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

JEOMORFOLOJİ

COĞRAFYA

Y.Doç.Dr. T.Ahmet ERTEK

İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ AÇIK VE UZAKTAN EĞİTİM FAKÜLTESİ

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

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

İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ AÇIK VE UZAKTAN EĞİTİM FAKÜLTESİ

COĞRAFYA LİSANS PROGRAMI

COĞRAFYA

Y.Doç.Dr. T.Ahmet ERTEK

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

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

ÖNSÖZ

JEOMORFOLOJİ, karalar üzerindeki ve okyanus, deniz ve göl gibi su kütlelerinin altındaki litosferin yüzeyinde görülen yerşekillerini inceleyen, oluşum ve evrimlerini açıklayan, bunları sınıflandıran, coğrafik yayılış ve gruplanmalarını nedenleriyle birlikte araştıran bir bilim dalıdır. Böyle bir tanıma dayalı ülkemizde edebiyat fakültelerimiz içinde okutulan coğrafya bölümü derslerinden birisidir, *jeomorfoloji*. 1990'da Jeomorfoloji doktorası yapmamızı rağmen, ancak aradan 26 yıl geçtikten sonra bu ders üniversite tarafından şahsıma 2016'da teklif edilmiştir. Hatta Marmara Üniversitesinde geçen 3 yılda bu derslere benzer dersler de önceden vermişizdir. Üniversitemin böyle bir dersi tarafıma yönlendirmesi gerek yetişmeniz açısından ve gerekse toplumda kabul görmeniz bakımından bende ayrı bir heyecan yaratmıştır. Öyleki; dünyada 30'a yakın ülke gezmiş, konferanslar vermiş, oralarda yabancı hocalarla arazi çalışmalarına çıkmış ve projeler yapmış; ülkemin ise 81 ilinin 70'e yakınında gezmiş, araştırmalar, inceleme gezileri, öğrenci arazi çalışmaları, hatta yayınlar yapmış bir hocanız olarak bu görev şahsım için çok ulvidir… O nedenle fotoğraflarınızın büyük bir çoğunluğu arşivimizden çıkmıştır, orijinaldir. Şekiller mümkün olduğunda duayen coğrafyacılardan Erinç ya da hocalarımın şekillerinin ya da yabancı literatürün daha iyi anlaşılması bakımından Türkçeleştirilmiş ve renklendirilmiş halleridir. Zannımca konu şimdi daha da iyi anlaşılacaktır. Çünkü mümkün olduğunca; şekil, tablo, grafik, harita, fotoğraflar yoluyla Dünya ve Türkiye yeryüzü şekillerini daha görsel ve anlaşılır hale getirmeye çalıştım. Bu nedenlerle gerek metin, gerek sunumlar ve gerekse anlatımların tekrar tekrar üzerinden geçiniz. Birçok anekdotla birlikte konuları sunumlarda özetlemeye çalıştım.

Konu başlıkları ve alt başlıklarına bakıldığında zengin ve çeşitlilik sunan bir içerik düşünülmüş ve coğrafyanın kendi sistematiği bu kez "JEOMORFOLOJİ"ye uygulanmaya çalışılmıştır. Buna dayanarak konu başlıkları şunlardır: "Jeomorfolojiye Giriş: Tanımı, Yerşekillerinin Oluşumu ve Gelişimi, Jeomorfolojinin Tarihçesi ve Farklı Yaklaşımlar, Jeomorfolojinin Türkiye'deki Gelişim Tarihçesi, Yerkabuğunun Malzemesi: Kayalar (Kaya, Mineral ve Taş nedir? Minerallerin Başlıca Kimyasal ve Fiziksel Özellikleri), Mağmatik Kayaların Özellikleri ve Başlıca Çeşitleri, Sedimentitlerin Tabakalaşma Özellikleri, Fasiyesler ve Çökelme Ortamlarının Özellikleri, Sedimanter Kayaların Özellikleri ve Başlıca Çeşitleri, Metamorfizma ve Metamorfik Kayaların Özellikleri ve Başlıca Çeşitleri, Yeryuvarın Yapısı ve Özellikleri, Yerkabuğunun Hareketleri ve İç Kuvvetler: Orojenik Hareketler, Epirojenik Hareketler, Faylanmalar, Volkanizma ve Depremler, Dış Kuvvetler: Akarsular, Buzullar, Rüzgârlar, Dalga ve Akıntılar, Yeryuvarın Evrimi ve Jeokronoloji, Jeomorfolojide "Zaman" Kavramı.

Burada herşeyden önce bir insan ve mekân bilimi olan coğrafyanın, kalbi sayılacak jeomorfoloji konusunun ele alınması yukarıda detaylı içeriğe bakıldığında sadece başlıklarına

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

dayalı ayrıntı ortaya çıkacaktır. Bu nedenlerle öğrentilerden kaçınmadan fiziksel manada tamamen bir jeomorfoloji analizi yoluna gidilmiştir. Ancak bugün "Jeomorfoloji" adını verdiğimiz bu 14 konuluk e-kitapta aslında ağırlıklı olarak GİRİŞ ve İÇ KUVVETLERE ağırlık verilmek zorunda kalınmıştır. 12.Konu itibariyle DIŞ KUVVETLER zaman darlığından geçiştirilmeden belki de en uzun konulardan biri olmuştur. Kısacası bu konuyu, "JEOMORFOLOJİ II (Dış Etken ve Süreçler)" adıyla bir ikinci dersin daha müfredata konulmasında yarar görüyorum. İdarenizden, üniversitenizden bunu isteyebiliriz. Çünkü konu, kadük kalacaktır. Yer yer analize dayalı örneklerin sentezi de yapılarak, sonunda insanla olan bu yerşekillerinin ilişkisi de yapılmıştır. Ama konu ağırlıklı olarak fizikidir. Belki bu konularda 1990'ların başlangıcından beri İstanbul Üniversitesi Coğrafya Bölümü'nde verdiğimiz lisans, yüksek lisans ve doktora derslerimiz, günümüzde yardımcı doçent-doçent-profesör seviyesine de getirerek yetiştiğimiz yüksek lisans ve doktora öğrencilerimize katkılarımız, kaleme aldığımız 200'ye yakın ulusal ve uluslararası makale, bildiri, atlas, poster, duvar haritası, kitaplarımızdan oluşan eserlerimiz ve sonrasında aldığımız yüzlerce atıf bizim de senteze dayalı böyle zorlu bir fiziki coğrafi dersini sunmaya yöneltmiştir.

Tüm bunlara dayanarak, ekte sunulan 200'ün üzerinde kaynak eser bölüm kaynakları olarak en sona Genel Kaynakça ilave edilmiştir. 100'ün üzerinde internet kaynağı, onlarca şekil, tablo, harita ve fotoğraf ile bu eser zenginleştirilmeye ve daha görsel hale getirilmiştir. Yazım süresinin kısalığı nedeniyle önümüzdeki yıllarda bu e-kitap daha da gürbüzleşecektir. Hatta yaptığımız çalışmalar daha çeyizimize/arşivimize girmeden ekranlarda ya da bu tip eserlerin sayfalarında yerini alacaktır. Üstüne üstlük, jeomorfoloji disiplininde özellikle uluslararası arenadaki yerimizde daha emin adımlarla yürüyüş devam ettirilecektir. Çünkü kitabı ayrıntıda ciddi manada okuduğunuzda sizler de kendinizden birçok farklı yerşekillerini yörenizde ve çevrenizde bulacağınız inancıyla. Zannımca faydalı bir başucu kaynağı olmuştur. Başarılar.

Y.Doç.Dr. T.Ahmet ERTEK,
13.08.2016, 22:30
Kozyatağı-İstanbul.

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

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ **1**
İÇİNDEKİLER **3**
KISALTMALAR **6**
YAZARIN NOTU **7**
1.BÖLÜM: **JEOMORFOLOJİ'YE GİRİŞ: TANIMI, YERŞEKİLLERİNİN OLUŞUMU VE GELİŞİMİ 8**

1.1.Jeomorfoloji'nin Tanımı 13
1.2.Yerşekillerinin Oluşumu ve Gelişimi 16

2.BÖLÜM: **JEOMORFOLOJİNİN TARİHÇESİ VE FARKLI YAKLAŞIMLAR 39**

2.1. Jeomorfoloji'nin Tarihçesi 44

2.2. Jeomorfoloji'de Farklı Yaklaşımlar 49

3.BÖLÜM: **JEOMORFOLOJİNİN TÜRKİYE'DEKİ GELİŞİM TARİHÇESİ 61**

3.1.Modern Jeomorfoloji Öncesi Dönem (1933 Öncesi) 66

3.2.Modern Jeomorfoloji'nin Kuruluşu, Teşkilatlanması ve Yükseliş Dönemi (1933-1999) 67

3.3.Bilgisayar Çağı: Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Uygulamaları Dönemi (2000-2016) 79

4.BÖLÜM: **YERKABUĞUNUN MALZEMESİ: KAYALAR (KAYA, MİNERAL VE TAŞ NEDİR? MİNERALLERİN BAŞLICA KİMYASAL VE FİZİKSEL ÖZELLİKLERİ) 96**

