

T.C. ANADOLU ÜNİVERSİTESİ YAYINI NO: 2302
AÇIKÖĞRETİM FAKÜLTESİ YAYINI NO: 1299

TOPRAK BİLGİSİ VE BİTKİ BESLEME

Yazarlar

Prof.Dr. İlhami ÜNVER (Ünite 1-5)

Prof.Dr. Burçin ÇOKUYSAL (Ünite 6)

Prof.Dr. Dilek ANAÇ - Yrd.Doç.Dr. Cenk Ceyhan KILIÇ (Ünite 7)

Prof.Dr. Nevin ERYÜCE (Ünite 8)

Prof.Dr. Nevin ERYÜCE - Yrd.Doç.Dr. Özlem GÜRBÜZ KILIÇ (Ünite 9)

Prof.Dr. Dilek ANAÇ - Arş.Gör.Dr. Bihter ÇOLAK ESETLİLİ (Ünite 10)

Editör

Prof.Dr. İlhami ÜNVER (Ünite 1-5)

Prof.Dr. Dilek ANAÇ (Ünite 6-10)



ANADOLU ÜNİVERSİTESİ

Bu kitabın basım, yayım ve satış hakları Anadolu Üniversitesine aittir.
“Uzaktan Öğretim” tekniğine uygun olarak hazırlanan bu kitabın bütün hakları saklıdır.
İlgili kuruluştan izin almadan kitabın tümü ya da bölümleri mekanik, elektronik, fotokopi, manyetik kayıt
veya başka şekillerde çoğaltılamaz, basılamaz ve dağıtılamaz.

Copyright © 2011 by Anadolu University

All rights reserved

No part of this book may be reproduced or stored in a retrieval system, or transmitted
in any form or by any means mechanical, electronic, photocopy, magnetic, tape or otherwise, without
permission in writing from the University.

UZAKTAN ÖĞRETİM TASARIM BİRİMİ

Genel Koordinatör

Prof.Dr. Levend Kılıç

Genel Koordinatör Yardımcısı

Doç.Dr. Müjgan Bozkaya

Öğretim Tasarımcıları

Yrd.Doç.Dr. Evrim Genç Kumtepe

Öğr.Gör.Dr. Zekiye Rende

Grafik Tasarım Yönetmenleri

Prof. Tüfrik Fikret Uçar

Öğr.Gör. Cemalettin Yıldız

Öğr.Gör. Nilgün Salur

Ölçme Değerlendirme Sorumlusu

Öğr.Gör. Günnur Tuba Türksavaş

Grafikerler

Mehmet Emin Yüksel

Nihal Sürücü

Ayşegül Dibeke

Kitap Koordinasyon Birimi

Doç.Dr. Feyyaz Bodur

Uzm. Nermin Özgür

Kapak Düzeni

Prof. Tüfrik Fikret Uçar

Dizgi

Açıköğretim Fakültesi Dizgi Ekibi

Toprak Bilgisi ve Bitki Besleme

ISBN

978-975-06-0976-3

2. Baskı

Bu kitap ANADOLU ÜNİVERSİTESİ Web-Ofset Tesislerinde 4.000 adet basılmıştır.
ESKİŞEHİR, Ocak 2013

İçindekiler

Önsöz	xi
-------------	----

Toprak Oluşumu ve Toprağın Bileşenleri.....	2
TOPRAK NEDİR?	3
Toprağın Yapıtaşları	4
Kayaçlar	4
Püskürük (Volkanik) Kayaçlar	4
Tortul (Sedimenter) Kayaçlar	4
Başkalaşım (Metamorf) Kayaçları	4
Mineraller.....	5
TOPRAĞIN ÖGELERİ.....	5
Mineral Maddeler	6
Toprak Organik Maddesi.....	6
Toprak Çözeltisi	6
Toprak Havası	6
Ana Kaya, Ana Materyal	7
TOPRAK OLUŞTURAN OLAYLAR	8
Fiziksel Olaylar.....	8
Kimyasal Olaylar	9
Yükseltgenme (Oksidasyon)	9
İndirgenme (Redüksiyon).....	9
Bünyeye su alma (Hidrasyon).....	9
Hidroliz	10
Çözünme (Dissolüsyon) ve Çökelme (Presipitasyon)	10
Karbonatlaşma (Karbonasyon)	10
Biyolojik Olaylar.....	11
TOPRAKLARIN OLGUNLAŞMASI	11
Ana Materyal.....	11
Yüzey Şekilleri.....	11
Zaman	12
İklim	13
Canlılar Topluluğu	14
İnsan Etkinlikleri	15
OLGUNLAŞMA SÜREÇLERİ.....	15
Yıkanma (Elüviasyon)	16
Birikme (İllüviasyon)	16
Kil Taşınımı (Luvileşme)	16
Podzollaşma (Podzolizasyon)	16
Kireçleşme (Kalsifikasyon)	17
Lateritleşme (Ferratilizasyon).....	18
Tuzlulaşma (Salinizasyon)	18
Alkalileşme (Alkalinizasyon - Solonizasyon).....	19
Gleyleşme	19
Özet.....	21
Kendimizi Sınayalım.....	22
Kendimizi Sınayalım Yanıt Anahtarı	23
Sıra Sizde Yanıt Anahtarı	23
Yararlanılan Kaynaklar.....	23

I. ÜNİTE

2. ÜNİTE

Toprakların Fiziksel Özellikleri.....	24
TOPRAK PROFİLİ.....	25
A ₁ Horizonu	25
A _p Horizonu	26
A ₂ Horizonu	26
A ₃ ve B ₁ Horizonları	26
B ₂ Horizonu	26
B ₃ Horizonu	27
Ana Materyal (C Katmanı)	27
Ana Kaya.....	27
O Horizonları	27
TOPRAK BÜNYESİ (TEKSTÜRÜ)	28
Toprağın Bünyesinin Belirlenmesi	29
TOPRAK YAPISI (STRÜKTÜRÜ).....	32
Granüler Yapı	33
Levhalı Yapı	34
Blok Yapı	34
Sütun Benzeri (Prizmatik) Yapı	34
Toprak Yapısını Bozan Veya Geliştiren Etmenler	34
Organik Madde ve Toprak Canlıları	34
Yüzeylerde Tutulan (Adsorbe) İyonlar	35
Donma-Çözünme	35
Toprak İşleme	35
Ekim Nöbeti	36
HACİM AĞIRLIĞI, YOĞUNLUK, GÖZENEKLİLİK	36
TOPRAK RENGİ	38
TOPRAK KIVAMI	38
TOPRAK NEMİ	39
Özet.....	41
Kendimizi Sınayalım.....	42
Okuma Parçası	43
Kendimizi Sınayalım Yanıt Anahtarı	43
Sıra Sizde Yanıt Anahtarı	44
Yararlanılan Kaynaklar.....	44

3. ÜNİTE

Toprakların Kimyasal ve Biyolojik Özellikleri.....	46
KİL MİNERALLERİ	47
Kil Tipleri.....	47
Katyon Değişimi.....	49
TOPRAĞIN ORGANİK MADDESİ	50
Humus.....	51
Organik Maddenin Topraktaki İşlevleri.....	51
Toprakta Organik Maddenin Korunması	51
TOPRAK REAKSİYONU (pH).....	52
Toprak Reaksiyonunun Ölçülmesi	53
Toprağın Tamponluğu	53
Asitlik ve Alkaliliğin Nedenleri.....	54
Toprak Reaksiyonunun Uygulamadaki Önemi	54
TOPRAKTA KİRECİN ÖNEMİ.....	54
Toprağın Kireçlenmesi	55
TOPRAK CANLILARI	56

Solucanlar	56
Mikoriza Mantarları	57
Rhizobium Bakterileri	57
Azotobakterler	57
Toprakta Mikroorganizma Yönetimi	58
Özet.....	59
Kendimizi Sınayalım.....	60
Kendimizi Sınayalım Yanıt Anahtarı	61
Sıra Sizde Yanıt Anahtarı	61
Yararlanılan Kaynaklar.....	62

Toprakta Sorunların Giderilmesi..... 64

4. ÜNİTE

ARAZİDE SORUN GÖSTERGELERİ.....	65
ÖRNEK ALMA.....	66
Toprak Örneklerinin Alınması.....	66
Örnekleme Zamanı ve Derinliği	66
Örnekleme Sıklığı	67
Nerelerden Örnek Alınmaz?	67
Etiketleme, Not Defteri, Bilgi Notu	68
Örnek Ambalajı ve Örnek Miktarı	68
Su Örneklerinin Alınması.....	68
YAYGIN TOPRAK SORUNLARI VE ÇÖZÜM YOLLARI	69
Erozyon.....	69
Su Erozyonunun Önlenmesi.....	70
Rüzgâr Erozyonunun Önlenmesi	71
Toprak Yorgunluğu.....	71
Besin Maddesi Eksikliği veya Dengesizliği	71
Fitopatolojik Nedenler(Geçici Yorgunluk)	71
Biyolojik Dengenin Bozulması	72
Toksini(Bitki Zehiri) Birikmesi.....	72
Toprağın Sıkışması (Kompaksiyon)	72
Sıkışma Oranını Belirleyen Etmenler	73
Sıkışma Belirtileri.....	73
Sıkışmanın Gerilemesi.....	73
Yüzey Kabuğu (Kaymak Tabaka) ve Sert Yüzey.....	74
Sert Toprak ve Kabuk Oluşumunda Etkili Olan Etmenler	74
Kabuk Zararının Azaltılması	74
Tuzluluk.....	75
Tuzlu Topraklar.....	75
Tuzluluğun Ölçülmesi.....	76
Tuzluluğun Giderilmesi	77
Özgül İyon Etkisi	78
Sodyumluluk.....	78
Sodyumluluğun Giderilmesi	78
Tuzlu-Sodyumlu Topraklar	79
Borlu Topraklar	80
Arazinin Süreksizliği.....	80
Toprak Kirliliği	80
Özet.....	82
Kendimizi Sınayalım.....	83
Okuma Parçası	84
Kendimizi Sınayalım Yanıt Anahtarı	84

Sıra Sizde Yanıt Anahtarı	84
Yararlanılan Kaynaklar	85

5. ÜNİTE

Toprak Yönetimi	86
EKİM ÖNCESİ TOPRAK HAZIRLIKLARI	87
Tohum Yatağı Hazırlığı	87
Toprak İşleme	87
Toprak İşlemenin Önemi ve Amaçları	87
Toprak İşlemenin Zararları	88
Topraktaki İşlevlerine Göre İşleme Araçları	88
Toprak İşlemenin Temel İlkeleri	89
Farklı Ortam Koşullarına Uyumlu Türlerin Seçilmesi	90
Yanlış Tarımsal Uygulamaların Olumsuz Sonuçları	91
Yanlış Gübre Kullanımı	91
Yanlış Sürüm (Araç, Zaman, Derinlik, Sayı, Yön)	91
Tek Yönlü Tarım (Mono Kültür)	91
Aşırı Otlama	91
Yanlış Sulama (Eksik, Fazla, Zamansız, Düşük Kaliteli Su)	91
Yanlış İlaçlama	91
Çeşitli Atıkların Tarımda Kullanılabilirliği	92
Talaş ve Yonga	92
Tütün Artıkları	92
Döner Çamuru (Şlam)	92
Gyttja ve Leonardit (Ham Linyit)	92
Şlempe (Fosfojips)	92
Çöp Kompostu	92
Vermikompost, Vermikest	93
Selüloz Atığı (Kâğıt Fabrikası, Kamış, Sap-Saman, Odun Kalıntıları) ..	93
Çay Atığı	93
Diğer Atıklar	93
KULLANIM TÜRLERİNE GÖRE TOPRAK YÖNETİMİ	93
Otlak Yönetimi	93
Otlakların Yok Olmasının Sonuçları	94
Otlakların Korunup Geliştirilmesi	95
Sebze Bahçelerinde Toprak Kullanımı	95
Meyve Bahçelerinde Toprak Kullanımı	96
Çeşitli Meyvelerin Toprak İstekleri	97
Elma	97
Armut	97
Vişne ve Kiraz	97
Erik	97
Üzüm	97
Çilek	98
Ev Bahçelerinde ve Çimlerde Toprak Kullanımı	98
Süs Bitkilerinde Toprak Kullanımı	99
Orman Alanlarında Toprak Kullanımı	99
ARAZİ TOPLULAŞTIRMA	100
KAZI-DOLGU İŞLEMLERİ	101
TUZLU TOPRAKLARIN YÖNETİMİ	103
Toprakta Tuzluluğu ve Tuz Zararını Artıran Nedenler	104
Tuzlu ve Sodyumlu Toprakların Kullanımı	104
Jipsli Toprakların Yönetimi	106

Özet.....	107
Kendimizi Sınayalım.....	108
Kendimizi Sınayalım Yanıt Anahtarı	109
Sıra Sizde Yanıt Anahtarı	109
Yararlanılan Kaynaklar.....	110

Bitki Beslemenin Önemi ve İlkeleri..... 112

6. ÜNİTE

BİTKİ BESLEMENİN KISA TARİHİ	113
İlk Bilimsel ve Teknolojik Devrim Olarak Tarım.....	113
Bitki Besleme Tarihi Öğrenmenin Faydaları	113
Bitki Besleme Alanında Bugüne Kadar Yapılan Çalışmalar	114
BİTKİLERİN BESLENMESİNDE YENİ BİR YAKLAŞIM	120
Dengeli Gübreleme.....	121
Bitki Beslemede Nanoteknoloji Kullanımı.....	121
Özet	123
Kendimizi Sınayalım	124
Kendimizi Sınayalım Yanıt Anahtarı	125
Sıra Sizde Yanıt Anahtarı	126
Yararlanılan Kaynaklar.....	126

Bitki Besleme ve Toprak Verimliliği İlişkileri 128

7. ÜNİTE

TOPRAK VERİMLİLİĞİNE GİRİŞ VE ÖNEMİ	129
TOPRAK VERİMLİLİĞİNE AİT ÖNEMLİ KANUNLAR.....	130
Minimum Kanunu	130
Mitscherlich Kanunu	131
TOPRAK VERİMLİLİĞİNİ BELİRLEMeye AİT ÖNEMLİ YÖNTEMLER	132
Önemli Tarla Denemesi Yöntemleri	132
Bray'in Modifiye Ettiği Mitscherlich Tarla Denemesi.....	132
Önemli Saksı Denemesi Yöntemleri	132
Mitscherlich Saksı Denemesi Yöntemi	132
Neubauer Saksı Denemesi Yöntemi	133
Yardımcı Yöntemler	133
İzleme Tekniği Yöntemleri	133
Laboratuar Yöntemleri	134
TOPRAK VERİMLİLİĞİNE ETKİ EDEN ETMENLER.....	134
Toprak Verimliliği ve Toprağın Organik ve İnorganik Kolloidleri	134
Toprak Verimliliği ve Toprak Reaksiyonu; Kireçleme ve Kükürtleme.....	135
Toprak Verimliliği ve Toprak Mikroorganizmaları.....	137
Toprak Verimliliği ve Toprak Suyu.....	137
Toprak Verimliliği ve Topraktaki Alınabilir Bitki Besin Elementleri	139
Karbon (C), Hidrojen (H) ve Oksijen (O ₂)	139
Azot (N)	139
Azotun Mineralizasyonu ve İmmobilizasyonu.....	140
Topraktan Azot Kaybı.....	141
Toprakta Azot Kazancı.....	141
Fosfor (P).....	141
Fosfor'un Toprakta Bulunuşu.....	141
Fosfor Fiksasyonuna Etki Eden Etmenler.....	143
Topraktan Fosfor Kaybı	143
Toprakta Fosfor Kazancı	143
Potasyum (K).....	144
Toprakta Potasyum Kaybı	144

Toprakta Potasyum Kazancı	144
Kalsiyum (Ca)	144
Toprakta Kalsiyum Kaybı	144
Toprakta Kalsiyum Kazancı	144
Magnezyum (Mg)	145
Toprakta Magnezyum Kaybı	145
Toprakta Magnezyum Kazancı	145
Kükürt (S)	145
Mikro Elementler	145
Demir (Fe)	145
Mangan (Mn)	146
Bor (B)	146
Çinko (Zn)	147
Bakır (Cu)	147
Molibden (Mo)	147
Klor (Cl)	148
Sodyum (Na)	148
TOPRAK VERİMLİLİĞİNE KATKIDA BULUNAN UYGULAMALAR	148
Yeşil Gübrelemenin Etkisi	148
Çiftlik Gübrelerinin Etkisi	149
Ahır Gübresi	149
Kompost	149
Ekim Nöbeti (Münavebe)'nin Etkisi	150
Mineral Gübrelemenin Etkisi	151
Kimyasal Gübreler	151
Özet	152
Kendimizi Sınayalım	153
Kendimizi Sınayalım Yanıt Anahtarı	154
Sıra Sizde Yanıt Anahtarı	154
Yararlanılan Kaynaklar	155

8. ÜNİTE

Bitki Besleme ve Bitki Fizyolojisi İlişkileri.....	156
GİRİŞ	157
SUYUN ÖZELLİKLERİ VE BİTKİ YAŞAMINDA ÖNEMİ	157
Su Oda Sıcaklığında Sıvıdır	158
Suyun Bir Halden Diğer Hale Geçmesi İçin Gerekli Enerji	
Miktarları	158
Suyun Özgül Isısı (Spesifik Sıcaklığı)	158
Suyun Adhezyon ve Kohezyon Güçleri	159
Suyun Çözgen Özelliği	159
DİFFÜZYON NEDİR VE BİTKİ YAŞAMINDA NE GİBİ ÖNEMİ	
BULUNMAKTADIR	159
OSMOZ NEDİR VE BİTKİ YAŞAMINDA NE GİBİ ÖNEMİ	
BULUNMAKTADIR	160
Plazmolizis	160
ŞİŞME NEDİR VE BİTKİ YAŞAMINDA NE GİBİ ÖNEMİ	
BULUNMAKTADIR	161
KÖKÜN YAPISI, SU VE BESİN ELEMENTLERİNİN ALINIMINDAKİ	
ÖNEMİ	162
Kökün Yapısı	162
BESİN ELEMENTLERİNİN KÖK ETKİ ALANINA	
GELMESİ VE ALINMASI	164

Toprakta Adsorbe Edilmiş Besin Elementlerinin Bitki Kök Yüzeyine Alınması (Adsorpsiyonu)	164
Karbonik Asit Kuramı (Çözelti Kuramı).....	164
Kontakt Değişim Kuramı	165
Besin Elementlerinin Bitki Yapısına Alınma (Absorpsiyon) Mekanizmaları	166
Besin Elementlerinin Pasif Alınması (Absorpsiyon).....	166
Besin Elementlerinin Aktif (Metabolik) Alınımı	166
Bitkinin Kök Üstü (Ekstra-radikal) Organlarla Besin Elementi Alması	167
BESİN ELEMENTLERİNİN ALINIMINA ETKİLİ OLAN ETMENLER VE STRES KOŞULLARI	168
Stres Etmenlerinin Bitki Besin Elementi Alınımına Etkileri	168
Sıcaklık Stresi.....	168
Su Stresi	169
Tuz Stresi	169
Işık.....	170
Bitki Besin Maddesi Alınımına Bitkisel ve Diğer Kimi Önemli Etmenler	170
Bitki Çeşidi	170
Bitkinin Büyüme Dönemi.....	170
Bitkinin Besin Element İçeriği.....	170
Besin Elementlerinin Karşılıklı Etkileşimleri	171
Tepkime (Reaksiyon, pH).....	171
BESİN ELEMENTLERİNİN BİTKİDE TAŞINMALARI VE TAŞINMA YÖNLERİ.....	171
Besin Elementlerinin Yukarıya Taşınması	172
Besin Elementlerinin Yanal Taşınması.....	172
Besin Elementlerinin Aşağıya Taşınmaları.....	172
Besin Elementlerinin Yapraktan Diğer Organlara Taşınması	172
BESİN ELEMENTLERİ ARASINDAKİ OLUMLU VE OLUMSUZ ETKİLEŞİMLER (İTERAKSİYON)	173
Özet	175
Kendimizi Sınayalım	176
Kendimizi Sınayalım Yanıt Anahtarı	177
Sıra Sizde Yanıt Anahtarı	177
Yararlanılan Kaynaklar.....	178

Mutlaka Gerekli Makro Bitki Besin Elementleri 180

BİTKİ GELİŞİMİNDE MUTLAKA GEREKLİ MAKRO	181
BİTKİ BESİN ELEMENTLERİ.....	181
BİTKİ GELİŞİMİNDE AZOTUN ÖNEMİ VE ETKİSİ	181
Bitkilerin Azot (N) Alımı.....	181
Bitkilerin Azot İçerikleri.....	182
Bitkilerde Azotun Metabolik İşlevleri.....	182
Bitkilerde Azot Noksanlığı.....	182
BİTKİ GELİŞİMİNDE FOSFORUN ÖNEMİ VE ETKİSİ	184
Bitkilerin Fosfor (P) Alımı.....	184
Bitkilerin Fosfor İçerikleri.....	184
Bitkilerde Fosforun Metabolik İşlevleri.....	184
Bitkilerde Fosfor Noksanlığı.....	185
BİTKİ GELİŞİMİNDE POTASYUMUN ÖNEMİ VE ETKİSİ	186
Bitkilerin Potasyum (K) Alımı	186

9. ÜNİTE

Bitkilerin Potasyum İçerikleri	186
Bitkilerde Potasyumun Metabolik İşlevleri	186
Bitkilerde Potasyum Noksanlığı	187
BİTKİ GELİŞİMİNDE KALSIYUMUN ÖNEMİ VE ETKİSİ	188
Bitkilerin Kalsiyum (Ca) Alımı	188
Bitkilerin Kalsiyum İçerikleri	189
Bitkilerde Kalsiyumun Metabolik İşlevleri	190
Bitkilerde Kalsiyum Noksanlığı	190
BİTKİ GELİŞİMİNDE MAGNEZYUMUN ÖNEMİ VE ETKİSİ	191
Bitkilerin Magnezyum (Mg) Alımı	191
Bitkilerin Magnezyum İçerikleri	191
Bitkilerde Magnezyumun Metabolik İşlevleri	191
Bitkilerde Magnezyum Noksanlığı	192
BİTKİ GELİŞİMİNDE KÜKÜRDÜN ÖNEMİ VE ETKİSİ	193
Bitkilerin Kükürt (S) Alımı	193
Bitkilerin Kükürt İçerikleri	193
Bitkilerde Kükürdün Asimilasyonu ve Metabolik İşlevleri	194
Bitkilerde Kükürt Noksanlığı	194
BİTKİ GELİŞİMİNDE SODYUMUN ÖNEMİ VE ETKİSİ	194
Bitkilerin Sodyum (Na) Alımı	194
Bitkilerin Sodyum İçerikleri	195
Bitkilerde Sodyumun Metabolik İşlevleri	195
Bitkilerde Sodyum Noksanlığı	195
Özet	196
Kendimizi Sınayalım	197
Kendimizi Sınayalım Yanıt Anahtarı	198
Sıra Sizde Yanıt Anahtarı	198
Yararlanılan Kaynaklar	199

10. ÜNİTE

Mutlaka Gerekli Mikro Bitki Besin Elementleri ve Diğer Önemli Elementler

200

MİKROELEMENTLER	201
BİTKİ GELİŞİMİNDE DEMİRİN (Fe) ÖNEMİ VE ETKİSİ	202
BİTKİ GELİŞİMİNDE ÇİNKONUN (Zn) ÖNEMİ VE ETKİSİ	205
BİTKİ GELİŞİMİNDE MANGANIN (Mn) ÖNEMİ VE ETKİSİ	208
BİTKİ GELİŞİMİNDE BAKIRIN (Cu) ÖNEMİ VE ETKİSİ	210
BİTKİ GELİŞİMİNDE BORUN (B) ÖNEMİ VE ETKİSİ	213
BİTKİ GELİŞİMİNDE MOLİBDENİN (Mo) ÖNEMİ VE ETKİSİ	215
BİTKİ GELİŞİMİNDEKİ DİĞER ELEMENTLER: NİKEL, KLOR, KOBALT VE SELENYUM'UN ÖNEMİ VE ETKİLERİ	216
Özet	219
Kendimizi Sınayalım	220
Kendimizi Sınayalım Yanıt Anahtarı	221
Sıra Sizde Yanıt Anahtarı	221
Yararlanılan Kaynaklar	222

Sözlük 223

Dizin 227

Önsöz

Tarım, insanların beslenme, giyinme, barınma, sağlıklı yaşama, ısınma gibi temel gereksinimlerini karşılayan, ekonominin can damarı sektörüdür. Üretimin hareket noktası tarımdır, topraktır. Tarımın vazgeçilmezi olarak toprağın kabulü ne denli doğru olsa da, bu anlayış gerçeğin yalnızca bir bölümünü yansıtır. Toprak kuşkusuz bitkisel ve hayvansal üretimin başlangıç noktasıdır. Bitkilerin tutunma, hayvanların beslenme ortamıdır. Felsefeyle dinler tarihi, evrim kuramıyla İslamiyet, komünizm ile kapitalizm toprak konusunda söz birliği etmiştir, tüm o çelişkilerin ortak söylemi, uzlaşma noktası topraktır. Kısacası toprak, doğanın ve yaşamın yeri doldurulamaz ögesidir.

Büyük olasılıkla bugüne kadar toprağı sevmediğini söyleyen birine rastlamamışsınızdır. Oysa bilmeden sevmek ne denli inandırıcı, ya da kazandırıcı olabilir ki... Bu kitabı okuyunca, öğrenince, iyice sindirince toprak hakkında eskiden ne kadar az şey bildiğinizi hemen fark edeceksiniz. Daha ötesi kimi öğrenciler, bildiklerini sandıkları konuların yanlışlığını da görebilecek. Adı sanı bilinmeyen dergilerde, gazetelerde, internet sayfalarında öyle yanlış bilgiler, öylesine inandırıcı dillerle yazılıyor ki...

Binlerce yıl boyunca insanlar topraktan aldığını götürmüş, yerine bir şeyler koyma gereği duymamış. Toprak, yine de analığını esirgememiş, Aşık Veysel'in dediği gibi: "karnın yardım kazmayınan belinen, yüzün yırttım tırnağınan elinen, yine beni karşıladı gül inen". Ama artık ödeşme zamanı. Onu tanımak, korumak, geliştirmek bir ders öğrenmenin ötesinde insanlık borcumuz olmalı.

Bitkiler canlı varlıklardır. Onlar da bizler gibi doğar, soluk alır, su içer, beslenir, büyür ve ölür. İşte bu kitapta bitkilerin yaşam ve beslenme süreçleri kısa özetlerle sizlere aktarılıyor. Topraktan alınan mineral azotun, fosforun, suyun, elmanın kırmızı kabuğunda, üzümün şekerinde, buğdayın ununda nasıl şekillendiğini, nasıl yaşam enerjisine dönüştüğünü, toprağın çayırdaki otlayan koyuna o olağanüstü yün hammaddesini nasıl sağladığını tek bir kitapla anlatabilmek mümkün olabilir mi? Bizler yazarlar ve öğretmenler olarak elimizden geleni yaptık, yılların deneyimini damıtıp sizlere özünü aktarmaya çabaladık. Gerisi size kalmış, Lütfen çalışın, öğrenin ve uygulayın.

Yeterince açık bulmadığınız, takıldığınız, eksikliğini duyduğunuz konularda kapılarımız hep açık duruyor. Lütfen sorun. Çünkü öğreneceğiniz her harf, her sözcük, her terim, biz öğreticilere mutluluk verir, enerjimizi artırır. Bunu biliyorsunuz.

Editör

Prof. Dr. İlhami Ünver

Prof. Dr. Dilek Anaç

TOPRAK BİLGİSİ VE BİTKİ BESLEME



Amaçlarımız

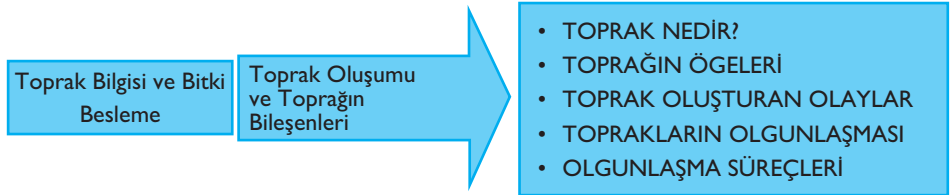
Bu üniteyi tamamladıktan sonra;

- Toprağın doğadaki ve yaşamımızdaki yeri ve işlerini açıklayabilecek,
- Toprağın oluşumunu ifade edebilecek,
- Toprağı olgunlaştıran bileşenleri sıralayabilecek,
- Toprağın belirli özellikleri kazanma yollarını açıklayabileceksiniz.

Anahtar Kavramlar

- Toprağın Bileşenleri
- Kayaçlar ve Mineraller
- Toprak Oluşturan Olaylar

İçindekiler



Toprak Oluşumu ve Toprağın Bileşenleri

TOPRAK NEDİR?

Toprak, yaşamın temel taşlarından biridir. Mineral toprağın yapıtaşı ufalanıp ayrılan kayalar ise de, onu oluşturan kayalardan öyle uzaklaşmıştır ki, çoğu zaman kökeninin önemi kalmamıştır. Artık toprakta sayısız biyolojik varlıklar ve bunlardan arta kalan organik bileşikler de barınmaktadır. Böylece toprak, bitkiler için besin ve su deposu ve tutunma, mikroplar içinse barınma ortamı haline gelir. Toprak, içinde binlerce tür canlı barındıran bir mineral tanecik, ayrışmakta olan organik ürünler ve su veya hava ile dolu boşluklar karşımıdır.

Toprak, karaların üzerinde ince bir örtüdür. Bitki gelişimi için yeterli toprak derinliği 1-1,5 metre kabul edilmekte olup, bu değer jeolojik katmanların kalınlığı ile karşılaştırıldığında yer kabuğunda zar kadar yer tutmaz. Türkiye topraklarının üçte ikiden fazlasının 50 cm den de sığ olduğu göz önüne alındığında ise, erozyon başta olmak üzere, toprağın dış etkilere karşı ne denli korumasız olduğu daha iyi anlaşılır.

Toprak terimi öncelikle bitkisel üretimi çağrıştırır. Doğru, ancak eksik bir yaklaşımdır... Onun işlevleri çoktur:

- Her şeyden önce çeşitli kirlilik yükleri toprak tarafından giderilip, doğaya geri kazandırılır. Toprak, üzerine gelen kirlilik yüklerini süzer, tamponlar, içindeki kimyasal bileşikler ve canlılar aracılığıyla zararsız, hatta çoğunlukla yararlı duruma getirip, yeniden doğanın hizmetine sunar.
- Canlıların varlıklarını sürdürmede bir yanda üremeleri, diğer yanda ise ölen canlıların toprak aracılığıyla doğaya geri çevrilmesi süreçleri yer alır.
- Yağışlarla yeryüzüne ulaşan suların düzenlenmesi konusunda toprak önemli rol oynar. Taşkın dönemlerinde emilip, çatlak ve yarıklardan aşağıdaki jeolojik depolara iletilen sular, daha sonra pınarlar, kaynaklar aracılığıyla yeryüzüne ulaşır. Böylece yağışlı mevsimlerde taşkın, kurak dönemlerde de susuzluk sorunları hafiflemiş olur.
- Toprak, tuğla, çimento gibi çok sayıda ürünün hammaddesidir.
- Pekmez, zeytinyağı gibi sıvıların durultulmasında öteden beri toprak kullanılmaktadır.
- Kimi antibiyotiklerin üretilmesinde,
- Baraj çekirdeklerinin geçirimsiz duruma getirilmesinde,
- Arkeolojik değerlerin günümüze ulaşmasında, iklim değişikliklerinin izlenmesinde toprağın önemli yeri vardır.

Ay toprağı terimi yanlıştır. Çünkü bilindiğı kadariyle ayda su ve yaşam yoktur.

Toprak, bakış açılarına göre herkes tarafından farklı algılanır. Kayalarla canlıların, su ile havanın buluşma noktası topraktır. Bilim dalı olarak da yer bilimleriyle biyoloji bilimlerini birbirine bağlayan bir köprüdür.

- Onun başlıca işlevlerinden biri de, biyoçeşitliliğin korunmasında doğal gen bankası görevi yapmasıdır.

Toprağın Yapıtaşları

Toprak, katı maddeler ve boşluklar olarak iki grupta incelenebilir. Katı maddeler de **inorganik** (mineral) ve **organik** (canlılara ilişkin) olmak üzere ikiye ayrılır. İnorganik katılar, kayaların bileşimindeki minerallerin değişime uğramasıyla oluşur. Toprağın organik maddesinin tanımı konusunda görüş birliği yoktur. Geniş tanımıyla organik madde, topraktaki canlı ve cansız organik ürünlerin tümüdür. Topraktaki boşluklar (gözenekler), su ve hava ile doludur.

Yer kabuğunu şekillendiren olaylar, **iç etmenler** ve **dış etmenler** olmak üzere ikiye ayrılır. Volkan püskürmesi, depremler, yer kabuğunun sıkışma, kıvrılma ve bükülmeleri gibi iç etmenler, dağ ve tepeleri, çukurları, vadileri oluşturur. Akarsular, rüzgârlar, dalgalar gibi dış etmenler ise, yer kabuğunu düzleştirici etkide bulunur.

Kayaçlar

Çoğu zaman çeşitli minerallerin bir araya gelmesiyle oluşan kaya(ç)lar, oluşumlarına göre üç grupta incelenir.

Püskürük (Volkanik) Kayaçlar

Volkan püskürmeleriyle yeryüzüne ulaşan magmanın katılaşması sonucu oluşur. Püskürük kayaçlar çeşitli irilikte, çoğu zaman çıplak gözle ayırt edilebilen kristallere sahiptir. Kurulu oldukları minerallere bağlı olarak çeşitli renkler, sertlik, özgül ağırlık, kristal şekillenmesi vb özellikler taşıyabilir. Bu minerallerin bileşimleri kadar, fiziksel özellikleri de toprakların oluşum hızı ve kazanacakları özellikler üzerinde etkili olur. Granit, bazalt, andezit, trakit, gabro, dasit, diyorit birer püskürük kayaç örneğidir. Bunların ortak özelliği, mutlaka silikat mineralleri içermeleridir.

Tortul (Sedimenter) Kayaçlar

Bulundukları yerden dış etmenlerce taşınan ufalanmış kayaçların veya toprak materyalinin, taşıyıcı gücün bıraktığı yerde yığılıp zamanla sertleşmesiyle oluşur. Kumtaşı, kiltası, kireçtaşı gibi oluşumlarda çoğu zaman malzeme jeolojik dönemler boyunca okyanus tabanında birikmiştir. Böyle durumlarda tabakalaşma ve fosil bulundurma özellikleri ön plana çıkar. Buzul aşındırması ve rüzgârla taşınma sonucu **lös** adı verilen gözenekli, gevşek bağlı tortullar oluşmuştur. Bunlar çakıl, taş gibi iri taneler içermez, kolayca aşınabilir ve kalınlıkları birkaç yüz metreye ulaşabilir. Hafif, dağınık diatomitler silisli alg kabuklarının çökmesiyle oluşur. Silis bileşiklerinin oldukça yüksek sertliklerine karşın, bunlar fizikobiyolojik kökenli yumuşak tortullardır. Leonardit, linyit gibi organik kökenli oluşumlar da, tortul kayaçlar grubu içinde yer alır. Kuraklığın hüküm sürdüğü bölgelerde jips, çeşitli tuzlar gibi çözünürlüğü yüksek ürünlerin çökmesiyle de, kimyasal tortullar oluşur.

Başkalaşım (Metamorf) Kayaçları

Bir volkanik veya tortul kayacın, sonradan yüksek sıcaklık, yüksek basınç gibi ikinci bir etmenle özellik değiştirmesi sonucu oluşur. Örneğin granit yüksek sıcaklık ve basınçla gnaysa, bazalt ve şeyller (canlı varlıklarla birlikte taşlaşan killeri) şistlere, kireçtaşı ise mermere dönüşür. Başkalaşım kayaçların sertliği ve yoğunluğu, oluş-

tukları kayaçtan daha fazladır. Bu kayaçlarda tabakalaşma ve kristalleşme bir arada bulunabilir. Koşullara göre fosil de içerirler. Kural olarak toprak oluşturan etmenler geriye doğru çalışmasa da, başkalaşım bu kurala uymaz, önceden oluşan topraklar yüksek basınç ve sıcaklık altında yeniden jeolojik minerallere dönüşebilir.

İnternette yoğun bilgi kirliliği dolaşmaktadır. Toprakla ilgili eksik bilgileri doğrudan yazarla iletişim kurarak veya yalnızca bu kitapta önerilen web sayfalarından öğreniniz.



DİKKAT

Çevrenizdeki taş ve kayalar ile toprakları inceleyip, benzeyen ve benzemeyen yönlerini karşılaştırınız.



SIRA SİZDE

Mineraller

Mineral, doğal bir inorganik madde olup, kimyasal bileşim, kristal şekli, renk, özgül ağırlık, sertlik, dilinim yüzeyleri, ışığı yansıtma, soğurma, kırma vb optik özellikleri belirli sınırlar içinde değişir. Doğada 4000 kadar mineral bulunmasına karşın, bunların ancak bir bölümü toprak oluşumu açısından önemlidir.

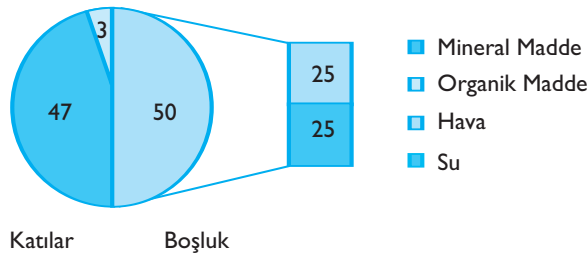
Bulabildiğiniz taş ve kaya örneklerini inceleyerek, bunların sahip olduğu mineralleri, renk, parlaklık, kristalleşme gibi özellikler yönünden ayırt ediniz.



SIRA SİZDE

TOPRAĞIN ÖGELERİ

Toprak, katılar ve boşluklar olmak üzere iki bölümden oluşur. Katılar, inorganik taneler ve organik madde olup, boşluklarda da hava ve su bulunur. Her bir bölümün topraktaki payı, iklim ve toprak özellikleriyle, toprağın yönetim biçimine göre değişir. Toprağa yağışlarla veya sulama ile gelen su, iri gözeneklerden hızla aşağı süzülür. Kurumaya başlayan toprakta ise önce büyük gözeneklerdeki su boşalır, buralara hava dolar. Bitki kökleri ve topraktaki yararlı mikroorganizmalar sürekli su ve havaya gerek duyarlar. Yani toprakta yeterli oranlarda hem iri (makro), hem de küçük (mikro) gözeneklerin bulunması gerekir. Gözenek boşlukları miktar ve şekil olarak kolayca değişebilir. Hasat edilen bitkilerin köklerinin çürümesi, karınca, solucan vb toprakaltı canlılarının kazdığı tüneller, derinlere inen suyun kışın donarak genişlemesi ve taneleri kenarlara itmesi, şişme özelliğindeki toprakların kurduğunda çatlayıp yarılması gibi süreçler, toprak gözenekliliğini artırır.



Şekil 1.1

Toprağı oluşturan yapı maddelerinin şematik görünümü

Mineral Maddeler

İnorganik taneler, birincil ve ikincil mineraller olarak iki grupta toplanır. Birincil taneler, toprak oluşumu sırasında kayadaki mineralin ufalanmasıyla ortaya çıkar. Bunların kimyasal bileşimi ve mineralojik özellikleri özgün kayadaki mineral gibidir. Toprakta taş, çakıl ve kum taneleri, genelde birincil minerallerden kuruludur.

İkincil mineraller, kayalardaki minerallerin ayrışıp parçalanmaları ve daha sonra toprağın yapıtaşlarına dönüşmesiyle oluşur. Fiziksel, kimyasal ve mineralojik özellikleri, kendisinden oluştukları mineraller grubundan farklıdır. Bunların çoğu mikroskopla görülemeyecek oranda küçük olup, toprakta birçok olayın gerçekleşmesinde önemli rol oynarlar. Topraktaki ikincil minerallerin en önemli temsilcileri olan kil minerallerinin yüzde 99'dan fazlası ikincil mineraldir. Bunların boyutları öylesine küçüktür ki, kil minerali ile büyüklük grubu olarak kil tanelerinin adı özdeşleşmiştir. **Kil** terimi hem o gruptaki mineralleri, hem de 2 mikrondan küçük toprak tanelerini çağrıştırmaktadır.

Toprak Organik Maddesi

Toprağın içindeki canlı ve cansız biyolojik varlıkların bütünü ile, bunlardan çeşitli etkinliklerle ortaya çıkan ürünler “organik madde” olarak kabul edilebilir. Organik madde, kökenine göre hayvansal ürünler, bitkisel ürünler ve mikroorganizmalar olarak üç başlıkta toplanır. Cansız organizmaların ayrışma derecelerine bağlı olarak geliştirilen sınıflamaya göre toprağa yeni düşen bir yaprak taze organik maddeyi oluştururken, turba adı verilen, buzul çağından kalma organik artıklar, kimi yerde toprağın temel yapıtaşını oluşturur. Toprakta organik madde kapsamının en fazla olduğu alan, hemen her zaman yüzeye en yakın bölümdür. Çünkü köklerin büyük bölümü burada gelişir, üstten düşen organik artıklar da yüzeyde bulunur.

Toprak Çözeltilisi

Su, en ilkelden, en gelişmişe tüm canlıların varlık nedenidir. Susuz bir yaşam biçimi düşünülemez. Toprağa düşen su, orada birtakım mineral ve organik tuzları çözerek, bünyesine alır. Toprak çözeltisinde en bol bulunan ve hemen her yerde rastlanan katyonlar kalsiyum (Ca^{+2}), magnezyum (Mg^{+2}), sodyum (Na^{+}) ve potasyum (K^{+}); anyonlar ise karbonat (CO_3^{-2}), bikarbonat (HCO_3^{-}), sülfat (SO_4^{-2}) ve klorür (Cl^{-}) dür. Sodyum dışında bu iyonlar aynı zamanda mutlaka gerekli bitki besin maddeleridir. Su, bitkilerin yapıtaşı olmasının yanı sıra, besin maddelerinin alınmasına da aracıdır. Toprak, sahip olduğu kılcal boşluklar ve mikroskobik tanelerin suyu çevrelerinde tutabilme yeteneğiyle, uzun süre yağmur yağmаса da bitkilere su sağlayabilir.

Sulama suları, iyi nitelikte olsa da, önceden çözdükleri birtakım katıları sürekli toprağa taşıyarak tuzluluğu artırır. Bitki kök derinliğini etkileyecek düzeyde yükselen taban sularında bu etki daha belirgindir. Toprakta bu artan tuzluluğun zararsız düzeyde tutulması için **akaçlama** (drenaj = fazla suyun dışarı atılması) ile birlikte yağışların yıkayıcı etkileri görev yapar. Dışarı akıntısı olmayan kurak bölge topraklarında toprak çözeltisindeki iyon miktarı çoğu kültür bitkisinin yetişmesine izin vermeyecek oranda yüksektir.

Toprak Havası

Atmosfer havasının yaklaşık % 78'i azot, % 21'i oksijen olup, geri kalan % 1'in içinde su buharı ve karbondioksit başta olmak üzere, çeşitli gazlar yer alır. Toprakta-

Toprakta su hiçbir zaman saf halde bulunmaz. Yağmur suyunda bile biraz çözülmüş madde vardır. Öyleyse “toprak çözeltisi” terimi daha doğrudur.

ki gözenek sistemi, atmosferle bağlantısından dolayı yarı açık bir kutu gibi düşünülürse, toprak havasında oksijenin ulaşabileceği en yüksek değer % 21 olacaktır. Bitki kök solunumu ile mikroorganizma etkinlikleri, toprakta oksijen miktarını azaltıp, karbondioksiti artırır. Buharlaşan suyun topraktan uzaklaşmasını engelleyen tıkanıklıklar ise, toprak havasındaki su buharı oranını yükseltir.

Organik ürünlerin mikroorganizmalar başta olmak üzere biyokimyasal olaylarla ayrıştırılması dolayısıyla da, toprak havası amonyum, metan, kükürtlü hidrojen, çeşitli alkoller gibi değişik gazlarca zenginleşir. Bu gazların bir bölümü buldukları çatlak ve yarıklardan atmosfere karışır. Toprak havasındaki oksijen kapsamı % 10 düzeyinin altına indiğinde, bitki gelişimi yavaşlamaya başlar. Öte yandan topraktaki yararlı mikroorganizmaların büyük bölümü de havalı koşullarda çalışan **hava-cıl** (aerob) canlılardır. Oksijen kapsamının düşmesiyle birlikte, bunların yerini havasız koşullarda gelişen ve çoğunlukla bitkilere zararlı bileşikler üreten havasız ortam canlıları almaya başlar. Havasızlık ayrıca köklerin solunum yapamamasına ve besin maddelerini topraktan alamamasına yol açıp, onları çürütür.

Toprak havası, ortamdaki etkinliklere bağlı olarak günlük veya mevsimlik değişiklikler gösterir. Örneğin artan sıcaklık ve nemlilikten dolayı mikrobiyel etkinliğin yoğun olduğu ilkbahar aylarında topraktaki oksijen miktarı azalır, karbondioksit oranı yükselir. Çiftlik gübresi uygulamaları sonrasında da, artan mikroorganizma etkinlikleri dolayısıyla, benzer durumla karşılaşılır.

Çevrenizdeki toprakları inceleyip, renk, taşlılık, bitki örtüsü, ıslaklık gibi özelliklerini not alınız. Sonuçlarınızı değişik topraklar üzerinde karşılaştırınız.



Ana Kaya, Ana Materyal

Toprakları oluşturan mineral maddelerin kökeni ana kaya adı verilen jeolojik birimler olmakla birlikte, çoğu kez toprağın olgunlaşmasında ana materyal denen bir geçiş oluşumu görülür. Ana materyal, ana kayanın dış etmenlerce gevşetilmesi, katabılma yumuşatılması sonucu ortaya çıkan gözenekli bir ara üründür. Üzerinde fiziksel ve kimyasal değişiklikler sürmektedir. Ancak onu toprak yapacak biyolojik etkinlikler yok denecek düzeyde düşük olup, toprağın temelini oluşturan ve her birine **horizon** adı verilen katmanlaşma başlamamıştır.

Ana materyaller, **yerinde oluşmuş** ve **taşınmış** ana materyal olmak üzere ikiye ayrılır. Yerinde oluşmuş ana materyaller, ana kayanın ve çevresel etmenlerin rolüyle, bulunduğu yörenin jeolojik ve coğrafi özelliklerine uyan bir karaktere sahiptir. Örneğin yılın uzun döneminde su altında (havasız) kalan organik kalıntılar, organik toprakları oluşturur. Ya da yağışların karbonatlı bileşikler yıkamaya yetmediği kurak ve yarı kurak bölgelerde ana kayadaki kireç, ana materyalde de varlığını sürdürür. Taşınmış ana materyaller, taşıyıcı güce göre alüvyallar ve kolüvyallar olarak ikiye ayrılır. Alüvyal ana materyal ve bundan oluşan topraklarda akarsuların taşıdığı malzeme, suyun hızının kesildiği yerde birikir. Bu materyal üzerinde, biriktirdiği yerin çevresel koşulları etkili olmaya ve toprağa karakter kazandırmaya başlamaktadır. Tarımsal açıdan özel öneme sahip ovalar ve deltalar, bu tür coğrafi oluşumlardır. Alüvyalların başlıca özellikleri,

- Uzaklardan taşınıp geldikleri için, çoğu zaman altlarındaki jeolojik oluşumlara benzememeleri,
- Sonradan bir jeolojik hareket olmadıkça düz alanlara yayılmaları,
- Suyun durulması sırasında ortaya çıkan tabakalı çökme ve
- İri tanelerin yok denecek kadar az olmasıdır.

Profil, toprağın düzey kesitidir.

Çoğunlukla su eksikliği yaşanmayan, derin ve geniş düzlüklerden kurulu alüvyallar rastgele dizilmiş katmanlara sahiptir. Buralarda oluşan topraklarda su basını, ıslaklık, tuzluluk, ağır bünye ve buna bağlı geçirimsizlik gibi sorunlara sık rastlanır.

Kolüvyal ana materyalde taşıyıcı güçler, yerçekimi, buzullar, selinti suları gibi çeşitlidir. Burada taşınma uzaklığı azdır. En sık rastlanan taşınma, yerçekimi etkisiyle olur. Dağ ve tepelerin eğimli yamaçlarında dış etmenlerin gevşettiği irili ufaklı malzeme, kendi ağırlığı ile eteklere yuvarlanarak birikir. Kolüvyalların belirgin özellikleri köşeli, büyüklü küçüklü parçalar, düzlükte daha kalın birikme ve katmanlaşmanın yokluğudur. Kayma sonucu örtülme, çığ ve taşkın riski, erozyon, düzensiz yüzey şekli gibi sorunları olabilir. Volkanik küller de bu gruba alınabilir.

TOPRAK OLUŞTURAN OLAYLAR

Kayaların ve organik ürünlerin önce ana materyale, oradan da toprağa dönüşmesi, çok sayıda fiziksel, kimyasal ve biyolojik olayı içinde barındıran bir dinamik süreçtir. Bu oluşum, öyle çok etmen tarafından yönlendirilmektedir ki, toprak oluşumu süresi hakkında kesin bir şey söylenemez. Öte yandan toprak gelişim süreci dinamiktir, hiçbir zaman sona ermez. Toprak oluşumu sırasında çok sayıda olay aynı anda gerçekleşmekte olup, bunların aşağıda birer birer ele alınması, yalnızca anlama kolaylığı sağlamaktır.

Fiziksel Olaylar

Kayaçları ufalayan ve şekillerini değiştiren olaylar, fiziksel niteliklidir. Bu olaylar sonucunda kayanın kimyasal bileşiminde ve mineral özelliklerinde fazlaca değişiklik olmaz. Toprak oluşturan olaylarda bir tarih sıralaması yapılması doğru değilse de, kimyasal ve biyolojik süreçlerin etkinlik kazanması için yeterince yüzey alanı oluşması, yani tanelerin olabildiğince küçülüp, birim alanda çok sayıda tane bulunması gerekir. Yani fiziksel olayların toprak oluşumunda öncü rol oynadığı söylenebilir. Su dışında tüm cisimler ısınınca genleşir, soğuyunca büzülür. Gündüzleri ısınan yüzeylerde, farklı genleşme katsayısına sahip minerallerden dolayı gerilmeler başlar. Bir mineral aşırı genleşme eğiliminde iken, diğerleri ona ayak uyduramaz. Bu gerilmeler, çatlama ve kopmalarla sonuçlanabilir. Gece kayaç soğuduğunda, büzülme sonucu çatlaklar genişler, parçalar birbirinden ayrılıp, kopar. Kayaç bir tek minerale sahip olsa bile, benzer gerilmeler gözlenebilir. Bu kez sabah yüzeyde ısınma başlarken, derindeki bölüm aynı hızda genleşemez, çünkü sıcaklık derinlere aynı hızla işleyemez.

Kayacın içindeki gözeneklere, küçük çatlak ve yarıklara giren su orada donduğunda, çevresine basınç uygular, yarıkları genişletmeye çalışır. Isınmayla birlikte buz yeniden eriyerek, su önceden genişleyen çatlak boyunca daha derine dolar. Bu olayın sürekliliği, kayaçta boydan boya yarıklar oluşturabilir.

Çeşitli mekanik etmenler de toprakların ufalanmasında görev yapar. Örneğin akarsular taşıdıkları materyalin birbirine sürtmesi sonucu ufalanmalarında etkilidir. Akarsular ayrıca topraktan çözdükleri materyali oradan uzaklaştırıp başka ortamlara taşıyarak, her iki yörede oluşacak toprakların karakter kazanmasında etkili olur.

İlkbaharda gevşeyerek dağlardan aşağı inen buzul kütleleri de, koparma ve öğütme yoluyla kayaçları aşındırır. Dalgalar, kıyıları sürekli döverek kayaların dibini oyar, bir noktadan sonra çökmelerine neden olur. Ancak eylem sürer, bu kez de dalgalarla ileri geri sürtünen taneler pürüzsüz hale gelir, küçülür. Çöllerde rüzgâr etkisi de buna benzerdir. Sıcaklık değişimlerinin büyüklüğünden dolayı öyle

Suyun + 4°C'de en düşük hacme düşüp, donunca genleşmesi, toprak oluşturan fiziksel olayların en önemlileridir.

şiddetli rüzgârlar doğar ki, kum taneleri havada uçuşup, sürekli birbirine çarpma-ya, kayaları dövmeye başlar. Rüzgârın toprak oluşumundaki bir diğer rolü, taşıdığı sporlar ile bitki tohumlarını kovuklara, gözeneklere bırakıp, orada kök salmalarını sağlamaktır. Biyolojik gelişim başladığında, kökler gelişebilmek için yarık ve çatlaklarda ilerledikçe genişleyip, yanlara basınç uygulamaya ve çatlakları büyütme-ye çalışır.

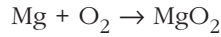
Toprak oluşumunun hemen her aşamasında fiziksel, kimyasal ve biyolojik etmenler birlikte çalışır.

Kimyasal Olaylar

Kimyasal bir tepkimeden söz etmek için, ortamda su bulunmalı, yeterli sıcaklık olmalı ve tepkimeye girecek ürünler birbirine dokunmalıdır. Toprak oluşumunda küresel ve bölgesel boyutlarda, yüzlerce kimyasal olay işlemeye başlar. Bunlardan hangilerinin çalışacağına ve toprak oluşumunda daha etkili olacağına ortam koşulları karar verir. Toprak oluşturan kimyasal olaylardan en geniş coğrafyada etkili olanları aşağıdadır.

Yükseltgenme (Oksidasyon)

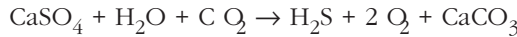
Oksijen, güçlü bir yükseltgen olup, bütün oksitlenme olayları bir yükseltgenme tepkimesidir. Ateşin yanması ve canlıların solunumu, yükseltgenme olayı örnekleridir. Oksitlenme tepkimelerinde dış etmenlere karşı dayanıklılığı düşük, genellikle suda çözünabilir ürünler oluşur. Oksitlenme, küresel ölçekte önemli bir toprak oluşum olayıdır. Örneğin magnezyum oksijenle aşağıdaki gibi birleşir:



Bu tepkimede elementer magnezyum iki elektron kaybederek, +2 değerlikli bir katyona dönüşmektedir. Kayaçların bünyesindeki elementer demir kurşuni renkteyken, paslandığında oksitlenir, kırmızımtırak olur.

İndirgenme (Redüksiyon)

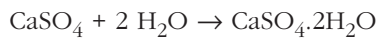
Yükseltgenmenin tersi bir olay olup, havasız koşullarda yürür. Topraklarda indirgenme olayları genellikle mikrobiyel etkinliklerle birlikte gerçekleşir, yani biyokimyasal niteliklidir. Uzun süre su altında kalan mineraller zamanla indirgenmiş ürünlerce zenginleşir.



Burada jipsin bünyesindeki kükürt, kükürtlü hidrojenle indirgenmektedir. Batıklıklardaki çürük yumurta kokusunun ana kaynağı, bu indirgenmiş gazdır.

Bünyeye su alma (Hidrasyon)

Hidrasyon, bir mineralin bünyesine su alması olayıdır. Siyah renkli ferro oksidin sarımtırak limonite dönüşmesi oksidasyon başlığı altında incelenmişti. Toz alçının su alıp gözenekli kütleye, yani jipse dönüşmesi, bir başka örnektir.

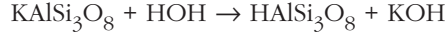


Hidrasyon genellikle minerali genişletip gevşetir, bozunmaya, ayrışmaya yatkınlığını artırır. Hidrate mineral suyunu yitirdiğinde, yeniden eski durumuna dönebilir. Örneğin sarımtırak limonit, kurduğunda koyu kahve hematite dönüşür.

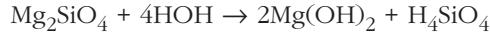
Akaçlama (drenaj), arazideki fazla suyun dışarı atılmasıdır.

Hidroliz

Sudaki hidrojen, uygun ortam koşullarında minerallerdeki bazıları çözelti ortamına itip, onların yerini alır. Bu hidroksit mineralleri, hemen her zaman özgül mineralden daha kolay çözünebilir. Bir feldspat türü olan ortoklaz hidrolize uğradığında ortaya asit silikat ve potasyum hidroksit çıkar.



Bu olay, toprak oluşumunda çok önemlidir. Çünkü açığa çıkan asit silikat daha sonra sentezlenerek, kil minerallerinin yapısını oluşturacaktır. Ortoklazın bünyesindeki potasyum hareketsizdi, potasyum hidroksitteki potasyum ise, topraktaki olaylara katılmak üzere, artık suda serbest iyon formuna dönüşmüştür. Olivin de, hidrolize uğradığında, suda çözünebilir asit silikat ve magnezyum hidroksite dönüşmektedir:



Ortoklaz ve olivinin hidrolize uğramaları sonucu oluşan asit silikatlar, kil minerallerine dönüşmek için hazır duruma gelirken, ortam bir yandan da potasyum ve magnezyum gibi bazlarca zenginleşmektedir.

Çözünme (Dissolüsyon) ve Çökeltme (Presipitasyon)

Su, güçlü bir çözücüdür. Suyun çözücülüğü atmosferde başlar. Herhangi bir kirlilik söz konusu olmasa bile, yağmur suyu aşağılara inerken bir miktar karbondioksiti bünyesine alarak, zayıf karbonik asit oluşturur.



Bu temiz yağmur suyu hafif asit karakterlidir, yani çözücülüğü arı sudan daha yüksektir. Atmosferde kükürt dioksit ve azot oksitler gibi kirlilikten kaynaklanan gazlar bulunduğunda, yağmur suyunun asitliği artar. Sodyum klorür, kalsiyum bikarbonat, potasyum sülfat gibi tuzların suda çözünürlükleri yüksektir.

Çözünürlüğü düşük olan kireçtaşı, karbonik asitin etkisiyle suda kolay çözünen kalsiyum bikarbonata dönüşür. Aşağıda bu olay gösterilmiştir:



Su ve karbondioksitin basınç altında kireçtaşı çözerek kalsiyum bikarbonata çevirmesi ve çözülmüş kalsiyum bikarbonatın ortamdan uzaklaşarak, basıncın kalktığı ve karbondioksitin uçtuğu yerde yeniden kireçtaşına dönüşüp çökmesi, çok sayıda yeryüzü şekillenmesi oluşturur. Sarkıt, dikit ve sütun içeren mağaraların tümüne yakın bölümünün yanı sıra, travertenler, obruk gölleri vb çok sayıda coğrafi şekil varlığını bu olaylara borçludur.

Atmosfere volkanik etkinlikler sonucu veya evsel ve endüstriyel etkinliklerle yayılan kükürt dioksit gazı da çözünmede önemli rol oynar. Yosunlar, likenler ve bitki kökleri, zayıf asitler salgılayarak çözünme olaylarına katkı yapar.

Karbonatlaşma (Karbonasyon)

Toprak oluşumu sırasında hidrolize uğrayan alkali hidroksitler, ortamdaki karbondioksit ile tepkimeye girip, karbonatları oluşturur:



İkinci denklemin solunda yer alan kalsiyum hidroksit sönmüş kireç olarak bilinir ve yapılarda harç, sıva ve badana yapımında kullanılır. Bina bekledikçe, atmosferden alınan karbondioksitle, sönmüş kireç kireçtaşına (CaCO_3) dönüşerek sertleşir. Bu tepkimede su açığa çıktığı için, halk buna “yeni bina terler” demektedir. Hemen her zaman, karbonatlaşan mineralin dış etmenlere karşı direnci düşer.

Biyolojik Olaylar

Mikroorganizmalar, bitki kökleri ve solucanlar, çeşitli salgılarla toprak özelliklerini değiştirir, olgunlaşma sürecine katkı yapar. Ayrıca bitki kökleri, genişleme sırasında toprak tanelerini paketler.

TOPRAKLARIN OLGUNLAŞMASI

Az miktarda toprağın oluşması için bile toprak oluşturu etmenlerin yüzyıllarca çalışması gerekebilir. Bir toprağa belirli özellikler kazandıran etmenlerden kimileri aktif (başka etmenlere boyun eğdiren), kimileri de pasif (diğer etmenlere boyun eğer) niteliktedir. Değişik ortam koşullarında, toprağın olgunluk düzeyi, verimliliği, derinliği gibi özelliklerini belirleyen etmenlerin önem düzeyi farklı olur.

Ana Materyal

Toprak ürünlerini oluşturan ana materyalin sahip olduğu birçok özellik, ondan oluşan toprağa da yansır. Örneğin kireçtaşından olgunlaşan toprağın kireç kapsamı yüksek olur. Bu toprağın asitleşmesi, yüksek kireç varlığından dolayı, yağışların yıkayıcı etkisinin önemli olduğu koşullarda bile zaman alabilmektedir. Ana materyal bitki besin maddelerince zengin değilse, oluşturduğu toprak verimsiz olacaktır. Kireçtaşından ve bazaltik lâvlardan oluşan topraklar, çözünabilir bazlarla zengin olduğundan, bunların oluşturduğu topraklar çoğunlukla verimlidir. Buna karşın kumtaşının ayrışmasıyla oluşan toprakların verim potansiyelleri düşüktür. Ya da örneğin bir maden yatağının yakınında bulunan ve çeşitli ağır metallerin bulunduğu bir ana materyalden oluşan toprak, bitkiler için zehirli olabilecektir. Ana materyalin gözenekli yapıda olması, su, hava vb toprak oluşturan etmenlerin içerilere ve derinlere işlemesi kolaylaştırarak, toprak oluşumunu hızlandırır. Yumuşak, gevşek ana materyalden toprak oluşumu daha kolay olur.

Ana materyal, ana kaya ve toprakla karıştırılmamalıdır. O ana kayadan ayrılmış, ama henüz toprağa dönüşmemiştir.



DİKKAT

Kimi coğrafyada ana materyal tümüyle organik kökenli olup, bunların üzerinde gelişen topraklar da organik toprak olabilir.

Ana materyal üzerine gelen ve ondan uzaklaşan materyallerin etkisi sürdükçe, oluşan topraklar çok başka karakterlere de bürünebilir. Örneğin dışarı akıntısı olmayan çukurlarda yer altı suyunda bulunan çeşitli iyonlar, toprağın karakter kazanmasında etkin olur. Ya da yağışlar, ana materyalden çözünüp ayrılan çeşitli ürünleri uzaklaştırarak, bunların toprakta birikmesine engel olabilir. Ana materyalin kendine özgü özellikleri, oluşumun ilk aşamalarındaki topraklarda daha belirgindir.

Yüzey Şekilleri

Arazi yüzeyinin eğimi, engebeliliği ve yöneyi, iklim etmenlerinin etkilerini ve toprağın özelliklerini yönlendirir. Örneğin eğim aşağı akan su ve beraberinde sürük-

lediği malzemeler, eteklerde ve düzlüklerde birikir. Etekler yamaçlara göre daha uzun süre nemli kalır, kimyasal ve biyolojik olaylar çalışmak için daha uzun süreye sahip olur. Yamaçlarda toprak kalınlığı azalırken eteklerdeki toprak kalınlaşır. Eğimin derecesi ve eğim uzunluğu ne kadar fazla ise, olay o kadar önem kazanır.

Eğim boyunca yüzeyde yer alabilecek çukurluklar, suyun ve onun taşıdığı malzemelerin birikmesi için depo görevi görür. Böyle yerlerde gelişen canlı toplulukları, toprak oluşumu sürecini hızlandırmaya ve yönlendirmeye başlar.

Yöney, ya da bakı, toprak oluşumunda önemli rol oynayan bir diğer etmendir. Güney yamaçlar diğer yönlerle göre daha fazla ısınır. Yetersiz yağış alan bir yerde bu yamaçlar çabuk kuruyacağından, toprak oluşturan etmenlerin çalışma süresi kısalmaktadır. Buna karşın soğuk iklimlerde sıcaklığın artması, güney yamaçlarda toprak oluşumu sürecini hızlandırır.

Yükselti, bir yüzey şekli ögesi olmamakla birlikte, iklimi ve canlılar topluluğunu büyük ölçüde etkiler. Her iki yüz metrede bir, ortalama sıcaklık bir derece düşer. Yükseklerde hava kalınlığının azalmasına ek olarak toz, su buharı ve karbondioksitin azalmasından dolayı, güneşin radyasyonu ve özellikle morötesi ışınların gücü artar. Enleme bağlı olarak belirli yükseltinin üzerinde örneğin orman örtüsü bulunmaz. Yükselti eğimle birleştiğinde, hem yükseklerle genellikle daha fazla yağış düşmesi ve o yağışın yamaçlardaki sularla birleşmesi, hem de akan suyun daha uzun yol kat etmesi nedeniyle erozyonun etkisi daha belirgin olur.

Suyun dışarı çıkamadığı, yani bir denize dökülmeyen coğrafi bölgelere kapalı havza denir. Kimi zaman açık havzalarda da, suyun dışarı çıkamadığı çukur alanlar bulunabilir. Böyle yerlerde çevre arazilerden sularla taşınan tuzlar, organik artıklar, küçük taneler vb gibi ürünler, ortamda birikmeye başlar. Örneğin yetersiz yağış alan kurak ve yarı kurak bölgelerde suyun başlıca uzaklaşma kaynağı buharlaşma olduğu için, suyun alana getirdiği tuzlar ortamda birikir, tuzlu, sodyumlu gibi sorunlu araziler ortaya çıkar. Suyun tümünden buharlaşmadığı bölgelerde ise, bu kez havasız ortamdan dolayı mikrobiyel etkinlikler sınırlanır, organik materyal birikmeye başlar.

SIRA SİZDE

4

Çevrenizdeki kuzeye ve güneye bakan yamaçlardaki bitki örtülerini karşılaştırarak, aralarındaki farkı not ediniz.

Zaman

Ana materyalin toprağa dönüşmesi ve toprağın olgunlaşması, uzun zaman alan süreçlerdir. O yöreye özgü toprak oluşturuç faktörlerin, örneğin canlıların ve artıklarının toprak üzerinde etkili düzeylere ulaşması, kimi zaman on binlerce yıl alabilir. Gerçekte **toprağın yaşı** terimi de doğru değildir. Çünkü örneğin alt katmanlarda toprak oluşturuç etmenler, yüzey toprağına göre daha yaşlı olabilir. Çevreyle dengeli, jeolojik erozyonun hüküm sürdüğü yerlerde üst toprağın azar azar eksilmesi, alttaki yeni toprakların yüzeye yaklaşmasına ve toprak oluşturuç etmenlerin nitelik değiştirmesine yol açar. Erozyonun insan eliyle hızlandırıldığı yerlerde ise, toprağın bir çırpıda uzaklaşması sonucu, kimi yerde ana kaya bile yüzeye çıkabilir ve toprak oluşturan süreçler durma noktasına geriler.

Toprakta horizonlar ancak taşınma, birikme, ayrışma, sentezlenme gibi olayların belirli bir düzeye ulaşmasıyla gözlenmeye başlar. Örneğin suyun kimi materyalleri çözüp ortamdan uzaklaştırması tek bir yağışla bile gerçekleşebilirken, çözünürlüğü düşük, taşınması zor materyalin sızan sularla belirli derinliklere indirilip orada biriktirilmesi süreci yüzyılları bulabilir.

Horizonların yatay konumu, yağışlarla aşağı inen suyun belirli bir derinliğe dek etkili olması ve taşınan materyali, çözünürlüklerine ve taşınırlıklarına göre belirli derinliklere bırakmaları sonucu ortaya çıkar. Buharlaşma sonucu aşağıdan yukarı doğru olan su hareketleri de, düşey doğrultuda birbirine paralel katları oluşturur.

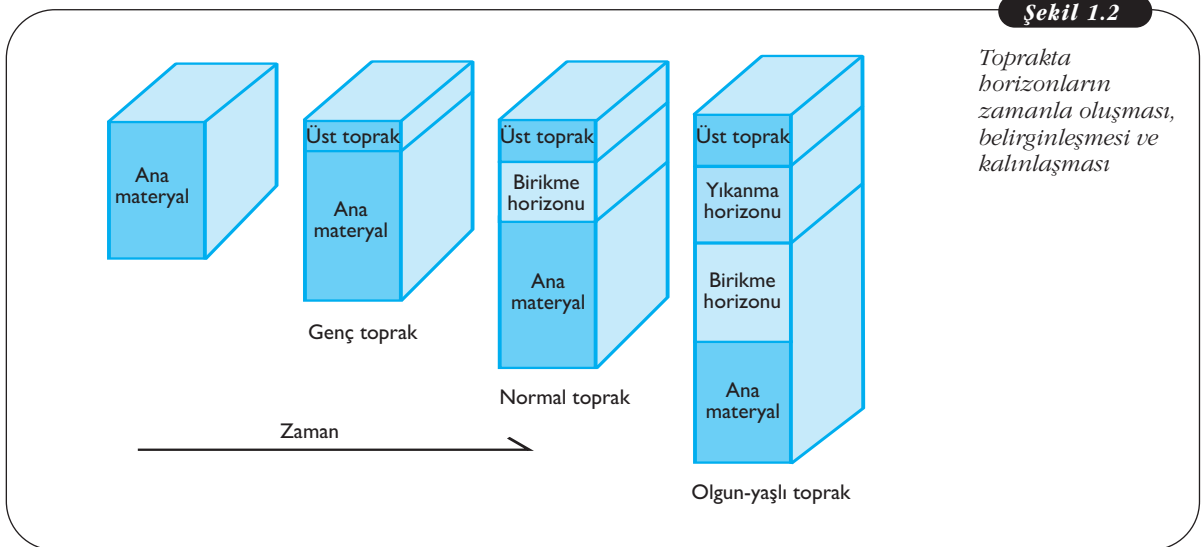


DİKKAT

Topraklar, oluşum evrelerine göre genç, olgun ve yaşlı olarak sınıflandırılabilir. **Genç topraklar** daha çok yağışın az, sıcaklığın düşük olduğu yerlerde bulunur. Bu topraklarda yıkanma ve birikme düzeylerine ve derinliklerine bağlı horizonlar zayıftır, çıplak gözle ve hatta kimi zaman analizlerle de birbirinden ayırt edilemez. Genellikle derinleşme fırsatı bulamayan genç toprakların özellikleri üzerinde ana materyalin etkisi ön plândadır. Başlangıçta ana materyaldeki yarık ve çatlakların yeterince derin olmaması, toprak oluşturunca etmenlerin derinlere işleyebilmesini engeller.

Normal veya **olgun topraklarda** çalışan etmenler toprağı çevre koşullarıyla büyük ölçüde dengeye getirmiştir. Yıkanma ve birikme horizonları yöresel özelliklere göre birbirinden ve ana materyalden ayrılabilir. Bu topraklarda toprak profili karakteristik ve belirgindir. İklim koşulları, toprakların kazandığı özellikler üzerinde çok etkili olmuş, ana materyalin rolünü geri plâna itmiştir. Toprak oluşturan etmenler çalışmalarını sürdürmekte ve horizonları daha belirgin duruma getirmeye çalışmaktadır. Bu topraklarda en azından birer yıkanma ve birikme horizonu ana materyalden ayrılacak olgunlukta ve görünüştedir.

Yaşlı topraklar, yağışın fazla, sıcaklığın yüksek olduğu tropikal bölgelerde yaygındır. Düz arazilerde, yani zaman içinde erozyonla toprak kaybı olmuyorsa, kalınlıkları birkaç metreye ulaşabilir. Horizonlar çok net, çoğu zaman sayıca fazla ve kalındır. Toprak verim gücünü büyük ölçüde yitirmiştir. Ana materyalde bulunan pek çok bileşik ve ürün yıkanıp ortamdan uzaklaşmış, geriye kalan minerallerin ve elementlerin yüzdeleri artmıştır.



İklim

Yeryüzünün şekillenmesi ve karaların belirli özelliklere bürünmesinde iklim çok aktif bir etmendir. Ayrışıp parçalanma, taşınma, yığılma, yeni ürünler oluşturma

olaylarının tümünde iklimin payı vardır. Toprakların oluşup gelişmesinde en etkili iklim etmenleri yağış ve sıcaklıktır. Bunlar arttıkça, toprak oluşumu hızlanır.

Yağış, toprakta suyun başlıca kaynağıdır. Şişme-büzülme, donma-çözünme, akarsularla taşınma gibi fiziksel olaylarda su gerekir. Su kimyasal tepkimelerin çoğuna katılır. Tepkimelerin gerçekleşebilmesi için de sulu ortam zorunluluktur. Aynı şey tüm biyolojik etmenler için de geçerlidir. Yağışlar bir yandan ayrışmayı hızlandırır. Öte yandan su; erirliği, iriliği, yoğunluğu uygun olan materyali oluştuktan sonra yerden uzaklaştırır. Örneğin çok yağış alan serin iklimli bölgelerde hemen hiç tuz kalmaz, kayalarındaki birincil minerallerin ayrışması sırasında açığa çıkan bazların hemen tümü yıkanıp, kök gelişiminin sürdüğü ortam koşullarından uzaklaşmış ve yerlerini hidrojen iyonlarına bırakmıştır. İklim bu şekilde boyun eğen bir toprakta hidrojen iyonlarının egemenliği, asit ortam yaratır. Çok yağış alan yerlerde toprak profilinde alt alta birden fazla birikme horizonu gelişebilir. Bazları yıkayıp uzaklaştıracak kadar yağış almayan yerlerde ise, toprak oluşumu sırasında açığa çıkan bazlar ortamda birikerek toprağa alkali özellik verir. Yağışların miktarı kadar cinsi ve dağılımı da önemlidir.

Sıcaklık da, toprakların oluşup olgunlaşmasında önemlidir. Ortalama sıcaklığın artması, kimyasal tepkimeleri ve belirli sınırların üzerine çıkmamak kaydıyla, biyolojik etkinlikleri hızlandırır. Öte yandan sıcaklık değişimleri toprak oluşturan fiziksel etmenlerin çalışmasını tetikler ve ivme katar.

Yüzeye vuran ışığın, toprak oluşumunda sıcaklıktan bağımsız olarak doğrudan ve dolaylı etkileri vardır. Yüzeye ulaşan morötesi ışınlar, bu alanda mikrobiyel etkinlikleri sınırlandırır. Ayrıca yüzeyde emilen ışık ışınları, ısı enerjisine dönüşüp, yüzeyi ısıtır. Işık, yeşil örtünün fotosentez yapabilmesi için de gereklidir.

Havanın bağıl nemi ve rüzgâr buharlaşma açısından çok önemlidir. Gölgecilik ve bağıl nem yüksek olduğunda topraktan buharlaşma kayıpları azalır. Örneğin ormanlık bölgelerde ağaçlar, altlarındaki bitki örtüsü ve toprağı örten organik artıklar olmak üzere üç aşamalı bir gölgeleme vardır. Yüzey uzun süre nemli kalır, toprak oluşturu etmenler daha uzun çalışma aralığı bulur.

Rüzgârlar toprağı kurutucu etki yapar. Yüzey çıplak ve rüzgâr şiddetliyse, bu kez oluşan materyal uzaklara taşınır.

İklim, olgun ve yaşlı topraklarda en etkin toprak oluşturu etmendur. Değişik ana materyalden aynı iklim koşullarında benzer topraklar, ya da aynı tür ana materyalden farklı iklim koşullarında birbirine benzemeyen topraklar oluşabilir.

Canlılar Topluluğı

Ana materyalin toprağı dönüşmesinin ön koşulu, içinde canlılar barındırmasıdır. Bir gram topraktaki tür sayısı on beş bine, birey sayısı da milyarlara ulaşabilir. En ilkel kara canlıları arasında bulunan liken (alg-mantar birlikteliğı) sporları rüzgârla savrulurken bir oyuk, kovuk bulduklarında orada kalır. Algler, güneş enerjisinden yararlanan, fotosentezle besin üretebilen ilkel canlılardır. Bu canlıların belirgin bir kök sistemi olmayıp, gerek duyacakları suyu ve besin maddelerini büyük ölçüde havadaki nemden ve tozdan alır, bulundukları ortamda gelişmeye başladıklarında, çeşitli salgılarıyla yüzeye giderek daha sağlam tutunurlar. Alglerin isteklerinin sınırlılığı, her ortama uyum sağlayabilmelerini ve hızla çoğalmalarını kolaylaştırır. Mantarların kaya kovuğundaki salgıları orada fiziksel ve kimyasal olayları başlatır.

Bir coğrafi bölgedeki yağış miktarı ve dağılımı, güneşlenme süresi, kış donları, ortalama sıcaklık, havadaki bağıl nem gibi çok sayıda iklim göstergesi, doğal bitki örtüsünü belirlemede etkilidir. Ancak olayın bir de başka yönü vardır. Bitki örtü-

sü bir kez geliştikten sonra, toprak iklimini etkilemeye başlar. Örneğin geniş yapraklı ağaçların egemen olduğu bir ormanda yağışların bir bölümü yapraklarda tutulur ve oradan buharlaşıp atmosfere geri döner. Böyle bir alanda yağmurun vuruş etkisi toprağa hemen hiçbir etki yapamaz, çünkü üstte yapraklar, otsu bitkiler ve organik örtü olmak üzere üç katlı bir koruma vardır. Aynı şekilde toprak yüzeyine varan suyun yüzey akışına geçişi de sınırlanır. Bitki örtüsü, güneşin ve rüzgârın kurutucu etkilerini de önler. Orman örtüsü altında toprak yüzeyi uzun süre nemli kalır. Sonuç olarak, kendisi ne derecede etkin bir toprak oluşum etmeni olsa da, iklim de bitki örtüsünün egemenliğine boyun eğebilmektedir.

Bitki örtüsü güçlüyse toprağa dönen organik maddenin ve besin maddelerinin miktarı fazla olur. Bu durum topraktaki biyokimyasal süreçleri hızlandırır.

Bitki köklerinin solunumları sırasında açığa çıkan karbonik asit, ortamdaki materyallerin çözünürlüklerini artırır. Benzer biçimde organik maddenin ayrışıp parçalanması sırasında da, çeşitli organik ve inorganik asitler ortaya çıkmaktadır. Orman örtüsü altındaki topraklar, çevredeki otsu alanlara göre daha asit karakterlidir. Çünkü toprağa organik madde, dolayısıyla organik asit destekleri daha fazladır.

Karınca, solucan, örümcek, köstebek gibi iri toprak canlıları ise, bir yandan açtıkları kanallar boyunca toprak tanelerini karıştırır, su ve hava hareketlerini kolaylaştırır ve köklerin kolay ilerleyebileceği bir yapı hazırlar, öte yandan çeşitli salgılar ve enzimler yoluyla toprağın belirli karakterler kazanmasında etkili olur. Toprak biliminde denir ki, “verimli topraklar bu özelliklerini solucanlardan mı almaktadır, yoksa bu toprakların veriminin yüksekliği mi solucanları oraya çeker?”

İnsan Etkinlikleri

Yakın zamana dek insan etkinliklerinin toprak oluşum süreçleri üzerindeki rolü görmezden geliniyordu. Oysa ormanların ve otlakların yok edilmesi, tarıma açılması, üzerlerine binalar, yollar kondurulması, sıvı ve katı atıkların belirli bölgelerde biriktirilmesi, kazı-dolgu çalışmaları, delme vb etkinlikler toprağı değiştirmektedir. İnsanoğlunun toprak oluşumu üzerindeki en yaygın etkisi işlemeli tarım yapılan alanlardadır. Orman, çalı, çayır gibi doğal bitki örtülerine karşın, tarım yapılan yerde doğal bitki örtüsü yok edilip, istenen bitkiler yetiştirilmeye başlanmaktadır. Bununla birlikte,

- Toprağın sürülüp, hava-su dengelerinin değiştirilmesi,
- Organik ve inorganik ürünlerin birbirine karıştırılması,
- Sulama, gübreleme, ilaçlama gibi işlemlerle eklemeler yapılması,
- Her hasatla birlikte topraktan bitki besin maddelerinin uzaklaştırılması,
- Yüzeyin uzun süre açıkta bırakılması sonucu su ve rüzgâr erozyonuyla oluşan toprak kayıplarının hızlandırılması,
- Tuzluluk, alkalilik, asitlik, taşlılık, ıslaklık gibi sorunlarla savaşılmaması

vb işlemlerin her biri, toprağın binlerce yılda oluşmuş özelliklerini değiştirmektedir. Niteliği gerileyen topraklar için kullanılan arazi bozulması teriminin en genel iki göstergesi erozyon ve sıkışma olup, her iki olayın başlıca nedeni insan etkinlikleridir.

OLGUNLAŞMA SÜREÇLERİ

Toprak oluşumu, bir dizi dönüşüm ve taşınım olayıyla gerçekleşir. Başlıca dönüşüm olayları organik bileşiklerden açığa çıkan organik ürünler ve inorganik minerallerin küçük taneli birincil ve ikincil minerallere dönüşmesidir. Taşınma ve birikme olayları, toprakların karakter kazanmasında çoğu kez asıl rol oynayan etmenlerdir.

Toprağın, geliştiği coğrafi bölgeye özgü nitelik kazanması, onun yeterince olgunlaşmasını gerektirir. Toprak oluşumunu yönlendiren podzollaşma, kireçleşme ve lateritleşme olayları, geniş alanları kaplayan **zonal** toprakları olgunlaştırır. Daha çok yüzey şekillerine bağlı olarak daha dar alanlarda işleyen toprak oluşum olayları ise **intrazonal** (bölgeler arası) veya **azonal** (belirli bir bölgesi olmayan) toprakları oluşturur. İntrazonal topraklarda iklim henüz yeterli etkide bulunmamış olup, toprak tipini yerel topografik ve jeolojik koşullar belirler. Örneğin ortam çok kireçliyse **kalsimorfik**, su baskınına sık uğruyorsa **hidromorfik**, tuzlar egemense **halomorfik** topraklar görülür. Azonal topraklarda da iklim koşulları yeterince etkili olmamıştır, toprak tipi ana materyalin etkisi altındadır. Alüvyal ve kolüvyal topraklar, azonal toprak grubuna girer.

Yıkanma (Elüviasyon)

Taşınma olaylarında yıkanmaya uğrayan ürünler tuzlar, demir bileşikleri, humus veya kil olabilir. Yıkanma olayları, A harfiyle gösterilen üst horizonlarda kendini gösterir. Çok belirgin olduğu horizonlara, bu özelliğinden ötürü E simgesi de verilmektedir. Hangi ürünlerin yıkanmada öncelik alacağı, ana materyal, iklim, bitki örtüsü, yüzey şekilleri gibi çok sayıda etmen tarafından belirlenir.

Birikme (İllüviasyon)

Yıkanma ile toprağın aşağılarına taşınan ürünlerin, orada birikmesidir. Taban suyundan kılcal yolla yükselen suyun getirdiği iyonların toprakta yığılması da bir birikme türüdür. Toprağın orta derinliklerini işaret eden birikme olayları, B simgesiyle gösterilir. Yıkanma ve birikme olaylarının su hareketine bağlı olarak düşey doğrultuda paralel olması, olgun topraklarda oluşan katlara niçin “toprak horizonu” adı verildiğini açıklamaktadır.

Kil Taşınımı (Luvileşme)

Ana kayadan ayrışma sırasında serbest kalan besin maddeleri azsa ve bitkilerden sağlanan katyon miktarı yetersizse, yıkanma etkisi dengelenemez. Bu koşullarda toprak kümeleri parçalanıp, killer serbest kalır. İşte bu killerin toprak profili boyunca kimyasal değişikliğe uğramadan suyla aşağılara taşınmasına **luvileşme** denir. Yüzeyde humus birikmiş olup, onun altında kilce ve demir bileşiklerince yoksul bir yıkanma katı vardır. Hemen aşağıda ise, mekanik yollarla taşınmış, kil kapsamlı yüksek, besin maddeleri ve alkali (Na, K) ve toprak alkali (Ca, Mg) iyonlarca zengin bir horizon bulunur. Bu verimli topraklar Akdeniz Bölgesi’nde yaygındır.

Podzollaşma (Podzolizasyon)

Toprakta podzollaşmanın ön koşulu, serin ve bol yağışlı iklimdir. Serin iklim topraktaki kimyasal ve biyolojik olayları yavaşlatırken, bol yağış bitki örtüsünü güçlendirir. Bu topraklarda yıkanma olaylarının çoğu, toprak oluşumu süreçlerinden daha hızlı çalışmaktadır. Örneğin tuzlar, jips, kireç gibi ürünler topraktan tümüyle uzaklaşmıştır. Bu yıkanmaya bağlı olarak ortamda baz kalmayınca hidrojen iyonları egemen duruma geçmiş, ortam asit özellik kazanmıştır. Sonuçta, ağır metal oksitler de yıkanmaya ve suyun taşıyıcı gücünün azaldığı derinliklerde birikmeye başlamıştır. Tipik podzollaşma, her dem yeşil ibrelilerin egemen olduğu orman topraklarında görülür. Çünkü bu alanlarda ağaçlardan düşen iğne yapraklar uzun süre toprağın üzerinde kalıp asit salgılamayı sürdürür. Asitlik artışıyla birlikte canlı topluluklarında önemli değişiklikler görülür, bakterilerin yerine mantarlar ege-

men olmuştur. Solucanlar ise hemen hiç yaşama şansı bulamaz. Podzollaşma etkisindeki topraklarda üstte organik artıklarca zengin, koyu renkli bir horizon vardır. Burada yeni dökülmüş ve humuslaşmış organik artıklar ortama egemendir. İnorganik ürünler ise yıkanmaya bağlı olarak hemen hiç kalmamıştır. Bu horizonun ana simgesi, organik maddenin zenginliğinden dolayı O harfidir.

Yüzeyin biraz altında bu toprağın adını aldığı horizon vardır. Yıkanma horizonu (elüviyal horizon) denen bu katta silis (SiO_2) bileşiklerince zengin, soluk kül rengi kum taneleri egemendir. Diğer ürünlerin yanı sıra humus ve kil de yıkanıp derinlere inmiş, ortama egemen olan silisten dolayı renk kurşuni griye dönmüştür. Toprak biliminde üst toprak horizonlarının A harfinin alt rakamları veya simgeleleriyle gösterilmesine karşın, podzollaşmada A_1 simgesi alabilecek bir horizon olmadıgından, bu gri yıkanma horizonuna A_2 horizonu denir.

Yıkanma horizonunun altında, suyun taşıyıcı gücünün azalması sonucu yukarıdan indirilen materyallerin bir bölümü, B harfiyle gösterilen alt katmanlarda birikmeye başlar. Esmer humus birikme horizonunu koyu kırmızı renk tonlarıyla demir ve alüminyum oksihidratları izler. Bu horizon daha sert yapıdadır ve üstten yıkanan kilin bir bölümü bu horizonada birikebilir. Biraz derinde alüminyum bileşikleriyle biraz daha fazla ve renk daha açıktır. Daha aşağıda ise yeniden açık renkli, gevşek, dağınık horizonlar sıralanır.

Bir ressamın fırçasından çıkmışçasına, yukarıdan aşağı sürekli renk değiştiren horizonlara sahip podzol profilleri en karakteristik toprak görüntüleri olarak toplumun dikkatini çeker. Ancak üstteki organik katman yüksek verimli olsa da, podzol toprakları genellikle verimsizdir, bitki gelişim yelpazeleri sınırlıdır.

Türkiye’de podzollaşma etkisinde oluşan topraklara Trakya’da Yıldız Dağları’nın kuzeyinden başlayıp, Karadeniz Dağlarının kuzeyi boyunca uzanan arazilerde rastlanır.

Kireçleşme (Kalsifikasyon)

Buharlaştırmanın yağış toplamından fazla olduğu yarı nemli ve yarı kurak ılıman iklimlerde, kireç birikiminin egemen olduğu toprak oluşumu sürecidir. Yıllık yağışlar için 200-700 mm sınırları geçerlidir. Ortalama sıcaklık da, yılın önemli bölümünde toprak oluşumunun yürütmesine izin verecek düzeyde olmalıdır. Yağışlar; ortamdaki su ve karbondioksit varlığından kaynaklanan karbonik asitle, kireçtaşı- nı suda kolay çözünen kalsiyum bikarbonata çevirir. Kalsiyum bikarbonat, suyla birlikte derinlere iner. Orada suyun taşıyıcı gücünün azalması, nemin azalması, irice bir gözenekte basıncın ortadan kalkması gibi nedenlerle karbondioksit uçar, kireçtaşı yeniden çökeler. Böylece toprağın belirli derinlikleri hem üstündeki, hem de altındaki horizonlara göre kireççe zenginleşir. Gözeneklerde çıplak gözle fark edilebilen kireç yumruları oluşur. Taban suyunun yüzeye yakın olduğu yerlerde bu süreç kılcal (kapılar) yoldan yükselen kireçli taban suları ile da yürür. Her koşul altında birikme horizonunun kireç kapsamı, gerek üstteki, gerekse alttaki katmanlardan daha fazladır.

Sürecin işleminde ve etkinliğinde yıllık yağış (çözme ve taşıma gücü) başta olmak üzere, çok sayıda etmen rol aldığından, kireçleşme olayının etkisiyle yıkanma ve birikme horizonlarının özellikleri de farklı olur. Kireç birikme horizonlarının kalınlığı birkaç santimetre ile bir metre arası değişir. Yağışın nispeten yüksek olduğu yerlerde kireçle birlikte humus da derinlere inerek, koyu kahverengi-esmer, kalın bir organomineral katman oluşur. Yağışın az olduğu yerlerde ise, toprak profilinin derinliklerinde önce jips, biraz daha derinlerde diğer tuzlar buluna-

bilir. Kireçleşmede ana olgu, ortamdaki kirecin yıkanma birikme süreçleri boyunca toprak profilinden ayrılmamasıdır. Kireçleşme etkisindeki toprakların çok az bir bölümünde, yalnızca birkaç santimetrelilik yüzey toprağıyla sınırlı olmak üzere asitlik görülebilmesi, geri kalan tüm topraklarda alkali reaksiyonun egemen olması, bazların başatlığından kaynaklanır. Kireçleşme olayına Türkiye'nin her yanında rastlanabilir.

Kireçleşme etkisinde olgunlaşan topraklar bitki besin maddeleri yönünden genellikle zengindir, çünkü birincil minerallerin ve organik ürünlerin ayrışması sırasında açığa çıkan besin maddelerinin yıkanması sınırlıdır. Ancak ortamda kirecin varlığı, fosfatların ve iz elementlerin bitkilerce alınmasını engelleyici rol oynayabilir.

Lateritleşme (Ferratilizasyon)

Lateritleşme olayı, bol yağışlı, sıcak iklimlerde, her mevsimde yeşil kalabilen geniş yapraklı ağaçların altında gelişir. Yağışlı ve kurak mevsimler birbirini izlerken, sıcaklık hep çok yüksektir. Dolayısıyla toprak oluşturan etmenler hızlı çalışmaktadır. Bu olayın etkisinde kalan topraklarda silis bileşikler diğer birçok ürünle birlikte yıkanmış, ortam demir ve alüminyum oksihidratlarca zenginleşmiştir. Silis yıkanması, kimi yerlerde özgün kayadaki silis kapsamını on kata kadar azaltıp, demir bileşiklerini de aynı oranda artırmış olabilir. Derin profil ve bu profil boyunca uzanan kırmızı renk tonları, lateritleşme etkisindeki toprakların belirgin özelliğidir. Derin köklü ve hızlı gelişen bitkilerin derinlerden kökleriyle topladığı bazlar ortamın asitliğini dengelemede etkili olsa da, ayrışmanın ve yıkanmanın çok hızlı olduğu yerlerde toprakta sınırlı asitleşme görülebilir. Bu olayın etkisindeki topraklar toprak genesisi çalışmalarında yaşlı toprak olarak sınıflandırılır. Lateritleşme etkisindeki toprakların kalınlığı 20-30 metreyi bulabilir.

Lateritleşme etkisindeki topraklarda, iklimin elverişliliğine bağlı olarak bitki örtüsü güçlüdür. Ancak ormanlar insan eliyle yok edildiğinde, bir yandan yağışlar erozyonu şiddetlendirir, öte yandan kuru mevsimlerde toprak çok sertleşerek, yeni bitki gelişimini zorlaştırır.

Lateritleşme, tropikal iklim kuşağında rastlanan bir olaydır, ülkemizde lateritleşme etkisinde oluşmuş toprak bulunmaz.

Tuzlulaşma (Salinizasyon)

Tuzlulaşma sürecinin iki ön koşulundan biri, buharlaşmanın yağıştan fazla olduğu yarı kurak iklim, diğeri de, dışarı akıntısı olmayan kapalı havzadır. Gerçi Avustralya'nın ve Şili'nin kimi bölgelerinde görüldüğü üzere, okyanuslardan rüzgârla taşınan damlalardaki tuzlar binlerce yıl boyunca rüzgârın hızının kesildiği yerde birikebilmektedir. Ancak bu özel durumlar bir yana, tuzlulaşma olaylarına, yarı kurak iklimin etkisindeki kapalı havzalarda her yerde rastlanabilir. Çevredeki arazilerdeki tuzları çözerek çukur bölgeye inen sular, dışarı çıkış olmadığında ya sızmaya, ya da buharlaşmaya başlar. Yağışın (suyun) yetersizliği, sızmayı sınırlandırır, tuzların toprak profilinden fazla uzaklaşmasına izin vermez. Bir miktar tuz suyla birlikte derinlere inebilse de, kuru dönemde yukarı doğru hareketlenen sular, o tuzları yeniden yüzeye yaklaştırır. Buharlaşma olayı daha somuttur, su buharlaşırken, içindeki tuzları tortu olarak yüzeye bırakır gider. Taban suyunun yüksek olması, tuzlu toprakların oluşumunu kolaylaştırır. Çünkü sıcak mevsimler boyunca yüzey kurudukça taban suyundan yukarı doğru kılcal su desteği sürmektedir. Jeolojik dönemlerde milyonlarca yılda oluşmuş tuzlu kayaların nispeten saf olmasına karşın, tuzlu topraklarda çeşitli iyonlar değişik oranlarda ve karışık olarak bulunur.

Topraklar insan etkinlikleriyle de tuzlu toprak haline gelebilir. Her sulama, su da mutlaka çözünmüş maddeler bulunacağından, toprak tuzluluğuna ek yükler. Ancak, normal koşullarda sulama suyunun getirdiği iyonların bir bölümü bitkiler tarafından alınır, bir bölümü de sonraki yağışlarla yıkanıp uzaklaştırılır. Sulama suyunun niteliği bozuk, **akaçlama** (drenaj – fazla suyun dışarı atılması) yetersizse, bu süreç etkisiz kalır ve tuzlar toprakta birikmeye başlar. Köklerin ulaştığı derinliğin altında tuzlu ana materyal varsa, normal ıslanma koşullarında bitki bundan zarar görmeyebilir. Ancak arazi sulamaya açıldığında, daha derine inebilen sular oradaki tuzları çözüp, üstteki kurumayla birlikte yukarı taşımaya başlar. Konya Çumra'da ve Aksaray Yeşilova'da bir zamanlar yaşandığı üzere bu topraklar hızla tuzlulaşır.

Tuzlu topraklara, yarı kurak iklimin egemen olduğu İç Anadolu, Doğu Anadolu, Göller Bölgesi, Güneydoğu Anadolu gibi bölgelerimizde sık rastlanır.

Çevrenizde yazın üzeri bembeyaz tortuyla kaplanan bir düzlük görürseniz nedenini ve özelliklerini inceleyiniz.



Alkalileşme (Alkalinizasyon - Solonizasyon)

Alkalileşme olayı, tuzlulaşmanın bir türü veya devamı gibi düşünülebilir. Ortamdaki kationların büyük bölümü sodyum (Na^+), egemen anyon ise karbonat (CO_3^{2-})'tir. Sodyum karbonatın bolluğundan dolayı ıslak toprak yumuşak, kaygan ve köpüklü görünümündedir. Ortam koşulları tuzlulaşma olayında olduğu gibi yarı kurak veya yarı nemli iklim, düz veya çukur topografyadır, dışarı akıntı yoktur. Bu olay sonucunda toprak, çoğu bitkinin ve mikroorganizma topluluğunun yaşamasına izin vermeyecek düzeyde alkali özellik kazanır. Alkali topraklara **siyah alkali** denmesinin nedeni, organomineral bileşiklerden kaynaklanan koyu renktir. Tuzlu toprakların çevresinde veya drenajı bozuk alanlarda görülürler.

Gleyleşme

Sık sık su baskınına uğrayan, ıslanma ve kuruma süreçlerinin birbirini izlediği yerlerde görülür. Kuruma sırasında topraktaki çeşitli elementler oksitlenerek, yükseltgen forma geçer. Örneğin demir üç değerlikli, mangan dört değerlikli olur. Burada egemen renkler, kırmızı ve kahverenginin belirginleştiği pas renkleridir. Toprak ıslandığında ve uzun süre su altında kaldığında ise, yükseltgen ürünler indirgenir. Demir ve mangan iki değerlikli iyonlara dönüşür. İndirgen ürünlerin toprağa kazandırdığı renkler kurşuni, mavi, zeytuni yeşil tonlarıdır. Yıl içinde toprağın değişik bölgelerinde indirgen ve yükseltgen koşulların egemen olması, gleyleşme adı verilen renk beneklerine neden olur. Özellikle demirin yükseltgen ve indirgen formlarının yol açtığı değişik renklerdeki bu benekler, uygulamada suyun topraktan yeterli hızla uzaklaşmadığının işareti olarak değerlendirilir. Bu olayın rastlandığı arazilerde su ne yüzeyden hızla akıp gidebilmekte, ne de derinlere kolayca sızabilmektedir. Gleyleşmeyi diğer toprak oluşum olaylarından ayıran en önemli özelliği, bu olayda yıkanma ve birikme süreçlerinin olmamasıdır. Ovalarda ve deltaalarda gleyleşme olayına sık rastlanır.

Özet



Toprağın doğadaki ve yaşamımızdaki yeri ve işlevini açıklamak

Toprak, bitkisel üretim ortamı olmasının ötesinde, benzersiz bir doğal kaynaktır. Kirlilikleri yok eder, su rejimini düzenler, gen bankası görevi yapar, arkeolojik değerleri korur, çeşitli kullanımlar için hammadde kaynağıdır. Toprağın temel özellikleri arasında organik ve mineral maddelerden kurulu olmak, su ve hava içermek, içinde ve üzerinde yaşayan canlılara beslenme, tutunma ve barınma ortamı oluşturmak konuları yer alır. Bunlardan birinin yokluğu, o ortamı toprak olmaktan çıkarır.



Toprağın oluşumunu ifade etmek

Toprağın inorganik taneleri, kayaların içerisindeki minerallerin ayrışıp parçalanması ve yeni ürünler oluşmasıyla ortaya çıkar. Organik ürünler ise, canlı etkinlikleri sonucu toprağa katılır. Toprak oluşturan fiziksel olaylar, büzülme-genleşme, donma-çözünme ve mekanik aşındırmalardır. Toprak oluşumu açısından önemli kimyasal olaylar yükseltgenme, bünyeye su alma, hidroliz, karbonatlaşma ve çözünmedir. Toprak oluşturan biyolojik olaylar arasında mikroorganizma etkinlikleri, bitki kökleri ve toprakta tüneller açan canlılar önemlidir.



Toprağı olgunlaştıran bileşenleri sıralamak

Toprakların oluşup olgunlaşmasında, aktif ve pasif etmenler rol oynar. Ana materyal, yüzey şekilleri ve zaman pasif, insan etmeni aktif, iklim ve canlılar topluluğu ise hem aktif, hem de pasiftir. Ana materyalin toprak özellikleri üzerindeki etkisi, daha çok genç topraklarda belirgindir. Olgun ve yaşlı topraklarda ise iklim ve canlılar topluluğu, toprağa özellik kazandıran başlıca etmenler konumuna geçmiştir. Zaman etmeni toprağın olgunlaşma düzeyine bağlı bir terimdir. Yüzey şekilleri ise, zaman içinde daha çok dış etmenlerin etkisiyle düzlenme eğilimi gösterir. Son dönemde toprak özellikleri üzerinde en kalıcı etkiler, tarıma açma, gübreleme, sulama vb olaylarla, insan tarafından gerçekleştirilmektedir.



Toprağın belirli özellikleri kazanma yollarını açıklamak

Topraklar belirli özelliklere bürünürken, yerel koşullara bağlı olarak yıkanma, birikme, kil taşınması, podzollaşma, kireçleşme, lateritleşme, tuzlulaşma, alkalileşme, gleyleşme gibi olaylar önem kazanır. Bu olaylar, toprakları, oluştukları ana materyalden büyük ölçüde uzaklaştırarak onlara kendine özgü karakterler kazandırır. Böylece, aynı coğrafi bölgede, aynı ana materyalden, çok çeşitli topraklar oluşabilmektedir.

Kendimizi Sınayalım

1. “Ay toprağı” terimi niçin **yanlıştır**?

- Çünkü ayda yaşam yoktur.
- Çünkü ay yüzeyi çok soğuktur.
- Çünkü aydaki kayalar dünyadan farklıdır.
- Çünkü aydaki minerallerin bileşimi dünyaya benzemez.
- Çünkü güneş ışınları ayın her yanına ulaşmaz.

2. Aşağıdakilerden hangisi toprağın temel işlevlerinden biri **değildir**?

- Su rejimini düzenleme
- Çeşitli kirlilikleri giderme
- Atmosfer havasını arıtma
- Biyolojik çeşitliliği sürdürme
- Çeşitli endüstrilere hammadde sağlama

3. Aşağıdakilerden hangisi püskürük (volkanik) kayaların temel özelliğidir?

- Bol fosil içermeleri
- Bol silikat minerali içermeleri
- Çok gözenekli olmaları
- Genellikle açık renkli olmaları
- Düzlüklerde daha sık rastlanır olmaları

4. Aşağıdakilerden hangisi toprak çözeltisinde bol bulunan iyonlardan biri **değildir**?

- Kalsiyum (Ca^{+2})
- Sodyum (Na^{+})
- Sülfat (SO_4^{-2})
- Magnezyum (Mg^{+2})
- Gümüş (Ag^4)

5. Aşağıdakilerden hangisi toprak havasında atmosfer havasından daha azdır?

- Oksijen
- Azot
- Su buharı
- Karbondioksit
- Metan

6. Aşağıdakilerden hangisi ısınınca genişleme kuralına her zaman **uymaz**?

- Toprak
- Bakır
- Hava
- Su
- Demir

7. Kil minerallerinin oluşumu hangi olayla başlar?

- Dalgaların kıyıyı dövmesi
- Minerallerin hidrolize uğraması
- Bitki köklerinin çeşitli salgılar yapması
- Kireçtaşının karbonatlaşması
- Minerallerin yüksek sıcaklık ve basınçla sertleşmesi

8. Hangisi bir yüzey şekli (topografya) bileşeni **değildir**?

- Arazinin diklik derecesi
- Eğim uzunluğu
- Bakı (yöney)
- Engelibelik
- Toprak derinliği

9. Aşağıdakilerden hangisi toprak oluşumunu hızlandırır?

- Az yağış
- Düşük sıcaklık
- Gözenekli ana materyal
- Yükseltinin fazlalığı
- Ortamda kuvarsın bolluğu

10. Aşağıdakilerden hangisi kireçleşme olayıyla karakter kazanan toprağın özelliklerinden biridir?

- Türkiye’de hiç rastlanmaz.
- Asitliği yüksektir.
- Bol yağış ve yüksek sıcaklık altında gelişir.
- Birikme horizonunun kireç kapsamı üstteki ve alttaki horizonlardan daha fazladır.
- En iyi ibrelili orman örtüsü altında gelişir.

Kendimizi Sınavalım Yanıt Anahtarı

1. a	Yanıtınız yanlışsa “Toprak Nedir” bölümünü yeniden “inceleyiniz”.
2. c	Yanıtınız yanlışsa “Toprak Nedir” bölümünü yeniden “inceleyiniz”.
3. b	Yanıtınız yanlışsa “Kayaçlar” bölümünü yeniden “inceleyiniz”.
4. e	Yanıtınız yanlışsa “Toprak Çözeltilisi” bölümünü yeniden “inceleyiniz”.
5. a	Yanıtınız yanlışsa “Toprak Havası” bölümünü yeniden “inceleyiniz”.
6. d	Yanıtınız yanlışsa “Toprak Oluşturan Olaylar” bölümünü “inceleyiniz”.
7. b	Yanıtınız yanlışsa “Toprak Oluşturan Olaylar” bölümünü yeniden “inceleyiniz”.
8. e	Yanıtınız yanlışsa “Toprakların Olgunlaşması” bölümünü yeniden “inceleyiniz”.
9. c	Yanıtınız yanlışsa “Toprakların Olgunlaşması” bölümünü yeniden “inceleyiniz”.
10. d	Yanıtınız yanlışsa “Kireçleşme” bölümünü yeniden “inceleyiniz”.

Sıra Sizde Yanıt Anahtarı

Sıra Sizde 1

İncelediğiniz toprakların çevredeki kayalara hiç benzediğini görmüş olmalısınız. Renkleri, gözeneklilikleri, sertlikleri, üzerindeki bitkiler gibi farkları ayırt edemediyseniz bir kez daha inceleyin.

Sıra Sizde 2

Toprakların bulundukları yere göre ne kadar farklı olduklarını gözlediniz. Örneğin düzlüklerdeki topraklar hemen her zaman yamaçlardakilerden daha koyu renklidir. Üstelik burada bitki örtüsü daha yoğun ve daha uzun süre kalıcıdır.

Sıra Sizde 3

Topraklar hemen hiçbir zaman birbirine benzemez. Üzerlerindeki bitki örtüsü ise, verimlilikleri ve yöre iklimi hakkında ipuçları verir.

