DİJİTAL KÜTÜPHANE KANALI

Keyifli Okumalar Dileriz

Binlerce kategoride milyonlarca PDF e-kitap, ders kitapları, dergiler ve romanlara platformumuz üzerinden ücretsiz ulaşabilirsiniz.

RESMİ WEB SİTEMİZ

https://rantey.org

Yedek ve Duyuru Kanallarımız
Sitemize erişim engeli gelmesi veya adres değişikliği durumunda aşağıdaki kanallardan güncel giriş adresine erişebilirsiniz:

• Telegram: https://t.me/birkitapbir

• WhatsApp Kanalımız : https://whatsapp.com/channel/0029VbDHv8uE50Us4IvMoc0Y

TOPRAK COĞRAFYASI

COĞRAFYA LİSANS PROGRAMI

Yard.Doç.Dr. T.Ahmet ERTEK

İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ AÇIK VE UZAKTAN EĞİTİM FAKÜLTESİ

Ücretsiz PDF Kitap Arsivi - https://rantey.org

İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ AÇIK VE UZAKTAN EĞİTİM FAKÜLTESİ

İKTİSAT LİSANS PROGRAMI

TOPRAK COĞRAFYASI

Yard.Doç.Dr. T.Ahmet ERTEK

Ücretsiz PDF Kitap Arsivi - https://rantey.org

ÖNSÖZ

Elinizdeki metin, birkaç yıldır İstanbul Üniversitesi Açık ve Uzaktan Eğitim Fakültesinde anlatmaya çalıştığımız "TOPRAK COĞRAFYASI" derslerimizin bir derlemesidir. Ağır ancak bir o kadar uygulamaya dönük bir dersi mümkün olduğunda teorik bilgi, tablo, şekil, grafik çizim, fotoğraflarla zenginleştirmeye çalıştık. Ağırlık olarak jeomorfoloji doktorası yapmamızın yanında, 2000'li yıllardan itibaren çağrıldığımız İTÜ Nükleer Enerji Enstitüsü ve Viyana'daki "IAEA-Uluslararası Atom Enerjisi Ajansı (International Atomic Energy Agency)"nda ulusal ve uluslararası projelerde görev almamız, bizlerin böyle bir dersi vermemize neden oldu. Kitap ve makalelerimizden oluşan yayınlarımızın bir kısmını zaten arkadaki kaynakçada, özellikle heyelan ve erozyon çalışmalarımızda göreceksiniz. O nedenle, 14 ayrı başlık altında toplanan konuları ve alt başlıklarını mümkün olduğunca zengin ve çeşitlilik sunan bir içerikte toplamayı uygun bulduk. Bunu da coğrafyanın kendi sistematiği içinde yayarak sunma gayreti içinde olduk ve uyguladık. Buna dayanarak konu başlıkları şunlardır: Toprak Bilimine Giriş ve Toprak Biliminin Tarihsel Gelişimi, Toprak Terminolojisi, Toprak Profili ve Pedolojik Görüşler, Pedojenez: Toprak Oluşumunda İklim Faktörü, Pedojenez: Toprak Oluşumunda Anakaya Faktörü, Toprak Oluşumunda Topografya Faktörü, Pedojenez: Toprak Oluşumunda Organizma ve Zaman Faktörü, Pedojenik Süreçler: Fiziksel Süreçler, Pedojenik Süreçler: Kimyasal Süreçler, Pedojenik Süreçler: Biyolojik Süreçler, Toprak Horizonlarının (Katmanlarının) Özellikleri, Toprakta Fiziksel Kirlenme: Erozyon ve Erozyon Oluşumu, Erozyon Kontrol Yöntemleri, Toprakların Sınıflandırılması ve Dünya Toprak Coğrafyası, Türkiye Toprak Coğrafyası'dır.

İnsan ve mekân bilimi olan coğrafyanın temel konularından birini oluşturan Toprak Coğrafyası'nı ele alırken; öncelikle teorik derleme bilgileri sunmayı ve bunları görsellerle vermeyi uygun gördük. Bunlara dayanarak, ekte sunulan Toprak Coğrafyası konusuyla ilgili Türkçe çıkarılan yayınları ayrı bir liste halinde verdik. Ayrıca kitap, makale, atlas, harita vb. gibi faydalanılan diğer kaynakları ve internet kaynakları listesini en arkada yine bulabilirsiniz. Coğrafya; doğal çevreyi, çevrenin kendi arasındaki etkileşimini, çevreyle insan arasındaki karşılıklı ilişkileri inceleyen bir bilim dalı olduğuna göre; biz burada daha çok dünyada ve Türkiye'de kullanılan Toprak Coğrafyası teorik ve uygulamalı örneklerini takdim etmeye çalıştık. Umarım faydalı bir başucu kaynağı olmuştur. Başarılar.

Y.Doç.Dr. T.Ahmet ERTEK,

17.07.2014, 13:30

Laleli-İstanbul

Ücretsiz PDF Kitap Arsivi - https://rantey.org

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ I
KISALTMALAR VI
YAZAR NOTU VII
1. TOPRAK BİLİMİNE GİRİŞ VE TOPRAK BİLİMİNİN TARİHSEL GELİŞİMİ 1
1.1.Toprak Biliminin Tarihsel Gelişimi: 6
2. TOPRAK TERMİNOLOJİSİ, TOPRAK PROFİLİ VE PEDOLOJİK GÖRÜŞLER 20
2.1. Toprak Profili 25
2.2.Pedojenez 33
3. PEDOJENEZ: TOPRAK OLUŞUMUNDA İKLİM FAKTÖRÜ 40
3.1.Sıcaklık Rejimi 45
3.2. Yağış 48
4. PEDOJENEZ: TOPRAK OLUŞUMUNDA ANAKAYA FAKTÖRÜ 57
4.1. Toprağın İnorganik Maddesini Oluşturan Anakayalar 62
4.1.1. Minerallerin Yapısı 63
4.1.2. Kil Minerallerinin Özellikleri: 72
4.1.3. Ana Maddenin Kimyasal ve Mineralojik Bileşimi 74
4.1.4. Ana Maddenin Geçirgenlik Özelliği 77
4.1.5. Ana Maddenin Sınıflandırılması 77
5. TOPRAK OLUŞUMUNDA TOPOGRAFYA FAKTÖRÜ 85
5.1. Eğim 90
Yükselti 96
5.3. Bakı 97
6. PEDOJENEZ: TOPRAK OLUŞUMUNDA ORGANİZMA VE ZAMAN FAKTÖRÜ 106
6.1. Pedojenez: Toprak Oluşumunda Organizma Faktörü 111
6.1.1. Bitkiler 111
6.1.2. Hayvanlar 113
6.1.3. İnsan 115
6.2. Pedojenez: Toprak Oluşumunda Zaman Faktörü 115
6.2.1. Toprak - Zaman İlişkisi 115
6.2.2. Toprağın Gelişimi (Evolüsyonu) 117
7. PEDOJENİK SÜREÇLER: FİZİKSEL SÜREÇLER 126

Ücretsiz PDF Kitap Arsivi - https://rantey.org

7.1. Pedojenik Süreçlere Giriş 131
7.2. Fiziksel Süreçler 131
7.2.1.Agregatlaşma 131
7.2.2.Yer Değiştirme 133
8. PEDOJENİK SÜREÇLER: KİMYASAL SÜREÇLER 146
8.1. Kimyasal Süreçler: 151
8.1.1. Oksidasyon 151
8.1.2. Hidroliz 154
8.1.3. Karbonasyon 156
8.1.4. Hidratasyon (Hidratlanma) 158
8.1.5. Solüsyon 160
8.1.6. Redüksiyon 161
8.1.7. Baz Değişimi ve Çelasyon: 161
9. PEDOJENİK SÜREÇLER: BİYOLOJİK SÜREÇLER 168
9.2.Biyolojik Süreçler 173
9.1.1. Organik Maddelerin Yer Değiştirmesi (Translokasyon) 173
9.1.2. Oksidatif Ayrışma (Mineralizasyon) 174
9.1.3. Humuslaşma (Humufikasyon) 175
9.1.4. Nitratlaşma Olayı (Nitrifikasyon) 177
9.1.5. Azot Sabitlenmesi (Nitrojen Fiksasyonu) 179
10. TOPRAK HORİZONLARININ (KATMANLARININ) ÖZELLİKLERİ 187
10.1. Giriş: 192
10.2. Horizonun Toprak Profilindeki Yeri: 192
10.3. Horizonların Renk Özelliği 192
10.4. Horizonların Derinlik Özellikleri 196
10.5. Horizonların Tekstür (Doku) Özelliği 196
10.6. Horizonların Strüktür (Yapı) ve Porozite (Gözeneklilik) Özelliği: 200
10.7. Topraklarda Değişik Tipte Strüktürler 201
10.7.1. Kırıntı strüktürü 202
10.7.2. Tanecikli (Granüler) Strüktür 204
10.7.3. Blok (Topak) Strüktür 204
10.7.4. Prizmatik Strüktür 204
10.7.5. Sütun Şekilli (Kolumnar) Strüktür 204

Ücretsiz PDF Kitap Arsivi - https://rantey.org

10.7.6. Tabakalı (Levhamsı) Strüktür 204
10.8. Toprak Oluşum Sürecinde Meydana Gelen Olaylar 205
10.8.1. Podzolleşme 206
10.8.2. Lateritleşme 207
10.8.3. Kireçlenme veya Kalsifikasyon 208
10.8.4.Tuzlanma veya Salinizasyon 210
10.8.5.Alkalileşme 211
10.8.6. Gleyleşme 212
11. TOPRAKTA FİZİKSEL KİRLENME: EROZYON VE EROZYON OLUŞUMU 221
11.1. Giriş: 226
11.2. Toprak Erozyonu 227
11.3. Su Erozyonu 227
11.3.1. Yağmur Damlası Erozyonu (Damla Erozyonu / Raindrop Erosion) 228
11.3.2. Yüzey Erozyonu (Sheet Erosion) 229
11.3.3. Oluk Erozyonu (Rill Erosion) 230
11.3.4. Oyuntu veya Sel Yarıntısı Erozyonu (Gully Erosion) 231
11.4. Rüzgâr Erozyonu 233
11.5. Diğer Erozyon Tipleri 237
11.5.1. Glasiyal Erozyon (Buzul Erozyonu): 237
11.5.2. Kar Erozyonu 237
11.5.3. Solijenik Erozyon ve Toprak Akması 238
11.5.4. Organik Erozyon 239
11.5.5. Antropojenik Erozyon 240
11.5.6. Akarsu Erozyonu 241
11.5.7. Göl ve Deniz Erozyonu 243
11.6. Erozyonun Aktif Faktörlere Göre Sınıflandırılması 244
12. EROZYON KONTROL YÖNTEMLERİ 252
12.1. Giriş 257
12.2. Erozyon Kontrolünde Kullanılan Çeşitli Yöntemler 259
12.2.1. Konturlara (İzohipslere) Uygun Ekim Yapmak 259
12.2.2. Şerit Halinde Ekim Yapmak 261
12.2.3. Devamlı Çayır Alanları Oluşturulması 262
12.2.4. Devamlı Ormanlık Alanlar Oluşturmak 263

Ücretsiz PDF Kitap Arsivi - https://rantey.org

12.3. Taraçalar; Yapımları ve Taraçaların Tipleri 263
12.3.1. Basamaklı Tip 263
12.3.2. Eğimli ve Hendekli Tip 264
12.3.3. Düz Tip 265
12.4. Hendek (Gully) Erozyonunun Önlenmesi ve Kontrol Yöntemleri 265
12.4.1.Küçük Hendekler (Gully'ler): 265
12.4.2. Orta Boydaki Hendekler (Gully'ler): 265
12.4.3. Derin ve Geniş Hendekler (Gully'ler) 266
12.5. Hendek Erozyonunun Oluşum Nedenleri ve Gully Tipleri 267
13. TOPRAKLARIN SINIFLANDIRILMASI VE DÜNYA TOPRAK COĞRAFYASI 276
13.1. Başlıca Toprak Tipleri ve Coğrafi Dağılışları 281
13.1.1. Zonal Topraklar 281
13.1.2. İntrazonal Topraklar 287
13.1.3. Azonal Topraklar 288
14. TÜRKİYE TOPRAK COĞRAFYASI 297
14.1. Türkiye Toprak Coğrafyasının Ana Çizgileri ve Tarihçesi 302
14.2. Türkiye Topraklarının Özellikleri 304
KAYNAKÇA 316

Ücretsiz PDF Kitap Arsivi - https://rantey.org

KISALTMALAR

ºC: Derece Santigrad

CO_2: Karbondioksit

O: Okisjen

H: Hidrojen

H_2O: Su

NH_3: Amonyak

Ücretsiz PDF Kitap Arsivi - https://rantey.org

YAZAR NOTU

Konuların daha ayrıntılı anlaşılması için, Coğrafya Ordinasyüslerinden Prof.Dr. Sırrı ERİNÇ'in *Jeomorfoloji I* ve *Jeomorfoloji II*, isimli kitaplarının 2012 son baskıları kaynak, konuya destek, özellikle "Mineraller ve Kayaçlar" bilgisinin geliştirilmesi, konu veya konuların; bilhassa TOPRAK COĞRAFYASI'nın daha iyi anlaşılabilmesi için yararlıdır. Buralardan da lütfen konularınızı çalışırken destek alınız. Başarılar.

Y.Doç.Dr. T.Ahmet ERTEK,

17.07.2014, 13:45

Laleli-İstanbul

Ücretsiz PDF Kitap Arsivi - https://rantey.org

1. TOPRAK BİLİMİNE GİRİŞ VE TOPRAK BİLİMİNİN TARİHSEL GELİŞİMİ

Ücretsiz PDF Kitap Arsivi - https://rantey.org

Bu Bölümde Neler Öğreneceğiz?

1.1. Toprak Biliminin Tarihsel Gelişimi

Ücretsiz PDF Kitap Arsivi - https://rantey.org

Bölüm Hakkında İlgi Oluşturan Sorular

1- Toprak biliminin tarihsel gelişimini kısaca açıklayınız.
2- Eski medeniyetlerde ilk toprak sınıflaması neden ve nerede yapılmıştır?
3- Türkiye'de ilk toprak araştırmaları kaç yılında ve kim tarafından yapılmıştır?

Ücretsiz PDF Kitap Arsivi - https://rantey.org

Bölümde Hedeflenen Kazanımlar ve Kazanım Yöntemleri

Konu	**Kazanım**	**Kazanımın nasıl elde edileceği veya geliştirileceği**
Toprak bilimine giriş ve toprak biliminin tarihsel gelişimi	Toprak biliminin tarihsel gelişimini kavrayabilmek ve öğrenmek.	Metin, sunum ve görsellerle
Toprak bilimine giriş ve toprak biliminin tarihsel gelişimi	Eski medeniyetlerde ilk toprak sınıflamasının neden ve nerede yapıldığını öğrenmek.	Metin, sunum ve görsellerle
Toprak bilimine giriş ve toprak biliminin tarihsel gelişimi	Türkiye'de ilk toprak çalışmalarının ne zaman ve kimler tarafından yapıldığını öğrenmek.	Metin, sunum ve görsellerle

Ücretsiz PDF Kitap Arsivi - https://rantey.org

Anahtar Kavramlar

- Toprak bilimi,
- Pedoloji,
- Toprak biliminin tarihsel gelişimi

Ücretsiz PDF Kitap Arsivi - https://rantey.org

1.1.Toprak Biliminin Tarihsel Gelişimi:

İnsan, yeryüzüne coğrafi özelliğini veren en önemli etkenlerden birisidir. Çünkü çeşitli faaliyetleri ile ortamın doğal durumunu geniş ölçüde değiştirebilir. İnsan topluluklarının yoğun olduğu ve ileri bir uygarlık düzeyine ulaştığı alanlarda bu değişiklikler çok büyük ölçülere ulaşır. Bu gibi ülkelerde coğrafi görünüm doğal ve beşeri etkenlerin ortak bir sonucudur. Diğer yandan insan, ne kadar uygar olursa olsun, doğal ortamın çeşitli etkileri altındadır. İlkel toplumlarda bu etkiler çok kuvvetlidir; o kadar ki, bu gibi toplumlar doğal ortamın hükmü altında yaşarlar. İnsan ve ortam arasındaki bütün bu karşılıklı ilişkileri araştırıp ortaya koymak coğrafyanın en önemli konuları arasındadır. Yeryüzü tarihinde insanın ortaya çıkışı, aslında Buzul Çağı'na rastlar. O sırada yeryüzünün görünümü, özellikle iklimi, toprağı, bitki ve hayvan toplulukları bugünkünden çok farklı idi. 15-16 bin yıl önce başlayan, yavaş yavaş bugünkü duruma yaklaşık 11.000'lerde geçilmiş olan Buzul Çağı sona ermiştir. İşte ilk insanlar bu değişik ortamda yaşamış, zamanla çeşitli kültür basamaklarından geçmiş ve sonunda tarih çağlarına ulaşılmıştır (Erinç ve Öngör, 1982)(Tablo 1).

Postglasiyal Çağ, yani Buzul Çağı'nın sonrasında insanlığın yaşamına ve kültürlerine bakıldığında; Postglasiyal Çağ, bütün Dünya'da sıcaklığın yeniden yükselmesi ve eriyen buzulların geniş ölçüde ortadan kalkması ile başlar ve günümüze kadar gelir. Bu dönemde yeryüzünde yaşam koşulları büyük ölçüde değişmiştir. İnsan eskiden buzulların kapladığı alanlara sokulmuş, buraları bitkiler, ormanlarla kaplanmış, ortam genellikle insan hayatına daha elverişli bir duruma dönmüştür. Postglasiyal dönemin zamanımızdan 11.000 yıl önce başlamış ve buna göre süresi, antrapus tipi ilk insanın ortaya çıkışından beri geçen zamanın ancak % 1'i kadardır. Buna rağmen bu kısa dönemde kültür aşamaları hızlanmış ve insanlık çeşitli uygarlık basamaklarından geçerek bugünkü duruma yükselmiştir (Erinç ve Öngör, 1982).

Ücretsiz PDF Kitap Arsivi - https://rantey.org

Dördüncü Zamanın Bölünüşü ve Prehistorik Kültürler

Zamanımızdan önce yıl	*İklim*	*Çağ*		*İnsan tipleri*	*Kültür basamağı ve buluşlar*
0	Bugünkü iklimler	Bugün	Postglasiyal (Buzulçağı sonrası)	Bugünkü insanlar	İleri uygarlık; atom enerjisinden faydalanma, bilgisayar çağı
3.500-4.500	Hafifçe soğuma	Demirçağı			Sulu tarım; yelkenli gemi; yazı; araçlar
5.000		Tunççağı			Maden işleme; tekerlek; dokumacılık; seramik kaplar.
5.000-7.000	*Sıcak devre*	Neolitik			Yerleşmiş hayat; tahıl üretimi; hayvanların evcilleştirilmesi; pişmiş tuğla; sapan.
11.000	Isınma ve buzulların gerilemesi				
100.000	IV. Buzullaşma	Üst Paleolitik	Pleistosen (Buzulçağı)	*Homo sapiens* (30 bin yıl önce)	Yay ve ok (30.000 yıl önce); kemik, boyalar.
	Sıcak devre	Orta Paleolitik		*Homo tipi* (100 - 200 bin yıl önce)	
300.000	III. Buzullaşma				Ateş; taş araçlar ve silâhlar
	Sıcak devre			*Antropus tipi*	
700.000	II. Buzullaşma	Alt Paleolitik			
	Sıcak devre			*Prehominide*	
2,5 Milyon	I. Buzullaşma			(yarı insanlar)	
	Üçüncü Zaman				

(Erinç ve Öngör, 1982'den düzenlenerek).

Tablo 1: Dördüncü Zaman'ın (Kuaterner'in) bölünüşü ve prehistorik kültürler (Erinç ve Öngör, 1982'den)

Ücretsiz PDF Kitap Arsivi - https://rantey.org

Bu kültür aşamalarının eskiden yeniye doğru başlıcaları; Neolitik Çağı, Bronz Çağı ve Demir Çağı'dır. Bu gelişmelerin ulaştığı en büyük sonuçlardan biri de yazının bulunmasıdır. Yazılı belgelerin ortaya çıkması ile birlikte de artık tarih çağları başlamış olur. Postglasiyal kültürlerin ilki olan **Neolitik Çağı** (Yeni Taş Çağı) insan hayatında ve ekonomisinde çok büyük değişiklerin ortaya çıkmasıyla başlar. Bu çağda insanlar artık **tarım yapmaya**, evcil hayvan beslemeye başlamıştır. Tarım başlangıçta çok ilkel araçlarla, basit bir sopa veya çapa ile toprağı eşelemek ve tohumları dikmek şeklinde yapılmaktaydı. Bu ilkel tarım biçimine "çapa kültürü" de denilir. Daha sonra saban ve diğer tarım araçları geliştirilmiştir. Tarımın ortaya çıkmasıyla birlikte, insan da avcı ve toplayıcılık yaparak sürdürdüğü göçebe hayattan yavaş yavaş ayrılmış ve belli yerlerde, özellikle akarsu kenarlarında yerleşmeye başlamıştır. Neolitik Çağın insanları yeryüzünde geniş alanlara yayılmış bulunuyorlardı. Bu sahaların en önemlilerinden biri de Mezopotamya ve Anadolu'dur. Türkiye'de Neolitik yerleşmelere ait kalıntılar çoktur. Örneğin; Konya (**Çatalhöyük**) (Foto 1), Mersin (**Yumuktepe**), Diyarbakır (**Gölbaşı**), Burdur **(Hacılar)** ve son dönemlerde ortaya çıkarılan ve günümüzden 11.500 yıllarına tarihlenen Şanlıurfa'daki **Göbeklitepe***,* hatta günümüzden 8500 yıl öncesine ait, İstanbul-**Yenikapı Marmaray Metro kazılarında** (Foto 2 ve 3) ortaya çıkarılan eski yerleşme gibi; Neolitik Çağ'a ait yerleşmelerde yapılan kazılar, o zamanki insanların yaşayışı ve uygarlık alanlarındaki başarıları hakkında çok açık fikirler vermektedir. Buna göre, Anadolu'nun Neolitik insanları köylerde yaşıyorlardı. Bugünküne benzer çanak, çömlek yapıyor, taş dibeklerde tahıl öğütüyor; orak ve ağaçtan yapılmış saban kullanıyor; bugünkü kağnılara benzeyen tekerlekli arabalardan yararlanıyorlardı. Bütün bu uygarlık kalıntılarına dayanılarak, Neolitik Çağ'a geçiş yolunda ilk adımların Ön Asya'nın bu bölgelerinde atıldığı, tarımın ve hayvancılığın bu bölgelerde başladığı sanılmaktadır. Postglasiyal dönemde, Neolitik Çağ'dan sonra insanlık daha da ileri uygarlık düzeylerine ulaşmış, doğa ile mücadelesinde daha iyi donanmış, evcilleştirdiği hayvanların ve ürettiği tarım bitkilerinin türlerini çoğaltmış, sulama usulleri bulmuş, madenleri de kullanmaya başlayarak daha geliştirilmiş araçlar ve silahlar yapmayı başarmıştır. Böylece, günümüzden 5.000 yıl önce **Tunç Çağı**, 4.000 yıl önce de **Demir Çağı**'na ulaşmıştır. Bu gelişmelerle, Ön Asya özellikle Mezopotamya ve Anadolu'da yaşayan insanların öncülük ettikleri anlaşılır. Etiler'e ait höyüklerde yapılan kazılar, Demir Çağı'nın en erken başladığı ülkenin veya ülkelerden birinin Anadolu olduğunu göstermektedir (Erinç ve Öngör, 1982).

Ücretsiz PDF Kitap Arsivi - https://rantey.org



Foto 1: Anadolu'daki Neolitik Çağ yerleşmelerinden biri; Konya'daki Çatalhöyük kazılarından (Ahmet Ertek arşivi, Temmuz 2009).





Foto 2 ve 3: İstanbul-Yenikapı Marmaray Metro kazıları deniz seviyesinin -8 m altındaki Bayrampaşa (Likos) Deresi ağzından eski yerleşme yerinden görüntüler (Ahmet Ertek arşivi, 10.09.2011).

Ücretsiz PDF Kitap Arsivi - https://rantey.org



Foto 4: Nil vadisi boyunca yapılan geleneksel tarım yüzyıllardır sürmektedir. (Kahire-Mısır) (Ahmet Ertek arşivi, 2007).

İnsanlığın bugünkü uygarlığa erişmesinde sosyal olarak örgütlenmiş eski büyük toplumların kültür katkıları da büyük rol oynamıştır. Bunların başında Eski Dünya'nın bazı eski uygar toplumları gelir. Yeni Dünya'da da bazı eski kültür merkezleri meydana gelmiştir. "Afro-Avrasya" adıyla anılan Eski Dünya kültürleri, insanlık tarihinde büyük rol oynamıştır. Bugünkü uygarlığın birçok özellikleri ve başarıları bu çok eski kültürlere kadar izlenebilir. Eski Dünya'nın en erken gelişen ve en önemli eski kültür alanları **Mezopotamya** ve **Mısır**'dır. Bu kültürler, Fırat ve Dicle ile Nil nehirlerinin (Fotoğraf 4) akarsu boylarındaki verimli alüvyal düzlüklerinde yapılan sulu tarıma dayanır. Akarsuların düzene sokulması, bunlardan faydalanma çarelerinin araştırılması, bu amaçla kanalların, sulama tesislerinin yapılması bu bölgelerde yaşayan insanların örgütlenmiş olarak ortak çaba sarfetmelerini zorunlu duruma getirmiş, böylece sosyal örgütlenme ve kültürel ilerlemenin temeli sağlanmıştır. Bu kültür alanlarında el sanatları ve ticaret gelişmiş, uzunluk ve ağırlık birimleri belirlenmiştir. Alışverişte para kullanmak geleneği ortaya çıkmış; ulaştırma işlerine önem verilerek karayolları yapılmış, düşüncenin kaydedilmesi ve karşı tarafa aktarılması için çivi yazısı, hiyeroglif, Eti yazısı gibi yazı türleri icat edilmiştir. Ayrıca yine bu alanlarda bazı bilimlerin ilk temelleri de ortaya atılmıştır. Gerçekte, yıldızların gözlenmesi ile astronomi, ölçme işleri dolayısıyla geometri, bu eski kültür alanlarında başlamış, takvim de yine buralarda icat edilmiştir. Başlangıcı günümüzden 5-6 bin yıl öncesine kadar inen bu eski kültür alanları, Yeni Dünya kültürlerinin dışında bütün önemli kültürlerin beşiği durumundadır. **Anadolu** da bu eski kültür alanının bir parçasıdır. Çeşitli kazılarda varılan sonuçlar, günümüzden 8-10 bin yıl kadar önce prehistorik kültürlerin bütün Anadolu'ya yayıldığını; 5 bin yıl kadar önce de şehirlerin kurulduğu, ticaret ve ulaşımın geliştiğini göstermektedir. Çok daha sonra, İlk Çağ'da gelişen eski Yunan ve Roma kültürleri, Ön Asya ülkelerinde ve Nil deltasında gelişen bu eski kültürlerin mirasçısıdır. Eski Dünya'nın diğer önemli iki eski kültür alanı İç Asya ve Doğu Asya'dır. Bunlardan İç Asya kültürünün temeli de, nehirler boyunca uzanan vahalarda yapılan sulu tarıma dayanır. Doğu Asya veya Çin kültürü biraz daha yenidir ve başlangıcı günümüzden 4.000 yıl öncesine iner. Bu kültürün Ön

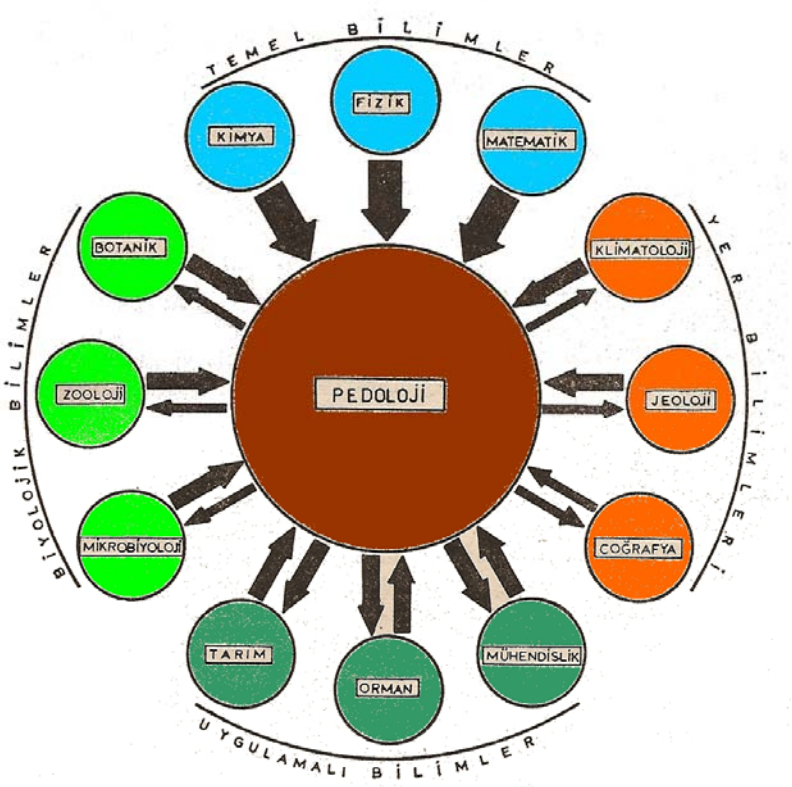
Ücretsiz PDF Kitap Arsivi - https://rantey.org

Asya ve İç Asya kültürlerinin etkisi altında kaldığı anlaşılmaktadır. Sanat, şehirleşme, yazı ve tarım alanlarında gelişme gösteren Çin kültürü de, Sarıırmak (Hoang-Ho) ve Gökırmak (Yang-Çe) gibi akarsu boylarındaki ovalarda yapılan sulu tarım çalışmalarının gerektirdiği sosyal örgütlenmenin eseridir. İnsan, Yeni Dünya'ya ancak Buzul Çağı'ndan sonra, Kuzeydoğu Asya'dan sokulmuş ve Amerika kıtalarında güneye doğru yavaş yavaş yayılmıştır. Kuzey ve Güney Amerika yerlileri, Yeni Dünya keşfedildiği sırada, kültür bakımından birbirinden çok farklı basamaklarda bulunmakta idiler. Bunların en ileri uygarlık düzeyine ulaştıkları yerler; Meksika (**Aztek kültürü**) ve Yukatan Yarımadası (**Maya kültürü**) ile, And Yaylaları (**İnka kültürü**) idi. Fakat bütün bu kültürler, Mezopotamya, Mısır, Anadolu, İç ve Doğu Asya kültürlerinden daha yenidir. Eski Amerika kültürleri de tarıma, özellikle sulu tarıma dayanır. Buralarda da insanlar, büyük başarılar elde etmişler, yazı, takvim, tarım yöntemleri geliştirmişler, özellikle birçok tarım bitkisi türleri üretmişlerdir. Bugün Dünya'nın çeşitli bölgelerinde yetiştirilen birçok tarım bitkisinin anayurdu Yeni Dünya'nın bu sayılan kültür alanlarıdır. Dolayısıyla, insanlar dünya üzerinde varoldukları andan itibaren toprak ile yakından ilgilenmişlerdir (Erinç ve Öngör, 1982).

İnsanoğlu, yiyecek ve giyecekleri olan tarımsal gereksinimlerini doğrudan veya dolaylı yoldan topraktan sağlamışlardır. Toprak; insan, hayvan ve bitkilerin beslenmesinde doğal bir kaynak olup, ülkelerin yaşamına, geleceklerine ve ekonomisine büyük katkılarda bulunur. Verimli topraklara sahip olan ve bu toprakları iyi kullanan milletler, refah toplumu olarak yaşamlarını sürdürürler. Toprak bilimi üzerindeki gelişmeler ise iki kısımda incelenebilir. İlk Çağ'da gözlemlere dayanan çalışmalar dikkati çeker. Tarımsal yapıyı ve tarım tiplerini ortaya koyan çalışmalara ilk yayınlanan din kitaplarında rastlanmaktadır. Özellikle geniş ve kapsamlı çalışmalar halinde ortaya konan yapılara ise Eski Yunan'da rastlanmaktadır. Yunan filozofu **Plato**, Atina çevresindeki tepelerde toprak erozyonuna tanık olmuş ve bunun tehlikelerini vurgulamaya çalışmıştır. Romalılar döneminde tarımla ilgili oldukça önemli oranda yayın bulmak mümkündür. Ancak bunlar kapsam ve içerik bakımından fazla bir öneme sahip değildir. Fakat yine de tarım ve dolayısıyla toprak üzerine bu dönemlerde oldukça fazla eser bulunur. İkinci kısımda ise belli bilimsel metodlar içinde tarım ve tarım tipleri hakkında ortaya konan yayınlarda toprağa dolaylı yönden değinilmektedir. 1804 yılında İsviçre'li bir kimyager olan **Nicolas Theodore de Saussure** (1767-1845), kantitatif metodlarla bitkilerde karbondioksit, oksijen ilişkisini ortaya koymuştur. Bu dönemde **Saussure**, bitkilerin belli dönemlerde karbondioksit alarak oksijen verdiklerini saptamıştır. Her ne kadar ilk bakışta bu ilişkinin toprakla doğrudan ilişkisinin bulunmadığını göstermekteyse de, daha sonraki çalışmaları bu döngünün toprakla da doğrudan ilişkili olduğunu ortaya koymuştur. Böylece 19. yüzyılın ilk yarısı içindeki çalışmalar genellikle toprak/bitki ilişkisine dayanmaktaydı. 1883 yılında Rus bilim adamı **Vasily Dokuchaev** (1846-1903)'in, klasik kitabı olan "*Rusya'nın Çernozyomları"* adlı eseriyle toprak biliminde önemli bir boyut, başlıbaşına bir dönem başlamış oldu. "pedolojinin babası" diye de anılan **Dokuchaev**, eserinde toprakların birçok katmanlardan meydana geldiğini ortaya koydu. O ve onun öğrencileri çalışmalarında toprağın özellikle iklim ve vejetasyon ile yakından ilişkili olduğunu ortaya koydular. Toprak oluşumunda, toprak içindeki katmanların yapılarında iklim ve vejetasyonun etkisiyle birçok olayların oluştuğu görüldü. Böylece toprak, akademik araştırmalara ve incelemelere konu oldu. Sonuçta "pedoloji (toprak bilimi)" adıyla yeni bir

Ücretsiz PDF Kitap Arsivi - https://rantey.org

bilim dalı ortaya çıktı. Pedoloji veya toprak biliminin ortaya çıkmasında, bağımsız bir bilim olarak gelişmesinde, bu nedenle **Dokuchaev** ve onun öğrencilerinin büyük payı vardır. Bunda kuşkusuz Rusya'nın çok geniş arazilere sahip olması, çeşitli iklim ve vejetasyon tiplerinin bulunuşu önemli rol oynamıştır. Aynı yıllarda Almanya'da **P.E. Müller** (1887) ve onun öğrencileri, ilk kez podsoller üzerinde yaptıkları araştırmalarda Avrupa'da da bu bilimin gelişmesine yardımcı oldular. Ancak Ruscanın güç bir dil oluşu, Rusya'daki toprak biliminin dünyanın diğer taraflarında duyulmasını geciktirmiş ve bu bilimin daha yavaş gelişmesine neden olmuştur. Aynı yüzyılın sonlarına doğru ABD'de **T. Hilger**, toprak biliminin gelişmesinde büyük katkıya sahip bir bilim adamı olarak görülmektedir. 1912 yılında



Şekil 1 - Pedoloji ile diğer bilimler arasındaki ilişki (Mater, 1986).

yayınladığı toprak kitabıyla pedoloji biliminin gelişmesinde önemli bir rol oynamıştır. O ve onu izleyenler, ABD'de klimatik toprak tiplerinin oluşumları ile yakından ilgilenmişler ve çeşitli iklim özelliklerine sahip Kuzey Amerika'da çeşitli sahalarda pekçok çalışma yaparak pedolojinin bağımsız olarak gelişmesinde önemli katkılarda bulunmuşlardır. Nereye ulaşmışsa orada büyük ilgi gören pedoloji bilimi, geç de olsa bugün bilim âlemindeki yerini almıştır. Pedoloji bilimi toprakların yapısını, oluşumunu ve dağılışını inceleyen bir bilimdir. Toprak içindeki kimyasal, fiziksel ve biyolojik olaylar bunların ortaya çıkardığı sonuçlar bilimin inceleme kapsamına girmektedir. Toprak bilimi, ayrıca tarım tekniği, arazi kullanımı gibi bir daldır (Şekil 1). Ancak ne yazıkki toprak bilimi bugün halen tam bir bütünlük içinde değildir. Bunun en önemli nedeni kuşkusuz bu bilim dalının pekçok bilim dalları ile ilişkisi olmamasından kaynaklanmaktadır. Şekil 1'de de gösterildiği gibi, günümüzde pedoloji bilimi birçok bilimle doğrudan ve dolaylı ilişki içindedir. Bu nedenle ilişkili bilim dalları kendi amaçlarının kapsamı içinde toprak biliminden yararlanmakta ve bu sebeple pedoloji gerçek bir bütünlük içinde toplanmaktadır (Mater, 1986).

Ücretsiz PDF Kitap Arsivi - https://rantey.org

Bilinen ilk **toprak sınıflandırması** 4000 yıl önce Çin'de yapılmıştır. Bunu MÖ 234-149 yıllarında Roma'lı bir bilim adamı olan Cato'nun yaptığı 9 sınıf ve 21 alt sınıftan oluşan sınıflandırma ve 12.yy.'da Yahya İbn Mohammed tarafından yapılan sınıflandırmalar izlemiştir. Buna rağmen 19.yy.' a kadar bu konuda önemli adımlar atılmamıştır. 1879'da Rusya'da Dokuchaev sınıflandırma konusuna değinirken, 1911'de Almanya'da E. Raman; Dokuchaev'le aynı ekolü benimsemiştir. Amerikan Toprak Taksonomisinin temelleri ise 1951 yılında atılmış, aynı yıllarda Fransız sistemi ortaya çıkmış, 1967'de basılmış ve yayınlanmıştır. Yine 1971'de temeli FAO-UNESCO tarafından atılan Dünya Toprak Haritası bazı ilave ve değişikliklerle önce 1981'de IRB (International Reference Base For Soil Resurces), sonrasında 1992 yılında WRB (World Reference Base for Soil Resources) olarak yerini almış ve gelişmeye devam etmektedir. Türkiye'de esas olarak toprak etüt ve haritalama 1952 yılında FAO'nun yardımıyla Amerikalı toprak uzmanı **H.Oakes** başkanlığında bir grupla başlamıştır. Böylece Türkiye'nin 1/800.000 ölçekli genel toprak haritası hazırlanmıştır. Bu sınıflandırmada 1938 tarihli Amerikan Sınıflama Sisteminin büyük toprak grupları kullanılmış ve topraklar; zonal, intrazonal ve azonal toprak takımları olarak ayrılmıştır. 1998'de Uluslararası Toprak Bilimi Birliği toprak ilişkileri için birliğin sistemi olarak WRB'yi (World Reference Base) kabul etmiştir. WRB'nin yapısı, kavramları ve tanımlamaları kuvvetli bir biçimde FAO/UNESCO'nun 1/5.000.000'lik dünya toprak haritasından etkilenmiştir. Bunlar ise sınıflandırmada kullanılan ayırt edici horizonlar ve özellikleri Amerikan Toprak Taksonomisi'nden almışlardır.WRB ulusal toprak sınıflandırma sistemlerini de içeren kapsamlı bir sınıflandırma sistemidir (Yener ve Güvendi, 2010).

Ayrışmanın bir sonucu olarak toprakların incelenmesi, yeryüzünde dağılışı ve bu dağılışı etkileyen tüm toprak özelliklerinin araştırılması, coğrafyanın; özellikle de fiziki coğrafyanın araştırma konularından birisidir. Bunun gerekçesi ise, ayrışma ve toprağı oluşturan faktörler, fiziki coğrafya koşulları ile yakından ilgilidir.

Ücretsiz PDF Kitap Arsivi - https://rantey.org

Uygulamalar

Ücretsiz PDF Kitap Arsivi - https://rantey.org

Uygulama Soruları

Ücretsiz PDF Kitap Arsivi - https://rantey.org

Bu Bölümde Ne Öğrendik Özeti

İlk konuda, “Toprak Bilimine Giriş” yapılarak, “Toprak Biliminin Tarihsel Gelişimi” konusu üzerinde durulmuştur. Bu bağlamda, öncelikle yeryüzü tarihinde insanın ortaya çıkışı, yeri ve doğal ortamla etkileşimi anlatılmıştır. Toplayıcılık ve avcılıktan sonra, yerleşik düzende tarım toplumuna geçen insan topluluklarının; bu kez toprakla nasıl uğraştığı ve pedoloji (toprak bilimi)’nin ortaya çıkışı aktarılmıştır. Buradan aktarımla, toprak araştırmalarının ve toprak coğrafyasının önemi üzeri durularak ilk haftanın konusu tamamlanmıştır.

Ücretsiz PDF Kitap Arsivi - https://rantey.org

Bölüm Soruları

1) Buzul Çağı (Postglasyal Çağ) günümüzden yaklaşık ne kadar süre önce sona ermiştir?

a) 4 bin
b) 5 bin
c) 10 bin
d) 11 bin
e) 20 bin

2) Aşağıdakilerden hangisi bilimsel metodlar içinde tarım ve tarım tipleri hakkında ortaya konan yayınlarda toprağa dolaylı yönden değinmiş ve kantitatif metodlarla bitkilerde karbondioksit, oksijen ilişkisini ortaya koymuş İsviçreli bir toprak araştırmacısıdır?

a) Vasily Dokuchaev
b) Plato
c) Nicolas Theodore de Saussure
d) P.E. Müller
e) T. Hilger

3) "Pedolojinin Babası" olarak anılan Rus bilim adamı kimdir?

a) Vasily Dokuchaev
b) Plato
c) Nicolas Theodore de Saussure
d) P.E. Müller
e) T. Hilger

4) Pedoloji ile diğer disiplinler arasındaki ilişkilere bakıldığında aşağıdakilerden hangisi bir temel bilim dalı değildir?

a) Fizik
b) Coğrafya
c) Kimya
d) Biyoloji
e) Hiçbiri

5) Aşağıdakilerden hangisi toplayıcılık ve avcılıktan sonra tarım toplumuna geçişi temsil eden ve Anadolu'da bulunan Neolitik yerleşmelerden kalıntılarının olduğu merkezlerden biri değildir?

a) Konya (Çatalhöyük),
b) Mersin (Yumuktepe),
c) Diyarbakır (Gölbaşı),
d) Burdur (Hacılar)
e) İzmir (Efes)

6) "……., yani Buzul Çağı'nın sonrasında insanlığın yaşamına ve kültürlerine bakıldığında; bu çağda, bütün dünyada sıcaklığın yeniden yükselmesi ve eriyen buzulların geniş ölçüde ortadan kalkması ile başlar ve günümüze kadar gelir. Bu dönemde

Ücretsiz PDF Kitap Arsivi - https://rantey.org

yeryüzünde yaşam koşulları büyük ölçüde değişmiştir. İnsan eskiden buzulların kapladığı alanlara sokulmuş, buraları bitkiler, ormanlarla kaplanmış, ortam genellikle insan hayatına daha elverişli bir duruma dönmüştür.” ifadesinde boşluğa aşağıdaki hangi terimin konulması uygundur?

a) İnterglasyal Çağ
b) Preglasyal Çağ
c) Glasyal Çağ
d) Postglasyal Çağ
e) İnterstadyal Çağ

7) “Postglasiyal kültürlerin ilki olan **Neolitik Çağı** (Yeni Taş Çağı) insan hayatında ve ekonomisinde çok büyük değişiklerin ortaya çıkmasıyla başlar. Bu çağda insanlar artık ……, evcil hayvan beslemeye başlamıştır.” ifadesinde boşluğa aşağıdaki hangi terimin konulması uygundur?

a) Göç etmeye
b) Para basmaya
c) Göçebe yaşamaya
d) Sanayileşme
e) Tarım yapmaya

8) “İnsanlığın bugünkü uygarlığa erişmesinde sosyal olarak örgütlenmiş eski büyük toplumların kültür katkıları da büyük rol oynamıştır. Bunların başında Eski Dünya’nın bazı eski uygar toplumları gelir. Yeni Dünya’da da bazı eski kültür merkezleri meydana gelmiştir. “……” adıyla anılan Eski Dünya kültürleri, insanlık tarihinde büyük rol oynamıştır. Bugünkü uygarlığın birçok özellikleri ve başarıları bu çok eski kültürlere kadar izlenebilir. Eski Dünya’nın en erken gelişen ve en önemli eski kültür alanları **Mezopotamya** ve **Mısır**’dır. Bu kültürler, Fırat ve Dicle ile Nil nehirlerinin akarsu boylarındaki verimli alüvyal düzlüklerinde yapılan sulu tarıma dayanır.” ifadesinde boşluğa aşağıdaki hangi terimin konulması uygundur?

a) Avrasya
b) Afro-Avrasya
c) Avrupa
d) Asya
e) Avustralya

9) “Yıldızların gözlenmesi ile astronomi, ölçme işleri dolayısıyla geometri eski kültür alanlarında başlamış, takvim de yine buralarda icat edilmiştir. Başlangıcı günümüzden 5-6 bin yıl öncesine kadar inen bu eski kültür alanları, Yeni Dünya kültürlerinin dışında bütün önemli kültürlerin beşiği durumundadır. Anadolu da bu eski kültür alanının bir parçasıdır. Çeşitli kazılarda varılan sonuçlar, günümüzden 18-20 bin yıl kadar önce prehistorik kültürlerin bütün Anadolu’ya yayıldığını; 15 bin yıl kadar önce de şehirlerin kurulduğu, ticaret ve ulaşımın geliştiğini göstermektedir.” ifadesi sizce doğru mu, yanlış mıdır?

Doğru ( ) Yanlış ( )

Ücretsiz PDF Kitap Arsivi - https://rantey.org

10) "Türkiye'de esas olarak toprak etüt ve haritalama 1952 yılında FAO'nun yardımıyla Amerikalı toprak uzmanı **H.Oakes** başkanlığında bir grupla başlamıştır. Böylece Türkiye'nin 1/800.000 ölçekli genel toprak haritası hazırlanmıştır. Bu sınıflandırmada 1938 tarihli Amerikan Sınıflama Sisteminin büyük toprak grupları kullanılmış ve topraklar; zonal, intrazonal ve azonal toprak takımları olarak ayrılmıştır." ifadesi sizce doğru mu, yanlış mıdır?

Doğru ( ) Yanlış ( )

CEVAPLAR: 1-d, 2-c, 3-a, 4-b, 5-e, 6-d, 7-e, 8-b, 9-Yanlış (…8-10 bin;...5 bin), 10-Doğru

Ücretsiz PDF Kitap Arsivi - https://rantey.org

2. TOPRAK TERMİNOLOJİSİ, TOPRAK PROFİLİ VE PEDOLOJİK GÖRÜŞLER

Ücretsiz PDF Kitap Arsivi - https://rantey.org

Bu Bölümde Neler Öğreneceğiz?

2.1. Toprak Profili
2.2. Pedojenez

Ücretsiz PDF Kitap Arsivi - https://rantey.org

Bölüm Hakkında İlgi Oluşturan Sorular

1) Toprak profili nedir? Tanımlayınız,
2) Pedojenez nedir? Belirtiniz.

Ücretsiz PDF Kitap Arsivi - https://rantey.org

Bölümde Hedeflenen Kazanımlar ve Kazanım Yöntemleri

Konu	**Kazanım**	**Kazanımın nasıl elde edileceği veya geliştirileceği**
Toprak terminolojisi, toprak profili ve pedolojik görüşler	İdeal bir toprak profilinin özelliklerini kavramak ve nedenleriyle öğrenmek	Metin, sunum ve görsellerle
Toprak terminolojisi, toprak profili ve pedolojik görüşler	Pedojenez'in (Toprak Biliminin) ortaya çıkışını kavramak ve bilgi sahibi olmak	Metin, sunum ve görsellerle

Ücretsiz PDF Kitap Arsivi - https://rantey.org

Anahtar Kavramlar

- Toprak,
- Toprak profili,
- Horizon,
- A horizonu,
- B horizonu,
- C horizonu,
- Anakaya,
- Pedojenez,
- Toprak bilimi

Ücretsiz PDF Kitap Arsivi - https://rantey.org

2.1. Toprak Profili

Çoğumuzun düşüncesine göre toprak, tarım yapılan veya geniş anlamda üstünde çeşitli tarımsal ekonomik faaliyetlerin görüldüğü köklerle kaplı yerkabuğunun birkaç santimlik kısmıdır. Genelde bu görüş oldukça yaygındır ve kısmen de doğrudur. Ancak toprağın yakından incelenmesi onun sanıldığı gibi yerkabuğunun ayrılmış ince bir kısmı olmadığını gösterir. Toprak yerkabuğunun çok ince bir kısmını oluşturduğu halde çok karmaşık bir yapıya sahiptir. Bu karmaşık yapının oluşmasında çevre faktörlerinin ve toprağın kendi bünyesindeki fiziksel, kimyasal ve biyolojik olayların da etkisi vardır. Gerçekten iç kuvvetlerin etkisiyle yeryüzüne çıkan bir kayanın üzerinde hem atmosferik hem de biyolojik faktörlerin etkisi olur. Yüzeye çıkan bu kaya, çeşitli aşamalardan geçerek ayrışır ve değişime uğrar. Birinci aşamada, fiziksel parçalanmaya uğrayan kayada önce hidratasyon ile başlayan kimyasal ayrışma, daha sonra karmaşık, kimyasal olaylarla tamamen çözülmeye uğrar. Ortaya çıkan madde gerçekte toprak değil **ayrışmış yerkabuğu** veya **manto**dur, buna **toprağın ana maddesi** denilir. Çeşitli kimyasal maddeler içeren bu ayrışmış inorganik madde üzerindeki mikro-organizmaların faaliyeti başlar. İkinci aşamada bu madde üzerinde basitten başlayarak gelişmeye başlayan biotik hayat sonucunda çeşitli bitkiler oluşur. Bunların, dal ve yaprakların toprağa düşmesi, iklim faktörlerinin etkisi ile ayrışması sonucunda toprağın organik maddesi oluşur. Daha sonra bu iki madde çeşitli faktörlerin etkisiyle karışarak toprağı oluşturur (Şekil 2). Bu olay basit olarak formüle edilirse:

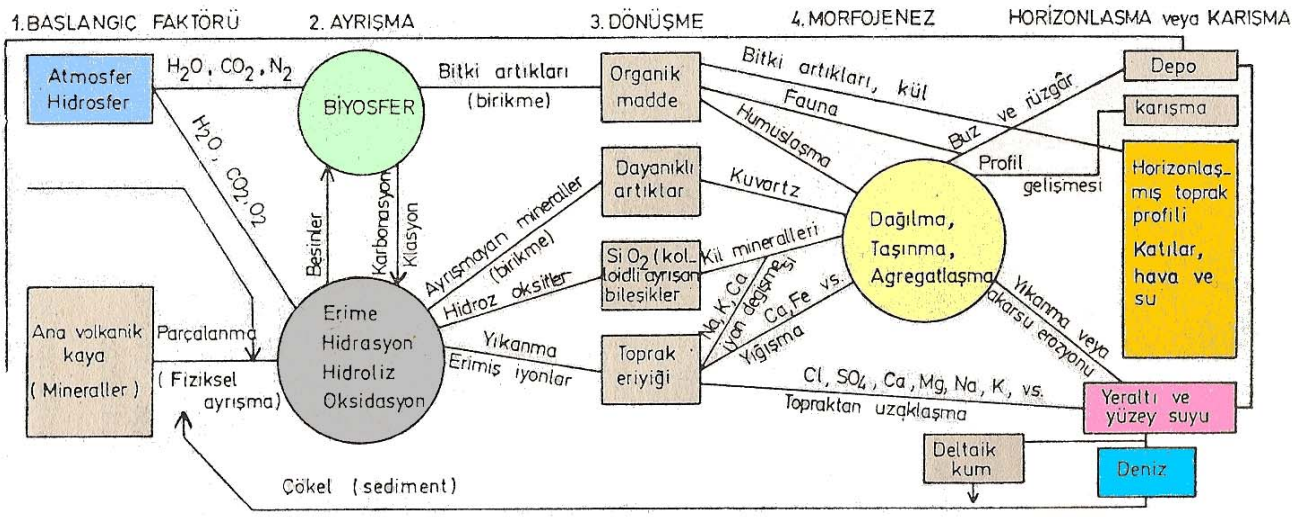
Toprak → İnorganik madde + Organik madde

olarak gösterilebilir. Ancak olayı daha geniş kapsamlı ve kademeli olarak göstermek gerekirse, aşağıdaki Tablo 2 ortaya çıkar (Mater, 1986).

Tablo 2: Toprak Yapan Olaylar (A. Irmak'dan 1968).

	Ayrışma Olayları		Yeniden Oluşma Olayları		Yer Değişme (taşıma) Olayları
1-	Minerallerin ayrışması (fiziksel parçalanma ve kimyasal ayrışma)	3-	Kil minerallerinin oluşması	5-	Toprağın çeşitli faktörlerin yardımı ile karıştırılması
2-	Organik maddelerin ayrışması	4-	Humusun oluşması	6-	İnfiltrasyon ile yer değiştirme.

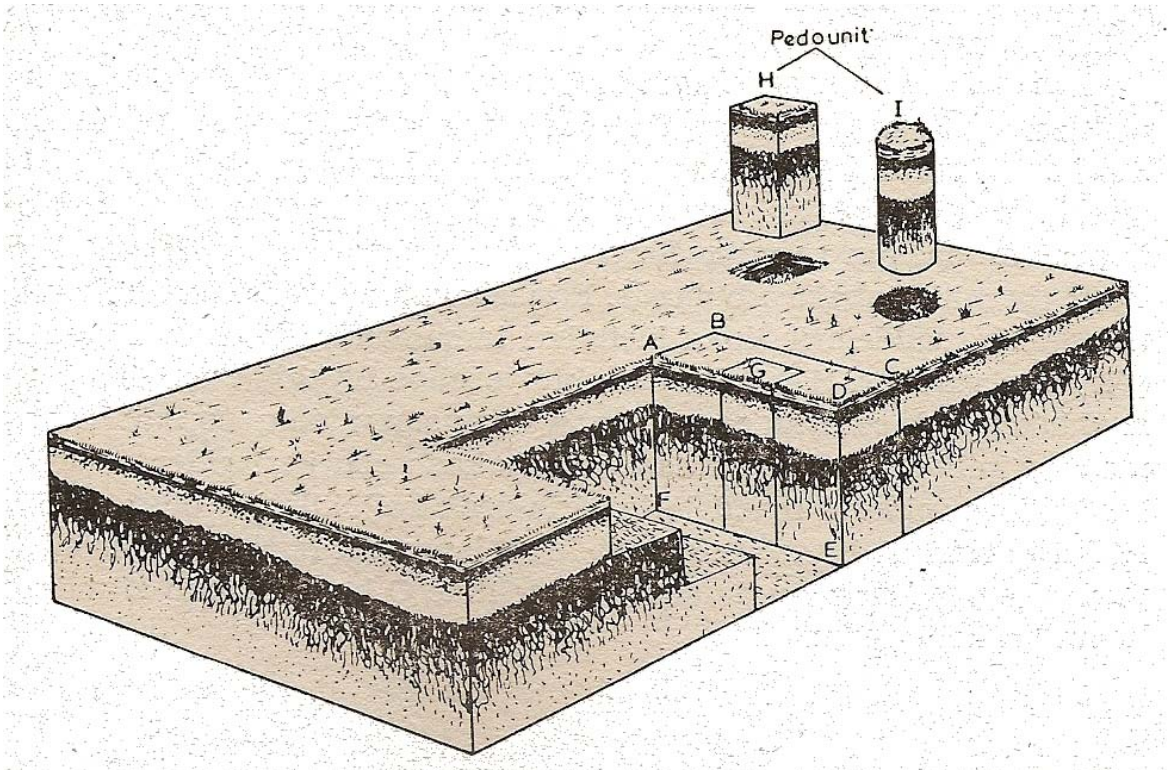
Ücretsiz PDF Kitap Arsivi - https://rantey.org



Şekil 2 : Toprak oluşumunun şematik açıklaması (Atalay, 1982'den).

Toprağın özelliğini anlayabilmek için yapılacak ilk aşama, yüzeyden itibaren belirli bir derinlikte çukur kazarak, gözle ve elle birtakım gözlemler yapmaktır. Açılacak çukurun derinliği toprağın tabiatına bağlı olarak 1 ile 3 metre arasında değişir. Bu derinliğin altında ise ayrışmamış materyal bulunur ki, buna **anakaya** veya **ana madde** denir. Dikey olarak yerkabuğu içinde açılmış olan bu çukurda, yukarıdan aşağıya doğru renk bakımından birtakım farklılıklar gösteren katmanlar veya tabakalar ortaya çıkar. Bu tabakalara **horizon** denir. Tek bir çukur içindeki bu katmanları içeren toprak parçasına ise **toprak profili** denir. Toprak profili arazide üç boyutludur. Bu nedenle toprak profilini üç boyutlu belli ölçüleri olan yani volumetrik bir ünite olarak tanımlamak gerekir. Her bir horizonun da labratuvar incelemeleri için yeterli oranda toprak materyali içeren üç boyutlu volumetrik toprak ünitesine **pedon** veya **pedounit** denir (Şekil 3). Tanımlamadan da anlaşıldığı gibi bir pedonda veya pedounitte çeşitli horizonlar bulunur. Bu horizonlar ana horizonlar ve tâli horizonlar olmak üzere ikiye ayrılırlar (Mater, 1986).

Ücretsiz PDF Kitap Arsivi - https://rantey.org



Şekil 3: Pedon ve pedounit (Mater, 1986'dan)

Ana horizonlar yukarıdan aşağıya doğru A, B ve C harfleri ile gösterilir. Bunlardan A koyu renkli üst toprağı, B ise alt toprağı gösterir. Bu horizon genellikle birikme horizonu olup demir ve alüminyum oksitlerinin ve kilin biriktiği zondur. C ise çözülmeye uğramış fakat gerçek toprak haline dönüşmemiş anakayayı gösterir. C horizonu altında ise çözülmemiş anakaya yer alır ki buna da D horizonu denir (Şekil 4). A horizonunun üstünde daha çok ayrışmamış humusun bulunduğu yüzey tabakası mevcuttur. Bu tabakaya organik horizon veya O horizonu denir. Bu horizon içinde çürümüş maddeler, yapraklar ve ham humus (yani tam ayrışmamış humus) bulunur. Bu tabaka özellikle ormanlık bölgelerde kalındır. O tabakası O_1 ve O_2 olarak iki kısma ayrıldığı gibi L, F ve H harfleri ile gösterilen üç ayrı katmana da ayrılabilir. Bunlardan O_1 veya L (İng: Litter sözcüğünden) tabakasında bitki artıklarının pek çoğu gözle ayrılabilir. Yeni düşmüş yaprak ve dalcıklar bulunabilir ve belli bir rengi yoktur. Bu tabaka içinde toprak faunasının aktif olduğu görülür. Bu horizon içinde ayrıca bazı fungi (mantar) türlerine rastlanır. O_1 tabakası, **U.S.D.A.**'nın yayınladığı *Soil Survey Manual* kitabı gibi bazı toprak kitaplarında Aoo tabakası olarak da tanımlanmaktadır. O_2 ve F (İng: Fermantation sözcüğünden) tabakasında bitki artıklarının pekçoğu aslî yapılarını kaybederek çürümüş ve gözle ayırabilmek olanağı kalmamıştır. Rengi L tabakasından daha koyudur. Toprak faunasının ve mikrofloranın aktif olduğu bu tabakanın altında ise H (humus) tabakası bulunur. F tabakasının altında bulunan bu katta organik maddelerin doku biçimleri tamamen kaybolmuş ve renkleri çok koyulaşmıştır. H tabakasındaki kimyasal ve biyolojik ayrışma olayları oldukça hızlı cereyan eder. Oluşan humusun mineral toprak ile karışması ve

Ücretsiz PDF Kitap Arsivi - https://rantey.org

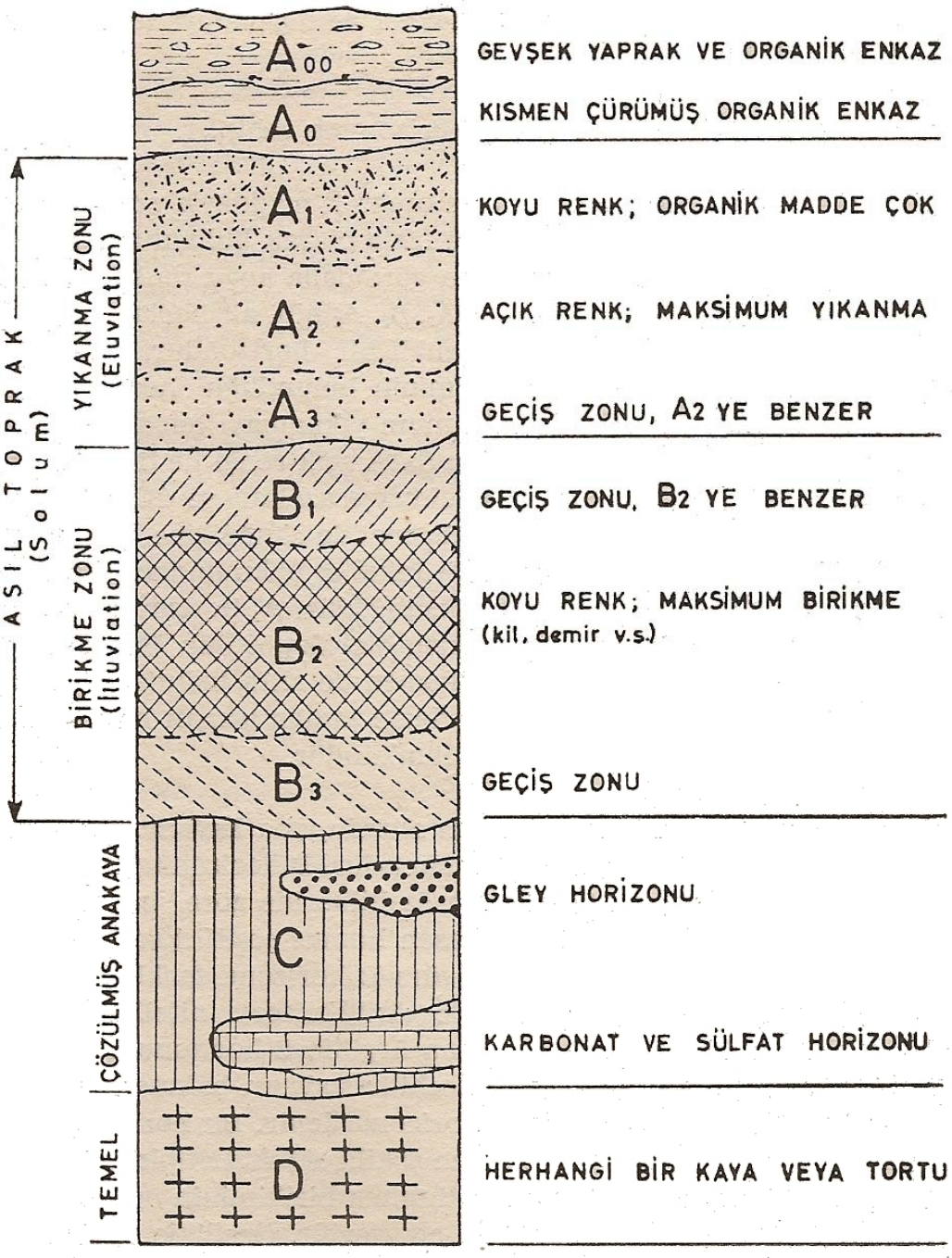
kolloidleri oluşturması bu tabakada çok ileri gider. Humusun biriktiği ve mineral maddelerle birleşerek kolloidlerin oluştuğu koyu renkli horizon **A horizonu** olarak tanımlanır. Bu horizona elluvial (E) yani **yıkanma horizonu** da denir. Genellikle O horizonunun altında bulunan bu horizonda:

1) Yüzeye yakın yerlerde organik madde birikiminin bulunduğu veya oluştuğu görülür.

2) Kil ve madensel tuzların önemli bölümü yıkanarak aşağı tabakalara geçer, buna karşılık, demir veya alüminyum bileşikleri kum veya silt boyutunda kuvars ve diğer dayanıklı mineraller burada birikir.

3) Genellikle bir veya iki geçiş horizonuna sahiptir.

Ücretsiz PDF Kitap Arsivi - https://rantey.org



Şekil 4: İdealleştirilmiş toprak profili (Erinç 1982'den)

Ücretsiz PDF Kitap Arsivi - https://rantey.org

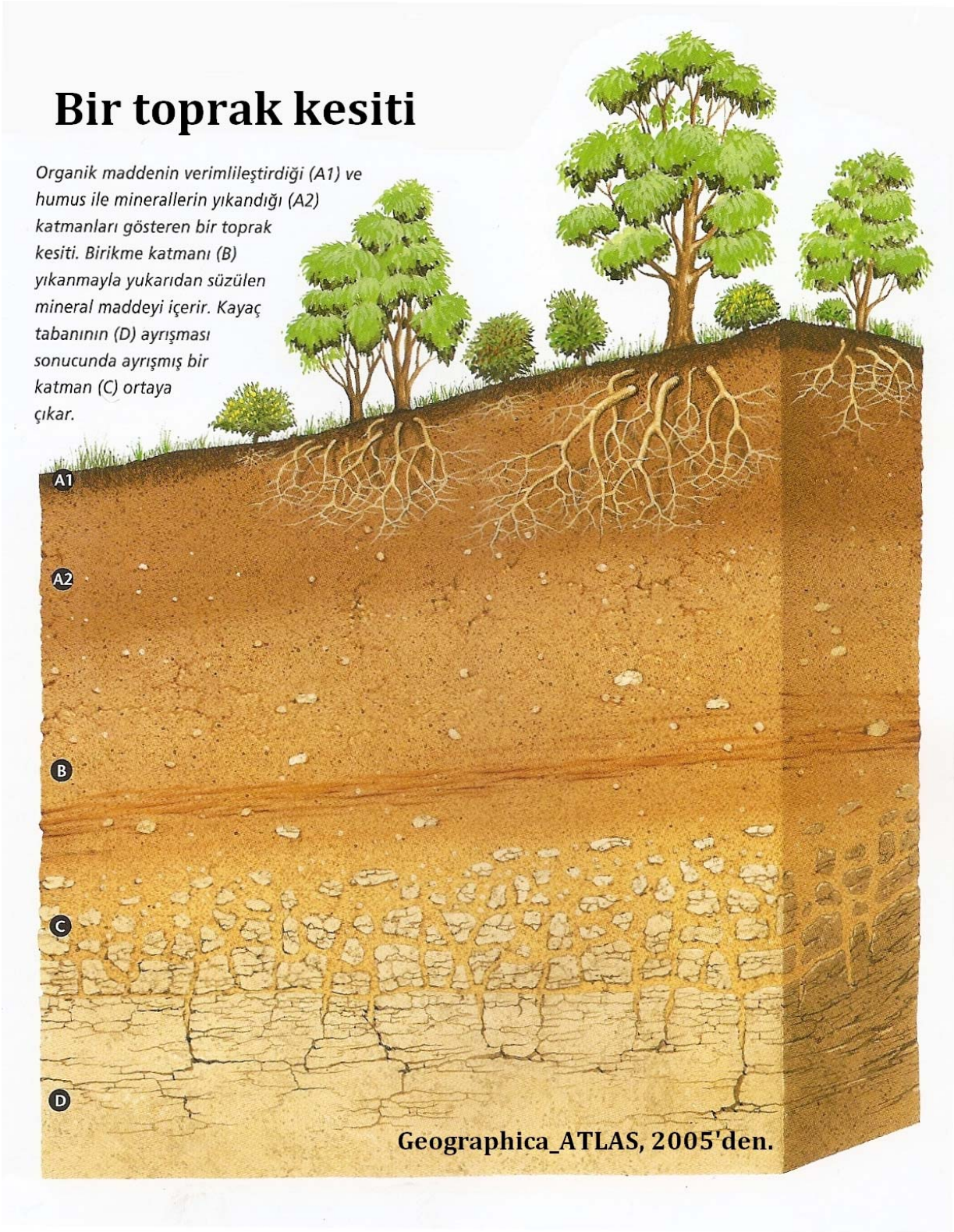


Foto 5: Bir toprak kesiti (Geographic Atlas, 2005)

A horizonunda mineral maddeler organik maddeyle adeta kaplanmıştır. Koyu renkli organik maddenin fazla olarak bulunduğu bu horizonun hemen altında uzanan horizonlara göre daha koyu renklidir. Mineral maddelerin yıkandığı A horizonu A_1, A_2, A_3 gibi alt horizon sınıflarına ayrılır. A_1 humusça zengin koyu renkli bir horizondur. Bu horizon yüksek

Ücretsiz PDF Kitap Arsivi - https://rantey.org

oranda organik madde birikiminin bulunduğu horizondur. A_2 ise özellikle podzol topraklarında maksimum yıkanmayı temsil eder. Bu horizon A_1, horizonunun altında ondan daha açık rengi ile hemen farkedilir. A_2 horizonunda organik madde oldukça azalmış ve daha derinlerde birikmiştir. A_2 horizonunda organik madde eksikliğine karşın silis birikimi oldukça fazladır. Bu nedenle tekstür bakımından altta bulunan B horizonuna göre daha kaba tekstürlüdür. A_3 horizonu ise genellikle A ve B arasında bir geçiş horizonu olarak görülür. Bu horizonda A_1 ve A_2 nin karakteri görülürse de, kısmen de altta bulunan B horizonunun karakterini yansıtabilir. Bu nedenle zaman zaman bu horizonu AB horizonu olarak tanımlamak da mümkündür (Mater, 1986).

B horizonu O ve A horizonları altında, anakayanın özelliklerini çok az yansıtanveya hiç yansıtmayan bir horizondur. **B horizonu** genel olarak bir **birikim horizonu**dur. Toprakların özelliklerine göre bu horizonda kil, alüminyum ve demir oksitleri, baze humus çeşitli karbonatlar ile tuzlar birikir. Bu birikim özelliğine göre B horizonu farklı isimler altında tanımlanır. Örneğin içinde gözle görülebilecek nitelikte belirgin bir kil birikiminin bulunduğu horizona **Argillic B horizonu** denir. İçinde %15 veya daha fazla oranda değişebilir sodyum bulunan tuzlu toprakların B horizonlarına **Natric B horizonu** denir. Bu horizonda tuzlu toprakların tipik prizmatik veya sütun şekilli strüktür tiplerini görmek mümkündür. Belirgin oranda kil ve humus birikiminin görüldüğü B horizonlarına ise **Spodic B horizonu** adı verilir. Özellikle humus podzolu topraklarda tipik bir horizondur. İçinde belirgin oranda birikmiş hidratlanmış demir ve alüminyum oksitleriyle 1:1 strüktürlü killerin (kaolinit) bulunduğu B horizonlarına ise **Oxic B horizonu** denir. Bu horizon genelde kırmızı laateritik topraklar ile Terra Rossa topraklarında görülen bir horizondur. Yeterince pedojenik alterasyonlara uğramış ve içinde önemli oranda kalsiyum karbonat birikimi olan horizonlara ise **Cambic B horizonu** denir. Bu horizon kurak ve yarıkurak bölge topraklarının tipik kireç birikim horizonunu oluştururlar (Mater, 1986).

C horizonu; toprağı oluşturan anakayanın ayrışmasından meydana gelmiş bir horizondur. Genellikle alttaki anakayanın özelliklerini yansıtır. Ancak bazı özel durumlarda farklı karakter gösterebilir. Ayrışmanın fazla olduğu bu horizonda maksimum oksidasyon, yüksek oranda silika, karbonat, eriyebilen tuzlar ve gleyleşme görülür. Toprak horizonları içinde o horizonun özelliğini belirlemek için birtakım semboller kullanılır. Bu semboller toprağın ana horizonundan sonra gelir. Bazen de harf yanında rakam da verilebilir. Örneğin **B2t** gibi. Burada B ana horizonu, 2 bunun katmanını, "t" ise kil birikimini gösterir. Verilen bu örnekten sonra, ana horizonların yanındaki yardımcı horizonlar ve bunların özellikleri şöyle sıralanabilir (Mater, 1986):

b: Buna **gömük toprak horizonu** denir. Genellikle fosil eski topraklar olan **paleosol**leri karakterize eden bu horizon, bazen yüzeye yakın ve bazen de çok derinde bulunur. Gömük horizonlar, bulundukları yerdeki esas toprağın özelliğinden tamamen farklı (gerek fiziksel gerek kimyasal açıdan) bir özellik gösterir. Bu nedenle "b" horizonunun daha farklı pedojenez koşulları altında oluştuğu sonucuna varılır.

Ücretsiz PDF Kitap Arsivi - https://rantey.org

Ca: Toprakların B ve C horizonları içinde yüksek oranda **kalsiyum birikmesi** gösterir. Bu horizon içindeki kalsiyum oranının anakayadan yüksek olması gerekmektedir.

Cs: Toprakların B ve C horizonlarında yüksek oranda $CaSO_4$ (kalsiyum sülfat) tuzu biriktiği zaman o horizona **tuz birikim horizonu** denir. Burada biriken kalsiyum sülfatın miktarının anakayadakinden fazla olması gerekmektedir.

g: Toprakların B ve C horizonlarında gleyleşme sürecinin görülmesi halinde o horizona gley horizonu adı verilir. Gleyleşme demirin indirgeme yoluyla hidratlanmasıdır. Bunun sonucunda toprak içinde mavi, yeşil, kırmızımsı pas rengi, kahverengi ve sarımsı renkte benekler görülebilir. İşte doğrudan yeraltı suyunun etkisi sonucunda demir birikmesi halinde görülen bu horizona "g" yani, **gley horizonu** denir.

h: Toprakların A horizonlarından daha aşağıdaki horizonlarında yıkanma sonucu humus birikimi olur, bu horizona **humus horizonu** denir. Burada biriken humus, ya toprak parçacıklarının etrafını kaplamış biçimde veya silt büyüklüğündeki çok küçük parçacıklar halinde görülürler.

ir: Toprakların üst horizonlarından daha aşağıdaki horizonlara yıkanma sonucu demir birikmesi olur. Demirin biriktiği bu tabakaya **demir horizonu** adı verilir. Demir birikmesi gözle görülebilecek küçük parçacıklar olduğu gibi silt boyunda mikroskobik büyüklüklerde de olabilirler.

sa: Toprakların A – B – C horizonlarında çeşitli pedojenik süreçler sonucunda tuz birikmesi olur. Sodyum klorürden oluşan bu tuz genelde kalsiyum sülfattan daha fazla eriyebilen özelliğe sahiptir. NaCl toprağın belirli katlarında birikerek **tuz horizonu**nu oluştururlar ve **"sa" horizonu** olarak tanımlanırlar.

si: Toprağın belirli katlarındaki **silikat birikimi**ni gösterir. Çimentolaşmış ve bir kabuk oluşturmuş halde bulunan bu horizona "Duripan" adı da verilir. Tabaka halinde bulunduğu gibi çeşitli boyutta silikat parçacıkları halinde de toprak içinde bulunabilirler.

t: Toprak içinde çeşitli süreçler sonucunda oluşan kil birikmesi **kil horizonu**nu oluşturur.

x: Bu horizona **fragipan** denir, fazla kil birikimi veya çimentolaşma sonucu oluşmuş yoğun ve sert bir tabakadır.

u: Tam ayrışmamış veya oluşmamış toprak horizonlarını belirlemek için kullanılır.

p: Toprakların genellikle A horizonları ile kısmen B horizonları genellikle tarıma açılmamış olan sahalarda pulluk ile alt üst edilerek karıştırılır. Bu tür tarım topraklarında artık **"p" horizonu**ndan bahsedilir ve genellikle A_p olarak tanımlanır.

m: Silikat killerinin biriktiği horizonlara verilen isimdir.

Ücretsiz PDF Kitap Arsivi - https://rantey.org

r: Sert anakayanın mevcudiyetini belirlemek için kullanılır.

f: Genellikle donmuş topraklarda kullanılır.

cn: Demir, manganez ve fosfat bakımından zengin olan bu zonda birikim genellikle konkresyonlar halinde gerçekleşir.

2.2.Pedojenez

Giriş: Toprağın çeşitli pedojenik faktörlerin birlikte çalışmaları sonucunda oluştuğunu ilk kez bir prensip içinde ortaya koyan Rus bilim adamı **Dokuchaev**'dir. Ancak Dokuchaev'den önce de bazı bilim adamları, örneğin **Lomonosov** da toprağa etki eden iç ve dış etkenlerden bahsederse de, Dokuchaev ilk kez toprak oluşumunda bazı faktörlerin etkili olduğunu; 1896'da yayınladığı *"The Russian Steppes. Dept. of Agric. Ministry of Crown Domains for the World's Colombian Exposition, St. Petersburg"* kaynaklı eserinde ortaya koymuştur. **Corcker** ise, 1952'de yayınladığı *"Soil Genesis and the Podzolic Factors"* isimli eserinde aşağıdaki satırlarda Dokuchaev'in görüşlerini açıklarken "...daima aşağıdaki etkenlerin karşılıklı faaliyetleri sonucu toprak oluşur. Bunlar, **canlı ve ölü organizmalar (bitkiler ve hayvanlar), anakayanın ayrışması, iklim ve Topografya**'dır" demiştir. Crocker ayrıca toprak oluşumunda yeraltı suyunun da zaman zaman bu beş faktörü etkileyecek kadar önemli bir faktör olduğunu vurgular. Bütün bunlar Dokuchaev'e göre toprağı oluşturan faktörlerdir. Dokuchaev'in çağdaşı olan **Hilgard** da aynı sonuca varmış, ancak toprak oluşumunda iklim daha fazla etkili olduğunu belirtmiştir. Bu sonuç, Dokuchaev ile beraber çalışanlar ve ondan sonra gelenler tarafından da benimsenmiştir. **Jenny**'nin 1941'de yayınladığı "*Factors of Soil Formation*" isimli kitabı pedojeneze yeni bir yön kazandırmıştır. Jenny kitabında toprağı oluşturan faktörleri anakaya (p), iklim (cl), Topografya (r), organizmalar (o) ve zaman (t) olarak belirlenmektedir. Bu faktörlerin birbirleri arasındaki ilişkiler ise:

$$s = f\,(cl + p + r + o + t)$$

olarak formüle edilmiştir. Böylece Jenny'nin bu kitabı toprak bilimine faktoral bir görüş getirmiştir. Bu görüşte Jenny toprak oluşumunda etki yapan faktörlerin aynı olmayıp değişik miktarlarda etkilediği fikrini ortaya koymuştur. Jenny'nin fonksiyonel görüşü 1947'de **Gerasimov** tarafından eleştirilmişse de kitap, faktoral yenilik getirmesi yönünden önemlidir. **Rode** 1947'de yayınladığı *"The Soil Forming Process And Soil Formation"* isimli eserinde, daha sonra Jenny'nin ortaya koyduğu bu faktörlere ek olarak yerçekimi, yeraltı suyu, toprak suyu, yüzey suyu ve insanın ekonomik faaliyetleri gibi beş tane daha faktör ileriye sürmüştür. Diğer taraftan Alman toprak bilimcisi **Mückenhausen**'in 1962'de yayınladığı *"Enstehung Eigenshaffen und Sistematic der Boden der Bundersrepublic Deutschland"* isimli eserinde toprak içindeki su ayrı faktör olarak ele alınırsa da birçok toprak bilimcisi bunu reliefin bir fonksiyonu olarak kabul eder. Mückenhausen, Jenny'nin ileri sürdüğü organizma faktörünü, vejetasyon, hayvanlar ve insan olarak ayırır ve sekiz faktörün etkisi olduğunu ileri sürer. Diğer birçok bilim adamı, insan ve vejetasyonu ayrı faktör olarak kabul eder, ancak hayvanın ayrı bir faktör olarak etkili olabileceğini savunmazlar. Gerçekte hayvan faktörü organizma

Ücretsiz PDF Kitap Arsivi - https://rantey.org

içinde ve genel olarak düşünülmelidir. Fransız toprak bilimcisi **Duchafour** 1960'da yayınladığı *"Precis de Pedologie"* isimli eserinde altı faktörün bulunduğunu ve toprak oluşumunda bu altı faktörün etkili olduğunu savunur. Duchafour bunları aktif ve pasif faktörler olarak ayırır. Görüldüğü gibi toprak oluşumunda ortaya konan faktörler bir iki ekleme dışında genelde beş tane olup, diğerleri bu beş faktörün varyasyonları olarak dikkati çeker. Toprak oluşumunda bu faktörler bazen doğrudan, bazılarında ise direkt etkili olmaktadır. Toprağın oluşumunda tâli faktörler arasında insanın dolaylı veya doğrudan yaptığı etkiler önem taşır. İnsan **toprağın bünyesini, horizonlaşma durumunu** ve hatta **kimyasal özelliğini** değiştirmektedir. Gerçekten de Prehistorik Çağ'dan bu yana insan toprağı devamlı kullanmak suretiyle onun fiziksel ve kimyasal yapısını değiştirmektedir. Bu değişim yanında yanlış kullanmadan doğan toprak kaybı da, bugün birçok yerde büyük boyutlarda erozyona sebep olmaktadır. Toprak oluşumunu etkileyen zaman; süresine ve toprağın oluştuğu yere göre değişir. Faktörlerden bazen biri, bazen diğeri daha etkili olabilir. Örneğin vejetasyonun büyüyüp gelişmesi mikroorganizma faaliyetleri, humuslaşma v.b. olaylar birbirini izleyerek iklim koşulları tarafından kontrol edilir. Reliefin bölgesel, yöresel ve yerel etkileri jeomorfoloji, fiziksel, kimyasal ve mineralojik özellikleri, ayrışmanın ve bunu izleyen horizonlaşmanın seyrini etkilemektedir. Bütün bu görüşlerin ortak bir sonucunu çıkarmak gerekirse toprağın oluşması için birçok faktör etkili olur. Bu faktörlerden bir kısmı doğrudan, bir kısmı ise dolaylı yönden etki yaparak toprağın oluşmasını sağlarlar. Gerçekte bu faktörlerin hepsi bir arada etkili olmaktadır. Ancak bu faktörlerin bazen biri veya birkaçı diğerleri üzerinde egemen olabilir. O nedenle faktörlerden hepsinin bir yerde toprak oluşumunda eşit oranda etkisinin olabileceği gibi, aynı anakaya üzerinde ve aynı iklim şartları altında Topografyanın bir elemanı olan eğim faktörünün değişmesi, diğer bütün faktörler aynı kalsa bile farklı karakterde bir toprağın oluşabildiğini göstermektedir. Bu konuda, Mater'in 1978'de yayınladığı *"Elbistan Havzası Topraklarının Morfolojik Karakterleri ve Oluşumları"* isimli yayınına bakılabilir. Önümüzdeki konularda teker teker toprak oluşumu konusunda pedojeneze yol açan faktörler ayrıntılı bir şekilde ele alınacaktır.