4.1.Mineral, Kaya ve Taş nedir? 101

4.2.Minerallerin Başlıca Kimyasal Özellikleri 103

4.3.Minerallerin Kristal Yapıları 105

4.4.Minerallerin Fiziksel Özellikleri 106

4.5.Kayaları Meydana Getiren Mineraller 108

5.BÖLÜM:**MAĞMATİK KAYALARIN ÖZELLİKLERİ ve BAŞLICA ÇEŞİTLERİ 127**

5.1. Kayaların Genel Özelliklerine Giriş 132
5.2. Mağmatik Kayaların Özellikleri 132
5.3. Mağmatik Kayaların Başlıca Çeşitleri 136
5.4. Mağmatik (Katılaşım) Kayalarının Tanınması ve Başlıca Özellikleri 141

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

5.5. Mağmatik (Katılaşım) Kayalarının Yaşlarının Tayini 145

6.BÖLÜM: **SEDİMENTİTLERİN TABAKALAŞMA ÖZELLİKLERİ 153**

6.1. Tabakalaşma ve Tabaka Nedir? 158

6.2. Tabakalaşma ve Tipleri 160

6.3. Tortul Kayaların Tekstür (=doku) Özellikleri 170

7.BÖLÜM: **FASİYESLER VE ÇÖKELME ORTAMLARININ ÖZELLİKLERİ 178**

7.1. Karasal fasiyesler 186

7.2. Denizel fasiyesler 187

7.3. Karasal-denizel Karışık Fasiyesler (Geçiş fasiyesleri) 189

8.BÖLÜM: **SEDİMANTER KAYALARIN ÖZELLİKLERİ VE BAŞLICA ÇEŞİTLERİ 198**

8.1. Detritik Kökenli Tortul Kayaçlar 203

8.2. Kimyasal Kökenli Tortul Kayaçlar 206

8.3. Organik Kökenli Tortul Kayaçlar 212

9.BÖLÜM: **METAMORFİZMA VE METAMORFİK KAYALARIN ÖZELLİKLERİ VE BAŞLICA ÇEŞİTLERİ 228**

9.1. Metamorfizma 233

9.2. Metamorfizma Şartları 233

9.3. Metamorfizma Tipleri 237

9.4. Metamorfik Kayalar 241

10.BÖLÜM: **YERYUVARIN YAPISI VE ÖZELLİKLERİ 252**

10.1. Yeryuvar'ın Yapısı 257

10.2. Yeryuvar'ın Katmanlarının Özellikleri 261

10.3. İzostazi 266

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

11.BÖLÜM: **YERKABUĞUNUN HAREKETLERİ VE İÇ KUVVETLER: OROJENİK HAREKETLER, EPİROJENİK HAREKETLER, FAYLANMALAR, VOLKANİZMA VE DEPREMLER 280**

11.1. Orojenik Hareketler 287

11.2. Epirojenik Hareketler 292

11.3. Faylanmalar 294

11.4. Volkanizma 297

11.5. Depremler 302

12.BÖLÜM: **DIŞ KUVVETLER: AKARSULAR, BUZULLAR, RÜZGÂRLAR, DALGA VE AKINTILAR 310**

12.1. Akarsuların Oluşum-Gelişim Süreci ve Akarsu Şekilleri 317

12.2. Buzulların Oluşum-Gelişim Süreci ve Buzul Şekilleri 320

12.3. Kurak ve Yarıkurak Bölgelerin Ayırım Nedeni ve Rüzgâr Etkeni ve Şekiller 326

12.4. Kıyıların Şekillenmesine Etki Eden Faktörler ve Kıyı Şekilleri ile Tipleri 328

13.BÖLÜM: **YERYUVARIN EVRİMİ VE JEOKRONOLOJİ 338**

13.1. Dünya'nın Evrimi 343

13.2. Jeoloji Devirleri 345

14.BÖLÜM: **JEOMORFOLOJİDE "ZAMAN" KAVRAMI 360**

14.1. Zamanın Doğrudan Etkisi: Jeomorfolojik Evrim 365

14.2. Jeomorfolojik Evrimde Kesinti ve Karışıklıklar 369

KAYNAKÇA 380

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

KISALTMALAR

Kuzey Yarım Küre (K.Y.K.)

Güney Yarım Küre (G.Y.K.)

K.A.F. : Kuzey Andolu Fayı

D.A.F. : Doğu Anadolu Fayı

ka : bin yıl

BP : Günümüzden … yıl önce

M.Ö. : Milattan Önce

M.S. : Milattan Sonra

O : Oksijen

H: Hidrojen

C: Karbon

N : Azot

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

YAZAR NOTU

"JEOMORFOLOJİ" dersimi alan öğrencilerimin önünde büyük bir ufkun açılacağını inancım tamdır. O nedenle sadece metin, sunumlar, ders anlatımları ile yetinmeyiniz. Sizlere mümkün olduğunca zengin bir kaynakçaya dayalı kitabi bir metin ve sunumlar takdim etmeye çalıştım. Bu kaynaklara da mutlaka göz atınız. Sırrı ERİNÇ'in Jeomorfoloji I ve II ciltlerine mutlaka sahip olunuz. Meslek yaparken başınız sıkıştığında hep başvuru kaynağınız olacaktır. Ardından, öncelikle güncel Türkçe yayınları takip ediniz. Artık Dünyada bilim dili olan İngilizcedir. Yabancı diliniz yeterli ise, yabancı kaynakları özellikle son yıllarda TCK, IGU, IAG, AAG, USGS ve INQUA olarak kısaltılan Ulusal ve Uluslararası *jeomorfoloji* çalışmalarından haberdar olunuz ve okuyup, kısa özetler çıkarınız. Belgesel kanallarını takip ediniz. Mutlaka konuyla ilgili ciddi kanallarda (National Geography, Discovery Channel, History Channel, BBC, TRT, NTV, CNN vd. kanallarda) hazırlanmış haftada birkaç belgesel ve film izleyiniz. Güncel haberleri takip ediniz. Dünya Coğrafyasından haberdar olunuz. Yine tavsiye niteliğinde olacak: Mutlaka kâğıt ya da dijital ortamlarda bir "Coğrafya Kitaplığı" oluşturunuz. Bunları özetler çıkararak okuyunuz. Ders hocalarınız olsun ya da olmasın akademisyenlerin yayınlarını (kitaplarını ve makalelerini) okuyarak takip ediniz. Kısacası bizi ciddi olarak izlemeye devam ediniz ve "Coğrafyanıza" sahip çıkınız. Başarılar.

Ayrıca; bu kitabı yazmamda önder olan ve yetişmemde büyük emekleri geçen, başta son asistanı olduğum ve jeomorfoloji kitaplarını güncelleme fırsatı veren hocam Prof.Dr. Sırrı Erinç olmak üzere; ardından hocalarım Prof.Dr. İsmail Yalçınlar, Prof.Dr. Ajun Kurter, Prof.Dr. Turgut Bilgin, Prof.Dr. Mehmet Ardos olmak üzere; tüm hocalarıma derin saygılarımı sunarım.

Y.Doç.Dr. T.Ahmet ERTEK
14.08.2016, 22:00
Kozyatağı, İstanbul.

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

1.BÖLÜM

JEOMORFOLOJİ'YE GİRİŞ:
TANIMI, YERŞEKİLLERİNİN OLUŞUMU VE GELİŞİMİ

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

Bu Bölümde Neler Öğreneceğiz?

1.1. Jeomorfoloji'nin Tanımı

1.2. Yerşekillerinin Oluşumu ve Gelişimi

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

Bölüm Hakkında İlgi Oluşturan Sorular

1-Jeomorfolojiyi tanımlayınız.

2-Neden farklı jeomorfoloji tanımları vardır?

3-Jeomorfolojide yapının rolü nedir?

4-Jeomorfolojide etken ve süreçlerin rolünü anlatınız.

5-Jeomorfolojide zamanın rolünü anlatınız.

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

Bölümde Hedeflenen Kazanımlar ve Kazanım Yöntemleri

Konu	**Kazanım**	**Kazanımın nasıl elde edileceği veya geliştirileceği**
Jeomorfoloji'ye Giriş: Tanımı, Yerşekillerinin Oluşumu ve Gelişimi	Jeomorfoloji'nin Tanımını yapmak ve tanımı kavramak ve öğrenmek	Metin, sunum ve görselleri izleyerek ve konuyu tekrar ederek
Jeomorfoloji'ye Giriş: Tanımı, Yerşekillerinin Oluşumu ve Gelişimi	Yerşekillerinin Oluşumu ve Gelişimi konusunu kavramak ve öğrenmek	Metin, sunum ve görselleri izleyerek ve konuyu tekrar ederek

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

Anahtar Kavramlar

Jeomorfoloji, yerşekilleri, yeryüzü şekilleri, etken, süreç, morfolojide yapı, morfolojide yapı tipleri, morfolojide zaman

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

1.1. Jeomorfoloji'nin Tanımı:

Jeomorfoloji, Eski Yunanca *geo*: **yer**, *morpho*: **şekil**, *logos*: **bilim** kelimelerinden oluşur ve "yerşekli bilimi" anlamına gelir. Bilimsel anlamda Türkçemizde *Jeomorfoloji* teriminin yanısıra; ***yerşekilleri***, ***yüzey şekilleri***, ***yeryüzü şekilleri***; Fransızcadan dilimize geçen şekliyle ***relief*** (=rölyef), hatta ***relief şekilleri*** terimleri kullanılır. Kısaca; litosferin yüzeyindeki şekilleri inceleyen ve oluşum, gelişimlerini ve dağılışlarını açıklayan bir bilim dalıdır. Böylece, litosfer'in tamamını inceleyen jeoloji'den kolaylıkla ayrılır. Çünkü jeoloji yerkabuğu ile uğraşırken; jeomorfoloji yeryüzü ile uğraşır.