Sıra Sizde 4

Eğer yağışı az bir bölgede yaşıyorsanız, kuzey yamaçlarında bitkilerin daha uzun süre yeşil kaldığını gözlersiniz. Bir ağaçlandırma alanında kuzeye bakan yamaçlardaki bitkiler daha sağlıklı ve daha uzun boyludur.

Sıra Sizde 5

Düzlükte kuru toprakların yüzeyinde beliren beyaz toz, tuz, kireç veya organik köpük olabilir. Köpük, patlatma ile anlaşılır. Kireç de tuzruhu döküldüğünde kabarmayla. Geriye tuzlar kalır.

Yararlanılan Kaynaklar

- Akalan, İ. (1988). **Toprak Bilgisi**, Ankara Üniversitesi, Ankara.
- Altınbaş, Ü., Çengel, M., Uysal, H., Okur, B., Okur, H., Kurucu, Y., Delibacak, S. (2004). **Toprak Bilimi**, Ege Üniversitesi, İzmir.
- Anonim. (2004). **Sulanan Alanlarda Tuzluluk Yönetimi Sempozyumu**, DSİ Gn Md, Ankara.
- Atalay, İ. (2006). **Toprak Oluşumu, Sınıflandırılması ve Coğrafyası**, Çevre ve Orman Bakanlığı, Ankara.
- Kızılkaya, R., Gülser, C. and Dengiz, O (eds). (2010). **Intern Soil Sci Congress on Management of Natural Resources to Sustain Soil Health and Quality**, Ondokuz Mayıs University, Samsun.
- Richards, L.A (ed). (1954). **Diagnosis and Improvement of Saline and Alkali Soils**, USDA, California, ABD.

2

Amaçlarımız

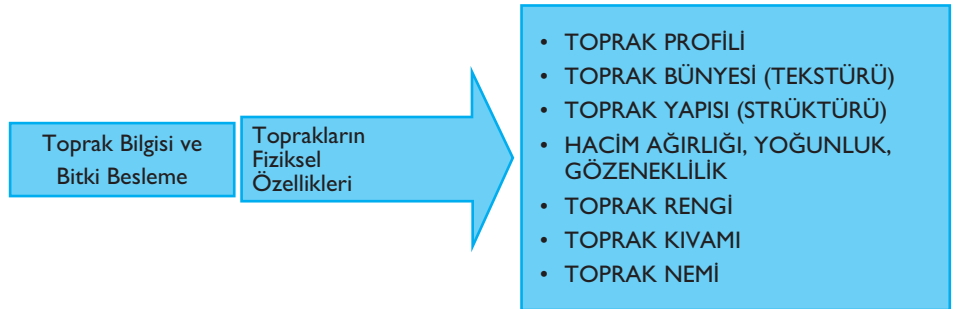
Bu üniteyi tamamladıktan sonra;

- Toprağın düşey kesitindeki horizonları tanıyabilecek,
- Toprağı oluşturan taneleri gruplandırabilecek,
- Toprakta kümeleşmenin sonuçlarını değerlendirebilecek,
- Toprakta hacim ağırlığı ile, yoğunluk kavramlarını ayırt edebilecek,
- Toprak rengi, kıvamı ve nemi gibi fiziksel özellikleri açıklayabileceksiniz.

Anahtar Kavramlar

- Toprağın Üretkenliği
- Toprağın Fiziksel Özellikleri
- Horizon
- Toprak Nemi

İçindekiler



Toprakların Fiziksel Özellikleri

TOPRAK PROFİLİ

Toprakların oluşumu ve gelişimi sırasında sürekli olarak çeşitli ayrışma, parçalanma, yeni ürünler oluşturma, taşınıp uzaklaşma, nitelik değiştirme, bir yerlerde birikme gibi olaylar gerçekleşmektedir. Ana materyalin yönler göre fazla değişmeyen özelliklerine karşın, bu olaylar zincirinin doğal sonucu olarak topraklar belirli bir olgunluk düzeyine ulaştığında mutlaka yatay katmanlaşma (horizonlaşma) göstermeye başlar. Profilde, toprak oluşumunun ve özellikle mikrobiyel etkinliklerin en geliştiği üst horizonlar A simgesi ile gösterilir. Üstten yıkanan veya seyrek olarak taban suyu tablasının yükselmesine bağlı olarak orta derinliklerde biriken malzemenin yoğunlaştığı alana birikme horizonu denir ve B simgesi ile gösterilir. Yıkanma ve birikme horizonlarının alt sınıfları, yıkanan veya biriken malzemeye bağlı olarak, alt horizon (veya özelliğini taşıdığı horizon) olarak adlandırılır ve ikincil simgelerle gösterilir. Ana materyal C harfiyle, ana kaya ise D veya regolit (pekişmemiş kaya) kısaltması olarak R harfiyle gösterilir. Orman örtüsü gibi güçlü organik madde desteğine sahip topraklarda en üstte organik madde birikimini gösteren, O simgesiyle gösterilen ve ayrışma derecelerine bağlı olarak alt simgeler alabilen bir örtü katı bulunabilir.

Açıklanacak olan horizonlar ve alt horizonların tüm topraklarda bulunması beklenmemelidir. Örneğin genç topraklarda A₁ horizonu doğrudan ana materyalin üzerine oturmuş ve A/C horizonlu bir profil oluşmuştur. Ya da podzollaşma etkisindeki bir toprakta üstte O horizonu, onun altında ise A₂ ve B horizonları yer alabilir. Bir başka örnek olarak, yoğun erozyona uğramış bir arazide A₁ ve A₂ horizonları yıkanıp uzaklaşmış, geride B/C profilli bir toprak kalmış olabilir. Şiddetli erozyona uğrayan arazilerde A ve B horizonları tümüyle ortamdaki uzaklaşmış ve ana materyal yüzeye çıkmıştır.

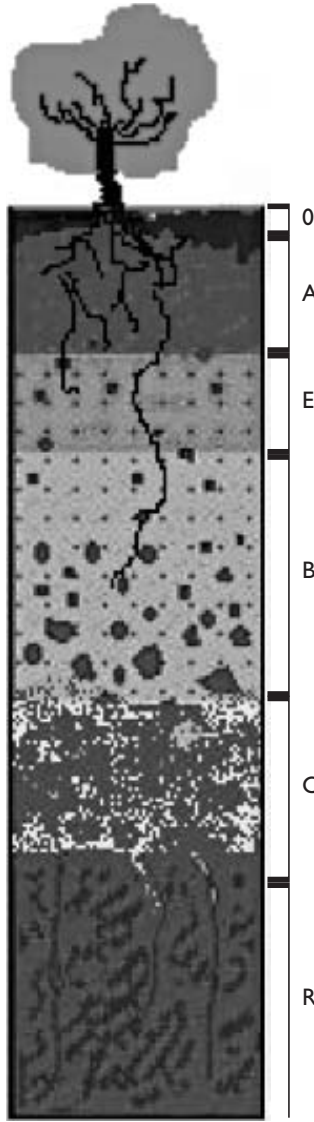
A₁ Horizonu

Güneşin, yağmurun, tozun, rüzgârın, yaprağın ve havanın toprakla buluştuğu A₁ horizonu, toprakta en dinamik katmandır. Burada organik madde kapsamı yüksek, ıslanma-kuruma ve ısınma-soğuma süreçleri belirgin, mikrobiyel etkinlikler dorukta. Toprak oluşturan olayların yüksek hızının yanı sıra sürekli yıkanma ve birikme olayları ile karşı karşıyadır. Aynı zamanda bitki köklerinin en fazla yayıldığı horizondur. Organik maddenin ve iyi havalanmanın sonucu olarak toprağın en koyu renkli horizonu burasıdır. Kalınlığı ortam koşullarına bağlıdır. Örneğin süzek or-

taamlarda kalın, çok yağışlı ve serin ortamlarda ise incedir. Erozyonun topraktan söküldüğü ilk materyal bu horizontandan olduğu için, şiddetli erozyona uğramış topraklarda hiç kalmadığı sık görülür. Yüzeyden taşınmanın yoğun olduğu yerlerde ince materyalin daha kolay akıp gitmesi sonucu, çoğunlukla toprakta iri tanelerin oranı daha alttaki horizontlardan daha yüksektir. Sahip olduğu materyallerin birikme durumlarına göre A_{11} , A_{12} , A_{13} veya A_{1t} , A_{1n} gibi simgelerle gösterilen alt alt horizontlara sahip olabilir.

Şekil 2.1

Toprak profilinde bulunabilecek horizontlar



A_p Horizontu

Pulluk derinliğini gösteren A_p horizontu işlenen tarım arazilerine özgüdür. Hangi doğal horizontların karışımı olacağı, tümüyle en derin sürüme bağlıdır. Kimi zaman üretim tekniğinin değişimine bağlı olarak A_{p1}, A_{p2} gibi alt alt horizontlar görülebilir. Sürüm derinliğinin altında sert, sıkı bir katman gelişmişse, buna **pulluk tabanı** denir ve A_d simgesiyle gösterilir.

A₂ Horizontu

A₂ horizontu, yıkanma horizontu olarak A_e veya E simgeleriyle de gösterilir. Kireçleşme etkisindeki topraklarda bulunmayan bu horizon, podzollaşma olayı ile karakteristik özellik kazanır. Yüzeyin biraz altındaki bu horizontta asit ortamda birçok ürün yıkanıp uzaklaştığından, ortam mil ve kum büyüklüğündeki silis bileşiklerince zenginleşmiş olup, açık gri-boz renginden dolayı bu horizona “ağarmış horizon” adı verilir.

A₃ ve B₁ Horizontları

Geçiş horizontu olan bu katmanlarda kimi ürünler yıkanırken, diğerleri birikmektedir. Yıkanma olaylarının egemen olduğu horizon A₃, birikmenin egemen olduğu horizon da B₁ simgesi ile gösterilir. İki horizonun kesin çizgilerle ayrılmadığı durumlarda AB, BE veya EB gibi ortak simgeyle gösterilen bir sistem de uygulanmaktadır. Çoğu toprakta ne A₃ ve ne de B₁ horizonunu ayırt etme olanağı bulunmaz.

B₂ Horizontu

Toprakta gerçek birikme horizontları B₂ simgesi altında toplanır. Birikme katlarına göre B₂₁, B₂₂, B₂₃

gibi alt numaralar veya doğrudan biriken ürünün göstergesi olarak B_t veya B_{2t} (kil birikmesi), B_n veya B_{2n} (sodyum birikmesi), B_{2ca} (kireç birikmesi), B_{2cs} (jips birikmesi), B_{sa} (tuz birikmesi) gibi simgelerle gösterilir. Kireçleşme etkisindeki topraklarda kireç ve jips, podzollaşma etkisindeki topraklarda üstte humus, altta demir ve alüminyum oksidratlar birikir. Lateritleşme etkisindeki topraklarda metrelerce derinde yer alır, kilce zengin olmakla birlikte, yine de demir ve alüminyum oksitlerin egemenliği gözlenir.

B₃ Horizonu

Çoğu toprakta hiç bulunmaz. Birikme ürünleri, ana materyalle karışmış olup, topraktan ana materyale bir geçiş horizonudur. Kimi zaman BC simgesiyle gösterilir.

A ve B horizonlarının tümüne birden **solum** adı verilir.

Yol yarması, temel kazısı gibi toprağın düşey kesitini görebileceğiniz bir yerde yukardan aşağı değişimleri inceleyiniz.



SIRA SİZDE

Ana Materyal (C Katmanı)

Ana materyal, çoğu araştırmacı tarafından toprağın (solumun) bir parçası olarak ele alınmaz. Ana kayadan, onu oluşturan materyalin gevşemesi ve kimi zayıf birikmeler dolayısıyla ayrılır. Ancak ana materyal topraktan kesin çizgilerle ayrılamaz. Örneğin tanımda içinde önemli bir biyolojik etkinlik olmaması koşulu aranırsa da, bitki kökleri ana materyalin içine işleyerek oradan su ve besin maddesi sağlayabilir. Horizon oluşumu söz konusu değilse de, ana kayanın üzerinde belirli kalınlıkta bir katman vardır. Bu katmanın ana kayadan ayrılmasıyla, ona C horizonu adı verilir.

Taşınmış ana materyallerde durum daha da karmaşıktır. Örneğin yüksek bir yerde olgunlaşan toprak, aşağılara taşınıp biriktiğinde, yeni alanın toprak oluşturu özelliklerine bağlı olarak, yeniden gelişmeye ve horizonlar kurmaya başlar. Materyalin bu durumu, yeni yerinde ana materyal özelliği göstermektedir. Bu tür birden fazla ana materyaller, C₁, C₂ gibi simgelerle tanımlanır. Farklı taşkın bölgelerinden farklı depozit alan yerlerde, bu katmanların üst üste dizilmesi sonucu, çok sayıda ana materyal de oluşabilir.

Ana materyalde, yerel koşullara bağlı olarak birtakım birikmeler ve gleyleşme gibi olaylar gözlenebilir.

Ana Kaya

En alta, önce ana materyali, zamanla toprağın mineral kısmını oluşturan ana kaya, D veya R simgesi ile gösterilir. Jeolojik kökeni püskürük, tortul ve başkalaşmış olabilir. Herhangi bir horizonlaşma yoktur. Tortul ana kayalarda rastlanabilecek katmanlaşmanın toprakla ilgisi olmayıp, tümüyle suda çökelme sırasıyla ilgili bir katmanlaşma söz konusudur. Ana kayanın önemli bir özelliği, mutlaka yerinde oluşmuş olmasıdır. Alüvyal ve kolüvyallarda olduğu üzere taşınarak gittiği yerde toprak oluşturmaya başlayan materyale, kalınlığı ne olursa olsun, ana kaya adı verilmmez, ana materyal terimiyle yetinilir.

O Horizonları

Orman başta olmak üzere, kuvvetli bitki örtüsü desteği altında, yeterince kalınlaşıp ayırt edilebilen organik örtü katıdır. Özel bir horizon grubu olup, çoğu toprakta hiç bulunmaz. Üstte kaynağı belli, yeni düşmüş, taze organik madde katına O₁ veya çerçöp (litter) adından dolayı O_L horizonu denir. Alta, A horizonunun üzerini örten ve ileri düzeyde ayrışarak, kaynağı belirsizleşmiş (kömürleşmiş) O₂ veya humuslaşmadan dolayı O_H, ya da mayalanma (fermantasyon) göstergesi olarak O_F horizonu bulunur. Bu horizon her zaman koyu renkli ve çoğu kez siyaha yakındır.

Su altında kalan arazilerde bir diğer özel durum da, turba ya da bataklık kömürü denen P (peat) horizonudur. Normal O horizonlarından, su altında gelişmiş olmaları ve çoğu kez birtakım birikme ürünleri içermeleriyle ayrılır.

TOPRAK BÜNYESİ (TEKSTÜRÜ)

Toprağın fiziksel verimliliği onun her zaman yeterli su ve hava içermesi, su ve hava geçişlerine izin vermesi, köklerin ilerlemesini engellememesi ve sıcaklık değişimlerinin benimsenebilir aralıklarda olmasını gerektirir. Tüm bu olanakları sağlayabilecek toprak özellikleri, iyi fiziksel özelliklerdir. Toprak bünyesi, fiziksel verimliliğin önemli öğelerinden biridir.

Toprak taneleri tarımsal amaçlarla iki grup altında toplanır. İskelet adı verilen taş ve çakıllar, 2 mm den büyük çapa sahiptir. İskelet büyüklüğündeki taneler:

- Sürüm, ekim gibi işlemleri zorlaştırır,
- Erozyonu kısmen engeller,
- Toprak yüzeyinin daha çabuk ısınıp soğumasını sağlar,
- Kimi toprak canlılarına barınma ortamı oluşturur.

Yine de bunlar toprak bünyesine ancak özel durumlarda dâhil edilir.

Toprağın üretkenlik işlevleri üzerinde asıl etkiyi 2 mm'den küçük taneler yapar. Her ne kadar toprak taneleri hiçbir zaman küresel olmasa da, uygulamada tane büyüklüklerini çaplarına göre ayırmak kolaylık sağlar. Birçok amaca hizmet edebilen bünye kavramı, 2 mm'den küçük tanelerin çap büyüklüklerine göre ayrılmasıyla geliştirilmiştir. En iri taneler 0,05 mm - 2 mm büyüklükleri arasında değişmekte olup, kum adını alır. Ondan daha küçük taneler, çıplak gözle fark edilemeyen, mikroskopla görülen ve 0,002 mm - 0,05 mm arası büyüklüğe sahip mil (silt) büyüklüğü grubundadır. Uluslar Arası Toprak Bilim Derneği kum ile mil arasındaki sınır çapını 0,02 mm olarak belirtmekte olup, pek çok ülkede bu sınır kullanılmaktadır. Ancak ülkemizde toprağın bünye sınıflaması, BM Besin ve Tarım Örgütü (FAO) tarafından da kullanılmakta olan ABD sistemine göre yürüdüğünden, 0,05 mm sınırı temel alınmaktadır.

Mikroskopla da görülemeyecek kadar küçük kil taneleri ise 0,002 mm den küçük olup, çoğunlukla milimetrenin on binde, yüz binde biri büyüklüktedir. Bir gram saf kildeki tanecik sayısı yüz milyara yaklaşabilmektedir.

Kum ve kil adlarının hem birer mineral grubuna, hem de burada görüldüğü üzere belirli tane büyüklüğüne verilmesi bir rastlantı değildir. Çünkü 0,05 mm den büyük, 2 mm den küçük tanelerin tamamına yakın bölümü ana bileşeni silisyum dioksit olan kuvars (kum), 0,002 mm den küçük tanelerin de büyük bir yüzdesi kil minerallerinden ibarettir.

Toprağı oluşturan kum, mil ve kilin yüzde miktarlarına, yani toprağın tane büyüklüğü bileşimine toprak bünyesi denir. Bilimsel çalışmalarda bu tane büyüklükleri alt sınıflara ayrılmakta ve hatta her bir büyüklük aralığındaki yüzdelere grafiklere geçirilmektedir. Ancak 2 mm den küçük toprak tanelerini kum, mil ve kil olarak üç grup altında toplayıp bunlardan toprak bünyesi hakkında fikir edinmek, uygulama açısından yararlı bilgiler sağlamaya yetebilir. Örneğin kum ve mil tanelerinin yüzdesi arttıkça, toprağın verimliliği düşer, çünkü bitki besin maddelerinin önemli bölümü killer tarafından sağlanmaktadır.

Kum taneleri, düzensiz şekilleri ve bir arada bulunduklarında aralarında kalan nispeten büyük boşluklardan dolayı, toprağa iyi havalanma ve suyu iyi iletme özelliği kazandırır. Bunlar toprakta genellikle bağımsız hareket eder ve ıslandıklarında plastik özellik göstermez. Kum büyüklüğündeki taneler bitki besin maddesi desteği yönünden önemsizdir. Kum tanelerine toprakta **iri taneler**, kumca zengin topraklara da **kaba bünyeli** veya az su tutmaları ve besin maddesi kapsamlarının düşüklüğünden ötürü **hafif topraklar** denir.

Mil taneleri, birim alanda kumlardan daha fazla sayıda bulunduklarından daha fazla yüzey alanına sahiptir. Ayrıca yüzeylerinde bir miktar kimyasal elektrik yük taşıdıklarından, bitkilere sınırlı ölçüde de olsa besin maddesi desteği sağlayabilirler. Mil tanelerinin killer için elverişli olan büyüklükleri dolayısıyla, kireç, organik mumlar, sakızlar, reçineler gibi çeşitli çimento maddeleri killeri bunlara yapıştırır. Bu tür kümeleşme, toprakta su tutma ve havalanma gibi istenen fiziksel özelliklerin sağlanması yönünden önemlidir. Mil taneleri toprakların kabuk bağlamasında (kaymak tabakası oluşumu) en önemli rolü oynar. Mil tanelerine orta irilikteki taneler denir.

Kil taneleri, birim alanda milyarlarca varan sayılarıyla, toprağın birçok özelliğini belirler. Bunların varlığı ve özellikleri ancak elektron mikroskobu, X-ışın kırınımı, kızılötesi spektrometresi gibi özel araçlarla anlaşılıp incelenebilir, normal mikroskopla görülmezler. Sahip oldukları olağanüstü yüksek yüzey alanı ve bu yüzeylerdeki eksi yükler nedeniyle toprağın çok sayıda özelliğini belirleyici rol oynarlar. Burada killerin eşdeğer tane büyüklüklerinin yanı sıra cinsleri de etkili olur. Kilce zengin topraklara **ince toprak** veya yüksek oranda su ve bitki besin maddelerini tutma özelliklerinden dolayı **ağır toprak** denir.

Toprakta 2 mm den küçük tanelerin toplamına yüz denirse, kum, mil ve kilin yüzde miktarları toprak bünyesini (tekstürü) oluşturur. Topraklar tarımsal amaçla 12 bünye sınıfına ayrılır. En yüksek kum yüzdesine sahip toprağa kumlu, kili diğer tane büyüklüklerinden fazla olan toprağa da killi toprak denir. Diğer sınıflar, tınlı kum, siltli killi tın gibi egemen tane büyüklüğüne göre adlandırılır. **Tın** terimi toprakta kum, mil ve kil büyüklüğündeki tanelerin birbirine yakın oranda bulunduğu durumlar için kullanılır. Toprak bünyesini belirlemek için çeşitli yöntemler varsa da, ülkemizde **ABD bünye üçgeni** kullanılır. Bu üçgen, zayıf, yetersiz yönleri bulursa da, çoğu kez amaca yeterli bilgileri sağlamaktadır.

Bünye üçgeninde analiz sonuçlarına göre kum, mil, kil yüzdelere en az iki-ele alınır (Şekil 2.2). Örneğin kum yüzdesinden, kendinden önce gelen mil yüzdesine bir paralel çizilir. Aynı şekilde kil yüzdesinden, kendisinden önce gelen kum yüzdesine bir paralel (şekilde yatay konum) çizilir. Kesişme noktası hangi bölgeye düşerse, toprağın bünye sınıfı olarak belirlenmiş olur. Örneğin % 55 kum, % 20 mil ve % 25 kil içeren bir toprağın bünyesi kumlu killi tın, % 15 kum, % 35 mil, % 50 kil içeren bir toprağın bünyesi de kil olacaktır.

Türkiye topraklarının yaklaşık % 92'si tın (orta) ve killi tın (orta ağır) bünyelidir.

Toprağın Bünyesinin Belirlenmesi

Tane büyüklüklerinin yüzde oranlarını bulmak için, eleme ve hidrometre yöntemlerinin karışımı kullanılmakta olup, bu yöntemlere topluca **mekanik analiz** denir. İşe eleme yöntemiyle başlanır. Bu amaçla en iriden en küçük çaplıya doğru azalan bir elek seti hazırlanarak, sarsıcıya yerleştirilir. Belirli ağırlıkta toprak alınıp, en üstteki eleğe konulur. Bu yöntemle kimi zaman kuru toprak elenebilirse de, tanelerin çoğunlukla birbirine yapışmış olması, doğru sonuç almayı zorlaştırır. Daha doğrusu, elek setini suya daldırıp çıkararak, ya da yukardan yıkama yaparak ıslak eleme uygulamaktır. Böylece her bir elek aralığında kalan topraklar kurutulup tartıldığında, başlangıçtaki toprak miktarına oranlanarak, yüzdeleri bulunmuş olur. Bu yöntem basit görünmekle birlikte, özellikle kaba tanelerin yüzdelere göre ayrılmasında en sağlıklı sonuçları verir. Eleme yönteminde duyarlılık alt sınırı 0,05 mm'dir. Bu çapın altındaki taneleri eleme yöntemi ile birbirinden ayırmak olanaksızdır. Onun için, **hidrometre yöntemi** adı verilen bir başka yola başvurulur.

Hidrometre, tabanında kurşun ağırlık olan boş bir cam tüptür. Sıvı dolu bir kaba daldırıldığında, batma derecesi ortamın yoğunluğuna bağlı olur. Bulanık suda bir kural olarak taneler en iriden en küçüğe doğru çökme sırası izler. Doğru zamanda ölçüm yapılırsa, belirli bir derinliğin üzerinde, ölçülecek olanlardan daha iri tane kalmamış olur. Bu amaçla, olanak varsa 0,05 mm altındaki, değilse, 0,5; 1 veya 2 mm lik elekten elenen, hesap kolaylığı için 100 g toprak derin bir silindire konup, iyice çalkalandıktan sonra durulmaya bırakılır. Standart hidrometre, yaklaşık 30 saniye sonra yavaşça bu süspansiyona (bulanık su) bırakılır ve tam 40'inci saniyede su yüzeyindeki hidrometre çizgisi kaydedilir. Aradan geçen 40 sn sürede, ortamdaki kum taneleri ölçüm derinliğinin altına indiğinden, okunan değer kil ve mil toplamını vermede kullanılacaktır. Hidrometre silindir kaptan çıkarılır, üzerine yapışan taneler silindirin içine yıkanır ve silindir iki saat durulmaya bırakılır. Yine on saniye önce hidrometre daldırılıp, ikinci saatin sonunda yeni bir okuma alınır. Bu değer, milin de yıkanması için yeterli süreye geçtiğinden, doğrudan çözeltideki kil miktarını hesaplamada kullanılacaktır. Oda sıcaklığından çok uzaklaşmışsa, bir de suyun sıcaklığı okunarak, sıcaklığa ilişkin düzeltme yapılmalıdır. Gerçekte hidrometre yönteminde çok sayıda yanlış kaynağı vardır. Tüm tanelerin küresel ve yoğunluklarının aynı olduğu varsayılmaktadır. Hidrometre, ne denli dikkatle daldırılrsa da, bir miktar bulanmaya yol açar. Ayrıca, on saniye bekleme süresi içinde hidrometre balonunun üzerine çökecek taneler batmayı artırır. Su yüzeyinin silindir ve hidrometreye dokunma noktalarında menüsküs adı verilen bir yükselme (iç bükeylik) oluşur. Okumanın standardı tutturulamayabilir. Tüm bu sakıncalarına karşın hidrometre okumaları, toprakta tane büyüklüklerinin yüzde değerlerini bulmada güvenilir bir yöntem olarak benimsenmiştir. Hidrometre okumalarından kum, mil, kil yüzdelерinin elde edilmesine ilişkin bir örnek çözüm:

Hesaplama kolaylığı yönünden kumun üst sınırı olan 2 mm den elenmiş 100 g toprakta 40'nci saniye hidrometre okuması 73; ikinci saat okuması da 35 olsun. İlk değer, 73 yüzden çıkarıldığında, kum yüzdesi % 27 olarak bulunur. İki saatin sonunda okunan 35 de kil yüzdesidir. Mile % 38 kalmaktadır.

Mekanik analize başlamadan önce yapılması gereken önemli bir iş, topraktaki çimento maddelerinin giderilerek yapışmış tanelerin birbirinden ayrılmasıdır. Bu amaçla, çeşitli ön işlemler uygulanır ve kireç, organik madde, jips, seskioksitler gibi çimento maddeleri giderilir.

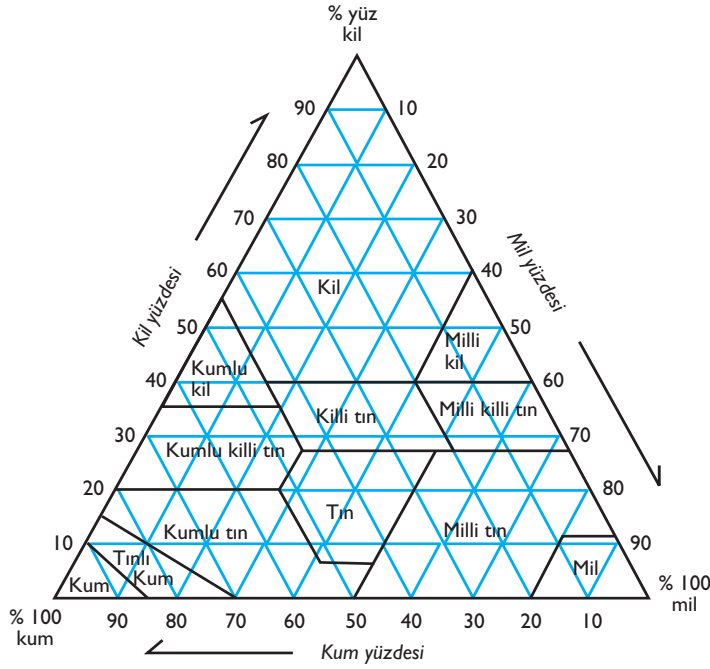
Uzman bir kişi, toprak bünyesini elle yoklayarak da, yaklaşık olarak kestirebilir. Hafifçe ıslatılıp, plastik hale getirilen toprak parmaklar arasında ovulduğunda kumlar pütürlü his verir, mil taneleri kadife yumuşaklığındadır, killeri ise yapışkan ve kaygandır.

Bünye terimi ve tane büyüklükleri, minerallerin çoğunlukta olduğu topraklar için geçerlidir. Organik madde kapsamı yüzde 20'nin üzerinde olan ve **organik toprak** olarak adlandırılan özel topraklarda bu yöntemler uygulanamaz.

Elek ve hidrometre analizlerinde toprak tanelerinin küresel olduğu varsayılmaktadır. Killerin çok büyük bölümü levha şeklinde olup, bu yanlışlık bilerek göz ardı edilir, çünkü tane büyüklüklerini ayıran daha iyi bir yöntem bulunamamıştır.

Şekil 2.2

Bünye üçgeninden yararlanılarak toprak bünye sınıfının bulunması



Bünye, bir toprağa ilişkin özelliklerin bilinmesinde çok önemli rol oynar. Kum yüzdesi yüksek, kaba bünyeli topraklar iyi havalanır ve su geçirimsizlikleri yüksektir. Ancak bunlar verimsiz topraklardır. Orta bünyeli topraklarda mil oranının yüksekliği, tuğla-kiremit yapımı açısından bir üstünlük sağlarsa da, toprağın kabuk bağlaması kolaylaşır. Kum, mil ve kil oranlarının birbirine yakın olduğu orta bünyeli, tınlı topraklar havalanma, su tutma, su iletkenliği gibi fiziksel açıdan en verimli topraklardır. Tınlı toprakların bitki besin maddesi kapsamı da, çevrelerindeki diğer topraklara göre genellikle daha iyi durumdadır. Ağır bünyeli topraklar su geçirimsizliği ve havalanma yönünden çoğu zaman sorunludur. Ayrıca:

- Islanınca plastik özellik kazanarak sıkışma,
- Kesek oluşumu,
- Kuruyup kerpikleşme,
- Kuruyunca çatlayıp profil boyunca derin yarıklar oluşturma gibi sorunları olabilmektedir.

Bir miktar toprağı hafifçe ısıtıp, parmaklarınızın arasında ovun. Farklı bir yerden alacağınız başka bir toprağa da aynı işlemi uygulayıp, dokunma duyularınızı karşılaştırın.



SIRA SİZDE

Toprak bünyesi profil boyunca değişiklikler gösterebilir. Özellikle ana materyali sürekli farklı yerlerden ve suyun farklı taşıma gücüyle getirilen alüvyal arazilerde bünye hem yatay, hem de düşey doğrultuda önemli oranda değişebilir. Tarımsal amaçlar yönünden asıl önemli olan, köklerin en fazla yayıldığı, suyun ve havalanmanın en önemli olduğu üst 20-30 cm lik bölümün bünyesidir.

Bünye toprakta birçok özelliğin anlaşılmasında etkin ve toprağın üretkenliğinde anahtar role sahip bir gösterge olmakla birlikte, toprak bünyesinin insan eliyle

değiştirilmesi zor ve pahalı bir işlemdir, çoğu zaman da beklenmeyen sonuçlar verebilir. Örneğin çok kumlu üst toprağa üçte bir oranında kil karıştırılması, sertleşme, kabuk oluşumu ve sıkışma gibi sorunlara yol açar. İyi tarımcı, dikkatini ve çabalarını daha çok toprak yapısının (strüktür) düzeltilip korunması konularına yoğunlaştırmalıdır.

TOPRAK YAPISI (STRÜKTÜRÜ)

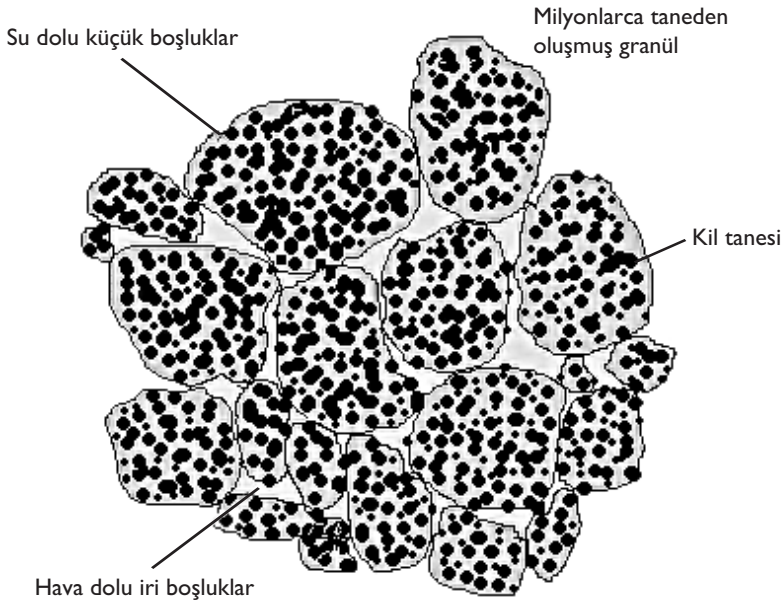
Toprak tanelerinin veya aralarındaki boşlukların diziliş şekline yapı (strüktür) denir. Bu tanım, yağışta veya toprak işlemeyle dağılan kesekleri kapsamaz. Yapı oluşması için, suya dayanıklı kümelerin varlığı gereklidir. Toprak tanelerinin çeşitli çimento maddeleriyle bir araya gelmesiyle oluşan kümelere **agregat**, gözle görülebilen büyük agregatlara da **ped** denir (Şekil 2.3). Toprak yüzeyinde ıslanma-kuruma, donma çözünme, şişme büzülme gibi olayların yoğunluğundan ayrı olarak, yağışların vuruş etkisi, insan etkinlikleri, hayvan vb tarla trafiği gibi olaylar, yüzeyde dirençli ped gelişimini engelleyici etki yapar. Bu nedenle pedler daha çok birikme horizonlarında yer alır. Derinlerdeki bu pedleri, örneğin kireçleşme olayında oluşan yumrulardan ayıran başlıca özellik, bağlayan ve bağlanan ürünlerin farklılığıdır.

Toprak yapısının iyi açıklanabilmesi, agregatlaşma sürecinin anlaşılmasına bağlıdır. Agregat kümelerinin oluşmasında temel etmenler birim hacimde olağanüstü yüksek sayılarda taneciğin bulunması ve uygun mikrobiyel etkinliklerin varlığıdır. Buna göre toprak öncelikle bir miktar kil içermelidir. Öte yandan mikroplar uygun sıcaklık ve nem durumu, elverişli toprak reaksiyonu, yeterli oksijen gibi koşullara gerek duyar. Yani ortam her zaman hafif nemli, havadar, ılık olursa, agregatlaşmayı sağlayacak mikroorganizma etkinlikleri yoğunlaşır. Son olarak milyonlarca, milyarlarca kil tanesinin çevresinde toplanabileceği, daha büyük tanelerin (daha çok millerin ve bir ölçüde de kum tanelerinin) varlığı gerekir. Değerliği birden fazla olan katyonlar (Ca^{+2} , Fe^{+3} , Al^{+3} , Mn^{+4} vb), kireç ve jips, organik bileşiklerin ayrışması sırasında serbest kalan çeşitli yağlar, mumlar ve reçineler toprakta zamlık görevi yapan maddelerdir. Çok değerlikli iyon gereksiniminde tek kural dışı durum hidrojen (H^{+}) iyonlarının bolluğudur. Hidrojen iyonlarının yapı gelişimi üzerindeki olumlu etkisi, çaplarının çok küçük olması ve iyice yaklaştıkları kil yüzeylerindeki elektriksel itme yüklerini nötrleştirdikleri şeklinde açıklanmaktadır.

Aktinomiset adı verilen mikroorganizma grubu başta olmak üzere çeşitli mikroplar, bir arada bulunan toprak tanelerini file gibi saran ve **hif** adı verilen uzantılarıyla, agregatlaşma sürecinin işlemlerini kolaylaştırır.

Şekil 2.3

Bir granüler agregatın yapısı



Çok kumlu topraklarda toprak yapısından söz edilemez. Çünkü hem birim alanda yeterli sayıda tanecik bulunmaz, hem de ortamda bunları birbirine yapıştıracak güçlü bir zambk yoktur.

Güzel bir havada ve çok ıslak olmayan toprakta bir otu kökleriyle birlikte topraktan çıkarıp inceleyiniz.



Toprak yapısının iyi olması, havalanma, su tutma, su geçirgenliği, topraktaki mikrobiyel etkinlikler ve buna bağlı besin maddesi desteği, köklerin ilerlemesinin kolaylaşması gibi çok sayıda toprak özelliğini geliştirir. Yapısı olmayan taneli topraklarda yetersiz su ve hava iletkenliği, erozyona duyarlılık, işleme ve ekim zorluğu, yüksek buharlaşma kayıpları, yetersiz besin maddesi desteği gibi sorunlarla karşılaşılır. Tanelerin tek başına hareket edip, kümeleşmedikleri topraklarda genellikle sodyum (Na^+) iyonu fazladır. Bu tek değerlikli iyon, suyla çevrili (hidrate) çapının büyük olması nedeniyle kil tanelerinin birbirine yaklaşmalarını engellemektedir.

Taneleri bir kalıp halinde birbirine yapışık duran (masif), gözenek sistemleri kapalı, sıkışmış yapı türü de bitkisel üretime elverişli değildir.

Granüler Yapı

Milyonlarca tanenin bir araya gelip tek bir tane oluşturduğu yapı türüne **granüler** (küresel) yapı denir. Oluşan agregatlar da iri taneli organik çubuklar, hayvansal zambk, salgılar vb gibi çeşitli yollarla birbirine yapışıp daha büyük kümeleşme gösterirse, bu yapıya **furda** yapı denir. Granüler yapıda kümeleşmiş tanelerin büyüklüğü yaklaşık bir mercimek kadar iken, furda yapıda fındık büyüklüğüne ulaşabilir. Yani her iki yapı türünün kümeleşmiş taneleri çıplak gözle ayırt edilebilir. Genellikle işlenmeyen arazilerin üst horizonlarında görülen bu iki yapı türü, bitki gelişimi açısından çok elverişlidir. Çünkü küçük tanelerin arasındaki mikroskobik

boşluklarda, bitki yaşamı için mutlak gerekli ve sürekli bulunması zorunlu olan su tutulurken, granüllerin arasındaki büyük boşluklarda hem bitki kökleri için gerekli hava, daha doğrusu oksijen bulundurulur, hem de buralar su geçişleri ve köklerin ilerlemesi için doğal koridor görevi yapar.

Granüler ve furda yapı, toprağın mekanik işlemlerle fazla karıştırılmadığı, organik madde desteği yeterli doğal çayır, funda, otlak, çalı, orman gibi bitki örtüleri altında ve yüzey horizonlarında gelişir. Sürekli işlenen ve üzerinde ağır araçlar gezinen tarım arazilerinde granüler yapının varlığını sürdürmesi zor olup, uygun sürüm araçlarıyla ve toprağın her zaman **tav** durumunda sürülmesini gerektirir. Ancak bu önlemler bile toprak yapısında sürüme bağlı bozulmaları her zaman önleyememektedir. Granüler yapıyı en fazla bozan etmen, toprak fazla ıslakken yapılan sürümlerdir.

Levhalı Yapı

Kalınlığı az, yatay boyutları fazla olan kümeleşme biçimidir. Pedlerin şekli dolayısıyla suyun aşağı-yukarı hareketi sınırlanır. Tarla trafiğinin yoğun olduğu sıkışmış yerler ile sık sık ıslanıp kuruyan topraklarda rastlanır. Sık görülen bir yapı türü değildir.

Blok Yapı

Pedlerin şekli düzgün olmamakla birlikte, boyutları yaklaşık olarak birbirine eşittir, geometrik küpe benzer. Birikme horizonlarında bulunur. Ancak sık rastlanan bir yapı türü değildir.

Sütun Benzeri (Prizmatik) Yapı

Düşey eksen yatay eksenlerine göre fazla olan pedlere sahip yapıya sütun benzeri yapı denir. Ilıman yarı kurak ve yarı nemli bölgelerde birikme horizonlarında en sık rastlanan yapı türüdür. Bu yapının oluşma nedeninin, suyun yerçekimi etkisinde aşağı doğru sızma ve kuruma döneminde kılcal (kapılar) yollarla yukarı yükselme hareketleri ve suyla birlikte taşınan çeşitli materyallerin birikmeleri olduğu düşünülmektedir. Su tutmanın yanı sıra, su ve hava hareketleri yönünden de aranan bir yapı türüdür.

En kötü toprak yapısı bile, toprak tanelerinin belirli oranda kümeleşmesi sözkonusu olduğundan, yapısız (teksel taneli veya masif) topraktan fiziksel verimlilik yönünden daha iyidir. Toprak yapısını geliştirip korumak amaç edinilmelidir.

Toprak Yapısını Bozan Veya Geliştiren Etmenler

Organik Madde ve Toprak Canlıları

Toprak yapısında organik madde,

- Bir araya gelen toprak tanelerini suya dayanıklı agregatlara ve pedlere çevirecek olan mikroorganizmalara besin desteği sağlamak ve
 - Çeşitli zamklarla, toprak kümelerini yapıştırıp güçlendirmek
- gibi iki önemli görev yapar. Çimento maddeleri

- Yağlar, mumlar, sakızlar, reçineler içeren ahır gübresi, çöp kompostu, yonga, ağaç kabuğu vb doğal ürünler olduğu gibi,
 - petrol ürünleri, silikon, çeşitli toprak düzenleyici kimyasallar
- gibi yapay ürünler de olabilir. Toprakta organik madde artışı, hem agregat yüzdesini, hem de agregatların dayanımını yükseltir.

Solucanlar, bitki kökleri, örümcekler gibi çok sayıda canlı etkinlikleri de, gerek kanal açarken taneleri birbirine yaklaştırp paketleme etkisi yapar, gerekse çeşitli salgılarla bu taneleri birbirine yapıştırır. Bu konuda en önemli etki solucanlar tarafından gerçekleştirilir. Çünkü solucanlar, önemli miktarlarda toprağı bedenlerinden geçirirken, mineral ve organik ürünleri birbiriyle iyice karıştırır, çeşitli salgılarla yapıştırır ve kalıplaşmış olarak dışarı atar.

Yüzeylerde Tutulan (Adsorbe) İyonlar

Suda tuz, şeker gibi gerçek çözelti oluşturmamakla birlikte varlığı ancak özel analizlerle anlaşılabilecek çözeltilere **kolloidal çözelti**, çözeltideki taneciklere kolloidal tane denir. Toprakta inorganik (mineral kökenli) kolloidler killer, organik kolloidler ise humus tarafından temsil edilir. Toprak kolloidler, eksi yükleri (elektron fazlalığı) nedeniyle, toprak çözeltisinde bulunan katyonları yüzeylerinde tutar. Bu iyonlar iki veya daha fazla değerlikli ise, tanelerin bir araya gelmesini, yumaklaşmasını kolaylaştırır. Toprakta kümeleşmeyi kolaylaştırıcı etkiyi yapan iyonlar arasında kalsiyum başta gelir. Sodyum ise, kümeleri bozucu etki yapmaktadır. Sodyumun yapı bozucu etkisini önlemek üzere, sorunlu topraklara doğrudan veya sulama suyuna karıştırılarak toz alçıtaşı (jips) uygulanmaktadır.

Killi bir toprağı yaklaşık eşit biçimde ikiye bölüp, cam kavanozlara koyun. Birine yalnızca su doldurup çalkayın. Diğerine bir tutam tuzla birlikte su ekleyip çalkalayın. Kavanozları kendi haline bırakın. Ertesi sabah, tuz eklediğiniz süspansiyonun daha bulanık olduğunu gözleyin.



Donma-Çözünme

Donma çözünme süreçleri, toprak yapısı üzerinde hem olumlu, hem de olumsuz etkide bulunabilir. Suyun donarken genişlemesi, taneleri birbirine yaklaştırp paketleme etkisi yapar ve yumak haline gelen tanelerin, çeşitli çimento maddeleriyle yapıştırılması kolaylaşır. Ancak, pedlerin içindeki su donduğunda, bu genişleme onların parçalanmasına yol açar. Yine de ülkemizde ve diğer ülkelerde olanak bulunan çok sayıda yetiştirici, kışın boşa akan dereleri kendi arazisine çevirerek, donmanın toprakta sağladığı üstünlüklerden yararlanmak istemektedir.

Toprak İşleme

Türkiye’de yalnızca tarım arazilerinde toprak işleme yapılmaktadır. Çoğu yurt dışı ülkede otlaklar ve ormanlar da kısmen sürülebilmektedir. Toprak işleme, ekim-dikim işlemleriyle birlikte, tarımın en yaygın girdisidir. Adı **sıfır işleme** (zero tillage) olarak konan ve ülkemizde yaygınlaşamayan, ABD, Avustralya gibi birkaç ülkede sınırlı oranlarda uygulama şansı bulan teknikte bile, ekim yapabilmek için önde bir toprak işleme aracı çalışmaktadır.

Toprak işlemenin yapı üzerindeki en önemli katkısı, yüzeyde doğal olarak bulunan veya insan eliyle eklenen organik maddelerin, mineral maddelerle karışmasıdır. Böylece hem mikroorganizmalar için besin kaynakları ve su daha bağdaşık (homojen) biçimde dağılmakta, hem de organik maddenin bünyesindeki çerçöp denen çubuksu iri parçalar, iki parçayı birbirine tutturma olanağı bulmaktadır. Pulluğun işlenen toprağı aynası boyunca kaldırıp yana devirirken tanelerin kendiliğinden dağılmasını sağladığı, bu durumun kümeleşmeyi (granülasyon) kolaylaştırdığı öne sürülse de, olayın doğruluğunu gösterecek güvenilir veri yoktur.

Toprak işleme, daha çok toprak yapısını geriletici işlemlere sahiptir. Organik ve mineral tanelerin birbirine karışması ve toprakta havalanmanın artması, mikrobiyel etkinlikler için uyarı olur. Böylece toprakta organik madde miktarı hızla azalır. Eski Sovyetler Birliği topraklarında çayırarla kaplı arazilerin pamuk tarımına açılması sonucu, topraktaki organik madde miktarları % 8 dolaylarından, iki üç yıl içinde % 3 dolayına inmiştir.

Toprak işlemenin yapı üzerindeki bir diğer olumsuz etkisi, toprağı karıştırarak işleyen diskli araçlar veya ayakları vuruşla çalışan döner çapa gibi araçların, pedleri vurarak parçalamasıdır. Bu mekanik etki, toprak kümelerini parçalayarak, yüzeyi su ve rüzgâr erozyonuna açık hale getirmektedir.

Çok kuru veya çok nemli toprakta birkaç kez sürüm yapıldığında, toprak yapısı hızla geriler. Kuru toprakta örselenme, ufalanma önem kazanır. Yaş toprakta ise, işleme aracı ve traktör, toprakta sıkışmaya neden olur. Her iki durumda toprak yapısı geriler ve bozulan yapıya bağlı olarak daha fazla toprak işleme gerekir. Daha fazla harcama, daha fazla zaman kaybı, daha kötü toprak özellikleri...

Ekim Nöbeti

Öncelikle her zaman toprak yüzeyini iyi örten, derin kök sistemine sahip, saçak köklü bitkilerin yetiştirilmesi düşünülmelidir. Kılcal kökler toprak tanelerini sarak paketlenir. Bitki hasat edildiğinde, kuruyan kökler mikroorganizmalar için besin kaynağı olur. Derin kökler, aşağılardan alıp, kökleriyle yukarı taşıdıkları besin maddelerini yeniden toprağa kazandırmış olur. Eğer seçilen bitki fasulye, bezelye, nohut, yonca, korunga vb gibi bir baklagilse, bunlar toprağa önemli bir besin maddesi olan azotu da kazandırır. Baklagillerin köklerinde *Rhizobium* adı verilen bir bakteri grubu yaşar. Bu bakteriler, kimi besinleri bitki köklerinden alırken, köklerde oluşturdukları mini yumrulara havadan bünyelerine aldıkları azotu biriktirir. Yemelik baklagillerin azotlu temel besin olan proteince zengin olmasının nedeni de bu olaydır.

HACİM AĞIRLIĞI, YOĞUNLUK, GÖZENeklİLİK

Toprak gözenekli bir ortam olduğu için, iyice kurduğunda, katı tanelerin ağırlığı toprak ağırlığı olarak kabul edilebilir. Buna karşın katılar toprağın tümünü değil, ancak belirli bir yüzdesini oluşturmaktadır. Onun için, toprağın birim ağırlığı konusunda iki ayrı terim kullanılır. **Hacim ağırlığı**, birim hacimdeki toprağın kütlesidir. **Yoğunluk** ise, birim hacimdeki katıların kütlesidir. İkisinin de birimi g/cm^3 veya kg/m^3 olup, aralarındaki oran toprağın sahip olduğu boşluk miktarına bağlıdır. Topraktaki kum, kireç, organik madde gibi farklı ürünleri ayırmak kolay olmadığı için, toprak yoğunluğu belirli bir ortalama gösterir ve fazla değişmez. Yaklaşık 2,5-2,7 g/cm^3 veya 2500-2700 kg/m^3 dolayında olur.

Hacim ağırlığı, topraktaki boşluk miktarına bağlı bir ölçüt olduğundan, zaman içinde değişkendir. Örneğin sürümden sonra toprak kabarır, üst toprağın hacim ağırlığı düşer. Toprak çığnendiği zaman sıkışacağı için hacim ağırlığı artar.

Toprağın ıslaklık derecesi hacim ağırlığını değiştireceği için, standart olarak kuru hacim ağırlığı temel alınır. Uygulamada toprağa uygulanacak, gübre, ilaç, sulama suyu gibi girdilerin hesabında hacim ağırlığının bilinmesi zorunludur. Pratik amaçlarla hesaplama şöyle yapılır: toprağın hacim ağırlığı 1,25 g/cm^3 (ton/m^3), toprak işleme (toprağı karıştırma) derinliği de 20 cm (0,2 m) alınır. Böylece bir dekar toprağın ağırlığı $1000 \text{ m} \times 0,2 \times 1,25 = 250 \text{ ton}$ bulunur.

Pratik amaçlarla yoğunluk hesabı için bir ölçü silindiri alınır. Belirli bir düzeyde su doldurulur. Sonra belirli ağırlıkta toprak alınıp, içine dökülür. Ölçü silindiri- nin tabanı birkaç kez zemine vurularak sıkışan hava kabarcıkları dışarı atılır. Silindir düzeyindeki yükselme okunup, toprak ağırlığı bu değere bölünür. Örneğin bir litrelik bir silindire 400 ml su doldurulup, üzerine 100 g toprak eklensin. Hava kabarcıkları çıkarıldıktan sonra silindirdeki su düzeyi 438 ml ise, 100 g topraktaki katıların kapladığı hacim $438 - 400 = 38$ ml, toprağın yoğunluğu da $100/38 = 2,63$ g/cm³ bulunur. Laboratuvar da yoğunluk belirleme için kullanılan piknometrenin çalışma ilkesi aynıdır. Ancak unutulmamalıdır ki, suyun içinde bile bir miktar hava vardır ve silindir ne kadar çok çalkalansa da, içindeki hava kabarcıkları sıfıra inmez. Laboratuvar da ortamdaki hava vakum ile boşaltılmaktadır.

Hacim ağırlığını bulmak için, boş bir ölçü silindirine ağırlığı belli bir toprak olabildiğince doğal haliyle konulur. Toprak örneği alınıp taşınırken bozulmuşsa, silindir birkaç kez yere vurularak, toprağın aslına yakın bir kalıba sokulmasına çalışılır. Silindirde okunan değer toprağın hacmini verir. Toprağın ağırlığı bu hacme bölündüğünde, hacim ağırlığı elde edilmiş olur. Elde gerekli araçlar varsa, toprağın hacim ağırlığı arazide pratik yollardan belirlenebilir. En sık başvuru lan yöntem şudur: Standart 100 cm³ hacimli, altı ve üstü boş, ucu sivri bir silindir toprağa, sıkışmaya neden olmadan, dikkatlice çakılır. Bir kürekle yerinden çıkarılan silindirin alt ve üstündeki fazla toprak bir bıçak yardımıyla sıyrılıp, altı ve üstü kapatılır, laboratuvara getirilip tartılır. Kurutulup yeniden tartılır. Tartım değerlerinden kabın darası çıkarıldığında, hem toprağın nem miktarı, hem de hacim ağırlığı duyarlı biçimde belirlenmiş olur. Örnek çözüm:

Örnek alma silindirinin darası 200 g olsun. Araziden olduğu gibi alınıp laboratuvara taşınan toprak dolu kabın ağırlığı 320 g, daha sonra kurutma dolabında kurutulduktan sonra yeniden tartılan kabın ağırlığı da 305 g olsun. Toprağın nem kapsamı:

Yaş toprak ağırlığı: $320 - 200 = 120$ g

Kuru toprak ağırlığı: $305 - 200 = 105$ g

Toprağın nem yüzdesi: $[(120 - 105)/105] \times 100 = (15/105) \times 100 = \% 14$

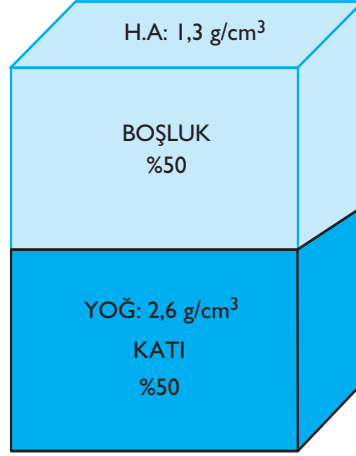
Kuru hacim ağırlığı ise: $105/100 = 1,05$ g/cm³ bulunur.

Toprakta hacim ağırlığı ile yoğunluk arasında, gözenekliliğe bağlı bir ilişki vardır. Gözeneklilik arttıkça hacim ağırlığı azalır. Örneğin bir toprağın yarısı katılar, diğer yarısı boşluklardan oluşuyorsa, hacim ağırlığı da yoğunluğun % 50'si, yani yarısı kadar olacaktır (Şekil 2.4). Görüldüğü üzere yoğunluk, hacim ağırlığı ve boşluk yüzdesinden hangi ikisi bilinirse, üçüncü değer hesap yoluyla bulunabilmektedir.

Bir kural olmasa da, toprağın hacim ağırlığı derinlere indikçe artar. Öte yandan killi toprakların toplam gözenekliliği, çıplak gözle ayırt edilemese de, birim hacimde milyonlarca küçük gözenek bulunduğu için, çoğu zaman kumlu topraklardan daha fazladır. Başka bir deyişle, kumlu toprakların hacim ağırlığı genellikle daha yüksektir. Gözeneklilik, toprakta su ve hava dolaşımını düzenlediği için, en önemli verimlilik göstergelerinden biridir. İdeal toprakta gözeneklerin bir bölümü mikroskobik olup, bunlar su tutma görevi yapar. Gözle görülür büyüklükteki diğer boşluklar da havalanma ve su iletimi sağlar. Yapısı gelişmiş, orta bünyeli topraklar, hem yeterli miktarda boşluğa sahip oldukları, hem de bu boşlukların büyüklük dağılımları dengeli olduğu için fiziksel verimlilik yönünden genellikle ideal özellikler taşır.

Şekil 2.4

*Yoğunluk, hacim
ağırlığı ve
gözeneklilik
arasındaki ilişki*



TOPRAK RENGİ

Renk, fiziksel özellikler arasında en kolay seçilen, ama üzerinde fazla durulmayan bir özelliktir. Oysa Anadolu halkı koyu renkli toprağın daha verimli olduğuna inanır ki, çok doğrudur. Toprağın belirli renklere bürünmesinde çok sayıda bileşiğin ve koşulların rolü varsa da, bunlar arasında en etkili olanlar, organik ürünler, demir bileşikler ve kireçtir.

Organik madde, başlangıçta kavak tozu gibi beyaza yakın açık renklerde de olsa, toprağa düştükten bir süre sonra, humuslaşma sürecinin etkisi altında giderek koyulaşır, killerin çevresini saran organik ürünler, onların da koyu renkli görünmesini sağlar. Toprağın organik madde bakımından zengin olması renginin koyuluğunu sağlar. Toprak profilinde rengin genellikle yukardan aşağı doğru açılması, organik madde miktarının üstte en fazla olup, derinlere doğru azaldığını gösterir.

Düşük miktarlarda bile toprağın rengini etkileyen bir diğer grup, demir bileşikleridir. Demir III bileşikler, toprağı kırmızı kahve tonlarına boyar. Özellikle yarı kurak bölgelerde toprakların büyük bölümünün kahverengi ve pas rengi tonlarında olması, bu yükseltgenmiş demir bileşiklerinden ileri gelir.

Kireç ve silis bileşikler genellikle açık renk toprakların göstergesidir. Gerçi kırmızı Akdeniz toprakları kireçtaşları üzerinde oluşmuştur ama onlara kırmızı rengi veren yine demir bileşikleridir. Son yıllarda bu rengin Kuzey Afrika'dan rüzgârla taşınan çöl kumlarındaki demir içeren tozlardan kaynaklandığı anlaşılmıştır.

Topraklar ıslandığında renkleri koyulaşır. Onun için, toprağın özelliği tanımlanırken, renk bölümüne ıslak ve kuru toprak renkleri ayrı ayrı yazılır.

TOPRAK KIVAMI

Kıvam, toprağa basınç uygulandığında onun gösterdiği tepkidir. Toprak kıvamı, kendine özgü özelliklerin yanı sıra toprağın nem içeriğine de bağlıdır. Gevşek, dağınık, esnek, plastik, akışkan, sert gibi çeşitli kıvam terimleri vardır. Örneğin kili bol kuru topraklar ya dağınık toz halindedir, ya da sert keşek oluşturur. Her iki durumdaki toprak hafifçe nemlendirildiğinde, plastik özellik kazanmaya başlar. Plastiklik, toprağın basınç altında şekil değiştirmesi ve basınç kalktıktan sonra bu şeklini koruması özelliğidir. Tuğla-kiremit, seramik gibi endüstri dalları için önemli bir özelliktir. Plastik sınırlara giren toprağa su eklenmesi sürdürülürse, oluşan ça-

mur kendi ağırlığıyla akmaya başlar, buna da akışkan kıvam denir. Esneklik, toprağın basınç uygulandığında şeklini değiştirip, basınç kalktıktan sonra eski halini almasıdır, yalnızca organik topraklarda görülür. Yalnızca kumdan ibaret topraklar da kıvamdan söz edilemez. O toprak her zaman dağılgan konumdadır.

Toprağın kıvam sınırlarını ayırmak üzere, üç kavram geliştirilmiştir. Bunlar:

- Büzülme sınırı (limiti),
- Plastiklik sınırı (plastik limit) ve
- Akışkanlık sınırı (likit limit) olarak adlandırılır.

Büzülme sınırı, kurumakta olan toprağın büzülmesinin sona erdiği noktadır, yaklaşık olarak toprak renginin açılmaya, alaca olmaya başladığı noktadır. Plastiklik alt sınırı, nemlendirilen toprağın plastik özellik göstermeye başladığı noktadır. Akışkanlık sınırı plastik üst limit olarak da adlandırılır. Bu noktada toprak artık plastik özellik gösteremez ve kendi ağırlığıyla akmaya başlar.

TOPRAK NEMİ

Toprakta su hemen tüm fiziksel, kimyasal ve biyolojik olaylarda rol oynar, onları yönlendirir. Örneğin ısınma-soğuma süreci, topraktaki su varlığı ile doğrudan ilişkilidir. Çünkü bir gram suyun sıcaklığını bir derece yükseltmek için gerekli enerji, bir gram kuru toprağın yaklaşık dört katı kadardır. Yani ıslak topraklar geç ısınır, geç soğur. Topraktaki bütün kimyasal olaylar, suyun varlığıyla gerçekleşebilir. En basit toprak canlıları olarak virüsler bile, yaşamlarını ve etkinliklerini suyun varlığında sürdürebilir. Bitkiler, topraktan aldıkları suyla fotosentez ürünleri başta olmak üzere, organik ürünler hazırlarlar. Suyun bir bölümünü de, terleme yoluyla yapraklarından dışarı atıp, serinlemede kullanır.

Toprağa olağanüstü özellikler katan etmenlerden biri, üzerinde yaşattığı bitkilere kimi zaman aylarca su desteği sağlayabilmesidir. Ayrıca topraktaki su, besin maddelerinin bitki köklerine doğru hareketi, bitkilerce alınması ve bitkinin çeşitli organlarına taşınmasında da başlıca rolü oynar.

Topraktaki suyun içinde her zaman birtakım çözünmüş madde bulunduğu için, buna toprak çözeltisi denmesi daha doğrudur.



DİKKAT

Toprak çözeltisi çalışmalarında, topraktaki suyun miktarının yanı sıra, belki daha önemli olarak, suyun tutulma enerjisiyle ilgilenilir. Çünkü tutulma enerjisi o suyun toprakta kalma miktarını ve süresini belirler. Öte yandan bitki kökleri, suyu topraktan alabilmek için, oradaki tutulma enerjisinden daha güçlü olmalıdır. Bol su bulunan ortamda suyun tutulma enerjisi sıfırdır. Bitki bu suyu topraktan almak için fazla bir enerji harcamaz. Toprak kurudukça, daha küçük gözeneklerde kalan ve daha güçlü tutulan suyun alınması da zorlaşır. Suyun tutulma enerjisi, eksi basınç olarak düşünülebilir ve su sütunu, atmosfer bar, pF gibi birimlerle gösterilir. Su sütununun cm cinsinden değerinin logaritması pF ile gösterilir ve çıkan rakam küçük olduğu için, uygulamada kolaylık sağlar.

Toprakta çözünmüş tuz miktarı arttıkça, bitkilerin suyu alması zorlaşır. Tuzlu toprakta bitkiler sağlıklı gelişemez.



DİKKAT

Kuvvetli bir yağış veya sulama sonrası toprak boşluklarının tamamına yakın bölümü su ile dolar, yalnızca çok küçük boşluklarda, sıkışıp hapsedilmiş hava kalır. Bu su, yerçekiminin etkisinde önce en büyük gözenekleri boşaltır. Sonra sıra diğer

gözeneklere gelir. Sonuçta öyle bir noktaya varılır ki, yerçekimi etkisinde sızma durur. Yani suyu toprakta tutan kuvvetlerle onu derinlere taşıyan kuvvetler dengeye gelmiştir. Bu noktaya **tarla kapasitesi** denir. Bitkinin en kolay yararlanabileceği su kapsamının bu noktada olduğu varsayılır. Tarla kapasitesi farklı topraklar ve ülkeler için değişken olmakla birlikte, uygulamada genellikle 1/3 ve 1/5 bar değerleri kullanılır.

Uzun süre susuz bırakılan toprakta yetişen bitkiler bir süre sonra solmaya başlar. Olay ilerlediğinde yeniden su verilse bile bitki canlanamaz, kurur. Bu noktaya da **solma noktası** ve **kalıcı solma** noktası denir. Üst organlarda harcanan suyun kökler tarafından karşılanamadığı bu nem kapsamında, alınabilir su miktarı sıfır kabul edilir. Bu noktada suyun tutulma enerjisi yaklaşık 15 bardır. Solma noktası ile tarla kapasitesi arasındaki nem kapsamı, alınabilir su miktarı olarak adlandırılır.

SIRA SİZDE



Yeni dikilmiş bir fidanın veya toprağı değiştirilen bir saksı çiçeğinin yapraklarını sabah erkenden ve ikinci üzeri ayrı ayrı gözlemleyiniz.

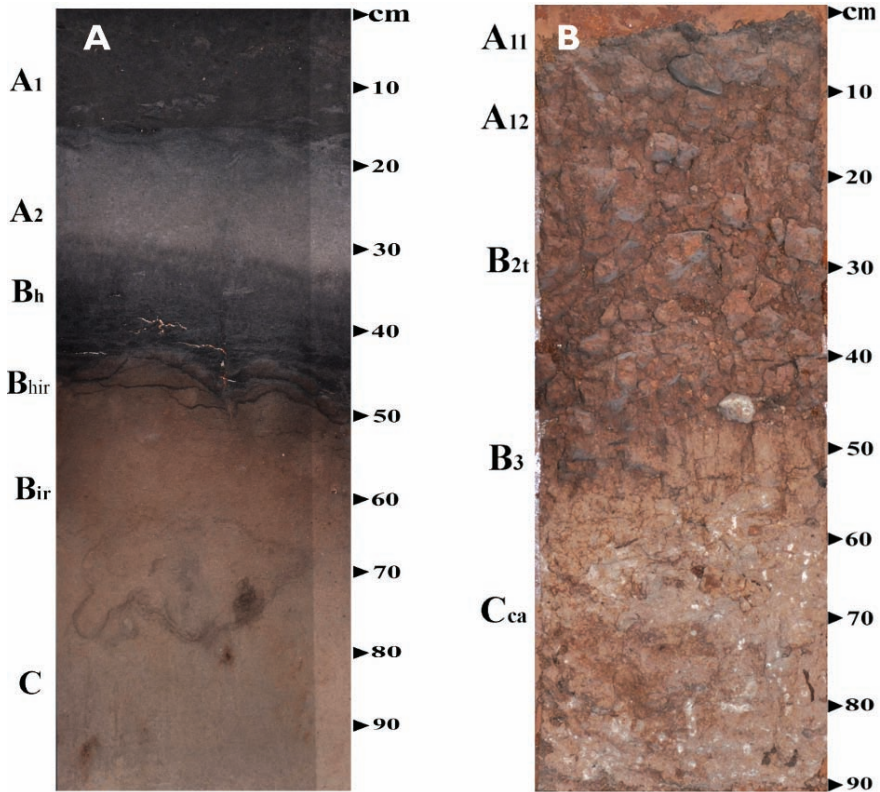
İyi bir tarımcı, bitkisini hiçbir zaman kalıcı solma noktasına yaklaştırmaz. Toprağın nemini, koşullar elverdiğince tarla kapasitesi yakınında, yani alınabilir suyun yüzde yüz olduğu nokta çevresinde tutmaya çaba harcar. Yalnızca çiçeklenme ve meyve bağlama dönemlerinde, bitkiyi uyarmak üzere, kısa süreli susuz bırakmak yararlı olabilir.

Kökler suyu, yarı geçirgen hücre duvarlarından **ozmoz** yoluyla alır. Burada suyun toprak çözeltisinden köke geçmesini sağlayan güç, hücre duvarının iki yanı arasındaki basınç ayırımıdır.

Şekil 2.5

A) Doğu Karadeniz kıyı kuşağında tipik podzollaşma. Üst 17 cm'de toprak oluşumu tüm hızıyla sürüyor. 17-31 cm arasında güçlü yıkanma ve ağarmış silis horizonu. Aşağı doğru humus ve demir birikimleri rengin yeniden koyulaşması ve kırmızı kahveye dönmesiyle kendini gösteriyor.

B) İç Anadolu'da genç bir toprak profili. Ankara, Polatlı. Üst 15 cm'de bozkır örtüsü altında toprak oluşumu. 15-55 cm arasında kil birikimi ve yapı gelişmesi. Daha derinde kireçli ana materyal.



Özet



Toprağın düşey kesitindeki horizonları tanımak.

Toprakta, olgunlaşma sürecine bağlı olarak, horizon adı verilen, birbirine paralel, yataya yakın katmanlar gelişir. Horizonlarda toprak oluşumu, yıkanma, birikme, dönüşüm gibi süreçlerle gelişir ve katmanları farklılaştırır. Üstte organik madde kapsamı yüksek, köklerin ve mikroorganizmaların yaygın olduğu, koyu renkli A_1 horizonunda toprak oluşumu ve yıkanma olayları en hızlıdır. Olgun toprakların derinlerinde, kil, kireç, humus, sodyum vb ürünlerin yoğunlaştığı birikme horizonları gelişir. Onun da altında ana materyal vardır. Yeterince olgunlaşmamış veya erozyona uğramış topraklarda bu horizonların bir bölümü bulunmayabilir. Ormanlarda üstte taze ve ayrılmış organik ürününce zengin horizonlar da bulunabilir.



Toprağı oluşturan taneleri gruplandırmak.

Toprağı oluşturan taneler, 2 mm sınırının üzerindeyse, iskelet olarak adlandırılır. Daha küçük taneler ise, 2-0,05 mm arası kum, 0,05-0,002 mm arası mil, daha küçük taneler de kil adını alır. Kum içeriği yüksek olan toprakların su iletimi ve havalanmaları iyi, besin maddesi ve su tutma özellikleri ise kötüdür, bunlara kaba veya hafif bünyeli toprak da denir. Kil kapsamı yüksek toprakların su tutma ve bitki besin maddesi kapsamı genellikle iyi ise de, fiziksel verimlilikleri düşüktür. Bu topraklar da ince bünyeli veya ağır toprak olarak anılır. Gözenek büyüklükleri dağılımına bağlı fiziksel verimlilik yönünden en uygun topraklar, milli, tınlı gibi orta bünyeli olanlardır.



Toprakta kümeleşmenin sonuçlarını değerlendirmek.

Milyonlarca toprak taneciğinin çeşitli zamlarla bir araya gelip, kümeler oluşturması ve toprakta ki çeşitli zamlarla birbirine bağlanması sonucu, agregat denen yumaklar oluşur. Suyla dağılıp parçalanmayan agregatlar, toprağın su tutma, havalanma, su iletimi gibi fiziksel verimlilikleri yönünden en uygun ortamlardır. Ayrıca, toprak tanelerinin erozyonla yok olmasını engellerler. Toprakta en aranan yapı küresel (granüler) yapı

dır. Organik maddenin artırılması, toprak işlemlerin azaltılması, ekim nöbeti uygulamaları, koloid tanelerinin yüzeylerindeki tek değerlikli sodyum iyonlarının kalsiyum iyonlarıyla yer değiştirmesine ortam hazırlanması gibi önlemler, toprak yapısını korumaya yardımcı olur.



Toprakta hacim ağırlığı ile, yoğunluk kavramlarını ayırt etmek.

Toprağın çeşitli ürünlerden oluşmasına karşın, uygulamada ortalama bir yoğunluğa sahip olduğu kabul edilir. Bu değer $2,5-2,7 \text{ g/cm}^3$ arasındadır ve birim hacimdeki katıların kütesini verir. Toprağın gözeneklerini de göz önüne alan ve uygulamada su, gübre vb hesapları için daha önemli olan hacim ağırlığı ise, birim hacimdeki toprağın kütesidir. Hacim ağırlığı, topraktaki boşluk miktarı ile ilişkili olduğundan, sık değişir. Örneğin toprağın üzerinden araç geçtiğinde azalır. Toprak, işlemeye kabartıldığında ise artar.



Toprak rengi, kıvamı ve nemi gibi fiziksel özellikleri açıklamak.

Toprak rengi ısınma soğumanın yanı sıra, toprağın verim gücü hakkında da bilgi sağlar. Toprağa organik madde koyu, kireç ise açık renkler kazandırır. Kırmızı - kahve tonları, toprağın iyi havalandığının, çünkü demir bileşiklerinin yükseltgendliğinin göstergesidir. Toprak, kendi özelliklerine ve nem kapsamına bağlı olarak, dağılgan, sert, plastik, akışkan, esnek gibi özellikler gösterir. Kıvam adı verilen bu özelliklerden uygulamada yararlanılır. Örneğin nem kapsamı plastik sınıra yaklaştığında veya toprak sert ve kuru iken işlenmez. Bitkiler suyu topraktan belirli bir enerjiyle aldıkları için, ondan kolay yararlanmaları için toprakta suyun tutulma enerjisi önemli bir kavramdır. Toprakta yer çekimine karşı tutulan en fazla su kapsamına tarla kapasitesi denir ve bu noktada bitkinin yararlanabileceği su en fazla kabul edilir. Köklerin, bitkinin harcadığı suyu karşılayamadığı noktaya da solma noktası denir, bitkilerce alınabilir suyun sıfır olduğu varsayılır.

Kendimizi Sınayalım

1. Toprakta köklerin ve mikroorganizmaların en yoğun olduğu horizon hangisidir?
 - a. A
 - b. B
 - c. C
 - d. D
 - e. E
2. Toprakta birikme horizonu hangi simgeyle gösterilir?
 - a. A
 - b. B
 - c. C
 - d. D
 - e. E
3. Aşağıdakilerden hangisi toprağın fiziksel verimlilik öğelerinden biri **değildir**?
 - a. İyi havalanma
 - b. Bol su tutma
 - c. Suyun aşağı ve yukarı hareketlerine izin verme
 - d. Kolay ısınma
 - e. Yeterli miktarda besin maddesi içermeye
4. "Hafif toprak" terimi toprak biliminde neyi anlatır?
 - a. Yoğunluğu düşük olan toprağı
 - b. Taşı az olan toprağı
 - c. Kum kapsamı yüksek olan toprağı
 - d. Kil kapsamı yüksek olan toprağı
 - e. Hacim ağırlığı düşük olan toprağı
5. Toprak tanelerinin çeşitli zamlarla oluşturduğu kümelere ne denir?
 - a. Kesek
 - b. Çakıl
 - c. Kil
 - d. Agregat
 - e. Yumak
6. Aşağıdakilerden hangisi tarımcının en çok isteyeceği yapıdır?
 - a. Teksel yapı
 - b. Küresel (granüler) yapı
 - c. Masif yapı
 - d. Levha yapı
 - e. Blok yapı
7. Çiğnenen toprağın hacim ağırlığının artış sebebi aşağıdakilerden hangisidir?
 - a. Yoğunluk artmıştır.
 - b. Bitki kökleri zarar görmüştür.
 - c. Mikroorganizma etkinlikleri sınırlanmıştır.
 - d. Boşluk miktarı azalmıştır.
 - e. Toprağın organik yapısı değişmiştir.
8. Arazide altı ve üstü açık, hacmi belli bir silindiri toprağa gömüp içini toprakla doldurarak, hangi özellik belirlenebilir?
 - a. Toprak bünyesi
 - b. Toprak yapısı
 - c. Hacim ağırlığı
 - d. Topraktaki agregat yüzdesi
 - e. Toprağın taşlılığı
9. Esneklik (elastikiyet) hangi topraklara özgü bir özelliktir?
 - a. Organik toprak
 - b. Kumlu toprak
 - c. Tınlı toprak
 - d. Killi toprak
 - e. Islak toprak
10. Toprakta bitkilerce alınabilir suyun alt ve üst sınırı ne kabul edilir?
 - a. Suyla doymunluk - tarla kapasitesi
 - b. Tarla kapasitesi - solma noktası
 - c. Suyla doymunluk - solma noktası
 - d. Suyla doymunluk - tam kuruluk
 - e. Tarla kapasitesi - tam kuruluk

Okuma Parçası

Toprakta nem tayini: Bir cam veya metal kabın darası alınır. İçine bir miktar toprak doldurulup tartılır. Kap, sıcaklığı 105°C ye getirilmiş bir kurutma dolabında bir iki gün bekletilirken, arada bir tartılır. Tartımların değişmez olduğu noktada, artık toprağın yitireceği su kalmadığı anlaşılır. Dolaba koyarken ve çıkardıktan sonraki ağırlıklardan dara çıkarılır. Toprağın başlangıçtaki nem miktarını bulmak için aşağıdaki denkleme başvurulur:

$$100 \times (\text{Yaş ağırlık} - \text{kuru ağırlık}) / \text{kuru ağırlık} = \% \text{ nem}$$

Kendimizi Sınayalım Yanıt Anahtarı

1. a Yanıtınız yanlışsa “Toprak Profili” bölümünü yeniden inceleyiniz.
2. b Yanıtınız yanlışsa “Toprak Profili” bölümünü yeniden inceleyiniz.
3. e Yanıtınız yanlışsa “Toprak Bünyesi” bölümünü yeniden inceleyiniz.
4. c Yanıtınız yanlışsa “Toprak Bünyesi” bölümünü yeniden inceleyiniz.
5. d Yanıtınız yanlışsa “Toprak Yapısı” bölümünü yeniden inceleyiniz.
6. b Yanıtınız yanlışsa “Toprak Yapısı” bölümünü yeniden inceleyiniz.
7. d Yanıtınız yanlışsa “Hacim Ağırlığı” bölümünü yeniden inceleyiniz.
8. c Yanıtınız yanlışsa “Hacim Ağırlığı” bölümünü yeniden inceleyiniz.
9. a Yanıtınız yanlışsa “Toprak Kıvamı” bölümünü yeniden inceleyiniz.
10. b Yanıtınız yanlışsa “Toprak Nemi” bölümünü yeniden inceleyiniz.

Sıra Sizde Yanıt Anahtarı

Sıra Sizde 1

Toprak kesitini incelediğinizde, ilk bakışta rengin yukardan aşağı açıldığını, köklerin azaldığını ve varsa taşların arttığını gözlersiniz. Dikkatli bir göz, horizon denen yatay toprak katmanlarını da birbirinden ayırt edebilir. Özellikle kireçleşme etkisinde oluşmuş topraklarda derinlerde, ceviz büyüklüğüne ulaşabilen beyaz kireç yumruları dikkati çeker.

Sıra Sizde 2

Kumlu topraklar hafif ıslatılıp elde ovulduğunda, pütürlü, milli topraklar kadife yumuşaklığı hissi verir. Killi topraklar ıslatıldığında plastik özellik kazanır veya eli boyar.

Sıra Sizde 3

Kuru bir havada topraktan çıkardığınız bitki köklerinde, mercimek büyüklüğünde toprak kümelerinin kökle birlikte çıktığını gözleyeceksiniz. O toprak kümelerine agregat veya ped denir.

Sıra Sizde 4

Tuz eklenen kavanozda tuzun bileşimindeki sodyum, topraktaki kümeleri bozarak, onları teksel duruma getirir. Birbirinden ayrılan kil tanelerinin dibe çökmeleri zorlaşacağından, süspansiyon daha bulanık görünür.

Sıra Sizde 5

Köklerin üst organlara su yetiştirmekte zorlandığı ortamlarda, yapraklar pörsür. Bu olay su tüketiminin arttığı, günün sıcak saatlerinde daha net gözlenir. Gecele ri bitki yapraklarının daha diri görünmesi, köklerin yuka rıya su yetiştirmede fazla zorlanmadıklarını gösterir.

Yararlanılan Kaynaklar

- Akalan, İ. (1988). **Toprak Bilgisi**, Ankara Üniversitesi, Ankara.
- Altınbaş, Ü., Çengel, M., Uysal, H., Okur, B., Okur, H., Kurucu, Y., Delibacak, S. (2004). **Toprak Bilimi**, Ege Üniversitesi, İzmir.
- Atalay, İ. (2006). **Toprak Oluşumu, Sınıflandırılması ve Coğrafyası**, Çevre ve Orman Bakanlığı, Ankara.
- Eltan, E. (1998). **İçme ve Sulama Suyu Analiz Yöntemleri**, Köy Hizmetleri Gn Md, Ankara.
- Eyüpoğlu, F. (1999). **Türkiye Topraklarının Verimlilik Durumu**, Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü, Ankara.
- Koolen, A.J., Kuipers, H. (1983). **Agricultural Soil Mechanics**. Springer Verlag, Berlin.
- Munsuz, N., Ünver, İ. (1995). **Su Kalitesi**, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Ankara.
- Yıldız, D., Özbay, Ö. (2009). **Su ve Toprak**, USİAD, İstanbul.

3

Amaçlarımız

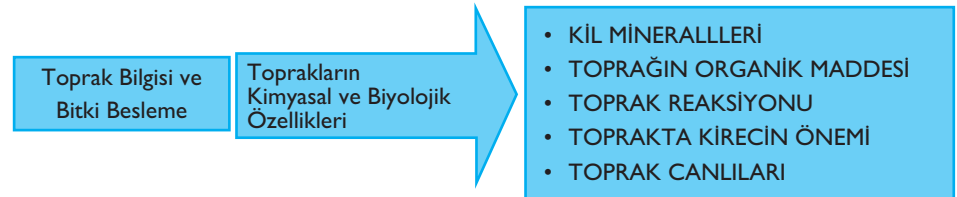
Bu üniteyi tamamladıktan sonra;

- Kil minerallerinin yapısını ve topraktaki işlevlerini değerlendirebilecek,
- Organik maddenin topraktaki işlevlerini açıklayıp, en önemli organik madde bileşeninin humus olduğunu irdeleyebilecek,
- Toprakta asitlik ve alkaliliğin etkilerini açıklayabilecek,
- Kirecin topraktaki işlevlerini sınıflandırabilecek,
- Toprakla, toprak canlıları arasında daha yakın bağ kurabileceksiniz.

Anahtar Kavramlar

- Kil Mineralleri
- Humus
- pH
- Kireç
- Mikroorganizmalar

İçindekiler



Toprakların Kimyasal ve Biyolojik Özellikleri

KİL MİNERALLERİ

Killer, toprağa başlıca özellikler kazandıran en önemli mineral grubudur. Toprakta hemen hiçbir olay düşünülemez ki, killerin doğrudan veya dolaylı etkisi olmasın. Toprağın en önemli inorganik mineral grubu kuşkusuz killerdir. Bu minerallerin büyük bölümü, kayalarındaki silikatlı birincil minerallerin önce ayrışıp, sonra yeni ürünler oluşturmasıyla ortaya çıkmıştır. Kil minerallerinin büyük bölümü 0,002 mm'den küçük kristalli ve levha şeklindedir. Taşkürede en bol bulunan iki element oksijen ve silisyumdur. Doğal olarak killerin yapıtaşlarında bu iki elementin önemli yeri vardır. Kil levhaları silisyum (Si) levhası ve alüminyum (Al) levhası biçiminde iki levha grubundan oluşur. Oluşum koşullarına göre yüzlerce kil minerali çeşidi vardır. Kil taneleri, gerçek çözeltilerde olduğu gibi iyon veya moleküllerden oluşmaz. Yine de öyle küçüktürler ki, mikroskopla görülemez, varlıkları katıldıkları olaylarla anlaşılabilir, görülmeleri için X-ışın kırınımı, elektron mikroskopu gibi özel aygıtlar gerekir. Bu minerallere **inorganik toprak kolloidi** denir. Boyutlarının düşüklüğü, bu minerallerin su ve rüzgâr gibi taşıyıcılarla uzaklara taşınmasına ortam hazırlar. Silisyumun tümüyle yıkanıp uzaklaştığı tropikal topraklarda geriye kalan demir ve alüminyum oksitler, silisyum içermeseler de, kil minerallerinin en yaşlı üyeleri olarak kabul edilmektedir.

Killer, nemliken çoğunlukla plastik, kuruyken serttir. Yedi yüz derecenin üzerine ısıtıldıklarında, seramikleşme denen, kalıcı yapısal, kimyasal ve mineralojik değişikliklere uğrarlar. Tıpta ve yapı işlerinde kullanılmalarının yanı sıra;

- Seramik,
- Kâğıt,
- Kozmetik,
- Çimento,
- Endüstriyel filtreleme,
- Tarım ilaçlarının yapımı gibi endüstriyel amaçlara da hizmet etmektedirler.

Kil Tipleri

Uygulamada kil tipleri ikiye ayrılır: İki silisyum levhasının arasında bir alüminyum levhası varsa, buna 2:1 tipi (Si-Al-Si) kil denir. Diziliş bir silisyum, bir alüminyum levhası şeklinde olursa, buna da 1:1 tipi (Si-Al) kil denir. 2:1 tipi killerde levhalar birbirine zayıf oksijen bağlarıyla tutturulduğundan esneyebilir. Böylece levhaların arasına su molekülleri başta olmak üzere, küçük molekül ve iyon-

Kolloid tanelerinin basit tanımı, "suda kolay kolay çökmeyip uzun süre askıda kalabilen en iri taneler" biçiminde yapılabilir.

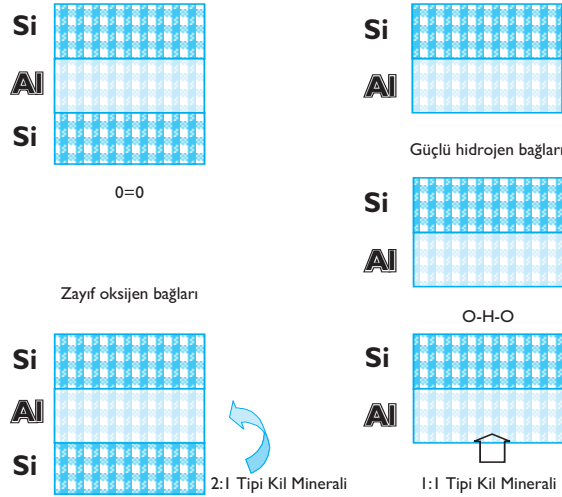
Kaolin ve attapulgit killeri, günümüzde ishal önleyici ilaçların yapımında kullanılmaktadır.

lar girebilmektedir. Bu killerin büyük bölümü genişleyebilir özelliktedir. Bunlarda yüzey alanı hesabına hem kilin dış yüzeyleri, hem de levhalar arasındaki iç yüzeyler dâhil edilir. Genişleme yeteneği olmayan tek kil türü, potasyumca zengin **illit** mineralidir. Genişleyebilir 2:1 tipi killerin yaygın üyeleri ise **montmorillonit** ve **vermikulit**dir. Bu kil levhalarının arasına suyun girmesi sonucu esneme, ıslanan toprağın şişmesinin başlıca nedenidir. Ortam kurudukça suyun levhaların arasından çıkması, toprağın yeniden büzülmesine ve çatlamalara neden olur. Genç killerin büyük bölümü 2:1 tipi olup, ülkemiz toprakları da bulunduğumuz ılıman ve yarı kurak coğrafya nedeniyle genellikle gençtir, üstelik killerin önemli bölümü ortamdan yıkanıp uzaklaşma fırsatı bulamamıştır. Yani Türkiye topraklarında özel alanlar dışında kil oranı yüksek olup, bunların da önemli bölümü 2:1 tipi killerdir.

Toprak oluşumunun hızlı olduğu bölgelerde killer de yaşlanarak, önce 1:1 tipine sonra da demir-alüminyum silikatlara dönüşür. **Kaolinit**, bilinen en yaygın 1:1 tipi kildir. Silisyum ve alüminyum levhalarının arasında kalan boşluklar, arasındaki güçlü hidrojen bağlarından dolayı dar ve katıdır, esnemez. Bu nedenle 1:1 tipi killerin arasına su molekülü ve diğer iyonlar giremez. Bu killerde yüzey alanından söz edilirken, yalnızca dış yüzeyler göz önüne alınır. Su alınca şişme özellikleri yoktur.

Şekil 3.1

Kil tipleri



Bir diğer kil minerali grubu da, volkanik küllerde bulunan allofanlardır. Bu killerin kristalleri seçilemediği için, allofanlara **şekilsiz** (amorf) killer denir. Allofanların yüzey alanları fazla olup, bitki besin maddesi ve su tutma özellikleri yönünden verimli topraklar oluştururlar. Allofanlar ayrıca çok gözenekli (kabarcıklı) ortamlar olduğu için, hacim ağırlıkları normal topraklardan daha düşük, su tutma yetenekleri ise daha yüksektir.

SIRA SİZDE

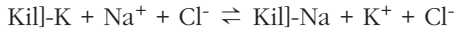


Toz haline getirdiğiniz bir avuç toprağı yavaş yavaş ıslatarak, bu sırada ortaya çıkan değişimleri not ediniz.

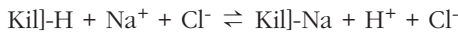
Kasyon Değişimi

Killerin yüzeylerinde, oluşumlarına bağlı olarak eksi elektrik yükleri bulunur. Bu yükler, toprak çözeltisinden kaynaklanan artı yüklü iyonlarla, yani katyonlarla nötrleştirilir. Kil yüzeylerindeki bu katyonlar, çözeltide başka bir katyon arttığında, ya da bitki kökleri oradan yeterli güçle çekebildiklerinde, tutundukları yüzeyden ayrılabilir. Yerleri hemen başka bir katyonla doldurulur. Bu nedenle, killerin yüzeyinde tutulan katyonlara **değişebilir katyon** denir. Genişleyebilir killer, hem iç yüzeyleri, hem de 1:1 tipi killere göre genellikle daha küçük taneli olmaları nedeniyle yüzeylerinde daha fazla eksik yük taşır, dolayısıyla katyon değiştirme yetenekleri çok yüksektir. Killerin yüzeyindeki eksi yüklerin toplamı **katyon değiştirme kapasitesi** olarak adlandırılır. Bu kapasite sodyum, potasyum, kalsiyum gibi bazılarca doyurulursa, toprak alkali özellik kazanır. Buna karşın yüzeylerde tutulan katyonların çoğunluğu hidrojen iyonları ise toprak asit nitelikli olur. Kilin veya toprağın toplam katyon değiştirme kapasitesine yüz denirse, bazların toplam miktarı yüzde olarak belirtilir ve buna **bazla doygunluk yüzdesi** denir. Yıkanmanın sınırlı olduğu yarı kurak bölgelerde bazla doygunluk yüzdesi, yüzde yüze yaklaşır.

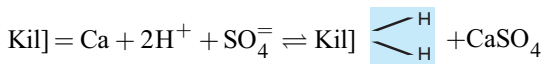
Killerin yüzeylerinde yüksek değerlikli katyonlar daha kuvvetli tutulur. Suyula çevrili yarıçapı küçük iyonlar da yüzeylerde güçlü tutulur. Katyonun çözeltideki derişimi fazlaştıkça kil (kolloid) yüzeyinde tutulma oranı da artar. Buna göre bir katyonun toprak çözeltisindeki miktarı arttığında, bu katyonların bir bölümü kolloid yüzeylerinde tutulmaya başlar. Orada bulunan başka bir katyonu çözeltiye iter. Olayın günlük yaşamdaki önemini birkaç örnekle açıklamak gerekirse; örneğin toprağa mutfak tuzu (sodyum klorür) ekleyelim.



Çözeltide potasyum klorür (KCl), kil yüzeyinde ise sodyum (Na) artacaktır. Bu olay, ortama yeniden potasyum eklendiğinde geri dönebileceği için, çift yönlü okla gösterilmiştir. Eğer toprak asit özellikli olsaydı, kilin yüzeylerinde hidrojen fazla olacaktır:



Görüldüğü gibi asit toprağa nötr bir tuz eklendiğinde, çözeltideki hidrojen iyonları, yani asitlik artmaktadır. Öte yandan baz kapsamı yüksek olan bir toprakta kolloidal killer, dışarıdan gelebilecek elverişsiz asitliği tamponlayabilecektir. Toprağın tampon özelliğine ilişkin bir örnek:



Burada toprağa güçlü bir asit olan sülfürik asit eklendiğinde, kil yüzeyinde tutulan kalsiyum iyonlarının bir bölümü çözeltiye itilmekte, yerlerine hidrojen iyonları bağlanmaktadır. Açığa çıkan kalsiyum sülfat, nötr bir tuzdur, asitlik tamponlanmıştır.

Kil yüzeylerinde tutulan katyonlar, yağışlarla yıkanamaz. Ancak bitki kökleri, kil yüzeyine hidrojen iyonu vererek buradaki katyonu alabilir. Yani değişebilir katyonlar aynı zamanda bitki besin maddesi deposudur. Toprağın binlerce yıl süren besleyiciliğinin önemli nedenlerinden biri bu olaydır.

Killerden kaynaklanan önemli toprak özellikleri, tamponluk, plastiklik, agregat oluşturma ve şişme-büzülmedir.

TOPRAĞIN ORGANİK MADDESİ

Her türlü bitkisel ve hayvansal atık, toprağa ulaştığında biyolojik ve kimyasal tepkimelerle ayrışmaya, yeni ürünler oluşturmaya başlar. Bu ürünler, artık toprağın organik maddesi olmuştur. Hatta topraktaki canlı varlıklar da en azından çeşitli salgıları dolayısıyla, toprak organik maddesinin parçası sayılırlar. Organik madde mikroorganizmaların temel besini olmasının ve bitkilere besin kaynağı görevi yapmasının yanı sıra, toprakta fiziksel ve kimyasal olayların yürümesinde de etkilidir, görevleri ve yararları sayılamayacak kadar çoktur. İyi havalanma, bol su tutma, su ve hava iletkenliği, erozyona karşı direnç, yapının gelişmesi ve işlemenin kolaylaşması, besin maddelerinin bitkilere hazır durumda tutulması, zehirlere ve asitlik-alkaliliğe karşı tamponluk gibi görevlerde organik maddenin payı büyüktür. Organik madde kapsamı yüksek olan toprakların kolay işlendiği, daha fazla su tutup daha uzun süre nemli kaldığı, verimli olduğu, erozyona karşı direndiği gibi özellikler, çağlardan beri bilinmektedir. Killi topraklara organik madde karıştırılması onların yapışkanlığını azaltır, havalanmasını ve su geçirimsizliğini artırır. Kumlu topraklar organik madde ile zenginleştirilirse, bitkilerin beslenmesi ve su alması yönünden daha uygun bir ortam elde edilmiş olur. Ancak kumlu topraklarda organik madde ile elde edilen başarılar kısa süreli olmaktadır, çünkü bu topraklarda organik maddenin ayrışması çok hızlıdır.

Organik bileşiklerin on binlere varan sayıları onları gruplandırmayı zorlaştırsa da, yapı maddeleri karbonhidratlar, proteinler ve yağlar olarak üç başlık altında toplanabilmektedir.

Toprak organik maddesi sürekli değişim halindedir. Bu değişim bir ölçüde kimyasal tepkimelerle gerçekleşirse de, organik maddenin nitelik değiştirmesinde asıl etkili olan, mikroorganizmalardır. Karbonhidratlar gibi kimi ürünler birkaç saat içinde tümüyle değişime uğrayabilirken, selüloz ve lignin benzerleri daha dayanıklıdır. Toprakta nem, havalanma, sıcaklık, toprak reaksiyonu gibi koşullar elverişli olduğunda, organik maddenin ayrışması kolaylaşır, hızlanır.

Sık yapılan bir yanlış, her türlü karbonlu bileşiğin toprak organik maddesi olarak nitelenmesidir. Bu yaklaşımın yanlışlığı birkaç örnekle kolayca ortaya konabilir: Ham petrol bir organik bileşikler topluluğudur, ama toprağın organik maddesi sayılmaz. Benzer biçimde şampuan, deterjan, deodorant vb pek çok organik bileşik, toprağın organik maddesine olumlu katkı yapması bir yana, onun niteliklerini geriletir. Toprak organik maddesinden anlaşılmaması gereken, o ortamda doğal yaşamını sürdürdükten sonra toprağa dönen organik artıklar olmalıdır. Bu tür organik maddenin en kapsamlı kaynağı ise, yaşadıkları sıradaki salgıları ve kuruduktan sonra da kendi kalıntıları dolayısıyla kökler ve birim hacimdeki sayıları milyarlarla belirtilen ve birbirleriyle sürekli çatışma halinde olan canlı ve ölü mikroorganizmalardır. Geleneksel toprak organik maddesinde temel yapıtaşları karbon ve azot olduğu için, özellikle organik azot yüzdesi, çoğu araştırmacı tarafından toprağın humus veya organik madde miktarını kestirme aracı olarak kullanılmaktadır. Kuru organik maddedeki azot oranı, pratik amaçlı hesaplamalarda % 1,8 olarak ele alınmaktadır. Organik maddedeki karbonun azota oranı ise 11:1 dolayındadır, yani normal olarak kuru organik maddede, azot miktarının 11 katı kadar karbon bulunur. Kuşkusuz bu değerler ortama, bitkiye göre değişebilmektedir.

Türkiye yüzey topraklarının % 43,8'sinde organik madde miktarı % 1-2 arasında, yani azdır. Organik maddenin % 4'ün üzerinde, yani yüksek olduğu yüzey topraklarının miktarı ise, Karadeniz'de orman altları başta olmak üzere, % 4,6 kadardır.

Humus

Humus, organik maddenin toprak açısından en önemli yapı taşıdır. Humus, toprağa özgü, koyu renkli, ipliksi, suda çözünmeyen ve uzun ömürlü organik bileşikler topluluğudur. Ana maddesi lignin ise de, organik ürünler mikroorganizmaların saldırısı ve kimyasal tepkimelerle öyle büyük değişime uğrar ki, başlangıçtaki organik ürünün anlamı kalmaz. Yani humusun kökeni bitkisel veya hayvansal bir organizma olabilir, ama artık hangisi olduğu anlaşılmamaktadır, çünkü humus oluşumu sırasında ayrışma ve yeni bileşikler oluşturmak üzere sentezlenme olayları birlikte gerçekleşmektedir. İpliksi humus molekülleri oluşurken, azot ve oksijen köprülü görevi yapar. Yani humusun temel taşlarından biri de azottur.

Mikroplara karşı çok dayanıklı olmakla birlikte, zaman içinde humusun bileşiminde değişiklikler olmaktadır. Yüzeylerindeki yüklerden dolayı yüksek bir katyon değişimi ve sınırlı ölçüde de anyon değişimi potansiyeli vardır. Humus, **organik kolloid** olarak tanımlanır. Humusun katyon değişim kapasitesi, en yüksek kapasiteye sahip kil minerallerinin bile birkaç katına varabilmektedir.

Kimi humus bileşikleri, killerin çevresini sararak, onlara daha yüksek tamponlama, katyon tutma, agregatlaşma gibi özellikler kazandırır.

Genelde organik madde miktarı toprakların üst horizonlarında yüksektir. Ancak, podzollaşmada olduğu üzere, humus derinlerde de birikebilmektedir.

Organik Maddenin Topraktaki İşlevleri

Toprakta organik maddenin etkileri, aşağıdaki gibi sıralanabilir:

- Toprak rengini koyulaştırması,
- Toprağın yapısını geliştirmesi,
- Su tutma ve su geçirgenliği yeteneğini artırması,
- Plâstikliği azaltması, esnekliği artırması,
- Katyon değişim kapasitesini büyük oranda artırması, toprağa anyon değişim yeteneği katması,
- Bitki besin elementlerini değişebilir formda veya kendi bünyesinde tutabilmesi, bitkilerin bunlardan yararlanabilmesi,
- Asit kökleri dolayısıyla, kimi elementleri minerallerden çözüp, bitkilere sunması,
- Toprakta mikroorganizmalar, solucanlar vb canlılar için başlıca besin kaynağı olması, toprak oluşumuna ve verimliliğine dolaylı etkiler.

Koşullara bağlı olarak organik madde ağır metalleri ve ilaç artığı, petrol ürünleri vb zehirli bileşikler zararlı konumda bünyesinde tutabilir. Pek çok canlı türüne barınma ortamı sağlayabilir. Yüzeyi örterek, toprağın ısınma-soğuma süreçlerini, havalandırmasını, nemliliğini, erozyona karşı direncini olumlu yönde etkileyebilir. Ayrışması sırasında açığa çıkan asitler aracılığıyla, toprak oluşumuna dolaylı katkı yapar.

Toprakta Organik Maddenin Korunması

Toprakta organik madde varlığını sürdürmenin en etkili yollarından biri, sürekli destek yapmaktır. Ahır gübresi, organik madde ve yeşil gübreleme, bitki besin maddesi desteklerinin başında gelir. Ancak taze ahır gübresi asitli ve yakıcıdır. Ayrıca, hayvanın yediği kimi bitkilerin tohumları ve hastalık yapıcı parazitler, sindirim sisteminden öylece geçerek, tarım arazisine bulaşma riski doğurur. Onun için ahır gübresi bir kenarda yığın olarak bekletilip, üzerinden bir kış geçmesi sağlanır.

Kızışma adı verilen bu süreçte, mikrobiyel etkinliklerle gübre aşırı ısınır ve yakıcı asit vb maddelerle birlikte çoğu tohum, hastalık etmeni ve parazit yok olur.

Bir diğer organik madde kaynağı, çöpler ve ağaç kalıntıları başta olmak üzere, çeşitli atıklardır. Yapraklar, talaş, posa, meyve, sebze kabukları, biçilmiş çim vb ürünler bir çukura doldurulup çürümeye bırakılır. Başlangıçta ortamın asitliğini gidermek için bir miktar toz kireç serpmek, mikropların daha etkili çalışmasını sağlamak için de azotlu gübre uygulamak daha iyi sonuç sağlar. Yığın arada bir karıştırılarak, yanmaya fırsat verilmez. **Kompost** denen bu organik gübre, ahır gübresi kadar değerli bir organik madde kaynağı olacaktır.

SIRA SİZDE



2

Ahırdan yeni çıkarılmış bir gübre yığını bulup, özellikle sabahın serin saatlerindeki gözlemlerinizi not alınız.

SIRA SİZDE



3

Kesip ortada bıraktığınız bir elma veya armudun niçin karardığını düşününüz. Bu olay, organik maddenin toprağa koyu renk kazandırmasıyla ilişkilendirilebilir mi?

Yetiştirilen bitkilerin hasat edilmeden tümüyle toprağa karıştırılmasına **yeşil gübreleme** denir. Bu uygulama ile toprakta organik madde artırılırken, bir yandan da erozyon önlenmekte ve fiğ, korunga gibi bir baklagil bitkisi yetiştirildiğinde toprağa azot bağlanmaktadır.

Kan tozu, öğütülmüş kemik, deniz yosunları ve su bitkileri, boynuz gibi başka organik artıklar da, toprağa organik madde kazandırmak için uygulanabilir.

Toprakta organik maddeyi korumanın bir diğer yolu, toprak işlemelerin az sayıda ve zamanında yapılmasıdır. Toprağa karıştırılan ve iyi havalanan nemli organik madde hızla ayrışır, bu gerçek unutulmamalıdır.

Yüzeyi uzun süre örten, güçlü kök yapısına ve yeşil örtüye sahip bitki yetiştiriciliği, toprakta organik madde miktarının sürekli destekleyicisi olur. Bu konuda çayır bitkileri, hızlı gelişip yüzeyi hemen örtmeleri ve saçak köke sahip olmaları dolayısıyla özel önem taşır.

Hasattan sonra bitki artıkları toplanmayıp toprağa karıştırılmalı ve biçerdöverin geride bıraktığı anız asla yakılmayıp, olabildiğince uzun süre yüzeyde tutulmalıdır. Erozyonu önleyici önlemler, toprakta organik maddenin korunmasına da katkı yapar.

Kentsel kanalizasyon suları ve bu atıkların arıtılması sırasında açığa çıkan çamurlar da, zengin organik madde ve bitki besin maddesi içerikleriyle kimi yerlerde kullanılmaktadır. Ancak yüksek tuz ve olası ağır metal içerikleri dolayısıyla bu tür atıkların kullanılması frenlenmeli, hiç değilse sürekli değil, ara sıra kullanılmalarına izin verilmelidir.

TOPRAK REAKSİYONU (pH)

Toprak reaksiyonu, toprağın asitlik veya alkaliliğini gösteren bir terimdir. Sulu çözeltilerde hidroksil (OH^-) ve hidrojen (H^+) atomlarının bir bölümü iyon halinde bulunur. Çözeltide hidroksil iyonlarının fazlalığı alkaliliğe, hidrojen iyonları ise asitliğe yol açar. Bu iki iyonun çözeltideki miktarlarının çarpımı her zaman sabittir ve oda sıcaklığında $(\text{H}^+) \times (\text{OH}^-) = 10^{-14} \text{ g/L}$ 'dir. Yani bir litre suda iyon halindeki hidrojen ve hidroksil miktarları çarpıldığında, $1/10^{14} \text{ g}$ değeri bulunur. Buna göre çözeltide hidrojen iyonları arttıkça hidroksil iyonları azalacaktır. Örneğin hidrojen iyonlarının derişimi $1/100\ 000 \text{ g/L}$ olduğunda, ortam asit özellik kazanacak ve hidroksil iyonlarının derişimi $1/1000\ 000\ 000 \text{ g/L}$ olacaktır.

Hidrojen iyonunun fazla olduğu asit ortamda bile sıfırların fazlalığı, olayı görmeyi zorlaştırır. Kolaylık için şöyle bir yol geliştirilmiştir: Yukarıdaki örnekte hid-

rojen derişimi $1/100\ 000$ veya 10^{-5} g/L'dir. Bu sayının logaritması alınıp eksi işaret atılırsa pH dediğimiz basit 5 sayısı ile karşılaşılır. Öyleyse, çözeltide hidrojen iyonları derişimi arttıkça kesrin paydasındaki sıfırlar azalacağından, pH değeri düşecektir. Çözeltilerde asitlik arttıkça pH düşer, alkalilik arttıkça pH yükselir. Bu değer en kuvvetli asit ortamda 0 olur. Çünkü böyle bir ortamda (örneğin derişik sülfürik veya hidroklorik asit), H^+ iyonlarının derişimi $1/1 = 10^0$ g/L'dir. Birin logaritması sıfırdır. En kuvvetli alkali ortamda (örneğin derişik sodyum hidroksit), çözeltinin pH'sı 14'tür. Daha yüksek olamaz. Çözeltinin nötr olduğu pH değeri 7'dir, bu durumda çözeltideki H^+ ve OH^- iyonlarının derişimleri birbirine eşit ve her biri 10^{-7} g/L'dir. Burada "p" basınç, H ise hidrojen iyonlarının kısaltmasıdır.

Temiz havalı bir yerdeki yağmur suyu bile, tanelerin aşağı inerken bir miktar karbondioksiti bünyelerine alıp karbonik asit (H_2CO_3) oluşturması nedeniyle hafif asit özellik gösterir, reaksiyonu 5,5-6,5 pH arasında değişir.

Toprak Reaksiyonunun Ölçülmesi

Toprak çözeltisinin reaksiyonu pH metre ile ölçülür. Ölçüm, belirli oranlardaki toprak - arı su karışımında, su ile doymuş çamurda veya bu çamurdan vakumla elde edilen süzükte yapılabilir. Laboratuvar ortamında çözelti pH'ları 0-14 arasında değişirse de, topraklarda böyle aşırılıklar olmaz. Alt ve üst sınırlar en fazla 2,5-10 pH değerleri arasında oynayabilir. Piyasada, pille çalışan, taşınabilir pHmetreler bulunabilmektedir.

