj alanları veya meyvelik-ağaçlık alanlarında planlama aşamasında
- Tek yıllık bitki yetiştiriciliğinde ekim zamanı göz önünde bulundurularak ekimden veya dikimden 1-2 ay önce
- Yetiştirilmiş meyve ağaçları ve bağlar için genellikle sonbaharda (veya gübre kullanma tarihinden 1-2 ay önce)
- Topraktaki değişimlerin takibi için yapılan analizlerde belirli periyotlarla
- İhaleli işlerde veya satın alma işlerinde

*Uygunluğun belirlenmesi için iş başlangıcında

*Kalite kontrolü için nakliye esnasında

*Kalite kontrolü için stok sahasından

*İhtiyaç duyulduğu zaman

Toprak Örnekleri Nerelerden Alınır

Toprak örneğinin alındığı alanı veya malzemeyi tam temsil edebilmesi için, farklılık gösteren kısımlardan ayrı örnekler alınmalıdır. Ayrı toprak örneği almayı gerektiren farklılıklar:

- Renk / Eğim farkı
- Toprak bünyesinde gözle görünür fark
- Toprak derinliği farkı
- Tabii bitkilerin durumu (otlu otsuz gibi)
- Ürün ve verim farkı
- Toprak işleme farklılığı
- Taşıma topraklarda toprak kaynağının değişmesi (aynı firmadan gelmesine rağmen farklı kaynaklardan gelen topraklar)

Toprak Örneği Alınmaması Gereken Yerler

- Kompost, ahır gübresi, kireç, kum, fabrika ve inşaat artıklarının yığıldığı yerler
- Mevzi olarak su birikmiş, dere ve sel baskınına uğramış yerler
- Harman yeri; kök, yabancı ot v.s nin yakılmış olduğu yerler
- Hayvan yatmış yerler ile karınca, köstebek v.s yuvaları ve civarları
- Yol, çit, orman, kanal, su arkı, dere kenarları ile tarla sınırları
- Tarlanın esas karakterinden farklı, bozuk drenajlı, kumlu, taşlı ve çakıllı küçük alanlar
- Sıraya gübreli ekim yapılan ürünlerde sıra üstleri
- Stok sahalarında yığın yüzeyi veya eteği
- Farklı yığınların birleşme noktaları

Toprak Örneğinin Derinliği

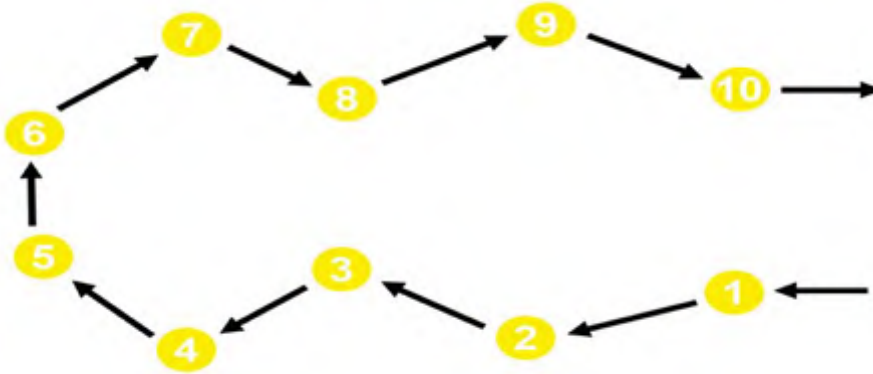
- Toprak örneğinin derinliği toprak işleme derinliğine göre değişir.
- Gübreleme amacıyla seralardan ve tek yıllık bitkilerin yetiştirildiği tarlalardan 0-30 cm ; meyve ağaçları ve bağ gübrenmesinde ise 0-30 ve 30-60 cm derinlikten örnek alınması uygundur.

- Toprak profili ile ilgili bilgi edinmek için yapılacak analizlerde 0-30 ,30-60 ,60-90 ,90-120 cm derinliklerden ayrı ayrı örnek alınmalıdır.
- Tarla tarımında her 40 dekar
- Bahçe bitkilerinde her 20 dekar
- Park alanlarında her 10 dekar
- Taşıma topraklarda işin büyüklüğüne göre(aynı kaynaktan olmak kaydı ile)her 100-250 m³ için
- İhaleli işlerde şartnamede belirtilen miktarlar için ayrı toprak örneği alınır

Karışık Toprak Örneği

Örnek alınacak kısım belirlendikten sonra bu yerin büyüklüğüne göre,tercihen 8-10 noktasyndan (en az 3 noktasından) alınan toprakların birbirine karıştırılması ile oluşturulan örneğe **karışık toprak örneği** denir.

- Arazide, arazinin bir tarafından başlayarak zig-zak bir çizgi üzerindeki belli noktalardan gidilerek istenen derinlikten
- Nakledilen topraklarda kamyon üzerindeki farklı noktalardan
- Yığın halindeki topraklarda yığının eteğinden tepesine doğru farklı noktalardan alınan toprakların karıştırılması ile oluşturulur



Toprak Örneği Ne ile Alınır?

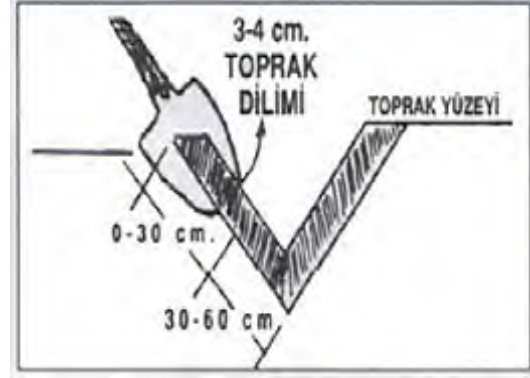
- Örnek almak için sonda,burgu ve kürek gibi aletler kullanılabilir.

En kullanışlısı toprak sondası ve burgusudur.



- Sonda ve burgu bulunmadığı hallerde toprak örneği bahçe küreği ile alınır

V harfi şeklinde bir çukur kazılarak, çukurun düzgün yüzeyinden 3-4 cm kalınlıkta toprak diliminden alınır.