Morfoloji terimi, ilk defa K.Friedrich Naumann tarafından 1858'de yayımlanan "*Lehrbuch der Geognosie* (tr: Jeoloji Kitabı)" isimli kitabında kullanılmıştır. Jeomorfolojinin tanımını yaparak açıklama yapan birçok yabancı bilim adamı olmuştur. Bunlardan bazıları şöyledir:

de Margerie 1886; yerşekilleri üzerinde bir söylev.

McGee 1888; topografik şekillerin kökensel çalışması.

W.M.Davis 1909; yerşekillerinin izahlı bir tasviri.

W.Penck 1924; yerşekillerinin görünüşünden, yeryüzüne dağılışından ve meydana gelişinden bahseden bilim.

P.G.Worcester 1948; litosferin yüzeyini tasvir, onun kökenini ve gelişimini izah eder.

W.D.Thornbury 1954; yerşekilleri ilmidir, ancak denizaltı şekillerini de konusu içine alır.

A.Holmes, 1966; kıtalar üzerinde ve okyanusların diplerinde görülen reliefi inceler.

C.A.M. King 1967; dünyanın şeklini inceler ve yeryüzünde faaliyette bulunan süreçleri aydınlatır.

H.Louis 1968; katı arz yüzeyinin şekillerini inceleyen, bu şekilleri belli bir sisteme göre sınıflandıran, oluşumları ve gelişimlerinin yönünü araştıran ve katı kabuğun şekillenmesinde rol oynayan bütün olayları açıklamakla görevli olan bilim.

M.A.Summerfield, 1991; yeryüzünün şekilleriyle ve onu yaratan süreçlerle ilgilenen bir bilimdir.

R.J.Huggett 2015; yerşekillerini ve onları oluşturan süreçleri araştıran ve tanıtan bir bilim dalıdır.

Jeomorfolojinin tanımını yapan ve açıklamalarda bulunan ülkemizde de birçok bilim insanımız olmuştur:

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

Ahmet ARDEL; *Umumi Coğrafya Dersleri, Cilt:3 Jeomorfolojinin Prensipleri 1968,* isimli kitabının 2. sayfasındaki ve *Jeomorfoloji Dergisi,* 1969, Sayı:1 sayfa:33'deki *"Jeomorfoloji Nedir?..."* isimli makalesindeki benzer tanımlarla: "Jeomorfoloji, yeryüzünde görülen relief şekillerini inceler. Bunları yalnız tespit ve tasvir etmekle iktifa etmez (=yetinmez) aynı zamanda onların sebeplerini de araştırır. Fiziki coğrafyanın en mühim kısmı olan yeryüzündeki relief şekillerinin rasyonel bir şekilde incelenmeye başlaması yeni olup, ciddi tetkikler XIX. asrın son yarısında yapılmaya başlanmıştır", diye bir tanım yapar (Ardel, 1968 ve 1969).

Reşat İZBIRAK; 1955'de Harita Umum Müdürlüğü tarafından yayımlanan "*Sistematik Jeomorfoloji*" isimli kitabının 14. sayfasında "Jeomorfolojiyi, jeolojiden ayırdetmeye çalışalım. Bu ilimlerden her ikisinin de sahasını yerkabuğu teşkil eder (=oluşturur). Ancak, jeoloji yerkabuğunu teşkil eden türlü maddelerden, bu kabuğun yapısından ve gelişmelerden bahseder. Fakat aynı yerkabuğunun üstündeki yerşekillerinden (kabarıklıklar, çukurlar, çanaklar, vadi, ova, dağ) ve bu şekillerin oluş ve gelişmesinden coğrafyanın bir kolu olan jeomorfoloji bahseder. Ancak, şurasını hemen belirtmek gerekir ki, her ilimde olduğu gibi jeoloji ile jeomorfoloji arasında da kesin bir sınır değil, bir içiçe geçme vardır." diyerek hem bir tanım hem de açıklamalarda bulunur (İzbırak, 1955). İzbırak, aynı zamanda 1970'de yayımlanan Jeomorfoloji Dergisi, Sayı: 2, sayfa: 5'de «Bugün "*Katı yeryüzünün şekil bilimi*", "*Yeryüzünün şekillenmesi bilimi*" veya "*Yeryüzünde işleyen kuvvetler ve bunların etkisi ile meydana gelen şekillerden bahseden bilim*" tarifleri içinde belirtilen jeomorfoloji üzerinde el kitapları, araştırma eserleri, makale, tebliğ ve raporlar halinde onbinlerce eser çıkmış ve çıkmaktadır.» diye ifade ettiği paragrafında jeomorfolojinin bilimsel manada hangi anlamlara geldiğini de kısaca tanımlamıştır (İzbırak, 1970).

İsmail YALÇINLAR; *Strüktüral Jeomorfoloji I*, 1968 s:1'de, jeomorfolojiyi "Yer rölief şekillerinin bilimi" olarak kısaca tanımlarsa da; "Yerin yüzeyindeki rölief şekillerini tesbit ve bunları açıklamaya çalışan morfoloji, konu ve alan bakımından coğrafyanın yeni bir koludur" diye morfolojinin daha uzun bir tanımını yapar (Yalçınlar, 1968).

Sırrı ERİNÇ; 1982'de ülkemiz morfologlarına yol gösteren açıklayıcı bir jeomorfoloji tanımı yaparak: "*Jeomorfoloji*, karalar üzerinde ve denizlerin altında litosferin yüzeyinde

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

görülen şekilleri inceleyen, oluşum ve evrimlerini açıklayan, bunları sınıflandıran, coğrafik yayılış ve gruplanmalarını nedenleriyle birlikte araştıran bir bilim dalıdır" der, yaptığı tanımlamada Prof. Dr. Sırrı Erinç, "*Jeomorfoloji I"* isimli İstanbul Üniversitesi Edebiyat Fakültesi yayınlarından çıkan bu kitabının genişletilmiş üçüncü baskısının giriş bahsinde ve şöyle devam eder: "Bu şekilde belirlenen amacı ve konusu ile çok geniş ve mültidisipliner bir bilim alanı olan yerbilimleri topluluğunun bir dalını meydana getirir. Bu genel çerçeve içinde jeomorfoloji, konusu bakımından coğrafi ve jeolojik bilimlerin girişim alanını kapsar ve bu nedenle de bazı ülkelerde coğrafyanın, bazı ülkelerde de jeolojinin bir uzmanlık dalı sayılır" (Erinç, 1982).

Mehmet ARDOS; Nilüfer PEKCAN (YALÇINER) ile 1994'te yayınladıkları *Jeomorfoloji Sözlüğü*'nde jeomorfolojiyi "Yeryüzü şekillerinin oluşum ve gelişimlerini, bunların coğrafi dağılış ve kümeleşme nedenlerini araştıran bilim dalı", diye tanımlarlar.

Emrullah GÜNEY; 1994'te yayınladığı Jeoloji-Jeomorfoloji Terimler Sözlüğü'nde jeomorfolojiyi "Yeryüzü şekillerinin oluşumu, gelişimi ve coğrafi yayılmasını ele alan bilim", olarak tanımlar.

İbrahim ATALAY; 2004'te yayınladığı *Doğa Bilimleri Sözlüğü*'nde jeomorfolojiyi, "Yeryüzü şekillerini, bunların oluşum, evrimini ve özelliklerini inceleyen bilim dalı", diye tanımlar.

Mehmet Yıldız HOŞGÖREN; 2011'de yayınladığı *Jeomorfoloji Terimleri Sözlüğü'*nde s:141'deki *Jeomorfoloji* maddesinde jeomorfolojiyi "Yerşekilleri ve onları oluşturduğu yeryüzü görünümleri ile bunları meydana getiren ve değişikliğe uğratan iç-dış etmenleri ve süreçleri disiplinler arası ve sistematik olarak inceleyen yerbilimi dalı", diye tanımlar.

Tevfik ERKAL ve **Barış TAŞ**; 2013'de yayınladıkları *Jeomorfoloji ve İnsan: Uygulamalı Jeomorfoloji* isimli kitaplarında, jeomorfolojiyi "Karalardaki ve su kütleleri (okyanus ve denizler) altındaki yerşekillerinin oluşumunu, gelişimini, kökenini, türlerini,

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

coğrafi dağılımı ve sınıflandırılmalarını, birbirleriyle ilişkilerini inceleyen bir bilimdir" diyerek tanımlamışlardır.