Ücretsiz PDF Kitap Arsivi - https://rantey.org

Uygulamalar

Ücretsiz PDF Kitap Arsivi - https://rantey.org

Uygulama Soruları

Ücretsiz PDF Kitap Arsivi - https://rantey.org

Bu Bölümde Ne Öğrendik Özeti

İkinci konuda, özellikle toprak terimleri tek tek ayrıntılarıyla açıklanmaya çalışılmıştır ve "Toprak Terminolojisi" üzerinde durulmuştur. Buna dayanarak, öncelikle "Toprak Profili" bir metine dayalı olarak şekiller, tablolar, fotoğraflar üzerinde tanıtılmaya ve anlatılmaya çalışılmıştır. Özellikle A, B, C ve D horizonları üzerinde durulmuştur. Bunlara dayalı; yıkanma, birikme, geçiş ve anakaya horizonları hakkında bilgi verilmiştir. Son bölümde ise Pedojenez'e giriş yapılarak; bununla son dönemde uğraşan bilim adamlarının görüşleri ile toprak oluşumuna verdikleri katkılar aktarılmış; özellikle pedojenez sürecinin gelişimi için kullanılagelen metotlar hakkında bilgi verilmiştir.

Ücretsiz PDF Kitap Arsivi - https://rantey.org

Bölüm Soruları

1) İdeal bir toprak profili kaç katmandan oluşur?

a) 1
b) 2
c) 3
d) 4
e) 5

2) Rus toprak bilimci Dokucahev'in görüşlerine göre; aşağıdakilerden hangisi onun 1896'da ortaya attığı toprak oluşumundaki 5 önemli faktördür?

a) Canlı ve ölü organizmalar (bitkiler ve hayvanlar), anakayanın ayrışması, iklim, Topografya
b) Yerçekimi, yeraltı suyu, toprak suyu, yüzey suyu, insanın ekonomik faaliyetleri
c) Organizmalar, anakayanın ayrışması, iklim, topografya, zaman
d) Anakaya, iklim, Topografya, yeraltı suyu, zaman
e) Anakaya, iklim, Topografya, yüzey suları, zaman

3) A horizonunu oluşturan toprak profiline, aynı zamanda işlevi gereği ne isim verilir?

a) Gleyleşme horizonu,
b) Tuz horizonu
c) Birikme horizonu
d) Humus horizonu
e) Yıkanma horizonu

4) "B horizonu genel olarak bir birikim horizonudur." cümlesi doğru mu yanlış mıdır?

Doğru ( ) Yanlış ( )

5) "Fiziksel parçalanmaya uğrayan kayalarda önce hidratasyon ile başlayan kimyasal ayrışma daha sonra karmaşık, kimyasal olaylarla tamamen çözülmeye uğrar. Ortaya çıkan madde gerçekte toprak değil ayrışmış yerkabuğu veya mantodur, buna toprağın **…….**denilir." cümlesi aşağıdakilerden hangisi ile tamamlanabilir?

a) Anakayası
b) Hammaddesi
c) Ana maddesi
d) Yerlikayası
e) Hiçbiri

6) Toprakların B ve C horizonlarında yüksek oranda $CaSO_4$ (kalsiyum sülfat) biriktiği zaman o horizona ne isim verilir?

a) Gleyleşme horizonu,
b) Tuz horizonu
c) Birikme horizonu

Ücretsiz PDF Kitap Arsivi - https://rantey.org

d) Humus horizonu

e) Yıkanma horizonu

7) Toprakların B ve C horizonları içinde yüksek oranda **…….** görülür. Bu horizon içindeki Ca oranının anakayadan yüksek olması gerekmektedir.

a) Gleyleşme horizonu,

b) Tuz horizonu

c) Birikme horizonu

d) Kalsiyum horizonu

e) Yıkanma horizonu

8) "Toprak oluşumunda ortaya konan faktörler bir iki ekleme dışında genelde beş tane olup, diğerleri bu beş faktörün varyasyonları olarak dikkati çeker. Toprak oluşumunda bu faktörler bazen doğrudan, bazılarında ise direkt etkili olmaktadır. Toprağın oluşumunda tâli faktörler arasında insanın dolaylı veya doğrudan yaptığı etkiler önem taşır. İnsan toprağın bünyesini, horizonlaşma durumunu ve hatta kimyasal özelliğini değiştirmektedir. Gerçekten de **Paleozoik**'ten bu yana insan toprağı devamlı kullanmak suretiyle onun fiziksel ve kimyasal yapısını değiştirmektedir. Bu değişim yanında yanlış kullanmadan doğan toprak kaybı da, bugün birçok yerde büyük boyutlarda erozyona sebep olmaktadır." ifadesi sizce doğru mu, yanlış mıdır?

Doğru ( ) Yanlış ( )

9) "**Corcker,** Dokuchaev'in görüşlerini açıklarken '...daima aşağıdaki etkenlerin karşılıklı faaliyetleri sonucu toprak oluşur. Bunlar, **canlı ve ölü organizmalar (bitkiler ve hayvanlar), anakayanın ayrışması, iklim** ve **Topografya**'dır' demiştir." ifadesi sizce doğru mu, yanlış mıdır?

Doğru ( ) Yanlış ( )

10) **Rode** 1947'de yayınladığı *"The Soil Forming Process And Soil Formation"* isimli eserinde, daha sonra Jenny'nin ortaya koyduğu pedojenez faktörlerine ek olarak yerçekimi, yeraltı suyu, toprak suyu, yüzey suyu ve insanın ekonomik faaliyetleri gibi beş tane daha faktör ileriye sürmüştür." İfadesi doğru mu yanlış mıdır?

Doğru ( ) Yanlış ( )

CEVAPLAR: 1-d, 2-a, 3-e, 4-Doğru, 5-c, 6-b, 7-d, 8-Yanlış (...Prehistorik Çağ…), 9- Doğru, 10-Doğru

Ücretsiz PDF Kitap Arsivi - https://rantey.org

3. PEDOJENEZ: TOPRAK OLUŞUMUNDA İKLİM FAKTÖRÜ

Ücretsiz PDF Kitap Arsivi - https://rantey.org

Bu Bölümde Neler Öğreneceğiz?

3.1. Sıcaklık Rejimi
3.2. Yağış

Ücretsiz PDF Kitap Arsivi - https://rantey.org

Bölüm Hakkında İlgi Oluşturan Sorular

1) Toprak oluşumunda iklim faktöründen bahsediniz.
2) İklim faktörlerinden sıcaklık rejiminin toprağa etkilerini anlatınız.
3) İklim faktörlerinden yağış rejiminin toprağa etkilerini anlatınız.

Bölümde Hedeflenen Kazanımlar ve Kazanım Yöntemleri

Konu	**Kazanım**	**Kazanımın nasıl elde edileceği veya geliştirileceği**
Pedojenez: toprak oluşumunda iklim faktörü	Toprak oluşumunda iklim faktörünü kavramak ve etkilerini öğrenmek.	Metin, sunum ve görsellerle
Pedojenez: toprak oluşumunda iklim faktörü	İklim faktörlerinden sıcaklık rejiminin toprağa etkilerini öğrenmek.	Metin, sunum ve görsellerle
Pedojenez: toprak oluşumunda iklim faktörü	İklim faktörlerinden yağış rejiminin toprağa etkilerini öğrenmek.	Metin, sunum ve görsellerle

Anahtar Kavramlar

- Toprak oluşumunda iklim faktörü,
- Toprak-sıcaklık rejimi ilişkisi,
- Toprak-yağış ilişkisi

3. Pedojenez: Toprak Oluşumunda İklim Faktörü

Yeryüzündeki dış etkenlerle oluşan ayrışma, taşınma ve birikme olaylarının meydana gelmesinde ve sonrasında yeryüzünün şekillenmesinde iklim aktif bir rol oynamaktadır. İklim, kayaların ayrışmasına neden olduğundan doğrudan ve bitki hayatını düzenlediğinden dolaylı olarak etki yapar. İklimin toprak oluşumuna olan etkisi bazen diğer bütün faktörleri önemsiz kılacak kadar güçlü olabilir. Bu özelliği, klimatik toprak tiplerinin yeryüzündeki dağılışlarını iklim zonlarıyla karşılaştırmak suretiyle açık olarak görebilmek mümkün olabilir. İklim, toprak oluşumunda bir faktör olarak ele alındığında iki önemli noktayı göz önünde tutmak gerekebilir. Bunlar (Mater, 1986):

1. **İklimin doğrudan doğruya yapmış olduğu etkiler**: Örneğin; toprak profili içindeki fiziksel, kimyasal ve biyolojik olayların meydana gelmesi,
2. **İklimin dolaylı olarak toprak oluşumuna etkisi**: Örneğin; anakaya, Topografya, vejetasyon v.s diğer faktörlerle olan ilişkileri.

Toprak oluşumunda iklimin doğrudan etkisi topraktaki sıcaklık ve yağış rejimlerinin değişik boyutlardaki etkisiyle belirgin bir biçimde ortaya çıkar. Bu iki özelliğin göz önüne alınmaması mümkün değildir. Topraktaki **periodik ısınma**, **soğuma**, **nemlilik** ve **kuraklık** burada fiziksel, kimyasal ve biyolojik faaliyetlere önemli ölçüde etki yapar. Örneğin toprağın fiziksel ve kimyasal yapısı ve fiziko-kimyasal reaksiyonlar doğrudan doğruya sıcaklık ve nem değişimleriyle kontrol edilirler. Diğer bir değişle, toprak içinde meydana gelen fiziksel ve kimyasal faaliyetlerin şiddetlenmesinde veya azalmasında sıcaklık ve nem değişimleri çok büyük rol oynar. Bunlar, aynı zamanda toprak içinde çok aktif bir rol oynayan toprak kolloidlerinin belirlenmesinde, karakter kazanmasında ve gelişmesinde etkili olurlar. Bunun dışında sıcaklık ve nemlilik toprak mikroorganizmalarının yaşam faaliyetleriyle makrofloranın da gelişmesinde etkilidir. Böylece, **nem ve sıcaklık rejimleri** toprakta meydana gelen tüm dinamik faaliyetleri belirler ve bu nedenle de toprak oluşumunda temel kavramlar olarak önemli bir yere sahiptir (Mater, 1986).

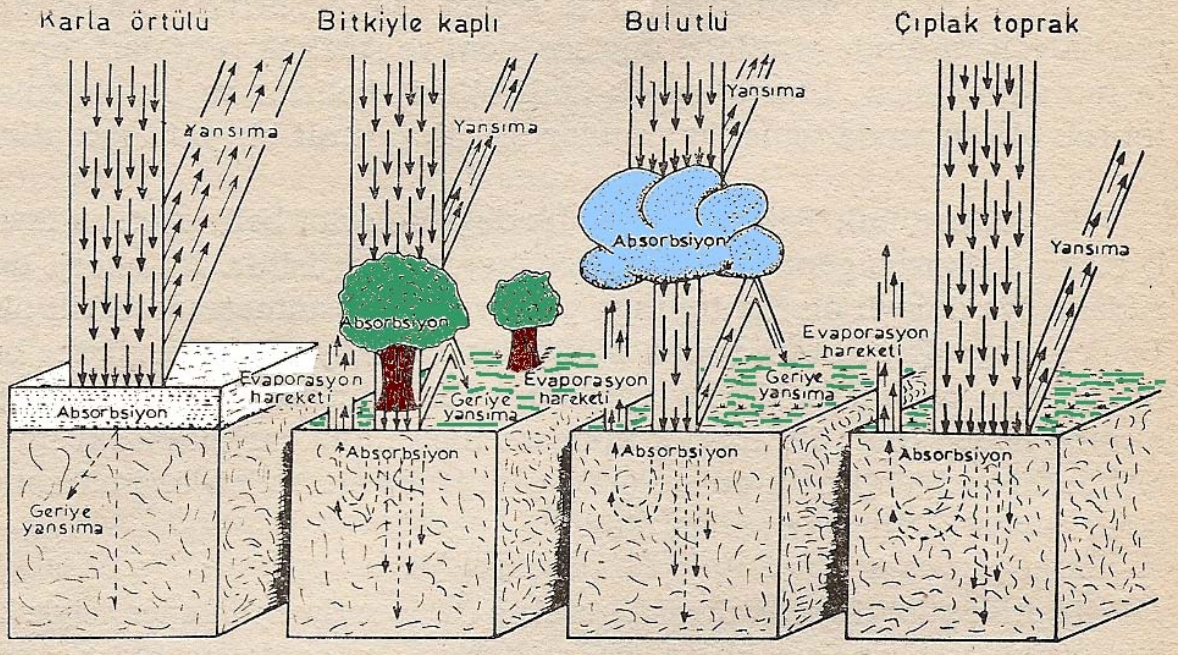
3.1.Sıcaklık Rejimi

Toprakta sıcaklık değişimlerini belirleyen en önemli etken, kuşkusuz güneşten gelen **radyasyon enerjisi**dir. Bu enerji doğrudan veya dolaylı olarak toprağa gelir ve onun ısınmasında etkili olur. Toprağın **termik rejimi** büyük ölçüde radyasyon enerjisine bağlıdır. Onun azalıp çoğalması, topraktaki sıcaklık şartlarının da değişmesine neden olur. Bu özellik bilhassa mevsimlik farklılıkların büyük ölçüde hissedildiği orta enlemlerde pedojenez açısından önemli sonuçların ortaya çıkmasına neden olur. Toprak yüzeyi gerek direkt, gerekse difüz radyasyon enerjisiyle büyük ölçüde ısınır ve sıcaklık derinliklerine doğru geçer. Ancak toprak enerji kaynağının ortadan kalkmasıyla hızlı bir ısınmanın akabinde hızlı bir soğumayla önemli ölçüde ısı kaybeder. Günlük sıcaklık değişimleri, mevsimlik ve yıllık sıcaklık değişimleri topraktaki sıcaklık rejimini ayarlayan bir mekanizma görevi yapar. Böylece toprağın termik rejimi, gelen enerji ile kaybedilen enerji arasındaki ilişkiyle önemli ölçüde değişmeye uğrar. Toprağın bu termik rejim özelliği, onun içinde meydana gelen fiziksel, kimyasal ve biyolojik faaliyetin belirlenmesinde etkin bir rol oynar. Toprakta sıcaklığın depolanması, donma ve çözülme sırasında meydana gelen enerji alışverişi içte ve dışta oluşan

fizikokimyasal ve biokimyasal olaylar toprakta sıcaklık rejimini daha karmaşık bir duruma sokmaktadır. Toprağa gelen radyasyon enerjisinin bir kısmı absorbe edilir, bir kısmı ise zeminin tabiatına bağlı refleksiyonla uzaya geriye gönderilir (Şekil 5)(Foto 6). **Albedo** olarak bilinen bu olay, büyük ölçüde toprak yüzeyinin yapısına bağlı olduğu gibi aynı zamanda toprağın fiziksel özelliğine, bilhassa tekstür yapısına da bağlıdır. Toprağın sıcaklık rejimi bilindiği gibi günlük ve mevsimlik olarak önemli değişmeler gösterir. Günlük değişimlerde toprak sıcaklığı sabahtan öğlene kadar sürekli bir artış gösterir. Bu devrede toprak güneşten önemli ölçüde radyasyon enerjisi alır ve bunu depo eder. Bu dönemde alınan enerji kaybedilene göre çok fazladır. Öğleden sonra güneş batıncaya kadar ve battıktan yeniden güneş doğana kadar ise, termik rejimde negatif anormali hâkimdir, yani kayıp daha fazladır. Bunda esas neden; effektif arz radyasyonu değerinin yükselmesi, yani soğumadır. Yıllık rejimde ise genelde topraklar yazın pozitif anomali gösterirler, yani daha sıcaktırlar. Kışın ve ilkbaharda ise negatif anormali görülür. Ancak gerek günlük gerekse mevsimlik olarak oluşan termik osilasyonlar toprağın cinsine bağlı olarak da önemli ölçüde değişir. Bu her şeyden önce toprakların coğrafi konumlarına bağlıdır. Mevsimlik amplitüd ekvatordan kutuplara doğru artar. Bu özellik ise, mevsimler arasındaki büyük tezatların varlığı ile ilişkilidir. Sıcaklığın pozitif ve negatif anomali göstermesi aynı zamanda denizsellik ve karasallık ile de bağlantılıdır. Buna göre, gerek günlük gerekse mevsimlik sıcaklık değişimleri okyanusal (oseanik) bölgelerden karasal (kontinental) bölgelere doğru artar (Mater, 1986).



Foto 6: Güneşten gelen ışınları geriye yansıması



Şekil 5: Güneş'den gelen radyasyon enerjisinin ortam özelliklerine göre oluşturduğu değişimler (Mater, 1986'dan).

Çeşitli toprak tiplerinde meydana gelen **mevsimlik ve günlük sıcaklık değişimleri** birçok faktöre bağlıdır. Bu faktörler, **dış faktörler** denilen farklı enerji absorbe edebilme imkânı sayesinde çeşitli zamanlarda absorbe edilen enerji ve toprağın ısınması arasındaki farklılıklar ile **iç faktörler** denilen toprakların farklı termik özellikleri örneğin sıcaklık kapasitesi ve termik geçirgenlik gibi özelliklerdir. Burada da iklim özellikleri en önemli rolü oynamaktadır. Gerçekten de iklim şartlarında ortaya çıkan genel değişimler hemen tamamen topraklarda ortaya çıkan genel osilasyonlarla çok yakın ilişki içindedir. Bu özellik, coğrafi etkenlerle çok yakından ilişkilidir. Özellikle toprakların zonal iklim kuşaklarıyla olan ilişkilerinde bu özelliği çok daha belirgin biçimde görebilmek mümkündür. **Topraktaki sıcaklık rejimini belirleyen ve değişmesine neden olan etkenleri** şu şekilde özetlemek mümkündür (Mater, 1986):

1. **Günlük ve mevsimlik sıcaklık değişimleri**, özellikle orta ve yüksek enlemlerle mevsimlik ve günlük sıcaklık farklarının büyük olduğu çöl bölgeleriyle, yüksek dağlık sahalarda önemlidir.
2. **Enlem ve bakı:** Daha önce de belirtildiği gibi sıcaklık rejimi enlem derecesine bağlı olarak önemli osilasyonlar oluşturur. Bu arada bakı şartları da bir yerin almış olduğu enerji miktarının ve buna bağlı olarak rejimin farklı görünüm kazanmasına neden olabilir. Örneğin aynı enlem derecesinde kuzeye bakan yamaç ile güneye bakan yamaç arasında, alınan enerji bakımından büyük farklar ortaya çıkar. Güneye bakan yamaç kuzeye göre daha fazla radyasyon alır. Bu da daha ileride görüleceği gibi, pedojenez açısından önemli sonuçlara neden olmaktadır.

3. **Yükselti:** Enerji alınımda, depo edilmesinde ve enerji kaybında etkin bir rol oynar. Bilindiği gibi her 100 m yükseldikçe sıcaklıkta 0.5–0.8^{o}C arasında azalma görülür. Bu da alınan ve bilhassa depo edilen enerji bakımından önemli sonuçların ortaya çıkmasına neden olur. Yükseltiye bağlı olarak ortaya çıkan sıcaklık değişimi düşey yönde klimatik birtakım kuşakların ortaya çıkmasına, buna bağlı olarak da farklı toprak tiplerinin oluşmasına neden olabilmektedir.

4. **Bulutluluk ve Nemlilik:** Bu her iki faktör de güneşten gelen radyasyonu büyük ölçüde absorbe eder ve toprağa gelen enerjiyi bir ölçüde azaltır. Diğer taraftan bunlar geriye doğru yansıma ve effektif arz radyasyonunu azaltırlar, yani özellikle gece radyasyon soğumasıyla ısı kaybını azaltırlar.

5. **Hâkim rüzgârlar:** Toprak sıcaklığı hâkim rüzgârların karakterine göre azalır veya artar. Kuru veya fazla nem içermeyen rüzgâr; evaporasyonu (buharlaşma) arttırır, ısı kaybına ve toprak sıcaklığının düşmesine neden olur. Diğer taraftan ılık veya soğuk rüzgârların estiği dönemlerde toprakta bazen ısı azalır, bazen de ısı artar.

6. **Bitki örtüsü:** Toprakta bitki örtüsünün kaplama oranı, bitki türü, tabiatı, bunun altında mevcut olan toprağın sıcaklık rejimi üzerinde etkili olur. Gerçekten de bitki örtüsü gündüz toprağın çok fazla ısınmasına, gece ise soğumasına engel olur. Bu nedenle bitki örtüsü altındaki toprak, çıplak toprağa oranla gündüz daha serin gece ise daha sıcaktır. Böylece absorbe edilen sıcaklık; aynı enlem derecesinde ve aynı yükseklikte çıplak toprağa oranla bitki örtüsü ile kaplı olan toprakta daha fazladır.

7. **Karla kaplılık:** Kar örtüsü yüzeyi, hâkim rüzgârların etkilerinden korur ve ısı kaybını azaltır. Bazı zamanlar ise erken yağan kar yağışı, kış donlarının derine nüfus etmesini önler.

8. **Toprak rengi:** Toprağın rengi gelen enerjinin depolanmasında etkili olmaktadır. Nitekim, koyu renkli topraklar daha fazla ısıyı absorbe ettiklerinden hemen yakınlarındaki açık renkli olanlara göre birkaç derece daha sıcaktırlar. Tam tersine açık renkli topraklar gündüz evaporasyon ile daha fazla nem kaybederlerken; gece havadaki su buharının yoğunlaşmasıyla daha fazla nem kazanırlar. Çünkü koyu renkli objeler, açık renklilere göre daha fazla enerji yayarlar; bu nedenle de gece soğuduklarında daha fazla yoğuşmaya neden olurlar. Ve bunun sonucunda da daha fazla nem, koyu renkli toprağa geçer.

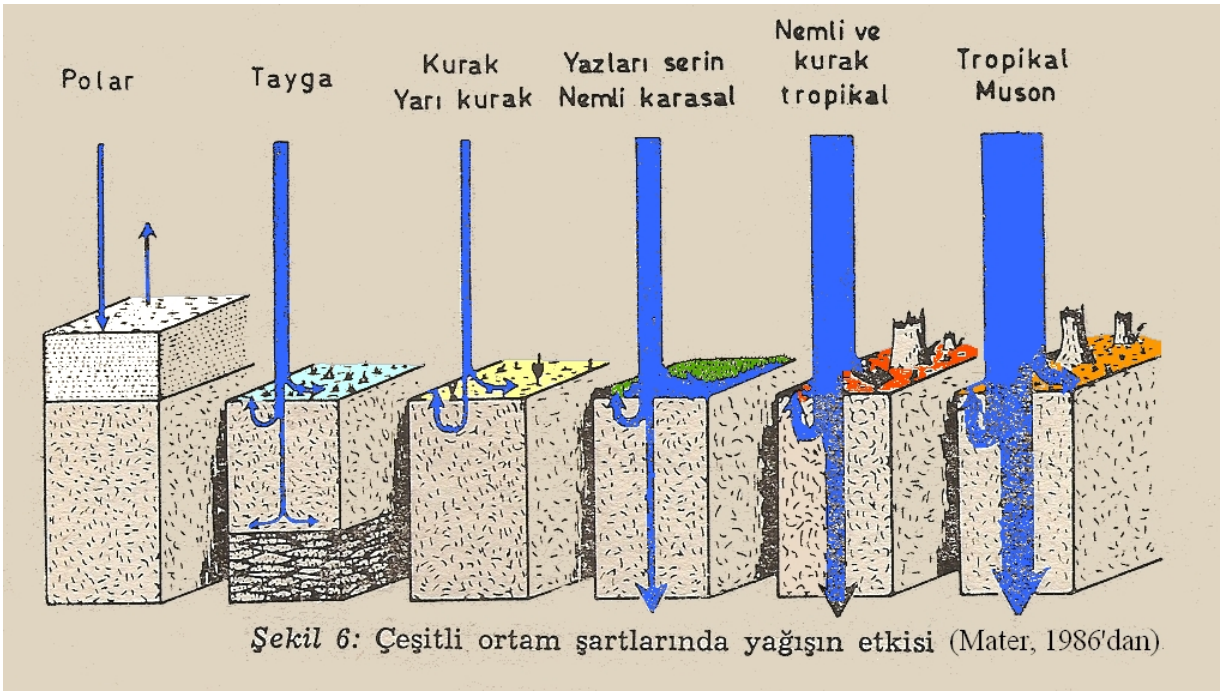
3.2. Yağış

Topraktaki **nemlilik rejimi** aşağıdaki faktörlere bağlı olarak belirlenir (Mater, 1986):

1. Toprağın aldığı yağış miktarına ve bunun sızma miktarına,
2. Değişik sıcaklık şartlarında toprak üzerindeki atmosferin de mevcut su buharının kısmen yoğunlaşmasına,
3. Bilhassa yüzeye yakın olan taban suyu vasıtasıyla, toprağın yeraltı suyundan aldığı suya,
4. Topraktan doğrudan doğruya buharlaşmayla nem kaybına,
5. Toprak içinde yaşayan çeşitli organizmaların su gereksinimlerini karşılamak için topraktaki suyu kullanmalarına bağlı olarak belirlenir.

Topraktaki nemlilik rejimi ile sıcaklık rejimi arasında oldukça yakın bir ilişki vardır. Toprağın sıcaklık şartları, yalnızca fiziksel, kimyasal ve biyolojik faaliyetlerin oluşmasına

genel bir etki yapmakla kalmaz; aynı zamanda evaporasyon değerinin de değişmesinde etkili olur. Böylece nemlilik şartları özellikle sıcaklık rejimi ile ilişkili olarak toprakta farklı varyasyonlar halinde ortaya çıkar. Özellikle evaporasyon değerinin yükselmesi, önemli oranda sıcaklık enerjisinin yükselmesi aynı zamanda önemli oranda nemin de depolanması demektir. Bu da toprak nemliliğinin saptanmasında sıcaklığın çok önemli bir role sahip olduğu gerçeğini ortaya çıkarır. Örneğin toprak içinde sıcaklık değerinin düşük olması yani sıcaklığın yetersiz olması evaporasyonu kısıtlar ve toprak havası sonunda bir miktar nemi bünyesine alır. Tam tersine toprak sıcaklığının artması, evaporasyon değerinin de artmasına neden olur. Böylece toprak havasının aldığı nem miktarında da önemli artış olur. Böylece toprak materyalinde meydana gelen kuvvetli bir kuruma özelliği sıcak toprakta, soğuk toprağa göre daha önce meydana gelir. Bazı topraklarda yeraltı suyundan nem alınması önemlidir. Bu olay yalnızca yeraltı su seviyesinin yüzeye yakın olan topraklarda kapilarite ile yükselme sonucu oluşur. Toprak yeraltı suyu tarafından beslenirse, onun nemlilik rejimi oldukça spesifik bir karakter kazanır. Özetle, pek çok faktör toprakta mevcut nemin değişmesine neden olur. Bu faktörleri; yağış miktarı, yağış dışında toprağa eklenen nem, farklı buharlaşma değerlerinden oluşan **dış faktörler** veya toprağın nemlilik rejimi ve sıcaklık rejiminden oluşan **iç faktörler** olarak ayırabilmek mümkündür. Böylece nemlilik rejimleri aynı olmayan toprakların birbirlerinden farklı karakterde olabileceği ortaya çıkar. Topraktaki nemin büyük bölümü atmosferden yağmur ve kar şeklinde düşen yağışlardan kaynaklanır. Bunun dışında yeraltı suyu da bazı özel durumlar altında topraktaki nem miktarını belirleyen önemli bir faktör olabilir. Birçok durumda toprak yüzeyine geniş şekilde yayılan **seyelân suyu** nemin oluşmasında önemli rol oynar. Buna en iyi örnek Nil Nehri verilebilir (Foto 7). Atmosferden yağışla gelen su toprağa geçerken içinde önemli oranda CO_2 (karbon dioksit)'i de beraberinde taşır. Bu toprak içinde zayıf da olsa bir asitin oluşmasına neden olur ve bu da saf yağmur suyuna oranla daha reaktiftir. Yağış, iklim özelliklerine bağlı olarak yeryüzünde bölgeden bölgeye farklılıklar gösterir. Bu farklılık, aynı zamanda toprağa geçen suyun miktarında da değişken değerlerin oluşmasına neden olur (Şekil 6). Yağışın bir yerden bir yere değişmesinde çeşitli faktörler rol oynar. Yağışın düşüş şekli toprak içindeki nemin belirlenmesinde önemli rol oynar. Çıplak bir toprak yüzeyine düşen bir yağış, hele geçirimli bir karaktere de sahipse oldukça etkindir. Hafif bir yağış, bazen toprağa daha erişmeden hemen buharlaşma ile yok olabilir. Böylece toprağa pek fazla nem veremezler. Çok şiddetli bir sağanak yağış ise, toprağa düştüğünde çabukça absorbe edilemediğinden önemli oranda su yüzeysel akışla kaybolabilir; bu arada büyük oranda üst toprak materyalini de birlikte sürüklediklerinden **erozyon**a neden olabilirler. Aynı şekilde şiddetli sağanak yağışlarıyla düşen yağmur damlacıkları toprak yüzeyinde tahribata yol açabilirler. Görüldüğü gibi toprakta yeterli nemin bulunabilmesi için yağışın sürekli, bol, ancak tahrip gücü az olan veya hiç olmayan bir karakterde düşmesi gerekir. Sızma kapasitesi, toprağa geçen nem miktarının belirlenmesinde etkili olmaktadır. İyi gelişmiş bir strüktür özelliği ile iri tanelerin hâkim olduğu tekstür suyun hızlı bir şekilde absorbe edilmesini sağlarken, kil gibi ince unsurların hâkim olduğu topraklarda kil şişmesinden ötürü geçirimsiz bir tabakanın oluşması sızmayı engeller; bu nedenle yağış karakteri, toprak tekstürü ve strüktürü geçirimlilik açısından önemlidir (Mater, 1986).



Şekil 6: Çeşitli ortam şartlarında yağışın etkisi (Mater, 1986'dan)

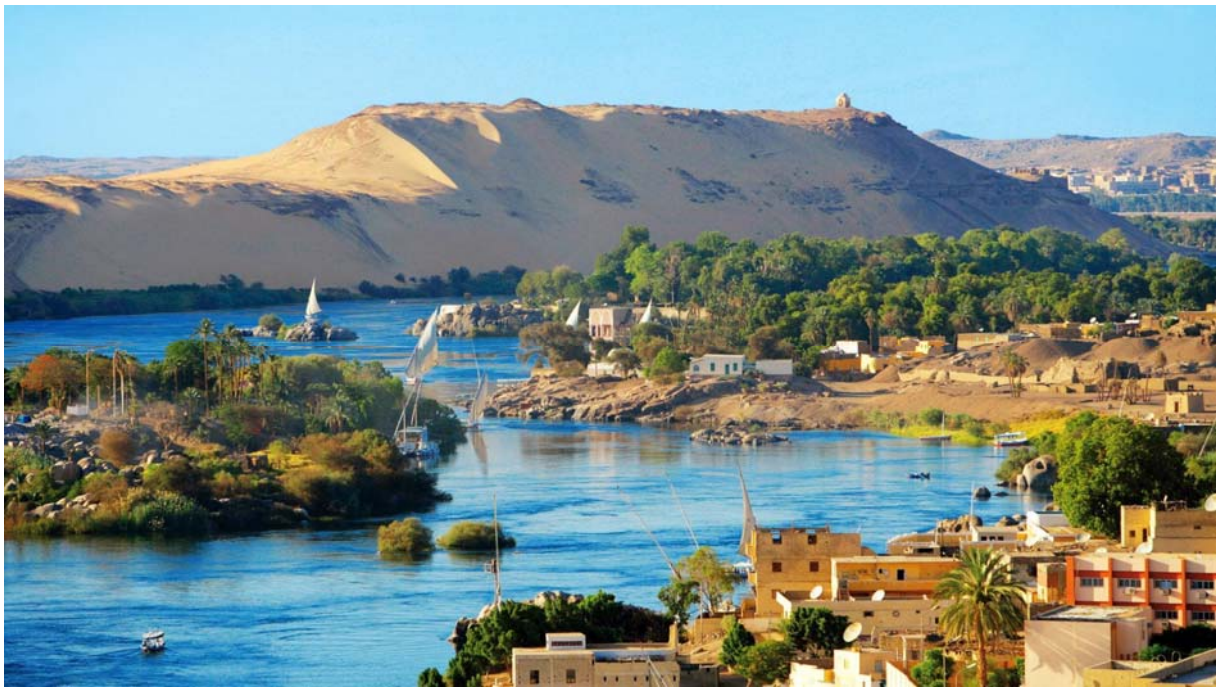
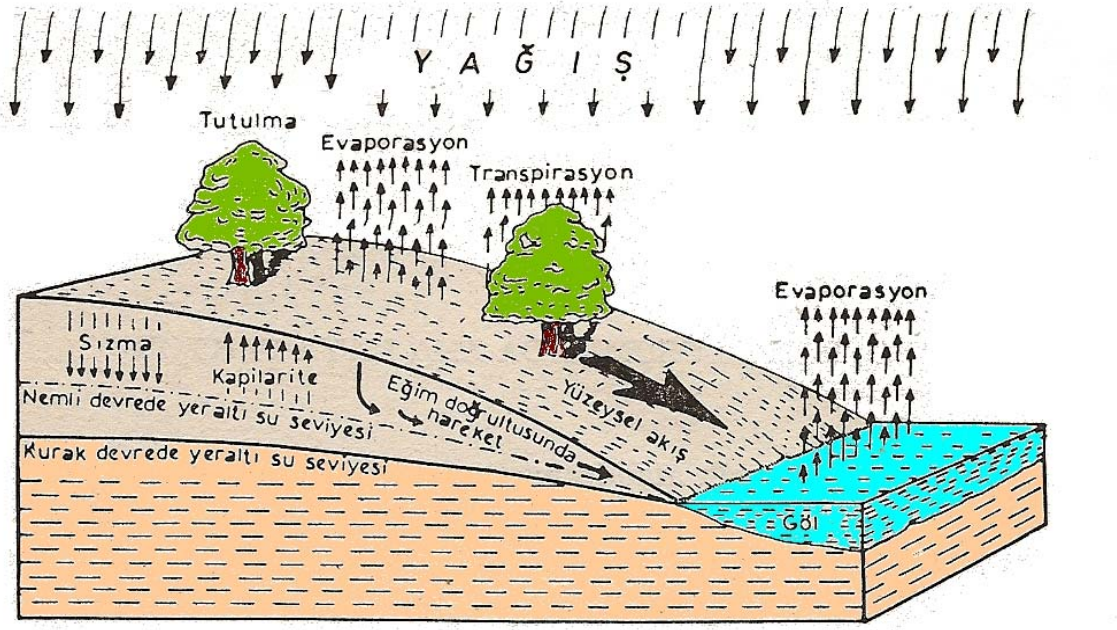


Foto 7: Assuan yakınlarında Nil Nehri vadisi (http://khongthe.com/wallpapers/nature/aswan-246980.jpg).

Toprak yüzeyinin bitki örtüsü ile kaplı olması toprağa düşen yağışın daha düzenli ve daha çok sızmasına neden olur. Yayvan yapraklı ağaçların bulunduğu ortamlarda hafif yağan bir yağmur yapraklar tarafından önemli oranda tutulur ve burada buharlaşarak atmosfere geri verilir. Ancak şiddetli sağanak yağışlar yapraklar vasıtasıyla toprağa iletilebilmektedir. Bitki örtüsünün yoğunluğu, karakteri ve diğer özellikleri suyun toprağa geçmesinde önemli rol oynar. Bunlar özellikle farklı iklimlerde ortaya çıkan bitki toplulukları altındaki topraklarda karakteristiktir. Toprakta mevcut nemin belirlenmesinde geçirimlilik ve eğim şartları da

önemli rol oynar. Eğim değeri arttıkça yüzeysel akış hızlanacağından; o oranda daha az su toprağa geçecektir. Bu nedenle eğim değeri ile toprağa geçen miktar arasında ters orantı söz konusudur. Biri arttığı oranda diğeri azalır (Şekil 7). Özellikle erozyona uygun eğimlerde ve düzensiz yağış rejimlerinin görüldüğü bölgelerde, bu karakter daha belirgin biçimdedir (Mater, 1986).



Şekil 7: Yağışın toprak yüzeyinde ve içindeki hareketi(Mater, 1986'dan).

Uygulamalar

Uygulama Soruları

Bu Bölümde Ne Öğrendik Özeti

Bu hafta, toprak oluşumuna (Pedojenez'e) etki eden faktörlerden iklim faktörü üzerinde durulmuştur. İklimin toprakta yaptığı doğrudan etkiler ile dolaylı etkiler açıklanmıştır. Ardından iklim elemanlarından sıcaklık rejimi ve yağışın toprağı nasıl ve neden etkilediği konusu üzerinde durulmuştur. Konu; metin ve şekillerle desteklenerek anlatılmaya çalışılmıştır.

Bölüm Soruları

1) Aşağıdakilerden hangisi topraktaki sıcaklık rejimini belirleyen ve değişmesine neden olan etkenlerden biri değildir?

a) Günlük ve mevsimlik sıcaklık değişimleri
b) Yükselti
c) Yeraltı suları
d) Bakı
e) Enlem

2) Aşağıdakilerden hangisi topraktaki nemlilik rejimi ile ilgili faktörlerden değildir?

a) Yağış miktarı
b) Sızma miktarı
c) Buharlaşmayla nem kaybı
d) Yeraltı suyu
e) İnsan etkisi

3) Toprak oluşumunda iklimin doğrudan etkisi; topraktaki sıcaklık ve yağış rejimlerinin değişik boyutlarda etkisiyle ortaya çıkar. Aşağıdakilerden hangisi toprakta fiziksel, kimyasal ve biyolojik faaliyetlere önemli ölçüde etki yapmaz?

a) Kentleşme
b) Periyodik ısınma
c) Soğuma
d) Nemlilik
e) Kuraklık

4) "Toprağa gelen radyasyon enerjisinin bir kısmı absorbe edilir, bir kısmı ise zeminin tabiatına bağlı refleksiyonla uzaya geriye gönderilir. Bu olaya 'albedo' denir." Cümlesi doğru mu yanlış mıdır?

Doğru ( ) Yanlış ( )

5) "Çeşitli toprak tiplerinde meydana gelen **mevsimlik ve günlük sıcaklık değişimleri** birçok faktöre bağlıdır. Bu faktörler, **iç faktörler** denilen farklı enerji absorbe edebilme imkânı sayesinde çeşitli zamanlarda absorbe edilen enerji ve toprağın ısınması arasındaki farklılıklar ile **dış faktörler** denilen toprakların farklı termik özellikleri örneğin sıcaklık kapasitesi ve termik geçirgenlik gibi özelliklerdir." ifadesi doğru mu yanlış mıdır?

Doğru ( ) Yanlış ( )

6) "İklimin toprak üzerinde doğrudan doğruya yapmış olduğu etkiler: Örneğin; toprak profili içindeki ……., …… ve ……olayların meydana gelmesidir." ifadesine aşağıdaki gruplardan hangisi getirilmelidir?

a) Fiziksel, kimyasal ve çevresel

b) Kimyasal, çevresel ve biyolojik

c) Fiziksel, kimyasal ve coğrafi

d) Fiziksel, kimyasal ve biyolojik

e) Fiziksel, biyolojik ve coğrafi

7) "İklimin dolaylı olarak toprak oluşumuna etkisi: Örneğin; ……..., ……..., ……. v.s diğer faktörlerle olan ilişkileridir." ifadesine aşağıdaki gruplardan hangisi getirilmelidir?

a) Anakaya, topografya, vejetasyon

b) Anakaya, yükselti, enlem

c) Topografya, vejetasyon, enlem

d) Topografya, vejetasyon, yükselti

e) Vejetasyon, yükselti, enlem

8) "Toprakta sıcaklık değişimlerini belirleyen en önemli etken, kuşkusuz güneşten gelen **hidrasyon enerjisi**dir." ifadesi doğru mu yanlış mıdır?

Doğru ( ) Yanlış ( )

9) Aşağıdakilerden hangisi topraktaki sıcaklık rejimini belirleyen ve değişmesine neden olan etkenlerinden birisidir?

a) Yeraltı suları

b) Karla kaplılık

c) Yıllık sıcaklık değişimleri

d) Kıyılarda gel-git genliği

e) Yağış miktarı

10) "……. gelen enerji depolanmasında etkili olmaktadır. Nitekim, koyu renkli topraklar daha fazla ısıyı absorbe ettiklerinden hemen yakınlarındaki açık renkli olanlara göre birkaç derece daha sıcaktırlar. Tam tersine açık renkli topraklar gündüz evaporasyon ile daha fazla nem kaybederlerken; gece havadaki su buharının yoğunlaşmasıyla daha fazla nem kazanırlar." ifadesindeki boşluğa hangi ifade konulmalıdır?

CEVAPLAR: 1-c, 2-e, 3-a, 4-Doğru, 5-Yanlış (ifadedeki iç ve dış yazıları yer değiştirmeli),

6-d, 7-a, 8-Yanlış (…Radyasyon…), 9-b, 10-Toprağın rengi

4. PEDOJENEZ: TOPRAK OLUŞUMUNDA ANAKAYA FAKTÖRÜ

Bu Bölümde Neler Öğreneceğiz?

4.1. Toprağın İnorganik Maddesini Oluşturan Anakayalar

4.1.1. Minerallerin Yapısı

4.1.2. Kil Minerallerinin Özellikleri

4.1.3. Ana Maddenin Kimyasal ve Mineralojik Bileşimi

4.1.4. Ana Maddenin Geçirgenlik Özelliği

4.1.5. Ana Maddenin Sınıflandırılması

Bölüm Hakkında İlgi Oluşturan Sorular

1) Toprağın inorganik maddesini oluşturan anakayaları kısaca anlatınız.
2) Minerallerin yapısı nasıldır?
3) Kil minerallerinin özelliklerini anlatınız.
4) Ana maddenin kimyasal ve mineralojik bileşimi hakkında bilgi veriniz.
5) Ana maddenin geçirgenlik özelliği nedir?
6) Ana maddenin sınıflandırılmasını anlatınız.

Bölümde Hedeflenen Kazanımlar ve Kazanım Yöntemleri

Konu	**Kazanım**	**Kazanımın nasıl elde edileceği veya geliştirileceği**
Pedojenez: Toprak oluşumunda anakaya faktörü	Toprağın inorganik maddesini oluşturan anakayalarını kavramak ve bilgi sahibi olmak.	Metin, sunum ve görsellerle
Pedojenez: Toprak oluşumunda anakaya faktörü	Minerallerin yapısını öğrenmek .	Metin, sunum ve görsellerle
Pedojenez: Toprak oluşumunda anakaya faktörü	Kil minerallerinin özelliklerini kavramak.	Metin, sunum ve görsellerle
Pedojenez: Toprak oluşumunda anakaya faktörü	Toprakta ana maddenin kimyasal ve mineralojik bileşimini kavramak.	Metin, sunum ve görsellerle
Pedojenez: Toprak oluşumunda anakaya faktörü	Toprakta ana maddenin geçirgenlik özelliğini kavramak	Metin, sunum ve görsellerle
Pedojenez: Toprak oluşumunda anakaya faktörü	Toprakta ana maddenin sınıflandırılmasını öğrenmek.	Metin, sunum ve görsellerle

Anahtar Kavramlar

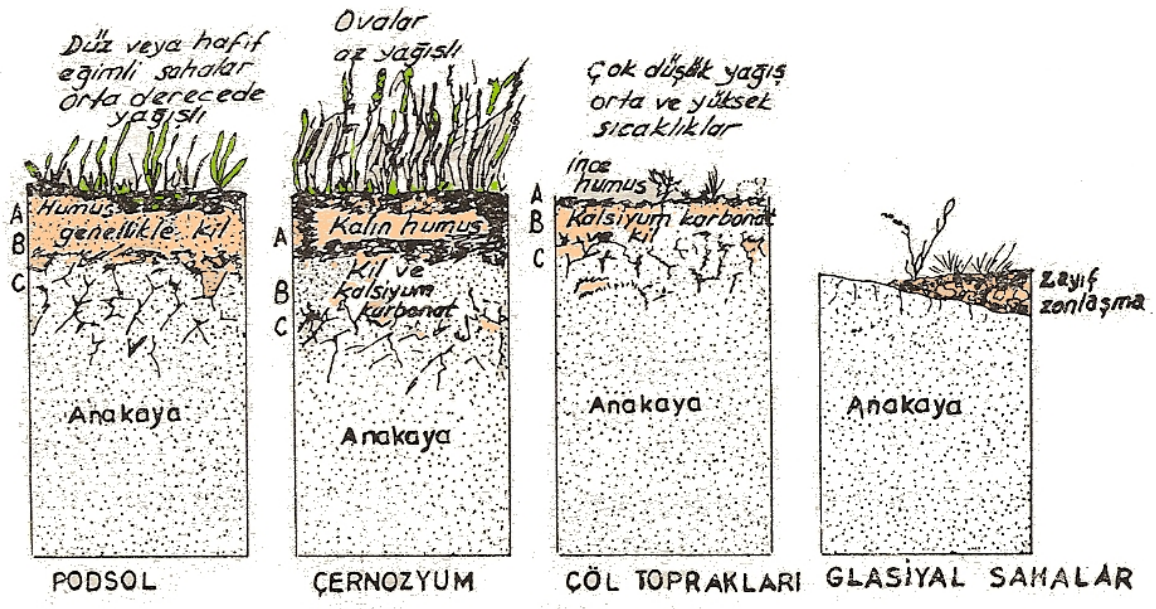
- Toprağın inorganik maddesini oluşturan anakayalar,
- Toprağın anakayası,
- Minerallerin yapısı,
- Kil mineralleri,
- Toprakta ana maddenin kimyasal ve mineralojik bileşimi,
- Toprakta ana maddenin geçirgenlik özelliği,
- Toprakta ana maddenin sınıflandırılması

4.1. Toprağın İnorganik Maddesini Oluşturan Anakayalar

Toprak daha önce de belirtildiği gibi inorganik ve organik maddenin karışımından oluşan yeni bir bileşendir. Anakaya ve ana madde olarak tanımlanan toprağın inorganik maddesi çok çeşitli kayaların dış faktörlerin etkisi altında ayrışmasıyla meydana gelir. Ana maddenin ayrışması ile de birçok mineraller ve element açığa çıkmakta, daha sonra bunlar toprağa gelen suyla eriyik hale geçerek bitki besin maddesinin esasını oluşturmaktadır. Bu nedenle ana maddenin içerdiği besin maddesinin esasını oluşturmaktadır. Ana maddenin içerdiği besin maddeleri bitkilerin yetişmesi ve gelişmesi bakımından çok önemlidir. Bu maddelerin çeşitliliği ve zenginliği ise ana maddenin oluşmasını sağlayan kayaların fiziksel ve kimyasal yapıları ile ilişkilidir. Bu bakımdan toprak oluşumunda anakaya veya ana maddenin özelliklerini açıklamak için kayaların mineralojik özellikleri ile fiziksel ve kimyasal özelliklerini açıklamak gerekir. Bilindiği gibi toprak inorganik ve organik maddenin ayrışıp karışması sonucunda meydana gelmiştir. Toprak aynı zamanda büyük bir dinamizme de sahiptir. İç etkenlerin tesiriyle, kayalar yeryüzüne çıktıklarında atmosfer faktörlerinin etkisiyle ayrışır ve toprağın inorganik maddesini oluşturur. İşte bu inorganik maddeye ana madde veya ana materyal denir. Toprak ana maddesi ayrışmaya uğrarken ve toprağa dönüşürken çeşitli devreler geçirir. Bunu formülize etmek gerekirse:

Kaya → ayrışmış kaya → genç toprak → olgun toprak

şeklinde bir sıralama düzeni izler (Şekil 8). Toprağın oluşması için inorganik kısmı oluşturan anakayanın ayrışması gerekir. Bu ayrışmada önce primer mineraller, daha sonra da seconder mineraller adını verdiğimiz **kil mineralleri** oluşur. 1941 yılında yayınladığı kitabında Jenny ana maddeyi tek başına etkili olabilen bağımsız bir faktör olarak nitelendirmiştir. Bir başka değişle, ana madde toprağın fiziksel karakterlerini belirleyen bir faktördür. Bu gerçek de kısmen doğrudur. Özellikle ülkemiz gibi orta enlemlerin iklim karakterlerinin hâkim olduğu yarıkurak bölgelerde toprağın tekstür özelliğini ana madde büyük ölçüde belirler. Örneğin yarıkurak bölgelerde **granitten** oluşan topraklar **kumlu**, orta koyulukta serbest kuvarsın bulunmadığı **siyenit, trakit, diorit** gibi kayalar **orta tekstürlü topraklar**ı meydana getirirler. İçinde **feldspatlar**ca zengin olan heterojen kayalar ise genellikle **killi toprakları** verir. Ayrıca **kalker ve kalkşist** gibi $CaCO_3$ içeren homojen ve kireçce zengin kayalar ise ayrıştıklarında **kireçli killi ağır bünyeli topraklar**ı (Foto 8) oluştururlar (Mater, 1986).



Şekil 8 : Aynı anakayanın farklı iklim bölgelerinde oluşturdukları toprak tipleri (Mater, 1986'dan).

Buna karşılık nemlilik faktörünün ağır bastığı, diğer bir değişle sıcak, nemli ve serin bölgelerde toprakların oluşumunda iklimin etkisi, anakayanın etkisini kısmen veya tamamen ortadan kaldırır. Özellikle nemlilik ve yağışın fazla olduğu sahalarda toprak içindeki mineral maddenin büyük çoğunluğu yıkanarak kaybolduğundan geride genellikle Fe, Al, SiO_2 karışımından meydana gelmiş fakir bir toprak kalır. Her ne kadar derin bir profil morfolojisine sahip olsalar bile bu tür topraklar verimsiz olup ağır bünyeli killi topraklardır. Bilhassa sıcak nemli bölgelerde kimyasal ayrışmanın çok şiddetli olması anakayayı tanınmayacak hale getirir. Oysaki ılıman, nemli iklim bölgelerinde örneğin Orta Avrupa'da ana materyal çok daha az şiddette kimyasal ayrışmaya uğrar, bunun sonucunda burada ana madde oluşturduğu toprağa önemli özellikler kazandırır. Ancak Orta Avrupa'da da ayrışma derecesi farklılıklar gösterir. Toprak genç olduğu oranda, yani ayrışma henüz yeni başlamışken toprağın genel karakterinde ana maddesinin etkisi kendini belli eder. Ilıman iklim bölgelerinde toprağın bütün özellikleri ile morfolojik karakteri ana maddenin mineralojik ve fiziksel yapısına oldukça bağlıdır. Toprağın tekstürü ile besin maddesi içeriğinden başka toprak tipinde ve profilin gelişim hızında bu bağımlılık kendini gösterir (Mater, 1986).

4.1.1. Minerallerin Yapısı

Toprağın ana maddesini oluşturan kayalar, minerallerin birleşmesinden oluşur. Ancak burada tüm kaya yapan minerallere değil, sadece bazı minerallerin yapılarını ve özellikle toprakta **fiziko-kimyasal olaylara neden olan kil mineralleri**ne ağırlık verilmiştir. Mineraller genel olarak iki kısma ayrılır:

1- Silikat olmayan mineraller
2- Silikatlar.

Silikat olmayan mineraller; **oksitler, hidroksitler, sülfatlar, kloritler, karbonatla**r ve **fosfatlar** olarak özetlenebilir. Bu mineraller genellikle basit yapılara sahiptir. Ancak ayrışma özellikleri dirençleri ve erime şiddetlerine göre birbirlerinden oldukça farklı özellikler gösterirler. Silikatlar ise kristal yapılarına göre dört gruba ayrılır (Tablo 6), bunlar:

1- Orto ve halka silikatları
2- Zincir silikatları
3- Tabaka silikatları
4- Kafesli silikatlar



Foto 8: Kireçce zengin kayalar ayrıştıklarında oluşan kireçli killi ağır bünyeli topraklara bir örnek: Şenköy lateritik toprakları, Yayladağ, Hatay (Ahmet Ertek arşivi, Kasım 2012).

Tablo 6: Toprağı oluşturan Mineraller (Mater, 1986'dan formüller tekrar düzenlenerek).

Kristal yapısı	**Mineraller**	**Formülleri**
Orto ve Halka	Andalusit	$Al_2O_3.SiO_2$ - Alüminyum silikat
	Kyanit	$Al_2O_3.SiO_2$ - Alüminyum silikat
	Sillimanit	$Al_2O_3.SiO_2$ - Alüminyum silikat
	Epidot grubu	
	Zoisit	$Ca_2Al_3(SiO_4)(Si_2O_7)O(OH)$ - kalsiyum alüminyum hidroksi sorosilikat
	Klinozoit	$Ca_2Al(Al_2O)(OH)(Si_2O_7)(SiO_4)$ – Hidro- kalsiyum

Silikatları		alüminyum silikat
	Epidot	$Ca_2Fe(Al_2O)(OH)(Si_2O_7)(SiO_4)$ – Hidro-kalsiyum demir alüminyum silikat
	Garnet Grubu	
	Almandit	$Fe_3Al_2Si_3O_{12}$ - Demir alüminyum silikat
	Olivin Grubu	
	Olivin	$2(Mg,Fe)SiO_4$ – Magnezyum demir silikat
	Turmalin	$Na(Mg,Fe,Mn,Li,Al)_3\ Al_6(Si_6O_{18})(BO_3).(OH,F)_4$ - Sodyum alüminyum borosilikat
	Titanit	$CaO.SiO_2.TiO_2$ – Kalsiyum titanyum nesosilikat
	Zirkon	$ZrO_2.SiO_2$ – Zirkonyum silikat
Zincir Silikatları	**Amfibol Grubu**	
	Hornblend	$(Ca,Na)_{2-3}(Mg,Fe,Al)_5(Al,Si)_8O_{22}(OH,F)_2$ – Hidro kalsiyum-sodyum-potasyum magnezyum-demir-alüminyum silikat
	Tremolit-Ferroaktinolit	$Ca_2Mg5(Si_8O_{22})(OH,F)_2$ – Kalsiyum magnezyum hidro silikat $Ca_2Fe^{++}5Si_8O_{22}(OH)_2$ – Kalsiyum demir hidro silikat
	Piroksen Grubu	
	Enstatit	MgO.SiO2 – Magnezyum silikat
	Hipersten	(Mg,Fe)SiO3 - Magnezyum demir silikat
	Diopsit	CaO.MgO. 2SiO2- Kalsiyum magnezyum silikat
	Ojit	$(Ca,Mg,Fe,Ti,Al)_2(Si,Al)_2O_6$ –Kalsiyum, magnezyum, demir, titan, alüminyum silikat
	Serpantin Grubu	
	Mika Grubu	
	Muskovit (Beyaz	$KAl_2(Si_3Al)O_{10}(OH)_2$ – Hidro potasyum alüminyum

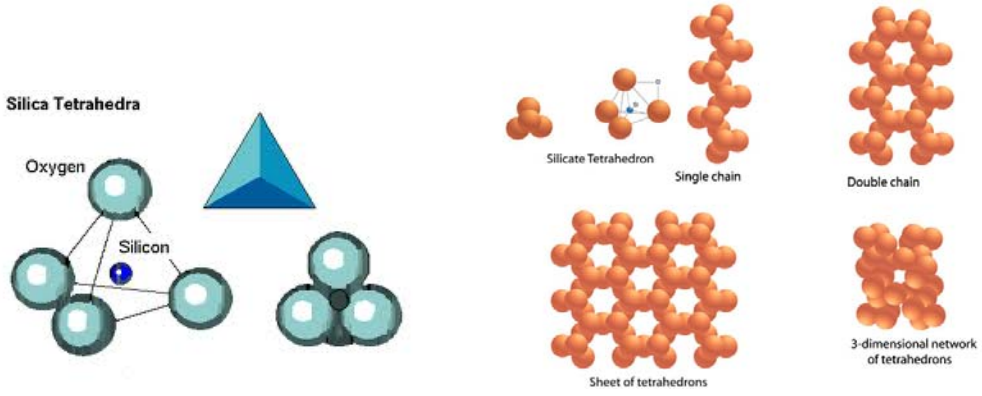
	mika)	silikat
	Biyotit (Siyah mika)	$K(Fe,Mg)_2\ (Si_3Al)O_{10}(OH)_2$ – Potasyum magnezyum demir alüminyum silikat
	Kil Mineralleri	
	Kaolinit	$Al_2Si_2O_5(OH)_4$-Hidro alüminyum silikat
Tabaka Silikatları	Mika	$K_2Al_4(Si_7Al_2)O_{20}(OH)_4.nH_2O$ – Potasyum alüminyum silikat
	Montmorillonit	$CaO_4(AlO.3Si_{7.7})Al_2.6(Fe0.9\ Mg_{0.5})O_{20}(OH)_{4.}\ nH_2O$ – Hidro kalsiyum sodyum alüminyum magnezyum demir silikat
	Vermikülit	$MgO.55(Al_2.3Si_{5.7})(AlO.5Fe_{0.7}Mg_{4.8})O_{20}$ – Magnezyum demir alüminyum silikat
	Klorit	$(Mg,Fe,Al)_3(Al,Si)_4O_{10}(OH)_2 \cdot 4H_2O$ - Magnezyum demir alüminyum silikat
	Feldspat Grubu	
	Alkali feldspat	$(NaK)_2O.Al_2O_3.6SiO_2$ – Sodyum potasyum alüminyum silikat
Kafesli Silikatlar	**Kafesli silikatlar**	
	Plajiyoklas	$(Na,Ca)(Al,Si)_4O_8$ – Sodyum kalsiyum alüminyum silikat
	Kuvars	SiO_2 – Silisyum dioksit
	Oksitler	
	Hematit	Fe_2O_3 – Demir oksit
	İlmenit	$FeTiO_3$ - Demir oksit
	Rutil	TiO_2 – Titan dioksit

Silikat Olmayanlar	Anatas	TiO_2 – Titan dioksit
	Brokit	TiO_2 – Titan dioksit
	Magnetit	Fe_3O_4 – Demir oksit
	Hidroksitler	
	Jipsit	$Al(OH)_3$ - Alüminyum hidroksit
	Bömit	AlO(OH) - Alüminyum oksi-hidroksit
	Götit	FeO(OH) - Demir oksi-hidroksit
	Lepidkrosit	FeO(OH) - Demir oksi-hidroksit
	Sülfatlar	
	Jips (Alçıtaşı)	$CaSO_4.2H_2O$ – Kalsiyum sülfat, su
	Jarosit	$KFe_3(OH)_6(SO_4)_2$ –Potasyum demir hidro sülfat
	Kloritler	
	Halit (Kayatuzu)	NaCl – Sodyum klorür
	Karbonatlar	
	Kalsit	$CaCO_3$ – Kalsiyum karbonat
	Dolomit	$(Ca,Mg)CO_3$ – Kalsiyum magnezyum karbonat
	Fosfatlar	
	Apatit	$Ca_5(PO_4)_3(OH, F,Cl)$ – klor-Flor hidrosilli kalsiyum fosfat

4.1.1.1. Kil Mineralleri

Kil mineralleri 0.002 mm ya da 2 mikrondan daha küçük boyuttaki kil bölümünde bulunan sekonder (ikincil) karakterde su içeren alüminyum silikatlardır. Bileşimlerinde değişik oranda demir (Fe), magnezyum (Mg), kalsiyum (Ca), potasyum (K) ve sodyum (Na) bulunabilir (Şekil 9). Kil mineralleri; **feldspatlar, mikalar, amfiboller** ve **piroksenler** gibi primer (birincil) minerallerin kimyasal ayrışmasından oluşur. Fakat primer minerallerin hidrate olması ve çok az oranda değişmesiyle de kil mineralleri oluşabilir. Kil mineralleri

düşük basınç ve sıcaklık altında oluştuklarından büyük kristaller geliştirememişlerdir. Hatta X-ışınları ve elektron mikroskopları çıkana kadar da kristal yapıları hakkında fazla bilgi bulunmamaktaydı. Sekonder karakterli kil mineralleri yukarıda da belirtildiği gibi, 2 µ mikrondan daha küçük olan toprak parçacıklarında bulunurlar. Kil mineralleri burada diğer ayrışma ürünleriyle, örneğin kalsit, geotit, hidrajillit ve jipsit ile küçük kuvars kristalleri ve mika pulları ile birlikte bulunur. Kil mineralleri çoğunlukla yaprakcıklar, az sayıdaki bazı türlerde şerit şeklinde kristaller geliştirirler. Büyük bir plastiklik özelliğine sahip olan bu minerallerin bir kısmı kristal yapısı içine, yani yaprakcıklar arasına suyu çekip şişebilirler. Toprak suyunda katyonlarla bazı anyonlar belli kurallar içinde kil minerallerinin yüzeylerinde seçilerek absorbe edilirler (tutulurlar) ve başka iyonlarla yer değiştirebilirler.



Şekil 9: Silikon tetrahedronlarının şematik görünümü (www.engr.usask.ca).

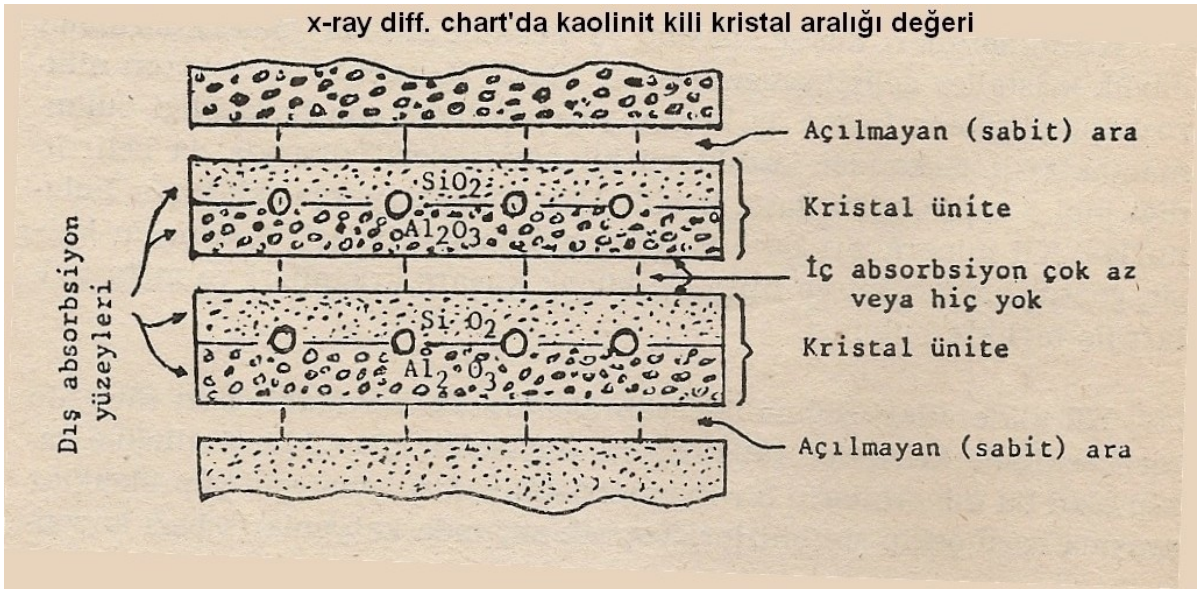
Toprakta başlıca dokuz kil mineral türü bulunur (Erinç 2000, s: 71'e göre):

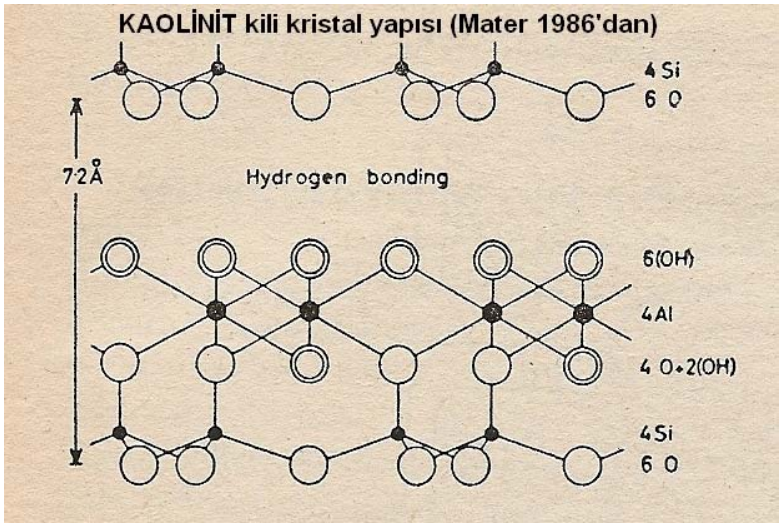
1- Kaolinit
2- Montmorillonit (smectit)
3- İllit (Mika)
4- Vermikulit
5- Halosit
6- Klorit
7- Sepiolit
8- Atapulgit
9- Allofan

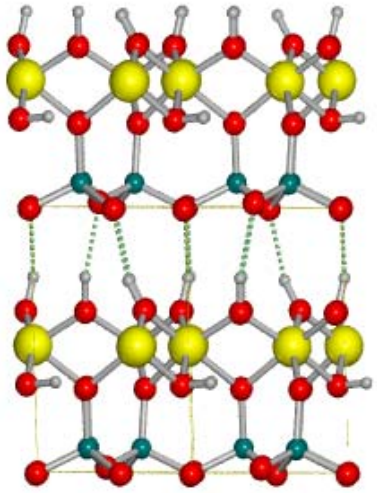
Bunlardan ilk 8 tanesi kristal oluşturan minerallerdir. Allofen ise kristal oluşturmayan kil minerali türüdür. Aşağıda bu kil minerallerinden bazılarının çeşitli fiziksel ve kimyasal özellikleri verilmiştir:

Kaolinit Mineralleri: Kil mineralleri içinde en basit strüktür (yapı) tipine sahip olan kaolinit grubu mineralleri olup 1:1 strüktüre sahiptir. Kaolinit altı köşeli pullar halindedir. Her bir yaprakcık bir tetrahedron ve bir oktahedron'nun birleşmesinden oluşur. Kaolinit kilinde yaprakcıklar üst üste binerek kristal strüktürünü meydana getirirler. Yaprakcığın bir yüzeyi O (oksijen) iyonları ile öbür yüzeyi ise OH (hidroksil) iyonları ile sınırlanmıştır. Elektrikçe nötr olan yaprakcıkların bir arada tutulması hidrojen köprüleri şeklinde OH-O bağları ile sağlanır

(Şekil 10). Bu şekilde elektriksel yükün dengelenmesinde kristal strüktürü dışında başka iyona gerek yoktur. Kaolinit killerinde yaprakçıklar arasındaki uzaklık fazla değildir. Bu nedenle iyon alış-verişi mümkün değildir. Bundan dolayı kaolinit grubu mineralleri düşük absorpsiyon kapasitesine (3-5 m.e./100 g) sahiptir. Bundan dolayı da fazla yüzey geliştiremezler (Mater, 1986).





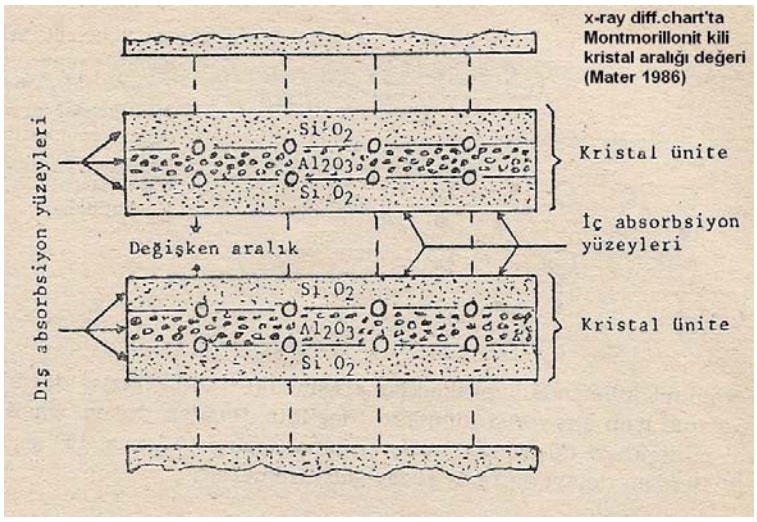


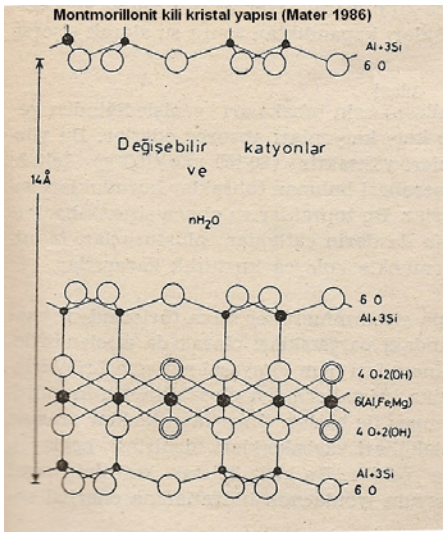
Şekil 10: Kaolinit kili kristal aralığı değeri ve kristal yapısı (Mater 1986) (www.crystal.unito.it).

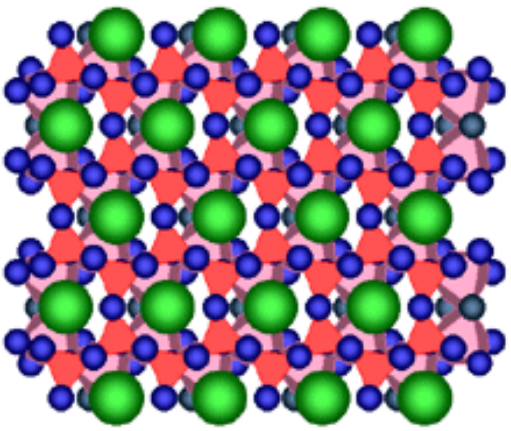
Montmorillonit mineralleri (Smectit mineralleri): Bu gruba giren mineraller üç tabakalı mineraller olup tabakaları genişleme özelliğine sahiptir. Strüktürleri 2:1 olan bu minerallerde bir oktahedron tabakası üst ve alt yüzünden birer tetrahedron tabakası ile kaplanmıştır. Her iki tetrahedron oksijen köprüleri ile oktahedronlara bağlanmıştır. Yaprakcıklar kaolinit grubunda olduğunun aksine, her iki yüzde O (oksijen) iyonları ile sınırlanmıştır (Şekil 11). Montmorillonit grubu mineralleri bünyelerine su almak suretiyle şişerek yüzey genişletebilirler. Yaprakcıklar arasındaki mesafe kuru hâlde 3.5 Å (Angström) kadardır. Su alınca kil minerali şişer ve 14 Å (Angström)'e kadar genişler. Montmorillonit

kuruyup aralıkları kapandıktan sonra su alarak şişerse bu aralık tekrar açılır. Montmorillonit grubu minerallerin tabakaları genişlediğinden gerek iç ve gerekse dış yüzeyleri ile katyonları absorbe ederler. Bu yüzden katyon değişim kapasiteleri yüksektir (80-150 m.e/100 g). İçindeki montmorillonit grubu kil mineralleri bulunan topraklar kurudukları zaman derin çatlaklar oluştururlar. Bu topraklar su alınca şişerek hacimleri artar, kurudukları zaman da derin çatlaklar oluştururlar. Montmorillonitli topraklar kireçlenmekle kolaylıkla kırıntılılık kazanırlar (Mater, 1986).

1 Angström (Å) = metrenin 10 milyarda biridir (0.1 nm = 1/ 10 000 000 000 m = 1×10^{-10} m)

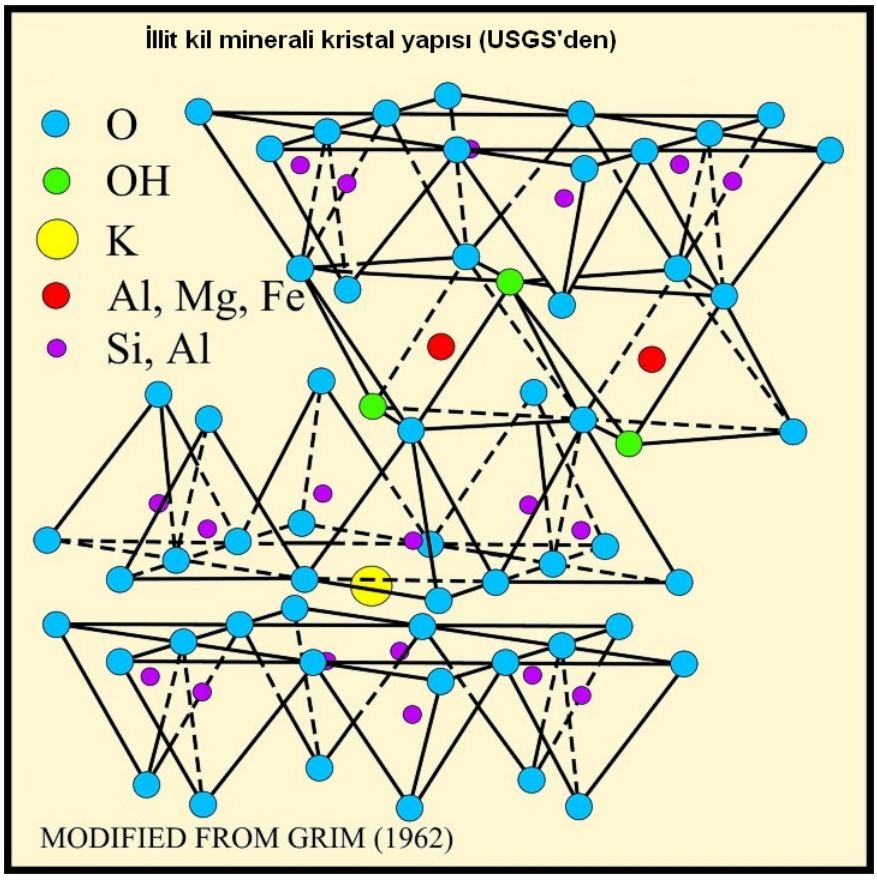






Şekil 11: Montmorillonit kili kristal aralığı değeri ve kristal yapısı (Mater 1986) (www.wwnorton.com).

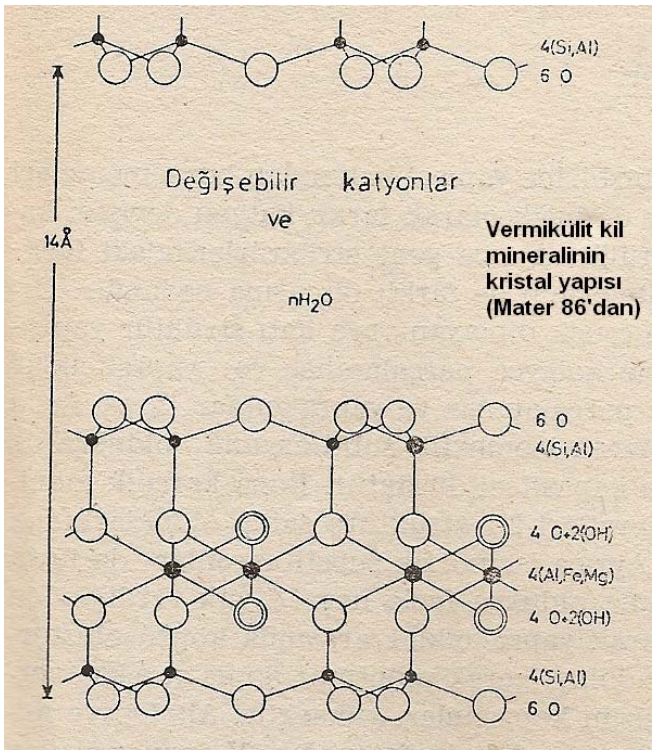
İllit mineralleri (Mika mineralleri: Bu gruba giren mineraller mika türünden muskovit (beyaz mika) ve biyotit'in (siyah mika'nın) kil boyutundaki parçacıklar olarak da nitelendirilebilirler. Bu bakımdan illit mineralleri hem kimyasal ayrışma ürünlerinden hem de hidratlanmış mika kristallerinden oluşabilir. Önce yaprakcıklar arasına su molekülleri girer. Su molekülleri yaprakcıkları birbirine bağlayan K (potasyum) iyonları tarafından içeriye çekilir. Bu giriş kristal kafesinin zayıf olan tarafından başlar. Potasyum iyonlarının hidratlanma enerjisi sonuçta yaprakcıkla arasındaki bazı aralık yüzeylerde çatlamalar meydana getirir. İllit kil minerallerinin strüktürü montmorillonite benzerse de aralarında bazı farklar vardır. Montmorillonit grubu mineraller kil mineralleri sınıflamasında tabakaları genişleyen mineraller grubuna girer. Ancak illit kil minerali tabakaları genişlemeyen üç tabakalı yani 2:1 strüktürde minerallerdir. İllit kil mineralinde elektrik yük eksikliğini ortadan kaldıran iki ünitenin arasına giren potasyum (K) katyonudur. Potasyum bu tabakalar arasında fikse edilmektedir. Bitkiler bu tabakadaki potasyumdan yararlanamaz. Bütün illitler mikalarla akrabadırlar. Mikalardan daha az potasyum ve daha yüksek kristal suyu içeriği ile ayrılırlar. İllitlerin katyon değişim kapasiteleri 10-50 m.e./100 g arasındadır (Şekil 12)(Mater, 1986).



Şekil 12: İllit (Mika) kristal yapısı (USGS; Category:Clays)

Vermikülit Mineralleri: 2:1 strüktüründe olan vermikülit kili oktahedronlar tabakasında esas olan Mg (Magnezyum) katyonunun bulunduğu montmorillonite çok benzeyen ve iri kristal şeklinde olan bir mineraldir (Şekil 13). Vermikülit, biyotitin illit safhasında türevlenir. İllitin yaprakcıklarını bir arada tutan potasyum (K) katyonları yerine, yaprakcıklar arasına toprak suyundaki magnezyum (Mg) katyonları girmekle vermikülit

oluşur. Mikalardaki potasyum katyonlarının aksine vemikülitteki bu magnezyum (Mg) katyonları değişebilir. Magnezyum (Mg) katyonları yaprakcıkları potasyum (K) katyonları kadar sıkıca yapıştırmazlar. Böylece aralarına su molekülleri girer ve kristal şişebilir. Fakat şişme, montmorillonitte olduğu kadar değildir. Değişebilir magnezyum (Mg) katyonları yerine, potasyum (K) veya amonyak (NH_4) katyonları geçerse yaprakcıklar arasındaki mesafe azalır ve 10 Å (Angtröm)'e düşer. Bu şekilde yaprakcıklar birbirlerine bağlanır ve illite benzer bir mineral oluşur. Vermikülitlerin katyon değişim kapasitesi 100-150 m.e./100 g arasında değişir (Mater, 1986).



Şekil 13: Vermikülit kil mineralinin kristal yapısı (Mater, 1986).

Tablo 7: Kil minerallerinin katyon değişim kapasiteleri (Mater, 1986'dan).

Kil Mineralleri	Katyon Değişim Kapasitesi (m.e./100g)
Kaolinit	3-5
Montmorillonit	80-150
İllit	10-50
Vermikülit	100-150

4.1.2. Kil Minerallerinin Özellikleri:

Kil minerallerinin başlıca iki önemli özelliği vardır, bunlar:

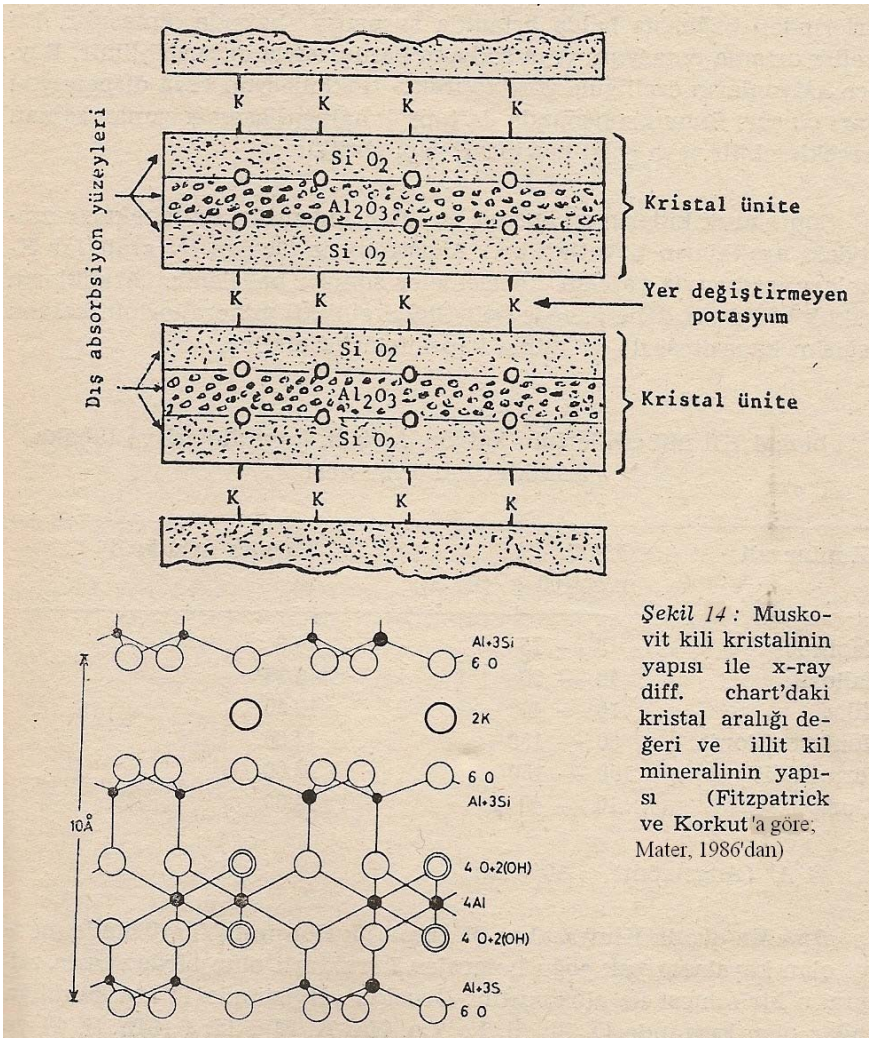
1- Katyon değişim kapasitesi (Örneğin baz katyonları absorbe yeteneği),
2- Su tutma kapasiteleridir

Yapılarındaki değişmeler ve birbirlerine yapısal bakımdan benzememeleri, killerin toprağın pH değerine de bağlı olarak farklı katyon değişim kapasitelerine sahip olduğunu gösterir. (Tablo 7) Ayrıca yine strüktürlerindeki farklılık onların su tutma kapasitelerinin de farklı olmasına nedendir. Örneğin kaolinit dar aralıklı ve esnek olmayan veya katı strüktür yapısına sahip olanlar su alıp şiştiğinde kolayca parçalanmaz ve yaprakçıklar arası fazla genişlemez. Bunun sonucu olarak, ismorfik subtitasyonu oldukça az dolayısıyla da katyon değişim kapasitesi düşüktür. Buna karşılık montmorillonit ve vermikülit mineralleri 2:1 strüktüre sahip olduklarından genişleme özelliği yüksektir. Ayrıca isomorfik substitasyonlar da fazla olan bu killerde silikon ortama oldukça fazla negatif yük verdiğinden daha fazla katyonun bağlanarak yaprakcıklar arasında köprü oluşturmaları mümkündür. Bundan dolayı gerek montmorillonit, gerekse vermikülit killerin katyon değişim kapasiteleri yüksektir. Allofen ve mikalar ise orta değerde değişim kapasitesi gösterirler. Yalnız mikalar yüksek oranda potasyum katyonu bağlama yeteneğine sahiptir. Bitkiler tarafından kullanılamayan bu potasyum, bazı durumlarda oldukça yavaş olarak ortama geri bırakılabilir. Mikaların potasyumu bu tutma özelliğine "**potasyum fiksasyonu**" denir (Şekil 13). **Flokkülasyon** (top top olma) yeteneği ile **dispersiyon** (dağılma), killerin diğer önemli özelliklerindendir. Bunlardan flokkülasyon prosesi, kil parçacıklarının birbirleriyle birleşerek adeta bir yün yumağını andırır **agregat** oluşturmasıdır. Bunu laboratuvarda süspansiyon halindeki kile kalsiyum hidroksit ($Ca(OH)_2$) eklendiğinde açık olarak görmek mümkündür. Aynı durumda doğal ortamdaki toprakta da görülür. Flokkülasyon olayının derecesi ve devamlılığı ortamda serbest halde kalan iyonların tabiatına bağlıdır. Böyle ortamlarda Kalsiyum (Ca) ve hidrojen (H) iyonları çok etkin rol oynar. Diğer özellik olan dispersiyon ise kil parçacıklarının birbirlerinden bağımsız olarak ortamda suspanse halinde olmasıdır. Bu özellik ortama potasyum (K) veya sodyum (Na) katılmasıyla başarılabilinir. Böylece katyonların özelliğine göre toprakta **flokkülasyon** veya **dispersiyon** olayı oluşur. Bunun sonucunda da toprak agregatlaşması zaman zaman gerçekleşebilir veya çoğu kez masif yapı görülür. Son olarak killerin en önemli özelliklerinden biri de tabakalar arasındaki aralıkların boyutlarıdır. Angström ile ölçülen bu aralıklar, X-ray ışınları yardımıyla yapılan incelemeler sonucu belirlenir. Aralıkların açıklık boyutları daha önce de belirtildiği gibi, kil minerallerinin katyon değişim kapasitesi ile su tutma kapasitelerini etkiler (Mater, 1986).

