

2020-2021 Güz Dönemi

KAL109 TOPRAK BİLGİSİ

Öğretim Görevlisi Dr. Esra Güneri

A.Ü. Z. F. Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü

eguneri@ankara.edu.tr; egbagci77@gmail.com

0312 596 1744; 0312 596 1541 (Toprak Anabilim Dalı
Sekreterliği)

Haftalık Ders İçeriği

1. Hafta: Giriş (Toprağın Tanımı, Temel Bileşenleri)
2. Hafta: Toprak Ana Materyalleri (İnorganik, Organik ve Taşınmış Ana Materyaller)
3. Hafta: Topraklara Karakter Kazandıran Etmenler (Ana Materyal, Topoğrafya, İklim, Biyosfer, Zaman)
4. Hafta: Toprak Oluşumunda Meydana Gelen Olaylar (Fiziksel, Kimyasal ve Biyolojik Olaylar)
5. Hafta: Toprak Profili (Toprak Horizonları ve Özellikleri)
6. Hafta: Toprakların Biyolojik Özellikleri (Toprak Canlıları ve Organik Madde)
7. Hafta: Toprakların Fiziksel Özellikleri (Bünye, Strüktür, Özgül Ağırlık, Hacim Ağırlığı, Kıvam, Renk)
8. Hafta: Ara Sınav
- 9. Hafta: Toprakların Kimyasal Özellikleri (toprak reaksiyonu, tuzluluk, besin maddeleri)**
- 10. Hafta: Toprakların Kimyasal Özellikleri (toprak kolloidleri, katyon değişimi, bazla doygunluk)**
11. Hafta: Toprak Havası, Suyu ve Sıcaklığı
12. Hafta: Toprakların Sınıflandırılması
13. Hafta: Toprak Sorunları ve Islahı (Sorunlar ve Sonuçlar, Tuzlu ve Alkali Toprakların Oluşumu ve Islahı)
14. Hafta: Toprak Sorunları ve Islahı (Erozyon, Oluşumu ve Islahı, Toprak Kirliliği ve Islahı)

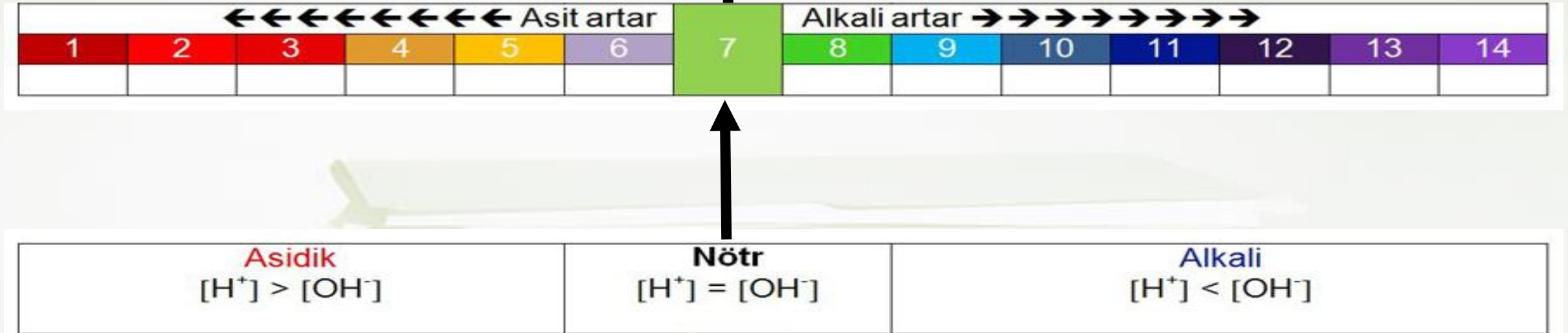
Toprakların Kimyasal Özellikleri-Toprak Reaksiyonu (pH)

- Toprak reaksiyonu
 - İyonların hareketliliğini
 - Bitki besin elementlerinin yararlılığını
 - Ağır metallerin toksikliğini
 - Çökme veya çözülme dinamiğini
 - Oksidasyon-indirgenme reaksiyonlarını
 - Mikroorganizma faaliyetlerini kontrol eder.
- pH (**P**otentia **H**ydrogenia); Bir litre saf sudaki hidrojen iyonları konsantrasyonunun tersinin logaritmasına pH denir
- $\text{pH} = \log 1 / [\text{H}^+]$
- Su için iyonlaşma sabiti
$$K_w = [\text{H}^+][\text{OH}^-] = 10^{-14}$$
- Nötr bir saf suda 1×10^{-7} g H^+ , 1×10^{-7} g OH^- iyonu vardır, yani;
$$\text{pH} = \log 1 / 0,0000001$$
$$= \log 10000000 = 7 \text{ 'dir}$$

Toprakların pH Değerlerine Göre Sınıflandırılması

$$\text{pH} = \log 1 / 0,0000001 = \log 10000000 = 7$$

$1 \times 10^{-7} \text{ g H}^+$



Toprak Reaksiyonu (pH)

- pH'daki 1 birimlik artış, OH^- iyonlarının konsantrasyonunda 10 kat artış anlamına gelir veya pH'daki 1 birimlik azalış, H^+ iyonlarının konsantrasyonunda 10 kat artış anlamına gelir.
- Örneğin; pH = 6 olan bir toprak, pH = 7 olan bir topraktan 10 kez daha fazla asittir.
- Örneğin; pH = 8 olan bir toprak ise pH = 6 olan bir topraktan 100 kez daha fazla alkalidir.

Toprak pH'sının belirlenmesi

- Toprak pH'sı belirlenmesinde pH metre cihazları kullanılır.
- pH metreler probları aracılığı ile bir solüsyon içinde bulunan H⁺ iyonlarının konsantrasyon potansiyeli ölçülür.
- pH'sı bilinen farklı tampon çözeltilere (pH 4-7-10) karşılık toprak pH'sı belirlenir.
- Toprak pH'sının birimi yoktur.
- Çeşitli oranlarda toprak ve su karışımlarında (1:1, 1:2, **1:2.5**, 1:5 toprak:su süspansiyonu) veya sature (doygun) hale getirilmiş topraklarda ölçüm yapılabilir. Kullanılan karışım oranlarına bağlı olarak pH dereceleri değerlendirilir.



Toprakların pH Değerlerine Göre Sınıflandırılması

| Reaksiyon | pH değeri | Reaksiyon | pH değeri |
|--------------------|-----------|---------------------|-----------|
| Fevkalade asit | < 4.5 | Nötr | 6.5-7.5 |
| ok kuvvetli asit | 4.5-5.0 | Hafif alkali | 7.5-8.0 |
| Kuvvetli asit | 5.1-5.5 | Orta derece alkali | 8.0-8.5 |
| Orta derecede asit | 5.6-6.0 | Kuvvetli alkali | 8.5-9.5 |
| Hafif asit | 6.1-6.5 | ok kuvvetli alkali | > 9.5 |

Toprak pH'sını kontrol eden mekanizmalar

- Topraktaki H⁺ İyon kaynakları
 - Adsorbe edilmiş H⁺ İyonları
 - Adsorbe edilmiş Al³⁺ İyonları
- Topraktaki OH⁻ İyon Kaynakları
 - Bazik katyonların hidrolizi
 - Bazla Doygunluk Yüzdesi
 - Kolloidin cinsi
 - Adsorbe edilen katyonun çeşidi ve birbirine olan oranı

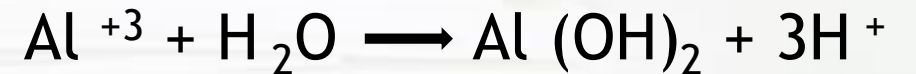
Topraktaki H⁺ İyon kaynakları

Adsorbe edilmiş H⁺ İyonları

- Toprak kolloidleri sahip oldukları negatif yükleri ile katyonları ve H⁺ iyonlarını adsorbe eder ve toprak çözeltisi ile denge halindedir.
- Kolloidlerde adsorbe edilen H⁺ iyonu konsantrasyonu arttığında hidrojenlerin bir kısmı disosye olur ve toprak çözeltisindeki H⁺ iyonu konsantrasyonu da artar. Sonuç asitlik artar, yani pH düşer.

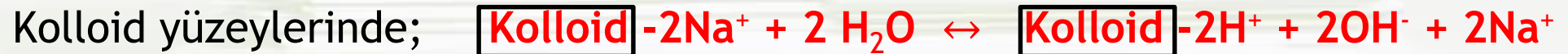
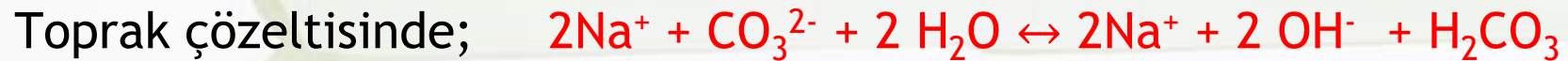
Adsorbe edilmiş Al³⁺ İyonları

- Kuvvetli asit topraklarda (yağış yüksek bölgeler) Al³⁺ iyon konsantrasyonu yüksektir. Bunlar kolloid yüzeylerinde adsorbe halindedir. 3 değerlikli olması nedeniyle kolloidler tarafından H⁺ iyonuna göre daha güçlü tutulur. Adsorbe edilmiş Al³⁺ hidrolize uğradığında açığa H⁺ çıkar ve asitlik artar.



Topraktaki OH⁻ İyon kaynakları

- **Bazik katyonların hidrolizi:** Kurak bölge topraklarında ayrışma ürünü bazik katyonlardır. Yıkanma olmadığından Kolloid yüzeylerinde ve toprak çözeltisindeki konsantrasyonu yüksektir. Bazik katyonlar, kolloidlerdeki H⁺ iyonları yer değiştiklerinde OH⁻ iyonu oluşturur. Artan OH⁻, H⁺ iyonlarında azalmaya neden olur. Sonuç pH artar, alkali olur.



Topraktaki OH⁻ İyon kaynakları

- **Bazla doygunluk:** Toprakların bazla doygunluk yüzdesi %100'e yaklaştıkça toprak pH'sı 7'ye yaklaşır. Ör; kurak bölgelerde BD %100 olduğundan pH 7 ve üzerindedir.
- Toprak pH'sı ve BD arasındaki ilişki 2 faktörün etkisi altındadır:
 - **Kolloid çeşidi;** Organik kolloidlere bağlı H⁺ iyonları daha kolay dissosye olur. Bu nedenle, aynı BD'ye sahip organik kolloidlerce zengin olan toprakların pH dereceleri, mineral kolloidlerce zengin olan topraklara göre daha düşüktür. Ör; BD'si %50 olan Turba toprakların pH'sı 4.5-5.0, silikat killeri hakim toprakların pH'sı 5.2-5.8 ve hidros-oksit killeri hakim toprakların ise pH'sı 6-7'dir.
 - **Adsorbe edilen katyonun çeşidi ve birbirine olan oranı;** Bazik katyonlar arasında en kolay disosye olanı Na⁺ iyonudur. Bu nedenle toprak çözeltisindeki OH⁻ miktarı artar ve pH yükselir. Ör; BD %70 ve adsorbe edilmiş bazik katyonların (Ca:Mg:K:Na) oranı 10:3:1:1 olan bir toprağın pH'sı, aynı katyonların oranı 4:1:1:9 olana göre daha düşüktür.

Toprak pH'sının kontrol mekanizmalarını etkileyen etmenler

- Düşük bazla doygunluk
- Yüksek asitlik
- Organik kolloidler
- Mineral kolloidler
- Organik asitler (asetik asit, sitrikasit, oksalik asit)
- İnorganik asitler (HNO_3 , H_2SO_4)
- Oksidasyon (nitrifikasyon)
- Redüksiyon

Toprak pH'sının büyük değişimlerin nedenleri

- **CO₂ gazı;** Toprak canlılarının etkisiyle oluşan CO₂ su ile reaksiyona girdiğinde karbonik asiti oluşturur. karbonik asit dissosiyeye olduğunda ise pH düşer.
- **Organik madde;** ayrışma sonucu açığa organik (asetik asit, sitrikasit, oksalik asit) ve inorganik asitler (HNO₃, H₂SO₄) çıkar ve pH düşer.
- **Bazların yıkanması;** yağışlı bölgelerde bazik katyonların yıkanması ortamda H⁺ konsantrasyonunun ve silis asitlerinin artmasına neden olur ve pH düşer.
- **Ticaret gübreleri;** özellikle asit karakterli gübrelerin (sülfat içeren; amonyum sülfat gibi) kullanımı ortamda HNO₃, H₂SO₄ oluşmasına neden olur, pH düşer. Bazik karakterli gübrelerin (sodyum nitrat, kalsiyum siyanamid gibi) kullanımı ortamda OH⁻ oluşmasına neden olur, pH yükselir.
- **Bitkiler;** toprağın alt katmanlarındaki bazik elementler bitki köklerinde alınıp yıkanmaları frenlenir ve bitkinin üst organlarına taşınımı sonrasında döküntü şeklinde tekrar toprak yüzeyine düşer. Bu pH'nın bir miktar yükselmesine yol açar. İbrelili bitkilerde ise ayrışma yavaş olduğundan bazik katyonların yeniden toprağa dömesi uzun sürer ve pH'da azalma olur.
- **Mevsimler;** yağış ve sıcaklık doğrudan bitki örtüsünün yoğunluğu ve türü ile bazik katyonların yıkanması/çökmesi üzerine etkili olduğundan pH değişimlerinde etkilidir.
- **Ana kaya;** ana kayayı oluşturan minerallerin kimyasal bileşimi ve ana materyalin ayrışma ürünleri toprak pH'sının düşük veya yüksek olmasına neden olur.

Toprakta Asitlik Artarken Ne Gibi Değişiklikler Olur?

- Öncelikle topraktaki değişebilir bazlar hidrojen ile yer değiştirir.
- Yer değiştiren bazlar ya bitkiler tarafından alınır ya da çözünebilir tuzlar şeklinde sulama ve yağmur sularıyla topraktan yıkanarak uzaklaşırlar.
- Böylece toprak asitliği yükselir ve demir, alüminyum ve manganın çözünebilirlikleri artar, toksik düzeye ulaşır.
- Fosfor, bu elementlerle birleşerek çözünmeyen bileşikler oluşturur.
- Organik maddelerin parçalanmasını sağlayan, nitrat üreten ve atmosferdeki azot miktarını sabit tutan bakterilerin aktifliği azalır.
- Sonuçta toprağın drenaj ve havalanma kabiliyeti düşer.
- Toprak yağış sularını zor emer, işlenmesi zorlaşır.
- Organik madde (hayvan gübreleri, anız ve bitki artıkları, vs...) parçalanmadan uzun süre toprakta kalır.
- Bazı durumlarda suni gübre olarak verilen fosfor, toprakta birikir ve toprak yüzeyi mazot dökülmüş gibi renk alır.

Yüksek pH'lı topraklardaki durum...