Torbalama ve Etiketlendirme

- Alınan topraklar hafifçe karıştırılır; taş, kök gibi ele gelen iri parçalar atılır ve bu karışık toprak örneğinden en az 1 kg temiz bir torbaya konur ve etiketlenir
- Aynı alana ait farklı derinlik örnekleri ayrı torbalanır

Etikette bulunması gereken bilgiler

- Örneğin alındığı yer, tarih, alan kişi mutlaka belirtilmelidir
- Tarım şekli (sulu/kuru), ekilecek ürün veya uygulanacak işlem, istenen analiz gibi bilgiler eklenmesi yararlı olur
- NOT: İhale veya satın alma işlerinde Örnek alma tutanağı düzenlenmesi ve örneğin laboratuara mühürlü olarak gönderilmesi gerekir. Tutanakta veya etikette tarih, alan kişi, alınan parti veya yığın bilgisi, varsa müteahhit adı mutlaka belirtilmelidir.

ANALİZLER

Toprağın belli bir özelliğinin belirlenmesi için çok farklı kimyasal yöntemler vardır. Uzun yıllar süren tarımsal araştırmalar sonunda, değişik toprak analiz yöntemleri- farklı bitki türleri - değişik iklim şartları için korelasyon ve kalibrasyon çalışmaları yapılmış olup ülkemiz toprakları için uygun analiz yöntemleri belirlenmiştir.

Bitkisel üretim için tercih edilecek topraklarda istenen bazı temel özellikler için uygulanmakta olan analiz yöntemleri ve bunlardan elde edilen sonuçlardan pratikte nasıl yararlanılabileceği bilinmelidir.

Toprağın inorganik katı kısmı çok değişik irilikteki tanelerden oluşur: 2 mm'den büyük kaya parçaları ve 2mm'den küçük ince toprak fraksiyonu. Bitki yetiştiriciliğinde etkin olan kısım ince toprak fraksiyonu olduğu için toprak analizleri de 2 mm'den küçük tanelerden oluşan kütle üzerinde yapılmaktadır.



Örneğin Hazırlanması

- Nem miktarı istenen topraklar için orijinal örnekten belli bir miktar nem ölçümü için ayrılır
- Geri kalan örnek hava kurusu hale gelene kadar açık havada veya 60°C sıcaklıktaki etüvde kurutulur





- Toprak kesekleri toprak değirmenleri veya toprak blenderi ile parçalanır.
- 2 mm lik elekten geçirilerek elek üstünde kalan çakıl kısmı belirlenir
- Elek altına geçen kısım analizlerde kullanıma hazırdır

TOPRAK ANALİZLERİ

Fiziksel Analizler

1. Nem miktarı
2. Suyla doygunluk
3. Hacim ağırlığı
4. Bünye
5. Su geçirgenliği

Kimyasal Analizler

1. Toprak reaksiyonu (pH)
2. Elektriksel iletkenlik-Toplam tuz
3. Karbonat (Kireç)
4. Organik madde miktarı
5. Potasyum miktarı
6. Fosfor miktarı

TOPRAK NEMİ (SU İÇERİĞİ)

- Analiz sonuçları arasında kıyaslama yapılabilmesi için , toprakta bulunan değişik maddelerin miktarı her zaman kuru topraktaki (kuru maddedeki) miktarlar veya yüzdeler olarak verilir
- Toprak nemi veya su içeriği gravimetrik yöntemle (ağırlık esasına) göre bulunmaktadır
- 105° C sıcaklıktaki etüvde sabit ağırlığa kadar kurutulan örnekteki ağırlık kaybının (su kaybı), toprak ağırlığına göre % miktarı hesaplanır.



Nem(Su İçeriği) hesaplaması

Toprak nemi, literatürde (aksi belirtilmedikçe) 100 gr kuru toprağın-kuru maddenin tuttuğu su miktarını ifade eder.Kurutulan topraktaki nem kaybı, kuru toprak ağırlığına oranlanarak bulunur.% 40 nem, 100 gr kuru maddeye karşılık 40 gr su var demektir.Özellikle torf gibi materyallerde % 100 den daha yüksek değerlerde olabilir.

Nem yüzdesi, su kaybı ağırlığının yaş toprak ağırlığına oranı olarak da hesaplanabilir

Bu şekilde hesaplanan nem yüzdesi ile kuru madde miktarı yüzdesinin toplamı 100 dür. % 40 nem ; 100 gr yaş toprağın 40 gr su , 60 gr kuru topraktan oluştuğunu ifade eder (Burada kuru madde miktarı % 60; toprağın 100 gr kuru maddeye göre nemi 66,6 dır)

Yapılacak hesaplamalarda hataya düşmemek için bir toprağın özelliklerini tam olarak ifade edebilmek bakımından

- % kuru madde miktarı belirtilmeli (kuru toprak ağırlığı/ yaş toprak ağırlığı oranı olarak)
- % nem miktarı belirtilmeli (su miktarı / kuru toprak miktarı oranı olarak)

ÖRNEK

120 gr yaş toprak etüvde kurutulduktan sonra 90 gr kalıyorsa:

su ağırlığı = 120-90=30 gr

kuru toprak ağırlığı =90 gr

% kuru madde miktarı= 90/120*100=75

% nem=30/90*100=33,3

Sahip olduğumuz toprakla ilgili veriler kuru madde miktarına göre ifade edildiğinden elimizdeki yaş toprakta bulunan miktarını hesaplamak istediğimizde

Yaş ağırlık= kuru ağırlık x (100+%nem)/100

ÖRNEK

Hacim ağırlığı 1300g/l olan % 15 nemli bir toprağın 1m³ ünün ağırlığını bulmak için

1g/l=1kg/m³ olduğuna göre 1 m³ ünün yaş ağırlığı

1300x(100+15)/100=1495 kg

SUYLA DOYGUNLUK (SATURASYON)

Toprağın tabii halde iken bütün boşluklarının su ile dolu olduğu haldeki su miktarını ifade eder. Toprağa doymun hale gelinceye kadar saf su ilave ederek çamur oluşturulmasıyla tayin edilir ve sonuç % olarak ifade edilir- suyla doymunluk, 100 gr fırın kurusu toprağın tutabildiği maksimum su miktarını ifade eder.



Özellikle torf gibi materyallerde su tutma kapasitesi olarak adlandırılır. Toprağın tutabildiği su miktarı toprak bünyesi ile doğrudan ilgili olduğundan bize pratik olarak toprak bünyesi hakkında fikir verir.

Bitkiler topraktaki besin maddelerini, suda erimiş halde aldıklarından, bir toprağın doymun halde iken sahip olduğu suda çözünebilir (Ca, Mg, Na, K gibi) maddelerin miktarının bilinmesi yararlıdır. Toprak Elektriksel İletkenlik (EC) değeri, toprak reaksiyonu (pH) değeri suyla doymun çamurda veya bu çamurdan elde edilen süzükte okunur.