Pratik amaçlarla toprak reaksiyonunu belirlemede boya yönteminden yararlanılır. Bu yöntemde çamura boya karıştırılıp pH değerine bağlı renge bakılmaktadır. Daha basit bir yöntem olarak, her bir pH aralığında farklı renge bürünen, önceden boyaya batırılmış kâğıtlar da kullanılmaktadır. Burada ölçüm duyarlığı 0,5 pH kadar olmaktadır.

Toprağın Tamponluğu

Toprakta asitlik veya alkaliliğin oluşması ve değiştirilmesi, bir deney tüpünden çok daha karmaşık olaylarla gerçekleşir. Aygıtlarla ölçülen pH değeri, toprak çözeltisindeki serbest hidrojen ve hidroksil iyonları hakkında bilgi verir. Buna ölçülebilir veya aktif asitlik denir. Kil ve humus gibi toprak kolloidlerinin yüzeylerinde, bunun yüzlerce katına varan oranlarda hidrojen iyonu değişebilir, yani yerini başka bir katyona bırakıp çözeltiye geçebilir durumda tutulmaktadır. Değişebilir yüzeylerden kaynaklanan ve potansiyel asitlik olarak adlandırılan bu asitliğin kalıcılığı, topraklarda pH değişiminin zorluğunun yanı sıra toprağın elverişsiz asitlik ve alkalilik olaylarına karşı tamponluğunu da göstermektedir. Örneğin asit özellikli bir toprağa bir baz eklendiğinde, çözeltiden eksilecek hidrojen iyonlarının yerini almak üzere hemen değişim yüzeylerindeki hidrojen iyonlarının bir bölümü serbest kalır. Böylece toprak, dışarıdan gelebilecek pH değişimlerine karşı uzunca süre direnç gösterir. Kil ve humus gibi kolloid kapsamı yüksek olan toprakların tamponlama yeteneği de yüksek olur. Buna karşın kumlu topraklarda tamponlama yeteneği düşüktür. Nötr ve alkali topraklarda kirecin varlığı, dışarıdan gelebilecek asit karışımalarına karşı, kolloidlerden ayrı bir tamponlama daha sağlar.

Toprak pH'sı, yine de günlük ve mevsimlik olarak küçük sapmalar gösterebilir. Örneğin bitki köklerinin ve mikroorganizma etkinliklerinin en yoğun olduğu ilkbahar aylarında çıkan karbondioksitin yüksekliği, toprak asitliğini bir miktar artırır, pH'yı düşürür. Çiftlik gübresi uygulandıktan sonra da, organik maddelerin ayrışması sırasın-

da açığa çıkan çeşitli asitler, pH'yı düşürebilir. Üst üste asit gübrelerle gübrelenen topraklarda, zamanla asitlik artar. Bu nedenle, toprakları asitliğe yakın olan Karadeniz Bölgesinde amonyum sülfat $[(NH_4)_2 SO_4]$ gibi asitliği artırıcı gübreler önerilmez.

Asitlik ve Alkaliliğin Nedenleri

Toprak oluşum sürecinin önemli evrelerinden biri hidroliz olup, killerin yapışmasını kuran bu olay sırasında açığa çıkan bazlar toprağın bazla doygunluk yüzdesini yükseltmeye katkı yapar. Kurak ve yarı kurak bölge topraklarında bazla doygunluk yüzdesinin hemen hiçbir zaman % 90 düzeyinin altına inmemesinin nedeni bu olaydır. Ancak yağışlı yörelerde bu bazlar yıkandıklarında, yerlerini hidrojen iyonları almaya ve toprak asit özellik kazanmaya başlar. Bu durumda toprak asitleşmeye, asitlik artışı da, çözünürlükleri artırmaya başlar, yani ortamdaki bazlar giderek daha kolay yıkanır.

Toprak Reaksiyonunun Uygulamadaki Önemi

Toprak pH'sı uygulamada çeşitli açılardan önemlidir. Birtakım bitkiler sağlıklı gelişme için belirli pH aralığına gerek duyar. Örneğin çay asit toprakları, yonca hafif alkali toprakları sever. Gerçi mandalina, fasulye gibi toprak pH'sına fazla bağımlı olmadan da gelişebilen bitkiler vardır, ama bunların sayısı sınırlıdır.

Toprakta genişerek bitkiyi hasta eden mikroorganizmaların büyük bölümü, belirli pH aralığında aşırı gelişir. Hastalık yaygınlaşır. Modern tarımda, bu tür hastalıkların önlenmesinde ortamın pH'sını düzenlemek de yer almaktadır.

Toprak pH'sının önemli etkilerinden biri de, besin maddelerinin bitkiler için alınabilirliğini doğrudan veya dolaylı olarak düzenlemesidir. Bitkiler, besinlerinin tamamına yakın bölümünü mineral maddelerden sağlar. En önemli bitki besin maddelerinden olan azotun başlıca kaynağı organik maddedir. Yani bitkinin toprakta yararlanabileceği azotu bulmak için organik maddenin ayrışması büyük önem taşır. Bu işi yapacak mikroorganizmalar ise ancak belirli pH aralıklarında başarılı olur. Aksi taktirde toprak organik maddesinin bir bölümü çeşitli yollarla kayba uğrar, örneğin amonyağa dönüşüp gaz halinde uçup gider. Bitkiye sürekli azot desteği için, toprakta pH değerlerinin 6-7 arasında, yani toprak reaksiyonunun hafif asitle nötr arasında olması istenir. Bir diğer önemli besin maddesi olan fosfor bileşiklerinin, yani fosfatların bitkilere en yararlı olduğu pH aralığı 6,5-7 arasındadır. Diğer besin elementlerinin çözünürlüğü ve dolayısıyla yıkanabilirliği veya bitkiler tarafından alınabilirliği, toprak çözeltisinin pH değeri ile yakından ilgilidir. Sonuç olarak, bitki gelişimi için en uygun pH aralığının 6-7, yani hafif asit ile nötr arası olduğu söylenebilir. Yine de, bitkilerin uygun pH istekleri ve elverişsiz pH değerlerine karşı dirençleri arasında farklar olduğu dikkate alınmalıdır.

Toprak pH'sı, birçok zehirli maddenin etkisinin artmasına veya azalmasına neden olur. Genellikle asitlik arttıkça bakır, kurşun, alüminyum gibi ağır metaller başta olmak üzere, çözünürlük artar. Böylece ortaya çıkan çözünmüş ürünlerin bir yandan yıkanması, öte yandan bitkilerce alınması kolaylaşmış olur.

TOPRAKTA KİRECİN ÖNEMİ

Kireç toprakta çok ince tozdan, taş-kayalara varacak irilikte ve tebeşir gibi yumuşak kireçten, sert kireçtaşına dek değişen sertliklerde bulunabilir. Toprakta kireç, bitkiler için önemli bir kalsiyum kaynağı olmasının yanı sıra, çok sayıda işleve sahiptir. Birçok olay kireç tarafından yönlendirilir, hızlandırılır veya yavaşlatılır. Uygun düzeydeki kirecin yararları şunlardır:

Tarım topraklarımızın yaklaşık yüzde 62'si hafif alkali, % 30 kadarı da nötr reaksiyonludur.

- Mikrobiyel etkinliklerin düzenlenmesi, mikropların gerek duyacağı besin maddelerinin yarayışlılığı, yararlı mikroorganizma sayısında artış,
- Fiziksel özelliklerin düzenlenmesi, toprak tanelerinin paketlenmesi, çimen-tolanması, yumak oluşumu vb,
- Zehirli bileşiklerin nötrleştirilmesi, yıkanmasının kolaylaşması,
- Bitki hastalıklarının azalması,
- Bitki besin maddelerinin yarayışlılığının artması,
- Toprak reaksiyonunun düzenlenmesi, asitliğin önlenmesi, tamponluk,
- Dezenfeksiyon.

Kireç toprağın yararlı bir bileşeni olmakla birlikte, aşırılığı kimi zararlara da yol açabilir. Fazla kirecin olası zararları aşağıdaki gibidir:

- Bitki besin maddelerinin yarayışlılığı sınırlanır.
- Bitkilerde madde değişimi (metabolizma) bozuklukları görülebilir. Örneğin kökler tarafından alınan kimi besin maddeleri, toprak üstü organlara yeterince taşınmaz.
- Toprakta sert katman oluşabilir.
- Toprağa tek seferde büyük miktarda kireç eklenirse, bitkiler şoka girebilir.

Toprağın Kireçlenmesi

Kireci az veya yetersiz olan bir toprakta kireçleme yapılacaksa, ekim, dikimden veya bitkilerin kış uykusundan uyanmasından en az bir ay önce uygulama bitmiş ve kireç toprağa karışmış olmalıdır. Kireç asit toprağa uygulandıktan yaklaşık bir ay sonra etkisini göstermeye başlar ve bu etki yaklaşık altı ay sonra doruğa ulaşır. Buna göre örneğin baklagillerde 7-8 ay önceden kireçleme yapmak gerekebilir. Kireçleme ile birlikte gübreleme de gerekiyorsa, kireçlemenin gübrelemeden bir ay kadar önce yapılması, gübrenin yarayışlılığını olumlu yönde etkiler.

Toprak pH'sını bir seferde bir birimden fazla yükseltecek kireçlemeden kaçınılmalı, işlemler sabırla, birkaç aylık aralarla, uygulanacak kireç bölünerek yürütülmelidir. Yağışın fazla olduğu Doğu Karadeniz Bölgesinde kireçleme işleminin 5-6 yılda bir yinelenmesi gerekebilir. Bu konuda en güvenilir ipuçları bitkilerin sağlık durumları ve toprağın ölçülen pH değeri olmalıdır. Eğer toprak derinlerde de asit özelliğini koruyorsa, kireçlemeden sonra olabildiğince derin sürümle toprak iyice karıştırılmalı ve kirecin derinlere de yıkanması sabırla beklenmelidir.

Eklenmesi gereken kireç miktarı toprağın asitlik düzeyi, asit toprak derinliği, toprağın katyon değişim kapasitesi ve buna bağlı tamponluğu, yetiştirilecek ürün, uygulanacak kireçli maddenin saflık düzeyi (örneğin marında kireç oranı % 40-70 arasında değişir) ve iriliği gibi çok sayıda etmene bağlıdır. En doğrusu, küçük alanlarda ön denemeler yapıp değişimi izlemek ve uygulamayı sabırla sürdürmektir.

Türkiye'de Karadeniz Bölgesi dışında tüm bölgelerde toprağın kireç kapsamı yeterli veya yüksektir. Yeterli kireç içeren toprakların pH aralığı çoğu zaman 7-8,3 arasındadır. Kirecin katyonları kalsiyum ve magnezyum tarafından kuruluysa buna dolomitik kireç denir. Kille karışık kirece ise marn adı verilmektedir.

Endüstride veya yapı işlerinde kullanılan kireç tarımsal amaçla kullanılmaz, bitkileri yarar. Arazide kullanılacak kirecin büyük bölümü, öğütülmüş kireçtaşı (CaCO_3) olmalıdır. Bu kireçtaşı, kireç ocaklarında hammadde olarak kullanılır.



DİKKAT

Bir yol yarmasında durarak, biraz derinlerdeki beyaz renkli kireç yumrularını gözlemleyiniz. Üzerine tuz ruhu, limon suyu veya sirke dökerseniz, köpürmeyi izleyebilirsiniz.



SIRA SİZDE

4

TOPRAK CANLILARI

Topraktaki onbinlerce tür canlının yaşam kaynağı organik madde veya topraktaki diğer canlılardır. Bunların büyük bölümü organik ürünleri parçalayıp ayrıştırma, mineralize etme (inorganik bileşiklere çevirme), yeni organik ve organomineral ürünler oluşturma görevi üstlenmiş olup, çok azı inorganik ürünleri değişikliğe uğratar. Canlıların ve özellikle mikroorganizmaların topraktaki işlevlerini diğerlerinden soyutlamak neredeyse olanaksızdır. Çoğu zaman bu canlılar birlikte çalışıp, organik ürünü kimyasala değişikliklere uğratırlar. Örneğin azotlu organik bileşiklerden, bitkilerin temel azotlu besini olan nitrata geçişte onlarca, yüzlerce mikroorganizma grubu görev alır. Toprak canlıları geniş ölçüde yararlı organizmalar olup, zararlıların sayısı sınırlıdır. Toprakta üstlendikleri görevler aşağıda özetlenmiştir:

Toprak canlılarının yaşamsal önemi son dönemde daha iyi anlaşılmaktadır. Örneğin iklim değişikliğinde, yani küresel ısınmada karbondioksit salımının, atmosferde bu gazın artışının en önemli etmen olduğu öne sürülmektedir. Buna göre karbonu yerkürede tutacak önlemler önem kazanmaktadır. Toprakta karbonatlı minerallerin oluşmasında, basit anlatımla karbonun taşlara bağlanmasında mikroorganizmalar yaşamsal görevler yapar.

Toprak canlıları, toprağa dönen artıkları ayrıştırıp, yeni ürünlere çevirerek, yaşamı sürekli yenilerler. Bu etkinlikler olmasaydı, yeryüzü kısa sürede yaşanamaz hale gelirdi.

- Ana materyalden toprak oluşmasına yardımcı olmak,
- Toprak taneciklerinin agregatlaşmasında görev almak,
- Besin maddeleri döngüsünü hızlandırmak,
- Besin maddelerini bir formdan bir başkasına çevirmek,
- Bitkilerin topraktan besin maddelerini almasına yardımcı olmak,
- Topraktaki zehirli bileşikler parçalamak,
- Bitki hastalıklarına neden olmak,
- Bitki hastalıklarını azaltmak,
- Suyun toprağa girişini artırmak veya engellemek.

Mikroorganizmalar büyük oranda organik ürünleri ayrıştırmakla birlikte, kimi zaman tersi de söz konusu olabilir. Örneğin azotun amonyum, nitrat gibi mineral formları suda kolay çözündükleri için, kısa sürede topraktan yok olabilir. Oysa mikroorganizmalar bunları bünyelerine alıp kullanmakta, yani yıkanıp veya uçup gitmelerini önlemekte, öldüklerinde de bitkilerin ve diğer canlıların hizmetine yeniden sunmaktadır.

Toprak canlıları bitkisel ve hayvansal canlılar olmak üzere iki grupta toplanabilir. Bitkisel canlılar, çoğunlukla güneş enerjisinden yararlanarak mineral maddeleri organik ürünlere çevirebilen ve kendi besinlerini üretebilen varlıklardır. Bakteriler, aktinomisetler, mantarlar ve algler mikroskobik bitkisel toprak canlılarını oluşturur. Hayvansal toprak canlıları ise, bir hücreliler (protozoa), halkasız iplikli solucanlar (nematodlar), halkalı solucanlar, böcekler ve büyük hayvanlar olarak sınıflandırılır. Burada toprağın üretkenliği yönünden önemli canlılardan birkaç örnek vermekle yetinilecektir.

Solucanlar

Doğada binlerce tür solucan olmasına karşın, organik artıkları deşenler, yüzey toprağını kazanlar ve derin toprakta çalışan gece solucanları olmak üzere üç grup ayrılabilir. Solucanların ürün verimi üzerine olan etkileri, toprağı işleyip etkin bir akaçlama ve havalanma sağlamalarıyla olur ve beslenme, kalıplama ve kazma eylemleriyle gerçekleşir. Açtıkları kanallar su ve hava hareketinin yanı sıra köklerin ilerlemesini de kolaylaştırır. Bedenlerinden mineral ve organik ürünleri geçirip kılıba dökerken, hem onları iyice karıştırıp besin desteği sağlarlar, hem de toprak yapısını geliştirmiş olurlar. Böylece, solucan bedeninden geçen kalıplarda erozyon oranı azalır. Verimli bir toprakta solucanlar bir dekar arazide yılda 3,5-4 ton kadar toprağı bedenlerinden geçirir. Solucan bedeninden geçen bu toprak kalıplarında, organik madde, nitrat azotu, bitkilerce alınabilir fosfor ve hatta katyon değişim ka-

pasitesi yükselmektedir. Bedenlerinin ıslak kalması gereğinden dolayı, çabuk kuyan kumlu topraklarda solucanlara seyrek rastlanır.

Toprak yüzeyinin aşırı ıslanmasının, kurummasının ve ısınmasının önlenmesi, gübre, ilaç gibi kimyasalların denetimli kullanımı, kış soğuklarında koruma, asitliğin azaltılması toprağa organik ürün desteği, solucan sayısını artırabilecek uygulamalardır. Sık yapılan bir uygulama olmasa da, toprak nemli, havadar, uygun reaksiyonda ve organik madde bakımından zenginse, solucan aşılmasından iyi sonuç alınabilir.

“Yeryüzünde pek az hayvan, bu küçük yaratıklar kadar yararlı olabilir.” Charles Darwin - solucanları kastediyor.

Yağmurdan sonra toprak yüzeyinde gözlenen solucan varlığını irdeleyiniz.



Mikoriza Mantarları

Mikoriza, köklerde barınan bir toprakaltı mantar türüdür. Kök korteksinin içinde ve çevresinde yaşar ve ağaç kabukları vb organik kalıntılarla beslenirler. Mikorizalar, bir uçları toprakta, diğer uçları bitki kökünde olduğundan, topraktan aldıkları besinleri bitkiye aktarırlar. Bu birlikteliğe **mikorizal işbirliği** veya **ortak yaşam** denir. Köklerden dışarı uzattığı hiflerle, bir bakıma bitkinin kılcal kök uzunluğunu artırmış olurlar. Bu mantarlar bitkiye su ve besin maddesi sağlarken, özellikle bitki artıklarıyla beslenirler. Mikoriza mantarlarının en sağlıklı gelişebildiği toprak reaksiyonu aralığı hafif asit ile nötr arasındadır. Orman ağaçlarının yanı sıra turuncgiller, çayır-mera bitkileri ve kimi tarla ve bahçe ürünleri için mikorizalar yaşamsal önemdedir. Bu mantarların, bitkiyi olumsuz pek çok çevre koşullundan korumakta da yardımcı olduğu, örneğin çeşitli hastalık yapıcı mikroorganizmaların, bitkiye yaklaşımadan mikoriza tarafından yok edildiği öne sürülmektedir.

Mikorizalar hakkında geniş bilgi: <http://www.alata.gov.tr/turkce/yayinlar/brosurler/brosurler/mikoriza.html>



Rhizobium Bakterileri

Tarım alanlarında en çok eksikliği görülen besin maddesi olarak azot, minerallerden gelen bir besin maddesi değildir. Azotun başlıca kaynakları organik madde ve azotlu gübrelerdir. Rhizobium bakterileri, baklagil bitkilerinin köklerinde yaşayıp, orada mini yumrular oluşturur. Bu yumrucuklar, bakterilerin havadan bağladıkları azotça zengindir. Rhizobium baklagil birlikteliği de bir ortak yaşam türüdür. Burada bakteri, bitki köklerinin salgılarıyla beslenmekte, bitkiden oksijen almakta ve havadan bağladığı azotu, bitkiye kazandırmaktadır. Azotlu gübrelerin maliyeti ve çevreyi kirletici etkileri, bu elementi bağlayan bakterilerin önemini artırmaktadır. Piyasada, baklagil köklerine aşı yapmak üzere çeşitli bakteri kültürleri paketlenmiş olarak satılmaktadır.

Bir avuç verimli topraktaki canlı sayısı, yaklaşık olarak yeryüzündeki tüm insan sayısı kadardır.

Azotobakterler

Azotobakterler, atmosferdeki azotun bir bölümünü toprağa kazandırabilen bakteri grubudur. Rhizobium bakterileri gibi ortak değil, havalı ortamda serbest yaşarlar. Doğal toprakta sayıları diğer mikroorganizmalara göre azdır. Havadan bağladıkları azotu, amonyum (NH_4^+) bileşikleri olarak toprağa aktarırlar. Toprakta azotun varlığı, ilginç biçimde bunların çalışmasını sınırlandırır. Ilıman iklimde ve nötr ile hafif alkali arası reaksiyona sahip topraklarda sayıları biraz artar. Çok sıcak ortamlarda ve tuzlu veya asit topraklarda yaşayamazlar.

Son dönemde azotobakterlerin bitkiler için gerekli kimi gelişme veya beslenme uyarıcısı **enzim**leri ürettikleri ve birtakım ağır metallerin ve zehirli organiklerin topraktan ayrılmasını kolaylaştırdıkları yönünde veriler elde edilmiştir.

SIRA SİZDE

6

Beslenme uzmanlarının, et, süt gibi pahalı yiyecekleri alamayanlara nohut, mercimek, fasulye vb baklagil sebzeleri önermelerinin nedenlerini inceleyiniz.

SIRA SİZDE

7

Çevrenizde bir nohut, yonca, korunga vb baklagil yetişen arazi bulup, bir bitkiyi kökleriyle birlikte çıkarınız. Kökü (olanak varsa) büyüteçle inceleyiniz.

Toprakta Mikroorganizma Yönetimi

Toprakta yaşayan canlıların bir bölümü hastalık yapıcı veya zararlıdır. Bitkilerde gözlenen çok sayıda mantar hastalığının kökeni toprak canlılarıdır. Toprak pH'sının düzenlenmesi, ilaçla dezenfeksiyon, solarizasyon, sıcak su buharı sterilizasyonu, tür değişimi, toprak düzenleyiciler gibi önlemlerden biri veya birkaçı uygulanarak, bunlarla savaşılmaya çalışılır. Bir temel bilgi olarak anımsanması gereken nokta şudur: mikroorganizmaların da diğer canlılar gibi belirli ortam istekleri vardır. Bunlar şöyle sıralanabilir:

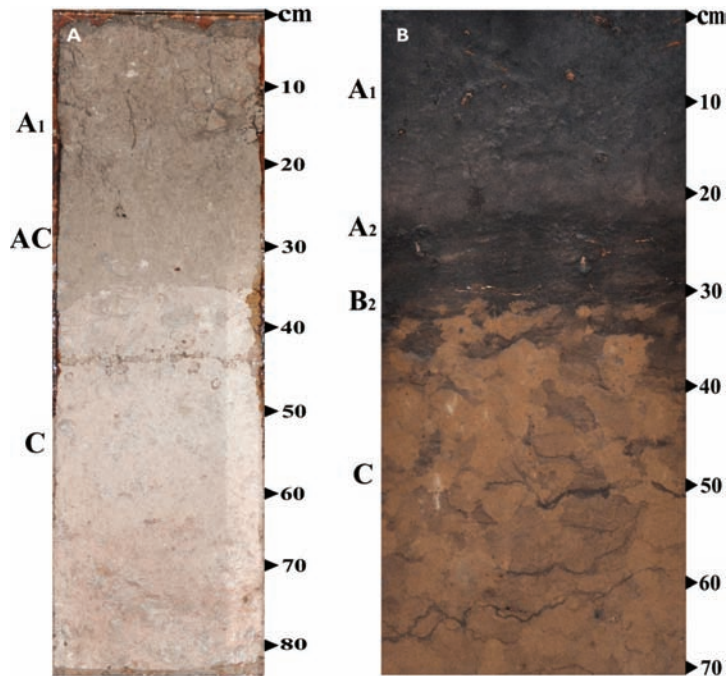
- Besin,
- Sıcaklık,
- Nem,
- Asitlik, alkalilik,
- Havalanma,
- Işık.

Sayılan koşullar istenen doğrultularda değiştirilerek, topraktaki canlılar topluluğunun sayısı ve etkinlik düzeyleri düzenlenebilir. Kireçleme, organik madde ekleme, hafif sulamalar, başka bakteri ve mantarların aşılama, gübreleme, toprağın kabartılıp gevşetilmesi gibi önlemler örnek olarak sayılabilir.

Şekil 3.2

A: Yarıkurak bölgede kireçli ana materyal üzerinde oluşmakta olan toprak. Konya, Demirkent. Üstte bitki kalıntıları ve gelişmiş toprak yapısı ile yukardan aşağı doğru açılan renk kolayca fark ediliyor.

B: Trakya, Yıldız Dağları üzerinde kumlu ana materyalde 16-22 cm'ler arası yıkanmaya bağlı renk açılması. 22-30 cm arasında humus birikimi. Daba aşağıda kumlu ana materyal. Humusun bollaştığı horizonlarda toprak koyulaşıyor.



Özet



Kil minerallerinin yapısını ve topraktaki işlevlerini değerlendirmek

Kil mineralleri, kayalarındaki minerallerin ayrışması sonucu oluşmuş inorganik kolloidlerdir. Büyük bölümü mikroskopla da görülemeyen 0,002 mm'den küçük taneler olup, silis ve alüminyum levhalarının sıralanışına göre 2:1 ve 1:1 tipi olarak anılırlar. Potasyumca zengin illit dışındaki 2:1 tipi killer su alınca genişler, en yaygın temsilcileri montmorillonittir. Yağışın çok, sıcaklığın yüksek olduğu bölgelerde çok bulunan 1:1 tipi killer ise su alınca şişmez. Killer toprakta plastiklik, şişme-büzülme, katyon değişimi, tamponluk, kümeleşme ve yapı oluşturma, besin maddesi desteği, su tutma gibi çok sayıda olaya katılır. Kil yüzeylerinde değişebilir bazların yüzde miktarına bazla doygunluk yüzdesi denir. Bu terim toprağın asitlik düzeyi ve bitki besleme açısından önemlidir.



Organik maddenin topraktaki işlevlerini açıklamak, en önemli organik madde bileşeninin bulunmuş olduğunu irdelemek

Topraktaki mikrobiyolojik, bitkisel ve hayvansal varlıkların oluşturduğu organik madde, toprakta fiziksel, kimyasal ve biyolojik olayların büyük bölümünde etkilidir. Organik madde, sürekli bir ayrışma parçalanma ve yeni ürünler oluşturma süreci içindedir. Toprağa özgü bir organik ürün olan humus, organik bir kolloiddir. İşlevleri ve kalıcılığı yönünden, özel bir öneme sahiptir. Humus, topraktaki katyonlar başta olmak üzere, anyonları ve küçük molekülleri de tutabilme yeteneğindedir.



Toprakta asitlik ve alkaliliğin etkilerini gözleyebileceksiniz

Toprak çözeltisindeki hidrojen iyonları asitliğin, hidroksil iyonları ise alkaliliğin kaynağıdır. Çözeltideki hidrojen iyonları derişiminin logaritmasının ters işaretlisine pH denir, bu değer 0-14 arasında değişir ve pH düştükçe asitlik artar. Pek çok kültür bitkisi için en uygun pH aralığı 6-7 arasındadır. Toprak reaksiyonu; bitki gelişimi, besin maddelerinin yarıyışlı duruma gelmesi, mikrobiyel etkinliklerin düzenlenmesi, zehirli bileşiklerle

rin aktiflik düzeyleri gibi çok sayıda olay üzerinde etkilidir. Toprakta, doğrudan çözeltideki hidrojenenden kaynaklanan aktif asitlik ve kolloidlerin değişim yüzeylerinde bulunan potansiyel asitlik olmak üzere iki tür asitlik söz konusudur. Potansiyel asitlik, toprak çözeltisindeki olası denge bozulmalarını sürekli biçimde karşılayacağı için, toprak reaksiyonunda önemli düzeyde değişiklikler kolay gerçekleşmez.



Kirecin topraktaki işlevlerini sınıflandırmak

Toprakta kireç (kalsiyum karbonat - CaCO_3), bitkiler için önemli bir besin elementi olan kalsiyumun temel kaynağıdır. Ayrıca, mikrobiyel etkinlikleri ve toprağın fiziksel özelliklerini düzenler, zehirli bileşikleri nötrleştirir, hastalıkları azaltır, asitliği tamponlayıp zararsız hale getirerek, bitki besin maddelerinin toprakta tutulmalarını kolaylaştırır. Toprakta gereğinden fazla miktarda bulunan kireç ise, bitki besin maddelerinin yarıyışlılığını sınırlandırır, bitkide madde değişimi bozukluklarına yol açar, toprakta sert katman oluşturabilir ve toprağa büyük hacimlerde verildiğinde, bitkileri şoka sokabilir.



Toprakla, toprak canlıları arasında daba yakın bağ kurmak

Toprakta, bitkisel ve hayvansal özellikli onbinlerce canlı türü yaşar. Bunların görevleri arasında ana kayadan toprak oluşmasına yardımcı olmak, agregasyona katkı yapmak, besin maddeleri döngüsünü hızlandırmak, topraktan alınmalarını kolaylaştırmak, onları bir formdan bir başkasına çevirmek, topraktaki zehirli bileşikleri parçalamak, bitki hastalıklarına neden olmak veya tam aksine azaltmak, suyun toprağa girişini artırmak veya engellemek konuları bulunmaktadır. Her bir canlı türünün ayrı görevleri olmakla birlikte, solucanlar, mikoriza mantarları ve Rhizobium bakterileri toprakta özel öneme sahiptir.

Kendimizi Sınavalım

1. Hangisi inorganik toprak kolloididir?
 - a. Humus
 - b. Kil
 - c. Kum
 - d. Mil
 - e. Sülfürik asit
2. Islanan toprağın genişleme sebebi aşağıdakilerden hangisidir?
 - a. Kil levhalarının arsına su molekülleri girmiştir.
 - b. Su, kum taneleriyle tepkimeye girmiştir.
 - c. Mikroorganizmalar, bu suyu etkinliklerinde kullanmaya başlar.
 - d. Su toprağı serinletir.
 - e. Güneş ışınlarının kırılması, toprağı daha kabarık gösterir.
3. Hangisi toprakta organik maddenin sağladığı yararlarından biri **değildir**?
 - a. Bitki besin maddesi desteğı
 - b. Mikroorganizmalara yaşam ortamı
 - c. Bol su tutma ve havalanma
 - d. Tamponluk
 - e. Bitkilere tutunma ortamı
4. Hangisi humusun temel özelliklerinden biridir?
 - a. Kristal yapı
 - b. Tatlı olması
 - c. Yüksek silisyum oranı
 - d. Koyu renk
 - e. Çabuk bozulma
5. Toprak çözeltisinde asitliğin kaynağı hangi iyonların varlığıdır?
 - a. Klorür
 - b. Oksijen
 - c. Hidrojen
 - d. Kalsiyum
 - e. Sodyum
6. Hangi bitki asit toprakları sever?
 - a. Buğday
 - b. Çay
 - c. Yonca
 - d. Şeker Pancarı
 - e. Pamuk
7. Hangisi kirecin topraktaki işlevlerinden biridir?
 - a. İri toprak tanelerini öğütmesi
 - b. Toprağı hidrojen iyonları kazandırması
 - c. Mikrobiyel etkinlikleri düzenlemesi
 - d. Organik asitlerin miktarını artırması
 - e. Karınca ve örümceklerin başlıca besini olması
8. Hangisi fazla kirecin zararlarından biri **değildir**?
 - a. Bitki besin maddelerinin yayayışlılığının sınırlanması
 - b. Bitkilerde madde değişimi (metabolizma) bozukluklarının baş göstermesi
 - c. Toprakta sert katman oluşması
 - d. Killerin topraktan yıkanmasının kolaylaşması
 - e. Ani kireç artışında bitkilerin şoka girmesi
9. Hangisi toprak canlılarının üstlendiğı görevler arasında **sayılmaz**?
 - a. Eğim doğrultusunu değiştirmek,
 - b. Bitki hastalıklarına neden olmak veya önlemek,
 - c. Besin maddelerinin dönüşümünü hızlandırmak,
 - d. Toprak tanelerinin agregatlaşmasında görev almak,
 - e. Ana materyalden toprak oluşumuna yardımcı olmak
10. Hangisi, topraktaki solucan sayısını artırmaya yönelik bir önlemdir?
 - a. Toprağın iyice kurutulması
 - b. Toprağı mikroorganizma aşılınması
 - c. Toprak asitliğinin yükseltilmesi
 - d. Toprağı ağır metallerce zenginleştirilmesi
 - e. Toprağı organik madde eklenmesi

Kendimizi Sınavalım Yanıt Anahtarı

1. b	Yanıtınız yanlışsa, “Kil Mineralleri” bölümünü yeniden inceleyiniz.
2. a	Yanıtınız yanlışsa, “Kil Mineralleri” bölümünü yeniden inceleyiniz.
3. e	Yanıtınız yanlışsa, “Toprağın Organik Maddesi” bölümünü yeniden inceleyiniz.
4. d	Yanıtınız yanlışsa, “Toprağın Organik Maddesi” bölümünü yeniden inceleyiniz.
5. c	Yanıtınız yanlışsa, “Toprak Reaksiyonu” bölümünü yeniden inceleyiniz.
6. b	Yanıtınız yanlışsa, “Toprak Reaksiyonu” bölümünü yeniden inceleyiniz.
7. c	Yanıtınız yanlışsa, “Toprakta Kirecin Önemi” bölümünü yeniden inceleyiniz.
8. d	Yanıtınız yanlışsa, “Toprakta Kirecin Önemi” bölümünü yeniden inceleyiniz.
9. a	Yanıtınız yanlışsa, “Toprak Canlıları” bölümünü yeniden inceleyiniz.
10. e	Yanıtınız yanlışsa, “Toprak Canlıları” bölümünü yeniden inceleyiniz.

Sıra Sizde Yanıt Anahtarı

Sıra Sizde 1

İslanmayla birlikte toprağın koyulaştığını, tanelerin birbirine yapışıp çamur halini aldığını, bu çamura istenen şeklin kolayca verilebildiğini görmüş olmalısınız.

Sıra Sizde 2

Serin havada, ahır gübresinden kızışma sonucu buhar çıktığı gözlenebilir. Taze ahır gübresinin üzerindeki kar örtüsü, çevredeki arazilerden daha önce erir. Bu olayın nedeni, mikrop etkinlikleri sonucu, ahır gübresinden üretilen enerji ve buna bağlı ısınmadır. Bekletme derin kuyularda yapılarak, bu sırada açığa çıkan gazlardan biyogaz denen bir enerji türü elde edilebilmektedir.

Sıra Sizde 3

Ortadan bölünüp açıkta bırakılan meyvenin karması-
nın neden oksitlenme (yükseltgenme) dir. Toprakta da organik madde, zamanla yükseltgenerek koyulaşmak-
tadır. Bu olay evdeki gümüş, bakır, kalay kapların ka-
rarmasına benzetilebilir. Suyu düşen açık renkli bir tah-
ta birkaç gün sonra oradan alınıp incelenirse, üste ge-
len bölümünün, hava bağlantısından dolayı daha koyu
renkte olduğu görülecektir.

Sıra Sizde 4

Kireç yumruları, beyaza varan açık renkleriyle toprağın diğer bileşenlerinden kolayca ayrılır. Üzerlerine dök-
ceğiniz tuzruhu (hidroklorik asit, HCl), karbondioksit
çıkışı sağlayarak, toprakta köpürmeye neden olur. Tuz-
ruhu ile köpüren toprak kireçlidir. Limonsuyu ve sirke
zayıf asit oldukları için, toprağın köpürmesi daha zayıf
olacaktır.

Sıra Sizde 5

Solucanların cildi hep nemli kalmak zorundadır. An-
cak, bunlar, solunum için taze havaya da gerek duyar-
lar. Islanan toprakta solunum zorluğu çeken solucanlar
nefes alabilmek için yüzeye çıkar, yüzey kurudukça,
nemli derinliklere inerler. Yağmurdan sonra çayır, çi-
menlerin üzerinde gezinen kuş sayısının arttığını gör-
müş olmalısınız. Bunlar, yüzeye çıkan solucanları kolay
yem olarak yutmaktadır. Solucanların varlığı ve sayıları-
nın çokluğu, o toprağın verimli olduğunu gösterir. An-
cak buradan “içinde solucan yaşamayan toprak verim-
sizdir” diye bir sonuç çıkarılmamalıdır.

Sıra Sizde 6

Baklagiller, azotça zengin bitkilerdir. Azot ise, protein-
lerin ve vitaminlerin yapıtaşıdır. Baklagillerde bitkisel
protein oranı yüksektir. Bu yüzden insanlar için nohut,
fasulye, bakla, mercimek, soya, barbunya, bezelye gibi
sebzelelerin, hayvanlar için de yonca, korunga, fiğ gibi
otların besleyici değeri yüksek kabul edilir.

Sıra Sizde 7

Baklagil köklerinde, dikkatli bakınca çıplak gözle bile
görülebiyecek şişkin yumrucukları seçmiş olmalısınız.
Elinizi kök boyunca gezdirirseniz, bu şişkin boğumla-
rı pütür olarak hissedebilirsiniz. Bunlar, baklagillerin
köklerinde yaşayan, azot bağlayıcı Rhizobium bakteri-
lerinin oluşturduğu yumrucuklardır. Sonuç olarak bak-
lagillerin protein oranı, diğer bitki türlerinden daha
yüksektir.

Yararlanılan Kaynaklar

- Akalan, İ. (1988). **Toprak Bilgisi**, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Ankara.
- Anonim. (2010). **Ziraat Mühendisliği VII. Teknik Kongresi Bildiriler Kitabı-1**, TMMOB, ZMO, Ankara.
- Anonymous. (2006). **18th International Soil Meeting (ISM) on Soil Sustaining Life on Earth, Managing Soil and Technology, Vol. I-II**, Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Şanlıurfa.
- Çevre ve Orman Bakanlığı. (1992). **Türkiye'nin Canlılar Dünyasındaki Önemi**, İstanbul.
- Denison, R.F. (2000). **Legume Sanctions and the Evolution of Symbiotic Cooperation by Rhizobia**, The American Naturalist, 156(6): 57-576.
- Eyüpoğlu, F. (1999). **Türkiye Topraklarının Verimlilik Durumu**, Toprak ve Gübre Arş Enst, Ankara.
- Knuti, L.L., Korpi, M. and Hide, J.C. (1962). **Profitable Soil Management**, Prentice-Hall, Inc., New Jersey.
- Storey, P.J. (2002). **Conservation and Improvement of Sloping Land, A Manual of Soil and Water Conservation and Soil Improvement on Sloping Lands**, CRC Press, Boca Raton.
- USDA. (1964). **Irrigation, Chapter 15, Section 8**, Washington D.C.
- Van Breemen, N. and Buurman, P. (2002). **Soil Formation**, 2nd ed., Kluwer Academic Publishers, Dordrecht.

4

Amaçlarımız

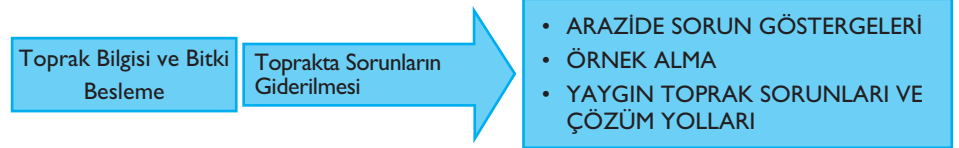
Bu üniteyi tamamladıktan sonra;

- Toprağın üretkenliğini sınırlandıran koşulları belirleyebilecek,
- Toprak ve su örneği alma ve analiz etme yöntemlerini özetleyebilecek,
- Topraktaki sorunların kökenlerini ve başlıca özelliklerini inceleyebilecek,
- Çeşitli sorunların her birinin giderilmesi yollarını açıklayabileceksiniz.

Anahtar Kavramlar

- Toprak ve su örnekleri
- Erozyon
- Toprak yorgunluğu
- Sıkışma
- Toprak kabuğu
- Tuzluluk
- Arazi düzleme
- Kirlilik

İçindekiler



Toprakta Sorunların Giderilmesi

ARAZİDE SORUN GÖSTERGELERİ

Yeterince verimli olmadığı düşünülen bir toprakta yağış, sıcaklık, rüzgâr gibi iklim koşulları yönünden sorun yoksa aşağıdaki ipuçlarından yararlanılarak, sorunun niteliği belirlenebilir.

- Su yolları,
- Oyuntular,
- Sert zeminler ve sert katmanlar,
- Bitki kümelerinin veya eğimli arazilerdeki ağaçların, parmaklıkların veya diğer engellerin çevresinde biriken topraklar,
- Düşük eğimli arazilerde görülen toprak birikimleri,
- Açığa çıkmış kökler veya ana materyal,
- Kısa süreli sağanaklarla oluşan bulanık su veya çamur akıntıları,
- Akarsularda ve durgun sularda gözlenen sediment birikimi,
- Toz fırtınaları ve bulutları, toprak yüzeyinde kumlu katman görülmesi,
- Killi topraklarda birbirine paralel oyuntular veya kumların üzerinde dalgalar,
- Çıplak ve bitkisiz benekler,
- Suda dağılan toprak tanesi kümeleri,
- Elverişsiz pH değeri,
- Bitkilerde gözlenen besin eksikliği veya zehirlilik belirtileri,
- Azalan verimler,
- Bitki türlerindeki değişimler,
- Pulluk tabanı,
- Sınırlanan kök derinliği,
- Gübrelemeye yeterince karşılık alınamaması,
- Yapı bozulması ve sıkışma,
- Organik maddenin azalması ve toprak renginin daha açık olması,
- Sertleşme, kabuk bağlama ve yüzey akışı olaylarının artması,
- Toprağın normalden hızlı kuruması,
- Solucan, karınca vb toprak canlılarının sayılarının azalması, gözlenmesi gereken toprak özellikleri olarak özetlenebilir.

Bitki yapraklarındaki zamansız sararma, kıvrılma, yanma, leke oluşumu gibi sorunlar her zaman beslenme bozukluğu veya zehirlenmeden kaynaklanmaz. Kimi mantar hastalıkları da, benzer sorunlara yol açabilir.



DİKKAT

Toprak özellikleri, üç ayrı yönden gerileme gösterebilir:

- a. Fiziksel: (Erozyon, sıkışma vb),
- b. Kimyasal (Asitleşme, tuzlulaşma vb),
- c. Biyolojik (Organik madde kapsamının düşmesi, biyolojik etkinliklerin azalması).

Bu bozulmalar, işletme tekniklerinin yanı sıra, iklim özellikleri ve uygulanan teknolojilerle de ilişkili olabilir. Ne yazık ki, çoğu zaman bozulmanın başlaması, anlaşılması ve gerekli önlemlerin alınması arasında uzun süreler geçmektedir. Arazi bozulmalarının bir bölümü yavaş biçimde geri çevrilebilir. Örneğin toprakta varlığı azalan organik madde, dışarıdan eklenerek veya yerinde yok olması engellenerek yeniden artırılabilir. Geri çevrilmesi olanaksız derecede zor olan arazi bozulmalarına örnek ise, erozyonla denize akan topraklardır. Tarım arazisini kullananlar toprak kalitesine ilişkin olarak toprak verimliliğini korumak, çevre kalitesini korumak ve bitki, hayvan ve insan sağlığını korumak bilinciyle hareket etmelidir.

ÖRNEK ALMA

Toprak Örneklerinin Alınması

Toprak örneği alma yöntemleri ve zamanları amaca göre değişir. Örnekleme yapılırken anahtar yaklaşım şudur: alınan örnek(ler), incelenen araziye yeterince temsil edebilmekte midir? Örneklemeyi doğru zamanda mı yapıyorum? Yanlış alınan bir örnek, analizler en duyarlı aygıtlar ve en uzman laborantlarca yürütülse bile doğru sonuç veremez. Toprak analizlerinde en sık rastlanan yanlışın doğru örnekleme yapılmamasından kaynaklandığı kanıtlanmıştır. Başka bir deyişle, anahtar öncelikle arazi çalışmasında olup, alınan örneğin araziye temsil ettiği ve istenen amaca hizmet edeceği, örnekleme yapan kişi tarafından güvenceye alınmalıdır.

Örnekleme Zamanı ve Derinliği

En sık gerek duyulan örnekleme, topraktaki besin maddeleri eksikliklerinin ve gübre gereksiniminin belirlenmesi amacıyla yapılır. Buna göre, örneğin laboratuvara ulaşıp dönmesi ve gübre satın alınacaksa zaman kalması için, ekim veya dikim işleminden yaklaşık bir ay önce alınması uygun olur. Arazi çok ıslak veya donsa, örnekleme yapılmamalıdır. Olanak varsa, arazinin işlemeye elverişli olduğu nem kapsamında örnekleme yapmak en kolay yoldur. Özel durumlarda arazi çalışmaları zamana karşı yarış halini alabilir. Örneğin azotla ilgili bir çalışmada örnekler ne kadar hızlı toplanıp, buz kutusunda laboratuvara ulaştırılabilirse, o kadar güvenilir sonuçlar alınır. Eğer toprak ve su örnekleri aynı zamanda alınıyorsa, örnekleme ile analiz arasında geçen zaman yine olabildiğince kısa tutulmalıdır. Böyle özel amaçlar söz konusu değilse, toprak örneğinin birkaç gün bir kenarda beklemesi sorun oluşturmaz. Hatta laboratuvarındaki kalabalık ortam ve örneğin laboratuvarın geceleri serinlediği göz önüne alındığında, örnek sahibinin toprağını bir kenarda kuruttuktan sonra yollaması daha iyi olur.

Örnekleme derinliği toprak işleme derinliği olup, çoğu zaman üstteki 20 cm dir. Meyve ağaçlarında, 20-40 cm ve 40-60 cm derinliklerin örneklemeye dâhil edilmesi, sağlıklı sonuçlara varmayı kolaylaştırır. Burada amaç çok önemlidir. Toprakta tuzluluk sorunundan kuşkulaniyorsa, yüzeyde 2-3 cm aralığında çalışmak gerekebilir. Bu durumda yüzey örnekleme en fazla 0-10 cm arasında olmalıdır. Buna karşın akaçlama sistemi kurulacak bir arazide en az 2 m derinliğe değin örnek alınıp, toprağın çeşitli derinliklerdeki bünyesi, su geçirgenliği gibi özelliklerinin belirlenmesi gerekir.

Örnekleme Sıklığı

Toprak özellikleri kimi zaman birkaç metrelik alan içinde önemli oranda değişebilir. Her bir metre kareden örnek alınamayacağına göre, hata payını azaltmak için, arazide zikzaklar çizilerek ilerlenirken, bir kovaya parça parça toprak alınarak, birkaç yerde yinelenen işlem sonunda karma bir örnek (paçal) elde edilmiş olur. Alınan örneğin ne kadar büyüklükteki bir arazi parçasını temsil edebileceğine, örneği alan karar vermelidir. Arazide gözle görülür renk, eğim, bünye, bitki örtüsü yoğunluğu vb değişim yoksa, her 10 dekada (100 m x 100 m) bir örnekleme yapılabilir. Çukur ve tümsekler, çevredeki arazilerden daha koyu veya açık renkli toprak, taşlık, çalılık alan vb yerlerden, gerekirse alanın büyüklüğüne bakılmaksızın ayrı örnek alınmalıdır.

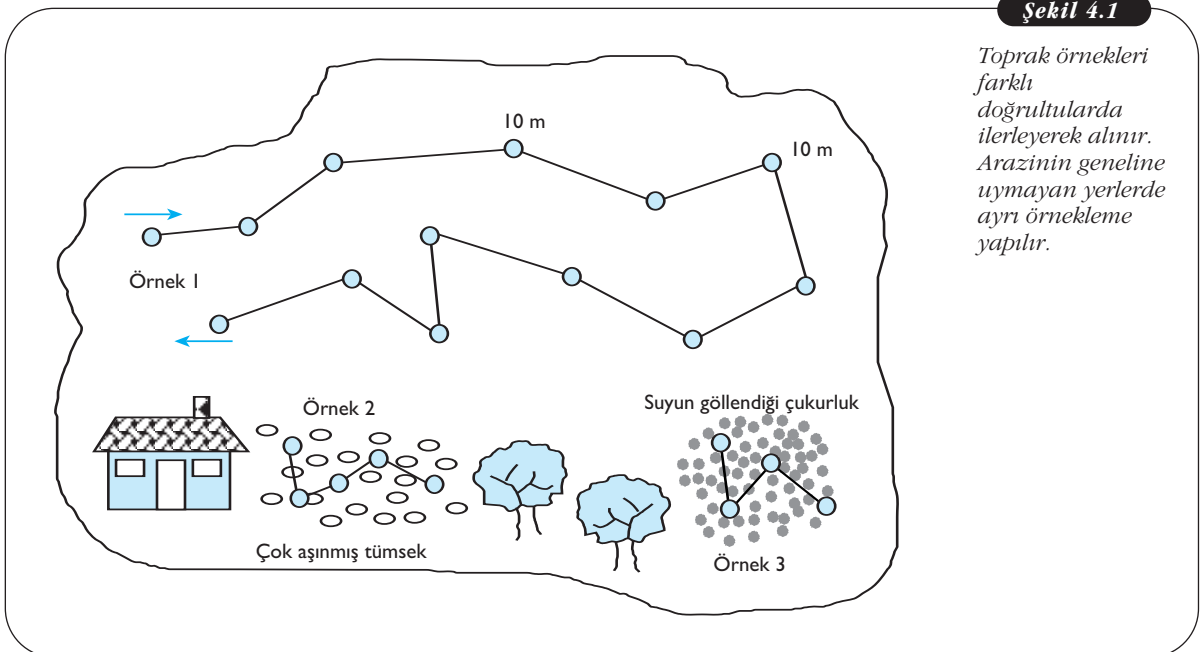
Örnek alınırken üstteki çerçöp ve bitki artıkları elle temizlenmeli, daha sonra bir kürek 20 cm derinliğe kadar gömülüp, çıkan bloktan bir dilim alınmalıdır. Bu uygulama, toprak yüzeyinin tüm derinliklerinden örnek almayı sağlamış olur.

Nerelerden Örnek Alınmaz?

Aşağıdaki yerlerden alınan toprak örnekleri, arazinin genel özelliklerini yansıtmayacak ve yanlış yorumlara yol açabilecektir. Genel amaçlarla on dekardan bir örnekleme yapıldığı göz önüne alınsa, bu alanda üst 20 cm'deki toprağın ağırlığı yaklaşık 2500 ton kadar olacaktır. Örnek olarak alınacak bir kg toprak, işte bu dev hacmin özelliklerine ilişkin güvenilir ipuçları vermemelidir.

- Hayvanların yattığı yerler,
- Harman yerleri, anızın veya yabancı otların biriktirildiği, yakıldığı yerler,
- Arazide tohum, gübre, ilaç vb depolanan, doldurulup boşaltılan yerler,
- Çukur ve tümsekler, böyle yerlerde gerekirse ayrı örnekleme yapılır.
- Yol kıyıları, tarla sınırları, demiryolu kıyıları, su kıyıları, bina yakınları, ormanlar ve meyve bahçeleri dışında ağaç altları. Her biri için güvenilir uzaklık 10 metredir.

Bu konuda altın kural, alınan örneğin, üzerinde çalışılacak arazi parçasının temel özelliklerini yansıtabilmesidir.



DİKKAT



Yanlış yerden toprak örneği almak, yanlış insandan alınan kan örneğiyle tedavi yapmaya benzer. İkisinde de sonuç alma olanağı yoktur.

Etiketleme, Not Defteri, Bilgi Notu

Eğer ardı ardına çok sayıda örnek alınacaksa, örnekler sırayla numaralandırılır, olanak varsa harita veya kroki üzerine işaretlenir. Daha iyisi bir küresel konumlandırma sistemi (global positioning system - GPS) ile kesin koordinatların kaydedilmesidir. Örneği alanın adı, örnekleme yeri (il, ilçe, köy, yer), tarla sahibi, örnekleme tarihi, bir önceki ürün, yetiştirilecek ürün, varsa arazide gözlenen herhangi bir sorun, örnekleme gübre analizi amacıyla yapılmışsa, bir önceki yılda kullanılan gübre cinsleri ve miktarları kaydedilir. Kural olarak arazide yalnızca kurşun kalem ve ajanda türü defter kullanılır, bilgisayar bile yağış, toz, enerjinin bitmesi gibi nedenlerle önerilmez. Etiketler çift hazırlanır, biri örnek torbasının içine konulur, diğeri iple torbanın boynuna bağlanır. Kimi zaman etikete yazılan, örnek yeri, tarih, örneği alanın adı ve örnek numarası bilgileri, yeterli görülmez. O takdirde laboratuvara yönelik bir bilgi notu hazırlanarak, örneğin amacı, arazide veya yetişen bitkilerde görülen sorunlar, ağır metaller, petrol ürünleri vb gibi özel analiz istekleri, sulama yöntemi vb bilgiler eklenebilir. Şurası unutulmamalıdır ki, özel bir bilgi istenmediği sürece, bu işi yürüten laboratuvarlar, otomatik olarak standart analizleri yapar ve önceden hazırlanmış gübre önerilerini bildirmekle yetinirler. Özel isteklerde laboratuvar yönetimini yeterince bilgilendirip amaca uygun öneriler alabilmek, örnekleme yapan kişinin sorumluluğudur.

DİKKAT



Arazi çalışmalarında yalnızca kurşun kalem kullanılır.

Örnek Ambalajı ve Örnek Miktarı

Toprak örnekleri 1-1,5 kg toprak alabilen plastik veya bez torbalara konur. Örnekler çok ıslaksa sorun yaşanabileceğinden, alındıktan sonra ağzı açık olarak bir süre kurumaya bırakılması daha doğru olur. Buna zaman yoksa, plastik torba kalem ucuyla birkaç yerden delinir. Normal gübreleme isteği analizleri için bir kg toprak yeterlidir. Ancak özel analizler istendiğinde laboratuvar yönetimi ile önceden bağlantı kurulmalıdır. Örneğin toprakta mekanik analizler yürütülecekse, bir çuval örnek bile yetmeyebilir. Ya da ağır metal analizleri yapılacak bir toprak örneğinin metal kürekle alınması yanlış sonuçlara götürebilir. Örnekteki taş, çerçöp gibi gereksiz yer tutup ağırlık yapacak materyalin önceden temizlenmesi kolaylık sağlar.

İNTERNET



Toprak ve su örneği alma: <http://www.tgae.gov.tr/www/tr/Icerik2.ASP?ID=750>
veya
<http://www.samsuntopraksu.gov.tr/yayinlar/brosurler/sulama.pdf>

Su Örneklerinin Alınması

Sıcaklık, çözünmüş oksijen kapsamı gibi kimi analizler yerinde yapılır. Petrol kirliliği, ağır metal bulaşması gibi amaçlarla yapılacak örneklemeler alışılmış yöntemlerden farklıdır. Su örneği alınacak plâstik veya cam şişe, 1-1,5 litre hacimli ve temiz olmalı ve örnek alınacak suyla birkaç kez çalkalanmalıdır. Durgun sularda kıyıda birkaç metre içerden, akarsularda olabildiğince orta noktadan örnekleme yapılır. Musluk veya motopomp suyu örneklenirken, önce su birkaç dakika boşa akıtılır. Örnek suyla iyice doldurulup, arada hava boşluğu bırakılmaz, olabildiğince

serin tutularak, olabildiğince hızla laboratuvara ulaştırılır. Şişenin üzerine yapıştırılan etikete, suyun alındığı yer, alanın adı soyadı, suyun kaynağı, alındığı tarih ve saat, ne amaçla alındığı, varsa bulanıklık, acılık vb özel durumlar yazılır. Dönüş adresi eklenir.

İçme sularında örnek evin içinden alınır. Sulama amacıyla örnekleme yapılacaksa, sulama zamanı ve suyun en az olduğu dönem seçilmelidir.

Gerek toprak, gerekse su örneği alınırken, laboratuvar uzmanlarının arazideki durumu görme olanaklarının bulunmadığı göz önüne alınarak, arazinin eğimi, hangi sıklıkta örnekleme ve analiz yaptırıldığı, yetiştirilen ve amaçlanan ürün, kullanılan gübreler, karşılaşılan sorunlar, varsa özel analiz istekleri açıkça belirtilerek, mektuba laboratuvardan ne tür yardım beklendiği eklenir.

Bulaşıcı hastalık riski taşıyan sularda yalnızca sağlık uzmanları örnekleme yapmalıdır.



DİKKAT

YAYGIN TOPRAK SORUNLARI VE ÇÖZÜM YOLLARI

Erozyon

Toprak erozyonu, **jeolojik erozyon** ve **hızlandırılmış erozyon** olarak iki gruba ayrılır. Jeolojik erozyon, çağlar boyunca alüvyal ovaların ve akarsu deltalarının oluşmasında rol oynayan doğal bir süreçtir. Dalgaların kıyıdaki aşındırıcı etkisini dengeleyen yararlı bir süreç olduğu söylenebilir. Hızlandırılmış erozyon, insan etkinliklerinden doğan toprak kayıpları için kullanılan bir terimdir. Yer kabuğundan toprağın eksilmesi, onun gözenekli bir ortam olduğu dikkate alınır, aynı zamanda karaların su tutma yeteneğinin azalması sonucunu doğurur. Yani erozyonla toprak kayıpları arttıkça, taşkın, sel ve kuraklık riskleri de yükselecektir. Öte yandan erozyonla öncelikle üst toprak aşındığından, toprağın en verimli bölümü kaybedilmiş olmaktadır. Yani kayıpların miktarı kadar, niteliği de önemlidir. Tüm bu nedenlerle, yerkürede arazi bozulmalarında su erozyonunun rolü ilk sırada sayılır. Erozyon, kendisini oluşturan güçlere göre:

- Su erozyonu,
- Rüzgâr erozyonu,
- Yerçekimi erozyonu,
- Buzul erozyonu,
- Dalga erozyonu,
- Çığ erozyonu,

biçiminde gruplandırılabilir. Bunlar arasında zararı en geniş alanda ve en fazla hissedilen su erozyonu, eğimli arazide akan suyun toprağı aşındırıp taşımasıdır. Et-ki derecesi,

- Arazinin eğimi,
- Toprak özellikleri,
- Bitki örtüsünün yoğunluğu,
- Yağışın süre ve şiddetine

bağlıdır. Su erozyonunun artmasına neden olan etmenlerin başlıcaları,

- Arazilerin yeteneklerine aykırı biçimde kullanılması,
- Aşırı hayvan otlatma,
- Orman ve otlakların yok edilmesi,
- Yanlış tarım teknikleridir.

Su erozyonunun toprakta neden olduğu kayıplar, oluşturduğu yüzey şekillerine göre aşağıdaki gibi gruplandırılmaktadır.

- Yağmur damlası erozyonu
- Yüzey erozyonu
- Parmak erozyonu
- Oyuntu erozyonu
- Akarsu erozyonu
- Tünel erozyonu

Bu sınıflama aynı zamanda, su erozyonunun toprakta yaptığı zararın düzeyini de göstermektedir.

SIRA SİZDE



1

Yakınınızda erozyon zararı olan bir araziye inceleyerek, gözlemlerinizi değerlendiriniz.

Erozyon zararının azaltılmasında sorumluluk arazi sahibiyle başlarsa da, bu konuda kimse tek başına sonuç alamaz, geniş katılımlı işbirliği zorunludur. Örneğin doğru tarım tekniklerini uygulamak üreticinin görevidir. Ancak teras oluşturmak, gölet yapmak gibi önlemler çoğunlukla yerel halkın gücünün üzerindedir.

Su Erozyonunun Önlenmesi

Arazi sahibinin su erozyonunu önlemeye yönelik alabileceği önlemler şunlardır:

- Yüzeyi olabildiğince uzun süreli kapatan bitki örtülerine yönelmek, özellikle sağınak mevsiminde toprak yüzeyinin örtülü olmasını sağlamaya çalışmak,
- Toprak işleme ve ekim-dikim işlemleri başta olmak üzere, tüm çalışmalarını eğime dik doğrultuda yapmak, olağanüstü zorunlu durumda eğim aşağı iş yapılması gerekirse, işlemi aşağıdan yukarı doğru götürerek, akışa dirençli yüzey şekli oluşturmak,
- Toprağın yapısını geriletecek sürüm tekniklerinden kaçınmak, örneğin toprağı unufak eden araçları kullanmamak, çok ıslak veya çok kuru arazide sürüm yapmamak,
- Hasat sonrası yüzeyde kalan bitki artıklarını toplamamak, anız yakmamak,
- Toprağın organik madde kapsamını artıracak, agregatlaşmasını geliştirecek önlemler almak,
- Tarla kenar çizgilerini taş duvar, bitkisel çit, sıkıştırılmış toprak tümsek gibi bir yolla belirginleştirmek,
- Suyun toprağı girişini kolaylaştırıcı önlemler almak, örneğin gözenekliliği ve yüzey pürüzlülüğünü artırmak,
- Yüzey akışlarını azaltmak, ağır tarla trafiğinden kaçınmak, sürüm ve ekim işlemlerinde olabildiğince karık sistemleri oluşturmak,
- Yağmur tanelerinin vuruş etkilerini sınırlandırmak, örneğin yüzeydeki küçük taş ve çakılları korumak, bitki artıklarını yüzeye yaymak.

SIRA SİZDE



2

Eğim aşağı sürülmüş olan bir arazi parçasında gördüklerinizi değerlendirip, yanlışın nedenlerini ve çözüm yollarını irdelleyiniz.

İNTERNET



Toprak ve Su Koruma Önlemleri:

http://www.agri.ankara.edu.tr/soil_sciences/index.php?&fNo=27

Rüzgâr Erozyonunun Önlenmesi

Rüzgâr erozyonu su erozyonundan daha farklı ve daha tehlikeli biçimde gelişebilir. Örneğin su erozyonu yalnızca eğimli arazilerde, eğim boyunca gerçekleşirken, rüzgâr erozyonu yön ve eğim tanımaz. Su erozyonunun daha çok gittiği yerlerde su kaynaklarını tıkamasına karşın, rüzgâr erozyonu daha çok havayı kirletir. Buna karşın kesekli yüzeyler, rüzgâr erozyonuna karşı etki koruma sağlayabilir. Bitkisel artıklar, eğer toprağa bağlı kökler söz konusu değilse rüzgâr erozyonunu önlemede çoğu kez yetersiz kalır. Rüzgâr erozyonundan korunmanın etkili yolları:

- Egemen rüzgâr geliş yönlerine sık, uzun boylu bitkilerle veya mekanik duvarlar örerek set çekmek yararlı olur. Bu seddelerin belirli aralıklarla yinelenmesi, rüzgârın hızını azaltarak, zararı azaltmada daha fazla etkinlik sağlar.
- Çabuk boylanan, yüzeyi iyi örten ve uzun sürede toprakta kalan bitkiler, rüzgâr erozyonuna karşı etkili koruma sağlar.
- Toprak işleme ve ekim işlemleri olabildiğince egemen rüzgâr yönüne dik seçilmelidir.
- Yüzeyin olabildiğince nemli tutulması da, rüzgâr erozyonunu sınırlandırıcı önlemler arasındadır.
- Yine de asıl hedef, toprakta kümeleşmeyi ve agregatlaşmayı artırarak, rüzgârın kaldırma ve uçurma gücüne karşı toprağın direncini artırmak olmalıdır.

Toprak Yorgunluğu

Toprağın verim gücünün, potansiyelinin çok altına düşmesi olayına toprak yorgunluğu denir. Yorgunluk, tek yönlü tarım (mono kültür) alanlarıyla, fidanlık, sera, yaşlı meyve bahçesi vb yoğun tarım alanlarında sık rastlanan bir durumdur. Yorgunluğun kaynağı yanlış tarım tekniklerinin yanı sıra, toprağa üretim amaçlı aşırı yüklenmedir. Ancak yorgunluk kavramı toprağın geçici kayıplarını gösterir, yaşlı topraklar ve erozyona uğramış topraklar gibi geri dönülemez bir süreç değildir. Ürün ve üretim teknikleri önemli oranda değişmediği ve toprağa kirlilik yükleri eklenmediği halde yıldan yıla verimde veya ürünün niteliğinde gerileme görülüyorsa, o toprak büyük bir olasılıkla yorgundur, geri kazanılması gerekir. Yorgunluğun nedenleri dört başlık altında toplanabilir. Bunlar sırasıyla incelenecektir.

Besin Maddesi Eksikliği veya Dengesizliği

Bu tür toprak yorgunluğuna belli besin maddelerini büyük oranda kaldıran bitkiler neden olur. Örneğin çapa bitkilerinin potasyumu sömürmesi, toprakta zamanla potasyum yetersizliğine yol açabilir. Bir yandan ekim nöbetine girecek bitki türleri çeşitlendirilmeli, öte yandan toprak analizleri yapılarak, eksik besin maddeleri gübreleme yoluyla tamamlanmalıdır.

Ekili veya dikili bir arazide, başlangıçtan sonuna kadar bitki gelişimini inceleyerek, mevsim boyunca gördüğünüz anormallikleri not ediniz.



Fitopatolojik Nedenler(Geçici Yorgunluk)

Tek yönlü tarım yapılması sonucu nematodların (toprak kurtçukları) ve hastalıkların artması, fitopatolojik yorgunluğa yol açar. Sık rastlanan fitopatolojik yorgunluklar şeker pancarı nematodu ve biberde görülen kök çürüklüğüdür. Şeker pancarında nematodlardan korunmak için, birkaç yılda bir aynı araziye ekim yapılmasına izin verilir, araya tahıl, sebze gibi başka ürünler konur. Biberde kök boğazı çürük-

lüğünü önlemek üzere, biber bir patlıcangil (Solanaceae) üyesi olduğu için, birkaç yıl süreyle o familya dışındaki bitkilerin yetiştirilmesi gerekebilir. Pahalı bir yöntem olarak, toprağa bir dezenfektan ilaç da karıştırılabilir. Ancak bu uygulamanın kesin sonuç vereceği güvencesi yoktur. Çünkü kimi zaman hastalık veya zararlı etmenleri, uygulama derinliğinin altında bulunabilmektedir.

DİKKAT



Arazide karşılaşılan her sorun olumsuz su veya toprak koşullarından kaynaklanmayabilir. Bitki hastalıkları ve zararlılar, elverişsiz iklim koşulları, yanlış tohum, fide, fidan kullanımı, uygulamaların usulüne aykırı yapılması gibi çok sayıda neden, üretimde beklenen sonuçları almama nedenleri arasındadır.

Biyolojik Dengenin Bozulması

Toprakta yaşayan bitkisel ve hayvansal canlı türlerinin tek yönlü tarım sonucu azalması ve yozlaşması sonucu, topraktaki kimi biyolojik olaylar geriler ve durur. Bu olayın bir nedeni, bitkilerden veya diğer toprak canlılarından arta kalan belirli metabolizma (sindirim artığı) ürünlerinin artmasıyla canlı gelişiminin sınırlandırılmasıdır. Diğer olası neden ise, toprağa karışan çeşitli kimyasalların ve özellikle tarım ilaçlarının yararlı mikroorganizmalar üzerindeki olası yıkıcı etkileridir. Toprakta zararlı bileşikler yok eden ve besin maddelerini bitkilerin alabileceği formlara çeviren mikropların azalması, onun kendini yenileme yeteneğini sınırlandırmaktadır.

Çoklu ekim yapılırsa, her dönemin geliştireceği farklı mikroorganizmalar daha önce oluşan ürünü parçalayarak yorgunluğun önüne geçmeye çalışır. Kısacası, diğer yorgunluk türlerinde olduğu gibi, tek yönlü tarımdan yani aynı ürünü üst üste yetiştirmekten kaçınılmalıdır. Çevreye zarar veren pahalı yöntemler olarak toprak kızgın buharla sterilize edilebilir veya kimyasal ilaçla dezenfekte edilebilir.

Toksin(Bitki Zehiri) Birikmesi

Yüksek bitkilerin ve mikroorganizmaların salgıladığı çeşitli toksinlerin toprakta birikmesi sonucu oluşan yorgunluk türüdür. Örneğin aynı araziye üst üste keten ekilirse, linein adı verilen toksin birikir ve bitki gelişimi duraklar. Bu yorgunluktan korunmanın en etkin yolu ekim nöbeti uygulaması olmakla birlikte, sterilizasyon, dezenfeksiyon, **solarizasyon** gibi yöntemler de uygulanabilir.

Toprağın Sıkışması (Kompaksiyon)

Toprağa basınç uygulaması sonucu, hacim ağırlığının artıp, gözenekliliğinin azalması olayıdır. Toprağı doğal olarak sıkıştıran nedenler yağmur tanelerinin vuruş etkisi ile üzerindeki ağaç, bina vb ağırlıklarla ortaya çıkan oturmalarla olur.

İnsan etkinlikleri sonucu oluşan sıkışmalar ise, hayvan sürülerinin, araçların ve insanların toprak üzerinde gezinmeleridir. Gübre dağıtıcı, ilaç püskürtücü, hasat araçları gibi tarla trafiği, toprakta sıkışmaya neden olur. Ayrıca işleme ve ekim derinliğinin altında, belirli bir derinlikte sıkışmış katman gelişebilir. Sıkışma, toprağın direncini ve hacim ağırlığını artırır, gözenekliliği, suyun toprağa giriş oranını ve su tutma kapasitesini azaltır, yüzey akışının artmasına ortam hazırlar. Sonuçta, daha fazla sulama, daha sağlıklı bitkiler, çok sayıda bitki kaybı gibi olumsuzluklar baş gösterir. Sıkışma, aşağıdaki zararlılara yol açar:

- Ekim zorluğu,
- Sınırlı hava ve su geçişleri,
- Hastalık artışı, örneğin bezelyede kök çürüklüğü,
- Toprağa suyun girişinin zorlaşması,

Solarizasyon yazın en sıcak günlerinde, iyice ısıtılan toprağın üzerinin birkaç hafta süreyle plastik örtüyle kaplanıp, toprak sıcaklığının yapay yolla yükseltilmesi ve bu yolla hastalık ve zararlı etmenlerinin yok edilmesi işlemidir.

- Agregasyonun bozulması,
- Toprakta havasız (anaerobik) ürünlerin oluşması,
- **Nitrifikasyon**un gerilemesi, azot kayıplarının artması.

Toprakta bir miktar sıkışmanın gerekli olduğu durumlar da bulunabilir. Örneğin gevşek toprakta tohumla toprak taneleri arasında yeterli dokunma yüzeyi yoksa bir miktar sıkıştırma gerekebilir. Sıkışmış toprakta tarla trafiği kolaylaşır. Bir de toprak sıkıştığında boşluklar azalacağından, toprak hacmi azalmış olur. Toprakta ki su miktarı değişmediğine göre, birim hacme düşen su miktarı artmış sayılır. Bunlar toprak sıkışmasının yararlı yönleridir.

Sıkışma Oranını Belirleyen Etmenler

Sıkışma sorununu artıran toprak özellikleri, toprak yapısının bozuk olması, organik maddenin yetersizliği, iskelet (çakıl, taş) oranının düşüklüğü ve elverişsiz toprak bünyesi şeklinde sıralanabilir. En fazla sıkışma orta bünyeli topraklarda görülür. Çünkü bu topraklarda küçük kil ve mil taneleri, kum tanelerinin arasındaki boşlukları kolayca doldurabilir.

Sıkışma oranı, toprağın sıkışabilme özelliğinden ayrı olarak uygulanan basınç ve nem miktarıyla ilgilidir. Aracın ağırlığı, trafik sıklığı, lastik havasının fazla olması gibi durumlar sıkışmayı artırır. Kuru toprak ıslandıkça sıkışabilirliği artar ve toprak plastik kıvama geldiğinde doruğa ulaşır.

Sıkışma Belirtileri

Üst toprakta:

- Artan keseklilik,
- Yağıştan veya işlemeden sonra keseklerin kalması,
- Tekerlek izlerinde ve traktör dönüşlerinde göllenmeler,
- Tekerlek izlerinin kaygan görünümü,
- Ürün boşlukları, düzensiz bitki gelişimi ve düzensiz olgunlaşma izleri,

Alt toprakta:

Üst toprak bir kürekle alınıp, kenara konduğunda, aşağıdaki belirtiler gözlenir:

- İşleme derinliğinin altında sert bölüm (ancak nemli toprak sıkışmış olsa da yumuşak kalabilir),
- Parçalanmaya çalışıldığında sert keseklerin oluşması,
- Toprakta belirgin bir yapının yokluğu,
- Yapı öğelerinin düz, donuk görünüşü,
- Eğri-büğrü kök sistemleri

toprakta sıkışma sorununun olduğunu gösteren belirtilerdir.

Sıkışmanın Gerilemesi

Sıkışmayı gerileten doğal süreçler arasında, donma - çözünme ve şişme - büzülme en önemlileridir. Su, donarken genişir, taneleri paketler. Buz eridiğinde, büzülme ve suyun dışarı akması sonucu, toprak gevşemiş olur. Aynı olay, killerin su aldığı anda şişip, kuruyunca büzülmesi sonucu da gerçekleşir. Ayrıca, çürüyen bitki kökleri ile toprak altında çalışan solucan, karınca vb canlılar, açtıkları tünellerle sıkışmayı geriletir. Yüzeyde bitki artıklarının bırakılması, sıkışmayı azaltıcı uygulamalardan biridir.

En iyisi toprağın sıkışmasına fırsat vermemek olmakla birlikte, sıkışmış toprağın geri kazanımı için de kimi önlemler alınabilir. Toprağın kabartılarak gevşetilmesi etkili bir yoldur, ancak süreklilik sağlamaz. Sıkışma pulluk işleme derinliğinin al-

tında gerçekleşmişse, bu işlem toprağı dikine yırtan, işleme derinliğinin altına inen bir araçla, birkaç yılda bir yenilenir. Bu amaçla çizel veya dipkazan kullanılır. Derinlerdeki sıkışmaya karşı etkin yollardan biri de, sıkışmış katman çevresine kompresörle basınçlı hava uygulanmasıdır. Sıkışmış toprakta sulamalar azar azar, ama sık yapılmalıdır.

Kalıcı çözüm yollarından biri sıkışmış toprağın kısmen veya tümüyle kaldırılıp, yerine gevşek toprak konmasıdır. Bu yöntem zor ve pahalıdır. Sıkışmanın önlenmesi için etkin bir kalıcı çözüm toprak yapısını sabırla geliştirmektir. Bu bağlamda çeşitli organik bileşiklerin yanı sıra, toprak düzenleyici adı verilen toprak kümelerini yapıştırıcı bileşikler de uygulanabilir.

Yüzey Kabuğu (Kaymak Tabaka) ve Sert Yüzey

Toprak yüzeyinde sıkı, sert, geçirimsiz özellikteki katmana **yüzey kabuğu** veya **kaymak tabaka** denir. Kabuk bağlayan toprak yüzeyinde toprakla hava arasındaki su ve gaz alışverişi dengesi bozulabilir, kabuktaki kıvrılmalarla oluşan çatlaklardan dolayı buharlaşma kayıpları artabilir. En önemlisi, sürgünler bu sert tabakayı delip yüzeye ulaşamaz. Özellikle pancar, havuç gibi küçük tohumlu bitkilerin zayıf sürgünleri ya toprak altında sarı kıvrım oluşturur, ya da yüzeye ulaşsa bile, kuruyup iyice sertleşen kabuğun sıkışması sonucu boğulur. Kabuk kalınlığı, birkaç milimetreden birkaç santimetreye kadar değişebilir. Yüzey kabuğunun en sert bölümü, doğrudan havayla bağlantılı yüzeyidir. Sert toprakta ise, bu durum yukarıdan aşağı kuru bölge boyunca süreklilik gösterir.

Toprak ne denli yavaş kurursa o denli sert olur. Başlangıçtaki aşırı ıslaklık, hatıta göllenme ve ardından gelen aşırı kuruma, sertleşmeyi kuvvetlendirir. Ardı ardına birkaç kez kuruyup ıslanan toprak, sonuçta giderek daha fazla sertleşir.

Sert Toprak ve Kabuk Oluşumunda Etkili Olan Etmenler

Üst toprağın özellikleri, toprağın kabuk oluşmasında ve kabuğun sertleşmesinde en önemli etmendir. Örneğin uzun süre nemli kalan toprak yüzeylerinde sert kabuk, mikrobiyel etkinlikler sonucu ortaya çıkar. Bu durum toprağın fiziksel ve kimyasal özelliklerinin pek azıyla doğrudan ilgilidir.

Organik madde kapsamı düşük, zayıf yapılı topraklar kabuk oluşturmaya veya tümünden sertleşmeye çok yatkındır. Mil kapsamı yüksek, orta bünyeli topraklar da kuruduklarında genellikle sert kabuk oluşturur. Toprak yapısını bozucu etkisi dolayısıyla sodyumca zengin topraklar sertleşmeye daha yatkın olmakla birlikte, kimi zaman kireç kapsamı yüksek topraklar da sertleşebilir. Organik maddeden kaynaklanan mumlar, reçineler veya sentetik toprak düzenleyiciler gibi çimento maddelerinin varlığı, sertleşmeyi engelleyici etki yapar. Yüzey pürüzlülüğünün artması, sertleşmeyi ve yüzey kabuğu oluşumunu sınırlandırır. Nemli havada toprak aşırı kurumayacağı için sert kabuk oluşmaz. Ancak yağışlar gözenekleri tıkayıp, zayıf agregatları parçalayarak, ileride oluşacak sert kabuğa ortam hazırlar.

Kabuk Zararının Azaltılması

Kabuk savaşında alınacak önlemler geçici ve kalıcı önlemler olarak iki grupta toplanabilir. O yılın ürününü kurtarmaya yönelik geçici önlemler şunlardır:

Sertleşen veya kabuk bağlayan topraklarda dirençli ürünlerin yetiştirilmesi etkin bir yoldur. Ancak böyle ürünler her zaman yeterli gelir getirmez. Gereğinden fazla tohum kullanılarak yapılan sık ekim, sürgünlerin kabuğu delme güçlerini birleştirme olanağı sağlar. Fide oluşumu güvenceye alındıktan sonra da seyreltme ya-

pılır. Olanak varsa tohumları alışılandan daha yüzlek ekmek, sürgün çıkışını kolaylaştırıcı bir diğer önlemdir. Ancak bu kez de, kuş zararı, soğuk zararı, suya kapılma, toprağa yeterince dokunamama gibi sıkıntılar baş gösterebilir. Üst toprağın kurumasına fırsat verilmemesi, sık uygulanan bir diğer yöntemdir. Örneğin yağmurlama veya damla sulama sistemi uygulanan yerlerde, sürgünler yüzeye ulaşip belirli büyüklüğe ulaşana dek, her gün azar azar sulama yapılır. Ancak bu yöntemin sakıncası, toprak daha sonra kurursa, çok sert bir kabukla karşılaşma olasılığıdır. Yüzeyi nemli tutmanın bir diğer yolu, **malç** oluşturmaktır. Yüzeye olanak varsa iri taneli organik artıkların yayılması yararlı olursa da, rüzgâr bu malzemenin yerinde durmasını zorlaştırır. Organik örtünün bir diğer sakıncası da, zararlı böceklerle ve parazitlere barınma ortamı sağlamasıdır. Yüzeyin plâstik örtüyle kaplanması da kurumayı engeller. Ancak burada maliyet etmeninden ayrı olarak, titiz bir zamanlama önem kazanır. Çünkü örtü gerektiği zamanda kaldırılmazsa, alttaki uzayan fideler sağlıklı kalmaz. Bir başka geçici önlem de, toprağın çapalanarak kabuk katının kırılmasıdır. Yoğun emek isteyen bu uygulamanın bir diğer sakıncası, körpe fidelerin köklerinin zedelenmesi olasılığıdır.

Gerektiğinde kum veya kil karıştırılması gibi toprak bünyesini değiştirici önlemler, her zaman iyi sonuç vermez, ayrıca pahalı ve zordur. Kalıcı önlemler arasında en doğrusu, toprak yapısının sabırla geliştirilmesi ve bu konuda etkin araçlardan biri, toprağa düzenli olarak organik madde eklenmesidir. Bir diğer yöntem de piyasada satılan VAMA, HPAN, krillium vb bir toprak düzenleyicinin toprağa karıştırılmasıdır. Ancak toprağın kimyasal ve biyolojik özellikleri üzerine fazla etki yapmayan, yalnızca fiziksel özellikleri geliştiren bu yöntem aşırı harcama gerektirir. Üstelik toprak düzenleyicilerin büyük bölümünün ömrü birkaç yılla sınırlıdır.

Tuzluluk

Tuzlar, toprakta çeşitli iyonların karışımından oluşmuş bileşikler olup, suda çözünme, yani toprak çözeltisinde bulunma düzeyleri çok çeşitlidir. Bunları tek tek ayırmak zor olduğu için, özel durumlar dışında tuzlar topluca ele alınır. Toprakta tuzların aşırılığı, bitki gelişiminin gerilemesine ve sonuçta bitkinin ölümüne neden olur. Tuzlar suda çözüldüklerinde, sahip oldukları iyonlar çözeltide serbestçe dolaşmaya başlar. Bitkilerin tuzluluğa karşı dirençleri ayrımlı olmakla birlikte, belirli bir noktadan sonra tuzun hemen her düzeyi bitkiler için zararlıdır. Tuz zararı görülen topraklar sodyumun doğurduğu özel sorunlardan dolayı ona ayrı bir sınıf açmayı gerektirir ve tuzlu, sodyumlu ve tuzlu sodyumlu topraklar olarak üç başlık altında incelenir. Ülkemiz açısından özel önem taşıyan bor tuzları da tuzluluğun bir alt sınıfı olarak ele alınır, çünkü bor çok düşük düzeylerde bile bitkiyi zehirleyebilir.

Tuzlu Topraklar

Toprak çözeltisinde bulunan tüm iyonlar tuzluluğa katkı yaparsa da, miktar bakımından toprakta tuzluluğu oluşturan katyonlar genellikle sodyum, kalsiyum ve magnezyum; anyonlar ise klorür ve sülfattır. Yine de örneğin potasyum, karbonat, nitrat gibi iyonlar da belirli oranlarda bulunabilir. Toprakta tuzluluğu artıran başlıca iki etmenden biri yağışların az, buharlaşmanın fazla olması, diğeri ise su çıkışı olmayan çanak şeklinde topografyadır. Kurak ve yarı kurak bölgelerde yağışların %50-95'inin buharlaşma yoluyla topraktan uzaklaşması, bu bölgelerde toprak yüzeyindeki tuz birikimini yirmi kata varan oranlarda artırabilmektedir. Öte yandan bu bölgelerde süregelmekte olan toprak oluşum süreçleri, ortama her yıl yeni iyonların katılmasına yol açmaktadır. Eski göl yatakları, denizlerin kıyısındaki

kumlu düzlükler, taban suyunun yüzlek olduğu çukurluklar genellikle tuzlu topraklara sahiptir. Toprakta tuzluluk sorunu kurak ve yarı kurak bölgelerde, akaçlaması yetersiz, çukur alanlarda daha sık görülür. Toprağın su geçirgenliği düşük olursa, tuzluluk riski artar.

Tuz kapsamı binde ikiden fazla olan topraklar tuzlu toprak sayılır. Ancak bitkiler üzerindeki tuz zararı binde bir düzeyinde başlayıp, tuzluluk artışıyla birlikte verim düşüşü dikkat çekici düzeye ulaşmaktadır. Normal koşullarda sodyum dışındaki iyonların büyük bölümünün bitki besin maddesi olmasına karşın bitkilerin tuz fazlalığından zarar görmesi ilginçtir. Bu olay bitkilerin su ve besin elementlerini alma mekanizmalarıyla ilgili olup, şöyle açıklanabilir: Bitkiler besin maddelerini ya suda serbest gezen iyonlardan, ya da değişim yüzeylerinden alırlar. Bu iyonlar, yarı geçirgen kök hücresi duvarlarında **ozmoz** denen olayla bitki bünyesine geçer. Ozmozun gerçekleşmesi **yayılma** (difüzyon) yoluyla olur. Yayılma, bir iyon, molekül vb tanecığın, akışkan içinde yoğun bulunduğu ortamda seyrilmesi olayıdır. Örneğin kolonya şişesinin kapağı açık bırakılsa, odaya bir süre sonra kolonya kokusu yayılır, çünkü kolonya molekülleri havada yayılmaya başlamıştır. Su dolu bir kaba bir damla mürekkep damlatılsa, damlanın hızla yayılıp tüm kaba yayıldığı gözlenir. Olayların başlangıcında kolonya şişede, mürekkep de damlatıldığı noktada yoğundu. İkisi de yayılıp seyrilme eğilimi gösterdiler. Deney bir adım ileri götürülsün. Bu kez su dolu kapta, küçük moleküllerin geçmesine izin veren, büyük molekülleri ise tutan bir zar olsun. Mürekkebin sıvı bölümü zarın öbür tarafına geçebilecek, ancak tortu yapan iri taneler zara takılıp kalacaktır. İşte bu yoğun ortamdan az yoğun ortama geçiş olayına ozmoz denir. Bu olayın sürmesi, iki taraf arasında yoğunluk farkına bağlıdır. Bitki kökünde ortamdan suyu çekebilecek belirli bir güç vardır. Bu güç toprak çözeltisindeki tutulma enerjisinden fazla olduğu sürece kök topraktan suyu çekip alabilir. Ancak toprakta suyun azalması ve içindeki çözünmüş maddelerin (tuzların) artması, suyun toprakta tutulma enerjisini artırır. Karşı gücün artmasıyla, kökün topraktan suyu alması giderek azalır. Tuzlu topraklarda su bulunsun bile bitkilerin kuraklık çekmesinin nedeni, **fizyolojik kuraklık** adı verilen bu olaydır.

Tuzluluğun Ölçülmesi

Suda eriyen inorganik bileşikler, toprak çözeltisindeki tuzluluğun başlıca kaynağıdır. Öyleyse belirli miktarda toprak alınıp arı suyla iyice çalkalansa, vakum altında süzüğü çıkarılsa, yani suyu olabildiğince bir kaba alılsa, bu işlem birkaç yinelenirse, sonuçta topraktaki tuzların suya geçtiği varsayılabilir. Bu su kaynatılarak buharlaştırılırsa, arta kalan çökelek katı tuzları verir. Görüldüğü üzere bu yöntem duyarlı değildir, üstelik zaman alıcı ve yorucudur. Daha kullanışlı bir yol olarak bir fizik yasasından yararlanılır. Buna göre arı suyun yalıtkan olduğu varsayılmaktadır. Suda elektriği ileten, içindeki yüklü ve serbest iyonlardır. Öyleyse, suda serbest iyonların miktarı arttıkça elektriksel iletkenlik artacaktır. Toprak çözeltisine bir direnç ölçer daldırılarak, elektriksel iletkenlik değeri kolayca ölçülebilir. Elektriksel iletkenlik (EC) birimi desisiemens/metre (dS/m) olup, uygulamada 4 dS/m değerinin üzerinde iletkenliğe sahip topraklar tuzlu olarak kabul edilir.

Tuzlu toprakların reaksiyonu genelde nötr ile hafif alkali arasında değişir ve hiçbir zaman 8,5 pH değerinin üzerine çıkmaz.

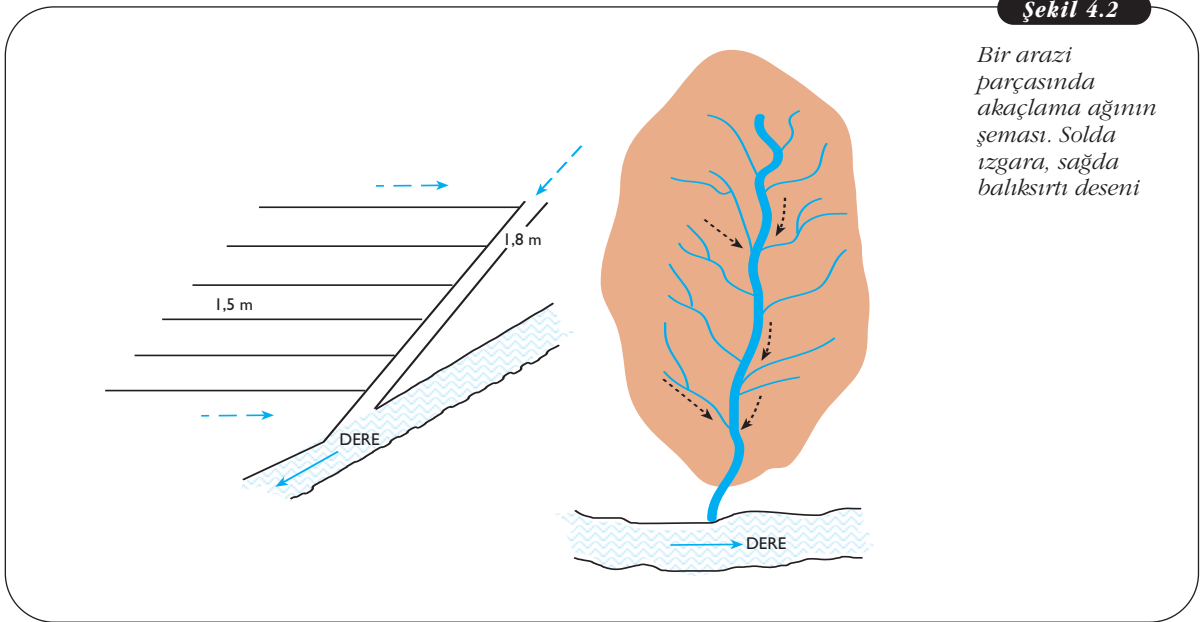
Tuzluluğun Giderilmesi

Toprakta aşırı tuzluluğu gidermenin tek ekonomik yolu, onları yıkayarak ortamdan uzaklaştırmaktır. Bu amaçla, açık dren ve kapalı dren denen iki tür akaçlama sistemi kurulabilir. Uygulaması kolay ve ucuz olan açık dren sisteminde arazinin eğimi doğrultusunda, bitki kök derinliğinin altına inen bir kanal açılır (Şekil 4.2). Kanalin yaklaşık derinliği 1,5 m olup, kesiti geniş tabanı üstte olan bir yamuktur. Kanalin araziden çıkışı, olanak varsa bir dere, göl gibi su çıkışına bağlanır. Arazî çevreye göre çukurda kalıyorsa, bu kez çıkış ağzının yakınına 2,0-2,5 m kadar derinlikte bir toprak havuz açılır. Tuzluluğu giderilecek arazinin her tarafına bol yıkama suyu uygulanır. Uygulanacak suyun miktarı, kendi niteliği, toprağın tuzluluğu, bünyesi, su geçirgenliği, ulaşılmak istenen tuzluluk düzeyi gibi koşullara bağlı olarak değişirse de, bu miktarın, hedefi tarla kapasitesi olan sulama suyunun çok daha fazla olacağı açıktır. Amaç, tuzların bu suda çözülüp araziden uzaklaştırılmasıdır.

Arazilerin değerli olduğu ve arazi parçasının bütünlüğünün korunmasının amaçlandığı yerlerde kapalı dren sistemi uygulanır. Bu sistemde kök derinliğinin altına çevresi süzek kum ve çakılla sarılmış, üzerinde küçük delikler bulunan borular döşenir. Bir başka yöntem olarak, kök derinliğinin altına kadar açılan dar kanallara çakıl, mıcır gibi kaba malzeme doldurulup, üzeri toprakla kapatılır.

Şekil 4.2

Bir arazi parçasında akaçlama ağının şeması. Solda ızgara, sağda balıksırtı deseni



Her iki akaçlama sisteminde temel ilke, suyun bitki kök derinliğinin altına inmesini sağlamaktır. Yıkama sistemi sağlıklı kurulursa, elde yeterli miktarda veya nitelikte su bulunmasa da, güçlü yağış dönemlerinde topraktaki tuzların azaltılma olanağı doğacaktır. Yıkama sırası ve sonrasında öncelikle tuza dayanıklı bitkilerin yetiştirilmesi düşünülmelidir.

Özgül İyon Etkisi

Toprakta tuzluluğu artıran iyonların her birinin bitkilere verdiği zararlar ayrılmıdır. Belirli bir iyonun toprak çözeltisinde diğerlerine göre aşırı miktarlarda bulunması, **özümlü iyon etkisi** denen sorunlara yol açar. Sodyum ve borun özümlü iyon etkileri öylesine önemli olumsuz sonuçlar doğurur ki, sınıflamada bu iki iyon ayrı başlık açılmaktadır. Bu iki iyon dışında en sık rastlanan özümlü iyon zehirliliği klorür (Cl^-) fazlalığından kaynaklanır. Toprak çözeltisinde klorür fazla olduğunda bitkinin azot alımı zorlaşır. Bu nedenle, hiçbir ticaret gübresinde ve toprak düzenleyicide anyon olarak klorüre yer verilmez. Bir bitki besin iyonu olmasına karşın amonyum (NH_4^+) ortamda fazla bulunursa bitkiyi zehirleyebilir. Bir iyonun, bitkinin başka bir iyon-dan yararlanmasını engellemesine **antagonizm** denir. Fazla fosfor magnezyumun, potasyum aşırılığı kalsiyumun bitkilerce alımını zorlaştırır.

Sodyumluluk

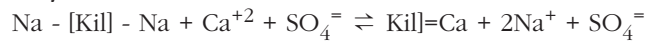
Tuz kapsamı normal sınırları aşmayan bir toprakta sodyumun egemen olması, pH değerlerini bitkinin dayanamayacağı düzeylere yükseltir. Sodyumlu toprağın pH değeri 8,5 ve daha üzeridir. Daha önemlisi, sodyum fazlalığı toprak tanelerinin oluşturduğu kümeleri bozar, toprak taksel hal alır. Böylece su geçirimsizliği, havalanamama, köklerin ilerleme zorluğu çekmeleri gibi sorunlar baş gösterir. Kuruyan toprağın üzerinde sert bir kabuk katmanı oluşur. Toprakta değişebilir sodyum varlığının tüm katyonların % 15'ini aşmaması istenirse de, bu değer birçok toprak ve bitki türü için çok yüksektir. Çoğu bitki % 5 değişebilir sodyum düzeyinde bile zarar görebilir. Sodyumlu toprakta elektriksel iletkenlik değeri 4 dS/m'nin altında, pH 8,5'in ve değişebilir sodyum yüzdesi % 15'in üzerindedir.

Sodyumluluğun Giderilmesi

Toprakta sodyumun büyük bölümü kolloid yüzeylerinde değişebilir formda tutulmaktadır. Değişebilir katyonlar yıkama ile topraktan uzaklaştırılmaz. Bu nedenle, sodyumun topraktan uzaklaştırılması işlemi iki aşamada yürütülür. Tuzluluğun giderilmesinde olduğu gibi, önce etkin bir akaçlama ağı kurulur. Sonra kolloidlerin yüzeylerindeki sodyumu söküp toprak çözeltisine geçirecek bir uygulamaya sıra gelir. Bu amaçla, çözünürlüğü yüksek, ucuz, kolay uygulanır bir kalsiyum kaynağından iyisi yoktur. Sayılan özellikleri bünyesinde en fazla barındıran kalsiyum tuzu alçıtaşı (jips - CaSO_4)'dır. Bu tuzun çözünürlüğü fazla olmasa da,

- Nötr reaksiyonu,
- Anyonunun sülfat gibi zararsız bir iyon olması,
- Bolluğu ve ucuz bulunabilmesi,
- Uygulama güvenliği

nedenleriyle, sodyumlu topraklarda kullanımı yaygındır. Modern tarımda sudan gelebilecek sodyum zararının azaltılması için, sulama suyuna da karıştırılmaktadır. Aşağıdaki denklemde kolloid yüzeyinden sodyumun sökülmesine ilişkin bir örnek yer almaktadır:



Burada kil yüzeylerinde tutulan sodyumların yerini, çözeltideki miktarı artan kalsiyum iyonları almakta, kalsiyum kil yüzeyinde tutulmaya başlarken, sodyum toprak çözeltisine geçmektedir. Yüzeye dağıtılan jips, istenen derinliğe göre bir işleme aracıyla toprağa karıştırılır. Uygulanacak materyalin olabildiğince ince öğütülmüş olması sonucu çabuklaştırır. Kolloid yüzeylerindeki sodyumun yerinden sökülüp, yerlerine kalsiyum iyonlarının yerleşmesiyle, toprağın şişip büzülme ora-

nı da düşmeye başlar. Bu durum, ülkemizin her yerinde var olmakla birlikte, en çok Marmara Bölgesi'nde görüldüğü üzere, genç sürgünleri boğacak düzeyde genişleyen killere sahip topraklarda iyileştirmenin ek bir getirisiidir.

Sodyumun kil ve humus yüzeylerinden çözeltiye geçirilebilmesi için gerekli jips miktarı,

- Toprak pH'sı,
- Katyon değişim kapasitesi,
- Değişebilir sodyumun başlangıçtaki ve amaçlanan yüzdeleri,
- Diğer iyonların varlığı

gibi çok sayıda etmene bağlıdır. Fazla uygulama, toprak ozmotik basıncını bir miktar yükseltse de çok önemli değildir, yalnızca gereksiz harcama yapılmış olur. Bu konuda geliştirilmiş denklemler elde olmakla birlikte, bunların uygulamada her zaman güvenilir sonuç vermedikleri bilinmektedir. En doğrusu, toprağa bir miktar jips ekleyip, düzenli analizlerle olayların gelişimini izlemektir. Toprak kireçliyse, jips yerine toz kükürt ekleyerek, kükürt bakterilerinin topraktaki kireci etkinleştirmelerini beklemek de bir yoldur, ancak jips kadar sık uygulanmaz. Çünkü:

- Toprakta kükürdü parçalayacak bakteri varlığı gereklidir.
- Bu bakterilerin çalışması için yeterli nem, sıcaklık vb ortam koşulları olmalıdır.
- Bu işlemin jips kadar çabuk sonuç vermeyeceği hesaba katılmalıdır.

Etkili bir akaçlama, yani suyun dışarı boşaltılması ağı kurulduktan ve toprak düzenleyicisi karıştırıldıktan sonra yıkama işlemi başlatılır. Sodyumlu toprakların geçirimsiz olması dolayısıyla, başlangıçta su yüzeyde göllenecektir. Bu durum, toprakta iyon değişimi için zaman kazandırması açısından bir üstünlük olarak görülmelidir. Yine de, yıkanmanın hızlanmasını sağlamak üzere, bir miktar organik artık jipsle birlikte toprağa karıştırılabilir.

Akaçlama (drenaj) sistemlerinde ana boşaltım kanalları olarak olabildiğince doğal akış hatları seçilir.



DİKKAT

Tuzlu-Sodyumlu Topraklar

Toprakta tuzluluğun 4 dS/m'den fazla, değişebilir sodyumun da % 15'in üzerinde olması halinde tuzlu-sodyumlu topraklar ortaya çıkar. Ortamdaki tuzların bolluğu pH'nın 8,5'ten yukarı çıkmasına izin vermez. Öte yandan toprak kurduğunda tuzların kristalleşmeye başlaması toprak yapısını geliştirici etki yaptığından, bu toprakların su geçirimsizliği genelde iyidir.

Tuzlu-sodyumlu toprakların iyileştirilmesi için uygulanacak işlemler dizisi sodyumlu toprakların aynısıdır. Ancak, toprak düzenleyici eklemekten yıkama yapmaya kalkılırsa, tuzların yıkanmasıyla birlikte toprak reaksiyonu üzerinde baskı kalkar, pH hızla yükselir, toprak yapısı bozularak, su geçirimsizliği önemli oranda düşer. Sonuçta toprak, başlangıçtakinden daha kötü özelliklere bürünür. Bu olayın tek kuraldışı durumu, toprakta doğal olarak jips bulunmasıdır. Diğer tuzların varlığından dolayı çözünemeyen ve etkin olamayan jips, ortamdaki diğer tuzlar uzaklaştırıldığında etkinleşerek, kolloid yüzeylerindeki sodyumun çözeltiye geçmesini ve böylece yıkanabilmesini sağlayabilir.

Tuzlu-sodyumlu topraklara dışa akış sağlandıktan sonra düzenleyici eklenip yıkamanın başlatılması, önceleri pH'nın biraz yükselmesine, geçirimsizliğin düşmesine ve hatta değişebilir sodyum değerinin analizlerde daha yüksek çıkmasına neden olabilir. Bu durum normal ve geçicidir. İşlemler belirtildiği gibi yürütüldüğü sürece, bu geçici olayın etkileri yok olarak, toprak zamanla geri kazanı-

lacaktır. Geçiş sürecinde, tuza ve sodyuma dayanıklı bitki türlerinin yetiştirilmesi önerilmektedir.

Borlu Topraklar

Bor, bitkiler için mutlaka gerekli olmasına karşın çok düşük düzeylerde bile onları zehirleyebilen bir elementtir. Bor tuzlarını tehlikeli yapan ikinci özellik, bunların çözünürlüğünün oldukça yüksek olmasıdır. Türkiye topraklarının ve sularının büyük bölümü borca zengindir. Ülkemiz topraklarında bor eksikliği seyrek olarak ve belirli bitkilerde ortaya çıkmaktadır. Bor, toprakta 0,5 mg/kg düzeyinin üzerine çıktığında bitkiler için zehirli olmaya başlar. Normal olarak topraklarda 0,3-1,0 mg/kg aralığında bulunur. Genellikle borlu sulama sularının bitkilere zarar verdiği düşünülürse de, bu görüş doğru ancak eksiktir. Toprakta jeolojik olarak da bor fazlalığı olabilir. Bor bileşiklerinin topraktan giderilmesinde en etkili yol yıkama olmakla birlikte, yıkanmalarının zorluğu ve düşük düzeylerde bile zehirli olabilmeleri, borlu toprakların kazanımında önemli engellerdir. Sulama suyunda bulunabilecek aşırı bordan korunmanın etkin yollarından biri, toprağın zaman zaman fazla su verilerek yıkanmasıdır. Ancak, basınçlı sulama uygulanan yerlerde her zaman bu olanak bulunamamaktadır.

Arazinin Süreksizliği

Engeli, ondüveli arazilerde üretim çalışmaları için arazi düzleme yararlı bir işlemdir. Çukur ve tümseklerle kaplı arazide ekim, dikim, gübreleme, sulama gibi işlemlerin yürütülmesi zordur. Öte yandan çukurlarda göllenme, tuz birikimi, yabancı ot, hastalık ve zararlı etmenlerinin barınması gibi sorunlarla karşılaşmaktadır. Suyun belirli bölgelerde göllenmesi, iş programlarının zamanında uygulanmasını engellemekte, arazinin bir bölümü aşırı kuru iken, diğer tarafları ıslak kalabilmektedir. Örneğin bir pirinç tarlasında kusursuz düzleme işlemi yapmadan üretime geçmek olanaksızdır.

Arazideki fazla suyun sorun doğurmadan dışarı atılabilmesi için düzleme (tesviye) işlemi gerekebilir. Yağmurlama ve damla sulama gibi basınçlı sulama işlemlerinde hem sistemin parçalarının düzgün yerleştirilmesi, hem de suyun arazinin her yanına eşit dağılmasını sağlamak üzere düzlemeye gerek duyulabilmektedir. Ancak büyük çaplı arazi düzleme işlemlerinin fazla harcama gerektirdiği ve üstteki verimli toprağın kazınmasının verimsiz ham toprağı yüzeye taşıdığı unutulmamalıdır. Ağır araç trafiğinin toprakta sıkışma başta olmak üzere, fiziksel özelliklerin gerilemesine yol açabilmesi, bir diğer sorundur. Kısacası düzlemede hedef, olabildiğince az miktarda toprağın yerinden oynatılması olmalıdır. Boyutları küçük olan bir arazi parçasında, çeki hayvanı veya traktöre takılı bir araçla ve fazla ölçüme gerek kalmadan arazi düzleştirme işlemi yürütülebilir. Bu işlem sırasında, suyun giriş ve çıkışları doğrultusunda hafif bir eğim verilmesi, daha sonraki uygulamalarda kolaylık sağlar.

Toprak Kirliliği

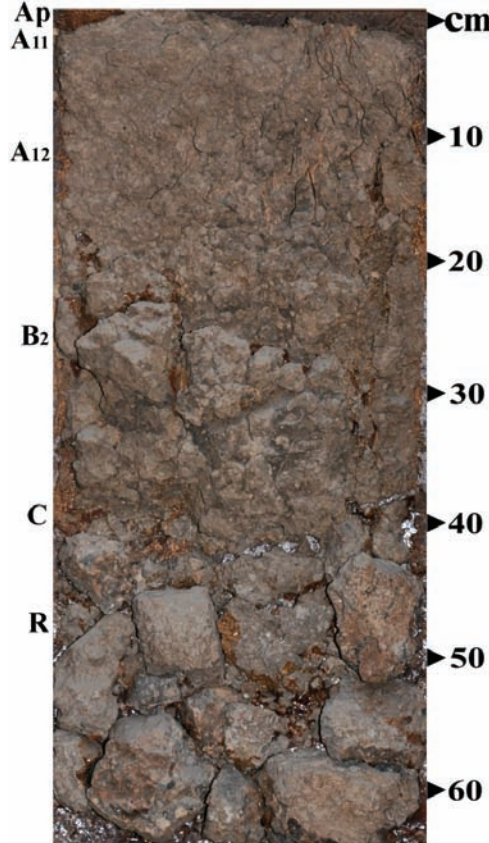
Toprakta kirliliğe yol açan elementlerin ve bileşiklerin varlığı jeolojik kökenli veya insan etkinliklerine bağlı olabilir. Kirlilik türleri sayılamayacak kadar çok olup, sınıflandırılması zordur. Katı atık boşaltım yerleri, kirli su sızıntıları, petrol çıkarma, taşıma, depolama ve kullanımları sırasında toprağı karışan ham petrol ürünleri, madencilik çalışmaları, tarım ilaçları, kazalardan toprağı karışan çeşitli endüstriyel ürünler veya atıkları, bunların başlıcalarıdır.

Toprak kirliliğinin birçok türü geri dönüşümsüzdür. Bir bölüm kirlilik de, yoğun emek, zaman ve para harcayarak geri kazanılsa bile, geride iz bırakır. Örneğin ağır metallerin ve radyoaktif atıkların, ister jeolojik kökenli olsun, isterse insan eliyle gerçekleşsin topraktan temizlenmesi olanaksız denecek düzeyde zordur. Uygulanabilecek başlıca toprak arıtma teknikleri şunlardır:

- Kirli toprağın kazınıp başka yere taşınması veya derine gömülmesi,
- Organik atıkların, mikrobiyel aşılama ve mikrobiyel etkinliklerle parçalanması (biyoremediasyon),
- Ağır metallerin, bunlar bünyesinde biriktirebilen bitkiler tarafından sömürülmesinin sağlanması (fitoremediasyon),
- Uçucu organik bileşiklerin uzaklaştırılması için toprağa basınçlı hava uygulanması,
- Radyoaktif atıkları beton bloklarla kaplayıp gömme,
- Üzerini iyi toprakla kaplayıp, park haline getirme, ağaçlandırma vb.