- Özellikle az yağış alan bölgelerde toprakların çoğu yüksek pH derecelerine sahiptir. Yüksek pH, topraktaki bitki besin maddelerinin yarayırlılığını (bitkiler tarafından alınabilirliğini), dolayısıyla toprak verimliliğini ve uygulanacak gübreleme programını etkiler.
- Yüksek pH'lı toprakların genellikle verimsiz olmasının ana nedeni özellikle fosfor ve mikro besin maddelerinin (Fe, Cu, Zn, Mn) diğer elementlerle çözünmez bileşikler oluşturarak mobilitesinin azalması veya immobil hale gelmesidir.
- Bir diğer nedeni ise yüksek miktarda Na içerebilmesidir. Yüksek sodyum, toksik etki yapmakla birlikte, toprakta dispersiyona sebep olur.
- **Genel kural, toprak pH'sının yüksekliği mahsulün verimini kısıtlayan bir faktördür.**

pH'nin ETKİSİ

pH'ın;

(1) Mikro organizmaların aktivitesi

(2) İyon Toksisitesi

(3) Bitki Besin Maddesi alımı

üzerinde büyük ölçüde etkisi vardır

1. Mikro organizmaların Aktivitesi: Mikro organizmalar toprağın, bitki gelişimi ve büyümesinde uygun verimli bir ortam haline dönüşmesinde çok önemli bir rol oynarlar. Mikroorganizma popülasyonlarının çoğunluğu, toprağın biyolojik aktivitesini oluşturan fonksiyonlarını, nötr civarındaki pH değerlerinde ideal bir biçimde yerlerine getirirler. Düşük pH'larda ise mantar aktivitesi yüksektir. Kükürt bakterileri açısından pH sınırlaması söz konusu değildir.

pH'nın bir yöne kayması mikroorganizma aktivitesini etkilediğinden besin döngüsü azalır ve hastalık riski artar.

pH'nin ETKİSİ

2. İYON TOKSİSİTESİ: Bitki hücre gelişimi için önemli olan moleküllerin üretimi, toprak ortamında H^+ iyonları ya da OH^- iyonlarının aşırı derecede bulunması durumunda önemli ölçüde değişebilir.

- Düşük pH değerlerinde Alüminyum gibi H^+ iyonlarının fazla bulunduğu ortamlarda, suda çözünürlükleri artan iz elementler bitkiler tarafından gereğinden fazla alınır. Bu mahsul veriminin düşmesinde önemli rol oynar.

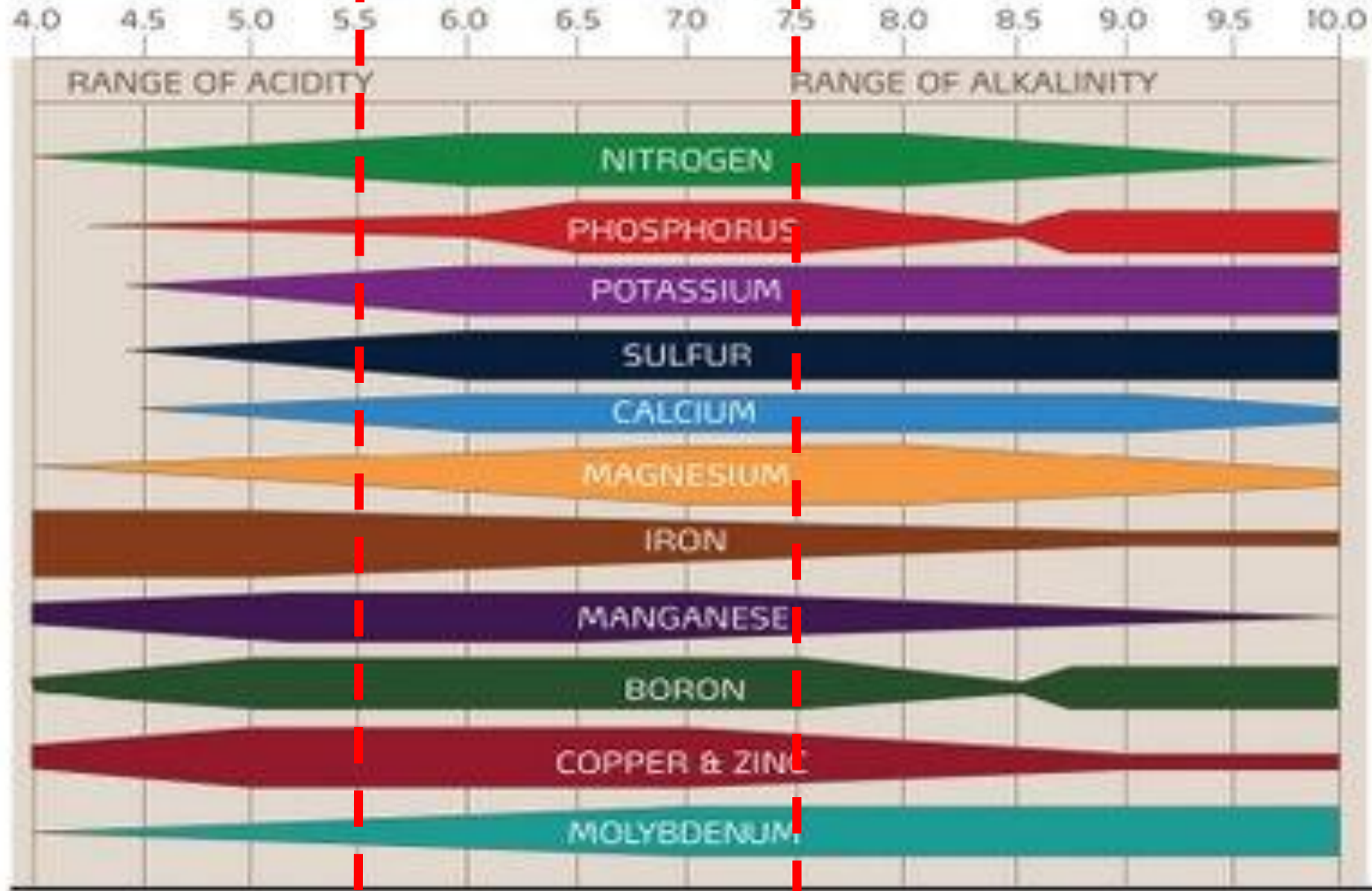
- pH azaldıkça toprakta ağır metallerin (Cd, Ni, Pb vd) mobiliteyi artar ve bitki tarafından daha kolay alınır. Bu durum, bitkide toksik etki oluşturmaya neden olur, ürün alınmaz veya verim düşer ve tüketen canlılarda sağlık sorunlarına neden olur.
- Yüksek pH'lı topraklarda Na^+ konsantrasyonunun yüksek olması bitkide iyon toksisitesine neden olur, verim düşer veya ürün alınmaz.

pH'nin ETKİSİ

3. Bitki Besin Maddelerinin Alımı: Bitki Besin Maddelerinin çözünürlüğü ve bitki tarafından alınabilirliği toprak pH değerine göre değişkenlik gösterir.

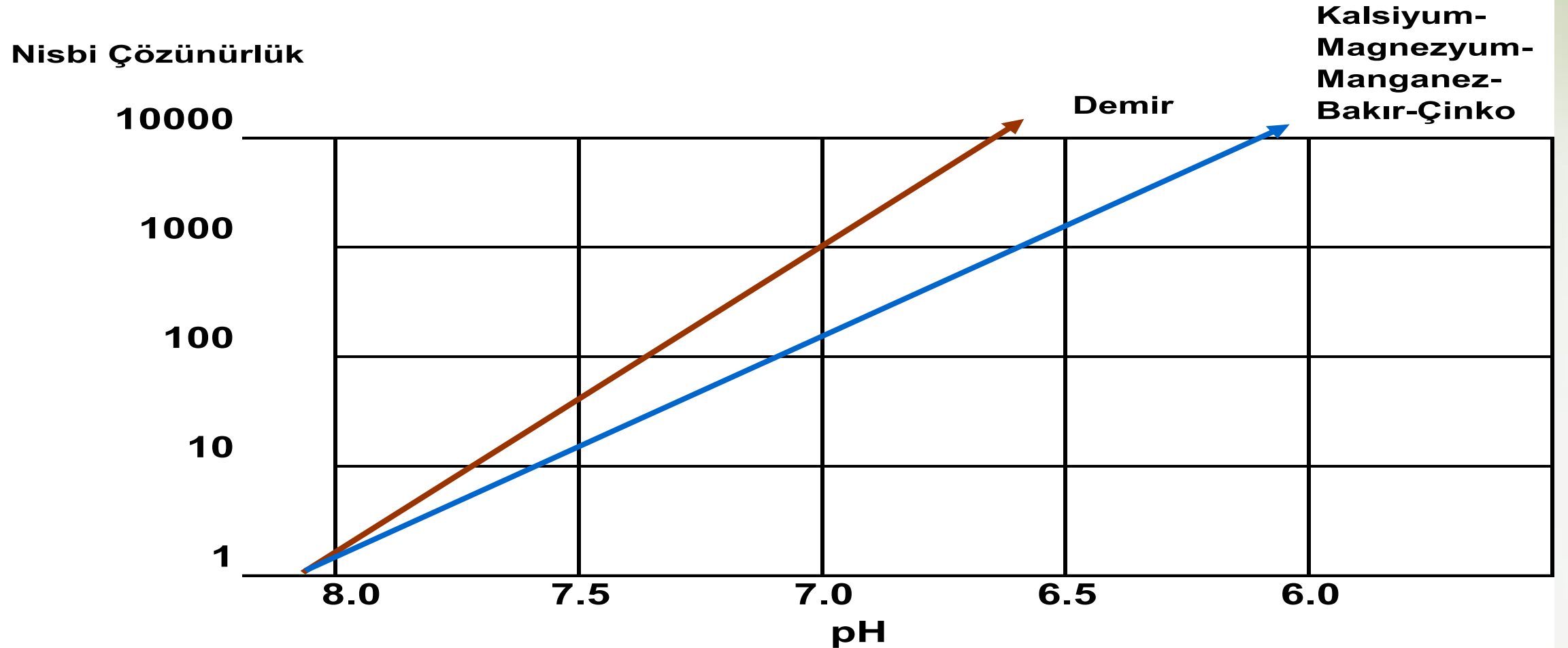
- Bazı Bitki Besin Maddeleri yüksek pH değerlerinde suda çözünemezken bazı Bitki Besin Maddeleri ise düşük pH değerlerinde kökler tarafından alınamaz.
- Her bir bitkinin optimum gelişimi için gerekli pH değeri farklıdır.
- Bitki Besin Maddelerinin çoğunluğunun alınabilirliği optimum 5.5 ile 7.5 arasındaki pH değerlerinde gerçekleşir.

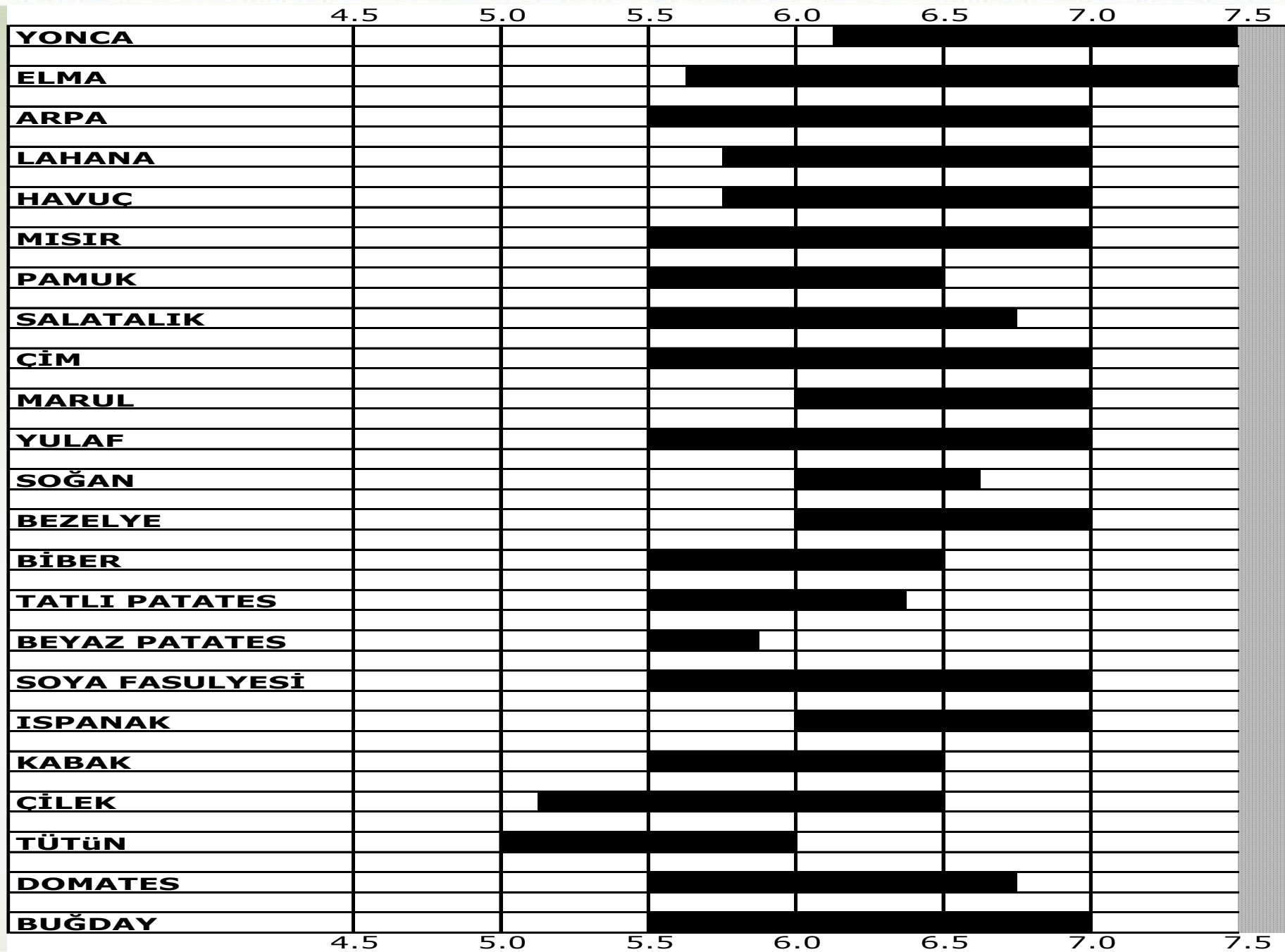
The Influence of Soil pH on Nutrient Availability



**TOPRAK
pH'SINA BAĞLI
OLARAK
BİTKİ BESİN
MADDELERİNİN
ALINABİLİRLİĞİ**

Toprak Solüsyonundaki Katyonların Değişik pH Değerlerindeki Nispi Çözünürlüğü

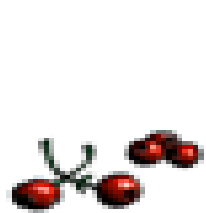
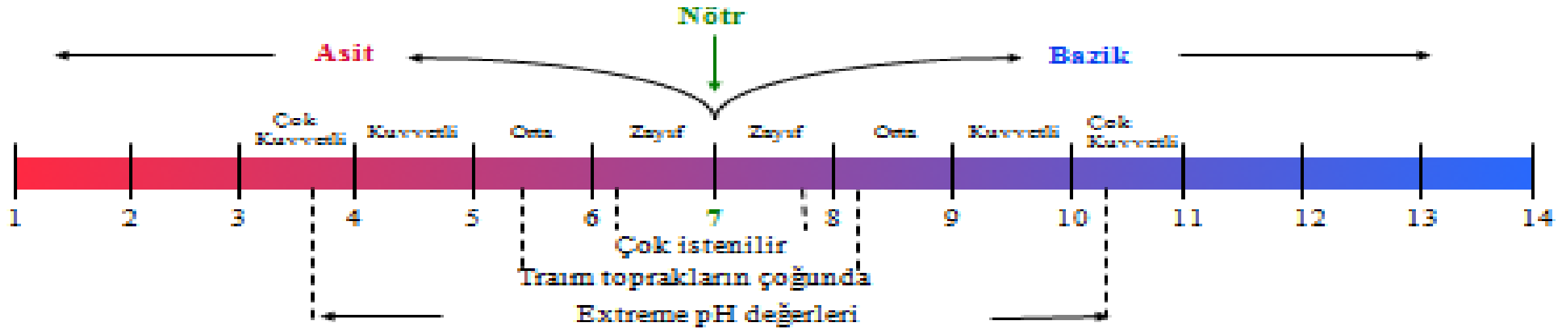