Suda çözünebilir iyonların miktarları da bu süzük analiz edilerek bulunmaktadır

Çizelge : Suyla Doymunluk Yüzdesi ile Bünye Arasındaki İlişkiler

Suyla Doymunluk (%)	Bünye
< 30	Kumlu
30 - 50	Tınlı
51 - 70	Killi Tınlı
71 - 110	Killi
> 110	Ağır Killi

Toprağın su tutma kapasitesini arttırmak için torf, perlit, vermikülit, ponza taşı gibi materyaller karıştırılabilir

Torflarda su tutma kapasitesi torfun oluşum şekline, parçalanmış ve ayrılmış olup olmamasına göre farklılıklar gösterir. Yerli torflarda daha düşük olan su tutma kapasitesi ithal torflarda ağırlığının 10-15 katına kadar çıkabilmektedir.

HACİM AĞIRLIĞI

Hacim ağırlığı, toprak kütesinin kuru ağırlığının, kütenin toplam hacmine oranıdır (belli hacimdeki toprağın fırın kurusu ağırlığıdır).Ağırlık esasına göre yapılmış ölçümlerin hacim esasına çevrilmesinde kullanılır.

$g/l(=kg/m^3)$ veya $g/cm^3(=ton/m^3)$ olarak ifade edilir

Kaba bünyeli topraklarda,ince bünyeli olanlardan daha yüksek değerlere ulaşır

Hacim ağırlığı yaklaşık olarak:

- Organik topraklarda 100-980 gr/l
- Killi topraklarda 1150 gr/l
- Kumlu topraklarda 1600 gr/l

Gerçek değer laboratuarda saptanmalıdır.

Tarımsal amaçlar için kullanılan normal mineral topraklarda ortalama 1300 gr/l dir

Analizlerde genelde 20 cm derinlikteki 1 dekar toprak ağırlığı 250 000kg (250 ton) kabul edilir ve toprak içindeki maddelerin miktarları kg/da olarak ifade edilir

Yani bu topraklar için hacim ağırlığı 1250 gr/l olarak hesaplanır

BÜNYE (TEKSTÜR)

Toprak bünyesi (tekstürü), topraktaki inorganik kısmı oluşturan; kum, silt ve kil büyüklüğündeki parçacıkların miktarını, ağırlık yüzdesi olarak ifade eder .Toprağın en belirgin kalıcı ve kolay değişmeyen fiziksel özelliğidir.Toprağın diğer fiziksel ve kimyasal özellikleri hakkında tahminde bulunmayı sağlar.

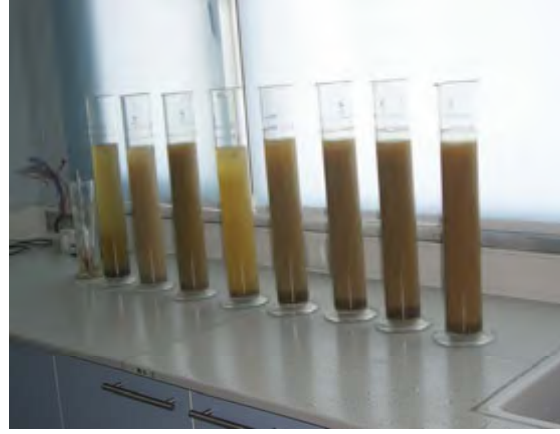
Bünye aşağıdaki toprak özelliklerinde en belirleyici unsurdur:

- Su tutma kapasitesi
- Toprak havalanması
- Su geçirgenliği
- Tav durumu
- Isınma ısısı, toprak sıcaklığı
- Şişme büzülme özelliği, plastiklik
- Bitki besin maddeleri miktarı
- Katyon değişim kapasitesi, tamponlama kapasitesi

Toprakların Tane Büyüklüklerine Göre Sınıflandırılması

Grup	Çap Sınıfları,mm
Kaba kum	2,00-0,20
İnce kum	0,20-0,02
Silt	0,02-0,002
Kil	<0,002

Toprak bünyesi, laboratuvarımızda Bouyocus Hidrometre Metodu ile tayin edilir. Toprağı meydana getiren taneciklerin birbirleri ile olan bağlantıları ortadan kaldırılarak, belli çaptaki taneciklerin (kum-silt-kil) yüzde oranları bulunur.



Temel Toprak Tekstür (bünye) Sınıfının belirlenmesi için bünye üçgenine uygulanır. Sınıfların isimlendirilmesinde

S- kum

L- tın

C- kil

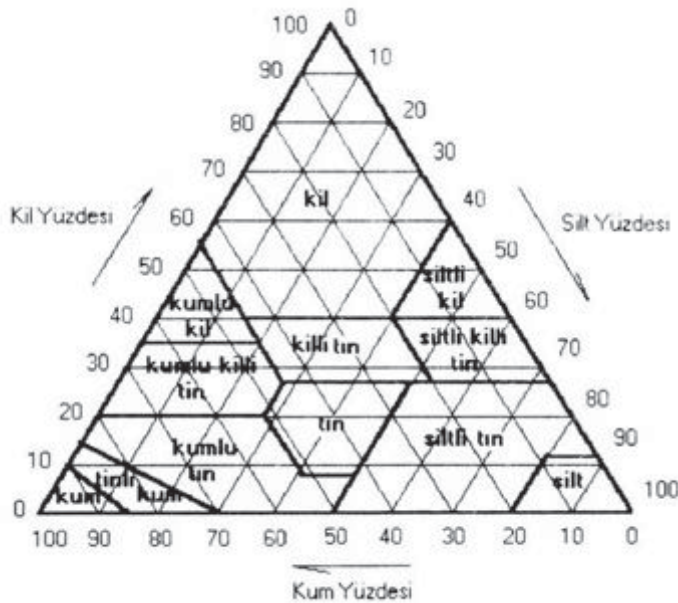
Si- silt

kısaltmaları kullanılır

Örnek: % 42 kum % 24 silt % 34 kil içeren toprak

CL -killi tın sınıfı topraktır

TOPRAK BÜNYE (TEKSTÜR)ÜÇGENİ



- Kum, toprağın fiziksel özellikleri üzerinde etkilidir
- Kil, özellikle kimyasal özellikler üzerinde etkilidir

Doğada sadece tek tip tanecikten oluşan toprak yoktur.Kum-silt – kil taneciklerinden biri baskın miktarda olabilir, ancak diğerlerinden de mutlaka az da olsa bulunur

SU GEÇİRGENLİĞİ

Bir hidrolik yük altında bulunan belirli kalınlıktaki bir toprak sütununun gözeneklerinden birim zamanda geçen su miktarına su geçirgenliği (hidrolik konduktivite) denir.