Bize göre, bu tanımların içerisinde günümüze uyarlanabilecek en yakını, Sırrı Erinç'in 1982'deki yaptığı jeomorfoloji tanımıdır. Ancak bu tanımda, diğerleri gibi; *göl altı yerşekilleri* eksiktir. Daha doğru bir tanımla şöyle olmalıdır:

***Jeomorfoloji*, karalar üzerindeki ve okyanus, deniz ve göl gibi su kütlelerinin altındaki litosferin yüzeyinde görülen yerşekillerini inceleyen, oluşum ve evrimlerini açıklayan, bunları sınıflandıran, coğrafik yayılış ve gruplanmalarını nedenleriyle birlikte araştıran bir bilim dalıdır.**

Jeomorfolojik araştırmalar yapılırken birçok bilim dalından yararlanılır. Jeoloji, petrografi (=taş bilimi), paleontoloji (fosil bilimi), sedimantoloji (=Tortulbilim), tektonik (=Yerkabuğu hareketleri bilimi), jeofizik, jeokimya, jeodezi, klimatoloji, kartoğrafya, pedoloji (toprak bilimi), orman, ziraat, çevre, harita mühendisliği, tarih, prehistorya, arkeoloji, tıp gibi ihtisas dalları jeomorfolojinin yararlandığı başlıca bilim dallarıdır.

Jeomorfoloji incelediği topografya konularına göre normal şartlarda altı, detayda ise sekiz alt dala ayrılır: Akarsuların oluşturduğu yerşekillerini **Akarsu Jeomorfoloji (=Flüvyal Jeomorfoloji)**, volkanlar tarafından oluşturulan yerşekillerini **Volkan Jeomorfolojisi**, erimeli/çözünen kayaçlar üzerindeki, özellikle de kireçtaşları üzerinde oluşan yerşekillerini **Karst Jeomorfolojisi**, kurak ve yarıkurak bölgelerde yeralan yerşekillerini **Kurak ve Yarıkurak Bölgeler Jeomorfolojisi**, buzullar tarafından oluşturulan yerşekillerini **Glasiyal (=Buzul) Jeomorfolojisi**, buzul çevresi bölgelerde yeralan yerşekillerini **periglasyal (=buzul çevresi) jeomorfolojisi**, okyanus, deniz ve göl kıyılarındaki yerşekillerini **Kıyı Jeomorfolojisi**; göl altı ve denizaltındaki yerşekillerini **Denizaltı / Göl altı Jeomorfolojisi** inceler.

1.2. Yerşekillerinin Oluşumu ve Gelişimi:

Yer'in yüzeyinde görülen ve daha çok "*Topografya şekilleri*" diye adlandırılan yerşekillerinin oluşumu ve evrimi, karmaşık ve aynı zamanda çeşitli etken ve süreçlerin bir sonucudur. Bu nedenle, jeomorfoloji alanında uzmanlaşmak ve iyi bir jeomorfolog olabilmek için yerbilimleri ailesindeki çeşitli bilim dallarının kapsamına giren kayaçlar ve mineraller,

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

manyetizma, tektonik gibi temel konuları iyi bilmek gerekir. Yerşekillerinin karmaşık doğasını ve hangi etkenlere bağlı olarak oluştuklarını ve geliştiklerini Gilbert ve Davis'e göre Erinç şu formülle belirtir:

Topoğrafya Şekilleri = f (Yapı + Süreç + Zaman)

Bu formül, aşağıda maddeler halinde yorumlanmıştır (Erinç, 1982, 2000, 2012, 2015):

1.2.1.Yapı'nın Rolü: Yukarıda formüldeki yapı terimi, geniş anlamda, gerek herhangi bir sahada yerkabuğunun tektonik yapısını, gerekse litolojik yapısını kapsayacak şekilde kullanılır. Topoğrafya şekillerinin ilksel biçimi, özellikleri ve evrimleri, bu şekildeki tanımlanan yapısal etkenlere sıkı sıkıya bağlıdır. Gerçekten de yatay, monoklinal, kıvrımlı, kırıklı, şariyajlı, havza, kubbe (dom) ve diskordant yapı gibi farklı yapılar, jeomorfolojinin bir kuralı olarak farklı topoğrafya şekillerinin ya da farklı topoğrafya fasiyeslerinin meydana gelmesini sağlar.

Yatay yapı söz konusu olunca tabakalar, genellikle tek bir formasyona dayalı, yatay ya da yataya yakın 0-5° arasında tortullaşmış kayaçlardan oluşmuştur. Zaman zaman direnç farklarından dolayı sert-yumuşak tabakaların ardalanmaları da gözlenir. ABD'de Kolorado Kanyonu **(Foto 1)**, Silifke-Mut arasında Göksu Kanyonu bu yapının örnekleridir.

Monoklinal yapı (Bir tarafa eğimli kayalardan meydana gelen yapı) ise, tabakaların bir yöne 5° den daha fazla eğime sahip olduğu tabakaların oluşturduğu yapısal şekillerdir. Dünya'dan ABD-Kaliforniya'daki Vasqez kayalarının, Çin'in kuzeybatısındaki Gansu eyaleti Zhangye kenti yakınlarındaki Zhangye Jeoloji Parkı'ndaki kumtaşlarının **(Foto 2)**, ülkemizde ise Beypazarı kireçtaşlarının ve Çorum'un Uğurludağ ilçesinde bulunan flişlerin oluşturduğu yapısal şekiller monoklinal yapılara örnek olarak verilebilir.

Kıvrımlı yapı, yandan gelen basınçların etkisiyle tabakaların dik, eğik, yatık, devrik biçimde çeşitli şekillerde kıvrımlanan tabakalardan oluşan yapılardır. ABD'de Appalaş Dağları, Avrupa'da Jura Dağları, İran-Irak sınırındaki Zağros Dağları, Hindistan kuzeyindeki Himalayalar ile ülkemizde Toros Dağları kıvrımlı yapıya örnektir **(Foto 3)**.

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

Kırıklı yapı (Faylı yapı), tabakaların biribirlerine göre yer değiştirme hareketine dayalı oluşan yapılardır. Düşey **(Foto 4 a)**, ters, yanal, oblik, grabenleşme, transform hareketlerle oluşabilirler. ABD'deki San Andreas Fay Zonu, Yeni Zelanda'da Alp Fayı Zonu, Afganistan'da Herat Fayı Zonu, ülkemizdeki Kuzey Anadolu Fay Zonu **(Foto 4 b)**, Doğu Anadolu Fay Zonu'ndaki şekiller bu yapının çeşitli örneklerini oluşturur.

Şariyajlı yapı, bir tabakanın diğer tabakaların üzerine çok dar bir açı ile bindirme hareketi sonucu oluşan yapılardır. İngiltere'de Devon Bölgesi, ülkemizde ise Burdur şariyajı bu yapılara örnektir **(Foto 5)**.

Kubbe yapı (Dom yapı), alttan gelen iç kuvvetlerin etkisiyle tabakaların merkezden çevre doğru eğimli olduğu yapılardır. Güney İngiltere'deki Weald domu, ABD'deki Güney Dakota-Wyoming eyaletleri sınırındaki Black Hill Domu **(Foto 6)**, Utah'daki Navajo Domu, Fransa'da Normaniya-Picardie sınırındaki Pays de Bray Domu, ülkemizden Diyarbakır'ın 60 km kuzeybatısındaki Hacertun (Hazro) Domu, Bursa'daki Yenişehir Havzasının güneydoğusundaki Kendirli Domu kubbe yapılara örnek oluşturur. Bunlar, genelde nadir görülen yapısal şekillerdir.

Havza yapı (Çanak şekilli yapı), tabakaların bir havzaya, çanağa, tabana doğru eğimlenmiş şekillerinden oluşan yapılardır. Dünya'daki ve ülkemizdeki çanak şekilli yerşekillerinden gerek tektonik, gerekse karstik topografya şekilleri havza yapılara örnek oluşturur. Muğla Polyesi, Erzincan Havzası **(Foto 7)** gibi.

Diskordant yapı (Uyumsuz yapı), farklı her türdeki formasyon ve tabakaların aşınım süreçleri tarafından aşındırılması ve sonuçta ortaya çıkan uyumsuzluk yüzeyinin genellikle bir örtü deposu ile örtülmesiyle oluşan yapılardır. ABD'de Addison'da Pinnacle Ulusal Parkı ve Çatalca-Kocaeli Yarımadası **(Foto 8)** bu yapılara örnektir.

Bu arada, bu yapıların sadece biri topografya üzerinde görülebilen yapısal bir jeomorfoloji şekil oluşturacağı gibi, birden fazla sürecin ardarda sıralanarak oluşumuyla çok evrede oluşmuş polijenik topografyalar meydana gelebilir. Örnek olarak; yatay yapılı bir saha önce kıvrılabilir, ardından yer yer kırıklara vasıtasıyla faylı bir yapı kazanır. Sonrasında bir

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

uyumsuzlukla üzeri yeni gelen örtü depolarıyla kaplanarak diskordant yapılara dönebilir. İstanbul Boğazının doğu ve batısında uzanan Çatalca-Kocaeli Yarımadası böyle bir jeolojik evrimle günümüze kadar ulaşmıştır.

Bu formüle göre; doğaldır ki, **kaya** (=kayaç)'**ların tabiatı** da önemlidir. Oluşumlarına göre mağmatik, tortul ve metamorfik kayaların iyi bilinmesi ve tanınması gerektir. Kalker **(Foto 9)** ve jips gibi kolay eriyen veya lös ve granit gibi belirli özellikleri olan kayalar, özel topografya tipleri oluştururlar. Bu nedenle ülkemizde Toroslarda kalker karstı, Sivas çevresinde jips karstı gelişmiştir. Lösler, daha çok Orta Avrupa'daki Almanya ve Macaristan ovalarında, bir de Çin ve Moğolistan çöllerinin kenarlarında gelişmiş kumdan daha ince mikron boyutundaki unsurların sedimantasyonu ile meydana gelen özel bir topografyadır. "Tor topografyası" ise granitlere has oluşabilen bir şekillenmedir **(Foto 10)**.