**BAZI
BİTKİLERDE
BİTKİ BESİN
MADDELERİNİN
ALIMINDA
OPTİMUM
TOPRAK pH
DEĞERLERİ**

pH

Doğal toprak koşullarında pH değişimleri



Kiraz: 4.2-5.0



Çam ağacı: 4.5-6.0

Hıyar: 5.5-7.0

Havuç: 5.5-7.0

Domates: 5.5-7.0

Buğday: 5.5-7.0

Ceviz ağacı: 6.0-8.0

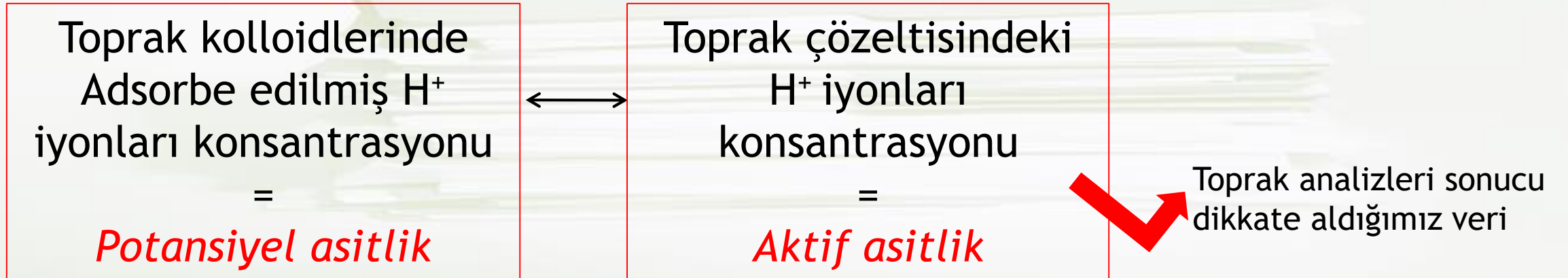
İspanak: 6.0-7.5

Elma: 5.0-6.5



Toprakların Tamponluk Özelliği

- Toprak pH'sını kontrol eden mekanizmalar bir arada çalışır. Kolloid yüzeyleri ile toprak çözeltisi denge halindedir ve dışardan herhangi bir etki yoksa (ařırđ yağış ve sulama, ařırđ gübreleme vs) toprak reaksiyonu büyük bir değişim göstermez. Bu etkiye toprağın **tamponlama özelliği** denir.
- Tamponluk; Toprakların değişmeye karşı gösterdiği dirençtir.



Topraklarda Tamponluk ve tampon sistemler

- Asidik ve bazik değişimlerine karşı koyabilen süspansiyonlar veya çözeltiler tampon çözeltiler olarak tanımlanır.
- Her tampon sistemi kendine özgü pH aralığında etkilidir.
- Tampon sistemlerinde seyrelme ile pH değişimi ya çok az olur veya olmaz.
- Toprak pH'sının yağış, mevsim, sulama suyu miktarı ve kalitesi ile gübreleme uygulamalarından az veya kısa süreli etkilenmeleri tamponlama sistemlerinden kaynaklanır.
- Eğer topraklarda güçlü tampon sistemler olmasaydı toprak pH'sı çok geniş sınırlar arasında değişecek ve tüm canlılar bundan zarar görecekti.

Toprakların Tampon sistemler

- En etken tampon sistemler kil ve humus kolloidleridir.
- Zayıf asit ve bunların benzeri tuzların karışımını içeren çözeltiler tamponluk özelliğindedir (karbonat, bikarbonat, fosfatlar)
- KDK artıkça tamponluk artar.
- Nötr ve alkaline reaksiyonlu topraklarda (pH: 6.8-8.8), kireç (CaCO_3) içeriğinin zengin olması ve değişebilir katyonların tamamının bazik katyonlardan oluşması nedeniyle çeşitli faaliyet ve reaksiyonların sonucu açığa çıkan CO_2 'in su ile temasıyla oluşan karbonik asit CaCO_3 tarafından tamponlanır.
- Tamponluk kapasitesi büyük olduğu nispette pH'nın değişmesi için gerekli ıslah materyali (kireç, kükürt vs) daha fazla olur.
- **Bazlığı azaltmak için:** Kireçleme yapılır; CaCO_3 , CaO , sıvı Ca(OH)_2
- **Asitliği artırmak için:** FeSO_4 , toz veya sıvı kükürt, Elementel Kükürt, Sülfürik Asit, Amonyum Sülfat, Kalsiyum Sülfat (jips=Alçı taşı).
- **Asitlik veya alkalilik sorunu olan toprakların ıslahında katı materyallerin Partikül boyutu önemlidir.**

Toprakların Kimyasal Özellikleri-Toprak Tuzluluğu

- Tuzluluk özellikle kurak ve yarı kurak iklim bölgelerinde, yıkanarak yer altı suyuna karışan çözünebilir tuzların yüksek taban suyuyla birlikte kapillarite yoluyla toprak yüzeyine çıkması ve sıcaklığın etkisiyle suyun buharlaşması sonucu toprağın üst kısımlarında (yüzeyde veya yüzeyin biraz altında) birikmesi olayıdır.
- Dünyada sulanan alanların büyük kısmında sulamaya paralel olarak tuzluluk ve drenaj problemleri ortaya çıkmaktadır.
- Türkiye'de 12.5 milyon ha sulanabilir arazinin yaklaşık 1.5 milyon ha'ında tuzluluk sorunu bulunmaktadır.

Tuzlanma nedenleri

- Anyon ve katyonların oluşturduğu tuz bileşikleri
 - Anyonlar; Cl, SO₄, CO₃, NO₃, HCO₃
 - Katyonlar; Na, Ca, Mg ve çok az K
- Topoğrafik yapı; kapalı havzalar, taban araziler, sulak alanlar
- Sulama suyu miktarı ve kalitesi; aşırı, zamansız ve yanlış sulama, kalitesi düşük tuzlu sular, arıtılmamış atık sular
- Gübre; tuz bileşikleridir, toprak özelliklerine ve bitki türüne uygun olmayan gübreleme, gübre türü seçimi, aşırı ve zamansız gübreleme.
- Düşük yağış-yüksek sıcaklık
- Ağır bünyeli geçirgenliği düşük topraklar

Toprak tuzluluğunun belirlenmesi

- Toprak tuzluluğunun belirlenmesinde tuz iyonlarının su içinde elektriği iletme özelliğinden yararlanılır.
- Bu amaçla, en basit ve hızlı ölçüm yapabilen **EC** metre (**E**lectrical **C**onductivity meter) cihazları kullanılır. Bir tampon çözeltiye karşılık süspansiyondaki tuz miktarı belirlenir.
- EC metreler probları aracılığı ile bir solüsyon içinde bulunan toplam tuz iyonlarının, konsantrasyonlarına bağlı olarak elektriği iletme kapasitesini ölçen cihazlardır.
- EC değerleri, dS/m (desi-Siemens/metre) ile ifade edilir. Sonuçlar, farklı birimlere dönüştürülebilir.



Toprak tuzluluğunun belirlenmesi

- Toprak pH'sının belirlenmesinde kullanılan toprak:su süspansiyon oranlarına bağlı yöntemlerle aynıdır.
- Tek fark EC metre cihazlarının ve buna ait tampon çözeltilerin kullanımındır.
- Kullanılan toprak:su süspansiyon oranına bağlı olarak EC değerlerine ait tuzluluk dereceleri kullanılır. En sık kullanılan 1:2.5 süspansiyon oranıdır.

| EC dS/m (1:2.5 toprak:su) | % Tuz (1:2.5 toprak:su) | Derecesi | Özellik |
|------------------------------|----------------------------|-------------|--|
| 0-4 | < 0.15 | Tuzsuz | 0-2 aralığı: tuz etkisi yok; 2-4 aralığı: bazı hassas bitkilerde verim azalır |
| 4-8 | 0.15-0.35 | Hafif tuzlu | Genel olarak % 50 oranında verim azalır. Dayanıklı bitkilerin yetiştirilmesi önerilir. |
| 8-15 | 0.35-0.65 | Orta tuzlu | Dayanıklı bitkilerde bile % 50 oranında verim azalması olur. |
| 15 < | 0.65 < | Çok tuzlu | Sadece tuzcul (halofit) bitkiler (ot ve çayır bitkileri) gelişir. |

Toprakların Kimyasal Özellikleri-Toprak Tuzluluğu

- Topraklarda tuzluluk, EC değeri 4.0 dS/m'nin üzerine çıktığında başlar. Tuzlanma sürecinin devamında Na⁺ iyonlarının birikimiyle topraklarda alkalileşme olur.
- Halomorfik topraklar denilen bu tip topraklar Tuzlu, Alkali ve Tuzlu-alkali (Sodik) topraklar olmak üzere 3 gruptur.

| | EC dS m ⁻¹ | Değişebilir Na % | pH |
|------------------------|-----------------------|------------------|------|
| Tuzlu topraklar | >4 | <15 | <8.5 |
| Alkali topraklar | <4 | >15 | >8.5 |
| Tuzlu-alkali topraklar | >4 | >15 | ≥8.5 |

Toprak tuzluluğunda sulama suyu kalitesinin etkisi

- Sulama sularının tuzluluğu esas itibariyle bazı kaynakların bir veya birkaçının katkısıyla ortaya çıkar :

Bu kaynaklar;

- 1- Drenaj sularının toplandığı drenaj havzası içindeki tuzlu toprak veya kayaların varlığı, dağılımı ve karakteristikleri.
- 2- Irmak veya sulama kanallarının içinden geçtiği formasyonlarla, tuzla doymuş toprak veya kayaların varlığı.
- 3- Mansap tarafında bulunan tarım arazileri için sulama suyu olarak kullanılacak tuzlu sızıntı veya sulama artığı (sulamadan dönen) suların durumu.

- Sulama sularındaki en büyük ve en önemli tuz kaynağı, sızıntı ve dönek sulardır. Bu nedenle, ırmaklarda kaynaktan mansaba doğru gidildikçe tuzluluk artma eğilimi gösterir.

Toprak tuzluluğunda taban suyu seviyesinin etkisi

- Toprakların tuzlanmasında en önemli etken **tuzlu taban suyu** seviyesinin yüksekliğidir. Büyük ölçüde yüksek taban suyunda kapillarite ile ortaya çıkan yükselmeler ve sonrada **buharlaşıma ve terleme** ile meydana gelmektedir. Bu gelişme ile yeraltı suyunun tuzu kök bölgesine ve arazi yüzeyine kadar taşınmakta ve de çoğalabilmektedir. Buna göre **taban suyu kapillar yükselmeyi besleyecek kadar yüksek** ise ve yüksek sıcaklıktan kaynaklı buharlaşma olanağı da var ise tuzlanma kaçınılmaz duruma gelir.
- Ancak tuz birikmesini, doğal koşullarda yağışlar ve tabiî drenaj durumu kontrol eder.
- Genel olarak **400-450 mm** üstünde yıllık yağış alan bölgelerde drenaj koşullarına bağlı olarak tuz yıkanması olabilmektedir.



Yetersiz drenaja sahip
araziden bir görünüm



Taban suyunun yükselmesi
sonucu bozulmuş toprak

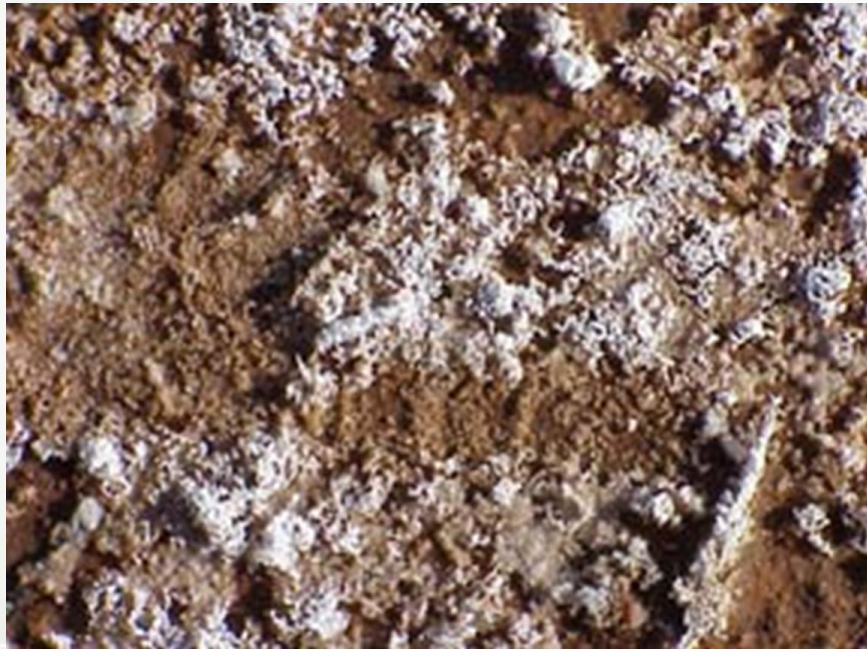
Tuzluluğun sebep olduğu sorunlar

1. Toprak Yüzeyinde Tuz Birikmesi

- Tuzlu topraklarda yüzeyde ve yüzey altında tuz birikmesi meydana gelir. Beyaz görünümünden dolayı böyle topraklara beyaz alkali topraklar denilir.

2. Bitki Gelişimine Etkisi

- Bitki yetiştirme ortamındaki fazla tuz bitkinin gelişmesinin önemli ölçüde sınırlar. Tuzlar bitki büyümesine 2 türlü etki ederler:
 - **zehir etkisi:** Sodyum ve Bor gibi elementler bitkilerde zehir etkisi yaparlar.
 - **bitkide su açığı yaratma:** Çözünebilir tuzlar besin ortamının su potansiyelini düşürür. Böylece bitkinin su alımı sınırlandırılmış olur.



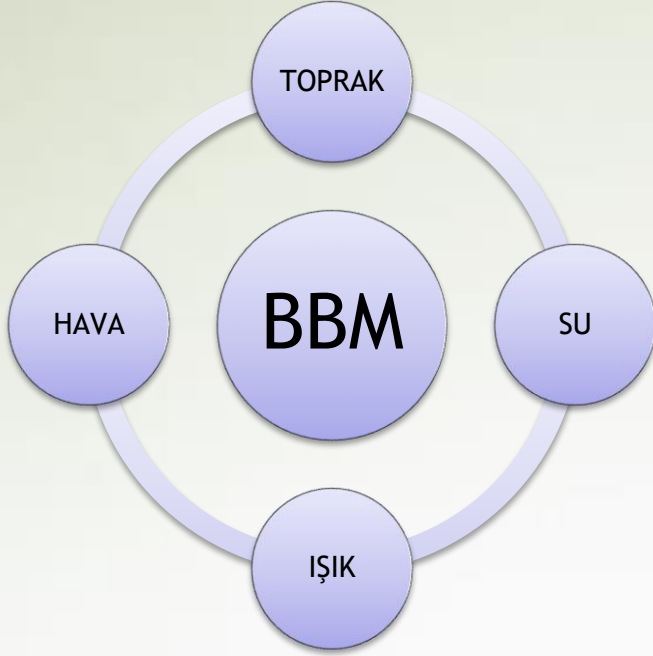
Toprakta tuzlanmanın ilerlemesi...