Toprak örneklerinin su geçirme hızı, cm/saat cinsinden belirlenir.Sulama amacı ile topraklarda fiziksel yönden yapılan en önemli tayinlerden biridir.

Çizelge : Geçirgenlik katsayısı değerlerine göre toprakların geçirgenlik dereceleri

0,00 - 0,13 cm/saat	Çok yavaş	(Killi)
0,13 - 0,50 cm/saat	Yavaş	(Killi)
0,50 - 2,00 cm/saat	Orta yavaş	(Siltli kil,Killi tın)
2,00 - 6,25 cm/saat	Orta	(Siltli kil,Killi tın)
6,25 - 12,50 cm/saat	Orta hızlı	(Tın,Kumlu tın)
12,50 - 25,00 cm/saat	Hızlı	(Tın,Kumlu tın)
25,00 < cm/saat	Çok hızlı	(Kum)

TOPRAK REAKSİYONU (pH)

Toprak için bilinmesi gereken en önemli kimyasal özelliklerden biridir. Toprağın fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik özelliklerine etki eder. Toprak verimliliğini etkileyen en önemli özelliktir.

pH 0-14 arası bir değer olabilir, ancak topraklarda 3,5 - 9,9 aralığındadır. pH ölçümü saf su veya KCl çözeltisi veya CaCl₂ çözeltisi ile hazırlanan çamurda potansiyometrik olarak yapılır. Laboratuvarımızda toprakta suyla doymuş çamurda, torfta ise 1:2,5 oranındaki sulu çözeltisinde cam elektrotlu pH metre ile ölçülür.



Çizelge : pH Değerine göre toprağın reaksiyon durumu

pH	Reaksiyon
< 4,5	Çok Kuvvetli Asit
4,5 - 4,9	Kuvvetli Asit
5,0 - 5,9	Orta Derecede Asit
6,0 - 6,9	Hafif Asit
7,0	Nötr
7,0 - 7,9	Hafif Alkali
8,0 - 8,9	Kuvvetli Alkali
> 9,0	Çok Kuvvetli Alkali

Kuvvetli asit reaksiyonlu topraklar

- Değişebilir Ca ve Mg miktarı oldukça azdır
- Fe, Al, B, Mn fazla çözünür (toksik etki görülebilir)

- Fosfat iyonlarının çoğunluğu Fe ve Al fosfat halinde çökelir
- Azot ve fosforun yarayışlıkları oldukça düşüktür
- Mikroorganizma etkinliği düşüktür
- Besin maddelerinin yıkanması hızlıdır

Alkali reaksiyonlu topraklar

- Fazla miktarda aktif Ca ve Mg bulunur
- Toksik Al yoktur
- Azot yarayışlıdır
- P, Fe, Cu, Zn ve Mn'in yarayışlıkları azdır Yüksek pH 'da fosfor, trikalsiyum fosfat halinde çöker

Nötr ve Nötre Yakın Topraklar

- Kimyasal ve biyolojik olaylar denge içinde çalışır
- Bitkiler için idealdir
- Mikroorganizmaların etkinliği ve besin maddelerinin yarayışlıkları optimal derecededir
- Bitkiler pH 6-8 arasında olan topraklarda organik azottan en fazla yararlanırlar

pH değerinin toprak verimliliğine etkisi

- Toprakların kendilerine özgü yapılarını korumaları pH ile yakından ilgilidir
- Kumlu topraklarda optimal pH 6.0 civarında veya altındadır
- Bir toprağın kendi tipine uygun optimal pH'sı belirli bir derecenin altına düştüğü zaman stabilitesi azalır,yoğunlaşma fazlalaşır, mikroorganizmalar istenen etkinliği gösteremez
- Mikroorganizmaların faaliyetinin bozulması ile huminleşmede arzu edilmeyen humus çeşitleri oluşur ve permeabilite bozulur.Bu bozulma topraktaki besin maddelerinin yıkanmasına neden olur
- pH, toprak için uygun olan pH değerinin üzerine çıktığı zaman da çeşitli nedenlerle verim azalır

Bitkilerin Toprak pH'sına duyarlılıkları

Bitkiler toprak pH'sına farklı duyarlılık gösterirler

Çay, çeltik,karpuz,çilek,patates gibi bitkiler hafif asit ve asit karakterli topraklarda iyi gelişir

Yonca,çayır otu,pamuk,şekerpancarı gibi bitkiler hafif alkali topraklarda iyi gelişir

pH ayarlaması

Toprağın pH değerini belli yöntemlerle yükseltmek veya düşürmek mümkündür.Ancak pH etkiler ile hemen değişmez (uzun vadede değişir).pH değerinin ne ölçüde değiştirilebileceği toprağın kendine has **tamponlama kapasitesi** (toprağın pH değişimine gösterdiği direnç) ile ilgilidir

pH değerini arttırmak için pratikte kireç ilavesi yapılır.Kireçleme işlemi sonbaharda veya gübreleme zamanından mümkün olduğu kadar önce yapılmalıdır

Kireç; sönmemiş kireç, sönmüş kireç , kireç kayası şeklinde verilebilir.Kireç kayası veya sönmemiş kireç uzun vadede etkili olurken, sönmüş kireç (veya tarım kireci) daha çabuk etki eder.Verilecek kireç miktarı, toprağın pH değerine, kireç cinsine ve toprak cinsine göre değişir

Aşağıdaki tabloda değişik toprak türlerine göre verilmesi gereken kireç miktarı sönmemiş kireç cinsinden gösterilmiştir

Bu değerlere karşılık gelen sönmüş kireç miktarlarını bulmak için verilen miktarlar 1,32 katsayısı ile çarpılmalıdır

Aynı pH seviyesindeki topraklardan hafif bünyeli olanlara daha az, bünye ağırlaştıkça daha fazla kireç verilmesi gerektiği tablodan görülebilir

Verilecek Kireç Miktarı

Toprağı Nötr hale getirmek için % saturasyon durumuna göre verilmesi gereken kireç miktarı (CaCO ₃ olarak).				
Ph	%0-30 S	%30-50 L	%50-70 CL	%70-110 C
5.9	103	138	206	241
5.8	122	161	241	283
5.7	140	184	276	320
5.6	155	208	310	363
5.5	174	229	344	403
5.4	191	254	380	442
5.3	208	276	413	485
5.2	225	299	447	524
5.1	241	322	481	564
5.0	260	345	515	605
4.9	277	367	551	644
4.8	295	392	585	686
4.7	313	415	619	725
4.6	329	437	653	766
4.5	347	460	689	807
4.4	365	483	723	845