Örneklerin gösterdiği gibi, toprakta kirliliği önleyici etkin önlemler sınırlıdır. Üstelik bu yöntemlerin her birinin çok sayıda sakıncası vardır. Amaç, her türlü kirliliğin topraktan uzak tutulması, toprağa ulaşmasının engellenmesi olmalıdır. Örneğin cam, plastik, kumaş, metal vb atıkların yeniden kullanımı etkin bir çözümdür. Tarımsal girdilerin ölçülü ve zamanında uygulanması, toprağın kirlenme riskini azaltır. Evsel ve endüstriyel atık sular arıtıldıktan sonra doğaya salınmalıdır. Organik atıklar elden geldiğince oksijensiz ortamda ayrıştırılarak aktif kömür, meşe kömürü, biyogaz, bitki yetiştirme ortamı gibi ekonomik değeri de olan yan ürünlere çevrilmelidir.

Şekil 4.3



Artvin, Arhavi. Erozyonla üst toprak kaybolmuş. Geride 2-3 cm işlenmiş toprak (Ap) kalmış, demek ki tarım yapılan dönemde bu aşırı eğimli arazide tarım yapılması en az 15 cm üst toprağı aşındırıp uzaklaştırmış. Ana kaya (R), parçalı ve aşınmış bazalt.

Özet



Toprağın üretkenliğini sınırlandıran koşulları belirlemek.

Arazideki oyuntular, renk açılmaları, yetersiz bitki gelişimleri, yoğun erozyon izleri, yüzeyde sert katman oluşumu, solucan vb canlıların yokluğu veya azlığı, gübrelemeden yeterli karşılığın alınamaması, köklerin yüzeye çıkması, verimin beklenenden düşük çıkması gibi gözlemler, toprakta bir veya birden fazla sorun olduğunu gösterir. İyi bir gözlemci bu olumsuzlukları fark edip, çözüm yolları aramaya koyulmalıdır.



Toprak ve su örneği alma ve analiz etme yöntemlerini özetlemek.

Usulüne uygun toprak ve su örneği almak, laboratuvar analizlerinin güvenilirliği ve oradan gelecek sonuçların doğru yorumlanabilmesi için ön koşuldur. Alınacak toprak örneği, amaçlanan araziyi temsil edebilmelidir. Toprak özelliklerinin kısa aralıklarda önemli oranda değişebileceği göz önüne alınarak, birkaç yerden alınan alt örnekler bir kapta toplanıp paçal yapıldıktan sonra örnek numarası verilmelidir. Örnek torbasının içine ve üzerine yeri, amacı, alanın adı, tarih gibi gerekli bilgiler yazılır. Toprak donmamışsa ve çok ıslak değilse, her zaman örnek alınabilir. Su örnekleri için 1-1,5 litrelik temiz bir cam veya plastik şişe yeterlidir. Su bir süre boşa akıtıldıktan sonra, örnek olabildiğince son noktadan alınmalı ve üzerine, kaynağı, adı, tarih ve saati, amaç gibi bilgiler yazılmalıdır.



Topraktaki sorunların kökenlerini ve başlıca özelliklerini incelemek.

Toprakta bir sorunla karşılaşıldığında, bunun olumsuz iklim özelliklerinden, jeolojik yapıdan, yetişen bitkilerden, su, gübre, ilaç gibi tarımsal girdi uygulamalarından gelip gelmediği öncelikle araştırılır. Bulunulan coğrafi bölge ve yerel topografik yapı, sorunun kökenini incelemeye çıkış noktası olmalıdır. Örneğin yağışlı ve eğimli bir bölgede toprakta tuzluluk zararından söz edilemez. Eğimi yüzde bir düzeyinin altında olan bir arazide su erozyonu yoluyla toprak kayıplarının kayda değer ölçüde yüksek olması beklenmemelidir. Buna karşın bitki örtüsü yok edilmiş

ve eğim aşağı sürülmüş bir arazide erozyon tehdidi yıkıcı boyutlara ulaşabilecektir. Kumlu bir toprakta su geçirimsizliğiyle değil, su tutma yeteneğinin düşüklüğü ile savaşmak gerekecektir. Sodyumlu bir toprağı ne ölçüde yıkama suyu kullanılırsa kullanılsın üretime kazandırma olanağı olmayacak, akaçlama, düzenleyici madde ekleme ve yıkama işlemlerinin tümü birden gerekecektir. Toprakta olası sorunları gidermenin yolu, sorunun kökenini bulmak ve olaya uygun çözüm yolları aramakla başlar.



Çeşitli sorunların her birinin giderilmesi yollarını açıklamak.

Su erozyonu, toprak yapısının geliştirilmesi, eğime dik sürüm ve ekim işlemleri, yüzeyin olabildiğince bitkilerle ve bitki artıklarıyla kaplı olması, suyun akış hızını düşürecek önlemler, kenar çitleri gibi önlemlerle azaltılabilir. Rüzgâr erozyonuna karşı egemen rüzgârları önleyecek yüksek çitler ve duvarlar, yüzeyde güçlü bitki örtüsü kurma gibi yöntemlerden yararlanılabilir. Besin maddesi yetersizliği, bitki hastalıkları, biyolojik dengenin bozulması ve toksin birikmesinden kaynaklanabilen toprak yorgunluğunu gidermede gübreleme, tür değiştirme, ekim nöbeti uygulamaları, dezenfeksiyon, solarizasyon gibi yöntemler kullanılır. Toprakta su ve hava geçişlerini ve köklerin ilerlemesini sınırlayan sıkışmanın önlenmesinde hafif araçlar, az trafik, toprağı dikine yırtma, toprak yapısını geliştirme yöntemlerinden yararlanılır. Sert toprak ve yüzey kabuğu ile baş etmenin en geçerli yolu toprak yapısını geliştirmektir. Toprak tuzluluğu akaçlama ve yıkama ile, sodyumluluk ise, akaçlama, toprak düzenleyici ve yıkama zinciriyle giderilir. Borlu topraklarda yıkama en geçerli yol olsa da çoğu zaman etkili değildir. Arazinin düzlenmesi birçok olumsuzluğu gidermesinin yanı sıra, işlemleri kolaylaştırır. Toprak kirliliği, başa çıkılması en zor olan toprak sorunlarından biridir, oluşmasına fırsat verilmemelidir.

Kendimizi Sınayalım

1. Sağanak yağışlardan sonra suyun bulanık akması neyi gösterir?
 - a. Toprak tuzluluğunu
 - b. Toprağın çok kumlu olduğunu
 - c. Su erozyonunu
 - d. Rüzgâr erozyonunu
 - e. Arazinin düz olduğunu
2. Gübreleme amaçlı toprak örneği ne kadar olmalıdır?
 - a. 50-100 gram
 - b. 100-200 gram
 - c. 1-1,5 kg
 - d. 15-20 kg
 - e. 50-100 kg
3. Hangisi su erozyonuna karşı alınacak bir önlemdir?
 - a. Eğim derecesinin artırılması
 - b. Anızın toprağa gömülmesi
 - c. Rüzgârın geldiği yöne set çekilmesi
 - d. Yüzeyde güçlü bitki örtüsü kurma
 - e. Toprağı kesekli bırakma
4. Hangisi rüzgâr erozyonundan korunma sağlar?
 - a. Egemen rüzgâr yönüne dik toprak işleme
 - b. Eğim aşağı ekim
 - c. Arazinin düzlenmesi
 - d. Toprağı karıştırarak unufak etme
 - e. Toprağa tuz ekleme
5. Hangisi bir toprak yorgunluğu türü **değildir**?
 - a. Bitki besin maddeleri eksikliği veya yetersizliği
 - b. Fitopatolojik yorgunluk
 - c. Biyolojik dengenin bozulması
 - d. Toprakta zehir birikmesi
 - e. Toprağın erozyonla akıp gitmesi
6. Hangisi toprak sıkışma göstergelerinden biridir?
 - a. Yüzeyde kabuk oluşumu
 - b. Yüzeyde tuz birikmesi
 - c. Otların daha gür olması
 - d. Bitki yapraklarının koyulaşması
 - e. Toprakta keseklerin artması
7. Hangisi toprak yüzeyinde kabuk oluşumunu artırıcı etmenlerden biri **değildir**?
 - a. Yüzeyin taşlı olması
 - b. Organik maddenin yetersizliği
 - c. Toprak yapısının bozuk olması
 - d. Toprağın sodyum iyonlarınca zengin olması
 - e. Toprağın iyice kuruması
8. Hangisi toprak tuzluluğunun yol açtığı bir zarardır?
 - a. Zararlıların artması
 - b. Bitkinin topraktan su almasının zorlaşması
 - c. Toprak yapısının bozulması
 - d. Erozyonun şiddetlenmesi
 - e. Toprağın asitleşmesi
9. Hangisi toprakta sodyum fazlalığının yol açtığı bir zarardır?
 - a. Mikroorganizma sayısının artması
 - b. Solucanların derine inmesi
 - c. Yabancı otların çoğalması
 - d. Toprak yapısının bozulması
 - e. Toprağın renginin ağarması
10. Hangisi arazi düzlemenin amaçları arasında **yer almaz**?
 - a. Suyun tarlaya eşit dağıtılması
 - b. Alttaki toprağın havalandırılması
 - c. Sulama sistemlerinin daha sağlıklı kurulması
 - d. Göllemelerin önlenmesi
 - e. İş programlarının uygulanabilmesi

Okuma Parçası

Tarım Toprağının Önemi

Tarım toprağını korumanın önemi, bir elma yardımı ile şöyle açıklanabilir: Elmayı önce dörde bölünüz. Bunlardan üçünü, okyanusları ve denizleri gösterdiği için yiyiniz. Eldeki çeyreği ikiye bölüp, yansını yiyiniz. Çünkü bu yarım çok soğuk, çok dik gibi insanın tutunamayacağı yerleri göstermektedir. Arta kalan sekizde bir elmayı dört eşit parçaya bölünüz. Üç parçayı da, insanın yaşayabilmekle birlikte üretim yapamayacağı çöller, kayalık deniz kıyıları, dik yamaçlar gibi arazileri gösterdiği için yiyiniz. Elinizde kalan 1:32 büyüklüğündeki elma parçası, insanın yaşayabileceği ve üretim yapabileceği alanları göstermektedir. Ama bitmedi, bu parçacığın üzerinde ancak küçük bir benek, örneğin Türkiye için Çukurova gerçek bir tarımsal üretim toprağı (mutlak tarım arazisi) niteliğindedir, bu gerçek asla unutulmamalıdır. İşte o beneki koruma savaşı vermeliyiz.

Kendimizi Sınayalım Yanıt Anahtarı

- | | |
|-------|--|
| 1. c | Yanıtınız yanlışsa, "Arazide Sorun Göstergeleri" bölümünü yeniden inceleyiniz. |
| 2. c | Yanıtınız yanlışsa, "Örnek Alma" bölümünü yeniden inceleyiniz. |
| 3. d | Yanıtınız yanlışsa, "Erozyon" bölümünü yeniden inceleyiniz. |
| 4. a | Yanıtınız yanlışsa, "Erozyon" bölümünü yeniden inceleyiniz. |
| 5. e | Yanıtınız yanlışsa, "Toprak Yorgunluğu" bölümünü yeniden inceleyiniz. |
| 6. e | Yanıtınız yanlışsa, "Toprağın Sıkışması" bölümünü yeniden inceleyiniz. |
| 7. a | Yanıtınız yanlışsa, "Yüzey Kabuğu ve Sert Yüzey" bölümünü yeniden inceleyiniz. |
| 8. b | Yanıtınız yanlışsa, "Tuzluluk" bölümünü yeniden inceleyiniz. |
| 9. d | Yanıtınız yanlışsa, "Tuzluluk" bölümünü yeniden inceleyiniz. |
| 10. b | Yanıtınız yanlışsa, "Arazi Düzleme" bölümünü yeniden inceleyiniz. |

Sıra Sizde Yanıt Anahtarı

Sıra Sizde 1

Erozyona uğrayan arazide, olayın şiddetine göre eğim yönünde ince çizgiler (parmak erozyonu), derin kanallar (oyuntu erozyonu), akarsu kıyısında yarma biçiminde açılmış ham toprak duvarları (akarsu erozyonu) gibi görüntülerin yanı sıra, örneğin ağaç diplerinde ot yığınları, taş kümeleri, arazinin düzlüklerinde birikmiş bulaşık su veya ince toprak katmanı, suyun hızının kesildiği yerlerde kuru otlardan dallara değişen irilikte bitki kalıntıları gözlenebilir. Eğer burası dar bir vadi çıkışıysa, irili ufaklı molozlarla kaplı bir koni oluşacaktır. Arazide genelde otsu bitkiler akış yönünde eğilmiş ve üzerlerinde çamur birikmiştir.

Sıra Sizde 2

Kimi çiftçiler uygulama kolaylığı yönünden eğim aşağı sürümü yeğ tutar. Oysa bu yolla, yokuş aşağı oluşturulan sürüm karıkları sonraki yağışlar için kanal görevi yaparak büyük oranda toprak kayıplarına yol açar. Arazilerin miras yoluyla dar şeritler halinde bölünmesi olayı artıran etmenlerden biridir. Eğimli arazinin işlemeli tarımdan çıkarılıp otlığa veya ağaçlandırmaya ayrılması, teraslanması veya bunlara olanak yoksa hiç değilse sürüm ve ekim işlemlerinin eğime dik yönde yapılması gerekir.

Sıra Sizde 3

Arazide görebileceğiniz anormallikler, yer yer boşlukların olması veya bitkiler arasındaki gelişme düzeyi ayrımları, bitki boylarının normalden daha kısa oluşu, yaprakların zamanından önce sararması, yaprak uçlarının kurumması, yaprak damarlarının belirginleşmesi, zamanından önce çiçek dökme, sürgünlerin kurumması, yaprak demetlerinin küçük rozetler biçiminde kümelmesi vb gibi çok çeşitli olabilir. İyi bir yetiştirici, arazisindeki bu tür anormallikleri sürekli gözlemeli ve yolunda gitmediğini düşündüğü konuları uzmanlarla paylaşmalıdır.

Yararlanılan Kaynaklar

- Atabey, E. (ed.). (2008). **Uluslararası Katılımlı Tıbbi Jeoloji Sempozyumu Kitabı**, MTA Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Bresler, E., McNeal, B.L. and Carter, D.L. (1982). **Saline and Sodic Soils**, Springer Verlag, Berlin.
- Çanga, M. (1995). **Toprak ve Su Koruma**, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Ankara.
- Dizdar, Y. (2003). **Türkiye'nin Toprak Kaynakları**, TMMOB Ziraat Mühendisleri Odası, Ankara.
- DPT. (2007). **IX. Beş Yıllık Plan, Toprak ve Su Kaynaklarının Kullanımı ve Yönetimi Özel İhtisas Komisyonu Raporu**, Ankara.
- Hillel, D. (1969). **Soil - Crop - Tillage Interactions in Dryland and Irrigated Farming**, The Hebrew University of Jerusalem, Rehovot.

5

Amaçlarımız

Bu üniteyi tamamladıktan sonra;

- Toprak hazırlama tekniklerini irdeleyip, toprak ve çevre koşullarına uyumlu bitki türlerini seçebilecek,
- Bitki sağlığı açısından toprak özelliklerini istediğiniz yönde geliştirebilecek,
- Arazi toplulaştırma, kazı-dolgu gibi teknik işlemlerin temel ilkelerini değerlendirebilecek,
- Tuzlu topraklarda iyileştirmenin yanı sıra başka önlemler de getirebileceksiniz.

Anahtar Kavramlar

- Tohum yatağı
- Organik atık
- Toprak yönetimi
- Arazi toplulaştırma

İçindekiler



Toprak Yönetimi

EKİM ÖNCESİ TOPRAK HAZIRLIKLARI

Tohum Yatağı Hazırlığı

Tohum yatağı, tohumun çimlenebileceği ve sürgünün köklerini geliştirebileceği fiziksel özellikleri taşıyan üst toprak katmanıdır. İyi bir tohum yatağı:

- Suyun toprağa girişine ve yeterli yararışlı suyun tutulmasına izin vermelidir.
- Yeterince havalanmalı, toprak havasıyla atmosferin gaz alışverişine olanak sağlamalıdır.
- Köklerin ilerlemesine engel olmamalıdır.
- Erozyona dirençli, sağlam, yüksek oranda agregat içermelidir.
- Yüzeydeki organik artıklar toprağa yeterince karışmış olmalıdır.
- Tohumla toprak arasında yeterli dokunma yüzeyi bulunmalıdır.
- Tekdüze ve dolgun çıkış sağlayabilmelidir.

Tohum yatağının sayılan bu özellikleri olabildiğince uzun süre korunmalıdır.

İstenen özellikteki tohum yatağının hazırlanması için, toprak uygun zamanda, elverişli araçlarla işlenmelidir. Çok ıslak toprak işlendiğinde sıkışma olur, yüzeyleri cilalı kesekler oluşur. Çok kuru toprak sürüldüğünde ise, bir yandan düzensiz şekilli kesek blokları kopar, toprağın bir bölümü de unufak olur. Toprak tavında iken sürülmelidir. Tavındaki toprak üzerinde gezinildiğinde esneme hissi uyandırır, hafif ayak izi çıkar. Toprağı parçalayan, ufalayan araçlar yumuşak, dağılgan bir tohum yatağı hazırlarsa da, toprağın fiziksel özelliklerini geriletir, ilk suyla birlikte bu toprak balçık olur, kuruyunca da aşırı sertleşir. Toprak, olabildiğince az işlenmelidir. Sık işleme fiziksel özellikleri geriletir, fiziksel özellikleri bozulan toprak daha sık işleme gerektirir. Kısır bir döngü...

Toprak İşleme

Toprak İşlemenin Önemi ve Amaçları

Toprak işleme, ekim, dikimle birlikte en eski ve en yaygın tarımsal girdidir. Son yıllarda erozyonu önleme ve yakıt kazancı adına geliştirilmeye çalışılan en az işleme, sıfır işleme (doğrudan ekim) gibi yöntemlere karşın, etkinliği ve ekonomikliği dolayısıyla öneminden fazla bir şey yitirmemiştir. Toprak işlemler ekim öncesi ve ekili arazide yapılanlar olmak üzere iki grupta toplanır. Ekim öncesi işlemler su-lu ve kuru tarım koşulları için birbirinden ayrılır. Örneğin sulu tarımda arazinin ka-

bartılmasının yanı sıra, karık, tava gibi bölümler oluşturma, yüzey akışını düzenleme, engebeliliği ortadan kaldırma gibi amaçlar güdülebilir.

Toprak işlemenin hedefleri koşullara göre aşağıdaki gibi sıralanabilir. Ancak her işlemekten bu amaçların tümünün sağlanabileceği sonucu çıkarılmamalıdır. İşlemenin gereği, yarar ve zararları üzerinde ortam koşulları büyük etki yapar.

- Toprağın kabartılması, su ve hava girişinin kolaylaşması,
- Kabartılan toprakta tabandan suyla birlikte kılcal yoldan yükselen tuz miktarının sınırlandırılması,
- Yüzey pürüzlülüğünü artırarak su ve toprak kayıplarının azaltılması,
- Yüzeydeki kabuk katının kırılması ve çatlakların ortadan kaldırılması, böylece buharlaşma kayıplarının azaltılıp, genç sürgünlerin yüzeye ulaşmasının kolaylaştırılması,
- Toprakta suyu tüketen yabancı otların yok edilmesi,
- Kılcal sürekliliğin kesilerek, buharlaşma kayıplarının azaltılması,
- Gübre, ilaç, kireç, jips, toprak düzenleyici gibi girdilerin toprağa karıştırılması,
- Toprakta su, hava geçişlerini ve köklerin ilerlemesini önleyen katların kırılması,
- Ürünün özelliğine bağlı tohum ve yatağı oluşturma,
- Toprak profilinde sürekliliği bozan, aşırı kumlu, aşırı killi gibi katmanların toprakla karıştırılması,
- Üst topraktaki bitki kalıntılarının toprağa karıştırılması sonucu organik madde ayrışması, bitki besin elementlerinin yararlılığının artması.

Toprak İşlemenin Zararları

Özellikle zaman, derinlik, yöntem gibi bir konuda yanlış yapıldığında, toprak işleme çeşitli zararlara yol açabilir. Aşağıda bu zararlardan yaygın olanlarına örnekler verilmektedir:

- Toprak yapısının zarar görmesi, toprağın fiziksel özelliklerinin gerilemesi,
- Yüzeydeki bitki artıklarının toprağa gömülmesi ve toprağın kabartılıp gevşetilmesi sonucu erozyonun artması,
- Altta nemli toprağın yüzeye çıkarılmasından kaynaklanan su kayıpları artışı,
- Üstteki etkin mikrobiyel topluluğun derine gömülmesi sonucu işlevlerinde gerileme.

Topraktaki İşlevlerine Göre İşleme Araçları

Toprak işleme araçları elle çalışan çapa, bel, tırmık vb hafif araçlar veya bir güçle çekilenler olmak üzere iki grupta toplanır. Bunlar işlevleri yönünden ele alındığında aşağıdaki gibi dört gruba ayrılır:

1. Devirerek işleyen araçlar: Üst toprağı kabartıp pürüzlü duruma getirerek, havalanmayı ve suyun toprağa giriş oranını artırır. Bu araçlar, toprak yapısına karıştırarak işleyen araçlar kadar zarar vermez. En yaygın kullanılan ilk sürüm araçları bu gruptadır. Çeki gücü istekleri yüksek olduğundan iş genişlikleri düşüktür. Diskli pulluk dışındaki soklu pulluk, Rus tipi pulluk, döner kulaklı pulluk gibi tüm pulluk türleri bu gruba girer. Pulluğun devirici işlevini sağlayabilmek için, en düşük sürüm derinliği 15 cm olmalıdır. Ekim öncesi ilk toprak işleme, altta yetersiz havalandan, sıkışmış katmanı gevşetmeye yetecek derinlikte yapılmalıdır. Bahçenin kol gücüyle bellenmesi de bir devirerek işleme türüdür.
2. Karıştırarak işleyen araçlar: Taşlı, sıg, kumlu veya yüzeyinde yoğun bitki artığı bulunan topraklarda iyi sonuç verir. Toprak tavadan uzak nem içeriğine

Türkiye'de yaklaşık 16 milyon ha arazide tahıl tarımı yapılmakta olup, işlemsiz tarım alanlarının henüz 100 bin hektarı bulmadığı kestirilmektedir.

sahipse, bu araçlar etkili olabilir. Ancak toprak yapısına en fazla zarar veren, alt toprağın sıkışmasına yol açan ve onu erozyona en açık konuma getiren araçlar bu gruptadır. Diskli pulluk, diskli tırmık, tek sıra disk, keçi ayağı ve döner çapa (rotovator) bu grubun temsilcileridir.

3. Alttan yırtarak işleyen araçlar: Toprağı altüst etmeden, alttaki belirli bir derinlik boyunca kabartan ve otların köklerini kesen bir teknik olarak alttan yırtarak işleme, bitki artıklarını yüzeyde bırakır. Toprağı erozyona karşı korur, yapıda fazla gerilemeye yol açmaz. Ancak kılçıklı brom gibi çabuk tohum bağlayıp döken ve ayrıkotu gibi **rizom**ları ile süren bitkilerin yok edilmesinde sınırlı etkiye sahiptir. Ayrıca bu araçlarla toprak her zaman istenen derinliğe dek sürülemez. Toprak yüzeyinde **malç** oluşturmak için bu araçlar en uygundur. Kazayağı, kırlangıçkuyruğu, otyolar, graham pulluğu, Anadolu sabanı ve kültivatör, toprağı alttan yırtarak işleyen araçlardır.
4. Dikine yırtarak işleyen araçlar: Yabancı ot denetimi, tohum yatağı hazırlığı ve buharlaşmanın önlenmesi yönünden uygun olmamakla birlikte, özellikle alt toprakta **pulluk tabanı** adı verilen sıkışık katmanın giderilmesi veya derinlerdeki geçirimsiz bantların yok edilmesi için kullanılırlar. Bu grubun temsilcileri çizel ve dipkazandır. Toprağın derinlerine anız, kum vb bir bant yerleştirmek veya kazık köklü çalıları söküp araziye temizlemek için de bu araçlardan yararlanılır. Çok derinlere inebilmeleri diğer araçlara göre üstünlük sağlarsa da, toprak tavını yakalamak zordur. Çünkü üst toprak kurduğunda, derinlerdeki toprak henüz yaş olabilmektedir.

Çevrenizde gördüğünüz toprak işleme araçlarını inceleyerek, kullanım amaçlarını ve işlevlerini değerlendiriniz.



SIRA SİZDE

Tüm bu gruplara, fidan çukuru açmak için kullanılan burgular ile, doğrudan ekim sırasında kullanılan ve toprak işleme, ekim ve gübreleme işlemlerini birlikte gerçekleştiren **kombine rototiller** türü araçlar eklenebilir.

Toprak İşlemenin Temel İlkeleri

1. Toprak, olabildiğince az işlenmelidir. Ancak yüzeyde kabuk oluşumu, otlanma, ekim zorluğu, tuzların kılcal yolla yükselmesi gibi bir risk varsa, toprak işleme kaçınılmaz olmaktadır.
2. Toprağın her zaman tavında iken sürülmesi, onun özelliklerini korumak, az yakıt ve zaman harcamak ve çevreye en az zarar vermek yönünden en önemli ölçüttür.
3. Eğimli arazilerde tüm işlemler eğime dik yönde yapılmalıdır. Erozyon riski yoksa ham toprak bırakmamak üzere, her bir sürüm kendisinden öncesine dik yönde yürütülür.
4. Alttaki sıkışmış katmanı kırma amacı kural dışı kalsa da, her bir toprak işleme, öncekinden daha sıkı olmalıdır. Bu uygulama, buharlaşma kayıplarını ve sıkışmayı azaltacaktır.
5. Olanaklar elveriyorsa, her sürümde farklı işleve sahip araçların kullanılması, toprak özelliklerini korumak yönünden yararlı olabilir.

Farklı Ortam Koşullarına Uyumlu Türlerin Seçilmesi

Bitki yetiştiriciliğine soyunurken yapılması gereken işlerin başında, üretim yapılacak alanın özelliklerinin belirlenmesi gelir. Yörenin iklim bileşenleri değerlendirilir, elde su kaynağı olup olmadığı ve ulaşılabilir su varsa debi ve kalite özellikleri göz önüne alınır. Arazi koşulları ve toprak özellikleri değerlendirildiğinde, sürecin teknik ayrıntıları şekillenmiş olur. Bu aşamada yapılabilecek bir yanlış olumsuz etkileri yıllar sonra ortaya çıkabileceğinden çok dikkatli kararlar alınmalıdır. Örneğin sığ bir toprağa fidan dikildiğinde, kök yayılım alanının boyutları gelişmeye izin verilebilir. Ancak bitkinin toprak üstü organları büyüyüp, kökler derinleşmek istediğinde, alttaki geçirimsiz katman buna izin vermez. Yanlara yayılan kökler hem bitkiyi yeterince besleyemez, hem de üstteki ağırlığı taşıyamaz duruma gelir. Bitki elden çıkar, yıllar uçup gitmiştir. Çevre koşullarının değerlendirilmesine ilişkin birkaç örneğe aşağıda yer verilmektedir.

Kışın sert geçtiği yerler için, soğuğa dayanıklı bitki türlerinden bazıları şunlardır: İğne yapraklı ağaçlar ve çalılar, akasya, ığde, buğday, kimi elma ve armut çeşitleri, erik. Sıcaklığın sık sık eksilere düştüğü yerlerde bu bitkilere öncelik verilmesi önerilir.

Uzun süre yağış almayan yerlerde kuraklığa karşı diğer türlerden daha dayanıklı bitkiler, ığde, akasya, gladiçya, bir bölüm yem bitkileri, arpa ve buğday olarak sıralanabilir. Suyun yeterli olmadığı yörelerde öncelikle bu bitkiler yetiştirilmelidir.

Tuz sorununun fazla olduğu topraklarda tuzları ortamdaki uzaklaştırma olanakları yoksa arpa, pancar, kolza, pamuk, domates, lahana, akasya, okaliptüs, ığde, asma, ayrik, ayçiçeği, darı, çeltik gibi bitkilerin direnme şansı diğer bitkilerden daha fazladır.

Sodyumun fazla olduğu topraklarda ise öncelikle pamuk, yonca, arpa, domates veya pancar yetiştiriciliği olanakları değerlendirilmelidir.

Bor fazlalığı, Anadolu topraklarında oldukça yaygındır. Pancar, yonca, glayöl, ayçiçeği, bakla ve soğan bora dayanıklı bitkiler olarak bilinir.

Yumrulu bitkiler ile, badem, ığde, çilek, kavun, karpuz, patlıcan, asma ve limon kaba bünyeli toprakları sever. Kil kapsamı fazla olan ince bünyeli topraklarda ise buğdaygiller, baklagiller, çayır otları, çeltik ve grefurt sağlıklı gelişir.

Hafif asit ortamı seven bitkiler arasında çay, böğürtlen ve açelya vardır. Buna karşın toprak reaksiyonu hafif alkali olsa da, pancar, marul, karnabahar ve üçgül bundan etkilenmez. Yine de tarımı yapılan birçok kültür bitkisi için en uygun pH aralığının çok hafif asit ile nötr arasında olduğu unutulmamalıdır.

İTERNET



Türkiye’de iklim değişikliğine bağlı tarımsal etkinlik stratejileri: <http://www.dpt.gov.tr/DPT.portal>

SIRA SİZDE



2

Yörenizde yaygın ağaçları ve çiçek açan bitkileri inceleyip, başka bir coğrafi bölgeye yolculuk yaptığınızda, oradaki türlerle karşılaştırınız.

DİKKAT



Bir bitkilendirme çalışmasına başlarken en güvenilir ipucu, çevrede yetişen türleri incelemektir. Oradaki sağlıklı bitkiler, bitkilendirme çalışmasında öncelikle ele alınmalıdır.

Yanlış Tarımsal Uygulamaların Olumsuz Sonuçları

Tarımsal girdilerin yanlış zamanda, yetersiz veya aşırı kullanımı gibi kötü uygulamalar, çok sayıda soruna neden olur. Aşağıda bu yanlışlara ve sonuçlarına ilişkin birkaç örnek verilmektedir.

Yanlış Gübre Kullanımı

Fazla gübre, bitki besin maddelerinin yıkanması, göllerin bataklıklaşmasının hızlanması, yer altı sularının kirlenmesi, toprak kirliliği ve toprakta ağır metallerin artma riski sorunlarına yol açar. Dengesiz gübreleme verim düşüşü, kalite bozulması ve azalan kâr ile sonuçlanır. Yetersiz gübre verildiğinde topraktaki bitki besin maddelerinin tüketilmesi, verim düşüşü, kalite gerilemesi, kâr azalması, türlerin yozlaşması, bitki örtüsünün azalması ve erozyonla sonuçlanabilir. Yanlış ve dengesiz gübreler kullanıldığında toprağın asitleşmesi, verim ve kalite gerilemesi, gaz halinde bitki besin maddelerinin kaybı, kâr azalması ortaya çıkar.

Yanlış Sürüm (Araç, Zaman, Derinlik, Sayı, Yön)

Toprağın gereğince işlenmemesi; organik madde kaybı, biyokütle azalması, yapının bozulması, sert katman oluşumu, sıkışma, erozyonun artması, su tutma ve havalandırma yeteneğinin sınırlanması, buharlaşma kayıplarının artması, ürün kaybı, infiltrasyonun düşmesi, harcamaların artması gibi çok sayıda sorun doğurur.

Tek Yönlü Tarım (Mono Kültür)

Tarımda üst üste aynı bitkinin ekilmesi, bilinen en basit, bir o kadar da yanlış bir uygulamadır. Tek yönlü tarım adı verilen bu uygulamayla hastalık ve zararlıların artması, bitki besin elementi döngüsünün sınırlanması, gaz halinde bitki besin elementleri kaybı, bitki tür ve çeşitlerinin azalması ve değişmesi, erozyon artışı gibi çok sayıda sorunla karşılaşılır. Tarımcı, olanaklar elverdiğince **ekim nöbeti** adı verilen dönüşümlü ürünleri seçmeli, hatta olabildiğince aynı familyanın bitkilerini üst üste yetiştirmekten de kaçınmalıdır.

Aşırı Otlatma

Otlakların en ciddi sorunlarından biri, kapasitenin üzerindeki hayvan sayısının otlağa yayılmasıdır. Bu yolla bitki besin elementleri kaybı, besin elementleri döngüsünün bozulması, gaz halinde besin elementi kaybı, bitki tür ve çeşitlerinin azalması ve değişmesi, erozyon artışı gibi çok sayıda sorun yaşanmaya başlar.

Yanlış Sulama (Eksik, Fazla, Zamansız, Düşük Kaliteli Su)

Sulama suyunun gereğinden fazla tüketimi, yıkanmanın artması, erozyon artışı, toprağın fizikokimyasal özelliklerinin bozulması ve verim gücünün düşmesi, hastalık ve zararlıların yaygınlaşması, çevre kirliliği, verim ve kalitenin gerilemesi, su kaybı, gelişmenin ileri dönemlerinde su yokluğu gibi sorunların habercisidir. Sulama suyunun her damlası özenle hesaplanıp tüketilmelidir.

Yanlış İlaçlama

Çevre kirliliği, hastalık ve zararlıların direnç kazanması, toprakta tür değişimi ve mikrobiyel dengenin olumsuz etkilenmesi, sağlığa elverişsiz koşulların gelişimi, ekonomik kayıplar gibi çok sayıda sorun doğurur. Temel yaklaşım bitkileri ilaç kullanmadan korumak olmakla birlikte, zorunluluk doğarsa, zamanında ve en az ilaçla sorunu çözme yolları araştırılmalıdır.

Çeşitli Atıkların Tarımda Kullanılabilirliği

Evsel, tarımsal, endüstriyel etkinliklerce salınıp, çevresel sorunlara neden olan çeşitli atıklar tarımda değerlendirilebilir. Ancak atıkların özellik ve kökenleriyle, kullanım amacının değişkenliği, standart oluşturmaya izin vermez. Aşağıda atıkların tarımda kullanılabilirliğine ilişkin birkaç örnek verilmiştir.

Talaş ve Yonga

Hayvan yatağı (sonra gübre) olarak kullanılır. Yüzeyde malç oluşturma, yorgun toprağın geri kazanımı, bitki yetiştirme ortamı, köklendirme ve çimlendirme karışımları, toprak organik maddesinin artırılması gibi amaçlarla değerlendirilebilir. Karakteristik özelliği yüksek selüloz oranı olduğundan, bitki besin maddelerince yoksul, ama uzun ömürlüdür.

Tütün Artıkları

Tütünlerin işlenmesi sırasında açığa çıkan çöpler ve tütün kırıntılarıdır. Bitkilerde beslenme bozukluklarının giderilmesi, toprağın organik madde kapsamının artırılması ve yüzeyde malç oluşturma amacıyla kullanılabilir. Yüksek kül oranına sahiptir.

Döner Çamuru (Şlam)

Şeker pancarının işlenmesi sırasında, ham şerbetin kireç sütü ve karbondioksitle kireçlenip karbonatlanması ve şerbetten ayrılan çamurun süzülmesiyle elde edilir. Kireç ve organik madde kapsamı yüksektir. Toprağın fiziksel özelliklerinin geliştirilmesinin yanı sıra, asit özellikli toprakların kireçlenmesinde kullanılabilir.

Gyttja ve Leonardit (Ham Linyit)

Linyit yataklarının çevresinde, toprakla karışık kömürden oluşur. Leonarditin organik madde kapsamı daha yüksektir. Toprağın fiziksel ve biyolojik özelliklerinin geliştirilmesinde kullanılabilir. Son dönemde sıvı leonardit, piyasada **humik asit** olarak boy göstermektedir. Bunlar toprağın organik maddesini artırmakla birlikte, tarımcının aldığı yaprak, dal çürüntüsü gibi organik ürünler olmayıp, uzun ömürlü, besin değeri düşük ürünlerdir.

Şlempe (Fosfojips)

Ham fosfattan fosforlu gübre üretimi sırasında açığa çıkan bir üründür. Alkali toprakların iyileştirilmesi amacıyla kullanılabilir. Bir miktar fosfat içermesi gübre değeri sağlarsa da, kimi zaman ağır metaller, radyoaktivite gibi olumsuzluklar görülebilir.

Çöp Kompostu

Evsel çöplerin kompostlaştırılmasıyla elde edilir. Yörelere ve mevsimlere göre bileşiminde değişiklikler gözlenebilir. Topraklara düzenleyici, yetiştirme ortamı ve mikrobiyel etkinlikleri artırıcı amaçlarla karıştırılabilir. Ağır metal bulundurma riski, yüksek tuzluluk ve önlenmesi zor kötü kokusu önemli sakıncalarını oluşturur. Yerleşim yerlerinin uzağında kurulması zorunlu olan işletmeleri, ek bir ulaşım harcaması gerektirebilir. Genellikle yaprak, dal, anız vb atıklarla karıştırılarak ve üzerilerine azotlu gübre eklenerek hazırlanır. Kimi zaman kompostlama sırasında üzerlerine sıvı kanalizasyon da eklenebilmektedir.

Vermikompost, Vermikest

Kanalizasyon suları, katı atıklar, her türden yemek artıkları gibi çeşitli kentsel ve endüstriyel atıkların kompostlaştırılmasında mikropların yerine sığır dışkısında bulunabilen minik kırmızı solucanlardan yararlanılır. Bu solucanlar hızlı çalışır, besinleri bol olursa hızlı çoğalır, çeşitli ortamlara kolayca uyum sağlar ve vermikest adı verilen dışkıları hastalık mikrobu içermez. İşlem, açık havada veya üstü kapalı bir ortamda yapılabilir. Kompost yığını en fazla bir metre kadar olmalıdır. Solucan sayısı yetersizse, başlangıçta kötü kokular oluşabilir. Yığın arada bir ıslatılmalıdır. Vermikompostta ahır gübresi kullanılacaksa sıvı atıklar ortamdan uzaklaştırılmalı ve ortama bir miktar saman eklenmelidir. Solucan aşılmasından birkaç gün sonra, nüfuslarının belirli bir düzeye ulaşmasıyla birlikte, ortama her gün yeni organik atık eklenebilir.

Selüloz Atığı (Kâğıt Fabrikası, Kamış, Sap-Saman, Odun Kalıntıları)

Organik maddelerin işlenmesi sırasında açığa çıkan atıklar, toprakta mikrobiyel etkinliğin artırılması, toprağa organik madde kazandırma ve pH'yı düzenleme gibi amaçlarla değerlendirilebilir. Benzer biçimde, yere düşen ağaç kabukları, yaprak ve dal kalıntıları gibi bitki artıkları, ya doğrudan, ya da kompostlama işleminden geçirildikten sonra bitki yetiştirme ortamı veya toprak düzenleyici olarak değerlendirilebilir.

Çay Atığı

Çayın işlenmesi sırasında açığa çıkan kırıntılardan ve çerçöpten oluşur. Toprakta organik maddeyi artırma ve pH'yı düşürme gibi yararları olabilir. Çayın işlem görmesi sırasında fırınlanması, bu artıkların hastalık ve zararlı etmenlerinden arındırılmasını sağlar. Ancak toprağa karıştırılması gerektiğinde, mikrobiyel etkinliği hızlandırmak üzere bir miktar başka organik atık karıştırmak gerekebilir.

Diğer Atıklar

Organik madde içeren üzüm cibresi (ezme sırasında açığa çıkan çekirdek ve çöpler), meyve suyu üretiminde açığa çıkan palper posası, mantar üretim toprağı, haşhaş atığı ve benzeri ürünler, tarımda besin kaynağı, ya da fiziksel ve biyolojik özelliklerin iyileştirilmesi gibi amaçlarla değerlendirilebilir.

Kompost hazırlama: <http://www.agm.gov.tr/AGM/AnaSayfa/FaydalıBilgiler1.aspx?sflang=tr>



İNTERNET

KULLANIM TÜRLERİNE GÖRE TOPRAK YÖNETİMİ

Otlak Yönetimi

Otlaklar (meralar), zengin doğal bitki çeşitliliğine sahip arazilerdir. Toprak ve su varlığını erozyona karşı güçlü bitki örtüsüne sahip otlaklar korur. Bu topraklar ayrıca hayvanlar için en ucuz ve en sağlıklı kaba yem (ot) kaynağıdır. Otlaklar aracılığıyla beslenmenin yanı sıra, deri ve yün üretimi de sağlanır.

Otlaktan elde edilen et, süt gibi ürünlerin niteliği diğerlerinden daha yüksektir. Çünkü hayvanlar kapalı, dar alanlarda beslenirse etlerindeki ve sütlerindeki yağ asitleri damar tıkayıcı niteliğe bürünür, ayrıca bu yağ asitlerinin antioksidan özelliği kalmaz. Otlakta yaşayan hayvanların etlerinin daha değerli ve lezzetli olmasının

da bir diğer önemli etmen de, yapay yemlerin sayıları sınırlı otların ve diğer bileşenlerin karışımından oluşmasına karşın, otlaklardaki ot çeşitliliğinin ve beslenme yelpazesinin genişliğidir.

Otlakların diğer bir işlevi, çok sayıda bitki, böcek, sürüngen, kanatlı gibi canlılar için barınma ortamı ve gen bankası olmasıdır. Kimi zaman yaşamı bir iki ayla sınırlı otların tohumları, otlakta, bütün bir yılı gelecek yılın elverişli koşullarını bekleyerek geçirir. Çevreciler, otlakların ekonomik değerinin yerine, çevreyle ilgili anlamını ön plâna alarak, bu alanlara **bozkır** adını vermişlerdir.

Üzerinde yeterli çalışma yapılmamış olmasına karşın, otlaklardaki mikroorganizma çeşitliliğinin diğer ortamlarla karşılaştırılamayacak kadar zengin olduğu kestirilebilir.

Otlaklarımız Cumhuriyet tarihi boyunca 41 milyon hektardan 13 milyon hektara düşmüştür. Bu düşüşte kısmen ağaçlandırmanın payı varsa da, tarım arazisi kazanma, yollar, toprak örtüsünün erozyonla çıplak kayalıkla dönüşümü, yerleşim ve endüstri alanları kurulması, baraj gölleri gibi etmenler daha önemlidir. Alanları daraltılan otlaklarda artan otlatma baskısı nedeniyle verim düzeyi ve kendini sürdürme yeteneği gerilemektedir. Hayvanlar, öncelikle sevdikleri otları tükettikleri için, otlaklardaki bitki çeşitliliği azalmış olup, yayılmacı ot ve çalı türleri otlaklarda egemen olmaya başlamıştır. Otlak alanı daraldıkça, birim alana düşen hayvan sayısı artmış ve sonuçta erozyon, yer altı sularının azalması, arazi bozulması, yaban yaşamının sınırlanması ve yabancı ot istilası sorunları yoğunlaşmıştır.

SIRA SİZDE



Çevremizdeki otlarla kaplı bir doğal araziye yakından inceleyerek, gözlemlerinizi not alınız.

Otlakların kapallılık oranları değişken olup, en güçlü bitki örtüsüne sahip Doğu Anadolu ve Karadeniz bölgelerinde bu oran yüzde 50-60, Marmara, Ege ve Akdeniz bölgelerinde yüzde 25-30, İç Anadolu ve Güneydoğu Anadolu bölgelerinde ise yüzde 10-15 arasındadır. Karasal iklimin egemen olduğu İç, Doğu ve Güneydoğu Anadolu bölgelerinde otlaklara ilişkin bir diğer sorun da, bitki gelişim sürecinin kısıllığıdır.

Yayla türü yüksek düzlükler, verimli toprak ve yüksek su tutma yeteneği dolayısıyla, örneğin yamaçlardan daha güçlü ve çeşitli bitki örtüsüne sahiptir. Bir diğer değişken etmen de, yıllara göre değişen sıcaklık ve yağış değerleridir. Kurak yıllarda dirençli bitkiler ayakta kalabilirken, otlaktan istenen verim de sağlanamamaktadır. Görüldüğü gibi otlaklar için standart bir yönetim modeli oluşturmak olanaksızdır. Bu konuda söylenebilecek en net söz şudur: Üzerindeki bitki örtüsünü yok eden uygulamalar, otlaklara en fazla zararı vermektedir.

Otlakların Yok Olmasının Sonuçları

Otlakların daralması,

- Erozyon, millenme ve kuraklık artışı,
- Yalnızca o ülkede veya yörede gelişen **endemik** bitki türlerinin yok olması,
- Toprakların fiziksel ve kimyasal verim gücünün düşmesi, biyolojik denge- nin bozulması,
- Hayvansal üretimin gerilemesi,
- Artan taşkın ve sel tehdidi ve

tüm bunların sonucu olarak toplumsal huzursuzluğun artması sorunlarını doğurur.

Cumhuriyet döneminde yüzölçümü temelinde en fazla arazi kaybı otlaklardan olmuştur.

Otlakların Korunup Geliştirilmesi

İyi otlak yönetiminin iki önemli anahtarı su ekonomisini ayakta tutmak ve otlakta kapasiteden fazla hayvan yaymamaktır. İyi yönetilen otlakta bitki artıkları ve kök-ler, artan oranlarda toprağa döner. Bu durum toprak yapısını geliştirir. Sonuçta yağışların daha fazla bölümü toprağa girme şansı bulur. Daha fazla su alan toprakta da, doğal olarak bitki örtüsü daha güçlü olur. Böylece yağmur damlalarının vuruş etkisi bitki yaprakları tarafından karşılanacağından, erozyonla toprak kayıpları da azalır. Bu ilginç zincirin bir diğer halkası, yoğun bitki örtüsünün gölgelenmeyi artırıp, toprağın daha az ısınmasını sağlaması ve buharlaşma kayıplarını azaltmasıdır.

Otlakları koruyup geliştirmek üzere alınması gerekli önlemler aşağıda sıralanmıştır:

- Otlak sınırları korunmalıdır.
- Hayvanlar dönüşümlü otlatılarak, toprağın dinlenmesine ve bitki türlerinin gelişmesine olanak sağlanmalıdır. Bu amaçla, bakımlı kalıcı veya taşınabilir çitler kullanılabilir.
- Bitki kaynakları sınıflandırılıp, yerli, yani o yöreye özgü türler özendirilmeli, yabancı türlerin girişi sınırlandırılmalıdır.
- Ot varlığına ve topografik özelliklere uygun sayıda ve türde hayvanlar seçilmeli, gerekirse hayvan türleri değiştirilmelidir.
- Hayvanların geçiş yolları önceden ayrılarak, olabildiğince sıkışmaya dayanıklı bitki türleriyle otlandırılmalıdır.
- İlkbaharda otlar belli bir büyüklüğe ulaşmadan, hayvanlar otlığa çıkarılmalıdır (yayılmamalıdır).
- Çiçeklenme ve tohum bağlama dönemlerinde otlatma sınırlandırılmalıdır.
- Olanaklar elverirse, 1-2 m arayla ve 10-15 cm derinlikte, eğime dik kanıklar açılarak bitki boylarının uzaması ve su ekonomisi özendirilebilir.
- Çalı formlarının otlığı istila etmesine fırsat verilmemelidir.
- Gerektiğinde gübreleme, istenmeyen bitkileri ve hastalık ve zararlı etmenlerini yok etme, tohum aşılama vb yöntemler uygulanabilir. Tohum aşılama öncelik, yöresel türlere verilmelidir. Otlaklarda tohum aşılama işlemi, ilkbahar yağışlarından yararlanabilmek üzere, olabildiğince nisan ayının ilk yarısında yapılmalıdır. Yeni tohumla aşılana otlakta hayvanların gezinip otlamasına, bitkiler yeterince güçlenene dek izin verilmemelidir.
- Otlak, olanak varsa sulanmalıdır.
- Otlakta belirli aralıklarla yerleştirilecek yalaklar ve su çukurları, hayvanların arazide belirli yörelerde yoğunlaşmasını önleyici etki yapar.

Bitki gelişiminin doruğa ulaştığı dönemde otların biçilip ileriki kullanımlara hazırlanması, hem otlığın kendini yenilemesine hizmet eder, hem de aşırı zorlamaları azaltır.

Otlakta tohum aşısı yapılacaksa, öncelik o yöreden toplanmış bitkilerin tohumlarına verilmelidir. Çünkü başka yerden taşınan tohumlar, örneğin hastalık, kuraklık vb gibi olumsuzluklara karşı genellikle yerli çeşitlerden daha dayanıksız olur.



DİKKAT

Sebze Bahçelerinde Toprak Kullanımı

Sebzelerin hemen tamamı tek yıllık bitki olduğu için, her yıl tüm işlemlerin yenilenmesi gerekir. Kışın soğuk geçtiği yerlerde sebze yetiştiriciliği ilkbaharda don tehlikesinin geçmesiyle başlar. Ancak toprak hazırlığının sonbaharda başlatılması yararlı olur. Kıştan önce bellenen veya pullukla işlenen bahçede kışın su-

yun donması veya don olmayan yerlerde de ıslanan killerin genişlemesi, iri kesikleri parçalar, toprağı ekim veya dikime hazır duruma getirir. Üst toprağın verimliliğinin derinlere inildikçe azalacağı göz önüne alındığında, gereğinden derin sürmenin zararlı olacağı sonucuna ulaşılır. İlkbaharda ekim, dikim öncesi taraklama veya çapalama yapılarak hem yüzey düzlenir, hem de iri kesikler ufalanmış olur. Ekimden önce son bir işlem olarak **tapan** çekilmesi yarar sağlayabilir. Bu işlemin ekimden hemen sonra yapılması da gerekebilir. Böylece hem toprak yüzeyi daha düzgün olur, hem de hafif sıkıştırılan toprakta tohumun veya fidenin dokunma yüzeyi artar.

Batıda kimi yetiştiriciler, topraktan nem kaybına yol açtığı ve köklere zarar verebildiği için, ekili arazide toprak işlemleri tümünden terk ederek, ot savaşını ilaçla yürütme yolunu seçmiştir.

Bahçeye ağır araçların girmesiyle birlikte sıkışma ve buna bağlı kötü havalanma sorunları artmıştır. Özellikle pullukla hep aynı derinlikte sürülen topraklarda işleme derinliğinin altında oluşan ve köklerin ilerlemesini de engelleyen **pulluk tabanı**, toprağın üzerinde iken anlaşılmaz. Toprağı pulluk işleme derinliğinin altına dek dikine yırtan dipkazan bu katmanı kırar, ayrıca yüzeydeki organik artıkların bir bölümünün toprağa karışmasını sağlar.

Toprak yüzeyinin olabildiğince kapalı tutulması yağmur damlalarının yüzeydeki agregatlara çarpıp onları parçalamasını engeller. Bu amaçla **organik malç** veya yem bitkileri değerlendirilebilir. Kimi yetiştirici tarafından doğal gelişimle gelen otlar kendi halinde gelişmeye bırakılır. Otsu bitkiler toprak yapısını geliştirir, yüzey akışını sınırlandırır ve topraktaki azotu bitkilerin yararlanacağı forma sokar.

Toprağa çok ıslakken girilmemelidir. Ağır araç trafiğinden kaçınılmalı, bahçede olabildiğince az gezinmelidir.

Meyve Bahçelerinde Toprak Kullanımı

Kışın sert geçtiği yerlerde sıcaklığın eksilere düşmesi, bitkilerin toprak üstü organlarında çoğunlukla kış uykusuna neden olur. Oysa derinlerde toprağın donması daha zordur. Bu nedenle kökler çoğunlukla kışın da çalışır ve ağaçlara su yürüttüğünde, kış boyunca depo ettikleri besinleri yeni dal, yaprak vb organlara gönderir. Toprağın havalanma, köklerin ilerlemesi, besin maddesi desteği gibi bitki gelişimi için önemli özelliklerinin hazırlığına sonbaharda başlamalıdır.

Meyve bahçeleri için çoğunlukla reaksiyonu 5,5-6,5 pH arası olan, derin, iyi havalandıran, iyi su tutan, profilinde sürekliliğe sahip topraklar en uygundur. Ancak bu özelliklere sık rastlanan taban arazilerde don riski yüksektir. Çünkü donan hava, su gibi eğim aşağı iner ve çukur ve düzlüklerde uzun süre kalarak bitkilere zarar verir. Bu akıştan ve birikmeden meyve ağaçlarını korumak için en uygunu hafif eğimli arazilerdir. Hafif eğim, suyun olası göllenmesinden kaynaklanabilecek kötü havalanma koşullarına karşı da bir önlemdir.

Eğimli meyve bahçelerinde fidan dikimi, ilerde eğime dik yönde işlemeye izin verecek biçimde plânlanmalı, ağaçların eğim aşağı verilecek sıra araları geniş, sıra üzerleri dar tutulmalıdır. Böylece sıra aralarında toprak işleme ve diğer işlemler yapılırken, eğim yönüne dik çalışma olanağı doğar.

Meyve bahçelerinde ilkbahar yağışları yüksek olan yerlerde hastalıklar kolay yayılma eğilimindedir. Oysa bu dönemde tarımsal savaşım amacıyla bahçeye araç sokmak zor ve zararlıdır. Toprak sıkışır ve ileriki dönemlerde kötü havalanma ve göllenme sorunlarıyla karşılaşılır. En doğrusu, ilkbaharda işleri olabildiğince uygun nem kapsamında ve hafif araçlarla yürütmeye çalışmaktır.

Toprak işlemler nisan-ağustos ayları arasında otlar geliştikçe veya yüzey kabuk bağladığında düzenli yapılır. Daha sonra sonbahar ve kışın **erozif** yağışlarından korunmak üzere, tek yıllık yabancı otların gelişmesine izin verilir. Aralarda örtü bitkisi yetiştirilecekse, erozyona karşı önlem olarak, gelişimini kışın da sürdürebilen tahıllara ve çayır otlarına öncelik verilir. Çavdar, güçlü kök sistemiyle toprağı kavraması, yüzeyi iyi örtmesi ve kış soğuklarına dayanabilmesi yönlerinden bu amaca uygun bir tahıldır. Ot gelişimini ve su rejimini düzenlemek ve erozyonu önlemek üzere ağaçların dibine saman, kuru ot gibi artıklar serilebilir. Bahçede erozyon riski yüksekse, hasatla birlikte çavdar, fiğ vb gibi bir bitki hemen ekilip, ilkbaharda hasat edilir, disk veya kültivatörle toprak yeniden hazırlanır.

Meyve bahçelerinde kimi yerde hiç sürüm yapılmaz. Ot zararı yağmurlama sulama, damla sulama ve gübreleme programlarıyla denetlenir. Meyve ağaçlarında en sık eksikliği görülen bitki besin elementleri azot, fosfor, demir ve çinkodur. Azot, ilkbahardan başlayarak 2-3 bölümde verilmelidir.

Çeşitli Meyvelerin Toprak İstekleri

Elma

Derin, iyi drenajlı, orta bünyeli veya yapısı gelişmiş ağır bünyeli toprakları sever. Hafif bünyeli topraklarda potasyum (K) ve magnezyum (Mg) eksikliği görülebilir. Kurak koşullar uzun sürerse meyve kalitesi geriler. Kireçli topraklarda demir (Fe) ve mangan (Mn) noksanlığı oluşabilir. Ağır bünyeli topraklarda suyun dışarı atılması zorlaşır ve potasyum eksikliği baş gösterebilir. Elmanın eksikliğine karşı duyarlı olduğu bitki besin maddeleri potasyum (K), magnezyum (Mg), demir (Fe), bakır (Cu), çinko (Zn) ve bor (B), fazlalığından en çabuk zarar gördüğü element ise bordur.

Armut

Derin, orta veya yapısı iyi gelişmişse ağır bünyeli toprakları sever. Kireçli topraklarda Fe noksanlığı gösterir. Kuraklığa çok duyarlıdır. Armutlarda eksikliği en sık görülen besin elementleri Fe, Cu ve bordur.

Vişne ve Kiraz

İyi drenajlı, derin, orta bünyeli toprakları sever. Kireçli topraklarda Mn noksanlığı görülebilir. Vişne ve kiraz, ağır bünyeli topraklarda yeterince gelişemez. Eksikliğinden en sık etkilendikleri bilinen besin elementleri Mg, Fe ve Cu olup, kiraz bakır noksanlığına karşı daha duyarlıdır.

Erik

Orta ve ağır bünyeli toprakları sever. Hafif bünyeli topraklarda dalları kolay kırılır. Kireçli topraklarda erikte Fe noksanlığı görülebilir. Eksikliği en sık görülen bitki besin elementleri azot (N), demir ve bordur.

Üzüm

Orta veya suyu bol hafif bünyeli, kireçli, organik maddece zengin topraklardan hoşlanır. Asit topraklarda ahududu dışındaki üzüm sü meyvelerde gelişme geriliği görülür. Sık rastlanan beslenme sorunları K ve Mg eksikliğidir.

Çilek

Turfanda yetiştiricilikte kaba bünyeli, kuru, sık topraklardan yararlanılabilirse de, asıl ürün için orta ağır bünyeli ve organik maddece zengin topraklar yeğlenmelidir. Akaçlama yetersiz olduğunda kök çürümesi ve mantar hastalıkları baş gösterir. Kireçli topraklarda Fe noksanlığı görülebilir. Eksikliği en sık görülen besin elementleri potasyum ve demirdir.

Ev Bahçelerinde ve Çimlerde Toprak Kullanımı

Bahçelerde çim, çok yıllıklar, çiçekler, ağaçlar, çalılar vb gibi çeşitli bitkiler küçük alanlara sıkışmıştır. Bu bitkilerin su, toprak, iklim vb istekleri, gelişme dönemleri, yaşam süreleri gibi çoğu özelliği birbirine benzemez. Ev bahçelerinde işlerin çoğu elle yapılır.

Bahçede daha çok düz, taşsız, iyi güneşlenen, tınlı topraklar istenir. Buna karşın özellikle yapı yeniyse yüzey çeşitli kalıntılarla ve artıklarla kaplıdır. Önce buradaki olası yapı döküntüleri kazınıp uzaklaştırılır, yerine nitelikli toprakla uygun gelişme ortamı sağlanır. Hatta gölge-güneş, pH, kireç kapsamı vb gibi özel bitki istekleri karşılanmaya çalışılır. Yetiştirilmesi düşünülen bitkilerin toprak ve iklim istekleri belirlenir. Bu sırada bitkiler toprak istekleri fazla olan ve değişik topraklara uyum sağlayabilenler olarak gruplandırılır. Toprağa olabildiğince ilk gruba göre özellik vermeye çalışılır. Buna olanak bulunamazsa toprağın taşıdığı özelliklere uygun türler seçilmelidir. En az bir metre derinlikteki toprak profili dikkate alınır, tam güvenli uygulama yapılabilir. Genelde en önemli harcamalar bu aşamada yapılır. Bahçenin evin hemen yanında olması, su, gübre, ilaç isteklerini kolayca gözleme ve giderme şansı verir. Toprağın derinliği, bünyesi, yapısı, rengi, akaçlama (suyun dışarı atılması) özellikleri, eğimi, bakısı (yönevi) ve reaksiyonu incelenir. Bitki besin maddelerinin durumuna bakılır ve olanak varsa, hastalık etmenleri değerlendirilir. Önemli bir konu da, bahçenin sulanacağı suyun sürekliliği ve niteliğidir.

Üst ve alt topraklar arasında bünye, gözeneklilik vb bakımından önemli ayrımlar varsa, toprağın önceden aktarılması gerekebilir. Bu sırada organik madde de karıştırılır. Çim alanlarında kullanılmak üzere, önceden elenen yanmış çiftlik gübresinin ince bölümü, toprağın yüzeyinde malç oluşturmak üzere bir kenara ayrılır. Mevsimlik süs bitkilerine ayrılan alanların kış soğukunda boş bırakılması yerine buğday, lahana gibi kışa dayanıklı bitkilerle kapalı tutulması yararlı olur.

Başlangıçta sürüm sırasında organik madde, gübre ve gerekirse toprak düzenleyiciler karıştırılır. Küçük bahçelerde bel, çapa, tırmık gibi basit araçlar da kullanılabilir. Toprak tavı, bitki besleme, sulama vb işlemler geleneksel bilgilerle yürütülür. İyi bir toprak yapısı sürekliliği için en az yılda bir kez organik madde eklenmelidir.

Çim ekilecek alan yeterince sıkı olmalı, büyük boşluklar içermemelidir. Ancak sert de olmamalıdır. Başka yerde köklendirilen hazır çim serilebileceği gibi, tohum da ekilebilir. Özellikle eğimli alanlarda hazır çim daha iyidir. Çimin arasındaki yabancı otlar elle ayıklanır. Serin yerlerde ilkbahar, sıcak yerlerde sonbahar ekimi uygundur. Rüzgârsız bir günde önce bir doğrultuda, sonra dikine ikinci doğrultuda elle serpmeye en iyisidir. Üzerleri karıştırılarak hafifçe örtülür ve azar azar sulama yapılır. Çıkış tamamlandıktan sonra sulamalar seyreltilip, su miktarı artırılır. Kuvvetli sağanaklara karşı, çimi yeniye tahta tabla ile hafif sıkıştırmak iyi sonuç verir. Killi toprağa **merdane** çekilmemelidir. Ufak tefek çökmelerin üzerinde durul-

maz, ya da çim büyüdükçe her seferinde bir cm kalınlıkta toprak eklenerek düzelmesine çalışılır. Azot, fosfor, potasyum oranları olarak 10-6-4 gübre oranı genelde uygundur. Yanmayı önlemek için, gübrenin 15 gün arayla ikiye bölünerek verilmesi gerekir. Özellikle sıcak dönemlerde kök boğazını güneşten korumak için bitki fazla derinden kesilmez. Üçgöl, çiçeklerinin ve yapraklarının sağladığı süs güzelliğinin yanı sıra bu yönden de yararlı olabilir. Kesilen çim fazlaysa toplanır, çok azsa yüzeyde bırakılır.

Süs Bitkilerinde Toprak Kullanımı

Süs bitkileri için topraktan önce iklim iyi incelenmelidir. Örneğin açelya ve kamelya sert kışa dayanamaz. Buna karşın delfinium yalnız serin yerde yetişir. Sonbaharda geç çiçek açan krizantemler, kışın erken geldiği yerlerde zarar görebilir.

Süs bitkileri için en uygun topraktan söz etmek zordur. Bunların önemli bölümü geniş sınırlar içinde gelişebilir. Genelde derin, gevrek, iyi drenajlı, yeterli organik madde içeren kumlu tın bünyeli toprak en uygundur.

Çalı seçiminde çiçek rengi, meyve rengi, yeşil örtü, çiçeklenme zamanı, son büyüklük gibi etmenlerin yanı sıra, sıcaklık, ışık, su ve toprak özelliklerine dikkat edilmelidir. Gölge ve süs ağaçları da benzer isteklerde bulunur. Uygun iklim, tın bünye ve 6,5 dolayındaki pH genelde en iyi sonuçları verir.

Açelya ve orman gülü gibi asit toprak isteyen bitkiler için, toprak pH'sının düşürülmesi gerekebilir. Meşe kabuğu, çam ibresi, asidik talaş gibi organik ürünler bu amaçla ortama karıştırılabilir. Demir sülfat veya toz kükürt de, ortamı asitleştirici etki yapar.

Orman Alanlarında Toprak Kullanımı

Yeryüzünde karaların üçte bir, ülkemizde ise dörtte bir kadarı ormanlarla kaplıdır. Ormanın sayısız işlevleri arasında toprak yönünden önemli katkıları, erozyonu engellemeyip, akarsu ve göletlerin tortullarla dolmasını önlemesidir. Ormanlar ayrıca taşkınların olumsuzluğunu azaltır, yer altı sularını besler, doğada su ve besin maddesi dolaşımını ve dönüşümünü kolaylaştırır.

Toprak nemini düzenlemek, topraktan gelen hastalıkları önlemek, verimliliği ve toprak yapısını korumak ve erozyonu önlemek ormancının görevleri arasındadır. Orman alanlarında yağışlar yeterli olsa bile dağılımları genellikle ağaçların en çok gerek duydukları döneme rastlamaz. Öte yandan ülkemiz ormancılığında sulama, gübreleme vb girdi uygulamaları yaygın değildir, ağaçlar kendi çabalarıyla gelişir. Fidan dikimi ağaç yetiştirmenin ilk aşamasıdır. Ancak iş orada bırakılırsa çoğunlukla sonuç alınamaz. Özellikle dikimi izleyen 2-3 yıl boyunca, yabancı otları önlemek, havalanmayı artırıp buharlaşmayı azaltmak, erozyona, yangınlara fırsat vermemek gibi önlemler, fidanların sağlıklı gelişmesi için zorunludur.

Bir yerde su eksikliği söz konusu ise, kıtlık en çok fidanları ve genç ağaçları etkiler. Böyle durumlarda budama yapılırsa su tüketimi sınırlanarak sonuç alınabilir. Suyu tüketen otların denetimi bir diğer önlemdir. Bu amaçla, fidanların çevresi 30-60 cm çapında çapalanır. Su ekonomisine katkı amacıyla, uygun dönemde ot öldürücü ilaç da kullanılabilir. Özellikle tek yıllık bitkiler kuruduklarında yangın riskini artırdığından, bunların gelişimleri sınırlandırılmalıdır. İnce bünyeli ve sık topraklarda bitki örtüsünün temizlenmesi buharlaşma ve erozyon kayıplarını artırabilir. Derin ve hafif bünyeli topraklarda bu risk daha düşüktür.

Doğal fidan gelişiminin özendirilmesi için tohumlar düşmeden önce tırmık çekilebilir. Ancak tırmıklama işlemi sırasında köklerde aşırı zarar olursa hastalıklar

yayılabilir. Çalılar ve istenmeyen gelişimlerin denetlenmesi için yakılması, ağaçlara zarar verdiği, diğer gelişimleri de tam önleyemediği için zararlıdır, önerilmez. Aşırı su altında kalan ağaçların korunması için yüzey akışını kolaylaştıran, ya da taban suyunu belli bir derinlikte tutan drenaj işlemleri gerekebilir. Kimi zaman yüzeydeki göllenme sert taban taşından kaynaklanır. Bu tabanın kırılması yararlı olabilir. Bozuk drenaj, çoğu mantar hastalığının da başlıca nedenidir.

Fidanlıkta toprak ve arazi özellikleri daha da önemlidir. Böyle yerler hastalıklardan korunmuş, iyi drenajlı, verimli alanlardan seçilmeli ve nitelikli suyla sulanmalıdır. Orman örtüsü altında nem ve verimlilik rejimlerini düzenleyen en önemli etmen süngersi (mull yapılı) organik kattır. Bu kat uzaklaştırılmamalı, toplanmamalıdır. Özellikle nemli toprakta hayvan otlatılması; sıkışma, nem azalması, organik maddenin zarar görmesi, düşük bağıl nem ve daha yüksek toprak sıcaklığı gibi olumsuz sonuçlar doğurabilir.

Bitki besin elementleri eksiklikleri ve **kloroz** yakından izlenip giderilmeli, ticaret gübrelerinin yanı sıra gerektiğinde işletme gübreleri de kullanılmalıdır. Fidanlıklarda çoğu kez, normal ormanlarda ortak yaşamın (simbiyoz) bir parçası olan mikoriza (*mycorizsha*) mantarları bulunmaz. Ancak bunların fidanlıkta gerekli olup olmadıkları tam aydınlatılabilmiş bir konu değildir.

Ormanda su, bitki besin elementleri, yer ve ışık yarışı söz konusu ise, seyreltme de yapılabilir. Normal olarak ormandan dengeli kesimle uzaklaşan bitki besin elementleri toprağın kazandığı besin maddeleriyle dengededir ve zorlamalar dışında beslenme sorunu yoktur.

ARAZİ TOPLULAŞTIRMA

Arazilerin miras yoluyla bölünme başta olmak üzere, kentleşme, göç, aradan yol kanal vb geçmesi, erozyon gibi nedenlerle bölünüp parçalanması, ekonomik tarımsal üretimin önündeki ciddi engellerden biridir. Elinde birkaç parça tarla olan çiftçi, bunların tümüne zamanında ve gereğince yetiştirememekte, şekilsiz tarlalarda işlerini yürütmek için ayrıca zaman ve yakıt harcamaktadır. Arazi toplulaştırma, çiftçinin elindeki arazi parçalarını olabildiğince birleştirilip, şeklini düzeltmek, su, yol gibi altyapı gereklerini karşılamak ve çoğu kez de var olan toprak sorunlarını gidermek üzere yürütülen bir teknik ve toplumsal projeler topluluğudur.

Arazi toplulaştırma projesi uygulanırken, üreticilerin elindeki dağınık arazi parçaları olabildiğince birbirine yakın nitelikte ve olabildiğince en büyük parselin bünyesinde birleştirilmeye çalışılır. Dikkat edilecek ikinci nokta da, tüm parsellerin başkalarının arazisinden geçmeden, doğrudan yoldan ve su iletim ağından yararlanmasının sağlanmasıdır. Aşağıda, gerçek bir projeden alınan değerler, arazi toplulaştırmanın yararlarını basit yoldan göstermektedir:

Bir çiftçinin elinde beş dağınık arazi parçası vardır. Bunların toplam yüzölçümü 33,8 dekar ve kenar toplamı da 1929 metredir. Başlangıçta komşu tarlalarla sınırdan dolayı ekilemeyen alan, $0,3 \times 1929 = 578,7 \text{ m}^2$ olacaktır. Toplulaştırma projesinden sonra elde edilen tek parselin kenarları ise 742 m olarak ölçülmüştür. Yani sınırlarda ekilemeyen alan $0,3 \times 742 = 222,6 \text{ m}^2$ düzeyine inmiş, çiftçinin yalnızca sınır düzeltilmesinden kazancı $578,7 - 222,6 = 356,1 \text{ m}^2$ olmuştur.

Plânlama aşamasında, yasal zorunluluk olsun veya olmasın, arazi sahiplerinin olabildiğince ikna edilmesi ve çoğunluğun projenin yanında yer alması önem taşır. Bu tür projelerde üreticinin mal varlığında değişikliklere gidileceğinden konu çok duyarlıdır ve asla yanlış kaldırmaz. Arazi parçalarının gerçek değerinin ortaya

Türkiye'de tarımsal işletme sayısı 4 milyon, parsel sayısı ise 23 milyon adetten fazladır. Buna göre bir üreticinin elindeki parsel sayısı ortalama olarak 5-6 dolayındadır.

konması, bir başka önemli aşamadır. Bu aşamada en önemli gösterge arazinin verim gücü ve potansiyeli olsa da,

- Yola, köye, pazara yakınlık,
- Arazi bolluğu, alıcı sayısı,
- İklim özellikleri,
- Sulama suyunun varlığı ve niteliği,
- Arazinin tarım dışına çıkarılma olasılığı

gibi başka etmenler de hesaba katılmalıdır. İlerde yer değiştirecek ve başka parçalarla birleştirilecek arazinin değeri **parsel indeksi** denen bir yöntemle hesaplanır.

Toprak uzmanı bir ziraat mühendisinin uygulayacağı bu yöntemde toprağın derinliği, profil grubu, üst toprağın bünyesi, arazinin eğimi ve toprağın sahip olduğu tuzluluk, erozyon riski, taşlılık gibi sorunlara göre önce bir toprak (Storie) indeksi hesaplanır. Sayılan toprak indeksi özellikleri, sonucu % 70 oranında etkileyecektir. Arazilerin o anki verim durumları, uzman bir ziraat mühendisi tarafından yerel halkla birlikte belirlenerek, % 10 düzeyinde hesaba katılır. Arazinin şekli, uzaklığı, ulaşım durumu gibi konum özellikleri de, % 20 katkı payı ile hesabın içine alınır. Sonuçta bu değerler toplanarak, arazi parçasının yüz üzerinden puanı bulunur ve buna parsel indeksi denir. Parsel indeksi, yalnızca uygulandığı proje koşullarında geçerli bir değer olup, her bir proje alanında yeniden hesaplanması gerekir.

Daha sonra bu indeksten, parsellerin derecelenmesine geçilir. En yüksek (91-100 arası) puan alan parseller I. derece, en düşük (0-10 arası) puana sahip parseller de X. derece olarak listelenir. İleride araziler birleştirilip tek parça haline getirilirken, bu indeks ve derecelerden yararlanılacaktır. Ancak ilke olarak, alınan arazi ile yeniden sahiplendirilen arazinin dönüşüm katsayılarının olabildiğince aynı veya birbirine yakın olmasına çaba harcanmalıdır.

Toplulaştırma ile birlikte arazilerin geometrik şekillere kavuşması; yolları, sulama kanallarını kısaltır, duvar ve çit gereksinimlerini azaltır. Özellikle dikdörtgen şekli verilen arazilerde iş verimi yükselir, kısa sürede daha fazla iş yapılmaya başlar.

Arazide yeni açılacak yollar, su hatları, ortak kullanım alanları, gelecekteki gelişme gibi kamu gerekleri için, toplam proje alanının % 5-10 kadarı kamu yararına kesilir. Kesinti arazi sahiplerine payları oranında dağıtılır. Örneğin yeni köy evleri, çamaşırhane, spor alanı, cami gibi amaçlar bu aşamada gözetilmelidir. Proje uygulanırken, bir yandan da arazideki engebeler giderilir, topografik kesintiler önlenmeye çalışılır, tuzluluk, taşlılık, asitlik veya alkalilik gibi sorunlarla savaşılar, fazla suyun dışarı atılması sağlanır. Kısacası arazi toplulaştırma çalışmaları tarla içi geliş-tirme hizmetleri ile birlikte yürütülür.

Geleneksel olarak, proje uygulandıktan sonraki on yıl içinde arazinin yeniden bölünmesine veya tarım dışına çıkarılmasına izin verilmez. Görüldüğü üzere arazi toplulaştırma projeleri teknik olduğu kadar toplumsal niteliği ağır basan çalışmalar olup, halkın projenin yararlarına inanması çok önemlidir.

KAZI-DOLGU İŞLEMLERİ

Kazı-dolgu işlemleri, toprağın çeşitli amaçlarla bir yerden alınıp başka yere taşınması uygulamalarıdır. Normal olarak hiçbir zaman uygulanmaması önerilse de, kaçınılmaz olduğu durumlar da az değildir. Arazinin düzlenmesi gereği, parçaların bütünlleştirilmesi, yol, kanal, garaj, depo vb altyapı gerekleri gibi amaçlar, kazı-dolgu işlemlerini zorunlu kılabilir. İşe başlarken aşağıdaki konular dikkatle gözden geçirilmelidir.

Türkiye'de, daha çok ekonomik nedenlerle, şimdiye dek yalnızca sulu veya sulamaya açılacak arazilerde toplulaştırma projesi yürütülmüş veya plânlanmıştır. Başka birçok ülkede örneğin yol, baraj vb gibi bir altyapı çalışmasından önce toplulaştırma yoluyla önemli kazançlar sağlanmaktadır.

- Kazı ve dolgu gereksinimini en aza indirebilecek seçenekler nelerdir?
- Yapı işleri ile ilgili yasal düzenlemeler, ne tür bir akaçlama sistemine, ne ölçüde kazı dolgu yapılmasına, bir bina söz konusu ise hangi yüksekliğe ve taban alanına izin vermektedir?
- Kazıdan çıkan malzeme başka bir amaçla değerlendirilebilir mi?
- Çalışma belediye sınırları içindeyse, kanalizasyon altyapısı hangi özelliklere sahiptir?
- Yapılacak kazı ve dolgu işlemlerinden komşular ne ölçüde etkilenecektir?
- Daha sonraki olası yapılaşmalar, sistemi ne yönde etkileyecektir?
- Taş veya tuğla duvar, çelik destek, ahşap payanda, **gabion çit** gibi değişik seçeneklerin maliyet, dayanım, ulaşılabilirlik, ömür gibi etmenler yönünden artı ve eksileri neler olabilir?
- Kademeli (teraslı) dolgu olanağı var mıdır?
- Dolgu alanı hangi amaçlarla değerlendirilebilir?

SIRA SİZDE

4



Bir kazı, bir de dolgu alanı bulup inceleyerek, gözlemlediğiniz özellikleri not alınız.

Kazı-dolgu işlemlerini gerektiren parasal, teknik, çevresel, toplumsal nedenler iyi incelenmeli, olanaklar elverdiğince bu işlemlerden kaçınılmalı ve en az kazı-dolgu gerektiren seçeneklere öncelik verilmelidir.

Alınacak tüm önlemlere karşın, kazı, dolgu işlemlerinden sonra uzun süreli sorunlarla birlikte yaşamaya alışmalıdır. Çünkü kazı yerinde bitki örtüsü ve verimli üst toprak ortadan kaldırılmıştır. Dolgu alanında ise, toprağın yerine oturması ve üzerinde yeni yaşam çeşitliliğinin gelişmesi uzun yıllar alabilecektir. Bir tarım arazisinde kazı, dolgu yoluyla arazi düzlemesi plânlanırken, aşağıdaki noktalara özen gösterilmesi gerekir:

- Kazı ve dolgu miktarları en aza indirilmelidir.
- Kazı ve dolgu hacimleri birbirine eşit olmalıdır.
- Etkin bir yüzey ve alan drenajı sağlanmalı, ancak arazi olabildiğince düz duruma getirilmelidir.
- Kazı ve dolgu alanlarında tehlikeli ve engelleyici öğeler ile, çukur, tümsek, aşırı eğim gibi istenmeyen öğelere yer verilmemelidir.
- İşlemler kültürel ve doğal değerlere zarar vermemelidir.
- Dolgu alanı kazı yerine bitişik veya olabildiğince yakın olmalıdır.
- Dolgu alanı çevresinde, döküm, ıslatma, sıkıştırma ve bitkilendirme işlemleri sırasında gerekecek önlemler önceden belirlenmelidir.
- Döküm alanının altında ekonomik değere sahip rezerv bulunmamalıdır.
- Döküm alanına giden taşıma yolu olabildiğince kısa ve uygun eğimde olmalıdır.
- Toprak niteliği, tarımsal kayıpları en aza indirecek düzeyde olmalıdır.
- Doğal bitki örtüsü olabildiğince korunmalıdır.
- Yapılacak depolama, daha sonra kayma (heyelan), su baskını gibi sorunlara neden olmamalı, çevreyi bozmamalıdır.
- Döküm alanı olarak oluşturulacak yer için seçilen alanda kamulaştırma ve satın alma giderleri olabildiğince az olmalıdır.

Kazı işlemi drenajı bozuk alanlarda ve su altında en düşük, serbest drenajlı yerlerde ise en üst kottan başlar. Alan genişse araç trafiğini kolaylaştırmak üzere ortadan dairesel bir düzlük açılır ve ilk iş olarak bir su çıkış ağzı sağlanır. Kazıdan çıkan toprak karayoluyla bir başka yere taşınacaksa, lastiklerin yıkanması, üzerinin

örtülmesi gibi önlemlere dikkat edilmelidir. Dolgu materyalinin geçici olarak depolanamayacağı yerler şunlardır:

- Taşkın riski olan yerler,
- Rüzgârın şiddetli estiği boğazlar ve açıklıklar,
- Su erozyonuna duyarlı vadiler, yüksek eğimli araziler,
- Verimli tarım arazileri,
- Dere yatakları, su akış yolları üzeri,
- Kayma ve çığ tehlikesi olan alanlar,
- Ormanlar, otlaklar, çayırlar, sulak alanlar, fundalıklar vb,
- Özelliği olan alanlar (SİT, özel koruma bölgesi, turizmde öncelikli bölge, içme suyu sağlama havzası yaklaşım bölgesi, ağaçlandırma alanı, korunması gerekli kültür veya doğa değerlerinin bulunduğu yerler vb),
- Yüzey sularına 300 m, yerleşim birimlerine 200 m, mezarlıklara 100 m'den yakın olan yerler,
- Yol, sulama ve drenaj ağları, iletişim veya elektrik taşıma hatlarını vb örtecek, kesecek, kirletecek veya tıkayacak yerler,
- Zemini dolguya izin vermeyecek alanlar,
- Trafike zarar verecek, görüşü engelleyecek alanlar.

Dolgu materyali için en elverişli yerler aşağıda sıralanmıştır:

- Daha önceden kum, tuğla-kiremit hammaddesi, kireç, kömür vb alınması sonucu doğal özelliği bozulmuş, çukur araziler,
- Önceden kül, inşaat artıkları, molozlar vb doldurulmuş döküm alanları (üzere bir toprak örtüsü sağlayacak biçimde)
- Engebeli veya pürüzsüz ve düz, çıplak kayalıklar.

Kazı işlemine başlarken, toprağın en verimli bölümünün üstteki birkaç santimetrelilik yüzey toprağı olduğu unutulmamalıdır. Kalınlığı 10-15 cm'yi bulan bu katmanda organik madde kapsamı ve mikrobiyel etkinlikler dorukta. Bu kat ayrıca, yöreye uyum sağlamış bitki tohumlarını bünyesinde barındırmaktadır. Üst toprak ilerde dolgu yerinde örtü katı olarak kullanılmak üzere özenle sıyrılıp, su basmasından, kaymalardan ve erozyondan etkilenmeyecek bir yere yığılır. Yığının kalınlığı bir, iki metreyi geçmemeli, yan yüzeyleri hafifçe bastırılmalı, olanak varsa üzeri örneğin bir plâstikle örtülmeli ve bekleme süresi altı ayı aşmamalıdır. Burada bir kural koymak gerekirse, en az yükseklikle bekletilen üst toprak yığını, en kısa sürede değerlendirilmelidir.

Dolgu yerinde başlangıçta toprak hacmi % 5-10 kadar artmış durumdadır. Zaman içinde toprağın yerleşmesiyle, bu fark azalmaya başlayacaktır. Burada dikkat edilecek noktalar kayma (heyelan) ve erozyon gibi risklerin başlangıçta daha yüksek olacağı ve dolgu alanına bina, yol vb altyapı yerleştirmenin doğru olmayacağı konularıdır. Dolgu alanında koşullar uygunsa hafif ıslatmalar ve sıkıştırmalar yararlı olur. Kazı yerinden sıyrılan üst toprak, olanaklar ölçüsünde dolgu alanının üzerine serilip, bitkilendirilir.

Koşullar gerektirdiğinde, kazı ve dolgu yerlerine toprak düzenleyici, dayanımı artırıcı, bitkileri besleyici veya hazır tohumlu karışımlar eklenebilmektedir.

TUZLU TOPRAKLARIN YÖNETİMİ

Tuzlu topraklar, yer aldıkları coğrafyanın özellikleri gereği, çoğunlukla elverişli iklim koşullarına sahip verimli arazileri oluşturur. Bu topraklarda üstesinden gelmeye değer iki güçlük tuzluluk zararının en aza indirilmesi ve su eksikliğinin giderilmesidir. Kurak ve yarı kurak bölge topraklarının yaklaşık üçte birinin tuzluluk zararından az veya çok etkilendiği kestirilmektedir.

Toprakta Tuzluluğu ve Tuz Zararını Artıran Nedenler

Toprağa uygulanan sulama suları, gübreler, ilaçlar, büyüme düzenleyiciler vb her girdi tuzluluğa az veya çok katkıda bulunur. Örneğin orta nitelikli bir sulama suyunun çözünmüş katı madde miktarını litrede 500 miligram olarak alalım. Bir yetiştirme dönemi boyunca 500 mm sulama suyu kullanılmış olsun. Bu su dekara 500 ton demektir. Bir ton suda 500 gram çözünmüş madde bulunduğuna göre, dekara sulama suyuyla gelen tuz miktarı yılda 250 kg olarak hesaplanır. Bu tuzların bir bölümü yağışlarla yıkanarak, derine sızarak veya bitkilerce kullanılarak tüketilse de, miktarın büyüklüğü göz önüne alındığında, toprakta önemli miktarının kaldığı söylenebilir. Sulama suyunun miktarının gübre, ilaç vb gibi tuzluluğu artıran girdilerle karşılaştırıldığında fazla olması, suyun niteliğini yakından izlemeyi zorunlu kılar. Özellikle damla sulama, yağmurlama sulama gibi basınçlı sulamaların yaygınlaşmasıyla birlikte, artık sulanan arazilerde fazla su kullanarak yıkama yapma ortamı kalmamıştır. Bu durumda toprak yüzeyinde birikebilecek tuzlara karşı su ve gübre programlarının iyi plânlanıp yakından izlenmesi ve yağışlı dönemlerde yüzey akışlarının olabildiğince toprak yüzeyindeki tuzları yıkayıp uzaklaştırmasına olanak sağlanması gerekir (Şekil 5.1).

Tuzlu ve Sodyumlu Toprakların Kullanımı

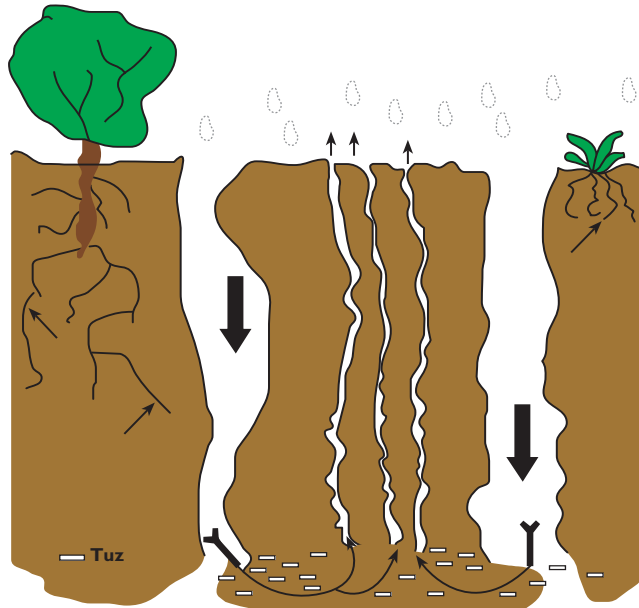
Tuzlu topraklarda kesin çözüm onları yıkayıp ortamdan uzaklaştırmaktır. Ancak

- Yeterli hacimde yıkama suyunun olmayışı,
- Yüksek maliyet,
- Çevresel sorunlar veya
- Çıkış ağzı bulunamaması

gibi nedenlerle, tuzların yıkanmasına olanak bulunamayabilir. Tuzlu toprakta verimi olabildiğince korumak üzere yine de alınabilecek kimi önlemler vardır. Toprağı derinlemesine yıkama olanağı yoksa araziye düzlemek ve yüzeyden akışı artırmak yararlı olabilir. Böylece, toprağın derinlerinden suyla birlikte yukarı çıkan ve buharlaşma sırasında orada biriken tuzlar her güçlü yağışta bir ölçüde yıkanabilir.

Şekil 5.1

Su toprakta büyük gözeneklerden aşağı süzülür. Aşağıda tuz varsa çözüp, kılcal gözeneklerden yükselir. Bitki kökleri ise, ulaştıkları derinlikteki suyu kullanır.



Tuzlu topraklar için eşik sınır 4 dS/m değeri ise de, bundan daha fazla tuz içeren topraklarda kimi kültür bitkileri fazla zarar görmeden yaşayabilmektedir. Pamuk, hurma ağacı, bezelye, lahana, kanola, şeker pancarı, yonca, domates ve arpa, azalan sırada ama tümü tuza dirençli bitkiler olarak 12-4 dS/m tuzluluk düzeylerine dayanabilmektedir. Öte yandan kimi bitki türlerinin çeşitleri arasında da tuza dayanım açısından ayırım bulunur. Örneğin makarnalık sert buğday çeşitleri, toprak tuzluluğuna karşı çoğunlukla ekmeklik buğdaylardan daha dirençlidir.

Toprak kurudukça ortamdaki su azalır tuzların miktarı değişmeyeceğinden, çözeltideki tuz yoğunluğu artacaktır. Bu duruma fırsat vermemek üzere, yani zararın azaltılması için toprak sürekli olabildiğince nemli tutulmalıdır. Bununla ilişkili olarak,

- Yüzeyin bir organik malçla kaplanması,
- Toprak işlemeyle kat kat kabartılması,
- Sık sık çapa yapıp, yüzeyde kılcal sürekliliğin kırılması,
- Sürekli bitki örtüsü oluşturup gölge etkisi sağlanması

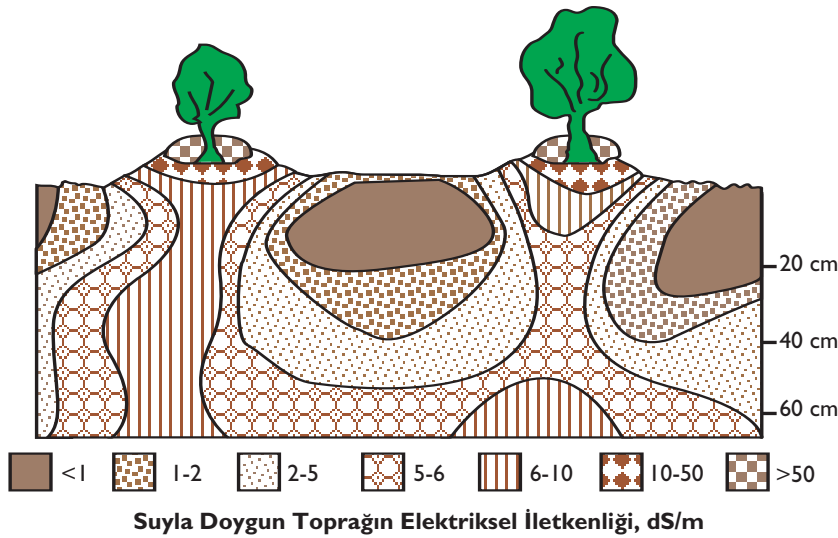
gibi, yüzeyden buharlaşmayı azaltacak her önlem katkı sağlayabilir. Karık, tümsek sistemi oluşturarak, fidelerin tümseğin yan yüzeyine dikilmesi, tepedeki kuruma veya karıktaki göllenmeler sonucu oluşacak yerel tuz birikmesine karşı etkili olabilir (Şekil 5.2). Benzer biçimde, tohumun yüzeyinde geçici bir tepe oluşturup, onu tuz kapsamı yüksek olan yüzeyden uzaklaştırmak da bir önlemdir. Sodyumdan kaynaklanan toprak alkaliliğine karşı en dirençli bitkiler çeltik ve şeker pancarıdır.

Sodyumlu toprağa azar azar, sık su verilmesi, yüzeyde olabildiğince uzun süreli bitki örtüsü bulundurma gibi önlemler de yarar sağlayabilir.

Toprak yüzeyindeki örtü katına malç denir. Örneğin yüzeyde unufak edilen toprağa toz malçı, yüzeyde bırakılan hasat artıklarına anız malçı adı verilir.

Şekil 5.2

Tuzlu toprakta karık sulama sonucu tuzların dağılımı



Sodyumlu toprakların işletilmesi, yüksek alkalilik, sodyumun bitkiler üzerindeki özgül iyon etkileri, geçirimsizlik, toprağın yapıdan yoksun olması gibi nedenlerle daha zordur. Bu toprakların tavında işlenmesine ve ekilmesine özen gösterilmesi ve kışın araziye su aktararak, orada donmasının sağlanması (suyun katılaşırken genişlemesinden yararlanma) bir ölçüde etkili olabilir.

Jipsli topraklar Kızıllık yayının içinde ve Konya ovalarında yaygındır.

Jipsli Toprakların Yönetimi

Alçıtışı kapsamı yüksek (jipsli) topraklar oluşumları itibariyle diğer topraklara benzer. Onları özel yapan, jipsin suda yüksek erirliğe sahip olmasıdır. Bu nedenle yağışlarla ve sulamayla yıkanıp derinlere inebilen jips, taban suyu yüzlek olduğunda yüzeye yakın yerlerde de birikebilmektedir. Jipsli topraklarda seyrek olarak yüzeyde sertleşme gözlenebilir. Bu topraklarda kümeler dağıtılamadığından (dispersiyon), bünye analizi yapmak neredeyse olanaksızdır. Jipsli topraklarda kalsiyum ve sülfat dışındaki pek çok bitki besin elementinin eksikliği ve hemen her zaman organik madde yetersizliği söz konusudur. Yonca, arpa, üçgül, buğday, mercimek, domates, üzüm, kayısı ve soğan jipse dirençli; pamuk, yer fıstığı, patates, ayçiçeği ve tütün ise duyarlı bitkilerdir.

Jipsin topraktan yıkanarak uzaklaştırılması, kimi zaman olumlu sonuç verebilen bir uygulamadır. Bol yıkama suyuyla aşağılara indirilen jips, suyun taşıma gücünün azaldığı derinliklerde yoğunlaşmaktadır. Ancak jipsli arazilerin uzun süre sulanmasıyla, jipsin eriyerek yer değiştirmesinin, arazide çökmelere ve dolayısıyla sulama kanalları şebekesinin elden çıkmasına yol açtığı da bilinmektedir.

İNTERNET



Sulama yöntemleri: <http://www.khgm.gov.tr/kutuphane/MAKALE/makale002.htm>

İNTERNET



Türkiye’de özel çevre değeri olan alanlar: <http://gis2.cevreorman.gov.tr/mp/>

Özet



Toprak bazırlama tekniklerini irdeleyip, toprak ve çevre koşullarına uyumlu bitki türlerini seçmek.

Tohum yatağı, tohumun çimlenip köklerin bitkiyi beslemeye başlayacağı özel bir bölümdür. İyi havalanması, bol su tutması, köklerin ilerlemesini engellememesi gerekir. Bu amaçla ve toprakta su ekonomisi oluşturmak, çeşitli sorunları gidermek gibi kaygılarla, bir dizi toprak işlemi gerekebilir. İşlemelerin zamanında, uygun derinlikte ve yönde, uygun araçla yapılması çok önemlidir. Öte yandan çeşitli bitkilerin çevre koşullarına karşı tepkileri ayrımlı olup, toprak ve iklim özelliklerine en iyi uyan türlere öncelik tanınmalıdır. Yanlış tarımsal uygulamalar verim kaybı, gereksiz harcamalar, toprağın ve çevre özelliklerinin gerilemesi gibi olumsuz sonuçlara yol açabilir. Özellikle organik madde kapsamı yüksek olan çeşitli atıklar, toprağa karıştırılarak, ya da doğrudan bitki yetiştirme ortamı olarak değerlendirilebilir.



Bitki sağlığı açısından toprak özelliklerini istediğiniz yönde geliştirmek.

Otlakların daralması ve aşırı otlatma, türlerin yok olması, erozyon, taşkınların ve kuraklığın artması gibi sonuçlara yol açmaktadır. Sebze bahçelerinde işlemlere her yıl yeniden başlanır. Meyve bahçelerinde toprakla ilgili işlemler yıl boyu sürer. Ev bahçelerinde tür seçimi, yalnızca bitki güzelliğine göre değil, iklim ve toprak özellikleri de göz önüne alınarak yapılmalıdır. Çimleniş başlangıçta çok duyarlı olup, toprak yüzeyi iyice düzlenmeli ve çim ekildikten sonra bir miktar yanmış ahır gübresi toprağın üzerine serilmelidir. Çalı türü süs bitkilerinin toprak istekleri diğer bitkilere göre daha azdır. Ormanlarda en iyi topraklar ve en fazla bakım fidanların yetiştiği alanlarda olmalıdır.



Arazi toplulaştırma, kazı-dolgu gibi teknik işlemlerin temel ilkelerini değerlendirmek.

Tarım işletmelerinin dağınıklığı ve parsel sayılarının fazlalığı, işletmelerin ekonomik çalışmasının önünde ciddi bir engeldir. Arazi toplulaştırma, tarla içi geliştirme hizmetleriyle birlikte yürütülerek, arazileri bütünleştirir, şekillerini düzenler, yol ve su gibi altyapı hizmetlerinin tüm tarlalara ulaşmasını ve daha az malzemeyle, daha çok iş yapılmasını sağlar. Arazinin işletilmesi kolaylaşır, verimlilik ve kârlılık artar. Tarım arazisindeki çukur ve tümseklerin giderilmesi veya yol, sulama ağı gibi altyapı gerekleri, ya da depo yeri, garaj yapımı gibi işler, işletmede kazı, dolgu yapılmasını gerektirebilir. Burada işlemlerin olabildiğince az ve kısa uzaklıklar içinde yapılması temel alınmalı, çevreye zarar verebilecek uygulamalardan kaçınılmalıdır.



Tuzlu topraklarda iyileştirmenin yanı sıra başka önlemler de getirmek.

Sulama suları, toprak tuzluluğunu en fazla artıran girdidir. Toprakta fazla tuzların yıkanması ana amaç olmakla birlikte, tuzluluğa fırsat verilmemesi ve bu sorun önlenemiyorsa, kimi önlemlerle zararın azaltılması amaçlanmalıdır. Dayanıklı bitki türleri, özel ekim, dikim teknikleri, azar azar ama sık sulama, yüzeyde örtü oluşturma gibi önlemler alınabilir. Alçıtaşı (jips) bitkiler için zehirli değilse de, jipsin suda çözünürlüğünün yüksek olması, kimi sorunlara yol açabilir. Örneğin sürekli sulamalar sonucu, kimi jipsli arazilerde yer yer çökmeler olduğu ve sulama sistemleri ile tarla içi yolların bundan zarar gördüğü belirlenmiştir.

Kendimizi Sınayalım

1. Hangisi iyi bir tohum yatağından beklenen bir özellik **değildir**?

- Köklerin ilerlemesine engel olmamalıdır.
- Bitkilerin yeterince boylanabilmesine fırsat tanımalıdır.
- İyi havalanmalı ve bol su tutmalıdır.
- Erozyona dirençli, yeterince agregat içermelidir.
- Tohumla toprak arasında yeterli dokunma yüzeyi sağlamalıdır.

2. Hangisi toprağı devirerek işleyen bir sürüm aracıdır?

- Kazayağı
- Dipkazan
- Kırlangıç kuyruğı
- Dişli tırmık
- Soklu pulluk

3. Vermikest nedir?

- Solucanlarla kompostlaştırılan yiyecek artıkları
- Şekerin durultulması sırasında açığa çıkan organik ürün
- Kâğıt fabrikasyonunda önemli bir organik ham madde
- Kaloris düşük linyit kömürü
- Üzümden şıra elde edilmesi sırasında arta kalan saplar ve çekirdekler

4. Aşağıdakilerden hangisi çevrecilerin otlaklara “bozkır” adını vermelerinin nedenidir?

- Hayvanlara bol besin sağlaması,
- Uçsuz bucaksız arazileri kaplaması,
- Çok sayıda canlıya barınma ortamı ve gen bankası olarak hizmet etmesi,
- Topraklarının sık olması,
- Buralarda su bulunmaması,

5. Meyve ağaçları genellikle nasıl topraklarda en iyi yetişir?

- Kilce zengin ağır bünyeli topraklar,
- Asit özellikli topraklar,
- Kireci fazla taban araziler,
- Yüzeyi engebeli topraklar,
- Çok hafif eğimli, derin topraklar

6. Hangi uygulamada çiftlik gübresi ile yüzeyde mutlak örtü katı oluşturulmalıdır?

- Buğday tarlası
- Bağ
- Otlak
- Çim alanı
- Çeltik tarlası

7. Hangisi fidanlarda su tüketimini azaltan bir uygulamadır?

- Azotlu gübreleme
- Fidanların ilaçlanması
- Sık sık sulama yapmak
- Yeşil örtünün bir bölümünün budanması
- Meyveleri erkenden toplamak

8. Hangisi arazi toplulaştırma ile sağlanan bir yarar **değildir**?

- Tarlanın şeklinin düzelmesi
- Arazide işlemlerin kolaylaşması
- Topraktaki mikrobiyel etkinliklerin artması
- Yolların kısalması
- Tarla sınır çizgisi kaybının azalması

9. Hangi işlemten sonra arazi yüzeyinin oturup durulması uzun zaman alır?

- Kazı-dolgu işlemi
- Damla sulama
- İlkbahar ilaçlaması
- Budama
- Yüzeye gübre serpilmesi

10. Aşağıdakilerden hangisi toprak tuzluluğuna en fazla katkı yapan kültürel işlemdir?

- İlaçlama
- Sulama
- Budama
- Gübreleme
- Toprak işleme

Kendimizi Sınavalım Yanıt Anahtarı

- | | |
|-------|---|
| 1. b | Yanıtınız yanlışsa “Tohum Yatağı Hazırlama” bölümünü yeniden inceleyiniz. |
| 2. e | Yanıtınız yanlışsa “Toprak İşleme” bölümünü yeniden inceleyiniz. |
| 3. a | Yanıtınız yanlışsa “Çeşitli Atıkların Tarımda Kullanılabilirliği” bölümünü yeniden inceleyiniz. |
| 4. c | Yanıtınız yanlışsa “Otlak Yönetimi” bölümünü yeniden inceleyiniz. |
| 5. e | Yanıtınız yanlışsa “Meyve Bahçelerinde Toprak Kullanımı” bölümünü yeniden inceleyiniz. |
| 6. d | Yanıtınız yanlışsa “Ev Bahçelerinde ve Çimlerde Toprak Kullanımı” bölümünü yeniden inceleyiniz. |
| 7. d | Yanıtınız yanlışsa “Orman Alanlarında Toprak Kullanımı” bölümünü yeniden inceleyiniz. |
| 8. c | Yanıtınız yanlışsa “Arazi Toplulaştırma” bölümünü yeniden inceleyiniz. |
| 9. a | Yanıtınız yanlışsa “Kazı, Dolgu İşlemleri” bölümünü yeniden inceleyiniz. |
| 10. b | Yanıtınız yanlışsa “Tuzlu Toprakların Yönetimi” bölümünü yeniden inceleyiniz. |

Sıra Sizde Yanıt Anahtarı

Sıra Sizde 1

İncelediğiniz toprak işleme araçlarının her birinin işlevlerinin ve kullanım amaçları ve yerlerinin değişik olduğunu gözlemiş olmalısınız.

Sıra Sizde 2

Bulduğumuz bölgedeki bitkilerin düz, eğimli, kuzeye veya güneye bakan, yapı artıkları üzerinde gelişebilen vb gibi değişkenliklerle birlikte değiştiğini görmüş olmalısınız. Başka bir coğrafi bölgeye gittiğinizde, alışageldiğiniz birçok türün orada bulunmadığını veya farklı bir gelişim evresinde olduğunu gördünüz. Orada yetişen bitki türlerinin bir bölümü ise, yaşadığınız coğrafyaya yabancıdır. Örneğin Akdeniz’de yaşayan biri çay bitkisini ancak Karadeniz’e yolculuk yaparsa görebilir. Karadenizli ise, pamuk görmek için sıcak daha bölgelere yolculuk etmelidir.

Sıra Sizde 3

Otlarla kaplı bir doğal arazide bitkilerin örtü yüzdesi mevsimlere göre değişirse de, ülkemiz koşullarında hemen hiçbir yerde tam kapallılık söz konusu olmaz. Karasal yarı kurak bölgelerde bitki örtüsü oranı yüzde on, on beş dolaylarına iner. Ancak bitki türleri sayıldığında, ülkemizin her karış toprağında şaşırtıcı bir zenginlik görülebilir. Türkiye’nin olağanüstü yüksek biyolojik çeşitliliğinin ana bileşeni otlaklar (bozkırlar)’dır.

Sıra Sizde 4

İyi bir gözlemci, yeni kazı ve dolgu yerlerinde bitki bulunmadığını hemen fark eder. Ayrıca her iki alanda çökme, kayma tehlikelerine karşı önlem alınıp alınmadığı gözlemlenebilir. Özellikle dolgu materyalinin çevrede yaratabileceği kirlilik riskleri de bu analizde yer almalıdır.

Yararlanılan Kaynaklar

- Abrol, I.P., Yadav, J.S.P. and Massoud, F.I. (1988). **Salt Affected Soils and Their Management**, FAO Soils Bulletin no 39, Rome.
- Aktaş, M. ve Ateş, M. (1998). **Bitkilerde Beslenme Bozuklukları, Nedenleri ve Tanınmaları**, Engin Yayınevi, Ankara.
- Anonymous. (1990). **Management of Gypsiferous Soils**, FAO Soils Bulletin no 62, Rome.
- Arvanitis, A.V. (1996). **Biopolitics, the Bio-environment**, Biopolitics International Organisation, Athens.
- Bazzaz, F. and Sombroek, W. (1996). **Global Climate Change and Agricultural Production**, FAO, Rome.
- Chiras, D.D. (1994). **Environmental Science, Action for a Sustainable Future, Midwest Version**, 4. ed, the Benjamin/Cummings Publishing Company, Inc., Redwood City, California.
- Çevre ve Orman Bakanlığı. (2007). **Korunan Alan Planlaması ve Yönetimi**, Doğa Koruma ve Milli Parklar Gn Md, Ankara.
- Eraslan, İ.H. ve Şelli, F. (2006). **Sürdürülebilir Rekabet Avantajı Elde Etmede Organik Tarım Sektörü, Sektörel Stratejiler ve Uygulamalar**, URAK Uluslar Arası Rekabet Araştırmaları Kurumu Derneği, İstanbul.
- Eyüpoğlu, F. (1999). **Türkiye Topraklarının Verimlilik Durumu**, Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü, Ankara.
- KHGM. (1987). **Türkiye Genel Toprak Amanajman Planlaması (Toprak Koruma Ana Planı)**, Havza Islahı ve Göletler Daire Başkanlığı, Ankara.
- Richards, L.A. (ed.). (1954). **Diagnosis and Improvement of Saline and Alkali Soils**, USDA Salinity Lab, Riverside.
- Stallings, J.H. (1959). **Soil Use and Improvement**, 2. ed., Prentice Hall, Inc., New Jersey.
- Şahin, C. ve Sipahioğlu, Ş. (2003). **Doğal Afetler ve Türkiye**, 2. Baskı, Gündüz Eğitim ve Yayıncılık, Ankara.
- Yıldız, D. ve Özbay, Ö. (2009). **Su ve Toprak**, USİAD, Ulusal Sanayici ve İşadamları Derneği, İstanbul.
- Ünver, İ. ve U. Büyükburç. (1998). **Ulusal Çevre Eylem Planı, Tarım ve Mera Arazilerinin Yönetimi**, DPT, Ankara.