Foto 1 - Yatay yapılı tabakalardan oluşmuş Kolorado Kanyonu, UTAH-ABD (www.traveltourismblog.com).

Foto 2 - Çin'in kuzeybatısındaki Gansu eyaletindeki "Zhangye Jeoloji Parkı"nda kumtaşı tabakalarından oluşmuş monoklinal yapı (www.evacation.org).

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

Foto 3 – Kaliforniya'da San Andreas Fayı yakınlarındaki bir kıvrımlı yapı (Carrizo Ovası mevkii - USGS).

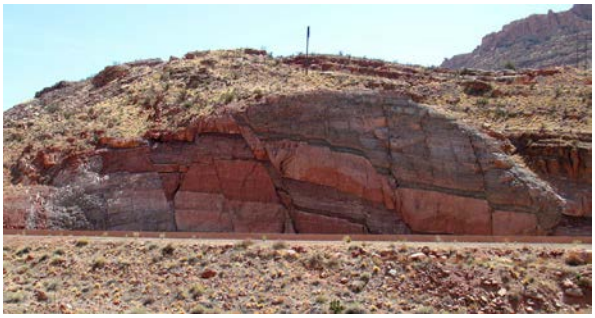


Foto 4 a ve b – a) Düşey atımlı normal faylar (solda); b) 17 Ağustos 1999 Marmara Depreminde İzmit-Maşukiye'de Kuzey Anadolu Fayı'nda oluşan yanal faylanmalarla
tren raylarının ötelenmesi (sağda)(Basından).

Foto 5 – Burdur Şariyajı (Bindirmesi).

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

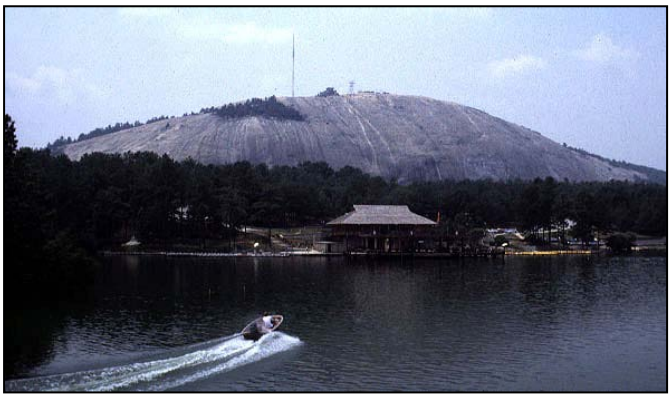


Foto 6 - ABD'deki Appalaş Dağlarında bir dom (kubbe) yapı (http://academic.emporia.edu/aberjame/struc_geo/appalach/appalach.htm)

Foto 7 – Çanak yapılara bir örnek: Erzincan Havzası (www.erzincan-bld.gov.tr).

Foto 8 - Ümraniye-Şile karayolunda Kocaeli Penepleni ve diskordant yapı (Ahmet Ertek arşivi, 2013).

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

İç ve Doğu Anadolu'nun volkanik yapılarının, İç Anadolu'nun yatay Neojen depolarından oluşan platolarının ve kısmen karstlaşmanın, horst ve grabenlerle parçalanmış Ege Bölgesinin ve önemli ölçüde neredeyse tamamı karstlaşmış batı ve Orta Torosların farklı topografya sahalarına karşılık gelmeleri, yapı ve litoloji ile topografya şekilleri arasındaki bu sıkı ilişkilerin bir sonucudur. Yapı, tabaka doğrultusu ve zayıf direnç sahaları ile vadi kuruluşuna da yol göstererek akarsu (flüvyal) topografyasının evriminde belirgin rol oynar. Örtüden temele gömülerek oluşmuş sürempoze vadilerde, eski örtü depoları göz önüne alınır.

Sonuç olarak, çeşitli yapıların oluşumu ve karakterleri, kayaların morfolojik bakımdan önemli özellikleri hakkında bilgi edinmek, yerkabuğunun malzemesini ve onun mimarisi olan *yapı tipleri*'ni tanıyacak ve yorumlayacak bilgiye sahip olmak, jeomorfolojinin açıklamalı olması için şarttır. Her uzman jeomorfoloğun bu şartları taşıması gerektir.

Foto 9 – İç Anadolu'da Tuz Gölü güneyindeki Obruk Platosunda göl kalkerlerinde oluşmuş obruklardan biri: Kızören Obruğu (Muhammed Zeynel Öztürk arşivi, 2015).

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

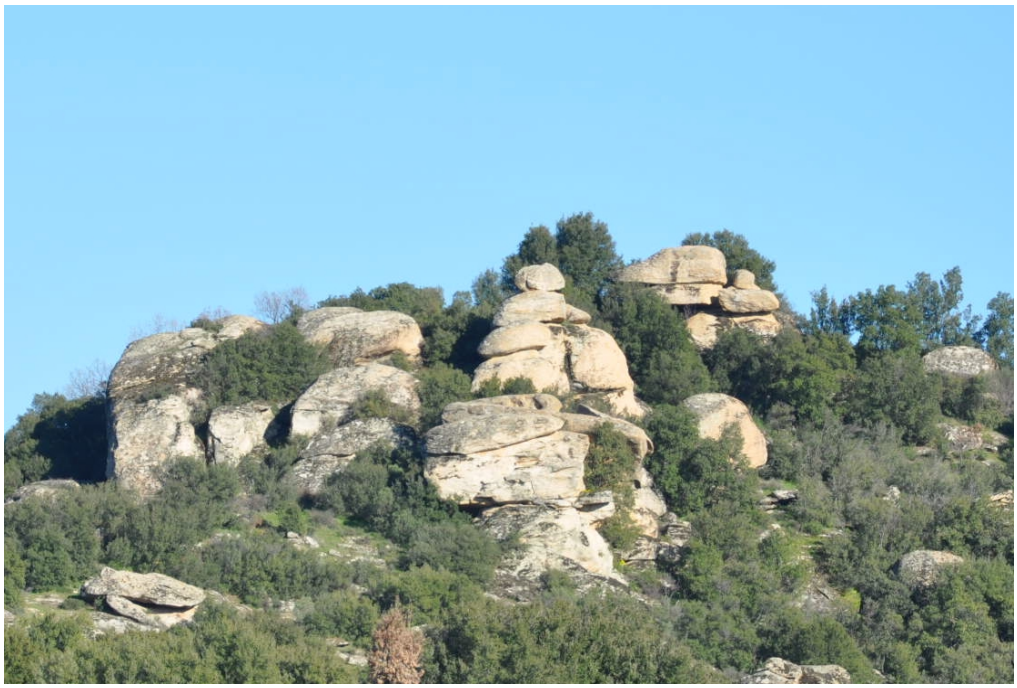


Foto 10 – Aydın-Çine'de volkanitlerden granitlerin ayrışmasıyla oluşan Tor topografyası (Ahmet Ertek arşivi, 2014).

1.2.2. Etken ve Süreçlerin Rolü: Topoğrafya şekillerinin bağlı olduğu ikinci unsur, etken ve süreçlerdir. Morfolojik *etken* adı altında, yerkabuğunu oluşturan malzemeyi aşındıran, meydana gelen enkazı taşıyan ve çökelten **doğal etkenler** anlaşılır. Örneğin; akarsular, buzullar (glasiyeler), rüzgârlar, dalgalar ve akıntılar birer morfolojik etkendir. Bunun yanında, morfolojik anlamda *süreç*, yüzey şekilleri üzerinde mekanik (fiziki) ve kimyasal yollarla değişikliklerin meydana gelmesine neden olan olayları kapsar. Kayaların sıcaklık farkları veya dalga aşındırması sonucunda çözülüp ufalanması, kimyasal değişikliklere uğrayarak çözülmeleri veya erimeleri, arazinin vadilerle belirli şartlara göre değişen bir şekilde işlenmesi, gevşek kumların rüzgârla havalandırılmaları vb.'leri gibi hepsi birer süreçtir. Bu bakımda gerek etkenleri ve gerekse bunlara bağlı olarak meydana gelen süreçleri oluşumlarına göre iki gruba ayırmak gerekir: 1- İç etkenler ve süreçler, 2- Dış etken ve süreçler'dir.

Yeryuvarın iç kesiminden kuvvet kaynağını alan etken ve süreçlere, ***iç etken ve süreçler*** denir. Yerkabuğunun çeşitli hareketlerinden olan kıvrılmalar, kırılmalar, epirojenik çanaklaşma, kubbeleşme veya çarpılmalar, depremler ve volkanizma iç etken ve süreçleri meydana getirir. Bunlar topografya şekilleri üzerinde üç şekilde etkili olur:

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

1-Daha çok yapıcı ve kurucu olarak,

2-Çeşitli yapıları, morfolojik evrimin ilksel hareket noktası olarak belirleyerek,

3-Topografyanın işlenmesi sırasında ortaya çıktıklarında evrimde kesintilere ve karışıklıklara yol açarak.