Torflarda, pH değerini 1 birim arttırmak için genellikle 3,5 kg sönmüş kireç verilmesi yeterlidir.Ucuz olması nedeni ile pratikte mermer tozu da kullanılmaktadır (1 birim artış için 7 kg kullanılmalıdır)

Kimyasal gübre cinsinin, toprak pH değerine göre seçilmesi de pH değerini ayarlamaya yardımcı olabilir (Ör.asit karakterli topraklarda amonyum sülfat kullanılmaz).pH değerini düşürmek için toprağa asit organik maddeler veya kükürt, demir sülfat, aliminyum sülfat, sülfirik asit, jips gibi kimyasal maddeler verilir

Bu uygulamalar kireç uygulamasına kıyasla daha zor ve pahalıdır

ELEKTRİKSEL İLETKENLİK (EC)

Suyla doygun toprakta veya suyla doygun toprak çamurundan vakum altında elde edilen ekstraktta (süzükte) ölçülür.



Kondaktivite aleti ile elektriksel iletkenlik değeri ölçülür (Direnç-R okunan cihazlar da bulunmaktadır; $EC=1/R$)

EC değeri topraklar için genellikle mmhos/cm cinsinden ifade edilir.Uluslar arası birimi dS/m dir (1 deci siemens=1 mho; 1 dS/m=1 mmhos/cm)

Toprağın EC değeri ve toprak bünyesine bağlı olarak toplam tuz miktarı % olarak bulunur.Hemen her toprakta bir miktar çözülmüş tuz bulunur.Toprak verimliliği bakımından toprakların tuzluluğu, bitki gelişmesine zarar verecek durumda olup olmadığına göre değerlendirilir.

Fazla miktarda çözünebilir tuzun anyon ve katyonları, bitki kökleri ile temas ettiğinde kök hücrelerinde çatlamalar oluşur ve bitki gerekli olan su ve besin maddelerini alamaz ve bitki gelişimi kısıtlanır.

Bitkiler topraktaki besin maddelerini suda çözülmüş olarak, gövdelerindeki özsu ve topraktaki suyun yoğunluğu arasındaki farktan oluşan ozmotik basınçla alırlar.Tuzlu topraklarda suyun yoğunluğu arttığından bitkiler bu suyu alamaz. Ortamda su ve besin bulunmasına karşın bitkiler bunlardan yararlanamaz. Bu duruma **fizyolojik kuraklık** denir.

Çizelge : Toprakların Toplam Tuz ile Elektriksel İletkenlikleri Arasındaki İlişki ve Bunlara Göre Tuzluluk Derecesi

Toplam Tuz (%)	Elektriksel İletkenlik EC., mmhos/cm, 25°C	Tuzluluk Derecesi
0,00 - 0,15	0 - 4	Tuzsuz
0,15 - 0,35	4 - 8	Hafif Tuzlu
0,35 - 0,65	8 - 15	Orta Derecede Tuzlu
> 0,65	> 15	Çok Fazla Tuzlu

Bitkilerin tuza dayanımları

Bitkilerin tuza dayanımları farklıdır

- Tuza duyarlı bitkiler: çilek, fasulye, havuç, badem, meyveler, turunçgiller, çim, azalya-rododendron gibi süs çalıları
- Tuza orta derecede duyarlı bitkiler: sebzeler, çayır otları, yonca, çeltik
- Tuza duyarsız (dayanıklı) bitkiler: hurma, şeker pancarı, pamuk, arpa, otlak ayrığı

- **EC 0-2 arası:** tuz etkisi yok
- **EC 2-4 arası:** Bazı duyarlı bitkilerde verim düşer
- **EC 4-8 arası:** ekseri bitkiler zarar görür
- **EC 8-15 arası:** sadece dayanıklı bitkiler yetişir
- **EC >15 :** sadece ot ve tuza duyarsız bitkiler yetişir

Tuz miktarını azaltmak için

- Çok tuzlu topraklarda tuzsuz su ile bol sulama yaparak topraktaki tuzun yıkanması sağlanmalıdır (ağır bünyeli topraklarda uygulanmaz)
- Tuz oranı düşük torf veya organik materyal ve/veya mil karıştırılabilir
- Aşırı gübrelemeden kesinlikle kaçınılmalıdır
- Tuza dayanıklı bitkiler ile münavebeli ekim yapılmalıdır
- Toprağın drenajı sağlanmalıdır

Alkalilik

Toprakta artan tuzlar içinde Sodyum hakim ise, tuzlulukla beraber alkalilik problemi de görülür. Toprakta her iki problem arttıkça toprağın ıslah edilmesi zorlaşır

KARBONAT (KİREÇ)

Topraktaki karbonat, toprağın hidroklorik asit ile muamelesi sonucunda açığa çıkan karbondioksit miktarının Scheibler kalsimetresi ile ölçülmesi sonucu tayin edilir. Sonuç % olarak ifade edilmektedir.



Çizelge : Toprakların Kireç Kapsamlarına Göre Durumları

Kireç Kapsamı	Kireç Durumu
< 1,0	Çok Az
1,0 - 5,0	Az
5,0 - 15,0	Orta
15,0 - 25,0	Fazla
> 25,0	Çok fazla

Ülkemiz toprakları genel olarak fazla ve çok fazla kireçli sınıfına girmektedir.

Fazla kirecin zararları

- demir, bakır, mangan ve çinkonun yarayırlılığı azalır
- fosfor, kalsiyum fosfat oluşturarak yarayırlılığı azalır
- borun bitkiler tarafından alımını engeller

Kirecin Bitkilere Olumlu Etkisi

- Kalsiyum ve magnezyumun düzenleyici etkisi

- Toksik bileşiklerin n t rleştirilerek yıkanması
- Bitki hastalıklarının azaltılması
- Besin maddelerinin yararlılıklarının arttırılması
- Mikroorganizmaların etkinliklerinin arttırılması

Kirecin asit topraklara ilavesi ile açığa çıkan etkiler

- Organik maddenin ayrışmasında etkilidir
- Humus oluşumunda etkilidir
- Faydalı mikroorganizmaları uyarır
- Azotun aktivitesi artar
- Bir çok iyonun erirliği ve bitkiye yararlılığı etkilenir
- Toksik maddelerin erirliği etkilenir
- Fosforun yararlılığı artar

ORGANİK MADDE MİKTARI

Topraklarda organik madde miktarı Modifiye Walkley-Black Yöntemi- Sülfirik asit ile Yaş Yakma Yöntemi ile belirlenir .Sonuç, kuru maddedeki % olarak ifade edilir.