6

Amaçlarımız

- Bu üniteyi tamamladıktan sonra;
- Bitki beslemenin kısa tarihçesini tanımlayabilecek,
 - Bitkinin beslenmesindeki önemli noktaları gösterebilecek ve bitkinin beslenmesinde gözlenen işlemleri listeleyerek, tarımsal üretim ve bitki besleme ilişkisini kurabilecek,
 - En ekonomik ve en yüksek verim ilişkisini açıklayabileceksiniz.

Anahtar Kavramlar

- Bitki besleme
- Bitki besin elementleri
- Vegetasyon denemesi
- Tarla denemesi
- Minimum yasası
- Gübreleme
- Besin çözeltisi
- Azot fiksasyonu
- Dengeli gübreleme
- Tarımsal agro nano biyoteknoloji

İçindekiler

Toprak Bilgisi ve Bitki Besleme

Bitki Beslemenin Önemi ve İlkeleri

- BİTKİ BESLEMENİN KISA TARİHİ
- BİTKİLERİN BESLENMESİNDE YENİ BİR YAKLAŞIM

Bitki Beslemenin Önemi ve İlkeleri

BİTKİ BESLEMENİN KISA TARİHİ

İlk Bilimsel ve Teknolojik Devrim Olarak Tarım

Tarım tarihinin; ilk çağlarda insanlara doğanın sunduğu kaynaklarla yaşamını sürdürmesi yani açlıklarını giderebilmek için sadece buldukları yiyecekleri tüketmesi, toprağa dökülen tohum, yumru ve köklerin yeni bitkiler oluşturmalarını fark etmeleri ve yerleşik düzene geçmeleri ile başladığı kabul edilir.

Bilim dünyasında kabul gören en önemli yaklaşımlardan biri, tarımın insanlık tarihinde uzun ve belirsiz bir süreç olan neolitik (cilalı taş) dönemde gerçekleşen ilk büyük bilimsel ve teknolojik devrim olmasıdır. Tarımın devrim olarak nitelenmesinin esas nedeni, insanları tarımsal üretimin etkisi ile yerleşik hayata mecbur bırakması, bu vesile ile ilk mülkiyet ve hukuk kurallarının ortaya konması, üretim için gözlem ve ölçümlerde ihtiyaç duyulan geometri, astronomi, aritmetik bilimlerinin gelişmesini teşvik etmesidir. Ayrıca tarım, yerleşik hayatta ve tarımsal üretimde inşaat, sulama kanalları, alet ve makinelerin yapılmasını zorunlu kıldığı için teknik ve malzeme bilgisinin geliştirilmesi gibi çalışmalara zemin hazırlamış olması nedeniyle birçok alanda devrim niteliğinde gelişmeler oluşturmıştır.

Bitki Besleme Tarihi Öğrenmenin Faydaları

Bitkisel üretimde; en ekonomik girdi kullanımı ile doğaya ve çevreye zarar vermeden istenilen verim ve kalitede yetiştiricilik yapabilmek için bitki beslemenin tarihini öğrenmek, bu alanda çalışmak isteyenlere iki yönlü bir kazanç getirir. Birincisi, üretimde yapılan işlemlerin gerekliliği, nedenleri ve önemi ile daha önce yapılan çalışmalar arasında bağlantı sağlanmasıdır ki, bu yalnız bitki besleme tarihini okuyarak gerçekleştirilebilir. İkincisi de, bu alanda çalışacakların tarımsal üretimde yeni ve modern teknikleri kullanabilmesi ve tarımsal üretim hakkında yeni bir anlayış edinebilmesidir.

Ayrıca unutulmamalıdır ki, herhangi bir bilim alanına ait tarihsel süreç incelenirken zaman içinde ifade edilen düşünce, görüş ve çalışmaların sonuçları bugün bilinen gerçekleri ifade etmeyebilir. Bu nedenle tarih, bilim insanının yaşadığı dönemdeki anlayışını bizlere aktarır. Bilim insanları, bilimsel olarak düşündüklerinde bile, vardıkları sonuçları yanlış algılamaları olasıdır. Aristoteles, tüm nesnelerin sadece dört öğeden oluştuğunu ve bitkilerin besin elementlerini topraktan oldukları gibi aldığını sanmıştı; ama hatalıydı. Helmont bitkilerin sudan oluştuğunu, Liebig

karbondioksitin (CO_2) bitkiye köklerden geçtiğini ve köklerin sirke asidi çıkardığına inanıyordu ama ikisi de yanılmıştı. Bilim insanlarının yaşadığı her dönemde mevcut veriler ışığında bu tür hataları yapmış olması bilimin doğası gereğidir. Ancak yapılan hatalar yepyeni bilimsel sonuçlara ulaşmaya yardımcı olur, yeni bilimsel sonuçlara ulaşabilmek de, o alana ait tarihi süreci okuyarak gerçekleşebilir. Aristoteles besin elementlerinin olduğu gibi alındığını ifade etmekle hatalıydı ancak bitkilerin beslenmelerinde besin elementlerini almaları gerekliliği konusunda haklıydı, onun bu alandaki görüşü bitki besleme alanında başka gelişmeler için temel oluşturmuştur. Helmont bitkilerin sudan oluştuğu sonucuna hatalı olarak varmıştı ancak bitki besleme alanında iyi planlanan, belli bir sistematik içinde takip edilen, verileri düzenli olarak tutulan saksı ve tarla denemelerinin öncüsü olmuş ve ardından gelen bilim insanlarına ışık tutmuştur. Liebig'de bazı noktaları hatalı yorumlamıştı ancak başlatmış olduğu çalışmalar bitkilerin beslenmesinde, besin elementlerinin önemini ve gerekliliğini ortaya koymuştur. Ayrıca besin elementlerinin dengeli şekilde verilmesi gerekliliğini ortaya koyarak, bugün de kullandığımız dengeli gübreleme programlarının hazırlanabilmesine temel oluşturmuştur.

Sonuç olarak, bitki besleme biliminde en son gerçeğe halen ulaşılmasa bile, bilimsel ilerleme ve gelişmeler tüm hızıyla devam etmektedir. Bugün farklı bilim dallarının ortak çalışmaları, teknolojiye baş döndürücü sonuçlar bitki beslemede insan ömründen daha kısa sürede büyük değişikliklerin yaşanmasına neden olmaktadır. İnsanlık tarihi ile başlayan gelişmelerin son elli yılında, topraksız tarım, sürdürülebilir tarım, organik tarım ve nanoteknolojilerin tarımsal uygulamalarını keşfetmiş bulunuyoruz.

Bitki Besleme Alanında Bugüne Kadar Yapılan Çalışmalar

Bitki beslemenin de tarihi, ilk ziraatı yapan insanlarla başlar. Bitki besleme, başlangıçta insanların, doğayı anlama çabaları sonucunda elde ettikleri gözlemlerin yorumlarına ait iken, bugün modern teknolojinin desteği ile moleküler hatta nano seviyede yapılan bir bilim dalı haline gelmiştir.

Bitkilerin beslenme ve gelişmelerini yalnız düşüncelere dayanarak açıklayan Eski Yunan Uygarlık çağının ünlü filozofu Aristoteles (MÖ 384-322); bitkilerin herhangi bir çaba göstermeden, ihtiyaç duydukları besin elementlerini topraktan ve bitkilerde bulundukları formları ile aldığı kanısındaydı. O, doğada mevcut tüm maddelerin toprak, su, hava ve ateşten oluşan dört "element"ten meydana geldiğine inanıyordu. Aristoteles'in bu görüşünün; bitkilerin beslenme, büyüme ve gelişmeleri için besin maddelerini alma zorunluluğu dışındaki kısmının çok önemli hatalar içermesine rağmen çok uzun bir süre etkisini devam ettirdi.

Bitki besleme alanında ilk ölçüme dayanarak yapılan deneysel çalışmalar Belçika'lı fizikçi J.B. van Helmont (1580-1644)'a aittir. Araştırmacı ünlü denemesinde; 90.72 kg (200 lb) kuru toprağı saksıya koyduğunu, suladığını ve ağırlığı 2.27 kg (5 lb) olan söğüt fidanı diktiğini aktarır. Saksının üstünü toprak kayıplarını engellemek için delikli bir kapak ile kapattığını, bitkiyi sadece yağmur suyu veya (gerekli olduğunda) arı su ile suladığını 5 yılın sonunda toprağın neredeyse aynı ağırlıkta kaldığını sadece 57 g kaybettiğini, söğüt bitkisinin ise 2.27 kg'dan 77 kg'a ulaştığını tespit etmiştir. Araştırmacıya göre; beş yılda kabuk, odun ve kök olarak yaklaşık 75 kg artış gösteren bitkiyi yalnızca su beslemişti. Vardığı sonucun yanlış olmasına rağmen, deneme; çok iyi planlanmış, titizlikle takip edilmiş, tam olarak açıklanmış olmamasına rağmen Aristoteles'in bitki beslenmesi konusundaki düşüncelerini red ediyor olması bakımından önemlidir. Ayrıca Van Helmont'un yapmış ol-

duğu bu denemenin bugün bile değer taşımasının sebebi bitki besleme alanında uygulanmış olan ilk **vegetasyon denemesi** olmasındandır.

Söğüt ağacı saksı denemesinin ardından geçtiğimiz yüzyıl sonunda, bitkilerde karbon asimilasyonun temel prensiplerinin ortaya konularak fotosentezin anlaşıl-maya başlanması ile bitkilerde organik madde yapımı, büyüme ve gelişmenin da-ha net açıklanabilmesine zemin oluşturmuştur.

Bitkilerin beslenmesinde, büyüme ve gelişmesinde mineral maddelerin önemi İngiliz bilim insanı John Woodward (1665-1728) tarafından ortaya konmuştur. Wo-odward, yağmur suyu, Thames Nehri suyu, Hyde Park kanal suyu ve Hyde Park kanal suyu +40-45 gr bahçe toprağında 77 gün süre ile nane bitkisi yetiştirmiştir. Deneme sonunda;

- Yağmur suyu ile sulanan bitkilerin kuru ağırlığının 1.14 g
- Thames Nehri suyu ile sulanan bitkilerin kuru ağırlığının 1.69 g
- Hyde Park kanal suyu ile sulanan bitkilerin kuru ağırlığının 9.02 g
- Hyde Park kanal suyu+ 40-45 gr bahçe toprağında yetiştirilen bitkilerin ku-ru ağırlığının 18.42 g olduğunu tespit etmiştir.

Woodward'ın kendinden önce bildirilen “bitkilerin sudan oluştuğu” sonucunun aksine; toprağın ve içinde mineral maddelerin çözöldüğü su ile sulamanın önemi-ne işaret eden sonuçlara ulaşması bitki besleme açısından önemlidir. Sonuçların kısmen doğru açıklanmış olmasına rağmen, Woodward'ın kullanmış olduğu dene-me tekniği zamanına kadar yapılmış olanlardan daha üstündü.

İngiliz bilim insanı Stephan Hales (1677-1761), 1727'de yayınlamış olduğu “Bit-ki Statiği” adlı kitabında araştırmaları sonucunda, bitkilerin organik maddelerini yapmasında havanın da yer aldığını belirtmesi açısından önemlidir. Hales bitki öz suyu ve bitkiler tarafından alınan sonra atmosfere verilen suyun ölçülmesi yönün-de çalışmıştır. Ayrıca Hales kök basıncı üzerine de birçok deneme yapmıştır (Şekil 6.1). Hales'in bu çalışmaları ve denemelerinin sonuçlarını tartıştığı kitap bitki fiz-yolojisi üzerine yayınlamış olan ilk kitap niteliğini taşır. Kitapta, bitkilerin “besinlerinin bir kıs-mını havadan çektiklerini” ve “nasıl hayvanların akciğerleri hayvanların yaşamını sağlıyor-sa, bitkilerin yaşamını sürdür-mesi için de yaprakların buna benzer önemli bir görevi bu-lunduğu” şeklinde açıklamalar-da bulunulmuştur. Ayrıca yap-rakların büyüme ve gelişmeleri ile ilgili olarak yaprakların yü-zeyine serbestçe giren ışığın da etkili olacağını bildirilmektedir.

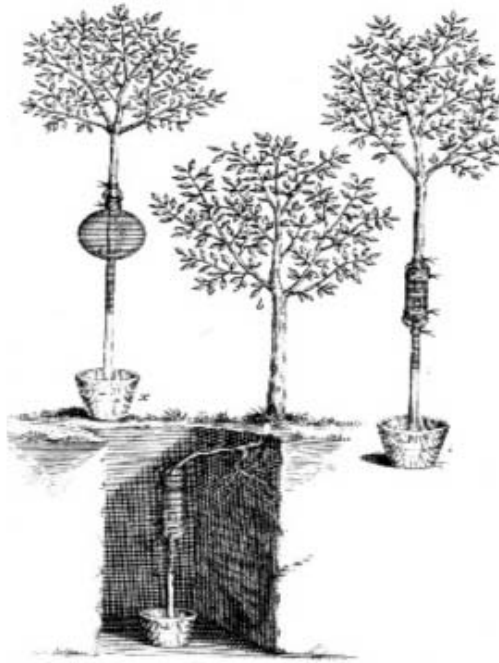
Joseph Priestley (1733-1804) 1775 yılında nane bitkisi ile yapmış olduğu denemede; CO₂'ten arınmış bir ortamda ye-tiştirildiğinde, ortam havasının karbon dioksit ile bozulduğunu fark etmesi bitkilerin “solu-

Vegetasyon Denemesi:

Canlıdan kopan bir parçanın gelişerek yeni bir birey oluşturmasına vegetatif üreme ve bu şekilde bir bitkiden alınan parçanın tekrar yeni bir bitki oluşturana kadar geçen süre ile denemesine de Vegetasyon Denemesi denir.

Şekil 6.1

Stephan Hales denemesinde suyun büyük bir güçle armut ağacının kökleri tarafından emildiğini ve alınan suyun atmosfere verildiğini aktarır (Ronan, 1983).



num" yaptığı düşüncesini uyandırdı. Ancak henüz oksijen keşfedilmemişti. Daha sonra Priestley oksijeni keşfedenlerden biri olduysa da bu gazın bitkilerle olan bağlantısını açıklayamadı. Fakat Priestley tarafından oksijenin keşfi, bitkilerde solunum, fotosentez, büyüme ve gelişme gibi o zamana kadar bilinmeyen birçok kavramın kilidinin açılmasına yarayan anahtar görevini üstlenmesine yardımcı oldu.

Hollanda'lı bilim insanı Jan Ingen-Housz (1730-1799), bitkilerin yeşil kısımlarının ışığın varlığında oksijeni, karanlıkta da yalnız karbon dioksiti çıkardıklarına dair verileri ortaya koyarak fotosentez için ışığın gerekliliğini ortaya koyan ve solunumun aydınlatılmasında rol oynayan önemli açıklamalarda bulunmuştur. Açıklamalarında bitkilerin yeşil kısımlarından ışığın varlığında dışarıya verilen oksijenin, karanlıkta verilen karbondioksitten daha fazla olduğunu ifade etmiştir.

On dokuzuncu yüzyılda bilimin her alanında gözlenen büyük ilerlemeler, tüm dünyada mevcut bilim akademilerine ilave olarak uzmanlaşmış yeni bilim topluluklarının eklenmesi, sağlanan yeni veriler, bilimsel gelişmelerin belirtisiydi. Bitki ve hayvanlardaki fizyolojik olaylar mikroskobik düzeyde incelenmeye başladı. Bitki beslemede önemli bir yere sahip olan "Organik Kimya" da bu yüzyılda doğmuştur.

Ingen-Housz tarafından öne sürülen fotosentez ve solunum ile ilgili bilgiler, zamanın kimya bilgileri ile bağdaşmadığından hemen benimsenemedi. Bu bilgiler İsviçre'li bilim insanı Jean Senebier (1742-1809) tarafından genişletilerek bitkilerin yeşil yapraklarında karbondioksitin redüksiyonu ile oksijenin meydana geldiği ortaya konulmuştur.

Jean B. Boussingault (1802-1887)'da bitkilerin humussuz topraklarda gelişebileceklerini deneysel olarak ispatlamıştır. Alsas'daki çiftliğinde Saussure'nin doğruluğuna inandığı metotlardan faydalanarak araştırmalar yapmıştır. Nitratlı gübrelerin de amonyaklılar kadar bitkiler için yararlı N'lu gübreler olduklarını ispat etmiştir. Buna karşılık kültür bitkilerinin atmosferin elementel N'dan faydalanamayacakları kanısında olan Boussingault, bitki nöbetleşmesi ile ilgili tarla denemeleri kurmuştur. Tarla denemeleriyle ortaya koyduğu sonuçlar nedeni ile Boussingault'a birçok kişi tarafından "Tarla denemecilerinin babası" ünvanı verilmiştir.

Saussure'un azot (N) dahil topraktan sağlanan tüm besin elementlerinin bitkilerin büyüme ve gelişmelerinde esas olduğu savı, 1840 yılında Liebig'in yayınladığı yayınlara değin fazla ilgi görmemiştir.

Gaz yasaları ile ilgili çalışmaları ile tanınan dünyaca ünlü Fransız fizikçi ve kimyacı L.J. Gay-Lussac'ın (1778-1850) öğrencisi olan Justus von Liebig'in (1803-1873) tasarladığı kimyasal analiz metotları ile kimya bilimine ve bitki beslemeye yeni bir ivme kazandırmıştır. Üç yüzden fazla makale, bir organik kimya kitabı, bir kimya ansiklopedisi yazdığı gibi iki bilim dergisinin de yayınına başlatmıştır. Ayrıca tarım kimyası konusunda da önemli çalışmalar yapmıştır.

Liebig "*Kimyanın Tarım ve Fizyolojiye Uygulanması*" isimli kitabında yer alan "*Toprakta tüm öteki bitki besin maddeleri optimum düzeyde bulunsalar bile bunlardan birinin noksanlığı ya da yokluğu halinde topraktan kaldırılan ürün miktarını bu minimumdaki besin maddesi belirler*" şeklindeki görüşü sonradan "*Minimum Yasası*" olarak kabul edilmiştir. Bu yasa bitki besleme ve gübreleme alanında çalışanların uzun süre düşüncelerine yön vermiştir. Çalışmada, bu yasaya göre bitkilerin kül analizleriyle hangi bitki besin maddelerine gereksinim duyduklarının saptanabileceği ifade edilmiştir. Yine bu analiz sonuçlarına göre, formüle edilecek bir gübrenin bitkilere verilmesini kesin olarak tavsiye ediyor ve gübredeki mevcut mineral maddenin miktarı ile bitkilerin büyümelerinin orantılı olduğu kanısını savunuyordu.

Liebig kendinden önceki çalışmalar ile kendi ulaştığı sonuçları bir araya getirerek dönemindeki son gelişmeleri aşağıdaki şekilde özetlemiştir:

- Bitkiler ihtiyaç duydukları karbon dioksidi (CO_2) havadan alır,
- İhtiyaç duyulan hidrojen (H) ve oksijen (O)'i sudan alır,
- Alkali elementlerin meydana getirdiği alkaliliğin bitki bünyesinde oluşan metabolik olaylar sonucunda oluşturulan asitle giderilir,
- Tohumun oluşması için fosfatlara gereksinim vardır,
- Bitkilerin kökleri ile rastgele herşeyi topraktan alırlar ancak işe yaramayanlar yine kökleri ile atılır,
- Bitki için gerekli 10 besin elementi olarak karbon (C), hidrojen (H), oksijen (O), azot (N), fosfor (P), potasyum (K), kalsiyum (Ca), magnezyum (Mg), kükürt (S) ve silisyum (Si) olarak özetlemiştir.

Resim 6.1



Giessen
Üniversitesi, Kimya
Enstitüsünde
Liebig'in
Laboratuvarı
(Epstein ve Bloom,
2004)

Liebig' in savunduğu fikirlerin hepsi tam olarak doğru ve yeterli değildi. Örneğin o bir kısım CO_2 'in bitkiye köklerden geçtiğini ve bunun da bitkilerin genç yapraklarının gelişmemiş (küçük) olduğu dönemde faydalı olduğunu düşünmekteydi. Liebig diğer taraftan bitki köklerinin sirke asidi çıkardığına ve N özümlemesinin amonyum (NH_4^+) azotu şeklinde toprak, ahır gübresi veya havadan alınabildiğine inanıyordu. Tüm bunlara rağmen Liebig'in vardığı sonuçlar, modern bitki besleme ve gübreleme çalışmalarının temellerini oluşturması bakımından oldukça önemlidir.

Liebig bitkileri besin elementlerini analiz ederek bu sonuçlara göre hazırlanacak bir gübreleme programının bitkilere uygulanmasını kesinlikle tavsiye ediyordu. Çünkü gübreleme programı ile verilecek olan madde miktarları ile bitkilerin büyümelerinin orantılı olacağını savunuyordu.

Liebig'in çağdaşları olan J.B. Lawes (1814-1900) ve J.H. Gilbert (1817-1901), 1843 yılında İngiltere Rothamsted'de bir Ziraat Araştırma İstasyonu kurdular. Bundan sonra dünyanın her tarafında aynı içeriklerde Ziraat Araştırma İstasyonları kurulmaya başlandı. Bu araştırma ve deneme istasyonları Boussingault'un vermiş olduğu prensipleri denemelerinde uyguluyorlardı. Bu istasyonların çalışmalarının esasını bitki ve toprağın kimyasal incelemeleri teşkil ediyordu.

Lawes ve Gilbert, istasyonunun kuruluşundan 2 yıl sonra deneme sonuçlarını aşağıdaki şekilde özetlediler:

- Bitkiler P ve K'un her ikisine de muhtaçtırlar, fakat bitki külünün içeriği bitki tarafından alınması gereken bitki besinlerinin miktarlarının ölçüsü olamaz.
- Baklagil olmayan bitkilerin toprakta N'a ihtiyaçları vardır. Azot olmayınca, P ve K olsa da bitki gelişemez. Atmosferden toprağa yağışlar ile geçen amonyak (NH_3) bitkinin N ihtiyacına yetmez.
- Toprağın verimi kimyasal gübrelerin yardımıyla yıllarca korunabilir.
- Nadasın faydası topraktaki organik (azotlu organik bileşiklerdeki) azotun bitki için faydalı forma dönüştürmesidir.

Uzun bir süre çiftçiler yalnız kimyevi gübre uygulayarak, toprağın verimini korumaya inanmadılar. Bugün bile bazı bölgelerdeki çiftçilerin aynı fikirde olmaları şaşırtıcıdır. Bu iddianın gerçekliği, Rothamsted'deki ilk çalışmalarla doğrulanmış olmasına rağmen topraktan mineral gübreler ile devamlı iyi bir ürün alınamamasının nedeni toprağa uygun bir ziraat sisteminin uygulanmamış olmasından kaynaklanmaktadır.

Yapılan bu çalışmalar sonucunda, daha yüksek miktarda ve daha yüksek kalitede ürün alınabilmesi için topraklara uygulanacak besin elementleri sistematik olarak keşfedilmeye başlandı.

Alman botanikçi Julius von Sachs (1832-1897) 1860 yılında bitkilerin beslenmesinde Woodward tarafından kullanılan yöntemi geliştirerek çeşitli besin çözeltileri hazırlamıştır. Makro ve mikro elementlerin çeşitli konsantrasyonlarını deneyerek bitkilerin en iyi gelişme gösterebileceği miktarları belirlemeye çalışmıştır. Bitki kökleri tarafından besin elementlerinin alınabilmesinde kök tüylerinin önemini de belirtmiştir. Ayrıca bitkilerde karbonhidratlar dışında kimi büyümeyi düzenleyen maddelerinde çiçeklenme üzerine etkili olabileceğini ifade etmiştir.

W. Knop (1817-1901) Sachs ile yaklaşık aynı tarihlerde (1861) bitkilerde su kültürü içerisinde büyüme ve gelişme için gerekli olan besin elementlerini içeren ve daha sonraları kendi adı ile anılan besin çözeltilisini geliştirmiştir:

1 g $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$, 0.25 g $\text{MgSO}_4 \times 7 \text{H}_2\text{O}$, 0.25 g KH_2PO_4 , 0.25 g KNO_3 ve eser miktarda FeSO_4 hazırlanarak 1000 ml su içinde çözülür.

Knop'un deneyleri sonucunda, bitkinin büyüme ve gelişmesi için mutlak gerekli besin elementleri olarak N, P K, Ca, Mg, eser miktarda demir (Fe), kükürt (S), gösterilmiştir. Ayrıca oksijen (O), CO_2 ve hidrojen (H)'in de bitki için mutlaka gerekli olduğu ancak bu elementlerin su ve havadan alınabileceği bildirilmiştir. Knop'un vurguladığı diğer bir önemli nokta da; bu elementlerin herhangi birinin yokluğunda kimyasal olarak benzer özellikleri gösteren başka bir elementin bu elementin yerini alamıyacağıdır. Elde ettiği bu sonuç, ileri ünitelerde detaylı olarak işlenecek olan bitki besleme de mutlak gerekli besin element kavramının temellerini atması bakımından önemlidir. Knop'un sonuçları içerisinde atmosferik azot ve elementel kükürdün etkisi konusunda değinilmemiştir.

Atmosferik N ile ilgili detaylı sonuçlara ulaşmak için daha geniş çalışmaların yapılması gerekiyordu. Baklagillerin değişik özelliklerinin olduğu bazı araştırmacılar tarafından gözlenmişti. Toprağa N verilmediği durumlarda baklagillerin iyi geliştikleri, baklagil olmayan bitkilerin ise toprakta kullanabilecekleri N'u bulamadıkları durumda veya toprağa N verilmediği şartlarda hiçbir şekilde büyüme ve gelişme gösteremedikleri saptanmıştı.

İki bilim insanı Jean Jaques Theophile Schloesing (1824-1919) ve Alfred Müntz 1878'de toprakta bulunan nitrat bileşiklerinden amonyak oluşturulmasının basit bir kimyasal reaksiyon olmayıp bazı mikroorganizmalarca yapıldığını açıkladılar. Yaptıkları araştırmada, lağım suyunu kum ve kireçten yapılmış bir filitreden geçirmek suretiyle temizlediler. Süzükte 28 gün süre ile incelemeler yaptılar, N'u başlangıçta yalnız amonyak formunda tespit ediyorlardı. Fakat 28 gün sonra süzükte nitratta bulunmaya başlandı. Nitrat içeriğinin süzüğe kloroform ilave edilince durduğu, süzüğe biraz lağım suyu ilave edildiğinde ise süzükte tekrar nitrat oluştuğunun fark edilmesi ile nitrifikasyon olayının bir bakteri faaliyeti olduğunu ortaya koymuşlardır.

Hermann Hellriegel (1831-1896) ve Hermann Wilfarth (1853-1904) 1886 yılında baklagil bitkilerinin köklerindeki nodüllerde yaşayan mikroorganizmaların havanın serbest N'unu kullanarak, bitkinin kullanabileceği forma dönüştürdükleri sonucuna vardılar.

Onsekizinci yüzyılın sonu, Senebier'in fotosentezin temel prensiplerine ait sonuçları ortaya koyması, 19. yüzyılın ortaları büyüme ve gelişme için gerekli bitki besin elementleri ve yeterli seviyelerinin tespit edilmesi, 19. yüzyılın sonu da biyolojik N fiksasyonunun temel prensiplerine ait sonuçların ortaya konulması bakımından çok önemlidir. Yirminci yüzyıl ise toprağın fiziksel ve kimyasal özelliklerinin ön plana çıkarılarak, mikroskobik seviyede çalışmaların ve tarımda nükleer tekniklerin kullanımının başlaması bakımından önem taşımaktadır.

Toprakların yapısal özelliklerinin ortaya koyulmaya başlanması ile toprak verimliliği ve bitki besleme alanında sonuçları halen kullanılan çalışmaların yapılmasına olanak sağlanmıştır.

T.C. Hoagland ve T.C. Broyer 1936'da bugünde hala kullanılan besin element çözeltilisini geliştirerek sonuçlarını yayınlamışlardır. 1944 yılında Hoagland'ın yayınlamış olduğu "*Bitkilerin inorganik beslenmesi üzerine makaleler*" isimli kitap konu ile ilgili klasik eserler arasında değerlendirilmektedir. Hoagland (1884-1949) çalışmaları ile modern bitki beslemenin öncülerinden kabul edilmektedir.

1924 yılından itibaren toprakların reaksiyonu üzerinde durulmuş ve bitki toprak ilişkilerine dair en önemli konulardan biri olan toprak asitliği ile iz elementlerin bitki tarafından alınmalarına ait problemlerin çözümlenmesine yönelik geniş çalışmalar yapılmıştır.

Liebig'den bu yana bitki besleme ve gübreleme alanında ihtiyaç duyulan besin elementlerinin belirlenmesinin yanında diğer bir önemli gelişme de, mineral gübrelerin üretimi olmuştur. Yirminci yüzyılın başlarında Alman bilim adamları Adolf Frank (1834-1916) ve Heinrich Caro (1934-1911), amonyak sentezi ile N'lu gübre üretmişlerdir. Kısa bir süre sonra Fritz Haber (1868- 1934) ve Carl Bosch (1874-1940) Almanya'da daha sonraları kendi adları ile anılacak bir yöntemle (Haber ve Bosch yöntemi) sentetik amonyağı havanın N'undan üretmeyi başardılar.

Geliştirilerek uygulanan bu metodlarla bir taraftan mineral ve sentetik N'lu gübrelerin tarım topraklarına uygulanması diğer taraftan ise P'lu ve K'lu gübrelerin üretimi, daha fazla ve nitelikli verim alınmasına yardımcı oldu.

Gelişen teknoloji ile artık ppm (milyonda bir) ve ppb (milyarda bir) seviyesinde ölçülebilen besin elementleri, bitkilerde çok daha küçük miktarlarda bulunan ve mutlaka gerekli olan besin elementlerinin belirlenmesine olanak sağlamıştır.

Günümüze kadar gübre kullanımı ile verimin ve kalitenin artması, gübre üretiminde depolama ve saklama, birden fazla element içeren çoklu gübrelerin üretimi, üretilen gübrelerdeki besin element oranları gibi problemler yapılan çalışmalar ile ele alınarak çözümler üretildi.

Yirmi birinci yüzyılda gelişen çevre bilinci, tarım topraklarının yerleşimde ve sanayide kullanılması ile elden çıkması, su kaynaklarının giderek azalması ve çeşitli sebeplerle kullanılması ile klasik yöntem olarak kabul edilen açıkta (tarlada) yapılan, serpme veya bant şeklinde uygulanan gübreleme ile karık usulü yapılan sulama sistemlerinin gelişmesine ve değişimlerine neden olmuştur. Topraksız yetiştiricilik, organik tarım, sürdürülebilir tarım ve iyi tarım uygulamaları kavramları geliştirilerek değişik üretim metodları ortaya konmuştur. Yine bu yüzyılda damla sulama sistemi ile gübreleme prensipleri ortaya konulmuştur.

DİKKAT



Epstein, E., Bloom, A.J. (2004) tarafından yazılan “Mineral nutrition of plants: Principles and perspectives” isimli kitaptan bitkilerin mineral beslenmesi ile ilgili ayrıntılı bilgilere ulaşabilirsiniz.

BİTKİLERİN BESLENMESİNDE YENİ BİR YAKLAŞIM

Toprakta mevcut besin elementlerinin miktarları dikkate alınıp, üretimi yapılan bitkinin verimine bağlı ihtiyaç duyduğu besin element miktarı belirlendikten sonra, yetiştirme ortamı ve çevresel özellikler de değerlendirilerek hazırlanacak olan yeterli ve dengeli gübreleme programları bu alanda yapılan son çalışmalardır.

Yeterli ve dengeli gübreleme programlarının hazırlanabilmesi ve başarılı olabilmesi için dört temel konunun dikkate alınması gereklidir.

1. Toprak ve yetiştirme ortamı koşulları ile ilgili olarak;
 - a. Toprağın ve sulama suyunun reaksiyonuna bağlı olarak, bitki besin maddelerinin alınabilirliği,
 - b. Uygulanan programlardaki aşırı gübreleme ve toprak özellikleri ile ilişkili tuzluluk problemleri,
 - c. Yetersiz organik madde nedeniyle toprağın fiziksel-kimyasal-mikrobiyolojik özelliklerinin olumsuz yönde etkilenmesi,
 - d. Bitki besin maddelerinin yapısal özellikleri ve toprakta bulunan diğer besin maddeleri ile etkileşimlerine bağlı olarak mobiliteleri dikkate alınmadır.
2. Yetiştirme ortamı ile ilgili olarak,
 - a. Kullanılan ortamlara ait fiziksel ve kimyasal özelliklerin tam olarak bilinmesi ve dikkate alınması,
 - b. Uygulanan gübreleme programlarının etkinliği ile yetiştirme ortam özelliklerinin birlikte etkilerinin değerlendirilmesi gereklidir.
3. Gübre seçimi ve uygulanacak gübreleme yöntemleri ile ilgili olarak
 - a. Kültürel işlemlere bağlı olarak doğru gübre formlarının seçilmesi,
 - b. Gübrelerin suda çözülme oranları ve tuz indeksleri gibi kritik özelliklerinin dikkate alınması,
 - c. Bitkilerin gelişme dönemlerinin göz önünde bulundurulması,
 - d. Tahminlenen ürüne ilişkin kaldırılan besin maddesi miktarlarına dikkat edilmesi,
 - e. Toprakta mevcut besin elementlerinin dengesizlikleri göz önüne alınması şeklinde özetlenebilir.

4. Doğru bir program ve gübreleme için konu ile ilgili çalışanları sürekli olarak yeniliklerden haberdar edilmesi
 - a. Bilgilendirme ve uygulamalı gösterim ile üreticilerin bilgilendirilmesi,
 - b. Çeşitli dönemlerde kamu ve özel kuruluşlarda konu ile ilgili görev yapan her seviyedeki personelin eğitimi,
 - c. Tüm iletişim kanalları ile bilgilendirme çalışmalarının yapılması şeklinde sıralanabilir.

Yukarıda belirtilen noktalar doğru değerlendirildiğinde; yapılacak gübreleme programları ile başarı oranı hızla artacak ve elde edilen verim-kalite dengesi olumlu yönde etkilenecektir. Böylelikle gereksiz gübre kullanımı ortadan kalkacağı için, hem ekonomiye hem de çevre kirliliğinin önlenmesine katkılar olacak ve olumlu sonuçlar alınacaktır.

Dengeli Gübreleme

Bitkisel üretimde gübreleme programları yapmadan önce karar verilmesi gerekli en önemli konu, sözü edilen yetiştirme ortamının gerçekten gübrelemeye ihtiyaç duyup duymadığıdır. Örneğin, analiz sonucuna göre toprakta yeterli miktarda bitki besin elementi mevcutsa, gübreleme programı ile elde edilecek ürün miktarı arasında ekonomik anlamda zarar görünüyorsa, bitki besin maddelerinin alınabilirliği konusunda toprakta problem var ve bu problem çözülmemişse yapılacak olan gübreleme programlarının hiçbir etkinliği olamayacaktır.

Özellikle sera topraklarında geçmiş yıllardan gelen yoğun bir gübreleme varsa, damla sulama sistemi kullanılıyorsa ve bu alanda fide dikiminden sonra 15-20 gün yetecek kadar besin maddesi mevcutsa, bu zaman aralığında gübreleme önerilmeyebilir. Çünkü temel gübreleme ile serada üretimden önce, tüm alana gübre uygulanması yapıldığından yürüme yolları gibi üretim (tavaları, yastıkları) alanı dışına verilen gübreler boşuna atılmış olacaktır. Ayrıca fidelerin şaşırtılmasından sonra damla sulama ile bitkinin ihtiyaç duyduğu dönemlerde, kök etki alanına yeter miktarda besin maddesi uygulanacağı için özellikle seralarda temel gübrelemenin gerekliliği konusunda iyi düşünmek gerekmektedir.

Ekonomik, çevreye duyarlı, dengeli bir gübreleme programı; birim alana uygulanacak gübre miktarı, bu uygulamada hangi gübrelerin kullanılacağı, ne zaman en uygunlanma yapılacağı, hangi gübrelerin kullanılacağı, hangi gübreleme yönteminin kullanılacağı ve hangi derinliğe uygulanacağı sorunlarına cevaplar vererek istenen verim ve kalitede ürün alınmasını sağlar.

Nanoteknoloji: Bir nanometre metrenin milyarda biri, bir milimetrenin milyonda biri kadar bir uzunluktur. Yaklaşık olarak insan saç telinin on binde biri kadar bir kalınlığa eşdeğer kabul edilebilir. Bu uzunluk terimi atom ve moleküllerin içindeki en küçük mesafeleri tanımlamak için de kullanılır. Üç ile beş atom yan yana sıraladığında bu uzunluğa eşit bir uzunluk meydana getirirler. Genel olarak maddeyi atomik veya moleküler seviyede kontrol etme, yönlendirme bilimi olarak ifade edilebilir. Kimi araştırmacılar atomik seviyede mühendislik olarak da tanımlamıştır. Nanoteknoloji kelimesini ilk defa kullanan Tokyo Bilim Üniversitesi'nden Norio Taniguchi olmuştur. 1974'de yayınlanan bir makalede Taniguchi "Nano-teknoloji" genel olarak malzemelerin atom atom ya da molekül molekül işlenmesi, ayrılması, birleştirilmesi ve bozulmasıdır." olarak dile getirmiştir.

Dengeli gübreleme yapılması sonucunda ne gibi durumlarla karşılaşacağımızı ünite içerisinde anlattık. Peki "Dengesiz Gübreleme" sonucunda ne gibi durumlarla karşılaşabiliriz?



Bitki Beslemede Nanoteknoloji Kullanımı

Boyut olarak çok küçük ancak etki olarak çok büyük olan **nanoteknolojik** çalışmaların tarımda kullanım alanı bulması bitki besleme açısından günümüzde ulaşılan son nokta olarak değerlendirilmektedir.

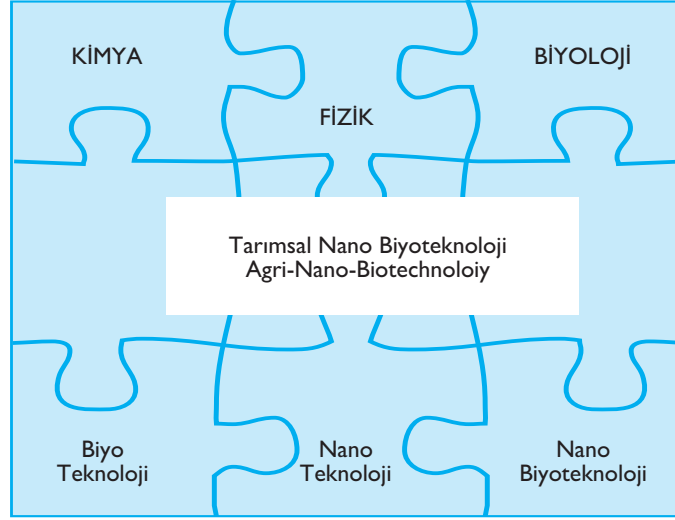
Tarımsal üretimde bu teknoloji kullanılarak:

- Patojen ve bulaşık maddelerin belirlenmesi,
- Nano partiküllerle kaplanan tarımsal ürünlerin üretilmesi,
- Çiftlik hayvanlarının yem rasyonlarında kullanılan nano-partiküllerin patojenleri bünyede zarar yapmadan önce engellemesi,
- Gıda kalite sensörlerinin geliştirilmesi,

- Tad, kalite ve besin değerlerinin iyileştirilmesi,
- Zehir etkisi gösterebilecek maddelerin tarımsal ürünlerden kaldırılması,
- Toprak özelliklerinin iyileştirilerek tarımsal verimliliğin artırılması,
- İlaç, gübre ve suyun toprakta tutulma veya yıkanmasının sağlanması yönünde çalışmalar ön plana çıkmış durumdadır (Şekil 6.2).

Şekil 6.2

Tarımsal Nano Biyoteknolojinin Bileşenleri (Sastry, 2007)



Amerika 2002 yılında, Nano ölçekli bilim ve mühendisliğin tarım ve gıda sistemlerinde uygulanması konusunda planlamalarını açıklamıştır.

Avrupa Birliği 2008 yılında, açıkladığı 7. Çerçeve Program'ında, bilgi temelli biyo ekonomi çalışmalarının tarım, gıda ve hayvancılık konularında biyo ve nano teknolojiler yoğunluklu uygulamaları olarak göstermiştir.

İNTERNET

Avrupa Teknoloji Platformu (TPs). Avrupa Birliğinin Teknoloji Platformuna ait bilgi temelli biyo-ekonomi. (<http://rp7.ffg.at/upload/medialibrary/02-Eryomin.pdf>)

2009 yılında Nano Teknoloji Enstitüsü (İngiltere), konu ile ilgili öncelikli çalışma ve uygulama alanlarını toprak verimliliği, su kalitesi, pestisitler, nanosensörler olarak bildirmişlerdir.

İNTERNET

Avrupa'da nanoteknoloji Raporu. (<http://www.nano.org.uk/nanotechnology-reports/15>)

SIRA SİZDE

2

Ekonomik, çevreye duyarlı, dengeli bir gübreleme programı hazırlayabilmek için en önemli sorulardan biri olan “birim alana uygulanacak gübre miktarı” sizce nasıl belirlenir?

Özet



Bitki beslemenin kısa tarihçesini tanımlamak

Başlangıcı insanlık tarihi kadar eski olan tarımsal üretim içerisinde, bitki besleme önemli faktörlerden biridir. Doğru yapılacak uygulamalar ile verim ve kalitede önemli artışlar sağlanırken, daha az masraf ve çevreye daha duyarlı şekilde gübreleme programları hazırlanmaktadır. Tarımsal üretimde, bitkilerin beslenmelerine ait çalışmaları anlayıp doğru yorumlayabilmek, yeni ve modern uygulamaları daha kolay kavrayıp uygulayabilmek ancak bu konu üzerindeki daha önce yapılan çalışmaları incelemek ve değerlendirmekle mümkündür. Ayrıca bilimsel çalışmaların doğası gereği, tarihsel süreç içerisinde her geçen gün araştırmaların değişimini görebilmek bizlere konu ile ilgili geniş bir bakış açısı, aynı konu üzerinde farklı düşünce ve yorumları gözleyebilme imkânı sağlamaktadır.



Bitkinin beslenmesindeki önemli noktaları gösterebilecek ve bitkinin beslenmesinde gözlenen işlemleri listeleyerek, tarımsal üretim ve bitki besleme ilişkisini kurmak

Tarım, insanların toplayıcılık ve avcılık ile yaşadıkları göçebe hayatından, tarımsal üretim sayesinde yerleşik düzene geçmesi ile yaşam tarzlarında önemli değişikliğe neden olmuştur. Önceleri bitkilerdeki büyüme ve gelişmeleri anlayabilmek amacıyla başlayan bitki besleme çalışmaları, ardından daha nitelikli ve bol ürün alabilmek için devam etmiştir. Farklı üretim tekniklerinin gelişmesine bağlı olarak bitkileri besleme çalışmaları da zaman içinde değişim göstermiştir. Bitki besleme üzerine yapılan çalışmalar önceleri gözlem düzeyinde başlamış, bitki, doku, hücre, moleküler ve nano ölçeğe kadar küçülmüştür. Özetle denilebilir ki, insanlık tarihinin başlangıcı tarıma dayalı idi, yapılan çalışmalara göre geleceği de tarıma dayalı olacaktır.



En ekonomik ve en yüksek verim ilişkisini açıklamak

Gübre kullanımı; bilinçli, yeterli miktarlarda ve doğru zamanda yapıldığında istenen amaca ulaşmada etkili olmaktadır. Yeterli dozların üstünde ve bilimsel temellere dayanmayan gübreleme programları toprakların yapısal özelliklerini bozmakta, ekonomik olarak fazla bir yük getirmekte, çevre kirliliği açısından yarattığı olumsuz etkilerin yanında içme sularının da kalitesini düşürerek yer altı su kaynaklarının kullanımında problemler yaratmaktadır. Bu nedenle günümüzde de birim alandan optimum verim ile kaliteli ve sağlıklı ürün alımı üzerine bilimsel araştırmalara devam edilmektedir.

Kendimizi Sınayalım

1. Başlangıçta Sachs ve Knop tarafından topraksız ortam ve besin çözeltileri ile yapılan çalışmalar temel olarak aşağıdakilerin hangisine katkıda bulunmuştur.

- Toprakları bünyelere göre ayırmanın bitki besleme açısından çok önemli olduğu
- Bitkilerin kül analizleri ile hangi besin maddelerine ihtiyaç duyduğunu belirleme
- Bitkiler için uygulanacak besin element konsantrasyonlarının belirlenmesi
- Bitkilerin besin element içeriklerinin belirlenmesi
- Topraksız ortam ve besin çözeltilerinin tarımsal üretimde gerekliliği

2. Bitki Besleme alanında ilk önemli araştırmayı yapan ve iyi planlanmış saksı denemesi gerçekleştiren araştırmacı **kimdir?**

- Jan Baptist van Helmont
- John Woodward
- Stephen Hales
- Justus von Liebig
- Heinrich Caro

3. “Toprakta tüm öteki bitki besin maddeleri optimum düzeyde bulunsalar bile bunlardan birinin azlığı ya da yokluğu halinde topraktan kaldırılan ürün miktarını bu minimumdaki besin maddesi belirler.” şeklinde görüş kime aittir ve ne yasası olarak bilinir.

- J. Sachs, Mutlak Gerekli Elementler Yasası
- J. Woodward, Fıçı Yasası
- J. von Liebig, Minimum yasası
- S. Hales, Alınan Besin Elementleri Yasası
- J.B. van Helmont, Su kültürü

4. İngiliz John Woodward (1665-1728), bitkilerin beslenme, büyüme ve gelişmesinde mineral maddelerin önemini hangi bitki üzerinde deney yaparak ortaya koymuştur?

- Mısır
- Nane
- Biber
- Domates
- Baklagiller

5. “Tarla denemecilerinin babası” olarak bilinen bilim adamı kimdir?

- Jean Senebier (1742-1809)
- Jean B. Boussingault (1802-1887)
- L.J.Gay-Lussac (1778-1850)
- Justus von Liebig (1803-1873)
- Jan Ingen-Housz (1730-1799)

6. Aşağıdakilerden hangisi Justus von Liebig (1803-1873)’in kendinden önceki çalışmalar ile kendi ulaştığı sonuçları bir araya getirerek vardığı sonuçlardan biri **değildir?**

- Bitkilerin kökleri ile rastgele her şeyi topraktan alırlar ancak işe yaramayanlar yine kökleri ile atılır.
- Bitkiler ihtiyaç duydukları karbon dioksidi (CO_2) havadan alır.
- Tohumun oluşması için potasyuma gereksinim vardır.
- Alkali elementlerin meydana getirdiği alkaliliğin bitki bünyesinde oluşan metabolik olaylar sonucunda oluşturulan asitle giderilir.
- İhtiyaç duyulan hidrojen (H) ve oksijen (O)’i sudan alır.

7. J.B. Lawes (1814- 1900) ve J.H. Gilbert (1817-1901), İngiltere Rothamsted’de bir Ziraat Araştırma İstasyonunda yaptıkları deneme sonuçları aşağıdakilerden hangisi **değildir?**

- Baklagil olmayan bitkilerin toprakta azota ihtiyaçları vardır.
- Bitkiler P ve K’un her ikisine de muhtaçtırlar, fakat bitki külünün içeriği bitki tarafından alınması gereken bitki besinlerinin miktarlarının ölçüsü olamaz.
- Nadasın faydası topraktaki organik azotun bitki için faydalı forma dönüştürmesidir.
- Toprağın verimi kimyasal gübrelerin yardımıyla yıllarca korunabilir.
- Hiçbiri

8. Yeterli ve dengeli gübreleme programlarının hazırlanabilmesi ve başarılı olabilmesi için toprak ve yetiştirme ortamı koşullarında aşağıdakilerden hangisi dikkate alınmalıdır?

- Kullanılan ortamlara ait fiziksel ve kimyasal özelliklerin tam olarak bilinmesi ve dikkate alınması
- Uygulanan gübreleme programlarının etkinliği ile yetiştirme ortam özelliklerinin birlikte etkilerinin değerlendirilmesi gereklidir.
- Kültürel işlemlere bağlı olarak doğru gübre formlarının seçilmesi
- Toprağın ve sulama suyunun reaksiyonuna bağlı olarak, bitki besin maddelerinin alınabilirliği
- Bitkilerin gelişme dönemlerinin göz önünde bulundurulması

9. Nanoteknoloji kullanılarak tarımsal üretimde aşağıdakilerden hangisini belirlemek mümkündür?

- Nano partiküllerle kaplanan tarımsal ürünlerin üretilmesi
- Çiftlik hayvanlarının yem rasyonlarında kullanılan nano-partiküllerin patojenleri bünyede zarar yapmadan önce engellemesi,
- Gıda kalite sensörlerinin geliştirilmesi,
- Tad, kalite ve besin değerlerinin iyileştirilmesi
- Hepsi

10. Ekonomik, çevreye duyarlı, dengeli bir gübreleme programı hazırlamak için aşağıdakilerden hangisine dikkat edilmelidir?

- Birim alana uygulanacak gübre miktarı, bu uygulamada hangi gübreler kullanılacağı
- Hangi gübrelerin kullanılacağı
- Hangi gübreleme yönteminin kullanılacağı
- Hangi derinliğe uygulanacağı
- Hepsi

Kendimizi Sınavalım Yanıt Anahtarı

- e Yanıtınız yanlışsa, “Bitki Besleme Alanında Bugüne Kadar Yapılan Çalışmalar” bölümünü yeniden inceleyiniz.
- a Yanıtınız yanlışsa, “Bitki Besleme Alanında Bugüne Kadar Yapılan Çalışmalar” bölümünü yeniden inceleyiniz.
- c Yanıtınız yanlışsa, “Bitki Besleme Alanında Bugüne Kadar Yapılan Çalışmalar” bölümünü yeniden inceleyiniz.
- b Yanıtınız yanlışsa, “Bitki Besleme Alanında Bugüne Kadar Yapılan Çalışmalar” bölümünü yeniden inceleyiniz.
- b Yanıtınız yanlışsa, “Bitki Besleme Alanında Bugüne Kadar Yapılan Çalışmalar” bölümünü yeniden inceleyiniz.
- c Yanıtınız yanlışsa, “Bitki Besleme Alanında Bugüne Kadar Yapılan Çalışmalar” bölümünü yeniden inceleyiniz.
- e Yanıtınız yanlışsa, “Bitki Besleme Alanında Bugüne Kadar Yapılan Çalışmalar” bölümünü yeniden inceleyiniz.
- d Yanıtınız yanlışsa, “Dengeli Gübreleme” bölümünü yeniden inceleyiniz.
- e Yanıtınız yanlışsa, “Bitki Beslemede Nanoteknoloji Kullanımı” bölümünü yeniden inceleyiniz.
- e Yanıtınız yanlışsa, “Dengeli Gübreleme” bölümünü yeniden inceleyiniz.

Sıra Sizde Yanıt Anahtarı

Sıra Sizde 1

Üretimde vazgeçilemez unsurlardan biri olan gübre kullanımı; bilinçli, yeterli miktarlarda ve doğru zamanda yapıldığında istenen amaca ulaşmada etkili olmaktadır. Yeterli dozların üstünde ve bilimsel temellere dayanmayan gübreleme programları toprakların yapısal özelliklerini bozmakta, ekonomik olarak fazla bir yük getirmekte, çevre kirliliği açısından yarattığı olumsuz etkilerin yanında içme sularının da kalitesini düşürerek yer altı su kaynaklarının kullanımında problemler yaratmaktadır.

Sıra Sizde 2

Geleneksel olarak üreticilerimiz elde ettikleri tecrübelerle bağlı olarak her yıl uyguladıkları gübre miktarlarını uygulamaktadırlar. Ancak çeşit özelliklerinin değişimi, yapılan kültürel işlemler yada yıllık iklimsel dalgalanmalara bağlı toprakta besin maddesi miktarlarının birimi yada yıkanması, daha önceki yıllarda yapılan gübrelerin etkinlikleri gibi faktörleri sadece tecrübelerine bağlı olarak göz önünde bulundurdıkları için çoğu kez doğru dozlar belirlenememektedir. Üreticiler kimi zamanda deneme yanılmaya bağlı olarak doz ayarlamakta veya komşu üreticilerin uygulamalarını dikkate almaktadırlar.

Yararlanılan Kaynaklar

- Demirci, R., Özçelik, A. (1986). Tarım tarihi. Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yayınları: 976, Ofset Basım: 21. Ankara.
- Güner, H. (1965). Bitki beslenmesi ve gübreleme ilmi. Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Ders teksiri. İzmir.
- Türkcan, E. (2009). Dünya'da ve Türkiye'de bilim, teknoloji ve politika. İstanbul Bilgi Üniversitesi Yayınları: 230. Bilgi ve Toplum 5. İstanbul.
- Ronan, C.A. (1983). Bilim tarihi; dünya kültürlerinde bilimin tarihi ve gelişmesi. Çev. İhsanoğlu, E., Günergun, F., TÜBİTAK Akademik Dizi 1, Ankara
- Sastry, K. (2007). Nanotechnology in agri-food systems- Issues in developing countries. Cornell Uni.
- Anaç, D., Çokuysal B. (2005). Dengeli bir gübreleme için doğru yaklaşımlar. İyi tarım uygulamaları eğitim notları. E.Ü. Ziraat Fakültesi, İzmir.
- Scott, N. Chen, H. (2002). Nanoscale science and engineering for agriculture and food systems. National Planning Workshop. Nov. 18-19 2002. Washington DC.
- Joseph, T. Morrison, M. (2006). Nanotechnology in agriculture and food. Institute of Nanotechnology. Nano Forum report. European Nanotechnology Gateway. nanoforum.org

7

Amaçlarımız

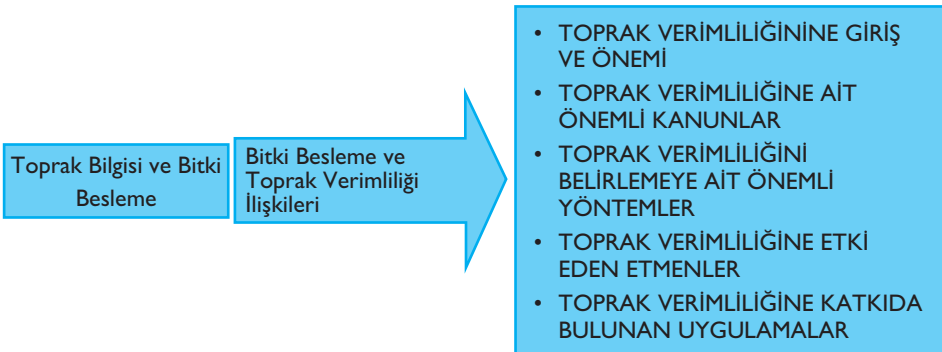
Bu üniteyi tamamladıktan sonra;

- Bitki Besleme ve Toprak Verimliliği ile ilgili genel bilgileri tanımlayabilecek,
- Toprak Verimliliğini belirleyen etmenler ile bitkilerin beslenmesinde mutlaka gerekli bitki besin elementlerinin toprakta bulunuş şekillerini açıklayabileceksiniz.

Anahtar Kavramlar

- Toprak Verimliliğini Belirleme Yöntemleri
- Toprak Reaksiyonu
- Toprak Organik ve İnorganik Kolloidleri
- Toprak Mikrobiyolojisi
- Toprak Suyu
- Toprak Bitki Besin Elementleri ve Alınabilirlikleri

İçindekiler



Bitki Besleme ve Toprak Verimliliği İlişkileri

TOPRAK VERİMLİLİĞİNE GİRİŞ VE ÖNEMİ

Dünya nüfusundaki hızlı artış ve birçok dünya ülkesinde yaşama standartlarındaki önemli gelişmeler tarım alanında her gün daha ciddi problemler yaratmaktadır. Problemlerin çözümlenebilmesi için öncelikli olarak artan gıda ihtiyacının karşılanabilmesi gerekir. Bu bağlamda dünyadaki toprak kaynaklarının yeterli olup olmadığı değerlendirilmelidir.

Dünya üzerindeki toplam arazi miktarı yaklaşık 15 milyar hektardır ve bu arazinin % 30'u tarıma elverişli iklim bölgelerinde bulunmaktadır. Dünyada kültüre alınmış arazi miktarı ise toplam miktarın ancak % 10'u kadardır. Sözü edilen bu miktarın %15'i sulanmaktadır (260 milyon hektar) ve dünyadaki tarım ürünlerinin % 40'ı sulanan alanlardan elde edilmektedir.

Bu duruma göre dünyadaki kültür arazisini genişletmek ve artan nüfusun gıda ihtiyacının bir kısmını yeni kültür arazisinden sağlamak imkanı vardır. Ancak imkanların çok sınırlı olduğu ve bu imkanlardan faydalanmanın çeşitli faktörlere bağlı bulunduğu unutulmamalıdır.

Türkiye'de işlenebilen ya da tarım yapılan arazi varlığı son istatistik verilere göre 26.566.768 ha dolayındadır. Daha fazla genişletilme olanağı bulunmayan tarım topraklarımız erozyon, tuzlulaşma ve alkalileşme gibi doğal etmenler yanında, kentsel, yerleşim, sanayi kuruluşları, turizm ile ilgili yapılaşmalar, kum ve tuğla ocakları tarafından işgali gibi yapay etmenlerle de hızla azalmaktadır. Dünyada tarımsal ürünleri kendi kendine yeten 7 ülkeden birisi olan Türkiye, önlem alınmadığı takdirde giderek azalan ya da bozulan tarım toprakları ile çok kısa bir süre içerisinde artan nüfusunu besleyemez duruma düşecektir. Bu nedenle tarım topraklarının amaç dışı kullanılması acil olarak önlenmelidir. Ayrıca artan nüfusumuzu besleyebilmemiz için birim alandan alınan ürünün artırılması topraklarımızın verimliliğinin sürekli olmasına bağlı bulunmaktadır.

Toprak verimliliğini etkileyen çeşitli faktörler bulunmaktadır. Bunlar genel olarak iklim etmenleri ve toprak etmenleri olmak üzere ikiye ayrılmaktadır.

İklim etmenleri; yağış miktarı, sıcaklık ve ışıktır. Bir toprağın verimli olabilmesi için bitkilerin gereksinimlerini karşılayacak düzeyde su kapsamı gerekir. Toprakta bulunması gerekli su miktarı ya doğal olarak yağış ile ya da yapay olarak sulama ile sağlanır. Sıcaklık toprakta meydana gelen kimyasal tepkimeler ile mikrobiyal etkinliğin hızını artırarak mineralizasyon olayını teşvik eder. Bu olay ile organik bileşikler, inorganik bileşikler haline dönüşür. Işık'ta önemli gelişim etmenle-

rinden birisidir. Dolaylı olarak sıcaklık ile ilgilidir ve toprak sıcaklığının artmasına neden olmaktadır.

DİKKAT



Mineralizasyon terimi “Organik maddenin mineralizasyonu” ve “Azotun mineralizasyonu konularında açıklanmıştır.

Toprak etmenleri ise toprağın bünyesi, yapısı, organik madde kapsamı, reaksiyonu (tepkimesi), biyolojisi ve toprakta bulunan bitkiye yararlı bitki besin elementleridir. Topraktaki bitki besin elementlerinin bitkiye yararlı olup olmaması diğer toprak etmenlerinin etkisi altındadır. Bitkiye yararlı olan bitki besin elementleri toprakta iki şekilde bulunur; toprak çözeltisinde ve değişim komplekslerinin yüzeylerinde.

Kültüre alınan topraklarda, gerek bitki besin elementleri ve gerekse mineralize olarak besin elementi sağlayan organik madde çeşitli yollarla kayba uğrar. Yağışlar, sulama suyu ve erozyon bu kaybı hızlandırarak kültür topraklarının besin elementlerince fakirleşmelerine neden olur.

Kültür topraklarının verimliliklerinin korunması ya da artırılması için gerek ürünle ve gerekse başka yollarla topraklardan uzaklaşan bitki besin elementlerinin yeniden topraklara verilmesi gerekmektedir. Ancak bu şekilde bitki besin maddeleri kültür toprakları üzerinde yetiştirilen bitkilerin gereksinimlerini karşılayacak düzeyde tutulabilmektedir.

Bu bilgilerin ışığı altında verimli topraklar, bünyelerinde bitkiler için mutlaka gerekli tüm bitki besin elementlerini, alınabilir halde, yeter ölçüde ve uygun bir oranda kapsayan ayrıca bu bitki besin elementlerini oldukça hareketsiz halde tutarak yıkanarak kaybolmalarını engelleyen topraklardır.

TOPRAK VERİMLİLİĞİNE AİT ÖNEMLİ KANUNLAR

Bitki gelişmesinin veya elde edilen ürünün gelişim faktörlerinin bir fonksiyonu olduğu belirlendikten sonra, bitki gelişmesi veya ürün ile gelişim faktörleri arasında ki ilişki üzerinde önemle durulmuş ve bu ilişkiyi açıklamak amacıyla birçok teori ve kanun ortaya çıkmıştır. Bu kanunlardan ilki **Liebig**'in “Minimum Kanunu”, diğeri ise **Mitscherlich**'in “Gelişim Faktörlerinin Tesiri” Kanunudur. Toprak verimliliği alanında önemli olan bu kanunlara aşağıda değinilmiştir.

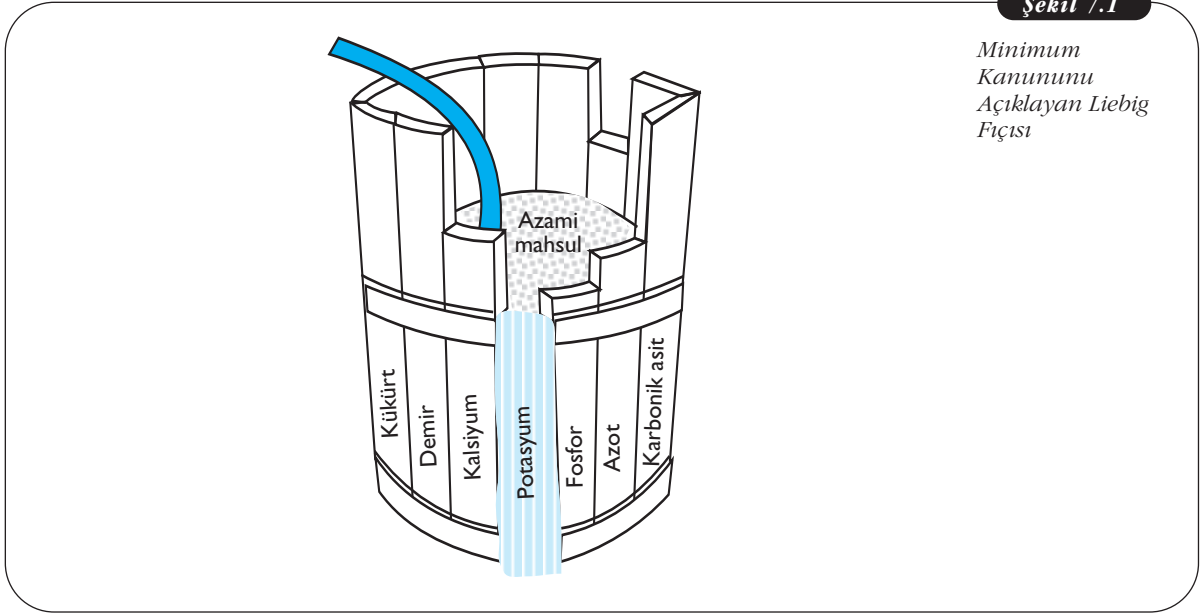
Minimum Kanunu

Liebig tarafından ortaya çıkarıldığı için “Liebig Kanunu” da denilmektedir. Bu kanuna göre, bir tarla toprağından elde edilecek ürün miktarı, o toprakta en az ya da minimum miktarda bulunan besin elementine (gelişim faktörü) bağlı olduğunu açıklar. Bir topraktaki besin elementlerinden birisi, örneğin azot (N) miktarı minimum düzeyde ise, gübreleme ile topraktaki diğer besin elementlerinin miktarları ne kadar arttırılırsa arttırılsın, elde edilecek ürün miktarında her hangi bir artış sağlanmayacaktır. Bu örnekte ürün, N miktarı ile sınırlıdır.

Liebig: 1803-1873 tarihlerinde yaşayan tarımsal kimya ve biyokimya çalışmalarıyla tanınan ve organik kimya konusunda önemli fikirleri ile bilinen Alman kimyacıdır. *Gübre Sanayinin babası* olarak da tanınan Liebig, tarımda bitkilerin ihtiyaç duyduğu temel maddelerden olan azotun önemini keşfetmiştir ve Minimum Kanununun da her bitkinin ihtiyaç duyduğu besinleri açıklamıştır.

Mitscherlich: 20. yy'ın başlarında, gelişim faktörlerinin ürün üzerine olan etkilerini açıklayan Alman bilim adamıdır.

Liebig, bu kanunu açıklamak için bir fıçıyı örnek vermiştir (Şekil 7.1).



Şekil 7.1
Minimum
Kanununu
Açıklayan Liebig
Fıçısı

Fıçının her tahtası bir besin elementi ya da gelişim faktörü, fıçının içerisindeki su düzeyi de topraktan elde edilecek ürün miktarı olarak kabul edilmiştir. Buna göre fıçı içerisinde bulunabilecek suyun seviyesi doğrudan doğruya fıçının en kısa olan tahtasının yüksekliğine bağlı kalacağı için, topraktan elde edilecek ürün miktarı da o toprakta en az (minimum) miktarda bulunan besin elementi tarafından sınırlandırılmaktadır.

Minimum yasası kısaca ne demektir?



DİKKAT

Bitki besin elementlerinin alınımı hakkında daha fazla bilgiye Ünite 9'u okuyarak ulaşabilirsiniz.



SIRA SİZDE

Mitscherlich Kanunu

Bitki gelişmesi veya ürün miktarı ile gelişim faktörleri arasındaki ilişkiyi açıklamak amacıyla ortaya konulmuş bulunan ikinci kanun Mitscherlich'in "Gelişim Faktörlerinin Etkisi" kanunudur.

Özellikle bitki gelişimi ve besin elementleri arasındaki ilişkiyi incelediği için "Gelişim Faktörlerinin Etkisi" adını da alan bu kanun dört önemli esası kapsamaktadır. Bunlar:

- Her gelişim faktörü diğerine bağlı olmaksızın ürün miktarını artırır.
- Her gelişim faktörünün ürün üzerine olan etkisi, en yüksek düzeydeki ürüne yaklaştıkça azalır.
- Her gelişim faktörünün üründe sağlayacağı artış, maksimum üründen eksik olan miktarla orantılıdır.
- Her gelişim faktörünün kendine özgü bir etki değeri vardır ve bu etki değeri koşullar ne olursa olsun değişmemektedir.

Mitscherlich, "Gelişim Faktörlerini Etkisi" kanunuyla ilgili olarak bir ürün çizelgesi oluşturmuştur ve kanununa ait esasları logaritmik denklemler ile açıklamıştır.

Bu kanun birçok bilim adamı tarafından tenkit edilmiştir. Özellikle Mitscherlich'in her gelişim faktörü için saptadığı ve sabit olan tesir değerleri kabul görmemiştir. Tesir değerlerinin bitki çeşidine, ekim yoğunluğuna, ekim sistemine, bitki besin elementlerinin toprakta bulunan miktar ve dağılma durumlarına göre değiştiği üzerinde durulmuştur. Bray dile getirilen bu konulara göre Mitscherlich'in logaritmik denklemlerini modifiye (uyarlama) etmiştir. Günümüzde Bray'in modifiye ettiği logaritmik denklemler kullanılmaktadır.

SIRA SİZDE



Mitscherlich'in logaritmik denklemini kim modifiye (uyarlama) etmiştir ve eleştirilen görüşü nedir?

TOPRAK VERİMLİLİĞİNİ BELİRLEMeye AİT ÖNEMLİ YÖNTEMLER

Önemli Tarla Denemesi Yöntemleri

Bray'in Modifiye Ettiği Mitscherlich Tarla Denemesi

Tarımsal bölgelerde ilk defa yetiştirilecek önemli bir ürünün veya ürün çeşidinin topraktan uzaklaştırdığı ya da kaldırdığı N, P ve K gibi ana bitki besin elementi miktarlarının tarla denemeleri ile belirlenmesi ve yapılacak gübre önerilerinde belirlenen bu değerlerin temel alınarak kullanılması toprak verimliliğinin sürdürülebilir olması amacını gütmesi bakımından çok önemlidir. Bu bağlamda yapılacak gübreleme doğru olacaktır. Bray, Mitscherlich 'in denklemini geliştirerek aşağıdaki hale getirmiştir. Bray çalışmalarında topraktaki mevcut gelişim faktörünün tesir değeri ile gübre olarak ilave edilen gelişim faktörüne ait tesir değerlerinin farklı olduğunu ve bunların denemeler ve logaritmik denklemler ile saptanması gerektiğine değinmiştir.

$$\text{Log (A-y)} = \text{log A} - (c_1 b - cx)$$

Bu denklemden; A=maksimum ürün, y=elde edilen gerçek ürün, b=gelişim faktörünün toprakta bulunan miktarı, c_1 =gelişim faktörünün tesir değeri, x=toprağa ilave edilen gelişim faktörü (gübre) miktarı ve c= gübrenin tesir değeri olarak ifade edilmektedir.

Önemli Saksı Denemesi Yöntemleri

Toprak verimliliğini belirlemede kullanılan saksı denemeleri esas itibarıyla tarla denemelerine benzerler. Tarla denemeleri doğal şartlarda parseller halinde yapılırken saksı denemeleri tarladan alınan belli miktar toprağı içeren saksılarda ve çoğu kez kontrollü şartlarda yapılır. Saksı denemelerinin amacı uygun ve dengeli bir gübreleme ile toprak verimliliğini belirlemektir. Teknik bakımdan saksı tipi, büyüklüğü, yapıldığı materyal ve yetiştirilecek bitki önemlidir ve saksılara genelde dile getirilen konularda çalışmış araştırmacıların isimleri verilmiştir.

Mitscherlich Saksı Denemesi Yöntemi

Bu yöntemin amacı toprağa gübreler ile ilave edilen çeşitli besin elementlerinin bitkinin gelişmesi üzerine olan etkisini saptamak suretiyle ilgili toprağın verimliliğini belirlemektir. Mitscherlich'in bizzat kendisinin oluşturduğu "Gelişim Faktörlerinin Etkisi" Kanunundan faydalanarak o toprağın besin elementlerine olan ihtiyacı ve alınabilecek maksimum ürün saptanabilecektir.

Neubauer Saksı Denemesi Yöntemi

Bu yöntemin esası topraktan çok fazla miktarda P ve K sömürme gücünde olan genç bitkilerin bu özelliklerinden yararlanılarak topraktaki alınabilir P ve K miktarını belirlemektir. Az miktar toprak üzerinde çok fazla sayıda bitki yetiştirilmektedir. Bitkilerin çok dallı kök sistemi toprak ile sıkı bir temas sağlar ve kısa sürede topraktaki P ve K sömürülür. Bitki analiz edilir. Bu yöntem saf biyolojik bir yöntem olmayıp, hem kimyasal hem de biyolojiktir. Bu nedenle zamanımızda özellikle K için standart bir yöntem olarak kullanılmaktadır. Topraktaki alınabilir K tayini için laboratuvarımızda kullanılan bir kimyasal yöntem her hangi bir nedenle başka bir kimyasal yöntem ile değiştirileceği zaman sonuçların güvenilir olması için standart bir yöntem ile karşılaştırılmalıdır. Neubauer Saksı Denemesi K için bir standart yöntemdir. Bu bağlamda kurulacak bir saksı denemesi ve buradan elde edilecek K sonuçları test edilen yeni kimyasal yöntemlerin sonuçlarını karşılaştırmak amacı ile kullanılabilir. Doğal olarak karşılaştırmalar istatistiki güvenilirlikte yapılmalıdır.

Yardımcı Yöntemler

Doku Testi: Bu yöntemin esası, serada veya açık alanda yetiştirilen bitkilerin belirli kısımlarından alınan taze örneklerle her bir bitki besin elementinin varlığını gösterebilen reagentler (kimyasal ayraçlar) uygulanır. Örnekler çok ince kesitler halinde alınmalıdır. Yarı kantitatif yöntemlerdir. Genelde renk yoğunluğuna dayanan gözlemlere göre elde edilen olumlu veya olumsuz sonuçlar incelenen besin elementinin topraktaki durumu hakkında oldukça güvenilir bilgiler vermeye yetmektedir. Bu yöntemler ile nitrat, fosfat ve potasyum kontrolleri yapılabilir.

İzleme Tekniği Yöntemleri

Bir bitki besin elementinin bitki tarafından alınırken; topraktan mı ya da gübreden mi alındığının belirlenmesinde kullanılan en iyi yöntemdir. Ayrıca bitki besin elementlerinin bitkiye alınış hızı, alınma miktarı, bitki bünyesindeki hareketi ve bitkinin hangi bölgesinde biriktiğinin belirlenmesinde de yegane yöntemdir. E Değeri ve L Değeri gibi izotopik seyreltmeye dayanan teknikler yanı sıra, A Değeri gibi daha gelişmiş izleme şekilleri de vardır.

A Değeri: *Fried* ve *Dean* adlı araştırmacıların E ve L yöntemlerini geliştirerek hem topraktaki, hem bitkideki, hem de ilave edilen gübre miktarlarının belirlendiği en iyi sonuç veren yöntemdir. Bu yöntemde izotopik seyreltme söz konusu değildir. Temel prensip; toprağa belirli miktar etiketli gübre ilave etmek ve bitki analiz sonucu, bitkiye standart gübre ve topraktan gelen bitki besin maddesini (B.B.M) hesaplamaktır. Bu ifade matematiksel olarak şöyle gösterilmektedir:

$$\frac{\text{Topraktaki alınabilir B.B.M element miktarı (A)}}{\text{Toprağa verilen standart gübre miktarı (B)}} = \frac{\text{Bitkinin topraktan aldığı B.B.M element miktarı (a)}}{\text{Bitkinin standar gübreden aldığı B.B.M element miktarı (b)}}$$

$$A = B \times \left(\frac{\text{Bitkinin spesifik aktivitesi}}{\text{Gübrenin spesifik aktivitesi}} - 1 \right)$$

Laboratuar Yöntemleri

1. Fiziksel Özellikler: Tarım yapılan alanlardan usulüne uygun olarak alınan toprak örnekleri laboratuara getirildikten sonra hava kurusu hale getirilir ve elenir. Toprakta bünye, kireç, reaksiyon, organik madde gibi özellikler uygun yöntemlere göre belirlenir.

2. Kimyasal Özellikler: Toprak ve yaprak örneklerinde N, P, K, Ca, Mg, Na, S, Fe, Zn, Mn Cu, Mo gibi bitki besin elementleri farklı yöntemlerle analiz edilir.

TOPRAK VERİMLİLİĞİNE ETKİ EDEN ETMENLER

Toprak Verimliliği ve Toprağın Organik ve İnorganik Kolloidleri

Kolloid: Yunanca (kolla) tutkal kelimesinden gelmektedir. Moleküler büyüklüğe yaklaşan ancak bu büyüklüğe ulaşamayan çok küçük parçacıklara "kolloid" adı verilir. Kolloidler 50 °A küçük çap iriliği içeren kümelerde yoğunlaşır. Kolloidal sistemlere örnek olarak köpük (sıvı içinde gaz), sis (gaz içinde sıvı), duman (gaz içinde katı) verilebilir.

Toprak çözeltisi sıvı içinde katı taneciklerin dağılmasıyla oluşan bir çözelti olarak tanımlanmaktadır.

Adsorbe: Molekül ya da iyonların belirli katı veya sıvı maddelerin yüzeylerine yapışmalarına adsorbe etmek (adsorbsiyon) denir. Bu yüzeysel bir olay olup maddenin başka özellikleri yanında tepkime yüzeyinin geniş olup olmaması adsorbsiyonu önemli ölçüde etkilemektedir.

Kültür topraklarının verim güçleri ile bu toprakların kolloid madde kapsamı arasında yakın bir ilişki bulunmaktadır. Gerçekten toprakta meydana gelen fiziksel ve kimyasal tepkimelerin büyük bölümü **kolloid** fraksiyonda gerçekleşmektedir. Ayrıca toprakta biyolojik aktiviteyi de birinci derecede toprağın organik kolloid fraksiyonu belirlemektedir. HCO_3^-

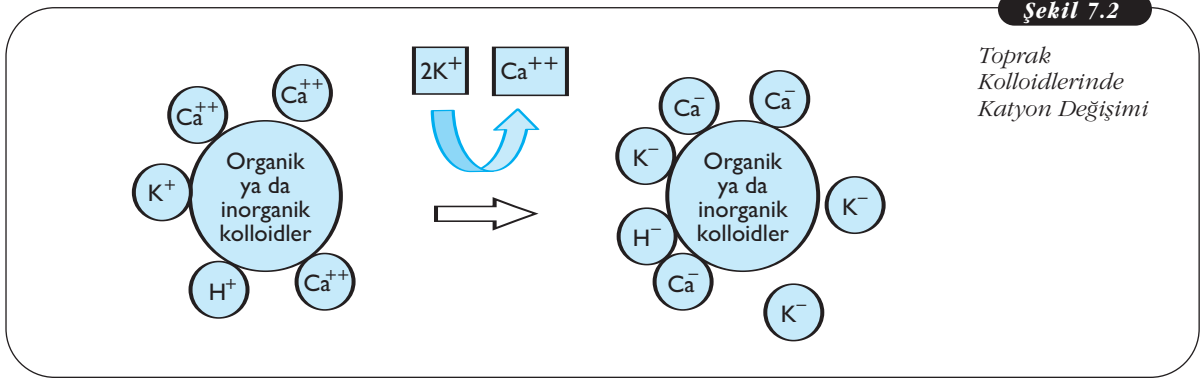
Organik ve inorganik olmak üzere iki gruba ayrılan toprak kolloidlerinin, toprak verimliliği üzerine yaptığı etkileri şu şekilde özetlemek mümkündür:

- Topraktaki bitki besin elementlerini tutarak yıkanmalarına engel olurlar.
- Toprak çözeltisinde** bulunan bitki besin elementlerinin konsantrasyonunu düzenleyerek, bitki gelişmesi üzerine herhangi bir toksik etki yapmamasını sağlarlar.
- Toprak tepkimesi üzerine tampon etkisi yaparak biyolojik etkinliği artırır.
- Toprakta granülleşmeyi sağlayarak, fiziksel özellikler üzerine olumlu etkilerde bulunurlar.

Bitki besin elementlerinin toprakta tutulması ve zaman içinde bitkilerin gereksinimlerini karşılamak için serbest bırakılması toprak kolloidleri aracılığı ile olmaktadır. Çok geniş yüzey alanına sahip olan toprak kolloidleri negatif elektrik yüküne sahiptir ve pozitif yüklü iyonları (katyonları) spesifik yüzey aktifliği ile adsorber. (Şekil. 7.2)

Adsorbe edilmiş bulunan katyonlar, ortamda bulunan öteki katyonlar ile yer değiştirme özelliğindedir. Katyon değişimi toprağın katı ve sıvı fazları arasında doğal olarak oluşmaktadır (Şekil 7.2).

Şekil 7.2'nin irdelenmesinden anlaşılabacağı gibi bir Ca^{++} iyonu, iki K^+ iyonu tarafından değiştirilmektedir. Genellikle tüm katyonlar benzer şekilde birbirleriyle yer değiştirme özelliğine sahiptirler. Bu nedenle toprakların verimliliklerinin belirlenmesinde, bitki besin elementlerinin toprak çözeltisindeki miktarları ile toprak kolloidlerine kolaylıkla değişebilir şekilde bağlı bulunan miktarları da göz önünde tutulmalıdır.



Toprak kolloidleri, toprakta granülasyonu sağlayarak toprağın fiziksel özelliklerini iyileştirir. Gerçekten toprağın havalanması, ısınması ve su tutma kapasitesini düzenlemektedirler. Ayrıca toprak kolloidleri, toprak parçacıklarını birbirlerine bağlamak suretiyle rüzgar ve su erozyonunun etkilerini de azaltmaktadır.

Bir toprakta kolloidal yüzey üzerinde iyon/katyon değişimini etkileyen etmenler şunlardır:

- Ortamdaki başat iyon konsantrasyonu ya da sayısı,
- İyonun hidrasyon derecesi ya da iyonun etrafındaki su tabakasının kalınlığı,
- İyonun taşıdığı yükün sayısı ve
- İyonun hareket hızı ya da etkinlik derecesidir.

Toprakların kolloid fraksiyonlarına bağlı katyonlar ile toprak çözeltisindeki katyonlar arasında dinamik bir denge bulunduğu için alkalın tepkimeli topraklardaki toprak kolloidleri daha çok Ca^{++} , Mg^{++} Na^+ ve K^+ kapsamına karşın, asit tepkimeli podzol topraklardaki toprak kolloidleri daha fazla H^+ iyonları kapsamaktadırlar.

Toprak Verimliliği ve Toprak Reaksiyonu; Kireçleme ve Kükürtleme

Toprakların verimliliklerini belirleyen önemli özelliklerinden bir diğeri de toprak reaksiyonu (pH) 'dur. Topraklarda yaşayan bitkiler ve mikroorganizmalar için toprağın elverişliliği büyük ölçüde toprak reaksiyonuna (pH) bağlıdır.

Toprak reaksiyonunun azalmasına veya artmasına neden olan etmenlerin, yıllık yağış miktarı, toprağı meydana getiren materyalin cinsi, ayrışma olayının nitelik ve derecesi, organik maddenin cinsi ve miktarı, yağış sularındaki sızmanın derecesi ile gübreler ve gübreleme olduğu görülür. Bu durumlarda toprakta değişebilir H^+ iyonları ile değişebilir bazlar ve özellikle Ca^{++} , ortamda birikebilir veya azalabilir.

Topraklar ani pH değişimleri göstermezler. Bu özellik toprakların tamponlama gücüne dayanmaktadır. Toprağın organik ve inorganik kolloidleri (humus ve kil) iyonları adsorbe ettiği için **tampon etkisi** oluştururlar. Sonuç olarak topraklarda katyon değiştirme kapasitesi yüksek ise tamponlama gücünde yüksektir.

Toprak reaksiyonunun toprağın verimliliği bakımından önemli etkileri aşağıdaki gibi sıralanabilir

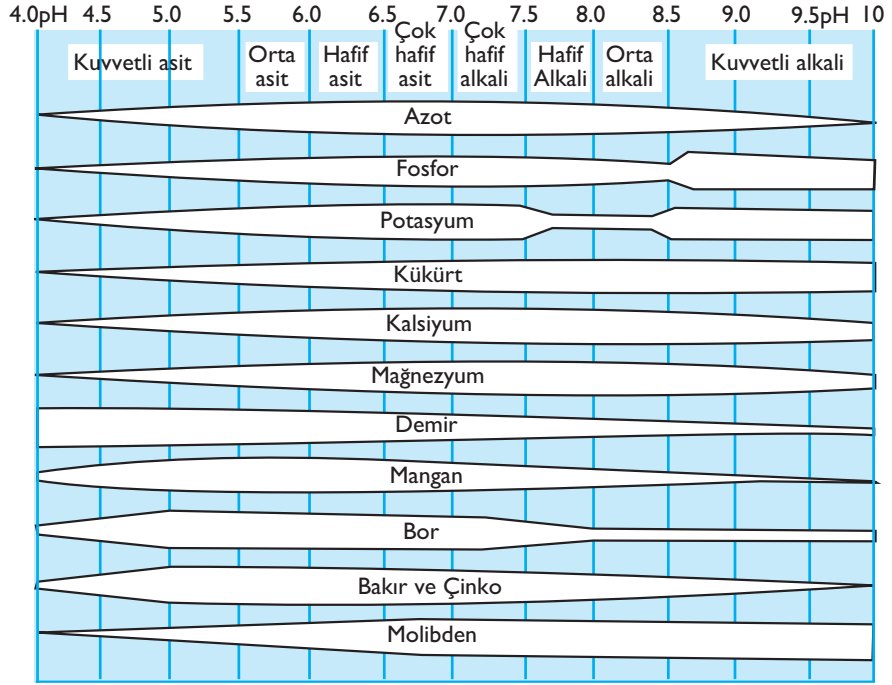
- Toprakta bulunan bitki besin elementlerinin erirliklerini ve böylece bitkilerin bu besin elementlerinden faydalanma derecelerini belirleme
- Toprağın biyolojik özelliğini meydana getiren toprak mikroorganizmalarının faaliyetlerini sağlama

pH: İngilizce "potential of Hydrogen ions" kelimelerinin baş harflerinden oluşan Hidrojen iyonu potansiyeli anlamına gelmektedir.

Tampon etkisi: Toprak tepkimesinin düşmesine neden olan serbest haldeki H^+ iyonları, toprak kolloidleri tarafından tutularak yerine Ca^{++} iyonu verilmekte böylece toprak tepkimesi gerek bitkilerin ve gerekse yararlı mikroorganizmaların istediği düzeye çıkarılmaktadır.

Şekil 7.3

Bitki Besin Elementlerinin Yarıyışlılığı Üzerine Toprak Reaksiyonunun Etkisi



Çizgilerin en geniş kısımları maksimum alınabilirliği göstermektedir.

Şekil 7.3'de görüldüğü gibi mutlaka gerekli makro bitki besin elementlerinden bir çoğunun toprak reaksiyonuna göre erirlikleri ve dolayısıyla bitki tarafından alınımı oldukça geniş bir aralıkta oluşmaktadır. Ancak P ve K gibi bitki besin elementlerinin erirlikleri ise hafif ve orta alkalın reaksiyonlarda daralmaktadır. Benzer şekilde mutlaka gerekli mikro elementlerden Mo elementi dışındakilerin (Fe, Zn, Mn, Cu ve B) erirlikleri de hafif alkalın reaksiyondan itibaren çok daralmaktadır.

Toprağın asitlik ve alkalilik derecesi ile toprak mikroorganizmalarının faaliyetleri arasında sıkı bir ilişki vardır ve değişik reaksiyonların değişik canlılar üzerine etkileri farklıdır. Örneğin asit reaksiyonlarda daha çok mantarların gelişmesine karşılık bakteriler faaliyet gösteremez. Önemli olan bitkiler için faydalı olacak mikroorganizmaların faaliyetleridir. Bunlar için kritik reaksiyon nötrdür.

Bitkilerin optimum gelişme için pH istekleri de farklıdır. Örneğin arpa, tütün, yonca gibi bitkiler asit koşullara karşı hassasiyet gösterirken yulaf, patates, çay gibi bitkiler asit koşullara toleranslıdır.

Bitkisel üretimde gübreleme ile birim alandan yüksek ve kaliteli ürün elde etmek için, bitkinin kılcal kök bölgesindeki toprak tabakasının pH değerinin bitkinin iyi geliştiği (istediği) pH değerinde olması gerekir. Toprak reaksiyonunu bitkilerin isteğine göre ayarlamak bazı tarımsal uygulamalar ile mümkün olmaktadır. Örneğin, asit reaksiyonlu toprakların pH'ları "kireçleme" ile yükseltilebilirken, kireçli alkalın ve alkalın toprakların pH'ları ise "kükürtleme" ile düşürülebilir. Bu işlemler sırasıyla kireç taşı, sönmüş kireç, dolomit ve kükürt bakterilerinin mevcudiyetinde toz kükürt ile yapılabilir.

Toprak Verimliliği ve Toprak Mikroorganizmaları

Toprak mikroorganizmaları bitkisel (mikroflora) ve hayvansal (mikrofauna) orijinli olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Bakteriler, mantarlar, aktinomisetler ve algler bitkisel gruba girer. Protozoalar, nematodlar ve solucanlar ise hayvansal gruba dahildir. Toprakta biyolojik aktiviteyi sağlayan mikroorganizmalar çeşitli şekillerde toprağın verimliliğini sağlarlar.

- Organik maddeyi mineralize ederler,
- Biyolojik fiksasyon ile toprağa N kazandırır,
- Toprağın mineral bünyesinde gerekli kimyasal değişiklikleri sağlarlar,
- Toprağın fiziksel özelliklerini düzeltirler.

Organik Maddenin Mineralizasyonu: Toprağa karışan her türlü bitkisel ve hayvansal orijinli materyal mikroorganizmalar aracılığı ile parçalanır, ayrışır ve daha basit yapılı inorganik minerallere döner. Dolayısı ile mikroorganizmaların sayesinde bitkilere faydalı olmayan organik materyaller bitkinin alabileceği besin elementleri haline çevrilmiş olurlar. Bu olaya “mineralizasyon” denir ve bakteriler, mantarlar ve aktinomisetler bu işlemde yer alırlar.

Biyolojik Fiksasyon: Serbest yaşayıp havanın bağımsız N’unu kendi bünyelerine tespit eden ve ölümleri sonucunda yapılarındaki N’u toprağa kazandıran bu bakterilere örnek olarak *Azotobakter* ile *Clostridium* verilebilir. Baklagil bitkilerinin köklerinde nodüller oluşturarak ortak yaşayıp havanın bağımsız N’unu bitkiye kazandıran bakterilere örnek olarak *Rizobium* bakterileri verilebilir.

Toprağın mineral yapısında kimyasal değişiklikler: Mikroorganizmalar topraktaki mineraller üzerine doğrudan veya dolaylı etkiler yaparlar. Örneğin, mikroorganizmaların faaliyetleri sonucunda inorganik ve organik asitler yardımıyla erir halde olmayan P’lu bileşikler erir hale geçer. Dolayısı ile mikroorganizmalar hem toprak organik maddesinde ve hem de mineral maddesinde kimyasal değişiklikler yaparak topraktaki alınabilir bitki besin elementlerinin miktarını artırırlar.

Toprağın Fiziksel Özelliklerinin İyileştirilmesi: Mikroorganizmaların doğrudan etkisi mantarların ve bir ölçüde aktinomisetlerin toprak parçacıkları arasında bağlantı kurarak toprakta granülasyonun sağlamasıdır. Dolaylı etkileri ise mikroorganizmaların ölümleri sonucunda oluşan organik madde ve nihayetindeki humus’tur.

Mikroorganizmaların faaliyetlerini etkileyen toprak faktörleri sırası ile: organik madde, sıcaklık, rutubet, havalanma ve reaksiyondur.

Toprak Verimliliği ve Toprak Suyu

Bitkiler yaşamlarını devam ettirebilmeleri için mutlak olarak suya gereksinim göstermektedir. Su bitki beslenmesi için gerekli en önemli besin elementlerinden birisidir. Bitki organlarının önemli bir bölümünü su oluşturur ve bitki çeşidi ve organına göre oran % 60-95 arasında değişiklik göstermektedir.

Bitkilerin 1 kg kuru madde oluşturabilmeleri için 300-800 litre su tüketmektedirler.

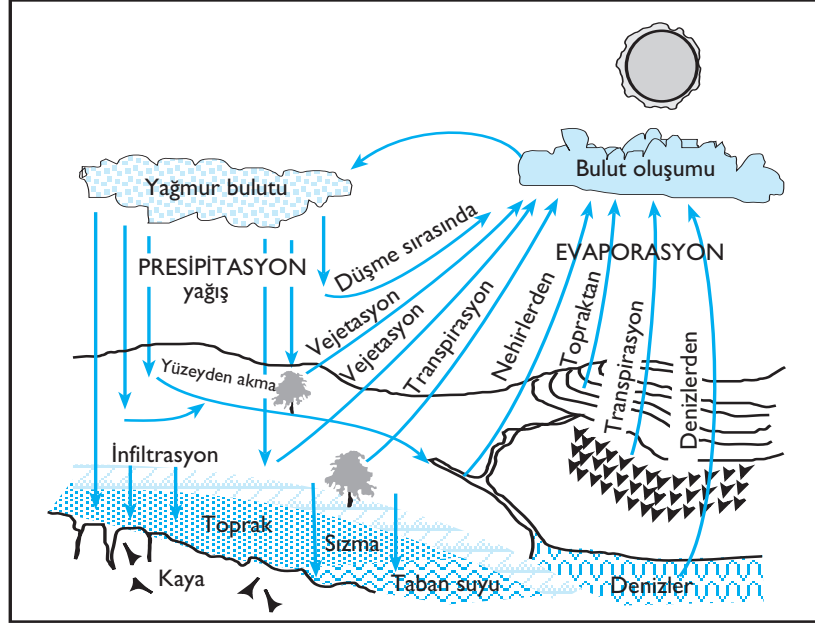


DİKKAT

Bitkiler su gereksiniminin tamamına yakını topraktan karşılamaktadırlar. Toprakta bulunan suyun kaynağını yağışlar oluşturmaktadır. Çeşitli şekillerde toprak yüzeyine ulaşan su yine çeşitli yollarla yeniden atmosfere dönmek suretiyle atmosfer ile toprak arasında hidrolojik bir döngü oluşturmaktadır (Şekil 7.4).

Şekil 7.4

Suyun Hidrolojik
Dolaşımı

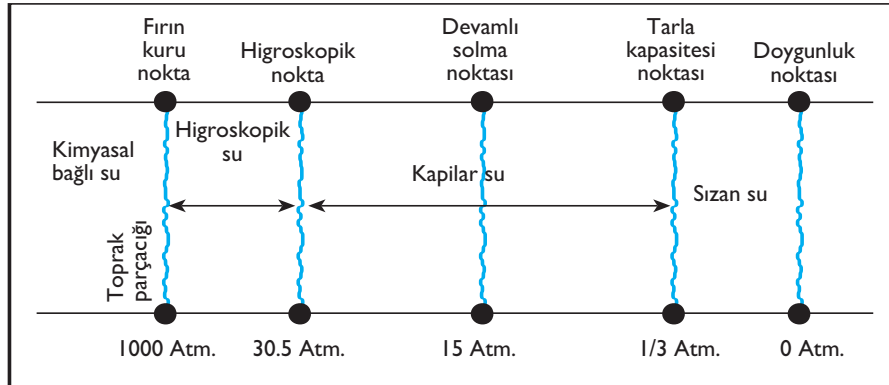


Şekil 7.4'ü incelediğimizde toprak yüzeyine ulaşan suyun bir bölümünün evaporasyon (buharlaşıma) ve transpirasyon (terleme) gibi olaylarla atmosfere döndüğünü, bir bölümünün de yüzey akışı ile topraktan uzaklaştığını görebiliriz. Toprak yüzeyinde akan su miktarı yağış yoğunluğu, arazinin eğimi, toprağın strüktürü (yapısı), sıkışık toprak tabakalarının toprak yüzeyine yakınlığı ve toprağın bitki örtüsü ile kaplı olup olmamasına bağlı olarak değişiklik göstermektedir.

Toprak suyunun, toprak verimliliği yönünden önemi, toprak yüzeyine ulaşan suyun ne kadarının toprak tarafından tutulduğu ve bu tutulan suyun yine ne kadarının bitkiye yararlı olduğudır. Şekil 7.5'te bitki tarafından alınabilirlik durumuna göre sınıflandırılan toprak suyu görülmektedir.

Şekil 7.5

Bitki Tarafından
Alınabilirlik
Durumuna Göre
Toprak Suyu



Şekil 7.5'in incelenmesinden anlaşılabacağı gibi su toprakta çeşitli şekillerde tutulmaktadır. Bitkiler için yararlı suyun üst sınırını oluşturan tarla kapasitesi bir toprağın yer çekimi kuvvetine karşı koyarak bünyesinde tuttuğu su miktarıdır. Bitki-

ler için yararlı suyun alt sınırını oluşturan solma noktası ise bitki yapraklarının solma belirtisi gösterdikleri andaki toprağın kapsadığı su miktarıdır. Bu durumda suyun toprak kolloidleri tarafından tutulma kuvveti, bitkilerin bu suyu absorbe (içine alma) etme kuvvetinden daha fazla olmaktadır.

Toprak Verimliliği ve Topraktaki Alınabilir Bitki Besin Elementleri

Bitki besin elementleri toprak verimliliğini belirleyen etmenlerin başında yer almaktadır. Toprak, bitki besin elementlerinin ana kaynağıdır. Gerçekten bitkilerde bulunan besin elementlerinin miktar ve çeşitleri, üzerinde yaşadığı toprağın besin elementlerinin miktar ve çeşitleriyle yakından ilişkilidir. İyi bir kültür toprağı bitkilerin yaşamlarını sürdürebilmeleri için mutlaka gerekli bitki besin elementlerinin tümünü içermektedir. Bir toprak analiz edildiğinde 70'den fazla element içerdiği görülmekte, bitki analizlerinde de bu elementlere rastlanmaktadır. Ancak toprak ya da bitki bileşiminde bulunan her element bitkiler için gerekli değildir. Bitki besin elementleri denilince "bitkiler tarafından alınan ve fotosentez ile organik maddenin yapımında kullanılan, bu yapım işleminde görev alan elementler" anlaşılmaktadır.

Karbon (C), Hidrojen (H) ve Oksijen (O₂)

Bitkiler gereksinim duydukları besin elementlerinden karbonu (C) karbondioksit (CO₂) şeklinde havadan, hidrojen (H) ve oksijeni (O₂) de sudan, diğer tüm makro ve mikro elementleri ise topraktan alır. Ancak baklagil bitkileri havadaki N'tan da yararlanabilmektedir.

Azot (N)

Azot toprakta elementel N, inorganik N bileşikleri ve organik N bileşikleri olmak üzere üç formda bulunmaktadır.

1. *Elementel azot (N₂)*: Bu N formu toprak havasında gaz halinde ve toprak suyunda ise çözünmüş halde bulunur. Elementel N₂, azot fiske eden mikroorganizmalarla birlikte (simbiyotik) yaşam sürdüren baklagil bitkileri için önemlidir.

2. *Inorganik azot bileşikleri*: Toprakta bulunan inorganik N bileşikleri nitroz oksit (N₂O), nitrik oksit (NO), azot dioksit (NO₂), amonyak (NH₃), amonyum (NH₄⁺), nitrit (NO₂⁻) ve nitrat (NO₃⁻)'dan meydana gelir. Bu bileşikler içersinde N₂O, NO, NO₂, NH₃ gaz halinde olup normal koşullar altında toprakta belirlenemez miktarlarda bulunur. NH₄⁺, NO₂⁻, NO₃⁻ toprakta çözeltisinde iyon formunda bulunur.

Toprakta NH₄⁺, organik N'un değişim aşamalarının ilk aşamalarında oluşmaktadır. Suda çözünebilir halde bulunan NH₄⁺ toprağın değişim kompleksleri tarafından çok iyi tutulmaktadır. Geçiş formu olması nedeniyle topraklarda NH₄⁺ -N'u az bulunmaktadır. Ancak düşük sıcaklıklarda ya da havalanması sınırlı olduğu toprağın derin katmanlarında bulunabilirler. Amonyumlu gübrelerin sonbahar ve kışın kullanılması gerektiğini doğrulamaktadır.

Killer NH₄⁺ 'u fiske etme kapasiteleri yönünden önemli ayrımlılık gösterir. Vermikülit ve mika tipi killer daha çok NH₄⁺ fiske etmektedirler.

Bitkilerin faydalandıkları NO₃⁻ miktarı çok düşüktür. Nötr veya asit tepkimeli topraklarda NO₃⁻ olağan dışı hallerde ancak eseri miktarın üzerinde bulunur. Nitrit toprak çözeltisinde tamamen çözünmüş halde bulunur. Alkalın topraklarda nitrit birikmekte ve hatta bir süre toprakta da kalabilmektedir. Gerçekten pH'sı yüksek olan ve yüksek dozda NH₄⁺ verilen topraklarda NO₃⁻ birikmektedir.

3. *Organik azot bileşikleri*: Toprakların içerdiği organik N'un çoğu protein özelliğindedir. Mikrobiyolojik olarak parçalanma sonucu organik N bileşikleri inorganik N bileşiklerine ya da elementel N'a dönüşür.

SIRA SİZDE



Bitkilerin topraktan alabildiği (faydalanabildiği) inorganik azot formları nelerdir?

Azotun Mineralizasyonu ve İmmobilizasyonu

Toprak içerisinde N kapsayan organik maddenin parçalanarak inorganik N bileşiklerinin açığa çıkmasına “*Mineralizasyon*”, inorganik N bileşiklerin organik N bileşiklerine dönüştürülmesine ise “*İmmobilizasyon*” adı verilir. İmmobilizasyon mikroorganizmalar veya bitkiler tarafından NH_4^+ veya NO_3^- 'in kullanılması sonunda oluşabilir. Mikroorganizmalar tarafından gerçekleştirilen immobilizasyon, toprakta yararlanılabilir haldeki N'un mikrobiyal dokular haline dönüştürülmesidir.

Toprakta bitkilerin yararlanabileceği N'un esas kaynağı toprak organik maddesi veya humustur. Bu maddeler uygun koşullar altında mikroorganizmalar tarafından parçalanır. Bu anılan organik materyaller, belli bir bakteri ve mantarlar gibi heterotrofik organizmalar için enerji ve karbon kaynağıdır. Organik materyallerin aerobik (Oksijen içeren) parçalanmaları ile karbondioksit, su, amonyum bileşikleri ve mineral tuzlar açığa çıkar.

1. Aminizasyon: Protein halinde N kapsayan organik materyaller toprakta bir grup organizmalar tarafından parçalanır. Bunun sonucunda, amino- N'u açığa çıkar.

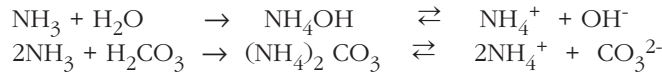


Heterotrofik organizmalar enerjilerini başka canlıların biokütlelerinde depolanmış enerjiyi kullanan canlılardır.

2. Amonifikasyon: Amino grup bileşikleri başka bir grup **heterotrofik organizmalar** tarafından ileri parçalanmaya uğrar:



Bağımsız hale geçen NH_3 su, karbonik asit veya diğer organik asitlerle birleşerek NH_4^+ iyonu oluşur. Bu arada amonyak gaz halinde topraktan uçabilir.

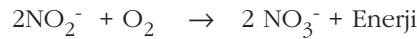


3. Nitrifikasyon: Amonyakın bir bölümü, nitrifikasyon bakterileri olarak bilinen bir bölüm önemli mikroorganizmalar için enerji kaynağı görevini yapar. Nitrifikasyon bakterileri **ototrof bakteriler**'dir.

Birinci aşamada NH_4^+ iyonu nitrosomonas ve nitrosokokus adı verilen iki grup bakteri tarafından NO_2^- çevrilir.



İkinci aşamada nitrobakterlerin etkinliği ile NO_2^- , NO_3^- dönüştürülür.



Ototrof bakteriler enerjilerini basit inorganik tuzların yükseltgemesinden ve C'u da atmosferdeki CO_2 sağlayan bakterilerdir.

Topraktan Azot Kaybı

Topraktan N kaybına neden olan faktörler şu şekilde açıklanabilir.

1. Bitkiler tarafından alınma suretiyle azot kaybı,
2. Yıkanarak azot kaybı,
3. Erozyon ile azot kaybı,
4. Gaz şeklinde azot kaybı

Yoğun tarım yapılan alanlarda yetiştirilen bitki çeşidi ve ortam koşullarına bağlı olarak ürün ile topraktan yılda 50-250 kg/ha N uzaklaşabilir. İklim ve toprak koşullarına bağlı olarak yağışlar ile topraktan yılda 10-100 kg/ha N yıkanabilir. Genellikle kumlu topraklardan N kaybı daha fazla olmaktadır. Kumlu toprakların su tutma kapasiteleri az olduğu için toprağın alt katmanlarına daha fazla su sızar. **Erozyon** ile de her yıl önemli miktarlarda toprak kaybı dolayısıyla N kaybı olmaktadır.

Erozyon: Toprağın; yağışlar, sel suları, rüzgar, çığ vb. etkenlerle bulunduğu yerden taşınması olayına erozyon denir. Erozyon ile toprağın verimi azalmakta, besin maddeleri yok olmakta, sular kirlenmekte, ürünlerde verim ve kalite düşmektedir. Ülkemizde erozyon sonucu her yıl 500 milyon ton verimli toprağımız kaybolmaktadır.

Erozyon hakkında geniş bilgi: http://www.tarimkutuphanesi.com/EROZYON_NEDIR?_00154.html



INTERNET

Toprakta bulunan N gazı halinde de kayıp olmaktadır. Özellikle anaerobik (Oksijensiz) koşullarda organik materyalin bakteriler aracılığı ile denitrifikasyonu sonucunda önemli oranlarda N gazı halinde atmosfere karışmaktadır. Yapılan araştırmalara göre gaz halinde N kaybının birçok etmene göre değişebileceği ve bu kaybında yaklaşık % 15 civarında olduğu belirlenmiştir.

Toprakta Azot Kazancı

Topraklara doğal ve yapay yollarla devamlı olarak N verilir. Böylece bir yonden topraklar da N kaybı olurken diğer taraftan N kazancı olur. Bunlar:

1. Toprağa verilen bitkisel artıklarla N kazancı
2. Yağışlarla N kazancı (5-20 kg/ha)
3. Havanın serbest N'unun tutulmasıyla N kazancı; asimbiyotik ve simbiyotik N tutulması. Sırası ile *azoto bakter*, *clostridium* ve *rizobium* bakterileri yer alır.

Mineralizasyon ne demektir. N kaybı topraktan hangi yollarla olmaktadır?



SIRA SİZDE

Fosfor (P)

Fosfor'un Toprakta Bulunuşu

Topraklarda bulunan bitkilerin faydalanabildikleri P bileşikleri ortalama olarak % 0.10-0.12 civarında değişmektedir. Toprakta bulunan bileşikler genel olarak inorganik ve organik olmak üzere iki grup altında toplanır.