Kuvvet kaynağını yeryuvarın iç kısmından almayıp, güneşe bağlı planeter faktörlerle oluşan etken ve süreçlere ise; ***dış etken ve süreçler*** adı verilir. Su, buz ve rüzgâr, bu etkenlerin en önemlileridir. Bunların enerji kaynağını sonuç olarak, güneşten gelen enerjiye bağlamak mümkündür. Bunların aktivitesi yerçekimi etkisi altında meydana gelir. Bununla birlikte yerçekimi, morfolojik bir etken sayılmaz. Çünkü yerçekimi, başlı başına aşındırıcı, taşıyıcı ve çökeltici bir unsur değildir. Bütün dış etken ve süreçler, iç etken ve süreçlerle yerkabuğu üzerinde meydana getirilmiş şekilleri aşındırmak, parçalamak, silikleştirmek ve genel olarak araziyi deniz seviyesine yakın bir seviyeye ulaştırmak üzere alçaltmak eğilimi gösterirler. Bu nedenle, daha çok yapıcı bir nitelik sunan iç etken ve süreçlerle, daha çok parçalayıcı bir nitelik gösteren dış etken ve süreçler arasında sonuçta büyük bir fark vardır.

Dış etkenlerin yerkabuğu ve onun malzemesi üzerinde etkileri, birbirinden farklı süreçler aracılığı ile oluşur. Bunlar *statik (durağan=yerinde oluşan) süreçler ve mobil (hareketli) süreçler* olarak ikiye ayırmak mümkündür. Bunun yanısıra, belli süreçlerin hakim olduğu sahalar veya *morfojenetik bölgeler* çerçevesinde toplamak da mümkün olabilir. Bu sahalar, belirli şekillerden oluşmuş şekil gruplarının varlığı ile belirlenmiştir. Bununla birlikte, hem statik hem de mobil süreçler bakımdan kesin sınırlar çizmek hemen hemen imkânsızdır; birbirleriyle geçişli olabilir. Bazı süreçler, yerkabuğunu oluşturan malzemenin yerinde herhangi önemli bir değişikliğe neden olmadan etkilerler. Yani, sürecin etkisi altında meydana gelen oluşuklar, aşağı yukarı eskiden bulundukları yerlerini korurlar, yer değiştirmezler. Bu tür süreçlere ***statik süreçler*** denir. Çözülme ve ayrışma **(Foto 11)**, erime, toprak oluşumu gibi süreçler yerinde oluşan ve yer değiştirmeyen statik süreçlerdir. Buna karşılık bazı süreçler, maddenin yer değiştirmesine neden olurlar. Bunlar, yerkabuğuna ait malzemenin bir kısmını alır, taşır ve belli bir yerde bırakarak biriktirir. Heyelan ve kütle hareketleri **(Foto 12)**, sürünme, soliflüksiyon olayları, akarsular ve glasiyeler (buzullar) ile meydana gelen taşınmalar ve biriktirmeler, dalgaların kıyıda yaptıkları parçalanma, taşıma ve biriktirme faaliyetleri bu gruba girer. Bu tür hareketli olan süreçlere de ***mobil süreçler*** denir.

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

Yeryüzünün şekillenmesi bakımından statik ve mobil süreçler elbirliği yapmışlardır; sanki aralarında iş bölümü vardır. Statik süreçler, yerkabuğunu oluşturan malzemeyi kolayca taşıyacak bir hale getirmek suretiyle hazırlarlar. Mobil süreçler ise, bu hazırlanmış maddelerin taşınması ve başka yerlerde depo edilmesini sağlarlar. Bu iş bölümünün herhangi bir safhasında aksaklık veya değişiklik, diğer safhalar üzerinde derin değişikliklere yol açar. Aşınmanın devamı için statik ve mobil süreçlerden olan her iki süreç grubunun da faaliyetlerine devam etmesi gerekir.

Gerek statik, gerekse mobil süreçlerin ve bunlar aracılığıyla etkiyen etkenlerin çeşitliliği ve hatta, aynı süreç ve etkenin etki derecesi dünya üzerinde bir sahadan diğerine ve aslında iklime bağlı olarak geniş ölçüde değişir. Bu nedenle, belirli süreçlerin ve etkenlerin etkin olduğu ve şekillenme bakımından ön plana geçtikleri morfojenetik bölgeler meydana gelmiş olur. Çöl bölgeleri ile periglasyal sahalar, nemli tropikler ile yarıkurak bölgeler, glasyal bölgelerle flüvyal bölgelerin etkili olduğu sahalar arasında topografya şekilleri bakımından mevcut büyük farklar, etkenlerin ve süreçlerin yeryuvar üzerinde belli coğrafik dağılış göstermesine bağlı olarak meydana gelmiş şekil gruplarından olmasından ileri gelir.

Foto 11 – Ayrışma: Su noksanı sebebiyle yıkanmanın az olduğu kurak bölge topraklarından demiroksitli kırmızı renkli lateritik toprakların yerinde (statik süreçlerle) oluşumu (http://simcag.com/site/component/content/article/10-toprak/6-toprak-cesitleri.htlm).

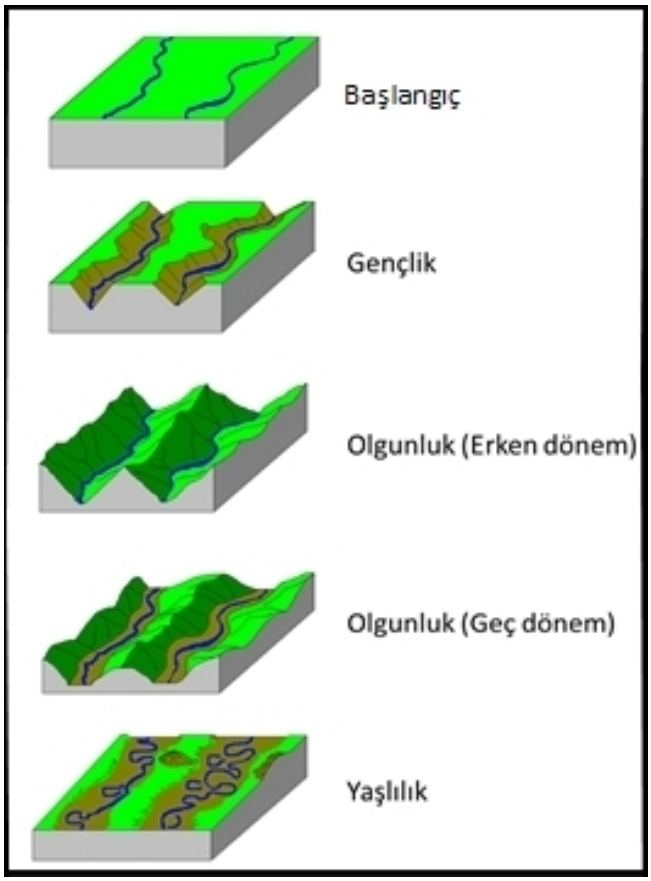
Ücretsiz PDF Kitap Arsivi - https://rantey.org

Foto 12 – Keelung'ta 26.4.2010'da oluşan deprem sonrasındaki bir otoyol heyelanının hareketli süreçlerden mobil süreçler neticesi oluşumu (Taipei-Taiwan, Güneydoğu Asya) (www.chinadaily.com.cn).

1.2.3. Zamanın Rolü: Topografya şekillerinin özelliklerini belirleyen üçüncü unsur zaman'dır. Zaman unsuru, çeşitli yollardan etki eder. Herşeyden önce zamanın, süre ile doğru orantılı artan kümülatif etkisi üzerinde durmak gerekir. İç ve dış olaylardan birçoğunun meydana getirdikleri değişikliklerin temposu çok yavaştır. Bu nedenle, ilk bakışta bunların yerkabuğunu değiştirme ve şekillendirmedeki rolleri küçümsenebilir. Küçük bir akarsuyun, günümüz içinde aktığı geniş ve derin vadiyi kazmış olabileceği veya büyük yükseltilere ulaşan sıradağların dış olaylarla deniz seviyesine kadar alçaltılabileceği hakkında şüpheler uyanabilir. Fakat, çok yavaş bir tempoyla gelişen süreçlerin gücünü değerlendirebilmek için bunların binlerce hatta milyonlarca yıl süren faaliyetlerinin birikmiş etkisini dikkate almak gerekir. Örneğin; dış olaylarla yılda ancak 0,5 milimetre kadar aşınan 4000 metre yükseklikteki bir sıradağın uğradığı değişiklik ve alçalma, yaşadığımız süreçte kuşaklar boyunca fark edilemez. Oysa bu tempoda bir aşınma, basit bir hesabın ortaya koyacağı üzere 8 milyon yıl sonra 4000 metre yükseklikte sıradağın deniz seviyesine kadar alçaltılmasına neden olur. Demek ki, şekillendirici olayların ilk bakışta azmış gibi görünen küçümsenen etkileri, uzun süre sonunda oldukça yüksek ölçülere erişerek büyük değişikliklere yol açar. Dünyamızın yaşı ise, bu gibi değişikliklerin birkaç kez meydana gelmesine yetecek kadar uzundur ve 4,5 milyar yıldır. Bunlara dayanarak; zamanın etkisi süre ile doğru orantılıdır.