Torf, organik gübre ve kompost gibi organik materyallerde 550  C ta kül fırınında yakmak sureti ile **yanma kaybı** belirlenir.Kuru maddenin yüzdesi olarak ifade edilir.

NOT: Çok kireçli materyallerde kireç de parçalandığı için olması gerekenden daha yüksek değer olarak bulunur.

Çizelge :Toprakların Organik Madde Kapsamlarına Göre Durumları

Organik Madde (%)	Toprakların Organik Madde Durumu	Türkiye Topraklarındaki Oranı,%
< 1,0	Çok Az	21
1,0 - 2,0	Az	52
2,0 - 3,0	Orta	20
3,0 - 4,0	İyi	5
> 4,0	Yüksek	2

Organik madde miktarında oluşturulabilecek % 1 lik artış bile toprak özelliklerinde gözlenebilir farklılıklar yaratır.Organik madde miktarı % 10 dan fazla ise, mineral toprakların bünye adının başına maklı (muck) veya pitli (peat) terimi gelir ör. Maklı tın.

Organik madde miktarı % 20 den fazla ise organik toprak olarak değerlendirilir

Organik madde miktarını muhafaza etmek ve arttırmak için

- erozyon önlenmeli
- anız yakılmamalı, bitki artıkları toprağa verilmelidir
- münavebeli ekim yapılmalı
- yeşil gübreleme yapılmalı
- torf, organik gübre(çiftlik gübresi, tavuk gübresi,yarasa gübresi),organik kompost, mantar atık kompostu,orman altı artıkları, organik yapay gübreler (kan unu gibi) gibi organik materyal ilavesi yapılabilir

Organik materyal ilavesinde dikkat edilecek noktalar

- Organik materyal ilavesinde dikkat edilmesi gereken en önemli husus, materyalin fermentasyonunu tamamlamış olması gerektiğidir.
- Organik gübre en az 1 yıl beklemiş olmalıdır.
- Ağaç kabuğu, talaş, kavuz gibi materyaller de fermentasyonunu tamamladıktan sonra kullanılmalıdır.
- Fermentasyonunu tamamlamadan kullanılan organik maddelerin parçalanması mikroorganizmalar tarafından, topraktaki mevcut azotu kullanarak yapılacağından, toprakta azot eksikliği belirtisi verebilir.
- Kullanılan materyal çevreye zararlı olmamalıdır (Ör.azotça zengin olan tavuk gübresi kullanılması durumunda , yer altı ve yerüstü sularda nitrat kirlenmesine neden olabilir)

POTASYUM

Toprakta bulunan potasyum ,amonyum asetat çözeltisi ile açığa çıkarılır. Çözeltiye geçen potasyum miktarı, Alev Fotometresinde okunması esasına göre belirlenir.



Bitkilere yararışlı potasyum K₂O formundadır.

kg/da veya ppm (mg/kg) bitkilere yararışlı potasyum (K₂O)olarak veya ppm K olarak ifade edilir.

Çizelge : Toprakların potasyum miktarına göre durumları

K ₂ O kg/da	K ₂ O,ppm (mg/kg)	K,ppm (mg/kg)	Potasyum durumu
0 -- 20	0 -- 80	0 -- 66	Az
20 -- 30	80 -- 120	66 -- 100	Orta
30 -- 60	120 -- 240	100 -- 199	Yeterli
60 -- 100	240 -- 400	199 -- 332	Zengin
> 100	> 400	> 332	Çok zengin

Türkiye toprakları genellikle potasyum bakımından yeterlidir(fazlası toprak tarafından tutulur).Ancak analiz sonucunda eksiklik görülen topraklarda potasyumlu gübre kullanılmalıdır.

Potasyum özellikle ürün kalitesi üzerinde etkilidir; kaliteli ürün için toprakta yeterince bulunmalıdır.Hareketsiz olduğu için kök derinliğine verilmelidir.Ekim veya dikimde; çok yıllık bitkilerde erken ilkbaharda verilmelidir.

FOSFOR

- Kireçli ve nötr topraklarda Olsen Metodu
- Asit karakterli topraklarda Bray ve Kurtz metodu

ile belirlenir



Olsen Metodunda topraktaki fosfor sodyum bikarbonat ile açığa çıkarılarak değeri Spektrofotometre ile ölçülür.

Bitkilere yararlı fosfor P_2O_5 formundaki fosfordur .Düşük pH değerinde suda çözünmeyen trikalsiyum fosfat formunda olduğu için yararlanılam.Çok kireçli topraklarda fazla kireç tarafından fikse edilir.Fosfor miktarı kg/da veya mg/kg(ppm) P_2O_5 ; veya ppm P olarak ifade edilir

Çizelge : Toprakların fosfor kapsamına göre durumları

P_2O_5 kg/da	P_2O_5 ,ppm (mg/kg)	P,ppm (mg/kg)	Fosfor durumu
0 -- 3	0 --12	0 -- 5	Çok az
3 -- 6	12 -- 24	5 -- 10,5	Az
6 -- 9	24 -- 36	10,5 -- 16	Orta
9 -- 12	36 -- 48	16 -- 21	Zengin
12 +	> 48	> 21	Çok zengin

Hareketsiz besin maddesi olduğu için kök derinliğine verildiğinde etkilidir.Bitkilerin topraktan kaldırdıkları fosfor miktarları farklıdır.Bitki ve hayvan artıklarındaki organik fosfor toprağın fosfor deposudur.Yararlı hale gelmesi için organik maddenin parçalanması ve çürümesi (mineralizasyonu) gerekir.Fosforlu gübre erken ilkbaharda bir defada verilmelidir.

NEMATOT TESTİ

Özellikle torf ve organik gübre gibi organik materyaller Nematot ile bulaşık olabileceğinden , bu materyallerin kullanıldığı bitki dikim harçları da nematot ile bulaşık hale gelir.

Bunun önüne geçmek için harçlarda kullanılan materyaller nematot testine tabi tutulur.

Talep edilmesi durumunda örneklere nematot testi uygulanmaktadır.



ANALİZ SONUÇLARININ DEĞERLENDİRİLMESİ

- Analizleri yapılan örneklerde elde edilen sonuçlar, standard veya şartnameler ile belirlenen sınır değerlere göre kıyaslanır ve adı geçen standard veya şartnameye uygun olup olmadığı belirlenir.
- Kabul edilebilir özelliklere sahip örnekler için karışım formülleri oluşturulur
- Amacına uygun olmayan örneklerin ıslah edilebilmesi için uygulanması gereken işlemler belirlenir.
- Ekilecek bitki çeşitlerine göre gübreleme önerileri yapılır.
- İhtiyaç olması halinde kireçleme ile ilgili öneriler yapılır.