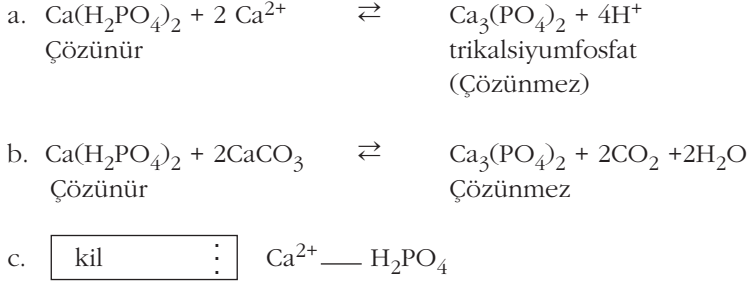
İnorganik şekilde bulunan fosfor bileşikleri:

1. Kalsiyum kapsayanlar (Çizelge 7.1)
2. Demir ve alüminyum kapsayanlar.



2. Kireçli alkalın topraklarda fosforun fiksasyonu

Kireçli alkalın reaksiyon gösteren topraklarda, P asit tepkimeli topraklardakinden farklı bir şekilde fosfor fikse edilmektedir. Fiksasyon 3 şekilde olur.



3. Organik fosforun fiksasyonu:

Topraklarda inorganik P'un fiksasyonuna özdeş şekilde organik P da fikse edilmektedir. Araştırmacılar bu şekilde fitinin fikse edildiğini saptamışlardır. Fitin topraklarda bulunan Fe, Al ve Ca'la hiç çözünmeyen tuzları oluşturmaktadır. Kil minerallerinin nükleik asitleri de absorbe ettiği saptanmıştır.

4. Biyolojik fosfor fiksasyonu

Fosfor bileşiklerinin biyolojik olarak fiksasyonları toprakta bulunan mikroorganizmalarla yapılmaktadır. Mikroorganizmaların toprakta yararlı halde bulunan P'u alarak vücutlarında organik hale çevirmelerine yani P'un immobilizasyonuna "Biyolojik fiksasyon" denir. Biyolojik olarak fikse edilen P'dan bitkiler, mikroorganizmalar yaşamlarını tamamlayıp toprakta parçalanıncaya (mineralize oluncaya) kadar yararlanamazlar.

Fosfor Fiksasyonuna Etki Eden Etmenler

1. Kilin cinsi,
2. Tepkime süresi,
3. Gübrenin toprağa verilme şekli,
4. Toprak tepkimesi,
5. Toprak sıcaklığı,
6. Organik madde

Topraktan Fosfor Kaybı

Topraktan P çeşitli yollardan kayba uğrar. Bunlar:

1. Bitkiler tarafından alınarak,
2. Yıkanma suretiyle,
3. Erozyon ile

Toprakta Fosfor Kazancı

Genellikle kültür toprakları P yönünden yoksuludur. Bunun en önemli nedeni yıllar yılı doğal yollarla topraktan kaldırılan P'a oranla yine doğal yollarla toprağa verilen P'un göreceli olarak çok az olmasıdır.

Potasyum (K)

Topraklardaki bitkiler tarafından alınabilir halde bulunan K, K'lu minerallere sahip kayaların parçalanıp dağılmaları sonucunda olur. Potasyumlu feldispatlar, muskovit ve biotit alınabilir K'a kaynak olan K'lu mineralleridir. Potasyum topraklarda kil mineralleri halinde de bulunmaktadır. Montmorillonit, illit, vermikulit ve klorit mineralleri gibi.

Genel olarak toprakların toplam K kapsamı yüksektir. Ancak toplam K'un çok küçük bir bölümü (%1-2) bitkilere yararlıdır. Gübre önerilerinde bu hususa dikkat edilmelidir. Toprak çözeltisinde ki K ile kolloidler (değişim kompleksi) üzerindeki değişebilir K bitkiler tarafından kolaylıkla alınır. Diğer mevcut K ise fiske edilmiş alınamayan K'dur. Potasyumun fiksasyonuna etki eden etmenler

1. Kilin cinsi,
2. Sıcaklık,
3. Donma ve çözünme,
4. Islanma ve kuruma,
5. Toprak pH'sı,
6. Organik madde,
7. Tepkime zamanı olarak belirtilebilir.

Toprakta Potasyum Kaybı

1. Bitkiler tarafından alınmak suretiyle K kaybı,
2. Yıkanma suretiyle K kaybı,
3. Erozyon ile K kaybı

Toprakta Potasyum Kazancı

Potasyum toprağa bitki artıklarıyla, organik ve inorganik gübreler ile verilir. Bitkilerin tohumları K bakımından fakir olmasına karşın yaprak, sap ve köklerinde önemli miktarlarda K vardır. Hayvanların yedikleri yemdeki K büyük bir bölümünü katı ve sıvı dışkılarıyla atarlar. Dolayısı ile ahır gübresi, tavuk gübresi gibi organik gübrelerin toprağa uygulanması ile toprağa K da verilmiş olur.

Kalsiyum (Ca)

Toprakta bulunan bitkiler tarafından alınabilir halde ki Ca, toprağın oluştuğu kayaların parçalanıp, içindeki minerallerin açığa çıkıp dağılmalarından oluşur. Dolomit, kalsit, apatit, kalsiyum feldispatlar ve amfiboller'den Ca bağımsız duruma geçer. Normal olarak kalsiyum karbonat toprakların en önemli temel Ca kaynağıdır. Genel olarak ince bünyelilere göre kaba bünyeli ve yağışlı yöre topraklarının Ca kapsamı oransal olarak düşüktür. Kurak yöre toprakları az yağış nedeniyle Ca'ca zengindir ve çoğu profilleri CaCO_3 veya CaSO_4 birikintilerine sahiptir.

Toprakta Kalsiyum Kaybı

1. Bitkiler tarafından alınmak suretiyle Ca kaybı,
2. Yıkanma suretiyle Ca kaybı,
3. Erozyon ile Ca kaybı

Toprakta Kalsiyum Kazancı

Toprak bitki artıklarıyla Ca kazanmaktadır. Bitkilerin vejetatif organları Ca'ca zengindir. Organik gübrelerle ve ahır gübreleriyle de toprağa Ca verilmektedir.

Kimi inorganik gübrelerde de Ca mevcuttur. Kalsiyum özellikle yağışlı bölgelerdeki asit tepkimeli topraklarda büyük önem taşımaktadır. Böyle topraklarda kireçleme yapılmadan normal ürün almaya olanak yoktur. Bu amaçla kireç taşı, CaCO_3 ; dolomit, $\text{CaCO}_3 + \text{MgCO}_3$; kalsiyum oksit, CaO ; ve kalsiyum hidroksit, Ca(OH)_2 kullanılmaktadır.

Magnezyum (Mg)

Topraklarda Mg

- Suda çözünebilir halde,
- Değişebilir halde,
- Değişik minerallerin bünyesinde bulunur.

Biotit, augit, hornbland ve montmorillonit gibi. Az yağışlı bölgelerde bulunan dolomit, $\text{MgCa(CO}_3)_2$; magnezit, MgCO_3 ; ve epsomit, $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ Mg içeren önemli minerallerdir. Bol yağışlı yörelerin kaba bünyeli topraklarında yetişen bitkilerde genellikle Mg noksanlığı görülür.

Toprakta Magnezyum Kaybı

Toprakta her yıl

- Bitkiler tarafından alınmak suretiyle,
- Yıkanmak suretiyle,
- Erozyonla önemli miktarda Mg yok olur.

Toprakta Magnezyum Kazancı

Toprağa bitki artıklarından gelen Mg miktarı yukarıda sözü edilen diğer makro elementlere göre daha azdır. Ahır gübresiyle de toprağa dikkate değer miktarda Mg verilmektedir. Asit tepkimeli toprakların kireçlemesinde kullanılan materyaller [$\text{MgCa(CO}_3)_2$ (dolomit)] ile toprağa önemli miktarda Mg verilir.

Kükürt (S)

Topraklarda S organik ve inorganik bileşikler halinde bulunur. Sülfid, sülfat ve elementel kükürt inorganik haldeki kükürttür. Sülfid, sülfat ve elementel S inorganik haldeki kükürttür. Yağışlı bölge topraklarında S pirit (FeS_2), sfalerit (ZnS), kalkopirit (CuFeS_2), kobaltit (CoAsS) ile jips ve epsomit halinde değişik miktarlarda bulunur.

Mikro Elementler

Demir (Fe)

Demir yerkabuğunun % 5'ini oluşturan yaygın metalik elementlerden biridir. Topraklarda Fe primer ve sekonder minerallerde ve ayrıca limonit ($\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$) gibi sulu oksitlerde ve sülfidlerde de bulunmaktadır. Toprak çözeltisi içinde genellikle oksitler, hidroksitler, fosfatlar, karbonat formlarında bulunmaktadır. Ortam pH'sına ve redoks potansiyeli'ne bağlı olarak 10^{-2} ile 10^{-6} mg L^{-1} arasında Fe bulunabildiği gibi organik madde içeriği yüksek topraklarda Fe kiletlerinin miktarı 10^{-4} ile 10^{-2} mg L^{-1} arasında bulunmaktadır. Tropik bölge topraklarının kırmızımsı renkleri içerdikleri yüksek düzeydeki Fe'den kaynaklanır. Yağışlı yöre topraklarında Fe'in büyük bir bölümü hornbland, biotit, pirit ve klorit gibi Fe içeren primer minerallerin parçalanıp dağılmalarından ve kimyasal değişime uğramalarından oluşur. Belirtilen minerallerde Fe asal olarak Fe^{2+} halinde olup, parçalanıp dağılma sonucu demir Fe^{3+} haline dönüşür.

Toprakların toplam Fe içerikleri fazla olsa bile, değişebilir ve çözünebilir Fe yani bitki tarafından alınabilir Fe'ce (Fe^{+2} , Fe^{+3}) fakir olabilirler. Bu bağlamda çeşitli etmenler toprakta Fe'in yayılsılılığı üzerine olumsuz etki yaparlar. Bunlar:

- Yüksek pH
- Toprak çözeltisinde ve sulama suyunda bikarbonat iyonlarının miktarı
- Ortamda bulunan Ca ve Mg karbonatların miktarları
- Ortamda PO_4^{3-} iyonlarının fazla miktarda bulunması
- Ortamda Cu, Mn ve Zn'un fazla miktarda bulunması
- Ortamda yeteri kadar K ve Ca'un bulunmaması ve
- Bütün öteki elementler yanında ortamda yeterince yayılsılı Fe'in bulunmamasıdır.

Kimyasal analiz yöntemi DTPA'ya göre topraklardaki alınabilir Fe'in 2.5 ile 4.5 mg kg^{-1} arasında olması gerekir.

Mangan (Mn)

Toprakların toplam Mn kapsamı diğer bitki besin elementlerine göre geniş sınırlar arasında değişiklik göstermektedir. Mangan, pirolusit, braunit, hausmannit ve manganit gibi minerallerde çok bulunur, az miktarlarda da olivin, hornblende ve augit-te vardır.

Topraklarda Mn üç ayrı değerdedir. Bunlar:

- Toprak çözeltisinde veya adsorbe edilmiş yani değişebilir halde bulunan ve bitki tarafından kolaylıkla alınabilen iki değerli Mn (Mn^{2+}),
- Tepkime yeteneği olağanüstü yüksek olan üç değerli Mn (Mn^{3+}) (Mn_2O_3) ve
- Tepkime yeteneği olmayan dört değerli Mn (Mn^{4+}) (MnO_2).

Topraklarda bitkiye yayılsılı şekilde bulunan Mn çeşitli etmenlerin etkisi altında değişir. Toprak asitliği Mn'in bitki tarafından alınabilirliğini etkilemektedir. Asit tepkime yayılsılı Mn'ı artırır ve çoğu kez bu fazla Mn bitkiye toksik etki yapar. Su altında kalan toprakların da Mn içerikleri fazladır Işık intensitesi de Mn alınabilirliğini etkiler ve intensite azaldıkça bitkinin Mn alınımı artar. Toprak sıcaklığı da bu açıdan etkilidir ve sıcaklık azaldıkça Mn yayılsılılığı azalır. Kimyasal analiz yöntemi DTPA'ya göre topraklardaki alınabilir Mn'in 1 mg kg^{-1} üzerinde olması gerekir.

Bor (B)

Normal yağış alan yörelerde oluşmuş toprakların toplam B kapsamı genellikle 4-88 mg kg^{-1} arasında değişir. Yağışlı bölge topraklarında toplam B'un bir bölümü Turmalin minerali ve büyük bir bölümü de organik maddeye bağlı halde bulunur. Dağılıp parçalanmaya çok dayanıklı olan turmalin kurak topraklarda da mevcuttur. Boraks, Kernit, Kolemanit; Uleksit de diğer B mineralleridir.

Kaba bünyeli, iyi drene olan, kumlu topraklar bitki tarafından alınabilir B ($\text{B}_4\text{O}_7^{=}$) açısından fakirdir. Toprak pH'sı ile alınabilir B miktarı arasında da yakın bir ilişki vardır. Bor noksanlığı genelde yüksek pH 'ya sahip topraklarda görülmektedir.

Toprakların aşırı derecede kireçlenmesi (CaCO_3) ile B noksanlığı ortaya çıkabilir, çünkü B ile (CaCO_3)'ın CO_3 'ı kalsiyum tetraborat'ı oluşturur. Oluşan bu bileşik bir çökelektir ve bitki bu bileşiğin içindeki B'dan yararlanamaz.

Sıcak su kaplıcalarının bulunduğu bölgelerde topraktaki turmalin minerali sıcak su nedeni ile eriyebileceği için bitki tarafından alınabilir B miktarı da artabilir. Hatta yer altı suundaki B'da fazlalaşabilir. Toksisite tehlikesi olabilir. Alınabilir B miktarının 0.1 ile 1 mg kg^{-1} arasında bulunması normaldir.

Çinko (Zn)

Topraklar gerek toplam Zn kapsamaları açısından gerekse bitki tarafından alınabilir Zn açısından farklılıklar gösterebilir. Çinko ferromagnezyum minerallerinde bulunduğu gibi magnetit, biotit ve hornblend içinde de mevcuttur. Bu mineraller kolaylıkla parçalanıp dağılabilir ve açığa çıkan Zn^{2+} toprak kolloidleri tarafından tutulabilir, toprak suyunda kalabilir veya bitki tarafından alınabilir.

Çinko noksanlığı, kumlu topraklarda, kireçli topraklarda ve düşük kation değişim kapasitesi gösteren killi topraklarda görülmektedir. Toprak pH'sı yükseldikçe Zn karbonat' lar ile güç çözünür ve bitki tarafından alınamayan bileşikleri oluşturmaktadır. Alınabilir Zn miktarının 1 mg kg^{-1} 'in üzerinde bulunması normaldir.

Bakır (Cu)

Tarım topraklarında toplam Cu 2-100 mg kg^{-1} arasında değişir. Çoğunlukla topraklarda suda çözünür şekilde yani bitkinin alabileceği faydalı Cu 0.2 mg kg^{-1} 'in üzerinde olması gerekir.

Topraklarda Cu en çok kalkopirit primer mineralinde bulunur. Ayrıca Bornit, Kalkosit ve Kuprit diğer Cu mineralleridir.

Bakır katyonu (Cu) toprakların negatif yüklü değişim kompleksleri (kolloidler) tarafından tutulur. Fakat Cu diğer katyonlarla kolayca yer değiştirerek açığa çıkabilir. Açığa çıkan Cu, eğer toprakta kükürt (S) anyonu varsa onunla tepkimeye girerek çözünmez şekildeki bakır sülfür (CuS) bileşimini oluşturur.

Bakır noksanlığı genellikle,

1. aşırı derecede yıkanmış kaba bünyeli topraklarda,
2. kaba ve ince bünyeli aşırı derecede kireçleme yapılmış topraklarda ve
3. torf (peat) ve bataklık (muck) topraklarında yaygın bir şekilde görülmektedir.

Diğer taraftan kültür topraklarında bitki tarafından alınabilir Cu miktarı çeşitli etmenlerin etkisi altındadır: Bu etmenler:

1. Toprak tepkimesi (pH)
2. Toprağın organik madde kapsamı,
3. Önceden yetiştirilen bitkinin cinsi,
4. Cu ile interaksiyon gösteren diğer bitki besin element miktarlarıdır.

Alınabilir Cu miktarının 0.01 ile 0.05 mg kg^{-1} arasında bulunması normaldir.

Molibden (Mo)

Toprakların toplam Mo kapsamaları genellikle 0.5-5.0 mg kg^{-1} arasında değişir. Verimli topraklarda faydalı Mo ($MoO_4^{=}$) 0.1 mg kg^{-1} civarındadır. Faydalı Mo miktarının alkali tepkimeli, organik maddece zengin, volkanik kayalardan oluşmuş genç topraklarda fazla olmasına karşın, aşırı derecede parçalanıp dağılmış kireç taşlarından oluşmuş topraklarda ve podzolik ve kumlu topraklarda azdır.

Molibdenit, wulfenit, powellit ve ferromolibdi molibdat içeren primer minerallerdir. Belirtilen minerallerden Mo bitkiye çok yavaş bir şekilde faydalı hale geçer. Molibden başlıca dört şekilde bulunmaktadır. Bunlar:

- a. Suda çözünebilir
- b. Organik maddeye bağlı
- c. Kolloidal kompleksler tarafından adsorbe edilmiş değişebilir anyon MoO_4^{2-} ve
- d. Minerallerin yüzeylerinde tutulmuş çözünmez haldeki molibdendir.

Topraklarda bulunan faydalı Mo miktar üzerine çeşitli etmenler etki yapar. Ki-reçleme ile toprak pH'sı yükseldikçe bitkilerin gübre ve toprak Mo'nünden yararlanmaları hızlı ve logaritmik olarak artmaktadır. Alınabilir Mo miktarının 0.01 ile 0.05 mg kg⁻¹ arasında bulunması normaldir.

Klor (Cl)

Topraklarda Cl genellikle çözünebilir bileşikler halinde 50-500 mg kg⁻¹ arasında değişen miktarlarda bulunabilir. Bitkiye faydalı Cl ise 0-37 mg kg⁻¹ arasında değişmektedir. Silvit ve halit topraklarda Cl kapsayan önemli minerallerdir.

Negatif elektrik yüke sahip olan Cl⁻ iyonu toprağın değişim kompleksleri tarafından adsorbe edilemez ve toprakta su hareketi ile birlikte profil boyunca aşağı yukarı hareket eder. Yağışlı bölge topraklarında yıkanma nedeniyle Cl genellikle çok azdır. Yarı kurak ve kurak bölge topraklarında daha fazla miktarda bulunabilir. Bu arada kötü drene olan kimi tuzlu topraklarda Cl miktarı, zehir etkisi gösterebilecek düzeye erişebilmektedir.

Sodyum (Na)

Sodyum yer kabuğunda bulunan mineral elementlerin altıncısıdır. Toprakta Na genellikle çözünebilir Na bileşikleri halinde bulunur. Bu bileşikler NaCl, NaNO₃, boraks, albit ve diorittir. Sodyum kolay şekilde çözünür. Deniz suyu ile çoğu kuyu sularında fazlaca bulunur.

Kültür topraklarında toplam Na % 0.27 ile % 2.58 arasında değişir. Yağışlı bölge toprakları yıkanma nedeniyle çok az Na içerir. Kurak ve yarı kurak bölge topraklarının Na kapsamları daha fazladır. Toprak kompleksleri üzerinde Na çok gevşek tutulur ve bu nedenle sularla kolaylıkla taşınarak topraktan uzaklaşır. Kurak ve yarı kurak bölge topraklarında Na birikmesi durumu ortaya çıkabilir. Katyon değişim kapasitesin % 15'inden fazlasını Na⁺'un oluşturduğu topraklara "alkali topraklar" denir. Böyle topraklar sorunlu topraklar olup doğrudan tarımda kullanılmazlar. Bu tip toprakların ıslah edilmeleri gerekmektedir. Gereğinden fazla Na toprağın fiziksel yapısını bozar. Toprağın yapısı bozulurken yapışkanlığı artar, işlenmesi olanaksız bir hal alır.

TOPRAK VERİMLİLİĞİNE KATKIDA BULUNAN UYGULAMALAR

Yeşil Gübrelemenin Etkisi

Baklagil olan veya baklagil olmayıp da yeşil aksamı bol olan bazı bitkilerin gelişmelerinin bir döneminde, toprağı düzenlemek amacı ile toprağı gömülmesine Yeşil Gübreleme ve bu maksat için kullanılan bitkilere ise **Yeşil Gübre** adı verilir.

Yeşil gübre bitkileri, toprakta çürüyerek, toprağı organik maddece zenginleştirir. Böylece toprağın fiziksel ve biyolojik özellikleri iyileşir. Bunun yanı sıra bünyelerinde bulunan besin elementleri toprağı karıştığı için toprağın kimyasal yapısı da bu uygulamadan olumlu etkilenir. Toprağın **Katyon Değişim Kapasitesi** (KDK) artar.

Katyon Değişim Kapasitesi: Toprağın bereketliliğini ve verimliliğini gösterir. Negatif elektrik yüklü toprak kolloidleri tarafından tutulabilir katyonların (pozitif elektrik yüklü iyonlar) toplamıdır. Bu katyonlar, NH₄⁺, K⁺, Ca⁺⁺, Mg⁺⁺, Fe⁺⁺, Mn⁺, Zn⁺, Cu⁺ gibi elementleri kapsar ve genellikle 100 g toprağı miliekivalen (m.e) olarak ifade edilir.

DİKKAT



Katyon değişimi ile ilgili ayrıntılı bilgiye Ünite 3 "Katyon değişimi" konusunu okuyarak elde edebilirsiniz.

Yeşil gübrelemede, daha ziyade fiğ, bakla, soya fasulyesi, taş yoncası gibi baklagil bitkileri kullanılır. Bu bitkilerin köklerinde ortak yaşayan ve havanın bağım-

sız N'unu bağlayan bakteriler nodül oluştururlar ve böylece havanın N'u bitkiye yararlı hale geçer. Ayrıca toprak üstü aksamı da toprağa karıştırıldığı için yeşil aksamdaki N gibi diğer bitki besin elementleri de toprağa karışmış olur. Yapılan birçok denemeler neticesinde, bunların kendilerinden sonra gelen ürünün verimini % 20 den fazla arttırdığı görülmüştür.

Yeşil Gübreleme ile erozyon kontrolü, yabancı ot, hastalık ve zararlıların kontrolü de gerçekleştirilmektedir.

Çiftlik Gübrelerinin Etkisi

Ahır Gübresi

Ahır gübresi, büyük veya küçükbaş hayvanların sıvı ve katı dışkılarının nitelikli bir altlıkla beraber alınıp, uygun bir ortamda üstü kapalı, sıvı kaybına müsaade etmeyen zeminde ıslatılarak tabakalar halinde sıkıştırılmasıyla olgunlaştırılmış bir organik gübredir. İçerisinde bulunan N, P ve K gibi bitki besin elementleri sayesinde toprağı besin maddelerince de zenginleştirir. Ayrışmanın son halinde oluşan humus nedeniyle toprağı ıslah eder. Ahır gübresi, toprağın işlenmesini kolaylaştırır. Toprağın su tutma kapasitesini ve havalanmasını artırır.

Hayvan gübresinin bileşimi birçok etmene bağlı olarak değişmektedir. Hayvanın cinsi, yaşı, yediğı yem, yataklık materyalinin cinsi, miktarı, gübrenin saklanma şekli gübrenin kalitesini bileşimini ve faydalılığını belirler. Örneğin koyun gübresinin bu bağlamdaki değeri oldukça fazladır. Memleketimizde yaklaşık 150 milyon ton ahır gübresi çıkmaktadır. Bunun 80-100 milyon tonu tezek olarak yakılmaktadır. Ahır gübresinin araziye uygulama miktarı bitki çeşidine, toprağın bünyesine ve yağış miktarına göre değişmektedir. Genelde dekara 2-5 ton arasında hayvan gübresi uygulanabilir. Uygulamalar 2-3 senede bir yapılabilir. Ahır gübresinin kalitesinin bozulması için iyi korunması gerekir, genelde oksijenli ve oksijensiz şartlarda olgunlaştırılabilir. Oksijensiz şartlarda olgunlaştırma yapılırsa biyogaz da elde edilebilir.

Kanatlı hayvanların dışkıları bitki besin elementi içerikleri bakımından zengindir. Türkiye'de tavukçuluk sektöründe ki gelişmeler önemli miktarlarda tavuk gübresinin ortaya çıkmasına neden olmaktadır. Kimi zaman bu gübre çevre kirliliğine de neden olabilmektedir. Tavuk gübresinin besin element içeriğı çok fazla olduğu için yoğun bir gübre olarak değerlendirilir. Birim alana uygulama miktarı hayvan gübresinden oldukça az olmalıdır. Analiz yapıldıktan sonra önerilerde bulunmalıdır. Genelde dekara 500-1000 kg kadar önerilmektedir.

Kompost

Fotoğraf 7.1

*Kompost
Hazırlanışı*



Çiftlikte oluşan bitkisel ve hayvansal menşeli artıkların bir araya toplanıp, gübre yapmak üzere çürümeye terk edilmesiyle elde edilir. Kompost yapmak aslen bir fermentasyon biçimidir. Aerobik ve anaerobik olarak ikiye ayrılmaktadır. Artıklar takriben 30 cm yüksekliğinde yayılır. Üzerine su serpilerek iyice ıslatılır ve sıkıştırılır. Bunun üzerine 5-15 cm yüksekliğinde, varsa ahır gübresi, yoksa toprak veya odun külü yayılır. Bunu takiben yine 30 cm'lik bitki artığı konur. Sulandıktan sonra, tekrar 5-15 cm toprak veya odun külü ilave edilerek istenilen yükseklikte bir kompost yığını yapılır. Gerekirse kireç de ilave edilebilir. Yığına yukarı doğru daralan bir şekil verilir. Rutubet kaybını önlemek için en üste toprak serilir. Hazırlanan kompost yığını 3-4 hafta kendi haline bırakılır. Bundan sonra birer ay ara ile bir veya iki defa alt üst edilerek yığının her tarafının çürümesi sağlanır. 3-4 ay sonra kompost gübre kullanılmaya hazır bir hale gelir (Fotoğraf 7.1).

Sanayi artıklarının da kompost yapılarak olgunlaştırılması mümkündür. Örneğin şehir çöplerinden organik atıklar ayrılarak olgunlaştırılıp kompost haline getirilmektedir.

SIRA SİZDE



Ne tür materyallerden kompost yapılır.

Ekim Nöbeti (Münavebe)'nin Etkisi

Ekim nöbeti veya münavebe, bir bölgede iklim ve toprak özellikleri dikkate alınarak, en yüksek ve kaliteli üretimi sağlamak için farklı kültür bitkilerinin birbirlerini karşılıklı olarak destekleyebilecek ve tamamlayabilecek şekilde ardı ardına yetiştirilmesine denir. Bu bağlamda toprak verimliliğinin en üst düzeyde tutulmasıyla sağlanabilir Ekim nöbeti uygulamaları; çevrenin korunması ve biyolojik denge- nin sağlanması, toprak verimliliğinin artırılması ve toprağın verim gücünün korun- ması, sağlıklı, kaliteli ve yüksek ürünün alınması için önemlidir. Ekim nöbeti uy- gulamalarında: Azot tüketimi fazla olan kültür bitkileri (kolza, mısır, şekerpancarı, patates, pamuk) ile havanın bağımsız N'unun bağlama yeteneği olan baklagiller (fasulye, nohut, mercimek, fiğ, burçak); Derin köklü kültür bitkileri (yonca, üçgül, kolza, şekerpancarı, pamuk vb.) ile yüzeysel köklü bitkiler (tahıllar); Su tüketimi fazla olan kültür bitkileri (çeltik, mısır, pamuk, şekerpancarı, yonca, yazlık sebze- ler) ile su tüketimi daha az olan bitkiler (arpa, buğday, baklagiller, patates); Yetiştirme döneminde yavaş gelişen kültür bitkileriyle hızlı gelişme özelliğinde olan bit- kiler; Hasattan sonra bitki kalıntısı fazla olan bitkiler (baklagil yem bitkileri, tahıl- lar) ile kalıntısı az olan bitkiler (patates, şeker pancarı, soğan) birbirini izleyerek yetiştirilmelidir. Hastalık ve zararlılar ile mücadele için özellikle konukçu olmayan bitkilere yer verilmelidir. Patojenlerin biyolojisi de dikkate alınarak ekim ve dikim zamanları ayarlanmalıdır. İlk gelişme döneminde iyi bir bakım, düzenli sulama gi- bi kültürel işlemler yapılmalıdır.

Ekim nöbeti uygulamaları, toprak verimliliğinin korunmasına, yeşil gübreleme ve hasattan sonra tarlada kalan kök ve hasat artıkları gibi organik maddelerin toprağın humus içeriğini arttırmasına da imkan vermektedir. Ekim nöbetiyle bitki be- sin elementlerinin birikmesini sağlayan bitkiler ile çok tüketen bitkiler ardı ardına getirilerek toprağın sömürülmesi önlenmekte, topraktaki bitki besin elementlerinin daha etkili kullanılması sağlanmaktadır

Ekim nöbeti uygulamaları yapılmadığı durumlarda yani tek bir bitki yetiştirilen alanlarda yağışların ve rüzgârın etkisi ile toprak kayıpları artar, su tutma kapasite- si azalır ve toprak yapısı bozulur. Ancak ekim nöbetiyle kök ve toprak üstü yapı- ları farklı olan bitkilerin aynı arazide yetiştirilmesi toprakta aşınımı düşürür, suyun

toprağa sızma derecesini artırır, yüzey akışı önler ve suyun toprakta depolanmasını sağlar.

Konu ile ilgili daha ayrıntılı bilgilere www.organiktarimnedir.com, www.tarimgazetesi.com adreslerinden ulaşabilirsiniz.



İNTERNET

Mineral Gübrelemenin Etkisi

Kimyasal Gübreler

Kimyasal gübre, doğal kaynakların-maddelerin fiziksel veya kimyasal yollarla işlenmesi sonucu üretilen ve bitki besin elementlerinden N, P ve K'ü tek başına veya birlikte içeren yapay maddelerdir. Tarımsal üretimde su dışında verimi %50 düzeyinde etkileyen girdi gübredir. Kimyasal gübrelere mineral, ticari ve sentetik gübre adı da verilmektedir. İkili veya üçlü olarak üretilirse kompoze gübre adını alır. Tarımda en çok N'lu gübreler kullanılmaktadır. Türkiye'de işlenen tarım arazisinin önemli bir bölümü her yıl nadasa ayrıldığı için bu yörelerde gübre tüketimi de az olmaktadır. Toprak verimliliğinin artması amacı ile kullanılacak kimyasal gübreler ve yapılacak gübreleme mutlaka toprak analizleri önerilerine göre olmalıdır. Böylece gübreden kayıplar azalır. Bilinçsiz gübre kullanımı ekonomik zararlar yanı sıra değeri maddi olarak ölçülemeyecek düzeyde çevreye de zarar verir.

Türkiye'de birim alanda kullanılan gübre miktarı Amerika Birleşik Devletleri (ABD) ve Avrupa Birliği Ülkelerine (AB) göre oldukça düşüktür. Bu bağlamda buğday verimi ve şeker pancarı verimi AB'de sırasıyla 3, 1.5 kez fazladır. Ülkemizde Ege, Marmara ve Akdeniz Bölgelerinde gübre tüketimi gelişmiş ülkelerin tüketimlerine yakındır.

Özet



Bitki Besleme ve Toprak Verimliliği ile ilgili temel bilgileri tanımlamak.

Bitki gelişmesinin veya elde edilen ürünün gelişim faktörlerinin bir fonksiyonu olduğu ve bitki gelişmesi (ürün) ile gelişim faktörleri arasındaki ilişkinin varlığı üzerinde durulmuş ve bu ilişkiyi açıklamak amacıyla birçok teori ve kanun ortaya atılmıştır. Bu kanunlardan birincisi Liebig'in Minimum Kanunun, diğeri ise Mitscherlich'in "Gelişim Faktörlerinin Tesiri" Kanunudur. Toprak verimliliğini belirlemeye ait önemli yöntemler; önemli tarla denemeleri: Mitscherlich ve Bray; önemli saksı denemeleri: Mitscherlich ve Neubauer; yardımcı yöntemler: bitki dokularının muayenesi ve beslenme bozukluklarının tespiti; izleme tekniği yöntemleri: E, L ve A Değerleri, laboratuvar yöntemleri: fiziksel ve kimyasal özellikler bu amaç içinde incelenmiştir.



Toprak Verimliliğini belirleyen etmenler ile bitkilerin beslenmesinde mutlaka gerekli bitki besin elementlerinin toprakta bulunuş şekillerini açıklamak.

Bitkiler gereksinim duydukları besin elementlerinden karbonu (C) karbondioksit (CO₂) şeklinde havadan, hidrojen (H) ve oksijeni (O₂) de sudan, diğer tüm makro ve mikro elementleri ise topraktan alırlar. Azot toprakta elementel N, inorganik N bileşikleri ve organik N bileşikleri olmak üzere üç formda bulunmaktadır. Toprakta bulunan P bileşikleri genel olarak inorganik ve organik olmak üzere iki grup altında toplanır. *İnorganik şekilde bulunan fosfor bileşikleri:*

1. Kalsiyum kapsayanlar
2. Demir ve alüminyum kapsayanlar.

Organik fosfor bileşikleri: Üç grup altında toplanmaktadır.

1. Fitin ve fitinden oluşanlar
2. Fosfolipidler ve
3. Nükleik asitlerdir.

Topraklardaki bitkiler tarafından alınabilir halde bulunan K, K'lu minerallere sahip kayaların parçalanıp dağılması sonucunda olur. Potasyumlu feldspatlar, muskovit ve biotit alınabilir K'a kaynak olan K'lu mineralleridir. Potasyum topraklarda kil mineralleri halinde de bulunmaktadır.

Montmorillonit, illit, vermikulit ve klorit mineralleri gibi. Toprakta bulunan bitkiler tarafından alınabilir halde ki Ca, toprağın olduğu kayaların parçalanıp, içindeki minerallerin açığa çıkıp dağılmalarından oluşur. Dolomit, kalsit, apatit, kalsiyum feldspatlar ve amfiboller'den Ca bağımsız duruma geçer. Topraklarda Mg, suda çözünebilir halde, değişebilir halde ve değişik minerallerin bünyesinde bulunur. Biotit, augit, hornblende ve montmorillonit gibi. Az yağışlı bölgelerde bulunan dolomit, MgCa(CO₃)₂; magnezit, MgCO₃; ve epsomit, MgSO₄·7H₂O Mg içeren önemli minerallerdir. Topraklarda S organik ve inorganik bileşikler halinde bulunur. Sülfid, sülfat ve elementel S inorganik haldeki lerdir.. Yağışlı bölge topraklarında S pirit (FeS₂), sfalerit (ZnS), kalkopirit (CuFeS₂), kobaltit (CoAsS) ile jips ve epsomit halinde değişik minerallerde bulunur. Topraklarda Mn, pirolusit, braunit, hausmannit ve manganit gibi minerallerde çok bulunur, az miktarlarda da olivin, hornblende ve augitte vardır. Yağışlı bölge topraklarında toplam B'un bir bölümü turmalin minerali ve büyük bir bölümü de organik maddeye bağlı halde bulunur. Dağılıp parçalanmaya çok dayanıklı olan turmalin kurak topraklarda da mevcuttur. Boraks, kernit, kolemanit, uleksit de diğer B mineralleridir. Topraklar da Zn, ferromagnezyum, magnetit, biotit ve hornblende içinde de mevcuttur. Topraklarda Cu ise, en çok kalkopirit primer mineralinde bulunur. Ayrıca bornit, kalkosit ve kuprit diğer Cu mineralleridir. Molibdenit, wulfenit, powellit ve ferromolibdi molibdat içeren primer minerallerdir. Silvit ve halit topraklarda Cl kapsar. Toprakta Na genellikle çözünebilir Na bileşikleri halinde bulunur. Bu bileşikler NaCl, NaNO₃, boraks, albit ve diorittir. Sodyum kolay şekilde çözünür. Deniz suyu ile çoğu kuyu sularında fazlaca bulunur.

Kendimizi Sınayalım

1. “Toprakta tüm öteki besin elementleri optimum düzeyde bulunsalar bile bunlardan birinin noksanlığı ya da yokluğu halinde topraktan kaldırılan ürün miktarını bu noksan ya da bulunmayan besin elementi belirler” şeklindeki görüş kime aittir ve ne yasası olarak bilinir?
 - a. J. Woodward, Fıçı Yasası
 - b. S. Hales, Alınan Besin Elementleri Yasası
 - c. J. von Liebig, Minimum yasası
 - d. J. Sachs, Mutlak Gerekli Elementler Yasası
 - e. E.A Mitscherlich, Gelişim Faktörlerinin Etkisi
2. Toprakta bulunan ve N kapsayan organik maddelerin parçalanarak inorganik N bileşiklerinin ortaya çıkmasına ne ad verilir?
 - a. Mineralizasyon
 - b. İmmobilizasyon
 - c. Oksidasyon
 - d. Denitrifikasyon
 - e. Nitrifikasyon
3. Aşağıdakilerden hangisi toprakta bulunan N şekillerinden **değildir**?
 - a. Elementel N
 - b. İnorganik N bileşikleri
 - c. Organik N bileşikleri
 - d. Amonyum-N
 - e. Sıvı N
4. Aşağıdakilerden hangisi toprakların P fiksasyonuna etki eden etmenlerden **değildir**?
 - a. Kilin cinsi
 - b. Tepkime süresi
 - c. Gübrenin toprağa verilme şekli
 - d. Organik madde
 - e. Topraktaki N miktarı
5. Toprakta bulunan ya da toprağa uygulanan N içeren organik bileşikler uygun koşullar altında mikroorganizmalar tarafından birbirini izleyen hangi tepkimeler sonucunda parçalanır?
 - a. Denitrifikasyon, Aminizasyon, Amonifikasyon
 - b. Aminizasyon, Amonifikasyon, Nitrifikasyon
 - c. Nitrifikasyon, Amonifikasyon, Denitrifikasyon
 - d. Nitrifikasyon, Amonifikasyon, Aminizasyon
 - e. Amonifikasyon, Aminizasyon, Nitrifikasyon
6. Aşağıdaki toprak sularından hangisi bitkinin faydalanabildiği sudur?
 - a. Tarla Kapasitesindeki su
 - b. Higroskopik su
 - c. Buharlaşan su
 - d. Sızan su
 - e. Kimyasal bağlı su
7. Topraklarda bulunan önemli Ca’lu-P bileşiklerinden hangisi en az çözünür?
 - a. Flor -Apatit
 - b. Hidroksi-Apatit
 - c. Trikalsiyum fosfat
 - d. Dikalsiyum fosfat
 - e. Mono kalsiyum fosfat
8. Aşağıdaki materyallerden hangisi kireçleme materyali **değildir**?
 - a. Kireç taşı
 - b. Dolomit
 - c. Kalsiyum Oksit
 - d. Kalsiyum hidroksit
 - e. Epsomit
9. Yeşil gübrelemede hangi bitkiler kullanılmaz?
 - a. Fiğ
 - b. Domates
 - c. Soya fasulyesi
 - d. Bakla
 - e. Taş yoncası
10. Bitkisel materyallerden elde edilen kompost ne kadar süre sonra kullanıma hazır hale gelir?
 - a. 1 ay
 - b. 25 gün
 - c. 15-25gün
 - d. 3-4 ay
 - e. 1.5 ay

Kendimizi Sınavalım Yanıt Anahtarı

1. c Yanıtınız yanlışsa “Toprak Verimliliğine Ait Önemli Kanunlar” bölümünü yeniden inceleyiniz.
2. a Yanıtınız yanlışsa “Toprak Verimliliği ve Topraktaki Alınabilir Bitki Besin Elementleri” bölümünü yeniden inceleyiniz.
3. e Yanıtınız yanlışsa “Azot” bölümünü yeniden inceleyiniz.
4. e Yanıtınız yanlışsa “Fosfor Fiksasyonu” bölümünü yeniden inceleyiniz.
5. b Yanıtınız yanlışsa “Azotun Mineralizasyonu” bölümünü yeniden inceleyiniz.
6. a Yanıtınız yanlışsa “Toprak Verimliliği ve Toprak Suyu” bölümünü yeniden inceleyiniz.
7. a Yanıtınız yanlışsa “Fosfor” bölümünü yeniden inceleyiniz.
8. e Yanıtınız yanlışsa “Kalsiyum” bölümünü yeniden inceleyiniz.
9. b Yanıtınız yanlışsa “Toprak Verimliliğine Katkıda Bulunan Uygulamalar” bölümünü yeniden inceleyiniz.
10. d Yanıtınız yanlışsa “kompost” bölümünü yeniden inceleyiniz.

Sıra Sizde Yanıt Anahtarı

Sıra Sizde 1

Minimum kanunu, bir tarla toprağından elde edilecek ürün miktarı, o toprakta en az ya da minimum miktarda bulunan besin elementine (gelişim faktörü) bağlı olduğunu açıklar.

Sıra Sizde 2

Mitscherlich’in her gelişim faktörü için saptadığı ve sabit olan “tesir değerleri” kabul görmemiştir. Tesir değerlerinin bitki çeşidine, ekim yoğunluğuna, ekim sisteminde, bitki besin elementlerinin toprakta bulunan miktar ve dağılım durumlarına göre değiştiği üzerinde durulmuştur. Bray dile getirilen bu konulara göre Mitscherlich’in logaritmik denklemlerini modifiye (uyarlamak) etmiştir. Günümüzde Bray’in modifiye ettiği logaritmik denklemler kullanılmaktadır.

Sıra Sizde 3

1. Topraktaki bitki besin elementlerini tutarak yıkanmalarına engel olurlar.

2. Toprak çözeltisinde bulunan bitki besin elementlerinin konsantrasyonunu düzenleyerek, bitki gelişmesi üzerine herhangi bir toksik etki yapmamasını sağlarlar.
3. Toprak tepkimesi üzerine tampon etkisi yaparak biyolojik etkinliği artırırlar .
4. Toprakta granülleşmeyi sağlayarak, fiziksel özellikler üzerine olumlu etkilerde bulunurlar.

Sıra Sizde 4

Toprakta çözeltisinde iyon formunda bulunan inorganik N bileşikleriy amonyum (NH_4^+), nitrit (NO_2^-) ve nitrat (NO_3^-)’dır.

Sıra Sizde 5

Toprak içerisindeki N organik maddenin parçalanarak inorganik bileşiklerinin açığa çıkmasına “Mineralizasyon” denir. Toprakta N kaybı:

1. Bitkiler tarafından alınma suretiyle N kaybı,
2. Yıkanarak N kaybı,
3. Erozyon ile N kaybı,
4. Gaz şeklinde N kaybı

Sıra Sizde 6

1. Kilin cinsi
2. Tepkime süresi,
3. Gübrenin toprağına verilme şekli,
4. Toprak tepkimesi
5. Toprak sıcaklığı,
6. Organik madde

Sıra Sizde 7

Çiftlikte oluşan bitkisel ve hayvansal menşeli artıklar ile Sanayi artıklarından (Örneğin şehir çöplerindeki organik atıklar) kompost yapılır.

Yararlanılan Kaynaklar

- Anonim (1984). **Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü Arazi Kaynakları Envanter Raporu**. Etüd Proje Daire Başkanlığı, Ankara.
- Kacar, B. (1984). **Bitki Besleme**. Ankara Üniv. Ziraat Fak. Yay. No:899 Ders Kitabı :250
- Kacar B. (1994). **Bitki ve Toprağın Kimyasal Analizleri III**, Ankara Üniv. Zir. Fak. Yay. No. 3
- Kacar, B. ve İnal A. (2008). **Bitki Analizleri**. Nobel Yayın No:1241, Ankara.
- Kacar, B. (2009). **Toprak Analizleri**. Nobel Yayın No. 1387, Ankara.
- Karaçal, İ. (2008). **Toprak Verimliliği**. Nobel Yayın No:1335,Ankara.
- Karaman, M.R., Brohi, A.R., Müftüoğlu, N.M., Öztaş,T., Zengin, M. (2007). **Sürdürülebilir Toprak Verimliliği**. Detay Yay.,Ankara.
- Katkat, A.V. (1994). **Bitki Besleme ve Toprak Verimliliği**. Uludağ Üniv. Ziraat Fak. Ders Notları No:49. Bursa.
- Özbek, N. (1969). **Deneme Tekniği I. Sera Denemesi, Tekniği ve Metodları**. Ankara Üniv. Ziraat Fak. Yay. No:406, Ders Kitabı:138.
- Özbek, N. (1973). **Toprak Verimliliği ve Gübreler**. Ankara Üniv. Ziraat Fak. Yay. No:525 Ders Kitabı :170

8

Amaçlarımız

Bu üniteyi tamamladıktan sonra;

- Bitki yaşamında temel öneme sahip suyun özelliklerini açıklayabilecek,
- Bitki beslemeye yön veren diffüzyon, osmoz ve şişme olaylarını irdeleyebilecek,
- Besin elementlerinin bitkiye alınma, taşınma mekanizmalarını; aralarındaki farkları, etkileşimleri; her birine etki eden etmenleri inceleyerek; bunları yönlendirmek ve kontrol etmek konusunda çözümler üretebileceksiniz.

Anahtar Kavramlar

- Suyun Özellikleri
- Diffüzyon
- Osmoz
- Şişme
- Kökün yapısı
- Besin elementlerinin kök etki alanına gelmesi
- Besin elementlerinin pasif ve aktif alınımı
- Besin elementlerinin alınımında etkili olan etmenler ve stres koşulları
- Besin elementlerinin bitkide taşınmaları ve taşınma yönleri
- Besin elementleri arasındaki olumlu ve olumsuz etkileşimler

İçindekiler

Toprak Bilgisi ve Bitki Besleme

Bitki Besleme ve Bitki Fizyolojisi İlişkileri

- GİRİŞ
- SUYUN ÖZELLİKLERİ VE BİTKİ YAŞAMINDA ÖNEMİ
- DIFFÜZYON NEDİR VE BİTKİ YAŞAMINDA NE GİBİ ÖNEMİ BULUNMAKTADIR
- OSMOZ NEDİR VE BİTKİ YAŞAMINDA NE GİBİ ÖNEMİ BULUNMAKTADIR
- ŞİŞME NEDİR VE BİTKİ YAŞAMINDA NE GİBİ ÖNEMİ BULUNMAKTADIR
- KÖKÜN YAPISI, SU VE BESİN ELEMENTLERİNİN ALINIMINDAKİ ÖNEMİ
- BESİN ELEMENTLERİNİN KÖK ETKİ ALANINA GELMESİ VE ALINMASI
- BESİN ELEMENTLERİNİN ALINIMINA ETKİLİ OLAN ETMENLER VE STRES KOŞULLARI
- BESİN ELEMENTLERİNİN BİTKİDE TAŞINMALARI VE TAŞINMA YÖNLERİ
- BESİN ELEMENTLERİ ARASINDAKİ OLUMLU VE OLUMSUZ ETKİLEŞİMLER

Bitki Besleme ve Bitki Fizyolojisi İlişkileri

GİRİŞ

Başta toprak olmak üzere tüm çevresel etmenler, bunun yanında bitkinin yapısal ve fizyolojik nitelikleri bitki besleme bilimine önemli ölçüde yön vermektedir. Besin elementlerinin bitki bünyesine alınması, taşınması yaşamsal olaylarda kullanılması **bitki fizyolojisi**'nin önemli konuları arasında yer almaktadır. Fizyolojik olayların gerçekleşmesinde diffüzyon, osmoz ve şişme gibi fiziko-kimyasal etmenler dikkate değer yer işgal ederler. Sözü edilen etmenler üzerinde de suyun eşsiz özellikleri çok ayrı bir öneme sahip bulunmaktadır.

Bitki besin elementlerinin bünyeye alınması, iletim demetlerine ulaşması ve taşınması da bitki ve çevreden kaynaklanan çeşitli etmenlere bağlı şekilde gerçekleşmektedir. Çevresel etmenlerin uygun sınırlar dışına çıkmasıyla oluşan stres koşulları diğer fizyolojik olaylar gibi bitki beslemeye yönelik olayları da şiddetine göre yavaşlatabilir ya da durdurabilir. Sözü edilen etmenlerin mümkün ölçüde ortadan kaldırılması konusunda kültürel önlemler alınmalıdır. Açıklanan uygulamalar bitkisel yetiştiricilik ve üretimin ekonomik ve verimli şekilde gerçekleşmesinde yol gösterici olacaktır.

Besin elementlerinin toprakta olduğu gibi bitkiye alınmaları ve kullanılmaları sırasında da farklı nedenlere dayanan rekabetler gösterdikleri, kimi durumlarda da birbirlerinin alım ve kullanımını güçlendirdikleri görülmektedir. Anılan etkileşimler dikkate alınarak, gübrelerin uygulama zaman, yöntem ve çeşitleri özenle seçilmelidir.

Bu bölümde yukarıda açıklanan konular ve yorumları verilmeye çalışılmıştır.

SUYUN ÖZELLİKLERİ VE BİTKİ YAŞAMINDA ÖNEMİ

Yerkürede gerçekleşen fiziksel, kimyasal ve biyolojik olayların hemen hemen her birinde su ve suyun son derece önemli özelliklere sahip bulunan yapısının azımsanmayacak düzeyde etkileri vardır. Yaşayan organizmaların yapısında % 60-95 kadar su bulunmakta, dinlenme halindeki tohumda bile bu oran %10-20'nin altına inmemektedir. Canlılığın en önemli işlevlerinin gerçekleştiği protoplazmada meydana gelen metabolik (yaşamsal) olaylar ve kimyasal tepkimeler suyun varlığıyla gerçekleşmektedir.

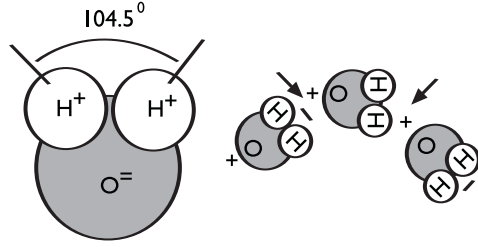
Su molekülünde oksijen atomunun iki yanında yer alan hidrojenlerin 103° - 106° (ortalama 104.5°) açı yapacak şekilde yerleşmesiyle **dipol (polar, iki kutuplu)** bir yapı oluşmuştur (Şekil-8.1). Molekülün bir tarafı pozitif (+), diğer tarafı da ne-

Bitki Fizyolojisi: Tohumun çimlenmesinden başlayarak yeni tohumun oluşmasına değin süren devre boyunca bitkilerin bünyesinde meydana gelen çeşitli olayları inceleyen ve bunları fizik, kimya yasalarıyla açıklayan bilim dalına denir.

gatif (-) yük yönünden daha zengindir. Açıklanan bu özelliği suyun fiziksel ve kimyasal niteliklerini dikkate değer ölçüde ayrıcalıklı kılmaktadır.

Şekil 8.1

Su molekülünün yapısı ve moleküller arası hidrojen bağları



Elektriksel yükte var olan bu asimetri, farklı elektriksel yük taşıyan uçların karşılıklı gelerek ve moleküllerin güçlü bağlar ortaya koyarak dizilmelerine zemin hazırlamaktadır. **Hidrojen bağı** adını alan bu yapı suyun fiziksel ve kimyasal özelliklerini önemli ölçüde etkilemektedir.

Su Oda Sıcaklığında Sıvıdır

Herhangi bir madde atom veya molekül ağırlığı arttıkça, oda sıcaklığında çoğunlukla katı veya sıvı, buna karşın; azaldıkça sıvı ya da gaz halde bulunmaktadır. Çünkü bağlanma gücünü parçalayarak, bunları sıvı ve gaz haline dönüştürecek enerji, yani ısı gereksinimi artmaktadır. Oda sıcaklığında molekül ağırlığı 17 olan amonyak, 16 olan metan ve hatta 44 olan karbondioksit gaz formunda bulunduğu halde 18 olan su, hidrojen bağları nedeniyle, anılan kurala ters düşerek sıvı halde bulunmaktadır. Açıklanan niteliği suyun tüm organizmalar ve bitkiler için temel bir yaşam kaynağı niteliği kazanmasına zemin hazırlamıştır.

Suyun Bir Halden Diğer Hale Geçmesi İçin Gerekli Enerji Miktarları

Hidrojen bağları **endotermik** bir olay olan buharlaşma sırasında suyun her bir gramının 539 kalori (cal) gibi yüksek miktarda ısı absorbe etmesine zemin hazırlar. Bu özelliği diğer canlı organizmalarda olduğu gibi bitkilerin de çevredeki sıcaklık değişimlerinden daha az zarar görmesini ve beslenme etkinliklerinin sürekliliğini korumasını sağlamaktadır.

Hidrojen bağları **ekzotermik** bir olay olan donma sırasında her bir gram suyun 80 cal gibi yüksek ısı vermesine zemin hazırlamaktadır. Bu özelliği sıfırın altındaki ısı derecelerinde yapılacak yağmurlama uygulamasıyla bitkilerin dondan korunması ve yaşamsal etkinliklerini sürdürmesine yardımcı olabilmektedir.

Moleküler dizilişinde meydana gelen farklılık buz hacminin suya göre artmasına ($d=0,92$) ve su üzerinde yüzmesine neden olur. Bu özelliği de sucul bitkilere yaşam şansı vermektedir. Eğer donmayla, yani katı hale geçmesiyle dibe çökmüş olsaydı, suda var olan organizmaların yaşam şansı kalmazdı.

Endotermik: Gerçekleşirken dışarıdan ısı formunda enerji alan işlem veya tepkimedir.

Ekzotermik: Gerçekleşirken dışarıya ısı formunda enerji salan işlem veya tepkimedir.

SIRA SİZDE



Don riskinin söz konusu olduğu zamanlarda seraların üstlerinden yağmurlama sulaması yaptığınızı gördünüz ya da duydunuz mu? Bu uygulamanın nedenini nasıl açıklarsınız?

Suyun Özgül Isısı (Spesifik Sıcaklığı)

Bir gram suyun sıcaklığını 1,0° C yükseltmek için gerekli enerji miktarının 1,0 cal gibi yüksek değer göstermesi nedeniyle su çevredeki ısı değişimlerinden az etkilanmektedir. Bu da bünyelerinde önemli ölçüde su bulundurmaları nedeniyle, canlılarda sıcaklığın dar sınırlar içinde kalabilmesini sağlamaktadır. Anılan olgu bitkilerdeki tüm yaşamsal etkinliklerin uygun şekilde yürütmesine yön vermektedir. Aynı zamanda, besin elementlerinin alınma ve taşınmasında sıcaklık değişimlerini kontrol ederek ve sınırlayarak rol oynamaktadır.

Suyun Adhezyon ve Kohezyon Güçleri

Su molekülleri taşıdıkları polar özellik nedeniyle, yabancı moleküllerle sıkı bağlantı kurabilmekte yani **adhezyon** gücü yüksek bulunmaktadır. Canlı dokularda yer alan nişasta, protein ve selülozu ıslatması bu gücü doğrulayan önemli bir kanıttır.

Su molekülleri hidrojen köprüleri nedeniyle kendi molekülleri arasında da güçlü bir şekilde bağlanmakta, yani yüksek bir **kohezyon** gücüne sahip bulunmaktadır.

Açıklanan bu nitelikleri suyun ksilem iletim demetlerine sıkıca tutunması ve kopmadan ilerlemesini sağlarken, besin elementlerinin de bitki bünyesinde taşınması gerçekleşmektedir.

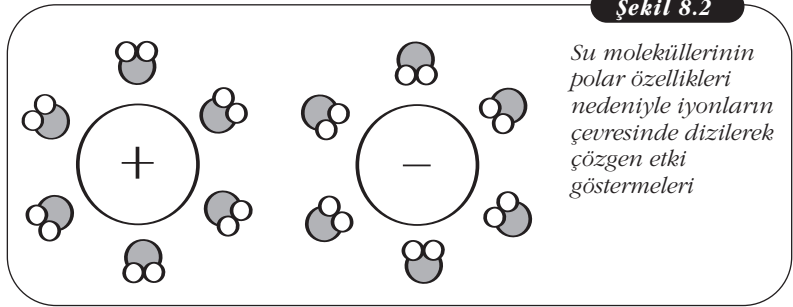
Adhezyon: Farklı iki madde arasında var olan ve bu iki maddenin birbirine tutunmasını sağlayan çekim kuvvetidir.

Kohezyon: Maddenin kendi molekülleri, yani aynı cins moleküller arasındaki çekim gücüdür.

Suyun Çözgen Özelliği

Su diğer birçok sıvıya göre daha fazla maddeyi çözme özelliğindedir. Bu özelliğini negatif yönleriyle pozitif yüklü, pozitif yönleriyle de negatif yüklü iyonları çevrelemesiyle (Şekil-8.2) ortaya koyar. Diğer yandan, hidrojen bağlarıyla şekerlerde oksijen atomlarına, alkollerde hidroksil gruplarına (-OH), amino asitlerde amino gruplarına (-NH₂) etki ederek çözümlerini sağlamaktadır.

Suyun çözücü özelliği bitkilerin çeşitli besin elementlerini almasında olduğu gibi, bunların bitkide taşınmasında; sentezlenmiş çeşitli organik maddelerin gerekli organlara ulaşmasında önemli bir role sahiptir.



DİFFÜZYON NEDİR VE BİTKİ YAŞAMINDA NE GİBİ ÖNEMİ BULUNMAKTADIR

Maddeyi temsil eden en küçük yapılar olan atom, molekül ya da iyon gibi parçacıklar mutlak sıfır (0°K veya -273°C) noktasının üzerinde belirli miktarlarda enerji yüklenerek, sürekli ve bağımsız hareket özelliği kazanımları **Kinetik Kuram** adını almaktadır. Bu hareketler, artan sıcaklıkla artmakta; madde açıklanan olguya bağlı olarak katı, sıvı ve gaz haline geçmektedir. Gaz molekülleri sahip bulundukları kinetik enerjiyle, bir başka molekülle çarpışınca kadar düz hareket ederler. Sıvılarda anılan enerji titreşim şeklindedir. Katılarda ise moleküllerin titreşimleri denge durumundadır. Açıklanan nedenlere dayanarak ortaya çıkan **diffüzyon** kavramı, besin elementlerinin bitkiye alınması ve bünyedeki hareketleri üzerinde önemli rol üslenmiş bulunmaktadır. **Diffüzyon, herhangi bir maddeye ait molekül, atom, iyon gibi parçacıkların ortamda dinamik bir denge kurulunca ya dek gelişi güzel hareketlerle, çeşitli yönlerle gidip gelerek yayılma ve büyük konsantrasyona sahip alandan, küçük konsantrasyona sahip alana geçmeleridir.** Yani, diffüzyonun gerçekleşmesinde, maddeyi temsil eden molekül atom ve iyon gibi en küçük yapıların sahip bulunduğu enerji rol oynamaktadır. Bundan farklı olarak, anılan parçacıkların herhangi bir taşıyıcı ya da çözgenin hareketine bağlı şekilde, topluca yer değiştirmesi **kitle hareketi**, diğer bir deyişle **kitle akımı** olarak ifade edilmektedir. Anılan etmen de besin elementlerinin alınma ve taşınmalarında rol oynamaktadır. Sözü edilen her iki olay gazlarda olduğu gibi sıvılarda çözülmüş katı maddeler, sıvı içindeki sıvılar, sıvı içindeki gazlarda da

gerçekleşmekte, benzer şekilde bitkinin beslenmesi ve yaşamsal olaylarının farklı aşamalarında etkin bulunmaktadır. Örneğin, bitkiden suyun buhar halinde kaybedilmesiyle iletim demetleri aracılığıyla kökten su ve beraberindeki besin elementleri yukarıya doğru taşınabilmektedir. Su diffüzyonla buhar olarak bitkiden uzaklaşırken (transpirasyon) köklerden alınarak, ksilem iletim demetleri boyunca yukarıya doğru çekilmektedir. Çözünmüş halde yapısında bulunan besin elementleri de birlikte ilerlerken, kitle hareketi oluşmaktadır.

SIRA SİZDE



Kapağı açık bir parfüm şişesinden ya da vazoda bulunan yaseminden algıladığınız kokunun nasıl yayıldığını açıklayınız?

OSMOZ NEDİR VE BİTKİ YAŞAMINDA NE GİBİ ÖNEMİ BULUNMAKTADIR

Diffüzyonun özel hali olan **osmozis**, bitkilerin yaşamında ayrı bir öneme sahip bulunmaktadır. Bir çözeltide, çözünen madde miktarının artmasıyla, birim hacimde yer alan çözgen miktarına düşen pay azalır. Doğada ve yaşamsal olaylarda çözgen madde çoğunlukla sudur. Sadece suyun geçmesine izin veren seçici geçirgen (yarı geçirgen, semipermeabl) bir zarla ayrılmış ortamın iki yanındaki çözeltilerde çözünmüş madde miktarları farklı oranlarda ise, su konsantrasyonları da farklı olacaktır. Bu koşullarda, seçici geçirgen zarın her iki yanına da geçebilecek özelliğe sahip bulunan su, potansiyellerini eşitlemek eğilimiyle, diffüzyon kurallarına uygun şekilde, su konsantrasyonu yüksek olan taraftan diğer tarafa doğru geçmeye başlayacaktır. Açıklanan bilgilerin ışığında, **“Osmozis, sadece suya geçirgen olan, yani seçici geçirgen bir zarla ayrılmış ortamda, suyun konsantrasyonunun fazla olduğu yönden az olduğu yöne doğru, su potansiyellerini eşitleme eğilimiyle geçişidir”** şeklinde tanımlanabilmektedir. Anlaşıldığı gibi, su çözünmüş madde miktarı yüksek, yani su potansiyeli düşük yöne doğru daha fazla hareket etmektedir. Bu da gerçek bir basınç olmayan ve çözünmüş madde miktarına bağlı şekilde artan **osmotik basınç** kavramını ortaya koyar. Örneğin, tuz yönünden varsıl bir sulama suyu vermek ya da kök çevresine yüksek miktarda gübre uygulamakla bitkinin bünyesine su almak yerine, var olan suyu geriye vermesi gözlemlenmektedir. Bunun yanında hücredeki osmotik basıncın, diğer bir anlatımla, çözünmüş madde miktarının çevreye göre daha yüksek bulunmasıyla, alınan su miktarı artacaktır. Hacim artışı **turgor basıncı** olarak ifade edilen gerçek bir güçle membranın hücre duvarına doğru itilmesini sağlayacaktır. Bitkide var olan birçok seçici geçirgen özellikteki membran yardımıyla, anlatılan olaylar meydana gelmekte, bu da bitkinin beslenme işlevlerinde doğrudan ya da dolaylı katkılara yol açmaktadır.

Aynı bitkinin farklı organlarında; kurak, yarı kurak ve sulu koşullarda osmotik basınç değerleri ayrımlıdır.

SIRA SİZDE



Osmotik basınçları dikkate alındığında, parazit bitkilerin konukçulara göre, halofitlerin (tuzcul bitkiler) mezofitlere (su gereksinimi orta derece olan bitkiler) göre, çöl bitkilerinin de bataklık bitkilerine göre hangi yönde farklılık gösterdiğini düşünüyorsunuz?

Plazmolizis

İki çözeltinin osmotik basınçları birbirlerine eşit ise bunlara **izotonik** çözeltiler denir. Eğer birbirinden farklıysa, osmotik basıncı yüksek olan **hipertonik**, düşük olan **hipotonik** sözcükleriyle isimlendirilir.

Canlı bir bitki hücresi osmotik basıncı hücre osmotik basıncına eşit olan, yani izotonik çözelti içinde bekletilirse birim zamanda hücreye giren ve çıkan su miktarı eşit olacağı için herhangi bir değişiklik gözlenmez.

Osmotik basıncı yüksek, su potansiyeli düşük yani hipertonic ortamda bekletilen hücrenin dış ortamla su potansiyellerini eşitleme eğiliminin bir sonucu olarak su kaybettiği ve vakuollerin küçüldüğü, hücre duvarından uzaklaştığı görülür. Bu haldeki hücre **plazmoliz** olmuş hücredir.

Hipotonik yani osmotik basıncı düşük ve su potansiyeli yüksek bir ortamda bekletilen hücre, suyun, su potansiyeli fazla yönden az olan yöne doğru hareketinin bir sonucu olarak, bu kez de turgorunu arttıracak, hacmi hücre duvarının esnekliği oranında büyüyecektir.

Plazmolizis'e uğramış bir hücre hipotonik çözelti içinde bekletilirse, aynı prensip gereğince yapısına su alarak eski haline gelebilir. Bu duruma da **deplazmoliz** adı verilmektedir.

Turşu suyundaki tuz oranını yükseltirseniz nasıl bir değişimle karşılaşacağınızı düşünüyorsunuz?



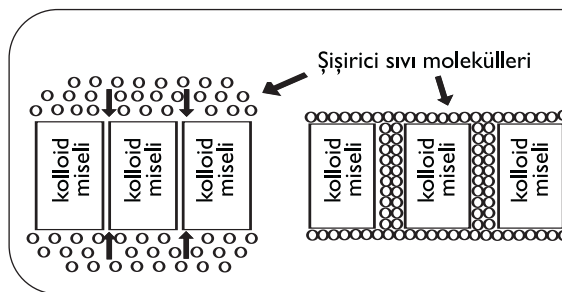
SIRA SİZDE

4

ŞİŞME NEDİR VE BİTKİ YAŞAMINDA NE GİBİ ÖNEMİ BULUNMAKTADIR

Kimi bitki materyalleri suyla, turgordan farklı biçimde, hacim artışı gösterebilmektedirler. Şişme adı verilen bu olguya yol açan **kolloidal çözeltiler** gerçek çözeltilerden, çözünmüş madde parçacıklarının (**misel**) daha büyük olmasıyla ve **jel (gel)** denilen, katıya benzer hale geçmeleriyle ayırt edilebilmektedir. Jel haldeyken büyük güçle bir arada tutulmakla birlikte, aralarında boşluklar da bulunan miseller çok sayıdaki molekülün birleşmesiyle oluşmuştur. Jel yapıdaki kuru bir cisim sıvı ortamda bekletildiğinde, sıvı molekülleri misellerin arasına girerek bunları birbirinden uzaklaştırır ve şişmeye yol açar. Ancak, bu olgu şişen cismin şişirici sıvıya ilgi duyması halinde meydana gelebilir. Başlangıçta hızla ortaya çıkacak zamanla yavaşlayacak ve duracaktır. Şişen cisim aldığı sıvıyı geri vererek eski haline dönebilir. Anılan sıvı çoğunlukla sudur ve buna göre **Şişme, gel halindeki kolloidlerin miselleri arasına su alarak katı yapılarını kaybetmeden hacimlerinin artmasıdır**, şeklinde tanımlanabilir. Her madde tüm sıvılar içinde şişme göstermediği gibi, şişen maddenin yapısında az miktarda ya da hiç şişirici sıvı bulunmaması ve sıcaklık bu olayı hızlandırır; şişirici sıvıdaki çözünmüş madde miktarının artması da yavaşlatan etmenlerdir.

Bitkiler yapılarında protein ve polipeptitler gibi su seven (hidrofilik) kolloidler fazlaca kapsamaları nedeniyle şişmeye büyük ölçüde eğilim gösterirler. Diğer yandan, tohumların şişmeye uygun özellik göstermesi çimlenme aşamasında büyük ve yaşamsal bir önem taşımaktadır.



Şekil 8.3

Jel haldeki kolloid miselleri arasına sıvı moleküllerin girmesiyle şişmenin gerçekleşmesi

KÖKÜN YAPISI, SU VE BESİN ELEMENTLERİNİN ALINIMINDAKİ ÖNEMİ

Yüksek bitkilerde su ve besin elementlerinin alınma ve taşınmalarının yanında toprağa bağlanma işlevlerini yerine getiren organlara **kök** denmektedir. Bunların dışın-da kimi bitkilerde depolama, tutunma, destek gibi farklı görevler de üstlenmiştir. Ay-rıca, çevresel etmenlerdeki değişimler kök yapısında farklılaşmalara yol açmaktadır.

Kökler gövdelerden yaprak ve çiçeğe eşdeğer organ bulunmamasıyla, yüzeyi-ni kaplayan epidermis örtüsünde stoma ve kütikulaya rastlanmamasıyla ve kloro-fil kapsamamalarıyla ayrılırlar.

Tohumun çimlenmesi **birincil (primer) kök** çıkışıyla başlar ve bu kök yerçe-kimi doğrultusunda, aşağıya doğru gelişir. Henüz toprak üstü organları belirmeden yan kökler oluşmaya başlar. Bunlara **ikincil kökler** denir. Daha sonra ikincil kök-ler de **yan (lateral) kökler** vermeye devam ederek **kök sistemini** oluştururlar.

Bitkinin diğer organlarından da kökler meydana gelebilir, **ek kökler** ya da **ad-ventif kökler** adını alan bu oluşumlar, tırmanıcı bitkiler, yer altı gövdeleri (rizom-lar), soğan ve yumrular, dal, gövde ve yaprak çeliklerinde gözlenebilmektedir.

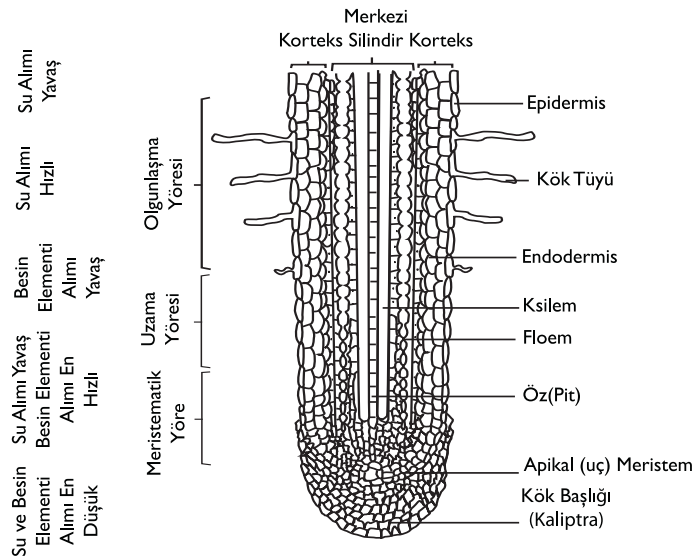
Kökün Yapısı

Genç bir kökün uç kısmından boyuna kesiti (Şekil-8.4) incelenirse; en uçta meka-nik yıpranmaları engelleyen **kök başlığı (kaliptra)** görülür. Onun ardında yer alan meristematik yörede hücrelerin hızla bölünmesiyle kök ucuna doğru büyüme sağlanmaktadır. Üzerinde **uzama yöresi (genişleme)** yer alır. Kökün boyuna bü-yümesi burada meydana gelir. Daha yukarıda **olgunlaşma (farklılaşma) yöresi** dikkati çeker. Anılan yörede epidermis hücrelerinin dışa uzantılarıyla **kök tüyleri**, içte de **primer (birincil) ksilem, primer (birincil) floem, merkezi silindir** ve **korteks** belirlemeye başlamıştır. Yan kökler kök tüylerinin belirttiği yerden yukarı-da ortaya çıkarlar. Ancak, bazı bitkilerde kök tüyü bulunmamaktadır.

Kök tüyü yöresinin enine kesiti incelendiğinde (Şekil. 8.5) epidermisle kaplı olan ve gövdeye göre daha kalın bir korteks tabakası dikkati çekmektedir. Burada hücreler arası boşluklar da gövdeden farklı olarak fazlaca geniştir.

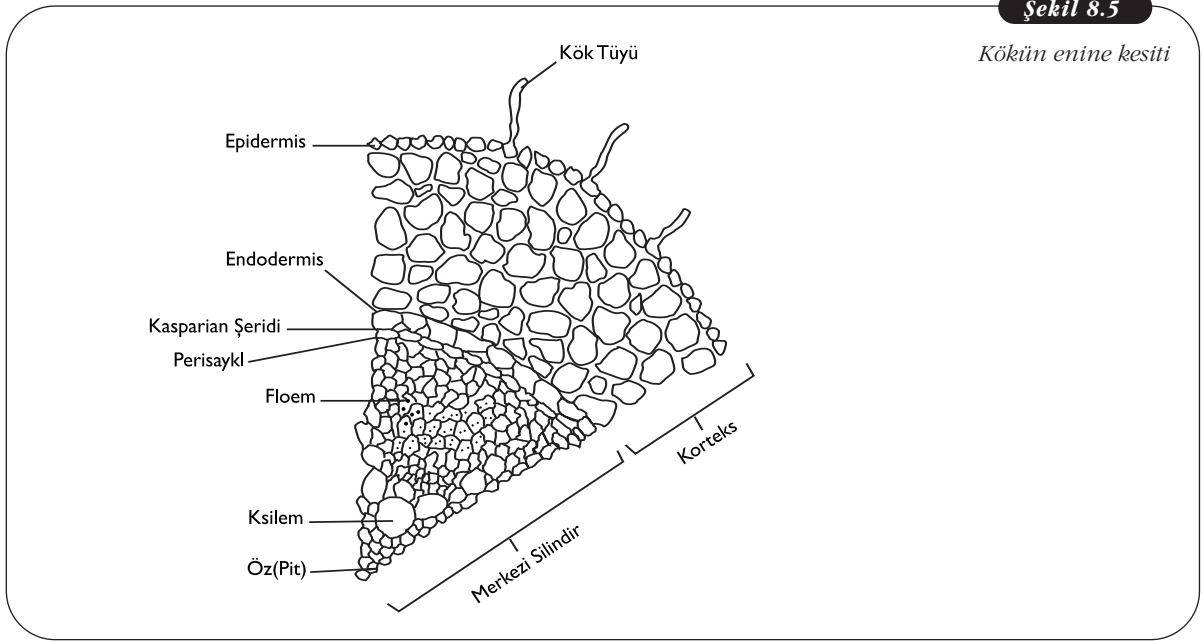
Şekil 8.4

Kökün boyuna kesiti



Şekil 8.5

Kökün enine kesiti



Korteksle **merkezi silindir (stele)** arasında **endodermis** yerleşmiştir. Bu hücreler zamanla duvarlarında **kasparian şeridi** adı verilen ve çeper kalınlaşması ile ortaya çıkan bir farklılaşma gösterirler. Açıklanan şerit madde alışverişini kontrol eder. Daha içte bulunan **perisaykl** yan köklerin meydana gelmesinde önemli olan ve bazı hallerde süreklilik göstermeyen bir özellik taşımaktadır. Orta silindirin merkezinde **öz (pit)** bulunur. Merkezden çevreye doğru **primer ksilem (birincil ksilem)** ve **primer floem (birincil floem)** yer almaktadır. Zamanla floem dokusunun iç, ksilem dokusunun da dışına oluşmaya başlayan **kambiyum** enine büyümeyi sağlar.

Yaşlanmayla perisayklardan **mantar kambiyumu** oluşmakta, **mantarla (sübe-rin)** kaplanan kökte hücreler görevlerini yerine getirmeyen, iletim görevini yeni oluşan genç dokular üstlenmektedir.

Su alınımlı kök tüyü ve primer ksilemin başlangıcına rastlayan hücre genişleme yöresinde en yüksek düzeydedir ya da burada epidermisin genç ve hücre çeperlerinin herhangi bir kalınlaşma ve mantarlaşma göstermemesi nedeniyle su alınımlı kolaydır. Uzama yöresindeki hücrelerin farklılaşarak, iletim sistemini meydana getirmiş olması da yukarıya doğru taşınmayı sağlamaktadır.

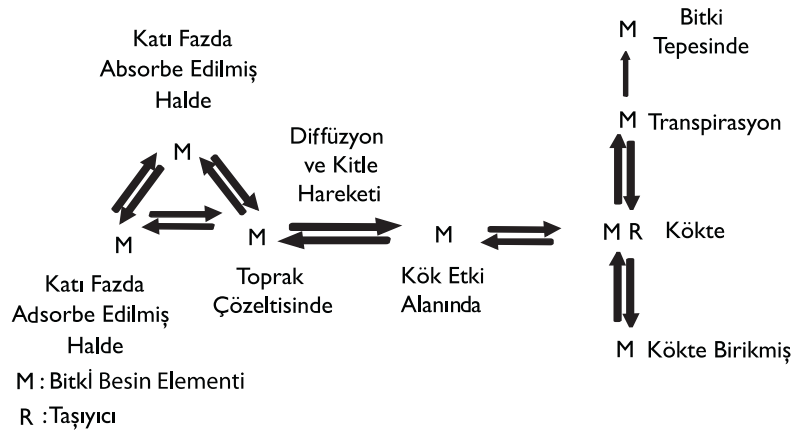
Karasal bitkilerin su ve mineral madde alınımlında asal öneme sahip bulunan kök ucu çevresinde **rizosfer** adı verilen ve kökte gerçekleşen metabolizma olayları sonucunda işlevsellik kazanan özel bir yöre bulunmaktadır. Anılan yöre 1-2 mm kadar olup, kökten salgılanan farklı nitelikteki organik ve inorganik bileşiklerin etkisiyle, çevreden ayrı özellikler göstermektedir. Bu yörede mikrobiyal yoğunluk ve tepkimenin (pH) değişimine bağlı olarak besin elementlerinin alınırılığı önemli ölçüde etkilendiği gibi, salgıların bir bölümü de kök başlığının korunması ve toprak parçacıkları arasında kolayca ilerleyerek, daha fazla su ve besin maddesine ulaşması konusunda dikkate değer katkıda bulunmaktadır.

BESİN ELEMENTLERİNİN KÖK ETKİ ALANINA GELMESİ VE ALINMASI

Bitki besin elementlerinin bitki kökleri tarafından alınabilmeleri için kökün etki alanına, yani **rizosfere** ulaşmaları gerekmektedir. Bitki besin maddeleri toprağın organik ve mineral yapısında bağlı olarak, ya katı fazın yüzeylerinde adsorbe edilmiş halde ya da toprak çözeltisinde bulunur. Bu üç faz arasında belirli bir denge kurulmuş durumdadır. Şekil-8.6'da da görüldüğü gibi, herhangi bir elementi simgeleyen **M** toprak çözeltisine geçtikten sonra kök etki alanına hareket edebilecek nitelik kazanır. Anılan hareket herhangi bir dış etki olmadan **diffüzyonla** veya yağış, sulama, buharlaşma gibi su hareketlerine bağımlı olarak ortaya çıkan **kitle hareketleriyle** sağlanır. Ancak, diffüzyonla gerçekleşen taşınma dikkate değer ölçüde yavaş ve düşük miktardadır. Kitle hareketine zemin hazırlayan yağış ve sulamanın etkisi yüksek, buharlaşmanın daha düşüktür. Rizosfere ulaşan besin maddelerinin ise bitkiler tarafından farklı mekanizmalarla alındığı gözlenir.

Şekil 8.6

Besin maddelerinin topraktaki döngüsü, kök etki alanına gelmesi ve bitki bünyesindeki hareketi.

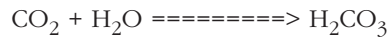


Toprakta Adsorbe Edilmiş Besin Elementlerinin Bitki Kök Yüzeyine Alınması (Adsorbsiyonu)

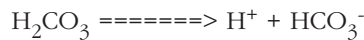
Toprak katı fazında adsorbe edilmiş halde bulunan besin maddelerinin kök yüzeyleri tarafından adsorbe edilerek bitki tarafından alınmasını başlatan ilk aşama iki ayrı kuramla açıklanmaktadır.

Karbonik Asit Kuramı (Çözelti Kuramı)

Bitkilerin toprak katı fazında adsorbe edilmiş haldeki besin maddelerini alabilmeleri için bunlar önce çözeltiye geçmektedir. Toprak canlıları ve kökler solunum sonucunda ortama verdikleri CO_2 verirler (Şekil-8.7) suyla karbonik asidi (H_2CO_3) oluşturur.



Karbonik asit de H^+ ve bikarbonat (HCO_3^-) iyonlarına ayrılır. Hidrojen iyonu toprak kolloid yüzeylerinde adsorbe edilmiş bulunan katyonlarla yer değiştirebilir. Örneğin,

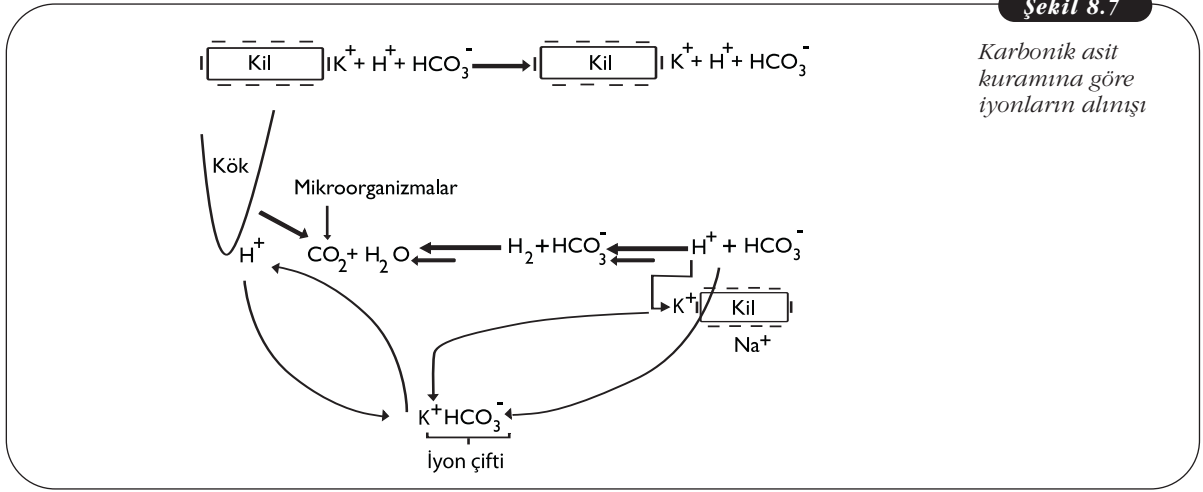


önemli besin elementlerinden olan bir potasyum (K^+) iyonu ile yer değiştirmiş olsun. Anılan durumda HCO_3^- iyonunun yanına bir K^+ iyonu geçecektir. Bu iyon çiftindeki K^+ katyonu kök yüzeyinde bulunan bir H^+ ile benzer şekilde yer değişti-

retilir. Kök yüzeyinde tutulmakla, önceki durumuna göre, bitki tarafından alınmaya hazır hale geçmiştir (Eryüce, 1994).

Şekil 8.7

Karbonik asit kuramına göre iyonların alınışı



Bitkiye alınan besin element miktarının köklerle çevreye verilen CO_2 miktarıyla paralellik göstermesi açıklanan kuramın geçerliliğini doğrulayan bir kanıt niteliğindedir.

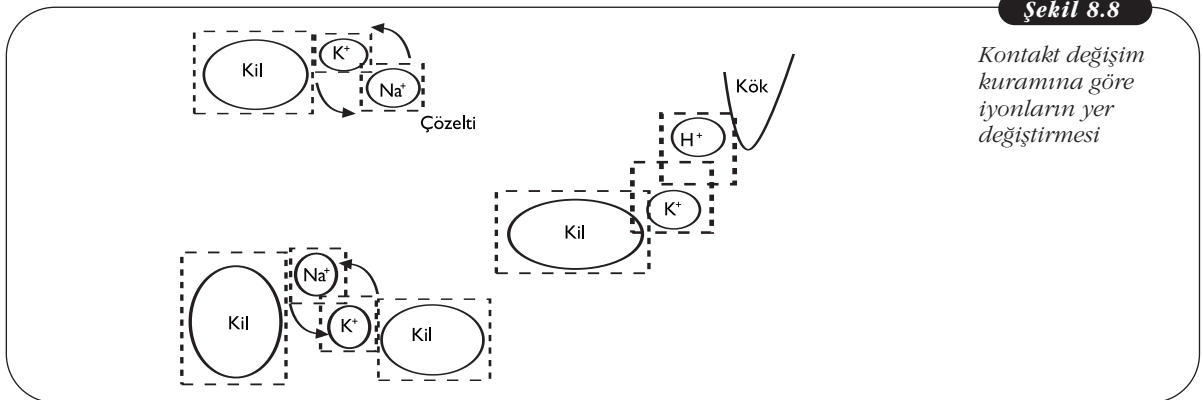
Kontakt Değişim Kuramı

Anılan kuram toprak kolidlerinin yüzeyinde adsorbe edilmiş bulunan besin maddelerinin değişim sonucunda, kök yüzeyi tarafından doğrudan alındığını savunmaktadır. Açıklanan mekanizmanın gerçekleşmesi için ortamda CO_2 bulunmasına ya da iyonların çözeltiye geçmesine gerek yoktur. O nedenle ortamdaki su miktarı önem taşımamaktadır.

Katyonlar herhangi bir yüzeyde tutuluyorlarsa, tutulma gücüne bağlı olarak değişim gösteren bir hacim içinde sürekli titreşim halindedirler. Bu hacim **osilasyon hacmi** adını alır. İki ayrı katyonun osilasyon hacimlerinin birbirlerine değinmeleri halinde, karşılıklı yer değiştirebilmektedirler. Kil minerallerinin yüzeyinde adsorbe edilmiş herhangi bir katyon, çözeltide bulunan başka bir katyonla açıklanan yolla yer değiştirebileceği gibi; iki ayrı kil yüzeyi arasında veya kil ile kök yüzeyleri arasında da benzer şekilde değişim gerçekleşebilir (Şekil-8.8). Kökün yakın çevresinde bulunan kil ya da organik kolloid yüzeylerinde adsorbe edilmiş katyonlar, açıklanan yolla kök yüzeyine alınabilmektedir.

Şekil 8.8

Kontakt değişim kuramına göre iyonların yer değiştirmesi



Besin Elementlerinin Bitki Yapısına Alınma (Absorpsiyon) Mekanizmaları

Yukarıda açıklanan yollarla kök yüzeyine gelen besin elementleri daha sonra izleyen iki mekanizmayla bitki yapısına alınmakta yani **absorbe** edilmektedir. **Pasif** ve **aktif absorpsiyon** adı verilen bu mekanizmalar aşağıda açıklanmıştır:

Besin Elementlerinin Pasif Alınması (Absorpsiyon)

Tuz çözeltisinde bekletilen bir parça bitki kökü arı suda yıkandıktan sonra, yine arı su bulunan bir kaptaki bırakılırsa, yapısına aldığı iyonlarından bir bölümünün suya geri verildiğine tanık olunmaktadır. O halde, hücrelerde iyonların bağımsız şekilde, diffüzyon, osmos, iyon değişimi gibi olaylarla girip çıkabildiği bir yöre bulunmaktadır. Sözü geçen yöre **hücrelerarası (intersellüler)** alan ve hücre çeperlerini kapsamakta, **dış yöre, bağımsız yöre** veya **apoplast** adını almaktadır. Bu yolu izleyen iyonların hücrenin belirli bir yöresine kadar herhangi bir metabolik olayın etkisinde kalmadan, yalnızca fizikokimyasal etkinliklerle alınmasına **pasif absorpsiyon** denir. Metabolizmaya ket vuran etmenler açıklanan olguyu etkilememekte, yani durdurmamaktadır. Ancak, sözü edilen yörede biriken iyon miktarının diffüzyon kurallarına karşıt yönde ve dış ortamdan daha yüksek bulunması dikkat çekici bir olgudur. Bunun nedenleri şöyle sıralanabilir:

- Metabolizma olaylarıyla dış yüzeye verilen OH^- ve H^+ iyonları ortamdaki besin elementleriyle yer değiştirerek, onların alınma şansını yükseltirler (**iyon değişimi** ya da **iyon alışverişi**).
- İyonların giriş çıkışına izin veren bağımsız yörede bazıları fikse edilmekte (tutulmakta) ve bunların taşıdığı elektriksel yükler, serbest girip çıkabilen karşıt yüklü diğer iyonların birikmesine neden olmaktadır (**Donnan Dengesi**).
- Bağımsız yöreye giren iyonların burada çökmeleri halinde dışarıya çıkma olasılıkları ortadan kalkmaktadır (**İyon Birikimi**).
- Suyun bitkide aşağıdan yukarıya doğru oluşturduğu hareket, beraberinde taşınan iyonların da bitkinin serbest yöresine beklenenden daha fazla alınmasına zemin hazırlamaktadır (**Kitle Akımıyla İyon Alınımı**).

Besin Elementlerinin Aktif (Metabolik) Alınımı

Bitkilerin kapsamlarındaki besin elementi miktarlarının bulundukları ortama göre son derece yüksek değerlere ulaşması, yani osmotik dengelere zıt yönde birikmesi pasif absorpsiyon mekanizmasını etkileyen olaylarla tamamen açıklanamamaktadır. Diğer yandan, metabolik engelleyiciler (ket vurucular, inhibitörler) ya da oksijen ve sıcaklık streslerinde iyon birikimlerinde dikkate değer oranda düşme gözlenmektedir. Bu durum aktif bir alımın mekanizmasının da varlığını doğrular niteliktedir. **Aktif alımın, metabolik etkinlikler sonucunda, enerji harcayarak, bünyeye iyonların alınması ve biriktirilmesidir.**

Dış yöre bilindiği gibi sitoplazmanın belli bir yerine kadar devam etmektedir. Bu sınırdan içeriye doğru besin elementlerinin alınması **seçici ve tek yönlü** olarak gerçekleşir. Açıklanan mekanizma, geçirgen olmayan membrandan, elementlere eşlik ederek (**taşıyıcı-iyon kompleksi**) dışardan içeriye geçebilen taşıyıcıların varlığıyla açıklanır. Kompleks iç yörede bozulmakta ve element burada kalmaktadır. Bağımsız taşıyıcı tekrar tekrar dış yöreye doğru hareket edebilir. Ancak, besin elementleriyle kompleks oluşturmuş bir taşıyıcı içten dışa doğru hareket yeteneğine sahip değildir. Bu görüş **taşıyıcı (carrier)** kuramı adını almaktadır.

Taşıyıcı kuramının varlığını ve etki mekanizmasını doğrulayan üç ana karakteristik aşağıda ana hatlarıyla açıklanmıştır:

- İzotop maddeler kullanılarak elde edilen sonuçlar aktif olarak kökün iç yöresine alınan besin elementlerinin geri dönemediklerini, dış yöredeki aynı cins elementlerle de yer değiştiremediklerini ve bağımsız geçişlerine izin vermeyen bir membranın varlığını kanıtlamaktadır.
- Yetiştirme ortamında bir besin elementinin sürekli zenginleştirilmesi, bu elementin bitki bünyesinde de benzer şekilde artmasına yol açtığı halde, bir seviyeden sonra sözü edilen değişim durmaktadır. Açıklanan sonuç belirli besin maddelerinin alınmalarında sınırlı sayıda taşıyıcının bulunduğu görüşünü doğrulamaktadır. Yani, ortamda bir besin elementinin, taşıyıcı sayısını aşan yoğunlukta varlığı söz konusu olduğu zaman, ortamla bitkideki içeriği arasında, bu besin elementi açısından ilişki belirlenmemektedir.
- Bilindiği gibi besin elementleri bitkinin yapısında farklı miktarlarda bulunmakta ve seçilerek alınmaktadır. Ancak, kimi elementler arasında tek bir taşıyıcıyla kompleks oluşturmaları nedeniyle rekabet ortaya çıkmakta, ortamda birinin miktarının artması, diğerinin alınmasını güçleştirmektedir.

Bitkinin Kök Üstü (Ekstra-radikal) Organlarla Besin Elementi Alması

Su ve suda çözülmüş besin elementlerinin alınmasında yaprak, yaprak sapı, sürgünler, meyveler ve gövde gibi kökten başka organların da katkısı vardır. Bunlar arasından yapraklar, oldukça geniş bir yüzey alanına sahip bulunmaları ve metabolik işlevlerinin yüksekliği nedeniyle, öncelik taşımaktadır. Anılan mekanizmadan yararlanarak son yıllarda özellikle mikro element gübrelere yoğun miktarda uygulandığına tanık olunmaktadır. Şüphesiz, alımın genç yapraklarda daha yüksek metabolik etkinlikler göstermeleri nedeniyle daha fazla ve daha hızlıdır.

Besin elementlerinin yaprak yoluyla alınabilmesi için bitki yüzeyini kaplamış olan epidermis hücrelerine gelmeleri gerekir. Epidermise **ektodezmata** aracılığıyla ulaşıldıktan sonra, parankimatik hücrelere de **plazmodezmata** ile geçmektedirler.

Sucul bitkilerde kütikula tabakası bulunmadığı için yüzeyi kaplayan epidermal hücrelerle değinim halinde bulunan besin elementleri doğrudan alınabilmektedir. Ancak, karasal bitkilerde anılan hücreler kütikula örtüsüyle kaplanmıştır. Besin elementlerinin bitkiye alınabilmeleri için bu engeli aşmaları gerekir. Sözü edilen bitkilerde bulunan stomalar, ancak gazların giriş çıkışına uygun bir yapıya sahip olmaları nedeniyle besin elementlerinin alınmasında önem üstlenmemişlerdir.

Kütikulada yer yer ortaya çıkan çatlaklar çözelti için bir geçit oluşturabildiği gibi, kütikulayı meydana getiren kütin tabakalarının düşük de olsa şişme özelliği de bu konuda rol oynamaktadır. Kütikula suya karşı tümüyle **hidrofob** olan mum tabakaları ve OH⁻ grubu bulundurması nedeniyle bir ölçüde **hidrofil** karakter taşıyan kütin tabakalarından oluşmuştur. Yaşlanmayla mumun payı artmaktadır. Islanmayla kütikula bir ölçüde şişebildiği için iyonlar epidermal hücre duvarlarına kadar diffüzyonla gelebilmektedir. Kökte olduğu gibi serbest bölgeden sitoplazmaya ulaşır ve yukarıda açıklandığı şekilde hücreden hücreye sitoplazma iplikcikleri aracılığıyla geçerler.

Diğer taraftan genç yapraklarda daha az gerçekleşmekle birlikte besin elementleri ve kimi organik bileşiklerin (şekerler, amino asitler, pektinler) yıkanarak yitmesi de söz konusu olabilecektir. Bunun bitki üzerinde olumlu ve olumsuz sonuçları ortaya çıkabilir. Örneğin, sisli koşullarda meyve fidanlarında meydana gelen

Plazmodezmata: Çeperin belli yerlerinde bir hücreden diğer hücreye uzanarak, bağlantı kurmalarını sağlayan protoplazma iplikcikleridir.

Ektodezmata: Epidermal hücrelerde bulunan ve dış yüzeye doğru uzanan protoplazma iplikcikleri, yani epidermal hücre plazmodezmasıdır.

yıkanma besin element noksanlığına neden olmaktadır. Diğer yandan, yapraklarda toksik seviyelerde tuz birikimleri bu yolla engellenebilmektedir.

BESİN ELEMENTLERİNİN ALINIMINA ETKİLİ OLAN ETMENLER VE STRES KOŞULLARI

Bitkilerin besin element alınımı konusunda kendi taşıdığı özellikler kadar çevresel etmenler de rol oynamaktadır. Çevresel etmenler biyotik ve abiyotik kökenli olup, bunların uygun sınırlar dışına çıkmasıyla bitkilerde hem beslenme metabolizması, hem de diğer yaşamsal etkinlikler baskılanarak, olumsuz yönde değişmektedir. Açıklanan koşullarda büyüme ve gelişme yavaşlarken, üründe nitelik ve nicelik azalır, bitki ve bitki organlarının yaşamlarını yitirmesiyle karşılaşılabilir. Bu koşullara **stres etmenleri**, olaya da **stres** denmektedir. Stres etmenleri **biyotik** ve **abiyotik** kökenli olabilmektedir.

Stres Etmenlerinin Bitki Besin Elementi Alınımına Etkileri

Sıcaklık Stresi

Her bitki türünün uygun biçimde büyüme ve gelişmesi için **optimum sıcaklık** denilen belirli bir sıcaklık aralığına gereksinimi vardır. Optimum sıcaklığın alt ve üst sınırları dışında bitki strese girer ve büyümesi yavaşlar.

Farklı bitkilere göre değişmekle birlikte, çoğunlukla sıcaklık artışı besin elementi alınımını önceleri arttırmakta, belli bir değeri aştıktan sonra geriletilici etkisi gözlenmektedir. Bu gerileme 40-45°C'den sonra belirgin şekilde ortaya çıkmaktadır. Çok az sayıda bitki türü 45°C'nin üzerinde yaşamını sürdürebilmektedir. Yüksek sıcaklık bitkilerde sıcaklık ölümüne yol açar. Sıcaklık ölümünün ortaya çıkması bitkinin yüksek sıcaklıkta kalma süresi ile doğrudan ilişkilidir. Yüksek sıcaklık ve yoğun güneş ışığı altındaki bitkiler metabolik işlevlerini sürdürebilmek için bazı morfolojik ve fizyolojik değişiklikler yaparlar. Morfolojik değişiklikler arasında, yaprak yüzeyinde tüy oluşumu, ışığı yansıtmak için yaprak yüzeylerinin mumsu maddelerle kaplanması dikkat çekicidir.

Sıcaklığın uygun sınırların üstünde ve altında bulunması, hem pasif, hem de aktif besin element alınımını olumsuz etkilemektedir. Yüksek sıcaklıkta **enzimlerin** yapısal bozulması ve solunumun yavaşlamasıyla aktif alımın, membranların geçirgenliğinin azalmasıyla da pasif alımın güçleşir.

Soğuk stresinin etkin olduğu düşük sıcaklıkta biyokimyasal tepkimelerin yavaşlaması aktif alınımı, molekül ve iyonların kinetik enerjilerinin düşmesi de pasif alımı azaltmaktadır. Ayrıca, bu koşullarda biyolojik zarların etkilenmesiyle, biyokimyasal işlevlerin gerçekleştirilmesi için daha fazla enerjiye gerek duyulur. Zararın düzeyi bitkinin maruz kaldığı soğuk şiddeti kadar, süresi ve geriye dönüşüm hızından da etkilenmektedir.

Diğer yandan sıcaklık alınan anyon ve katyonların oranları üzerinde de etkili olmaktadır. Düşük sıcaklıklarda anyonların katyonlara göre daha az miktarlarda absorplandığı gözlenmektedir.

Sıcaklığın 0°C'nin altına düşmesiyle don stresi baş gösterir. Bitkilerin yapılarında yüksek miktarda su bulundurmaları anılan olumsuz etkiyi güçlendirmektedir. İlk buzlanmanın hücre dışında gerçekleşmesi, koşullar geriye döndüğü takdirde zararlardan kurtulma şansı vermektedir. Ancak, ilerleyen zamanla, hücre içi sıvısının da donması zararın boyutları artırdığı gibi, geri dönme olanağını da ortadan kaldırmaktadır.

Tohumlar çok az su içerdikleri için düşük sıcaklığa uzun süre dayanabilirler.

Biyotik: Canlı; yani bitki, hayvan ve mikroorganizmalarla ilgili olan.

Abiyotik: Cansız; yani bitki, hayvan ve mikroorganizmalarla ilgili olmayan.

Enzimler: Canlı organizmalarda gerçekleşen metabolik olaylarla ilgili tepkimelere girerek hızlandıran; ancak, sonunda değişmeden çıkan protein özelliğindeki maddelerdir.

Su Stresi

Bitkinin aldığı sudan daha fazlasını kaybetmesiyle **su yetersizliği** stresi oluşurken, yetişme ortamında gereğinden fazla bulunduğu da **su taşkını stresi** ortaya çıkmaktadır. Ancak, su stresi kavramı daha çok yetersizliği anlamında kullanılmaktadır.

Su Yetersizliği Stresi

Su yetersizliği stresi toprakta yarıyışlı suyun gereken miktarda bulunmaması, transpirasyonun (terleme) yüksek miktarlarda gerçekleşmesi ya da tuzlu koşullarda osmotik dengelerin bozulmasıyla ortaya çıkmaktadır.

Su kaybı turgor basıncının azalması ve hücrelerin plazmolisize uğramalarına yol açar. Bu durumda bitkiler pörsür, stomalar (gözenek) kapanır. Bitkiye CO_2 'in girişi engelleneceği için fotosentez sınırlanır. Diğer yandan, fotosentez ürünlerinin yapraklardan diğer organlara taşınan miktarı azalır. Hücre çeperi ve protein sentezlenmesinin yavaşlamasıyla, bunların sentezlerinde rol alan ya da yapı taşları niteliğinde olan besin elementlerine gereksinimleri düşer.

Su Taşkını Stresi

Bitki kök ortamının iyi havalanmaması halinde besin elementi alınımı önemli ölçüde zarar görmektedir. Drenaj koşullarının olumsuzluğu, aşırı yağış ve sulamayı izleyen dönemler bitkinin beslenmesini güçleştirmektedir. Bu koşullarda büyüme geriler ve ürün kaybı gözlenir.

Sorunların ortaya çıkması ortamdaki oksijen (O_2) yetersizliğine bağlıdır. Kalan az miktardaki O_2 'in kullanılmasıyla gerçekleşen solunum nedeniyle biriken CO_2 , boşluklar suyla kaplı olduğu için uzaklaşamaz. Açıklanan koşullarda CO_2 bitkiler üzerinde toksik etki yaparak, metabolik işlevleri olumsuz yönlendirir. Bu nedenle bitkilerde aktif iyon alınımı azalır ve besin element noksanlıkları ortaya çıkarır.

Su ile kaplı topraklarda anaerobik mikroorganizma işlevleri sonucunda oluşan çeşitli metabolik ürünler de bitki üzerinde toksik (zehir) etkiye yol açmaktadır.

Kök çevresinde gereksinim duyulan O_2 miktarı bitkiden bitkiye değişmekle birlikte atmosfere göre (% 21) düşüktür. Sucul bir bitki olan çeltikte bu oran %2'nin altında bile zararlı olmazken, arpanın aynı koşullarda iyon alınımı yönünden güçlük çektiği bildirilmektedir (Kacar, 1989).

Tuz Stresi

Kurak ve yarı kurak bölgelerde, drenaj koşullarının uygun olmadığı sulanabilir arazilerde, deniz suyunun etkisi altında ve sulama suyunun tuzlu sınıfa girmesi halinde bitkilerde tuz stresine rastlanmaktadır. Kök bölgesinde çözünmüş tuzların fazlalığı osmotik potansiyeli arttırarak bitkinin su almakta güçlük çekmesiyle sonuçlanırken, ortamdaki fazlalıkları nedeniyle toksik etki de gösterebilmektedir.

Bitkilerde suyun eksilmesi ve tuzluluğa neden olan iyonların artmasıyla enzim aktivitesi, protein sentezi, zarların geçirgenliği azalır, kloroplastlar ve diğer hücresel yapılarda zararlar ortaya çıkar. İyonlar arasında var olan denge bozularak tuz etkisi yaratan iyonlarla bitki besin elementleri arasında rekabet koşulları oluşur. Bitkiler kendileri için gerekli elementleri yeterli miktarda alamazlar.

Tuzun doğrudan toksik etkisi kloroz ve nekroz şeklindeki belirtilerle gözlenmektedir. Tuzluluk çoğunlukla sodyum (Na^+), klor (Cl^-), sülfat (SO_4^{2-}) ve bikarbonat (HCO_3^-) iyonlarının varlığıyla ortaya çıkmaktadır. Anılan koşullarda kitle akımı ile rizosfere gelen yüksek miktardaki Na^+ , rekabette üstün duruma geçer. Bu

koşullarda başta Ca^{+2} olmak üzere diğer iyonların alınmalarını güçleştirir. Aynı zamanda miktarı yükseldiği için hücrede mevcut olan diğer kimi iyonların (K^+ , Ca^{+2} gibi) da atılmasına neden olur. Tuzlu koşullarda bitkiler Mg noksanlık sorunuyla da karşılaşılabilir.

Işık

Işık intensitesinin yetersizliği ya da fazlalığı bitkideki metabolik işlevleri önemli ölçüde etkilemektedir. Anılan etki yoğunlukla fotosentez oranı ve bitki sıcaklığı üzerinde görülür. Güneşten gelen enerjinin gücü, bitkiye ulaşıncaya kadar, çeşitli atmosferik etmenlerle azalmaktadır. Diğer yandan bitkinin içinde yer aldığı ortam, var olan diğer bitkilerin yoğunluğu, boyanma durumları; farklı dizilim gösteren yapraklarının konumu, şekli ışıktan yararlanma konusunda ayrımlara yol açmaktadır. Yetersiz ışıqla yüz yüze bulunan bitkilerde karbonhidrat oluşumu azalır. Var olan karbonhidratlar solunumla kullanılacağından hücredeki miktarı düşmeye başlar. Köklere daha az fotosentez ürünü gönderilir. Bu koşullarda hem kök gelişimi yavaşlayacağı için besin elementlerinin alınabileceği kök yüzey alanı azalır, hem de fotosentez ürünlerinin köklerde enerji kaynağı şeklinde kullanımıyla aktif absorpsiyon miktarı düşer.

Diğer yandan, yeterli ışık besin elementi alınımında, dolaylı şekilde ortaya çıkan, önemli derecede olumlu etkilere sahip bulunmaktadır. Bunlardan birincisi gözeneklerin açılıp kapanmasıyla transpirasyonun hızlanması, alınan su ve mineral madde miktarının artmasına dayanır. Diğer ise ışığın etkisi ile ortaya çıkan fotosentez ürünlerinin köklerde enerji üretiminde kullanımıyla aktif absorpsiyonun artmasına zemin hazırlamasıdır.

Bitki Besin Maddesi Alınımına Bitkisel ve Diğer Kimi Önemli Etmenler

Bitki Çeşidi

Aynı koşullarda yetismekte olsalar da ayrı bitkilerin bünyelerine aldıkları besin element miktarları arasında önemli farklar gözlenmektedir. Bunun nedenleri taşıdıkları kalıtsal (genetik) özellikler, ortam koşullarına gösterdikleri uyum gücü, kökün CO_2 salgısı, kök sistemlerinin farklılığı şeklinde sayılabilir.