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

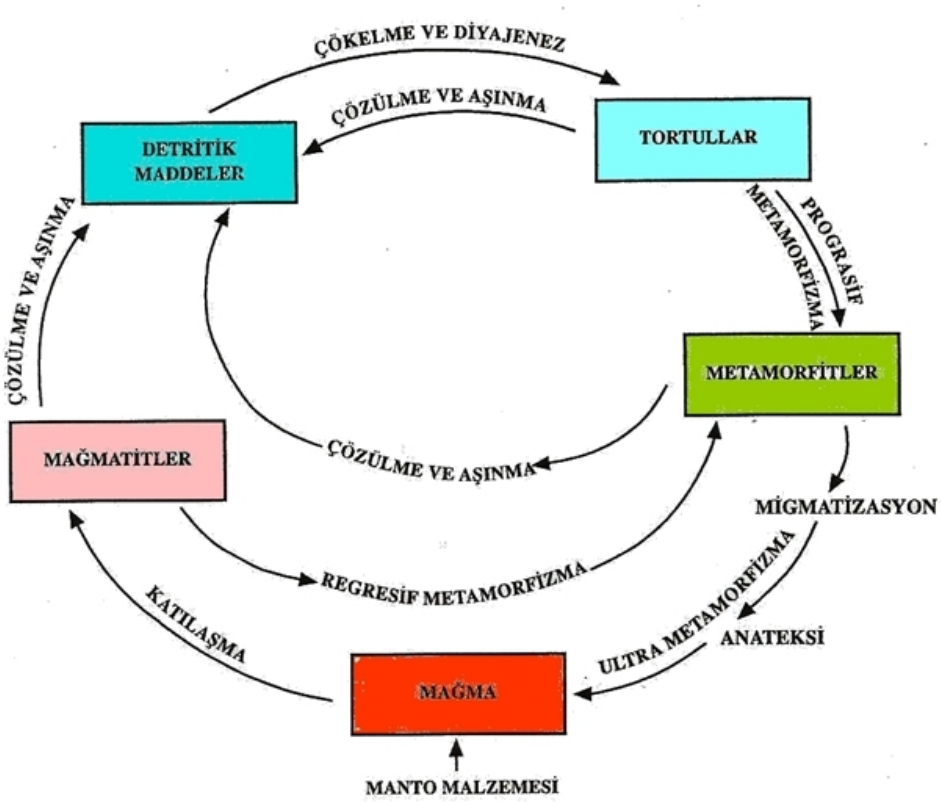
Belli bir yapı tiplerinin ve çeşitli litolojik özellikteki sahaların dış etken ve süreçlerle uğrayacakları değişiklikler, süre arttıkça derin ve köklü olur **(Şekil 1)**.



Şekil 1 – Flüvyal topografyada aşınım döngüsü
(http://www.uwgb.edu/dutchs/earthsc202notes/erosion.htm'düzenlenerek).

Yerkabuğu ve onu oluşturan maddeler, zamanın akışı anında devamlı bir değişim halinde bulunurlar. Örneğin, yeryuvarın iç kısımlarında yeryüzüne doğru yükselerek orada katılaşan magmatik bir kaya, süre yeterli olduğunda zamanla çakıl, kum, kil gibi unsurlara ayrılır. Bunlar dış etkenlerle taşınır, derin denizler gibi büyük çökelme havzalarında biriktirilir ve orada tortul kayalar haline dönüşürler. Bunlar iç kuvvetlerle ya yeniden yeryüzüne çıkar ve tekrar aşınmaya uğrarlar; ya da yerkabuğunun altında metamorfizmaya uğrar ve metamorfik kayalar haline geçerler. Metamorfizma bazen daha şiddetli olur ve bunun sonucunda eski tortullar granite dönüşür. Metamorfik kayalar ve granitler de zamanla yine dış olayların etkisi altında yeniden çözülerek, aşınarak tekrar çakıl, kum ve kile dönüşürler. Böylece zamanın akışı anında yerkabuğunda madde, çeşitli şekiller alarak dolaşır ve bu sırada yerşekilleri de değişikliğe uğrar **(Şekil 2)**.

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



Şekil 2 – Yeryuvarın yüzeysel kısımlarda madde dolaşımı. Yerşekillerinin oluşumu ve gelişimi, yerkabuğundaki bu madde dolaşımı ve değişimine karşılıklı sebep-sonuç ilişkisine bağlı olarak meydana gelir
(Erinç, 2000: 7'den renklendirerek).

Zamanın yeryüzünün şekillenmesi üzerindeki dolaylı etkilerinin bir kısmı da **kesinti ve karışıklıklarla** meydana gelir. Çünkü zamanın akışı sırasında gerek etken ve süreçler, gerekse yapı kavramı içinde yorumlanan şartlar aynı kalmayabilir. Bunlar; iklim değişimleri, yerkabuğu hareketleri, deniz seviyesi oynaması gibi sebeplerle, aynı sahada değişikliklere uğrayabilirler. Dolayısıyla bir sahadaki **klimatik, tektonik, östatik hareketler'**in oluşturduğu değişikliklerin jeomorfolojik şekiller üzerindeki farklılaşmasına dikkat etmek gerekir. Böylece belli sahaların tektonik durumunda, yükselti ve eğim şartlarında değişiklikler meydana gelebileceği gibi, dış etken ve süreçlerin coğrafi yayılışı ve etki sahaları da değişebilir, sahalarda kaymalar oluşabilir. Bunun sonucunda topografya şekillerinin evriminde duraklamalar, kesintiler ve karışıklıklar meydana gelir. Bu şekillenme aşaması sona eremeden durur ve değişen

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

şartlara göre bir yenisi başlar. Bu yeni aşamada şekillenme, eskisinden farklı etken ve süreçler altında meydana gelebilir. Böylece, uzun bir zaman söz konusu olunca, sahaları birbirinden belirgin bir şekilde ayrı olan etken ve süreçlere ait şekiller ve etkiler, zamanın akışı sırasında bunların faaliyet sahalarında meydana gelen taşmalar veya kaymalar sonucunda da aynı noktada üstüste veya yanyana görülebilirler. Bu şekilde aslında birbirine, saha dolayısıyla yabancı şekillerden oluşan **polijenik topografyalar** (çok evreli topografyalar) ortaya çıkar. Örneğin; Konya ile Ereğli arasında uzanan Konya Ovası'nda durum böyledir. Ovanın tabanını, Pleistosen'in nemli bir devrinde oluşmuş olan bir gölün kalın depoları kaplar. Bu plüvyal gölün çevresinde dalgalarla şekillendirilmiş **falezler, kıyı okları, kıyı setleri, göl taraçaları, eski akarsuların delta depoları** yer alır. Bütün bu plüvyal şekiller, sahayı günümüzde yarıkurak şartlar altında şekillendiren etken ve süreçlere, bu arada Karapınar çevresinde büyük bir şiddete erişen rüzgâr etkilerine ve onun sonucu olan kumul topografyasına tamamen yabancıdır ve ancak çok yakın bir geçmişin değişik şartları dikkate alınırsa paleocoğrafya bakımından açıklanabilir. Zaman unsurunun, özellikle zamanın akışı sırasında meydana gelen bu çeşit değişikliklerin morfolojik etkileri, yine de gerektiği ölçüde dikkate alınmamıştır. Oysa, bugün kayalar yüzeyinin büyük bir kısmının topografya özellikleri, çok yakın sayılabilecek bir jeolojik geçmişte, yani günümüzden 2,8 milyon – 11.000 yılları arasında gerçekleşen **Buzul Devri**'nde meydana gelen büyük ölçüde iklim değişimleri, iklim kuşaklarında ve onlara bağlı olarak morfolojik etken ve süreçlerin etki sahalarında kendini gösteren saha kaymaları ve taban seviyesi değişiklikleri ile çok yakından alakalıdır. Topografya şekillerinin incelenmesine geçmeden önce, gerek doğrudan doğruya zaman unsuru, gerekse zamanın akışı sırasında meydana gelmiş ve yeryüzü üzerinde çok derin izler bırakmış olan iklim ve taban seviyesi değişiklikleri hakkında da fikir sahibi olmak gerekir.