- Topraklara tuzun kaynağı ister ana materyal olsun ister sulama suyu kalitesi veya miktarı olsun her iki durumda da tuz iyonları taban suyuna ulaşır ve orada birikir.
- Drenaj sistemi kurulmamış ve fazla su ortamdan uzaklaştırılmamışsa, aşırı sulamayla taban suyu yukarı doğru harekete geçer, kılcal kanallar vasıtasıyla toprak yüzeyine dek ulaşır, yüzeye ulaştığında ise sıcaklığın etkisiyle su buharlaşır ve içindeki tuzu toprak yüzeyinde bırakır.
- Zamanla toprak çoraklaşır. Toprağa ekilen tohumlar çimlenememeye başlarlar. Tuz toprak yapısını bozarak geçirimsizliğini azaltır. Toprakta yeterli nem bulunsa bile bitki bundan yararlanamaz, beslenemez ve gelişemez. Buna **fizyolojik kuraklık** denir.
- Olumsuzluğun devamında ise **çölleşme** yaşanır.

Toprakların Kimyasal Özellikleri-Toprakların Kimyasal Bileşimi ve Bitki Besin Elementleri

- Toprakların kimyasal bileşimi topraklardaki
 - Mineral/organik madde oranındaki değişimlerden
 - Mineral maddeyi oluşturan kısımdaki değişimlerden dolayı değişiklik gösterir.
- Ayrıca toprağa madde veya enerji giriş-çıkışı da toprak bileşiminin değişmesine neden olur. Örneğin;
 - Katyonların yıkanmayla kaybı
 - Kil ve silt büyüklüğündeki parçacıkların kaybı veya kazanımı
 - Biyolojik olaylarda aktif etmenler (ısı, nem, ışık, vb.)

Bitki Besin Maddeleri

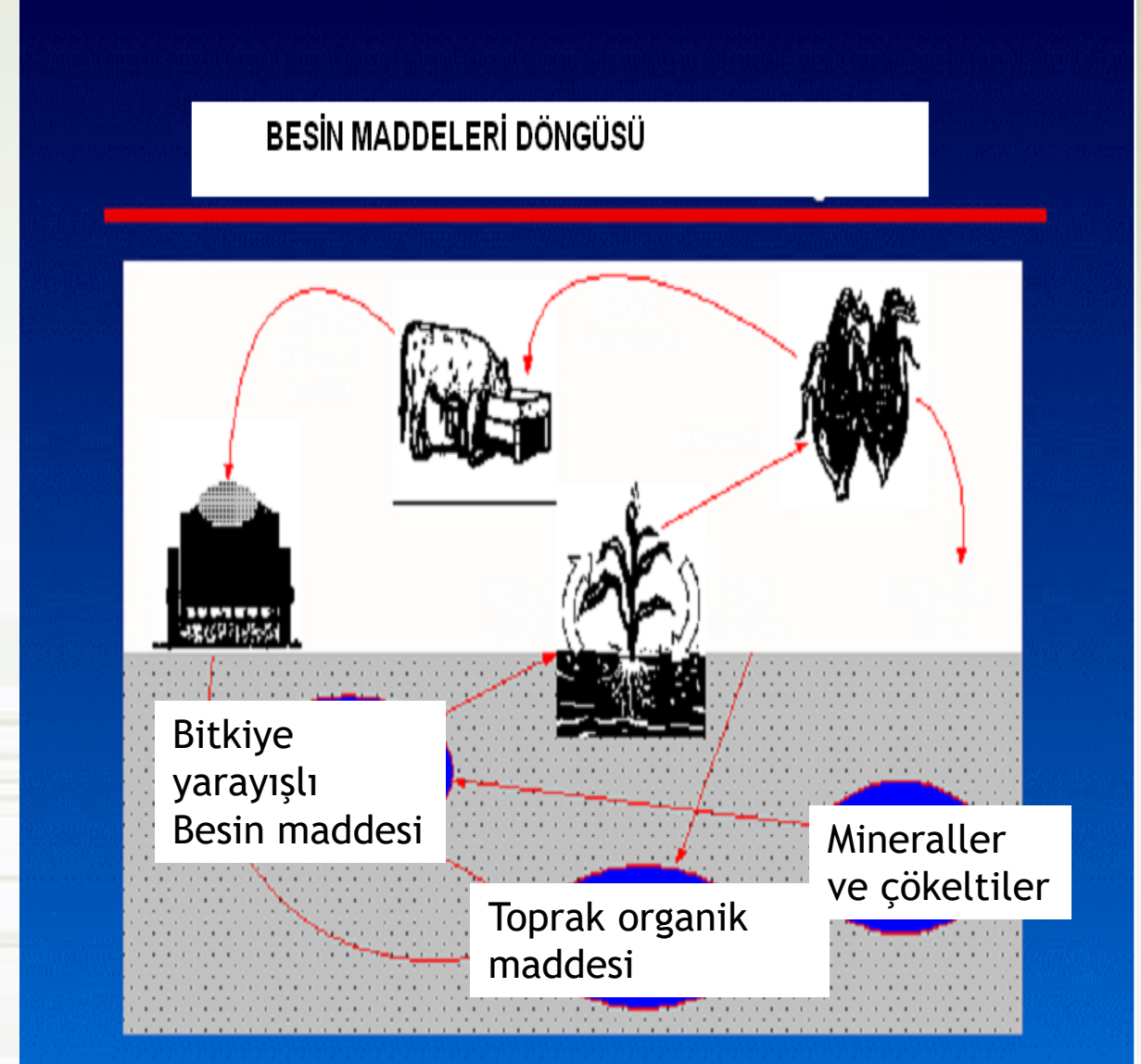


Bitki Besin Maddeleri veya elementleri 'Işık enerjisi (güneş ya da yapay ışık) karşısında gerçekleştirilen fotosentez sonucu ışığın fiziksel enerjisinin kimyasal gıda enerjisi şeklinde depo edildiği, organik maddenin yapımında kullanılan ve bitkiler tarafından az ya da çok absorbe edilen kimyasal elementler' olarak tanımlanır.

- Bitkilerin yaşamlarını sürdürebilmeleri için toprakta yaşayışlı halde bulunan yani mineralize olmuş (mineralizasyon sonucu açığa çıkmış) inorganik formdaki bitki besin maddelerini (elementlerini) kullanmaları gerekir.
- Bitkiler topraktan inorganik besin elementlerini alarak organik forma dönüştürür, diğer bir ifade ile immobilize eder.

BESİN MADDELERİNİN KAYNAKLARI

1. Toprak minerallerinin ayrışması (tecezzi)
2. Ölü bitki, hayvan ve mikroorganizma dokularının ayrışması
3. İnsanlar tarafından ilave edilen gübreler ve kireçleme
4. Azot fikse eden bitki ve organizmalardan sağlanan azot
5. Rüzgar, yağmur veya erozyon, taşkınlarla taşınma



Besin Elementlerinin Genel İşlevleri

- Hücre duvarının ve protoplazmanın yapı maddeleri olmaları
- Bitki hücrelerinin ozmotik basınçları üzerine etkileri
- Hücre zarlarının geçirgenlikleri üzerine etkileri
- Tamponluk ve asitliğe karşı etkileri
- Katalitik etkiler
- Toksik etkiler
- Antagonistik etkiler

Bitkiler İçin Mutlak Gerekli Bitki Besin Maddeleri

Makro Besin Elementleri

- Karbon (C)
 - Hidrojen (H)
 - Oksijen (O)
 - Azot (N)
 - Fosfor (P)
 - Potasyum (K)
 - Kükürt (S)
 - Kalsiyum (Ca)
 - Magnezyum (Mg)
- Hava ve sudan alınır. Büyük miktarda ihtiyaç
- Topraktan alınır. Çok Büyük miktarda ihtiyaç =TEMEL BESİNLER
- Topraktan alınır Orta derecede ihtiyaç=İKİNCİL BESİNLER

Mikro Besin Elementleri

- Demir (Fe)
 - Bakır (Cu)
 - Çinko (Zn)
 - Mangan (Mn)
 - Klor (Cl)
 - Molibden (Mo)
 - Bor (B)
- Topraktan alınır Çok az miktarda ihtiyaç

Yararlı Besin Elementleri

- ❖ Na, Si, Ni; Bazı bitkiler için esastır, gelişmeyi destekler, ancak gerekli değildir
- ❖ Co; Baklagil ve yem bitkilerinde Azot fiksasyonu için gereklidir
- ❖ Se, As, I; Bitkiler için değil ancak bunları yiyen insanlar ve hayvanlar için gereklidir.

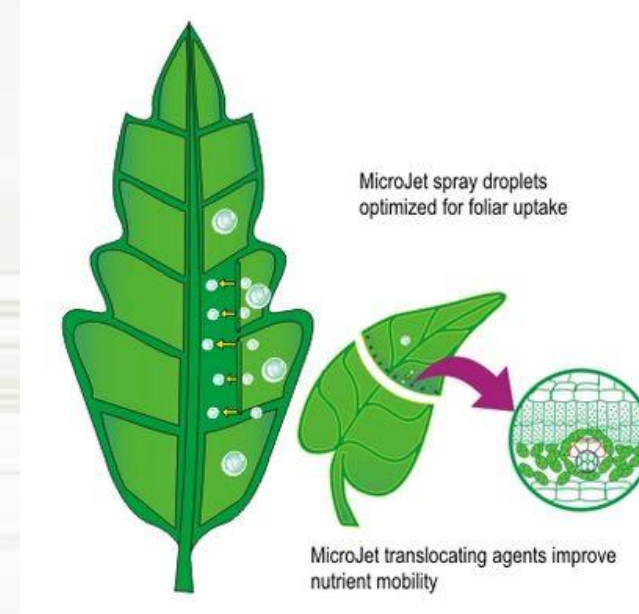
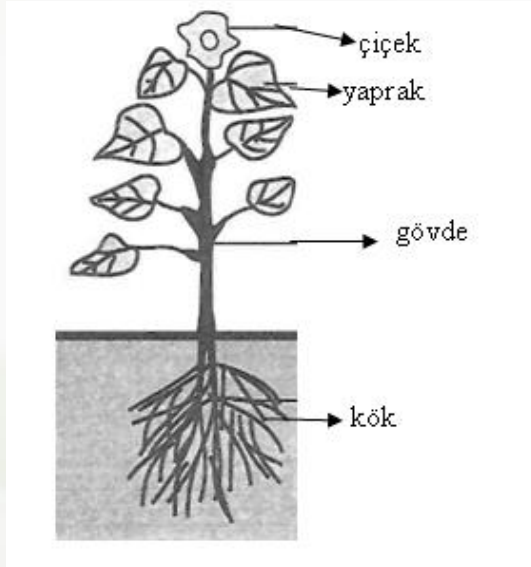
Mutlak Gerekli Besin Elementlerinin Alınma Formları

| | | | |
|-------------|--|------------|----------------------------------|
| • Karbon | CO_2 | • Demir | $\text{Fe}^{++}, \text{Fe}^{+3}$ |
| • Hidrojen | H^+, HOH | • Mangan | Mn^{+4} |
| • Oksijen | $\text{O}_2, \text{OH}^-, \text{CO}_3^{-2}, \text{SO}_4^{-2}, \text{CO}_2$ | • Bakır | Cu^{++} |
| • Azot | $\text{NH}_4^+, \text{NO}_3^-$ | • Çinko | Zn^{++} |
| • Fosfor | $\text{HPO}_4^=, \text{H}_2\text{PO}_4^-$ | • Molibden | $\text{MoO}_4^=$ |
| • Potasyum | K^+ | • Bor | BO_3^- |
| • Kalsiyum | Ca^{++} | • Klor | Cl^- |
| • Magnezyum | Mg^{++} | | |
| • Kükürt | $\text{SO}_4^=$ | | |

| Element | Kimyasal sembolü | Bitkideki nispi miktar% | Bitkilerdeki işlevleri | Besin sınıfı |
|----------------|-------------------------|--------------------------------|-------------------------------|---------------------------------------|
| Azot | N | 100 | Protein, amino asit | Birincil Mutlak gerekli makro element |
| Fosfor | P | 6 | Nukleik asit, ATP | |
| Potasyum | K | 25 | İyon taşıma | |
| Kalsiyum | Ca | 12.5 | Hücre duvarı bileşeni | İkincil makro elementler |
| Magnezyum | Mg | 8 | Klorofil yapısı | |
| Kükürt | S | 3 | Amino asit | |
| Demir | Fe | 0.2 | klorofil sentezi | Mikro elementler |
| Bakır | Cu | 0.01 | Enzim bileşeni | |
| Mangan | Mn | 0.1 | Enzimi aktif hale getirir | |
| Çinko | Zn | 0.03 | Enzimi aktif hale getirir | |
| Bor | B | 0.2 | Hücre duvarı bileşeni | |
| Molibden | Mo | 0.0001 | Azot fiksasyonun da etkin | |
| Klorür | Cl | 0.3 | Fotosentez reaksiyonları | |