LABORATUAR HİZMETLERİ

- Yukarıda belirtilen toprak analizleri www.ibb.gov.tr adresindeki fiyatlar karşılığında yapılmaktadır.
- Resmi Kurumlardan gelen örneklerden ücret alınmamaktadır.
- Tarım İl ve İlçe Müdürlükleri ile Ziraat Odalar Başkanlıkları tarafından gönderilen veya bu kurumlara kayıtlı çiftçilerin getirdiği ÇİFTÇİ topraklarına ait örnekler ÜCRETSİZ analiz edilmektedir.
- Laboratuvarımızda talep edilmesi durumunda suda çözünebilir ve değişebilir anyon-kasyon analizleri de yapılmaktadır
- Yenilenen Laboratuvarımızda topraklarda azot ve mikro element analizleri, ayrıca yaprak analizlerinin de yapılabilmesi için gerekli çalışmalar tamamlanmış olup bu analizler en kısa sürede başlatılacaktır
- Laboratuvarımız özel kişi ve kuruluşlar ile üniversitelerden gelen toprak analiz taleplerine de cevap vermektedir

Bugün dünya ülkelerinde tarımsal araştırma çalışmalarına çok fazla önem verilmekte, araştırma ile elde edilen bulgular uygulamaya aktararak bir yandan verim arttırılırken diğer taraftan da mahsul kalitesi yükseltilmektedir. Bu çalışmaların diğer bir amacı da çok uzun yıllarda oluşan tarım topraklarını korumak ve kullanılabilirliğini devam ettirmektir. İnsanlara daha güzel ve yaşanılabilir bir çevre sağlamak da bu çalışmalar ile mümkün olmaktadır.

SU ANALİZLERİ VE SULAMA SUYU ANALİZ SONUÇLARININ DEĞERLENDİRİLMESİ

YARARLANILABİLİR SU POTANSİYELİ

Yararlanılabilir Su Potansiyeli, sahip olduğumuz yer altı ve yer üstü su kaynaklarımızın su miktarı ile birlikte kalitesi de ifade eder.Ülkemizde ve özel olarak da İstanbul'da bulunan suyun niceliği ile birlikte niteliğinin de bilinmesi ve gözlenmesi; daha da önemlisi **niteliğine göre en optimum şekilde kullanımının sağlanması hayati önem taşımaktadır.**

SULARIN TÜKETİM ŞEKİLLERİ

- **İnsani tüketim amaçlı sular** (içme, evsel tüketim, balık-hayvan yetiştiriciliği)
- **Rekreasyon amaçlı tüketim** (sulama, beton karma)
- **Sanayi tüketimi** (enerji, gıda, tekstil, demir-çelik, kağıt, petrol endüstrilerinde process suyu olarak)



SU ANALİZLERİ

Suların uygun amaç için kullanılması önemlidir. Bunun için de fiziksel ve kimyasal yapısının mutlaka bilinmesi gerekir. Laboratuvarımızda su örneklerine uygulanmakta olan Fiziksel ve Kimyasal Analiz kapsamında aşağıdaki kalite parametreleri belirlenebilmektedir.

- Tortu
- Renk
- Bulanıklılık
- Koku
- pH
- İletkenlik (EC)
- Toplam sertlik
- Kalsiyum
- Magnezyum
- Sodyum
- Potasyum
- Demir
- Bor
- Mangan
- Karbonat
- Bikarbonat
- Sülfat
- Klorür
- Nitrit
- Amonyak
- Nitrat
- Organik Madde

Su kalitesi ölçümlerinden elde edilecek faydalar

- Su kalite parametrelerinin yere ve zamana göre değişimlerinin izlenmesi
- Doğal ve insan müdahalesi sonucunda su kalitesinin nasıl etkilendiğinin belirlenmesi (daha önce uygun olan bir suyun kalitesi, tarımsal-endüstriyel nedenler ile değişebilir)
- Su kalitesinin korunması ve kontrolü için alınan önlemlerin etkinlik derecelerinin saptanması
- Suyun niteliğinin konulan standartlara uyumunun izlenmesi
- ÇED, çevre etki değerlendirilmesi, amacıyla gerekli olan bilgilerin temini
- Belli bir bölgede, genel kapsamda su kalitesi özelliklerinin değerlendirilmesi veya halihazır durum envanterinin çıkarılması
- Su kalitesinin modellenmesi;

NOT: Suyun belli bir amaç için kullanımı söz konusu olduğunda, suda o amaca uygun kalite özelliklerinin bulunması istenir.

STANDART SU ANALİZLERİ

- SULAMA SUYU ANALİZİ
TS 7739 ve Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği
- İNSANİ TÜKETİM AMAÇLI SU ANALİZİ
TS 266
- BETON KARMA SUYU ANALİZİ
TS EN 1008
- KÜLTÜR BALIKÇILIĞI SU ANALİZİ
Tarım Bakanlığı Yönetmeliği

SULAMA SUYU

- Bitkilerin yetişmesinde toprak kadar önemlidir.Sulama sularının kalitesini değerlendirirken kullanılacağı koşullar da bilinmelidir.

- sulananacak toprağın fiziksel özellikleri
- bitkinin tuza dayanımı
- sulama yönteminin uygunluğu
- drenajın yeterliliği

Sulama sularına uygulanacak yöntemler ve aranacak kalite parametreleri TS standardı ile belirlenmiştir.Sulamada kullanılabilecek arıtılmış atıksular ile ilgili kalite parametreleri de Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliğinde belirtilmiştir.Bu standart ve yönetmelik gereğince sulama suyu sınıfları belirlenir.