Tablo 8: Kil minerallerinin katyon değişim kapasiteleri ve tabaka aralıklarının özellikleri (Mater, 1986'dan).

Kil Mineralleri	Katyon Değişim Kapasitesi C.E.C. m.e./100g Ph 7	Tabaka Aralığı Å
Kaolinit	3-15	7.2
Hallosit	40-50	10.25

Mika	10-40	10.00
Montmorillonit	80-150	14.00
İllit	100-150	14.00
Vermikülit	10-40	14.00



Şekil 14 : Muskovit kili kristalinin yapısı ile x-ray diff. chart'daki kristal aralığı değeri ve illit kil mineralinin yapısı (Fitzpatrick ve Korkut'a göre; Mater, 1986'dan)

4.1.3. Ana Maddenin Kimyasal ve Mineralojik Bileşimi

Yeryüzünde mevcut olan kayaların pek çoğu heterojen karakterli olup birden fazla mineralin birleşmesi ile oluşmuştur. Örneğin yeryüzünde 10 km kalınlığa kadar olan yerkabuğu; O (oksijen), Si (Silisyum), Al (Alüminyum), Fe (Demir), Ca (Kalsiyum), Na (Sodyum), K (Potasyum), Mg (Magnezyum), Ti (Titanyum), P (Fosfor), Mn (Manganez), S (Kükürt), Cl (Klor) ve C (Karbon)'dan oluşmuştur. Bunlar içinde oksijen toplam kimyasal bileşimin %90'ını oluşturur. Ancak burada oksijen çok çeşitli mineraller ile birleşerek oksitler halinde bulunurlar. Bu, özellikle silikonlar halinde yaygındır. Yeryüzünde çok çeşitli toprak tipleri mevcuttur. Bunlar **ana madde** adı verilen ve toprağın inorganik kısmını meydana

getiren çeşitli kaya türlerinden oluşur. Toprakları oluşturan kayalar; **katılaşım, başkalaşım ve sedimanter (tortul)** olmak üzere üç gruba ayrılır. Hepsinin ilksel maddesi mağmadır ve yeryüzünde çeşitli renk, strüktür, tekstür ve kimyasal yapıya sahiptir. Kimisi tek bir mineralden, kimisi ise birçok mineralin birleşmesinden oluşan kayalardır. Bunlar yukarıda da belirtildiği gibi toprağın inorganik maddesini oluştururlar. A. Irmak *"Toprak İlmi"* kitabında, bunları **toprağın anataşları** olarak tanımlar. 16 km kalınlığına sahip olduğu belirtilen yerkabuğunun bileşimini ise şöyle açıklar (Irmak, 1972; Mater, 1986):

Eruptif ve meta-eruptif kayalar % 95

Sedimenter ve meta-sedimenter kayalar % 5

(Bunların bileşiminde ise aşağıdaki maddeler yaygındır)

Kil şisti % 4

Kum şisti % 0.75

Kalker % 0.25

Toprağın inorganik katı maddesi içinde minerallerin veya onların ayrışmalarından meydana gelen ve kaya yapan mineraller olarak tanımlanan minerallerin toprak oluşumunda önemli rolü vardır. Bunlar kristalin veya amorf (şekilsiz) olurlar. Yeryüzünde 2000'in üzerinde mineral mevcut ise de, kaya yapan mineraller sınırlıdır. Yerkabuğunu meydana getiren kayaların bilişiminde rastlanan minerallere **kaya yapan mineraller** denir. Genel olarak 3-4 mineral biraraya gelerek bir kaya türünü oluşturur. Bununla beraber, örneğin kalker gibi yalnızca bir mineralden (kalsit) oluşmuş kayalar da vardır. Bir kaya ile başka bir kaya arasındaki görünüş farkına karşın hemen hepsinde aynı mineraller bulunabilir. Gerçekten de bilinen katılaşım kayalarının pek çoğunda kuvars, feldspat, mika, hornblend olivin, ojit gibi mineraller bulunur. Bunlar içinde daha pekçok mineral eser halde çok az da olsa bulunur ve zengin kimyasal özelliklere sahip kayalar ortaya çıkar. Kuşkusuz bu tür kayaların ayrışmasından meydana gelen topraklar, besin maddesi bakımından zengindir. Tablo 5'de yeryüzünde en çok rastlanan birkaç kayanın kimyasal yapısı verilmiştir. Tabloda yeryüzünde geniş bir yayılış alanına sahip birkaç kayanın kimyasal bileşimi görülmektedir. Bunların bir kısmı **primer mineraller**, bir kısmı ise aksesuar mineraller olarak tanımlanır. Özellikle aksesuar mineraller, **ağır mineraller** adı ile de bilinir ve ayrışmaya dirençlidirler. Kayalar içindeki mineral maddelerin zenginliği ve bunlardan dolayı oluşan toprakların besin maddelerince de zengin olduğu ve verimli toprakları oluşturduğu bilinmektedir (Mater, 1986).

Tablo 9: Bazı kayaların kimyasal bileşimleri (Mater, 1986'dan)

Kaya Türü	Kimyasal bileşim % olarak											
	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	FeO	MgO	CaO	Na_2O	K_2O	TiO_2	P_2O_5	M_1O	H_2O
BAZALT Labradorit, ojit, klorit geotit, olivin, opak mineraller	53	18	5	2	4	7	4	2	1	<1	<1	2
DİYORİT Harnblend, biyotit, oligoklas, titonit kuvars, opak mineralleı	58	17	3	4	3	5	4	3	2	1	<1	1
GRANİT Kuvars, mikrokln, biyotit muskovit, apatit ve opak mineraller	76	13	<1	1	<1	<1	3	5	<1	<1	<1	1
MİKA-ŞİST Muskovit, biyotit, klorit garnet, kuvars, oligoklas, demir, apatit	58	19	1	7	2	2	2	4	1	<1	<1	2
KALKER kalsit	1	<0.1	—	0.1	<1	55	<0.1	<1	—	<0.1	—	<0.1

Ayrıca kayaları oluşturan başlıca minerallerin, ayrışmaya karşı gösterdikleri dirence göre çeşitli şekillerde sınıflandırılır. Buna göre (Mater, 1986):

1)**Kuvars (SiO_2):** Ayrışmaya çok dirençli olan bir mineraldir. İleri derece kimyasal ayrışma sonucunda parçalanabilir. Genellikle kimyasal ayrışmanın çok şiddetli olduğu nemli tropikal bölgelerde bu madde ayrışarak yok olur ve toprakta yalnızca demir ve alüminyum bileşikleri kalır. Bilindiği gibi bu tür topraklara **laterit** denir.

2)**Ferro-magnezyumlu mineraller veya kalsiyum magnezyum silikatlar:** Hornblend, ojit ve olivin, yüksek oranda Fe, Al, Ca, Mg ve bazı eser elementler içerir. Bunlar kolaylıkla çözülüp ayrışır ve topraklardaki önemli besin maddelerinin kaynağını oluştururlar.

3)**Feldspatlar: Sodyum alümino silikatlar** ile **kalsiyum alümino silikatlar** bu gruptandır. Kuvars kadar sert bir mineral olmalarına karşın, feldspatlar yavaş yavaş ayrışarak montmorillonit ve kaolinit kiline dönüşür.

4)**Mikalar:** Genellikle **K, Al, Mg, Fe hidrosilikatları**dır ve bunları içerirler. Çok kolaylıkla ayrışarak kil minerallerine dönüşürler. Özellikle biyotit (yani siyah mika) kil minerallerinden illit, klorit ve vermikülit'e dönüşür.

5)**Karbonatlar:** Bunlar kalsit ($CaCO_3$) ve dolomit ($MgCO_3.CaCO_3$)'lerdir. Çok kolaylıkla eriyebilen minerallerdir. Bu şekilde ayrışmaya uğrayan karbonatlı kayalar içinde bulunan % 3 ile 5 değerinde yabancı maddeler (veya mineraller) toprakta birikerek verimlilik

sağlanabilir. Karbonatlı kayalar içinde en çok bulunan artık madde, Fe ve Al bileşikleri ile bazı silikatlardır.

4.1.4. Ana Maddenin Geçirgenlik Özelliği

Ana maddenin geçirgen özelliği nemin daha kolaylıkla derinlere geçmesine neden olur, bu da toprak oluşumunu hızlandırır. Kum (SiO_2) gibi geçirimli maddelerin yaygın olduğu kayalarda suyun hareketi oldukça hızlı; buna karşılık daha ince unsurlu maddelerin hâkim olduğu kayalarda suyun hareketi yavaş olacağından geçirimlilik de azalacaktır. Geçirimsiz tabakaların oluşması suyun hareketinin yavaşlamasına ve hatta durmasına neden olmaktadır. Bu özellik bilhassa yüzeyde veya belirli derinliklerde su birikimine ve su doygunluğuna neden olmaktadır. Kayaların geçirimli veya geçirimsiz olması büyük ölçüde strüktürleri ile ilgilidir. Düzgün sıralanmış bir strüktür yapısına sahip olan kayalar genellikle geçirimli olurken, çatlaklar ve yarıklar geliştirememiş sert ve masif yapıdaki kayalar genellikle geçirimsizdir (Mater, 1986).

4.1.5. Ana Maddenin Sınıflandırılması

Toprağın ana maddesi kimyasal ve mineralojik özelliklerine göre kabaca 9 kategoriye ayrılır. İlk 5 sınıf ferro-magnezyumlu minerallerin yaygın olduğu grubu, 6 ve 7'cisi içindeki karbonat oranına, 8'cisi tuz miktarına, sonuncusu ise organik madde miktarına bağlıdır. Tablo 6 a ve b'de, bu 9 sınıfın sıralanış düzeni verilmiştir. Buradaki sınıflamada ferromagnezyen minerallerin bulunuş oranı kriter olarak alınmıştır. Ancak birçok volkanik kaya, zayıf kristal özelliği gösterdiğinden ve bu sınıflamada güçlükler yarattığından bunlar daha çok içlerindeki silisyum oranlarına göre de sınıflandırılmışlardır. Bu sınıfların her biri çeşitli şekillerde bulunurlar. Bunlar başlıca iki bölüm içinde toplanabilirler (Mater, 1986):

a) Konsolide olanlar
b) Konsolide olmayanlar

Tablo 10a Ana maddenin sınıflandırılması

Ana kaya türü	% ferromagnezyen mineraller	% SiO_2
Ultrabazik	90>	—
Bazik	40—90	45—55
Nötr (orta)	20—40	55—65
Asid	5—20	65—85
Çok Asid	<5	—

Tablo 10b Ana maddenin sınıflandırılması

Ana madde türü	Kimyasal bileşim % olarak
Karbonatlar	1—30 (Ca + Mg) CO_3
Kalker	30> (Ca + Mg) CO_3
Tuzlar	2> eriyebilir tuzlar
Organikler	30> organik artıklar

Mater, 1986'dan

Bilindiği gibi ana madde konsolide materyaller ve konsolide olmayan materyaller olmak üzere iki gruba ayrılır (Mater, 1986):

Konsolide materyaller:

1- **Kristalsiz (opak):** Mağmanın çok hızlı soğuması nedeniyle kristal geliştiremeyen kayalar, örneğin volkan camları ve obsidyenler;

2- **İnce taneli:** Çıplak gözle seçilmesi oldukça güç olan mineral maddelerin oluşturduğu bir doku. Bazen bir ortam içinde **fennokristal** denilen iri billurlar (iri kristaller) bulunabilmektedir.

3- **Orta taneli:** Bu tür kayalar genellikle 5 mm çapına kadar olan minerallerden oluşmuştur.

4- **İri taneli:** Mineral boyutu 5 mm'den büyük olan kayalar.

Konsolide olmayan materyaller:

Bu tür maddeler için iki alt kriter vardır. Tanecik boyutu 2 mm'den büyük ve küçük olanlar. Eğer tane boyutu 2 mm'den küçük olursa **kum, mil** (balçık)**; silt** ve **kil** olmak üzere 4 tane boyuta ayrılabilir (Şekil 15).

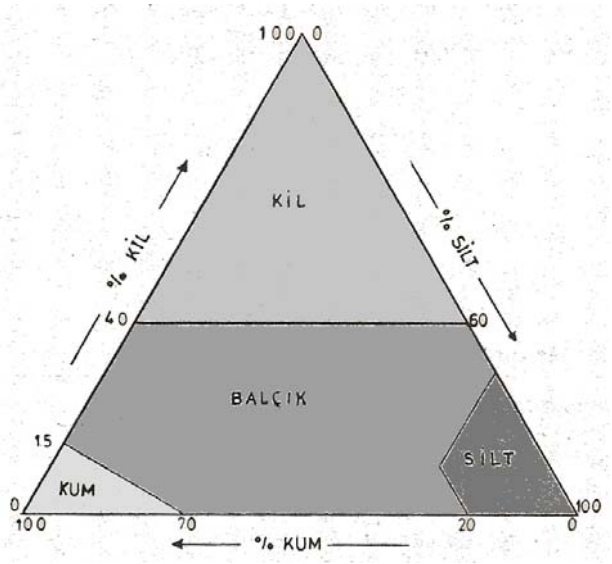
Tane boyutu 2 mm'den büyük olursa bu durumda aşağıda belirtilen çakıl, bloktan oluşan boyut sınıfları ayırt edilebilir:

1- **Çakıllı:** Ana maddede % 25'den fazla materyalin boyutu 2-10 mm arasındadır.

2- **Taşlı:** Ana maddede % 10-30 arasındaki materyalin boyutu 1-10 cm çapındadır.

3- **Çok taşlı:** Ana maddede % 30'dan fazla orandaki materyalin boyutu 1-10 cm çapındadır.

4- **İri bloklu:** Ana maddede % 30'un üzerindeki materyallerin boyutu 10 cm çapından daha büyüktür.



Şekil 15: Tekstür niteliğine göre büyük toprak gruplarının üçgen diyagramdaki yerleri (Mater, 1986'dan)

Uygulamalar

Uygulama Soruları

Bu Bölümde Ne Öğrendik Özeti

Bu hafta, toprak oluşumunda anakaya veya ana maddenin özelliklerini açıklamak için kayaların mineralojik özellikleri ile fiziksel ve kimyasal özelliklerini açıklamak gerektiği belirtilerek konuya başlanmıştır. Bu nedenle toprak coğrafyasının temel konusunu oluşturan kayaları oluşturan mineraller konusu üzerinde başlangıçta durulmuştur. Buradan hareketle, özellikle kil mineralleri, kristal yapıları ve bunların özellikleri, şekil destekleriyle açıklanmaya çalışılmıştır. Ardından, diğer kayaların mineralleri üzerinde durulmuş; ayrışma sonucunda ortaya çıkan toprak oluşumundaki anakaya faktörü detaylı olarak anlatılmaya çalışılmıştır.

Bölüm Soruları

1) "Toprak ana maddesi ayrışmaya uğrarken ve toprağa dönüşürken çeşitli devrelerden geçer." ifadesini aşağıdakilerden hangisi formülize eder?

a) Kaya → ayrışmış kaya → olgun toprak → genç toprak
b) Olgun toprak → ayrışmış kaya → genç toprak → kaya
c) Kaya → ayrışmış kaya → genç toprak → olgun toprak
d) Olgun toprak → genç toprak → ayrışmış kaya → kaya
e) Hiçbiri

2) Aşağıdakilerden hangisi konsolide olmayan materyellerden biri değildir?

a) Opak
b) Balçık
c) Kil
d) Silt
e) Kum

3) Aşağıdakilerden hangisi kayaları oluşturan başlıca minerallerden biri olamaz?

a) Kuvars
b) Mika'lar
c) Karbonatlar
d) Ferro-magnezyumlular
e) Volkan camları

4) "Yarıkurak bölgelerde **granitten** oluşan topraklar **kumlu**, orta koyulukta, serbest kuvarsın bulunmadığı **siyenit, trakit, diorit** gibi kayalar **orta tekstürlü toprakları** meydana getirirler. İçinde **feldspatlar**ca zengin olan heterojen kayalar ise genellikle **killi toprakları** verir. Ayrıca **kalker ve kalkşist** gibi $CaCO_3$ içeren homojen ve kireçce zengin kayalar ise ayrıştıklarında **kireçli killi ağır bünyeli toprakları** oluştururlar." ifadesi doğru mu yanlış mıdır?

Doğru ( ) Yanlış ( )

5) Aşağıdakilerden hangisi tane boyutu 2 mm'den büyük unsurlardandır?

a) Çakıllı
b) Taşlı
c) Çok taşlı
d) İri bloklu
e) Hepsi

6) Aşağıdakilerden hangisi kil minerallerden birisi olamaz?

a) Kaolinit
b) Halosit
c) Serpantinit
d) Montmorillonit
e) Spiolit

7) Aşağıdakilerden hangisi kil minerallerden birisidir?

a) Kalsit

b) Hematit

c) Serpantinit

d) Montmorillonit

e) Anortit

8) "Ana maddenin geçirgen özelliği nemin daha kolaylıkla derinlere geçmesine neden olur, bu da toprak oluşumunu hızlandırır. **Kil** (SiO_2) gibi geçirimli maddelerin yaygın olduğu kayalarda suyun hareketi oldukça hızlı; buna karşılık daha ince unsurlu maddelerin hâkim olduğu kayalarda suyun hareketi yavaş olacağından geçirimlilik de azalacaktır. Geçirimsiz tabakaların oluşması suyun hareketinin yavaşlamasına ve hatta durmasına neden olmaktadır. Bu özellik bilhassa yüzeyde veya belirli derinliklerde su birikimine ve su doygunluğuna neden olmaktadır. Kayaların geçirimli veya geçirimsiz olması büyük ölçüde strüktürleri ile ilgilidir. Düzgün sıralanmış bir strüktür yapısına sahip olan kayalar genellikle geçirimli olurken, çatlaklar ve yarıklar geliştirememiş sert ve masif yapıdaki kayalar genellikle geçirimsizdir." ifadesi doğru mu yanlış mıdır?

Doğru ( ) Yanlış ( )

9) Aşağıdakilerden hangisi kayaları ve dolayısıyla toprağı oluşturan başlıca minerallerden birisi olamaz?

a) Kuvars

b) Andezit

c) Biyotit

d) Kaolinit

e) Feldspat

10) "Genellikle **K, Al, Mg, Fe hidrosilikatlar**'dır ve bunları içerirler. Muskovit ve Biyotit en bilinen mineralleridir. Çok kolaylıkla ayrışarak kil minerallerine dönüşürler. Özellikle biyotit kil minerallerinden illit, klorit ve vermikülit'e dönüşür." ifadesinde, aşağıdaki hangi ana mineral grubunun özellikleri verilmeye çalışılmıştır?

a) Kuvars

b) Dolomit

c) Mika

d) Feldspat

e) Kalsit

CEVAPLAR: 1-c, 2-a, 3-e, 4-Doğru, 5-e, 6-c, 7-d, 8-Yanlış (2.satırdaki kil yerine, kum yazılmalıydı), 9-b, 10-c

5. TOPRAK OLUŞUMUNDA TOPOGRAFYA FAKTÖRÜ

Bu Bölümde Neler Öğreneceğiz?

5.1. Eğim
5.2. Yükselti
5.3. Bakı

Bölüm Hakkında İlgi Oluşturan Sorular

1) Toprak oluşumunda topografya faktörlerinden eğim hakkında bilgi veriniz.

2) Toprak oluşumunda topografya faktörlerinden yükselti hakkında bilgi veriniz.

3) Toprak oluşumunda topografya faktörlerinden bakı hakkında bilgi veriniz**.**

Bölümde Hedeflenen Kazanımlar ve Kazanım Yöntemleri

Konu	**Kazanım**	**Kazanımın nasıl elde edileceği veya geliştirileceği**
Toprak oluşumunda topografya faktörü	Toprak oluşumunda topografya faktörlerinden eğimi kavramak ve özelliğini öğrenmek.	Metin, sunum ve görsellerle
Toprak oluşumunda topografya faktörü	Toprak oluşumunda topografya faktörlerinden yükseltiyi kavramak ve özelliğini öğrenmek.	Metin, sunum ve görsellerle
Toprak oluşumunda topografya faktörü	Toprak oluşumunda topografya faktörlerinden bakıyı kavramak ve özelliğini öğrenmek.	Metin, sunum ve görsellerle

Anahtar Kavramlar

- Toprak oluşumunda topografya faktörlerinden eğim,
- Toprak oluşumunda topografya faktörlerinden yükselti,
- Toprak oluşumunda topografya faktörlerinden bakı

5. Pedojenez: Toprak Oluşumunda Topografya Faktörü

Topografya, toprak oluşumunda çeşitli yönlerden etki yapar. Relief yani **yerşekilleri**, her şeyden önce mikroklimatik değişimlere neden olabilir. Bunun sonucunda da farklı toprak tipleri oluşabilir. Toprağın oluşmasında özellikle profillerin karakteristik yapı kazanmalarına ve gelişmesinde **Topografya** etkili bir oluşum faktörüdür. Jenny'e göre, Mater de *"Toprak Oluşumu, Erozyon ve Koruması"* kitabında relief'in yani yer şekillerinin toprak oluşumuna doğrudan doğruya etki yapan önemli bir faktör olduğunu belirtir. Özellikle suyun toprak yüzeyinde ve içindeki hareketi daha genel bir terim olarak **drenaj**ı, her şeyden önce Topografya ile ilişkilidir. Yine Jenny ve Mater'e göre toprak erozyonunun oluşumu büyük ölçüde Topografya ile ilişkilidir. Toprakların normal olarak gelişebilmeleri sahanın topoğrafik özellikleri ile ilişkilidir. Herhangi bir yerde o yerin klimatik şartlarına göre toprakların oluşabilmesi için Topografyanın düz veya az eğimli olması ve topraktan sızan suların toprağın alt seviyelerinde birikmeyip drene olması gerekir. Bir başka değişle, toprakların oluşmasında suyun serbest hareketi büyük önem taşır. Topografyanın farklı özellikler göstermesi toprağın drenaj özelliklerine önemli ölçüde etki yapar. Bunu Fransız toprak bilimci **Duchaufour "action indricte"** (doğrudan etki) olarak tanımlar. Örneğin eğimli sahalardaki toprak drenajı düz sahalara oranla daha iyidir. Ancak belli bir eğim derecesini aştıktan sonra bu kez drenaj hızlı olacağından suyun toprak içine girmesi azalacak, önemli oranda su yüzeysel akış halinde gidecek ve büyük oranda da toprak maddesini beraber götüreceğinden **erozyon** artacaktır. Çeşitli eğim değerlerine bağlı olarak topraklardaki drenaj karakterleri değişmektedir. Fazla eğimli sahalarda Topografyanın doğrudan etkisi görülmekte ve buradaki toprakların gelişmesine imkân vermemektedir. Relief, toprakların oluşum sistemine birçok yoldan etki yapar. Genellikle bu etki diğer oluşum faktörlerine bağlı olarak dolaylı yoldandır. Çünkü diğer faktörleri hesaba katmaksızın tek başına düşünmek mümkün değildir. Yer şekilleri, toprak oluşum faktörü olarak üç farklı alt faktör grubuna ayrılırak incelenebilir. Bunlar;

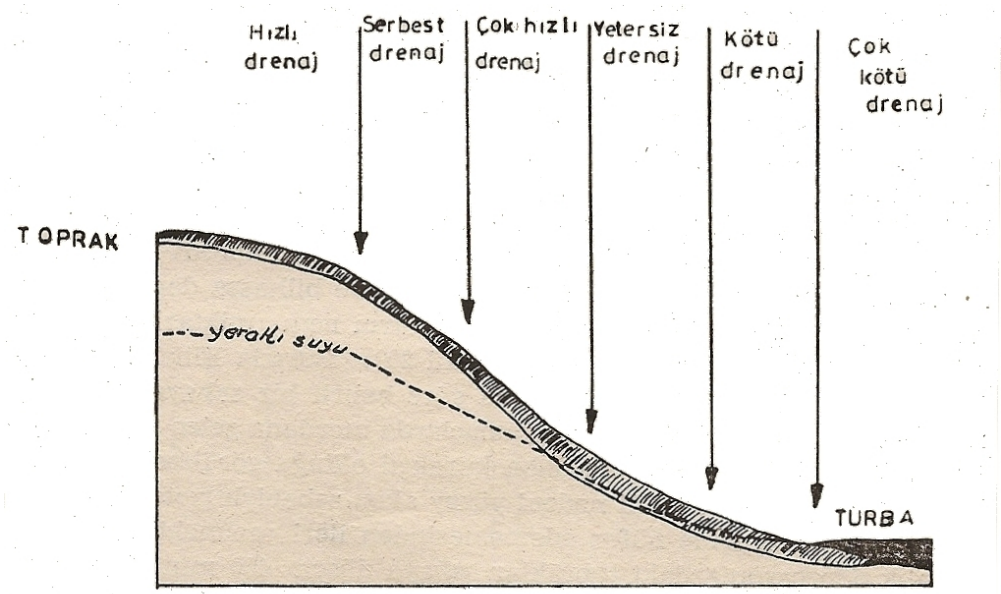
1. Eğim,
2. Yükselti,
3. Bakı'dır.

Yükselti ve bakı genelde toprağın bulunuş yeri olarak esas dayanağı oluşturmakla beraber, toprak oluşumunda pasif birer faktör olarak görülür. Ancak iklim ve vejetasyonla ilişkili olursa o zaman birer aktif faktör gibi rol oynarlar. Ancak genelde bunların pasif faktör olduğunu belirtmektedir (Mater, 1986).

5.1. Eğim

Yer şekilleri, toprak oluşumunda tek başına etkili değildir. Daha çok anakaya ve drenaj ile olan ilişki sonucunda etkili olmaktadır. Topografyada eğim değerinin değişmesi toprak oluşumunda genellikle suyun toprak içindeki hareketini etkilediği için önemlidir. Bunun dışında suyun toprağa nüfuz etmesi de yine aynı karakterden ötürü yavaş veya hızlı olur. Bu ilişkiyi (Şekil 16) daha açık bir biçimde ortaya koymaktadır. Örneğin, anakaya aynı kalmak kaydıyla belli eğim değerleri üzerinde gelişen toprakların drenaj özellikleri, suyun

penetrasyonuna (nüfuzuna) bağlı olarak değişebilmektedir. Buna göre eğim değeri değiştikçe suyun akış hızı değişecek ve yamaç boyunca farklı konumdaki toprak profilleri değişik drenaj şartlarına sahip olacaklardır. Eğimin fazla olduğu üst yamaçta **hızlı bir drenaj** söz konusu olurken; aşağıya doğru eğimin azaldığı, düz ve düze yakın değere ulaştığı yerlerde su ile doygun hale geçerek **bataklık** görünümü aldığı gözlenmektedir (Mater, 1986).



Şekil 16 : Toprak drenaj tiplerinin eğim değerlerine göre sınıflandırılması ve yeraltı suyu ile olan ilişkisi. (Mater, 1986'dan)

Tablo 11: Yamaçların gelişmesini etkileyen faktörlerin bazıları (Doornaap ve King, 1971'e göre; Ataly, 1982'den)

Yamaç şekli	Erozyon	Depolanma
Dışbükey (konveks) üst yamaç	Sürünme, yağış suları ile yamaçın yıkanması (bilhassa geçirgen topraklarda ve dik yamaçın alt bölümünde), masif kayaların kimyasal ve fiziksel ayrışması, nisbeten az eğimli alanlarda derelerle yamaçın seyrek olarak yarılması.	Yamaçta mevcut olan örtü (bazı sahalarda lös veya volkanik kül olabilir.
Falez veya yar	Kütle hareketleri (sürünme, akma, göçme,vs), şiddetli erozyon, nisbeten yüksek sahalarda ve mukavim tabakalar üzerinde akarsu aşındırması ve sahanın derelerle yarılması, parçalanması.	Yok
Yamaç sırtı	Yağmurlarla aşındırma veya yıkama (geçirgen olmayan topraklar üzerinde), orta derecede ve nisbeten yüksek alanlarda dereler tarafından oluşturulan sık şekilde yarılma.	Yamaç deposu, kumlar
İçbükey (konkav) yamaç eteği	Parmak erozyonu (rill) ve yamaçın parmak şeklindeki oyuntularla yarılması, materyal sürünmesi.	Yamaçlardan gelen malzemelerin birikmesi, yamaç tabanında oluşan kolluviyal depo.

Eğim ile drenaj, toprağın profil morfolojisini de etkilemektedir (Foto 9). Rus bilim adamı **Glinka**, ilk kez bu ilişkiyi bir faktör olarak ortaya koymuş ve eğim ile drenajın toprağın profil morfolojisine ve kalınlığına etki ettiğini vurgulamıştır. Glinka eğimin azaldığı aşağı kısımlarda gerek aşınmış ve taşınarak depo edilmiş maddelerin, gerekse nemin biriktiği bu gibi sahalarda toprağın derin olduğunu belirtmiştir. Daha sonraki çalışmalarda drenaj şartlarının yeterli olduğu sahalarda normal bir toprak oluşumu ve derin profil morfolojisinin oluştuğu görülmektedir. Ancak eğim değerlerinin fazlalaştığı aşağı kısımlarda toprakların drenajlarındaki bozulma yanında incelmeleri de söz konusu olmaktadır. Eğim/toprak ilişkisinde ortaya çıkan bir başka özellik de gerek toprakların A horizonlarının kalınlıkları, gerekse bu horizonlar içindeki organik madde miktarı eğim dereceleri ile orantılıdır. Fazla eğimli yamaçlarda oluşmuş toprakların A horizonlarının inceldiği ve organik madde miktarının azaldığı; buna karşılık az eğimli sahalarda oluşan toprakların kalın bir A horizonu ve yüksek oranda organik madde miktarına sahip oldukları görülmektedir. Bu farklılaşmanın en önemli nedeni ise toprağa nüfuz eden **nem miktarı**na bağlıdır. Kısa mesafeler içinde Topografyada meydana gelen değişme, aynı iklim şartları altında farklı toprak tiplerinin oluşmasına neden olabilir. Bu konuda yapılan bir çalışma **Ellis**'e aittir. Ellis'e göre reliefin düz olduğu yüksek sahalar ile yamaçlar arasında ve bilhassa depresyonlarda morfolojik özellikler nedeniyle toprakların nem miktarında birtakım değişiklikler meydana gelir (Şekil

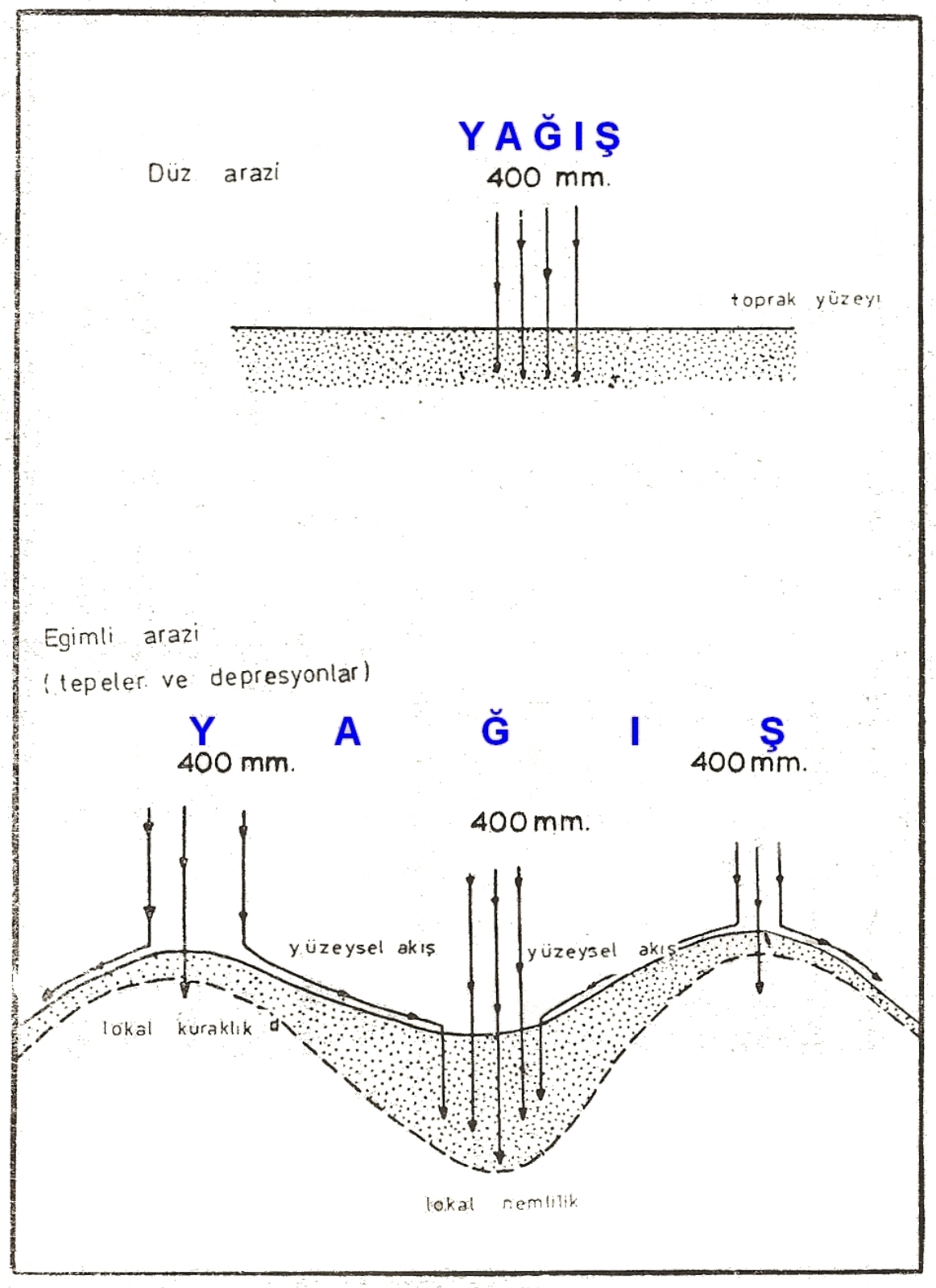
17). Burada Ellis'in ortaya koyduğu prensip hayli ilginçtir. Ona göre belirli bir sahaya yıllık 400 mm yağış düştüğü kabul edilirse; yamaçlarda meydana gelen toprak tiplerinin eğimsiz sahalara göre daha kurakçıl olduğu görülmektedir. Bu lokal kuraklığın en önemli nedeni yüzey akışı sebebiyle yeterli derecede suyun toprak içine nüfuz edememesidir. Buna karşılık depresyonlardaki topraklar, sahaya düşen 400 mm'lik yağışın yanında yamaçlardan depresyona akan yüzey sularını da almaktadır. Böylece daha fazla su toprağa nüfuz ettiği için bu sahadaki topraklar daha nemli karakterde olacak ve farklı toprak oluşumu ortaya çıkacaktır. Çünkü depresyon tabanı, yamaçlara göre fazla yağış almış olacaktır (Foto 10). Örneğin, Doğu Anadolu bölgesindeki Elbistan Havzası'ndaki toprakların pedojenezi üzerine **Mater** tarafından 1978'de yapılan araştırmalarda, aynı özellikten ötürü havza tabanındaki toprakların organik madde miktarı ile profil kalınlığının fazla olduğu, yamaçlarda ise düşük organik madde miktarı ve sığ bir profil kalınlığı olduğu görülmüştür. Topografya aynı zamanda yeraltı su seviyesinin aşağıya ve yukarıya doğru hareket etmesine neden olur. Özellikle yeraltı su seviyesinin bu mevsimlik değişimleri **gleyleşme** üzerine etki eden önemli bir faktördür. Gleyleşme, Topografya ile yeraltı suyunun birlikte faaliyet göstermesi sonucunda meydana gelir. Yamaç eğimleri ile toprak oluşumu arasındaki ilişki oldukça çeşitlidir. Yamaç eğimlerinde görülen içbükey ve dışbükey özellik değişik kalınlıkta ve karakterde toprak tiplerinin oluşumuna neden olur (Tablo 7). Genel bir kural olarak dışbükey yamaçlardaki eğim; içbükey yamaçlardaki eğime oranla daha fazladır. Bu özellik, bu tür yamaçlar üzerinde gelişen toprakların fiziksel ve kimyasal özelliklerinde belirgin farklılıklar ortaya çıkarır. Yamaç eğimlerinde ortaya çıkan değişim veya fazla eğimli bir yamaç üzerinde bilinçsiz oluşturulan tarımsal faaliyet büyük oranda toprak kaybına neden olabilir. Yamaçların eğim durumu aşınma taşınma ve birikme olaylarını etkilediği gibi, yağmur sularının sızmasını ve yüzeysel akışa geçen su miktarını ve bunun akış hızını da geniş ölçüde etkilemektedir. Jenny bu özelliği aşağıdaki şekilde açık bir şekilde ortaya koymaktadır (Şekil 18)(Mater, 1986).



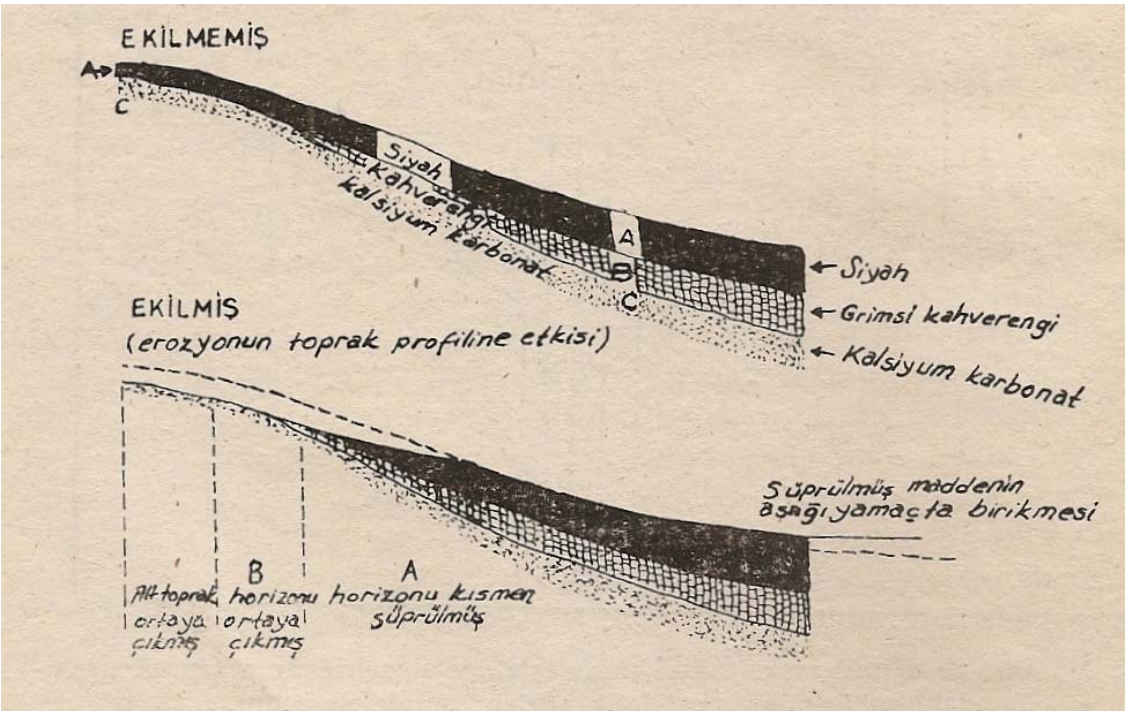
Foto 9: Teke Yarımadası'nda Eşen Çayı asimetrik vadisinde toprak oluşumu-topografya ilişkisi (Ahmet Ertek arşivi, 2003).



Foto 10: Teke Yarımadası'nda Kalkan doğusundaki karstik çanaklardan birinin yamaçlarından taşınan toprakların uvala tabanında birikmesi ve tarım faaliyetleri (Ahmet Ertek arşivi, 2004).



Şekil 17 : Düz ve eğimli arazide kısa mesafe içinde topoğrafyanın toprak oluşumundaki rolü (mikromorfolojik açıdan toprak oluşumu) (Mater, 1986)



Şekil 18 : Eğimle toprak oluşumu arasındaki ilişki (Jenny'den)(Mater, 1986).

Yükselti

Toprak oluşumunda etkili olan bir başka topoğrafik etken yükseltidir. Bilindiği gibi iklim, yatay doğrultuda enlem derecelerine bağlı olarak değişir. Her 100 metre yükselmede sıcaklık, yağış ve basınç parametrelerinde görülen değişme belli yüksekliklerde farklı iklim tiplerinin ortaya çıkmasına neden olur. Buna bağlı olarak da bitki örtüsü ve toprakların farklılaşmasına neden olur. Diğer bir değişle, yüksekliğin artmasına bağlı olarak iklim ve bitki örtüsü düşey doğrultuda ve kısa mesafeler içinde değişime uğrar. Bu durum, toprakların oluşumunu etkilemekte ve düşey yönde farklı toprak tiplerinin meydana gelmesine neden olmaktadır. Özellikle dağlarda yükseklikle ortaya çıkan zonlaşmanın yapısı, dağın bulunduğu coğrafi bölgeye, zona ve dağın yükseltisine bağlıdır. Örneğin tropikal ve özellikle ekvatoral bölgelerde uzanan dağ sıraları üzerinde yükseltiye bağlı olarak ortaya çıkan iklim kuşakları kendine özgü bitki ve toprak tiplerinin ortaya çıkmasına neden olmuştur (Mater, 1986)(Foto 11).

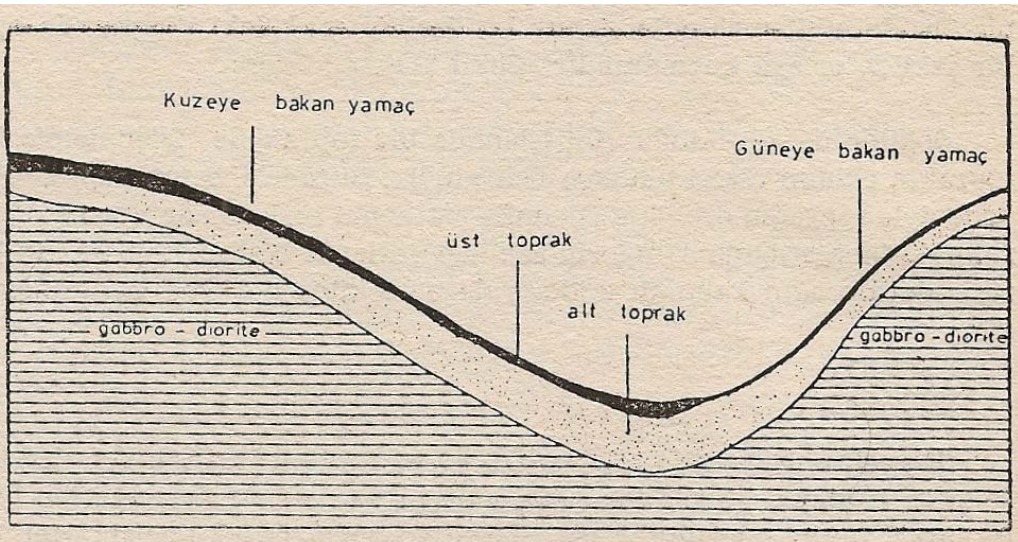


Foto 11: Trabzon'daki Uzungöl ve Solaklı vadisi yamaçlarında toprak oluşumu ve yükselti ilişkisi (Ahmet Ertek arşivi, 2003).

5.3. Bakı

Toprak oluşumunda etkili olan bir başka topoğrafik faktör bakı'dır. Çeşitli morfolojik ünitelerde aynı iklim şartları altında kuzeye ve güneye bakan yamaçlarda farklı toprak tiplerinin oluştuğu görülür. Özellikle arızalı yapıya sahip sahalarda bakı, toprak oluşumunda önemli bir faktördür. Güneye bakan yamaçlardaki topraklar, kuzeye bakanlara göre daha fazla solar enerji alırlar. Öte yandan kuzeye bakan yamaçlar, güneye bakan yamaçlara göre daha fazla yağış alır. Bakı şartlarında ortaya çıkan bu **mikroklimatik değişmeler** pedojenik şartların hızlandırılmasında önemli bir etken olur. Buna bir örnek olarak, Maraş'ın **Göksun** ilçesi yakınlarındaki Kamışcık köyü civarında bulunan asimetrik vadi verilebilir (Şekil 19). Burada asimetrik bir vadinin iki yamacında meydana gelen toprakların profil morfolojilerinde farklılıklar göze çarpar. Güneye bakan yamaç kısa ve dik eğimden oluşmuştur. Buna karşılık derin toprakların oluştuğu kuzeye bakan yamaçlar daha uzun eksenli ve eğimleri daha yumuşaktır. Bu asimetrik vadi aynı anakaya (gabro) içinde fakat farklı aşınım nedeniyle oluşmuştur. Güneye bakan yamaçlar, bu aşınma olayından doğrudan doğruya etkilenmişlerdir. Gerek yüzeyde akan su ve gerekse rüzgârların yaptığı tahrip sonucu, üst toprak tamamen yok olmuştur. Güneye bakan yamaçlar üzerinde oluşmuş ince A horizonuna sahip toprakların böyle bir aşınım olayı sonucunda oluştuğu söylenebilir. Toprak aşınmasının miktarı ve şiddeti pek çok faktöre dayandığı gibi, bu faktöre dayanması da mümkündür. Bu toprakların oluştuğu

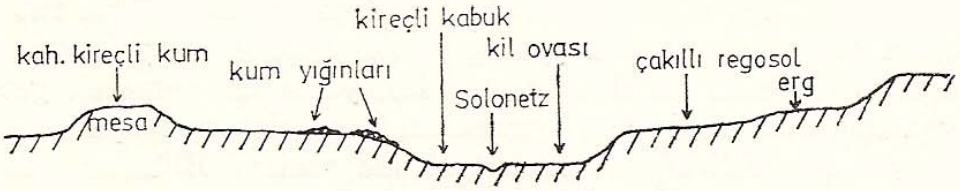
sahadaki klimatik koşullar ve toprağın kendi fiziksel özelliği yanında, reliefin de önemli bir etken olduğu burada açıkça ortaya çıkmaktadır. Toprak erozyonunun böyle kurakçıl şartların hüküm sürdüğü fazla eğimli sahalarda çok etkili olduğu bilinmektedir. Çünkü eğimlerin fazla olması, yüzeyde suyun hızla akmasına sebep olmaktadır. Böylece fazla eğimli sahalarda aşınmanın şiddetli olması, iskelet tipi toprakların ortaya çıkmasına neden olmaktadır. Buna karşılık kuzeye bakan yamaçlar daha nemli karakterde olduğu için yoğun bir bitki örtüsü ile kaplıdır. Böylece yoğun bitki örtüsünün oluşturduğu hümik asit anakayaya etki yapmakta, dolayısıyla fiziksel ve kimyasal aşınma hızlanmaktadır. Bu nedenle kuzeye bakan yamaçta daha yüksek oranda organik madde içeren ve daha derin topraklar oluşmuştur. Diğer taraftan daha sıcak ve kurakçıl şartlara sahip güneye bakan yamaçlarda bitki örtüsünün fakir olması ve düşük oranda organik madde içermesi nedeniyle, burada aynı kayadan, daha az derin (veya daha sığ) ve olgun bir toprak morfolojisine sahip olmayan topraklar oluşmuştur (Mater, 1986).



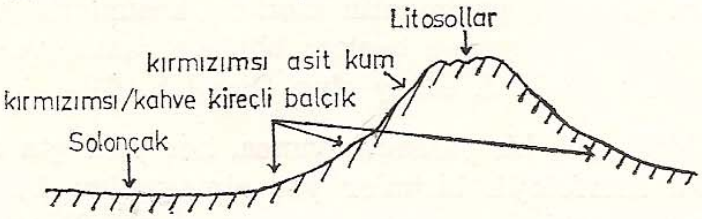
Şekil 19: Toprak oluşumunda bakı faktörünün rolü. Özellikle toprak derinliği, profil morfolojisinin gelişmesi ve organik madde bakımından meydana gelen farklılıklar.(Mater 1986).

Farklı klima-jeomorfolojik birimler üzerinde toprak tipleri aşağıdaki şekilde gösterilmiştir (Şekil 20)(Atalay, 1982).

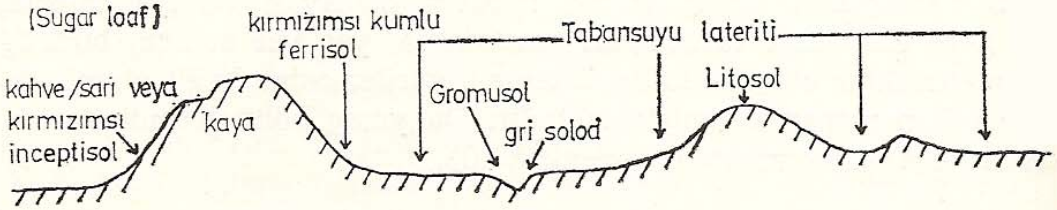
1_ KURAK



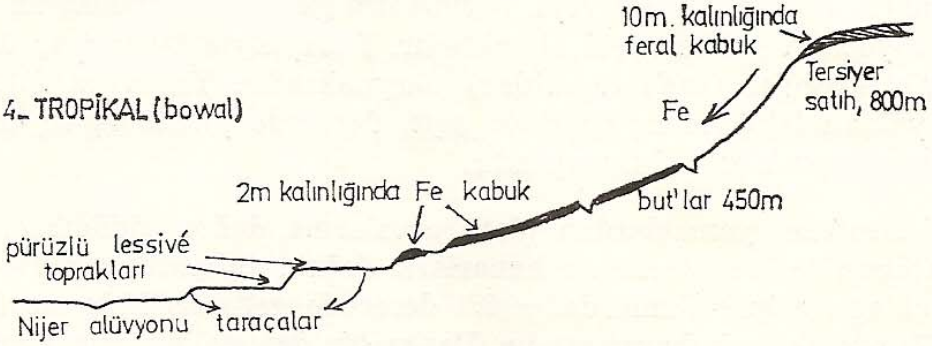
2_YARIKURAK (İnselberg)



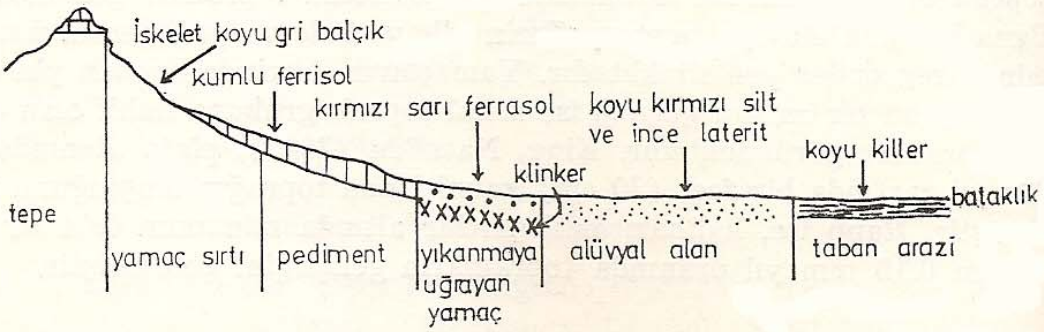
3_TROPİKAL
(Sugar loaf)

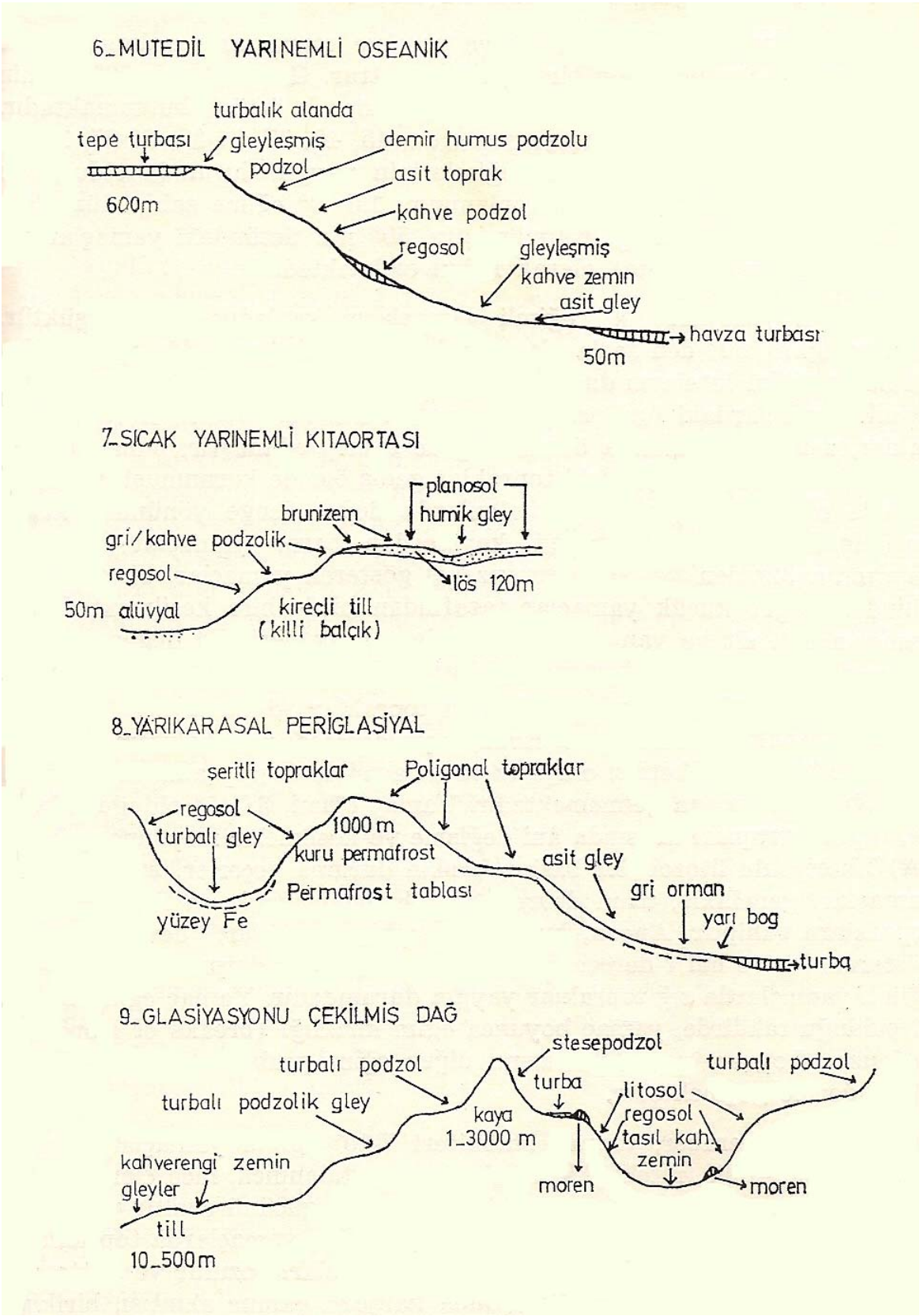


4_ TROPİKAL (bowal)



5_TROPİKAL KATENA





Şekil 20: Tropikal, ılıman ve arktik sahalarda klima-jeomorfolojik birimler üzerinde toprak tipleri (B.T.Bunting, 1973'e göre; Atalay, 1982'den).

Uygulamalar

Uygulama Soruları

Bu Bölümde Ne Öğrendik Özeti

Bu konuda, özellikle pedojenez, yani toprak oluşumunda topografya faktörü ele alınmıştır. Topografya faktörünü oluşturan 3 alt faktör olan eğim, bakı ve yükselti üzerinde durulmuştur. Bunların özellikleri ve nedenleri toprak oluşumu ile ilişkilendirilerek; ayrıca çeşitli şekiller, fotoğraflar ve tabloların destekleriyle konu açıklanmaya çalışılmıştır.

Bölüm Soruları

1) "Yerşekilleri, toprak oluşum faktörü olarak üç farklı alt faktör grubuna ayrılarak incelenebilir." ifadesine göre aşağıdakilerden hangisi bu alt faktörlerden biri olamaz?

a) Bakı
b) Drenaj
c) Eğim
d) Yükselti
e) Hiçbiri

2) Toprak oluşumu-topografya ilişkisinde; özellikle dağlarda yükseklikle ortaya çıkan topraktaki zonlaşmanın yapısı aşağıdakilerden hangisine bağlı olamaz?

a) Dağın bulunduğu coğrafi bölgeye
b) Dağın bulunduğu zona
c) Dağın yükseltisine
d) Dağın iklimine
e) Hiçbiri

3) Eğimin fazla olduğu üst yamaçta **hızlı bir drenaj** söz konusu olurken; aşağıya doğru eğimin azaldığı, düz ve düze yakın değere ulaştığı yerlerde toprağın-su ile doygun hale geçerek **ne** görünümü aldığı gözlenir?

a) Sazlık
b) Bataklık
c) Taşlık
d) Kumluk
e) Çakıllık

4) "Bakı şartlarında ortaya çıkan **mikroklimatik değişmeler** pedojenik şartların hızlandırılmasında önemli bir etken olur." ifadesi doğru mu yanlış mıdır?

Doğru ( ) Yanlış ( )

5) "Doğu Anadolu bölgesindeki Elbistan Havzası'ndaki toprakların pedojenezi üzerine **Mater** tarafından 1978'de yapılan araştırmalarda, havza tabanındaki toprakların organik madde miktarı ile profil kalınlığının az olduğu, yamaçlarda ise fazla organik madde miktarı ve derin bir profil kalınlığı olduğu görülmüştür." ifadesi doğru mu yanlış mıdır?

Doğru ( ) Yanlış ( )

6) Toprak oluşumundaki etkili faktörlerden topografya faktörü hangi 3 alt faktöre bağlıdır? Sıralayınız.

a) …….
b) ……
c) ……

7) "Doğu Anadolu bölgesindeki …….Havzası'ndaki toprakların pedojenezi üzerine Mater tarafından 1978'de yapılan araştırmalarda aynı özellikten ötürü havza tabanındaki toprakların organik madde miktarı ile profil kalınlığının fazla olduğu, yamaçlarda ise düşük organik madde miktarı ve sığ bir profil kalınlığı olduğu görülmüştür." ifadesindeki boşluğa hangi havzamızın ismi getirilmelidir?

a) Elbistan

b) Muş

c) Van

d) Erzincan

e) Iğdır

8) "Toprak oluşumunda etkili olan bir topoğrafik etkendir. Bilindiği gibi iklim, yatay doğrultuda enlem derecelerine bağlı olarak değişir. Her 100 metre yükselmede sıcaklık, yağış ve basınç parametrelerinde görülen değişme belli yüksekliklerde farklı iklim tiplerinin ortaya çıkmasına neden olur. Buna bağlı olarak da bitki örtüsü ve toprakların farklılaşmasına neden olur. Diğer bir değişle, yüksekliğin artmasına bağlı olarak iklim ve bitki örtüsü düşey doğrultuda ve kısa mesafeler içinde değişime uğrar. Bu durum, toprakların oluşumunu etkilemekte ve düşey yönde farklı toprak tiplerinin meydana gelmesine neden olmaktadır." ifadesine göre aşağıdakilerden hangisinin özellikleri anlatılmıştır?

a) Bakı

b) Drenaj

c) Eğim

d) Yükselti

e) Hiçbiri

9) "Toprak oluşumunda etkili olan bir topoğrafik faktördür. Çeşitli morfolojik ünitelerde aynı iklim şartları altında kuzeye ve güneye bakan yamaçlarda farklı toprak tiplerinin oluştuğu görülür. Özellikle arızalı yapıya sahip sahalarda bakı, toprak oluşumunda önemli bir faktördür. Güneye bakan yamaçlardaki topraklar, kuzeye bakanlara göre daha fazla solar enerji alırlar. Öte yandan kuzeye bakan yamaçlar, güneye bakan yamaçlara göre daha fazla yağış alır. Bakı şartlarında ortaya çıkan bu mikroklimatik değişmeler pedojenik şartların hızlandırılmasında önemli bir etken olur." ifadesine göre aşağıdakilerden hangisinin özellikleri anlatılmıştır?

a) Bakı

b) Drenaj

c) Eğim

d) Yükselti

e) Hiçbiri

10) "Yer şekilleri, toprak oluşumunda tek başına etkili değildir. Daha çok anakaya ve drenaj ile olan ilişki sonucunda etkili olmaktadır. Topografyada eğim değerinin değişmesi toprak oluşumunda genellikle suyun toprak içindeki hareketini etkilediği için önemlidir. Bunun dışında suyun toprağa nüfuz etmesi de yine aynı karakterden ötürü yavaş veya hızlı olur." ifadesine göre aşağıdakilerden hangisinin özellikleri anlatılmıştır?

a) Bakı

b) Drenaj

c) Eğim

d) Yükselti

e) Hiçbiri

CEVAPLAR: 1-b, 2-d, 3-b, 4-Doğru, 5-Yanlış (Havza tabanı ve yamaçlarda tersi durum oluşur), 6- a)Eğim, b)Yükselti, c)Bakı, 7-a, 8-d, 9-a, 10-c

6. PEDOJENEZ: TOPRAK OLUŞUMUNDA ORGANİZMA VE ZAMAN FAKTÖRÜ

Bu Bölümde Neler Öğreneceğiz?

6.1. Pedojenez: Toprak Oluşumunda Organizma Faktörü
6.1.1. Bitkiler
6.1.2. Hayvanlar
6.1.3. İnsan
6.2. Pedojenez: Toprak Oluşumunda Zaman Faktörü
6.2.1. Toprak-Zaman İlşikisi
6.2.2. Toprağın Gelişimi (Evolüsyonu)

Bölüm Hakkında İlgi Oluşturan Sorular

1) Toprak oluşumunda organizma faktörünü anlatınız.

2) Toprak oluşumunda organizma faktörleri nelerdir? Açıklayınız.

3) Toprak oluşumunda zaman faktörünü anlatınız.

Bölümde Hedeflenen Kazanımlar ve Kazanım Yöntemleri

Konu	**Kazanım**	**Kazanımın nasıl elde edileceği veya geliştirileceği**
Pedojenez: Toprak oluşumunda organizma ve zaman faktörü	Toprak oluşumunda organizma faktörlerini kavrayabilmek.	Metin, sunum ve görsellerle
Pedojenez: Toprak oluşumunda organizma ve zaman faktörü	Toprak oluşumunda hayvan faktörünü kavrayabilmek.	Metin, sunum ve görsellerle
Pedojenez: Toprak oluşumunda organizma ve zaman faktörü	Toprak oluşumunda bitki örtüsü faktörünü kavrayabilmek.	Metin, sunum ve görsellerle
Pedojenez: Toprak oluşumunda organizma ve zaman faktörü	Toprak oluşumunda ve gelişiminde insan faktörünü öğrenmek.	Metin, sunum ve görsellerle
Pedojenez: Toprak oluşumunda organizma ve zaman faktörü	Toprak oluşumunda ve gelişiminde zaman faktörünü kavramak.	Metin, sunum ve görsellerle

Anahtar Kavramlar

- Toprak oluşumunda organizma faktörü,
- Toprak oluşumunda hayvan faktörü,
- Toprak oluşumunda bitki örtüsü faktörü,
- Toprak oluşumunda ve gelişiminde insan faktörü,
- Toprak oluşumunda zaman faktörü

6.1. Pedojenez: Toprak Oluşumunda Organizma Faktörü

Toprak oluşumuna mikroskobik bakterilerden, insan dâhil bütün canlılar doğrudan veya dolaylı yoldan etki ederler. Gerçekten de yeryüzünde yaşayan bütün canlılar toprak oluşumunu şu veya bu şekilde etkiler. Bu nedenle pedojenez bakımından organizmaların etkisini gruplandırmak suretiyle açıklamak mümkündür. Diğer bir değişle, **organizma** adı altında toplanan bütün canlıları teker teker incelemek olanaksız olduğu için, bunları belli gruplar içinde sınıflandırmaya tabi tutmak mümkündür. Buna göre organizmaları (Mater, 1986):

1) Bitkiler
2) Hayvanlar

A-Omurgalılar
B-Mikroorganizmalar
C-Sürüngenler, böcekler, v.s.

3) İnsan

olarak sınıflamak mümkündür.

6.1.1. Bitkiler

Cricker (1952)'e göre vejetasyon, toprak oluşumuna etki yapan en önemli faktördür. Bu nedenle bitkilerin gerek toprakların oluşumuna, gerekse gelişmesine önemli oranda katkıları vardır. (Mückehausen 1962)'e göre ise, toprağın bileşimini meydana getiren en önemli maddelerden biri olan **organik madde** mikroflora ve makrofloranın birlikte faaliyeti sonucunda meydana gelir ve organik madde olmadan toprak oluşamaz. Görüldüğü gibi, toprak oluşumunda bitki örtüsünün veya vejetasyonun etkisi küçümsenmeyecek düzeydedir. Doğal koşullar altında çeşitli ortamlar, çeşitli bitki türlerinin oluşumuna imkân hazırlarlar. Bu nedenle yeryüzünde çok çeşitli bitki türleri vardır. Bu bitki türleri, çoğu kez topluluklar halinde bulunurlar. Bazen bu topluluklar tek bir bitki türünden olduğu gibi, ortam koşullarının uygunluk ve çeşitliliğine göre de, çok çeşitli türlerden meydana gelmiş büyük bitki topluluklarını oluşturabilirler. Aynı şekilde bir sahada tarım yapıldığı zaman bazen bir tek kültür bitkisi ekildiği gibi; birden fazla kültür bitkisinin ekildiği ve bunların birlikte büyüdüğü görülebilir. İşte bütün bu koşullar içinde toprak üzerinde bulunan bitki türü veya türleri o toprağın organik maddesinin oluşmasında birinci derecede rol oynarlar. Toprak içindeki organik maddenin miktarı ise, üzerindeki bitki örtüsünün yoğunluğuna bağlı olarak az veya çok miktarda bulunur. Bilindiği gibi, yeryüzündeki büyük bitki toplulukları, iklim şartlarına bağlı olarak büyük vejetasyon formasyonları halinde bulunurlar. Yani klimatik koşullar, büyük bitki topluluklarını yansıtıcı bir özelliğe de sahiptir. Buna göre, klimatik koşullara bağlı olarak meydana gelmiş **büyük vejetasyon formasyonları**nı şöyle sıralayabiliriz (Mater, 1986):

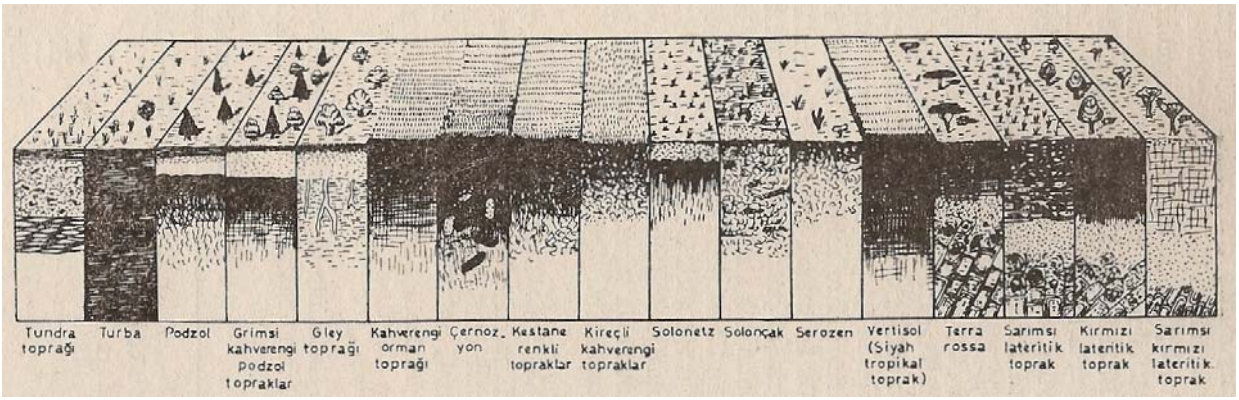
1- Boreal ormanlar
2- Konifer ormanlar
3- Yayvan yapraklı ormanlar
4- Çöl vejetasyon formasyonları
5- Otsu formasyonlar

6- Koruluklar ve küçük ağaç toplulukları
7- Mangrove (bataklık) ormanları
8- Kumlu ortamlarda yetişen bitkiler ve halofitler
9- Savanlar
10- Ağaçlı savanlar
11- Kurakçıl ormanlar
12- Sert keresteli musonal ormanları
13- Nemli ve kurak tropikal ormanlar
14- Tropikal yağmur ormanları
15- Tundra formasyonları
16- Alpin çayırlar

Görüldüğü gibi yeryüzünde çok çeşitli vejetasyon formasyonları vardır. Bunlar hemen tamamen bulundukları ortamın klimatik koşullarına uymuşlar ve farklı tipte vejetasyon formasyonları meydana getirmişlerdir. Doğal olarak bunların altında farklı toprak tipleri de oluşmaktadır (Şekil 21). Bitki toplulukları toprağa birçok yönden etki yaparlar. Kökleri vasıtasıyla toprağın derinliklerine inerler ve derin bir toprak parçasını erozyona karşı korurlar. Özellikle derin ve sık kök sistemi oluşturan çayır otlarının bulunduğu sahalarda toprağın erozyona karşı çok iyi korunduğu gözlenmiştir. Aynı şekilde bu tür sık ve derin kök sistemi oluşturan otsu formasyonların bulunduğu bölgelerde toprağın organik madde miktarı da yüksektir. İnce kılcal kök sistemlerinin iyi geliştiği ortamlarda ve böyle ortamı oluşturan bitki formasyonlarının bulunduğu topraklarda iyi gelişmiş bir **kırıntı strüktürü** görülür. İyi gelişmiş bu tür strüktürlere sahip topraklarda suyun ve havanın iyi dolaştığı gözlenir. Bu ise, toprak içindeki kimyasal ve biyolojik faaliyetin hızlanmasına, toprağın gelişmesine ve verimlilik kazanmasına yardımcı olur. Derin ve kalın kök sistemi geliştiren ağaçların toprakta derin kanallar açtığı ve bu kanalcıklar vasıtasıyla suyun ve havanın daha derinlere indiği görülür. Aynı şekilde bu kökler, kayalarda açtıkları çatlaklar vasıtasıyla kayanın fiziksel parçalanmasına yardımcı olmaktadır. Bunun sonucunda toprağa yeni ve daha fazla oranda **inorganik madde** de eklenmektedir. Organik madde miktarı ise, daha önce belirtildiği gibi, büyük ölçüde vejetasyonun yoğunluğuna bağlıdır. Bunun dışında vejetasyonun tipi de organik madde miktarını etkileyici bir faktördür. Nitekim farklı bitki türlerinin toprağa vermiş oldukları organik madde miktarı değişkendir. Aşağıdaki tabloda bu özelliği belirgin olarak görmek mümkündür (Tablo 12)(Mater, 1986).

Tablo 12: Farklı bitki türlerinin toprağa verdikleri toplam organik madde miktarı (hektar/ton) Fiztzpatrick'den) (Mater, 1986)

Vejetasyon tipi	Yıllık organik madde miktarı
Alpin çayır	<0.5 — 0.9
Preri çayırları (kısa boylu)	1.6
Karışık preri çayırları (uzun boylu)	5.0
Querous rubor	3.7
Pinus sylvestris	2.5
Fagus sylvatica	3.5 — 5.0
Tropikal orman	25.0



Şekil 21: Farklı iklim bölgeleri ve farklı vejetasyon örtüsü altında gelişen toprak tipleri (Fitzpatrick'e göre; Mater 1986'dan).

6.1.2. Hayvanlar

6.1.2.1. Omurgalılar

Omurgalı hayvanlar içinde **memeliler**in toprakta yaptığı bazı değişiklikler dikkat çeker. Özellikle tarla faresi, köstebek gibi toprak altında yuva yapan veya toprak içinde yiyecek arayan memeli hayvanların toprağı karıştırmakta çok usta oldukları bilinen bir gerçektir. Tavşan, tarla faresi ve köstebeklerin, üst toprağı derinlere taşımak; derinlerdeki toprağı ise yüzeye çıkarmak gibi önemli bir karıştırma görevi vardır. Bu şekilde üst topraktaki zengin organik maddeye sahip A horizonu derinlere; mineral maddece zengin olan B ve C horizonlarında bulunan toprak ise yüzeye getirilir. Böylece toprak çok iyi şekilde karışır. Bu tür makro boşluklar suyun ve bilhassa havanın toprağın derinlerine geçmesine yardımcı olur. Bu nedenle köstebek, tarla faresi v.s. gibi omurgalı hayvanların gerek toprağın karıştırılmasında gerekse organik madde yönünden zenginleşmede önemli rolleri vardır. Yüzeyde ise sincaplar, tarla fareleri, dağ kunduzları v.s. gibi çeşitli hayvanlar toprak üzerinde etkili olurlar; ancak bu hayvanların toprak oluşumundaki rolleri pek fazla değildir. Memeli evcil hayvanlar ise genelde toprak üzerinde daha fazla etkili olurlar. Özellikle çayır alanlarında ve sürülmüş tarlalarda otlayan hayvanlar bir taraftan toprağı sürekli çiğneyerek

strüktürünü bozarlarsa da dışkılarını bırakarak toprağa önemli oranda organik maddenin girmesine yardımcı olurlar. Evcil hayvanlar, eğimlerin fazla olduğu sahalarda aşırı olarak otlatılırsa üst toprağın bozulmasına neden olurlar. Böylece toprağın geçirimliliği azalır, yüzeysel akış hızlanır ve erozyon tehlikesi belirir. Özellikle düzensiz yağış rejimine sahip olan bu tür bölgelerde toprağın erozyonla önemli kısmını kaybetmesine yol açar. Bilhassa ülkemiz gibi düzensiz yağış rejimine sahip, arızalı topografyanın görüldüğü Doğu Anadolu bölgesinde bu çok belirgindir. Diğer memeli hayvanlardan bir kısmı; ayrıca bazı kuş türleri, yılanlar, kertenkeleler ve kaplumbağalar da toprağa çeşitli şekillerde etki yaparlarsa da toprak oluşumuna fazla bir katkıda bulunmazlar (Mater, 1986).

6.1.2.2. Mikroorganizmalar

Bu grupta bulunan organizmalar arasında özellikle bakteriler, mantarlar, aktinomeler, algler ve protozoalar toprak içinde önemli biyolojik faaliyette bulunurlar. Bu faaliyetin nedenleri ve çeşitleri bugün bile kesin olarak anlaşılamamıştır. Bu faaliyetlerin en fazla olduğu yerler kuşkusuz tropikal bölgelerdir. Mikroorganizmalar içinde hâkim grup **bakteriler ve mantarlar**dır. Bunlar içinde **bakteriler**, en küçük ve en kalabalık grubu oluştururlar. Serbest yaşayan bu canlılar, 1 gram toprak içinde milyonlarca olabilirler. Yapılan araştırmalara göre, 15 cm kalınlıkta bir toprak parçasında 1 hektarda 1000 – 6000 kg arasında bulunabilir. Mikroorganizmalar içinde **algler,** klorofil içeren ve fotosentez yeteneğine sahip tek hücrelilerdendir. Ancak klorofilli olduklarından ve ışığa gereksinimleri olduklarından algler genellikle yüzeye yakın üst toprakta bulunurlar. **Protozoalar** da toprak içinde önemli oranda bulunabilen mikroorganizmalardır. Bunlar genellikle ıslak ve nemli ortamlardan hoşlanırlar ve böyle ortamların görüldüğü saha ve topraklarda bolca bulunurlar. Toprak içinde mikroorganizmaların bulunuşu geniş ölçüde besin maddelerine bağlıdır. Özellikle toprağın A horizonunda yüksek oranda mikroorganizma mevcuttur. Birçok tür genelde optimum 25–30ºC sıcaklık isterlerse de, termofillik bakteriler çöl şartlarına yakın sıcaklık isteklerine sahiptirler. Buna ek olarak, mikroorganizmalar genellikle aerobik ortamlarda yaşarlarsa da; bazı önemli bakteriler hem aerobik hem de anaerobik ortamlarda yaşarlar. **Bakteriler ve aktinomeler** çoğunlukla pH değeri 7 olan nötr ortamlarda veya çok hafif alkalen topraklarda gelişirler. **Mantarlar** ise daha çok asitli ortamlarda gelişirler. Mikroorganizmaların bir kısmı hareket serbestliğine sahiptir. Ancak bulundukları ortamdan fazla uzaklara gitmezler. Mantarlar ise genelde hareket etmezler. Toprak içinde yeterli besin maddesinin bulunmaması halinde mikroorganizmalar bir tür dinlenme devresine girerler. Ancak toprağa yeni taze besin maddesi gelince yeniden faaliyetlerine devam ederler (Mater, 1986).

6.1.2.3. Sürüngenler ve Böcekler (Mezofaunalar)

Bu grupta bulunan organizmalar çok değişken türleri kapsarlar ve organik maddeleri sindirirler. Bu organizmalar solucanlar, karıncalar, küçük parazit kurtlar, kırkayaklar, bazı kabuklu sürüngenler, gastropodlar (karından bacaklılardan sümüklü böcekler v.s.) ve çeşitli böceklerle özellikle termitlerdir. Mikroorganizmalar gibi bunların miktarı da doğrudan besin maddelerinin miktarına bağlıdır. Bu nedenle genellikle toprağın yüzeyinden itibaren 5 cm derinliğine kadar olan kalınlığı içinde bulunurlar. Yalnızca solucanlar ve termitler 20 cm derinliğe kadar inebilirler ve buralarda faaliyetlerini sürdürürler. Genellikle mezofaunalar, iyi havalanabilen toprakları tercih ederler. Çünkü bunların yaşamlarını sürdürebilmeleri için

havanın oksijenine ihtiyaçları vardır. Bunlar gleyli topraklarda, çamur haline gelmiş fazla nemli ortamlarda yaşamazlar. Bunların ayrıca sıcaklık derecelerinin fazla değişken olmadığı ortamları seçtikleri ve sıcaklık değerlerinin 25–30ºC arasında değiştiği optimum koşullarda çok iyi geliştikleri görülür. Mezofaunanın birçok türleri nötr toprakları tercih ederler. Özellikle solucanlar ve bazı böcek türleri ise asit topraklardan hoşlanırlar. Bunları (Mater, 1986):

1) Organik mineral materyali sindiren organizmalar,
2) Organik materyali sindiren organizmalar,
3) Toprağı taşıyan organizmalar,
4) Havalandırmayı ve yapıyı geliştiren organizmalar,
5) Parazitler

gibi gruplara ayırmak mümkündür.

6.1.3. İnsan

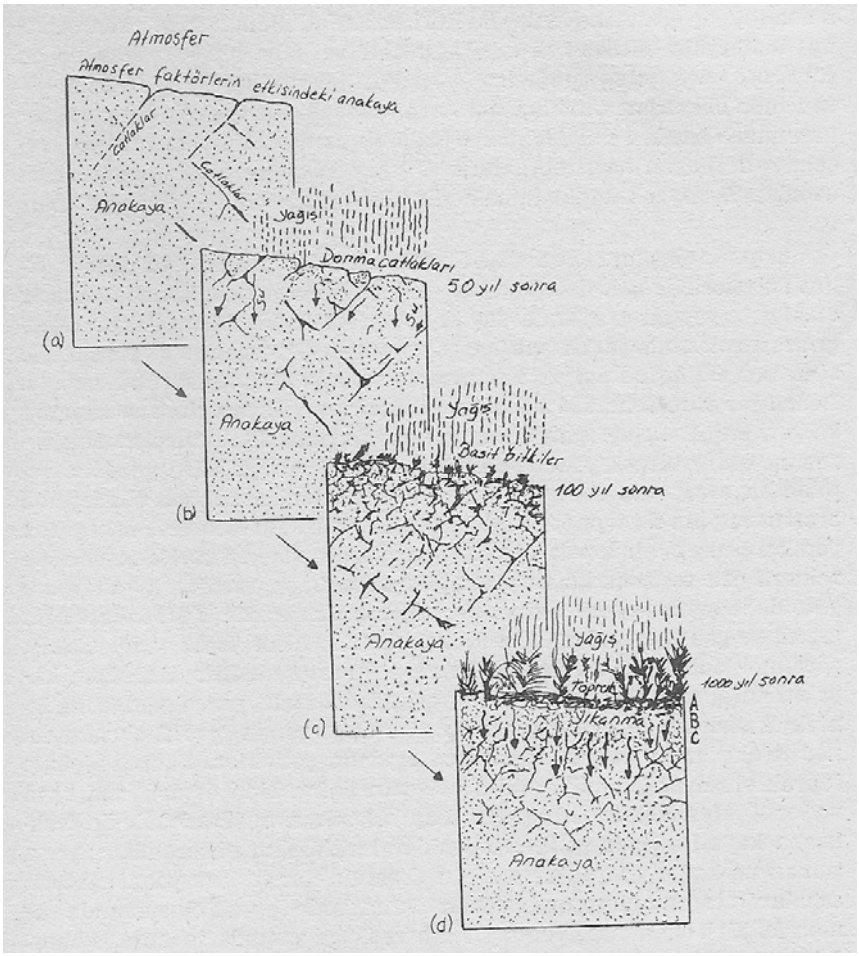
İnsanın toprak üzerine yaptığı etkiler, değişken ve çok çeşitlidir. İnsanın toprak üzerindeki etkisi bazen öyle büyük boyutlarda olur ki o sahada, o bölgede veya o ülkede bakir toprak ile ekili toprağı birbirinden ayırmak adeta imkânsız hale gelebilir. Başka bir değişle Batı Avrupa'nın birçok ülkesinde olduğu gibi toprakların tamamı antropojen karakterli olabilir. İnsanın genellikle toprağa yaptığı en büyük etki onun üzerinde **tarım yapma**sıyla meydana gelir. Toprak üzerinde tarım yapmak, onun A horizonunun kısmen, B horizonunun ise kısmen veya tamamen değiştirilmesiyle olabilir. Toprak tarıma açıldığında toprağın sürülmesiyle birlikte üst toprak iyice karıştırılır ve A horizonunun tamamı ile kısmen B horizonu birlikte kalınlığı 50-60 cm olan **antropojen karakterli bir horizon** meydana gelir. Buna **Ap horizonu** denir ve tamamen insan tarafından oluşturulmuştur. İnsan bunun dışında mera ve orman oluşturmak için de toprağı yine pek çok yönden değişikliğe uğratabilir. Sonuç olarak insanın toprak üzerinde yapmış olduğu etki küçümsenmeyecek düzeydedir (Mater, 1986).