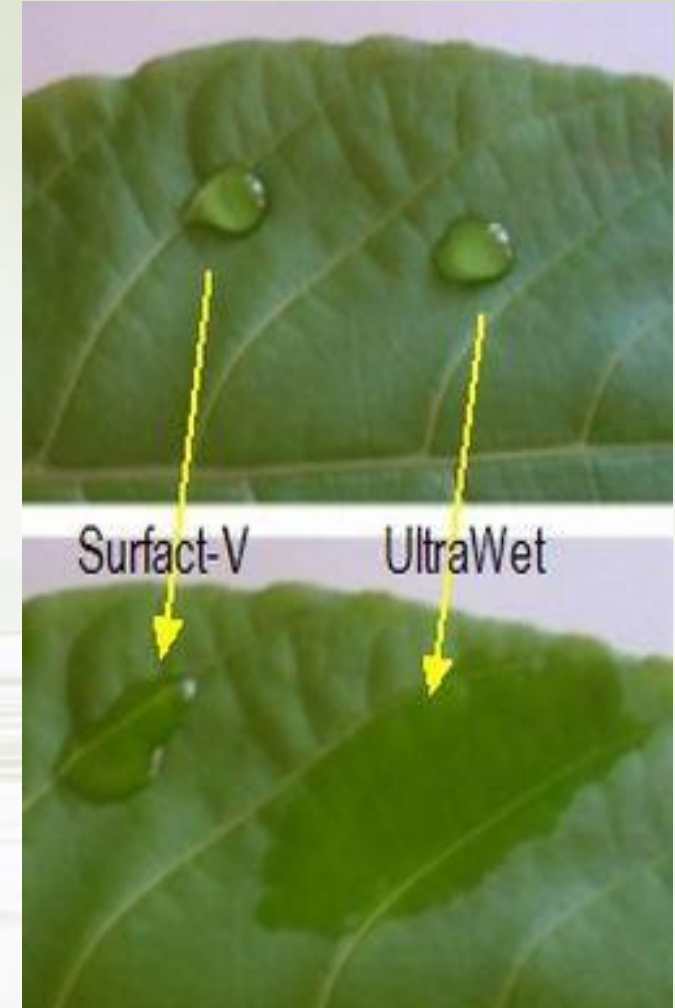
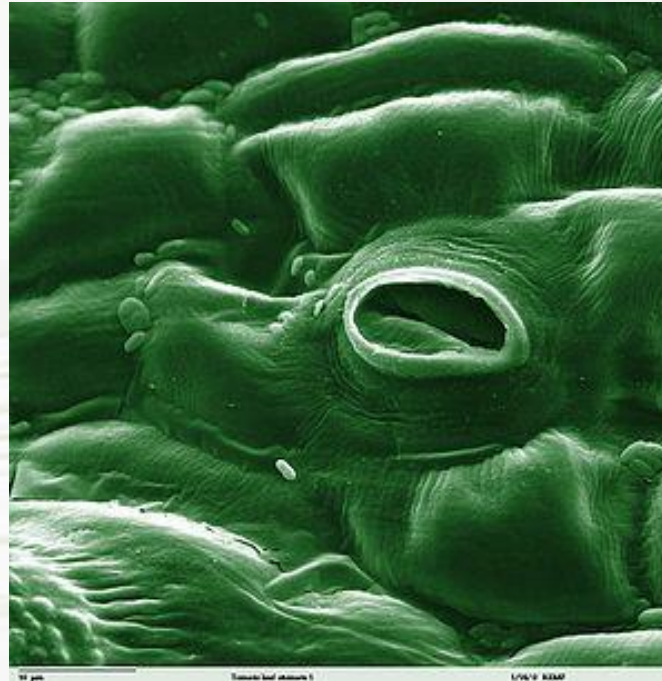
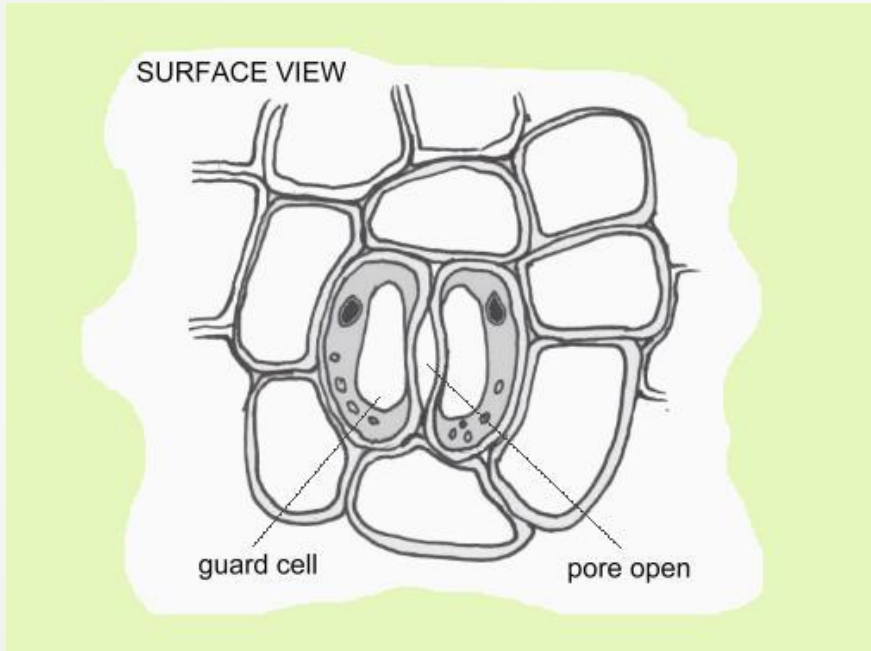
BBE Alımı

- Toprakaltı organları (kök sistemleri)
 - Rizosfer(köklerin doğrudan etkilediği 1-2mm toprak alanı)
- Topraküstü organları (gövde-dal-yaprak)



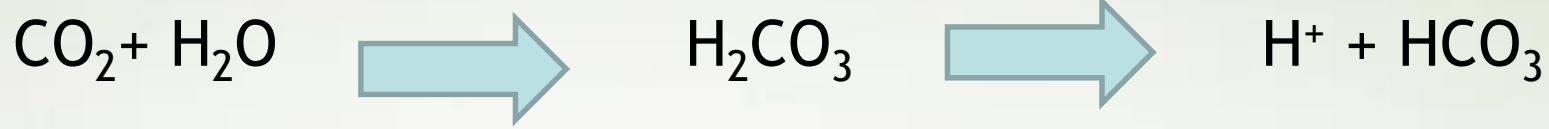
Toprak Üstü Organları ile BBE Alımı

- CO_2 , O_2 , SO_2 , NH_3 , NO_2
- Fe, Mn, Zn, Cu (mikro elementler)

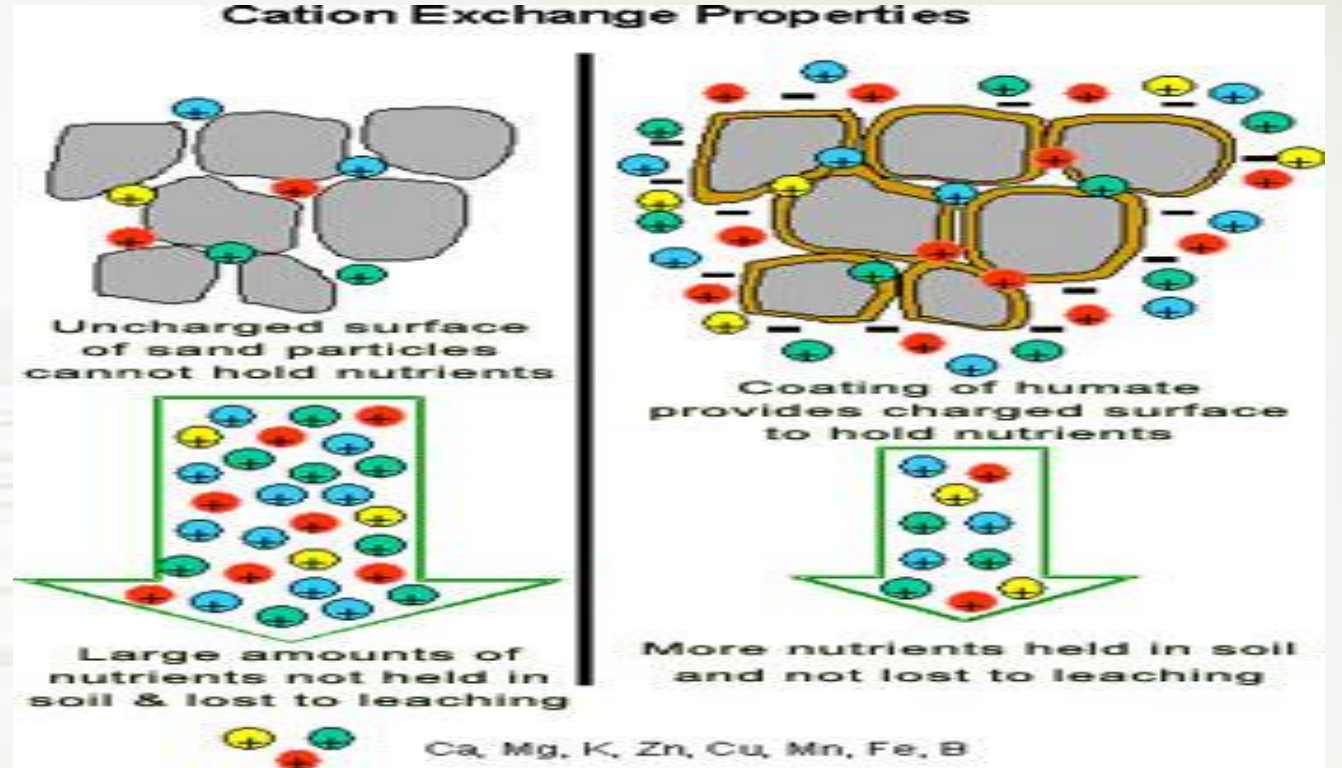


BBE Kök Üzerine Alınması

- Karbonik asit kuramı (Çözelti kuramı)



- Kontak değişim kuramı
 - Salınım (osilasyon) hacmi



BBE Kök İçerisine Alınması

- Pasif absorpsiyon
 - Difüzyon
 - Osmoz
 - İyon değişimi
 - Donnan dengesi
- Aktif (Metabolik) absorpsiyon
 - Taşıyıcı kuramı

Bitki gelişimine ve BBE Alımına Etki Yapan Etmenler

Toprak verimliliği ile ilgili Yasa ve Teoriler

Bitki gelişimine ve BBE Alımına Etki Yapan Etmenler

- Genetik faktörler
 - Bitki çeşidi
 - Bitkilerin büyüme durumu
- Çevresel faktörler
 - Sıcaklık
 - Işık
 - Su
 - Havalanma
 - pH
 - İyonların karşılıklı etkileri (antagonistik etki)

Bitki gelişimine ve BBE Alımına Etki Yapan Etmenler Toprak verimliliği ile ilgili Yasa ve Teoriler

Bu gelişim faktörlerinin yaptığı etkileri açıklayan ve toprak verimliliği alanında bilgilerimize temel oluşturan **5 Önemli Yasa ve Teori bulunmaktadır:**

- Yararlılık Teorisi
- Baule'in yüzde ürün teorisi
- Hareketlilik teorisi
- Minimum yasası (Liebig fıçısı)
- Azalan verim yasası (Mitscherlich prensipleri)

Yasa ve Teoriler

➤ Yararlılık Teorisi

- ‘Toprakta BBE’nin toplam miktarından ziyade bitki tarafından alınabilen miktarları, BBE’nin bitkiye sağladığı yarar bakımından farklılıklar gösterir’ der.
- Çevresel nedenlerle (yüksek kireç, drenaj bozukluğu, havalanma durumu, pH derecesi vb) topraktaki besin maddelerinin yararlılığının azalması bitkinin bu besinleri almasını olumsuz etkiler.

➤ Baule’in yüzde ürün teorisi

- ‘Bitkide maksimum ürünü, toprakta en düşük düzeydeki bir gelişim faktöründen ziyade, ürün üzerine etki eden tüm gelişim faktörleri etkiler ve her gelişim faktörünün yüzde olarak belirli bir payı vardır’ der.
- Ör; toprakta K ve P noksanlığı var diyelim ve topraktaki K miktarı ürünün sadece %90’nını, fosfor miktarı %80’ini sağlamaya yeterli olduğunu düşünelim. Bu iki besin maddesinin noksanlık derecesine bağlı olarak bitki tarafından alımı ve son ürüne yansımaları %90’nın %80’ine eşit olmaktadır (%72). Yani her iki besinin yeterli olması durumunda alınacak ürünün %72’sine eşit olacaktır.

Yasa ve Teoriler

➤ Hareketlilik teorisi

- ‘Bitki tarafından alınabilecek besin maddesi bitkiye yararlılık derecesi açısından farklıdır, bunun nedeni besin formlarının topraktaki hareketliliği (mobilitesi) ile ilgilidir’ der.
- Ör; P, K, Mg, Ca gibi toprakta hareketi sınırlı olan besinlerin alımı ve ürüne etkisi Baule’nin % teosine uyum gösterir. Bunu karşılık $\text{NO}_3\text{-N}$ ’ın daha hareketli olması nedeniyle Liebig’in minimum yasasına uyum gösterir.

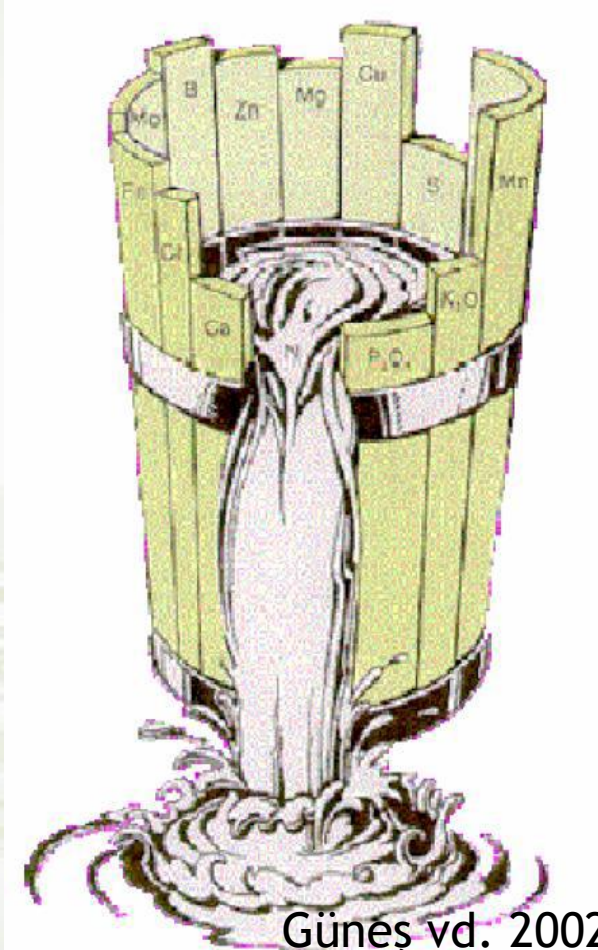
➤ Minimum yasası (Liebig fıçısı)

- Gelişim faktörlerinin ürüne etkisini açıklayan ilk yasadır.
- ‘Bir besin maddesinin yarayırlı miktarı ile bitkinin bu besin maddesini kullanarak ürettiği kuru madde arasında doğrusal bir ilişki vardır ve bu doğrusal ilişki bir başka besin maddesinin noksanlığı nedeniyle üretilen kuru maddenin duracağı noktaya kadar devam eder’ der.

Yasa ve Teoriler

➤ Minimum yasası (Liebig fıçısı)

- Yani; 'bir bitkinin gelişimini toprakta en az durumda olan besin maddesinin miktarı, daha genel bir ifade ile minimum durumda bulunan gelişim faktörü etkiler' der.



- **Açıklaması şudur:** Eğer herhangi bir gelişim faktörünün eksikliği ürün miktarını sınırlandırıyorsa, başka bir gelişim faktörünün miktarı artırılabilir, eksikliği söz konusu olan gelişim faktörünün miktarı bitkinin istediği seviyeye ulaşmadıkça ürün miktarını artırmak mümkün olmaz. Bitkisel üretimde iyi bir ürün alınabilmesi için bütün gelişim faktörlerinin optimum düzeyde bulunması gerekir.