Sulama Sularının Sınıflandırılmasında Esas Alınan Sulama Suyu Kalite Parametreleri

Kalite kriterleri	Sulama suyu sınıfı				
	I. Sınıf su (çok iyi)	II. Sınıf su (iyi)	III. Sınıf su (kullanılabilir)	IV. Sınıf su (ihtiyatla kullanılmalı)	V. sınıf su (zararlı) uygun değil
EC ₂₅ x10 ⁶	0-250	250-750	750-2000	2000-3000	> 3000
Değişebilir Sodyum Yüzdesi (% Na)	< 20	20-40	40-60	60-80	> 80
Sodyum Adsorbsiyon oranı (SAR)	< 10	10-18	18-26	> 26	
Sodyum karbonat kalıntısı (RSC) meq/l mg/l	> 1.25 < 66	1.25-2.5 66-133	> 2.5 > 133		
Klorür (Cl ⁻), meq/l mg/l	0-4 0-142	4-7 142-249	7-12 249-426	12-20 426-710	> 20 > 710
Sülfat (SO ₄ ⁼) meq/l mg/l	0-4 0-192	4-7 192-336	7-12 336-575	12-20 575-960	> 20 > 960
Toplam tuz konsantrasyonu (mg/l)	0-175	175-525	525-1400	1400-2100	> 2100
Bor konsantrasyonu (mg/l)	0-0.5	0.5-1.12	1.12-2.0	> 2.0	-
Sulama suyu sınıfı*	C ₁ S ₁	C ₁ S ₂ , C ₂ S ₂ , C ₂ S ₁	C ₁ S ₃ , C ₂ S ₃ , C ₃ S ₃ , C ₃ S ₂ , C ₃ S ₁	C ₁ S ₄ , C ₂ S ₄ , C ₃ S ₄ , C ₄ S ₄ , C ₄ S ₃ , C ₄ S ₂ , C ₄ S ₁	-
NO ₃ ⁻ veya NH ₄ ⁺ mg/l	0-5	5-10	10-30	30-50	> 50
Fekal Koliform ** 1/100 ml	0-2	2-20	20-100	100-1000	> 1000
BOI ₅ (mg/l)	0-25	25-50	50-100	100-200	> 200
Askıda katı madde (mg/l)	20	30	45	60	> 100
pH	6.5-8.5	6.5-8.5	6.5-8.5	6.5-9	< 6 veya > 9
Sıcaklık	30	30	35	40	> 40

Burada yer alan CS kısaltmaları T(Tuzluluk) ve A(Alkalilik)karşılığıdır.Anyon ve katyon miktarları genel olarak meq/l (miliekivalent/litre)olarak ifade edilmiştir.

Tuzluluk ve alkalilik sınıflamasına göre suların kullanılabileceği durumlar ile farklı parametreler ile ilgili değerlendirmeler aşağıda belirtilmiştir.

TUZLULUK

EC 0-250	T1	AZ TUZLU SU:Her çeşit bitki sulamasında kullanılabilir.Toprak çok düşük geçirgenliğe sahip olmadığı sürece toprakta tuzluluk yaratmaz.
250-750	T2	ORTA TUZLU SU:Tuzluluğa hassas bitkiler hariç bütün bitkilerin sulanmasında kullanılabilir.Toprak geçirgenliğinin iyi ve orta derecede olduğu yerlerde özel tuzluluk kontrol tedbirlerine ihtiyaç yoktur.
750-2250	T3	YÜKSEK TUZLU SU: Tuza dayanıklı bitkilerin sulanmasında kullanılabilir.Yeterli geçirgenlik ve drenaj şartlarında dahi özel tuzluluk kontrol tedbirleri gerektirir.Drenajı tam olmayan topraklarda kullanılmamalıdır.
> 2250	T4	ÇOK YÜKSEK TUZLU SU:Normal şartlarda sulamaya uygun değildir.Fakat tuzluluğa çok dayanıklı bitkilerin seçildiği, yıkama ihtiyacının da dikkate alındığı, drenajı ve geçirgenliği çok iyi olan topraklarda özel tuzluluk kontrol tedbirleri ile kullanılabilir.

ALKALİLİK

SAR 0-10	A1	AZ SODYUMLU SU:Bütün topraklarda sulama için kullanılabilir.Zararlı derecede alkalilik yaratma tehlikesi çok azdır.Bununla beraber ,taş çekirdekli meyveler gibi alkaliliğe karşı hassas olan bitkilerin etkilenmeleri mümkündür.
SAR 10-18	A2	ORTA SODYUMLU SU:İnce bünyeli(killi ve yüksek katyon değiştirme kapasitesine sahip) topraklarda,özellikle az yıkama şartlarında hissedilir derecede bir alkalilik tehlikesi ortaya çıkar.Toprakta jips mevcut ise durum daha az tehlikelidir.Bu sular kaba bünyeli (kumlu) ve geçirgenliği iyi olan organik(turbiyer) topraklarda kullanılabilir.
SAR 18-26	A3	YÜKSEK SODYUMLU SU:Çoğu topraklarda zararlı derecede bir alkalilik yaratır.İyi drenaj,fazla yıkanma ve organik madde ilavesi gibi özel tedbirler ister .Jips ihtiva eden topraklarda bu sular tehlikeli bir alkalilik meydana getirmeyebilir.Değişebilir sodyumun yerine kalsiyum yerleştirmek için bazı kimyasal maddelerin ilavesi gerekebilir.Ancak çok yüksek tuzluluğa sahip sularda kimyasal madde ilavesi mümkün olmayabilir.
SAR >26	A4	ÇOK YÜKSEK SODYUMLU SU:Genellikle sulamada kullanılmaz.Ancak düşük veya orta derecede tuz kapsadığında (T1-A4)-(T2-A4) toprakta erimiş kalsiyum bulunması halinde veya jips gibi ıslah edici maddelerin uygulanması şartı ile kullanılabilir

KALAN SODYUM KARBONAT(RSC)
2.5 me/l den fazla ise sulamada kullanılmaz
1.25-2.5 me/l zarar yapabilir
1.25 me/l den az ise sulamada emniyetle kullanılabilir

Schofield Sistemine göre sınıflama:

	SINIFI	EC(μhos/cm)	SÜLFAT(me/l)	SODYUM(%)	KLORÜR(me/l)
1.	ÇOK İYİ	<250	< 4	< 20	< 4
2.	İYİ	250-750	4-7	20-40	4-7
3.	KULLANILABİLİR	750-2000	7-12	40-60	7-12
4.	ŞÜPHELİ	2000-3000	12-20	60-80	12-20
5.	KULLANILMAZ	>3000	>20	>80	>20

SULAMA SULARINDAKİ BOR'UN SINIFLANDIRILMASI

BOR SINIFI	HASSAS BİTKİLER mg/l	YARI HASSAS BİTKİLER mg/l	DAYANIKLI BİTKİLER mg/l
1. Çok iyi	0,33'den az	0,67'den az	1,00'den az
2. İyi	0,33-0,67	0,67-1,33	1,00-2,00
3. Kullanılabilir	0,67-1,00	1,33-2,00	2,00-3,00
4. Şüpheli	1,00-1,25	2,00-2,50	3,00-3,75
5. Kullanılmaz	1,25'den çok	2,50'den çok	3,75'den çok



www.istanbulagac.com.tr
0212. 626 95 49