6.2. Pedojenez: Toprak Oluşumunda Zaman Faktörü

Toprak oluşumu, son derece yavaş meydana gelen, binlerce, hatta milyonlarca yıl sürebilen bir süreçtir. İnsan ömrü gibi kısa bir süre içinde izlenmesi zor olduğundan çeşitli evrelere ayırarak bir sınıflandırma yapmak zordur. Bir başka güçlük de toprak oluşum süresi boyunca periodik iklim değişmeleri ve vejetasyon da toprak oluşumunu şu veya bu yönde değişime uğratır. Bu nedenle, toprak oluşumunda zaman faktörü kısmen jeolojik, jeomorfolojik ve palinolojik kanıtların interprestasyona tabi tutulmasıyla açıklanabilmektedir. Son yıllarda ise **radyokarbon analizleri** ile toprak yaş tayinleri yapılabilmektedir. Birçoğu oluşumlarına milyonlarca sene önce başlamıştır (Mater, 1986).

6.2.1. Toprak - Zaman İlişkisi

Bazı horizonlar oluşum süreleri bakımından diğerlerinden farklılık gösterir, özellikle yüzey horizonları ayrışmamış ana madde üzerinde 40–50 yıl içinde oluşabilir. Bu nedenle kısa süre içinde toprak profilinin organik horizonu ile A horizonu oluşabilir. Ortadaki horizonlar ise daha yavaş oluşurlar ve gelişirler (Şekil 22).



Şekil 22: Toprak oluşumunda zaman faktörünün etkisi ve pedojenez olayının gelişim evreleri (Mater 1986'dan).

Toprakların olgunluk derecelerinin saptanması horizon farklılaşmalarıyla ilgilidir. Jenny bunu şu şekilde açıklar "…pratikte horizonların fazla ve bu horizonların kalınlıkları arttıkça toprağın olgunluk dereceleri de artmaktadır." Ancak, bugün hiçbir insan toprakların olgunlaşma evresini izleyebilme olanağına sahip olmamıştır. Diğer bir değişle toprakların oluşumu, profillerin olgunluk derecelerinin saptanması ile çözümlenebilir. Son yıllarda polen analizleri ve Karbon-14 (^{14}C) araştırmalarının gelişmesiyle pedojistler toprakların gerçek yaşlarını hemen hemen belirleyebilme olanağına sahip olmuşlardır. Toprakların hiçbiri aynı zaman içinde olgunluğa erişmezler. Birçoklarının oluşum süreleri oldukça uzun olup, son 100 milyon yıl içinde oluşmuşlardır. Toprak horizonları birbirlerini izleyen zaman süreleri içinde bazen yavaş bazen hızlı bir şekilde oluşurlar. Bilindiği gibi horizonlar birbirlerinden belirgin fiziksel ve kimyasal özellikleriyle ayrılırlar. Bu farklılaşma zaman süreci içinde daha da belirginleşir. Yüzey horizonları 20–30 yıl gibi bir süre içinde ortaya çıkabilir. Ancak ortadaki horizonların özelliklerini kazanması daha uzun zamana ihtiyaç gösterir. Çünkü bu horizonlarda bulunması gereken taşınmış materyalin birikme prosesi ağır olur ve kaba bir varsayım ile bu süre 5000 – 6000 yıl arasındadır. Diğer bazı horizonlar ise daha uzun süre içinde oluşurlar. Çünkü alttaki ana maddenin yani anakayanın ayrışarak bir karakter kazanması için, bazen 1 milyon yıldan fazla bir zamana ihtiyaç vardır. Gerçekten de bugün

bazı topraklar C horizonlarının oluşum süresi en azından Tersiyer'e kadar inmektedir (Fitzpatrik 1972'e göre; Mater 1986).

Toprak oluşumunda zaman kavramı çeşitli anakaya ve değişik iklim bölgelerinde çok değişken bir durum gösterir. Bu konuda Hilger (1987)'in yaptığı araştırma kayda değer bir özellik taşır. Hilger yaptığı araştırmasında farklı anakayadan oluşmuş parçaları 17 yıl süreyle atmosfer etkilerine maruz bırakmış ve aşağıdaki sonuçları bulmuştur. Belirli bir süre sonunda atmosfer etkilerine en dayanıklı anakayanın kalker, en çabuk ayrışanın ise kumtaşı olduğunu kanıtlamıştır. Kuşkusuz bu sonuç birçok yönden eleştiriye açıktır. Ancak 19. yüzyılda yapılan bir araştırma olması ve o zamanın şartları göz önüne alındığında araştırma yine de ilginç bir sonuca ulaşmıştır. Bu konuda ülkemizde yapılan benzeri araştırmada ise varılan sonuç şudur: Hetorojen karakterli asit ve bazik katılaşım kayaları, homojen karakterli kalkerlere göre daha çabuk ayrışarak profil oluşturabilmektedir. Yani kalkerlerin granit ve gabrolara göre, daha dirençli ve ayrışmaya dayanıklı olduğu görülmektedir. Böylece farklı aşınma oranları nedeniyle, katılaşım kayalardan oluşan topraklar anakayanın daha hızlı parçalanması nedeniyle, kalkerden oluşan topraklara göre daha çabuk profil oluşumuna neden olurlar ve olgun toprakları meydana getirirler. Zaman içinde toprak oluşması bilindiği gibi o bölgenin iklim, bitki örtüsü, anakaya ve topografya şartlarına bağlıdır. Aynı bölgede, aynı süre içinde iki farklı anakaya üzerinde gelişen topraklar farklılıklar gösterebilir. Ayrıca zaman ne kadar uzun olursa olsun devamlı olarak erozyona uğrayan sahalarda toprak oluşumu kısıtlıdır. Bu nedenle toprak oluşumunda zaman faktörü ele alındığında anakaya ve iklim yanında sahanın jeomorfolojik yönden stabil bir karakterde bulunması gerektiği unutulmamalıdır. Çünkü yağış yetersizliği veya kuraklık ile dik yamaçlar üzerinde toprağın erozyonla kaybı olgun toprakların oluşumunu engeller veya geciktirir. Toprakların gelişme oranı bu nedenle büyük ölçüde ortam şartlarına bağlı olarak değişmektedir. Belli bir zaman süresi içinde bir topraktaki gelişme diğerine göre farklı olabilmektedir. Bu durumlar dikkate alındığında, toprağın olgunluğu zaman süresinden çok horizonların gelişme derecesi ile saptanmaktadır. Gerçekten de hızlı toprak gelişmesi nemli ve sıcak iklim ile, yoğun bitki örtüsünün bulunduğu sahalarda, geçirgen ve kireç yönünden fakir gevşek materyal özelliklerine sahip, yeterli drenajlı düz sahalarda meydana gelmektedir. Buna karşın soğuk veya sıcak kurak, zayıf vejetasyon örtüsü kireç yönünden zengin, pekişmiş materyalin bulunduğu, eğimli yamaçlara sahip topografya şartları altında toprak gelişmesi yetersiz kalmaktadır (Mater, 1986).

6.2.2. Toprağın Gelişimi (Evolüsyonu)

Genelde toprak bilimci toprağın oluşumunu belli çevre şartlarının etkisi altında açıklamaya çalışır. Ancak unutulmamalıdır ki, yeryüzünde pekçok saha jeolojik devirler içinde farklı iklim şartlarına ve buna bağlı olarak da farklı bitki topluluklarının yayılışına maruz kalmıştır. Böylece pekçok toprak, tek bir pedojenez süreci sonucunda değil, çeşitli dönemlerde ortaya çıkan çevre şartlarının değişmesinden ötürü birbiri ardınca gelen pedojenez devreleri içinde oluşmuşlardır. Diğer bir değişle çevre şartlarında ortaya çıkan değişme birden fazla pedojenez devresi sonucunda topraklarda birtakım farklı oluşumlar ortaya çıkmıştır. Bu oluşumların payı da burada dikkatli bir gözlemle ortaya çıkarılabilir. Bu özellikler milyonlarca yıllık bir zaman süresi içinde kuvvetli bir şekilde ortaya çıkmışlardır. Böylece o toprağın yalnızca bugünkü ortam şartlarında değil geçmiş dönemlerdeki ortam

şartlarından da etkilenerek oluştuğu görülür. Ayrıca her bir dönemde ortamda farklı çevre faktörleri etkili olur ve böylece toprağın oluşum dönemi içinde tek bir faz değil, birçok fazın payları vardır. Bunlar milyonlarca yıllık devre içinde bazen zayıf, bazen de kuvvetli bir biçimde kendini belli eder. Böylece toprakların oluşumunda yalnızca bugünkü pedojenik faktörlerin değil, geçmiş dönemdeki pedojenik faktörlerin izlerine rastlamak mümkündür. Ancak, çevre faktörlerinde ortaya çıkan değişimler toprakların değişimlerine sürekli ve doğrudan etki etmelerine rağmen vejetasyon ve topografya gibi çeşitli çevre faktörlerinde herhangi bir değişme olmadığı halde, toprak oluşumunun devam etmesi, toprak içinde yeni birtakım olayların oluştuğunu gösterir. Bunlardan bazıları öylesine etkili olur ki, toprağın oluşumunda tek başına bir faktör rolü oynayabilir. Örneğin, sürekli geçirimsiz bir toprak zonundan oluşması yüzeyde su birikmesine neden olabilir. Böylece toprağın karakteri, üzerindeki vejetasyon örtüsünün karakterini etkiler. İşte topraklarda oluşan ve yavaş yavaş ortaya çıkan bu değişimlere "toprağın evolüsyonu" ya da "toprağın tekamülü" veya "**toprağın gelişmesi**" denir. Bu değişimler, toprak içinde meydana geldiği takdirde **"endojen evolüsyonu"** dışta meydana geldiği takdirde **"exojen evolüsyon"** denir. King (1967) Afrika ve Avusturalya'daki eski aşınım yüzeyleri üzerinde yaptığı araştırmalarda Tersiyer ortalarında hatta başlarında toprak oluşumunun izlerini bulmuş; bazı yerlerde ise oluşum izlerinin 65 milyon yıl önceye Kretase'ye kadar indiğini ortaya koymuştur. Bu derece uzun bir zaman periyodu içinde çevre faktörlerinde önemli değişmelerin ortaya çıktığı bir gerçektir. Bu değişimler doğal olarak pedojenezi de etkilemiş, belirli dönemlerde gerek iç ve gerekse dış faktörlerde birçok farklılıklar ortaya çıkmıştır. Böylece bugün daha serin bir iklime sahip olan kuzey ve kuzeybatı Avrupa, Miosen'de sıcak ve nemli bir iklimin etkisinde kalmıştır. Nitekim bugün Kanada ve İngiltere'de bulunan palmiyelerin açıklaması işte bu nedenle mümkün olabilmektedir. Buna göre Miosen iklim koşulları veya daha geniş kapsamıyla **Miosen pedojenez şartları,** bugün Avrupa'da ve Kuzey Amerika'daki **relikt toprakları**n oluşumuna ve açıklamasına yardımcı olabilmektedir. Örnekler çoğaltılabilir. Ancak burada ortaya konmak istenen amaç veya varılması istenilen sonuç, toprak oluşumunda zaman faktörünün oldukça önemli olduğunu vurgulamaktır. Gerçekten pedojenez şartlarında ortaya çıkan büyük veya küçük ölçüdeki değişmeler, toprak oluşumlarında polijenik bir oluşum prosesinin varlığı ile açıklanabilir. Dünyanın birçok yerinde bugün aktüel, yani yerinde oluşmuş (in situ) topraklar, uzun jeoloji devreleri içinde pekçok kez tekrarlanan çevre faktörlerinin değişmesi nedeniyle büyük ölçüde etkilenmişlerdir. Topraklar bugün dünyanın birçok yerinde karşılaştırmalı yöntemlerle araştırılmakta ve **"polijenik toprak oluşumu"** kavramı açıklanmaya çalışılmaktadır (Mater, 1986)(Foto 12).



Foto 12: Polijenik topraklara bir örnek: Akşehir Ovası ve geride Sultandağları (Ahmet Ertek arşivi, 2002).

Uygulamalar

Uygulama Soruları

Bu Bölümde Ne Öğrendik Özeti

Bu konuda, toprak oluşumunda organizma faktörü ile zaman faktörünün rolü üzerinde durulmuştur. Özellikle toprak oluşumuna ve gelişimine katkı veren canlılardan; bitki örtüsü, hayvanlar ve insanın ortam koşullarındaki etkileri anlatılmıştır. Bilhassa hayvanlar bölümünde omurgalılar, mikroorganizmalar ile sürüngenler ve böceklerin toprak oluşumuna yaptıkları etki sunulmuştur. Organizmaların yanı sıra; toprak oluşumunda zaman faktörü üzerinde de durularak konu sonlandırılmıştır.

Bölüm Soruları

1) Aşağıdakilerden hangisi toprağı karıştırmakta çok usta oldukları bilinen ve toprak altında yuva yapan veya toprak içinde yiyecek arayan memeli hayvanlardan biri değildir?

a) Köstebek
b) Tavşan
c) Tarla faresi
d) Kurt
e) Hiçbiri

2) Aşağıdakilerden hangisi toprak oluşumuna katkı veren mikroorganizmalar arasında sayılamaz?

a) Bakteriler
b) Aktinomeler
c) Algler
d) Mantarlar
e) Yılanlar

3) "Örneğin Miosen iklim koşulları veya daha geniş kapsamıyla Miosen pedojenez şartları, bugün Avrupa'da ve Kuzey Amerika'daki **……..** oluşumuna ve açıklamasına yardımcı olabilmektedir." ifadesine göre, boşluğa aşağıdaki terimlerden hangisi konulmalıdır?

a) Relikt toprakların
b) Endemik toprakların
c) Yeni toprakların
d) Fosil toprakların
e) Paleosollerin

4) "Mikroorganizmalar içinde hâkim grup **bakteriler ve mantarlar**dır. Bunlar içinde **bakteriler**, en küçük ve en kalabalık grubu oluştururlar. Serbest yaşayan bu canlılar, 1 gram toprak içinde milyonlarca olabilirler. Yapılan araştırmalara göre, 15 cm kalınlıkta bir toprak parçasında 1 hektarda 1000 – 6000 kg arasında bulunabilir." ifadesi doğru mu, yanlış mıdır?

Doğru ( ) Yanlış ( )

5) Yeryüzündeki büyük bitki toplulukları, iklim şartlarına bağlı olarak büyük vejetasyon formasyonları halinde bulunurlar. Mater, (1986)'e göre, klimatik koşullara bağlı olarak dünyada meydana gelmiş **büyük vejetasyon formasyonları** kaç tanedir, sıralayınız.

…….

…….

…….

…….

6) Aşağıdakilerden hangisi pedojenez gelişiminde etikili olan hayvan topluluklarırndan birisi olamaz?

a) Omurgalılar

b) Kuşlar

c) Sürüngenler

d) Böcekler

e) Mikroorganizmalar

7) "İnsanın toprak üzerine yaptığı etkiler, değişken ve çok çeşitlidir. İnsanın toprak üzerindeki etkisi bazen öyle büyük boyutlarda olur ki o sahada, o bölgede veya o ülkede bakir toprak ile ekili toprağı birbirinden ayırmak adeta imkânsız hale gelebilir. Başka bir değişle Batı Avrupa'nın birçok ülkesinde olduğu gibi toprakların tamamı antropojen karakterli olabilir. İnsanın genellikle toprağa yaptığı en büyük etki onun üzerinde tarım yapmasıyla meydana gelir. Toprak üzerinde tarım yapmak, onun A horizonunun kısmen, B horizonunun ise kısmen veya tamamen değiştirilmesiyle olabilir. Toprak tarıma açıldığında toprağın sürülmesiyle birlikte üst toprak iyice karıştırılır ve A horizonunun tamamı ile kısmen B horizonu birlikte kalınlığı 50-60 cm olan ……..karakterli bir horizon meydana gelir." ifadesindeki boşluğu hangi terim konulmalıdır?

a) Antropojenik

b) Organik

c) İnorganik

d) Endojenik

e) Eksojenik

8) "Toprak oluşumu, son derece yavaş meydana gelen, binlerce, hatta milyonlarca yıl sürebilen bir süreçtir. İnsan ömrü gibi kısa bir süre içinde izlenmesi zor olduğundan çeşitli evrelere ayırarak bir sınıflandırma yapmak zordur. Bir başka güçlük de toprak oluşum süresi boyunca periodik iklim değişmeleri ve vejetasyon da toprak oluşumunu şu veya bu yönde değişime uğratır. Bu nedenle, toprak oluşumunda bu faktör kısmen jeolojik, jeomorfolojik ve palinolojik kanıtların interprestasyona tabi tutulmasıyla açıklanabilmektedir." ifadesinde toprak oluşumunda hangi faktörden bahsedilmiştir?

a) Toprak oluşumunda iklim faktörü

b) Toprak oluşumunda anakaya faktörü

c) Toprak oluşumunda zaman faktörü

d) Toprak oluşumunda topografya faktörü

e) Toprak oluşumunda organizma faktörü

9) "Genelde toprak bilimci toprağın oluşumunu belli çevre şartlarının etkisi altında açıklamaya çalışır. Ancak unutulmamalıdır ki, yeryüzünde pekçok saha jeolojik devirler içinde farklı iklim şartlarına ve buna bağlı olarak da farklı bitki topluluklarının yayılışına maruz kalmıştır. Böylece pekçok toprak, tek bir pedojenez süreci sonucunda değil, çeşitli dönemlerde ortaya çıkan çevre şartlarının değişmesinden ötürü birbiri ardınca gelen pedojenez devreleri içinde oluşmuşlardır". Yukarıdaki ifadeye dayalı olarak "Toprağın Gelişimi (Evolüsyonu)" konu edilmiştir. Anlatılan bu ifade sizce doğru mu, yanlış mıdır?

Doğru ( ) Yanlış ( )

10) "Pedojenez şartlarında ortaya çıkan büyük veya küçük ölçüdeki değişmeler, toprak oluşumlarında çok evreli bir oluşum prosesinin varlığı ile açıklanabilir. Dünyanın birçok yerinde bugün aktüel, yani yerinde oluşmuş (in situ) topraklar, uzun jeoloji devreleri içinde pekçok kez tekrarlanan çevre faktörlerinin değişmesi nedeniyle büyük ölçüde

etkilenmişlerdir. Topraklar bugün dünyanın birçok yerinde karşılaştırmalı yöntemlerle araştırılmakta ve "**……**" kavramı açıklanmaya çalışılmaktadır." Paragrafındaki boşluğa aşağıdaki hangi ifade getirilmelidir?

a) Yeni toprak oluşumu
b) Polijenik toprak oluşumu
c) Relikt toprak oluşumu
d) Fosil toprak oluşumu
e) Endemik toprak oluşumu

CEVAPLAR: 1-d, 2-e, 3-a, 4-Doğru,

5-Bunlar 16 farklı bitki topluluğundan oluşur. Sırasıyla şöyledir:

1-Boreal ormanlar

2-Konifer ormanlar
3-Yayvan yapraklı ormanlar
4-Çöl vejetasyon formasyonları
5-Otsu formasyonlar
6-Koruluklar ve küçük ağaç toplulukları
7-Mangrove (bataklık) ormanları
8-Kumlu ortamlarda yetişen bitkiler ve halofitler
9-Savanlar
10-Ağaçlı savanlar
11-Kurakçıl ormanlar
12-Sert keresteli musonal ormanları
13-Nemli ve kurak tropikal ormanlar
14-Tropikal yağmur ormanları
15-Tundra formasyonları
16-Alpin çayırlar

6-b, 7-a, 8-c, 9-Doğru, 10-b.

7. PEDOJENİK SÜREÇLER: FİZİKSEL SÜREÇLER

Bu Bölümde Neler Öğreneceğiz?

7.1. Pedojenik Süreçler
7.2. Fiziksel Süreçler
7.2.1. Agregatlaşma
7.2.2. Yer Değiştirme

Bölüm Hakkında İlgi Oluşturan Sorular

1) Pedolojik süreçleri sıralayınız.

2) Toprakta fiziksel süreçleri anlatınız.

3) Toprakta agregatlaşma özelliğini anlatınız. Agregatlaşma faktörlerini aktarınız.

4) Toprakta kaç çeşit yer değiştirme olur? Nedenleriyle açıklayınız.

Bölümde Hedeflenen Kazanımlar ve Kazanım Yöntemleri

Konu	**Kazanım**	**Kazanımın nasıl elde edileceği veya geliştirileceği**
Pedojenik süreçler: Fiziksel süreçler	Pedolojik süreçleri kavramak ve öğrenmek.	Metin, sunum ve görsellerle
Pedojenik süreçler: Fiziksel süreçler	Toprakta fiziksel süreçleri kavramak.	Metin, sunum ve görsellerle
Pedojenik süreçler: Fiziksel süreçler	Toprakta agregatlaşma özelliğini kavramak ve öğrenmek.	Metin, sunum ve görsellerle
Pedojenik süreçler: Fiziksel süreçler	Toprakta yer değiştirme özelliğini kavramak ve öğrenmek.	Metin, sunum ve görsellerle

Anahtar Kavramlar

- Pedolojik süreçler,
- Toprakta fiziksel süreçler,
- Agregatlaşma,
- Toprakta yer değiştirme

7.1. Pedojenik Süreçlere Giriş

Topraklar, karmaşık ve dinamik sistemler olup bünyelerinde birçok olaylar, diğer bir değişle birçok süreç oluşur. Bunlar **fiziksel, kimyasal** ve **biyolojik** olarak sınıflandırılır. Ancak bu olayların toprak içinde birbirinden kesin sınırlarla ayrılması oldukça güçtür. Çünkü oluşuklar çoğu kez birbirleriyle ilişkili olarak meydana gelir. Örneğin oksidasyon ve redüksiyon genelde kimyasal bir süreç olarak tanımlanır, ancak bunlar mikroorganizmaların yardımıyla oluşan olaylardır. Aynı şekilde minerallerin toprak içinde yer değiştirmesi ya süspansiyon içinde yani eriyik olarak oluşur veya solucanlar gibi organizmaların sindirim sistemlerinde meydana gelen fiziko-kimyasal değişme ile oluşurlar. O nedenle, bu bölümde bu olaylar ana hatlarıyla ayrı ayrı ele alınarak incelenecektir. Ancak bu süreçlerin birbirleriyle olan ilişkileri unutulmamalıdır (Mater, 1986).

7.2. Fiziksel Süreçler

Toprakta meydana gelen başlıca fiziksel süreçler; **agregatlaşma, parçalanma** ve **taşınma-birikme olayları** olarak sayılabilir. Bu süreçlerin oluşumunda etkili olan faktörler değişkendir. Bu nedenle yukarıda belirtilen olaylar topraklarda belli şartlar altında meydana gelirler. Örneğin **donma ve çözülme olayları** birtakım özel durumlar gerçekleştiğinde meydana gelir. Topraktaki fiziksel süreçler aşağıda özetlenmeye çalışılmıştır (Mater, 1986).

7.2.1.Agregatlaşma

Agregatlaşma çoğu kez toprak strüktürü ile birlikte ele alınan bir terimdir. Toprak strüktürü veya agregatlaşma; toprak parçacıklarının bir araya gelerek oluşturduğu sıralanma ve bunların duruş şeklini ifade eden **kümelenme olayı**dır. Dolayısıyla strüktür kum, silt ve kilden oluşan toprak parçacıklarının birleşme özelliklerini ve bunların oluşturdukları özel şekilleri içermektedir. Toprağın agregatlaşma özelliği çeşitli faktörlerin etkisi altında meydana gelir. Toprak agregatlaşmasını oluşturan başlıca faktörler ise şunlardır (Mater, 1986):

1-Kil ve humus
2-Çimento maddesi
3-Mesofauna
4-Bitki kökleri (genellikle kılcal kökler)
5-Genişleme ve büzülme
6-Donma ve çözülme
7-Mikroorganizmalar
8-Değişebilir katyonlar
9-Tarımsal faaliyetler

7.2.1.1. Kil ve Humus

Kilin ve humusun toprak parçacıklarını birleştirme yeteneği vardır. Bu nedenle özellikle üst toprak horizonlarında agregatlaşmanın kolaylaşmasını sağlar.

7.2.1.2. Çimento Maddesi

Hidroliz sonucu ortaya çıkan demir ve alüminyum silikatlar toprak parçacıklarının birbirlerine yapışmasında çimento maddesi görevi yaparlar. Bazı durumlarda bu çimento maddesi kesintisiz ve devamlı yüzeyler halinde toprak içinde bulunabilirler. Bunun sonucunda sert ve oldukça dayanıklı kabuk şeklinde horizonlar oluşabilir. Kurak ve yarıkurak bölge topraklarındaki "Duripan (Sert kabuk)" denilen kabuklar bu şekilde oluşur. Yine aynı bölgelerde karbonatın (kalsiyum karbonat=$CaCO_3$) da birikip bir kabuk oluşturduğu görülür. Çünkü $CaCO_3$ da bir çimento maddesidir. Böyle oluşuklar ise "kaliş (Kalker kabuk)" adıyla bilinir.

7.2.1.3. Mesofauna

Solucanlar, karıncalar ve diğer toprak altında yaşayan organizmalar, toprakları yiyerek sindirim sistemlerinden geçirir ve çeşitli boyutlarda kırıntılar şeklinde dışkılarıyla atarlar. Böylece bu tür organizmaların bol miktarda bulunduğu toprakların özellikle üst horizonlarında kırıntı strüktürü gelişir ve agregatlaşma kolayca gerçekleşir. Çünkü bu dışkılar içinde toprakları birbirine bağlama özelliğine sahip organik materyaller veya bileşkenler vardır.

7.2.1.4. Bitki Kökleri

Özellikle **kılcal kök sistemi** geliştiren bitkilerin kökleri (çayır otları) toprak parçacıklarının birbirleriyle kolayca bağlanmasına ve kırıntı tipi strüktür gelişiminin ortaya çıkmasına neden olurlar.

7.2.1.5. Genişleme ve Büzülme

Özellikle içlerinde yüksek oranda kil minerali içeren topraklarda genişleme ve büzülme olayları oldukça belirgindir. Tabakalı 1:1 veya 2:1 strüktürlü kil minerali içeren topraklarda, suyun fazla olduğu dönemlerde şişerek yüzey genişleten kil, suyun kaybedilmesi sonucunda büzülerek toprakta geniş yarık ve çatlaklar oluşturur. Bunun sonucunda ise toprak yüzeyinde boyuna gelişmiş sütun veya kolon şekilli agregatlar ortaya çıkar. İşte özellikle kurak veya yarıkurak bölge topraklarında ortaya çıkan prizmatik veya blok türündeki strüktürün nedeni, toprak içinde bulunan ve genişleyip büzülebilme yeteneğine sahip **kil**den ileri gelmektedir.

7.2.1.6. Donma ve Çözülme

Topraklarda masif, tabakalı ve köşesiz blok strüktür oluşumuna neden olan en önemli fiziksel etkendir.

7.2.1.7. Mikroorganizmalar

Mikroorganizmalar agregat oluşumuna salgıladıkları çeşitli maddelerle yardımcı olurlar. Bu maddeler çoğunlukla yapışkan karakterde olup toprak parçacıkları içine karışmak suretiyle onları birbirine bağlarlar. Genellikle kırıntı veya granüler karakterde strüktür gelişmesine yardımcı olurlar.

7.2.1.8. Değişebilir Katyonlar

Değişebilir katyonlar bazı durumlarda agregat oluşumuna doğrudan veya dolaylı etki yapabilirler. Bu, özellikle kalsiyum (Ca) ve sodyumca (Na) zengin olan topraklarda daha belirgindir. Gerçekten de kalsiyum katyonlarınca zengin olan toprakların özellikle üst horizonlarının kırıntı ve tanecikli strüktür geliştirdikleri görülmektedir. Diğer taraftan sodyumca zengin olan topraklarda ise tipik sütun şekilli veya masif strüktür tipinin geliştiği görülür (Örn: Sodyumca zengin olan Solonetz ve Solonçak topraklarında olduğu gibi).

7.2.1.9. Tarımsal Faaliyetler

Topraklarda yapılan tarımsal faaliyetler strüktür oluşumunu, dolayısıyla agregatlaşmayı, önemli ölçüde etkiler. Yanlış bir tarımsal uygulama gayet iyi gelişmiş kırıntı veya tanecikli strüktürü, masif veya gelişmemiş blok strüktüre dönüştürebilir. Pulluk ve diğer tarım aletleriyle yapılan tarımsal etkinlikler üst toprak ünitesinin strüktür özelliklerini önemli ölçüde değişmeye uğratır. Ancak bu tür etkinlikler topraktaki havalanma ve iç drenaj özelliğini daha yeterli hale getirmesi sebebiyle çoğu kez yararlı bir uygulamadır. Gerçekten de topraklara yapılacak olan bu tür fiziksel müdahaleler **olumlu** sonuçlar verirken, üretimi arttırmak için uygulanan pekçok kimyasal gübreler çoğu kez yarardan çok **zarar** vermektedir. Bu durum, özellikle uzun vadede ortaya çıkan bir sorun olup, dikkatle izlenmesi ve ona göre hareket edilmesi daha doğrudur.

7.2.2.Yer Değiştirme

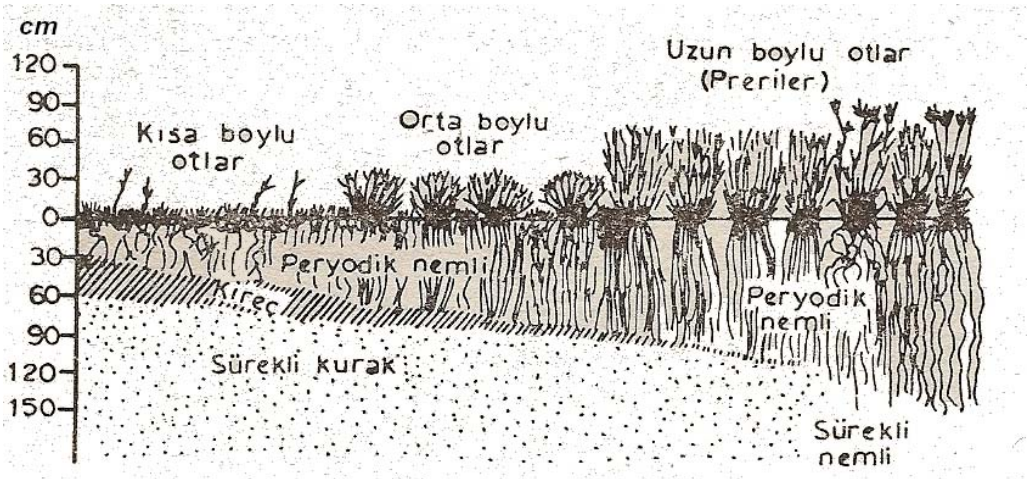
Toprak içindeki materyaller zaman süreci içinde çeşitli metotlarla bir yerden bir yere taşınır ve birikirler. Yerkabuğunun ilk 2 m'lik yüzey tabakasında oluşan bu olaylara **yer değiştirme** denilir. Yer değiştirme olayları, başlıca 6 başlık altında toplanabilir, bunlar sırasıyla şöyledir (Mater, 1986):

1- Likit bir ortamda yer değiştirme
2- Süspansiyon halinde yer değiştirme
3- Organizmalar yardımıyla yer değiştirme
4- Kütle halinde yer değiştirme
5- Donma-çözünmeyle yer değiştirme
6- Genişleme ve büzülmeyle yer değiştirme

7.2.2.1. Likit Bir Ortamda Yer Değiştirme

Nemli ortamlarda toprak çökeltisi yerçekimine bağlı olarak yukarıdan aşağıya doğru hareket ederek yeraltı suyuna, oradan da akarsu sistemine karışır. Toprak çözeltisi içinde erimiş halde veya parçacıklar halinde bulunan birçok madde, bu eriyik madde içinde yukarıdan aşağıya doğru yer değiştirir. Örneğin alüminyum (Al) ve demir (Fe) bileşikleri toprağın alt tabakalarında özellikle B horizonunda söskioksitler halinde birikirlerken; tamamen eriyik hale geçen bikarbonatlar (HCO_3), sülfatlar (SO_4) ve nitratlar (NO_3) topraktan yıkanarak daha aşağıdaki yeraltı suyuna karışırlar. Ayrıca eğime bağlı olarak ortaya çıkan yana doğru hareket sonucu su, toprak içinden geçerek yamacın aşağılarında ve eğimin sona erdiği yerde birikir. Toprak içinde bu yana doğru hareketlerden ötürü yer yer geçirimsiz tabakalar oluşur. Bu tabakalarda büyük ölçüde iyon birikimi de söz konusudur. Böylece

yamaçların aşağı kesimlerinde veya eğimlerin azaldığı sahalarda bu nedenle iyonca zengin birikim horizonları ortaya çıkacaktır. Bu gibi sahalarda genellikle akvatik (aquatic=sulu) ortam canlıları yaygındır. Yarı kurak ortamlarda topraktan ancak bir kısım madde kayba uğrar. Örneğin kolayca eriyebilen basit tuz bileşikleri ile kloritler (Cl^-) ve sülfitler (SO_3) hemen tamamen sızmayla yıkanıp giderlerken, karbonatlar (CO_3) genellikle toprağın az derin veya orta kesimlerinde dağılmış halde kalabilirler. Bilindiği gibi kurak iklim bölgelerinde ancak çok kısa süren yağışlı devre içinde toprak içindeki maddeler eriyik hale geçerek yıkanabilirler. Ancak yağış bu tip sahalarda oldukça yetersizdir. Herhangi bir nedenle yerçekimine bağlı olarak aşağıya doğru hareket eden eriyik haldeki madensel tuzlar yağışın bitimiyle önce duraklar sonra da yüzeydeki kuvvetli **evaporasyon** (**buharlaşma**) nedeniyle bu kez yukarıya doğru hareket ederek yüzeyde veya yüzeye yakın sahalarda tuz bileşikleri halinde depolanır. Hemen belirtmek yerinde olur ki, nemli bölgelerin periyodik olarak kurak devresi varsa bu hareket küçük ölçüde de olsa o bölgelerde görülebilir (Şekil 23).



Şekil 23: Kuraklık şiddetine göre $CaCO_3$ zonunun farklı ortamlarda toprak içindeki derinliği (Mater, 1986).

7.2.2.2. Süspansiyon Halinde Yer Değiştirme

Kil ve kolloidler gibi çok küçük parçacıklar toprak içinde genellikle bir yerden bir yere taşınırlar. Burada daha çok 0,5 mikrondan küçük maddeler üst topraktan alt toprağa taşınırlar ve "cütan" adı verilen kil depolanmalarına neden olurlar. Bu parçacıklar genellikle toprak eriyik maddesi içinde süspansiyon madde halinde bulunur ve uygun ortamlarda çökelirler.

7.2.2.3. Organizma Yardımıyla Yer Değiştirme

Toprak içinde yaşayan çeşitli böcekler, solucanlar, karıncalar ile tarla faresi (Foto 13), tavşan, köstebek gibi memeliler toprağın yer değiştirmesinde büyük paya sahiptirler. Özellikle alt ve üst toprağın birbirine karışmasında bu hayvanlar oldukça fazla rol oynarlar.



Foto 13: Toprağı karıştırıp yer değiştirmesine sebep olan hayvanlardan İç Anadolu Bölgesindeki Kepek Köyü topraklarında bir tarla faresi (Ahmet Ertek arşivi, 2012)

7.2.2.4. Kütle Halinde Yer Değiştirme

Yerçekimi ve eğime bağlı olarak oluşan kütle halindeki yer değiştirme olayları, toprak oluşumunda birçok değişiklikler meydana getirir. Bu değişmeler sonucu özellikle üst toprakta önemli bölümler kaymalar ve kütle hareketleriyle yer değiştirirler. Özellikle heyelanlar ve obruk oluşumlarında bu çok belirgindir (Foto 14 ve 15).



Foto 14: Tuz Gölü güneyinde yeni meydana gelen Güneşli Obruğu oluşumu esnasındaki çökme ve toprakta yer değiştirmeler (Ahmet Ertek arşivi, 1.7.2012).

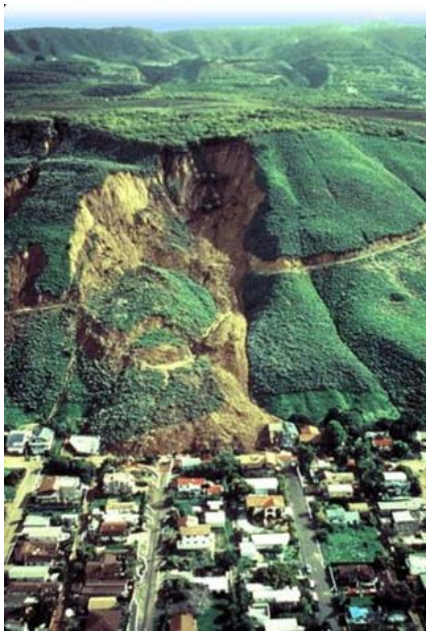
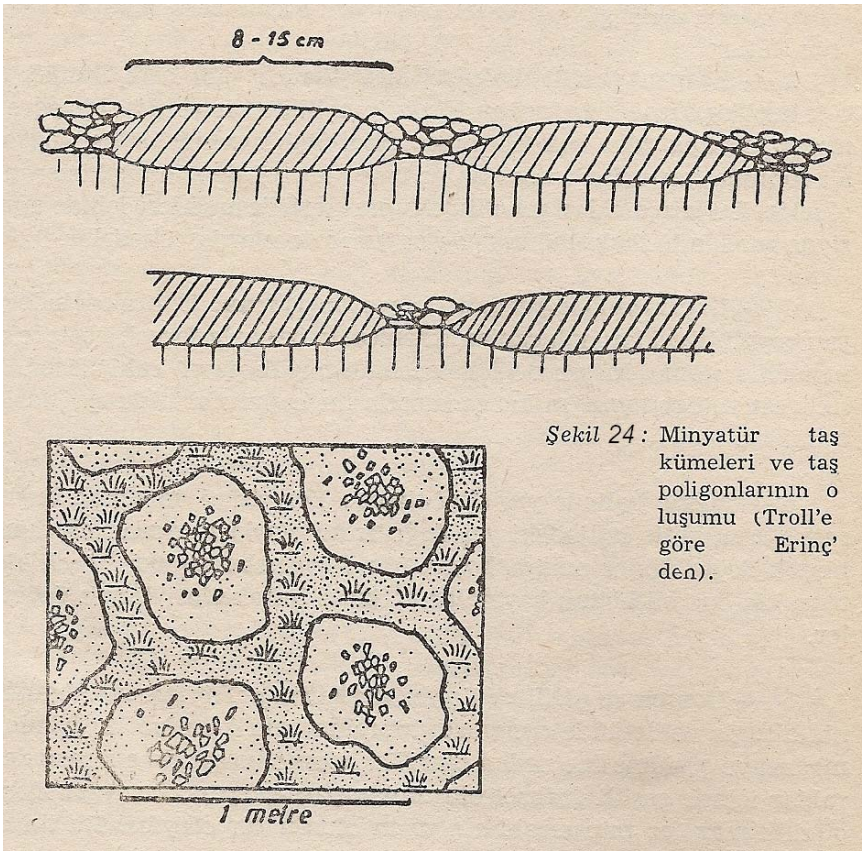


Foto 15: San Francisco'daki La Conchita Heyelanı sonucu oluşan toprak kaymaları, 1995.

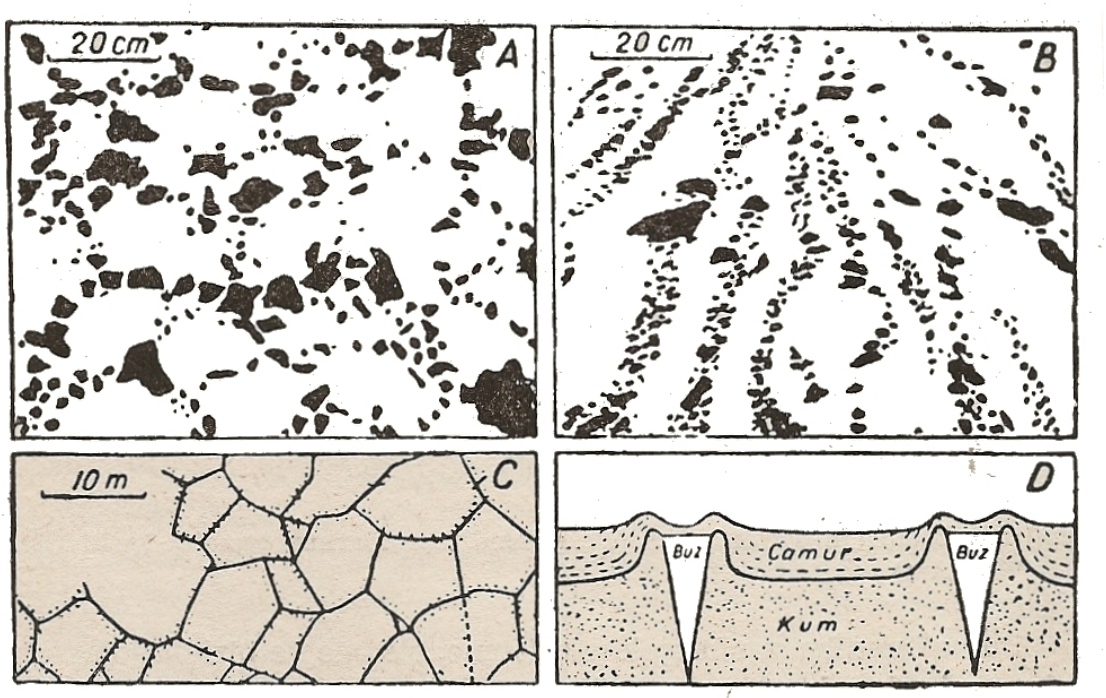
7.2.2.5. Donma ve Çözülmeyle Yer Değiştirme



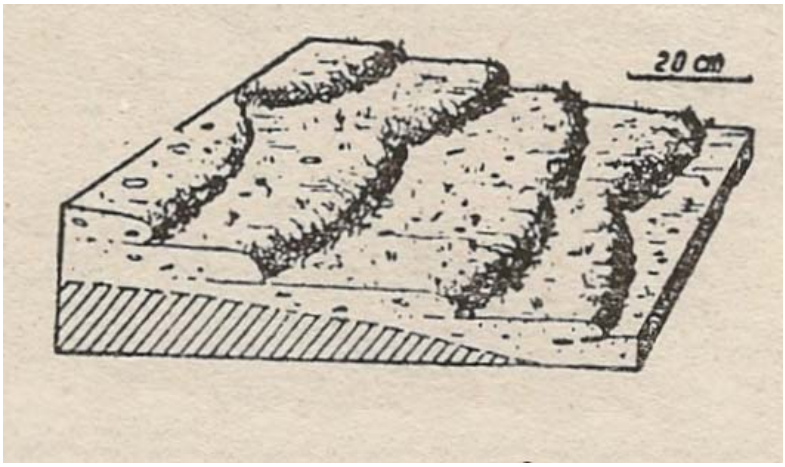
Şekil 24 : Minyatür taş kümeleri ve taş poligonlarının oluşumu (Troll'e göre Erinç'den).

Toprak sıcaklığının 0ºC nin altında ve üstünde oynaması toprağın belirli periyotlar içinde donmasına ve çözülmesine neden olur. Bu donma ve çözülme sırasında topraklar içinde çeşitli fiziksel subpolar bölgeler ile oluşumlar göze çarpar. Toprağın donması, günlük maksimum ve minimum sıcaklıklar sonucu oluşan bir olaydır. Bu iki değer arasındaki fark ne kadar fazla olursa donma olayı da o derece fazla gerçekleşmektedir. Donun çözülmesi ise,

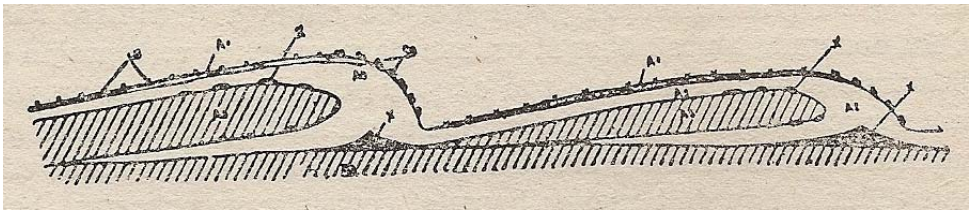
topraktaki nem oranının bir fonksiyonudur. Bu durumda nem oranı ne kadar fazla olursa, donma da o oranda artar. Erime ise, daha çabuk oluşan bir olaydır. Çözülme, yüzeyden aşağı doğru atmosferdeki sıcaklık artışına bağlı olarak hızla oluşur. Bu olay sırasında üst toprak ile alt toprak arasında neme bağlı olarak yer değiştirme ortaya çıkar. Bu kristaller üst toprakta masif bir strüktür gelişimine neden olur. Ancak donma olayı yavaş meydana gelirse, yüzeye doğru oluşan buz kristalleri, birçok küçük materyali yüzeyde toplar ve çözülme sırasında bu madde yüzeyde birikebilir. Subpolar sahalarda veya dağların yüksek kesimlerinde ortaya çıkan donma ve çözülme olayları üst toprakta birçok deformasyonlara ve şekil değişimlerine neden olur. Bunlar genellikle çeşitli boyutlardaki inorganik maddenin birikimi veya belli bir patern (doku) oluşturmasıdır. Bu oluşuklar içinde en tipik olanları kuşkusuz **çamur ve taş poligonları**dır (Şekil 24). Periglasiyal sahalar olarak tanımlanan yüksek dağlık sahalarda önemli bir rol oynayan **soliflüksiyon olayları** bu bölgelere adeta karakteristik bir damga vuran çeşitli toprak şekillerinin oluşmasına neden olur. Bunların bir kısmı küçük ölçüde minyatür şekiller olup **mikrosoliflüksiyon** olarak tanımlanır. Periglasyal sahalarda ayrıca çeşitli boyuttaki materyallerin yukarıda da belirtildiği gibi belli şekiller oluşturarak toprak parçacıklarının yer değişimine veya belirli geometrik şekiller altında toplanmasına neden olurlar. Böylece belli strüktürlere sahip topraklar oluşur ki bunlara **bünyeli topraklar** denir (Şekil 25ABC). Bu gibi sahalarda yazın çözülme oldukça derinlere kadar iner. Bu dönemde toprak önemli oranda da nem çeker ve toprağın derinliklerinde suyla doygun bir zon oluşur. Ancak hızla meydana gelen donma sonucu, toprağın yüzeyi donunca derin kısımlarda serbest halde su hapsedilmiş olur. Daha sonra donma olayı derine doğru nüfuz edince hapsedilen bu su donarak hacmini genişletir ve yukarıya baskı yaparak çapları 20-100 m, yüksekliği ise 10-15 m arasında değişen tepecikler oluşur. Bunlara **pingo** adı verilir (Şekil 25D). Bazı sahalarda yine aynı şekilde donma sırasında toprak buzunun çevreden su emerek hacmini büyütmesi ve bu sırada çeşitli boyuttaki materyalin mikrosoliflüksiyon ile yer değiştirerek belirli yerlerde birikimi sonucu meydana gelen daha küçük toprak kabartıları ve yığınları görülür. Bunların yükseklikleri 40-50 cm kadardır. Özellikle çayırlar ve turbalar sahasında meydana gelen bu küçük toprak tümseklerine **tufur** adı verilir. Buna karşılık eğimin kuvvetli olduğu sahalarda **girland toprakları** adı verilen şekiller görülür. Bunlar minyatür taraçalar oluştururlar. Üzerleri düz ve çıplak olan bu şekillerin diklik oluşturan ön kısımları oldukça sık bitki örtüsü ile kaplıdır. Bu nedenle yavaş yavaş eğim doğrultusunda meydana gelen mikrosoliklüksiyon sonucunda aşağı doğru hareket eden toprak kütlesi içindeki parçacıkların elenmesi sonucunda oluşurlar; 20-25 cm yükseklikte olabilirler (Şekil 26)(Foto 16). Bu ve buna benzer birçok şekillenme, elenme ve birikim olayı, subpolar ve bu karakteri taşıyan yüksek dağlık sahada çok çeşitlidir. Hepsinin oluşum mekanizması donma ve çözülme sonucunda toprak içindeki unsurların yer değiştirmesi sonucunda ortaya çıkarlar ve tipik şekilleriyle hemen dikkati çekerler (Şekil 27).



Şekil 25: Soğuk bölgelerde topraklarda meydana gelen donma ve çözülme olayları sonucu ortaya çıkan şekiller (Erinç'den).



Şekil 26: Uludağ'ın doruk bölgesinde girland topraklarının şematik kesiti (Erinç, 1982).



Şekil 27: Girland toprakların kesiti (Erinç, 1982).



Foto 16: Batı Moğolistan'daki Ulgi'de girland toprakları (Turgut Öztaş arşivi, 2014).

7.2.2.6. Genişleme ve Büzülmeyle Yer Değiştirme

Bir önceki konuda agregatlaşma konusunda da anlatıldığı gibi, özellikle içlerinde yüksek oranda kil minerali içeren topraklarda genişleme ve büzülme olayları oldukça belirgindir. Tabakalı 1:1 veya 2:1 strüktürlü kil minerali içeren topraklarda, suyun fazla olduğu dönemlerde şişerek yüzey genişleten kil, suyun kaybedilmesi sonucunda büzülerek toprakta geniş yarık ve çatlaklar oluşturur. Bunun sonucunda ise toprak yüzeyinde boyuna gelişmiş sütun veya kolon şekilli agregatlar ortaya çıkar. İşte özellikle kurak veya yarıkurak bölge topraklarında ortaya çıkan prizmatik veya blok türündeki strüktürün nedeni, toprak içinde bulunan ve genişleyip büzülebilme yeteneğine sahip **kil**den ileri gelmektedir. Bu nedenle de, suyun bünyeden içeri girip çıkmasıyla toprakta yer değiştirme olayı görülür.

Uygulamalar

Uygulama Soruları

Bu Bölümde Ne Öğrendik Özeti

Bu konuda, pedojenik süreçler olan fiziksel, kimyasal ve biyolojik süreçlere bir giriş yapılmıştır. Ardından bu haftanın konusu olan fiziksel süreçler detaylandırılmıştır. Burada özellikle toprak strüktürünü oluşturan agregatlaşma olayı ve toprakta yer değiştirme olayı üzerinde çeşitli örnekler verilerek detaylı olarak durulmuştur. Konu metin, şekil, tablo ve fotograf destekleriyle zenginleştirilerek sunulmuştur. Bundan sonraki konularda ise; sırasıyla pedojenik süreçlerden kimyasal ve biyolojik süreçler ele alınacaktır.

Bölüm Soruları

1) "Toprak parçacıklarının bir araya gelerek oluşturduğu sıralanma ve bunların duruş şeklini ifade eden kümelenme olayıdır" ifadesi, Toprak Coğrafyası'nda neyin tanımıdır?

a) Hidratasyon
b) Oksidasyon
c) Hidroliz
d) Agregatlaşma
e) Parçalanma

2) Aşağıdakilerden hangisi agregatlaşmayı oluşturan faktörlerden birisi değildir?

a) Organik maddeler
b) Mesofaunalar
c) Donma ve çözülme
d) Tarımsal faaliyetler
e) Değişebilir katyonlar

3) Aşağıdakilerden hangisi topraktaki yer değiştirme olaylarından birisi değildir?

a) Genişleme ve büzülmeyle yer değiştirme
b) Organizmalar yardımıyla yer değiştirme
c) Kütle halinde yer değiştirme
d) Süspansiyon halinde yer değiştirme
e) Rüzgârla yer değiştirme

4) Toprakta meydana gelen başlıca fiziksel süreçler; ……..., …… ve ……. olayları olarak sayılabilir.

a) Agregatlaşma, parçalanma ve aşınma-taşınma
b) Agregatlaşma, parçalanma ve taşınma-birikme
c) Agregatlaşma, parçalanma ve aşınma-birikme
d) Agregatlaşma, parçalanma ve çözünme
e) Agregatlaşma, parçalanma ve çözülme

5) Toprak agregatlaşmasını oluşturan başlıca faktörler kaç tanedir, sıralayınız.

……
……..

……...

6) Aşağıdakilerden hangisi agregatlaşmayı oluşturan faktörlerden birisidir?

a) Değişebilir anyonlar
b) Sıcaklık
c) Donma ve çözülme
d) Organik maddeler
e) İnorganik maddeler

7) Aşağıdakilerden hangisi topraktaki yer değiştirme olaylarından birisidir?

a) Rüzgârla yer değiştirme

b) Kütle halinde yer değiştirme

c) Çığlarla yer değiştirme

d) Buzullarla yer değiştirme

e) Antropojenik yer değiştirme

8) "Toprakta meydana gelen başlıca fiziksel süreçler; **agregatlaşma, parçalanma ve taşınma-birikme olayları** olarak sayılabilir. Bu süreçlerin oluşumunda etkili olan faktörler değişkendir. Bu nedenle, pedojenik süreçlere dayalı fiziksel, kimyasal ve biyolojik olaylar topraklarda belli şartlar altında meydana gelirler. Örneğin **donma ve çözülme olayları** birtakım özel durumlar gerçekleştiğinde meydana gelir." ifadesi doğru mu, yanlış mıdır?

Doğru ( ) Yanlış ( )

9) "Kumun, kilin ve humusun toprak parçacıklarını birleştirme yeteneği vardır. Bu nedenle özellikle üst toprak horizonlarında **agregatlaşma**nın kolaylaşmasını sağlar." ifadesi sizce doğru mu, yanlış mıdır?

Doğru ( ) Yanlış ( )

10) "Yerçekimi ve eğime bağlı olarak oluşan kütle halindeki yer değiştirme olayları, toprak oluşumunda birçok değişiklikler ortaya koyar. Bu değişmeler sonucu özellikle üst topraktaki önemli bölümler kaymalar ve kütle hareketleriyle yer değiştirirler. Bunlardan biri de: "**7 ocak 2011'de açılan türkiye'nin tek ve ilk kayakla atlama kulelerine ait pistler 15 temmuz 2014'te göz göre göre çöktü."** haberidir".



Kaynak: Prof.Dr. İhsan BULUT

Yukarıdaki soruda verilen ifadeye göre toprakta yer değiştirme ve tipik bir örneği takdim edilmiştir. Doğru mu, yanlış mıdır?

Doğru ( ) Yanlış ( )

CEVAPLAR: 1-d, **2**-a, **3**-e, **4**-b,

5-Bu faktörler 9 tanedir:
1-Kil ve humus
2-Çimento maddesi
3-Mesofauna
4-Bitki kökleri (genellikle kılcal kökler)
5-Genişleme ve büzülme
6-Donma ve çözülme
7-Mikroorganizmalar
8-Değişebilir katyonlar
9-Tarımsal faaliyetler
6-c, **7**-b, **8**-Doğru, **9**-Yanlış (Sorunun en başındaki kum olmamalı), **10**-Doğru

8. PEDOJENİK SÜREÇLER: KİMYASAL SÜREÇLER

Bu Bölümde Neler Öğreneceğiz?

8.1. Kimyasal Süreçler
8.1.1. Oksidasyon
8.1.2. Hidroliz
8.1.3. Karbonasyon
8.1.4. Hidratasyon
8.1.5. Solüsyon
8.1.6. Redüksiyon
8.1.7. Baz Değişimi ve Çelasyon

Bölüm Hakkında İlgi Oluşturan Sorular

1) Topraktaki kimyasal süreçler hakkında bilgi veriniz.

2) Toprakta kimyasal çözülme sonucu oluşan kimyasal süreçler nelerdir? Sıralayınız. Kısaca anlatınız.

3) Oksidasyon ve karbonasyon süreçlerini karşılaştırarak anlatınız.

4) Hidroliz ve hidrotasyon süreçlerini anlatınız.

5) Solüsyon ve redüksiyon hakkında bilgi veriniz.

6) Baz değişimi ve çelasyon nedir? Açıklayınız.

Bölümde Hedeflenen Kazanımlar ve Kazanım Yöntemleri

Konu	**Kazanım**	**Kazanımın nasıl elde edileceği veya geliştirileceği**
Pedojenik süreçler: Kimyasal süreçler	Topraktaki kimyasal süreçleri kavramak ve öğrenmek.	Metin, sunum ve görsellerle
Pedojenik süreçler: Kimyasal süreçler	Toprakta kimyasal çözülme sonucu oluşan kimyasal süreçlerin özelliklerini öğrenmek.	Metin, sunum ve görsellerle
Pedojenik süreçler: Kimyasal süreçler	Toprakta kimyasal çözülme sonucu oluşan kimyasal süreçlerden; oksidasyon, hidroliz, karbonasyon, hidratasyon, solüsyon, redüksiyon, baz değişimi ve çelasyon hakkında bilgi sahibi olmak.	Metin, sunum ve görsellerle

Anahtar Kavramlar

- Oksidasyon,
- Hidroliz,
- Karbonasyon,
- Hidratasyon,
- Solüsyon,
- Redüksiyon,
- Baz değişimi ve çelasyon

8.1. Kimyasal Süreçler:

Anakayanın kimyasal bileşimini değiştirmek suretiyle toprak oluşumuna yardımcı olan faktörlere **ayrıştırma faktörleri** veya **kimyasal süreçler** denir. Kimyasal ayrışma (çözülme) sonucu belli mineraller, kısmen veya tamamen değişerek yeni mineralleri meydana getirirler. Atmosferik etkenler yardımıyla oluşan bu olay kimyasal ayrışımdır. Kimyasal ayrışmanın en önemli faktörü şudur. Su; hem çözündürücüdür hem de güçlükle çözünen silikatların değişmesine neden olur. Kimyasal ayrışmada atmosfer faktörleri büyük rol oynamaktadır. Kurak bölgelerde suyun az olması nedeniyle daha çok kimyasal ayrışma egemendir. Kimyasal çözülmeye neden olan süreçler oldukça karışıktır. Bununla birlikte bunların başlıcalarını oksidasyon, hidroliz, karbonasyon ve hidratasyon olmak üzere dört grupta toplamak mümkündür. Ayrıca bunlara; solüsyon, redüksiyon, baz mübadelesi ve çelasyon da eklenebilir.

Toprakta kimyasal ayrışma (çözülme) oluşturan kimyasal süreçler şunlardır (Mater, 1986; Erinç, 2012):

1- Oksidasyon
2- Hidroliz
3- Karbonasyon
4- Hidratasyon
5- Solüsyon
6- Redüksiyon
7- Baz değişimi ve çelasyon.

8.1.1. Oksidasyon

Kayanın bileşimindeki minerallerin **oksijen** ile birleşmesi sonucunda oluşan kimyasal değişikliğe **oksidasyon** denir. Oksidasyonda genellikle su aracılık eder. Oksijen (O) oldukça aktif bir element olup diğer elementlerle serbest halde bileşikler oluşturur. Yarılma sonucunda kristal içine su molekülleri ile beraber oksijen de girerek özellikle demir minerallerini iki (FeO=demir II oksit) ve üç değerli (Fe_2O_3=demir III oksit; **hematit**) demir oksitlerine dönüştürür. Özellikle biyotit, piroksen ve amfibol gibi demir bileşiklerinin bol bulunduğu minerallerde daha çok rastlanır. Oksidasyon etkisiyle özellikle demir içeren mineraller üzerinde görülür. Islak bir bıçağın üzerinde **limonit** ($Fe_2O_3 . H_2O$) adı verilen demir pasının meydana gelmesi, oksidasyona güzel bir örnek oluşturur. Birkaç örnek daha vermek gerekirse; granitteki siyah mika, bazaltlardaki piroksen demir içeren minerallerdir. Bunların içindeki demirin su ve oksijen ile birleşmesi sonucunda limonit oluşur ki, bu durum, kayanın üzerinde pas renkli lekelerin varlığı ile anlaşılır. Oksidasyon, doğada çok yaygın bir olaydır. Tortul kayaların sarı, kahverengi, kırmızı renklerde olması, bunların genellikle oksidasyona uğramış ortamlarda oluştuklarını gösterir. Mağaralarda oluşmuş ya da oluşmakta olan sarkıt, dikit ve sütunların söz konusu renklerde olması da yine bu olayın güzel örneklerini oluşturur. **Oksitlenme,** diğer kimyasal olaylarda olduğu gibi toprak oluşumunda oldukça önemli bir yer tutar. Örneğin, oksijen kristal içine girmekle iki değerli demiri, üç değerli demir oksit haline çevirir. Demir; silikat, sülfat ve karbonat durumlarında bulunduğu zaman oksitlenerek demir

hidroksite ve sülfürik aside dönüşebilir (Mater, 1986; Erinç, 2012) (Foto 17 ve 18). Bunu bir formül ile açıklamak gerekirse:

$$2\ FeS_2 + 7\ H_2O + 15\ O \rightarrow 2\ Fe(OH)_3 + 4\ H_2SO_4$$

Pirit Demir hidroksit Sülfürik asit



Foto 17: "Yalancı altın" da denilen **pirit** minerallerinin oksitlenmeden önceki durumu (http://tr.wikipedia.org/wiki/ Dosya:Pyrite_foolsgold.jpg).



Foto 18: ABD'deki Missouri Nehri kollarından birinde oluşan yağmurlarla demirli ve kömürlü alanların turuncu renkli demirhidroksite dönüşerek toprakta oksitlenme olayının gerçekleşmesi (http://upload.en.wikimedia.org/wikipedia/commons/b/b8/Iron_hydroxide_precipitate_in_stream.jpg).

Olivin de bünyesine su alarak serpantine, silisyum dioksite ve iki değerli demir oksite dönüşür. İki değerli demir de oksitlenerek üç değerli demir oksite (hematite) dönüşür.

$$3\ Mg\ Fe\ SiO_4 + 2\ H_2O \rightarrow H_4Mg_3\ Si_2O_9 + SiO_2 + 3\ FeO + 4\ FeO + O_2 \rightarrow 2\ Fe_2O_3$$

Olivin Serpantin Demir oksit Hematit

Bazı minerallerde bulunan iki değerli manganez de oksitlenerek daha yüksek değerli manganez bileşiklerine dönüşür. Birçok mineral, iki değerli demir ve manganez içerdikleri için kayanın kimyasal ayrışmasıyla sürekli pas rengi veya koyu renklerde bir görünüm kazanır. Böylece kimyasal ayrışmanın eriştiği derinlik bu koyu renkle kolayca ayırt edilebilir (Mater, 1986).

8.1.2. Hidroliz

Bu kimyasal süreç, **suyun** etkisiyle oluşan reaksiyonları ve kimyasal çözülmeleri açıklar. Su (H_2O) oldukça aktif bir kimyasal ayrıştırıcıdır. Suyun serbest hidrojen (H) iyonları birçok bileşikteki pozitif iyonlarla yeni bir bileşik meydana getirmek üzere yer değiştirme eğilimindedir. Kayalarda etkili olan çeşitli kimyasal değişmeler arasında hidroliz, özellikle feldspatların, mikaların ve benzeri minerallerin ayrışmasında ilk önce oluşan kimyasal değişimlerdir. Suyun iyonları ile bir tuzun asidine veya bazına ayrışması olayına **Hidroliz** denir (Mater, 1986; Erinç, 2012).

Suyun iyonlaşması: $H_2O \rightarrow H + OH$ denklemi ile gösterilir. Ortamda hidrojen (H^+) iyonları kadar, hidroksit (OH^-) iyonları bulunduğundan suyun reaksiyonu nötrdür. Ancak suya bir tuz katılırsa; tuz kuvvetli bir elektrot olursa o zaman $BA \leftrightarrow B + A$ denklemine göre asit (A) ve baz (B) iyonlarına, yani anyon ve katyonlarına ayrılır (Irmak, (1973)'a göre; Mater, 1986).

Hidroliz olayına basit bir örneği de İ.Akalan'a göre B. Mater'den verilmiştir (1986).

$K\ Al\ Si_3O_8 + HOH \rightarrow H\ Al\ Si_3O_8 + KOH$

Mikroklin Su Silikat asidi

Görüldüğü gibi mikroklin (Foto 19) suyla hidrolize girince asid silikata dönüşmüştür.



Foto 19: Suyla hidrolize girmeden önceki haliyle mikroklin görülmektedir. Yapısına su alarak sonradan asit silikata dönüşür

(http://en.wikipedia.org/wiki/File:Feldspar%28Microcline%29USGOV.jpg).

Yerkabuğunun en yaygın malzemelerinden birini oluşturan **silikatlı kayaların** kimyasal çözülmesinde başlıca rolü hidroliz oynar. Hidrolizde su, yalnız eriyen maddeleri taşıyan bir etken değildir; bunun yanı sıra özellikle kendisi de kimyasal bir etken olarak rol oynar. Gerçekten de, saf su ancak hafifçe iyonize olduğu halde, kolayca çözülen bazı silikatlı mineraller de (örneğin olivin'de) aşağıda sunulan reaksiyona yol açar (Erinç, 2012):

$$Mg_2\,SiO_4 + 4\,H^+ + 4\,OH^- \rightarrow 2\,Mg^{++} + 4\,OH^- + H_4SO_4$$

Olivin iyonize su eriyik iyonlar eriyik silisik asit

moleküller

Bu şekilde meydana gelen hidroliz sonucunda, eğer eriyik iyonları taşıyacak kadar bol su varsa, silikatlı mineral tamamen erir. Bu sırada meydana gelen silisik asit çok zayıftır ve bu nedenle, suda eriyik SiO_2 (kuvars) olarak kabul edilebilir. Hidrolizin etkinlik derecesi, hidrojen (H^+) iyonlarının oranına bağlıdır. Bu miktar arttıkça hidroliz de kuvvetlenir. Suda eriyik karbon dioksit (CO_2) ise, (H^+) iyonlarını ve dolayısıyla asiditeyi arttıran ve bu şekilde hidrolizi etkinleştiren başlıca unsurdur. Su ile CO_2 arasındaki bu reaksiyon aşağıdaki formülle gösterilebilir:

$$CO_2 + H_2O \leftarrow H_2CO_3 \leftarrow H^+ + HCO_3^-$$

$$\rightarrow \qquad \rightarrow$$

Formüldeki çift yönlü oklardan da anlaşılacağı üzere, formüldeki unsurlar arasında denge bozulduğunda, dengeyi sağlamak üzere tersi yönde bir reaksiyon meydana gelmektedir. Örneğin, yukarıda örnek alınan olivin'in hidrolizi sırasında hidrojen (H^+) iyonlarının etkisiyle silisik asit oluşurken, dengeyi korumak için daha fazla karbonik asit iyonize olur. Karbonik asit konsantrasyonunun devamı ise, sudaki karbon dioksit (CO_2) miktarının artmasını sağlar. Karbonik asit saf sudan çok daha fazla miktarda hidrojen (H^+) iyonları sağlar ve bu şekilde hidroliz daha etkili olur. Hidrolizle meydana gelen reaksiyon ürünleri suda erir ve bununla çözülme ortamından kolaylıkla uzaklaştırılır. Birçok kayanın bileşiminde yer alan **feldspatlar**, aslında hidrolizle çözülürler. Bu nedenle hidroliz, yeryüzünde en yaygın kimyasal çözülme süreçlerinden biridir. Çünkü çeşitli feldspatlar yerkabuğunu oluşturan malzemenin en yaygın olanlarındandır. Potasyumlu bir feldspat olan **ortoklas**'ın karbonik asitli sularla hidrolizi sonucunda uğradığı değişiklik, bir başka örnek olarak aşağıda verilmiştir (Erinç, 2012):

$$2\,KAl_3\,O_8 + 2\,H_2CO_3 + 9\,H_2O \rightarrow Al_2Si_2O_3\,(OH)_4 + 4\,H_2SiO_4 + 2\,K^+ + 2\,HCO_3^-$$

Ortoklas Karbonik asit su Kaolinit eriyik silis potasyum karbonik asit

iyonları

Kalsiyum ve sodyumlu feldspatlar (plajioklas grubu), asit reaksiyonlu su içinde daha da çabuk hidrolize uğrar ve bu nedenle genellikle daha az dirençlidir. Hidroliz sonucunda

feldspatlar kil minerallerine, eriyik silise ve feldspatın türüne göre eriyik potasyum veya kalsiyum bikarbonatına ayrılarak çözülmüş olurlar. Bunlardan kil mineralleri kararlıdır ve çözülmenin meydana geldiği yerde kalırlar. Açığa çıkan potasyumun büyük kısmı ya kil mineraline (kaolinit hariç) eklenir, ya da bitkiler tarafından kullanılır. Nehir ve deniz sularında potasyumun az bulunması bununla ilgilidir. Buna karşılık sodyum, kalsiyum ve bikarbonat iyonları akarsulara karışır. Bunlardan sodyum denizlerde birikir. Oysa, denize ulaşan kalsiyum ve bikarbonat iyonlarının büyük kısmı, burada yaşayan organizmalar tarafından iskeletlerini ve kavkılarını yapmak üzere kullanılır. Eriyik silis de kısmen, diatome'ler ve radiolaria'lar gibi canlıların iskeletletlerini yapmak için kullanılır (Erinç, 2012).

8.1.3. Karbonasyon

Karbondioksit'in (CO_2) çeşitli mineraller üzerinde etki yaparak yol açtığı reaksiyonlara **karbonasyon** adı verilir. Bu gaz, suda kolaylıkla erir. Suda eriyik karbondioksit (CO_2)'in oranı, sıcaklık ile ters orantılıdır ve aynı zamanda havadaki (CO_2) miktarına da bağlıdır (Erinç 2012).

$$CO_2 + H_2O = H_2CO_3$$

Karbonik asit

Topraktaki organik maddelerin ayrışması ve köklerin solunumları sonucunda toprak havasına fazla miktarda karbondioksit (CO_2) katılmaktadır. Bu gaz, hidroliz sonucu açığa çıkan metalik hidroksitleri etkileyerek onları **karbonat** veya **bikarbonat** haline dönüştürür. Akalan (1983)'a göre; karbonasyon olayında, toprak havasında bulunan yüksek orandaki karbondioksit (CO_2) miktarının etkili olduğu belirtilir (Mater 1986; Erinç 2012). Örneğin:

$$Ca(OH)_2 + 2\ CO_2 \rightarrow Ca(HCO_3)_2$$

Kalsiyum hidroksit Kalsiyum bikarbonat

$$2\ KOH + CO_2 \rightarrow K_2CO_3 + H_2O$$

Potasyum hidroksit Potasyum karbonat

görüldüğü gibi hidroliz sonucunda açığa çıkan karbondioksit gazı, metal hidroksitleri etkilemiş ve bikarbonat haline dönüştürmüştür.

Karbonasyon doğada çok yaygın bir süreçtir. Özellikle kalker ($CaCO_3$) gibi karbonatlı kayaların kimyasal olarak çözümlenmesinde başlıca rolü karbonasyon oynar. Aslında kalker saf suda güç ve az erir. Fakat karbonik asit içeren sularda, kalkerin en yaygın minerali olan **kalsit** (Foto 20), aşağıda gösterildiği şeklide kalsiyum ve bikarbonat iyonlarına ayrılır (Erinç, 2012):

$$CaCO_3 + CO_2 \rightarrow Ca^{++} + 2\ HCO_3^-$$

Kalsiyum karbonat kalsiyum bikarbonat

iyonları

Bu şekilde oluşan kalsiyum bi karbonat, kalsiyum karbonattan 30 kez daha kolay erir. Böylece, aslında çok dirençli olan kalkerler hızla eriyerek değişikliklere uğrarlar. Bu sürecin büyük ölçüde oluştuğu yerlerde **karst topografyası** adı verilen çeşitli erime şekilleri oluşur. Kalkerlerin çoğunluğu saf değildir. İçlerinde kil, kuvars ve demir gibi katkılar vardır. Bu gibi maddeler, kalker eridiği sırada çözülme sırasında yerinde geriye kalırlar. Bu tür artıklardan demir içeren mineraller genellikle oksidasyona uğrarlar. Bunun sonucunda da eriyerek çözülmüş kalkerin üzerinde, genellikle kırmızı renkli bir toprak görülür. Karbonatlı kayaların eriyerek çözülme hızı, içerdikleri yabancı katkıların ölçüsüne, bunlar arasında bulunan eriyebilir ve güç eriyen minerallerin oranına bağlıdır. Örneğin; M. Bener tarafından Taşeli Platosu'nun erime yolu ile yılda 0,5 mm kadar alçaldığı öne sürülmüştür (Erinç, 2012).



Foto 20: Kalsit minerali (Ahmet Ertek kolleksiyonu).

Yağmur suları, atmosferden geçerken bir miktar karbondioksit erittiği için daima hafif asittir. Bu sular toprağa sızarken çürüyen bitkilerin oluşturduğu karbondioksit (CO_2) de eriyerek asiditesi artar. Böylece karbonasyon da kuvvetlenmiş olur. Karbonasyon, toprak minerallerinin ayrışmasında çok etkili olan bir olaydır. Toprak havası, atmosfer havasına oranla daha fazla karbondioksit içerir. İnce toprak tanelerini çevreleyen su zarı da bu gazca zengindir. Mineral tanelerinin yüzeyinde oksijen, su ve karbondioksitin yanyana bulunuşu nedeniyle bunların bağımsız olarak etkisi yoktur. Gerçekte oksidasyon, hidrasyon ve karbonasyon bir arada, iç içe oluşurlar. Akalan (1983)'a göre; (Mater) 1986 bunu aşağıdaki denklemlerle açıklamıştır:

$$2K\,Al\,Si_3O_8 + CO_2 + H_2O \rightarrow H_4\,Al_2Si_2O_9 + 4SiO_2 + K_2CO_9$$

Ortoklas Kaolinit

$Ca_3(PO_4)_2 + 2CO_2 + 2H_2O \rightarrow 2CaHPO_4 + Ca(HCO_3)_2$

Trikalsiyum Fosfat Dikalsiyum fosfat

Yine Akalan (1983)'a göre; Mater (1986) havadaki karbondioksitin su ile birleşerek oluşturduğu karbonik asit, bazlarla doygun killeri etkileyerek bazların yerine hidrojeni koyup, bazları toprak çözeltisine geçirmektedir. Yağışlı bölgelerde bu bazlar yağmur suları ile derinlere doğru yıkanmaktadır.

$Ca = Kil + 2H_2CO_3 \rightarrow H\downarrow Kil + Ca(HCO_3)_2$

Değişebilir Karbonik Asit kil Kalsiyum bikarbonat

kalsiyum asit

Bu şekilde meydana gelen asit killer primer silikatları etkileyerek onları asit silikat haline çevirmekte ve kendileri de bazla doygun hale gelmektedirler.

Ca (feldspat) 2H (Kil) 2H (Silikat) Ca (Kil)

_____ + _____ + → _____ + _____

Anortit Asit kil Asit silikat Kalsiyumca

doygun kil

8.1.4. Hidratasyon (Hidratlanma)

Suyun toprak minerallerine bağlanmasına veya bir başka tanımla minerallerin bileşimine su moleküllerinin katılmasıyla oluşan kimyasal reaksiyona **hidratasyon** veya **hidratlanma** denir. Bu süreç ile su moleküllerinin bir mineralin bileşimine girmesiyle hacim büyümesine yol açar. Birçok mineral, ancak özellikle feldspat, piroksen, amfibol ve mika gibi heterojen karakterli mineraller kolay hidrate olurlar. Hidratlanma mineral parçacıklarının genellikle köşelerinden başlayarak gelişir ve yayılır. Yapısına su alan, yani hidrate olan mineraller bağlanan suyun etkisiyle yumuşarlar, parlaklık ve esnekliklerini kaybederler ve hacimlerini arttırırlar. Fiziksel ve kimyasal etmenlerin etkisine boyun eğen mineraller, böylece hızla hidratlanmaya (yapılarına su almaya) başlarlar. Kil mineralleri de oluşumları sırasında bünyelerine (yapılarına) su aldıklarından yüksek derecede hidrate olmuş durumdadırlar. Hidrasyona en iyi örnek demir oksitlerinin suyun etkisiyle oluşturduğu yeni hidrasyon ürünleridir. Aşağıda örnekte hidratlanma sonucu demir oksit limonite; hematit ise limonite dönüşebilir (Akalan 1983'e göre, Mater 1986'dan ve Erinç, 2012'den)(Foto 21).

$4FeO + 3H_2O + O_2 \rightarrow 2Fe_2O_3.3H_2O$

Demir oksit Limonit

(ferro oksit)

$2Fe_2O_3 + 3H_2O \rightarrow 2Fe_2O_3.3H_2O$

Hematit Limonit



Foto 21: Koyu renkteki hematit'in yapısına su alarak pas renginde olan limonite dönüşümü (www.fersac.com.tr).

Minerallerin bünyelerine su alarak yeni hidrasyon ürünü oluşmasına bir başka örnek de anhidrid'in jips'e dönüşmesidir (Foto 22).

$CaSO_4 + 2\ H_2O \rightarrow CaSO_4.2H_2O$

Anhidrid su Jips



Foto 22: Bünyesine su alan anhidrit, örnekte görülen jips'e (alçıtaşı'na) dönüşür. (http://www.jemad.com.tr/modul/index/menu/Jips/42).

Bu süreç ile su moleküllerinin bir mineralin bileşimine girmesiyle hacim büyümesine yol açtığını yukarıda da söylemiştik. Bu şekilde minerallerin kimyasal bileşimine katılan su, kaynama noktasından daha yüksek bir sıcaklıkta tekrar ayrılabilir. Oysa hidrolizde su, kil minerallerinin atomic yapılarının bir parçası haline dönüşmüş bulunur. Kil minerallerinin çoğu hidratasyona uğrayarak, yapılarına su almışlardır. Hidratasyon, genellikle oksidasyon ve hidrolizle birlikte görülür. Granit, granodiorit ve diğer plütonik kayaçların çözülmesinde hidroliz ile birlikte hidratasyon başlıca rolü oynarlar. Örneğin, granitin içindeki feldspatlar, bir yandan hidrolizle çözülürken; bir yandan da hidratasyona uğrayarak genişlerler. Granitin asıl minerallerinden biri olan mika da karbonik asidin etkisi altında hidrolize uğrar ve ikincil minerallerine ayrılır. Böylece hidroliz ve ayrıca hidratasyonla büyümenin neden olduğu basınçlar bir süre sonra granitin, kuvars kumu ve felspatlar içeren bir kil yığınına dönüşmesine yol açar (Erinç, 2012).

Minerallerin bünyelerindeki su kaybına ise **dehidratasyon** denilir. Nemli ve kurak tropikal bölgelerin bazı kesimlerinde kurak devrede yüksek sıcaklık altında dehidratasyon olayı meydana gelebilir. Nemli devrelerde **hidratlanma** meydana gelirken, kurak devrelerde **dehidratasyon** olayı oluşur. **Böylece üç değerli demir oksitlerin su alması ile toprakların rengi sarı, kırmızı veya kahverengi olur.** Nemin az olduğu sıcaklığın yüksek olduğu yerlerde ise topraklar kırmızı olur (Foto 23). Çünkü demir, bu durumda susuz formda olup hematit şeklinde bulunmaktadır.



Foto 23: Yıkanmanın az olduğu kurak bölge topraklarından demiroksitli kırmızı lateritik topraklar (http://simcag.com/site/component/content/article/10-toprak/6-toprak-cesitleri.html).

8.1.5. Solüsyon

Kimyasal ayrışmalarla (çözülmelerle) birtakım karmaşık ürünler oluşurken önemli oranda da basit veya diğer bir değişle sadeleşmeler olmaktadır. Su, başlı başına bir çözündürücü olduğundan bir kısım çözünme olayları, suyun varlığından dolayı kaçınılmaz olarak oluşmaktadır. Kayaların ve toprak maddesinin içinde bulunan suda potasyum (K),

sodyum (Na), kalsiyum (Ca), magnezyum (Mg) ve diğer birçok katyonlar bulunmaktadır. Bu metalik katyonlar, genellikle klorür (Cl^-), sülfat (SO_4^-), karbonat (CO_3^-) ve bikarbonatlar (HCO_3^-) v.b. gibi anyonlar tarafından dengelenmektedirler. Diğer bir taraftan karbondioksit suyun çözündürücü gücünü arttırarak ayrışmayı bir ölçüde hızlandırmaktadır. Toprak içinde bulunan ve çürümüş organik artıklar halinde görülen maddelerin bu konudaki rolü oldukça önemlidir. Toprakta biyokimyasal olaylarla meydana gelen mineral asitler, genellikle eser oranda bulunmakla beraber minerallerin ayrışmasında önemli rol oynamaktadırlar. Kalkerlerin karbonik asit kapsayan sularla çözünmesi solüsyonun en önemli örneklerinden biridir. Karbonik asidin etkisi ile meydana gelen kalsiyum bikarbonat sularda kirece oranla daha fazla çözünmektedir (Mater, 1986).

8.1.6. Redüksiyon

"İndirgeme Olayı" olarak da tanımlanan redüksiyon, oksidasyonun tersi bir olaydır. Bu nedenle, **redüksiyon** oksijenin yetersiz olduğu yerlerde meydana gelir. Bu nedenle redüksiyon yerkabuğunun alt kısımlarında yetersiz drenaj koşullarına sahip olan, suyun hava boşluklarını doldurduğu topraklarda yaygındır. Havanın güç olarak nüfuz ettiği sıkı yapılı topraklarda veya havanın yetersiz olduğu ortamlarda **indirgeme olayı** oluşur. Bitkilerin kullandıkları nitrat (NO_3) ve sülfat (SO_4) gibi, oksitler indirgenerek element haline dönüştüklerinden, olay, topraklar için zararlı bir reaksiyon olarak kabul edilir (Mater, 1986). (prosesine bakınız). Bu konu Toprak Horizonları konusundaki **Gleyleşme** sürecinde tekrar ele alınacaktır (Mater, 1986).

8.1.7. Baz Değişimi ve Çelasyon:

Baz değişimi, mineraller arasında kalsiyum (Ca), Magnezyum (Mg), Sodyum (Na) ve Potasyum (K) gibi katyonların alınıp verilmesidir. Bu sürecin hızı, solüsyonun çeşitli katyonlar bakımından **zenginliği, asiditesi** ve **sıcaklığı** gibi etkenlere bağlıdır. Toprak suyu ile mineraller arasındaki bu alışveriş sonucunda kaya içindeki minerallerin yapısı tahrip edilince bazı yeni kimyasal maddeler oluşur. Bu sürecin devamı halinde kayayı oluşturan mineraller arasındaki bağ zamanla gevşer ve daha derin kısımlardaki unsurlar da çözülme süreçlerinin etkisine girerler. Kimyasal çözülmede rol oynayan ve önemli bir kimyasal süreç olan **çelasyon olayı** ise, mineraller arasında metal katyonlarının hidrokarbon moleküllerinin yapısına karışması sürecidir. Gerçekte karmaşık bir organik süreç olan çelasyon birçok yaşam fonksiyonunun gerçekleşmesi için gereklidir. Bitki köklerinin uç kısımlarında hidrojen (H^+) iyonları ile yüklü bir alan vardır. Bu sayede mineraller hidrolize uğrayarak metal katyonlarının toprak suyuna karışması ve bitkiler tarafından alınması sağlanır. Böylece bitkiler, **çelasyon** yolu ile de kayaların kimyasal çözülmeye uğramasına neden olurlar (Erinç, 2012).

Uygulamalar

Uygulama Soruları

Bu Bölümde Ne Öğrendik Özeti

Pedojenik süreçlerin ilki olan fiziksel süreçlerden sonra; sekizinci konuda, pedojenik süreçlerin ikincisi olan "kimyasal süreçler" üzerinde durulmuştur. Burada toprak oluşumu ve gelişimindeki özellikle; oksidasyon, hidroliz, karbonasyon, hidratasyon, solüsyon, redüksiyon ile baz değişimi ve çelasyon gibi toprakta kimyasal ayrışmaya (çözülmeye) yola açan süreçler hakkında bilgi aktarılmıştır. Metin ağırlıklı konu; fotograf, şekil ve grafiklerle desteklenerek anlatılmaya çalışılmıştır.