Yasa ve Teoriler

➤ Minimum yasası (Liebig fıçısı)

- Liebig Minimum Yasası ile pratikteki durumlar uyum göstermemektedir.
- Bunu örneklerle açıklayalım:
- Toprakta minimum durumdaki gelişim faktörü, diğer bir gelişim faktörünün miktarı artırılarak elimine edilebilmekte ve az da olsa ürün artışı sağlanabilmektedir.
- Gelişim faktörü ile maksimum ürün arasındaki ilişki doğrusal olmamakta ve gelişim faktörlerindeki artışa bağlı olarak üründe doğrusal bir artış görülmemektedir.
- Bitkilerin gelişimi bazı zamanlarda gelişim faktörünün noksanlığından değil, fazlalığından dolayı sınırlanmaktadır. Ör; P fazlalığı Zn yararlılığını düşürür ve ürün miktarı azalır veya tuzluluk durumlarında tuz iyonları (Na) toksik etki yapar ve aynı zamanda su alımını olumsuz etkiler ve bitki gelişimi sınırlanır...gibi

Yasa ve Teoriler

➤ Azalan verim yasası (Mitscherlich prensipleri)

- Liebig'ten sonra yapılan araştırmalar neticesinde ortaya çıkan, Bitki Besleme Biliminin gelişiminde önemli bir yeri olan **Mitscherlich prensiplerine dayalı** ve günümüz itibariyle gelişim faktörleri ile ürün arasındaki ilişkiyi en iyi açıklayan **Yasa'dır.**

• Mitscherlich prensipleri:

- Her gelişim faktörü diğerine bağlı olmaksızın ürün miktarını artırır.
- Gelişim faktörlerinin ürüne etkisi maksimum ürüne yaklaşıldıkça azalır.
- Bir gelişim faktörün her bir birim miktarının ürüne sağlayacağı artış, maksimum üründen eksik olan miktarla orantılıdır.
- Her gelişim faktörünün kendine özgü ve sabit bir tesir değeri vardır.

Yasa ve Teoriler

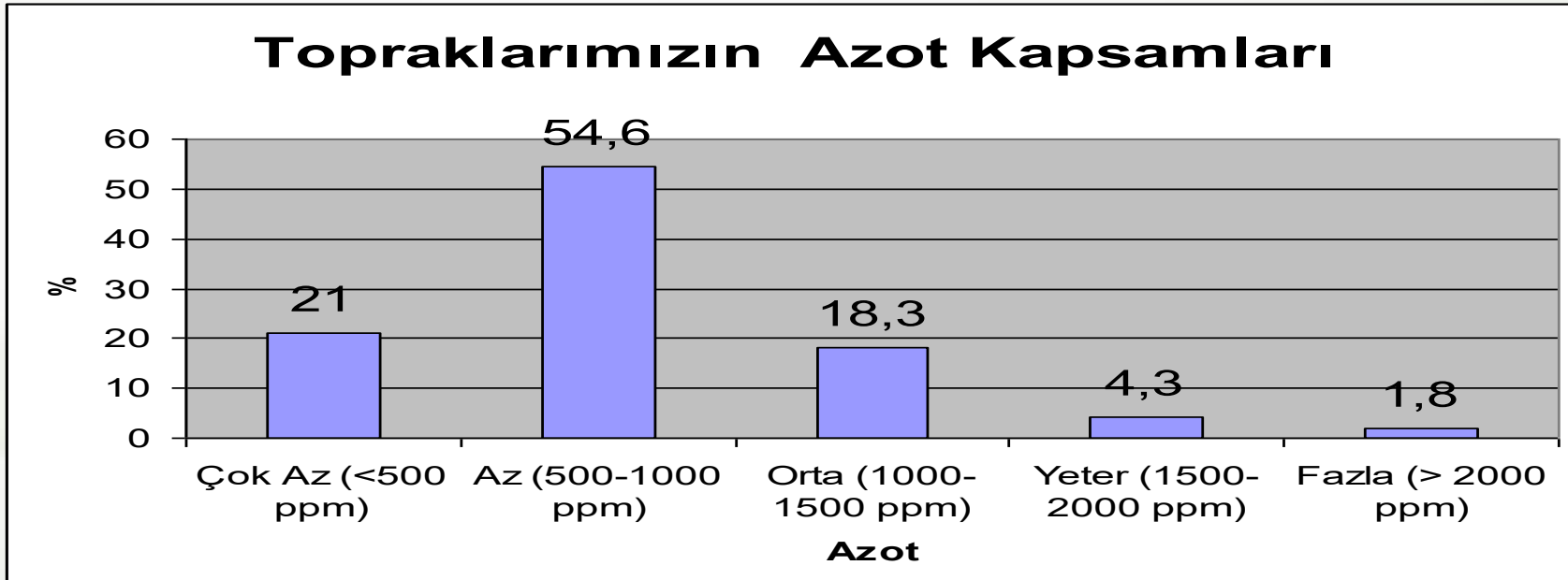
➤ Azalan verim yzasası (Mitscherlich prensipleri)

- Mitscherlich prensiplerinin esası Azalan Verim Yasasının esası ile aynıdır.
- Azalan Verim Yasasının özü şöyle açıklanabilir: 'Ürünü artırmak için herhangi bir gelişim faktörünün miktarı eşit kısımlar halinde artırıldıkça, ürün miktarında meydana gelen artışlar gittikçe küçülür'
- Azalan Verim Yasasının Minimum Yasasından farkı özetle şöyledir;
 - AVY: her gelişim faktörü diğerine bağlı olmaksızın ürün miktarını artırır
 - MY: ürün miktarı minimum gelişim faktörü tarafından sınırlandırılır ve diğer bir gelişim faktörünün artırılması ile bu sınır aşılamaz

Azot (N)

Topraktaki durumu

- Topraklarımızda bulunan toplam azot miktarı oldukça değişkendir.
- Topraktaki azot formları (NO_3 , NH_4 vs) bitkiler tarafından kullanılabilir, bu nedenle diğer besin elementlerinde sadece bitkiye yararlı formları dikkate alınırken, azotta toplam miktarı (Toplam N) göz önünde bulundurulur.



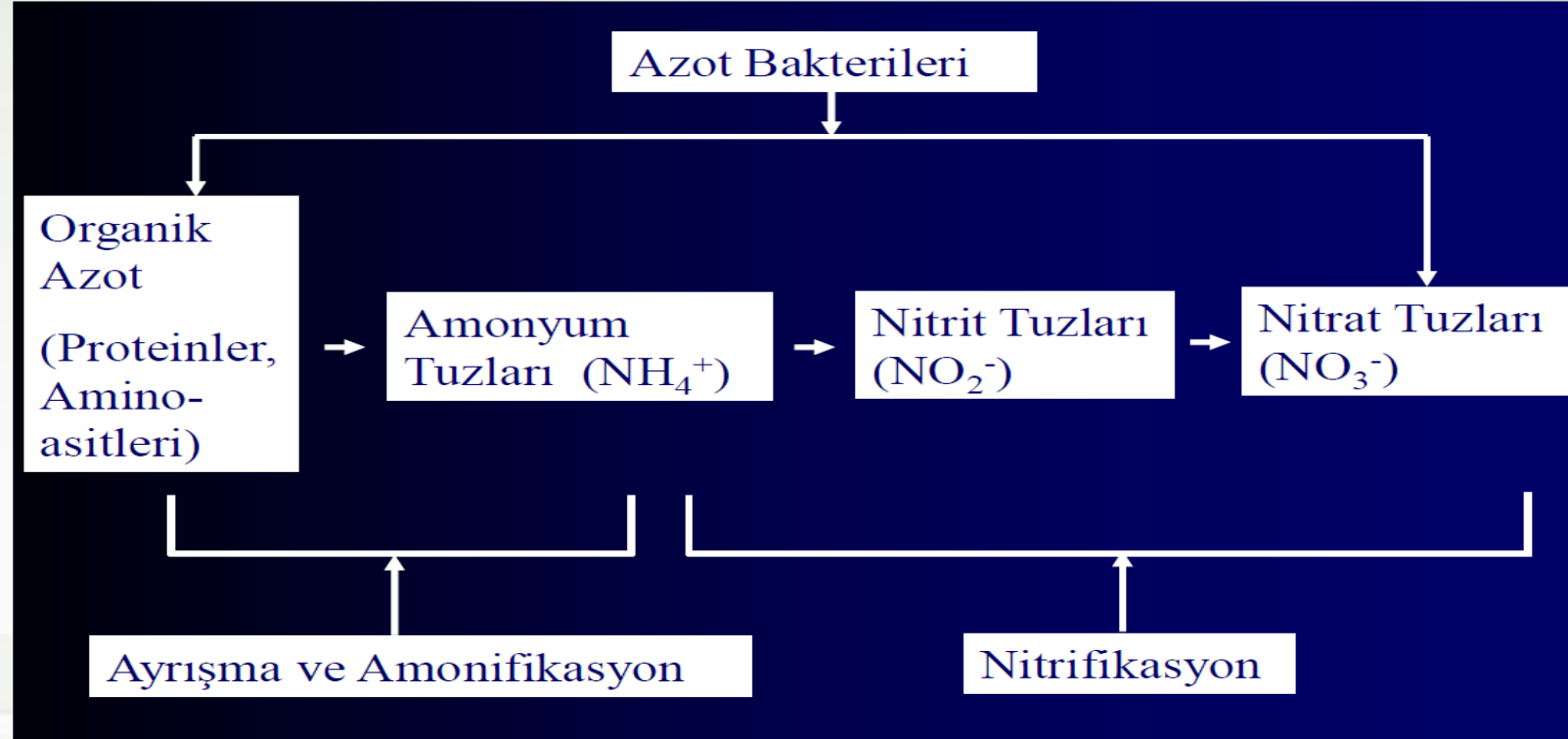
Azot (N)

Topraktaki durumu

➤ Azot Kaynakları:

- Atmosfer
- Yıldırım ve şimşek
- Yağış ve sulama suyu
- **Organik madde**
- Tohumlar
- Ticaret gübreleri
- Çiftlik gübreleri
- Yeşil gübreler
- Simbiyotik Ve Asimbiyotik N fiksasyonu ile azot fiksasyonu

➤ Ana kaynağı Organik Maddedir. Organik maddenin mineralize olması sonucu ayrışma ürünü olarak azot formları açığa çıkar ve mikroorganizma faaliyetleri ve kimyasal reaksiyonlar (amonifikasyon, nitrifikasyon gibi) sonucu bitkiye yararlı formlara dönüştürülür.

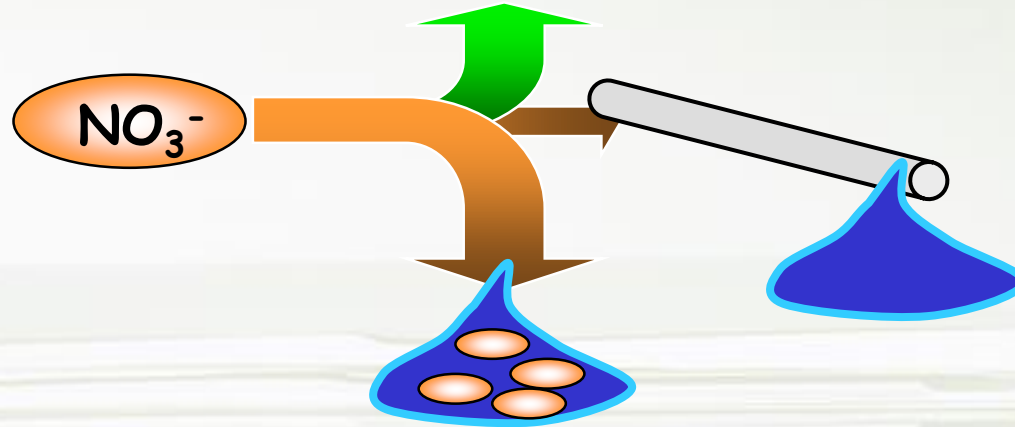


Azot (N)

Topraktaki durumu

- **Azot Kayıpları:** Toprak kolloidlerinde azotun tutulumu diğer besin elementlerine göre zayıftır. Ancak mobilitesi çok yüksektir, yani hareketlidir. Topraktaki azot, yeni katılar oluşturmak için reaksiyona giremez veya oksit yüzeylerinde tutulamaz. Genellikle topraktaki azot kayıpları NO_3^- (nitrat) formunda ve N_2 (azot gazı) formundadır.

- Ürün hasadı
- Erozyon
- Yıkanma
- Denitrifikasyon



- **Denitrifikasyon:** Havalanması kötü, drenajı zayıf koşullarda mikroorganizma faaliyetleri sonucu bitkiye yararlı azot formlarının indirgenmesi ile azotun gaz halinde yitirilmesi olayı olarak tanımlanabilir.



Azot (N)

- **Bitkiye Yararları (Olumlu etkileri)**

- Bitkinin vejetatif büyümesini artırır
- Bitkilerin klorofil yapımını ve yeşil renk oluşumunu sağlar
- Ürün verimini artırır.
- P ve K'nın kullanılmasını ayarlar.

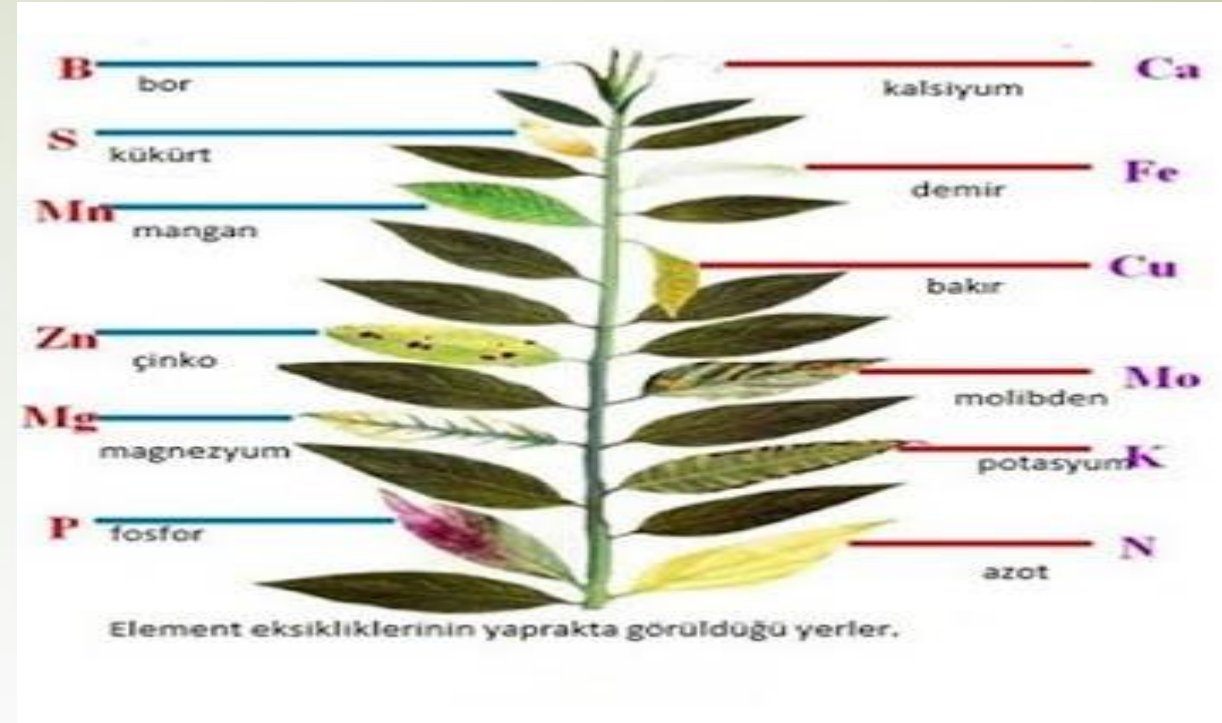
- **Bitkiye Olumsuz Etkileri (N fazlalığı-toksisitesi)**

- Bitkinin vejetatif aksamında (yeşil aksam) gelişmeyi aşırı uyarır, bu durum olgunlaşmayı geciktirir ve dış etkenlerden (çevresel veya biyolojik stres etmenleri) daha fazla etkilenmesine neden olur.
- Hızlı gelişim sap, yaprak ve gövdede uzama ve genişleme fazla olur ancak kök gelişimini zayıflatır, kök/gövde oranı düşer.
- Antagonistik etki yapar, yani diğerinin noksanlığına sebep olur. P, Ca, K alınımını ve bitkideki kullanımını azaltır ve sonucunda mekanik destek sağlayan doku gelişimi zayıflatması nedeniyle bitkilerde yatma olur. Ör; tahıllarda hasat öncesi yatma gibi.
- Ürün kalitesini, aromasını ve depolanma ömrünü düşürür.