Bitkinin Büyüme Dönemi

Gelişme dönemini temsil eden farklı zaman dilimlerinde bitkinin besin element alınımının ayrımlı olduğu dikkati çekmektedir. Bitki dokularının büyümesi sonucunda elementlerin alınımına uygun yüzey miktarı artmakta, hücre sayısı çoğalmaktadır. Ayrıca genç bir hücrenin gelişmesini tamamlamış olanlara göre besin elemen gereksinimi daha yüksektir.

Bitkinin Besin Element İçeriği

Bir besin elementinin bitkideki içeriği gereksinim duyduğu miktarda ise alınması yavaşlamakta ya da durmaktadır. Bu olgunun köklerdeki aktif alım mekanizmasının kontrolüyle meydana geldiği düşünülmektedir.

Diğer yandan bitkideki aynı organik moleküllerin yapısında yer alan iyonlardan birisinin fazla alınması halinde diğerinin alınımı da aynı yönde etkilenmekte, yani artmaktadır.

Besin Elementlerinin Karşılıklı Etkileşimleri

Besin elementlerinin bitkiye alınmaları sırasında aralarında olumlu ve olumsuz yönde etkileşimler dikkati çeker. Örneğin, iki farklı besin elementinin aktif alınmaları aynı taşıyıcıyla gerçekleşiyorsa, ortaya çıkan rekabet nedeniyle birbirlerini olumsuz etkilemektedirler. Ancak, herhangi bir besin elementi taşıyıcısını bir diğeriyle paylaşmıyorsa ya da birden fazla besin elementini taşıyan yeteri kadar taşıyıcı varsa sözü edilen durum ortaya çıkmayacaktır.

Diğer yandan bir besin elementinin alınmasıyla diğerinin de aynı yönde etkilendiği koşullar söz konusu olabilmektedir.

Bu konu ünitenin sonunda yer alan “Besin elementleri arasındaki olumlu ve olumsuz etkileşimler” başlığı altında daha ayrıntılı verilmiştir.

Tepkime (Reaksiyon, pH)

Bitkilere göre değişmekle birlikte tepkime besin elementlerinin bitki bünyesine alınımını çeşitli derecelerde etkilemektedir. Çoğunlukla pH 5,5-7,0 aralığında bitkilerin beslenme açısından iyi durumda bulunduğu söylenebilir. Ancak, molibden (Mo) dışındaki mikro besin elementlerinin bitki tarafından alınırılıkları bu aralığın alt sınırlarında, yani düşük tepkimelerde gerçekleşmektedir.

Tepkimenin değişmesi bitkiye alınan anyon ve katyon dağılımı üzerine etkilidir. Düşük pH'larda ortamdaki H^+ varlığının artması, bu iyonun taşıyıcılarla birleşme olasılığını yükseltecektir. Açıklanan koşullarda diğer katyonların alınımı güçleşirken, anyon alınımı artar. Aksi durumda, yani tepkimenin yükselmesiyle ortamda OH^- ve HCO_3^- iyonları çoğalır ve bunların bitki tarafından fazla miktarda alınmasıyla diğer anyonların alınım olasılığı güçleşir, buna karşın katyon alınımı artar.

Herhangi bir besin elementinin alınmasında tepkimenin etkisini gözlemek, ortamda gerekli miktarın üzerinde bulunması halinde güçleşebilir.

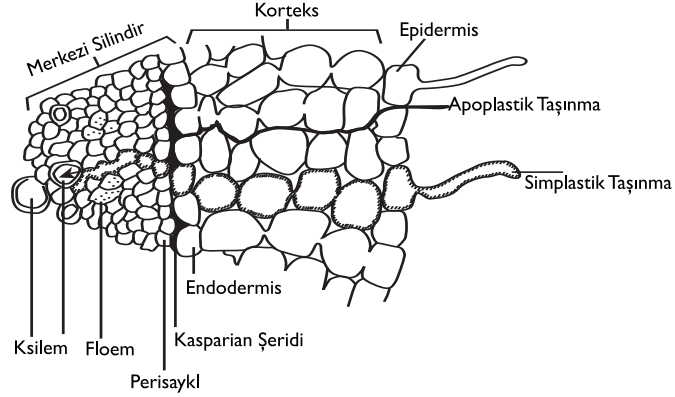
BESİN ELEMENTLERİNİN BİTKİDE TAŞINMALARI VE TAŞINMA YÖNLERİ

Besin elementlerinin kök tarafından alınmasından sonra ksilem iletim demetlerine ulaşması gerekmektedir. Korteksten endodermise kadar hücre çeperleri ve hücrelerarası boşlukların oluşturduğu **apoplast** adı verilen bağımsız yörelere ve hücreler arasında bağlantı sağlayan **plazmodezmata** (protoplasma iplikcikleri) aracılığıyla ilerleyebilmektedirler. İyonların bağımsız olarak hareketini sağlayan protoplazma sisteminin tümüne **simplast** adı verilmekte, bu yolla aktif taşınma sağlanmaktadır (Şekil 8. 9). Apoplast yolunda ise besin elementleri pasif, yani difüzyon ve kitle akımı gibi olayların sağladığı güçle ilerlemektedir. Ancak, endodermisden içeriye doğru pasif alımın yolu **Kasparian Şeridi** engeliyle karşılaşır. Bu yapı seçici ve tek yönlü bir alımına izin vermekte, besin elementleri geriye dönememektedir.

Kasparian şeridi endodermisde hücre duvarlarının kalınlaşması şeklinde gözlenir. Kasparian şeridinden içeriye alınan ve geriye dönmesi mümkün bulunmayan besin elementleri arkadan yenileri de gelmekte olduğundan merkeze doğru ilerlemek zorundadırlar. Diğer yandan dışarıdan içeriye doğru azalan O_2 miktarı içteki bir hücrenin dışakine göre metabolik etkinliğinin düşmesine neden olmakta, iyonların tutulma gücünü de aynı yönde azaltmaktadır. Açıklanan durumda besin elementleri hücrelerden çevrelerinde yer alan ksilem iletim demetlerine bırakılır.

Şekil 8.9

Besin elementlerinin köke alınmasında izlediği apoplast ve simplast yolları



Oksijensiz koşullar, soğuk ve zehir etkisi gösteren maddelerin varlığıyla yaşamsal olaylar için gereken enerjinin sağlanamaması halinde mineral maddelerin iletim dokularına gelmesi engellenebilmektedir.

Ksilem iletim demetlerine ulaşan besin elementleri yukarıya doğru hareket ederek gerekli organlara taşınabilmektedir. Ancak, besin elementleri bitkide daha farklı yönlerde de hareket etmektedirler. Diğer yönlerdeki taşınmalarında asal görevi floem (soymuk boruları) iletim demetleri üstlenmektedir.

Besin Elementlerinin Yukarıya Taşınması

Besin elementleri ksilemde transpirasyona bağımlı olarak hareket eden suyla birlikte yukarıya doğru taşınır. Transpirasyonun arttığı koşullarda daha çok madde taşınmaktadır. Kimi koşullarda **kök basıncı** da bu taşınmada etkili olmaktadır. Yukarıya doğru taşınmada ksilem asal rolü üstlenmiştir. Bu yöndeki taşınmada floemin katkısı son derece azdır.

Besin Elementlerinin Yanal Taşınması

Besin elementlerinin yanal taşınması ksilemle floem arasında yer alan kambiyumun etkisiyle ve öz ışınları aracılığıyla sağlanabilmektedir.

Besin Elementlerinin Aşağıya Taşınmaları

Besin elementlerinin aşağıya doğru taşınmalarında asal rolü floem iletim sistemi oynamaktadır. Bu yönde ksilemin rolü yok denilecek ölçüde azdır.

Besin Elementlerinin Yapraktan Diğer Organlara Taşınması

Kökler aracılığıyla alınarak yapraklara gelen ya da doğrudan yaprak yoluyla absorbe edilen besin elementlerinin bir kısmı daha sonra diğer organlara aktarılabilir. Bu taşınmada floem iletim demetleri etkilidir. Yapraktan diğer organlara doğru hareketin gerçekleşmesi elementlerin bitki bünyesinde **mobil** (hareketli) ya da **immobil** (hareketsiz) olmalarına göre değişir. Azot, fosfor, potasyum kolayca hareket edip, bulundukları konumdan uzaklaşabildikleri halde demir daha az yer değiştirmekte; kalsiyum, mangan, bor gibi elementlerin ise hareket etmesi mümkün olmamaktadır. Diğer yandan, büyüme ve gelişme döneminde bulunmaları nedeniyle metabolik işlevleri yoğun olan genç yapraklar, yaşlı olanlara göre besin elementlerini diğer organlara daha az ve daha sınırlı ölçüde göndermektedir.

Transpirasyon (Terleme): Bitkinin büyük çoğunluğu gözeneklerden (stoma) olmak üzere buhar halinde su kaybetmesidir.

Kök basıncı: Kök hücrelerinin hipertonic olmaları nedeniyle toprak çözeltisinden su almasıyla ortaya çıkan pozitif basınçtır.

BESİN ELEMENTLERİ ARASINDAKİ OLUMLU VE OLUMSUZ ETKİLEŞİMLER (İTERAKSİYON)

Gereksinim duyulan besin element miktar ve oranları bitkinin çeşidi, gelişme dönemi, çevresel koşullar gibi etmenlere göre değişim göstermektedir. Bu miktar ve oran çoğunlukla besin elementlerinin toprakta bulunan formları, miktarları ve aralarındaki denge gibi dış etmenler yanında bitkiye alınma ve kullanılma mekanizmaları gibi fizyolojik olaylara da dayanmaktadır.

Besin elementleri bitkiye çoğunlukla anyon (-) ya da katyon (+) halinde, yani iyonik formlarda alınmaktadır (BKZ Ünite 9 ve Ünite 10). Bu koşullarda iyonlar aralarında elektriksel dengeyi oluşturma yönünde davranacaklardır. Örneğin, tutulmakta olan anyonların dengelenmesi için bitki katyonlar alacaktır. Böylece **sinergistik** etki şeklinde tanımlanan olumlu yönde bir etkileşim (**iteraksiyon**) gözlenir. Diğer yandan aynı yüklü iyonlar arasında birbirlerinin yerlerine geçme eğilimiyle, diğerlerini tutundukları yerden sökmeleri şeklinde sonuçlanan bir rekabet de söz konusudur. Açıklanan durumda **antagonistik** yani zıt bir etkileşim ortaya çıkmaktadır. Bu koşullarda bitki hücresine bir iyonun alınımı ve tutulması diğeri tarafından engellenmektedir. Sözü edilen yarışma daha çok katyonlar arasında ortaya çıkmakta, anyonlar arasında daha az öneme sahip bulunmaktadır.

Açıklanan nedenler yetiştirme ortamında bir besin elementinin gereken miktarın üzerinde bulunması halinde, diğeri için yetersizlik sorununa zemin hazırlayabilmektedir. Gözden uzak tutulmaması gereken bu olgu, bitki beslemenin bilinçli ve dengeli şekilde yapılmasını önemli kılmaktadır. Gübrelemede toprak, bitki ve gerekiyorsa sulama suyu analizleri göz önünde tutularak hazırlanmış programların uygulanması mutlaka dikkat edilmesi gereken bir konudur. Böylece beklenen ürün ve kalite sağlanabilir, ekonomik sorunlar oluşmaz ve çevrenin korunması önemli ölçüde gerçekleştirilebilir.

Diğer yandan, bir bitki besin elementinin bünyede bulunması gereken miktarı kadar diğerleriyle aralarındaki oranın yani **beslenme dengesinin** de korunması konusu dikkatten uzak tutulmamalıdır. Böylece iyonlar arasındaki etkileşim de olumlu sınırlar arasında kalabilecektir.

Makro besin elementlerinden azot (N) ve fosfor (P) arasında çoğunlukla birbirini olumlu yönde etkileyen bir eğilim, yani sinergistik etki söz konusudur. Ancak baklagil bitkileri ve yağlı tohumlarda aksi durumla karşılaşabilmektedir.

Azot, diğer önemli bir makro besin elementi olan potasyum (K) ile de sinergistik etki göstermektedir. Anılan durum K gereksinimi yüksek bitkilerde daha belirgin şekilde ortaya çıkmaktadır.

Fosfor ve K'un arasında olumlu ve olumsuz yönde dikkate değer bir etkileşim söz konusu olmamaktadır.

Azotla kükürt (S) arasında daha çok baklagil bitkileri ve yağlı tohumlarda olmak üzere yine sinergistik etki gözlenmektedir. Her iki besin elementinin de proteinlerin yapısında yer almaları, bünyedeki miktarlarının aynı yönde değişmesine yol açmaktadır.

Kalsiyum (Ca), K ve magnezyumla (Mg) rekabet halindedir. Bunun yanında N'un bitkiye katyon olarak alındığı form olan amonyum (NH_4^+) ile de benzer rekabet gözlenmekte; ancak, nitrat (NO_3^-) formunda, yani anyon halinde verildiğinde bu olumsuz etkileşim ortaya çıkmamaktadır. Toprakta yeterince bulunsa bile sözü edilen iyonların artması halinde bitkilerin Ca alması güçleşecektir. Aksi söz konusu olduğunda da diğer katyonların alınması güçleşecektir.



Topraklara kireç uygulandığını duydunuz mu? Bu koşullarda bitki besleme açısından ne gibi sorunların ortaya çıkacağını düşünüyorsunuz?

Makro elementlerin kendi aralarında olduğu gibi mikro elementlerle de olumlu ve olumsuz yönde etkileşimleri söz konusudur.

Fosforun çinko (Zn) ile olumsuz yöndeki yani antagonistik interaksyonu bitki besleme uygulamaları yönünden çok önemlidir. Bu olumsuz etkileşim diğer önemli mikro besin elementi olan demir (Fe) ve bakır (Cu) için de geçerlidir. Özellikle damla gübreleme uygulamalarında P'lu gübrelerle Zn ve Fe'li gübreleri birlikte vermemeye özen gösterilmelidir.

Azot, bitkiye alım yönünden Fe, Zn, manganla (Mn) sinergistik; Cu ve molibdenle (Mo) değişen, borla (B) da antagonistik etkileşim içindedir.

Potasyumun Zn ve B ile olumlu, Cu ile olumsuz, diğer mikro besin elementleriyle değişen etkileşim içinde bulunduğu gözlenmektedir.

Kalsiyum ve Mg, molibden (Mo) dışındaki diğer tüm mikro besin elementleriyle olumsuz, yani antagonistik etkileşim içindedir.

Mikro besin elementlerinin kendi aralarındaki etkileşimleri çoğunlukla antagonistik, yani zıt yönde ortaya çıkmaktadır. Bunun yanında, Fe ile Mo; B ile de Cu ve Mo sinergistik etkileşim ortaya koymaktadırlar.

Özet



Bitki yaşamında temel öneme sahip suyun özellikleri açıklamak.

Su diğer tüm canlılarda olduğu gibi bitkilerde de yaşamın sürmesi için mutlaka gereklidir. Anılan özelliğini moleküllerinin sahip olduğu polar yapıya borçludur. Bu yapı oda sıcaklığında sıvı halini korumasına; bir halden diğer hale geçmesi için gereken enerji miktarının, özgül ısısının, adhezyon ve kohezyon güçlerinin, çözgen özelliğinin yüksek olmasına zemin hazırlamaktadır. Suyun anılan nitelikleri bitkinin çevresel ısı değişmelerinden daha az etkilenmesini, iletim demetlerinde uzak noktalara kadar taşınabilmesini, besin elementlerini çözerek, bitki tarafından alınma ve kullanılmasını kolaylaştırmaktadır.



Bitki beslemeye yön veren diffüzyon, osmoz ve şişme olayları irdelemek.

Bitki yaşamının farklı evrelerinde ve farklı fizyolojik olayların gerçekleşmesinde diffüzyon, osmoz ve şişme olayları önemli roller üstlenmişlerdir. Diffüzyon bitki besin elementlerinin kök etki alanına gelmesi, bitkiye alınması ve taşınmasında, transpirasyon kayıplarının gerçekleşmesinde etkili olmaktadır. Osmoz ve şişme hücrenin ve bunun sonucunda bitkinin turgorunu sağlamaktadır. Şişme tohumun çimlenmesi aşamasında da önemli role sahiptir.



Besin elementlerinin bitkiye alınma, taşınma mekanizmaları; aralarındaki farklar, etkileşimler; her birine etki eden etmenleri inceleyerek bunları yönlendirmek ve kontrol etmek konusunda çözümler üretmek.

Besin elementleri kök etki alanına diffüzyon ve kitle hareketleriyle ulaşırlar. Bitkiye alınmalarının ilk aşaması kolloid yüzeylerinde tutulmakta olan katyonların kök yüzeyine geçmeleriyle başlar. Daha sonra birbirini izleyen pasif ve aktif alım mekanizmalarıyla kök hücreleri tarafından alınır. Aktif alım seçici ve tek yönlüdür. Alınan iyonlar geriye dönemezler. Kökün merkezi silindirin de bulunan ksilem iletim demetleri su ve besin elementlerinin yukarıya doğru taşınmasını sağlamaktadır. Besin elementleri ksileme korteks hücreleri ve endodermisi geçerek ulaşırlar. Geçiş yolu ya hücreler arasında yer alan apoplast ya da hücreden hücreye uzanan sitoplazma iplikciklikerinin oluşturduğu simplast yoludur. Apoplast yolu endodermisten içeriye ilerleyemez. Besin elementlerinin merkezi silindire ulaşması membranlardan geçerek mümkün olur. Besin element miktarları bu yörede arttığı için ksilem iletim demetlerinin boşluğuna aktarılmaları kolaylaşır. Transpirasyon ve kök basıncının etkisiyle su yukarıya doğru ilerlerken besin elementleri de bu yönde taşınmaktadır. Bitki içinde aşağıya ve yapraktan diğer organlara floem, yanal yönde taşınmaları da ksilemle floem arasındaki bağlantılarla sağlanmaktadır. Anılan olayların gerçekleşmesinde bitkinin özellikleri kadar çevresel koşullar da etkili olmaktadır.

Kendimizi Sınavalım

1. Aşağıdakilerden hangisi suyun ksilem iletim demetlerinde kopmadan ilerlemesini açıklar?

- a. Adhezyon
- b. Kohezyon
- c. Kök Basıncı
- d. Aktif Taşıma
- e. Kitle Akımı

2. Aşağıdakilerden hangisi diffüzyon ile kitle akımı arasındaki farkı **anlatmamaktadır**?

- a. Diffüzyon, maddeyi oluşturan atom, molekül ve iyonların kinetik enerjisinden; kitle akımı ise, çözgenin hareketinden ileri gelmektedir.
- b. Diffüzyonda dinamik bir denge oluşurken, kitle akımında denge söz konusu değildir.
- c. Diffüzyon ve kitle hareketinin her ikisinde de sıcaklık etkilidir.
- d. Diffüzyonda, parçacıkların hareketi geliş güzel, kitle akımında ise çözgenin hareketine bağlıdır.
- e. Kitle akımının hızı yoğunlukla diffüzyona göre daha yüksektir.

3. Aşağıdakilerden hangisi osmoz olayını anlatmaktadır?

- a. Bitkinin yüksek miktarda su alarak membranın hücre duvarına itilmesidir.
- b. Yarı geçirgen bir zarla ayrılmış ortamda suyun konsantrasyonunun fazla olduğu yönden az olduğu yöne geçerek su potansiyelini eşitleme eğilimidir.
- c. Çözünen madde miktarına bağlı olarak ortamın su alma eğilimidir.
- d. Çözünen maddelerin çözücünün hareketiyle taşınmasıdır.
- e. Çözünen maddenin kinetik enerjisine bağlı taşınmasıdır.

4. Aşağıdakilerden hangisi bir yapının suya ilgi duyduğunu göstermektedir?

- a. İzotonik
- b. Hipotonik
- c. Hidrofobik
- d. Hipertonik
- e. Hidrofilik

5. Genç bir kökün boyuna kesiti incelendiğinde en uçta mekanik yıpranmaları engelleyen aşağıdakilerden hangisidir?

- a. Kök Başlığı (Kaliptra)
- b. Uzama Yöresi (Genişleme)
- c. Farklılaşma yöresi
- d. Kök Tüyleri
- e. Korteks

6. Aşağıdaki olaylardan hangileri bitki besin elementlerinin toprak çözeltisinden kök etki alanına gelmesinde etkilidir?

- a. Adhezyon - Kohezyon
- b. Kontakt Değişim - Karbonik Asit Kuramı
- c. Diffüzyon - Kitle Hareketi
- d. Adsorpsiyon - Absorpsiyon
- e. Diffüzyon - Osmoz

7. Aşağıdakilerden hangileri tuz stresi sonucunda ortaya çıkmaktadır?

- a. Hipertonik etki - Hipotonik etki
- b. Sinergistik etki - Antagonistik etki
- c. Toksik etki - Kök boğulması
- d. Osmotik dengenin bozulması - Toksik etki
- e. Antagonistik etki - Hipertonik etki

8. Aşağıdakilerden hangisi “aynı yüklü iyonların arasında birbirlerinin yerine geçme eğilimiyle, diğerlerini tutundukları yerden sökmeleri” şeklinde gözlenen rekabeti anlatmaktadır?

- a. Sinergistik etki
- b. İnteraksiyon
- c. Adhezyon
- d. İzotonik etki
- e. Antagonistik etki

9. Toprak çözeltisinde bulunan bitki besin elementleri kök içerisine alındıktan sonra aşağıdaki yapılardan hangisi ile bitkinin üst kısımlarına taşınmaktadır?

- a. Simplast
- b. Apoplast
- c. Ksilem
- d. Kasparian Şeridi
- e. Floem

10. Bitki besin elementleri arasında görülen etkileşimlerle ilgili, aşağıda verilen yargılardan hangisi yanlıştır?

- Azot (N) ve fosfor (P) arasında çoğunlukla birbirini olumlu yönde etkileyen bir eğilim söz konusudur.
- Özellikle yüksek bitkilerde azot (N) ile potasyum (K) alımı arasında olumlu bir ilişki görülmektedir.
- Fosfor (P) ve potasyum (K) arasında olumlu ve olumsuz yönde dikkate değer bir etkileşim söz konusu olmamaktadır.
- Bitkilerin azot (N) ve sodyum (Na) alımı arasında olumlu bir etkileşim gözlenmektedir.
- Azotla kükürt (S) arasında daha çok baklagil bitkileri ve yağlı tohumlarda olmak üzere olumlu etki gözlenmektedir.

Kendimizi Sınayalım Yanıt Anahtarı

- | | |
|------|---|
| 1. b | Yanıtınız yanlışsa “Suyun Adhezyon ve Kohezyon Güçleri” bölümünü yeniden inceleyiniz. |
| 2. c | Yanıtınız yanlışsa “Diffüzyon Nedir ve Bitki Yaşamında Ne Gibi Önemi Bulunmaktadır?” bölümünü yeniden inceleyiniz. |
| 3. b | Yanıtınız yanlışsa “Osmoz Nedir ve Bitki Yaşamında Ne Gibi Önemi Bulunmaktadır?” bölümünü yeniden inceleyiniz. |
| 4. e | Yanıtınız yanlışsa “Şişme Nedir Bitki Yaşamında Ne Gibi Önemi Bulunmaktadır?” bölümünü yeniden inceleyiniz. |
| 5. a | Yanıtınız yanlışsa “Kökün Yapısı” bölümünü yeniden inceleyiniz. |
| 6. c | Yanıtınız yanlışsa “Besin Elementlerinin Kök Etki Alanına Gelmesi ve Alınması” bölümünü yeniden inceleyiniz. |
| 7. d | Yanıtınız yanlışsa “Tuz Stresi” bölümünü yeniden inceleyiniz. |
| 8. e | Yanıtınız yanlışsa “Besin Elementleri Arasındaki Olumlu ve Olumsuz Etkileşimler (İnteraksiyon)” bölümünü yeniden inceleyiniz. |
| 9. c | Yanıtınız yanlışsa “Besin Elementlerinin Bitkide Taşınmaları ve Taşınma Yöntemleri” bölümünü yeniden inceleyiniz. |
| 10.d | Yanıtınız yanlışsa “Besin Elementleri Arasındaki Olumlu ve Olumsuz Etkileşimler (İnteraksiyon)” bölümünü yeniden inceleyiniz. |

Sıra Sizde Yanıt Anahtarı

Sıra Sizde 1

Ekzotermik bir olay olan donma sırasında, her gram su çevreye 80 cal gibi yüksek bir ısı vermektedir. Donun gerçekleştiği zaman dilimi boyunca, seraların üzerine yağmurlama yapılırsa, suların donma sırasında çevreye verdikleri ısıyla seranın içinde sıcaklığın düşmesi engellenebilecektir. Ancak uygulamanın kesintisiz ve sorunun bitmesine kadar sürdürülmesi zorunludur.

Sıra Sizde 2

Kapağı açık bir parfüm şişesinden ya da vazoda bulunan yaseminden yayılan ve koku şeklinde algılanan moleküller, sahip oldukları kinetik enerjiyle, çok yoğun bulundukları alandan, havayı oluşturan (N_2 , O_2 , CO_2 , ve diğerleri) moleküller arasına doğru yayılmaktadırlar. Ancak, moleküllerin hareketi hiç durmadığı ve hep sür-

düğü halde, bir süre sonra denge oluşarak, bir yönden diğerine geçen molekül sayısı eşitlenecektir. Bu anda “**dinamik denge**” kurulmuştur ve koşullar aynı kaldığı sürece sözü edilen denge korunacaktır.

Sıra Sizde 3

Parazit bitkilerin osmotik basıncı konukçulara göre, halofitlerin (tuzcul bitkiler) mezofitlere (su gereksinimi orta derece olan bitkiler) göre, çöl bitkilerinin de bataklık bitkilerine göre daha yüksektir. Anılan bitkiler su gereksinimlerini osmotik basınçlarını yüksek tutarak sağlamaktadırlar.

Sıra Sizde 4

Çözeltideki tuz oranının artması osmotik basıncı artırır (hipertonik çözelti). Bu koşullarda hücreler çözeltiye su vererek plazmolize uğrar ve turşular büzüşür.

Sıra Sizde 5

Topraklarda tepkimenin düşük, yani ortamın asidik koşullar taşıması halinde (BKZ Ünite 3) pH'nın yükseltilmesi ve buna bağlı olarak birçok toprak özelliğinin düzenlenmesi amacıyla tarım kireci uygulanmaktadır. Böylece pH yükselir, toprak özellikleri iyileşir ve yetişme ortamında bitkilerin kullanabileceği Ca da artar. Diğer katyonlardan K, Mg, NH_4^+ 'a göre bitkiye alınmada daha yüksek şansa sahip bulunması nedeniyle ve aralarındaki antagonistik etkileşimin bir sonucu olarak, Ca anılan iyonların alınmasını kısıtlayacaktır. Diğer yandan ortam tepkimesinin yükselmesi dikkatle izlenmelidir. Uygulanacak kireç miktarının gereğinden fazla olması halinde tepkime fazla yükselebilir ve mikro besin elementlerinin alınmasında güçlükler ortaya çıkarabilir. Bu konu da dikkatten uzak tutulmamalıdır.

Yararlanılan Kaynaklar

- Bidwell, R. G. S., 1979. Plant Physiology. Mac Millan publishing Co., Ing. Newyork 726 s.
- Devlin, R. M., 1975. Plant Physiology. Published by D. Van Nostrand Company. Newyork, N.Y. 10020.
- Eryüce, N. 1993. Bitki Fizyolojisi. EÜZF. Ders Teksiri, No: 31. Bornova-İzmir. 109 s.
- Kacar, B., 1989. Bitki Fizyolojisi AÜZF. yay: 1153, Ders Kitabı: 323. Ankara, 423 s.
- Kacar, B., Katkat, A. V., Öztürk, Ş. 2010. Bitki Fizyolojisi. Nobel Yayın No: 848. 556 s.
- Mengel, K. and Kirkby, E. A., 1982. Principles of Plant Nutrition. IPI Bern, 655 s.
- Mersin, G. G. 2010. Bitkilerde Stres Koşulları ve Stres Tepkileri. EÜZF Toprak Bölümü, Diploma Tezi. 51 s.
- Salisbury, F. B., Ross, C., 1969. Plant Physiology. Wadsworth publishing Comp. Inc., Belmont, California. 747 s.
- Vardar, Y., 1970. Bitki Anatomisi Dersleri. EÜFF Kitaplar serisi No: 29. Bornova, 172 s.
- Vardar, Y., 1970. Bitki Fizyolojisi Dersleri. EÜFF Kitaplar. serisi No: 37. Bornova 332 s.

9

Amaçlarımız

Bu üniteyi tamamladıktan sonra;

- Mutlaka gerekli makro bitki besin elementlerinin bitki gelişimi üzerindeki genel etkilerini tanımlayabilecek,
- Makro bitki besin elementlerinden N, P, K, Ca, Mg, S ve Na'un bitki gelişimindeki işlevlerini açıklayabilecek,
- Anılan elementlerin noksanlıkları halinde bitkide oluşabilecek problemleri tanımlayabilecek ve çözümler üretebileceksiniz.

Anahtar Kavramlar

- Makro bitki besin elementleri
- Azot (N)
- Fosfor (P)
- Potasyum (K)
- Kalsiyum (Ca)
- Magnezyum (Mg)
- Kükürt (S)
- Sodyum (Na)

İçindekiler

Toprak Bilgisi ve
Bitki Besleme

Mutlaka Gerekli
Makro Bitki Besin
Elementleri

- BİTKİ GELİŞİMİNDE MUTLAKA GEREKLİ MAKRO BİTKİ BESİN ELEMENTLERİ
- BİTKİ GELİŞİMİNDE AZOTUN ÖNEMİ VE ETKİSİ
- BİTKİ GELİŞİMİNDE FOSFORUN ÖNEMİ VE ETKİSİ
- BİTKİ GELİŞİMİNDE POTASYUMUN ÖNEMİ VE ETKİSİ
- BİTKİ GELİŞİMİNDE KALSİYUMUN ÖNEMİ VE ETKİSİ
- BİTKİ GELİŞİMİNDE MAGNEZYUMUN ÖNEMİ VE ETKİSİ
- BİTKİ GELİŞİMİNDE KÜKÜRDÜN ÖNEMİ VE ETKİSİ
- BİTKİ GELİŞİMİNDE SODYUMUN ÖNEMİ VE ETKİSİ

Mutlaka Gerekli Makro Bitki Besin Elementleri

BİTKİ GELİŞİMİNDE MUTLAKA GEREKLİ MAKRO BİTKİ BESİN ELEMENTLERİ

Bitkiler, yaşamları için gerekli besin elementlerini kök üstü organlarıyla havadan ve kökleriyle yetiştirildikleri ortamdan alırlar. Bitki gelişmesi için mutlaka gerekli elementlerin sayısı ve sınıflandırılmasında araştırmacılar arasında görüş ayrılıkları gözlenmektedir. **Makro besin elementleri** ve **mikro besin elementlerinin** dışında **fonksiyonel besin elementleri** ya da **yararlı elementler** gibi isimlendirilenlerle bu sayı en fazla 20 adet olarak belirtilmektedir. İlk iki grupta yer alan besin elementlerinin gerekli sınırlar ve oranlarda bulunmamaları halinde gelişme gerilemekte, ürün miktarı düşmektedir. Diğerleri ise belli koşullar ve belli bitkiler için daha fazla önem taşımaktadır.

Bitki bünyesindeki içerikleri yüksek miktarlarda olan makro elementler karbon (C), hidrojen (H), oksijen (O), azot (N), fosfor (P), potasyum (K), kalsiyum (Ca), magnezyum (Mg), kükürt (S) ve sodyum (Na)'dur. Adı geçen elementlerden C, H, O havadan alındığı için bu bölümde incelenmemiştir. Ağırlıklı olarak kökler yoluyla alınan ve gerekli hallerde gübrelemeyle bitkilere uygulanan **mutlak gerekli makro elementler** ele alınacaktır. Sözü edilen bitki besin elementleri de kendi aralarında bitkinin gereksinimi dikkate alınarak gruplandırılabilir. Bunlardan N, P, K **birincil makro besin elementleri** ya da **temel besin elementleri**; Ca, Mg, S de **ikincil makro besin elementleri** ya da **yardımcı besin elementleri** şeklinde değerlendirilir.

BİTKİ GELİŞİMİNDE AZOTUN ÖNEMİ VE ETKİSİ

Bitkilerin Azot (N) Alımı

Azot bitkiler tarafından nitrat (NO_3^-) ve amonyum (NH_4^+) iyonları şeklinde alınır. Amonyum N'ü, NO_3^- N'unda olduğu gibi yağışlarla yıkanmaz. Ancak, NH_4^+ toprak yüzeyinde bırakıldığında özellikle kireçli topraklarda ve hava sıcaklığının arttığı dönemlerde, gaz halinde atmosfere karışarak kaybolur. Azot, bitkiler tarafından hangi formda alınırsa alınsın, bitki bünyesinde NH_2^- (amino grubu) şekline dönüşmekte ve amino asitlerde proteinleri oluşturarak protoplazmanın yapısında rol oynamaktadır. Böylece N tüm canlılarda temel yapı maddesi görevi üstlenmiştir.

Bitkiler aynı zamanda havanın bağımsız N'undan da yararlanabilirler. Mikroorganizmalar aracılığıyla gerçekleşen bu olgu **biyolojik N fiksasyonu** adını almakta, simbiyotik (ortak yaşayan mikroorganizmalar) ve asimbiyotik (bağımsız yaşayan mikroorganizmalar) yollarla meydana gelmektedir (Bkz. Ünite: 7).

SIRA SİZDE



Topraktan N kaybının nedenlerini biliyor musunuz?

DİKKAT



Yaprığı yenen sebzelerde nitrit-nitrat birikimi sağlığa son derece zararlıdır.

Bitkilerin Azot İçerikleri

Bitkilerin türüne, yaşına, organlarına (tane, gövde, kök vb.) bağlı olarak N içerikleri değişim göstermekte, kuru madde ilkesine göre toplam N % 0,2- 6,0; NO_3^- N'u ise % 3,5'e kadar bulunabilmektedir (Kacar ve Katkat, 2007). Anılan elementin genç bitkilerde, olgun bitkilerden daha fazla, genç bitki organlarında da yaşlı organlara göre daha yüksek bulunduğu gözlenmektedir.

Gelişmenin ilk döneminde topraktan fazla miktarda bulunması istense de tüm gelişme süresince yeterli miktarda var olması sağlanmalıdır. Bitkilerin hasat edilen kısımlarıyla topraktan uzaklaştırılan N, çoğunlukla toprakta kalan kısımlarına göre daha fazladır.

Bitkilerin N içerikleri üzerine toprak ve iklim koşullarının etkileri yanında, N yönünden varsıl topraklarda daha yüksek miktarlarda alındığı görülmektedir.

Bitkilerde Azotun Metabolik İşlevleri

Bitkilerde yaprakların gelişimi, protein üretimi ve fotosentez gibi işlevlerde mutlaka gerekli olan N, bitki bünyesinde proteinin yapı taşları olan **amino asitlere** dönüştürülür. Amino asitler protoplazma oluşumunda kullanılır. Biotin, tiamin, niasin ve riboflavin gibi vitaminlerin de temel öğeleridir. Bitki tarafından yeterli miktarda alınan N, klorofilin yapısında bulunması nedeniyle koyu yeşil renk oluşumunu sağlamaktadır. Eksikliğinde klorofil yapısının bozulması, bitki gelişiminin durması ve yaprakların sararmasına neden olmaktadır.

Bitkilerde Azot Noksanlığı

Azot, bitki bünyesindeki önemli fizyolojik işlevleri yürüterek, ürün miktar ve kalitesini etkiler. Noksanlığı özellikle çiçeklenme öncesi (vegetatif) gelişme dönemi üzerine olumsuz etki yaparak bitkinin zayıf gelişmesine neden olur, yapraklar normal büyüklüklerini alamazlar ve renkleri de, noksanlığın derecesine bağlı olarak, açık yeşil ya da sarıya döner. Yapraklarda ortaya çıkan **kloroz** (sarılık) belirtisi diğer birçok besin element noksanlıklarının neden olduğu belirtilerden farklı olarak yaprağın her tarafında tekdüze görülmektedir (Fotoğraf 9.1).

Fotoğraf 9.1

Domateste N noksanlığı



Azot noksanlık belirtileri öncelikle yaşlı yapraklarda ortaya çıkar, noksanlığın devamı halinde ise bu belirtiler genç yapraklarda da görülür. Yaşlı yaprakların zarar görmelerinin nedeni, anılan besin elementinin bitki bünyesinde kolaylıkla hareket edebilmesi ve yaşlı organlardan genç, gelişmekte olan organlara taşınabilmesidir. Yapraklarda ortaya çıkan renk değişiklikleri bitki bünyesinde yeterli ölçüde klorofilin bulunmadığını göstermektedir. Klorofil noksanlığı da bitkide fotosentezin azalmasına zemin hazırlar. Bu durumda bitki zamanından önce çiçek açar ve gelişme süresi kısalmır. Noksanlığın şiddetine göre bitki boyunda kısılma gözlenirken, genç yapraklar küçük ve dar olur. Azot noksanlığı tohum, çiçek, meyve oluşumunun azalmasına yol açar (<http://www.menementopraksu.gov.tr/>). Kimi bitkilere ait noksanlık sınır değerleri Çizelge 9.1'de verilmiştir.

Bitki çeşidi	Konumu	Örnekleme zamanı	Az	Yeter	Fazla	Kaynakça
Portakal	Meyvesiz sürgünlerdeki alttan 4. yaprak	Eylül-ekim	<2,78	2,78-2,83	>2,83	Arı ve ark, 1996
Elma	Aynı yıl sürgünlerindeki orta yapraklar	Gelişme dönemi ortası	1,07-1,89	1,90-2,69	>2,70	Kacar ve Katkat, 2007
Kiraz	Aynı yıl sürgünlerindeki orta yapraklar	Temmuz ağustos	<2,12	2,12-2,68	>2,68	Tezcan ve ark., 2007
Bağ	Karşılıklı ilk çiçek salkımı	Tam çiçeklenme	<1,60	1,60-2,80	>2,80	Kacar ve Katkat, 2007
Kayısı	Aynı yıl sürgünlerindeki orta yapraklar	Temmuz ağustos	<1,47	1,47-2,52	>2,52	Eryüce ve ark., 2004
Erik	Sürgün ortası yapraklar	Yaz ortası	1,70-2,39	2,40-3,00	>3,10	Kacar ve Katkat, 2007
Buğday	Üstten iki yaprak	Başaklanma öncesi	1,25-1,74	1,75-3,00	>3,00	Kacar ve Katkat, 2007
Şeker pancarı	Yaprak	Haziran temmuz	<4,30	4,30-5,00	>5,00	Kacar ve Katkat, 2007
Hıyar (sera)	Büyüme ucundan 3. yaprağın ayası		2,5	3,5-5,5	>5,5	Gül ve ark., 2000

Çizelge 9.1

Kimi bitkilerin N sınır değerleri (%)

Anılan elementin noksanlığı kadar fazla olması da bitkiler üzerinde olumsuz etki yaratabilmektedir. Tahıllarda fazla N yatmaya neden olurken, meyve ağaçları don zararından daha fazla etkilenir, meyvelerin depolanma nitelikleri bozulur. Bu koşullar bitkilerin hastalıklara karşı dayanıklılıklarının azalmasına zemin hazırlamaktadır.

Bitkilerdeki noksanlık belirtileri, %21 N, %24 S içeren amonyum sülfat $[(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4]$; %21, %26 veya % 33 N içeren amonyum nitrat $[\text{NH}_4\text{NO}_3]$; %45-46 N içeren üre; %11 N içeren mono amonyum fosfat $[\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4]$ (MAP) veya %18 N içeren diamonyum fosfat $[(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4]$ (DAP) gübreleriyle giderilebilir.

BİTKİ GELİŞİMİNDE FOSFORUN ÖNEMİ VE ETKİSİ

Bitkilerin Fosfor (P) Alımı

Fosfor, bitkiler için önemli besin elementlerinden biri olup, topraktaki toplam miktarı genellikle % 0,02 ile 0,14 arasında değişir. Bu miktarın çok küçük bir bölümü bitkiler tarafından alınabilir formdadır ve N.K gibi diğer bitki besin elementlerine göre daha azdır. Bitkiler P'ü asit tepkimeli topraklarda primer ortofosfat iyonu ($H_2PO_4^-$), alkali tepkimeli topraklarda ise sekonder ortofosfat iyonu (HPO_4^{2-}) şeklinde alırlar. Bitkilerin P alımı topraklardaki formlarına, bitki çeşidine, bitkinin katyon absorpsiyon özelliğine, kök gelişmesine, kök tüylerinin uzunluğuna, kimi bitkilerin beslenme durumuna, rizosfer pH'sına bağlıdır. Uygun gelişme koşullarında daha fazla bulunmaları nedeniyle $H_2PO_4^-$ iyonu halinde alınmalarına daha fazla rastlanır.

Toprakların büyük çoğunluğunda P hareketsiz bir besin elementi olup, kök etki alanına kitle akımı ve diffüzyon ile taşınır (Bkz. Ünite No: 8). Fosfor toprakta bulunan demir ve alüminyum hidroksitler, Ca ve kil ile reaksiyona girer, bitkilere yararlı veya daha az yararlı formlara dönüşerek alınamaz hale gelebilir. Bu koşullarda noksanlık belirtileri gözlenir. Açıklanan nedenler tarım topraklarının alınabilir P yönünden genellikle fakirdurumda olmasına zemin hazırlar. P kaynakları inorganik ve organik kökenlidir. Yetersizliği halinde de kimyasal ve organik gübrelere kullanılmalıdır.

Bitki kökleri tarafından alınan ve iletim borularına yüklenen P, bitki içerisinde mobil (hareketli) olup yukarıya ve aşağıya doğru gereksinim duyulan yerlere taşınır.

Bitkilerin Fosfor İçerikleri

Bitkilerde P; N, K, Ca ve Mg'a oranla daha az miktarda bulunur. Vejetatif gelişme dönemlerinde bitkilerin optimum P içerikleri kuru madde ilkesine göre % 0,3-0,5 arasında değişirken, bu değer %1,0'in üzerine çıkması durumunda zehirlenme belirtileri görülebilir. Fosforun önemli kısmı gelişmenin erken dönemlerinde alınır.

Tohum ve meyvelerde, yaprak ve diğer organlarına göre daha fazla bulunan P'ü bitkiler gelişmelerinin erken dönemlerinde alırlar (Kacar ve Katkat, 2007). Bitkide P inorganik ve organik bileşikler şeklinde bulunur. Kök, gövde ve yapraklardaki P'un büyük bir bölümü inorganik yapıda olup, organik formdaki P tohumun çimlenmesinde önem taşır.

Bitkilerin yaşlı organlarına göre genç organlarında P miktarı daha fazladır. Çeşitli bitkiler arasında olduğu gibi aynı bitkinin tane ve sapları arasında da önemli ayrımlılık gözlenmektedir. Bu ayrım çok büyük olmamakla beraber turuncgil türleri arasında da ortaya çıkmaktadır.

Diğer yandan farklı bitkiler topraktaki yararlı P'ü farklı düzeylerde kullanabilmektedirler.

Bitkilerde Fosforun Metabolik İşlevleri

Fosfor, bitkinin fotosentez, solunum, enerji transferi (ATP), gen aktarımı (DNA), şeker ve nişasta gibi maddelerin taşınması ve depolanması, çiçek ve meyve oluşumu, ilk kök oluşumu ve gelişimi, hücre bölünmesi ve yeni hücre oluşumu; karbonhidratların, hormon, protein ve enerjiye dönüştüğü birçok olayda etkilidir. Meristem dokularının büyümesini düzenlemektedir. Tohum oluşumunda etkilidir ve bitkinin diğer bölümlerine göre tohumdaki içeriği yüksektir. Köklerin ve fidelerin daha hızlı gelişmesine yardımcı olur, olgunlaşmayı hızlandırır. Bazı bitkilerde hastalıklara karşı direnç sağlarken kimi sebze ve meyvelerin kalitesini düzenler.

Bitkilerde Fosfor Noksanlığı

Dünya topraklarında yaygın şekilde P eksikliğine rastlanılmaktadır. Noksanlık çoğunlukla

- Üst katmanının erozyonla kaybedilmesi nedeniyle organik madde içeriği düşük topraklar
- Yağışlı bölgelerde P'un demir fosfatlar şeklinde bağlandığı topraklar
- Kurak bölgelerde kirecin varlığında P'un, kalsiyum fosfatlar şeklinde bağlandığı topraklar
- Fosforlu gübre uygulanmayan, tepkimesi 5,5'den düşük ya da 7,5'den yüksek ve kil içeriği fazla topraklarda görülür.

Özellikle sebzelerde P kuru maddenin % 0,2'sinden düşükse bitkide P noksanlığı kendini gösterir (Çizelge 9.2). Bitki bünyesinde hareketli (mobil) bir element olduğundan genç yapraklara taşınabilmektedir. Bu nedenle noksanlık belirtileri öncelikle yaşlı yapraklarda gözlenir. Fosfor noksanlığının en tipik belirtisi yaşlı (alt) yapraklarda morumsu kırmızı renk oluşumudur. Genç yapraklar normalden daha küçük kalmakta, yaprak kenarlarında kıvrılmalar ve yapraklarda zamanından önce dökülmeler görülmektedir. Köklerde zayıflama, cansızlık ve emici tüylerin yeterince oluşmaması, sürgünlerde kısılma, incelme ve ipliksi gelişme, boğum aralarında daralma, raf ömründe kısılmalara sebep olmaktadır. Fosfor noksanlığı bitkinin en çok generatif (çiçeklenme dönemi) evrede zarar görmesine neden olur. Cansız, zayıf çiçek, küçük ve şekilsiz meyve oluşumunun yanında çekirdek sayısında azalma, çekirdek gelişim bozuklukları, meyve verimi ve olgunlaşmanın gerilemesi gibi anormallikler görülür. Tohum oluşumu olumsuz şekilde etkilenir.

Bitki çeşidi	Konumu	Örnekleme zamanı	Az	Yeter	Fazla	Kaynakça
Portakal	Meyvesiz sürgünlerdeki alttan 4. yaprak	Eylül-ekim	<0,12	0,12-0,16	>0,16	Arı ve ark, 1996
Elma	Aynı yıl sürgünlerindeki orta yapraklar	Gelişme dönemi ortası	0,10-0,13	0,14-0,40	>0,40	Kacar ve Katkat, 2007
Kiraz	Aynı yıl sürgünlerindeki orta yapraklar	Temmuz ağustos	<0,19	0,19-0,22	>0,22	Tezcan ve ark., 2007
Bağ	Karşılıklı ilk çiçek salkımı	Tam çiçeklenme	<0,30	0,30-0,60	>0,60	Kacar ve Katkat, 2007
Kayısı	Aynı yıl sürgünlerindeki orta yapraklar	Temmuz ağustos	<0,11	0,11-0,17	>0,17	Eryüce ve ark., 2004
Erik	Sürgün ortası yapraklar	Yaz ortası	0,09-0,20	0,14-0,25	0,26-0,40	Kacar ve Katkat, 2007
Buğday	Üstten iki yaprak	Başaklanma öncesi	0,11-0,20	0,21-0,50	0,51-0,80	Kacar ve Katkat, 2007
Şeker pancarı	Yaprak	Haziran temmuz	<0,45	0,45-1,10	>1,10	Kacar ve Katkat, 2007
Hıyar (sera)	Büyüme ucundan 3. yaprağın ayası	Eylül-Ekim	0,3	0,3-0,8	>0,8	Gül ve ark., 2000

Çizelge 9.2

Kimi bitkilerin P sınır değerleri (%)

Fotoğraf 9.2*Mısırdaki P
noksanlığı*

Asit topraklarda görülen P noksanlığı kireçleme ile kaybolmaktadır. Bitkilerin P alımı kuraklık ve düşük sıcaklık koşullarında azalmakta, noksanlık oksijen yoksulluğunun arttığı sıkışmış topraklarda da görülmekte, belirtiler sıcaklık ve nemin artmasıyla kaybolmaktadır.

Fosfor noksanlığının giderilmesinde genellikle triple süper fosfat (TSP, %43), monoamonyumfosfat (MAP, %48 P_2O_5), diamonyumfosfat (DAP, %46 P_2O_5) gübrelere kullanılmaktadır.

SIRA SİZDE



Fosforlu gübrelerin toprağa nasıl uygulandığını biliyor musunuz?

BİTKİ GELİŞİMİNDE POTASYUMUN ÖNEMİ VE ETKİSİ

Bitkilerin Potasyum (K) Alımı

Bitkiler geliştikleri ortamdan potasyumu K^+ iyonu şeklinde alır. Potasyum alımı N dışında diğer makro besin elementlerine oranla daha fazladır. Bitki dokularında K çok önemli fizyolojik ve biyokimyasal işlevlere sahip bir element olup, N, P ve birçok besin elementlerinden farklı olarak bitkide hiç bir kimyasal bileşime girmez ve organik şekilde bağlanmaz. Bu nedenle gelişme dönemi sonunda K bitkiden yitileceği gibi az da olsa köklerden toprağa aktarılır.

Anılan elementin bitkiler tarafından alımı bitkisel etmenler, toprak etmenleri, toprağın su içeriği, katyon değişim kapasitesi, diğer bitki besin elementleri, toprak havalanması, toprak sıcaklığı, toprak pH'sına bağlı olarak değişim gösterir.

K İ T A P



Bitkilerin K alımını anlamak için yararlı bir kaynak olan Bitki Besleme adlı kitabı inceleyebilirsiniz (Burhan Kacar ve Vahap Katkat, Nobel Yay. No:849, 2007, Ankara)

Bitkilerin Potasyum İçerikleri

Toprakta alınabilir şekilde bulunan K, bulunan başka katyonların cins ve miktarı, bitki türleri, gelişme durumu, yaşı gibi çeşitli etmenlerin etkisi altında değişiklik gösterir. Bitkilerin metabolik yönden etkin büyüme ucu, genç yaprak, kök ucu gibi yörelerinde K göreceli olarak daha fazladır.

Bitkiler gereksinim duydukları K'un büyük bölümünü vejetatif gelişme döneminde alırlar. Örneğin, tahıllar kardeşlenme ile başaklanma evresi arasında yüksek miktarlarda almaktadır.

Optimum bitki büyümesi için gereksinim duyulan K miktarının % 1-5 arasında (Çizelge 9.3) değiştiği, topraklarda bu değer % 0,5-2,5 arasında, ortalama miktarın ise % 1,2 olduğu bildirilmiştir. Toprakların toplam K içerikleri genel olarak yüksektir. Bu değer 5000-25000 mg kg^{-1} arasında değişir. Anılan elementin bitkiye yayışlı formu toplam miktarının çok küçük bir bölümünü oluşturur. Değişebilir K olarak tanımlanan alınabilir K 200mg kg^{-1} 'ın altına inmesi bitkide yetersizlik sınırı kabul edilmektedir.

Bitkilerde Potasyumun Metabolik İşlevleri

Potasyum, tüm canlı organizmalarda ve çoğunlukla enzim aktivite için gerekli bir elementtir. Bu nedenle yetersiz bulunduğu bitkilerde önemli kimyasal değişimler ortaya çıkar.

Potasyum bitkilerin hastalık ve zararlılara karşı direncini arttırmakta, parazitlerin gelişimi ve zararını azaltabilmektedir. Bitkide tuz-su oranını dengelemek, enzim aktivitesini arttırmak, stoma hareketlerini düzenlemek, fotosentez hızını yükseltmek gibi çok önemli işlevleri vardır.

Bitkilerde su dengesi üzerinde olağanüstü öneme sahiptir. Gelişme ortamında var olan K bitkinin daha fazla su almasını ve bünyesinde tutmasını sağlamaktadır. Yetersizliğinde dokulardaki su miktarının azalmasına paralel olarak hücre ve bitkinin büyüme oranı da azalmaktadır.

Bitkilerde Potasyum Noksanlığı

Bitkide hareketli bir besin elementi olduğundan, yani yaşlı yapraklardan genç yapraklara taşınabildiğinden noksanlık belirtileri önce alt yapraklarda gözlenir. Belirtiler yaprak kenarları ve uçlarında sararma (Fotoğraf 9.3), ardından koyu kahverengi oluşumlar şeklinde gözlenir. Noksanlığın çok şiddetli olması durumunda bu kısımlar ölür ve kuruyarak dökülür. Meyveler belirgin şekilde küçülür, meyve kabukları çok ince düzgün yüzeyli olur. Kimi bitkilerde noksanlık belirtileri yaprak yüzeyinde düzgün olmayan nekrotik lekeler şeklinde de ortaya çıkabilir.

Noksanlık durumunda karbonhidrat metabolizması bozulur, yaprak ve sapların dışı yakın hücrelerinin yapısında, selüloz ve lignin miktarı ile kütikula tabakası incelirken, zayıf sap ve gövde oluşumu bitkilerin hastalık ve zararlılara karşı dayanıklılığının azalmasına yol açar.

Fotoğraf 9.3

*Hıyarda K
Noksanlığı*



Bu bilgiler H. Marshner'in Mineral Nutrition of Higher Plants adlı kitabından alınmıştır (Institute of Plant Nutrition University of Hohenheim Federal Republic of Germany. Academic Press., 1986).



K İ T A P

Çizelge 9.3*Kimi bitkilerin K sınır değerleri (%)*

Bitki çeşidi	Konumu	Örnekleme zamanı	Az	Yeter	Fazla	Kaynakça
Portakal	Meyvesiz sürgünlerdeki alttan 4. yaprak	Eylül-ekim	<0,91	0,91-0,95	>0,95	Arı ve ark, 1996
Elma	Aynı yıl sürgünlerindeki orta yapraklar	Gelişme dönemi ortası	1,00-1,49	1,50-2,00	>2,00	Kacar ve Katkat, 2007
Kiraz	Aynı yıl sürgünlerindeki orta yapraklar	Temmuz ağustos	<0,77	0,77-1,47	>1,47	Tezcan ve ark., 2007
Bağ	Karşılıklı ilk çiçek salkımı	Tam çiçeklenme	<2,60	2,60-5,00	>5,00	Kacar ve Katkat, 2007
Kayısı	Aynı yıl sürgünlerindeki orta yapraklar	Temmuz ağustos	<2,13	2,13-3,31	>3,31	Eryüce ve ark., 2004
Erik	Sürgün ortası yapraklar	Yaz ortası	1,00-1,59	1,60-3,00	>3,10	Kacar ve Katkat, 2007
Buğday	Üstten iki yaprak	Başaklanma öncesi	1,00-1,50	1,51-3,00	>3,01	Kacar ve Katkat, 2007
Şeker pancarı	Yaprak	Haziran temmuz	0,50-1,99	2,00-6,00	>6,00	Kacar ve Katkat, 2007
Hıyar (sera)	Büyüme ucundan 3. yaprağın ayası	Eylül-Ekim	2,0	3,00-5,00	>5,00	Gül ve ark., 2000

Turuncgillerde yeni sürgünler zayıf ve yaprakları küçük olur. Noksanlığın ileri aşamalarında yapraklarda şekil bozuklukları yaygınlaşır. Bitki bodur büyüme gösterir. Pamukta, ilk belirti yapraklarda sarımsı beyaz lekelerin oluşmasıdır. Yaprakların zamanından önce dökülmesi pamuk kozalarının gelişmeden açılmasına ve kalitesinin bozulmasına neden olur.

SIRA SİZDE

**“Lüks tüketim” kavramını duydunuz mu?****BİTKİ GELİŞİMİNDE KALSIYUMUN ÖNEMİ VE ETKİSİ****Bitkilerin Kalsiyum (Ca) Alımı**

Yer kabuğunun yaklaşık % 3,6'sını oluşturan, bitkilerde hücre zarını sağlamlaştıran, hücre duvarının yapısına katılan ve enzimleri aktive eden Ca'un, bitkiler tarafından alımı iki değerlikli Ca^{+2} katyonu şeklinde olmakta, büyük kısmı bitkilerin kök etki alanına kitle akımı ile taşınmaktadır (Bkz. Ünite No:8).

Toprak çözeltisinde bulunan Ca, genç kök uçları tarafından alınmaktadır. Bu nedenle yeni köklerin oluşmasını engelleyen düşük sıcaklık, yetersiz havalanma gibi etmenler Ca alımını güçleştirmektedir.

Kalsiyum alımı Mg^{+2} , NH_4^+ , K^+ , NO_3^- ve toprak pH'sı tarafından etkilenmektedir. Kalsiyum alım hız ve miktarı, anılan katyonlara eşlik eden anyona da bağlıdır. Bitkiler tarafından NO_3^- anyonu ile en yüksek, SO_4^{-2} (sülfat) anyonu ile en düşük

düzeyde alınmaktadır. Ayrıca katyonik iyon olan Na^+ , K^+ , Mg^{+2} ve NH_4^+ iyonları da Ca alımını olumsuz yönde etkilemektedir.

Toprak çözeltisinde bulunan ve bitkiler tarafından alınan Ca ile toprak çözeltisinin pH'sı arasında önemli bir ilişki vardır. Asit tepkimeli topraklar kireçlenerek, pH'ları yükseltildiğinde H^+ miktarındaki azalmayla, bitkilerin alabildikleri Ca miktarı yükselmektedir.

Bitkilerin Kalsiyum İçerikleri

Kuru ağırlık ilkesine göre bitkilerin Ca içerikleri %0,20 ile %3,00 arasında dağılmakla birlikte, çoğunlukla %0,30 ile %1,00 yeterli bulunmaktadır (Çizelge 9.4).

Bitki çeşidi	Konumu	Örnekleme zamanı	Az	Yeter	Fazla	Kaynakça
Portakal	Meyvesiz sürgünlerdeki alttan 4. yaprak	Eylül-ekim	<4,33	4,33-4,34	>4,34	Arı ve ark, 1996
Elma	Aynı yıl sürgünlerindeki orta yapraklar	Gelişme dönemi ortası	<1,20	1,20-1,60	>1,60	Kacar ve Katkat, 2007
Kiraz	Aynı yıl sürgünlerindeki orta yapraklar	Temmuz ağustos	<1,10	1,10-1,85	>1,85	Tezcan ve ark., 2007
Bağ	Karşılıklı ilk çiçek salkımı	Tam çiçeklenme	<0,42	0,42-1,30	>1,30	Kacar ve Katkat, 2007
Kayısı	Aynı yıl sürgünlerindeki orta yapraklar	Temmuz ağustos	<2,03	2,03-3,10	>3,10	Eryüce ve ark., 2004
Erik	Sürgün ortası yapraklar	Yaz ortası	1,00-1,49	1,50-3,00	3,10-4,00	Kacar ve Katkat, 2007
Buğday	Üstten iki yaprak	Başaklanma öncesi	0,10-0,20	0,21-1,00	>1,00	Kacar ve Katkat, 2007
Şeker pancarı	Yaprak	Haziran temmuz	0,10-0,49	0,50-1,50	>1,50	Kacar ve Katkat, 2007
Hıyar (sera)	Büyüme ucundan 3. yaprağın ayası	Eylül-Ekim	2,0	2,00-10	-----	Gül ve ark., 2000

Çizelge 9.4

Kimi bitkilerin Ca sınır değerleri (%)

Bitkilerin Ca içerikleri ortam koşulları, bitki çeşidi, bitki organları gibi birçok niteliğin etkisi altındadır. Genellikle yeterli gelişme için çift çenekli bitkiler tek çeneklilere göre anılan elemente daha fazla gereksinim duyarlar ve Ca içerikleri daha yüksektir.

Bitki hücresinin değişik yöreleri Ca bakımından farklılık göstermektedir. Kalsiyum iyonu, hücre vakuollerinde malat, oksalat, nitrat ve klor gibi organik ve inorganik iyonlar; hücre çeperlerinde ise Ca pektat şeklinde bulunmaktadır. Vakuoldeki Ca miktarı, sitoplazma ve hücre çeperine göre daha fazla bulunduğu vakuol, hücrede Ca'un depo edildiği yer olarak kabul edilmekte ve böylece, hücrenin katyon-anyon dengesini sağlamaktadır.

Bitkilerde Kalsiyumun Metabolik İşlevleri

Kalsiyumun büyük bölümü bitki dokularında, diğer makro besin elementlerinden farklı olarak hücre duvarlarında yer almaktadır. Buralarda pektatlar halinde bulunan Ca, hücre duvarının şeklini almasını, güçlenmesini ve sertleşmesini sağlamaktadır.

Kalsiyumun bitkilerde genç yapraklara, meyvelere ve büyüme uçlarına taşınması büyük oranda odun boruları (ksilem) tarafından gerçekleşmekte; soymuk (floem) borularının Ca taşınmasında rolü yok denecek kadar az olmaktadır. Bu nedenle Ca; bitkilerde haraketsiz (immobil) bir elementtir.

Anılan besin elementi, hücre zarını güçlendirip geçirgenliğini etkileyerek, zarın değişim bölgelerinde diğer katyonlarla (K^+ , Na^+ ya da H^+) yer değiştirerek iyon alımını düzenler. Kök ve yaprak gelişiminde önemli bir role sahiptir. Stres koşullarında hücreden madde çıkışını azaltarak bitkileri don ve çözünme stresine karşı korur.

SIRA SİZDE



Bitki hastalıklarına karşı dayanıklılıkta kalsiyumun önemini açıklayınız.

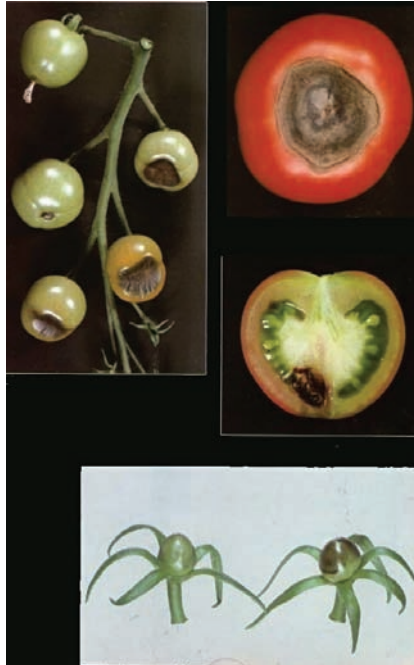
Bitkilerde Kalsiyum Noksanlığı

Kalsiyum içeriği yüksek olan mineral topraklarda noksanlık belirtileri nadiren görülmektedir. Fakat düşük pH'nın Ca alımını engellediği asit tepkimeli topraklarda olduğu gibi, çeşitli nedenlerle yeterince Ca ile beslenmemiş bitkilere sık rastlanılmaktadır. Meristematik dokulardaki gelişme geriliği noksanlığın tipik belirtisi olup, anılan elementin hareketsizliğinden dolayı, belirtiler önce genç yapraklarda ve büyüme noktalarında sararma ve şekil bozulması şeklinde gözlenmekte, ileri aşamalarda yaprak kenarlarında siyah ve kahverengi ölü dokular meydana gelmektedir. Noksanlığında hücre bölünmesinin bozulması durumunda kök gelişimi de olumsuz yönde etkilenir.

Elmalarda siyah noktalı (acı benek) ve pütürlü bir görünüm, kerevizde meyve içi kararması, domates ve biberde meyve çiçek burnunda çürümeler, Ca noksanlığının meyvelerde gözlenen belirtisidir (Fotoğraf 9.4).

Fotoğraf 9.4

Domateste Ca Noksanlığı



Bitkilerin Ca noksanlığı %15,5 N ve %26,5 Ca içeren **kalsiyum nitrat** gübresiyle veya %26 N ve %8,2 Ca içeren **CAN** (kalsiyum amonyum nitrat) gübresiyle giderilebilir. Bitkilerin Ca ihtiyaçlarını doğal yollarla gidermek için ise **kalsit**, **dolomit** mineralleri ve tarımsal amaçla yararlanılan **yanmış kireç** ve **sönmüş kireç** kullanılabilir.

BİTKİ GELİŞİMİNDE MAGNEZYUMUN ÖNEMİ VE ETKİSİ

Bitkilerin Magnezyum (Mg) Alımı

Yer kabuğunda ortalama %1,93 oranında bulunan Mg'u, bitkiler bünyelerine toprak çözeltisinden Mg^{+2} iyonu şeklinde almaktadırlar. Toprakta değişebilir Mg 50 mg kg^{-1} in altına inerse bitkiler noksanlık belirtileri gösterir. Tarım topraklarında çoğunlukla bu değerin çok üstünde bulunmaktadır. Kalsiyumda olduğu gibi; kök etki alanına ve sonrasında kök üzerine alınan Mg miktarında özellikle kitle akımı önemli oranda yere sahiptir (Bkz. Ünite No:8). Fakat Ca'dan farklı olarak soymuk borularında (floem) yaşlı dokulardan genç yapraklara taşınabilir olan Mg^{+2} hareketli bir besin elementi olarak anılmaktadır.

Sözü edilen element, toprak çözeltisinde yüksek oranlarda bulunmasına karşın bitkiler tarafından düşük miktarda alınır. Bunun nedeni, çeşitli katyonların kökün iç yöresine aynı taşıyıcılarla iletilmesi sonucu bu iyonlar arasındaki rekabetle açıklanabilmektedir. Ortamda K^{+} ve NH_4^{+} un fazla bulunması, göreceli olarak Mg^{+2} alımını olumsuz şekilde etkilemektedir. Aynı rekabet Mg^{+2} ile Mn^{+2} arasında da gözlenmekte, ortamda Mn^{+2} iyonu arttıkça Mg^{+2} alımı azalmaktadır. Potasyum ve Ca^{+2} iyonları bitkilerin sadece Mg^{+2} alımını değil, aynı zamanda kökten tepe organlara taşınmasını da olumsuz etkilemektedir. Bunların tersine, ortamda bulunan NO_3^{-} iyonunun bitkilerin Mg^{+2} alımı üzerine olumlu etki yaptığı bilinmektedir.

Bitkilerin Mg alımını transpirasyon oranı da etkilemektedir. Araştırmacılar, gelişme ortamında bulunan yüksek Mg'un, pasif absorpsiyon (Bkz. Ünite No:8) ile Mg alımını olumlu yönde etkilediğini ileri sürmüştür.

Magnezyum alımının olumsuz etkilenmesinin nedenleri arasında ortam pH'sının düşük olması ve sıcaklığın azalması da sayılmaktadır.

Bitkilerin Magnezyum İçerikleri

Kuru madde ilkesine göre bitkilerin ortalama Mg içerikleri % 0,15-1.00 arasında olup; yeterli miktar %0,25'tir. Bitki hücrelerinde Mg^{+2} genellikle, inorganik tuzlar şeklinde hücre özsuyunda, klorofil molekülünün yapısında ve sitoplazmada bileşikler halinde bulunur.

Magnezyum içerikleri bakımından bitkiler arasında da farklılıklar görülmektedir. Örneğin, baklagil bitkileri (nohut, mercimek vb.), baklagil olmayan bitkilere göre daha fazla Mg içerirken, bitkilerin farklı kısımları da ayrımlılıklar göstermektedir. Ayrıca bitkilerin yaprak ve tohumlarında bulunan Mg miktarı diğer organlara göre daha fazladır.

Bitkilerde Magnezyumun Metabolik İşlevleri

Bitkilerin toplam Mg içeriklerinin %70'inden fazlası inorganik ve organik anyonlara bağlanmış durumdadırlar. Bu bileşikler suda çözündüklerinden kolayca diffüzyon edilip, bitkiye yararlı hale dönüşebilirler.

Magnezyum elementinin en önemli görevi bitkiye yeşil renk veren klorofil moleküllerinde merkez atomu olarak yer almasıdır. Fotosentezde görev alan klorofil pigmentleri bitkilerin en önemli enerji kazanma yollarından biridir. Bitki yapraklarında bulunan toplam Mg^{+2} elementinin klorofil pigmentlerine bağlanma oranı ile o bitkinin Mg'ca beslenmesi arasında ilişki bulunur. Bitki yapraklarında var olan

Mg'un %6-25'inin klorofil içerisinde bağlanmış olması, o bitkinin Mg'ca normal beslendiğini gösterir. Bu oran %25'ten fazla olursa bitkilerde Mg noksanlık belirtileri meydana gelir.

Anılan element; bitkilerde protein sentezi, RNA ve buna bağlı olarak DNA sentezinde de görev almaktadır. Araştırmalar, yeteri kadar bağımsız Mg bulunmayan veya gereğinden fazla K bulunan ortamlarda protein sentezinin durduğunu göstermiştir. Öte yandan; yaprak hücrelerinde bulunan Mg'un en az %25'i kloroplastlardadır.

Ayrıca, birçok enzimin aktivasyonunda da önemli role sahiptir. Klorofil pigmentlerinin yapısında bulunmasının yanı sıra, bazı enerji üretim tepkimesi enzimlerinin de yapısında aktivatör olarak yer almaktadır.

Magnezyum eksikliği gösteren bitkiler ışığa karşı hassastırlar. Kloroz ve nekroz belirtileri ışığın yoğunluğuna bağlı olarak açığa çıkarlar.

Bitkilerde Magnezyum Noksanlığı

Bitkilerde Mg noksanlığını anlamamıza yarayan en ayırt edici belirti olgunlaşmış yapraklarda görülen sararmadır (kloroz). Yaprak sararmalarına; Mg noksanlığında gerçekleşen protein sentezindeki gerilemeler, bunun sonucunda proteine bağlı olmayan N birikimi ve birim alanda az klorofil oluşumu nedeniyle fotosentezdeki gerilemeler neden olmaktadır.

Bitkiler Mg noksanlığı konusunda farklılıklar göstermektedirler (Çizelge 9.5). Daha önce de belirtildiği gibi Mg; bitki bünyesinde hareketli bir element olduğundan, noksanlık belirtileri önce yaşlı yapraklarda damar aralarındaki sararmış olanlar, ardından kahverengi veya siyah nekrotik lekeler şeklinde kendini göstermektedir. Noksanlık görülen yapraklar çoğunlukla zamanından önce dökülmekte, bu durum, yaprağı yenilmeyen bitkilerde önemli bir sorun yaratmazken, yaprağı yenen bitkilerin pazar değerinde düşüslere neden olmaktadır.

Çizelge 9.5
Kimi bitkilerin Mg sınır değerleri (%)

Bitki çeşidi	Konumu	Örnekleme zamanı	Az	Yeter	Fazla	Kaynakça
Portakal	Meyvesiz sürgünlerdeki alttan 4. yaprak	Eylül-ekim	<0,30	0,30-0,31	>0,31	Arı ve ark., 1996
Elma	Aynı yıl sürgünlerindeki orta yapraklar	Gelişme dönemi ortası	0,20-0,24	0,25-0,40	>0,40	Kacar ve Katkat, 2007
Kiraz	Aynı yıl sürgünlerindeki orta yapraklar	Temmuz-ağustos	<0,46	0,46-1,04	>1,04	Tezcan ve ark., 2007
Bağ	Karşılıklı ilk çiçek salkımı	Tam çiçeklenme	<0,13	0,13-0,40	>0,40	Kacar ve Katkat, 2007
Kayısı	Aynı yıl sürgünlerindeki orta yapraklar	Temmuz-ağustos	<0,34	0,34-0,62	>0,62	Eryüce ve ark., 2004
Erik	Sürgün ortası yapraklar	Yaz ortası	0,20-0,29	0,30-0,80	0,81-1,10	Kacar ve Katkat, 2007
Buğday	Üstten iki yaprak	Başaklanma öncesi	0,10-0,15	0,16-1,00	>1,00	Kacar ve Katkat, 2007
Şeker pancarı	Yaprak	Haziran-temmuz	0,05-0,24	0,25-1,00	>1,00	Kacar ve Katkat, 2007
Hıyar (sera)	Büyüme ucundan 3. yaprağın ayası	Eylül-ekim	0,3	0,50-1,00	- - - -	Gül ve ark., 2000

Magnezyum noksanlığına duyarlılık yönünden marul, karnabahar, lahana, havuç, soğan, bezelye ilk sıralarda yer almakta; kereviz, ıspanak, pırasa, mısır, fasulye Mg noksanlığına az duyarlı bitkiler olarak sıralanmaktadır.



Fotoğraf 9.5

Kayısıda Mg Noksanlığı

Bitkilerdeki Mg noksanlığı, doğal yolla Dolomit (%3-12 Mg) mineraliyle, gübreleme yolu olarak ise; %16'lık $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$ (magnezyum nitrat) gübresiyle giderilebilir.

BİTKİ GELİŞİMİNDE KÜKÜRDÜN ÖNEMİ VE ETKİSİ

Bitkilerin Kükürt (S) Alımı

Bitkiler tarafından alınabilen kükürt toprakta inorganik ve organik bileşiklerden atmosfere gelmektedir. Bitkiler gereksinim duydukları bu elementin büyük bir kısmını toprak çözeltisinden kökleri ile SO_4^{2-} (sülfat) iyonları şeklinde alır. Bir kısmını da **stomaları** aracılığı ile atmosfere kükürtdioksit (SO_2) gazı şeklinde ve az da olsa elementel S şeklinde almakta, SO_2 gazının fazlası bitkiler için zehir etkisi yaratmaktadır.

Hareketli (mobil) bir element olmasına rağmen, bitkilerde daha çok yukarı doğru taşındığı, aşağı taşınmanın sınırlı olduğu, bu nedenle yaşlı dokulardan genç dokulara taşınmadığı gözlenmektedir.

Bitkilerin SO_4^{2-} alımı üzerine ortam pH'sı yanında fosfat (H_2PO_4^-), nitrat (NO_3^-) ve klor (Cl^-) miktarlarının önemli olmadığı saptanmıştır. Ancak, kimyasal yönden yakın benzerlik içerisinde bulunan selenat (SeO_4^{2-}), molibdat (MoO_4^{2-}) ve kromat (CrO_4^{2-}) anyonları SO_4^{2-} alımını olumsuz, ortam sıcaklığının olumlu etki gösterdiği belirlenmiştir. Bitki köklerindeki ATP-sülfürilaz enzim aktivitesi ile SO_4^{2-} alımı arasında yakın ilişki bulunduğu, kök uzunluğunun artmasına paralel olarak SO_4^{2-} alımının arttığı gözlenmektedir.

Stoma (Gözenek): Yaprak epidermal hücreleri arasında yer alan, bitkide gaz alışverişlerini sağlayan, açılıp kapanma özelliğindeki yapılardır. Stoma (bekçi) hücreleri ve stoma boşluğundan oluşmuşlardır.

Bitkilerin Kükürt İçerikleri

Bitki büyümesi için gerekli olan besin elementlerinden biri olan S bitki bünyesinde proteinler, uçucu bileşikler ve sülfat bileşikleri şeklinde bulunmaktadır. Bitkilerde amino asitlerden oluşan proteinlerin yapısına katılan S, bitkisel proteinlerde % 0,003-7,2 arasında değişen miktarlarda gözlenmektedir. Kükürt, uçucu koku salgılayan bileşikler ile hardal, soğan, sarımsak gibi bitkilerin yapısına katılarak karakteristik tat ve kokusunun oluşmasını sağlar. Bitkilerde inorganik S ise sülfatlar şeklindedir ve bazı bitkilerde toplam S'ün %65'i sülfatlardan oluşmaktadır.

Bitkilerde S % 0,1-0,5 arasında bulunur. Bazı bitkilerin S içerikleri Ca, P ve Mg içeriklerinden daha yüksektir. Lahana, şalgam, hardal gibi bitkilerde çok yüksek miktarlarda olup, bu bitkiler S taşıyıcıları olarak da tanımlanmaktadır.

Bitkilerde Kükürdün Asimilasyonu ve Metabolik İşlevleri

Kükürt gereksinimlerini karşılamak üzere bitkiler kökleriyle aldıkları SO_4^{2-} iyonlarını ve atmosferden absorbe ettikleri SO_2 'i asimile edebilmek için sülfüre (S^{2-}) indirgerler. İndirgenmiş S bitkilerde yeniden yükseltgenebilir. Sistemin amino asidine bağlanmış olan indirgenmiş S bu yükseltgenme tepkimesi sonunda SO_4^{2-} a dönüşebilir. Bu olgu bitkilerde S birikiminin en güvenilir yolu olarak kabul edilmektedir. Protein sentezi için gerekli bazı aminoasitlerin yapısında bulunan S, enzim ve vitaminlerin gelişmesine yardım eder ve metabolizmada görev alır. Metabolizma işlevlerinde klorofil, fotosentez, nişasta oluşumu ve şeker dolaşımında gereklidir. Organik maddenin yapısına giren, enerji, hormon ve bazı enzimlerin sentezinde yer alan S, nitrat ve karbonhidrat metabolizmasını hızlandırırken, yüksek tepkime-deki topraklarda pH'yı düşürmek amacıyla kullanılmakta, birçok sebzeye tat verirken, kök büyümesini ve tohum üretiminin ıslahına yardımcı olmaktadır. Kükürdü bitkiler yağmur suyundan da alabilirler.

Bitkilerde Kükürt Noksanlığı

Bitkilerde S eksikliğinde N eksikliğine çok benzeyen yani; homojen sararma, vejetatif büyümenin gerilemesi, bodurlaşma, boğum aralarında kılma, gövde ve dalların ince kalması şeklindeki belirtiler gözlenir. Ancak, aradaki fark, sararmanın önce genç yapraklarda görülmesidir. Bunun nedeni S'ün mobil nitelik taşımasına karşın, çabuk metabolize edilmesi ve açıklanan nedenle yaşlı yapraklardan genç yapraklara taşınamamasıdır. Zamanla lahanalar, şalgam, marul, hardal ve benzeri bitkilerin gövde, yaprak sapı ve yaprakları kırmızılaşır ve pembemsi bir renk alır. Kükürt noksanlığı protein sentezini olumsuz yönde etkilerken, anılan elementin yeteri kadar alınamaması durumunda, stoma açıklıkları ve klorofil miktarında düşme gözlenir. Yapraklarda küçülme ve özellikle yaprak hücreleri sayısında azalma ve buna bağlı olarak fotosentezde azalma ortaya çıkar. Kükürt eksikliği, kumlu ve organik maddece zayıf topraklarda görülür. Bitki yeterli S alamadığında meyve olgunlaşması gecikirken, yapraklar dökülmekte, tomurcuklar ölmekte, buna bağlı olarak verim kaybı artmaktadır.

Bitkilerin S ihtiyacı P ile yakın miktardadır. Ancak, uygulamada S gereksinimini karşılamak amacıyla gübrelemesi yapılmaz. Çünkü ülkemiz toprakları S miktarı açısından yeterli değerlere sahiptir. Çoğunlukla toprak pH'sını düşürmek ve toprak yapısını düzenlemek için uygulanmaktadır. Noksanlık söz konusu olduğunda S'ü sülfat şeklinde içeren gübreler kullanılabilir. Birçok gübrenin yapısında eşlik eden anyonun sülfat formunda yer alması bu gereksinimin dolaylı şekilde karşılamasını sağlamaktadır. Diğer yandan, endüstri yörelerinde ve özellikle aktivitenin yoğun olduğu aylarda yağışlarla toprağa ve eksoz gazları ile havaya verilen S oldukça önemlidir. Stomalar yoluyla yapraktan absorbe edilen SO_2 bitkide noksanlığın giderilmesinde katkıda bulunur.

BİTKİ GELİŞİMİNDE SODYUMUN ÖNEMİ VE ETKİSİ

Bitkilerin Nodyum (Na) Alımı

Bitkiler sodyumu Na^+ iyonu şeklinde almakta, aldıkları miktar ve Na'a tepkimele-ri yönünden **Natrofilik** ve **Natrofobik** olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Natrofilik

bitkiler Na seven bitkiler olup bu elementi kolaylıkla alırlar ve bitki organları arasında uniform şekilde dağıtırlar (Ladino üçgülü ve İngiliz çimi). Natrofobik bitkiler ise Na sevmeyen (melez üçgülü ve çayır kelpkuyruğu) ve anılan elementin kökte toplandığı bitkilerdir.

Bitkiler Na alımlarına göre 4 grup altında toplanmıştır (Çizelge 9.6).

Yüksek	Orta	Az	Çok az
Hayvan pancarı	Lahana	Arpa	Kaplıca buğdayı
Şeker pancarı	Hindistan cevizi	Keten	Mısır
Ispanak	Pamuk	Darı	Çavdar
Yemeklik pancar	Acı bakla	Kolza	Soya fasulyesi
	Yulaf	Buğday	

Çizelge 9.6

Sodyum alımlarına göre bitkilerin gruplandırılması (Mengel et al., 2001)

Bitkilerin Sodyum İçerikleri

Anılan elementin içerikleri bitkilerde genelde % 0,01- 10,0 arasında değişir. Baklagil bitkileri baklagil olmayan bitkilere göre daha fazla Na içerirken, yapraklarda Na miktarı tohumlarına göre daha yüksektir.

Bitkilerde Sodyumun Metabolik İşlevleri

Sodyum kimyasal yönden K'a büyük benzerlik göstermekte, şeker pancarı, yulaf, lahana, şalgam, havuç, tahıl ve pamuk gibi bitkilerde kısmen K'un görevlerini yüklenmektedir.

Bitki öz suyunda donma noktasını düşürerek kış ve erken ilkbaharda bitkilerin dondan zarar görmelerini büyük ölçüde azaltır, toprakta çözünemez şekilde bulunan P'un çözünür şekle geçmesine ve bu şekilde kalmasına yardımcı olur. Bu durum özellikle kireçli topraklarda önem taşır. Pek çok bitki için Na mutlak gerekli bir bitki besin elementidir. Sürekli olarak K kullanılıyor olsa bile Na'un toprağa uygulanmasıyla ürün miktarında dikkate değer artışlar sağlanabilir. Lahana vb. bitkilerin renk ve kokuları üzerine Na olumlu etki yapmakta, bitkilerde nitelik dikkate değer bir şekilde düzelerken hastalıklara karşı dayanıklılık artmaktadır.

Bitkilerde Sodyum Noksanlığı

Bitki ve toprakta kritik Na miktarları çevre etmenlerine, bitki tür ve çeşitlerine, yaprakların yaşına ya da bitki dokularına bağlı olarak değişir. Genelde bitkilerde Na noksanlığı belirtileri görülmez. Bunun temel nedeni tarım topraklarının yeterli kadar Na içermeleri ve çeşitli yollarla toprağa uygulanmasıdır.

Bitkilerin Na gereksinimleri kimyasal gübrelerle ve ahır gübresiyle olduğu kadar bitkisel ve hayvansal kökenli atıklarla da karşılanabilir. Tın bünyeli topraklarda yetiştirilen natrofilik bitkiler için N-P-K'lu gübrelerle ek olarak 75-100 kg Na ha⁻¹ ve kumlu topraklarda ise 150 kg Na ha⁻¹ uygulanması önerilmiştir.

Özet



Mutlaka gerekli makro bitki besin elementlerinin bitki gelişimi üzerindeki genel etkilerini tanımlamak

Bitki büyümesi ve gelişmesi için uygun olmayan fiziksel özelliklere sahip topraklarda, optimum gelişmeyi sağlayabilecek karakterleri (toprak yapısı ve dokusu, nem içeriği, ısı, kütle yoğunluğu ve gözeneklilik oranı) iyileştirmek, uzun yıllar kullanımdan dolayı yorgun düşmüş, organik ve inorganik besin elementlerince fakir toprakları güçlendirmek, bitki büyümesini, toprak verimliliğini sürdürürebilmek ve ürün kalitesini arttırmak için besin elementlerine ihtiyaç duyulmaktadır.



Makro bitki besin elementlerinden N, P, K, Ca, Mg, S ve Na'un bitki gelişimindeki işlevlerini açıklamak

Anılan besin elementlerinin dolaylı ya da doğrudan etkileri gözlenmektedir: Bitkilerde fotosentez, solunum, enerji transferi (ATP), gen aktarımı (DNA), şeker ve nişasta gibi maddelerin taşınması ve depolanması, çiçek ve meyve oluşumu, ilk kök oluşumu ve gelişimi, hücre bölünmesi ve yeni hücre oluşumu, karbonhidratların, hormon, protein ve enerjiye dönüşmesi olaylarında etkilidir. Ayrıca besin elementlerinin düzenli ve dengeli uygulanması sonucunda, bitkilerin hastalık ve zararlılara karşı direnci artmakta, parazit gelişimi ve zararı azaltılabilmekte, bitkide tuz-su oranı dengelenmekte, stoma hareketleri düzenlenmekte, fotosentez hızı yükseltilmektedir. Enzim ve vitaminlerin sentezlenmesinde, metabolizma aktivasyonunda klorofil, fotosentez, nişasta oluşumu ve şeker dolaşımında gerekli olan makro besin elementleri, enerji, hormon ve bazı enzimlerin sentezinde yer almakta, nitrat ve karbonhidrat metabolizmasını hızlandırmaktadır. Bunun yanında kök büyümesini ve tohum üretiminin ıslahına yardımcı olurken, bitkinin güçlü olmasına ve soğuğa dayanıklılığına yardım eder.



Anılan elementlerin noksanlıkları halinde bitkide oluşabilecek problemleri tanımlamak ve çözümler üretmek

Kalsiyum dışında makro besin elementleri hareketli olduğundan noksanlıkları yaşlı yapraklarda gözlenmekte ve her element için bitki çeşidine göre değişen belirtiler sergilemektedir. Makro besin elementlerinin noksanlıkları durumunda bitki boyunda kısalmalar, tohum, çiçek, meyve oluşumunda azalmalar, zayıf kök sistemi oluşumu, erken çiçeklenme, tohum oluşumunda olumsuzluklar, hastalık ve zararlılara karşı dayanıklılıkta azalmalar, meyve şekil ve kalitelerinde olumsuzluklar, yapraklarda renk değişiklikleri gözlenen belirtilerdir. Noksanlıkların ortadan kalkması için kimyasal ve organik gübrelerden faydalanılabilmektedir.

Kendimizi Sıyalım

1. Toprakta N'un doğal kaynağı nedir?

- a. Kil
- b. Kireç
- c. Tuz
- d. Humus
- e. Mineraller

2. I - Genç yapraklarda damar aralarında sararmalar

II- Yaşlı yapraklarda, yaprağın tümünde sararma

III- Bitkinin zayıf gelişmesi

IV- Meyvelerde çiçek burnu çürüklüğü

V- Genç yaprakların küçük ve dar olması

Yukarıda verilenlerden hangileri N noksanlığında bitkilerde gözlenir?

- a. I ve II
- b. I ve V
- c. I-III-IV
- d. II-III-V
- e. II-IV-V

3. Fosfor noksanlığının en tipik belirtisi aşağıdakilerden hangisidir?

- a. Yapraklarda zamanından önce dökülmeler
- b. Yaşlı yapraklarda morumsu kırmızı renk oluşumu
- c. Boğum aralarında daralma
- d. Büyüme ve gelişmede gerileme
- e. Küçük ve şekilsiz meyve oluşumu

4. Bitkiler gereksinim duydukları P'u en çok hangi dönemde alırlar?

- a. Çiçeklenme döneminde
- b. Meyve tutumu dönemi
- c. Gelişmelerinin ilk dönemlerinde
- d. Vejetatif dönemde
- e. Hasat döneminde

5. Aşağıdakilerden hangisi bitkilerde K noksanlığı belirtisidir?

- a. Yaşlı yapraklarda genel sararma
- b. Genç yapraklarda genel sararma
- c. Yaşlı yaprakların uçlarında ve kenarlarında sararma
- d. Genç yaprakların uçlarında ve kenarlarında sararma
- e. Genç yaprakların damar aralarında sararmalar

6. Aşağıdaki bitki besin elementlerinden hangisi, diğerlerinden farklı olarak kimyasal bileşime girmeden organik şekilde bağlanmaz?

- a. Azot
- b. Fosfor
- c. Kalsiyum
- d. Potasyum
- e. Magnezyum

7. Bitkilerde Ca noksanlığı hangi organlarda gözlenir?

- a. Gövde
- b. Yaşlı yaprak
- c. Genç yaprak ve meyve
- d. Kök
- e. Tohum

8. Magnezyum noksanlığı bitkilerde ne şekilde gözlenir?

- a. Yaşlı yaprakların uçlarından V şeklinde sararmalar ve ileri aşamalarda ölü dokular.
- b. Genç yaprakların tümünde sararmalar ve ileri aşamalarda ölü dokular.
- c. Genç yaprakların damar aralarında sararmalar ve ileri aşamalarda ölü dokular.
- d. Yaşlı yaprakların tümünde sararmalar ve ileri aşamalarda ölü dokular.
- e. Yaşlı yaprakların damar aralarında sararmalar ve ileri aşamalarda ölü dokular.

9. Kükürt toprağa hangi amaçla uygulanır?

- a. Toprak pH'sını düşürmek ve toprak yapısını düzeltmek amacıyla
- b. Toprak organik maddesini arttırmak amacıyla
- c. Toprak tuzluluğunu gidermek amacıyla
- d. Gübreleme amacıyla
- e. pH'ı yükseltmek amacıyla

10. Aşağıdaki bitki besin elementlerinden hangisi, lahana bitkisinin renk ve koku özelliklerine etki etmektedir?

- a. Kalsiyum
- b. Sodyum
- c. Potasyum
- d. Magnezyum
- e. Kükürt

Kendimizi Sınavalım Yanıt Anahtarı

1. d Yanıtınız yanlışsa “Bitkilerin Azot Alımı” bölümünü yeniden inceleyiniz.
2. c Yanıtınız yanlışsa “Bitkilerde Azot Noksanlığı” bölümünü yeniden inceleyiniz.
3. b Yanıtınız yanlışsa “Bitkilerde Fosfor Noksanlığı” bölümünü yeniden inceleyiniz.
4. c Yanıtınız yanlışsa “Bitkilerin Fosfor İçerikleri” bölümünü yeniden inceleyiniz.
5. c Yanıtınız yanlışsa “Bitkilerde Potasyum Noksanlığı” bölümünü yeniden inceleyiniz.
6. d Yanıtınız yanlışsa “Bitkilerde Potasyum Alımı” bölümünü yeniden inceleyiniz.
7. c Yanıtınız yanlışsa “Bitkilerde Kalsiyum Noksanlığı” bölümünü yeniden inceleyiniz.
8. e Yanıtınız yanlışsa “Bitkilerde Magnezyum Noksanlığı” bölümünü yeniden inceleyiniz.
9. a Yanıtınız yanlışsa “Bitkilerde Kükürt Noksanlığı” bölümünü yeniden inceleyiniz.
10. b Yanıtınız yanlışsa “Bitkilerde Sodyumun Metabolik işlevleri” bölümünü yeniden inceleyiniz.

Sıra Sizde Yanıt Anahtarı

Sıra Sizde 1

Yararışlı N'un miktarı toprağın sıcaklık, havalanma, mikroorganizma etkinlikleri gibi nedenlerden sabit değildir ve çeşitli yollarla kazandırılan N'un kayıpları da söz konusudur. Anaerobik, yani oksijensiz koşullarda, nitrit (NO_2^-) ve nitrat (NO_3^-) denitrifikasyona uğrayarak nitrik oksit (NO), nitroz oksit (N_2O) ve elementel azot (N_2) gazları şeklinde kaybolmaktadır. Diğer yandan topraklarda kil mineralleri ve humus negatif (-) yüklü olduklarından ancak pozitif (+) yüklü katyonları tutabilmekte, dolayısıyla NH_4^+ tutulurken, NO_3^- yıkanarak kök ortamından uzaklaşmaktadır. Toprakta kalmasına ve formunun değişmemesine rağmen, NH_4^+ 'un kil minerallerinin tabaka paketleri arasında yerleşerek, fikse edilmesi de bitkiler tarafından kullanılma olasılığını ortadan kaldıran diğer bir olgudur.

Sıra Sizde 2

Fosfor toprakta diğer elementlere göre daha az hareketli olduğundan, fosforlu gübreler, tohum derinliğine

veya bitki kök bölgesine yakın olarak toprak altına uygulanmalıdır. Topraktaki kireç, kil, demir ve alüminyum hidroksitlerle değinim yüzeyini azaltmak ve yarıyışsız forma dönüşmesini bir ölçüde önlemek üzere bant halinde uygulanmalıdır.

Sıra Sizde 3

Potasyum, toprakların farklı tepkime aralıklarında fazla miktarlarda alınabilme özelliğine sahip olduğundan topraklarda gereğinden fazla gübreleme ile veya mineral yapısında bulunup, çözünmesi ve yarıyışlı olması durumunda; bitkiler tarafından gereğinden fazla alınmaktadır. Bu durum “Lüks Tüketim” olarak adlandırılmaktadır. Potasyumun lüks tüketimi, yani; bitkilerin K elementini gereğinden fazla alıp, depolaması olayı bitkilerin K ile ilgili metabolik işlevlerinde herhangi bir soruna sebep olmaz. Ancak K elementinin bitkilerde gereğinden fazla alımı; Mg'un alımını engellediğinden noksanlık belirtileri gözlenmektedir.

Sıra Sizde 4

Hücre dokularında yer alan Ca pektatlar bitki dokularını ve meyveleri parazit hastalıklara karşı korur. Kalsiyum noksanlığında bitki dokularının zarar görmesi ise iki şekilde gerçekleşmektedir. Birincisi; hücre zarının dış kısmında bulunan Ca miktarı azaldıkça hücrenin geçirgenlik mekanizması bozulmakta ve sitoplazmadan çıkıp bu boşluklardan geçen şekerler gibi düşük molekül ağırlıklı bileşiklerin fungusların beslenmesine olanak sağlaması şeklindedir. İkinci yol ise; Ca-pektatların hücre çeperinde az miktarda bulunması durumunda hücre duvarının sağlamlığı bozulması ve hücrelerin parazitik fungus ve bakteriler tarafından enzimlerle dayanıksız hale getirilerek, hücre duvarını parçalaması ve bitki dokularının içinde çoğalması şeklindedir. Bu sorun özellikle depolanan meyvelerde gözlenir. Bu tarz Ca'ca noksan meyveler depolandıklarında hem fizyolojik bozukluklara hem de çürüklük yapan funguslara karşı yüksek duyarlılık gösterirler. Bunun önlenmesi için depolama öncesi ürünler Ca içeren çözeltilerle işleme tutulmalıdır.

Yararlanılan Kaynaklar

- Aktaş, M., (1995.) **Bitki Besleme ve Toprak Verimliliği**. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bölümü, Yayın no: 142, Ders Kitabı: 4
- Arı, N., Arpacıoğlu, A., Polat, T., Özkan, C. F., (1996.) **Mineral Besin maddelerinin Mevsimsel Değişiminin İncelenmesi Projesi Sonuç Raporu**. TAGEM / IY / 96 / 06 / 03 / 017 Tarım ve Köyişleri Bakanlığı TAGEM Narenciye ve Seracılık Araştırma Enstitüsü-ANTALYA
- Aydemir, O., İnce, F., (1988.) **Bitki Besleme**. Dicle Üniversitesi Eğitim Fakültesi Yayınları. No: 2. s. 458 Diyarbakır.
- Eryüce, N., B.Yağmur., S. Çolak, (2004.) **Kayısıda Mineral Beslenme Durumunun Belirlenmesi ve Gübrelemenin Verim ve Kaliteye Etkisi**. TÜBİTAK- TARP-2573-2
- Gül, A., Tüzel, İ. H., Okur, B., Tuncay, Ö., Aykut, N., Engindeniz, S., (2000.) Serada Topraksız Tarım Tekniği ile Hıyar Yetiştiriciliği. TUBİTAK Yayınları
- Gürbüz Kılıç Ö., (2005.) **Potasyumlu Gübrelemenin Su Stresi Koşullarında Mısırın Verim, Verim Komponentleri ile Büyüme ve Gelişme Parametlerine Etkileri**. EÜZF Toprak Bölümü, Dotor Tezi. 236s.
- Kacar, B., (1995.) **Potasyumun Bitkilerde İşlevleri ve Kalite Üzerine Etkileri**. Potasyum Kongresi, Eskişehir.
- Kacar, B ve Katkat, A. V. (2006.) **Bitki Besleme**, Nobel Yayın No:849. 595s.
- Krauss, A., (2000.) **Potassium integral part for sustained soil fertility fertilization effect on soil and crops**. IPI Workshop on Potassium and Phosphorus, Lithuania.
- Krauss, A., (2001.) **Potassium and biotic stres**. Presented at the 1st FAUBAFERTILIZARKuruvitzs, A. and E. A. Kirkby (1980) The uptake of nutrients by sunflower plants (*Helianthus annuus*) growing in a continous flowing culture system supplied with nitrate or ammonium as nitrogen source. Z. Pflanzenernähr. Bodenk. 143: 140-149.
- Külahtaş, B. (2010). **Organik Yetiştiricilikte Bitki Besleme ve Toprak Verimliliği**. EÜZF Toprak Bölümü, Diploma Tezi.40 s.
- Marschner, H. (1995.) **Mineral Nutrition of Higher Plants**. 2. Ed. p. 1-889. Academic Press, New York.
- Mengel, K. and Kirkby, E. A., (1982.) **Principles of Plant Nutrition**. IPI Bern, Switzerland
- Mengel, K., E. A. Kirkby, N. Kosegarten and T. Appel (2001.) **Principles of plant nutrition**. 5. Ed. Kluwer Acad. Publ. pp. 1-849
- Rich, C.I. (1968.) **Minerology of soil potassium**. P. 79-108. American Society of Agronomy, Madison, WI, USA.
- Tezcan, S., A. Mısırlı, A. Ünal, B. Okur, A. Olgun, A. Mısırlı, N. Eryüce, D. Anaç, A. R. Ogun, F. Tezcan, N. Gülpeçin, M. A. Ul, A. Olgun, B. Karaturhan, H. Adanacıoğlu, E. Arda. (2007.) **Kiraz Tarımında Ekolojik Üretime Yönelim Projesi Kesin Raporu**. 03-DPT-003. 168 sayfa.

10

Amaçlarımız

Bu üniteyi tamamladıktan sonra;

- Mutlak gerekli mikroelementlerin bitki gelişimi üzerine olan genel etkilerini tanımlayabilecek,
- Mikro elementlerden Fe, Zn, Mn, Cu, B, Mo ve diğer elementlerin (Ni, Cl, Co ve Se) bitki gelişimindeki işlevlerini açıklayabilecek,
- Bu elementlerin noksanlıkları halinde bitkide oluşabilecek problemleri tanımlayabilecek ve çözümler üretebileceksiniz.

Anahtar Kavramlar

- Mikroelement
- Demir
- Çinko
- Mangan
- Bakır
- Bor
- Molibden
- Diğer Elementler

İçindekiler

Toprak Bilgisi ve
Bitki Besleme

Mutlaka Gerekli
Mikro Bitki Besin
Elementleri ve Diğer
Önemli Elementler

- MİKROELEMENTLER
- BİTKİ GELİŞİMİNDE DEMİRİN ÖNEMİ VE ETKİSİ
- BİTKİ GELİŞİMİNDE ÇİNKONUN ÖNEMİ VE ETKİSİ
- BİTKİ GELİŞİMİNDE MANGANIN ÖNEMİ VE ETKİSİ
- BİTKİ GELİŞİMİNDE BAKIRIN ÖNEMİ VE ETKİSİ
- BİTKİ GELİŞİMİNDE BORUN ÖNEMİ VE ETKİSİ
- BİTKİ GELİŞİMİNDE MOLİBDENİN ÖNEMİ VE ETKİSİ
- BİTKİ GELİŞİMİNDEKİ DİĞER ELEMENTLER: NİKEL, KLOR, KOBALT VE SELENYUM'UN ÖNEMİ VE ETKİLERİ

Mutlaka Gerekli Mikro Bitki Besin Elementleri ve Diğer Önemli Elementler

MİKROELEMENTLER

Son yüzyılda kaliteli ve yüksek verim arayışlarındaki artış ile birlikte gelişen teknoloji, bitkilerin az miktarda da olsa diğer bazı besin elementlerine ihtiyaç duyduğunu ortaya çıkarmıştır. Sözü edilen bu besin elementlerinin bitkiler tarafından alınımının düşük olduğu saptanmış ancak eksiklikleri halinde bitkilerde ve bu bitkiler ile beslenen canlılarda optimum gelişimin engellendiği, verim ve kalite parametrelerinde azalmanın gözlemlendiği belirlenmiştir. Mutlaka gerekli “iz elementler” veya “mikro bitki besin elementleri” olarak isimlendirilen bu elementler demir (Fe), mangan (Mn), bor (B), çinko (Zn), bakır (Cu) ve molibden (Mo)’dır. Süregelen çalışmalarda bitkilerin metabolik süreçlerinde ve enzim faaliyetlerinde görev alan diğer bazı önemli iz elementler de bulunmuştur. Bunlardan bazıları klor (Cl), kobalt (Co), selenyum (Se) ve nikel (Ni) olarak belirlenmiştir. Toprakta bulunan mikroelementler ile bazı önemli besin elementlerinin bitkiler tarafından alınım formları ve bitki kuru maddesindeki içerikleri Çizelge 10.1’de verilmiştir.

Element	Alınım formları	Bitki kuru maddesindeki miktarları (mg kg ⁻¹)
Bor (B)	H ₃ BO ₃ , H ₂ BO ₃ ⁻	6-60
Demir (Fe)	Fe ⁺² , Fe ⁺³ , kileyt	50-250
Bakır (Cu)	Cu ⁺² , kileyt	5-20
Çinko (Zn)	Zn ⁺² , kileyt	25-150
Mangan (Mn)	Mn ⁺² , kileyt	20-200
Molibden (Mo)	MoO ₄ ⁻²	0.05-0.2
Nikel (Ni)	Ni ⁺²	0.1-1
Klor (Cl)	Cl ⁻	2000-18000
Selenyum (Se)	SeO ₄ ⁻² , SeO ₃ ⁻²	0.01-0.8

Çizelge 10.1

Toprakta bulunan mikroelementler ile bazı önemli besin elementlerinin bitkiler tarafından alınım formları ve bitki kuru maddesindeki içerikleri (Jones and Jacobsen, 2001)

Mikro besin elementlerinin alınabilirliği üzerinde, toprak sıcaklığı, pH'sı, nem miktarı gibi fiziksel özelliklerin etkisi olduğu gibi toprak çözeltisi içerisinde bulunan organik maddeler ile çözünebilir ve çözünemez komplekslerin oluşumuna yol açan bazı kimyasal reaksiyonların etkisi de büyüktür.

Toprakta mevcut mikro besin elementi kaynaklarını; suda çözünebilir, değişebilir, primer minerallerin yapısında, suda çözünebilir organik kompleksler ve çözünemez formdaki organik bileşikler olarak sıralayabiliriz.

BİTKİ GELİŞİMİNDE DEMİRİN (Fe) ÖNEMİ VE ETKİSİ

Eusèbe Gris 1844 yılında bağlarda görülen kloroz ile Fe ilişkisini araştırmıştır. Julius von Sachs (1860) da modern su kültürü çalışmalarında Fe içerikli besin çözeltilerinin önemini vurgulamıştır. Geçen yüzyıl boyunca rizosferde bulunan Fe'in mobilizasyonu ve prensipleri üzerine araştırmalar devam etmiştir.

Demir bitki kökleri tarafından iyonik formda (Fe^{+2} , Fe^{+3}) absorbe edilebildiği gibi karmaşık organik tuzlar (**şelat/kileyt**) şeklinde de alınabilmektedir. Bitki bünyesindeki metabolik aktivitelerde etkin rol oynayan Fe formu Fe^{+2} 'dir. Bitkilerin Fe^{+3} içerikleri fazla bile olsa noksanlık belirtilerine rastlanmaktadır. Bitki yapraklarındaki Fe miktarı kuru madde de $10-1000 \text{ mg kg}^{-1}$ olarak değişmektedir.

Bitkilerde Fe metabolik yönden önemini ve fizyolojik etkinliklerini yükseltme-indirgenme tepkimeleriyle göstermektedir. Klorofilin yapısında bulunmasa da klorofil oluşumunda çok önemli görevlere sahiptir. Kloroplastik proteinin oluşumunda yer alarak klorofilin oluşumunda etkili olduğu gibi katalaz ve peroksidaz enzimlerinin prostetik gruplarında bulunarak fotorespirasyonda ve karbondhidrat sentezinde rol oynamaktadır.

Bitki kökleri proton (H^+ iyonlarını), indirgen madde ve farklı aminoasitler içeren kileyt oluşturmalar (fitosideroforları) salgırlar. Toprak çözeltisinden Fe^+ yeterince alamayan ve strese giren buğdaygillerin dışındaki ayçiçeği, yerfıstığı gibi çift çenekli bitkiler ile diğer kimi tek çeneklilerin daha fazla kök tüyü meydana getirerek; köklerinden plazma membranı üzerindeki ATP-az enzim aktivitesi etkinliği ile daha fazla H^+ iyonları oluşturarak; kileyt meydana getirme özelliğindeki fenoller ve organik asitleri salgılayarak; ve Fe^{+3} -redüktaz enzim aktivitesi etkinliği ile dış çözeltideki Fe^{+3} iyonlarının daha fazla indirgenmelerini teşvik ederek Fe alınımlarını arttırdıkları bilinmektedir. Bu bitkiler "*demir-etkin*" (iron-efficient) bitkiler olarak isimlendirilir ve demiri Fe^{2+} olarak alırlar. Demir'den daha fazla yararlanabilmek için geliştirdikleri mekanizmaya ise *Strateji I* denilmektedir. Bu mekanizmaya sahip olmadığı için Fe içerikleri düşük olan ve yüksek pH'larda Fe eksikliği gösteren bitkiler de "*demir etkin olmayan*" (iron-inefficient) bitkiler olarak tanımlanmıştır.

Arpa, yulaf, buğday, çeltik gibi bazı buğdaygil bitkileri ise *Strateji II* olarak isimlendirilen mekanizmaya sahiptir. Bu mekanizmada buğdaygil bitkilerinin kökleriyle salgıladıkları **fitosiderofor** adı verilen madde, toprak çözeltisi içerisindeki Fe^{+3} ile kileyt oluşturur. Kileyten ayrılan ve indirgenen demir, Fe^{+2} şeklinde bitki kök hücreleri tarafından alınabilir forma dönüşmektedir.