Bölüm Soruları

1) Aşağıdakilerden hangisi toprakta kimyasal ayrışmayı oluşturan kimyasal süreçlerden biri değildir?

a) Hidratasyon
b) Kalsifikasyon
c) Karbonasyon
d) Oksidasyon
e) Çelasyon

2) Aşağıdakilerden hangisi karbondioksit (CO_2)'in devreye girmesiyle toprakla meydana gelen kimyasal süreci oluşturur?

a) Oksidasyon
b) Solüsyon
c) Redüksiyon
d) Baz değişimi
e) Karbonasyon

3) "Karbonasyon sürecinin büyük ölçüde oluştuğu yerlerde …… topografyası adı verilen çeşitli erime şekilleri oluşur." ifadesini tamamlayınız.

a) Karst
b) Buzul
c) Akarsu
d) Volkan
e) Çöl

4) "Sodyum, kalsiyum ve bikarbonat iyonları akarsulara karışırsa, bunlardan sodyum denizlerde birikir. Oysa, denize ulaşan kalsiyum ve bikarbonat iyonlarının büyük kısmı, burada yaşayan organizmalar tarafından iskeletlerini ve kavkılarını yapmak üzere kullanılır. Eriyik silis de kısmen, diatome'ler ve radiolaria'lar gibi canlıların iskeletletlerini yapmak için kullanılır." ifadesi doğru mu yanlış mıdır?

Doğru ( ) Yanlış ( )

5) "Minerallerin bünyelerindeki su kaybına **dehidratasyon** denilir. Nemli ve kurak tropikal bölgelerin bazı kesimlerinde kurak devrede yüksek sıcaklık altında dehidrataston olayı meydana gelebilir. Kurak devrelerde **hidratlanma** meydana gelirken, nemli devrelerde **dehidratasyon** olayı oluşur." ifadesi doğru mu yanlış mıdır?

Doğru ( ) Yanlış ( )

6) "Bu kimyasal süreç, suyun etkisiyle oluşan reaksiyonları ve kimyasal çözülmeleri açıklar. Su (H_2O) oldukça aktif bir kimyasal ayrıştırıcıdır. Suyun serbest hidrojen (H) iyonları birçok bileşikteki pozitif iyonlarla yeni bir bileşik meydana getirmek üzere yer değiştirme eğilimindedir. Kayalarda etkili olan çeşitli kimyasal değişmeler arasında bu süreç, özellikle feldspatların, mikaların ve benzeri minerallerin ayrışmasında ilk önce oluşan kimyasal değişimlerdir. Suyun iyonları ile bir tuzun asidine veya bazına ayrışması olayıdır." ifadesiyle toprakta kimyasal ayrışma (çözülme) oluşturan kimyasal süreçlerden hangisinin özellikleri aktarılmıştır?

a) Karbonasyon
b) Solüsyon
c) Çelasyon
d) Hidroliz

e) Baz değişimi

7) Olivin bünyesine su alarak serpantine, silisyum dioksite ve iki değerli demir oksite dönüşür. İki değerli demir de bu süreç sonucu üç değerli demir oksite (hematite) dönüşür.

$$3\ Mg\ Fe\ SiO_4 + 2\ H_2O \rightarrow H_4Mg_3\ Si_2O_9 + SiO_2 + 3\ FeO + 4\ FeO + O_2 \rightarrow 2\ Fe_2O_3$$

Olivin Serpantin Demir oksit Hematit

Yukarıdaki ifade ve formüle dayalı olarak, toprakta kimyasal ayrışma (çözülme) oluşturan kimyasal süreçlerden hangisine örnek verilmiştir?

a) Çelasyon
b) Solüsyon
c) Karbonasyon
d) Hidroliz
e) Oksidasyon

8) Suyun toprak minerallerine bağlanmasına veya bir başka tanımla, minerallerin bileşimine su moleküllerinin katılmasıyla oluşan kimyasal reaksiyona…….. denilir.

a) Hidratasyon
b) Kalsifikasyon
c) Karbonasyon
d) Oksidasyon
e) Çelasyon

9) "İndirgeme Olayı" olarak da tanımlanan redüksiyon, oksidasyonun tersi bir olaydır. Bu nedenle, **redüksiyon** oksijenin yetersiz olduğu yerlerde meydana gelir. Bu nedenle redüksiyon yerkabuğunun alt kısımlarında yetersiz drenaj koşullarına sahip olan, suyun hava boşluklarını doldurduğu topraklarda yaygındır. Havanın güç olarak nüfuz ettiği sıkı yapılı topraklarda veya havanın yetersiz olduğu ortamlarda **indirgeme olayı** oluşur.

Yukarıda verilen ifade sizce doğru mu, yanlış mıdır?

Doğru ( ) Yanlış ( )

10) Toprakta kimyasal ayrışma (çözülme) oluşturan kimyasal süreçlerin isimlerini sıralayın.

……

……

……

CEVAPLAR: 1-b, 2-e, 3-a, 4-Doğru,

5-Yanlış (Son cümlede kurak ve ve nemli ifadelerinin yeri değişmeli),

6-d, 7-e, 8-a, 9-Doğru,

10- 1-Oksidasyon

2-Hidroliz

3-Karbonasyon

4-Hidratasyon

5-Solüsyon

6-Redüksiyon

7-Baz değişimi ve çelasyon

9. PEDOJENİK SÜREÇLER: BİYOLOJİK SÜREÇLER

Bu Bölümde Neler Öğreneceğiz?

9.1. Biyolojik Süreçler

9.1.1. Organik Maddelerin Yer Değiştirmesi

9.1.2. Oksidatif Ayrışma (Mineralizasyon)

9.1.3. Humuslaşma Olayı (Humufikasyon)

9.1.4. Nitratlaşma Olayı (Nitrifikasyon)

9.1.5. Azot Sabitlenmesi (Nitrojen Fiksasyonu)

Bölüm Hakkında İlgi Oluşturan Sorular

1) Pedojenik süreçlerden biyolojik süreçleri sıralayınız.

2) Toprak oluşumunda biyolojik süreçlerin özelliklerini kısaca anlatınız.

3) Toprak oluşumunda biyolojik süreçlerin özelliklerinden organik maddelerin yer değiştirmesi (translokasyon), oksidatif ayrışma (mineralizasyon), humuslaşma olayı (humufikasyon), nitratlaşma olayı (nitrifikasyon), azot sabitlenmesi (nitrojen fiksasyonu) hakkında ayrı ayrı bilgi veriniz.

Bölümde Hedeflenen Kazanımlar ve Kazanım Yöntemleri

Konu	**Kazanım**	**Kazanımın nasıl elde edileceği veya geliştirileceği**
Pedojenik süreçler: Biyolojik süreçler	Pedojenik süreçlerden biyolojik süreçleri kavramak	Metin, sunum ve görsellerle
Pedojenik süreçler: Biyolojik süreçler	Toprak oluşumunda biyolojik süreçlerin özelliklerini kavramak ve öğrenmek	Metin, sunum ve görsellerle
Pedojenik süreçler: Biyolojik süreçler	Toprak oluşumunda biyolojik süreçlerin özelliklerinden olan organik maddelerin yer değiştirmesi (translokasyon), oksidatif ayrışma (mineralizasyon), humuslaşma olayı (humufikasyon), nitratlaşma olayı (nitrifikasyon), azot sabitlenmesi (nitrojen fiksasyonu) hakkında bilgi sahibi olma.	Metin, sunum ve görsellerle

Anahtar Kavramlar

- Organik maddelerin yer değiştirmesi,
- Translokasyon,
- Oksidatif ayrışma,
- Mineralizasyon,
- Humuslaşma olayı,
- Humufikasyon,
- Nitratlaşma olayı,
- Nitrifikasyon,
- Azot sabitlenmesi,
- Nitrojen fiksasyonu

9.2.Biyolojik Süreçler

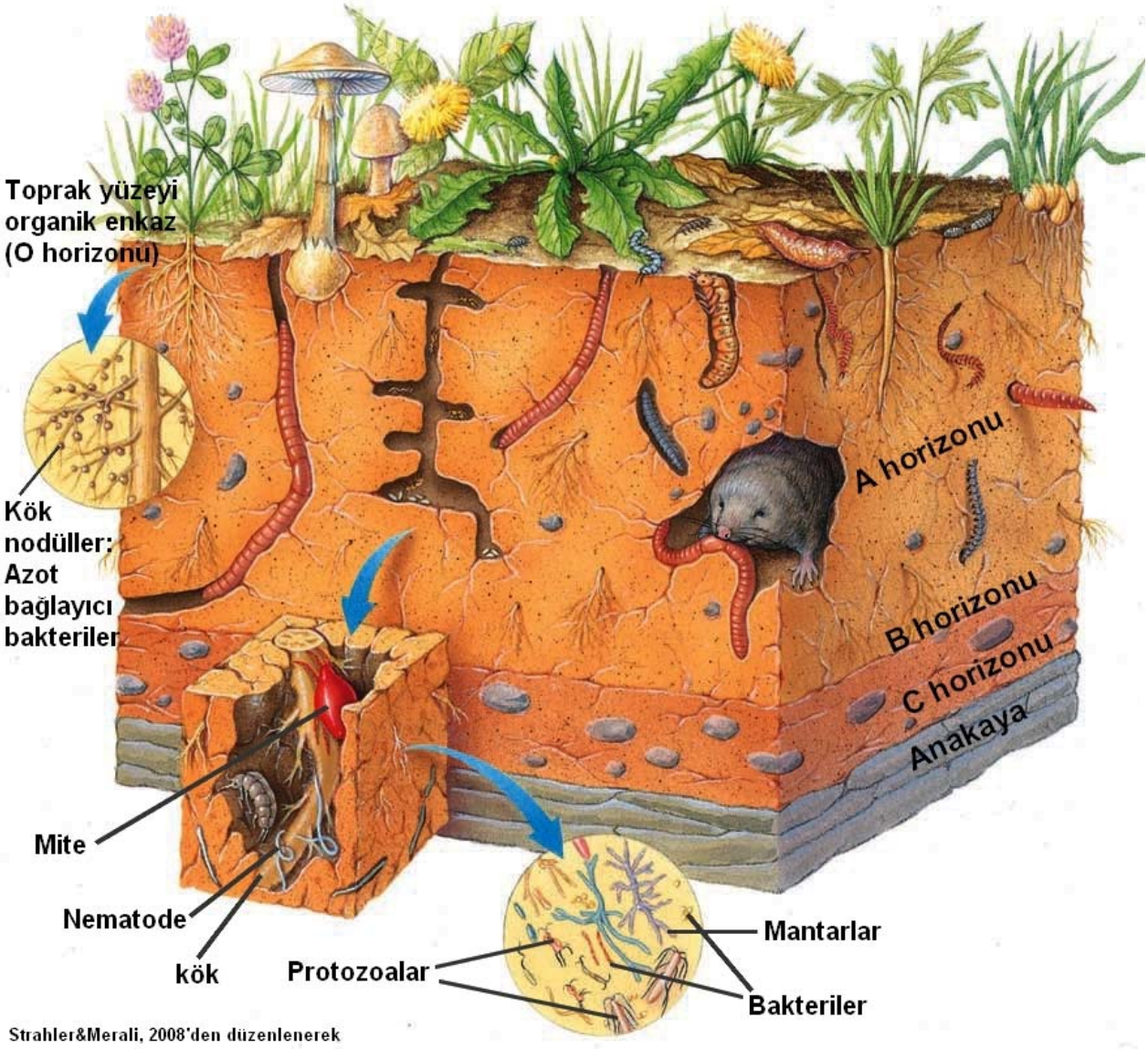
Topraktaki biyolojik süreçleri ana hatlarıyla şöyle sıralayabiliriz:

1- Organik maddelerin yer değiştirmesi (Translokasyon)

2- Oksidatif ayrışma (Mineralizasyon)
3- Humuslaşma olayı (Humufikasyon)
4- Nitratlaşma olayı (Nitrifikasyon)
5- Azot sabitlenmesi (Nitrojen fiksasyonu)

9.1.1. Organik Maddelerin Yer Değiştirmesi (Translokasyon)

Toprak içinde yaşayan çeşitli organizmalar ve özellikle mezofauna olarak tanımlanan **böcekler, solucanlar, termitler**, **v.b.'leri** organik madde ile inorganik maddenin karışmasında önemli rol oynarlar (Şekil 28). Bu karışım olayı özellikle topraktaki mikrobiyolojik olayların sürekliliğini koruması ve humuslaşmanın ön hazırlığının yapılması açısından önem taşır. Mezofauna tarafından sürekli olarak karıştırılan toprak organik maddesi içinde yaşayan mikroorganizmalar için devamlı taze besin kaynağı oluştururlar. Bu da organik maddenin sürekli parçalanmasını ve ayrışmasını sağlar. Bu ayrışma ve parçalanma sonucunda bitki besin maddesi olarak önemli oranda iyon açığa çıkar. Bunun dışında toprak agregatlaşmasında da önemli değişmeler olur. Sürekli parçalanmaya uğrayan organik madde, topraktaki agregatlaşmayı düzenler ve iyi bir strüktür geliştirmesini sağlar (Mater, 1986).



Şekil 28: Toprakaltı mezofaunaların biyolojik süreçlere katkısı (Strahler and Merali, 2008'den düzenlenerek).

9.1.2. Oksidatif Ayrışma (Mineralizasyon)

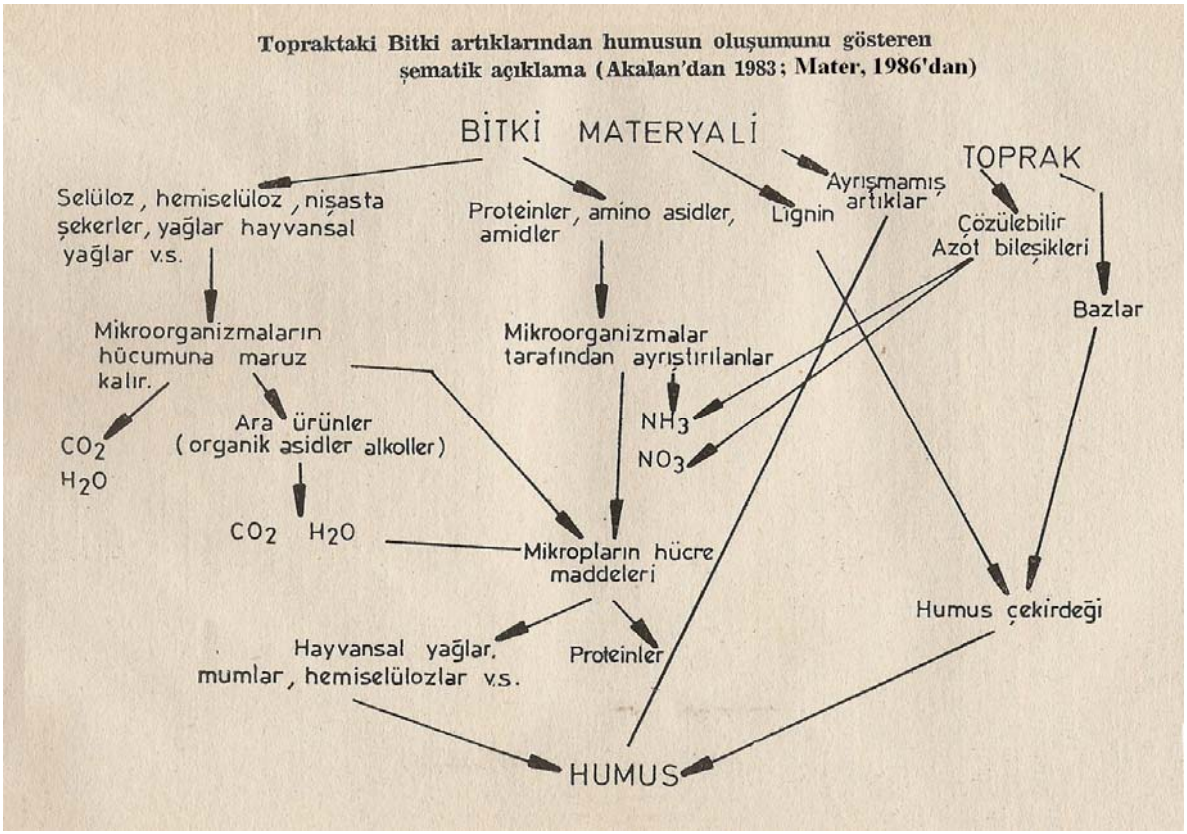
Organik maddeler uygun koşullar altında oksijenle birleşerek daha basit bileşimli inorganik maddelere dönerler. Karmaşık doğada organik maddelerden karbondioksit (CO_2), su (H_2O) ve ve amonyak (NH_3) gibi bileşikler oluşur, partikül maddeleri serbest iyonlar haline gelirler. Bu olaya **mineralizasyon** denir. Bu ayrışma, birçok mikroorganizmanın birlikte oluşturduğu bir olay olup, bazı çevre koşullarına bağlıdır. Bu koşullardan ilki **ısı**'dır. Düşük sıcaklıklarda mikroorganizma faaliyeti yavaştır. Sıcaklık, belirli kritik sınır olan 15ºC yi aştıktan sonra faaliyet hızlanır ve sıcaklığın yükselmesiyle maksimum düzeye erişir. Bu değer 35º - 40ºC kadardır. Ancak sıcaklığın daha fazla yükselmesi olumsuz bir etki yapar ve bakteri faaliyeti yeniden azalır. İkinci önemli yaşam koşulu **nem**'dir. Bakterilerin yapıları, genellikle sıvı bir manto ile kaplanmış bulunduğundan suya gereksinimleri vardır. Ancak suyun miktarı da sıcaklıkta olduğu gibi belirli bir düzeyi aştıktan sonra zararlıdır. Çünkü toprakta bütün

gözenek boşlukları su ile dolduğundan havanın dolaşımı engellenir. Sonuçta genellikle aerobik bakterilerin yaşaması mümkün olmaz veya güçleşir. Ortamın üçüncü koşulu **havanın bulunması'**dır. Bilindiği gibi mineralizasyon olayı, organik maddenin oksijenle birleşmesi demektir. Her ne kadar bu birleşme işini mikroorganizmalar gerçekleştirirlerse de ortamda oksijenin bulunması şarttır. Oksijen yoksa o zaman aerobik ayrışma durur. Ortamın dördüncü ve son koşulu ise **toprakta veya organik maddelerde bazı tuzların ve özellikle kalsiyumun bulunması**dır. Kalsiyum; yalnızca gerekli besin maddesi değildir, aynı zamanda mikroorganizmaların yaşam faaliyetleri sonucunda oluşturdukları birtakım asit maddeleri doygun hale getirerek nötrleştirir. Yani ortamın pH değerini düzenler. (**pH**: Bir çözeltinin asitlik veya bazlık derecesini belirleyen ölçü birimidir. pH cetveli 0 - 14 arasıdır. 0 aşırı asit, 14 ise aşırı alkali demektir. 7 pH derecesi ise, ne asit ne alkali, yani maddenin nötr olduğunu gösterir) Burada özellikle topraktaki $CaCO_3$ oranı önemli rol oynar. Görüldüğü gibi organik maddelerin kısa zamanda oksidatif şekilde ayrışarak, yani mineralizasyonla topraktan kaybolmaları için sıcaklık, nem, hava (oksijen), optimumlarının denk düşmesi ve toprakta kalsiyum karbonat veya kil minerallerine bağlı bol miktarda kalsiyum bulunması şarttır (Irmak 1972). Bu durumda toprağın organik maddeleri kısa sürede oksitlenerek karbondioksit (CO_2), su (H_2O), amonyak (NH_3) gibi maddelerle serbest iyonlar oluşur. Organik maddelerin bu oksidatif ayrışması toprak oluşumunda ve bitki beslenmesinde çok önemlidir. Turba toprakları bir tarafa bırakılacak olursa, karbondioksit (CO_2) mineral toprağın pek çoğunda etkili bir asit olur ve ayrışmada önemli rol oynar. Karbondioksitin bitki beslenmesindeki rolü ise, bilindiği gibi bitkilerin büyümek ve gelişmek için karbondioksit özümlemesine ihtiyacı vardır. Atmosfer içindeki karbondioksitin en önemli kaynağı ise topraktaki organik maddenin ayrışması ile meydana gelen karbondioksittir. Bu durumda doğada karbondioksit döngüsünün en önemli safhasını organik maddelerin toprak içinde ve yeryüzünde oksidatif ayrışması oluşturur (Mater, 1986).

9.1.3. Humuslaşma (Humufikasyon)

Topraktaki biyolojik süreçler içinde en karmaşığı kuşkusuz **humuslaşma** veya **humifikasyon** olayıdır. Bu karmaşıklıktan dolayı, humifikasyon konusunda ayrıntılı çalışmalar daha kısıtlıdır. Organik madde, mineralize olmadan, yani kil kolloidleri ile birleşmeden önce, ara ürünler olarak tanımlanan karbonca zengin koyu renkli maddelere dönüşür. Bu ara maddeler, kendi aralarında çeşitli şekillerde reaksiyona girerler ve bunun sonucunda büyük moleküllü, ancak reaksiyon yeteneği küçük olan "humin" maddeleri oluştururlar. Bu olay, **humuslaşma** olarak tanımlanır. Humuslaşma olayı toprak faunasının faaliyetini hızlandırır. Organik artıkların önemli bir kısmı, toprak içinde yaşayan pekçok hayvanın sindirim sisteminden geçerek kimyasal bakımdan değişmelere uğrar. Mikrobiyolojik faaliyetin hızı, suda çözünen karbonhidratlarda ve proteinlerde yüksektir. Bu maddelerin bir kısmı tam olarak mineralize olur, bir kısmı ise mikroorganizmaların hücre maddesinin yapılmasında kullanılır. Arta kalan ve yapıları korunmuş olan kısımlarında ise, selüloz ve lignin bulunur. Görüldüğü gibi aşırı derecede ayrışmaya uğramış olan humus maddesi homojen bir bileşik değildir. Belli bir kimyasal yapı formülü yoktur. Heterojen karakterde, koyu renkli bir kütle olup, bitkisel ve hayvansal madde artıkları ile toprak organizmalarının değişime uğrattığı hücre maddelerinin karışımıdır. Böylece humus, toprakta durağan yani statik değil, dinamik ve hareketli bir karaktere sahiptir [Akalan (1983)'a göre Mater 1986].

Bu nedenle, humus devamlı değişime uğrar. Topraktaki bitki ve hayvan artıklarının ayrışması sırasında bazı maddeler, diğerlerine oranla daha fazla ayrışmaya uğrarlar. Bazıları ise ayrışmaya oldukça büyük bir direnç gösterirler. Nişastalar, şekerler, proteinler, aminoasitler çeşitli organizmaların etkisi altında kalırlar. Bu organizmaların faaliyeti sonucunda önemli oranda mikroorganizma hücresi bileşime uğrar. Selüloz ve hemiselüloz maddeler, geniş bir dağılım gösteren mikroorganizmalar tarafından hızlı bir şekilde ayrıştırılır. Bitkilerde oldukça fazla bulunan **lignin maddesi** (**odunlaşma maddesi**: Bitkilerde, hücre çeperi içerisinde bulunan lignin, selülozla birlikte bitkinin odunsu yapısını ve dayanıklılığını sağlar), özellikle anaerobik (havasız; oksijensiz) koşullarda ayrışmaya dirençlidir. Ancak aerobik (oksijenli; havanın bulunduğu) koşullarda bir miktar değişime uğrarlar. Bitki artıklarından humusun oluşumunda, suda çözünebilen yapı maddelerinde, selülozlarda ve hemiselülozlarda hızlı bir azalma, buna karşılık lignin ve lignin kompleksleri yüzdesinde bir artış olmakta, protein miktarında da bir yükselme görülmektedir.



Şekil 29: Topraktaki bitki artıklarından humus oluşumunu gösteren şematik diyagram (Mater 1986'dan).

Humus, kimyasal bir bileşik olan lignin ve proteinlerden oluşmuş bir maddedir. Bu iki madde grubu büyük bir olasılıkla birbiriyle bağlanarak ligno-protein kompleksi oluşturmaktadır. Yapılan araştırmalar, humusun % 40 – 45'i lignin, % 30 – 35'i protein, kalan % 20 – 30'u ise yağlar, mumlar, reçineler ve diğer maddelerden oluştuğunu ortaya koymuştur [Thompson (1957)'a göre, Mater 1986]. Humus organik bir madde olmasına karşın, bazı inorganik elementleri de bu karışımın ayrılmaz parçaları olarak görülür. Fosfor, kükürt, kalsiyum, magnezyum, potasyum, demir, alüminyum ve diğer bazı elementler kimyasal yolla

humusa bağlı olabilir. Asit reaksiyondaki topraklarda humusun önemli oranda değişebilir hidrojen, demir, alüminyum kapsamına karşın, nötr reaksiyonlara sahip toprakların humus karışımlarında kalsiyum ve magnezyum doygun derecededir. Kuvvetli alkalin reaksiyondaki topraklarda ise, humus bileşimlerinde değişebilir sodyum iyonları **dominant**tır. Yani daha baskındır. Şekil 29'daki diagramda, humus oluşumu şematik olarak ortaya konmaya çalışılmıştır (Mater, 1986).

9.1.4. Nitratlaşma Olayı (Nitrifikasyon)

Bu olay toprak organizmaları tarafından oluşturulan nitrat (NO_3^-)'ların meydana gelişi olarak tanımlanabilir. Uygun koşullarda ayrışmanın ilk ürünlerinden olan amonyum (NH_4) iyonları **heterotrofik organizmalar** (kendi besinini kendi üretemeyen, yaşamak için ototroflardan ya da diğer heterotroflardan besin alması gereken canlılardır. Hayvan ve mantarların tümü ile, birçok bakteri türü bu gruba girmektedir.) tarafından, yani nitrit (NO_2^-) ve nitrat (NO_3^-) bakterileri tarafından okside edilirler. Bu organizmalar faaliyetlerini oluşturabilmek için, bazı özel koşullara gereksinim duyarlar. Örneğin topraklar aerobik (havadar; oksijenle dolu) karakterli olmalı ve % 5 boşluk hacmine sahip olmalıdır. Optimum sıcaklık derecesinin 27ºC – 32ºC arasında bulunması gerekir, ancak faaliyetleri 4ºC'a kadar sürebilir. Her ne kadar nötr reaksiyon isterlerse de, toprağın pH değerinin 5 gibi oldukça asit bir karaktere sahip olması faaliyetlerini sürdürmesine engel oluşturmaz. Ancak yeterli kireç kapsayan topraklarda oksidasyon çok çabuk oluşur. Akalan'a göre Mater (1986) nitrifikasyonu aşağıdaki basit denklem ile açıklamaya çalışmıştır:

Anzimatik

$$2\,NH_4 \;3\,O_2 \xrightarrow{\qquad} 2\,NO_2 \;2H_2O \;4\,H \;E\ (\text{Enerji})$$

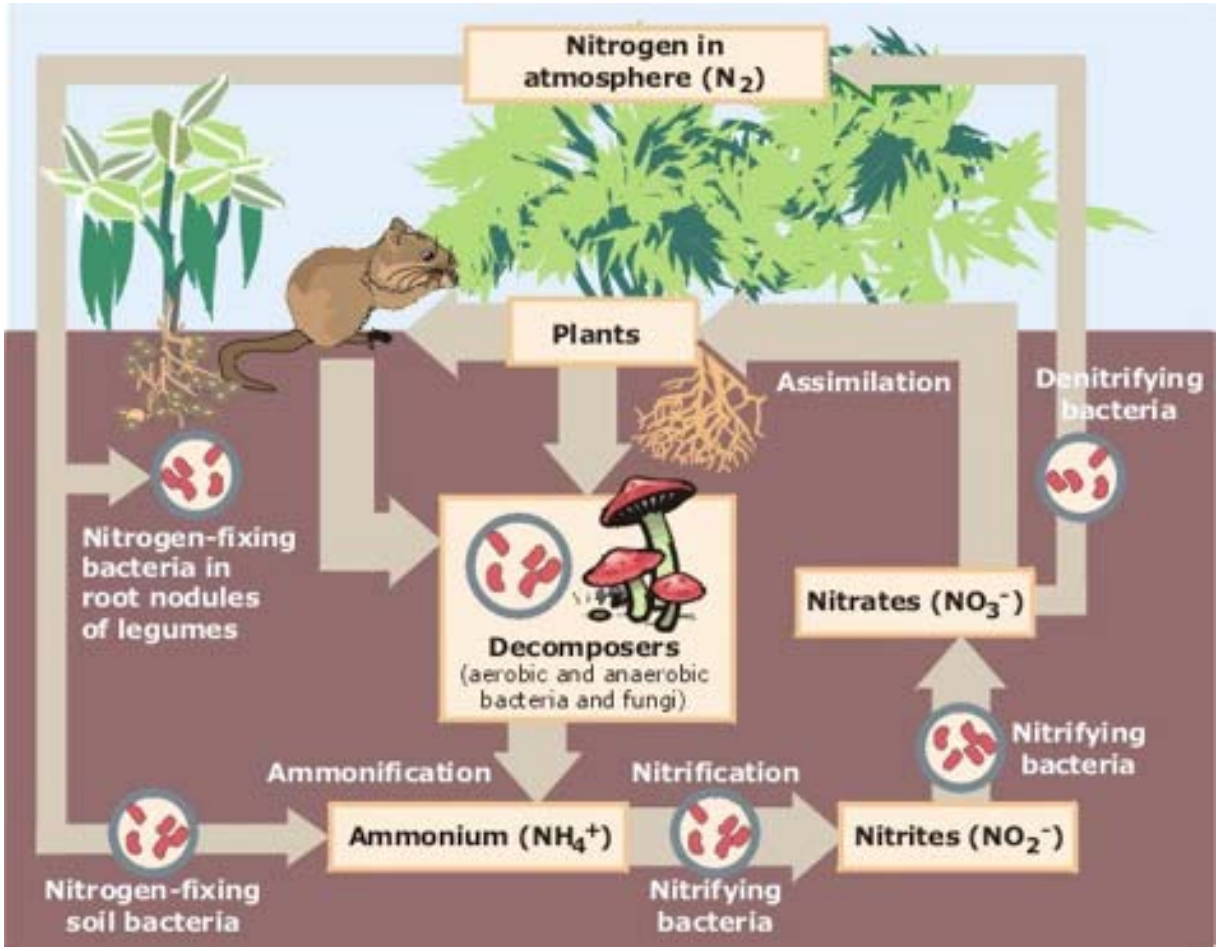
Oksidasyon

Anzimatik

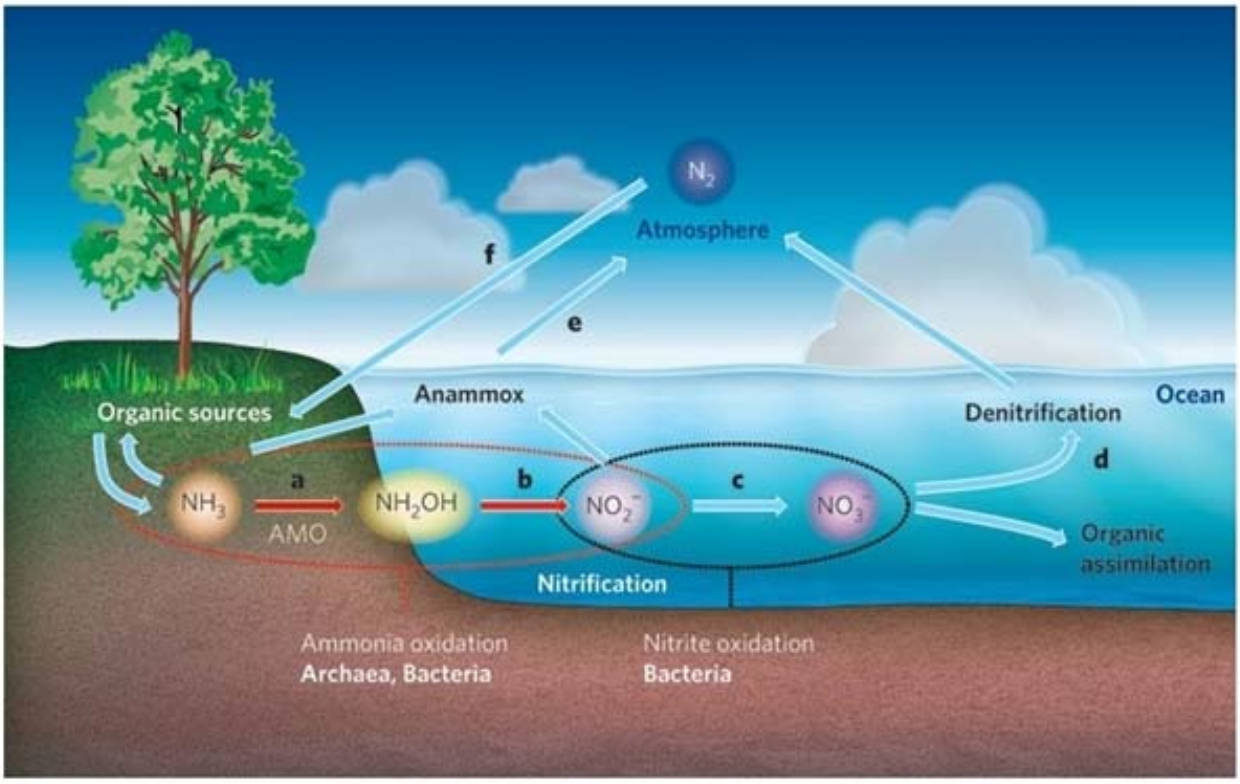
$$2\,NO_2 \;O_2 \xrightarrow{\qquad} 2\,NO_3 \;E\ (\text{Enerji})$$

Oksidasyon

Nitrat tuzları kolay çözündüklerinden, yani ayrıştıklarından bitkiler tarafından kullanılır veya drenaj ile yıkanarak toprağın derinliklerine geçerler (Mater, 1986)(Şekil 30 ve 31).



Şekil 30: Toprakta azot döngüsü (Nitrojen döngüsü) (www.answers.com)

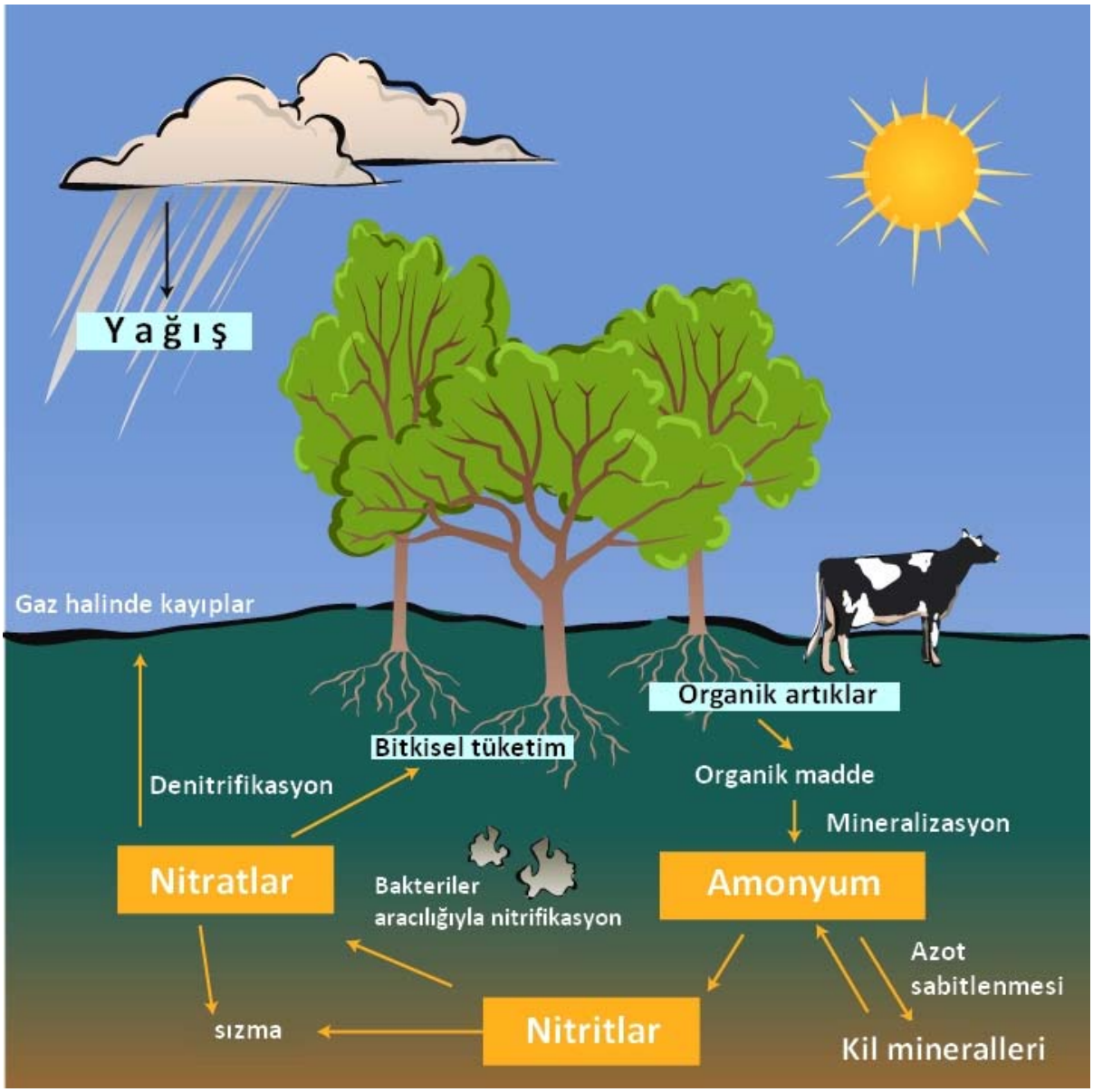


Nitrification

Şekil 31: Denizlerde ve karada nitrojen döngüsü (www.fas.org/irp/nsa/eis-july2010.pdf*)*

9.1.5. Azot Sabitlenmesi (Nitrojen Fiksasyonu)

Toprak içinde serbest halde yaşayan bazı heterotrofik bakterilerden, örneğin; azotobacter, clostridium pastorianum ve beijerincka türleri atmosferde bulunan azotu bünyelerine alarak onu tutabilme yeteneğine sahiptir. **Azot fiksasyonu** olarak tanımlanan bu olayda bitkiler veya nitrifikasyon için gerekli olan azot sağlanmış olmaktadır. Bunun dışında bazı alg türleri de atmosferde bulunan azotu fikse etme yani sabitleme (kalıcılaştırma) yeteneğine sahiptirler (Şekil 32).



Şekil 32: Nitratlaşma olayında azot döngüsü ve azot sabitlenmesi

(http://andersonapes.pbworks.com).

Uygulamalar

Uygulama Soruları

Bu Bölümde Ne Öğrendik Özeti

Pedojenik süreçlerin ilk ikisi olan fiziksel ve kimyasal süreçler geçen konularda anlatılmıştı. bu dokuzuncu konuda, pedojenik süreçlerin üçüncü ve sonucusu olan "biyolojik süreçler" üzerinde durulmuştur. Topraktaki biyolojik süreçlerden; organik maddelerin yer değiştirmesi (translokasyon), oksidatif ayrışma (mineralizasyon), humuslaşma olayı (humufikasyon), nitratlaşma olayı (nitrifikasyon) ve azot sabitlenmesi (nitrojen fiksasyonu) gibi konular anlatılmıştır. Konu metin destekli, şekil ve fotograflarla açıklanmaya çalışmıştır.

Bölüm Soruları

1) Aşağıdakilerden hangisi toprak oluşumundaki biyolojik süreçlerden biri değildir?

a) Organik maddelerin yer değiştirmesi (Translokasyon)
b) Oksidatif ayrışma (Mineralizasyon)
c) Humuslaşma olayı (Humufikasyon)
d) Nitratlaşma olayı (Nitrifikasyon)
e) Hepsi

2) Aşağıdakilerden hangisi toprak oluşumundaki biyolojik süreçlerden biridir?

a) Hidroliz
b) Nitrojen fiksasyonu
c) Agregatlaşma
d) Hidratasyon
e) Oksidasyon

3) "Toprakta, organik maddeler uygun koşullar altında oksijenle birleşerek daha basit bileşimli inorganik maddelere dönerler. Karmaşık doğada organik maddelerden karbondioksit (CO_2), su (H_2O) ve ve amonyak (NH_3) gibi bileşikler oluşur, partikül maddeleri serbest iyonlar haline gelirler. Bu olaya **oksidatif ayrışma** ya da ……..denir." ifadesindeki boşluk bırakılan yeri aşağıdakilerden hangisi tamamlar?

a) Humufikasyon
b) Translokasyon
c) Nitrojen fiksasyonu
d) Mineralizasyon
e) Nitrifikasyon

4) "Humuslaşma olayı toprak faunasının faaliyetini hızlandırır. Organik artıkların önemli bir kısmı, toprak içinde yaşayan pekçok hayvanın sindirim sisteminden geçerek kimyasal bakımdan değişmelere uğrar. Mikrobiyolojik faaliyetin hızı, suda çözünen karbonhidratlarda ve proteinlerde yüksektir. Bu maddelerin bir kısmı tam olarak mineralize olur, bir kısmı ise mikroorganizmaların hücre maddesinin yapılmasında kullanılır." ifadesi doğru mu, yanlış mıdır?

Doğru ( ) Yanlış ( )

5) "pH: Bir çözeltinin asitlik veya bazlık derecesini belirleyen ölçü birimidir. pH cetveli 0 - 20 arasıdır. 0 aşırı asit, 20 ise aşırı alkali demektir. 10 pH derecesi ise, ne asit ne alkali, yani maddenin nötr olduğunu gösterir." ifadesi doğru mu, yanlış mıdır?

Doğru ( ) Yanlış ( )

6) "Topraktaki biyolojik süreçlerden, organik maddelerin yer değiştirmesi (translokasyon); toprak içinde yaşayan çeşitli organizmalar ve özellikle mezofauna olarak tanımlanan böcekler, solucanlar, termitler, v.b.'leri organik madde ile inorganik maddenin karışmasında önemli rol oynarlar." ifadesi doğru mu, yanlış mıdır?

Doğru ( ) Yanlış ( )

7) "Topraktaki biyolojik süreçler içinde en karmaşığı kuşkusuz humuslaşma veya humifikasyon olayıdır. Bu karmaşıklıktan dolayı, ……. konusunda ayrıntılı

çalışmalar daha kısıtlıdır. Organik madde, mineralize olmadan, yani kil kolloidleri ile birleşmeden önce, ara ürünler olarak tanımlanan karbonca zengin koyu renkli maddelere dönüşür. Bu ara maddeler, kendi aralarında çeşitli şekillerde reaksiyona girerler ve bunun sonucunda büyük moleküllü, ancak reaksiyon yeteneği küçük olan "humin" maddeleri oluştururlar. Bu olay, ……olarak tanımlanır." ifadesiyle topraktaki biyolojik süreçlerden hangisinin tanımı yapılmıştır?

a) Humufikasyon
b) Translokasyon
c) Nitrojen fiksasyonu
d) Mineralizasyon
e) Nitrifikasyon

8) "Topraklar aerobik (havadar; oksijenle dolu) karakterli olmalı ve % 5 boşluk hacmine sahip olmalıdırlar. Optimum sıcaklık derecesinin 27ºC – 32ºC arasında bulunması gerekir, ancak faaliyetleri 4ºC a kadar sürebilir. Her ne kadar nötr reaksiyon isterlerse de, toprağın pH değerinin 5 gibi oldukça asit bir karaktere sahip olması faaliyetlerini sürdürmesine engel oluşturmaz." ifadesiyle topraktaki biyolojik süreçlerden hangisi anlatılmaya çalışılmıştır?

a) Humufikasyon
b) Translokasyon
c) Nitrojen fiksasyonu
d) Mineralizasyon
e) Nitrifikasyon

9) "Toprak içinde serbest halde yaşayan bazı heterotrofik bakterilerden, örneğin; azotobacter, clostridium pastorianum ve beijerincka türleri atmosferde bulunan azotu bünyelerine alarak onu tutabilme yeteneğine sahiptir. …… olarak tanımlanan bu olayda bitkiler veya nitrifikasyon için gerekli olan azot sağlanmış olmaktadır. Bunun dışında bazı alg türleri de atmosferde bulunan azotu fikse etme yani sabitleme (kalıcılaştırma) yeteneğine sahiptirler." ifadesindeki boşluğa aşağıdakilerden hangisi getirilebilir?

a) Humuslaşma
b) Organik maddelerin yer değiştirmesi
c) Azot sabitlenmesi
d) Mineralizasyon
e) Nitratlaşma

10) Pedojenez gelişimi için topraktaki biyolojik süreçleri maddeler halinde sıralayınız.

……

……

……

……

……...

CEVAPLAR: 1-e, 2-b, 3-d, 4-Doğru, 5-Yanlış (pH cetveli 0 - 14 arasıdır), 6-Doğru, 7-a, 8-e, 9-c

10- 1-Organik maddelerin yer değiştirmesi (Translokasyon)

2-Oksidatif ayrışma (Mineralizasyon)
3-Humuslaşma olayı (Humufikasyon)
4-Nitratlaşma olayı (Nitrifikasyon)
5-Azot sabitlenmesi (Nitrojen fiksasyonu)

10. TOPRAK HORİZONLARININ (KATMANLARININ) ÖZELLİKLERİ

Bu Bölümde Neler Öğreneceğiz?

10.1. Giriş
10.2. Horizonun Toprak Profilindeki Yeri
10.3. Horizonların Renk Özellikleri
10.4. Horizonların Derinlik Özellikleri
10.5. Horizonların Tekstür (Doku) Özelliği
10.6. Horizonların Strüktür (Yapı) ve Porozite (Gözeneklilik) Özelliği
10.7. Topraklarda Değişik Tipte Strüktürler
10.8. Toprak Oluşum Sürecinde Meydana Gelen Olaylar
10.8.1. Podsolleşme
10.8.2. Lateritleşme
10.8.3. Kireçlenme
10.8.4. Tuzlanma
10.8.5. Alkalileşme
10.8.6. Gleyleşme

Bölüm Hakkında İlgi Oluşturan Sorular

1) Toprak horizonlarının (katmanlarının) yeri, rengi, derinliği, dokusu, yapısı, gözenekliliği, strüktürü gibi özelliklerini kısaca anlatınız.

2) Toprak oluşum sürecinde meydana gelen podsolleşme, lateritleşme, kireçlenme, tuzlanma, alkalileşme, gleyleşme gibi olayları hakkında bilgi veriniz.

3) Podsollaşma ve lateritleşmeyi karşılaştırarak örnekleriyle anlatınız.

Bölümde Hedeflenen Kazanımlar ve Kazanım Yöntemleri

Konu	**Kazanım**	**Kazanımın nasıl elde edileceği veya geliştirileceği**
Toprak horizonlarının (katmanlarının) özellikleri	Toprak horizonlarının (katmanlarının) yeri, rengi, derinliği, dokusu, yapısı, gözenekliliği, strüktürü gibi özelliklerini kavrayabilmek ve öğrenmek.	Metin, sunum ve görsellerle
Toprak horizonlarının (katmanlarının) özellikleri	Toprak oluşum sürecinde meydana gelen podsolleşme, lateritleşme, kireçlenme, tuzlanma, alkalileşme, gleyleşme gibi olayları kavramak ve öğrenmek	Metin, sunum ve görsellerle

Anahtar Kavramlar

- Toprak horizonları (katmanları),
- Toprak horizonlarının yeri,
- Toprak horizonlarının rengi,
- Toprak horizonlarının derinliği,
- Toprak horizonlarının dokusu,
- Toprak horizonlarının yapısı,
- Toprak horizonlarının gözenekliliği,
- Toprak horizonlarının strüktürü,
- Toprak oluşum sürecinde meydana gelen olaylar,
- Podsolleşme,
- Lateritleşme,
- Kireçlenme,
- Tuzlanma,
- Alkalileşme,
- Gleyleşme

10.1. Giriş:

Toprak horizonlarının özellikleri yerine göre araştırıcıları oldukça önemli sonuçlara götürür. Bazen pedolojik bakımdan küçük bir ayrıntı tarımsal üretimde büyük önem taşır. Birçok pedoloji kitabında olaylara, toprakların fiziksel, kimyasal ve biyolojik özellikleri biçiminde sistematik yaklaşılmıştır. Ancak bu olaylar, toprak içinde ve horizonlarda ortaya çıkan özelliklerdir. Bu özellikler horizonlarda farklı şekilde ortaya çıkar. Örneğin A horizonunun organik madde miktarı, B horizonunda çok düşük düzeye iner, C horizonunda ise tamamen ortadan kalkar. İç drenaj, toprağın tekstürü ile olduğu kadar strüktürü ile de ilişkilidir. A horizonunda geçirgenlik özelliği gösteren bir toprak profili, B horizonunda bu özelliğini yitirerek geçirimsiz olabilir. Bu, B horizonundaki kil birikimi ile ilişkilidir ve drenaj burada yavaşlar ve hatta durabilir. Bu durumda o toprağın geçirimsizlik özelliğini tanımlarken; horizonlarının niteliklerini de göz önüne almak gerekir. Örnekler daha pek çok biçimde arttırılabilir (Mater, 1986).

10.2. Horizonun Toprak Profilindeki Yeri:

Horizonlar, pedounit (toprak profili) içindeki yerlerine göre üst, orta ve alt horizonlar olmak üzere gruplandırılabilir. **Üst horizon**, yüzeye en yakın olan horizondur ve biyolojik olayların kuvvetle hissedildiği bir kısımdır. Üst horizon organik maddece oldukça zengin bir horizondur. Yağışlı bölgelerde önemli ölçüde organik ve inorganik materyal, gerek solüsyon gerekse süspansiyon halinde aşağı doğru yer değiştirir. **Yıkanma** adıyla da bilinen bu olay sonucunda, üst horizondan alt horizona mineral maddeler ve humus taşınır. **Orta horizonlar**, biyolojik aktivite bakımından daha az aktiftir. Birçok durumda üst horizondan taşınan maddeler kil, humus, demir ve hatta kalsiyum karbonat halinde **birikebilir**. Üst horizon bazen oldukça kalın olabilir. Hatta orta horizona kadar uzanabilir. **Alt horizon** ise, genellikle **ayrışmamış materyal**dir. Anakayanın özelliklerini taşır. Ancak bazı durumlarda anakaya üzerine gelen Kuaterner'in alt devirleri olan Pleistosen ve Holosen'in sedimentleri ayrışmamış ana maddeyi oluşturabilir. Kurak ortamlarda bu horizonda kalsiyum karbonat ($CaCO_3$), kalsiyum sülfat ($CaSO_4$) gibi tuzların biriktiği de gözlenir (Mater, 1986).

10.3. Horizonların Renk Özelliği

Toprağın rengi gözle yapılan ilk incelemede bir fikir verebilmesi bakımından önem taşır. Toprakta renklerin meydana gelmesinde çeşitli etkenler rol oynar. Bunlar; toprağın organik madde miktarı, iklim, drenaj özellikleri ve toprağı oluşturan çeşitli minerallerdir. Genellikle topraktaki inorganik mineral maddeler içinde **demir bileşikleri** ile **organik madde miktarı**, rengi belirleyen esas unsurlardır. Örneğin hematit (Fe_2O_3), tropikal ve subtropikal bölgelerde serbest drenaja sahip toprakların kırmızı rengini verir. Genel olarak serin ve nemli iklimlerde oluşan topraklar; sıcak ve kurak iklimde oluşanlardan organik maddece zengin olup daha koyu renklidir. Üst horizonların rengi, içlerinde bulunan organik maddenin nitelik ve miktarına bağlı olarak kahverengiden siyaha kadar değişen koyu renklerdedir. Organik maddesi iyi ayrışmış ve çürümüş olan humuslu topraklar, tamamen ayrışmamış organik maddeleri içeren topraklara göre daha koyu renklidir. Ancak organik maddece zengin olmadığı halde rengi koyu olan topraklar da vardır. Bu toprakların daha koyu renkteki üst horizonlarında organik madde yanında, demir ve manganez bileşiklerinin bulunduğu

görülmüştür. Üst toprakta ayrıca fazla miktarda bulunan organik madde parçacıklarının disperse olarak (dağılarak, yayılarak) toprak inorganik parçacıklarının üzerine sıvanması nedeniyle görünüşte koyu renkli ve bol organik madde içerdiği izlenimi verdiği halde, analitik incelemelerde organik maddenin düşük değerde olduğu görülmüştür. Pedounit'in ve dolayısıyla horizonların drenaj özellikleri de rengi belirleyici unsur olabilir. Drenajları iyi olmayan topraklar drene olmuş topraklara göre daha koyu renklidir. Serbest drenaja sahip topraklarda inorganik maddenin ortaya koyduğu renk özelliği şöyle özetlenebilir: Hidratasyon özelliğinden dolayı geötit içeren serbest drenaja sahip topraklarda hidratasyonun artışına bağlı olarak renk kırmızımsı kahverengiden-sarıya doğru bir değişme gösterir. Aynı şekilde kuvvetli hidratasyona uğrayan demir bileşikleri özellikle orta horizonlarda limonitin birikmesine neden olabilir. Bu da sarımsı kahverengi ve sarı renklerin oluşmasına neden olur. C horizonunda ortaya çıkan yeşilimsi ve mavimsi tonlardaki renklerin nedeni ise anaerobik (havasız) ortamlarda demirin redüksiyona uğramasındandır. **Gleyleşme** olarak da tanımlanan bu özellik nedeniyle, toprağın alt horizonlarında bu tür renk özellikleri ortaya çıkar. Ayrıca yine toprakların özellikle orta ve alt horizonlarında pH ve katyon değişim kapasitelerine bağlı olarak toprağın rengi açık veya koyu olabilir. Örneğin asit reaksiyonda ve düşük kalsiyum ve organik madde içeren topraklar açık renk olurken; kalsiyum ve sodyum katyonlarınca zengin olan topraklar düşük organik madde içerseler bile daha koyu renkli olabilmektedirler. Toprağın hemen bütün horizonlarında manganez oksitlerinin bulunması bu tür toprakların koyu renkli olabilmesine neden olurlar. Bir pedounit içinde her bir horizonun kendine özgü bir rengi vardır. Bu renk özelliği, o pedounit içinde hâkim olan bir rengin (örneğin kahverengi) tonları olabileceği gibi, horizonun içindeki organik ve inorganik maddelerin nitelik ve niceliklerine bağlı olarak farklı renklerde de olabilirler. Bundan başka, pedounit içinde renkler belli bir renk hâkimiyeti içinde, lekeler, benekler, diller ve çizgiler şeklinde olabilir. Toprakta bulunan sarımsı ve kahverengimsi renk değişimleri, genellikle nemli ve kurak periodları olan iklimlerde ortaya çıkan bir özelliktir. Kurak devre esnasında toprakta hâkim olan sarımsı renk; nemli dönemlerde özellikle orta ve alt horizonlarda gri zeminde kahverengimsi tonlar halinde ve benekler biçiminde ortaya çıkar. Bu beneklerin gitgide sarıdan kahverengine değişmesi ve horizon içinde daha geniş alana yayılması profil içindeki havalanmanın artışı ile yakın ilişkilidir. Horizonlardaki renk özelliği genellikle pedojenik süreçler sonucu ortaya çıkar ve belirlenir. Örneğin: Devon veya Trias yaştaki pekçok sedimentte kırmızı rengin hâkim olması burada bulunan hematitten kaynaklanmaktadır. Pedojenik sürecin bu topraklarda oldukça güçlü ve dinamik bir karakter göstermesi Devon ve Trias yaştaki bu sedimentlerden oluşan topraklarda hâkim olan kırmızı rengin binlerce hatta milyonlarca yıl içinde zaman zaman pedojenezde ortaya çıkan değişik fazlara rağmen, ondan kaynaklanabildiğini göstermiştir. Gerçekten de bugün dünyanın birçok yerinde bu tür parlak kırmızı renklerin görüldüğü paleosollara yani fosil eski topraklara rastlanmaktadır. Toprağın rengi, daha çok pedojenik olayların eseridir. Bununla birlikte, özellikle dağlık sahalarda toprağın rengini büyük ölçüde anakaya belirler. Toprağa renk veren maddeler oldukça çeşitlidir. Ancak bunların verdikleri renk özelliklerine göre gruplamak mümkündür. Örneğin demir bileşikleri kahverengi, kırmızı, sarı, yeşilimsi ve mavimsi renkleri; manganez bileşikleri kahverengi ve siyah renkleri; organik madde ise gri, kahverengi ve siyah renkleri

verirler (Foto 24). Aşağıda toprak rengi ile toprağın bazı özellikleri arasındaki ilişkiler ortaya konmaya çalışılmıştır (Mater, 1986).

Siyah ve koyu renk: Genellikle organik maddenin fazlalığını gösterir. Bu tür topraklar oldukça verimlidir.

Beyaz ve açık renk: Marn, kireç, jips, kaolen ve çeşitli tuzlar, beyaz renkli toprakları oluşturur. Genellikle verimsiz topraklar bu renktedir.

Gri ve grimsi renk: Çoğu kez drenajları iyi olmayan ve sürekli nemli topraklarla, şiddetli yıkanmaya uğrayan topraklar, bu renkte olup verimleri düşük toprakları oluşturur.

Mavimsi ve grimsi mavi renk: Taban suyunun yüzeye yakın olduğu, havalanmanın görülmediği toprakların karakteristik rengidir. **Gley toprakları** olarak tanımlanan ve devamlı nemli, drenajı kötü veya yetersiz olan topraklardaki yaygın renktir.

Sarı renk: Organik madde miktarı düşük, ancak demir oksitlerince zengin toprakların karakteristik rengidir. Drenaj ve havalanmaları iyi olan bu topraklar, subtropikal bölgelerde yaygındır.

Kırmızı renk: Genellikle demir oksitlerin hâkim olduğu bu topraklarda pas rengi, sarımsı kırmızı ve kırmızı renk hâkimdir. Tropikal bölge toprakları, bu renkte olup kırmızı renk hâkim oldukça **lateritik** karakter daha belirginleşir.



Foto 24: Farklı renklerdeki toprak tiplerinin profilleri (Ertek, 2003'den).

Pedounit içinde horizonlar çoğu kez farklı renklerden oluşur. Araştırmada bir pedounit tanımlanırken rengin bütün ayrıntılarıyla belirtilmesi gerekir. Horizonlar tek bir rengin varyasyonları olduğu gibi, ayrı ayrı renklerde de olabilir. Ayrıca horizon içinde birden fazla

renk de görülebilir. Bu özellik, horizon içinde demir oksitleri, organik madde ve kireç birikiminden kaynaklanabilir. Bu renkler çeşitli geometrik şekillerde olduğu gibi düzensiz biçimde de olabilir. Toprakların renk özelliğinin belli standart içinde saptanması, 1954 yılında American Soil Survey (Amerikan Toprak Araştırmaları) tarafından yayınlanan Professor Albert H. Munsel'in yarattığı renk kataloğunun topraklara adaptasyonuyla "Munsel Soil Colour Chart (Munsel Toprak Rengi Tablosu)" ile mümkün olabilmiştir (Foto 25). Toprağın rengi Hue, Value ve Chroma olmak üzere üç özelliği belirlenir (Mater, 1986):

Hue: Toprağın renginin kırmızı, sarı, yeşil, mavi renklerle ilgisini ve yakınlığını, yani ışığın hâkim olan dalga boyunu gösterir.

Value: Rengin koyuluğunu gösterir.

Chroma: Rengin parlaklığını gösterir.

Bir pedounit'de Hue, Value ve Chroma'nın değerlerini ifade etmek için bazı rakamlar ve harfler kullanılır. Pedounit içindeki horizonun rengi, bunlara ait rakam ve harflerin belirli bir sıra içinde bir araya getirilmesi suretiyle tamamlanır. Örneğin 5 YR 5/3 kırmızı kahverengi bir toprağı karakterize eder. Burada 5 YR (Hue), 5 (Value), 3 (Chroma) değerlerindedir. Genellikle pedounit içindeki horizonların her biri Munsell Soil Colour Chart'a göre ayrıntılı olarak değerlendirilmesi ve belirlenmesi gerekir.

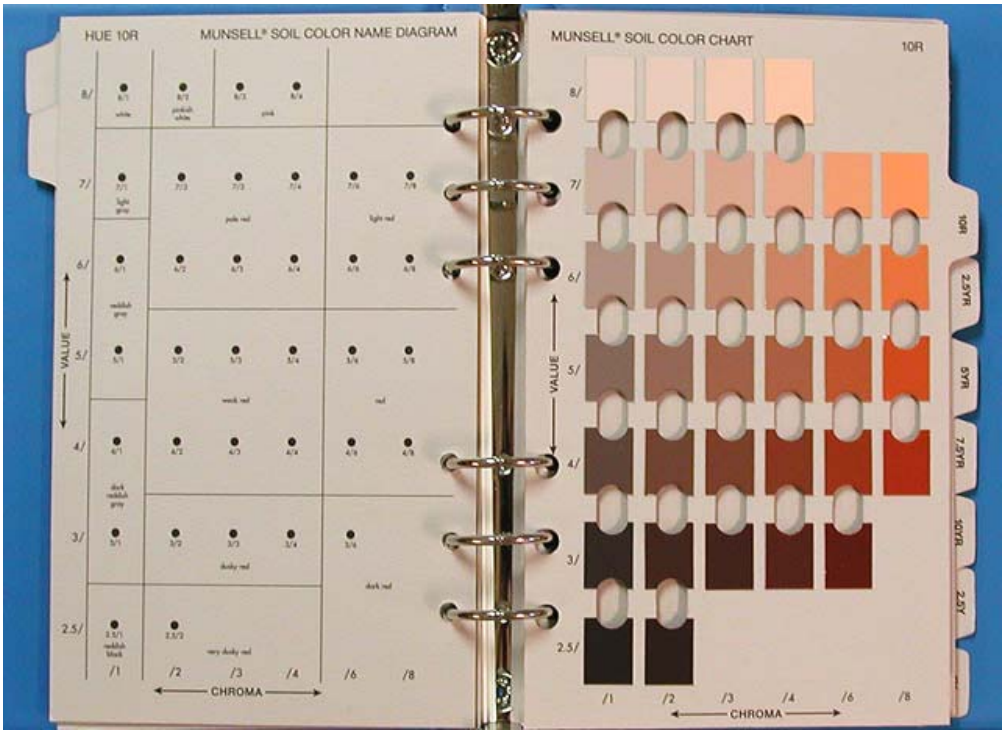


Foto 25: 1954 yılında American Soil Survey (Amerikan Toprak Araştırmaları) tarafından yayınlanan "Munsel Soil Colour Chart"dan örnek bir toprak rengi sayfası (www.edwardtufte.com'dan).

10.4. Horizonların Derinlik Özellikleri

Toprakların önemli bir morfolojik özelliği olan derinlik, genelde kültür bitkilerinin köklerinin işleyebildiği su ve besin maddelerinden yararlanabildiği derinliktir. Zonal topraklarda genellikle A ve B horizonlarını kapsayan derinlik, anakaya katmanı olarak bilinen C horizonuna dâhil edilmez. Özellikle toprak verimlilik araştırmalarında, A ve B horizonlarının derinlikleri büyük önem taşır. Bu kata ziraatçiler **etkili toprak katı** adını verirler. Etkili toprak katı, içinde organik madde bulunan, bitki kökleri ile mikroorganizma faaliyetlerine, yoğun bir fiziksel, kimyasal ve biyolojik ayrışmaya uğramış olan kattır. Bunun altında bulunan ve henüz bu tür faaliyetlere sahne olmayan moloz, çakıl, yumuşak kireç ile, eski deniz ve göl depolarıyla, kil, marn ve çakıllar etkili toprak tipinden sayılmazlar. Tam anlamıyla gelişmiş horizonların kalınlıkları; 1 cm'den metrelerce derinliğe kadar değişik ölçülerde olabilir. Pedounit içinde horizonlar genellikle farklı kalınlıklarda gelişirler. Bu kalınlığı belirleyen etken pedojenezdir. Ayrışmanın yaptığı etki arttıkça gelişen toprak, atmosfer faktörleriyle diğer pedojenik faktörlerin yardımıyla oldukça derin topraklar oluşturabilirler. Topografya özellikle de eğim, toprak kalınlığını belirleyen oldukça önemli bir faktördür. Derinlik, pedounitteki horizonlar halinde tek tek ele alınabildiği gibi, daha yaygın olarak pedounitin tamamının kalınlığı biçiminde de ele alınabilir. Bu özelliğine göre derinliği belli derinlik kategorilerine ayırmak mümkündür (Mater, 1986):

Çok derin 150 cm'den fazla

Derin 150 – 90 cm

Orta derin 90 – 50 cm

Sığ 50 – 20 cm

Çok sığ 20 cm'den az

10.5. Horizonların Tekstür (Doku) Özelliği

Toprak parçacıkları genelde iki büyük sınıf grubuna ayrılır. 2 mm sınırının altı "**ince toprak**" adı verilen esas toprağı oluşturur. 2 mm'nin üzeri ise, iri unsurlardan meydana gelmiştir. Buna bazen "**iskelet toprak**" denir. Topraktaki inorganik maddelerin esas unsurları olan kum, mil (silt) ve kil parçacıklarının değişik oranlardaki karışımlarına **tekstür** (bünye ya da doku) denir. Toprağın tekstürünü oluşturan bu parçacıklar değişik boyutlarda veya çaplarda bulunurlar. Tekstür **toprağın ince veya iri (kaba) taneli olduğu**nu anlatır. Daha dar anlamda ise tekstür, çeşitli boyuttaki inorganik parçacıkların belli katılma oranlarıdır. Yani toprağın **granülometrik bileşimi**'dir. Toprağın inorganik maddesi kimyasal bileşime ve tane büyüklüğüne uyarak değişir. Buna rağmen toprakta tane büyüklüğüne göre **taş** (veya iri çakıl), **çakıl**, **kum**, **mil** (silt), **kil** gibi bazı inorganik madde grupları ayırt edilebilir. Bütün mineral topraklar (yani toprağın inorganik kısmı) bu değişik çaptaki madde sınıflarının farklı oranlardaki karışımından oluşurlar. Taşlar veya iri çakıllar adından anlaşıldığı gibi toprağı oluşturan anakayanın parçalanmış ve ufalanmış şeklidir. Çakıl aynı nitelikte ancak daha küçük çaplı maddelerden oluşmuştur. Kum ve mil (silt) kısmı genel olarak anakayanın parçalanmasıyla oluşmuş çakılların minerallerini kimyasal ayrışmaya uğrayıp değişmesinden

veya kimyasal ayrışma sonucunda meydana gelen birtakım minerallerden oluşur. Toprağın teksürünü oluşturan kum, mil (silt) ve kil gibi parçacıklar çap uzunluklarına veya tanecik boyutlarına göre birtakım boyut sınıfına ayrılır. Toprak biliminde en çok kullanılan veya en yaygın sistem U.S.D.A. (United State Department of Agriculture = ABD Tarım Departmanı) tarafından ortaya konan sınıflandırmadır:

Parçacıkların adı **Çapları (mm)**

Çok kaba (iri) kum 2.00 – 1.00

Kaba (iri) kum 1.00 – 0.50

Orta kum 0.50 – 0.25

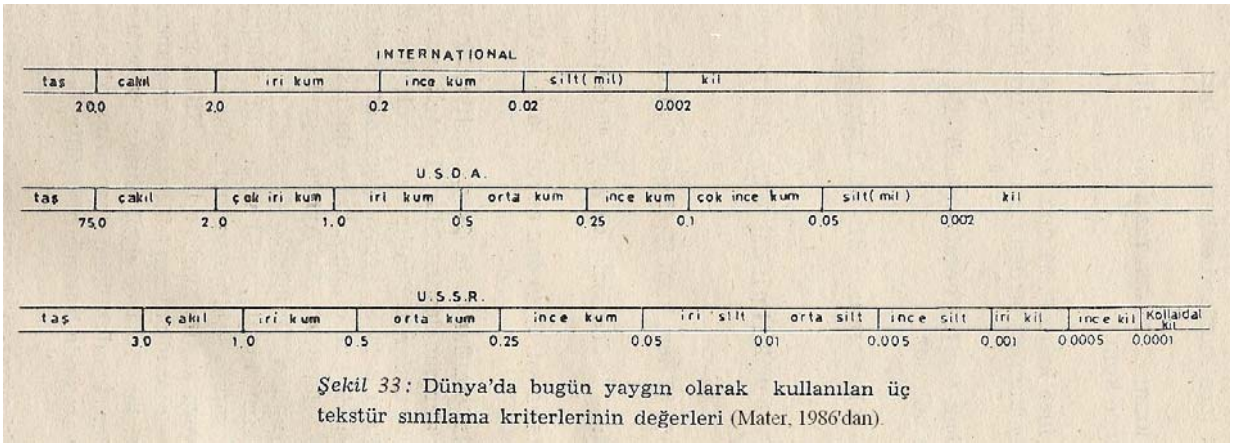
İnce kum 0.25 – 0.10

Çok ince kum 0.10 – 0.05

Silt (mil) 0.05 – 0.002

Kil 0.002 mm'den küçük

Parçacık boyutlarına bağlı olarak U.S.D.A. sınıflaması dışında iki sistem daha vardır. Parçacık boyutlarının ve sınıflamaların farklı kriter değerlere bağlı olarak ortaya konduğu Uluslararası Toprak Bilimleri Derneği'nin (International Soil Science Society) ve Sovyetler Birliği Toprak Derneği'nin oluşturduğu sistemler de vardır (Şekil 33) (Mater, 1986).



Şekil 33: Dünya'da bugün yaygın olarak kullanılan üç tekstür sınıflama kriterlerinin değerleri (Mater, 1986'dan).

Toprak tekstürleri ve içerdikleri kum, mil ve kil miktarlarına bağlı olarak 21 tekstür sınıfına ayrılır. Ancak bu sınıflama içinde 14 sınıf kullanılır (Mater 1986):

Kumlar: Toprak materyali % 85'ten fazla kum içerir. Silt (mil) + kil toplamı %15'i geçmez. Kil genelde siltin 1,5 katıdır.

İri (Kaba) kum: % 25'ten fazla çok iri ve iri kum, % 50'den az olan orta, ince ve çok ince kumlardan herhangi biri.

Kum: % 25'ten fazla çok iri, iri ve orta kum, % 50'den az olan ince ve çok ince kum.

İnce kum: % 50'den fazla ince kum veya % 25'den az olan çok iri kum, iri ve orta kum, % 50'den az olan çok ince kum.

Çok ince kum: % 50'den fazla olan çok ince kum.

Balçıklı (Tınlı) kumlar: % 75 – 85 arasında kum içerirler. Mil ve kil toplamı % 30'u geçmez. Kil milin iki katıdır.

Balçıklı (Tınlı) iri kum: % 25'ten fazla olan çok iri ve iri kum, % 50'den az olan orta, ince ve çok ince kumlardan herhangi biri.

Balçıklı (Tınlı) kum: % 25'ten fazla olan çok iri, iri ve orta kum, % 50'den az olan ince ve çok ince kum.

Balçıklı (Tınlı) ince kum: % 50'den fazla olan ince kum veya % 25'den az olan çok iri, iri ve orta kum, %50'den fazla olan çok ince kum.

Kumlu killi balçık (Tın): Toprakta % 20 – 35 kil, % 28'den az mil, % 45'ten fazla kum bulunur.

Killi balçık (Tın): Kil oranı % 27 – 40, kum oranı % 20 – 45 arasındadır.

Siltli (Milli) killi balçık (Tın): Kil % 27 – 40 arasında, kum % 20'den azdır.

Kumlu kil: Kil % 35'ten, kum % 45'den fazladır.

Siltli (Milli) kil: % 40'tan fazla kil ve % 40'tan fazla mil içerir.

Kil: % 40'tan fazla kil, % 40'tan az mil ve % 45'ten az kum içerir.

Yukarıda verilen sınıflar daha da genişletilebilir veya araştırmanın amacına göre daha sadeleştirilebilir. Toprak tekstür sınıflarını belirlemede üçgen diagramlar kullanılır ve toprak horizonlarının hangi sınıf içinde bulunduğu kolayca ortaya konabilir (Şekil 34). Anakayanın sınıflandırılmasında kullanılmak üzere de basitleştirilmiş üçgen diagramlar kullanılır (Bakınız; Şekil 15). Ayrıca toprakların arazide kabaca tayinleri için elde yapılan ilk değerlendirmeler bile önemlidir. Bu değerlendirmede toprakların kumlu, milli veya killi oldukları saptanabilir. Buna göre siltli bir yapıya sahip olan topraklar parmak arasında ezildiğinde sabunumsu ya da kadife hissi verirler. Killer ise pürüzsüz yüzeylerdir. Kaygan bir yüzey oluşturan killer aynı zamanda plastiklik bakımından da yüksektirler. Kolayca şekil alırlar. Balçıklı ve kumlu bünyeler ise pürüzsüzdürler. İçindeki kum oranına göre ve kumun boyutuna göre parmaklar arasında kolayca hissedilebilir. Toprak içindeki parçacık boyutları dışında parçacıkların şekli de anamaddenin orijini içindeki materyallerin niteliklerini araştırmak için önem taşır. Parçacıkların şekilleri **"konsistans"** denilen toprağın bağlılık özelliğini etkiler. Toprak içindeki kum taneleri son derece düzenli yuvarlak şekillerden düzensiz köşeli ve kırıklı şekillere kadar değişme gösterir. Yumuşak düzgün kenarlı ve

yuvarlak kum taneleri genellikle rüzgârların taşıyarak getirdiği materyallerdir. Ayrıca kıyı kumullarındaki kum tanecikleri de aynı özelliktedir. Yarı yuvarlak veya köşeleri tam anlamıyla düzleşmemiş ancak düzenli yuvarlağımsı parçacıklar ise alüvyon ve kıyı depolarının kumlarıdır. Pürüzlü köşeli bloklu veya düzensiz olanlar ise genellikle glasiyal kökenli depolarda bulunur. Doğal halde bulunan toprak içinde daha önce de belirtildiği gibi iri çakıllar ve taşlar da bulunur. 2 mm'nin üzerinde bulunan bu parçacıklar, toprakta suyun depolanmasını, infiltrasyonu (sızmayı), yüzey akışını ve bitkinin büyümesini etkiler. Toprağın daha ince unsurlu maddelerini su ve rüzgâr erozyonundan korurlar. Topraktaki bu iri unsurları aşağıdaki şekilde sınıflandırmak mümkündür (Mater, 1986):

Parçacıkların adı	**Şekilleri**	**Çapları (cm)**
Çakıl	Yuvarlak ve köşeli	0,2 – 7,5
Çakıl	Yassı	0,2 – 15,0
İri çakıl	Yuvarlak ve köşeli	7,50 – 15,00
İri çakıl	Yassı	15,00 – 37,50

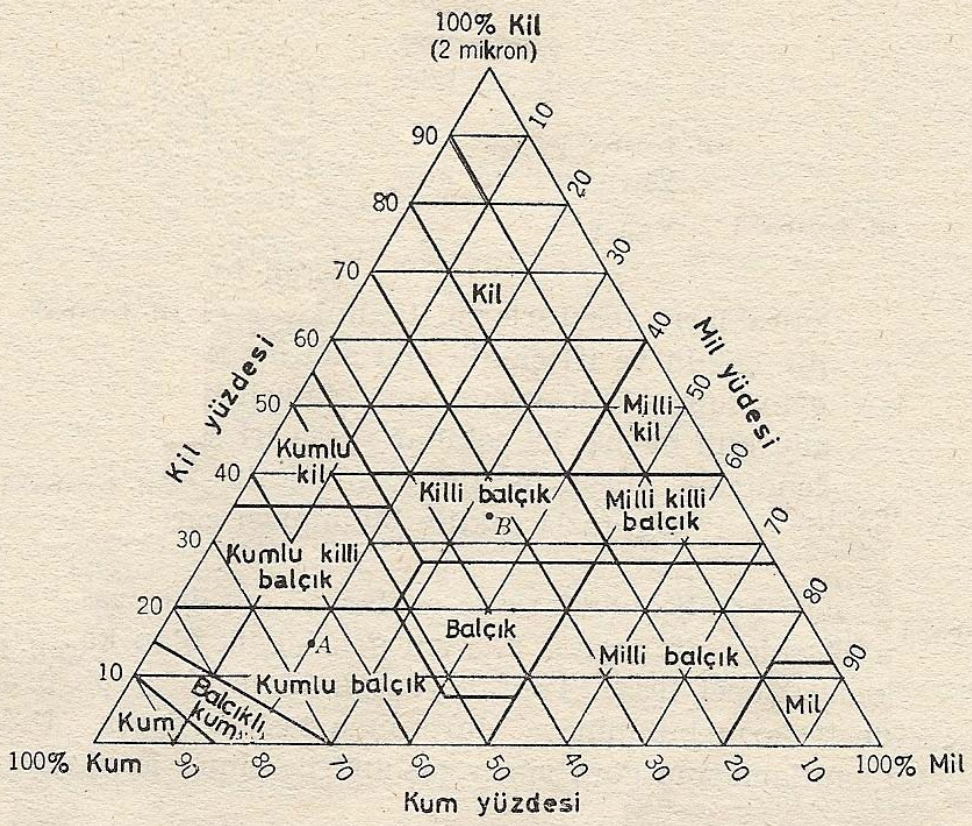
Bunları içeren toprakların teksürlerini tanımlarken teksür isminin başına, ince çakıllı, çakıllı ve iri çakıllı gibi sıfatlar takılarak varlıkları belirtilir. Örneğin kumlu killi balçık (tın) bünyeli bir toprakta çakıl varsa, **çakıllı kumlu killi balçık**; iri çakıllar varsa, **iri çakıllı kumlu killi balçık** diye isimlendirilir. Ancak toprağın çakıllı olması için içinde % 17'den fazla çakılın bulunması gerekir. Yuvarlak veya köşeli olduklarında çapları 25 cm'den, yassı olduklarında uzun eksenlerinin çapları 37,5 cm'den büyük olan kaya parçalarına **taş** denir (Çepel 1985). Toprak yüzeyinde veya toprak profilinde bu şekilde taşların bulunması durumuna **taşlılık** denir. U.S.D.A. toprak etüt sınıflamasına göre yüzey taşlılığı 3 sınıfa ayrılmıştır (Mater, 1986):

Hafif taşlı (taşlar yüzeyin % 2 – 10'unu kaplar)

Orta taşlı (taşlar yüzeyin % 10 – 50'sini kaplar)

Çok taşlı (taşlar yüzeyin % 50 – 90'ını kaplar)

Toprak yüzeyine çıkmış anakayalar ile yerli kayaların tamamen yüzeye çıkması durumunda **toprakta taşlılık oranı** belirlenebilir. Toprak yüzeyini kaplama oranına bağlı olarak bu değer % 2 ile % 90 arasında değişir ve bu olaylara göre isimlendirilir. Toprak etütlerine ve özellikle arazi kullanımı çalışmalarında gerek çakılların gerekse taşların bulunuş durumları ve oranları büyük önem taşır (Mater, 1986).



Şekil 34 - Toprak tekstür sınıflarını gösteren üçgen diyagram (USDA sistemine göre; Mater, 1986'dan).

10.6. Horizonların Strüktür (Yapı) ve Porozite (Gözeneklilik) Özelliği:

Strüktür, toprağı oluşturan parçacıkların birbiriyle doğal halde birleşerek meydana getirdikleri çeşitli şekil ve büyüklükteki kümeler (veya pedler)'dir. Irmak (1972) ve Çepel (1985) strüktürü kısaca, toprak taneciklerinin bir araya gelerek oluşturdukları **sıralanma düzeni** olarak da tanımlarlar. Toprak taneciği bilindiği gibi kum, silt, kil gibi primer elemanlar ve bunların kümeleşmesi sonucu oluşan kırıntı ya da strüktüral elemanlardır. Kohnkel (1986) topraktaki gözeneklerin de katı parçacıklar kadar önemli olduğunu vurgulayarak, toprak strüktürünü küçük, orta ve büyük toprak gözeneklerinin yapısal düzeni olarak tanımlanmaktadır. Toprağın çeşitli büyüklük ve şekildeki parça ve kırıntılara bölünebilme kapasitesini Çepel (1985), o toprağın **strüktür kapasitesi** olarak isimlendirir. Bir toprak profilinin herhangi bir horizonundaki strüktürün gözle görülebilmesi için makrostrüktür biçiminde gelişme göstermiş olması gerekir. Toprak strüktürü, bitki gelişmesini doğrudan doğruya etkileyen bir faktör değildir. Ancak bitki gelişmesi için gerekli olan faktörleri etkilemektedir. Toprak strüktürü tarafından etkilenen başlıca faktörler: suyun sağlanması, havalanma, bitki besin maddelerinin alınabilirliği, mikrobiyolojik faaliyet, kök yayılışıdır. Böylece yetersiz toprak strüktürü, bitki gelişmesini dolaylı olarak sınırlayan bir faktör olurken; tersine iyi bir toprak strüktürü bitki gelişimini, faktörlerini ve etkinliğini arttırmaktadır (Çepel 1985'e göre; Mater 1986).

Strüktür belirleme yöntemlerinin yetersiz olması nedeniyle, uluslararası kabul görecek bir sınıflama yapılmamıştır. Birçok toprak bilimcisi tarafından farklı kriterler ele alınarak sınıflamalar yapılmış, ancak bu sınıflamada belli bir terim birliğine erişilmesi oldukça güç olmuştur. Ancak yine de bugün toprak bilimcilerin belli standartlara bağlı olarak ortaya koydukları **strüktür sınıflaması** bulunmaktadır. Bu sınıflamalarda toprak parçacıklarının **büyüklük** ve **şekil** gibi özellikleri ile toprağın üst kısmının şekline göre sınıflandırma yapılmıştır. Bazı sınıflandırmalarda ise, agregatların dayanıklılığı veya dağılabilirliği diğer bir değişle, konsistans özelliği dikkate alınmıştır. Baver (1935) ise, primer ve sekonder parçacıkların bir arada bulunup bulunmadığına göre bir sınıflandırma önermiştir. Başka bir sınıflandırmada ise, gözenek hacmi tipleri ve bağlayıcı materyalin özelliği göz önüne alınmıştır. Şekil esas alınarak ortaya konan sınıflandırmada **toprağın geometrik olarak doğal bir şekillenme gösterip göstermemesine** ve **doğal şekillenme yüzeylerinin karakteristiklerine** bakılmıştır. Bu ilişkiler ölçü alınarak yapılan sınıflamada, en yaygın ve bugün toprak biliminde en çok kullanılan sınıflama sistemidir. Bu sınıflamaya göre başlıca iki strüktür sınıfı ayrılmaktadır (Mater, 1986):

a- Basit strüktür
b- Bileşik strüktür

a-Basit strüktür: Primer toprak parçacıkları (kum, silt ve kil) yapıştırıcı maddeler veya çekme güçleri ile daha büyük birimler halinde yapıştırılmış olmadan gevşek veya sıkı şekilde sıralanmış olabilirler. Bu tür sıralanma düzeylerine **tek tane strüktürü, basit strüktür** veya **strüktürsüz** denilir. Tek tane strüktüründe toprağı oluşturan primer tanecikler birbirlerine yapışık değildir. Sıralanma düzenleri, taneciklerin şekline ve büyüklüğüne bağlıdır. Bu strüktür tipi düşük organik maddeye sahip kum ve siltlerde görülür. Kumlarda tek tane strüktürü havalanma ve suyun hareketi için elverişli durum yaratır. Orta derecede nemlendiklerinde taneler arasında bir kohezyon (çekim kuvveti) oluşur. Ancak kuruyunca veya bol su ile karıştırılınca kohezyon ortadan kalkar. Tek tane strüktürü kil, humus ve demiroksit bakımından fakir kumlar ile yeni taşınmış silt bakımından zengin sedimentlerde meydana gelir.

b-Bileşik strüktür: Primer toprak parçacıklarını tek tane şeklinde değil de, taneciklerin çeşitli nedenlerle pıhtılaşarak agregatlar oluşturmalarına **bileşik strüktür** denir. Bileşik strüktüre **kırıntı strüktürü** veya **agregat strüktürü** de denilir. Bileşik strüktür, çeşitli etkenler altında meydana gelir. Bunlar kil ve silt parçacıklarının doğal çimento maddeleri sonucunda oluşabilecekleri gibi, toprak içinde yaşayan mezofaunanın sindirim organlarından geçirilerek de meydana gelebilirler. Bu faktörlerin etki derecesine göre de yuvarlak veya köşeli şekiller alabilirler.