Tüketicilere Olumsuz Etkileri (N fazlalığı-toksisitesi): Fazla azot ile beslenmiş bitkilerin dokularında NO_3 , NO_2 ve oksalik asit miktarlarında meydana gelen birikme nedeniyle özellikle yeşil aksamı tüketilen bitkilerin insan ve hayvanlar tarafından tüketimi NO_3 zehirlenmelerine sebep olur.

Azot (N)

Noksanlık belirtileri: Başlangıçta, bitkinin yaşlı yapraklar uçlarında sararma, sonrasında bitkinin yaşlı yapraklarındaki sararmanın genç yapraklara doğru ilerlemesi ile birlikte yaşlı yaprakların tamamen kuruması ve dökülmesi şeklindedir.



• Azotlu Gübreler

- Amonyum sülfat (%21)
- Amonyum nitrat (%33)
- Üre (%46)
- Kalsiyum nitrat (%15,5)
- Organik gübreler (hayvan gübresi, yeşil gübreler, mikrobiyal gübreler)

Fosfor (P)

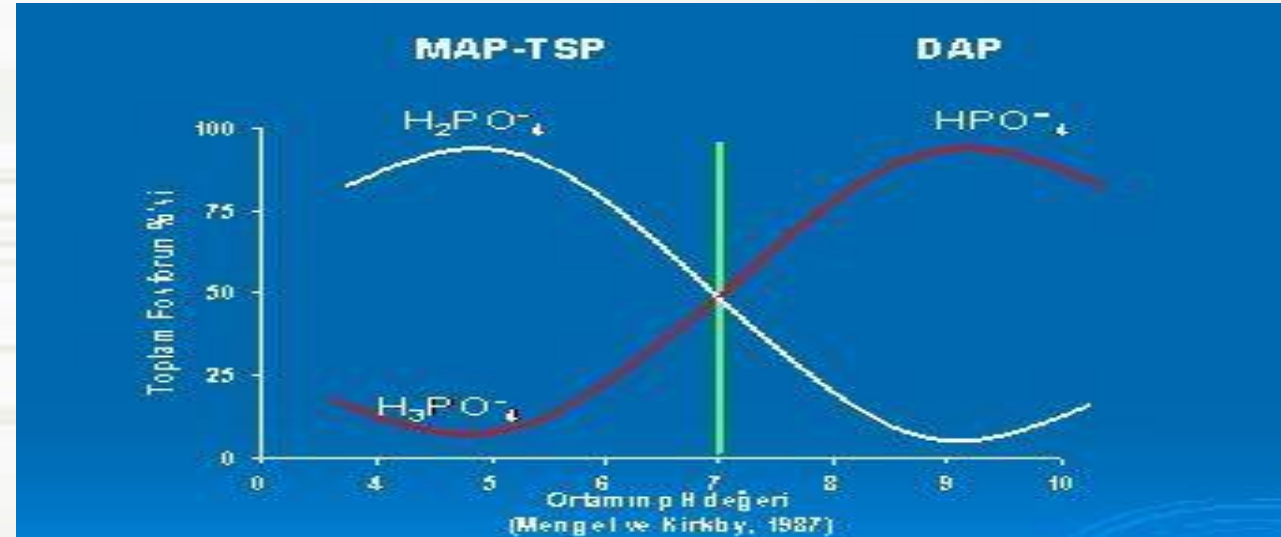
Topraktaki durumu

Topraklarımızın toplam fosfor içerikleri %0,04-0,1 arasında değişim göstermektedir.

- İnorganik P: Anamateryal kaynağı olarak En iyi bilinen fosfor minerali Apatit'tir. Formları; Florapatit, hidroksiapatit, klorapatit. Karbonik asit ile ayrışması sonucu fosfor bileşikleri açığa çıkar.
- Organik P: Organik materyallerin ayrışması sonucu açığa çıkan fosfor bileşikleridir. Fitin ve türevleri, nükleik asitler, fosfolipidler gibi.

Topraklarda Fosfor formları:

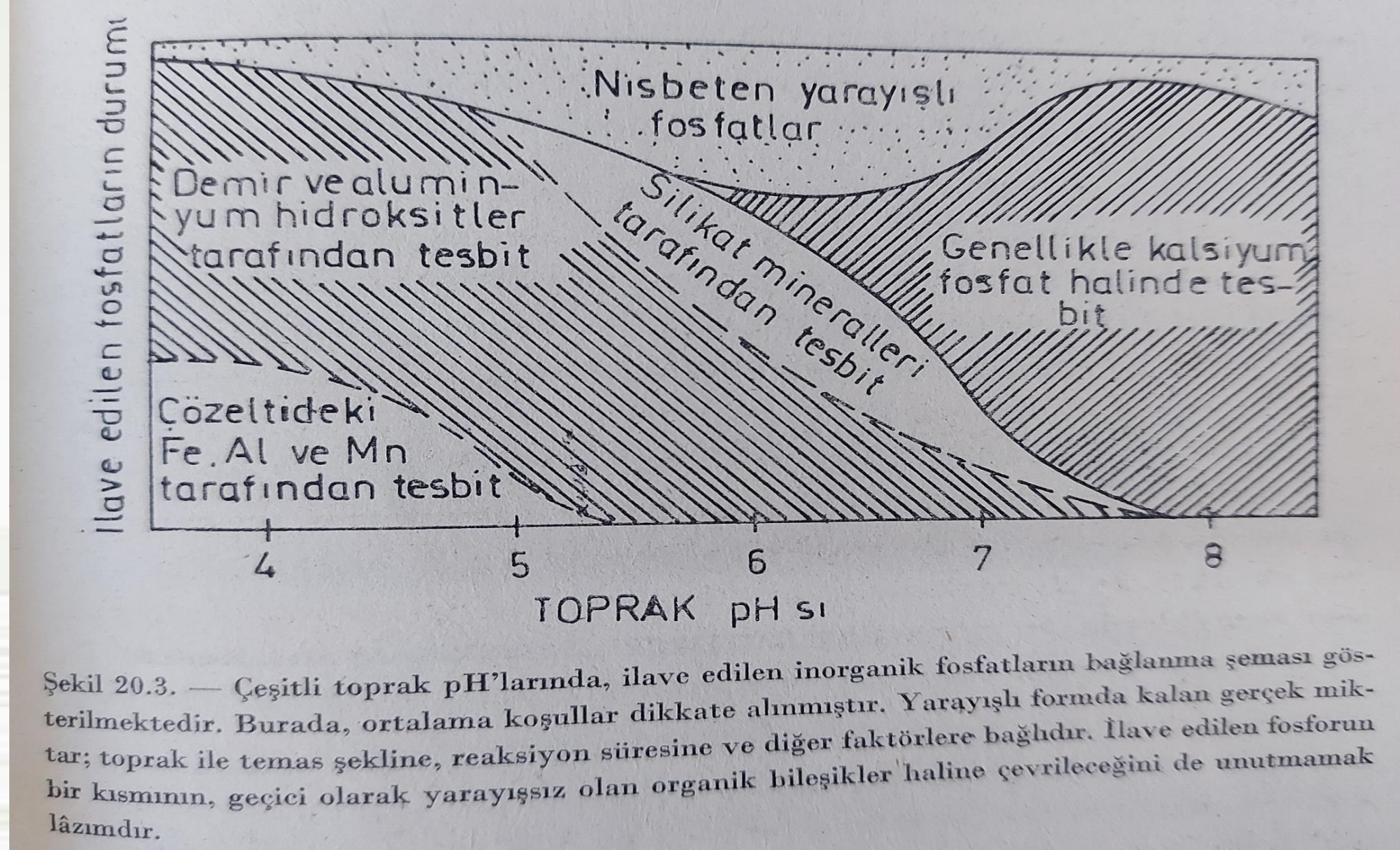
- Alkali ve Kireçli topraklarda Ca-fosfat şeklinde bulunur.
- Asit topraklarda Fe-Al-Mn fosfat şeklinde bulunur.



Fosfor (P)

Topraktaki durumu

Ancak bitkiye yararlı P düzeyi nem, sıcaklık, toprak pH'sı ve kireç içeriğinden etkilenmekte ve fikse olmaktadır. Toprak pH'sı ve kireç durumuna göre fosforun yararlı hale dönüşmesine Fosfor Fiksasyonu denir. Bu durumlarda bitkiler fosforu yeterince kullanamaz ve noksanlığı görülür.



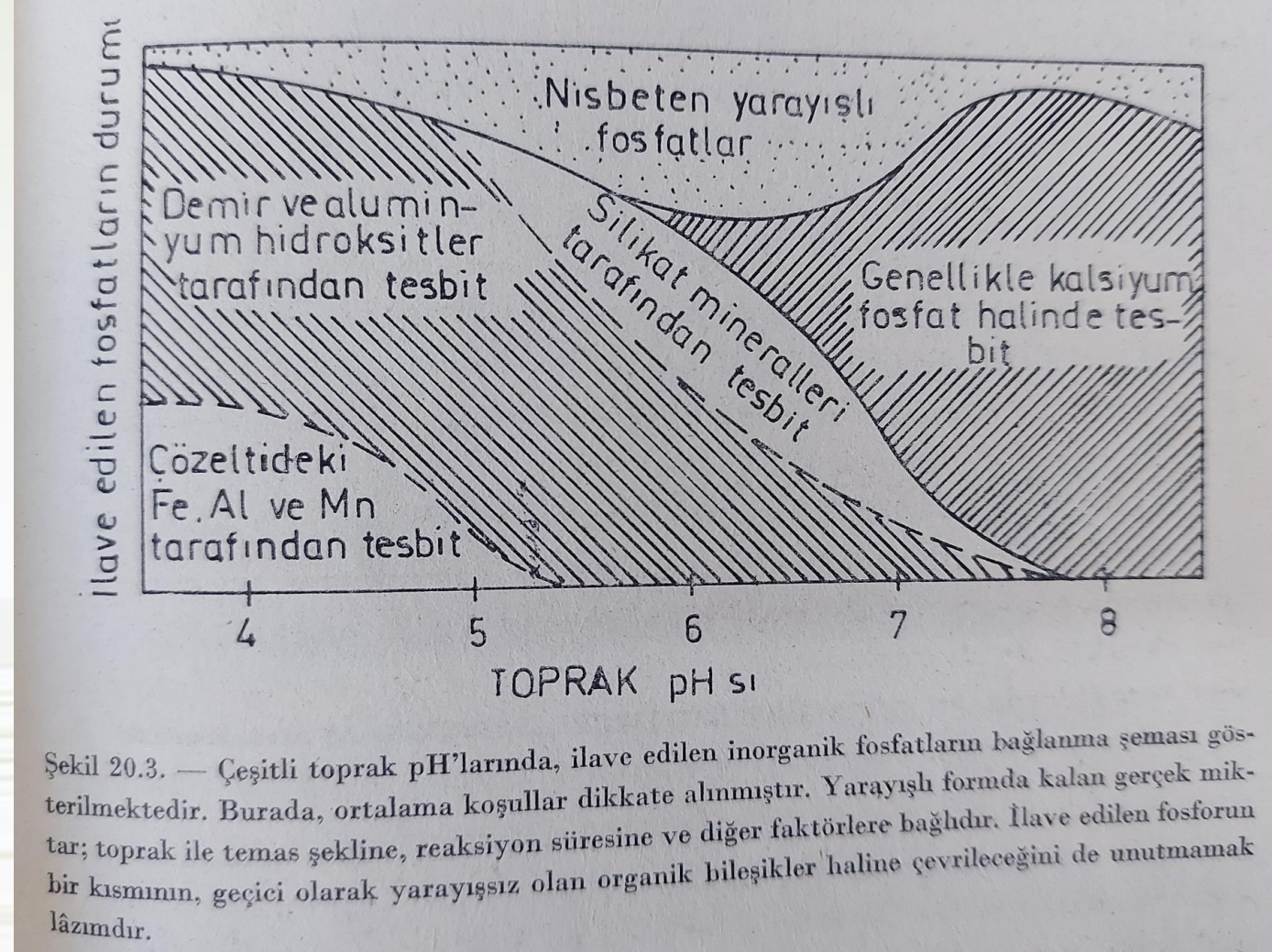
Fosfor (P)

Topraktaki durumu

Fosfor Fiksasyonu:

➤ pH'sı yüksek ve kireç içeriği fazla olan topraklarda yarayışlı fosfor miktarı düşüktür. Bunun nedeni fosforun çözünürlüğü düşük Ca-fosfat şeklinde fikse edilmesidir.

➤ Asit karakterli topraklarda ise Fe, Al, Mn ve bunların hidros oksit formlarının yüksek olması nedeniyle yarayışlı fosfor çözünürlüğü düşük Fe-Al fosfatlar şeklinde fikse olmaktadır.

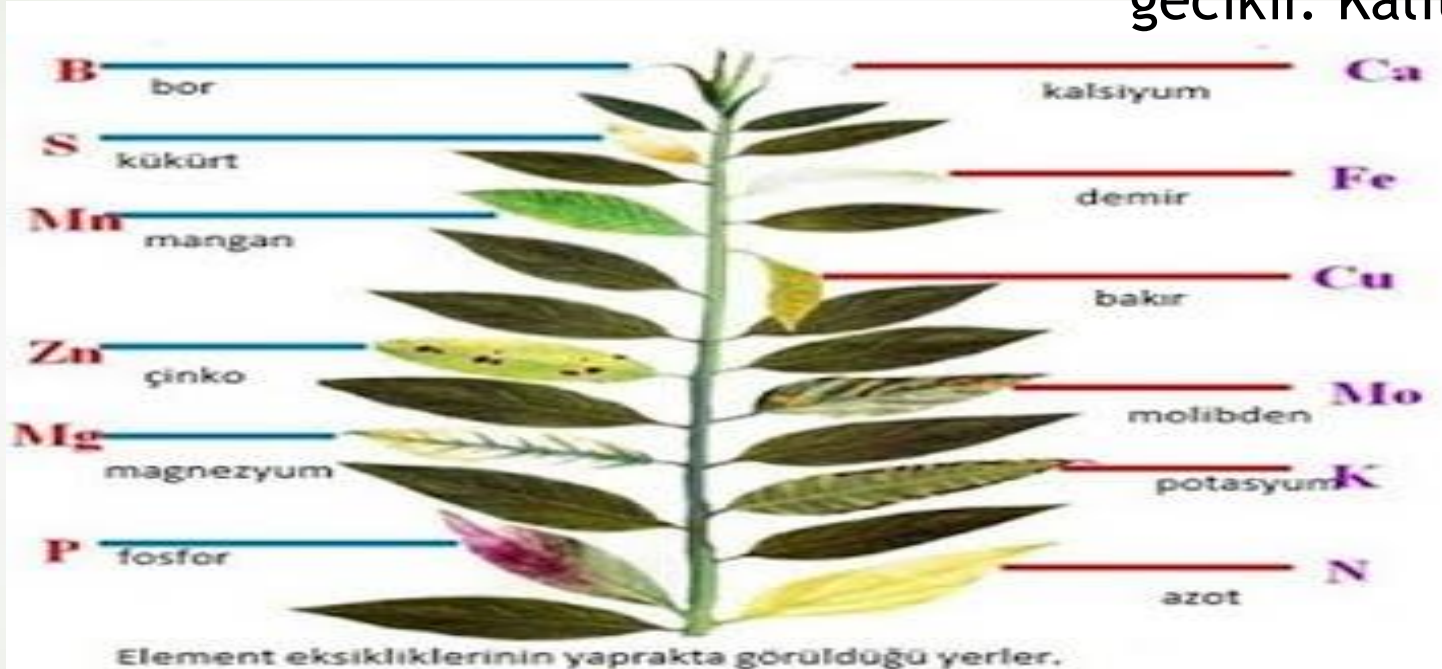


Fosfor (P)

Yararları

- Hücre bölünmesini artırır
- Yağ ve nişastanın şekere dönmesi artar
- Çiçeklenme ve meyve verimini artırır (generatif gelişim)

Noksanlık belirtileri: İlk belirti yaşlı yapraklarda görülür. Yapraklar normalden koyu yeşil renk alır. Devamında kırmızı, kırmızımsı mor renkli bir görünüm hakim olur. Belirtiler yaşlı yapraktan genç yaprağa doğru ilerler. Büyüme geriler, olgunlaşma gecikir. Kalite düşer.