Bitkilerin demir kapsamları üzerine;

- Toprak tepkimesi
- Toprağın kireç içeriği
- Toprak sıcaklığı

Şelat/kileyt: Yunanca kerpeten anlamına gelen kelimeden türemiştir. Kileytler organik bileşiklerdir ve Fe gibi metaller ile birleşince immobil hale geçseler bile suda çözünebilirlikleri kaybolmaz.

Fitosiderofor: Mugineik ve avenik asitler gibi protein olmayan amino asit formundaki yapılara denir.

- d. Bitkinin türü
- e. Bitkinin yaşı
- f. Toprak çözeltisindeki ağır metallerin cins ve miktarı
- g. Topraktaki P kapsamı etki yapmaktadır.

Toprak pH'sı Fe'in yararışlılığını kontrol eden en önemli etmenlerden biridir.. Bazı bitkiler kireçli-alkalin reaksiyon gösteren topraklarda Fe'i absorbe etme özelliği göstermesine rağmen kireç Fe alımını engellemektedir. Böyle koşullarda Fe alınamaz ve "Fe klorozu" ortaya çıkar.

Düşük toprak sıcaklığı, kök büyümesini olumsuz yönde etkilediği gibi köklerin metabolik aktivitesini ve buğdaygil dışındaki bitkilerin Fe stresine olan dayanıklılıklarını azaltır. Buğdaygil bitkilerinde ise salgılanan fitosiderafor miktarı düşer ve bu nedenle Fe alımında genelde bir gerileme görülür. Ayrıca toprak çözeltisindeki HCO_3^- konsantrasyonunun ve CO_2 çözünürlüğünün artmasına dolayısıyla Fe alımının azalmasına neden olmaktadır. Yüksek toprak sıcaklığı buğdaygillerin salgıladıkları fitosideraforların mikrobiyolojik parçalanmalarına ve buna bağlı olarak Fe alımının düşmesine neden olmaktadır. Ayrıca mikrobiyal aktivitenin artması ile CO_2 ve HCO_3^- 'in daha fazla olması bitkiler tarafından Fe alımını azaltıcı etki yapmaktadır. Yüksek toprak sıcaklığı bitkilerde P alımını da artırarak dolaylı olarak Fe alımının azalmasına neden olabilmektedir.

Toprakta fazla miktarda P'un bulunması Fe alımını engellerken, aynı şekilde Mn, Cu, Zn ve ağır metallerin fazla miktarda bulunması da bitkilerin Fe absorpsiyonunu olumsuz olarak etkilemektedir. Ortamda yeterince K ve Ca'un bulunmaması halinde de bitkiler Fe'den yeterince yararlanamamaktadır.

Toprak çözeltisi içerisindeki ağır metaller hangi sıra ile Fe alımını ve bitkilerdeki taşınımını etkilemektedir?



SIRA SİZDE

Toprakta havasız koşulların oluşması durumunda Fe^{+2} 'nin çözünürlüğü artar. Özellikle suyla kaplı alanlarda yetişen çeltik bitkisinde toksisiteye neden olabilmektedir.



DİKKAT

Kacar, B. ve Katkat, V. (2006) tarafından yazılan "Bitki Besleme" isimli kitaptan Fe alımını etkileyen etmenler ile ilgili ayrıntılı bilgilere ulaşabilirsiniz.



K İ T A P

Bitkilerde Fe noksanlığı, toprakta Fe miktarının az olması veya yeterli Fe bulunmaması ile ilişkili değildir. Demir'in bitkiler tarafından alımını ya da etkili bir şekilde kullanımını olumsuz etkileyen bazı etmenler bitkide Fe noksanlığına bağlı belirtilerin ortaya çıkmasına neden olmaktadır. Özellikle kireçli ve alkalin topraklarda yetişen bitkilerde, HCO_3^- konsantrasyonuna bağlı olarak Fe noksanlığı belirtilerine rastlanmaktadır. Bazı bitkilerin Fe içeriklerinin değerlendirilmesinde kullanılan sınır değerleri Çizelge 10.2'de görülmektedir.

Çizelge 10.2

Değişik bitki
yapraklarının Fe
içerikleri (Kacar ve
Katkat, 2006)

Bitki Çeşidi	Bitki organı	Örnekleme zamanı	Bitkide Fe (mg kg ⁻¹)		
			Az	Yeterli	Fazla
Tarla Bitkileri					
Mısır	Toprak üstü organları	30 cm'den kısa	<50	50-250	>250
Pamuk	Yeşil gövde	Çiçeklenme sonu	<40	40-300	>300
Şeker Pancarı	Yaprak	Haziran-Temmuz (50-80 günlük)	50-59	60-140	>140
Tütün	Gelişimini yeni tamamlamış yaprak	Çiçeklenme dönemi	<50	50-200	>200
Meyveler					
Elma	O yıl ki sürgünlerin orta yaprakları	Gelişme dönemi ortası	40-49	50-300	>300
Kiraz	O yıl ki sürgünlerin orta yaprakları	Temmuz-Ağustos	60-99	100-250	>250
Kayısı	O yıl ki sürgünlerin orta yaprakları	Temmuz-Ağustos	60-69	70-150	>150
Limon	Meyvesiz yaprak	5-7 aylık	50-59	60-100	>100
Sebzeler					
Domates (Tarla)	Tepe sürgünü yanındaki bileşik yaprak	Çiçeklenme ortası	30-39	40-200	>200
Ispanak	Gelişimini yeni tamamlamış yaprak	30-50 günlük	50-39	60-200	>200
Patates (Tatlı)	Gelişimini yeni tamamlamış yaprak	Gelişme dönemi ortası	30-39	40-100	>100
Lahana	Sarılmış yaprak	2-3 aylık	25-29	30-200	>200

İmmobil: Hareketsiz

Demir **immobil** bir element olduğu için noksanlığında yaşlı yapraklardan genç yapraklara Fe taşınması mümkün olamamaktadır. Dolayısı ile ilk noksanlık belirtileri genç yapraklarda, en ince damarların bile yeşil ve damarlar arasının sarı renk alması şeklinde kendini gösterir (Fotoğraf 10.1). Noksanlığın ilerleyen aşamalarında ince damarlar da dahil olmak üzere tüm damarlar sararır ve yapraklar klorofilin oluşamaması nedeniyle beyaza dönük renk alır.

Fotoğraf 10.1

Kayısı
yapraklarında
demir noksanlığı
belirtileri



Demir noksanlık belirtileri ile Mg noksanlık belirtilerini karıştırırsanız Mg noksanlığının yaşlı yapraklarda Fe noksanlığının ise genç yapraklarda görüldüğünü unutmayınız.



DİKKAT

Bitkilerde Fe noksanlığının giderilmesi amacıyla kullanılan inorganik Fe bileşiklerinin toprağa verilmesi ile beklenen etki pek görülememektedir. Genelde Fe preparatlarının bitkilere püskürtülerek yaprakdan gübreleme veya sulama sularına karıştırılarak uygulanması tercih edilmektedir. Hatta sentetik şelatlı Fe gübrelerinin (Fe-EDTA, Fe-EDDHA vb.) toprağa veya yapraklara uygulanması halinde çok iyi sonuçlar alındığı da bilinmektedir.

Kacar, B. (1984) tarafından yazılan “Bitki Besleme” isimli kitaptan Fe noksanlığı ve uygulanması gereken gübreler ile ilgili ayrıntılı bilgilere ulaşabilirsiniz.



K İ T A P

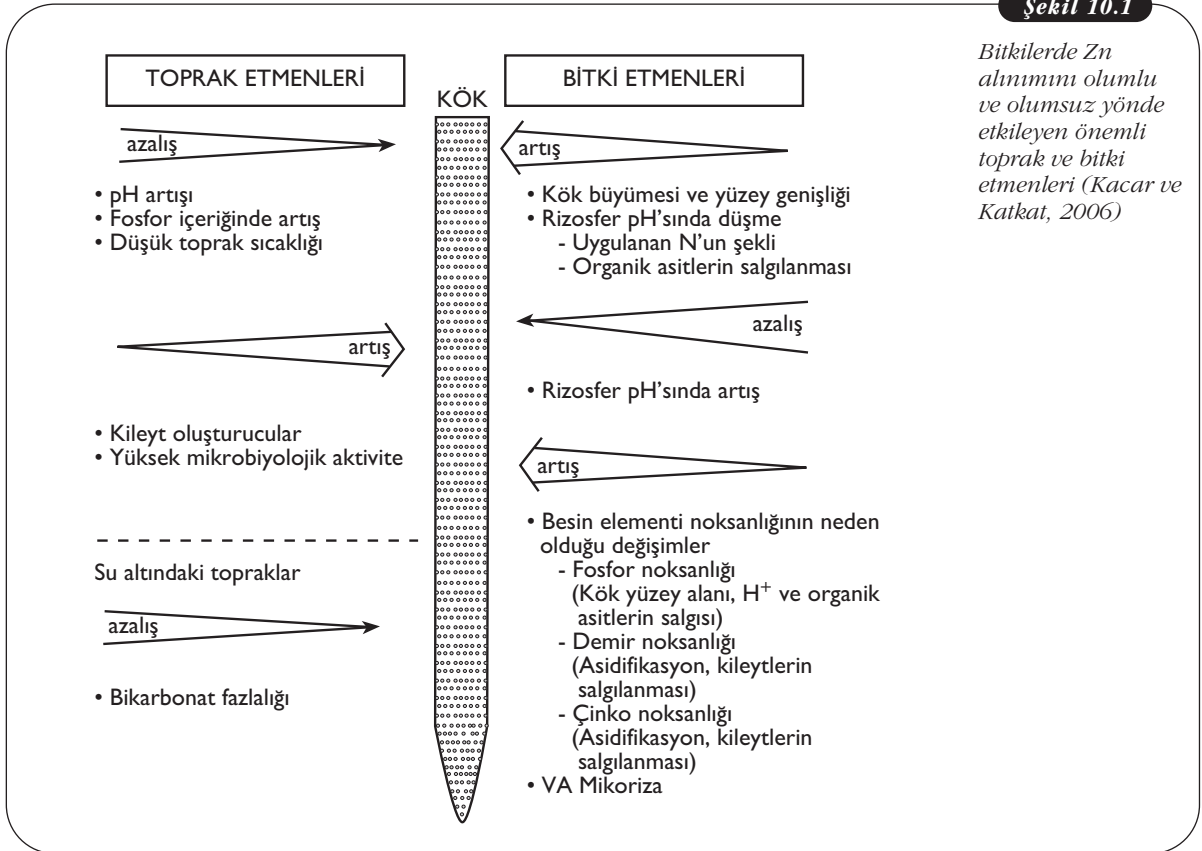
BITKİ GELİŞİMİNDE ÇİNKONUN (Zn) ÖNEMİ VE ETKİSİ

Bazı mantarlar ve yüksek bitkiler için Zn'un çok önemli bir element olduğu 1800'lü yılların 2. yarısında Chandler ve ark. (1869)'ı tarafından bildirilmiştir. Sommer ve Lipman tarafından 1926 yılında arpa ve ayçiçeğinde yapılan çalışmalar ile Zn'un önemi net olarak ortaya konulmuştur.

Bitkiler toprak çözeltisindeki Zn^{+2} iyonundan yararlanmaktadır. Bunun yanında değişim kompleksinde adsorbe edilmiş Zn'dan da faydalanabilir. Çinko alımını, bitkisel etmenler ile topraktaki etmenler sınırlandırabilir (Şekil 1). Bitkilerin kök yapısı, kök değinim yüzeyi Zn alımında çok etkili olduğu gibi **rizosfer** koşulları da dikkate alınmalıdır (Bkz 7.ünite).

Rizosfer: Bitkilerin kökleri ile toprak çözeltisi arasında yoğun etkileşimlerin ve reaksiyonların olduğu alana denir.

Şekil 10.1



Bitkilerde Zn alımının olumlu ve olumsuz yönde etkileyen önemli toprak ve bitki etmenleri (Kacar ve Katkat, 2006)

İnteraksiyon: Etkileşim

Rizosferde pH asit yöne doğru değiştiğinde bitkiler tarafından Zn alımı artarken alkali yöne doğru değiştiğinde ise azalır. Ayrıca $Zn \times P$ **interaksiyonu** nedeni ile P'ca zengin topraklarda Zn alımının azaldığı ve bunun sonucunda Zn'un bitkide metabolik işlevlerini yerine getiremediği bilinmektedir.

K İ T A P

Kacar, B. (1984) tarafından yazılan “Bitki Besleme” isimli kitaptan bitkilerde Zn alımını etkileyen etmenler ile ilgili ayrıntılı bilgilere ulaşabilirsiniz.

SIRA SİZDE

Bitkilerin topraktan Zn alımında, Vesikular-Arbuskular Mikoriza (VAM) kolonileri olumlu ve çok önemli etkiye sahiptir.

D İ K K A T

Bitkilerin Zn alımı üzerine iklim şartlarının etkisi var mıdır?

Kültür bitkilerinin Zn kapsamı genellikle kuru madde ilkesine göre 15-200 mg kg^{-1} arasında değişmektedir. Bitkilerin farklı organlarında birikebilen Zn'un en fazla kökte bulunduğu da bilinmektedir.

Tüm canlılar için hayati öneme sahip olan Zn elementi, bitkilerde de çok çeşitli metabolik işlevlere katılmaktadır. Karbonhidrat, protein ve oksin metabolizmasında rol aldığı gibi pek çok enzimin yapısında yer almakta ve aktive etmektedir. Yüksek bitkilerde alkol dehidrogenaz, $CuZn$ -süperoksit dismütaz, karbonik anhidraz, RNA polimeraz, alkalın fosfataz, fosfolipaz ve karboksipeptidaz gibi pek çok enzimin yapısında mevcuttur. Ayrıca Zn elementi biomembranlarda bulunan sülfhidril ve fosfolipid gruplarına bağlanarak lipidlerin ve proteinlerin oksidatif zararlanmaya karşı korunmasını sağlamaktadır. Toksik etkili olan oksijen radikallerinin çıkışını da kontrol altına almaktadır. Çinko noksanlığında bitkilerin klorofil içerikleri çok azalmakta ve mezofil ile destek yapı hücrelerinin kloroplastlarında anormolilere neden olmaktadır. Ayrıca sakkaroz ve nişasta sentetaz enzim aktivitesinde de azalmalar görülmektedir.

Çinko noksanlığına bağlı olarak oksin metabolizmasında meydana gelen bozulma ve indol asetik asit (IAA) oluşumundaki azalma nedeniyle bitkilerde bodur büyüme ve küçük yaprak oluşumu meydana gelmektedir. Yapraklarda damarlar yeşil, damarlar arası açık yeşil, sarı renktedir. Büyüme azalır. Özellikle sürgün uçlarında boğumlar arası kısalmakta ve yapraklar küçülerek “rozet” yaprak görünümünü almaktadır (Fotoğraf 10.2). Çinko noksanlığında, orak şeklinde yaprak oluşumuna da rastlanmaktadır. Orak şeklindeki yapraklar aşağı ya da yukarı doğru değil genellikle yana doğru bükülmektedir.

SIRA SİZDE

Çinko noksanlığına duyarlı bitkiler nelerdir?

D İ K K A T

Özellikle maden yataklarına yakın olan topraklarda yetişen bitkilerde Zn toksisitesine rastlanabilir. Bitkilerde 150-200 mg kg^{-1} üzerindeki Zn bitkilerde toksik değer olarak kabul edilmektedir.

Fotoğraf 10.2

*Turunçgillerde Zn
noksanlığı
görünümü
(Tepecik, 2010)*



Bazı bitkilerin Zn içeriklerinin değerlendirilmesinde kullanılan sınır değerleri Çizelge 10.3'de görülmektedir.

Bitki Çeşidi	Bitki organı	Örnekleme zamanı	Bitkide Zn (mg kg ⁻¹)		
			Az	Yeterli	Fazla
Tarla Bitkileri					
Mısır	Toprak üstü organları	30 cm'den kısa	<20	20-60	>60
Pamuk	Yeşil gövde	Çiçeklenme sonu	<20	20-100	>100
Şeker Pancarı	Yaprak	Haziran-Temmuz (50-80 günlük)	5-9	10-80	>80
Tütün	Gelişimini yeni tamamlamış yaprak	Çiçeklenme dönemi	<20	20-80	>80
Meyveler					
Elma	O yılki sürgünlerin orta yaprakları	Gelişme dönemi ortası	15-19	20-100	>100
Kiraz	O yılki sürgünlerin orta yaprakları	Temmuz-Ağustos	15-19	20-50	>50
Kayısı	O yılki sürgünlerin orta yaprakları	Temmuz-Ağustos	15-19	20-100	>100
Limon	Meyvesiz yaprak	5-7 aylık	15-19	20-50	>50
Sebzeler					
Domates (Tarla)	Tepe sürgünü yanındaki bileşik yaprak	Çiçeklenme ortası	18-19	20-50	>50
Ispanak	Gelişimini yeni tamamlamış yaprak	30-50 günlük	20-24	25-100	>100
Patates (Tatlı)	Gelişimini yeni tamamlamış yaprak	Gelişme dönemi ortası	18-19	20-50	>50
Lahana	Sarılmış yaprak	2-3 aylık	18-19	20-200	>200

Çizelge 10.3

*Değişik bitkilerin Zn
içerikleri (Kacar ve
Katkat, 2006)*

Bitkilerde Zn noksanlığının giderilmesi amacıyla organik ve inorganik gübreler kullanılmaktadır. Bitkilerin Zn ihtiyaçları toprağa uygulama yapılarak, püskürtülerek veya tohuma bulaştırılarak karşılanılabilir. Toprakta tutulması ve mobilitesinin sınırlandırılması nedeniyle banda uygulamanın daha etkili olduğu düşünülmektedir. Çinko sülfat ($ZnSO_4$) ve Zn kileytler en fazla kullanılan gübrelerdir.

K İ T A P



Kacar, B. ve Katkat, V. (2006) tarafından yazılan “Bitki Besleme” isimli kitaptan noksanlık durumları ve Zn gübrelenmesi ile ilgili ayrıntılı bilgilere ulaşabilirsiniz.

BİTKİ GELİŞİMİNDE MANGANIN (Mn) ÖNEMİ VE ETKİSİ

Bitki gelişimi için Mn 'ın temel elementlerden biri olduğunu belirleyen Mc Hargue (1914-1922), Mn elementi ile ilgili bitki besleme çalışmalarına da öncülük etmiştir.

Mangan'ın topraktaki toplam miktarı kadar alınabilir haldeki miktarı da önemlidir. Değişebilir Mn^{+2} , suda çözünebilir Mn^{+2} , organik bağlı suda çözünür Mn ile çeşitli oksit formları gibi. Toprak pH'sı, indirgenme-yükseltgenme ve kompleks oluşturma Mn 'ın alınabilirliğini etkilemektedir.

Bitkiler doğal ve yapay kompleks oluşturunuculara moleküler şekilde bağlanmış olan Mn 'dan da faydalanmaktadırlar. Rizosferde bulunan bazı kök salgıları (organik asitler, aminoasitler, fenolik maddeler vb.) Mn 'ın alınabilir forma dönüşmesinde çok etkilidir. Mangan'ın bitki köklerinin etkileri ile alınabilir forma dönüşmesi aşağıdaki mekanizmalarca açıklanmaktadır;

- Kök yüzeyindeki H^+ iyonları ile toprakta değişebilir formda bulunan Mn yer değiştirebilir.
- Kök salgılarıyla veya ölü hücre ve dokuların mikrobiyolojik ayrışmalarıyla
- Mangan oksitlerin indirgenmeleri ile oluşan Mn^{+2} bitki kökleri tarafından alınabilir.

SIRA SİZDE



4

Ortamda bulunan diğer bitki besin elementleri, Mn alımı üzerine nasıl bir etkiye sahiptir?

Bitkide Mn^{+2} iyonlarının hareketliliği Ca , B ve Cu 'a göre daha yüksektir. Çok kolay yükseltgenbildiği için fotosentezde elektron aktarımı ve oksijen içermeyen radikallerin toksik etkilerinin giderilmesi gibi bazı redoks işlemlerinde önemli görevler yapmaktadır. Enzim-S ve süperoksit dismutaz'ın (SOD) yapısında yer alır ve pek çok yaşamsal enzimin aktivite edilmesinden de sorumludur. Mangan'ın bileşiminde yer aldığı $MnSOD$ enzimi bitkide meydana gelen biyokimyasal tepkimelerde moleküler oksijenin indirgenmesi sonucu oluşan H_2O_2 'in parçalanması evrelerinde hücrelerin zarar görmesini engellemektedir.

Organik yapılı, kireçli alkalın ve kumlu bünyeli topraklar ile drenajı kötü olan alanlarda Mn noksanlığına çok rastlanmaktadır. Toprak havalanmasının kötü olduğu durumlarda bazı bakteriler alınabilir Mn^{+2} 'i yükseltgeyerek alınamaz forma dönüştürmektedir. Böylelikle Mn 'ın bitkiye toksik etki yapması da engellenmektedir.

Mangan noksanlığı görülen bitkilerde, fotosentezin azalmasına bağlı olarak bitki köklerindeki çözünebilir karbonhidrat miktarında da önemli düzeyde azalış olmaktadır. C-3 bitkilerinde Mn 'ın aktive ettiği enzimler tam olarak bilinmese de C-4 bitkilerinde Mn^{+2} tarafından aktive edilen enzimler (NAD, malik enzim vb.) olduğu belirlenmiştir. Ayrıca noksanlığında köke yeterince karbonhidrat aktarımı olmaması nedeni ile kök büyümesi olumsuz etkilenmekte ve kök büyümesindeki bu azalma hücre bölünmesi ile değil hücre uzamasındaki düşüş dikkate alınarak açıklanmıştır (**Bkz Ünite 6**).

Bitkilerin Mn içerikleri bitki genetik yapılarına ve yetiştirme ortamlarına bağlı olarak değişmektedir. Bazı bitkilerin Mn içeriklerinin değerlendirilmesinde kullanılan sınır değerleri Çizelge 10.4'de görülmektedir.

Bitki Çeşidi	Bitki organı	Örnekleme zamanı	Bitkide Mn (mg kg ⁻¹)		
			Az	Yeterli	Fazla
Tarla Bitkileri					
Mısır	Toprak üstü organları	30 cm'den kısa	<20	20-300	>300
Pamuk	Yeşil gövde	Çiçeklenme sonu	<30	30-300	>300
Şeker Pancarı	Yaprak	Haziran-Temmuz (50-80 günlük)	10-25	26-360	>360
Tütün	Gelişimini yeni tamamlamış yaprak	Çiçeklenme dönemi	<30	30-250	>250
Meyveler					
Elma	Ö yıl ki sürgünlerin orta yaprakları	Gelişme dönemi ortası	20-24	25-200	201-300
Kiraz	Ö yıl ki sürgünlerin orta yaprakları	Temmuz-Ağustos	20-39	40-200	>200
Kayısı	Ö yıl ki sürgünlerin orta yaprakları	Temmuz-Ağustos	20-24	25-100	>100
Limon	Meyvesiz yaprak	5-7 aylık	15-19	20-200	>200
Sebzeler					
Domates (Tarla)	Tepe sürgünü yanındaki bileşik yaprak	Çiçeklenme ortası	30-39	40-250	>250
Ispanak	Gelişimini yeni tamamlamış yaprak	30-50 günlük	20-29	30-250	>250
Patates (Tatlı)	Gelişimini yeni tamamlamış yaprak	Gelişme dönemi ortası	30-39	40-250	>250
Lahana	Sarılmış yaprak	2-3 aylık	20-24	25-200	>200

Çizelge 10.4
Değişik bitkilerin Mn içerikleri (Kacar ve Katkat, 2006)

Buğdaygil bitkilerinin Mn hareketliliği çift çenekli bitkilere göre çok daha yüksektir.



DİKKAT

Manganın aynı zamanda bitkilerin su içeriğini de düzenlediği bilinmektedir. Yeterli Mn'a sahip bitkiler daha az suya ihtiyaç duymaktadır. Mangan noksanlığında hastalıklara karşı hassasiyet gözlenirken çiçeklenmenin de geciktiği bilinmektedir. Bitkilerde büyüme geriliği, bodur büyüme, genç yapraklarda damarlararası parçalı sararmalar en çok görülen noksanlık belirtileri arasında yer almaktadır. Tek çenekli bitkilerden Buğdaygillerde alt yapraklarda gri benekler görülürken Baklagil bitkilerinde ise çenek yapraklarında nekrotik lekeler en önemli noksanlık belirtileri arasındadır. Çift çenekli bitkilerde damarlararası parçalı kloroz yaygındır. Meyve ağaçlarının ve narenciyelerin genç yapraklarında damar arası renkler açılarak soluk yeşil ya da sarıya dönüşmektedir. Ancak renk dönüşümü Zn ve Fe noksanlığındaki kadar belirgin olmayabilir. Yaprak kenarlarına yakın sararmış alanların içerisinde kırmızımsı lekeler oluşabilir. Noksanlığın ilerlemesi ile yaprak kenarlarında da açık sarı lekeler meydana gelir ve lekeler giderek içe doğru yayılır (Fotoğraf 10.3).

Fotoğraf 10.3

*Hıyarda Mn
Noksanlığı*



Bitkilerde Mn noksanlığının giderilmesi için piyasamızda inorganik ve organik Mn içeren bileşikler mevcuttur. Mangan'lı gübreler içerisinde en fazla MnSO_4 kullanılmaktadır. Ayrıca MnO , MnCl_2 , Mn frit ve Mn kileytler de sık tüketilen Mn içerikli gübreler arasında bulunmaktadır. Mangan'lı gübreler doğrudan toprağa uygulanabileceği gibi püskürtme yöntemi ile de uygulanabilir. Kireçli alkalın topraklarda ve organik topraklarda Mn noksanlığının giderilmesinde püskürtülerek uygulamanın daha etkili olduğu belirlenmiştir.

DİKKAT

Asit tepkimeli topraklarda yetişen bitkilerde görülen Mn toksisitesi kireçleme yapılarak giderilebilir.

K İ T A P

Bergmann, W. (1992) tarafından yazılan "Nutritional Disorders of Plants" ile Kacar, B. (1996) tarafından yazılan "Bitki Fizyolojisi" kitaplarından Mn'in toprakta bulunuş formları, bitkilerdeki metabolik işlevleri, noksanlık belirtileri ve Mn gübrelemesi ile ilgili daha ayrıntılı bilgilere ulaşabilirsiniz.

BİTKİ GELİŞİMİNDE BAKIRIN (Cu) ÖNEMİ VE ETKİSİ

Yerkabuğunda en çok bulunan 25 elementten biri olan Cu elementi bilinen en eski metallere aittir. Bakır'ın bitki besin maddesi olduğu ise 1930'lu yıllarda tespit edilmiştir. Ancak bitkideki gereksinimi çok düşüktür.

Bakır diğer mikro bitki besin elementlerine göre organik maddeye daha güçlü bir şekilde bağlanır ve Cu-organik kompleksleri topraktaki Cu hareketinin ve alınabilirliğinin sağlanmasında çok önemli bir yere sahiptir.

Bitkiler Cu elementini doğal ve yapay organik bileşikler şeklinde alabildikleri gibi yapraklar ile Cu tuzları ve kompleks yapılarını da alabilirler. Bitkiler tarafından Cu^{+2} formunda alınabilir olan Cu elementi kök üzerinde kontak değişim yoluyla tutulabilir.

Bitkilerin Cu içeriklerinin Fe, Mn ve Zn içeriklerine göre daha az olduğu bilinmektedir. Bakır alınımları üzerine bitkisel faktörler, toprakların N, P ve Zn içerikleri ile bazı toprak özellikleri (toprak sıcaklığı, tuzluluk, pH vb.) etkilidir. Bitkilerin Cu içerikleri $5-15 \text{ mg kg}^{-1}$ arasında değişmekle birlikte bu miktar $15-30 \text{ mg kg}^{-1}$ üzerine çıktığında toksisite etkisi olabilmektedir.

Demir elementine benzer özelliklere sahip olan Cu bitki besin elementi olarak işlevlerini enzimlere bağlı olarak gerçekleştirir. Bu enzimler moleküler O_2

ile tepkimeye katılırlar ve yaşayan hücrelerde O_2 'nin indirgenmesini ve H_2O_2 veya H_2O oluşumuna neden olurlar. Bitkilerde Cu'nın metabolik işlevleri;

- Canlı yaşamı için temel olan bazı metabolik işlevlerin gerçekleştirilmesinde görevli enzimlerin yapısında bulunur (plastosiyanin, superoksit dismutaz, sitokrom oksidaz, askorbat oksidaz, fenol oksidaz vb)
- Karbonhidrat, N ve lipid metabolizması üzerine etkilidir.
- Düşük molekül ağırlığına sahip organik bileşikler ve proteinlerle kompleks oluşturur.
- Tohum ve meyve gibi çeşitli oluşumlardaki etkiler.

Bakırın bağlı olduğu enzimlerden plastosiyanin, fotosentezin ışık tepkimelerinde elektron aktarımı zincirinde görev yaparken, süperoksit dismutaz (SOD), aerobik organizmaları radikallerin zararlı etkilerinden korumaktadır. Bakır içeren enzimlerden Polifenol oksidaz bitkiler için çok önemli olup aktivitesi azaldığında çiçeklenme ve olgunlaşma süreci olumsuz etkilenir. Ayrıca lignin, melatonik maddelerin ve alkaloidlerin oluşumunda yer alan bu enzimin azalması ile indol asetik asit (IAA) ve peroksidaz enzimlerinin aktivelerinde de gerileme olduğu saptanmıştır.

Bakır elementi genellikle bitki hücrelerinin hangi bölümlerine bağlı konumda bulunmaktadır?



Bitkilerin Cu içerikleri de diğer mikro elementler gibi bitkinin gereksinimlerine, genetik yapılarına ve yetiştirme ortamlarına bağlı olarak değişmektedir. Bazı bitkilerin Cu içeriklerinin değerlendirilmesinde kullanılan sınır değerleri Çizelge 10.5'de görülmektedir.

Bitki Çeşidi	Bitki organı	Örnekleme zamanı	Bitkide Mn (mg kg ⁻¹)		
			Az	Yeterli	Fazla
Tarla Bitkileri					
Mısır	Toprak üstü organları	30 cm'den kısa	<5	5-20	>20
Pamuk	Yeşil gövde	Çiçeklenme sonu	<5	5-25	>25
Tütün	Gelişimini yeni tamamlamış yaprak	Çiçeklenme dönemi	<15	16-60	>60
Meyveler					
Elma	O yıl ki sürgünlerin orta yaprakları	Gelişme dönemi ortası	4-5	6-50	>50
Kiraz	O yıl ki sürgünlerin orta yaprakları	Temmuz-Ağustos	3-4	5-50	>50
Kayısı	O yıl ki sürgünlerin orta yaprakları	Temmuz-Ağustos	3-4	5-25	>25
Limon	Meyvesiz yaprak	5-7 aylık	3-4	5-100	>100
Sebzeler					
Domates (Tarla)	Tepe sürgünü yanındaki bileşik yaprak	Çiçeklenme ortası	3-4	5-20	>20
Ispanak	Gelişimini yeni tamamlamış yaprak	30-50 günlük	3-4	5-25	>25
Patates (sofralık)	Gelişimini yeni tamamlamış yaprak	-	3-4	5-15	>15
Lahana	Sarılmış yaprak	2-3 aylık	3-4	5-15	>15

Çizelge 10.5

Değişik bitkilerin Cu içerikleri (Kacar ve Katkat, 2006)

Bakır elementi immobil olduğu için noksanlık belirtileri öncelikle bitkinin genç yapraklarında başlamaktadır. Bodur büyüme, genç yaprakların kıvrılıp ölmesi, genç yapraklarda solma noksanlığın en tipik belirtilerindendir. Yapraklarda solma Cu noksanlığına bağlı olarak ksilem iletim borularında yeterli lignifikasyonun oluşamamasından ve hücre duvarında ortaya çıkan hassasiyetten ortaya çıkmaktadır.

Tahıl ve benzeri bitkilerde kardeşlenmenin gerilemesi, başak ve salkım oluşumlarının görülememesi, bodur büyüme ile birlikte uç yaprak sararmaları görülmektedir. Ayrıca bitkiler çalılaşmış bir görünüm almaktadır. Yaprak uçları beyazlaşır, kıvrılır ve kurur. Hastalıklara karşı dayanıklılık azalır.

Meyve ağaçlarında Cu noksanlığı olduğu zaman uç tomurcukların gelişimi azalır, yapraklar küçülür ve “rozet” şeklini alır, meyvelerde ise çatlamalar ve erken dökülmelere rastlanmaktadır (Fotoğraf 10.4).

Fotoğraf 10.4

Turunçgillerde Cu Noksanlığı



SIRA SİZDE

6

Bakır noksanlığına duyarlı bitkiler nelerdir?

DİKKAT

Bitkilerde Cu toksisitesi Fe noksanlığına neden olabilmektedir.

Bakır noksanlığında organik ve kimyasal gübreler kullanılabilir. Ancak kökeni ne olursa olsun toksik etki oluşturmayacak düzeylerde uygulanmasına dikkat edilmelidir. İnorganik kaynak olarak suda çözünürlüğü yüksek, ucuz ve kolay bulunabilir olan CuSO_4 kullanılabilir. Uygulanacak Cu miktarı bitkiye, toprak özelliklerine, Cu kaynağına ve uygulama şekline göre değişmektedir. Toprak kolloidlerine kolay bağlanabildiği için ve immobil olması nedeni ile toprak yüzeyine uygulamak yerine banda ya da yapraklara püskürtülerek verilmesi daha etkili olabilmektedir. Diğer mikroelementlerde olduğu gibi inorganik Cu kileyletlerin püskürtülerek uygulanması da iyi sonuç alınmasını sağlayacaktır.

K İ T A P



Kacar, B. (1996) tarafından yazılan “Bitki Fizyolojisi” ile Kacar, B. ve Katkat, V. (2006) tarafından yazılan “Bitki Besleme” kitaplarından Cu’nın toprakta bulunuş formları, bitkilerdeki metabolik işlevleri, noksanlık belirtileri ve Cu gübrelemesi ile ilgili daha ayrıntılı bilgilere ulaşabilirsiniz.

BİTKİ GELİŞİMİNDE BORUN (B) ÖNEMİ VE ETKİSİ

Bor elementi bitkilerin normal gelişimi için gerekli olan sekiz mikro elementten biridir. Mikro bitki besin elementleri içerisinde metal olmayan tek elementtir. Bor 20. yüzyılın başlarında bitkiler için vazgeçilmez bir element olarak tanımlanmaya başlanmıştır.

Toprakta bitki tarafından alınabilir yararlı B miktarı $0.4-5.0 \text{ mg kg}^{-1}$ arasında değişmektedir ve toprak çözeltisinde H_3BO_3 ve B(OH)_4 formunda, killerin ve Al ile Fe'in sulu oksitlerinin yüzeylerinde adsorbe edilmiş şekilde ve organik maddeye bağlanmış halde bulunmaktadır.

Toprakta bulunan B, kök etki alanına difüzyon ve kitle akımı ile ulaşmakta, köke girişi ise genellikle H_3BO_3 formunda, aktif ve pasif absorpsiyon ile gerçekleşmektedir. Bitki içerisindeki hareketinin sınırlı olması nedeni ile genellikle im-mobil olarak tanımlanan B, bitkinin **transpirasyon** oranına bağlı olarak tepe or-ganlarda birikmektedir.

Transpirasyon: Havanın emme kuvveti yardımı ile suyun yapraklardan dışarıya verilmesi olayına denir. Terleme olarak bilinmektedir.

Bazı bitkiler yaprak uçlarında biriken B'un toksik etkisini engellemek için B'u yapraklar-dan su damlacıkları şeklinde uzaklaştırırlar.



DİKKAT

Bitkinin B alımını, bitkisel yapı farklılıkları, toprak özellikleri ve iklim gibi ba-zı faktörler etkilemektedir. Borun en yüksek oranda alındığı toprak pH'sı 6.3-6.5 değerleri arasındadır. Toprak pH'sındaki artışa ve kireç içeriğine bağlı olarak bit-kilerde B alımı azalmaktadır. Toprakların kil tipi ve miktarları ile organik madde içerikleri de B alımını etkileyen faktörler arasındadır. Ortamda bulunan N, K ve Ca elementleri ile bitkilerin B alımı arasında da önemli ilişkiler saptanmıştır. Bunların dışında toprak tekstürü, toprak rutubeti ve ışık intensitesinin bitkiye yarayışlı B içe-riğine etki eden etmenler arasında olduğu bilinmektedir.

Toprakların alınabilir B miktarları ile kireç içerikleri arasındaki ilişkiyi nasıl açıklarsınız?



SIRA SİZDE

Bor bitkilerde, şekerlerin taşınmasında, hücre duvarı sentezinde ve duvar strük-türünün oluşumunda, karbonhidrat metabolizmasında, RNA, fenol ve IAA metabo-lizmasında, solunumda, lignifikasyonda ve biyolojik membranların yapısal ve fonk-siyonel özellikleri üzerinde önemli ve etkin görevler üstlenmiştir. Bitkilerde veje-tatif gelişmeye göre generatif gelişme üzerinde daha etkili olan B özellikle meris-tematik dokuların gelişiminde, polen tüplerinin büyümesinde, polenlerin gelişme ve çimlenmelerinde çok önemli görevlere sahiptir. Bitki kök gelişimi ve hücre bölünmesine olan etkileri nedeniyle B noksanlığında bitki kök gelişiminin azaldığı ya da durduğu bildirilmiştir.

Bitkideki hücre duvarı komponentleri ile reaksiyona giren B, polihidroksil bileşikler meydana getirerek hücre duvarlarının ince ve güçlü olmasını sağlamakta-dır. Bu nedenle noksanlığında bitkilerde çatlak ya da mantarlaşmış gövde görünümü ortaya çıkmaktadır.

Bor hücre membranlarından iyonların içeri alınması ya da dışarı verilmesinde de etkilidir. Bor noksanlığında bitkilerde fenolik bileşiklerin birikmesi sonucunda iyon alış-verişi azalmakta ya da durmaktadır. Ayrıca B bitkilerde hastalık ve zarar-lılara karşı dayanıklılığı da arttırmaktadır.

Bitkilerin B içerikleri en fazla yapraklarda en az da kök, meyve ve tohumların-da bulunur. Bitkilerin yapısal özelliklerinin de B alımı üzerine etkili olduğu bilin-mektedir. Tek çenekli bitkilerin B alımı az, çift çenekli bitkilerin ise daha yüksek-tir. Bazı bitkilerin B içeriklerinin değerlendirilmesinde kullanılan sınır değerleri Çi-zelge 10.6'da görülmektedir.

Çizelge 10.6

Değişik bitkilerin B içerikleri (Kacar ve Katkat, 2006)

Bitki Çeşidi	Bitki organı	Örnekleme zamanı	Bitkide Fe (mg kg ⁻¹)		
			Az	Yeterli	Fazla
Tarla Bitkileri					
Mısır	Toprak üstü organları	30 cm'den kısa	<5	5-25	>25
Pamuk	Yeşil gövde	Çiçeklenme sonu	<20	20-60	>60
Tütün	Gelişimini yeni tamamlamış yaprak	Çiçeklenme dönemi	<20	20-50	>50
Meyveler					
Elma	O yıl ki sürgünlerin orta yaprakları	Gelişme dönemi ortası	20-24	25-50	>50
Kiraz	O yıl ki sürgünlerin orta yaprakları	Temmuz-Ağustos	18-19	20-100	>100
Kayısı	O yıl ki sürgünlerin orta yaprakları	Temmuz-Ağustos	20-24	25-70	71-90
Limon	Meyvesiz yaprak	5-7 aylık	18-19	20-200	>200
Sebzeler					
Domates (Tarla)	Tepe sürgünü yanındaki bileşik yaprak	Çiçeklenme ortası	20-24	25-60	>60
Ispanak	Gelişimini yeni tamamlamış yaprak	30-50 günlük	15-24	25-60	>60
Patates (Tatlı)	Gelişimini yeni tamamlamış yaprak	Gelişme dönemi ortası	20-24	25-75	>75
Lahana	Sarılmış yaprak	2-3 aylık	20-24	25-75	>75

Bor bitkide immobil bir elementtir. Noksanlığında genç yapraklar kalınlaşır ve koyu yeşil renge dönüşür, yaprak kenarlarında büzülme, kıvrılmalar gözlemlenebilir. Noksanlığın ilerleyen aşamalarında büyüme noktaları ölür, tomurcuk, çiçek ve meyve oluşumunda azalmalar olabilir. Yaprak sapları ve gövde kalınlaşır. Çatlak gövdeler meydana gelebilir. Zambak akıtma gibi bozukluklar da ortaya çıkabilir. Yumru köklü bitkilerde de "öz çürüklük" olarak değerlendirilen anomaliler görülebilir (Fotoğraf 10.5).

Fotoğraf 10.5

Karnabaharda B Noksanlığı



SIRA SİZDE

8

Bor noksanlığına duyarlı bitkileri sınıflandırınız.

DİKKAT



Bor noksanlığı bitkinin verim ve kalitesi üzerine olumsuz etkilere sahipken fazlalığı daha ciddi toksik etkilere neden olabilmektedir.

Bor noksanlığında organik ve kimyasal gübreler kullanılmaktadır. Boraks, sodyum tetra borat, sulubor en çok tanınan ve uygulanan gübreler arasındadır. Ancak gübre ister organik ister inorganik olsun toksik etki oluşturmayacak düzeylerde uygulanmalıdır. Toprağa verilecek olan B miktarı belirlenirken yetiştirilecek bitkinin çeşidi, gübrenin uygulanma şekli, toprağın kireç durumu, bünyesi ve yağış faktörü vb. faktörler dikkate alınmalıdır. Boraks ve sodyum tetraborat en çok tanınan ve uygulanan borlu gübreler arasındadır. Özellikle çok yıllık bitkilerde püskürtülerek B uygulanması daha etkili sonuçların alınmasını sağlamaktadır. Gübreleme önerileri yapılırken sulama sularının da B içeriklerine dikkat edilmelidir.

Kacar, B. (1984) tarafından yazılan “Bitki Besleme” ile Kacar, B. (1997) tarafından yazılan “Gübre Bilgisi” kitaplarından B’un toprakta bulunuş formları, bitkilerdeki metabolik işlevleri, noksanlık belirtileri ve B gübrelemesi ile ilgili daha ayrıntılı bilgilere ulaşabilirsiniz.



K İ T A P

BITKİ GELİŞİMİNDE MOLİBDENİN (Mo) ÖNEMİ VE ETKİSİ

Molibden (Mo), 1778 yılında İsveçli kimyacı Carl Wilhelm Scheele tarafından keşfedilmiştir. Ancak Mo’nin biyolojik sistemlerdeki önemi, Bortels’in 1930 yılında Azotobacter için hazırladığı bir besin ortamında olumlu etkisinin görülmesi sonrasında ortaya çıkmıştır. Yüksek bitkiler için Mo’in temel bir besin elementi olduğu ise ilk Arnon ve Stout tarafından 1939 yılında rapor edilmiştir.

Tarım topraklarında Mo, 0.2-5.0 mg kg⁻¹ arasında değişmektedir. Alınabilir Mo içeriği, alkali tepkimeli ve organik maddece zengin topraklarda yüksektir. Alınabilir Mo toprak çözeltisinde suda çözünebilir olarak ve organik kolloidal komplekslerde adsorbe edilmiş durumlarda bulunur. Toprak çözeltisi içerisinde ve kolloidler üzerinde genellikle sülfat (SO₄⁼) ya da fosfat (HPO₄⁼) iyonlarına benzer davranış formunda ve molibdat (MoO₄⁻²) anyonu şeklindedir. Molibden adsorbsiyonu yüksek pH derecelerinde azalır ve alınabilirliği artar. Toprakta bulunan Fe ve Al oksitler tarafından Mo güçlü bir şekilde adsorbe edilmekte ve toprakların alınabilir Mo içeriği düşmektedir. Bitkilerde Mo’nin iletim boruları içerisinde MoO₄⁻² formunda taşındığı düşünülmektedir. Bitkilerin Mo içerikleri, toprak çözeltisindeki alınabilir formdaki Mo miktarına, toprak pH’sına, toprak çözeltisinde bulunan diğer elementlerin cins ve miktarına, bitkisel etmenlere ve mevsime bağlı olarak değişmektedir. Bitkilerin Mo içerikleri genellikle kuru madde de 1 mg kg⁻¹’dan düşüktür. Molibdenin bitki içerisinde hareketliliğinin çok düşük olması nedeniyle bitki köklerinde gövde ve yaprağa göre daha fazladır.

Yüksek miktarda Mo içerdiği bilinen çayır mera bitkileri ile beslenen geniş getiren hayvanlarda “Molibdenoz” olarak bilinen toksisiteye rastlanmaktadır.



D İ K K A T

Molibden bitkilerde yaşamsal öneme sahip nitrojenaz ve nitrat redüktaz enzimlerinin yapısında yer almaktadır. Nitrojenaz enzimi N₂ fikse eden mikroorganizmaların işlevleri için önemlidir. Nitrat redüktaz enzimi ise bitkilerde nitratin (NO₃⁻) nitrite (NO₂⁻) indirgenmesinde görev yapmaktadır. Biri büyük diğeri küçük iki protein enzim kompleksini içeren nitrojenaz enziminin büyük olan protein enzim kompleksinde Fe:Mo oranı 9:1 olarak belirlenmiştir.

Bitkilerin nitrat ile beslenmesi ile ilişkili olarak ortaya çıkan Mo noksanlığının etkisi hem büyümeye hem de bitkinin askorbik asit ve klorofil içerikleri üzerine olmaktadır. Böyle durumlarda yapraklarda “kırbaç kuyruk” adı verilen noksanlık be-

lirtileri görülür. Noksanlığın çok şiddetli durumlarında ortaya çıkan bu belirtide yaprak ayası oluşmaz ve yaprak orta damarı kırbaç görünümünü almaktadır.

Molibden sülfat oksidaz enziminin yapısında da görev almaktadır. Mikroorganizmalarda bulunan sülfat oksidaz enzimi, sülfatin (SO_3^-) sülfata (SO_4^{2-}) yükseltgenmesinde etkilidir.

Polen oluşumu, polen çapı ve çimlenme gücü üzerine de etkili olan Mo'nin noksanlığında bitkilerde polen tanelerinin küçük olduğu, invertaz enzim aktivitesinin azaldığı ve nişasta içermedikleri saptanmıştır. Molibden noksanlığında nitrat asimilasyonu gerilediği için ortaya çıkan belirtiler N noksanlığına benzerdir. Önce yaşlı yapraklar sararır. Yapraklar daha küçüktür ve kenarları içe doğru kıvrıktır, yaprak yüzeyleri ise kahverengi nekrozlarla kaplıdır. Bitkilerde bodur büyümenin yanında yapraklarda solgunluk, çiçeklenme ve kök gelişiminde azalma görülmektedir.

Bazı bitkilerin Mo içeriklerinin yorumlanmasında kullanılan sınır değerleri Çizelge 10.7'de görülmektedir.

Çizelge 10.7
Değişik bitkilerin Mo içerikleri

Bitki Çeşidi	Bitki organı	Örnekleme zamanı	Bitkide Mo (mg kg ⁻¹)		
			Az	Yeterli	Fazla
Tarla Bitkileri					
Mısır	Toprak üstü organları	30 cm'den kısa	<0.1	0.1-10	>10
Tütün	Gelişimini yeni tamamlamış yaprak	Çiçeklenme dönemi	<0.4	0.4-0.6	>0.60
Meyveler					
Elma	O yıl ki sürgünlerin orta yaprakları	Gelişme dönemi ortası	0.01-0.05	> 0.1	-
Limon	Meyvesiz yaprak	5-7 aylık	0.03-0.29	0.3-30	> 3.0
Sebzeler					
Havuç	Gelişimini yeni tamamlamış yaprak	Gelişme dönemi ortası	0.40-0.49	0.5-1.5	>1.5
Lahana	Sarılmış yaprak	2-3 aylık	0.2-0.3	0.4-0.7	>0.7

SIRA SİZDE



Molibden noksanlığına duyarlı bitkileri sınıflandırınız.

Molibden noksanlığı genellikle kimyasal gübreler kullanılarak giderilmektedir. Gübreler toprağa doğrudan uygulandığı gibi püskürtülerek ya da tohuma bulaştırılarak da verilebilmektedir. Çözünürlüğü çok yüksek olan sodyum molibdat ve amonyum molibdat en fazla kullanılan bileşiklerdir. Genellikle noksanlığın giderilmesinde 0.1-0.5 kg ha⁻¹ Mo uygulaması önerilmektedir.

K İ T A P



Kacar, B. (1984) tarafından yazılan “Bitki Besleme” ile Kacar, B. ve Katkat, V. (2006) tarafından yazılan “Bitki Besleme” kitaplarından Mo'nin toprakta bulunuş formları, bitkilerdeki metabolik işlevleri, noksanlık belirtileri ve Mo gübrelmesi ile ilgili daha ayrıntılı bilgilere ulaşabilirsiniz.

BİTKİ GELİŞİMİNDEKİ DİĞER ELEMENTLER: NİKEL, KLOR, KOBALT VE SELENYUM'UN ÖNEMİ VE ETKİLERİ

Önemli bir diğer element olan Nikel (Ni) yüksek bitkilerde üreaz ve hidrogenaz gibi bazı enzimlerin az miktarda da olsa yapılarında bulunmaktadır. Bitkilere N'lu gübre olarak üre verildiği durumda, üreaz enzimi üre-N'unu NH_4^{+} 'a çevirmektedir.

Nikel olmaz ise üreaz görevini yapamaz. Ancak toksik miktarlarda bulunması da söz konusu olabilmektedir. Nikel fazlalığının olmadığı topraklarda yetişen bitkilerin yapraklarındaki Ni miktarı genelde 10 ppm'den daha düşüktür.

Toprakların Ni içerikleri oluştukları ana materyale ve antropojenik kirlilik düzeyine göre değişkenlik göstermektedir. Bitkilerde büyümenin olumsuz etkilenmemesi için topraklarda değişebilir Ni miktarının ortalama $3-5 \mu\text{g g}^{-1}$ olması gerekmektedir. Ancak toprakların içerdiği organik madde ve kil miktarı ile kil tipine göre bitkiler tarafından alınan Ni miktarı da değişiklik göstermektedir. Asidik bir toprak reaksiyonunda bitki tarafından daha hızlı ve kolay bir şekilde alınan Ni^{+2} iyonunun bitki içindeki mobilitesi de yüksektir.

Yeterli düzeyin üzerinde Ni içeren bitkilerde klorofil sentezi ve yağ metabolizması olumsuz etkilenmekte ve diğer besin elementlerinin alımı da azalmaktadır.



DİKKAT

Önemli bir diğer element olan klorun (Cl) bitkiler için temel besin elementlerinden biri olduğu 1980'li yıllarda ortaya çıkmıştır. Bitki kökleri ve topraküstü organları ile Cl^- iyonu formunda alınmaktadır. Ortam sıcaklığının metabolik önleyicilerin, ışığın ve pH'nın Cl alımı üzerinde etkili olduğu bilinmektedir. Klor bitki kökleri ile alındıktan sonra **simplast** ile iletim borularına taşınır.

Simplast: Bir bitkinin protoplastları, plazmodezmlerle müşterek bir yapı oluşturur. Buna simplast denir.

Bitkiler az olan Cl ihtiyaçlarını topraktan, sulama suyundan, yağışlardan, gübrelere ve atmosferden karşılayabilmektedir. Bitkilerde Cl^- miktarı genellikle kuru madde de %0.2-1.8 arasında değişmektedir. Ancak optimum bitki gelişimi için bu değerlerin 10-100 kat daha azı yeterlidir. Klor, Mn^{+2} iyonu ile birlikte fotosentezin ışık tepkimesi evresinde su moleküllerinin parçalanmasında görev yapar. Ayrıca klor, bazı bitkilerde yapraktaki gözeneklerin açılıp kapanmalarını sağlayan bekçi (stoma) hücrelerini ve fotosentezi dolaylı olarak etkilemektedir.

Klor, hücre membranlarından anyon ve katyonların geçişlerini sağlayan ATPaz aktivasyonunda önemli işlevlere sahiptir. ATPaz'ın aktivasyonunda NO_3^- ve SO_4^{2-} 'a göre Cl^- daha etkin durumdadır.

Osmotik basınç üzerine de etkili olarak bitkinin su düzenini sağlar ve kuraklığa karşı dayanıklılığı arttırmaktadır. Karbonhidrat metabolizmasına etki etmektedir.

Klor kolaylıkla farklı kaynaklardan sağlanabildiği için noksanlığı ancak kontrollü şartlarda yetiştirilen bitkilerde görülebilmektedir. Olgun yapraklarda damarlara-rası kloroz, solgunluk, yüzey alanında küçülme vb. belirtilere rastlanmaktadır. Kök yapısı, kısa yan köklerin aşırı derecede oluşması nedeni ile çalimsı görünüme sahip olmaktadır.

Klor noksanlığına göre toksisitesine daha sık rastlanmaktadır. Yaprak uçlarında ve kenarlarında yanma, bronzlaşma ve dökülme şeklinde ortaya çıkmaktadır.



DİKKAT

Kobalt bir diğer önemli elementtir ve geniş getiren hayvanlar için gerekli olan B12 vitamininin yapı taşı olduğu yıllardır bilinmesine rağmen bitkiler için mutlak gerekliliği 1950'li yıllardan sonra saptanmıştır.

Toprakların toplam Co içerikleri $1-70 \text{ mg kg}^{-1}$ arasında değişmektedir. Aşırı derecede yıkanmış kumlu topraklarda, asit tepkimeli püskürük kayalardan oluşmuş topraklarda ve organik yapılı topraklarda Co noksanlığına rastlanmaktadır. Kobalt'ın bitki tarafından alınabilirliğini etkileyen en önemli faktörler topraktaki Mn oksitler ve toprak pH'sıdır.

Bitkiler tarafından Co^{+2} iyonu şeklinde alınmaktadır. Toprak çözeltisinde Co fazla ise bitki içinde transpirasyon akımı ile taşınır ve yaprak kenarlarında birikir. Yaşlı yapraklarda daha fazla miktarda bulunması Co'nun bitki içindeki hareketliliğinin düşük olduğunu düşündürmektedir. Toprakta bulunan Co miktarına, bitki çeşidine ve genotipine bağlı olarak bitkilerin Co içerikleri değişmektedir.

Kobalt baklagil bitkileri üzerinde ortak yaşam bulan Rhizobiyum bakterilerinin büyümeleri ve daha fazla N_2 fikse etmeleri için önemlidir. B12 vitamini ve koenzim kobalamin üzerine de olumlu etkiye sahip olduğu bilinmektedir. Çok nadir de olsa Co noksanlığı belirlendiği zaman kobalt klorür ($\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$), kobalt sülfat ($\text{CoSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$) gibi tuzlar kullanılabilir.

DİKKAT

Yem bitkilerinde Co içeriği, kuru maddeye göre 60 mg kg^{-1} 'dan fazla olursa hayvanlarda toksisiteye neden olabilmektedir.

Selenyum (Se), insanlar ve hayvanlar için mutlak gerekli bir element olmakla beraber bitkiler için gerekliliği üzerine halen tartışmalar devam etmektedir. Toprakların toplam Se içerikleri ortalama 0.3 mg kg^{-1} 'dir. Topraklarda, selenyum (Se^{-2}) şeklinde, elementel formda, organik selenyum bileşikler halinde, Selenit (SeO_3^{-2}) ve Selenat (SeO_4^{-2}) olarak bulunmaktadır. Toprakta Se'un bitkilere yayılabilirliği üzerine pH, kireçleme, iklim koşulları ve diğer elementlerin cins ve miktarları etki etmektedir.

Bitkiler Se'u yetiştikleri ortamdan genellikle selenat iyonu şeklinde, çok az da selenit olarak almaktadır. Ortamda fazla miktarda bulunan N ve SO_4^{-2} bitkilerin Se alımına olumsuz etki etmektedir. Selenyumun az bulunduğu topraklarda yetişen bitkilerde 0.1 mg kg^{-1} 'den daha az miktarda Se bulunmaktadır.

DİKKAT

Hayvanlarda Se noksanlığı, beyaz kas hastalığı, besinsel kas distrofisi ya da üreme bozukluğu gibi problemlere neden olabilmektedir.

SIRA SİZDE

Klor toksisitesine duyarlı bitkileri sınıflandırınız.

K İ T A P

Kacar, B. (1984) tarafından yazılan "Bitki Besleme" ile Kacar, B. ve Katkat, V. (2006) tarafından yazılan "Bitki Besleme" kitaplarından Ni, Cl, Co ve Se'un toprakta bulunuş formları, bitkilerdeki metabolik işlevleri, noksanlık belirtileri ile ilgili daha ayrıntılı bilgilere ulaşabilirsiniz.

Özet



Mutlak gerekli mikroelementlerin bitki gelişimi üzerine olan genel etkilerini tanımlamak.

Mutlaka gerekli “iz elementler” veya “mikro bitki besin elementleri” olarak isimlendirilen bu elementler demir (Fe), çinko (Zn), mangan (Mn), bakır (Cu) bor (B) ve molibden (Mo)’dur. Bu elementlerin dışında bitkilerin metabolik süreçlerinde ve enzim faaliyetlerinde görev alan diğer bazı önemli iz elementler de belirlenmiştir. Bunlardan bazıları klor (Cl), kobalt (Co), selenyum (Se) ve nikel (Ni) olarak saptanmıştır. Mutlak gerekli mikroelementler bitkilerin metabolik işlevleri üzerine çok önemli etkilere sahiptir. Bitkiler tarafından düşük miktarlarda alınıyor olmakla birlikte bitki için makro besin elementleri kadar önem taşımaktadırlar. Eksiklikleri halinde bitkilerin optimum gelişimini engelleyerek verim ve kalite parametrelerinin gözle görülebilir şekilde azalmasına neden olmaktadır.



Mikro elementlerden Fe, Zn, Mn, Cu, B, Mo ve diğer önemli elementlerin (Ni, Cl, Co ve Se) bitki gelişimindeki işlevlerini açıklamak.

Bitki bünyesindeki metabolik aktivitelerde Fe, Zn, Mn, Cu, B, Mo ve diğer önemli elementlerin (Ni, Cl, Co ve Se) etkin rolleri bulunmaktadır. Bitkilerde Fe, klorofil oluşumunda çok önemli görevlere sahiptir. Katalaz ve peroksidaz enzimlerinin prostetik gruplarında bulunarak fotosentezde ve karbonhidrat sentezinde rol oynamaktadır. Çinko elementi karbonhidrat, protein ve oksin metabolizmalarında rol aldığı gibi pek çok enzimin yapısında da yer almakta ve aktive etmektedir. Biomembranlarda bulunan sülfhidril ve fosfolipid gruplarına bağlanarak lipidlerin ve proteinlerin oksidatif zararlanmaya karşı korunmasını sağlamakta ve toksik etkili olan oksijen radikallerinin çıkışını kontrol altına almaktadır. Mangan fotosentezde elektron aktarımı ve oksijen içermeyen radikallerin toksik etkilerinin giderilmesi gibi bazı redoks işlemlerinde önemli görevler yapmaktadır ve pek çok yaşamsal enzimin aktivite edilmesinden sorumludur. Bakır, fotosentezin ışık tepkimelerinde elektron aktarımında, canlı yaşamı için çok önemli olan bazı enzimlerin yapısında görev almaktadır. Bor

ise bitkilerde, şekerlerin taşınımından, hücre duvarı sentezine, duvar strüktürünün oluşumuna, karbonhidrat metabolizmasına, RNA, fenol ve IA-A metabolizmasına, solunuma, lignifikasyona ve biyolojik membranların yapısal ve fonksiyonel özellikleri üzerinde önemli ve etkin görevler üstlenmektedir. Yaşamsal öneme sahip nitrogenaz ve nitrat redüktaz gibi bazı enzimlerin yapısında yer alan Mo ise özellikle polen oluşumu, polen çapı ve çimlenme gücü üzerine çok etkilidir. Diğer önemli elementlerden Ni; klorofil sentezi ve yağ metabolizmasında, Cl; osmatik basınç ve karbonhidrat metabolizmasında, Co; B12 vitamini ve koenzim kobalamin üzerine, ve Se’un ise yaşamsal mekanizmalar üzerine etkili olduğu bilinmektedir.



Bu elementlerin noksanlıkları halinde bitkide oluşabilecek problemleri tanımlamak ve çözümler üretmek.

Bitkilerin iyi bir şekilde beslenebilmesi için toprak ve çevre şartlarının iyi bilinmesi, herhangi bir gelişme bozukluğunda ortaya çıkan belirtilerin kolay tanımlanabilmesi, toprak çözeltisindeki bitki besin maddelerinin alınabilirliği ve bitkisel etmenlerin elverişliliği gerekmektedir. Bitki tarafından düşük miktarlarda alınan mikroelementlerin bitki bünyesindeki metabolik işlevleri ise büyüktür. Mikro besin elementlerinin noksanlığı halinde bitki gelişmesi geriler hatta noksanlığın ileri aşamalarında gelişme tamamen durabilmektedir. Bitki gelişiminin yavaşlaması yada durması halinde verimde azalma ve kalite kaybı görülmektedir. Bu nedenle bitkilerde beslenme bozuklukları için önlem alınması eğer herhangi bir nedenle beslenme bozukluğu çıkmış ise bunun hızla giderilmesi verim ve kalitenin sürdürülebilirliği açısından son derece önemlidir. Noksanlıkların giderilmesi amacıyla kullanılacak gübrelerin, uygulanacak yöntemlerin ve uygulama miktarlarının da tespit edilmesi noksanlığın hızlı bir şekilde giderilmesinde önem taşımaktadır.

Kendimizi Sınayalım

1. Aşağıdakilerden hangisi bitkilerde Fe'in metabolik işlevlerinden biri **değildir**?

- a. Kloroplastik proteinin oluşumunda yer alır.
- b. Klorofil yapısında yer alır.
- c. Fotorespirasyonda görev alır.
- d. Katalaz ve peroksidaz enzimlerinin prostetik gruplarında bulunur.
- e. Karbonhidrat sentezinde rol oynar.

2. Aşağıdakilerden hangisi bitkilerin Fe kapsamı üzerine etkili **değildir**?

- a. Toprak sıcaklığı
- b. Toprak reaksiyonu
- c. Bitkinin yaşı
- d. Toprakların K^+ kapsamı
- e. Toprak çözeltisindeki ağır metallerin cins ve miktarı

3. Aşağıdakilerden hangisi bitkilerin Zn alımını artıran etmenlerden biridir?

- a. Fe fazlalığı
- b. Mikrobiyolojik aktivitenin azalması
- c. Kök büyümesi ve yüzey genişliği
- d. pH'nın düşmesi
- e. Organik asitlerin az salgılanması

4. Aşağıdakilerden hangisi bitkilerde Mn'in metabolik işlevlerinden birisidir?

- a. Fotorespirasyonda görev almak
- b. Lipidlerin ve proteinlerin oksidatif zararlanmaya karşı korunmasını sağlamak
- c. Oksijen içermeyen radikallerin toksik etkilerinin giderilmesini sağlamak
- d. Karbonhidrat sentezinde görev almak
- e. Bekçi (stoma) hücrelerine etki ederek fotosentezi dolaylı olarak etkilemek

5. Aşağıdakilerden hangisi Mn içeren gübrelerden biri **değildir**?

- a. Mn frit
- b. MnO
- c. $MnSO_4$
- d. $MnCl_2$
- e. $MnOOH$

6. Aşağıdakilerden hangisi Cu noksanlık belirtilerinden biridir?

- a. Meyve ağaçlarında uç tomurcuk gelişimi azalır, yapraklar küçülür ve "rozet" şeklini alır
- b. Bitkilerin bodur gelişmesi
- c. Meyvede kabuk çatlaması, zamlık akıtma ve öz çürüklüğü oluşumu
- d. Yaşlı yapraklarda homojen sararma
- e. Yaprakların kırbaç kuyruk görünümünü kazanması

7. Toprakta bulunan B kök etki alanına sırasıyla nasıl ulaşmaktadır?

- a. Kitle akımı ve pasif absorpsiyon
- b. Difüzyon ve kitle akımı
- c. Kitle akımı ve aktif absorpsiyon
- d. Kitle akımı ve difüzyon
- e. Difüzyon ve pasif absorpsiyon

8. Aşağıdakilerden hangisi bitkinin B alımını etkileyen etmenlerden **değildir**?

- a. Toprak pH'sındaki artış
- b. Toprakların kil tipi ve miktarları
- c. Ortamda bulunan Zn miktarı
- d. Toprakların kireç içerikleri
- e. Organik madde içerikleri

9. Hangi tip toprakların Mo içeriği daha yüksektir?

- a. Asit tepkimeli kumlu topraklarda
- b. Alkali tepkimeli ve organik maddece zengin topraklarda
- c. Alkali tepkimeli kumlu topraklarda
- d. Asit tepkimeli killi topraklarda
- e. Asit tepkimeli ve organik maddece zengin topraklarda

10. Klor bitki kökleri ile alındıktan sonra hangi hücresel yapı ile iletim borularına taşınır?

- a. Kloroplast
- b. Apoplast
- c. Protoplast
- d. Simplast
- e. Vakuol

Kendimizi Sınavalım Yanıt Anahtarı

1. b Yanıtınız yanlışsa, “Bitki Gelişiminde Demirin (Fe) Önemi ve Etkisi” bölümünü yeniden inceleyiniz.
2. d Yanıtınız yanlışsa, “Bitki Gelişiminde Demirin (Fe) Önemi ve Etkisi” bölümünü yeniden inceleyiniz.
3. c Yanıtınız yanlışsa, “Bitki Gelişiminde Çinkonun (Zn) Önemi ve Etkisi” bölümünü yeniden inceleyiniz.
4. c Yanıtınız yanlışsa, “Bitki Gelişiminde Manganın (Mn) Önemi ve Etkisi” bölümünü yeniden inceleyiniz.
5. e Yanıtınız yanlışsa, “Bitki Gelişiminde Manganın (Mn) Önemi ve Etkisi” bölümünü yeniden inceleyiniz.
6. a Yanıtınız yanlışsa, “Bitki Gelişiminde Bakırın (Cu) Önemi ve Etkisi” bölümünü yeniden inceleyiniz.
7. b Yanıtınız yanlışsa, “Bitki Gelişiminde Borun (B) Önemi ve Etkisi” bölümünü yeniden inceleyiniz.
8. c Yanıtınız yanlışsa, “Bitki Gelişiminde Borun (B) Önemi ve Etkisi” bölümünü yeniden inceleyiniz.
9. b Yanıtınız yanlışsa, “Bitki Gelişiminde Molibden (Mo) Önemi ve Etkisi” bölümünü yeniden inceleyiniz.
10. d Yanıtınız yanlışsa, “Bitki Gelişimindeki Diğer Elementler: Nikel, Klor, Kobalt ve Selenyum’un Önemi ve Etkileri” bölümünü yeniden inceleyiniz.

Sıra Sizde Yanıt Anahtarı

Sıra Sizde 1

Ağır metaller, Fe alımını ve taşınmasını; $\text{Cu}^{+2} > \text{Ni}^{+2} > \text{Co}^{+2} > \text{Zn}^{+2} > \text{Cr}^{+2} > \text{Mn}^{+2}$ şeklinde bir sırayı izleyerek etkilemektedir.

Sıra Sizde 2

Bitkilerin Zn alımı iklim koşulları ile çok ilgilidir. Toprak nemi Zn’un kök etki alanına taşınmasında ve bitki köküne difüzyonunda çok etkilidir. Ayrıca toprak sıcaklığındaki artışa bağlı olarak Zn alımının arttığı bilinmektedir.

Sıra Sizde 3

Çinko noksanlığına en duyarlı tarla bitkileri ve sebzeler; mısır ve soya fasulyesi, pamuk, patates, soğan, meyvelerden ise; turuncgiller ve seftalidir.

Sıra Sizde 4

Manganın kimyasal yapısı ve davranışları incelendiğinde, Ca^{+2} ve Mg^{+2} gibi toprak alkali katyonlara ve Fe^{+2} , Zn^{+2} ve Cu^{+2} gibi ağır metallere benzediği görülmektedir. Bu nedenle tüm bu elementler Mn alımını ve taşınımını olumsuz olarak etkilemektedir.

Sıra Sizde 5

Bakırın %50’den fazlası kloroplastlarda ve plastosiyanine bağlanmış olarak bulunmaktadır.

Sıra Sizde 6

Bakır noksanlığına en duyarlı bitkiler; yulaf, yonca, buğday ve ıspanaktır. Lahana, karnabahar, mısır ve şeker pancarı ise orta derecede duyarlı bitkiler arasında yer almaktadır.

Sıra Sizde 7

Ortamda fazla miktarda bulunan kireç tarafından B suda çözünemez yada çok az çözünebilir formda fiske edilmektedir. Dolayısı ile toprak pH’sının yükselmesi ile bitkilerin B’u absorbe etme kapasiteleri düşmektedir.

Sıra Sizde 8

Bor noksanlığına en duyarlı bitkiler arasında şalgam, şeker pancarı ve pamuk sayılabilmektedir. Orta derecede duyarlı bitkiler; arpa, mısır, bezelye, patates, yonca ve domates’tir.

Sıra Sizde 9

Molibden noksanlığına duyarlı bitkiler; karnabahar, yonca, soya fasulyesi, lahana ve turuncgillerdir.

Sıra Sizde 10

Arpa, mısır, ıspanak, domates ve şeker pancarı Cl toksitesine dayanıklı bitkiler arasındadır. Tütün, fasulye, turuncgiller, patates, marul, soğan vb. bitkiler ise Cl toksitesine çok duyarlı bitkiler olarak bilinmektedir.

Yararlanılan Kaynaklar

- Barker, A.V., Pilbeam, D.J., (2007). **Handbook of Plant Nutrition**. 2007 by Taylor & Francis Group.
- Bergmann, W., (1988). **Ernährungsstörungen bei Kulturpflanzen**. Gustav Fischer Verlag - Stuttgart- New York.
- Güneş, A., Alpaslan, M. ve İnal, A., (2004). **Bitki Besleme ve Gübreleme**. A.Ü. Ziraat Fakültesi yayın No: 1539, Ders Kitabı: 492
- Jones, C., Jacobsen, J., (2001). **Plant Nutrition and Soil Fertility, Nutrient Management Module No:2**, Montana State University, Extension Service, 4449-2.
- Kacar, B. ve Katkat, V., (2006). **Bitki Besleme**. Nobel Yayınları.
- Kacar, B., (1984). **Bitki Besleme**. S. 1-137. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No: 899. Ders Kitabı No: 250 Ankara Üniversitesi Yayınevi.
- Kacar, B., (1996). **Bitki Fizyolojisi**. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, Yayın. No:1447, Ders Kitabı: 427, Ankara, Türkiye.
- Kacar, B., (1997). **Gübre Bilgisi**. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayın No:1490, Ders Kitabı: 449. ISBN: 975-482-222-0.
- Kacar, B., Katkat, A. V., (1999). **Gübreler ve Gübreleme Tekniği**. Uludağ Üniversitesi Güçlendirme Vakfı Yayın No:144, Vipaş Yayın No: 20, Bursa.
- Kacar, B., Katkat, A. V., Öztürk, Ş., (2002). **Bitki Fizyolojisi**. Uludağ Üniversitesi Güçlendirme Vakfı Yayın No: 198, Vipaş Yayın No:74., Bursa.
- Marschner, H., (1997). **Mineral Nutrition of Higher Plants**. (2.nd ed.) Academic press. 24-28 Oval Road London NW1 7DX
- Tepecik, M., (2010). **Özel Arşiv**, E. Ü. Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Bornova, İzmir.

Sözlük

A

Aerob: Havalı (oksijenli) ortamda yaşayabilen canlı

Abiyotik: Cansız; yani bitki, hayvan ve mikroorganizmalarla ilgili olmayan

Absorbe etmek: Maddeyi içine alma, emme

Ağır metal: Tam tanımı bulunmadığı için, daha çok tıpta kullanıldığı biçimiyle, zehirli metallerin tümü. Örnekler: çinko, demir, kurşun, bakır, alüminyum...

Ahır gübresi: Evcil hayvanların katı ve sıvı dışkılarının oluşturduğu gübre

Akaçlama: Suyun dışarı atılması

Aktif kömür: Yüzey alanı kimyasal işlemlerle artırılmış kömür tanecikleri

Aktinomiset: İplikli lif demetleri oluşturabilen bakteri grubu

Alg: Fotosentez yapabilen, bedenleri farklılaşmamış ilkel canlılar

Alkali: İçerisindeki hidroksil iyonlarının derişimi hidrojen iyonlarından fazla olan çözelti

Alkalileşme: Topraklarda alkalileşme olayı tuzlulaşma olayında tanımlanan benzer koşullarda oluşur. Farklı olarak değişim kompleksindeki değişebilir Na^+ 'un başat olarak bulunması yanında temel tuzun Na_2CO_3 olmasıdır.

Alüvyal: Akarsuların uzaklara taşıyıp, hızının kesildiği yerde biriktirdiği, çoğunlukla ince materyal, bunda oluşan toprak

Anaerob: Oksijensiz ortamda varlığını sürdüren canlı

Anız: Özellikle tahıllarda, hasattan sonra toprağın üzerinde kalan bitki artıkları

Anız malçı: Bitki artıklarının hasattan sonra toprağa gömülme-yip yüzeyde bırakılmasıyla oluşturulan örtü katı

Antagonistik: Zıt etkileşim gösteren.

Antibiyotik: Mikroplara karşı kullanılan maddelerin ortak adı

Antioksidan: Oksitlenmeyi önleyen, canlı bedenindeki zehirleri atamaya yarayan

Anyon: Eksi yüklü iyon, elektriksel ortamda artıuca, yani anoda yaklaşır.

Arazi: Kara parçası; toprak, iklim ve bitki örtüsünün şekillendiği yeryüzü parçası

Arı su: Bileşiminde yabancı madde barındırmayan su, H_2O

Arkeoloji: Geçmiş uygarlıkları aydınlatmayı amaçlayan kazı bilimi

Arkeolojik: Kazı bilimiyle ilgili

Asit püskürük: Silisyum içeriği yüksek olan volkanik kayalar

Atmosfer: Açık hava basınç birimi, 1033 cm su sütunu, 1 bar

B

Bakı: Eğimli toprağın baktığı yön, yöney

Bakteri: Bölünerek çoğalan, klorofilsiz, tek hücreli canlı

Bar: Basınç birimi, din/cm^2 , 0,1 Pa, 1 Atm, 1019 cm su sütunu

Baz: Asitle tepkimeye girdiğinde tuz oluşturan madde, alkali özellikli katyon

Bazik püskürük: Silisyum içeriği düşük, demir, nikel vb içeriği yüksek olan volkanik kayalar

Bel: Toprak işlemede yararlanılan, ucu sivri bir kürek türü

Biyçeşitlilik: Canlı varlığında görülen tür zenginliği, çeşkenlik

Biyogaz: Organik artıklardan elde edilen bir enerji türü

Biyokimyasal: Canlıların gerçekleştirdiği veya tetiklediği kimyasal olaylar

Biyotik: Canlı; yani bitki, hayvan ve mikroorganizmalarla ilgili olan.

Ç

Çapa bitkisi: Gelişmeleri sırasında ara sıra çapa yapılması gereken tütün, pancar, patates vb bitkiler

Çeki hayvanı: Arkasında bir araç veya aygıt bulunup, onu çeken at, öküz vb

Çıkış: Sürgünlerin toprak yüzeyine ulaşip, görünür olması

Çiftlik gübresi: Evcil hayvanların katı ve sıvı artıklarıyla, hayvan yatağı, sınırlı miktarda diğer çiftlik atıklarının oluşturduğu organik gübre türü

Çizel: Toprağı belirli aralıklarla yırtan, derin sürüm aracı

D

Debi: Akarsuyun belirli kesitinden saniyede geçen su miktarı, m^3/sn veya L/sn

Dekar: 1000 m^2

Depozit: Başka yerden taşınıp, bir bölgede depolanan malzeme

Dezenfekte: Mikroptan arındırılmış

Dinamik: Sürekli değişim gösteren, hareketli

Dipkazan: Toprağı çok derinlere kadar yırtan derin sürüm aracı

Drenaj: Suyun dışarı atılması, boşaltılması, akaçlama

E

Ektodezmata: Epidermal hücrelerde bulunan ve dış yüzeye doğru uzanan protoplazma iplikçikleri, yani epidermal hücre plazmodezmatasıdır.

Elektron mikroskobu: Isıtılan bir metalden çıkan elektronların elektro mıknatıslı alandan geçerken incelenen yapıya çarpması sonucu, mikroskobun bin katı kadar fazla büyütme sağlayan aygıt

Endemik: Yalnızca o ülkede (yörede) yetişen

Enlem: Bir noktanın ekvatora olan açısal uzaklığı

Enzim: Canlı organizmalarda gerçekleşen metabolik olaylarla ilgili tepkimelere girerek hızlandıran; ancak, sonunda değişmeden çıkan protein özelliğindeki maddedir.

Erozyon: Toprağın, bulunduğu yerden dış kuvvetlerce uzaklaştırılma yoluyla kaybı, aşınma

F

Familiya: Ortak özellikleri olan bitki cinsleri topluluğu

Fotosentez: Yeşil bitkilerin ışıktaki su ve karbondioksitten karışık organik moleküller yapması

Fotorespirasyon: Bitki solunumu

G

Gabion: İçi düzensiz şekilli taşla dolu tel kafes, eğimli şevlerin dayanımı artırmada kullanılır.

Gen bankası: Canlıların, tohum, spor vb üreme organlarının saklandığı yer

Granül: Milyonlarca küçük tanecığın oluşturduğu, mercimek boyutlu tane

H

Ham toprak: Arazide işlenmemiş bölümler için kullanılan bir terim

Havza: Bir akarsuyun kollarıyla birlikte sularını topladığı alan

Heyelan: Toprak kayması

Hidrofil: Su tarafından ıslatılabilen, su seven.

Hidrofob: Su tarafından ıslatılamayan, su sevmeyen.

Hif: Kimi bakteri topluluklarının mantarların ipliksi uzantılı yapıları

Horizon: Olgunlaşan toprakta beliren, birbirine ve yataya oldukça paralel katmanlar

HPAN: Hidrolize poliakrilonitril sodyum tuzu

Humik madde: Humusun bileşiminde bulunan bir madde grubu, humin

I

İmmobil: Hareketsiz

İnorganik: Cansız varlıklar veya bunlarla ilgili

İnteraksiyon: Karşılıklı etkileşim

İskelet: Toprakta 2 mm'den büyük çakıl, taş gibi iri taneler

İyon: Elektrik yüklü atom, eksi (anyon) veya artı yüklü (katyon) atom veya atom grubu

J

Jeolojik: Yer bilimiyle ilgili

Jips: Alçıtaşı, CaSO₄.2H₂O

K

Kaba yem: Çiftlik hayvanlarının beslenmesinde kullanılan, bir miktar nemle birlikte, tokluk hissi veren selüloz da içeren her türlü yem materyali

Karık: Sulanan tarlada yan yana açılan ve içinde suyun akacağı derin çukurlar

Katyon: Artı değerlikli iyon, elektriksel ortamda eksi yüklü katoda yaklaşır.

Kesek: İslanldığında yumuşayıp dağılan, sert toprak kümesi

Kılcal yükselme: Suyun, topraktaki kılcal tüpler içindeki hareketi, yerçekiminden değil, taneler ile su molekülleri arasındaki çekimden doğar

Kızılötesi: Infrared, görülebilir gün ışığı tayfından daha uzun dalga boyuna sahip ışınlar

Kloroz: Bitki yapraklarında zamanından önce görülen sararma

Kölüvyal: Kısa uzaklıklara taşınmış moloz yığını, bundan oluşan toprak

Kompost: Çürütülmüş organik artık

Kozmetik: Cildi korumaya ve güzelleştirmeye yarayan madde

Krillium: Toprağı iyileştirmede kullanılan poliakrilik asit vb sentetik reçinelerin ortak adı

Kristal: Dış yüzeyleri geometrik olarak düzenlenmiş katı

Kurutma dolabı: Sıcaklığı en fazla 200°C ye ulaşabilen, düşük sıcaklıklı laboratuvar fırını

Kültür bitkisi: Tarımsal üretim amacıyla toprağı hazırlanıp girdi kullanılarak yetiştirilen bitki

Küresel konumlandırma sistemi: GPS, uydulardan aldığı sinyallerle, bir yerin koordinatlarını büyük doğrulukla veren aygıt

L

Liken: Mantar ve alglerin oluşturduğu yaşam birlikteliği

M

Malç: Toprak yüzeyindeki koruyucu örtü katı

Mantar: Fungus, fotosentez yapamayıp, çürüntülerle beslenen, mikroskopik bitkisel canlı

Mekanik analiz: Toprak tanelerini büyüklük sınıflarına ayırma işlemi

Mekanik duvar: Beton, taş, metal vb duvar

Menisküs: Su, cam, hava kesişim yüzeyinde su molekülleri oluşturduğu iç bükümlük

Merdane: Toprağı sıkıştırmakta kullanılan silindir biçimli araç

Metabolizma: Canlı hücrelerindeki biyolojik ve kimyasal değişiklikler

Mıcır: Asfalt yapımında kullanılan küçük çakıl

Mikrobiyel aşılama: Bir ortamda bulunmayan mikroorganizmanın, oraya eklenmesi

Mikron: Milimetrenin binde biri boyutundaki uzunluk birimi, 0,001 mm

Mikroorganizma: Çıplak gözün görmediği, mikroskopla seçilebilen bakteri, mantar vb canlılar

Mineral: Belirli bir bileşimi olan, kendine özgü kristal biçime ve fiziksel özelliklere sahip doğal inorganik madde

Mobil: Hareketli

Molekül: Atomların birbirine bağlanmasıyla oluşmuş, bileşimin tüm özelliklerini gösteren en küçük parçacık

Morötesi ışın: Ultraviyole denen, gözün seçemeyeceği kadar kısa dalgalı güneş ışını

N

Nitrifikasyon: Nitratlaşma, organik azotlu bileşiklerden, amonyum tuzlarından veya nitritten (NO₂-) nitrat (NO₃-) oluşumu

Nodül: Baklagil kökleri ile Rhizobium denilen ve azot depolayan bakterilerin ortak yaşamaları sonucu köklerde meydana gelen yumru şeklindeki yapılardır.

Nötr: Ne asit, ne de alkali özellik taşımayan çözelti

O

Obruk: Çoğunlukla kireçli (karstik) arazide rastlanan, büyük doğal kuyu

Oksidasyon: Oksitlenme, yükseltgenme

Ondüleli: Kıvrımlı, girintili çıkıntılı

Organik: Canlılarla veya canlıların ürettiği maddelerle ilgili olan

Organomineral: Kil büyüklüğündeki toprak tanelerinin humik maddelerle kaplanması sonucu ortaya çıkan tanecik

Osmotik basınç: Çözeltide tuzların varlığından doğan tutma gücü, bitki kökünün su almasını zorlaştırır.

P

Palper posası: Ezilip suyu alınmış yiyecek artığı

Parazit: Yaşamını başka canlılar üzerinden sürdüren organizma

Plazmodezmata: Çeperin belli yerlerinde bir hücreden diğer hücreye uzanarak, bağlantı kurmalarını sağlayan protoplazma iplikçikleridir.

Podzol topraklar: Tundra kuşağının güneyinde çoğunlukla iğne yapraklı ormanların altında hüküm süren nemli ve soğuk iklim şartları altında oluşan topraklardır. Aşırı yıkanmadan dolayı toprak besin maddelerinin çoğu taşınmıştır.

Profil: Toprağın düşey kesiti

Pulluk tabanı: İşleme derinliğinin altında oluşan sıkışmış toprak katmanı

R

Radyasyon: Işıma, elektromanyetik dalgalar ya da hızlı parçacıklar demetinin bir kaynaktan çevreye saçılması

Redüksiyon: İndirgenme

S

Selüloz: Hücre duvarının yapıtaşı, lifli, dirençli karbonhidrat

Sentez: Parçaların bir araya gelip bütünleşmesi, basit maddelerin daha karmaşık bileşik oluşturması

Seski oksitler: Demir ve alüminyumun sulu oksitleri, Fe ve Al oksihidratlar

Seyreltme: Tekleme, çok sayıda ekilen tohumların yüzeye çıktıktan sonra sayılarının azaltılması

Sıfır işleme: Ekime dek toprağı işlemeyip, gerekirse ilaçla ot savaşı yapan teknik, ekim sırasında tohum yatağı açmak için açılan sürüm kanalı, biricik işlemidir.

Silikat: Silisyum içeren mineral

Silis: Silisyum dioksit, SiO₂

Simplast: İyonların bağımsız hareketini sağlayan, hücreler ve hücreler arasında bağlantılardan meydana gelmiş protoplazma sistemidir.

SİT alanı: Doğal, arkeolojik, kentsel veya tarihi önemi tescillenmiş arazi parçası

Solarizasyon: Güneş ışığından yararlanarak mikropları yok etme

Spektrometre: Işığı dalga boylarına göre ayırt edebilen aygıt

Statik: Durağan anlamına gelen, fiziğin statik dengede duran sistemlerle ilgilenen bilim dalı

Sterilize: Mikropları sıcaklık, ses, ışık, süzme vb fiziksel veya kimyasal yollarla yok edilmiş

T

Tamponlama: Bir şokun etkisinin azaltılması

Tapan: Toprağı sıkıştırma ve düzleştirme amacıyla kullanılan dikdörtgen kesitli kutuk

Tav: Toprağın işlemeye elverişliliği, işlemeye uygun nem kapasitesi

Tava: Bahçenin, sulama amacıyla su girişi dışında çevresi tümsekle çevrili küçük parçalara ayrılması

Toksisite: Zehirlilik

Topografik: Yeryüzü şekilleri ve engebelerle ilgili

Toprak kayması: Heyelan

Toz malçı: Yüzeyde, unufak edilen toprak katı

Transpirasyon (Terleme): Bitkinin büyük çoğunluğu gözeneklerden (stoma) olmak üzere buhar halinde su kaybetmesi

Traverten: Sıcaklığı yüksek (termal) suların çevresinde biriken kireçli veya silisli tortu

Turba: Bataklık kömürü, fazla ayrışamayıp biriken organik toprak

Tuzlulaşma: Toprak içeriğinde suda çözünebilir tuzların belirli ölçüt verilerin üzerine çıkmasıdır. Bunun sonucunda bitkilerin yaşamsal süreci durur ya da toksik (zehir) etkisi yapar.

V

Vakum: Kapalı bir kaptaki havanın emilip boşaltılması

VAMA: Vinil asetat maleik asit sentetik reçinesi

Virüs: Yalnızca başka bir canlının içinde yaşayabilen, ancak elektron mikroskopuyla görülebilecek kadar küçük canlı

X

X ışın kırınımı: Dalga boyları morötesi ışıdan da küçük olduğu için saydam olmayan birçok cismin içinden geçebilen X ışınlarının, kimi cisimlerin fotoğraf filmi yüzeylerinde oluşturduğu gölgesi

Y

Yabancı ot: Arazide hedeflenen ürü dışında gelişen tüm bitkiler, örneğin buğday tarlasındaki domates yabancı ot sayılır.

Yalak: Hayvanların içmesi için oluşturulan tekne, oyuk kap

Yanmış ahır gübresi: Üzerinden bir kış geçmiş, 70°C ye ulaşan kızışma sıcaklığı evresini aşmış durulduğundan, içindeki yabancı ot tohumları ve hastalık etmenleri yok olmuş, çürümüş hayvan dışkıları

Yöney: Eğimli toprağın baktığı yön, bakı

Yükselti: Bir noktanın deniz seviyesine göre yüksekliği

Dizin

A

(Adsorbe) iyonlar 35
 (Aerob) canlı 7
 A değeri 133
 A1 horizonu 25, 41
 A2 horizonu 17, 26
 Abiyotik 168
 Acı benek 190
 Adhezyon 159, 175
 Agregat 32-34, 41, 51, 56, 60, 70, 71, 74, 87, 96, 108
 Ağır toprak 29, 41
 Akaçlama 6, 19, 56, 66, 76, 77-79, 83, 102
 Akışkanlık sınırı 39
 Aktif absorpsiyon 170
 Aktinomiset 32, 56, 137
 Albit 148, 152
 Alçıtaşı 35, 78, 106, 107
 Alg 4, 14, 56, 137, 160, 177
 Alkali hidroksit 10
 Alkalileşme 21, 129
 Allofan 48
 Alüvyal ve kolüvyal toprak 16
 Amfiboller 144, 152
 Aminizasyon 140, 153
 Amino asit 159, 167, 181, 182, 193, 202
 Amonifikasyon 140, 153
 Amonyum 7, 54, 56, 57, 78, 117, 139, 140, 153, 173, 181, 183, 186, 191, 216
 Amonyum nitrat 183, 191
 Amonyum sülfat 54, 183
 Amorf kil 48
 Anadolu sabanı 89
 Andezit 4
 Antagonizm 78
 Antibiyotik 3
 Antioksidan 93
 Ap horizonu 26
 Apatit 142, 144, 152
 Arkeolojik değer 3, 21
 Asimbiyotik 141, 182
 Atmosfer 6, 7, 10, 11, 15, 39, 57, 87, 115, 137, 138, 141, 170, 181, 193, 194, 217
 Attapulgit 47
 Augit 145, 146, 152
 Ay toprağı 3, 22
 Azonal toprak 16
 Azot 6, 10, 22, 36, 50-52, 54, 56, 57, 61, 66, 73, 78, 92, 96, 97,

99, 108, 124, 130, 137, 139, 140, 141, 150, 152, 172-174, 181-183, 197, 215

Azotobakter 57, 58, 137

B

B1 horizonu 26
 B2 horizonu 26
 B3 horizonu 27
 Bakı 12
 Bakır sülfür 147
 Baklagil 36, 52, 55, 57, 58, 90, 118, 119, 137, 139, 148, 150, 173, 177, 191, 195, 209, 218
 Bar 40
 Baraj çekirdek 3
 Başkalaşım kayac 4
 Bazalt 4, 11, 81
 Bazaltik lâv 11
 Bazla doyunluk yüzdesi 49, 54, 59
 Bikarbonat 6, 10, 17, 146, 165, 170
 Biotit 144, 145, 147, 152
 Birikme 8, 11-21, 25-27, 32, 34, 41, 65, 72, 82, 96, 105, 139, 148, 150, 166
 Biyolojik fiksasyon 137, 143
 Biyoremidasyon 81
 Biyotik 168
 Blok Yapı 34
 Boraks 146, 148, 152
 Bornit 147, 152
 Bozkır 40, 94
 Braunit 146, 152
 Bünye üçgeni 29
 Büzülme sınırı 39

C-Ç

C horizonu 27
 Carrier 167
 Clostridium 137
 Çizel 74, 89
 Çökelme 4, 7, 10, 27, 30
 Çöp kompostu 34, 92
 Çözünme 10, 14, 21, 32, 35, 73, 75, 190

D

Dasit 4
 Değişebilir katyon 49, 78
 Delta 7, 19, 69
 Deprem 4

Dezenfeksiyon 55, 58, 72, 82
Dış etmen 4, 7-9, 11, 21, 173
Diamonyum fosfat 183
Diffüzyon 156, 157, 160, 164, 166, 168, 172, 175, 184, 191
Dikit 10
Diorit 148, 152
Dipkazan 74, 89, 96
Dipol 157
Diskli pulluk 88, 89
Diskli tırmık 89
Dispersiyon 106
Dissolüsyon 10
Diyorit 4
Doku testi 133
Dolomit 55, 136, 144, 145, 152, 191, 193
Donnan dengesi 166
Döner çamuru 92
Döner çapa 36, 89
Drenaj 6, 9, 19, 79, 97, 99, 100, 102, 103, 169, 170

E-F

E değeri 133
Ekim nöbeti 36, 41, 71, 72, 82, 91, 150
Ektodezmata 167
Ekzotermik 158
Elektron mikroskopu 29, 47
Elementel azot 139
Elüviasyon 16
Endemik 94
Endotermik 158
Enzim 15, 58, 169, 170, 186-188, 192-194, 196
Epsomit 145, 152
Erozif yağış 97
Erozyon 3, 8, 12, 13, 15, 18, 25, 26, 28, 33, 36, 41, 50-52, 56, 66, 69-71, 81-83, 87-89, 91, 93-95, 97, 99-101, 103, 107, 129, 130, 135, 141, 143-145, 149, 185
Evaporasyon 138
Feldispat 144, 152
Fermantasyon 27, 150
Ferratilizasyon 18
Ferromolibdi molibdat 147, 152
Fiksasyon 112, 119, 137, 142-144, 182
Fitin 142, 143, 152, 216
Fitopatoloji 71
Fitoremidasyon 81
Fitosiderofor 202
Fizyoloji 76, 115, 116, 157, 168, 173, 175, 182, 186, 202, 210, 212
Floem 162, 163, 172, 175, 190, 191

Fosfojips 92
Fosfolipid 142, 152, 206, 219
Fosfor 54, 56, 78, 92, 97, 99, 117, 141-143, 152, 172-174, 181, 184-186
Fotosentez 14, 39, 115, 116, 119, 139, 169, 170, 182-184, 187, 191, 192, 194, 196, 208, 211, 217, 219
Furda yapı 33, 34

G

Gabion çit 102
Gabro 4
Gelişim faktörlerinin tesiri kanunu 130, 152
Genç toprak 13, 21, 25, 147
Gleyleşme 19, 21, 27
GPS 68
Graham pulluğu 89
Granit 4
Granül 33, 34, 41, 134, 142
Granülasyon 35, 135, 137
Granüler 33, 34, 41
Gyttja 92

H

Hacim ağırlığı 36-38, 41, 72
Hafif toprak 28
Halit 148, 152
Halkalı solucan 56
Halkasız ipliksi solucan 56
Halomorfik toprak 16
Ham Linyit 92
Hausmannit 146, 152
Havacıl (aerob) canlı 7
Hematit 9
Heterotrofik 140
Hızlandırılmış erozyon 69
Hidrasyon 9
Hidrate çap 33
Hidrofil 161, 167
Hidrofob 167
Hidrojen bağı 158
Hidroliz 10, 21, 54
Hidrometre 29, 30
Hidromorfik 16
Hif 32, 57
Hipertonik 160, 161, 172
Hipotonik 161
Horizon 7, 12-14, 16, 17, 25-27, 32-34, 40, 41, 51, 58
Hornbland 145-147, 152
HPAN 75

Humus 16, 17, 26, 35, 38, 40, 41, 50, 51, 53, 58, 59, 79, 116, 135, 137, 140, 149, 150

I-İ

İç etmen 4

İllit 48, 59

İllüviasyon 16

İmmobil 172, 202, 204, 212-214

İnce bünyeli toprak 90

İndirgenme 9, 202

İntrazonal toprak 16

İskelet 41, 73

İyon birikimi 166

İzotopik 133

J

Jel (gel) 161

Jeolojik erozyon 69

Jips 4, 9, 16, 17, 26, 30, 32, 35, 78, 79, 88, 106, 107, 145, 152

K

Kaba bünyeli toprak 31, 90, 145, 147

Kalıcı solma noktası 40

Kaliptra 162, 176

Kalkopirit 145, 147, 152

Kalkosit 147, 152

Kalsifikasyon 17

Kalsit 144, 152, 191

Kalsiyum hidroksit 11, 145

Kalsiyum nitrat 191

Kalsiyum tetraborat 146

Kaolinit 48

Karbonasyon 10

Karbonatlaşma 10, 21

Karbonik asit kuramı 164, 165

Kasparian şeridi 163, 171, 176

Katyon değişim kapasitesi 79, 186

Katyon değiştirme kapasitesi 49, 51, 55, 56, 135, 147, 148

Kayaç 2, 4-6, 8, 9, 14, 18, 20, 21, 27, 47, 59

Kayma 8, 102, 103

Kaymak tabaka 29, 74

Kazayağı 89, 108

Kırlangıçkuyruğu 89, 108

Kızışma 51, 61

Kileyt 145, 201, 202, 208, 210, 212

Kiltaşı 4

Kimyasal gübre 118, 124, 151, 212, 215, 216

Kireçleme 55, 58, 135, 136, 145, 147, 148, 186, 210, 218

Kireçleşme 16, 17, 18, 21, 26, 32

Kireçtaş 4, 10, 11, 17, 38, 54, 55

Kitle akımı 159, 166, 169, 171, 184, 188, 191, 213, 220

Kitle hareketi 160

Klorit 144, 145, 152

Klorofil 162, 182, 183, 191, 192, 194, 196, 202, 204, 206, 215, 217, 219

Kloroz 100, 169, 182, 192, 202, 203, 209, 217

Klorür 6, 10, 49, 60, 75, 78, 218

Kobaltit 145, 152

Kohezyon 159, 175

Kolemanit 146, 152

Kolloid 35, 41, 47, 49, 51, 53, 59, 78, 79, 128, 134, 135, 139, 142, 147, 148, 161, 164, 165, 175, 212, 215

Kolüvyal toprak 16

Kompoze gübre 151

Kontakt değişim kuramı 165, 176

Korteks 162, 175

Krillium 75

Kromat 193

Ksilem 159, 160, 162, 163, 171, 172, 175, 190, 212

Kumtaşı 4, 11

Kuprit 147

Kükürt 9, 10, 79, 99, 117, 118, 136, 145, 147, 173, 180, 181, 193, 194

Kükürtleme 135, 136

Küresel konumlandırma sistemi 68

L

L değeri 133

Lateritleşme 16, 18, 21, 26

Leonardit 4, 92

Levhalı yapı 34

Liebig kanunu 130

Lignin 50, 51, 187, 211

Liken 10, 14

Likit limit 39

Limonit 9, 145

Litter 27

Lös 4

M-N

Magnezit 145, 152

Malç 75, 89, 92, 98, 105

Manganit 146, 152

Mantar 14, 16, 56- 59, 65, 93, 98, 100, 136, 137, 140, 163, 205, 213

Mantarla (süberin) 163

Marn 55

Mayalanma 27

Mekanik analiz 29, 30, 68
Merdane 98
Merkezi silindir 162, 163, 175
Metabolizma 55, 60, 72, 163, 166, 168, 187, 194, 196, 206, 211, 213, 217, 219
Metamorf kayaç 4
Mikoriza mantarları 57
Mikorizal işbirliği 57
Mikrobiya 163
Mikrobiyal 129, 140, 203
Mikrofauna 137
Mikroflora 137
Mineral gübre 118, 119, 151
Mineralizasyon 129, 130, 137, 140-142
Minimum kanunu 130, 131, 152
Misel 161
Mitscherlich kanunu 131
Mobil 172, 184, 185, 193, 194, 213
Molibdat 147, 152, 193, 215, 216
Molibdenit 147, 152
Mono amonyum fosfat 183
Mono kültür 71, 91
Montmorillonit 144, 145, 152
Mull yapısı 100
Muskovit 144, 152
Natrofilik 194, 195
Natrobobik 194, 195
Nematod 137
Neubauer saksı denemesi 133
Nitrat 56, 75, 133, 139, 173, 181-183, 189, 191, 193, 194, 196, 215, 216, 219
Nitrifikasyon 73, 140, 198
Normal toprak 48
Nükleik asit 142, 143

O-Ö

O1 horizonu 27
O2 horizonu 27
Obruk 10
Of horizonu 27
Oh horizonu 27
Oksidasyon 9
Oksijen 6, 7, 9, 32, 34, 47, 51, 57, 68, 81, 139, 140, 149, 152, 157, 159, 166, 169, 172, 181, 186, 206, 208, 219
OL horizonu 27
Olgun toprak 13, 16, 41
Olivin 10, 146, 152
Organik Kolloid 128
Organik kolloid 35, 51, 59, 134, 135, 165, 215

Organik madde 4-6, 15, 17, 25, 27, 30, 34-36, 38, 41, 46, 50-52, 54, 56-59, 65, 66, 70, 73-75, 88, 91, 92, 97-100, 103, 106, 107, 130, 134, 135, 137, 139, 140, 142-148, 150, 152, 159, 185, 194, 202, 210, 213, 215, 217
Ortak yaşam 57, 100, 218
Ortoklaz 10
Osmozis 160
Ossilasyon hacmi 165
Otlak 15, 34, 69, 91, 93-95, 103, 107
Ototrof 140
Ozmoz 40, 76
Ölçü silindiri 37
Örnekleme 66-69, 183, 188, 189, 192, 204, 207, 209, 211, 214, 216
Öz (pit) 163
Özgöl ağırlık 4, 5
Özgöl iyon 78, 105

P-R

P (peat) horizonu 27
Palper posası 93
Parsel indeksi 101
Pasif absorpsiyon 213
Pasif absorpsiyon 166, 191
Patlıcangil 72
Peat 27, 147
Ped 32, 34-36
Perisaykl 163
pF 39
pH 46, 52-55, 58, 59, 65, 76, 78, 79, 90, 96, 98, 99, 135, 136, 139, 142, 145-148, 163, 171, 184, 186, 188, 190, 191, 193, 194, 202, 206, 208, 210, 213, 215, 217, 218
Piknometre 37
Pirit 145, 152
Pirolusit 146, 152
Plastik limit 39
Plazmodezmata 167, 171
Plazmolizis 160, 161
Podzolizasyon 16
Podzollaşma 16, 17, 21, 25, 26, 51
Polar 159, 175
Potasyum 6, 10, 48, 49, 59, 71, 75, 78, 97-99, 133, 144, 152, 164, 172-174, 180, 181, 186, 187, 191
Powellit 147, 152
Presipitasyon 10
Prizmatik Yapı 34
Profil 7, 13, 14, 16-18, 25, 26, 31, 38, 40, 88, 96, 98, 101, 144, 148

Protein 36, 50, 140, 159, 161, 168, 169, 173, 181, 182, 184, 192-194, 196, 202, 206, 211, 215, 219
Protoplazma 157, 167, 181, 182
Protozoa 56, 137
Pulluk tabanı 26, 65, 89, 96
Püskürük kayaç 4, 20
Radyoaktif atık 81
Redüksiyon 9, 116
Regolit 25
Rhizobium 36, 57, 59
Rizom 89, 162
Rizosfer 163, 164, 169, 184, 202, 205, 206, 208
Rototiller 89
Rotovator 89
Rus tipi pulluk 88

S-Ş

Salinizasyon 18
Sarkıt 10
Sedimenter Kayaç 4
Selenat 193, 218
Selüloz 50, 92, 93, 159, 187
Sentetik gübre 151
Sfalerit 145, 152
Sıfır işleme 35, 87
Silikat 4, 10, 47, 48, 142, 143
Silvit 148, 152
Simbiyotik 139, 141, 182
Simbiyoz 100
Simplast 171, 175, 217
Sinergistik 173, 174
Sodyum 6, 10, 12, 19, 26, 33, 35, 41, 49, 53, 74-76, 78-80, 82, 90, 104, 105, 148, 152, 169, 181, 194, 195, 215, 216
Soklu pulluk 88
Solanaceae 72
Solarizasyon 58, 72, 82
Solma noktası 40, 41, 139
Solonizasyon 19
Solucan 5, 11, 15, 17, 35, 51, 56, 57, 59, 65, 73, 82, 93, 137
Solum 27
Soymuk (floem) boru 190
Sönmüş kireç 11, 136, 191
Sterilizasyon 58, 72
Stoma 162, 167, 169, 172, 187, 193, 194, 196, 217
Su sütunu 39
Sülfat 6, 10, 49, 54, 75, 78, 99, 106, 145, 152, 169, 183, 188, 193, 194, 208, 215, 216, 218
Sülfid 145, 152, 216
Süngersi (mull yapılı) 100

Sütun benzeri yapı 34

Şişme 14, 161, 175

Şlam 92

Şlempe 92

T

Tampon 3, 49, 50, 51, 53, 55, 59, 134, 135

Tapan 96

Tarla kapasitesi 40, 41, 77, 138

Taşıyıcı 4, 7, 8, 16, 17, 47, 159, 166, 167, 171, 191, 193

Tav 34, 87

Tek yönlü tarım 71, 72, 91

Ticari ve sentetik gübre 151

Toksik 134, 146, 168, 169, 206, 208, 212-215, 217, 219

Toksin 72, 82

Toprağın bünyesi 29, 101, 130, 149

Toprağın strüktürü 138

Toprak çözeltisi 6, 35, 39, 40, 49, 53, 54, 59, 75, 76, 78, 130, 134, 135, 139, 144-146, 164, 172, 188, 189, 191, 193, 202, 203, 205, 213, 215, 218, 219

Toprak düzenleyici 34, 58, 74, 75, 78, 79, 82, 88, 93, 98, 103

Toprak indeksi 101

Toprak reaksiyonu 32, 50, 52-55, 57, 59, 79, 90, 135, 136, 217

Toprak tekstürü 213

Toprak yapısı 32-36, 56, 58, 73, 74, 79, 82, 88, 89, 95, 98, 99, 150, 194, 196

Tortul kayaç 4

Toz kükürt 79, 99, 136

Toz malçı 105

Trakit 4

Transpirasyon 138, 160, 169, 170, 172, 175, 191, 213, 218

Traverten 10

Tropikal toprak 47

Turmalin 146, 152

Tuzlulaşma 18, 19, 21, 66, 129

U-Ü

Uleksit 146, 152

Üzüm cibresi 93

V-Y

VAMA 75

Vegetatif 115, 182

Vermikest 93

Vermikompost 93

Vermikulit 48, 144, 152

Volkanik kayaç 4

Volkanik kül 8, 48

Wulfenit 147, 152

X-ışın kırınımı 29, 47

Yanmış kireç 191

Yaşlı toprak 13, 14, 18, 21, 71

Yeşil gübre 51, 52, 148-150

Yıkanma 13, 16-19, 21, 25, 26, 30, 40, 41, 49, 54, 55, 58, 79,
80, 91, 102, 104, 107, 122, 168, 181

Yoğunluk 30, 36-38, 41, 76, 122, 170

Yöney 11, 12, 98

Yükseltgenme 9, 21, 194, 202, 208, 216

Yüzey kabuğu 74, 82

Z

Zero tillage 35

Zonal toprak 16