10.7. Topraklarda Değişik Tipte Strüktürler

Yukarıda belirtilen faktörler nedeniyle **topraklarda değişik tipte strüktürler** oluşur. Bunlar (Mater, 1986) (Şekil 35):

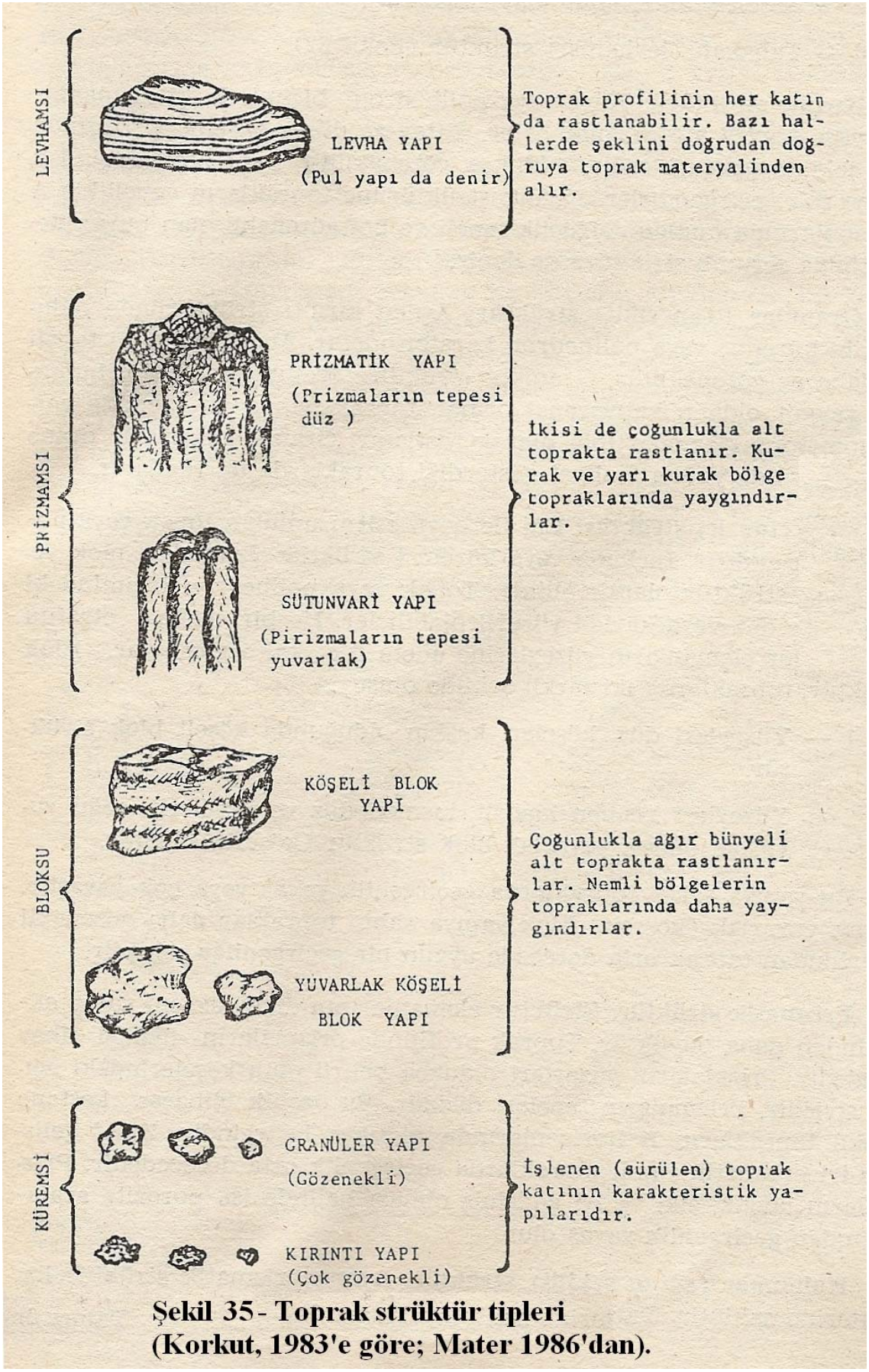
1- Kırıntı strüktürü

2- Tanecikli (granüller) strüktür

3- Blok (topak) strüktür
4- Prizmatik strüktür
5- Sütun şekilli (kolumnar) strüktür
6- Tabakalı (levhamsı) strüktürdür

10.7.1. Kırıntı strüktürü

Küre veya polihedron (çok yüzlü) biçimindeki elemanlar düz veya kavisli yüzeyli olabilirler. Yatay ve düşey eksenleri etrafında eşit şekilde gelişmişlerdir. Oldukça gözeniklidirler. Bu özelliklerinden dolayı çok geçirgendirler. Kırıntı strüktürüne toprakların genellikle A horizonlarında rastlanır. Küçük taneli ve bol gözenekli olan bu strüktür tipine "crumb (kırıntı; zerre) strüktür" de denir.



Şekil 35- Toprak strüktür tipleri (Korkut, 1983'e göre; Mater 1986'dan).

10.7.2. Tanecikli (Granüler) Strüktür

Aynen kırıntı strüktüründe olduğu gibi küremsi veya polihedron (çok yüzlü) karakterlidir. Ancak daha iri taneli ve daha az gözeneklidir. Granüler strüktüre, özellikle mull tipi humusun yaygın olduğu kahverengi orman topraklarında ve özellikle çernozyon topraklarında tipik olarak rastlanır. Granüler strüktür tipine bunun dışında yoğun faaliyet gösterdiği topraklarda da rastlanır.

10.7.3. Blok (Topak) Strüktür

Eniyle boyu eşit uzunlukta topak veya polihedronu andırır. Biçimde veya küremsi strüktür elemanları blok veya topak strüktür olarak bilinir. Topak veya polihedron biçimindeki elemanlar düz veya kavisli yüzeyli olabilirler. Her bir eleman etrafını saran diğer elemanların yüzeylerine adeta bir kalıp gibi uyar. Blok strüktür, topraklarda iki farklı şekilde oluşur:

1- Yüzeyleri düz, köşeleri keskin olduğunda köşeli blok strüktür,

2- Yüzeyleri kısmen kavisli, kısmen düz ve köşelerin çoğu yuvarlak olursa yuvarlak blok strüktür (köşesiz) denir.

Bu yapıya sahip topraklarda geçirgenlik yavaş veya çok yavaştır. Ancak yuvarlak (köşesiz) blok yapıya sahip topraklar daha gözenekli olduğundan toprak orta derecede uygun bir geçirgenliğe sahiptir.

10.7.4. Prizmatik Strüktür

Strüktür elemanlarının dikey ekseni yatay ekseninden daha büyüktür. Toprak profilinde prizmaların dizilişi dikey yöndedir. Prizmaların yüzeyleri oldukça belirli olup köşelerindeki açılar sivridir. Prizmaların tepeleri düzdür. Bu özellik bilhassa kestane renkli toprakların B horizonlarında oldukça belirgindir. Zayıf gelişmiş iri prizmatik yapılı topraklarda geçirgenlik orta derecededir. Prizmaların küçük, sıkı ve iyi gelişmiş olması halinde ise porozite (gözeneklilik) azalacığından geçirgenlik yavaş olur.

10.7.5. Sütun Şekilli (Kolumnar) Strüktür

Aynen prizmatik strüktür karakterine sahiptir. Yalnız önemli farkı prizmaların tepeleri bir kubbe gibi yuvarlaktır. Bazı tuzlu toprakların (özellikle Solonetz'lerin) B horizonlarında tipik olarak görülür. Prizmaların oluşum biçimleri ve istiflenmelerine bağlı olarak orta derecede veya az geçirgen karakterdedir.

10.7.6. Tabakalı (Levhamsı) Strüktür

Tabaka şeklinde, dikey ekseni yatay ekseninden çok daha küçük olan strüktür elemanlarına **tabakalı strüktür** denir. Bu strüktür tipinde tabakalar yatay olarak üst üste dizilmiştir. Genelde akarsuların, deniz ve göllerin meydana getirdiği sedimentlerde görülür. Bunun dışında podzollerde ve çok yıkanmış topraklarda genellikle sık görülen bir strüktür tipidir. Bu tip yapıya sahip topraklarda geçirgenlik yavaş veya çok yavaştır. Çünkü topraktaki su, yapının şekline bağlı olarak yatay dilinimler arasında hareket ettiğinden toprak profilinden uzaklaşması uzun zaman alır.

Toprak profilinde strüktür gelişmesi çeşitli nedenlere bağlı olarak bir horizondan diğerine farklılık gösterir. Ayrıca pedounit (toprak profili), pedojenez şartlarına bağlı olarak çeşitli boyutlarda strüktür geliştirir. Pedojenez şartlarına bağlı olarak strüktür bazen iyi, bazen zayıf, bazen de iri veya büyük şekilde gelişir. Parçacıkların kalınlığı, kesit çapı ve ekivalan çapı büyüklüğü bakımından bir sınıflama yapılmaktadır (Tablo 13)(Mater, 1986).

Tablo 13 - Toprak parçacıklarının büyüklük derecesine göre sınıflaması (N.Çepel 1975'e göre; Mater 1986'dan)

Tanıtım	Tabakamsı	Prizmatik ve sütun	Blok (köşeli) ve köşesiz	Granüler (kırıntı)
	kalınlık (mm)	kesit çapı (mm)	kesit çapı (mm)	çap (mm)
çok iri veya çok kalın	> 10	> 100	> 50	> 10
iri veya kalın	5—10	50—100	20—50	5—10
Orta	2—5	20—50	10—20	2—5
İnce veya küçük	1—2	10—20	5—10	1—2
Çok küçük veya çok ince	< 1	< 10	< 5	< 1

10.8. Toprak Oluşum Sürecinde Meydana Gelen Olaylar

İklimin ve canlıların reliefe bağlı olarak ana materyali etkilemesi onu aşındırması gibi toprak oluşum süreci devam ederken; ortam koşullarına bağlı olarak toprak profilinde bazı fizikokimyasal ve biyokimyasal olaylar oluşur. Bu olaylar sonucu toprak materyalindeki tuzlar, killer, demir ve alüminyum oksitler, organik madde, kireç ve silis maddesi toprağa katılır; kimyasal değişmeye uğrar, profil içinde yer değiştirir, yıkanır ve birikir. Sonuçta, toprak profili gelişir ve belirli katmanlara (horizonlara) ayrılır. Birçok durumda toprak oluşum faktörlerinin biri veya birkaçı toprak oluşumunda egemen rol oynar. Örneğin soğuk nemli bölgelerde toprak oluşumu **podsolleşmeye** doğru giderken, sıcak ve nemli bölgelerde **lateritleşme** süreci ön plana geçer. Kurak ve yarıkurak bölgelerde ise, ortamın kuraklık periyoduna bağlı olarak tuzlanma ve alkalileşme olayları toprak oluşumunda egemen olur. Toprak genetiğinde son derece önemli rol oynayan bu olaylar şunlardır (Mater 1986)(Şekil 36):

1- Podzolleşme
2- Lateritleşme
3- Kireçlenme veya kalsifikasyon

4- Tuzlanma veya salinizasyon
5- Alkalileşme
6- Gleyleşme

10.8.1. Podzolleşme

Soğuk ve nemli iklim bölgelerinde özellikle iğne yapraklı ormanlar altında oluşan podzol topraklarında bazların yıkanıp asitliliğin arttığı görülür. Podzol profillerinin gelişmesinde en dikkat çeken özellik, demir ve alüminyum bileşiklerinin A horizonundan yıkanarak B horizonunda tekrar birikmesidir. Toprak yüzeyinde genellikle mineral toprak katından kesin bir sınırla ayrılan mor humus tabakasından oluşan organik asitler, topraktan sızan sularla alta doğru hareket ettiğinde mineral toprak maddesindeki demir ve alüminyum hidroksitleri yıkayıp taşımaktadır. Ancak toprakta bulunan silisin büyük bir kısmı bu yıkanmadan ve taşınmadan etkilenmeyerek veya çok az etkilenerek üst toprak zonunda kalmaktadır. Özellikle silisli maddelerin toprak yüzeyinde artması, boz ve soluk bir rengin gelişmesine neden olmaktadır. Bu olayı kısaca şöyle özetlemek mümkündür (Korkut, 1983'e göre Mater, 1986)(Foto 26):

I- Podzolleşme için gerekli şartlar:

a) Serin ve yağışlı iklim, ardarda gelen yağışlı ve kurak mevsimler, yüksek organik asit ve bu ortamla beraber yıkanma.

b) İğne ve yayvan yapraklı ormanlar

II- İşlevler:

a) Tuzların topraktan yıkanması

b) Zaten az olan bazların ağaç yapraklarına alınması veya yıkanması ile toprağın asitliliğinin artması

c) Kolloidlerin hidrojen (H^+) iyonları ile sature olması

d) Tanenlerin ve toksik maddelerin bulunuşu; mantar gelişmesine yardımcı olması

e) Mantarlar, çam ibreleri ve yaprakların bozulması ve ayrışması ile organik asitlerin meydana gelmesi

f) Demir ve diğer inorganik maddelerin mobil hale geçmesi

i) Yağışlı aylarda alt katlarda yıkanırlar ve kurak aylarda bulundukları yere çökerler.

ii)Diğer bazlar alt toprakta toplanır.

iii)Üst topraktaki daha kaba materyal kapilariteyi azaltır.

iv)Organik asitler okside olur.

III- Profildeki gelişmeler:

a) Eriyebilir tuzlarla beraber kalsiyum (Ca) ve magnezyum (Mg) karbonatlar yıkanmıştır.

b) Kolloidler ya tamamen sature olmuş ya da hidrojen (H^+) iyonları ile oldukça sature hale geçmiştir.

c) Üst toprakta mantarlar gelişmiş ve çoğalmıştır.

d) Demir ve kolloidler alt toprakta birikmiştir.

IV- Bu işlemin etkisi altında oluşmuş topraklar:

a) Podzol topraklar

b) Gri-kahverengi podzolik topraklar

c) Kahverengi podzolik topraklar

d) Kırmızı podzolik topraklar
e) Sarı podzolik topraklar
f) Çayır toprakları
g) Tundra toprakları



Foto 26: Galler'in dağlık alanlarından bir podzolleşme örneği (http://en.wikipedia.org/wiki/Podzol).

10.8.2. Lateritleşme

Lateritleşme, özellikle tropikal ve subtropikal bölgelerde yüksek sıcaklık ve yağış koşulları altında meydana gelen ayrışma sonucunda toprak yüzeyindeki silisin önemli ölçüde yıkanması, demir ve alüminyum oksitlerce zengin killi bir materyalin kalmasıdır. Genel olarak tropikal bölgelerde gür bir vejetasyon örtüsü bulunmasına rağmen, toprak yüzeyinde çok az ve ince bir humus tabakası bulunmaktadır. Çünkü toprak yüzeyine gelen organik artıklar çok çabuk parçalanmakta ve fazla yağış nedeniyle de organik madde yıkanarak topraktan uzaklaştırılmaktadır. Bunun yanında toprakta bulunması gereken Ca, Mg, K ve Na gibi çözülebilir bazlar da topraktan fazla yağış nedeniyle önemli ölçüde arınmış durumdadır. Tropikal bölgelerde egemen olan pedojenik süreç silisin yıkanması ve seskioksitlerin birikmesidir. Alüminyum ve demirin oksitlenmesi olayı da çok şiddetli olduğundan kırmızı ve sarı renkte hidrate olmuş ve okistlenmiş killer meydana gelir. Lateritleşme olayını şu şekilde özetlemek mümkündür (Mater, 1986)(Foto 27):

I- Lateritleşme için gerekli şartlar:

a) Fazla nem, yüksek sıcaklık (nemli tropikal iklim)
b) Tropikal bitki örtüsü (tropikal yağmur ormanları)

II- İşlevler:

a) Kuvvetli bir ayrışma olayı
b) Minerallerde hızlı hidroliz
c) Toprak parçacıkları etrafında bulunan bazların toprağa eriyik halde geçmesi
d) İyi gelişmiş bir vejetasyon, ancak çok hızlı bir şekilde oluşan çürüme olayı
e) Bazların yüzeye alınması, ancak çabuk bırakılması
f) Silikatları yıkanması
g) Kuvars silikatlarının, demir oksitlerin, alüminyum ve manganez oksitlerinin toprakta kalması
h) Hidroliz işlemlerin sonuna doğru ortamın asidik hale gelmesi

III- Profildeki gelişmeler:

a) Toprak demir ve alüminyum oksitlerce zengindir.
b) Silikatlarca fakirdir.
c) Kolloidler düşük katyon kapasitesine sahiptir.
d) Kolloidlerin şişme özelliği fazla değildir.

IV- Bu işlemin etkisi altında oluşmuş topraklar:

a) Lateritik topraklar
b) Kırmızı ve sarı lateritik topraklar



Foto 27: Kenya'daki topraklarda görülen lateritleşme (Fügen Dede arşivi, 2009).

10.8.3. Kireçlenme veya Kalsifikasyon

Kurak ve yarıkurak bölgelerde meydana gelen bir olaydır. Yağış azlığından ötürü toprakta bulunan kalsiyum ve diğer iki değerli katyonlar yıkanamazlar ve birikirler. Yıkanma yalnızca yağış miktarına bağlı olarak A horizonunda oluşabilir ve bir kısım karbonat

yıkanabilir. A horizonunda bir kısmı yıkanan kalsiyum karbonat ($CaCO_3$) toprağın alt horizonunda beyaz renkli yumrular ve lekeler halinde birikir. Böylece alt toprakta kalsiyum karbonat horizonu oluşur. Toprakta baz saturasyon oranı yüksek olduğundan bu tür toprakların pH değerleri yüksek, yani alkalen karakterde olurlar. Bu topraklar üzerinde egemen olan vejetasyonun kökleri vasıtasıyla toprağın alt kesimlerinden kalsiyum alınarak toprak yüzeyine çıkarılmaktadır. Kalsifikasyon olayı şöyle özetlenebilir (Mater, 1986)(Foto 28):

I- Kireçlenme için gerekli şartlar:

a) Orta ve az yağış (kurak ve yarıkurak iklim bölgeleri)

b) Çalı veya çayır vejetasyonu

II- İşlevler:

a) Kalsiyum bitkiler tarafından absorbe edilir.

b) Bitkinin gövde, dal ve yapraklarında depo edilir.

c) Bitkiler öldüğünde bakteriler tarafından çürütülür.

d) Kalsiyum, karbondioksit ve su ile birleşerek kalsiyum bikarbonata dönüşür.

e) Kalsiyum bikarbonat "$Ca(HCO_3)$" suyla derinlere doğru taşınır.

i) Bir kısım kalsiyum, kolloidler tarafından tutulur.

ii) Geri kalanı bitkiler tarafından absorbe edilinceye kadar taşınır.

f) Bakteriler öldüğünde kalsiyum eriyebilir hale geçer.

g) Kalsiyum karbonat ($CaCO_3$) suyun inebildiği derinliğe kadar taşınır ve orada birikir.

III- Profildeki gelişmeler:

a) Aşağıya doğru biraz kil yıkanması olur.

b) Kil, kalsiyum ile doymuş hale geçer.

c) Bakteriler ve bitki besin maddeleri üst toprakta korunur.

d) Alt toprakta kireç zonu meydana gelir.

IV- Bu işlemin etkisi altında oluşmuş topraklar:

a) Çayır (Preri) topraklar

b) Çernozyum, kestane ve kahverengi topraklar

c) Kurak bölge toprakları (Sierozem, Solonçak ve Solonetz'ler ve diğer çöl toprakları)



Foto 28: Bir kireçlenme (kalsifikasyon) örneği (dictionary.reference.com).

10.8.4.Tuzlanma veya Salinizasyon

Kurak ve yarıkurak bölgelerde özellikle taban suyu seviyesinin yüksek olduğu kapalı havzalarda meydana gelmektedir. Bu gibi sahalarda ana maddeyi oluşturan depolarda tuz varsa; bu tuzlar kapilarite ile yüzeye kadar yükselirler, suyun buharlaşması sonucunda da eriyik halde bulunan tuzlar, toprağın yüzeyinde veya çeşitli derinliklerinde birikirler. İşte toprağın alt horizonlarında veya ana maddede bulunan tuzların toprak yüzeyine kadar çıkması ve orada konsantre olmasıyla oluşan olaya **tuzlanma** denir. Tuzlanma olayı şöyle özetlenebilir (Mater, 1986)(Foto 29):

I- Tuzlanma için gerekli şartlar:

a) Kurak ve yarıkurak iklim

b) Drenajı yetersiz olan düz alanlar ve çöküntü havzaları

c) Tuz kaynağının varlığı ve ortamın periyodik olarak ıslanıp kuruması

II- İşlevler:

a) Sodyum klorür (NaCl) ve sodyum sülfat (Na_2SO_4)'ın bulunduğu yerlerde:

i)Kolloidlerin bir kısmı sodyum (Na) ile sature olur.

ii)Fazla sodyum (Na) tuzları suyla olan normal reaksiyona engel olur.

1)Yer değiştirebilir sodyumun hidrolizi ile sodyum hidroksit (NaOH) oluşur.

2)Kolloidler elektrolitlerin fazla olması ile kümeleşirler.

3)Solonetz topraklardan gelen sodyum karbonat (Na_2CO_3)'ın etkisi olmazsa hidroksit (OH^-) iyonları konsantransyonu yüksek değildir.

b) Sodyum (Na) veya magnezyum (Mg) tuzlarından herhangi birinin tuzlanmaya sebep olduğu yerlerde:

i)Topraklar strüktürsüzdür.

ii)Tuz yüzeyde veya aşağıda tabaka halinde birikebilir.

III- Profildeki gelişmeler:

a) Toprak serttir, reaksiyonu fazla alkalen değildir.

b) Tabaka veya benekler halinde tuz birikmesi görülür.

c) Kolloidlerin kümeleşmesinden dolayı toprakta strüktür iyi gelişememiştir.

d) Kolloidler sodyumca kısmen doymuştur.

e) Toprak yapısında önemli bir değişme olmamıştır.

IV- Bu işlemin etkisi altında oluşmuş topraklar:

a) Solonçak (tuzlu) topraklar

b) Sierozem topraklar

c) Çöl topraklar



Foto 29: Tuz Gölü güneyindeki Eşmekaya Sazlığı tabanındaki göl suyunun yeraltına inmesi ya da buharlaşmasıyla yaz aylarında yüzeyde görülen tuzlanmalar ve tuzcul bitkilerden Juncus littoralis'ler (Ahmet Ertek arşivi, 2012).

10.8.5.Alkalileşme

Tuzlanma olayına oldukça benzeyen bu olayda toprak çözeltisinde sodyum (Na) tuzunun miktarı diğerine göre fazla olur. Toprak kolloidlerinde bulunan kalsiyum (Ca) ve Magnezyum (Mg) iyonları sodyum (Na) ile yer değiştirir. Böylece toprakta değişebilir katyonlar içinde sodyum (Na) egemen duruma geçer. Sodyum hidrolize olarak sodyum hidroksit (NaOH)'e dönüşür, daha sonra havadan absorbe yolu ile veya toprakta bulunan mikroorganizmaların ürettiği karbondioksit (CO_2) ile reaksiyona girerek sodyumkarbonat (Na_2CO_3)'a dönüşür. Bu şekilde toprakta sodyum bikarbonat birikir. Toprakta sodyumun yükselmesi pH'ı etkiler ve ortam yüksek alkalen karakter kazanır (genellikle pH değeri 8,5 i geçer). Alkalileşme olayı şu şekilde özetlenebilir (Mater, 1986)(Foto 30):

I- Alkalileşme için gerekli şartlar:

a) Sodyumun egemen olduğu toprakların drene olması

b) Sulama suyu ile fazla suyun yıkanması

II- İşlevler:

a) Toprak yüksek oranda eriyebilir sodyum içerir; kolloidler sodyum ile doymuştur.

b) Yer değiştirebilir sodyum hidrolize olarak sodyum hidroksit (NaOH)'e dönüşür.

c) Kolloidler fazla disperse olmuştur.

d) Toprakta hidroksit (OH^-) iyonları konsantrasyonu yüksektir.

e) Organik madde fazlaca disperse olmuştur.

f) Alt toprak disperse olmuş, tipik sütun şekilli ve prizmatik yapı oluşmuştur.

III- Profildeki gelişmeler:

a) Toprakta hidroksit (OH^-) iyonları konsantrasyonu yüksektir.
b) Organik ve inorganik kolloidler fazlaca dispersiyona uğrarlar.
c) Geçirimsiz bir toprak profili oluşur.

IV- Bu işlemin etkisi altında oluşmuş topraklar:

a) Solonetz (siyah alkali) topraklar
b) Solod topraklar



Foto 30: Güney Arizona'da topraklarda meydana gelen alkalileşme (www.turf2max.com).

10.8.6. Gleyleşme

Gleyleşme, taban suyu seviyesinin yüksek olduğu, drenajın bozuk olduğu sahalarda meydana gelir. Taban suyunun yüksek olması bu koşullar altında oksijen yokluğu veya azlığından dolayı, demir bileşikleri indirgenir ve buna bağlı olarak da boz, mavimsi, yeşilimsi renkler oluşur. Taban suyu seviyesinin alçalması halinde oksitlenme koşulları ön plana geçer. Sarı, kırmızımsı ve pas rengi lekeler oluşur. Bu olay, aynı zamanda oksijenin nüfuzunu sağlayan çatlak, çürümüş kök kanallarının civarında gelişir. Sonuçta, taban suyu şartları altında renk lekelerinden oluşmuş bir zon ortaya çıkar. Bu zona **gley zonu**; bu olaya ise, **gleyleşme** denir. Gleyleşme olayı şöyle özetlenebilir (Mater, 1986)(Foto 31):

I- Gleyleşme için gerekli şartlar:

a) Çeşitli nedenlerle ve özellikle yetersiz drenaj koşulları nedeniyle devamlı suyla doygun topraklar
b) Az buharlaşma
c) Yüksek organik madde

II- İşlevler:

a) Demir, organik madde ve silikat bileşiklerinin redüksiyonu

b) Kolloidlerin dispersiyona uğraması ve bunun sonucunda sıkı katların meydana gelmesi

c) Redüksiyona uğramış katlarda grimsi, mavimsi ve yeşilimsi renklerin oluşması

III- Profildeki gelişmeler:

a) Kil içeren mavimsi ve yeşilimsi renkte sıkı katlar oluşur. Dispersiyona uğramış bu katlarda eriyebilir ve redüksiyona uğrayan demir, silikatlat, kalsiyum, magnezyum gibi katyonlar birikir.

b) Okside olmuş demir birikimi görülür (bataklık demiri)

c) Devamlı olarak ortamda kahverengi drenaj suyu bulunur.

d) Bazı profillerde lateritik katlar da oluşur.

IV- Bu işlemin etkisi altında oluşmuş topraklar:

a) Bataklık ve yarı bataklık topraklar

b) Turba toprakları

c) Lateritik topraklar

d) Tundra toprakları

e) Alpin çayır toprakları

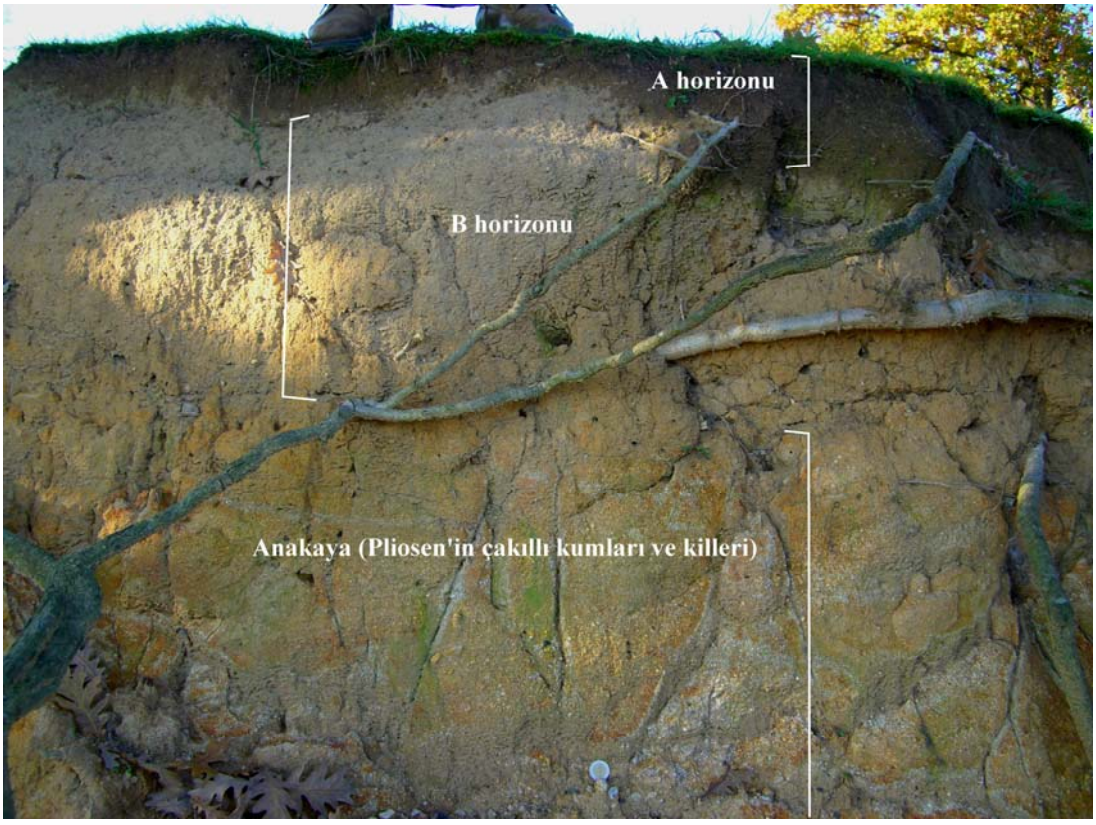
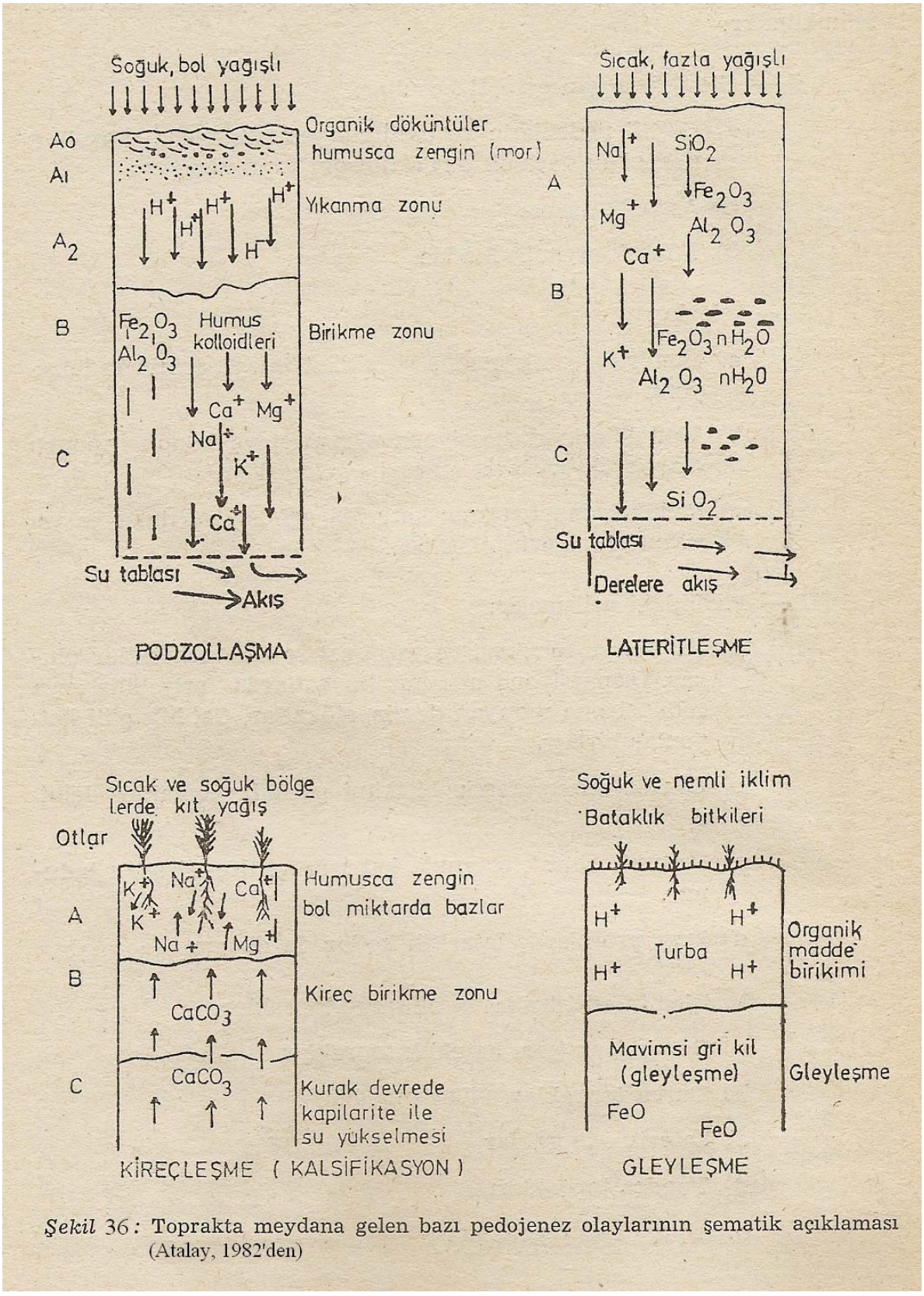


Foto 31: Şile'nin güneybatı köylerinden Esenceli'de kumlu, killi, çakıllı eski akarsu depolarından oluşmuş olan anakaya üzerinde gelişmiş gleyleşmenin görüldüğü topraklar (Ahmet Ertek arşivi, 2007).



Şekil 36: Toprakta meydana gelen bazı pedojenez olaylarının şematik açıklaması (Atalay, 1982'den)

Uygulamalar

Uygulama Soruları

Bu Bölümde Ne Öğrendik Özeti

Bu konuda, toprak horizonlarının özelliklerine bir "giriş" yapılarak, öncelikle "horizonun toprak profilindeki yeri" konusu üzerinde durulmuştur. Ardında horizonların renk özelliği, horizonların derinlik özellikleri, horizonların tekstür (doku) özelliği, horizonların strüktür (yapı) ve porozite (gözeneklilik) özelliği gibi konular ayrıntılarıyla anlatılmıştır. Bu dersin ikinci kısmında ise, "toprak oluşum sürecinde meydana gelen olaylar" detaylı olarak sunulmuştur. Bu konunun alt başlıkları olarak özellikle; podzolleşme, lateritleşme, kireçlenme, tuzlanma, alkalileşme ve gleyleşme olayları detayıyla aktarılmıştır. Metin ağırlıklı teorik sunum; fotograf, tablo, kaynak ve şekillerle desteklenerek anlatılmıştır.

Bölüm Soruları

1) Toprağın renginde "Chroma" özelliği neyi belirtir?
a) Parlaklığı
b) Koyuluğu
c) Dalga boyunu
d) Mavimsi-yeşilimsiliği
e) Hiçbiri

2) Aşağıdakilerden hangisi topraklarda değişik tipte oluşan toprak strüktürlerinden biri değildir?

a) Kırıntı strüktürü
b) Tanecikli (granüller) strüktür
c) Blok strüktür
d) Geometrik strüktür
e) Sütun şekilli strüktür

3) Aşağıdakilerden hangisi toprak oluşum süreci içindeki olaylardan biri değildir?

a) Podzolleşme
b) Lateritleşme
c) Kireçlenme
d) Tuzlanma
e) Agregatlaşma

4) "Genellikle demir oksitlerin hâkim olduğu kırmızı renk topraklarda pas rengi, sarımsı kırmızı ve kırmızı renk hâkimdir. Tropikal bölge toprakları, bu renkte olup kırmızı renk hâkim oldukça **lateritik** karakter daha belirginleşir." ifadesi doğru mu yanlış mıdır?
Doğru ( ) Yanlış ( )

5) "Yağışlı bölgelerde önemli ölçüde organik ve inorganik materyal, gerek solüsyon gerekse süspansiyon halinde aşağı doğru yer değiştirir. **Yıkanma**, adıyla da bilinen bu olay sonucunda, üst horizondan alt horizona mineral maddeler ve humus taşınır." ifadesi doğru mu yanlış mıdır?
Doğru ( ) Yanlış ( )

6) Aşağıdakilerden hangisi toprak oluşum süreci içindeki olaylardan birisidir?

a) Agregatlaşma
b) Humuslaşma
c) Lateritleşme
d) Nitratlaşma
e) Yer değiştirme

7) "Tuzlanma, taban suyu seviyesinin yüksek olduğu, drenajın bozuk olduğu sahalarda meydana gelir. Taban suyunun yüksek olması bu koşullar altında oksijen yokluğu veya azlığından dolayı, demir bileşikleri indirgenir ve buna bağlı olarak da boz, mavimsi, yeşilimsi renkler oluşur. Taban suyu seviyesinin alçalması halinde oksitlenme koşulları ön

plana geçer. Sarı, kırmızımsı ve pas rengi lekeler oluşur. Bu olay, aynı zamanda oksijenin nüfuzunu sağlayan çatlak, çürümüş kök kanallarının civarında gelişir." ifadesi doğru mu, yanlış mıdır?

Doğru ( ) Yanlış ( )

8) "Soğuk ve nemli iklim bölgelerinde özellikle iğne yapraklı ormanlar altında oluşan bu topraklarda bazların yıkanıp asitliliğin arttığı görülür. Bu toprakların profillerinin gelişmesinde en dikkat çeken özellik, demir ve alüminyum bileşiklerinin A horizonundan yıkanarak B horizonunda tekrar birikmesidir. Toprak yüzeyinde genellikle mineral toprak katından kesin bir sınırla ayrılan mor humus tabakasından oluşan organik asitler, topraktan sızan sularla alta doğru hareket ettiğinde mineral toprak maddesindeki demir ve alüminyum hidroksitleri yıkayıp taşımaktadır." ifadesiyle aşağıdakilerden hangisinin özellikleri anlatılmıştır?

a) Alkalileşme
b) Tuzlanma
c) Lateritleşme
d) Kireçlenme
e) Podzolleşme

9) "Toprak parçacıkları genelde iki büyük sınıf grubuna ayrılır. 2 mm sınırının altı "**ince toprak***"* adı verilen esas toprağı oluşturur. 2 mm'nin üzeri ise, iri unsurlardan meydana gelmiştir. Buna bazen "**iskelet toprak**" denir. Topraktaki inorganik maddelerin esas unsurları olan kum, mil (silt) ve kil parçacıklarının değişik oranlardaki karışımlarına **……** denir. Toprağın bu özelliğini oluşturan bu parçacıklar değişik boyutlarda veya çaplarda bulunurlar." ifadesinde aşağıdakilerden hangisinin tanımı yapılmıştır?

a) Tekstür

b) Renk
c) Strüktür
d) Gözeneklilik
e) Derinlik

10) Toprak oluşum sürecinde meydana gelen olayları sıralayınız.

……
……

……
……..

CEVAPLAR: 1-a, **2**-d, **3**-e, **4**-Doğru, **5**- Doğru, **6**-c,

7-Yanlış (İlk kelime Gleyleşme olmalı), **8**-e, **9**-a,

10-Toprak oluşum sürecinde meydana gelen olaylar:

1- Podzolleşme
2- Lateritleşme

3- Kireçlenme veya kalsifikasyon
4- Tuzlanma veya salinizasyon
5- Alkalileşme
6- Gleyleşme

11. TOPRAKTA FİZİKSEL KİRLENME: EROZYON VE EROZYON OLUŞUMU

Bu Bölümde Neler Öğreneceğiz?

11.1. Giriş
11.2. Toprak Erozyonu
11.3. Su Erozyonu
11.4. Rüzgâr Erozyonu
11.5. Diğer Erozyon Tipleri
11.6. Erozyonun Aktif Faktörlere Göre Sınıflandırılması

Bölüm Hakkında İlgi Oluşturan Sorular

1) Toprak erozyonunu anlatınız.
2) Su erozyonu hakkında bildiklerinizi anlatınız.
3) Rüzgâr erozyonu nasıl oluşur? Nedenleriyle kısaca anlatınız.
4) Diğer erozyon tiplerini sıralayınız.
5) Organik erozyon ile antropojenik erozyonu karşılaştırark anlatınız.

Bölümde Hedeflenen Kazanımlar ve Kazanım Yöntemleri

Konu	**Kazanım**	**Kazanımın nasıl elde edileceği veya geliştirileceği**
Toprakta fiziksel kirlenme: Erozyon ve erozyon oluşumu	Toprakta fiziksel kirlenmenin nasıl oluştuğunu kavramak ve erozyon oluşumunu öğrenmek.	Metin, sunum ve görsellerle
Toprakta fiziksel kirlenme: Erozyon ve erozyon oluşumu	Toprak erozyonunu kavramak ve öğrenmek.	Metin, sunum ve görsellerle
Toprakta fiziksel kirlenme: Erozyon ve erozyon oluşumu	Su erozyonunun oluşumunu, safhalarını kavramak ve gelişim nedenselliğini öğrenmek.	Metin, sunum ve görsellerle
Toprakta fiziksel kirlenme: Erozyon ve erozyon oluşumu	Diğer erozyon tiplerini öğrenmek.	Metin, sunum ve görsellerle

Anahtar Kavramlar

- Toprakta fiziksel kirlenme,
- Erozyon,
- Toprak erozyonu,
- Su erozyonu,
- Rüzgâr erozyonu,
- Diğer erzoyon çeşitleri,
- Buzul erozyonu,
- Kar erozyonu,
- Solijenik erzoyon,
- Toprak akması,
- Organik erozyon,
- Antropojenik erozyon,
- Akarsu erozyonu,
- Göl ve deniz erozyonu,
- Aktif faktörlere göre erozyonun sınıflandırılması

11.1. Giriş:

Doğal süreçlerin etkisinde kalarak minerallerin ve kayaların ayrışması, parçalanması sonucunda meydana gelen ve ana materyallerden oluşan toprak doğrudan bitkilerin, dolaylı yoldan da insan ve hayvanların yaşamını sağlayan doğal bir kaynaktır. Sadece, 10-15 cm'lik bir toprak tabakasının oluşumu binlerce yıl gibi uzun bir süre aldığından toprağın değerinin bilinmesi ve onun korunması şarttır. Ülkelerin zenginliği yeraltı servetlerinin zenginliği ile ilgili olduğu gibi iyi topraklara sahip olması ile de ilgilidir. Bir ülkenin topraklarının korunması ve onun değerlerinin bilinmesi o ülkenin kültürüyle ilgilidir. Kültür bakımından kalkınmış ülkeler üzerinde yaşadıkları toprakların kaybını önlemek ve azaltmak için, tarım için ayırdıkları arazilerde toprak koruma tedbirleri almışlar, ayrıca mevcut ormanların tahribatını önledikleri gibi, suni ormanlar oluşturmuşlardır. Toprakların ve ormanların değerini tam olarak benimsemeyen milletlerin yaşadığı ülkelerde ise, toprak kaybının zararı büyük olmaktadır. Bugün ülkemizde de bu yönden büyük problemler var olup, bu problemlerin zamanla halledilmesi yoluna gidilmektedir. Son yıllarda barajların yapımı ile düzensiz yağışların ortaya çıktığı nehir taşkınları tehlikesi kısmen önlenmiş durumda görülüyor (Foto 32 ve 33). Nehirlerin düzenli ve berrak akmasının o memlekette yapılan toprak koruma önlemleri ile sıkı ilişkili olduğu görülür (Mater, 1986).





Foto 32 ve 33: Güneydoğu Anadolu Projesi (GAP) ile Fırat Nehrini drene eden Atatürk Barajı.

Toprağın korunması için alınacak önlemleri şöyle sıralamak mümkündür:

1- Halkın kültür seviyesinin yükselmesi ve toprak koruması hakkında bilgi sahibi olması gerekir.

2- Orman tahribatının önlenmesi ve suni orman tesisi şarttır.

3- Üzerinde tarım yapılan toprakların kaybını önlemek için tarımla uğraşan çiftçilerin eğitimi ve bölge için geçerli olan tarım tekniğinin öğretilmesi gerekir.

4- Nehirlerin önüne, barajlar ve su bentleri yapılarak aşırı su kaybı önlenmelidir.

Belirtilen bu tedbirler alındığı takdirde su ve rüzgâr erozyonundan meydana gelecek büyük toprak kayıpları önlendiği gibi suyun toprak tarafından tutulması ve bitkilere olan faydası da artar. Halen tarım altına alınmamış olup, ileride tarım arazisi haline sokulacak eğimli arazilerdeki toprakların tarıma açılması ve gerekli toprak koruma tedbirlerinin alınması ile bu toprakların yurt ekonomisine olan katkısının büyük olacağı şüphesizdir. Ülkemizde gerek su, gerekse rüzgâr erozyonu ile olan toprak kaybı büyüktür. Nehirlerin bulanık olması, nehir ağızlarında deltaların oluşması erozyonun devamını ve zararlarını gösterir. Gerek kesme

suretiyle gerekse orman yangınları ile ormanların tahribi toprak kaybını hızlandırır. Bunun sonucunda değerli tarım arazileri ortadan kalktığı gibi barajların dolması ile hidroelektrik santralleri çalışmaz hale gelir, su kanalları dolar ve bentler görevini yapamaz. Anadolu'da su erozyonu ile meydana gelen ve nehirler vasıtasıyla taşınan toprak materyalinin meydana getirdiği oluşumları görmek her zaman mümkündür. Nehir ağızlarındaki deltalarda örneğin; Çarşamba, Bafra, Menemen ovaları gibi ovalar erozyonla taşınan topraklar vasıtasıyla oluşmuştur. Antik Efes kenti vakti ile bir deniz ticareti merkezi ve bir liman kenti iken bugün Küçük Menderes Nehri'nin getirdiği alüvyonlarla denizle ilişkisi kesilmiş ve denizden 10-15 km içeride kalmıştır. Aynı şekilde Karamenderes Çayı ağzındaki Truva antik liman kenti günümüzde Ege Denizi'ne doğru bu nehrin taşıdığı alüvyonlarla dolmasıyla Truva kenti 6 km denizden içeride kalmıştır. Gediz Nehri bir zamanlar İzmir Körfezi'ne akarken körfezi doldurma tehlikesi yarattığından yatağı değiştirilmiştir. Bugün Foça yakınlarında açılan yeni yatağında akmaktadır. Tarsus vaktiyle Kleopatra'nın filosunun ziyaret ettiği bir liman kenti iken, Tarsus Çayı'nın taşıdığı alüvyonlar sayesinde, bugün denizle ilişkisini keserek çok içeride kalmıştır. Bu örnekler Türkiye'de meydana gelen toprak kaybının önemini gösteren belirgin örneklerdir. Bu örneklerden anlaşılacağı gibi, ülkemizde her yıl milyonlarca ton toprak erozyonla kaybolmaktadır. Türkiye'de arazinin % 50 – 60 kadarında erozyonun faal olduğu bilinmektedir. Böylece ülkemizin büyük bölümünde yağış rejiminin düzensiz olması ve yeterli önlemler alınmaması sonucunda toprak kaybı büyük olmaktadır. Bu örneklerde de görüldüğü gibi **erozyon** oldukça önemli bir konudur (Mater, 1986). Son yıllarda serpinti radyonükliedlerle erozyon hızı ölçüm çalışmaları ülkemizde de sürdürülmektedir (Ertek, 2004; Hacıyakupoğlu, 2005 ve 2011).

11.2. Toprak Erozyonu

Karalarda hayat kaynağı olan toprağın, bulunduğu yerden su veya rüzgârlarla harekete geçirilerek taşınması olayına **erozyon** denir. Jeolojik anlamda erozyon, sürekli oluşan bir olaydır. Bir yamacın yüzeyinde hareket eden yağmur ve kar suları bir miktar toprak maddesini de aşağılara sürükler. Fazla eğimli yerlerde toprak, yüzeyden akan suyun yardımına gerek kalmadan yerçekimi ile zaman zaman daha alçak yerlere doğru kayar. Bu durumdaki normal erozyon yavaştır. Erozyon bazı durumlarda normalden çok daha hızlı olabilir. Bu anormal derece hızlı erozyon, toprağın birkaç santimlik yüzey kısmını götürür. **Toprak erozyonunun aktif kuvvetleri su ve rüzgârdır**. Doğadaki etkileri farklı ise de arazinin yüzeyinden toprağı taşıma işlemi her ikisinde de aynıdır. Yağışın az olduğu yerlerde rüzgâr erozyonunun zararı fazla, buna karşılık yağış rejiminin düzensiz ve fazla olduğu yerlerde su erozyonunun zararı büyüktür. Her iki erozyon çeşidinde de doğal vejetasyon tahrip edilmektedir. Gerek su ve gerekse rüzgâr erozyonunun etki dereceleri toprak yüzeyinden suyun akışı ve rüzgârın şiddetiyle artar. Toprakları su erozyonundan korumak ise esen şiddetli rüzgârların esiş şiddetini düşürmek suretiyle olur. Bu erozyonun şiddetinde eğim derecesinin rolü çok fazladır (Mater, 1986).

11.3. Su Erozyonu

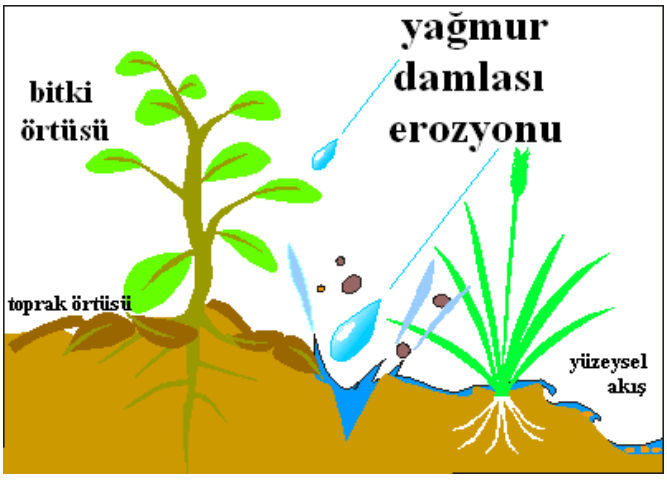
Toprağın yağmur suları ile hareketine **su erozyonu** adı verilir. Açık olan arazi yüzeyi üzerine yağan şiddetli yağışlar veya karların ani erimeleri sonucunda meydana gelir. Bu

erozyon tipinde; arazinin eğim durumu, **toprak tipi, vejetasyon yoğunluğu, yağışın miktarı** ve **yağışın şiddeti** etkilidir. Su erozyonu dört tipten oluşur (Mater, 1986):

1- Yağmur damlası erozyonu (raindrop erosion)
2- Yüzey erozyonu (sheet erosion)
3- Oluk erozyonu (rill erosion)
4- Oyuntu erozyonu (gully erosion)

11.3.1. Yağmur Damlası Erozyonu (Damla Erozyonu / Raindrop Erosion)

Su erozyonunun bir tipi olan yağmur damlası erozyonu (damla erozyonu), sürülmüş veya bitki örtüsü bulunmayan toprak yüzeyine yağmur damlalarının şiddetle vurması sonucunda oluşur. Toprağa düşen yağmur damlaları toprak zerrelerini 1 – 1,5 cm çapında bir daire içerisinde etrafa ve aşağı yukarı 60 cm yukarı doğru sıçratır. Eğimli arazilerde zerreleri aşağı doğru sıçrattığı için toprağın ince materyali yamaçların etek kısımlarında toplanır ve tarlalarda verimsiz iri parçacıklar kalır. Ayrıca toprağa çarpan yağmur damlaları toprak agregatlarını parçalayarak toprak materyalini yüzey akış suyu ile taşımasında etkili olur. Yağışlı devrede toprağa düşen yağmur damlaları toprağın kuru olduğu ilk anlarda toprak tarafından absorbe edilir, yani emilir. Daha sonra toprağın ıslanması ile toprak üzerine düşen yağmur damlaları toprağı sıçratır (Şekil 37). Sıçrayan bu su çamur içerir, oluşan çamurlu su toprak içerisine nüfuz ederek boşlukları doldurur ve boşluklar tıkanır. Yağmur damlalarının toprak yüzeyine yaptığı devamlı darbeler sonucunda toprak yüzü sıkışır ve toprak kuruduğu zaman yüzeyinde bir tür kaymak tabakası oluşur. Oluşan bu kaymak tabakası suyun toprak içine nüfuzunu önlediği gibi, topraktaki hava sirkülasyonuna da engel olur. Kaymak tabakası zararlı bir tabaka olup tohumların çimlenmesini ve toprak yüzeyine çıkmasını da önler. İşte yağmur damlalarının meydana getirmiş olduğu bu erozyon tipine **balçık erozyonu** da denilir. Yağışın devamlı olması halinde toprak materyali yüzey akış suyu ile arazinin yüzeyinden fazlaca taşınmaya başlar. İşte bu devre yüzey erozyonunun başlangıç devresidir.



Şekil 37: – Yağmur damlası erozyonu şematik şekli

(www.seafriends.org.nz).

11.3.2. Yüzey Erozyonu (Sheet Erosion)

Toprağın ince bir tabaka halinde toprak yüzeyinden ayrılması olayına **yüzey erozyonu** denir. Bu erozyon tarla içerisinde ve genellikle eğimli sahalarda meydana gelir (Foto 34). Şiddetli bir yağış sonucunda toprak tarafından tutulamayan su, eğime bağlı olarak akar ve beraberinde toprağın ince materyalini de taşıyarak yüzey erozyonunu oluşturur. Koyu renkli üst toprak horizonunun ayrılması ile arazide açık renkli alt toprak kısmının topografya yüzeyine çıktığı görülür. Yüzey erozyonu, çiftçilerin dikkatini çekmeden ilerleyen sinsi bir erozyondur. Toprağın taşınması bu tip erozyon şeklinde gayet yavaş olarak devam eder ve toprak erozyonu hakkında bilgi sahibi olmayan çiftçiler için olay, toprak renginin değişmesi gibi basit bir olay olarak görülür. Çiftçiler bu tip erozyonun tehlikesini tarlalarında verimsiz alt toprak kısmının lekeler halinde yahut anakayanın ortaya çıkmasına veyahutta sürüm esnasında pulluğun sert tabakaya değmesine kadar erozyonun tehlikesini anlayamazlar. Erozyon yönünden herhangi bir korunma tedbiri alınmamış araziler tabaka erozyonu yönünden çok hassastırlar. Bu gibi arazilerde iklimin toprak karakteri ile arazinin eğiminin etkisi çok büyüktür. Bol yağışlı bölgelerde orta veya fazla eğimli araziler, bu tip erozyondan fazlaca zarar görürler. Organik madde yönünden fakir, tek tane strüktürlü topraklar ile ince tekstürlü topraklar kolayca taşınırlar. Bitki örtüsünden yoksun her türlü arazide yüzey erozyonu ortaya çıkar. Toprak koruma önlemleri alınmamış geçirgen olmayan sert killi tabakalar içeren planasol topraklar ile granüler strüktürlü rendzina toprakları, yüzey erozyonundan en fazla etkilenen topraklardır.



Foto 34: Ömerli Baraj Gölü havzasındaki Ballıca köyü killi yamaçlarında yüzey erozyonu ve yamaçlarda kaymalar (Ahmet Ertek arşivi, 2007).

11.3.3. Oluk Erozyonu (Rill Erosion)

Bu tip erozyonda arazi yüzeyinde küçük kanallar meydana gelir (Foto 35 ve 36). Oluşan kanallar genellikle yüzeysel olup arazinin sürülmesi sırasında ortadan kaybolur. Oluk erozyonu, yüzey erozyonu ile oyuntu erozyonu arasında kalan bir devredir. Diğer bir değişle yüzey erozyonunun ilerlemiş bir devresidir. % 3-5'den fazla olan eğimli arazilerde, milli bünyelerde yeni sürülmüş olan topraklarda oluk erozyonu faal durumdadır.



Foto 35: Sürülmüş bir tarlada fazla gelişmiş oluk (rill) erozyonu

(http://www.soilerosion.net/doc/water_erosion.html).



Foto 36: Hatay'ın Yayladağı girişindeki karayolu yarmasında, yüzey ve oluk erozyonu ile toprak kayması sonucu yamaçta eğime ve yerçekimine bağlı bitki örtüsünün hareketi (Ahmet Ertek arşivi, 2012).

11.3.4. Oyuntu veya Sel Yarıntısı Erozyonu (Gully Erosion)

Bu tip erozyon şeklinde sel sularının yoğun olması halinde eğimli sahalarda küçük çapta oyuntular oluşur (Foto 37). Zamanında önlem alınmazsa açılan oyuklar derinleşmeye başlar ve tarım aletlerinin kullanılması imkânsız hale gelir. Oyuntu erozyonu açıkta kalan doğal drenaj kanallarından bazen hayvanların gidip gelmeleri sonucunda açtıkları izlerde, ormanlarda toprakların sürüklenmesi sırasında meydana gelen oluklarda, alttan oyulmuş teraslarda, şekil ve yönleri yeteri kadar dikkat ve özenle yapılmamış hendekler boyunca eşyükselti eğrilerine paralel ekim ve sürüm yapılmamış arazilerde meydana gelir. Oyuntu erozyonu ile meydana gelen toprak kayıpları sonucunda araziyi tarım makinaları ile işlemek oldukça güçtür. Makinaların bir yerden diğer bir yere geçmeleri önlendiğinden arazide küçük ünitelerde tarım yapmak zorunluğu ortaya çıkar. Doğada rastlanan oyuntu erozyonu şekillerine göre iki grup altında toplanırlar:

a) V tipi oyuntular

b) U tipi oyuntular

Oyuntu erozyonu şekilleri toprağın ve alt toprak kısmının karakterleri ile ilişkilidir. Bu karakter erozyonun şekli üzerinde etkili olur. Eğer toprak materyali kolaylıkla aşınıyorsa (lös toprakları ve alüvyal topraklarda olduğu gibi) meydana gelen oyuntuların duvarları diktir. Eğer alt toprak kısmı ve alttaki tabakalar erozyona dayanıklı ise oluşan oyuntular duvarı hafif eğimlidir. Yapılan ağaçlandırma çalışmaları ile gullyleşme bile zamanla önlenebilir (Foto 38).

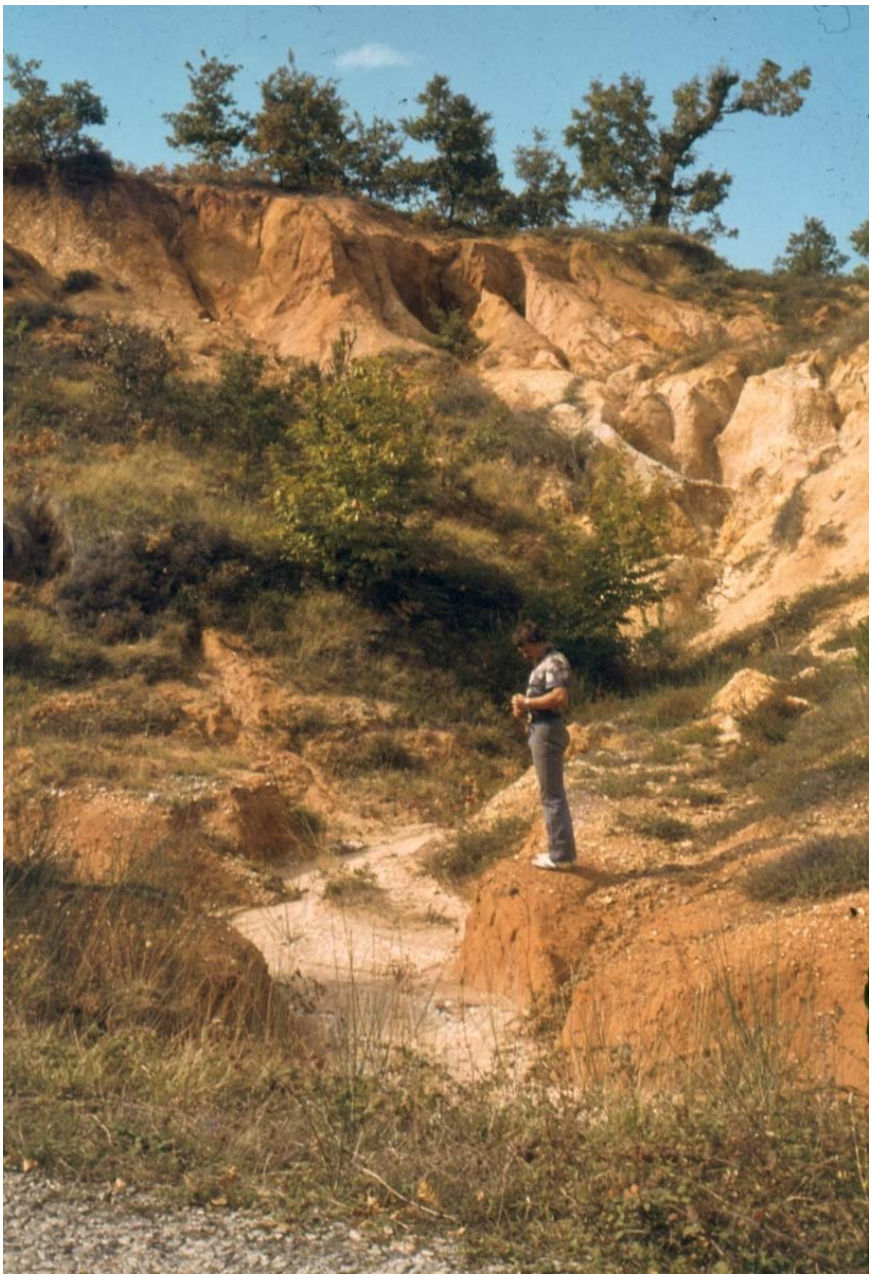


Foto 37: Ağva-Kurfallı karayolu üzerinde Pliosen yarmasında oyuntu (gully) erozyonu sonucunda oluşan yarıntılar ve Barış MATER hoca (Bora Avşarcan arşivi, Ekim 1979).

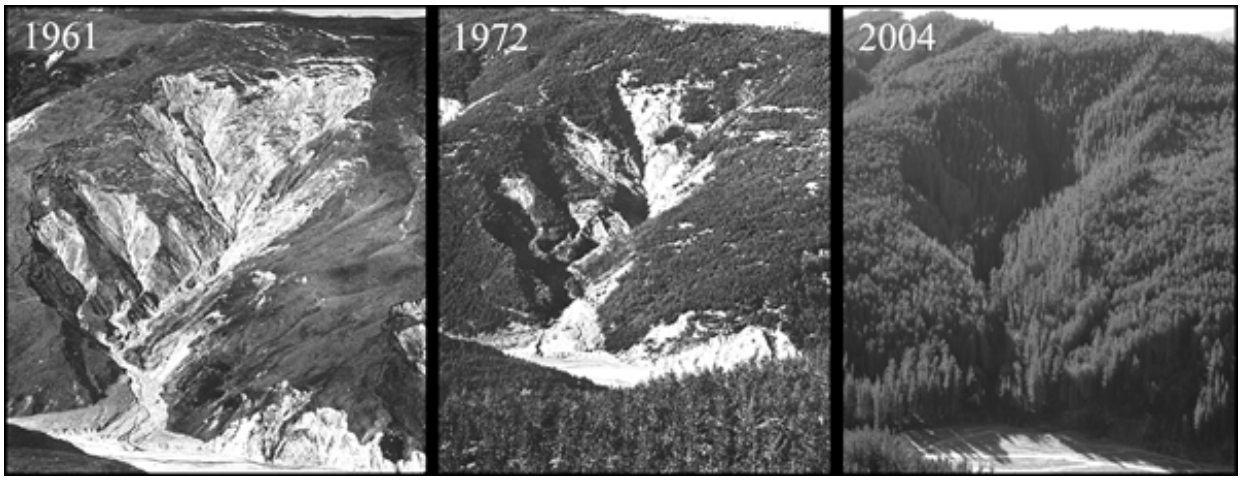


Foto 38: Oyuntu (Gully) erozyonunun gelişiminin ağaçlandırma ile yaklaşık 40 yıllık bir çalışmayla kısmen engellenmesi (www.landcareresearch.co.nz).

11.4. Rüzgâr Erozyonu

Rüzgârın toprak materyalini taşıma gücü suya nazaran çok düşüktür. Rüzgârla taşınan genellikle küçük olan toprak parçacıkları rüzgârın şiddetine bağlı olarak bir yerden bir yere hareket ederler. Heterojen karakterli bir toprak materyali üzerinde esen rüzgârlar ince materyali beraberinde sürükler ve bir yerde biriktirirler. Taşınan toprağın miktarı:

1) Tane boyutları,

2) Rüzgârın esiş şiddeti,

3) Tanelerin yoğunluğu,

4) Tane şekli

ile ilgilidir. Rüzgâr erozyonu kurak bölgelerde bitkisiz çıplak sahalarda topoğrafik durumu düz veya hafif eğimli olan arazilerde etkisini gösterir. Esen şiddetli rüzgârlar ince toprak materyalini esiş doğrultusunda sürükleyerek büyük bir toz kümesi şeklinde taşırlar. Taşınan materyaller bitki örtüsünün bulunduğu yerlere yığılır ve buralarda küçük tepecikler meydana gelir. Kurak ve yarıkurak bölgelerde toprakların çoğu tek tane strüktüründe olup bu durum doğal veya tarımsal durumdan da ileri gelir. Bu tip sahalardaki topraklardaki agregatlaşma zayıf olduğu için uygun bir ortam içindedirler. Kumlu topraklarda organik ve inorganik kolloidlerin az oluşu nedeniyle tanecikler arasındaki kohezyon kuvveti zayıftır. Bu durumdaki topraklar kuru oldukları zaman rüzgâr erozyonuna maruz kalırlar. Rüzgâr erozyonu ile taşınan ince materyal toprakların verimlilik gücünü azalttığı gibi, bu materyallerin bir yerde yığılması sonucunda da üzerinde tarım yapılan arazilerde tahribata yol açar (Foto 39)(Mater, 1986).



Foto 39: Tarım alanlarında görülen ve tahribata da yol açan rüzgâr erozyonuyla oluşan kumul ilerlemesi.

Rüzgâr erozyonunun oluşumuna etki eden faktörler: Rüzgâr erozyonuna etki eden faktörleri iki grupta toplamak mümkündür (Mater, 1986):

1- Doğal Faktörler
a) İklim
b) Toprak
c) Vejetasyon
2- Beşeri faktörler
a) Yanlış tarım sistemi ve rotasyon
b) Yanlış arazi kullanımı
c) Yanlış araç ve gereç kullanımı
d) Aşırı otlatma
e) Yakacak olarak otların ve çalıların sökülmesi

1)Doğal Faktörler

a) İklim: Rüzgâr erozyonuna etki eden faktörlerin başında iklim gelir. İklim elemanlarının özellikleri ise rüzgâr erozyonunu ayarlar. İklim elemanlarından yağışın sene içindeki dağılışının toprak nemliliği üzerindeki etkisi büyüktür. Yağışı fazla olan ve yıl içindeki dağılışı düzenli bulunan yerlerde toprak yüzeyi her zaman vejetasyonla kaplı ve toprak devamlı olarak nemlidir. Bu tip sahalarda rüzgâr erozyonunun zararı yok denecek kadar azdır. Isı farkının fazla oluşu toprakların parçalanarak ufalanmasına buharlaşma ile toprak neminin azalmasına toprak yüzeyini koruyacak bitkilerin gelişmemesine neden olmaktadır. Isı farkı nedeniyle toprak ile vejetasyonda meydana gelen bu değişiklikler rüzgâr erozyonunu daha fazla arttırmaktadır. Don olayı fazla olan yılların ilkbaharında rüzgâr erozyonunun şiddetinde önemli ölçüde çoğalma görülmektedir. Bunun nedeni don olayı ile toprak agregatlarının gevşemesi ve kırılmasıdır. Havadaki bağıl nemin az veya çok oluşunun

rüzgârın nemli veya kuru esmesinde rolü olduğu gibi buharlaşmada da rolü büyüktür. Kuru esen rüzgârlar nemli esen rüzgârlara göre erozyonu daha fazla arttırmaktadır. Rüzgâr aşındırma ve taşıma gücüne sahiptir. Bu güç nedeniyle rüzgâr verimli arazileri verimsiz hale sokar. Toprakların erozyona uğramasında rüzgârın hızı kadar devamlılığının da rolü büyüktür. Rüzgârın esiş doğrultusunda bulunan toprak parçacıkları büyüklüklerine göre havada asılı olarak, birbirlerine çarparak ve yüzeyde sürünerek hareket ederler. Toprak yüzeyinden itibaren 1 m yükseltide ve üzerinde toprak parçacıkları havada asılı olarak, 1 m daha altında ise birbirlerine çarparak ve yüzeyde sürünerek hareket ederler. Rüzgâr erozyonunun meydana gelebilmesi için rüzgâr hızının belli bir seviyeye çıkması gerekir. Buna minimum başlangıç sürükleme hızı denir ve (v.t.) ile gösterilir.

Belirli boyutlardaki toprak parçacıklarının taşınabilmesi için gerekli minimum rüzgâr hızı:

Toprak parçacıkları	**Çapı (mm)**	**hız (m/sn)**
Toz	0,01 - 0,05	0,5
İnce kum	0,1	1,0 – 1,5
Orta kum	0,5	5,0 – 6,0
İri kum	1	10,0 – 12,0

b) Toprak: Yapılan birçok araştırma sonucunda toprak özelliklerinin rüzgâr erozyonuna doğrudan etki yaptığı görülmüştür. 0,42 mm'den küçük agregatlar ile kil miktarı arasında şu şekilde bir ilişki vardır: Kil miktarı % 27 olduğu zaman, toprağın 0,42 mm'den küçük kuru agregatların en küçük yüzdeye sahip olduğu görülür. Bu tip topraklarda taşınma olayı en küçük düzeydedir veya çok azalmıştır. Kil miktarı % 27'nin altında kaldığı durumlarda agregatlaşma iyi gelişmeyeceği için toprağın rüzgâr erozyonuna karşı olan direnci azalmakta dolayısıyla taşınan toprak miktarı artmaktadır. Bünyesinde çeşitli miktarda kil, kum, mil (silt) bulunan toprakların agregatlaşma ve rüzgâra olan dirençleri şöyledir: 0,005 mm – 0,01 mm çapındaki toprak parçacıklarının miktarı arttıkça toprağın agregatlaşma miktarı ve erozyona olan direnç derecesi yükselmektedir.

c) Bitki Örtüsü: Rüzgâr erozyonunun oluşumunda bitki örtüsü cinsinin yüksekliğinin, sıcaklığının ve mevsimlere göre bitki örtüsünün dağılışının rolü vardır. Rüzgâr erozyonuna uygun sahalarda vejetasyonunun iki türlü faydası vardır. Bunlardan birincisi biyolojik, diğeri mekaniktir. Biyolojik faydası, toprağın organik maddesini arttırmak ve toprakta yapı oluşumuna yardım etmektir. Mekanik faydası ise, rüzgârın hızını kısarak doğrudan doğruya toprak yüzeyine temasını önlemektir. Bitki örtüsü toprak yüzeyini ne kadar kapatırsa, erozyon da o derece az olur. Entansif tarım yapılan erozyona uygun sahalarda, erozyondan korunabilmek için bir taraftan rüzgârın hızını kırıcı, rüzgâr kıran ağaç çeşitleri, bir taraftan rüzgârın en fazla estiği mevsimde toprak yüzeyini koruyacak kapasitede bitki örtüsünü temin edecek rotasyon sisteminin kurulması gerekir. Rüzgâr erozyonunun yapacağı tahribat, toprak yüzeyindeki bitki örtüsü miktarıyla ters orantılıdır.

2) Beşeri Faktörler

Bu faktörlere **insan eseri faktörler** de denir. İnsanlar doğal faktörlerle özellikle toprak ve vejetasyon faktörleriyle birlikte etki yaparak erozyonun oluşumunu teşvik etmişlerdir. İnsan eseri faktörlerin başlıcaları şunlardır:

a) Yanlış Tarım Sistemi ve Rotasyon: Toprak, iklim, bitki ilişkileri göz önüne alınmadan yapılan tarımsal faaliyetler toprak yapısının bozulmasına, verimliliğinin günden güne düşmesine ve toprakların su tutma kapasitesinin azalmasına neden olmaktadır. Toprak yapının bozulması ve verimliliğinin günden güne düşmesi erozyonu teşvik edici başlıca unsurlardandır. Erozyonu önleyecek tedbirler arasında toprak, bitki, iklim ilişkileri göz önüne alınarak tarımsal faaliyetlerin yürütülmesi gerekmektedir. Aksi takdirde yapılacak her türlü tarımsal yatırımlarda istenen randıman alınamayacak, tarımsal üretim gün geçtikçe azalacaktır. Tarım sisteminin bozukluğu toprak ve iklim şartlarına uygun bir rotasyon sisteminin kurulmayışı sebebiyle tarımsal üretimimizde rüzgâr erozyonu her yıl büyük maddi kayıplara sebep olmaktadır. Ülkemizde yaygın olan rotasyon şekli 4K sistemidir. Bu sistemde rotasyon bitkileri aynı tarlaya 4 yılda bir ekilerek toprak bir tür dinlendirilir:

4 K Rotasyon Sistemi

B_1 buğday
Y yonca
B_2 baklagil
P pancar

b) Yanlış Arazi Kullanımı: Her arazinin özelliklerine göre kullanma şekli vardır. Araziler kullanma şekillerine göre isimlendirilirler. Örneğin; **tarla, bağ, bahçe arazisi, orman arazisi, çayır ve mera arazisi** özelliklerine göre ayrılmış sahaların, şu veya bu nedenle başka amaçlarla kullanılması halinde arazilerden istenilen fayda sağlanamaz ve bu sahalarda erozyon teşvik edilmiş olur. Ülkemizde araziler özelliklerine göre değerlendirilememiş, mera ve orman arazileri sökülerek tarım arazisi haline dönüştürülmüştür. Sökülen ve açılan meralar, orman arazileri ya da tarla arazisi olarak hemen hemen hiçbir şekilde gerçek kapasitesiyle orantılı olmayacak biçimde değerlendirilmiştir. İşte bu değerlendirilen araziler yanlış değerlendirmenin sonucu olarak su ve rüzgâr erozyonuna uygun sahalar haline dönüşmüştür.

c) Yanlış Araç ve Gereç Kullanma: Tarımsal üretimi arttırmak amacıyla çiftçiye verilecek araç ve gerecin verilmesinden önce, toprak ve iklim şartlarına uygunluk derecelerinin belirlenmesi gerekir. Yağışı fazla toprakları ağır bünyeli sahalar için; verimi arttırıcı rol oynayan araç ve gereçlerin, yağışı az toprakları hafif bünyeli sahalar için iyi sonuç vermediği, hatta erozyonu arttırıcı rol oynadığı yapılan uygulamalardan anlaşılmıştır. Kurak şartlarda kullanılmakta olan **diskoro, soklu ve diskli pulluklar**ın toprağı fazla ufalaması düzgün, ince ve gevşek bir yüzey meydana getirmeleri, toprağı tutan yabani otları tahrip etmeleri nedeniyle rüzgâr erozyonunu teşvik ettikleri belirlenmiştir.

d) Aşırı Otlatma: Her meranın besleyebileceği bir hayvan kapasitesi vardır. Meraya besleyebileceğinden fazla hayvan sokulması ve aşırı derecede otlatılması, merada bulunan ve toprak yüzeyini örten doğal floranın ortadan kalkmasına, dolayısıyla mera kalitesinin bozulmasına neden olmaktadır. Bu durum erozyonu teşvik edici ve arttırıcı bir olaydır.

e) Yakacak Olarak Otların ve Çalıların Sökülmesi: Kurak ve yarıkurak iklim şartlarında yaşayan halkın büyük bir kısmı ve çoğunluğu meralarda bulunan ve hayvanlar

tarafından yenmeyen toprak yüzeyini örtücü ve tutucu fonksiyonlara sahip, buradaki doğal florayı sökerek yakacak olarak kullanmaktadır. Toprak ve iklim bakımından erozyona uygun sahalar içinde bulunan meraların bir taraftan aşırı derece otlatılması, diğer taraftan hayvanlarca yenmeyen toprağı tutucu doğal floranın yakacak olarak sökülmesi erozyonu teşvik edici bir rol oynamaktadır. İnsanların bilerek veya bilmeyerek yapmış olduğu hatanın bu tip sahalarda giderilebilmesi için gerekli olan tedbirlerin alınması gereklidir.

11.5. Diğer Erozyon Tipleri

11.5.1. Glasiyal Erozyon (Buzul Erozyonu):

Genellikle ortalama sıcaklığı 0°C'nin altında bulunan bölgelerde yaygın olan bir erozyon türüdür. **Glasiyal erozyon**, çok büyük bir buz kütlesinin çok yavaş hareketi sonucunda yapmış olduğu aşındırma ve biriktirme faaliyeti olarak tanımlanabilir. Glasiyal erozyonda toprak yalnızca glasiyenin uç kısımlarında buzların eriyerek su haline dönüşmesi sonucunda etkilenir, yani erozyona uğrar (Foto 40). Bunun dışında erozif gücün çok büyük bir kısmı alttaki anakayayı aşındırmaya yöneliktir. Glasiyal erozyonun tipik şekilleri: karıştırma, yuğrulma, kesilme biçiminde oluşur. Bu formlar içinde en yaygın şekil yuğrulma yoluyla karıştırılmadır. Bunun dışında en yaygın erozyon şekli, koparma ve parçalama şeklinde olur. Glasiyal erozyonun bir başka önemli etkisi de glasyasyon sürecinde toprak jenezine etki ederek oluşumunda rol oynamasıdır. Bilindiği gibi glasiyal till depoları, soğuk bölge topraklarında ana materyali oluşturmaktadır.



Foto 40: İsviçre'deki Aletch buzulunun gerilemesiyle ortaya çıkan buzul erozyonu sahaları (http://www.travellerspoint.com/photos/stream/photoID/83864/features/countries/Switzerland/).

11.5.2. Kar Erozyonu

Glasiyal bölgeler aynı zamanda iklim olarak devamlı kar zonuna da komşudurlar. Glasiyelerin aksine farklı biçimde oluşan kar erozyonu aktif olarak toprağı tahrip eder, yani büyük ölçüde etkiler. Özellikle **çığlar**, belli bir yatağı izleyerek hızla büyük bir güçle eğimi izleyerek gelir. Basıncın ve gücün yaptığı etki sonucu çığ dolayısıyla kar önemli toprak kaybına neden olur (Foto 41). Toprağın kardan etkilenerek erozyona uğraması daha yavaş

hareket eden karlardan oldukça etkindir. Özellikle yamaçların rüzgâr gölgesinde kalan kesimlerinde görülen bu olayda karlar, eğim doğrultusunda çok yavaş hareket ederler. Genellikle sürünme hareketine benzeyen bu hareket sonucu önemli oranda toprak bu hareketten etkilenerek daha aşağı seviyelere taşınarak birikir. Karın yaptığı basınç etkisine ek olarak erozyon suyla doygun hale gelmiş toprağın (adeta bir akıcı çamur kıvamı gibi) eğim boyunca hareketi sonucunda da önemli oranda toprak materyali harekete geçebilir. Kar erozyonu bu nedenlerden ötürü periglasiyal sahalarda yaygındır. Girland toprakları, kryoplanasyon olayı, bünyeli topraklar, bu şekildeki erozyon olayı sonucunda meydana gelirler.

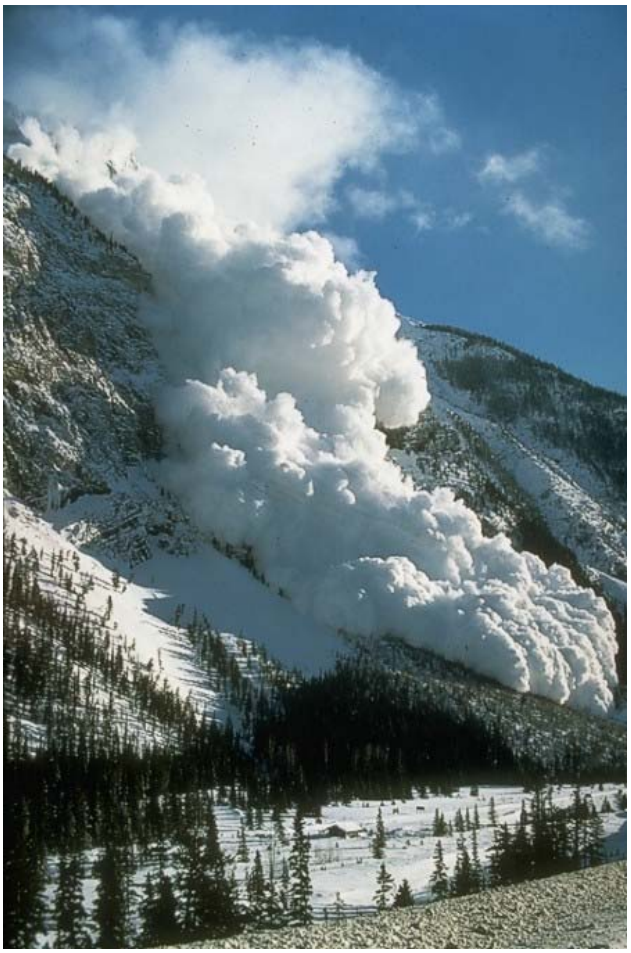


Foto 41: Çığların neden olduğu kar erozyonu: Kanada'dan bir örnek (www.encyclo123.com).

11.5.3. Solijenik Erozyon ve Toprak Akması

Bu tür erozyon, gerçekte erozyonu oluşturan diğer süreçler sonucu oluşur. Bu nedenle bağımsız bir erozyon türü olarak düşünmemek gerekir. **Solijenik erozyonda genellikle toprak kütle halinde harekete geçer ve taş akıntıları veya çamur akıntılarıyla birlikte düşünülür. Bir başka değişle, toprak kütlesi farklı formlar altında eğim doğrultusunda yer değiştirir** (Foto 42)**.** Burada erozyonu oluşturan güç bu akış haline geçen kütlenin şeklidir. Solijenik erozyona örnek **soliflüksiyon olayı** verilebilir. Solijenik erozyon, dünyanın birçok kesimlerinde ve her iklim altında görülebilir. Ancak yaygın olarak görülen kesimler genellikle soğuk bölgelerdir. Bu tür çamur akıntılarının oluştuğu erozyonda, çoğu kez

erozyonu önleyici en önemli etkenin yani bitki örtüsünün herhangi bir nedenle tahrip olması sonucunda, sahanın erozyona uygun hale gelmesiyle oluşur. Burada bitki örtüsü tahrip olduğu için özellikle eğimli kesimlerde toprak yağış sonucu hızlı suyla doygun hale geçerek akıcı çamur kıvamına dönüşmekte ve eğim doğrultusunda yamaçtan aşağı doğru akmaktadır. Bu tür olaylar özellikle subpolar bölgelerde yaz başında donmuş toprağın üst kısmının sıcaklık etkisiyle gevşeyerek birden kıvamlı ve akıcı hale gelmesine, alttaki donmuş olan toprak seviyesi ise geçirimsiz tabaka oluşturarak hareketin çabuklaşmasına neden olabilmektedir. Aynı örnekler taş ve çakıllarla yüklü kütleler için de geçerli olmakta ve solijenik erozyon türü buna göre tanımlanabilmektedir.