Fosforlu gübreler

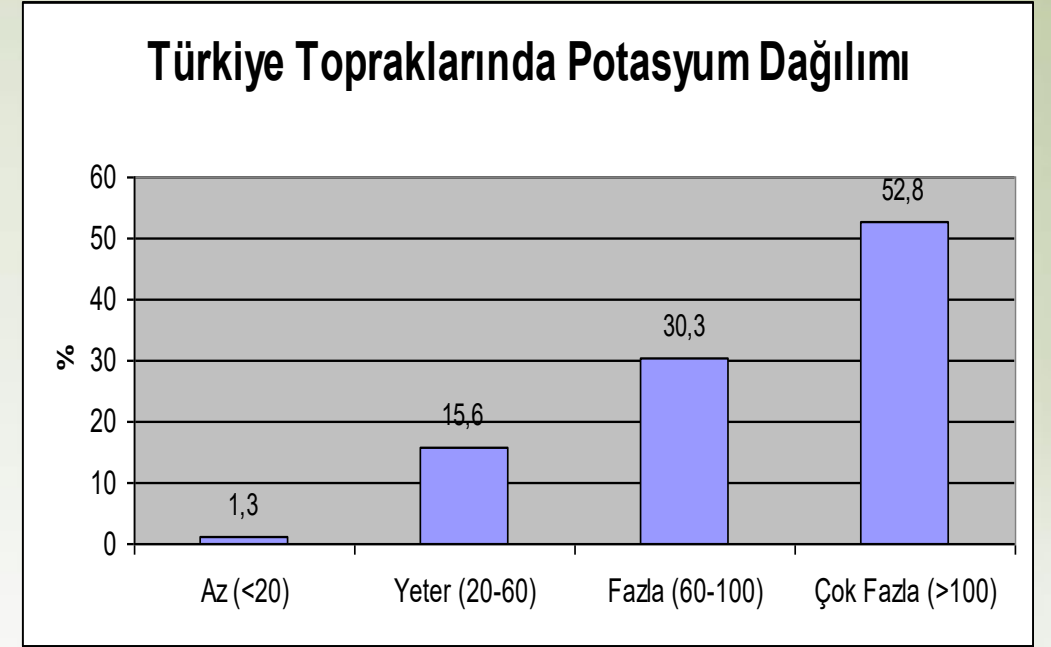
- Triple süperfosfat (TSP, %44-50)
- Diamonyum fosfat (DAP, %46)
- Monoamonyum fosfat (MAP, %52-55)
- Organik gübreler (hayvan gübresi, yeşil gübreler, mikrobiyal gübreler)

Bitki besin element eksiklikleri ve yaprakta görülme şekilleri nelerdir-youtube.com*

Potasyum (K)

Topraktaki durumu

- Ana materyal kaynaklı inorganik K, feldspat ve mika gibi primer minerallerin ayrışması sonucu açığa çıkmaktadır. Buna kıyasla organik kaynaklı potasyum miktarı daha düşüktür.
- Kolay çözünen tuz bileşikleri şeklinde bulunur. Bu nedenle yıkanmaya maruz kalır.
- Kumlu topraklar dışında toprakların toplam ve yararlı K miktarı yüksektir.
- Yağışı fazla olan bölgelerdeki hakim asit karakterli topraklarda K yıkanması yüksektir.

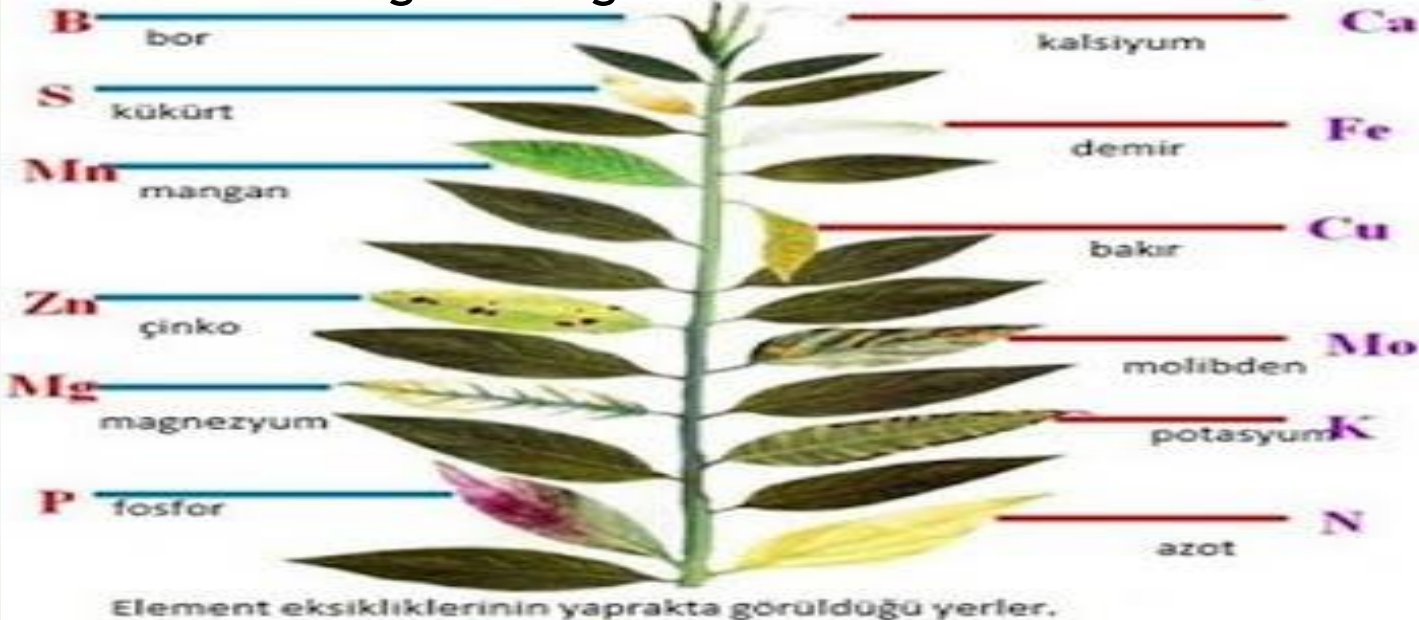


- Kurak bölgelerde ise sekonder silikat kil minerallerinin katyon değişim yüzeylerinde tutulur. Nem, sıcaklık ve toprak pH'sına bağlı olarak toprak çözeltisine salınır. Genel olarak ülkemiz topraklarının kil içeriği nedeniyle potasyum içeriği yüksektir.

Potasyum (K)

Yararları

- Klorofil oluşumunda rol alır
- Nişasta ve şekerlerin yer değiştirmesi için esastır
- Meyve kalitesini artırır
- Kök sisteminin ve hastalıklara direncin artırılmasını sağlar
- Bitki su dengesini sağlar ve mekanik direncini artırır



Noksanlık belirtileri: İlk belirti yaşlı yapraklarda oluşur. Devamında bitkide solgunluk, boğum aralarında kısılma (rozetleşme), bodurlaşma görülür. Normalden daha koyu yeşil renk alır. Yaprak kenarlarında yukarı doğru kıvrılma, yapraklarda dalgalı görünüm, devamında toplu iğne başı gibi beyaz sarı veya kahverengi nekrotik noktalar yaprak kenarından ortasına doğru yayılır.

- Potasyumlu gübreler
 - Potasyum Sülfat (%48-52)
 - Potasyum Klorür (%60)
 - Fosforik asit (%72-79)

Bitki besin element eksiklikleri ve yaprakta görülme şekilleri nelerdir-youtube.com*

Kükürt (S)

Topraktaki durumu

- Atmosfer,
- Kayaç ayrışması,
- Organik madde ayrışması,
- Gübreler,
- Pestisitler,
- Yağış ve sulama suyu
- Toprak canlılarının solunumundan kaynaklanır

Endüstri devriminden itibaren fosil yakıtların kullanılması ile atmosferden gelen büyük girdiler toprağın S bütçesini artırmaktadır.

- Yüzey toprakta toplam S'ün % 90'dan fazlası organik S bileşikleridir.
- Toprakların organik karbon, toplam N ve organik S kapsamları arasında sıkı bir ilişki vardır.
- Dünya ölçeğinde ortalama **C:N: S oranları:**
 - **Tarım toprakları için 130:10:1,**
 - Doğal çayır ve orman sistemleri için 200:10:1 düzeyinde bulunmaktadır.
 - **Toprak organik maddesinde bu oran 125:10:1.2'dir**

Kükürt (S)

Topraktaki durumu

- Topraktaki inorganik S daha çok SO_4^{-2} halinde bulunur.
- Kurak bölge topraklarında yüksek miktarda $CaSO_4$, $MgSO_4$, Na_2SO_4 tuzları birikir.
- Humid bölgelerde ise toprak çözeltisinde serbest iyon halinde veya toprak kolloidlerinde adsorbe edilmiş halde bulunur.
- Sülfat anyonları da fosfat anyonlarına benzer şekilde seskioksitler ve kil mineralleri tarafından adsorbe edilir.
- Bitki tarafından absorbe edilen S'ün bir bölümü bitki bünyesinde indirgenerek organik forma dönüştürülür.
- Bitkilerin ve bu bitkileri yiyen hayvanların tekrar toprağa dönmeleriyle organik S yeniden parçalanarak döngü devam eder.

İz elementler - Mikro besin elementleri

- Fe, Mn, Zn, Cu, B, Mo, Cl (ek olarak I, Co, F, Se)
- Noksanlık ve toksik etkileri
- Toprakta Oksido-redüksiyon reaksiyonlarını idare eden enzim sistemlerinde etkilidirler
- N mineralizasyonunda Mo mutlak gereklidir.

İz elementlerin yararışlılığını etkileyen etmenler

- pH: Asit koşullarda yararışlıdırlar (Mo tersi)
- Fazla miktarda makro element (P) bulunması: fosforun fazlalığı Fe ve Zn alımını engeller
- Organik madde miktarı (kompleks oluşumu-kleyt, şelat)

Kleytler (Şelat)

- Belirli katyonları tutma yeteneğinde olan organik bileşiklerdir
- Fe, Mn, Zn ve Cu'ı topraktan yıkanmaya karşı korur
- Bu sayede tutulan besin maddeleri, tekrar gelişen bitkilerin kullanımına sunulur
- Kleyte bağlı iyonlar toprak reaksiyonlarına karşı korunurken, bitkiler tarafından asimilasyonları kolaydır

Besin elementleri arasındaki Antagonizm

- Fazla N; K, P ve Cu noksanlığı yaratır
- Fazla P; K, Fe, Zn ve Cu noksanlığı yaratır
- Fazla Mg, Na ve K; Cu ve Mn alımına olumsuz etki yapar
- Fazla B; K ve Mg noksanlığı yaratır
- Fazla Al, Fe, Mn ve Ca; P noksanlığı yaratır
- Fazla Cu yada SO_4 ; Mo üzerine olumsuz etki yapar
- Fazla Zn, Mn, Cu, Cr, Co ve Ni; Fe noksanlığı yaratır
- Fazla K, Ca, Fe, Cu ve Zn; Mn alınmasını olumsuz yönde etkiler.

Çizelge 3.3. Toprak analizlerinin değerlendirilmesinde kullanılan standard değerler (N, Kireç, Tuz, O.M. ve Tekstür %, diğerleri mg/kg olarak ifade edilmiştir.), (Lindsay ve Norwell, 1969; FAO, 1990; TOVEP, 1991, Güneş vd., 1996).

| Besin maddesi ve özellik (metot) | Çok az | Az | Yeterli | Fazla | Çok fazla | |
|--|---------------|-------------|--------------|---------------|-------------------|-----------------|
| N (Toplam) | <0.045 | 0.45-0.090 | 0.090-0.170 | 0.170-0.320 | >0.320 | |
| P(NaHCO ₃) | <2.5 | 2.5-8.0 | 8.0-25.0 | 25.0-80.0 | > 80.0 | |
| K (CH ₃ COONH ₄) | <50 | 50-140 | 140-370 | 370-1000 | >1000 | |
| Ca (CH ₃ COONH ₄) | 0-380 | 380-1150 | 1150-3500 | 3500-10000 | >10000 | |
| Mg (CH ₃ COONH ₄) | 0-50 | 50-160 | 160-480 | 480-1500 | >1500 | |
| Mn (DTPA) | <4 | 4-14 | 14-50 | 50-170 | >170 | |
| Zn (DTPA) | <0.2 | 0.2-0.7 | 0.7-2.4 | 2.4-8.0 | > 8.0 | |
| | Az | Orta | Fazla | | | |
| Fe (DTPA) | <0.2 | 0.2-4.5 | > 4.5 | | | |
| | Yetersiz | Yeterli | | | | |
| Cu (DTPA) | <0.2 | >0.2 | | | | |
| | Az kireçli | Kireçli | Orta kireçli | Fazla kireçli | Çok fazla kireçli | |
| Kireç (Scheibler) | 0-1 | 1-5 | 5-15 | 15-25 | > 25 | |
| | Tuzsuz | Hafif tuzlu | Orta tuzlu | Çok tuzlu | | |
| Tuz | 0.0-0.15 | 0.15-0.35 | 0.35-0.65 | > 0.65 | | |
| | Çok az | Az | Orta | İyi | Yüksek | |
| O.M. (Walkley-Black) | 0-1 | 1-2 | 2-3 | 3-4 | >4 | |
| | Kuvvetli asit | Orta asit | Hafif asit | Nötr | Hafif Alkali | Kuvvetli Alkali |
| pH (1:2.5 su) | <4.5 | 4.5-5.5 | 5.5-6.5 | 6.5-7.5 | 7.5-8.5 | > 8.5 |
| | Kum | Tın | Killi tın | Kil | Ağır kil | |
| Tekstür(% sat.) | 0-30 | 30-50 | 50-70 | 70-110 | 110> | |

(%)

(mg/kg)

(%)