11.5.4. Organik Erozyon

Toprakta yaşayan organizmaların yaptığı erozyon türüne **organik erozyon** denilir. Genellikle az bilinen fakat oldukça etkin olan bu erozyon, iki tiptir:

1- Fitojenik erozyon
2- Zoojenik erozyon

Pedolojik açıdan olumlu bir erozyon türü olarak tanımlanan fitojenik erozyonun en tipik örneği toprağın kökler tarafından parçalanması ve atmosfer faktörleriyle etkili hale getirilmesidir. Köklerin toprağı karıştırması suretiyle topraktaki yer değiştirme olayını gerçekleştirmesidir. Bu olay meydana gelirken yüzeyde mevcut organik artıkların da toprağın derinliklerine geçmesi suretiyle bir tür yer değiştirme ve karışma olmaktadır. Yüzeye gelen inorganik toprağın, çevre faktörlerinin etkisiyle bir kısmı ayrışmakta bir kısmı ise taşınmaktadır.

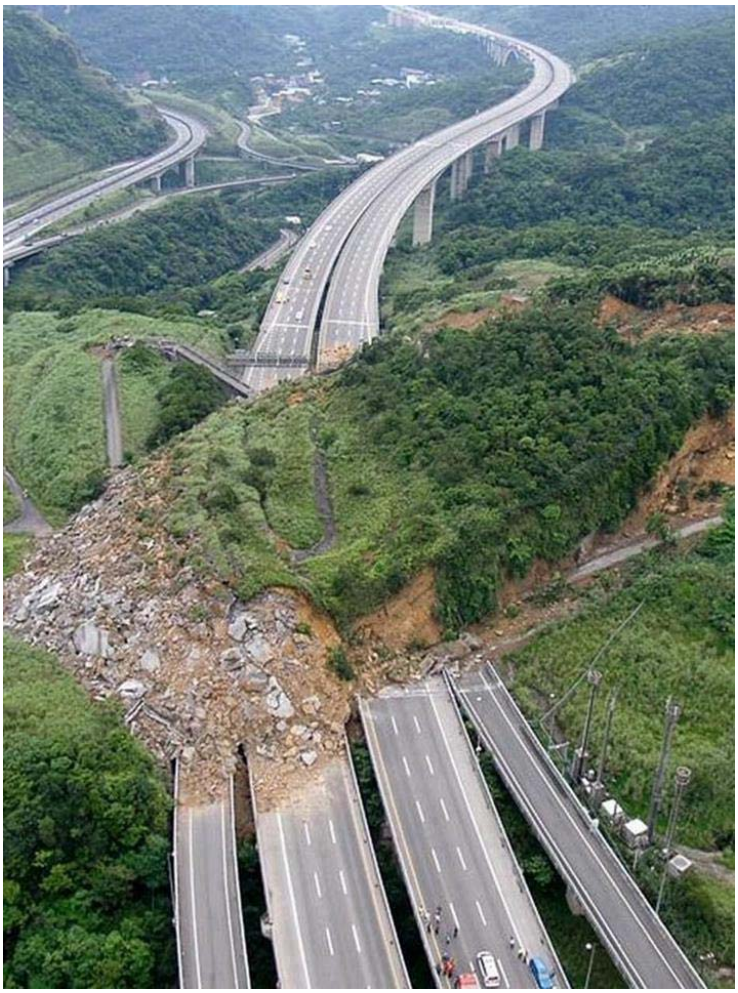


Foto 42: Taiwan'da bir otoyol heyelanı (Nisan 2010, Keelung city yakınları)

(http://geopathology.posterous.com/ou...lide-in-taiwan)

Zoojenik erozyona gelince, burada durum biraz değişmektedir. Bu erozyon türünde, hayvanlar genellikle toprakta bazı fiziksel bozulmalara bunun sonucunda da erozyona neden olmaktadır. Özellikle toprakta yaşayan hayvansal organizmalar toprak içinde yiyecek ararken veya korunmak, saklanmak amacıyla bazı çukurlar, dehlizler ve delikler açmak suretiyle toprağı fiziksel açıdan tahrip etmektedirler. Bu şekilde önemli oranda gevşek toprak materyali yüzeye getirilmek suretiyle su ve rüzgâr yardımıyla taşınmaktadır. Böylece, toprakta yaşayan çeşitli büyüklükteki hayvanlar dolaylı yoldan toprağı tahrip ederek erozyona hazırlamaktadırlar. Ayrıca hayvanlar uzun süre, sahanın kapasitesinden fazla oranda otlatıldığı takdirde, gerek doğal vejetasyonu tahrip ederek, gerekse toprağa basarak ve çiğneyerek fiziksel yönden (yani strüktür ve tekstürünü) bozarak, bir başka yoldan erozyona neden olmaktadırlar.

11.5.5. Antropojenik Erozyon

Antropojen erozyonda, erozyonu oluşturan esas etken insandır. İnsanın dolaylı olarak toprağa yaptığı etki sonucu normal veya jeolojik erozyon, gözle görülebilen ve tanımlanabilen bir düzeye erişir. Buna **hızlandırılmış erozyon** denir. İşte insanın toprağa dolaylı veya doğrudan yaptığı etki sonucu oluşan erozyona **antropojenik erozyon** denir. İnsanın doğaya

dolaylı etkisinin başında doğal vejetasyonunu tahribi gelir. Bunun dışında insanın tarımsal faaliyeti de bir bakıma erozyonu hazırlayıcı etkendir. Çünkü tarım yapılan arazide kültür bitkilerinin pek azı toprağı koruyacak bir nitelik taşır. Büyük kısmı toprağın özellikle fizik yapısında meydana getirdiği değişme sonucu toprağı erozyona uygun hale getirebilir. Toprağın bir süre çıplak kalmasına, yüzeysel akışın hızlandırılmasına, toprağın humus miktarını azaltmak, strüktürünü bozmak, verimlilik düzeyini düşürmek veya verimliliğini yok etmek, endüstriyel atıklar ve diğer kirleticilerle toprağı kirletmek suretiyle bozulmasına neden olmak gibi olumsuz etkiler erozyonun oluşmasına zemin hazırlar. Tüm bu olaylar, **antropojenik erozyon** başlığı altında toplanır (Foto 43). Doğal faktörlerin tahrip edici biçimde çalışması sonucunda erozyonun oluştuğu düşünülürse, antropojenik erozyon tek başına etkili olacak bağımsız bir erozyon türü olarak kabul edilemez. Çünkü antropojenik erozyon çeşitli nedenlerden ötürü doğal değil yapay etkenlerden ileri gelir. Bu durumda antropojenik erozyonu bu yapay etkilerine göre sınıflamak daha doğru olur. Olaya bu açıdan bakıldığında antropojenik erozyonu, oluşumu gerçekleştiren faktöre göre sınıflamak mümkündür. Buna dayanarak antropojenik erozyonu; **tarımsal erozyon**, **silvikültürel erozyon**, **aşırı otlatmadan kaynaklanan erozyon**, **yol erozyonu** gibi alt başlıklar altında sınıflandırabiliriz. Antropojenik erozyon içinde yaygın olan bir başka tip de, yangınlar sonucu doğal vejetasyonun tahribi ve bunun sonucunda oluşan **yangın erozyonu**dur. Kurak ve yarıkurak bölgelerde yanlış tarım uygulaması ve özellikle sulamadan ötürü meydana gelen; tuzlanma ve alkalileşme ile sonuçlanan **kimyasal erozyon** türü de de antropojendir.



Foto 43: Tarıma dayalı makineli tarım ile toprağın alt-üst edilmesiyle oluşan, insanın neden olduğu antropojenik erozyona bir örnek.

11.5.6. Akarsu Erozyonu

Akarsuların genelde aktıkları yataklarında taşıdıkları suyla orantılı olarak aşındırma yaparlar. Aşındırdıkları bu materyalleri de yine güçleri oranlarında taşıyarak biriktirebilirler. Akarsuyun kabul havzası içinde çeşitli boyuttaki tabilerinde ve esas akarsu boyunda oluşan

erozyon genellikle lokal karakterdedir. Bu erozyon türü ayrıca akarsuyun taşıdığı su miktarına, kabul havzasındaki klimatik şartlara, özellikle yağış rejimine bağlıdır. Düzensiz rejimli akarsuların kenarlarında taşkın zamanlarında sık sık erozyon olayı meydana gelmekte; büyük oranda toprak kütlesi alttan oyulmak suretiyle, göçme yolu ile tahrip edilerek taşınmaktadır. Ancak akarsu erozyonunun en karakteristik özellliği, olayın yalnızca fazla su taşıdığı taşkın anında olmasıdır. Bilindiği gibi akarsu, zaman zaman menderesler çizerek akar. Bu akış sırasında çoğu kez büyük su kütlesi güçlü bir şekilde akarsu yatağının bir tarafına çarpar. Bu çarpış anında da o kesimde tahribat yapar. Yön değiştiren su kütlesi daha ilerde yatağın başka kesimine vurunca tekrar tahribat yapar ve bu şekilde hareketine uygun olarak yalnızca yatağı boyunca tahribat yaparak erozyona neden olabilir (Foto 44 ve 45).



Foto 44: Yana aşındırma sonucu akarsu erozyonu örneği: Kuzey İsviçre'den Wolfenschiessen bir örnek (http://www.planat.ch/en/knowledge-base/flood-inundation/bank-erosion/measures-ue/).



Foto 45: İskoçya'da Dobbingstone Burn'de bir till vadisi yamaçlarında akarsuyun yana aşındırması sonucu gelişen toprak kaymaları ve akarsu erozyonu

(http://en.wikipedia.org/wiki/Erosion).

11.5.7. Göl ve Deniz Erozyonu

Göl ve deniz suyunun yaptığı erozyonu iki kısımda incelemek gerekir. Bunlardan ilki, özellikle deniz suyunun yaptığı, korrozif etki sonucu meydana gelen kimyasal erozyondur. Nitekim deniz suyunun kimyasal yapısında mevcut tuzlar, kayalarda çeşitli şekillerde erimelere neden olmaktadır. Burada görülen erozyon, yalnızca denizin kıyısında tamamiyle deniz suyunun yaptığı kimyasal etki sonucu oluşur. Ancak denizin yaptığı esas önemli erozyon olayı dalgalar vasıtasıyla oluşturduğu fiziksel parçalanmadır. Nitekim kıyıda dalgaların karaya çarpması sonucu toprak kütlesinde, gerek alttan oyulma sonucu göçmelerle, gerekse unsurların birbirine vurması şeklinde meydana gelen parçalanmalar kıyıda oluşan erozyon faaliyetinin sonuçlarıdır (Foto 46). Aynı olaylar göllerde de dalgalanma yoluyla oluşur. Örneğin Batı Almanya'nın bazı bölgelerinde her yıl 2-4 metrelik kıyı aşındırması olmakta ve önemli oranda toprak ve arazi kaybı görülmektedir. Ancak bunlar kısıtlı alanlarda ve ancak özel koşullarda görülür.



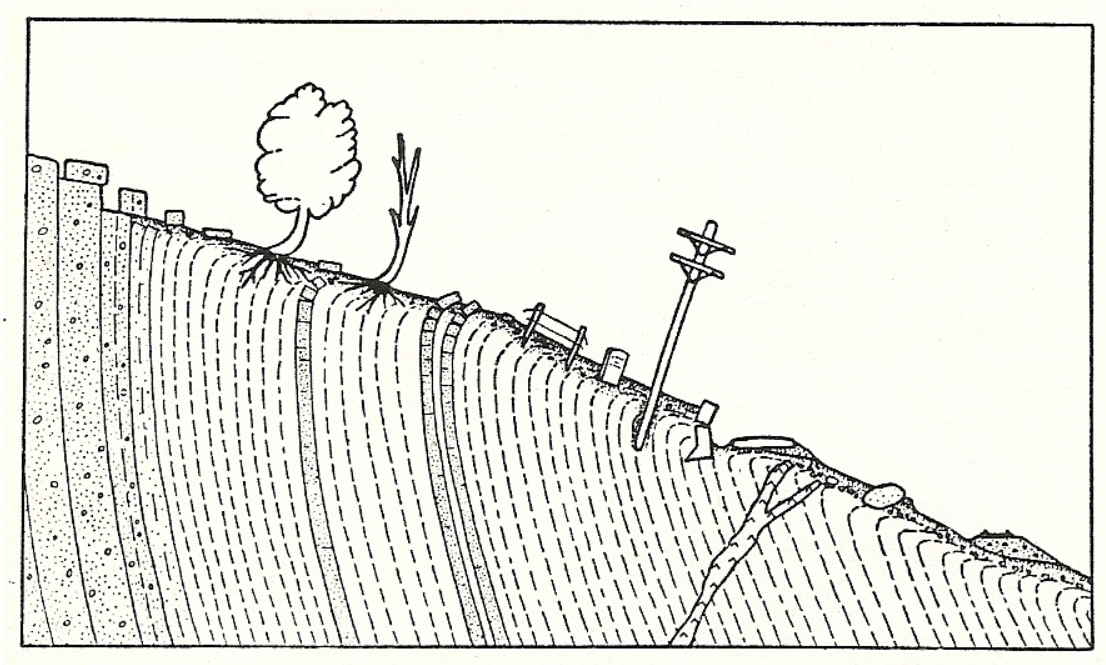
Foto 46: Doğu İngiltere'deki Yorkshire'ın Holderness kasabasındaki kıyı erozyonu, Avrupa'da görülen en etkin sahalarından birisidir. Fotografta yerleşmelerin yanı sıra, özellikle karayolunun kıyı erozyonu ile yok edildiği ve devamının olmadığı açıkça görülür. (http://i.dailymail.co.uk/i/pix/2011/10/24/article-2052475-0E7E536A00000578-949_964x751.jpg&imgrefurl).

11.6. Erozyonun Aktif Faktörlere Göre Sınıflandırılması

Şimdiye kadar yukarıda sunulan erozif olaylar, doğrudan doğruya aktif faktörlerin etkisi altında meydana gelen erozyon olaylarıdır. Ancak şunu da hemen eklemek gerekir ki; doğada daha kısıtlı alanlarla ve çeşitli etkenlerin tesirleri sonucunda erozyon olayı daha dar alanlarda oluşabilir. Hatta farklı etkenlerin karışımı doğal ortamda hiç beklenmeyen anlarda erozyonun başlamasına ve oluşmasına neden olabilir. Bu etkenler bazen tek, bazen birden fazla olabilir. Her birinin toprak üzerinde oluşturduğu etkiler de değişik şekillerde kendini gösterebilir. Örneğin gravitasyona bağlı oluşan erozyon, soliflüksiyon erozyonu, arazi kayması erozyonu, yalancı erozyon, toprak kaymaları, çamur akıntıları, taş akıntıları vb gibi. Buna göre erozyonu aktif faktörlere göre sınıflandırmak mümkündür. Ayrıca pedojenik açıdan olaya bakıldığından yağış ve rüzgârın etkisiyle oluşan erozyon önemli olanlardır. Bu tür erozyonlar, çok geniş sahalarda kendilerini gösterdiklerinden arazinin ekonomik yönden değerlendirilmesinde büyük önem taşırlar. Diğer erozyon türleri ise, kısıtlı sahalarda görüldüğünden ancak yerel sahalarda dikkati çekerler (Tablo 14)(Şekil 38)(Foto 47 ve 48).

Tablo 14: Aktif Faktörlere Göre Erozyonun Sınıflandırılması (Zachar, 182'ye göre; Mater, 1986'dan).

	Terminoloji	
Faktör	**Anglo - Sakson**	**Uluslararası**
1. Su	Su erozyonu	Akuvatik erozyon
1.1 Yağış	Yağmur erozyonu	Plüvyal erozyon
1.2 Akarsu	Akarsu erozyonu	Flüvyal erozyon
Sel	Sel erozyonu	Torrensiyal erozyon
1.3 Göl, gölet	Göl erozyonu, Gölet erozyonu	Limnik ve laküstrin erozyon
1.4	Deniz erozyonu ye	Marine erozyon
2. Buzul (glasiye)	Buzul (glasiye) erozyonu	Buzul erozyonu
3. Kar	Kar erozyonu	Nival erozyon
4. Rüzgâr	Rüzgâr erozyonu	Aeoliyen erozyon
5. Yer, zemin	Yer veya zemin erozyonu	Solijenik erozyon
6. Organizmalar	Biyolojik erozyon	Organojenik erozyon
6.1 Bitkiler	Bitkilerin neden olduğu erozyon	Fitojenik erozyon
6.2 Hayvanlar	Hayvanların neden olduğu erozyon	Zoojenik erozyon
6.3 İnsan	İnsanların neden olduğu erozyon	Antropojenik erozyon



Şekil 38: Toprağın sürünmesiyle (creeping olayı) ağaçlar, çitler, direkler, mezartaşlarının yerçekiminin de etkisiyle yamaç aşağıya hareketi (Finch & Trewartha, 1942'den).



Foto 47: El Salvador'daki Las Colinas çamur akması, 2001 (www.agiweb.org)



Foto 48: - Büyükçekmece Gölü doğusundaki ekili tarlalarda yüzeyde görülen toprak akmaları (Ahmet Ertek arşivi, 2010).

Uygulamalar

Uygulama Soruları

Bu Bölümde Ne Öğrendik Özeti

On birinci konuda, “toprakta fiziksel kirlenme: erozyon ve erozyon oluşumu” konusu üzerinde durulmuştur. Bu bağlamda, topraklarda en fazla gelişen “su erozyonu” ve “rüzgâr erozyonu” detaylı olarak anlatılmıştır. Ardından diğer erozyon çeşitleri olan buzul, kar, solijenik, organik, antropojenik, akarsu, göl ve deniz erozyonu gibi çeşitli erozyon tipleri sunulmuştur. Daha sonra, “erozyonun aktif faktörlere göre sınıflandırılması” yapılmıştır. Son olarak, bu aktif erozyon tipleri bir tablo üzerinde toplanarak konunun sentezine gidilmiştir. Daha önceki konularda yapıldığı gibi, metin ağırlıklı olarak konu işlenirken, şekil, tablo ve fotoğraflarla desteklenerek takdim edilmiştir.

Bölüm Soruları

1) Aşağıdakilerden hangisi toprak korunması için alınacak önlemlerden birisidir?

a) Halkın kültür seviyesinin yükselmesi ve toprak koruması hakkında bilgi sahibi olması

b) Orman tahribatının önlenmesi ve suni orman tesisi edilmesi

c) Üzerinde tarım yapılan toprakların kaybını önlemek için tarımla uğraşan çiftçilerin eğitimi ve bölge için geçerli olan tarım tekniğinin öğretilmesi

d) Nehirlerin önüne, barajlar ve su bentleri yapılarak aşırı su kaybı önlenmesi

e) Hepsi

2) "Toprak erozyonunun aktif kuvvetleri …….. ve ……....." ifadesinde eksik olan kısım aşağıdakilerden hangi ikili tarafından doldurulmalıdır?

a) Organik ve inorganiktir.

b) Antropojenik ve solijeniktir.

c) Su ve rüzgârdır.

d) Göl ve denizdir.

e) Kar ve buzuldur.

3) Aktif faktörlere göre erozyonun sınıflandırılmasında aşağıdakilerden hangisi etkin bir faktör sayılamaz?

a) Yağış

b) Rüzgâr

c) İnsan

d) Bakı

e) Zemin

4) Aşağıdakilerden hangisi su erozyonunun dört tipinden biri değildir?

a) Damla

b) Antropojenik

c) Oluk

d) Oyuntu

e) Yüzey

5) "Pedolojik açıdan olumlu bir erozyon türü olarak tanımlanan fitojenik erozyonun en tipik örneği toprağın kökler tarafından parçalanması ve atmosfer faktörleriyle etkili hale getirilmesidir. Köklerin toprağı karıştırması etkisi yapmak suretiyle topraktaki yer değiştirme olayını gerçekleştirmesidir." ifadesi doğru mu yanlış mıdır?

Doğru ( ) Yanlış ( )

6) Karalarda hayat kaynağı olan toprağın, bulunduğu yerden su veya rüzgârlarla harekete geçirilerek taşınması olayına ……denir. İfadesinde neyin tanımı yapılmıştır?

a) Erozyon

b) Birikme

c) Heyelan

d) Aşınma

e) Taşınma

7) Toprağın ince bir tabaka halinde toprak yüzeyinden ayrılması olayına …… denir.

a) Toprak Erozyonu
b) Damla Erozyonu
c) Yüzey Erozyonu
d) Oluk Erozyonu
e) Hendek Erozyonu

8) "Su erozyonunun bir tipi olan bu erozyon, yağmur damlalarının, sürülmüş veya bitki örtüsü bulunmayan toprak yüzeyine şiddetle vurması sonucunda oluşur." ifadesinde aşağıdakilerden hangisinin kısaca tanımı yapılmıştır?

a) Toprak erozyonu
b) Damla erozyonu
c) Yüzey erozyonu
d) Oluk erozyonu
e) Hendek erozyonu

9) "Bu tip erozyonda arazi yüzeyinde küçük kanallar meydana gelir. Oluşan kanallar genellikle yüzeysel olup arazinin sürülmesi sırasında ortadan kaybolur. Orta düzeyde bir erozyon tipidir. % 3-5'den fazla olan eğimli arazilerde, milli bünyelerde yeni sürülmüş olan topraklarda bu erozyon tipi faal durumdadır." ifadesinde aşağıdakilerden hangisi kısaca tanıtılmıştır?

a) Toprak erozyonu
b) Damla erozyonu
c) Yüzey erozyonu
d) Oluk erozyonu
e) Hendek erozyonu

10) "Bu tip erozyon şeklinde sel sularının yoğun olması halinde eğimli sahalarda küçük çapta oyuntular oluşur. Zamanında önlem alınmazsa açılan oyuklar derinleşmeye başlar ve tarım aletlerinin kullanılması imkânsız hale gelir. Bu erozyon tipi, açıkta kalan doğal drenaj kanallarından bazen hayvanların gidip gelmeleri sonucunda açtıkları izlerde, ormanlarda toprakların sürüklenmesi sırasında meydana gelen oluklarda, alttan oyulmuş teraslarda, şekil ve yönleri yeteri kadar dikkat ve özenle yapılmamış hendekler boyunca eşyükselti eğrilerine paralel ekim ve sürüm yapılmamış arazilerde belirgindir." ifadesinde aşağıdakilerden hangisi kısaca tanıtılmıştır?

a) Toprak erozyonu
b) Damla erozyonu
c) Yüzey erozyonu
d) Oluk erozyonu
e) Hendek erozyonu

CEVAPLAR: 1-e, 2-c, 3-d, 4-b, 5-Doğru, 6-a, 7-c, 8-b, 9- d, 10-e.

12. EROZYON KONTROL YÖNTEMLERİ

Bu Bölümde Neler Öğreneceğiz?

12.1. Giriş
12.2. Erozyon Kontrolünde Kullanılan Çeşitli Yöntemler
12.3. Taraçalar; Yapımları ve Taraçaların Tipleri
12.4. Hendek (Gully) Erozyonunun Önlenmesi ve Kontrol Yöntemleri
12.5. Hendek (Gully) Erozyonunun Oluşum Nedenleri ve Gully Tipleri

Bölüm Hakkında İlgi Oluşturan Sorular

1) Erozyon nedir?
2) Erozyon kontrolünde kullanılan çeşitli yöntemler nelerdir?
3) Taraça nedir? Neden ve nasıl yapılır?
4) Taraça tiplerini sıralayıp anlatınız.
5) Hendek (Gully) erozyonunun önlenmesi için yapılan kontrol yöntemleri nelerdir?
6) Hendek (Gully) erozyonunun oluşum nedenleri nelerdir?
7) Gully tiplerini anlatınız.

Bölümde Hedeflenen Kazanımlar ve Kazanım Yöntemleri

Konu	**Kazanım**	**Kazanımın nasıl elde edileceği veya geliştirileceği**
Erozyon kontrol metotları	Erozyon kontrolünde kullanılan çeşitli yöntemleri anlamak ve öğrenmek.	Metin, sunum ve görsellerle
Erozyon kontrol metotları	Erozyon kontrolünde neden ve nasıl taraçalar oluşturulduğunu kavramak ve yöntemleri öğrenmek.	Metin, sunum ve görsellerle
Erozyon kontrol metotları	Hendek (Gully) erozyonunun önlenmesi için yapılan kontrol yöntemlerini öğrenmek.	Metin, sunum ve görsellerle
Erozyon kontrol metotları	Hendek (Gully) erozyonunun oluşum nedenlerini kavramak ve gully tiplerini öğrenmek.	Metin, sunum ve görsellerle

Anahtar Kavramlar

- Erozyon,
- Erozyon kontrol yöntemleri,
- Erozyon önleme taraçaları,
- Taraça yapımı,
- Taraça tipleri,
- Hendek (gully) erozyonu,
- Hendek (gully) erozyonunun önlenmesi ve hendek (gully) erozyonu kontrol yöntemleri,
- Hendek (gully) erozyonunun oluşum nedenleri,
- Gully tipleri

12.1. Giriş

Toprağın bulunduğu yerden su, rüzgâr ya da bir başka etkenle harekete geçirilerek bir başka yere taşınmasına **erozyon** adı verildiği bir önceki konuda işlenmişti. Bu sürekli olarak devam eden bir olaydır. Erozyonun tamamıyla önlenmesi neredeyse mümkün değildir. Ancak belli koşullar altında ve belli metotlar uygulanmak suretiyle erozyonun yapacağı tahribat ve zarar azaltılabilir veya kısmen kontrol altına alınabilir. Erozyon birtakım faktörlerin etkisiyle oluşur, gelişir ve artabilir. Bu nedenle erozyon olayını bir formülle gösterebiliriz. Bu formüldeki değişken faktörlerin egemen oluşu, eksikliği v.b. gibi etkileri sonucunda, erozyonun şiddeti ve tahrip gücü belirlenebilir. Erozyonun oluşumu şöyle formülize edilebilir (Mater, 1986):

E = f (RGSV)

E = Erozyon (**E**rosion)

R = Belli bir arazi parçası (**R**elief)

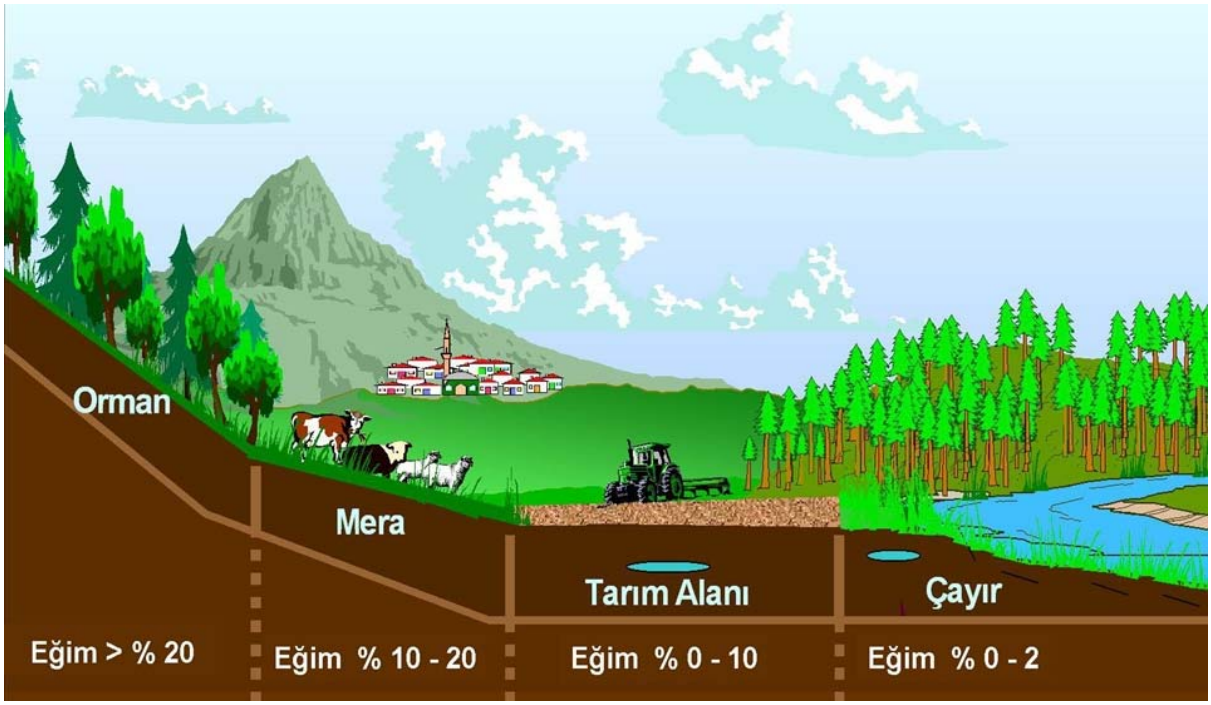
G= Arazinin eğimi (**G**radient)

S = Toprağın fiziksel ve kimyasal özellikleri (**S**oil quality)

V = Bitki örtüsü; tipi, yoğunluğu ve tabiatı (**V**egetation)

f = Fonksiyonal gücü gösterir.

Böylece bu değişken faktörlerin etkisiyle belli bölgelerde farklı özellik ve karakterde toprak erozyonu ortaya çıkar. Erozyonu önlemede ilk yapılacak iş erozyona uğrayan sahanın eğim şartlarını ortaya koymak ve bu eğim değerine bağlı olarak erozyonun şiddetini hesaplamaktır. Buna göre belli eğim derecelerine bağlı olarak değişkenlik gösteren erozyonu önlemek için bazı tedbirler almak gerekir. Çünkü her eğim derecesinde ortaya çıkacak erozyon, bazı ön tedbirler alınmak suretiyle kısmen önlenebilir. Bunun anlamı ise, bir arazi parçasının eğim derecelerine ve değerlerine bağlı olarak ekim alanlarına ayrılması, onun erozyona karşı olan direncini arttırır. Başka bir değişle, bir arazinin belli eğim değerleri gösterdiği parçaları değişik şekillerde yeşillendirmek suretiyle erozyona karşı korunmuş olur. Buna göre; az eğimli sahalar genellikle tarım alanlarına, orta ve dik eğimli sahalar mera ve otlaklara, dik veya çok dik eğimli sahalar ise ormanlık alanlara dönüştürülmek suretiyle erozyona karşı en iyi biçimde korunmuş olurlar (Mater, 1986)(Şekil 39).



Şekil 39: Taban araziden-dağlara doğru erozyona karşı ideal bir arazi kullanım şekli.

Ancak bir arazi parçası üzerinde bu sınırlar hiçbir zaman kesin ve ince çizgiler halinde değil, aksine geniş salınım özelliği gösteren zonlar veya kuşaklar halindedir. Burada daha çok belli kültür bitkilerinin belli eğim dereceleri gösteren arazi parçaları üzerine ekilmesiyle ortaya çıkan özelliklere yer verilecektir. Bunun için de belli eğim değerlerine uygun kültür bitkilerinin ekilmesinin gerekliliği vurgulanacaktır. Erozyonu kontrolde ortaya çıkan en önemli güçlüklerden biri belli eğim değerleri için uygun olan kültür bitkisini seçmektir. Bu seçimde o bitkiyi besleyecek toprağın çeşitli fiziksel ve kimyasal özelliklerinin de iyi araştırılması gerekmektedir. Erozyonun oluşmasında çok çeşitli faktörler rol oynamakta ve bunlar arasında toprak-bitki örtüsü ilişkisi önemli yer tutmaktadır. Toprağın fiziksel karakteri yüzeysel akışa, emilmeye ve toprak içindeki suyun hareket yeteneğinde bağlıdır.

Buna göre bir yerde erozyon kontrolüne başlamadan önce şu sorulara cevap vermek gerekir:

1- Yüzeysel akış ne kadar düşürülmelidir ki, toprağın suyu emme miktarı o kadar artsın?

2- Yüzeysel akışla meydana gelen ve taşınan enkazın miktarı ne kadardır?

3- Bu önlemler için ne kadar yatırıma ihtiyaç vardır?

4- Bu yatırımın yapılmasıyla o araziden yeterli verim alınabilecek ve bu yatırımı karşılayabilecek mi?

Bunun için yatırım yapılacak olan sahanın belli bir süre dış etkenlere karşı olan duyarlılığının incelenmesi gerekmektedir. Bu incelemede önce toprağın fiziksel özelliği ile su arasındaki ilişkiye bakmak gerekir. Bilindiği gibi toprağın tekstürü suyun toprak içindeki hareketini ve toprağın suyu tutabilme kapasitesine bağlıdır. Buna göre, farklı tekstür özelliği gösteren iki toprağın dış etkenlere karşı olan duyarlılığı bir deneyle saptanmıştır. “Lizimetre” adı verilen bir aygıt yardımıyla iki farklı tekstür özelliği gösteren arazi parçası aynı çevre

koşulları altında bir süre bırakılmıştır. Deney sonucunda içinde mil oranı fazla olan balçık tipi toprağın, içinde kil oranı fazla olan balçık tipindeki toprağa nazaran suyu daha çabuk derine geçirdiği; bir başka değişle balçık toprağında suyun daha çok hareket ettiği ve bunun sonucunda da toprak kaybının daha az olduğu görülmüştür. İçinde kil oranı fazla olan toprakta suyun hareketi yavaş olduğu için toprak hızla doygun hale geçmekte buna bağlı olarak yüzeysel akış şiddetlenmekte, toprak kaybı ve dolayısıyla erozyon artmaktadır. Görüldüğü gibi, toprağın fiziksel yapısının ortaya çıkarılmasıyla erozyonun kısmen kontrol altına alınması mümkün olabilir. Çünkü toprağın fiziksel yapısı, bulunduğu yerin eğim derecesi göz önüne alınarak erozyonun çıplak toprakta yapabileceği tahribat hesaplanabilir ve bu arazi parçası üzerine uygun bitkilendirme yapılarak kısmen önlem alınabilir.

12.2. Erozyon Kontrolünde Kullanılan Çeşitli Yöntemler

Bunlar, kısaca şöyle özetlenebilir (Mater, 1986):

1- Konturlara uygun ekim yapmak
2- Şerit halinde ekim yapmak
a) Rotasyon uygulaması
b) Taraçalar yardımıyla dörtlü şerit ekimi
3- Devamlı çayır alanları oluşturulması
4- Devamlı ormanlık alanlar oluşturmak

12.2.1. Konturlara (İzohipslere) Uygun Ekim Yapmak

Genellikle hafif eğimli sahalarda erozyondan korunmak için alınan tedbirlerin başında konturlara uygun şekilde ekim yapmak gelir. Bu sahalarda farklı eğimlere paralel olarak sıralar veya şeritler boyunca ekim yapılır. Ekilen bitkiler o sahada sanki minyatür küçük birer taraça görevi yaparak yağışlarla gelen suyu tutma eğilimi gösterirler. Bu şekilde yüzey akışını yavaşlatmak suretiyle absorbsiyon arttırılır. Buna karşılık yüzeysel akış minimum düzeye getirilir. Bunun sonucunda ise, daha fazla suyun toprakta kalması sağlanır (Foto 49). Eğer ekim konturlara paralel değil, dik olarak yapılırsa sürüm sırasında oluşturulan küçük kanalcıklar, şiddetli bir yağış sonucunda daha derin hendeklere dönüşerek gully tipi erozyonun oluşmasına imkân hazırlar. Bunun sonucunda da toprak kaybı fazlalaşır (Foto 50).



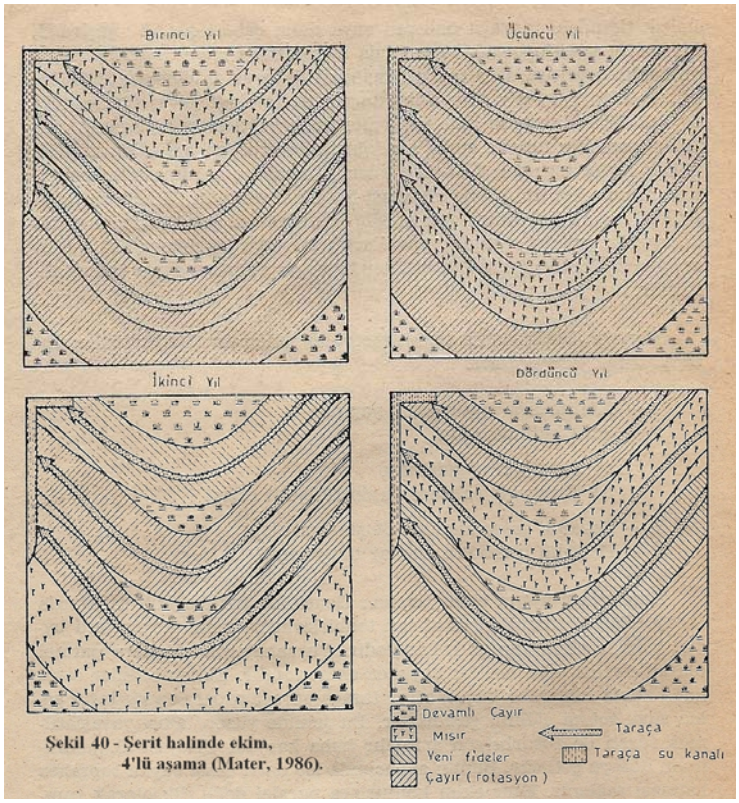
Foto 49: Konturlara uygun şekilde DOĞRU yapılmış bir ekim.



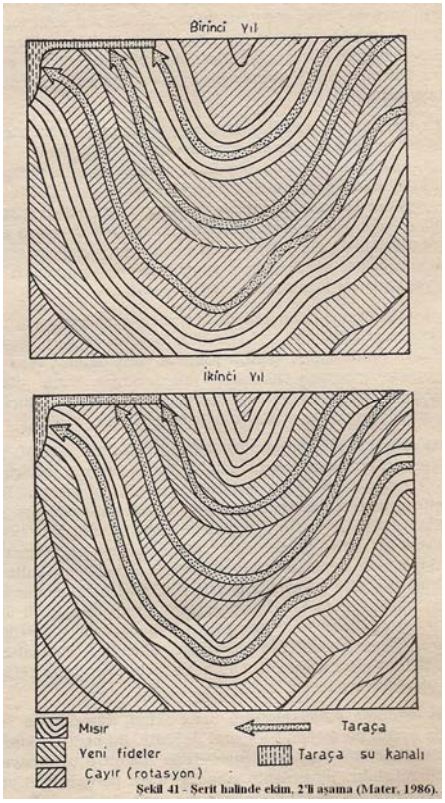
Foto 50: Konturlara dik şekilde YANLIŞ yapılmış bir ekim.

12.2.2. Şerit Halinde Ekim Yapmak

Erozyon kontrolünde en başarılı koruma yöntemi şeritler halinde ekimdir. Şerit ekimlerinde ekilecek kültür bitkilerinin belli sıralar içinde ekilmesi gerekmektedir. Bu sıralamada gevşek ve dağınık ekim düzeni gösteren ve daha derin sürümle ekilmiş bir şeritin hemen önünde sık ve sığ kök sistemi ile toprağı tutucu etkide bulunan **alfalfa ve yonca tipi çayır otları**nın ekilmesi korumada yardımcı olmaktadır. Şerit ekimi hafif eğimli saha ile devamlı aynı karakterde, yani yeknesak görünümlü eğim üzerinde tatbik edildiği zaman başarılı sonuçlar vermektedir. Genellik şeritler sık şekilde ekilmiş ve derin, fakat **kılcal kök geliştiren bitkilerin** örneğin; **yulaf, buğday, arpa ile yonca, alfalfa ve diğer çayır otları**nın daha derin sürülmeye gerek duyan **mısır, pamuk, tütün ve soya fasulyesi**nin aralarına ekilmesi toprağın korunmasında başarılı bir yöntem olarak görülür. Böylece derin sürüme gerek gösteren ve toprak kaybını arttırıcı niteliğe sahip kültür bitkileri arasına toprağı tutucu özellik gösteren bitkilerin ekilmesi toprak koruması bakımından oldukça başarı sağlar. Bu şeritlerin dar veya geniş ekilmesi de, aynı şekilde koruma bakımından önem taşımaktadır. Şerit ekimlerinde çeşitli yöntemler uygulanmaktadır. Taraçalama yapılmış bir arazi üzerinde sık dikilmiş **kültür bitkilerinin şerit aralıkları** 10-15 m genişlikte olmalıdır. Sıralar halinde ekilmesi gereken kültür bitkilerinin şeritlerinin ise 20-30 m genişlikte olması uygundur. Böylece kontrolün başarılı olması için, ekilen kültür bitkisinin tipine bağlı dayanarak şerit aralıklarının 10-12-15-20 m genişlikte olması ve belli bir düzeni takip etmesi gerekmektedir. Aşağıda şerit ekimlerine örnekler verilmiştir (Şekil 40). 4 yıllık rotasyon uygulaması halinde görülen bu sistemde taraçalama yoktur. Şerit ekimlerinde daha geliştirilmiş metot ise, şeritlerin aynı zamanda taraçalarla takviye edilmesidir. Böylece toprak kaybı minimum düzeye indirilebilir. Çünkü yalnızca şerit ekimi veya yalnızca taraça yapımı erozyonu önlemede yeterli olmaz. Buna göre, çeşitli ekim sistemleri ve yöntemleri geliştirmek mümkündür. Burada ise ikili rotasyon sistemine örnek verilmiştir (Şekil 41).



Şekil 40 - Şerit halinde ekim, 4'lü aşama (Mater, 1986).



Şekil 41 - Şerit halinde ekim, 2'li aşama (Mater, 1986).

Şerit ekimin avantajları: Şerit ekimi fazla bir masraf gerektirmez ve hemen kolaylıkla uygulanabilir. Hatta normal yollardan yapılan iyi bir rotasyondan daha fazla bir masrafa yol açmaz. Herhangi bir araştırmaya gerek kalmadan hemen uygulanması tavsiye edilir. Normal tarla sürmek ve ürün yetiştirmek için gerekli olan iş gücü dışında ekstra bir işçiye gerek yoktur. Herhangi bir özel tarım aracına ihtiyaç duymadan tarlalar sürülebilir. Şerit genişlikleri kullanılan tarım makinasına göre kolaylıkla ayarlanabilir ve bu da zamandan ve iş gücünden büyük bir tasarruf sağlar. Şerit ekimi, her türlü ürün ekiminde ve verim alınmasında başarılı ve kullanışlı bir sistemdir. Şeritler, taraçalı ve doğrudan arazide uygulanır. Taraçalarla takviye edildiğinde eğim değeri % 8 ve daha çok olan, fazla eğimli sahalar için ideal bir sistemdir.

Şerit ekimin dezavantajları: Şerit ekimi, düzensiz ve engebeli sahalarda uygun bir kullanış biçimi değildir. Bu nedenle kısıtlı sahalarda ve özellikle düz olan, yani engebelerle kesintiye uğramayan sahalarda kullanışlıdır. Bu nedenle sahadaki arazi parçası belli bir uzunluk ve genişlikte yeknesaklık göstermezse şerit ekimi uygulanamaz; ancak şeritler, arazinin engebe durumunu göz önüne alınması koşuluyla gerekli düzenlemeler yapıldıktan sonra ekilebilir.

12.2.3. Devamlı Çayır Alanları Oluşturulması

Belli bir arazi parçası üzerinde ekilebilir tarım alanları ile devamlı ormanlık alanlar arasında çayır sahaları ve topraklar otlaklar haline getirildiğinde, iyi kullanılış şekli ve erozyonu önleyici bir tedbirdir. Ancak dikkat edilmesi gereken en önemli şey erozyonu önleyici bir tedbir olarak oluşturulan çayır ve otlakların aşırı otlanmayla bozulmamasıdır. Aksi takdirde bölgede toprak kaybı bu nedenle büyük boyutlara erişebilir. Çayır alanları oluşturulurken özellikle eğimlerin fazla olduğu yamaçlarda taraçalarla takviye edilmesi

gerekir. Ayrıca aşırı otlatma ile çayır alanlarının tahribini önlemek için hayvanların devamlı aynı otlaklarda dolaşmasını önlemek gerekmektedir. Bir başka değişle, hayvan otlatmada da bir rotasyon uygulanması şarttır. Aksi takdirde, hızla tahrip olan vejetasyon sonucu, toprak kaybı ve dolayısıyla erozyon süratle artar.

12.2.4. Devamlı Ormanlık Alanlar Oluşturmak

Elbette ki, erozyonu kontrolde en iyi yöntem yüzeysel akışı kontrol eden çevredeki hidrolojik dengeyi düzenleyen ormanlar ve korulukları oluşturmak, mevcut olanları ise iyi korumaktır. Ormanlar, bir bölgede hidrolojik dengeyi düzenleyen ve kontrol eden önemli faktörlerden biridir. Sık orman örtüsü, gerek bir düzenlemeyi, gerekse vahşi hayatı devam ettiren bir ortamdır. Doğanın dengelenmesinde çok önemli rol oynayan ormanlar, aynı zamanda ürünleriyle de çevresinde ve içinde yaşayan canlılar için bir hayat kaynağıdır. Bu nedenle ormanların iyi korunması, bakılması ve sürekli genç fidanlarla yenilenerek gençleştirilmesi gerekmektedir. Bir bölgede ormanın tahribi veya yanlış kullanma o sahada hendek erozyonuna varan ölçüde erozyon oluşumuna, önemli oranda toprak kaybına, su baskınlarına ve sellere yol açar. Bu nedenle ormanlardan yeterince yararlanabilmek için her şeyden evvel onu korumak gerekir. Ormanlık bir sahada erozyonu önlemek için şu iki koşulu göz önüne almak gereklidir:

1- Mevcut orman örtüsünü iyi korumak ve geliştirmek
2- Genç fidanları ekmek suretiyle ormanlık alanları genişletmek

Bunlar için gerekli olan koşullar şüphesiz herkesçe bilinmektedir. Ormanları büyük ölçüde tahrip eden yangınlardan korumak, bilinçsiz ve aşırı kesim yapmamak, genç fidanların tahribini önlemek gibi tedbirlerin alınması, doğal çevrenin korunmasında ve dengelenmesinde önemli rol oynayan ormanların böylece daha iyi korunmasını sağlar. Sonuçta erozyonun kontrolünde önemli rol oynayan ormanların belli bir bölgede, saha planlamasındaki yeri ve önemi göz önünde bulundurulmalıdır. Buraya kadar, bir bölgedeki en iyi ve en ekonomik arazi kullanışında gerekli olan koşullar ve yöntemler ele alınmıştır. Bundan sonra, uygulanan yöntemler ve koruma tedbirleri daha ayrıntılı verilmiştir.

12.3. Taraçalar; Yapımları ve Taraçaların Tipleri

Toprak korumasında en güvenilir yöntem **taraçalama**dır. Taraça yapımı için birçok yöntem kullanılır. Taraçaların amacı aşındırmayı azaltmak, akış hızını minimum düzeye indirmek ve sızmayı kolaylaştırmaktır. Toprak Coğrafyasında; özelliklerine göre taraçaları üç tipe ayırmak mümkündür (Mater, 1986):

1- Basamak tipi
2- Eğimli ve hendekli tip (Amerikan tipi, drenaj tipi)
3- Düz tip (Absorbsiyon tipi)

12.3.1. Basamaklı Tip

Bu tür taraçalarda başlıca üç amaç hedeflenmiştir:

a- Su ekonomisini arttırmak,

b- Toprak kaybını azaltmak,

c- Dik eğimli sahalarda tarımı kolaylaştırmak ve uygun hale getirmek.

Bu tür basamaklı tip taraçalar, bugün dünyanın pek çok ülkesinde başarıyla kullanılmaktadır. Yapımı ve bilinmesi oldukça eskiye dayanan bu taraça tipi, zamanımızdan 2000 yıl önce Filipin Adalarında yaşaya ilkel yerlilerce yapılmıştır. Bugün dünyada en mükemmel şekilde oluşturulan bu tür basamaklı taraçalar, Filipinlerin haşin dağlık arazisinde çok dik yamaçlarında görülür. Tabandan 2000 – 2500 m'ye kadar yükselen bu taraçalar üzerinde son derece ilginç şekilde geliştirilmiş sulama şebekesi vardır. Asya'nın sulamalı pirinç tarımının yapıldığı bölgelerde verimli volkanik topraklar üzerinde basamak şeklinde yapılmış taraçalar sayesinde bol ürün elde edilir (Foto 51). Basamaklı taraçaların duvarla takviye edilmiş mükemmel örneklerini yüzyıllardır başarıyla kullanılan Akdeniz ülkelerinde de görmekteyiz. Bu tipin en gelişmiş olduğu ülkelerden birisi, Akdeniz'in ortasında yer alan ve küçük bir ada devleti olan Malta'da görmekteyiz. Özellikle tarımın çok geliştiği Gozo adasında ekilebilir toprakların % 80'i bu şekilde duvarlarla takviye edilmiş basamaklı taraçalar üzerindedir. Gozo'da genellikle, tahıl, patates ve bilhassa çok besleyici hayvan yemi olan **sulla bitkisi** yetiştirilir. Bir tür yonca olan sulla, bu taraçaların % 50'ye yakınında iyi bir şekilde yetişir ve besleyici bir hayvan yemidir. Basamaklı taraça yapımı şüphesiz insanların çok eskiden beri düşünüp oluşturdukları bir sistemdir. Bu nedenle dünyanın pek çok yerinden böyle örnekler verilebilir. Meksika ve Musonlar Asya'sının büyük bölümünde bu tür basamaklı taraçalar eğimli sahaların ideal kullanılma biçimidir. Ülkemizde bu tür taraça yapımı fazla değildir. Ancak Akdeniz ve Ege bölgelerimizde zeytin üreticileri ve bağ yetiştiricileri, bir de Anamur ve Alanya'da dik yamaçlarda muz yetişticileri eğimli olan sahaları, ilkel de olsa oluşturdukları taraçalar vasıtasıyla geliştirmeye çalışmaktadırlar.



Foto 51: - Güneydoğu Asya'da basamak tipi taraçalarda pirinç ekimi.

12.3.2. Eğimli ve Hendekli Tip

Bu tür taraçalar genellikle nemli sahaların taraça tipidir. Yağışın bol, yüzeysel akışın da fazla olduğu sahalarda bu tür taraçalar yapılmaktadır. Özellikle ABD'de çok yaygın olan

bu tip taraçalar, özellikle güneyin yağışlı bölgelerinde görülür. Eğime bağlı olarak artan yüzeysel akış nedeniyle taraça aralıklarında oluşturulan hendekler vasıtasıyla fazla su başka tarafa aktarılır. Bu tür taraça yapımları 1930'lardan sonra Afrika'nın Kenya ve Rodezya bölgelerinde başarıyla uygulanmıştır.

12.3.3. Düz Tip

Bu tip taraça yüzeysel akışla oluşan suyun depo edilmesi ve birikmesi amacına yöneliktir. Bu tür önleme ve tutma tipi taraça, **absorbsiyon** veya **tutma tipi** olarak da bilinir. Bu tür taraçaların amacı, yüzeysel akışla oluşan fazla suyun bu kanallarda toplanarak toprağın daha uzun zaman nemli kalmasını sağlamaktır. Böylece toprağın daha uzun süre suyu emmesi sağlanır ve su ekonomisi yönünden önemli rol oynar.

12.4. Hendek (Gully) Erozyonunun Önlenmesi ve Kontrol Yöntemleri

Hendek veya gully erozyonu, su erozyonunun ilerlemiş derecesidir. Bir sahada toprak kaybını ve arazinin değerini oldukça düşüren, aynı zamanda verim gücünü azaltan bu erozyon tipi çeşitli kontrol metotları vasıtasıyla önlenebilir. Hendek erozyonunu önlemenin en yararlı yöntemleri, özellikle kritik değer gösteren eğimleri devamlı bitkilendirme, şerit ekimi yapma, konturlara (izohipslere) uygun ekim yapma, bitki rotasyonu ve gully'nin oluşmasına yardımcı olan hızlı yüzeysel akışa neden olan suyun yönünün değiştirilmesi gibi yöntemlerdir. Bir sahada hendek (gully) erozyonu başlamışsa, özel yöntemlerle bunların büyümesini engellemek gerekir. Bu nedenle saha birinci derece koruma altına alınır ve gerekli olan metotlar uygulanır. Bu amaçla yapılabilecek en ekonomik ve tatminkâr metot devamlı bitkilendirme yapmaktır (Foto 37). Özellikle geniş ve derin hendeklerin sık ve çabuk büyüyen bitkilerle kaplanması yararlıdır. Bunun dışında küçük çaptaki hendeklerin de aynı şekilde özel bitkilendirme suretiyle büyümesini önlemek gerekir. Hendekler (gullyler) büyüklüklerine göre 3 gruba ayrılabilir (Mater, 1986):

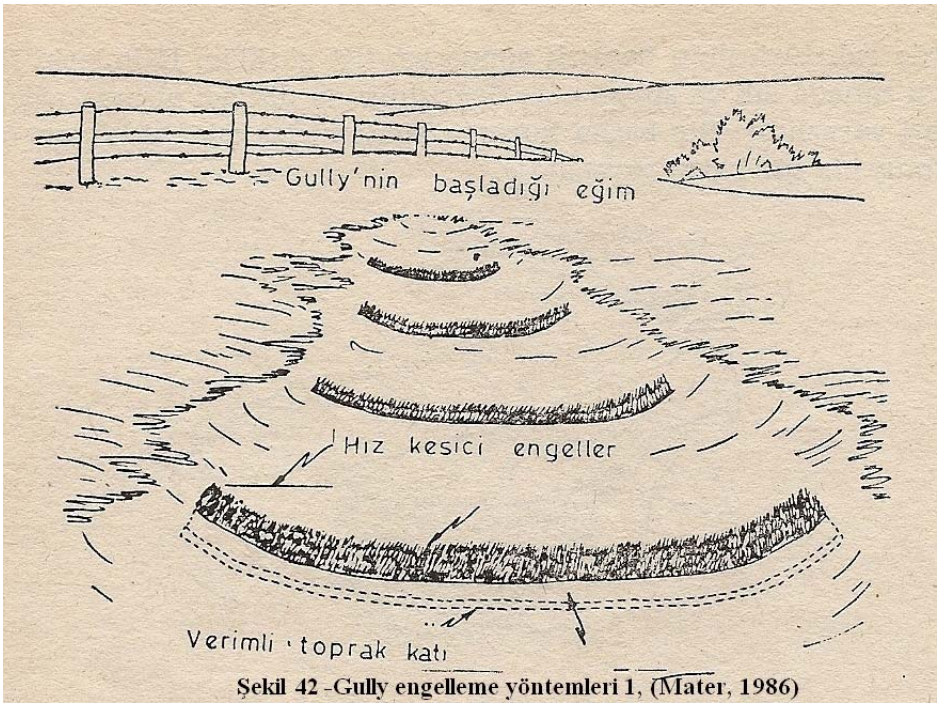
12.4.1.Küçük Hendekler (Gully'ler):

Derinlikleri 1 m'den azdır. Bu tür gullylerin önlenmesi için sahada vakit geçirilmeden daha derin sürüm yapılarak bunların ortadan kaldırılması gerekir. Daha sonra eğimlere uygun şerit ekimi ve bitki rotasyonu uygulamak gerekir.

12.4.2. Orta Boydaki Hendekler (Gully'ler):

Derinlikleri 1 – 5 m arasında değişen bu tür hendeklerin oluştuğu sahalarda erozyon kontrolü için kademeli kontrol sistemi yapılmalıdır. Eğer sahada hendekler (gullyler) orta boyda gelişmişlerse daha köklü önlemlerin alınması gereklidir. Birinci aşamada, erozyonun başladığı tepe noktasında, yani eğimin en fazla olduğu yerde önlem alınmasına başlanmalıdır. Bu amaçla, hızlı yüzeysel akışa neden olan sel suyunun yönünün değiştirilmesi gerekmektedir. Daha sonra gully'nin oluştuğu bütün arazi üzerinde önlem alınmasına geçilmesi gerekir. Böylece ikinci aşamada hendeklerin başlangıç noktalarından bitim noktalarına kadar olan saha içinde çeşitli önleme metotları uygulanmalıdır. Eğer hendekler geniş bir sahada yaygın ise, o zaman sık aralıklarla taraça oluşturulması gerekir. Çünkü bu durumda kontur metodu ve şerit ekimi metodu, taraça takviyesi olmadan yetersiz kalır. Bazı durumlarda da hendeklerin iki tarafındaki yamaçlar kısmen sürülmekle, kısmen de

buldozerler vasıtasıyla doldurulmalı; böylece gully'lerin genişlemeleri önlenmelidir. Hafif eğimli olan kesimlerde ise hendeklerin (gully'lerin) bitkilendirilmesi büyük yarar sağlar. Böylece yamaçlar, kısmen bitkiler vasıtasıyla tutulmak suretiyle sağlamlaşır. Bunun için özellikle **sorghum** ve **sudan otu** bitkilerinin ekilmesi çok etkili olur. Bu işlemler tamamlandıktan sonra gully sahası çeşitli kültür bitkileri tarafından ekilmek suretiyle tamamen bitkilendirilmelidir. Bu tür hendek erozyonunun önlenmesinde bazen geçici küçük su bentleri yapmak da korumada büyük fayda sağlar (Şekil 42). Tam bir kontrol için ise, hendeklerin iki yamacı tamamen bitki örtüsüyle kaplanmalıdır. Özellikle ilk zamanlar kontrol sahası içinde hayvan otlatılmasından kaçınılmalıdır. Eğer eğimler çok fazla değilse, **lespedeza bitkisi** kullanılmalıdır. Eğer gully'ler çok genişseler o zaman bitkilendirmenin tabandan başlaması gerekir. Başka bir değişle hendeğin taban ve yamacı baştan aşağı bitkiyle kaplanmalıdır. Orta boy hendeklerin en iyi kullanma şekli, kontrol önlemleri alındıktan sonra "bitkilendirilmiş su yolları" oluşturmaktır. Önceden hendeği oluşturan suyun yönü değiştirilir, sonra da hendeğin yamaçları çeşitli yöntemlerle hafif eğimli hale dönüştürülür ve daha sonra tümüyle bitkilendirilir. Daha sonra yönü değiştirilen su, sahadan tekrar yapay oluşturulan bir kanal içinde drene edilir.

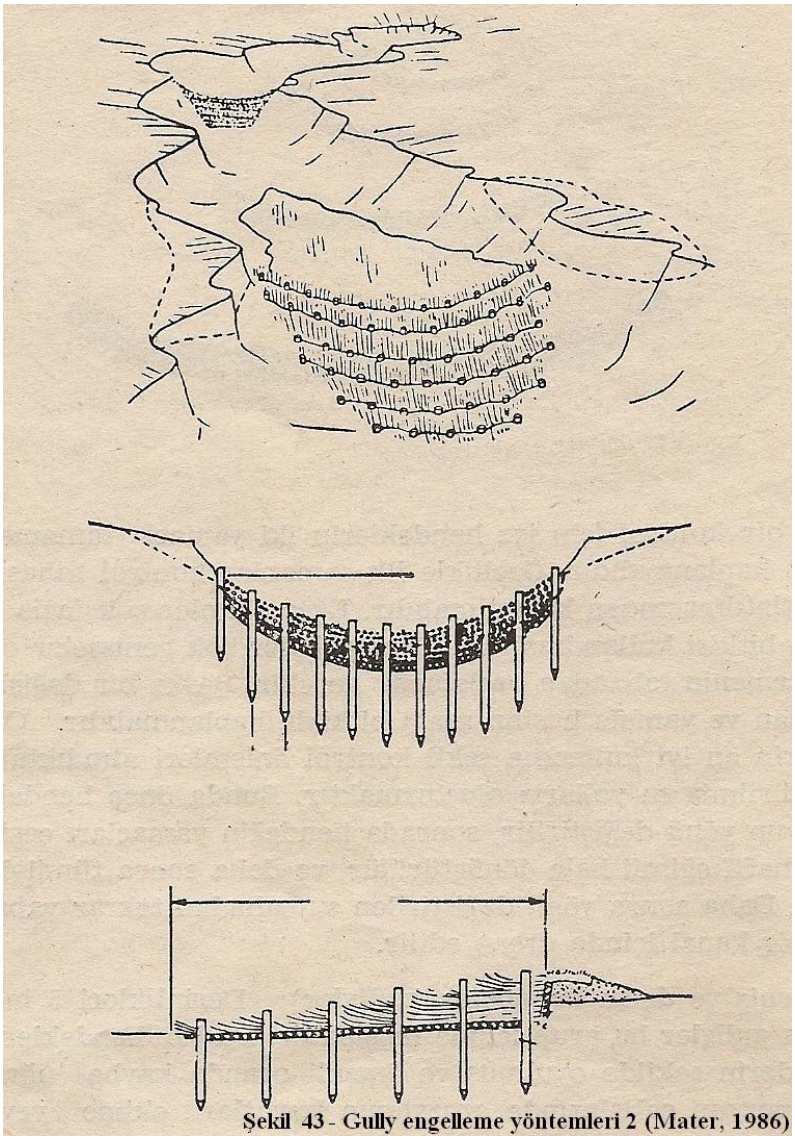


Şekil 42 -Gully engelleme yöntemleri 1, (Mater, 1986)

12.4.3. Derin ve Geniş Hendekler (Gully'ler)

Derinlikleri 5 m'den fazla olan gully'ler bu grup içinde incelenir. Bu tür hendeklerde toprak çok derin şekilde oyulmuş ve önemli oranda kayba uğramıştır. Bu tür erozyon sahalarında erozyonun boyutları ekime veya çayır alanlarının yapılmasına uygun olmayan bir dereceye ulaşmıştır. Bu nedenle erozyonun kontrolü için daha çok **ağaçlandırma** yoluna gidilmesi uygundur. Genellikle bu tür erozyon kontrollerinde **iğne yapraklı ağaçlardan çeşitli çam türleri** kullanılır. Ancak erozyon kontrolü yapılırken sahanın doğal iklim koşulları dikkate alınmalıdır. Buna göre gerektiğinde **geniş yapraklı ağaçlar** da kullanılır. Derin hendek erozyonlarında toprağı tutmak için kullanılan ağaç türleri, aynı zamanda eğim

derecelerine bağlı olarak da seçilmelidir. Genellikle az eğimli sahalarda **çalı türlerinin** başarılı sonuç verdiği görülür. Eğimlerin fazla olduğu sahada sık ve suyun akış doğrultusuna dik açı altında ağaç dikilmesi yararlıdır. Bir başka koruma yöntemi ise, sık çalılardan oluşturulmuş bir tür baraj yapmaktır (Şekil 43).



Şekil 43 - Gully engelleme yöntemleri 2 (Mater, 1986)

12.5. Hendek Erozyonunun Oluşum Nedenleri ve Gully Tipleri

Hendek veya gully erozyonunu oluşumunun nedenlerinin başında araziyi erozyondan koruyucu bitki örtüsünün ortadan kaldırılması gelmektedir. Gerek kültür bitkilerinin yanlış uygulanması, gerekse aşırı otlatma sonucunda sahada yüzeysel akış arttırılır, toprak kaybı büyük boyutlara ulaşır. Bunun dışında doğal çevreyi bozan başka nedenler de vardır ki, bunlar da gully'lerin oluşmasını kolaylaştırır. Örneğin eğim yukarı ekim veya eğim aşağı ekim yapma, yanlış türde su kanalları, yollar, hayvanların bıraktığı izler, madencilik ve doğal vejetasyonun baca kirleri veya dumanlar sonucunda tahrip olması gibi nedenlerle hendek erozyonu artmaktadır. Hendek erozyonu tipleri üç büyük grup içinde incelenebilir (Mater, 1986):

1) Kanallarla oluşan hendek erozyonu
2) Çağlayanlarla oluşan hendek erozyonu
3) Kütle hareketiyle oluşan hendek erozyonu

Genellikle birçok gully, yapay yollarla oluşturulan **su kanallarının genişlemesiyle** meydana gelir. Bu bazen doğrudan bazen de dolaylı olarak hayvanların bıraktığı izlerin zamanla genişlemesiyle meydana gelir. Gullylerin oluşmasında çeşitli fizik faktörleri rol oynar. Bunlar; toprak tipi, erozyon dayanıklılığı, yağış miktarı, yağış rejimi, eğimin değeri, bitki örtüsünün yoğunluğu gibi yüzeysel akışı doğrudan veya dolaylı yoldan etkileyen faktörlerdir. Kanallar içinde süratle akmaya başlayan su, kısa sürede hendekleri enine, boyuna ve derinliğine aşındırmaya başlar. Eğer herhangi bir önlem alınmazsa süratle kanalları genişleterek büyük boyutlara ulaştırır. **Çağlayanlarla oluşan** hendek erozyonu ise, genellikle çok derin ve çok geniş hendekleri oluşturur. Bu tür erozyon aynı zamanda hendeklerin çeşitli kollara ayrılıp erozyonun süratle genişlemesine neden olur. Küçük bir düşüş şeklinde başlayan bu erozyon daha sonra genişleyerek daha büyük ve yüksekten düşen çağlayanlara dönerek sahadaki toprağı hızla tahrip eder. Bu tür erozyonun oluşumu ve yayılması çok hızlı olur. Düz bir sahada bile yüzeysel akışla yavaş yavaş kendine kanalcık oluşturan su, daha sonra düşüşlerini arttırarak büyük boyutlarda derin gully'ler oluşturur. Erozyona uğrayan sahalarda bazen büyük boyutlara ulaşan **kütle kaymaları** meydana gelir (Foto 52). Bu şekilde, eğimli sahalarda kütle kaymaları sonucunda büyük yaralar açılır ve hendek erozyonu böyle bir ortamda çok hızlı bir gelişme gösterir. Kütle hareketleri, eğimli sahada geçirimli toprak tabakasının altında geçirimsiz bir tabakanın bulunması ve yağışlar sonucunda kilden oluşan bu tabakanın şişerek kaygan bir hal almasıyla ortaya çıkar. Böyle bir tabaka üstündeki kütle bir anda bütünüyle eğim doğrultusunda hızlı hareket ederek kayar. Böylece arazide yumuşak ve taze toprak tabakası ortaya çıkar. Böyle bir tabaka da gully oluşumu için ideal ortam oluşturur. Sonuç olarak çeşitli tipte ve boyutta oluşan hendek erozyonunu kontrol için şu önlemlerin alınması gerekir:

1-Sahada mutlak suretle toprağı tutucu bitki oluşturmak gereklidir.

2-Yüzeysel akış azaltıcı tedbirler alınması gereklidir. Bunun için;

a)Kabul havzasındaki yağışın rejimini belirlemek

b)Yüzeysel akışı gullylerden uzaklaştırmak

c)Yüzeysel akışın gully içinde zararsız biçimde akmasını temin etmek.

3-Çeşitli kademelerde suyun tutucu çeşitli tipte barajlar oluşturmak (Şekil 44). Bu barajlar:

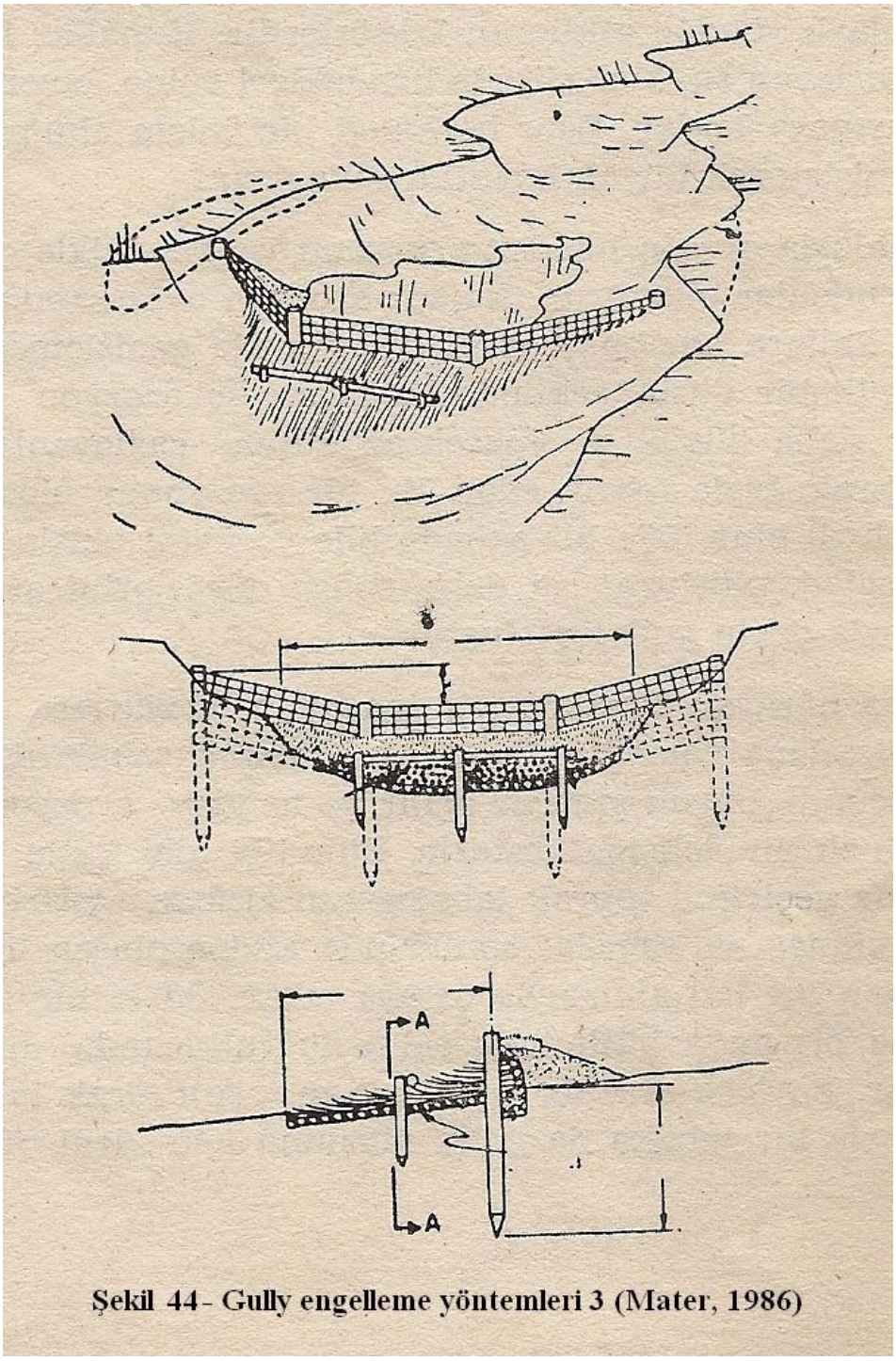
a)Geçici barajlar

b)Gözenekli çalı tipi barajlar

c)Tel örgülü barajlardır.



Foto 52: Fotografın sağında 1995'de meydana gelen La Conchita heyelanı ve diğer kütle hareketleri ile gully oluşumları, Santa Barbara, California, ABD (http://landslides.usgs.govlearningphotosimagescaliforniala_conchita__ca__1995scan1)



Şekil 44- Gully engelleme yöntemleri 3 (Mater, 1986)

Uygulamalar

Uygulama Soruları

Bu Bölümde Ne Öğrendik Özeti

Bu konuda, “erozyon kontrol yöntemleri” üzerinde durulmuştur. Erozyon kontrolünde çeşitli metotlardan; konturlara uygun ekim yapma, şerit halinde ekim, devamlı çayır alanları oluşturulması ve devamlı ormanlık alanlar oluşturma metotları detaylı olarak anlatılmıştır. Ardından toprak korumasında en güvenilir yöntem olan taraçalama yöntemi sunulmuştur. Bu yöntemin 3 tipi olan basamak, eğimli-hendek ve düz tipler anlatılmıştır. Konu, hendek (gully) erozyonunun önlenmesi ve kontrol metotlarının anlatılması suretiyle tamamlanmıştır. Konu metin ağırlıklı teorik olarak işlenirken; şekil ve fotoğraflardan da yararlanılmıştır.

Bölüm Soruları

1) Toprak korumasında en güvenilir yöntem taraçalamadır. Basamaklı tip taraçalarda aşağıdakilerden hangisi hedeflenemez?

a) Toprak kaybını azaltmak
b) Su ekonomisini arttırmak
c) Yeraltı sularından faydalanmak
d) Dik eğime sahip sahalarda tarımı kolaylaştırmak
e) Dik eğime sahip sahalarda tarımı uygun hale getirmek

2) Aşağıdakilerden hangisi erozyon kontrol metotlarından biri değildir?

a) Konturlara dik ekim yapmak
b) Şerit halinde ekim yapmak
c) Devamlı çayır alanları oluşturmak
d) Konturlara uyumlu ekim yapmak
e) Devamlı ormanlık alanlar oluşturmak

3) Aşağıdakilerden hangisi hendek (gully) erozyonu oluşmasını kolaylaştıran faktörlerden biri değildir?

a) Eğim yukarı ekim veya eğim aşağı ekim yapma
b) Araziye uygun olmayan yanlış türde su kanalları açma
c) Madencilik faaliyetleri yapma
d) Arazinin verim gücünün azalması
e) Hayvanların bıraktığı izler

4) "Erozyon kontrolünde en başarılı koruma yöntemi **şeritler halinde ekim**'dir. Şerit ekimlerinde ekilecek kültür bitkilerinin belli sıralar içinde ekilmesi gerekmektedir. Bu sıralamada gevşek ve dağınık ekim düzeni gösteren ve daha derin sürümle ekilmiş bir şeritin hemen önünde sık ve sığ kök sistemi ile toprağı tutucu etkide bulunan **alfalfa** ve **yonca tipi çayır otları**nın ekilmesi korumada yardımcı olmaktadır." ifadesi doğru mu, yanlış mıdır?

Doğru ( ) Yanlış ( )

5) "Hendek veya gully erozyonu, su erozyonunun **orta derecesi**dir. Bir sahada toprak kaybını ve arazinin değerini oldukça düşüren, aynı zamanda verim gücünü azaltan bu erozyon tipi çeşitli kontrol metotları vasıtasıyla önlenebilir. Hendek erozyonunu önlemenin en yararlı yöntemleri, özellikle kritik değer gösteren eğimleri devamlı bitkilendirme, şerit ekimi yapma, konturlara (izohipslere) uygun ekim yapma, bitki rotasyonu ve gully'nin oluşmasına yardımcı olan hızlı yüzeysel akışa neden olan suyun yönünün değiştirilmesi gibi yöntemlerdir." ifadesi doğru mu, yanlış mıdır?

Doğru ( ) Yanlış ( )

6) Erozyon kontrolünde kullanılan çeşitli yöntemlerden olan devamlı ormanlık alanlar oluşturarak erozyonu önlemenin iki yolunu aşağıya yazınız.

a) …….
b) ……

7) "Genellikle hafif eğimli sahalarda erozyondan korunmak için alınan tedbirlerin başında topografyadaki izohipslere uygun şekilde ekim yapmak gelir. Bu tip sahalarda farklı eğimlere paralel olarak sıralar veya şeritler boyunca ekim yapılır." ifadesinde erozyon kontrolünde kullanılan yöntemlerden hangisinden bahsedilmiştir?

a) Konturlara dik ekim yapmak
b) Şerit halinde ekim yapmak

c) Devamlı çayır alanları oluşturmak
d) Konturlara uyumlu ekim yapmak
e) Devamlı ormanlık alanlar oluşturmak

8) "Erozyon kontrolünde en başarılı koruma, kuşaklar halinde ekimdir. Bu tip ekimlerde kültür bitkilerinin belli sıralar içinde ekilmesi gerekmektedir. Bu sıralamada gevşek ve dağınık ekim düzeni gösteren ve daha derin sürümle ekilmiş bir şeritin hemen önünde sık ve sığ kök sistemi ile toprağı tutucu etkide bulunan **alfalfa** ve **yonca tipi çayır otları**nın ekilmesi korumada yardımcı olmaktadır." ifadesinde erozyon kontrolünde kullanılan yöntemlerden hangisinden bahsedilmiştir?

a) Konturlara dik ekim yapmak
b) Şerit halinde ekim yapmak
c) Devamlı çayır alanları oluşturmak
d) Konturlara uyumlu ekim yapmak
e) Devamlı ormanlık alanlar oluşturmak

9) "Belli bir arazi parçası üzerinde ekilebilir tarım alanları ile devamlı ormanlık alanlar arasında çayır sahaları ve topraklar otlaklar haline getirildiğinde, iyi kullanılış şekli ve erozyonu önleyici bir tedbirdir. Ancak dikkat edilmesi gereken en önemli şey erozyonu önleyici bir tedbir olarak oluşturulan bu çayır ve otlakların aşırı otlanmayla bozulmamasıdır." ifadesinde erozyon kontrolünde kullanılan yöntemlerden hangisinden bahsedilmiştir?

a) Konturlara dik ekim yapmak
b) Şerit halinde ekim yapmak
c) Devamlı çayır alanları oluşturmak
d) Konturlara uyumlu ekim yapmak
e) Devamlı ormanlık alanlar oluşturmak

10) "Erozyonu kontrolde en iyi yöntem yüzeysel akışı kontrol eden çevredeki hidrolojik dengeyi düzenleyen ormanlar ve koruluklar oluşturmak, mevcut olanları ise iyi korumaktır. Bunlar, bir bölgede hidrolojik dengeyi düzenleyen ve kontrol eden önemli faktörlerden biridir. Sık bitki örtüsü, gerek bir düzenlemeyi, gerekse vahşi hayatı devam ettiren bir ortamdır." ifadesinde erozyon kontrolünde kullanılan yöntemlerden hangisinden bahsedilmiştir?

a) Konturlara dik ekim yapmak
b) Şerit halinde ekim yapmak
c) Devamlı çayır alanları oluşturmak
d) Konturlara uyumlu ekim yapmak
e) Devamlı ormanlık alanlar oluşturmak

CEVAPLAR: 1-c, **2-**a, **3-**d, **4-**Doğru, **5-**Yanlış (İlk cümledeki orta derecesi, ileri olmalıdır.),

6- a)Mevcut orman örtüsünü iyi korumak ve geliştirmek
b)Genç fidanları ekmek suretiyle ormanlık alanları genişletmek
7-d, **8-**b, **9-**c, **10-**e

13. TOPRAKLARIN SINIFLANDIRILMASI VE DÜNYA TOPRAK COĞRAFYASI

Bu Bölümde Neler Öğreneceğiz?

13.1. Başlıca Toprak Tipleri ve Coğrafi Dağılışları
13.1.1. Zonal Topraklar
13.1.1.1. Pedalferler
13.1.1.1.1. Podsollar
13.1.1.1.2. Lateritler
13.1.1.1.3. Kırmızı-Sarı Lateritik Topraklar
13.1.1.1.4. Esmer Kahverengi Podsolik Orman Toprakları
13.1.1.2. Pedokaller
13.1.1.2.1. Preri Toprakları
13.1.1.2.2. Çernozyomlar
13.1.1.2.3. Kestane ve Kahverengi Topraklar
13.1.1.2.4. Çöl Toprakları
13.1.2.İntrazonal Topraklar
13.1.3. Azonal Topraklar

Bölüm Hakkında İlgi Oluşturan Sorular

1) Dünyadaki başlıca toprak tipleri nelerdir?

2) Dünyadaki başlıca toprak tiplerinin coğrafi dağılışları nasıldır? Belirtiniz.

3) Zonal topraklar kaça ayrılır? Neden?

4) Zonal toprakların özellikleri nelerdir? Kısaca açıklayınız.

5) İntrazonal toprakların özelliklerini açıklayınız.

6) Azonal toprakların özelliklerini açıklayınız.

7) ABD_USDA-1975, toprak sınıflamasına göre dünya topraklarını özellikleriyle anlatınız.

8) Aridisol ve mollisol topraklarını karşılaştırarak anlatınız.

Bölümde Hedeflenen Kazanımlar ve Kazanım Yöntemleri

Konu	**Kazanım**	**Kazanımın nasıl elde edileceği veya geliştirileceği**
Toprakların sınıflandırılması ve dünya toprak coğrafyası	Başlıca toprak tiplerinin özelliklerini öğrenmek.	Metin, sunum ve görsellerle
Toprakların sınıflandırılması ve dünya toprak coğrafyası	Toprak tiplerinin coğrafi dağılışlarını kavramak ve öğrenmek, farklı haritaların yapılış nedenlerini ayırt etmek	Metin, sunum ve görsellerle

Anahtar Kavramlar

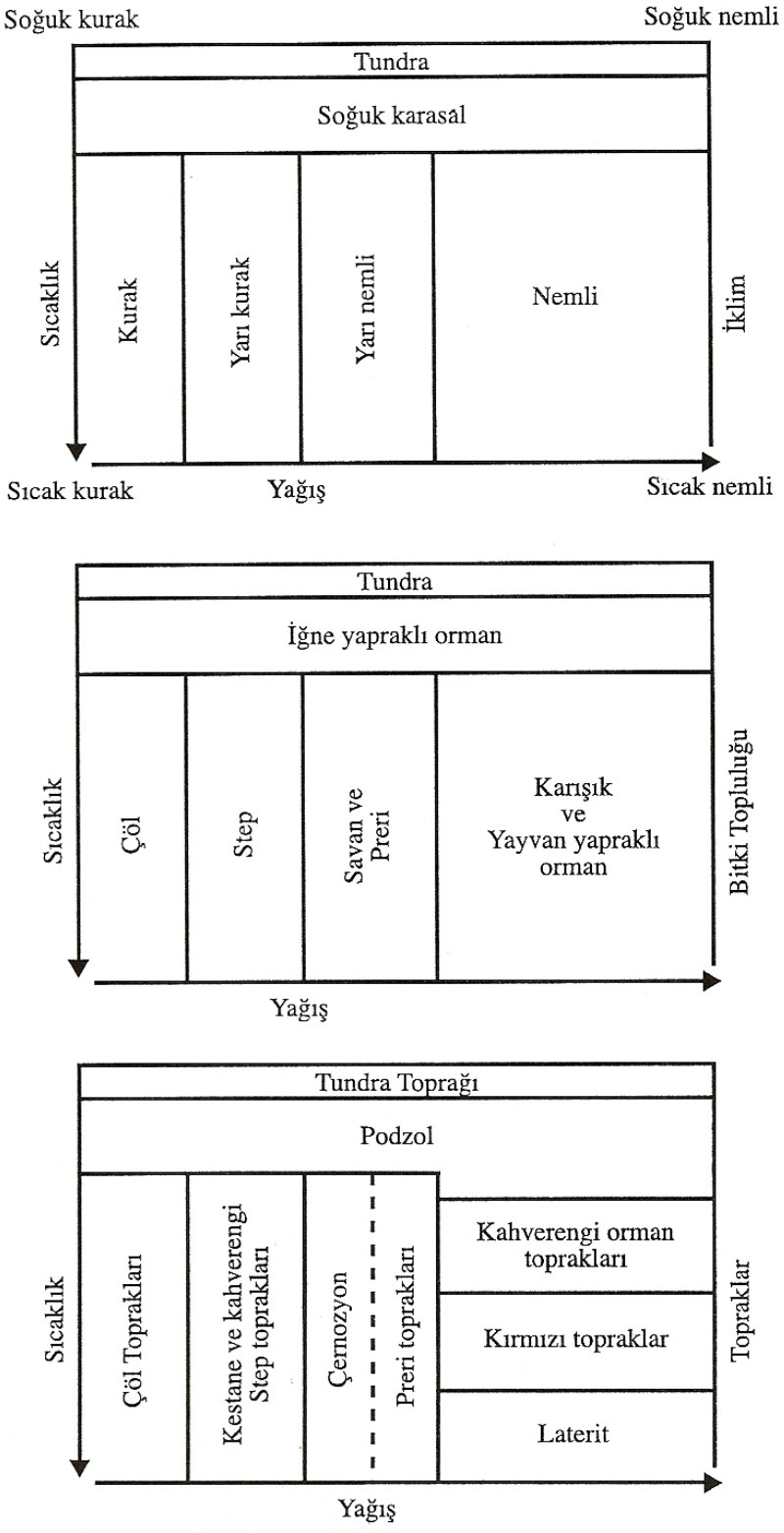
- Zonal topraklar,
- Pedalferler,
- Podsollar,
- Lateritler,
- Kırmızı-sarı lateritik topraklar,
- Esmer kahverengi podsolik orman toprakları,
- Pedokaller,
- Preri topraklar,
- Çernozyomlar,
- Kestane ve kahverengi topraklar,
- Çöl toprakları,
- İntrazonal topraklar,
- Azonal topraklar,
- Entisol,
- Vertisol,
- İnceptisol,
- Aridisol,
- Mollisol,
- Spodosol,
- Alfisol,
- Ultisol,
- Oksisol,
- Histosol.

13.1. Başlıca Toprak Tipleri ve Coğrafi Dağılışları

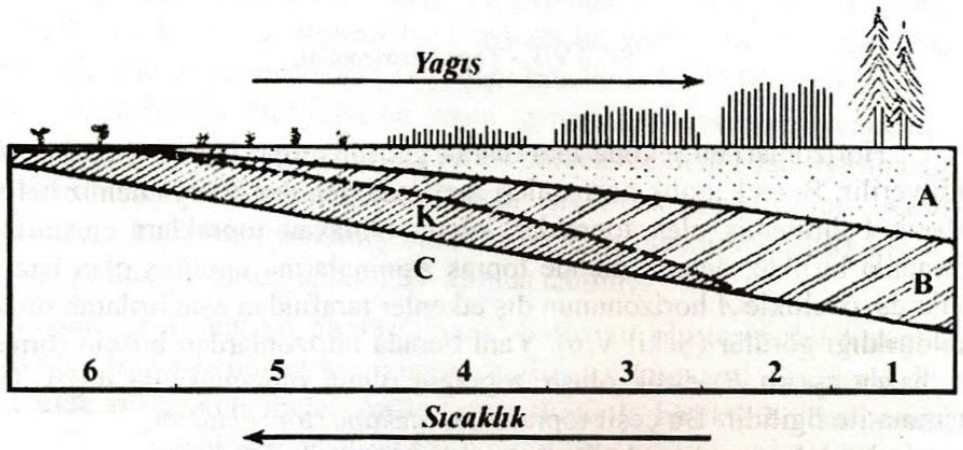
Yeryüzünde başlıca iklim ve vejetasyon kuşaklarına karşılık gelmek üzere belli tipte oluşan toprak kuşakları meydana gelmiştir. İklime bağlı olarak oluşmuş ve kuşaklar halinde karalar üzerinde yayılmış olan bu tip topraklara **zonal topraklar** denir. Bu kuşaklar içinde yer yer, genel iklim karakterinden çok, diğer yerel şartları yansıtan ve yayılış alanı sınırlı olan bazı toprak tiplerine de rastlanır. Oluşumlarında kaya yapısı, jeomorfolojik özellikler, drenaj karakteri gibi yerel etkenlerin başlıca rolü oynadığı bu tür topraklara **intrazonal topraklar** adı verilir. Bir de, üçüncü bir toprak grubunu, alüvyonlar ve morenler gibi, özellikle pedojenez ile ilgili olmayan çok yeni depolar, yani toprağa benzeyen, fakat pedojenezin etkisine henüz yeter derecede uzun zaman uğramamış depolar meydana getirir. Bu tip topraklara da **azonal topraklar** denir. Zonal topraklarla iklim bölgeleri arasında sıkı ilişkiler vardır (Şekil 45 ve 46). Pedojenik süreçler bakımından asıl önemli olan dünyada kuşaklar halinde yayılış gösteren zonal topraklardır (Şekil 47). Toprak tipleri için eskiden beri yerleşmiş ve klasikleşmiş olan bir sınıflandırma sistemi bulunur. Başlıca toprak tipleri de, jenetik gruplar halinde genellikle bu klasikleşmiş sistem içinde tanıtılırlar. Buna dayanarak, toprakları olumlarına göre 3 gruba ayırmak mümkündür. Bunlar; **zonal, intrazonal ve azonal topraklar**'dır (Erinç, 2012a):

13.1.1. Zonal Topraklar

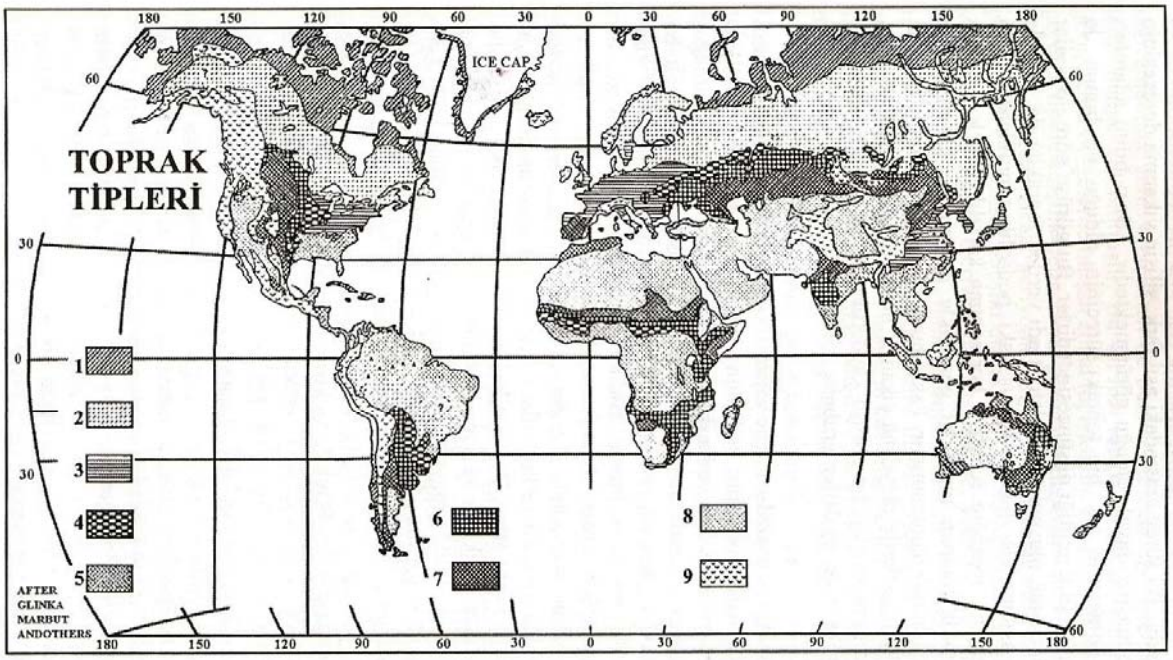
Bunlar iklim şartlarına bağlı olarak zonlar (kuşaklar) boyunca oluşan toprak tipleridir. Çok çeşitli olan bu tipleri, **pedalferler** ve **pedokaller** olmak üzere iki alt grupta toplamak mümkündür (Erinç, 2012a):



Şekil 45 – Başlıca makroklima tipleri ile vejetasyon formasyonları ve zonal topraklar arasında alansal ilişkiler (Erinç, 2000'den).



Şekil 46 – Yağış ve sıcaklıktaki değişikliğe paralel olarak toprak tipleri ve karakteristik toprak profilleri (şematik). 1- Podsol. 2- Preri. 3- Çernozyom. 4- Kahverengi step. 5- Çölümsü step. 6- Çöl toprakları. Toprak horizonları A.B.C harfleri ile, karbonat birikim zonu (K) sık tarama ile belirtilmiştir (Erinç, 2000'den).



Şekil 47 - Başlıca zonal toprak tiplerinin yayılış alanları (*Millar, Turk ve Foth*'dan). 1- Tundra toprakları. 2- Podsollar (turbalıklarla birlikte). 3- Gri kahverengi podsolik topraklar (kahverengi orman toprakları ile birlikte). 4- Preri toprakları ve bozulmuş çernozyomlar. 5- Lateritik topraklar (Tipik lateritler, Terra rossa'lar, kızılkahverengi lateritik, kızıl podolik ve benzerleri). 6- Çernezyom ve kırmızımsı kestane rengi topraklar. 7- Kestane rengi, kahverengi ve kırmızımsı kahverengi topraklar. 8- Çöl toprakları (Serozyomlar, kırmızı çöl toprakları). 9- Dağlık alanların ve bu gibi sahalardaki vadilerin karmaşık toprakları (Erinç, 2000'den).

13.1.1.1. Pedalferler

Başlıca özellikleri kuvvetle yıkanmış olmalarıdır. Bu nedenle, anakaya içinde başlangıçta var olan bütün kolay eriyen maddeler topraktan uzaklaştırılmış ve geriye demir ve alüminyum bileşikleri kalmıştır. **Pedalfer**'in Latince karşılığı: **Pedos**=toprak; **Al**=alüminyum; **Fer**=demir'dir. "Alüminyumlu-demirli topraklar" anlamına gelir. Nemli bölgelerin topraklarıdır. Genellikle asit reaksiyon gösterirler (pH<7). Asitlik dereceleri, yıkanmanın şiddeti ile doğru orantılı olarak artar. Yıkanmanın kuvvetli olduğu iklim bölgelerinde toprak oluşumu, görünüşe göre, sıcaklığa bağlı olarak farklı iki gelişme yönü izler. Sıcaklığın düşük olduğu nemli bölgelerde ise lateritleşme toprağın karakterini belirleyen asıl süreci oluşturur. Bununla birlikte, podsollaşma ve lateritleşme alanları arasında kesin sınırlar çizmek güçtür. Çünkü podzollaşma tropikal sahalarda da saptanmaktadır. İki süreç arasındaki asıl fark, silisin yıkanma derecesinin az veya çok olmasına dayalıdır. Bazı araştırıcılar, bütün nemli bölgelerde tek bir toprak sürecinin olduğu ve bunun da podsollaşmaya karşılık geldiği düşüncesindedirler. Bu görüşe göre, podsollar aşınmaya bağlı olarak oluşmuştur ve laterit adı verilen topraklar da, aslında A horizonlarının aşınma ile dekape olmuş eski podzolik topraklardır; yani podsol tipindeki bir toprağın renkli B horizonuna karşılık gelirler. Bugün **podsol** adı altında tanınan topraklar genellikle gençtir ve bu nedenden A horizonları da henüz aşınmamıştır. Fakat bu horizonun aşınma ile ortadan kaldırılmış olduğu yerlerde meydana çıkan B horizonları lateritlere benzer. Klasik görüşe göre pedalfer grubuna giren başlıca toprak tipleri; podsollar, lateritler, kırmızı-sarı lateritik topraklar, esmer kahverengi podsolik orman topraklarıdır.

13.1.1.1.1. Podsollar

Asıl podsol, iğne yapraklı ormanlarla kaplı soğuk nemli bölgelerin karakteristik toprağıdır. Podsolun oluşumunu şiddetli ve uzun kışlar, kısa ve serin yaz mevsimi ve bu iklim kuşağındaki başlıca bitki topluluğunu oluşturan iğne yapraklı ormanların reçineli yaprakları kolaylaştırır. Çünkü bu şartlar sonucunda humus olgunlaşamaz. Buna karşılık bol miktarda ham humus oluşur. Toprak suyu, humus asidinin katılması ile kuvvetli asit bir reaksiyon kazanır. Bu durum, A horizonundaki yıkanmayı kolaylaştırır ve şiddetlendirir. Bunun sonucunda A horizon demir ve diğer mineral tuzları bakımından olduğu gibi, kil ve kolloidal maddeler bakımından da fakirleşir. Buna karşılık, silis oranı artar. Demir bileşiklerinin taşınması dolayısıyla bu zonun rengi gittikçe soluklaşır ve sonuçta soluk kül rengine benzer bir renk alır. Toprağın adı bu soluklaşmayı açıklar (Rusça podsol: **alttaki kül**). Yeni literatürde podsollara, verilen **spodosol** ismi bu "kül rengi" ile ilgilidir. Üst kısımları yıkanan demir ve diğer minerallerin, kolloidal killerin ve organik maddelerin bir kısmı yanlara doğru uzaklaştırılır. Fakat bir kısmı da aşağıda B horizonunda çökelir. Böylece bu kısım zamanla zenginleşir, renklenir ve çimentolaşma dolayısıyla gittikçe sertleşir. Çimentolaşma yeterli derecede ilerlediği durumda burada bir sert kabuk (hardpan) oluşur. Tipik podsolların asıl sahaları, toprak haritasında da görüleceği gibi, orta kuşağın kuzey kısmıdır. Bununla birlikte, kısmen podsollaşma gösteren topraklara orta kuşağın daha güney kısımlarında, özel şartlar altında organik madde birikiminin olası olduğu sıcak nemli bölgelerde bile rastlanmaktadır. Örneğin Brezilya'nın bazı bölgelerinde lateritik toprakların belirgin bir şekilde podsollaşmakta oldukları saptanmaktadır. Bu ve buna benzer diğer gözlemler, nemli

bölgelerde bir tek pedojenez süreci olduğu hakkında ileriye sürülmüş olan görüşü desteklemektedir.

13.1.1.1.2. Lateritler

Bu sözcük Latinceden alınmış olup***;*** **kiremit ve tuğla toprağı** anlamına gelir. Gerçekten de bazı bölgelerde sert lateritler, yapılarda tuğla olarak kullanılmıştır. Bu kırmızı renkli topraklar, klasik görüşe göre, nemli bölgelerde oluşan zonal toprakların, sıcak nemli iklim kuşağında görülen tipine karşılık gelir. Buna göre, lateritleşmenin en fazla gelişmeye uğradığı bölgeler sıcak, periyodik yağışlı ve iyi drene edilen sahalardır. Tipik lateritler kimyasal bileşim olarak, yarı yarıya alüminyum bileşiklerinden, yani killerden oluşur. Geriye kalan kısmını ise, yine yarı yarıya su ve demir oksidi oluşturur. Silis oranı tipik lateritte çok azdır. Böylece laterit, asıl olarak sulu ve demir oksidi ile kızıllaşmış bir kil yığınından oluşmuştur. Lateritler için önerilen **oksisol** adı bunların kuvvetle okside olmuş bulunmaları ile ilgilidir. Bu topraklar genellikle taneli ve gözeneklidir. Çok kuvvetli yıkanmış olduklarından dolayı fakirdirler. Genelde belirgin olmayan kırmızı veya kızıl kahverengi bir A horizonu ile koyu kırmızı renkli bir B horizonu sunar. Bununla birlikte, yerel şartlara bağlı olarak renk ve bileşimlerinde bazı değişiklikler görülür. Çok fazla miktarda demir içeren bazik ve ultrabazik kayaların çözülmesinden oluşan lateritlerde demir oksitlerinin oranı daha da yüksektir. Hatta bunlar bazen demir cevheri olarak kullanılırlar. Buna karşılık, anakayanın potasyum feldspat bakımından çok zengin olduğu bazı sahalarda ise laterit asıl olarak, sulu alüminyum oksitlerinden oluşan bir kil yığını halindedir. Bu gibi lateritlerde alüminyum hammaddesi olarak değerlendirilen **boksit yatakları**nı oluştururlar. Yeryüzündeki boksit yataklarının çoğu fosil lateritlerdir. Bitkisel kalıntıların çürüyerek parçalanması sonucunda meydana gelen organik maddelere **humus** denir. Lateritler, genel olarak bütün tropikal bölge toprakları gibi, humus bakımından fakirdirler. Çünkü bu gibi sahalarda bitki örtüsü çok seyrek ve çok fakirdir. Kurak bölgelerde humus birikimine olanak yoktur.

13.1.1.1.3. Kırmızı-Sarı Lateritik Topraklar

Literatürde **ultisol** adı verilen bu topraklar, asıl lateritlerden çok daha geniş bir yayılma alanına sahiptirler. Tropikal sahalarda olduğu gibi, nemli tropiklerde de saptanmıştır. Bu çeşit toprakların oluşumunda rol oynayan asıl süreç lateritleşme olmakla birlikte, lateritleşme tipik lateritik topraklarda olduğu kadar ilerlememiştir. Bu nedenle toprakta silis oranı fazladır. Bu oran, örneğin Filistin kıyılarındaki kırmızı lateritik topraklarda, ortalama % 40 civarındadır. Toprağın diğer kısmı, alüminyum ve demir oksidi ile sudan oluşur. Silis oranı, lateritleşme derecesi ile orantılı olarak azalır. Akdeniz Bölgesinin **terra rossa** isimli kırmızı renkli toprakları da bu grupta yer alır. Bu gruptaki toprakların A horizonları genellikle kahverengi killerden veya milden oluşur. B horizonu derin ve asıl lateritlerdekinden daha kütleseldir. Bunun rengi, oksidasyon derecesine göre, sarıdan kızıla kadar değişebilir. Akdeniz kıyılarında ve ülkemizin kıyı bölgelerinde çok yaygın olan kırmızı renkli toprakların geneli bu gruba girer. Bu toprakları, kalkerin çözülmesi ve erimesi sonucunda oluşmuş kızıl renkli kalıntı kil ile karıştırmamak gerekir.

13.1.1.1.4. Esmer Kahverengi Podsolik Orman Toprakları

Lateritik kırmızı topraklar ile asıl podsol toprakları arasında bir geçiş tipi oluşturan bu toprakların asıl yayılma alanı, ılıman bölgenin yayvan yapraklı ve karışık ormanlar bölgesidir. Humus bakımından zengindirler. Podsollar kadar asit değildirler ve onlar kadar kuvvetli bir şekilde yıkanmamışlardır. Bununla birlikte hâkim pedojenik süreç podsollaşmadır. Humus birikimi bakımından koşullar uygundur; organik maddeler profilin en üstünde, 10-20 cm kadar kalınlıkta bir tabaka oluşturur. A horizonu, daha az yıkandığı için çok fakirleşmemiş ve fazla soluklaşmamıştır. Bu horizonda organik maddelerin oranı aşağıya doğru azalır. B horizon kil ve mineral tuzları bakımından zenginleşmiştir. Rengi sarımtırak kahverengidir ve burada biriken maddeler dolayısıyla, A horizonuna oranla daha yoğun bir yapı gösterir.

13.1.1.2. Pedokaller

Az nemli, yarıkurak ve kurak bölgelerin topraklarıdır. İklim şartlarına bağlı olarak ya az yıkanırlar veya hiç yıkanmazlar. Bu nedenden dolayı mineral tuzları, özellikle kalsiyum karbonat ($CaCO_3$) bakımından zengindirler. **Pedokal**'in Latince karşılığı: **Pedos**=toprak; **Kal**=kalsiyum'dur. "Kalsiyumlu topraklar" anlamına gelir. Hemen hepsinde kalsiyum karbonatın biriktiği bir seviyenin var olduğu görülür. Böylece **kalsifikasyon,** pedokallerin tanıtıcı ortak özellikleridir. Toprağın su ve organik asitler bakımından fakir olmasından dolayı, kimyasal reaksiyon bakımından ya nötr yahut da alkalindirler. Yeryüzündeki en önemli tarım toprakları reaksiyon bakımından nötr (pH= 7) veya hafifçe alkalin (pH= 7-8) olan bazı pedokal topraklarıdır. Klasik toprak oluşumu görüşüne göre, artan kuraklık sırasına dayanarak pedokal topraklar grubuna giren başlıca toprak tipleri; preri toprakları, çernozyomlar, kestane ve kahverengi step toprakları, çöl topraklarıdır (Erinç, 2012a).

13.1.1.2.1. Preri Toprakları

Orman ve step arasındaki geçiş sahalarını karakterize ederler. ABD'de, Rusya'da, Güney Amerika'da ve Afrika'nın bazı bölgelerinde geniş yer kaplarlar. **Preri** (prairie) adı verilen ot topluluğunun var olduğu sahalarda oluşurlar. Toprak ince taneli ve koyu renklidir. Bu iki özellik derin bir şeklide sokulan kökler yoluyla organik maddenin bol miktarda birikmiş olmasıyla ilgilidir. Kalker bakımından fakirdirler ve bir kireç birikim seviyesi göstermezler. Çünkü bu gibi sahalarda yağış, hafif yıkanmayı ve bu sırada eriyebilir maddelerin yeraltı suları tarafından uzaklaştırılmasını sağlayabilecek orandadır. Böylece preri topraklarında podsollaşmanın hafif izleri saptanmış olmaktadır. Bu özellik, preri topraklarının nemli ve kurak bölge toprakları arasında bir geçiş tipi olduklarını ortaya koyar.

13.1.1.2.2. Çernozyomlar (Rusça= Karatoprak)

Orta kuşağın gür step (bozkır) formasyonu ile kaplı, az yağışlı veya yarı nemli bölgelerinde görülürler. Preri topraklarına oranla daha az yıkanmışlardır. Yağışlar ancak çok kolay eriyen maddelerin süpürülmesini sağlayacak bir değerdedir; fakat daha güç eriyen kireç ve diğer alkalin maddelerin hepsinin yıkanıp uzaklaştırılmasına yetmez. Bu nedenden yüzeyden 80-150 cm kadar derinlikteki bir seviyede kireç birikir. Bu kalsifikasyon seviyesinin rengi daha açıktır. Buna karşılık A horizonunda bol miktarda organik madde biriktiğinden, bu horizonun rengi siyah veya koyu esmerdir. Toprak topaklı, taneli ve gözeneklidir. Bu nedenle, havalanma ve su tutma bakımından uygundur. Yıkanma zayıf

olduğundan toprak, kil ve kolloidler bakımından da zengindir. Uygun fiziksel yapıları, organik ve madensel tuzlar bakımından zengin olmaları dolayısıyla **karatopraklar** dünyanın en verimli tarım topraklarından birini oluştururlar.

13.1.1.2.3. Kestane ve Kahverengi Step Toprakları

Daha kurak step bölgelerinin topraklarıdır. Genellikle çernozyum sahaları ile çöl toprakları arasında geçiş bölgelerinde, şiddetlenen kuraklık derecesini yansıtan kuşaklar halinde bulunurlar. Bitki örtüsü fakir olduğundan humus azdır. Yıkanma çok zayıftır ve kuvvetli kalsifikasyon saptanır. Bunun sonucunda bir kalker birikim seviyesi oluşmuştur. Bu seviye yüzeye yakındır ve çok kez yüzeyden 30-60 cm aşağıdadır. Toprağın üst kısmı kahverengi olduğu halde, kireç birikim seviyesinde beyazımtıraktır.

13.1.1.2.4. Çöl Toprakları

Yıkanma minimum seviyededir. Bu nedenle toprağın rengi genellikle açıktır. Üst kısımlarda genelde bir çimentolaşma tabakası görülür. Yani birikim seviyesi, doğrudan doğruya yüzeyden itibaren başlar. Bu sert kabuk, nadir yağışların ardından kapilarite (kılcallık) ile tekrar yükselen suyun buharlaşmasıyla çökelmiş olan tuzlardan ve diğer maddelerden oluşmuştur. Çöl bölgelerinin toprakları ayrıca bazı alt tiplere ayrılır. Bunlardan **serozyom**'lar, kısa boylu otların ve çalıların dağınık bir örtü oluşturdukları yarı çöllerde görülürler. Üst kısımlarında renk soluk gridir. Bu kısım, yüzeyden 30 cm veya daha az derinlikte olan birikim seviyesine geçer. Buna karşılık alçak enlemlerdeki çöllerde, bazen kırmızı topraklar da saptanır. Fakat kırmızı çöl topraklarının, bugünkü iklim karakterinden çok daha farklı şartlar altında oluşmuş eski bir toprağa veya böyle bir toprağın dekape olması sonucunda meydana çıkmış B horizonuna karşılık geldiği sanılır. Çünkü bugünkü pedojenez şartları altında, çöllerde ancak serozyom'ların oluşumu beklenir.

13.1.2. İntrazonal Topraklar

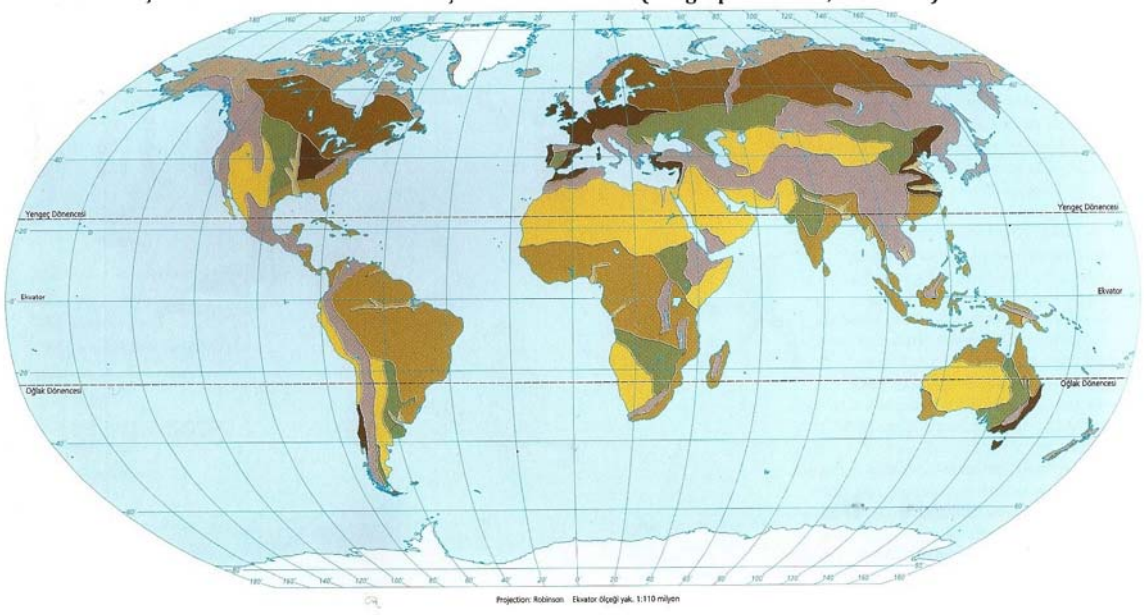
Zonal toprak kuşaklarının sınırları içinde anakaya, drenaj ve topografya gibi şartlara bağlı olarak değişik özellikler gösteren topraklara **intrazonal topraklar** adı verilir. Bunlardan rendzina'lar ve grumusol (vertisol), anakaya ile ilgili olarak oluşurlar. **Rendzina,** kireç bakımından çok zengin olan kayalar üzerinde nemli ve yarınemli iklim bölgelerinde oluşur. Yıkanma kuvvetli olduğu halde, çok bol olan kalker topraktan tamamen uzaklaştırılamaz. Bunun sonucunda yıkanmaya karşın, kireç birikir. Rendzina profilinde renk, üst kısımda esmer-gri veya siyahtır. Aşağı kısımda ise, gri ve sarımtırak renkte ve genellikle yumuşak bir kalkerli horizon saptanır. Buna karşılık **vertisol'ler**, killi ve marnlı anakayalara bağlıdır. Jeomorfolojik ve drenaj özelliklerine bağlı intrazonallere gelince; bunlardan **solonetz**, kurak iklimlerde oluşan tuzlu bir intrazonal topraktır. Bu sahalarda drenaj iyi değildir ve tuzlar toprakta birikir. Profilin üst kısmını birkaç santimetre kalınlıkta ufalanabilir bir toprak tabakası oluşturur. Bunun altında tuz birikimi sonucunda rengi koyulaşmış ve prizmalar halinde yarılmış olan sert bir tabaka yer alır. Tuzlu intrazonal toprakların diğer bir türünü, genellikle açık renkli olan ve yüksek miktarda eriyebilir tuz içeren **solonçak**'lar oluşturur. Diğer intrazonal topraklar arasında **çimen toprakları, turba toprakları ve yeraltı suyu podsolları** gibi **histosol**'ler sayılabilir (Erinç, 2012a).

13.1.3. Azonal Topraklar

Bu gruptakiler henüz horizonlaşmamış ve dış etkenlerle taşınarak çökeltilmiş yeni kontinental (karasal) depolardır. Alüvyon toprakları, kumlar, morenler; yeni terminolojiye göre **entisol**'ler adı altında toplanan bu topraksı depoların başlıcalarıdır. Ancak aradan yeterli zaman geçtiğinde azonal topraklar, bulundukları bölgenin iklim şartlarına göre pedojeneze uğrarlar ve böylece zonal topraklara anakaya görevi görürler. İklim koşullarına dayanarak, belirli özellik gösteren toprak horizonlarının oluştuğu andan itibaren, bunlar da artık zonal topraklar grubuna girerler (Erinç 2012a).

Toprak çeşitlerinin çok fazla ve bunların dağılışlarının da daha karışık olduğu unutulmamalıdır. Bu nedenledir ki, toprak sınıflandırmalarında zaman zaman bazı değişiklikler yapılmıştır. Belli özellikteki toprak tipleri için yeni isimler türetilmektedir. Tablo 15'de görüldüğü gibi ABD'nin Toprak Haritalama Dairesi (USDA)'nin 1975'den beri uyguladığı bir sınıflandırma görülmektedir. Tablonun incelenmesinden de anlaşılacağı üzere, bu sınıflandırmada da, toprak tiplerinin oluşumunda başta iklim olmak üzere, drenaj şartlarının ve pedojenez süresinin başlıca rolü oynadığı görüşüne dayanılmaktadır (Erinç, 2012a)(Şekil 48 ve lejandı ve Şekil 49).

Şekil 48 - DÜNYA TOPRAK KUŞAKLARI HARİTASI (Geographica-Atlas, 2005'den)





Şekil 48: Dünya Toprak Kuşakları Haritası ve Lejandı (Geographica_Atlas, 2005'den).

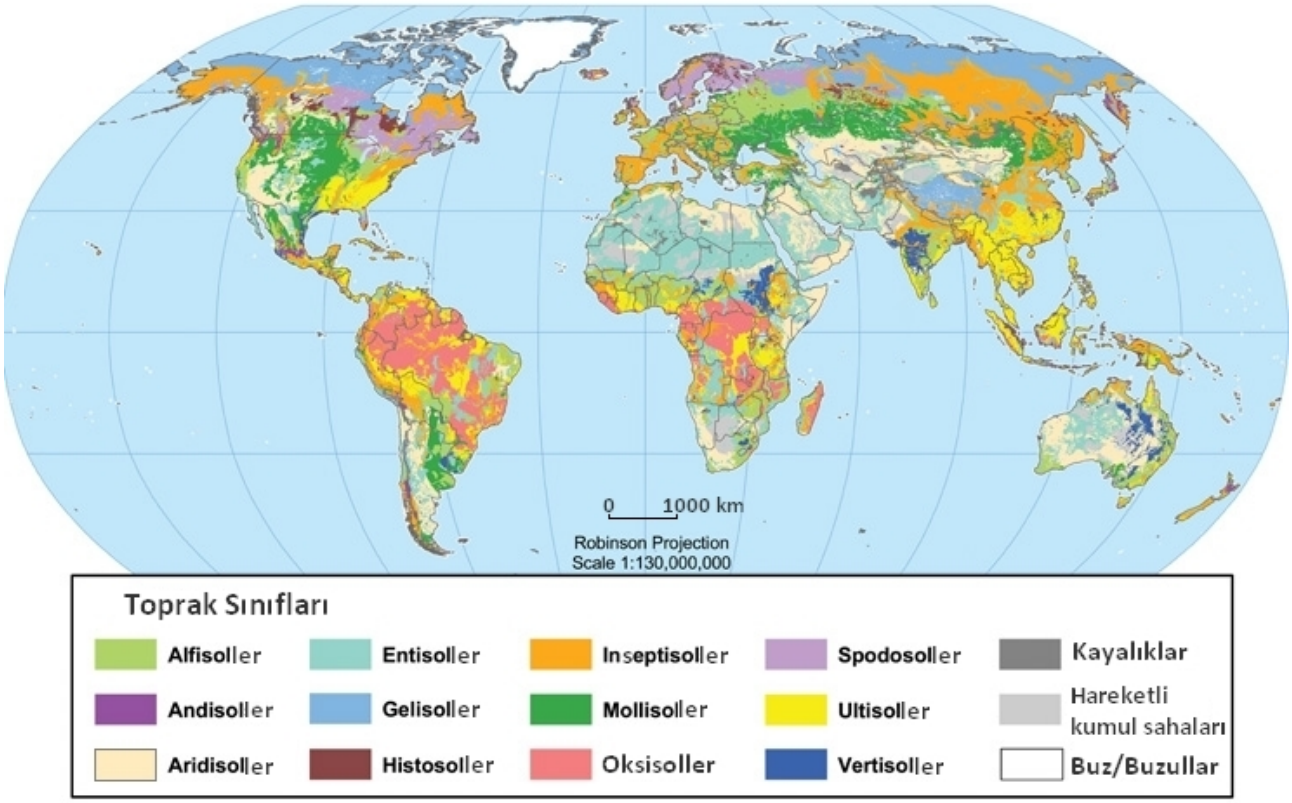
Tablo: 15 – Başlıca Toprak Tipleri

(Kısaltmalar: *L – Latince; G – Grekçe; F – Fransızca)*

(Erinç, 2000'den).

Toprak türünün adı	***Adın anlamı***	***Toprak türünün özelliği***
Entisol	Ent = yeni; sol = toprak (L)	Alüvyonlar, çöl kumları, donmuş toprakların horizonlaşmamış kısımları.
Vertisol	Verto = altüst etmek *(L)*	Hidratasyonla şişen, kurak mevsimde çatlayan killi topraklar. Çok kez yarı nemli ve yarıkurak bölgelerde.
İnceptisol	İnceptum = başlangıç *(L)*	Tundra toprakları, volkanik ve glasiyal depolar gibi yeni formasyonlar üzerindeki hafifçe horizonlaşmış topraklar.
Aridisol	Aridus = kurak *(L)*	Kurak bölge toprakları: tuz, karbonat veya jips birikimi.
Mollisol	Mollis = yumuşak *(L)*	Orta Kuşak ot formasyonları alanında organik unsurlarca zenginleşmiş, kalın ve koyu renkli yumuşak bir *A* horizonu gösteren topraklar.
Spodosol	Spodos = odun küllü *(L)*	Nemli orman bölgelerinde, çoğunlukla iğnelilerin altındaki yıkanmış topraklar. *A* horizonu soluklaşmış (kül rengi), *B* horizonu demir bileşikleri ve organik maddeler bakımından zenginleşmiş topraklar.
Alfisol	Al = alüminyum Fe = demir	İğneli ormanların, *B* horizonu kil bakımından zenginleşmiş genç toprakları.
Ultisol	Ultimus = en son *(L)*	Ilıman ve tropikal nemli bölgelerde eski topoğrafya yüzeyleri üzerinde derin şekilde çözülmüş, kil ve demir bakımından zengin sarı ve kırmızı topraklar.
Oksisol	Oxide = asit *(F)*	Tropikal ve subtropikal devri yağışlı bölgelerin derin şekilde çözülmüş, hemen nemen horizonsuz, laterit ve boksit karakterindeki yaşlı toprakları.
Histosol	Histos = Doku *(G)*	Turba, bataklık gibi sahaların özel drenaj koşullarında oluşan topraklar.

Şekil 49 - Dünya Toprak Bölgeleri Haritası



Şekil 49: ABD (USDA) görüşüne ve 1975'den sonraki "7. Dünya Toprak Sınıflandırma Sistemi"ndeki yeni toprak adlamasına göre Dünya Toprak Bölgeleri Haritası (Bakınız Tablo 15). Tabloda olmayanlar ise; **Andisoller***:* "Ando" volkan külü anlamına gelir ve volkanik küller üzerinde görülürler; **Gelisoller***:* USDA toprak taksonomisinde yer alan toprak yüzeyinden iki metre aşağıda permafrost=daimi don içeren topraklar olarak tanımlanan ve çok soğuk iklimlerin topraklardır. Latince **gelare** kelimesinden gelen Geli "dondurmak", sol İngilizce **Soil** karşılığı "toprak" anlamını taşır. Gelisollerin karakteristik donma-çözülmesiyle periglasyal sahalarda kryotürbasyon süreci yaşanır. "**Cryosols**" da olarak bilinirler.) (Dünya Toprak Haritasının kaynağı: http://en.wikipedia.org/wiki/File:Global_soil_regions.jpg [Soil climate map, USDA-NRCS, Soil Survey Division, World Soil Resources, Washington D.C.]).

Uygulamalar

Uygulama Soruları

Bu Bölümde Ne Öğrendik Özeti

Bu konuda, "toprakların sınıflandırılması ve dünya toprak coğrafyası" üzerinde durulmuştur. Öncelikle klasik görüşe göre; zonal, intrazonal ve azonal topraklar sınıflandırılarak anlatılmış, dünyadan bu toprak gruplarına örnekler verilmiştir. Ardından, 1975 yılından beri dünyada kullanılmaya başlanan ABD_USDA toprak görüşüne göre kullanılan Dünya Toprak Sınıflandırması (Soil Taxonomy) bir tablo üzerinde açıklanmıştır. Bu görüşlere dayalı olarak, "Dünya Toprak Tipleri Haritası" konuya eklenmiştir. Konu yine metin ağırlıklı; şekil, tablo ve haritalarla desteklenerek sunulmuştur. Yeni görüşe göre; "Dünya Toprak Tipleri Haritası" için "*Discovery Channel, Ansiklopedik Dünya Atlası-2013"*e bakılabilir.

Bölüm Soruları

1) Aşağıdakilerden hangisi klasik pedojenez görüşüne bir toprak çeşidi değildir?

a) Azonal topraklar
b) İntrazonal topraklar
c) Ekstrazonal topraklar
d) Zonal topraklar
e) Hiçbiri

2) Aşağıdakilerden hangisi zonal toprakların bir alt grubunu oluşturan pedalfer topraklardan biri değildir?

a) Çernozyomlar
b) Kırmızı-sarı lateritik topraklar
c) Podsollar
d) Esmer kahverengi podsolik orman toprakları
e) Lateritler

3) Toprak Coğrafyası literatüründe "sol", İngilizce karşılığı "soil" kelimesinden gelir ve "toprak" anlamında kullanılır. Yeni toprak tiplerinde de bu ek takı olarak kullanılır. Buradan hareketle; iğne yapraklı ormanların, B horizonu kil bakımından zenginleşmiş genç topraklarına "Alfisol" denilir. Alfisol'un kelime anlamı aşağıdakilerden hangisidir?

a) Kurak
b) Yumuşak
c) Yeni
d) Başlangıç
e) Alüminyum-demir

4) "Kurak bölge topraklarıdır. Tuz, karbonat veya jips birikimi vardır." ifadesine ve Erinç (2000)'e göre; aşağıdaki hangi toprak tipinin özelliklerinden yukarıda kısaca bahsedilmiştir?

a) Vertisol
b) Entisol
c) Alfisol
d) Aridisol
e) Oksisol

5) "Alüvyonlar, çöl kumları, donmuş toprakların horizonlaşmamış kısımlarıdır." ifadesine ve Erinç (2000)'e göre; aşağıdaki hangi toprak tipinin özelliklerinden yukarıda kısaca bahsedilmiştir?

a) Vertisol
b) Entisol
c) Alfisol
d) Aridisol
e) Oksisol

6) Aşağıdakilerden hangisi zonal toprakların bir alt grubunu oluşturan pedokal topraklardan birisi olamaz?

a) Çernozyomlar
b) Preri toprakları
c) Podsollar
d) Kestane ve kahverengi step toprakları
e) Çöl toprakları

7) "Nemli orman bölgelerinde, çoğunlukla iğnelilerin altında yıkanmış topraklardır. Bunların A horizonu soluklaşmış ve kül renginde, B horizonu demir bileşikleri ve organik maddeler bakımından zenginleşmiş topraklardır." ifadesine ve Erinç (2000)'e göre; podsollara karşılık gelen, aşağıdaki hangi toprak tipinin özelliklerinden yukarıda kısaca bahsedilmiştir?

a) İnceptisol
b) Spodosol
c) Ultisol
d) Histosol
e) Oksisol

8) "Ilıman ve tropikal nemli bölgelerde eski topografya yüzeyleri üzerinde derin şekilde çözülmüş, kil ve demir bakımından zengin, sarı ve kırmızı topraklar." ifadesine ve Erinç (2000)'e göre; kısmen laterik topraklara karşılık gelen, aşağıdaki hangi toprak tipinin özelliklerinden yukarıda kısaca bahsedilmiştir?

a) İnceptisol
b) Spodosol
c) Ultisol
d) Histosol
e) Oksisol

9) "Tropikal ve subtropikal devri yağışlı bölgelerin derin şekilde çözülmüş, hemen hemen horizonsuz, laterit ve boksit karakterindeki yaşlı toprakları" ifadesine ve Erinç (2000)'e göre; aşağıdaki hangi toprak tipinin özelliklerinden yukarıda kısaca bahsedilmiştir?

a) İnceptisol
b) Spodosol
c) Ultisol
d) Histosol
e) Oksisol

10) "Turba, bataklık gibi sahaların özel drenaj koşullarında oluşan topraklar." ifadesine ve Erinç (2000)'e göre; aşağıdaki hangi toprak tipinin özelliklerinden yukarıda kısaca bahsedilmiştir?

a) İnceptisol
b) Spodosol
c) Ultisol
d) Histosol
e) Oksisol

CEVAPLAR: 1-c, 2-a, 3-e, 4-d, 5-b, 6-c, 7-b, 8-c, 9-e, 10-d.

14. TÜRKİYE TOPRAK COĞRAFYASI

Bu Bölümde Neler Öğreneceğiz?

14.1. Türkiye Toprak Coğrafyasının Ana Çizgileri ve Tarihçesi
14.2. Türkiye Topraklarının Özellikleri

Bölüm Hakkında İlgi Oluşturan Sorular

1) Türkiye topraklarının dağılışını kısaca anlatınız.

2) Türkiye topraklarının özelliklerini sıralayınız.

Bölümde Hedeflenen Kazanımlar ve Kazanım Yöntemleri

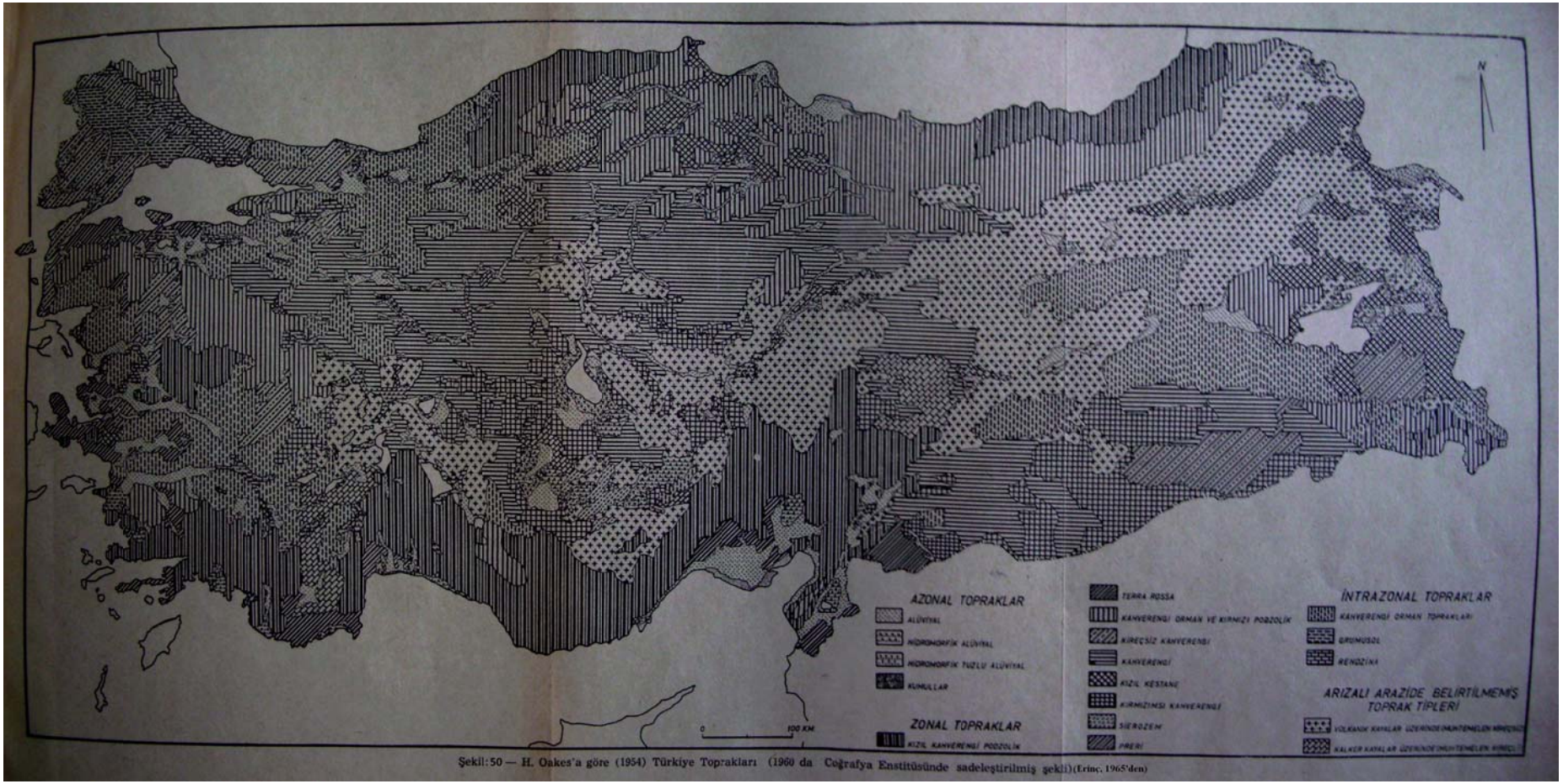
Konu	**Kazanım**	**Kazanımın nasıl elde edileceği veya geliştirileceği**
Türkiye toprak coğrafyası	Türkiye toprak coğrafyasının ana çizgilerini kavramak ve bilgi sahibi olmak.	Metin, sunum ve görsellerle
Türkiye toprak coğrafyası	Türkiye toprak haritasını bellemek ve Türkiye topraklarının dağılışını öğrenmek.	Metin, sunum ve görsellerle
Türkiye toprak coğrafyası	Türkiye topraklarının özelliklerini kavramak.	Metin, sunum ve görsellerle

Anahtar Kavramlar

- Türkiye toprak coğrafyası,
- Türkiye toprakları,
- Türkiye topraklarının özellikleri

14.1. Türkiye Toprak Coğrafyasının Ana Çizgileri ve Tarihçesi

Türkiye toprakları konusundaki araştırmaların tarihçesine bakıldığında eskiden günümüze kronolojik olarak sırasıyla; Giesecke (1929 ve 1930), Irmak (1940), Polinov ve Rosov (1944), Oakes (1954 ve 1958), Gülçur (1952), Irmak (1957), Erinç (1965), Atalay (1982), Mater (1986) ve Efe (2004)'nin çalışmaları gelmektedir. Bu araştırmacıların ve akademisyenlerin çalışmaları bu metnin sonundaki kaynaklarda belirtilmiştir. Bunlardan ilk defa Orta ve Batı Anadolu'nun toprak haritasını 1930'larda yapan **Giesecke**'dir. 1938 yılında İ.Ü.Orman Fakültesi'nden Ord. Prof. Dr. **Asaf Irmak**, Türkiye topraklarıyla ilgili bir ilke imza atarak "*Belgrad Ormanı Toprak Münasebetleri*" adlı çalışmasıyla Türkiye topraklarını kapsamlı bir şekilde irdeleyen ilk yerli araştırmacıdır. Bu arada İ.Ü. Orman Fakültesi içinde 1943'de "Toprak ve Ekoloji Enstitüsü" kurulmuştur. Ardından 1954'de ülkemize gelen ABD'li **Harvey Oakes**, ilk kez 1/800.000 ölçekli Türkiye Toprak Haritası'nı; 1958'de de bu haritanın izahnamesini ortaya koymuştur. 1965'de yayınladığı "*Türkiye Toprakları*" isimli makalesine İ.Ü. Coğrafya Enstitüsünden Prof. Dr. **Sırrı Erinç** (1918-2002), Oakes'a göre Türkiye Toprakları Haritasını da eklemiştir (Şekil 50)(Erinç, 1965). Daha sonraları gerek ormancılar ve ziraatçılar, gerekse coğrafyacılar arasında Toprak Bilimi gereken yerini bulmuştur. Ancak, özellikle ormancılar ve ziraatçilerimiz ayrıntılı Türkiye toprakları çalışmalarını sürdürmüşlerdir. Toprak Coğrafyası konusunda ise 1965'den sonra; sırasıyla bu alanda Toprak Coğrafyası profesörleri olan **İbrahim Atalay** ve **Barış Mater**, birer "*Toprak Coğrafyası*" kitabı da yayınlamışlardır. Marmara Üniversitesi'nden Güven Şahin isimli bir araştırmacı ise, "*Geçmişten Günümüze Türkiye'de Toprak Araştırmaları*" isimli bir makaleyi 2012'de kaleme alarak; 1930-2011 yılları arasındaki Türkiye'de toprak araştırmalarını irdeleyerek; geniş bir kaynakça çalışmasına ilave etmiştir (Şahin, 2012).



Şekil: 50 — H. Oakes'a göre (1954) Türkiye Toprakları (1960 da Coğrafya Enstitüsünde sadeleştirilmiş şekli) (Erinç, 1965'den)

14.2. Türkiye Topraklarının Özellikleri

Erinç'in "*Türkiye Toprakları*" makalesinde sunduğu metnin kısa bir özeti yapılan bu girişten ve tarihçeden sonra, yine Erinç'in 1965'te topraklarımız konusunda vardığı genel sonuçlar aşağıda belirtilmiştir:

1-Türkiye, toprak tipleri bakımından çok çeşitli bir ülkedir.

2-Topraklarımızın oluşumunda en önemli rolü iklim oynamıştır.

3-Topraklarımızın bazılarının özellikleri, Türkiye'nin jeomorfolojik karakteri ve onun sonuçları ile ilgilidir.

4-Farklı iklim koşulları Türkiye'de yatay doğrultuda klimatik toprak zonlarının meydana gelmesine neden olmuştur.

5-Türkiye'de düşey doğrultuda farklı toprak kuşakları oluşmuştur.

6-Türkiye'de intrazonal topraklar sınırlı sahalar kaplar.

7-Azonal toprakların sahası çok geniş değildir.

8-Topraklarımızın bazıları jeolojik geçmişe ait izler taşırlar.

Türkiye topraklarıyla ilgili Sırrı Erinç tarafından ortaya atılan bu sonuçları tek tek açıklayalım (Erinç, 1965):

1-Türkiye, toprak tipleri bakımından çok çeşitli bir ülkedir: Toprak tipleri bakımından ülkemiz çok zengindir. Nemli tropiklerin ve subtropiklerin lateritik topraklarından, çöl iklimlerinin karakteristik toprağı olan serozyomlara kadar hemen bütün zonal tipler bulunduğu gibi; kaya tabiatına veya drenaj şartlarına bağlı çeşitli intrazonal (rendzina, grumusol, solonetz, solonçak) ve bir de turbalı çayır toprakları, alüvyal topraklar, kumul ve moren depoları üzerindeki topraklar gibi azonal topraklar görülür. Bu çeşit zenginliği, ülkenin fiziki coğrafya bakımından gösterdiği şartların çeşitliliği ile ilgilidir. Gerçekte Türkiye, N-S doğrultusunda nisbeten sınırlı bir yayılış göstermesine rağmen, iklim şartları, özellikle yağış etkinliği derecesi ve bunun mevsimlik değişimi bakımından büyük ölçüde bölgesel ve yöresel farklar gösteren bir ülkedir. Büyük yükseltilere erişen dağlar, bunların coğrafi sıralanış biçimi, değişik bakı şartlarının sonuçları, kapalı havzalar ve depresyonlar bir yandan yatay doğrultuda bölgesel ve yöresel farkları kuvvetlendirmiş, bir yandan çeşitli bölgelerde düşey doğrultuda değişik şartlar sunan yükselti basamaklarının meydana gelmesine yol açmış, sonunda bir yandan da iklim ile birlikte drenajın bu sürecin içinde ve dışında kalmasını belirlemiştir. Anakaya ve drenaj şartları bakımından görülen çeşitlilik ise, intrazonal tiplerin çeşidini arttırmıştır. Sonuçta kuvvetli eğimlerin hâkim olduğu bu ülkede çok çeşitli aşınmalar, iklim, drenaj ve fasiyese göre değişik karakterler sunan kolüvyal ve alüvyal toprakların meydana gelmesine yol açtığı gibi, belirli bir yükseltiden sonra dağlarda görülen morenler, kıyılarda ve hatta bazı iç kısımlarda rastlanan kumullar, yine çeşitli zaonal toprakların oluşumuna olanak vermiştir. Bununla birlikte, toprak türlerinin

sunduğu bu zenginlikte zaman unsurunun, özellikle jeolojik geçmişteki iklim değişiklerinin de belli bir ölçüde ve bölgelerde tesirleri vardır.

2-Topraklarımızın oluşumunda en önemli rolü iklim oynamıştır: Türkiye'de görülen toprak tiplerinin birçoğunu ve bunların coğrafi yayılışını belirleyen en önemli etken iklimdir. Kahverengi orman topraklarını da dâhil etmek şartıyla, Türkiye topraklarının en az 2/3'ünün (% 70) klimatik zonal topraklar grubuna ait tiplerden meydana gelmesi bunun en kuvvetli delilidir. Topraklarımızın ancak % 2 kadarı intrazonal, 1/10 (% 10) kadarı da azonal tiplerden meydana gelir. Bu sonuç doğaldır. Çünkü iklim, doğrudan doğruya çeşitli bölgelerimizdeki kimyasal ve fiziksel çözülme şartlarını belirlediği gibi, dolaylı olarak vejetasyon, drenaj ve hatta topografya özellikleri üzerinde de tesirler yapar. Sınırlı bir yayılış gösteren intrazonal topraklar dışında, anakayanın rolü, genelde belli ölçülere inmekte ve değişik kayalar üzerinde meydana gelen topraklara egemen sınıf damgasını iklim vurmaktadır. Örneğin, Bolu civarında Aladağ ormanlarında andezitler üzerinde gelişmiş topraklarla, Uludağ'da granit üzerinde aynı yükselti ve iklim basamağında bulunan topraklar hemen hemen aynı özellikte ve aynı asitlik derecesindeki kahverengi orman topraklarıdır. Hatta Aladağ'daki rendzinaların üst seviyesinde bile toprak reaksiyonu aynı derecede asittir. Rize Dağları'nda, Dursunbey civarında Alaçam ormanlarında çok değişik anakayalar üzerinde, fakat iklim bakımından az çok benzer şartlar altında meydana gelen podsolik orman toprakları arasındaki yakınlıklar da bu görüşü destekleyen görüşlerdir. Kil mineralleri üzerindeki çalışmalar da bu konuda, kaya tabiatının yanında ve hatta çok yerde üstünde, kil minerallerinin bileşimi ile iklim şartları arasındaki bağlılığı onaylar. Sonunda, orman sahalarımızın pedalfer grubu topraklarla, onun dışında kalan sahaların ise pedokal türler ile karakterize edilmiş olması, Türkiye toprak coğrafyasında iklimin oynadığı üstün rolü ortaya koymak bakımından önemlidir.

3-Topraklarımızın bazılarının özellikleri, Türkiye'nin jeomorfolojik karakteri ve onun sonuçları ile ilgilidir: Türkiye'nin dağlık bir ülke oluşu, açık veya kapalı sayısız depresyonların varlığı ve arazinin genellikle kuvvetli olan eğimi gibi jeomorfolojik özellikler, topraklarımızın bazı özellikleri üzerinde derin etkiler yapar. Fazla yükseltilere erişen dağlarda iklim, vejetasyon ve pedojenez şartları ve toprak tipleri bakımından farklı yükselti basamakları meydana gelmiştir. Bu yükselti basamakları, görünüşe göre kil mineralleri bakımından da farklıdır. Dik yamaçlarla çevrili depresyonlar, kolay eriyen tuzları sürükleyen dereler ve sellenme suları için taban seviyesi görevi görür ve bu durum, depresyonların tabanlarındaki ve onları çeviren yamaçların alt kısımlarındaki toprakların özellikleri üzerinde rol oynar. Kuvvetli eğim, yamaçlar üzerindeki topraklarımızın sürekli olarak genç bir oluşum halinde kalmalarına, üst toprağın aşınmasına, hatta birçok sahada B horizonunun da taşınmasına yol açar. Ayrıca bu değişikliklerin, aşınmış ve alçak sahalara taşınarak orada çökelmiş eski toprakların, bu eski iklim şartlarının bilinmesi ve araştırılması gerekir.

4-Farklı iklim koşulları Türkiye'de yatay doğrultuda klimatik toprak zonlarının meydana gelmesine neden olmuştur: Ülkemizin 2/3'ü kadarını kaplayan çeşitli zonal toprak tiplerinin yatay ve düşey doğrultudaki yayılışları, iklim şartlarını yansıtan çok karakteristik bir düzen gösterir. Öncelikle pedalferler daha önemli olan kuzey, güney ve batı kıyı

bölgelerimizde görülür. Bunlar, genellikle orman bölgelerimizin topraklarını meydana getirirler. Fakat bütün kıyı şeridinde aynı özelliği göstermezler. Gerçekten **bu şeridin çeşitli yerlerinde, değişik iklim şartlarında pedalfer tipleri** meydana gelmiştir. Örneğin Karadeniz kıyılarının doğu köşesinde lateritik topraklar, orta ve batısında kırmızı ve gri-kahverengi podsolik topraklar (Foto 53), batı ve güney kıyılarımızda ise, kırmızı ve gri-kahverengi podsolik topraklar ile Terra rossa ve Terra fusca yaygındır. Yine iklim şartlarına bağlı olarak, Doğu Karadeniz kıyılarında toprak reaksiyonu çok kuvvetli asit, Batı Karadeniz kıyılarında kuvvetli ile orta derecede asit, batı kıyılarımızda nötr (pH=7) veya orta derecede alkalin, yaz kuraklığının daha şiddetli ve daha uzun olduğu güney kıyılarımızda ise kuvvetli alkalindir. Nemli kıyı bölgelerden iç kısımlara geçilince, toprak tipi değişir. Daha az yağışlı olan bu **iç kısımları pedokal tipi topraklar** kaplar. Yerine göre orta veya kuvvetli alkalin olan bu topraklar, ülkemizin 1/4'ü kadar geniş bir yer kaplayan ve ana çizgileriyle Küçük Asya'nın kenarlarından ortasına doğru birbirini kuşatan ve ortaya yaklaştıkça kuraklaşan iklim şartlarını yansıtan toprak tipleri ile temsil edilen içiçe kuşaklar halinde çok karakteristik bir yayılış düzeni gösterirler. Böylece, en kenardaki kestane rengi topraklardan ortaya doğru ilerledikçe yavaş yavaş kahverengi topraklara, kırmızımsı kahverengi topraklara ve sonunda serozyomlara geçilir. Bu tipik sıranış biçimi, Doğu Anadolu'nun havzaları ile kenarları arasında da daha küçük ölçüde ve alanda olmakla birlikte tekrarlanır. Böylece, eni boyuna göre nisbeten dar olan Türkiye'de, kuzey-güney doğrultulu geniş toprak zonları yerine, fiziki coğrafya şartlarının bir sonucu olarak, yatay doğrultuda birbirini kuşatan şeritlerden oluşan klimatik toprak zonları meydana gelmiş olur. Bu dağılış düzeni, Türkiye'de başlıca iklim unsurlarının dağılışını gösteren izoplet (eşyağış) haritalarının hâkim karakterine tamamiyle uygundur ve iklim ile pedojenez arasındaki sıkı ilişkinin doğal bir sonucudur (Bakınız: Discovery Channel: Ansiklopedik Dünya Atlası, 2013).

5-Türkiye'de <u>düşey doğrultuda</u> farklı toprak kuşakları oluşmuştur: Yatay doğrultudaki toprak kuşakları (toprak zonları) içinde ayrıca yükselti ile değişen iklim şartlarına bağlı olarak düşey doğrultuda da farklı toprak kuşakları veya yükselti basamakları oluşmuştur. Örneğin; Doğu Karadeniz dağlarının kuzey aklanında (tarafında) 600 m'ye kadar olan alt kademede lateritik, daha yukarı basamakta ise podsolik topraklar gelişmiştir. Torosların Akdeniz'e bakan yamacında, 1200-1300 metre seviyesi, görünüşe göre pedojenez ve kil mineralleri bakımından farklı iki yükselti basamağını ayıran bir sınırdır. Bursa ve Uludağ civarında en alçak basamağa rastlayan kıyı şeridinde hafifçe alkalin veya nötr Terra rossa'lar, daha yüksek kademede asit kırmızımsı kahverengi podsolik topraklar, daha yüksek kademede ise gittikçe daha asit bir reaksiyon gösteren podsolik topraklar ve sonunda alpin çayır toprakları yer alır. Bolu Aladağları'nda ve Alaçam Dağları'nda yapılan araştırmalarda <u>yükselti arttıkça yıkanmanın veya podsollaşmanın kuvvetlendiği ve asiditenin arttığı görülür</u>. Yükselti ile değişen toprak oluşumu (pedojenez) şartlarının, <u>kil minerallerinin bileşiminde de kendini gösterdiği</u>; bunun Rize Dağları'nda daha belirgin olduğu izlenir. Toroslardaki durum ise; burada kuvvetli olan orman tahripleri sonucunda meydana gelen şiddetli toprak süpürülmeleri, çeşitli yükselti basamaklarına ait toprakların daha alçak basamaklarda yan yana veya üst üste birikmesine neden olarak, pedojenez ile yükselti arasında esas jenetik ilişkileri karıştırmış izlenimi verir.



Foto 53: İstanbul'da Pendik-Tuzla karayolu üzerinde killişistler üzerinde gelişmiş kireçsiz kahverengi topraklar (Ahmet Ertek arşivi, 2012).



Foto 54: Rize Dağları'nda daimi orman sınırının üzerinde gelişen alpin çayır toprakları.

6-Türkiye'de intrazonal topraklar sınırlı sahalar kaplar: İntrazonal toprakların alanı, kahverengi orman topraklarının da yukarıdaki açıklanan nedenlerle zonal topraklar grubuna dâhil edilmesiyle, Türkiye'deki yayılışları yaklaşık olarak % 2 kadardır. Örneğin kalkere bağlı Trakya'da ve kuzeybatı Anadolu'daki **rendzinalar** ve yine özellikle

Trakya'daki killi-marnlı depolara bağlı olan **grumusoller** fazla bir yer tutmazlar. Kurak iklim, kapalı drenaj ve tuzlu anakayaya bağlı olan **solonçaklar** ise, daha çok bu şartların gerçekleştiği İç Anadolu havzalarından bazılarında görülürler. Çeşitli sahalarda rastlanan **turbalı çayır toprakları** ile gleyleşme gösteren **çayır ve alpin çayır toprakları**nı (Foto 54) intrazonal topraklar olarak görmek mümkündür.

7-Azonal toprakların sahası çok geniş değildir: Azonal topraklar, ancak ülkemizde % 10 kadarlık bir alanı kaplarlar. Coğrafi yayılışları iklimle ilgili bir düzen göstermez. Gerçekte bunlar; ovaların ve vadilerin tabanlarında, yamaçlarda alüvyal ve kolüvyal depolar halinde çökelmiş maddelere, kıyı ve kara kumullarına, morenlere (buzultaşlara), delta ve taraça dolgularına ve diğer sedimentlere karşılık gelirler. Özellikle, bir yandan bunları meydana getiren maddelerin kökenine, boyutuna, kimyasal bileşimine, bir yandan da çökelme şartlarına ve onunla ilgili olan jeomorfolojik özelliklerine bağlıdır. Örneğin, jeomorfolojik özelliklere bağlı olarak, deltalarda ve taşkın ovalarında çok çeşitler sunan alüvyal toprak türleri oluşmuştur.

8-Topraklarımızın bazıları jeolojik geçmişe ait izler taşırlar: Türkiye topraklarının bir kısmının gösterdiği özellikleri yalnız bugünün pedojenez koşulları ile açıklamak güçtür. Gerçekte, bir taraftan geniş ölçüde iklim değişiklikleri ve bunlara bağlı olarak oluşan vejetasyon değişiklikleri, bir taraftan drenaj şartlarında meydana gelen değişiklikler ile aşınma ve taşınmalar, bu toprakların bugün yadırganan özelliklerinde rol oynamış olmalıdırlar. Birçok sahada toprak, bugünün şartlarına uyma yolunda değişikliklere uğramaktadır. Örneğin; Doğu Karadeniz dağlarının nemli kuzey aklanının alt basamağındaki lateritik toprakların bugün, kışların karlı ve soğuk geçtiği 900 m civarında podsollaşmaya başladığı anlaşılmaktadır. Muş Ovası'ndaki gözlemler, yağış miktarında meydana gelen değişime uyar. Ankara civarının kızıl toprakları, Ege bölgesinin ve Antakya çevresinin kaolinit, vermikulit ve klorit bakımından zengin kırmızı toprakları, Köyceğiz ve Seydişehir çevresinin eski kızıl toprakları bugünkünden farklı koşullar altında oluşmuş birer paleosol'dur (fosil topraktır). Bugünkü görünümün belirlenmesinde rol oynayan ve bu nedenle dikkate alınması gereken faktörlerden biri de **toprak aşınması**'dır. Bunun sonucunda birçok toprağımız **iskelet toprakları**na dönüşmüş, önemli bir kısmı hatta B horizonunu kaybetmiş, bazı toprak tipleri ilk oluştukları yükselti ve iklim basamağından çok daha alçak seviyelere taşınarak burada **değişik karakterde toprak malzemesi halinde yan yana ve üst üste çökelmiş** (Foto 55 ve 56), aşınmanın daha ileri gittiği ve genç örtü tabakalarının sıyrıldığı yerlerde ise, bunların altındaki diskordans yüzeyini örten paleosoller meydana çıkmıştır. Bu gibi durumlar bir yandan zonal toprakların büyük bir çeşitlilik göstermesine neden olduğu gibi, günümüzde gelişen Karbon 14 (C^{14}) vb gibi tarihlendirme metotlarıyla bir yandan da bugünkü ve geçmişteki iklim koşulları ile toprak tipleri arasındaki jenetik ilişkilerin ortaya çıkarılmasını sağlar.



Foto 55:- Bursa'nın Büyük Orhan ilçesinde granitlerde ayrışma (solda) ve tor oluşumu (ortada) görülmektedir (Ahmet Ertek arşivi, Şubat 2006).



Foto 56: Toprakta meydana gelen erozyonla pedojenik süreçlere göre daha aşağı seviyelerde yan yana ve üst üste yeni toprak tiplerinin gelişimi.

Uygulamalar

Uygulama Soruları

Bu Bölümde Ne Öğrendik Özeti

"Toprak Coğrafyası"nın bu **son konusunda**, **"Türkiye toprak coğrafyası"** anlatılmıştır. Öncelikle bu bilim dalına "Türkiye toprak coğrafyasının ana çizgileri" ismiyle bir giriş yapılmış, ülkemizdeki toprak çalışmalarının tarihsel gelişiminden bahsedilmiştir. Ardından Türkiye topraklarının özellikleri üzerinde durulmuştur. Topraklarımızın tiplerine göre yöresel ve bölgesel dağılışı hakkında nedenlerine de dayanarak bilgiler verilmiştir. Bu bilgilere, 1950'lerde Oakes tarafından yapılan, 1965-1970'lerde Erinç tarafından revize edilen Türkiye Toprakları Haritası'nın ilavesiyle konu tamamlanmıştır.

Bölüm Soruları

1) Ülkemizdeki "Türkiye toprakları tarihçesi"ne bakıldığında, aşağıdaki araştırmacı yazarlardan hangisi Türkiye toprakları hakkında eser yayınlamamıştır?

a) Erol Tümertekin
b) Asaf Irmak
c) İbrahim Atalay
d) Sırrı Erinç
e) Barış Mater

2) Aşağıdaki sıralamaya bakıldığında, hangisi Türkiye topraklarının yüzde olarak dağılış sıralamasını doğru verir?

a) Zonal- intrazonal-azonal topraklar
b) Zonal-azonal-intrazonal topraklar
c) Azonal-intrazonal-zonal topraklar
d) Azonal- zonal-intrazonal topraklar
e) İntrazonal-zonal-azonal topraklar

3) "Türkiye'de görülen toprak tiplerinin birçoğunu ve bunların coğrafi yayılışını belirleyen en önemli etken ……. " ifadesi aşağıdakilerden hangisi ile tamamlanmalıdır?

a) Zamandır.
b) İklimdir.
c) Yerşekilleridir.
d) Denizel etkidir.
e) Anakayadır.

4) "Farklı iklim koşulları Türkiye'de yatay doğrultuda klimatik toprak zonlarının meydana gelmesine neden olmuştur. Ülkemizin 1/3'ünü kaplayan çeşitli zonal toprak tiplerinin yatay ve düşey doğrultudaki yayılışları, iklim şartlarını yansıtan çok karakteristik bir düzen gösterir. Öncelikle pedalferler daha önemli olan kuzey, güney ve batı kıyı bölgelerimizde görülür. Bunlar, genellikle orman bölgelerimizin topraklarını meydana getirirler." ifadesi doğru mu yanlış mıdır?

Doğru ( ) Yanlış ( )

5) "Topraklarımızın oluşumunda en önemli rolü iklim oynamıştır. Türkiye'de görülen toprak tiplerinin birçoğunu ve bunların coğrafi yayılışını belirleyen en önemli etken iklimdir. Kahverengi orman topraklarını da dâhil etmek şartıyla, Türkiye topraklarının en az 2/3'ünün (% 70) klimatik zonal topraklar grubuna ait tiplerden meydana gelmesi bunun en kuvvetli delilidir." ifadesi doğru mu yanlış mıdır?

Doğru ( ) Yanlış ( )

6) Türkiye toprakları konusunda ilk defa Orta ve Batı Anadolu'nun toprak haritasını 1930'larda yapan araştırmacı kimdir?

a) İ. Atalay
b) A. Irmak
c) Giesecke
d) S. Erinç

e) B. Mater

7) Türkiye toprakları konusunda araştırmaları olan ve ilk defa Türkiye Toprak Haritasını 1954'de yapan araştırmacı kimdir?

a) İbrahim Atalay
b) Asaf Irmak
c) Harvey Oakes
d) Sırrı Erinç
e) Barış Mater

8) "*Belgrad Ormanı Toprak Münasebetleri*" adlı çalışmasıyla Türkiye topraklarını kapsamlı bir şekilde irdeleyen ilk yerli araştırmacıdır. Bu arada İ.Ü. Orman Fakültesi içinde 1943'de "Toprak ve Ekoloji Enstitüsü" kurulmuştur. Türkiye toprakları konusunda birçok yayınları olan bu araştırmacı kimdir?

a) İbrahim Atalay
b) Asaf Irmak
c) Harvey Oakes
d) Sırrı Erinç
e) Barış Mater

9) Erinç'in 1965'lerdeki makalesine dayalı "Topraklarımızın oluşumunda en önemli rolü iklim oynamıştır." ifadesinin nedenini kısa bir cümle ile ifade ediniz.

……
……

10) Erinç'in "*Türkiye Toprakları*" makalesinde topraklarımız konusunda vardığı genel sonuçlar aşağıya belirtiniz.

- 1-……..
- 2-……..
- 3-…….
- 4-…….
- 5-…….
- 6-……..
- 7-……..
- 8-……..

CEVAPLAR: 1-a, **2-**b, **3-**b, **4-**Yanlış (1/3'ünü ifadesi, 2/3'ünü olmalıdır), **5-**Doğru, **6-**c, **7-**c, **8-**b,

9- Türkiye topraklarının en az 2/3'ünün (% 70) klimatik zonal topraklar grubuna ait tiplerden meydana gelmesi bunun en kuvvetli delilidir.

10-1-Türkiye, toprak tipleri bakımından çok çeşitli bir ülkedir.

2-Topraklarımızın oluşumunda en önemli rolü iklim oynamıştır.

3-Topraklarımızın bazılarının özellikleri, Türkiye'nin jeomorfolojik karakteri ve onun sonuçları ile ilgilidir.

4-Farklı iklim koşulları Türkiye'de yatay doğrultuda klimatik toprak zonlarının meydana gelmesine neden olmuştur.

5-Türkiye’de düşey doğrultuda farklı toprak kuşakları oluşmuştur.

6-Türkiye’de intrazonal topraklar sınırlı sahalar kaplar.

7-Azonal toprakların sahası çok geniş değildir.

8-Topraklarımızın bazıları jeolojik geçmişe ait izler taşırlar.

KAYNAKÇA

"TOPRAK COĞRAFYASI" KAYNAK KİTAPLARI (Basım yılı sırasına göre):

Sırrı Erinç, 1965. Türkiye'de Toprak Çalışmaları ve Türkiye Toprak Coğrafyasının Ana Çizgileri. İ.Ü.Coğrafya Enst. Dergisi, Sayı:15, s:1-39, İstanbul.

United States Department of Agriculture. 1967. Supplement to the 7th approximation Soil Classification. Soil Conservation Service. U.S.D.A.

Asaf Irmak, 1968. Toprak İlmi (2. Baskı). İ.Ü. Orman Fak. Yay. No: 121, İstanbul.

Doğan Kantarcı,1972. Toprakların Genetik ve Ekolojik Yönden Sınıflandırılması. İ.Ü.Orman Fak. Derg. Seri A, Cilt:12, Sayı:2, s:150-194, İstanbul.

Charles A.Sorrel, 1973. Rocks and Minerals. Golden Press, Newyork.

Sırrı Erinç, 1977. Vejetasyon Coğrafyası. İ.Ü.Coğrafya Enst.Yay. No: 92, İstanbul.

Barış Mater, 1978. Elbistan Havzasının Topraklarının Morfolojik Karakterleri. İ.Ü.Coğrafya Enst. Yay. No:101, İstanbul.

Sırrı Erinç ve Sami Öngör, 1982. "Genel Coğrafya (Tabiat ve İnsan)". Milli Eğitim Basımevi, 254 s, İstanbul.

İbrahim Atalay, 1982. Toprak Coğrafyası. Ege Üniv. Sosyal Bil. Fak. Yay. No:8, 265 s, İzmir.

Mesut Özuygur, 1982. Ayrışma ve Toprak Oluşumu. s:28-64, Genel Jeoloji Cilt II. Dış Olaylar ve Yeryüzü Şekilleri kitabı, İTÜ Yay. İstanbul.

Necmettin Çepel, 1985. Toprak Fiziği. İ.Ü.Orman Fak. Yay. No: 374, İstanbul.

Barış Mater, 1986. Toprak Oluşumu, Erozyon ve Koruması. İstanbul Üniversitesi Deniz Bilimleri ve Coğrafya Enst. Yay. No:6, 180 s, İstanbul.

İbrahim Atalay, 1989. Toprak Coğrafyası (Genişletilmiş 2.Baskı). Ege Üniv. Sosyal Bil. Fak. Yay. No:8, 444 s, İzmir.

Patrick Lavelle and Alister V.Spain, 2003. Soil Ecology. Kluwer Academic Publish.

Barış Mater, 2004. Toprak Coğrafyası. Çantay Kitabevi, 289 s, İstanbul.

Recep Efe, 2004. Biyocoğrafya. Çantay Kitabevi, 304 s, İstanbul.

İbrahim Atalay, 2006. Toprak Oluşumu, Sınıflandırılması ve Coğrafyası (3.Baskı). Meta Basım Matbaacılık, 584 s, İzmir.

Sırrı Erinç, 2000. Jeomorfoloji I (5.Basım)(Güncelleştirenler: A.Ertek ve C.Güneysu). Der Yay., 614 s, İstanbul.

İsmail Yener ve Engin Güvendi, 2010. Dünya'da ve Türkiye'de Kullanılan Toprak Sınıflandırma Sistemlerine Genel Bir Bakış. III.Ulusal Karadeniz Ormancılık Kongresi, 20-22 Mayıs 2010, Cilt III, s: 988-998.

Sırrı Erinç, 2012. Jeomorfoloji I (6.Basım)(Güncelleştirenler: A.Ertek ve C.Güneysu). Der Yay., 614 s, İstanbul.

Sırrı Erinç, 2012. Jeomorfoloji II (4.Basım)(Güncelleştirenler: A.Ertek ve C.Güneysu). Der Yay., 484 s, İstanbul.

Güven Şahin, 2012. Geçmişten Günümüze Türkiye'de Toprak Araştırmaları. ACTA TURCICA,Çevrimiçi Tematik Türkoloji Dergisi, Yıl:IV, Sayı:1, s:102-118, "Kültürümüzde Toprak" (Editörler: E.G.Naskali & H.O.Altun), www.actaturcica.com

Faydalanılan kaynaklar:

Atalay, İbrahim ve Mortan, Kenan 2003. *Türkiye Bölgesel Coğrafyası.* İnkilap Yay., İstanbul.

Discovery Channel & Türk Coğrafya Kurumu, 2013. *Ansiklopedik Atlas.* İstanbul.

Duran, Faik Sabri. 2010. *Büyük Atlas.* İstanbul.

Erginal,A.E., Türkeş,M., Ertek,T.A., Baba,A., Bayrakdar,C. 2008. "Geomorphological investigation of the excavation-induced Dündar Landslide, Bursa, Turkey". Geographisca Annaler 90A (2): 109-123, Sweden.

Erginal, A.E., Kiyak, N.G., Ertek, T.A., 2012. "A New Late Holocene Eolianite Record from Altinkum Beach, North Cyprus". Turkish Journal of Earth Sciences, Vol.21, pp.407-414, Ankara (doi: 10.3906-0908-24).

Erginal, A.E., Kiyak, N.G., Ekinci,Y.L., Demirci, A., Ertek, A., Canel, T. 2013. "Age, composition and paleoenvironmental significance of a late Pleistocene eolianite from the western Black Sea coast of Turkey". Quaternary International, 296; pp.168-175.

Ertek,T.A., Turoğlu,H., Mater,B., 1993, "Çiftlik Heyelanı (Sinop), Çiftlik Landslide (Sinop, Northern Turkey)". Türk Coğrafya Dergisi, Sayı:28, s:181-188, İstanbul.

Ertek,T.A.,1995, "Senirkent Seli (13 Temmuz 1995-Isparta)". Türk Coğrafya Dergisi, Sayı: 30, s:127-141, İstanbul.

Ertek,T.A., 1999, "Kandıra – Arıklar Heyelanı (20 Ekim 1997)". İst. Üniv. Ed. Fak. Coğrafya Dergisi, Sayı: 7, s: 87-103, İstanbul.

Ertek, T.Ahmet 2003. Türkiye Fiziki Coğrafyası. Güven Yay. İstanbul.

Ertek, T.Ahmet Sevilay Hacıyakupoğlu, Des E.Walling, Gürsel Karahan, A.Evren Erginal,

Nilgün Çelebi, Hasan Saygın, 2004. Sezyum^{137} Radyonüklidinin Erozyon Araştırmalarında Kullanımı ve Türkiye'den Örnekler (Use of caesium-137 radionuclide in erosion investigations: case studies of Turkey). İstanbul Üniversitesi Coğrafya Dergisi, Sayı: 12, s:47-62, İstanbul.

Ertek,T.A., Erginal,A.E., 2006, "Anthropogenically triggered landslide factors of the Varyant landslide area at Büyükcekmece, NW Turkey". Zeitschrift für Geomorphologie, Volume: 50, Issue: 2, pp: 177-191, Berlin, Germany.

Finch, Vernor C. and Trewartha, Glenn T. 1942. *Elements of geography, Physical and cultural*. McGraw-Hill Book, New York.

Geographica, 2005 (Güncelleştirilmiş baskı). *Ansiklopedik Dünya ve Ülkeler Büyük Atlası.*

Literatür Yayıncılık & Random House, Australia.

Hacıyakupoğlu, Sevilay., T.Ahmet Ertek, Des Walling, Fatih Ozturk, Gursel Karahan, A.Evren Erginal, Nilgun Celebi, C.Fırat 2005. Interpretation of the erosion effect with Caesium-137 profiles measurements in western side of Istanbul (NW Turkey). Catena, Volume: 64, issue:2-3, pp.222-231, Madrid.

Haciyakupoglu, Sevilay., Muhammed S.Kiziltas, Hasan Saygin, Ferhat Gokbulak, Ahmet Hizal, Des E. Walling, T.Ahmet Ertek, A.Evren Erginal, 2011. The Use Of Caesium-137 Measurements For Assessıng Soil Erosion And Sedimentation In The Riva Basin (Istanbul, NW Turkey), in "*Impact of Soil Conservation Measures on Erosion Control and Soil Quality"*. pp: 175-185, International Atomic Energy Agency Publication, IAEA TECDOC-1665, ISBN 978-92-0-113410-3, Vienna.

National Geography, *Dünya Atlası,* 2006.

Strahler, Alan and Merali, Zeeya. 2008. Visualizing Physical Geography. Wiley.

Faydalanılan internet adresleri:

http://en.wikipedia.org/wiki/File:Global_soil_regions.jpg (Soil climate map, USDA-NRCS, Soil Survey Division, World Soil Resources, Washington D.C.)

http://www.istanbularkeoloji.gov.tr/web/41-225-1-1/muze_-_tr/muze/kazilar/yenikapi_kazilari

http://books.google.com.tr/books?id=2Vk6roaf5HcC&pg=PA587&lpg=PA587&dq=M%C3%BCller+1887+pedologie&source=bl&ots=AuAOkHDbq2&sig=8JScTMXKgyYr89PHzx6dN3MkcAU&hl=tr&sa=X&ei=Yb_sUKurIMjzsgaA64C4Dw&sqi=2&ved=0CE0Q6AEwBA#v=onepage&q=M%C3%BCller%201887%20pedologie&f=false

http://khongthe.com/wallpapers/nature/aswan-246980.jpg

www.engr.usask.ca
www.crystal.unito.it
www.wwnorton.com

USGS; Category:Clays

http://www.taslar.net/hematit

http://www.jemad.com.tr/modul/index/menu/Jips/42

http://simcag.com/site/component/content/article/10-toprak/6-toprak-cesitleri.html

http://tr.wikipedia.org/wiki/Dosya:Pyrite_foolsgold.jpg

www.fersac.com.tr

http://upload.en.wikimedia.org/wikipedia/commons/b/b8/Iron_hydroxide_precipitate_in_stream.jpg

http://en.wikipedia.org/wiki/File:Feldspar%28Microcline%29USGOV.jpg

http://en.wikipedia.org/wiki/File:Nitrogen_Cycle.jpg

http://andersonapes.pbworks.com/w/page/12868228/8th%20Period%20Nitrogen%20Cycle

www.answers.com

www.fas.org/irp/nsa/eis-july2010.pdf

www.edwardtufte.com

www.turf2max.com

http://en.wikipedia.org/wiki/Podzol

dictionary.reference.com

http://www.travellerspoint.com/photos/stream/photoID/83864/features/countries/Switzerland/

www.seafriends.org.nz

http://www.soilerosion.net/doc/water_erosion.html

www.landcareresearch.co.nz

www.encyclo123.com

http://en.wikipedia.org/wiki/Erosion

http://www.planat.ch/en/knowledge-base/flood-inundation/bank-erosion/measures-ue/

http://geopathology.posterous.com/ou...lide-in-taiwan

www.agiweb.org

http://i.dailymail.co.uk/i/pix/2011/10/24/article-2052475-0E7E536A00000578-949_964x751.jpg&imgrefurl=

http://landslides.usgs.govlearningphotosimagescaliforniala_conchita__ca__1995scan1