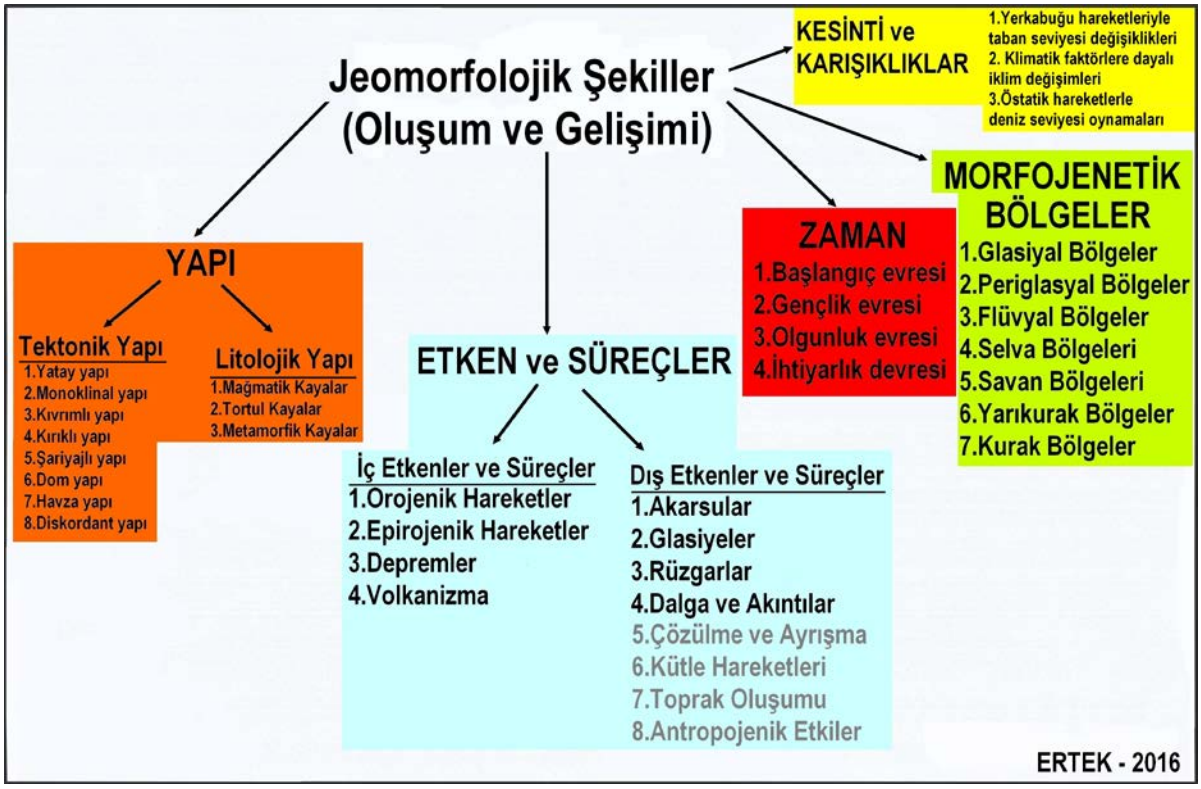
Konuyu tamamlarken; bir önceki bahiste Gilbert ve Davis'e göre Sırrı Erinç de Jeomorfoloji I adlı kitabının baskılarında (Erinç, 1982, 2000, 2012, 2015) jeomorfolojik şekillerin oluşum ve gelişimini şu formülle belirtmişti:

Topoğrafya Şekilleri = f (Yapı + Süreç + Zaman)

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

Konu itibariyle, biz de bu üç unsuru yukarıda gerekçeleriyle açıklamıştık. Lakin bu formülün bir tabloya dönüştürülmesi halinde jeomorfolojik şekillerin açıklanmasında **yapı, süreç** ve **zaman**'a ilave olarak; yukarıda satır aralarında kalmasında rağmen; Erinç'in görüşüne katılarak buna Peltier'e göre **morfojenetik bölgeler**'i (Erinç 2000: 320-321) ile **doğadaki kesinti ve karışıklıklar**'ın da eklenmesini faydalı görüyoruz **(Tablo 1)**.

Tablo 1 – Jeomorfolojik Şekillerin Oluşum ve Gelişim Tablosu.



Dolayısıyla, **Tablo 1**'deki oklar jeomorfolojik şekillerden her bir unsura doğru uzanmasına rağmen okların çift yönlü işletilmesi daha doğru olacaktır. Her bir şeklin gelişiminde, unsurlarında kombinasyonundan şekillerin oluşup gelişeceği bir gerçektir. Yatay yapılı, kurak bölge koşullarında bulunan göl tortullarından oluşan ve volkanik faaliyete uğramış, gençlik safhasında bulunan bir sahada yerkabuğu hareketlerine dayalı tekrar yeniden volkanik faaliyetler gerçekleşebilir ve tortullarla aratabakalı volkanik akıntıların izleri görülebilir. Örneğimizi daha somut bir saha üzerinde vermek gerekirse: Kocaeli Yarımadası,

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

bu kombinasyona bir diğer örnek oluşturabilir. Yarımada günümüzde neredeyse deniz seviyesine kadar aşındırılmış ve peneplenleşmiş sahalara bir örnektir. Bu saha aynı zamanda Paleozoik temelden oluşmuş metamorfik kayaların üzerine gelen daha genç tortullar ve en son örtü tabaklarıyla kaplanmış diskordant yapılı bir saha olmasının yanısıra, flüvyal morfojenetik bölge koşullarında akarsular tarafından işlenmiş, yerkabuğu hareketleriyle taban seviyesinde değişikliklerin meydana geldiği ve akarsuların ihtiyarlık safhasındaki bir sahada yeniden işlev kazanarak gelişimde kesintilere uğrayarak gençleşmiş sahalara bir örnek oluşturur. Dahası deniz seviyesi değişimlerine dayalı östatik hareketlerle Kocaeli Yarımadası kıyılarında eski deniz seviyelerini gösteren denizel taraçalara da rastlanır. Bu da sahadaki hem tektonik hem de östatik hareketlere karşılık gelir (Ertek 1995). Bu tabloya birkaç unsur daha ilave edilebilir: **Enlem, yükselti, eğim** ve **bakı**. Ancak bunlar daha küçük alanlı sahaları kaplayacağından burada detaylandırılmadan göz ardı edilmiş ve ilerideki konulara bırakılmıştır.

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

Uygulamalar

Konu ile ilgili kitapları gözden geçiriniz.

Konu ile ilgili internet sitelerine başvurunuz.

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

Uygulama Soruları

Konu ile ilgili kitapları gözden geçirdiniz mi?

Konu ile ilgili internet sitelerine başvurdunuz mu?

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

Bu Bölümde Ne Öğrendik Özeti

İlk konuda Jeomorfoloji'nin farklı tanımları ve günümüzde kullanıldığımız tanımlar yapılarak, öğretilmiştir. Yerşekillerinin Oluşumu ve Gelişimi anlatılmış ve yapı, etken-süreçler ve zaman faktörleri üzerinde durulmuştur. Konu görsellerle desteklenerek sunulmuştur.

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

1.Bölüm Soruları

1- Yerşekillerinin karmaşık doğası aşağıdaki formüllerden hangisine bağlıdır?

a) *Topoğrafya Şekilleri = f (Yapı + Süreç + Zaman)*

b) *Topoğrafya Şekilleri = f (Yapı + Etken + Zaman)*

c) *Topoğrafya Şekilleri = f (Yapı + Süreç + Etken)*

d) *Topoğrafya Şekilleri = f (Yapı + Dinamik Süreçler + Zaman)*

e) *Topoğrafya Şekilleri = f (Yapı + Dinamik Süreçler + Etken)*

2- Morfoloji terimi ilk kez …… isimli yazarın, …… tarihli "*Lehrbuch der Geognosie* (tr: Jeoloji Kitabı)" isimli kitabından kullanılmıştır.

a) W.Penck - 1924
b) de Margerie - 1886
c) McGee - 1888
d) W.M.Davis - 1909
e) K.F.Naumann - 1858

3- Dış etkenlerin yerkabuğu ve onun malzemesi üzerinde etkileri, birbirinden farklı süreçler aracılığı ile oluşur. Bu nedenle "Dış Süreçler" 2 grupta toplanır. Bunların isimlerini aşağıdaki boşluğa yazınız.

a) ……. **b)…….**

4- Aşağıdakilerden hangisi dış etkenlerden biri değildir?

a) Buzullar
b) Akıntılar
c) Faylanma
d) Akarsular
e) Dalgalar

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

5- Yerkabuğunun 8 çeşit tektonik yapısı bulunur. Bunları **sıralayınız.**

6) Yeryuvarın iç kesiminden kuvvet kaynağını alan etken ve süreçlere, ***iç etken ve süreçler*** denir. Yerkabuğunun çeşitli hareketlerinden olan kıvrılmalar, kırılmalar, epirojenik çanaklaşma, kubbeleşme veya çarpılmalar, depremler ve volkanizma iç etken ve süreçleri meydana getirir. Bunlar topografya şekilleri üzerinde üç şekilde etkili olur:

1-Daha çok yapıcı ve kurucu olarak,

2-Çeşitli yapıları, morfolojik evrimin ilksel hareket noktası olarak belirleyerek,

3-Topografyanın işlenmesi sırasında ortaya çıktıklarında evrimde kesintilere ve karışıklıklara yol açarak.

Yukarıdaki ifadeye dayalı olarak aşağıdakilerden hangisi bir iç etken ve sürece örnek oluşturur?

a) Bartın Seli
b) Etna volkanının püskürmesi
c) Kilimanjaro Dağındaki buzulların erimesi
d) Büyük Sahra'daki kum fırtınası
e) Gulf Stream sıcaksu akıntısının Batı Avrupa kıyılarını etkilemesi

7- Aşağıdakilerden hangisi iç etkenlerden biri değildir?

a) Epirojenez

b) Çanaklaşma

c) Volkanizma

d) Çözülme

e) Orojenez

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

8- Jeomorfoloji disiplininde 8 çeşit topoğrafya vardır? Bunları **sıralayınız.**

9- Uyumsuz yapı da denilen; farklı her türdeki formasyon ve tabakaların aşınım süreçleri tarafından aşındırılması ve sonuçta ortaya çıkan uyumsuzluk yüzeyinin genellikle bir örtü deposu ile örtülmesiyle oluşan yapılardır. İfadesine dayalı hangi yapının genel açıklaması aşağıdaki yapılmıştır?

a)Faylı Yapı b)Dom Yapı c)Kırıklı Yapı d)Diskordant Yapı e)Şariyajlı Yapı

10) Litolojik Yapı'yı oluşturan 3 önemli kaya grubunun ismini yazınız.

a) …… b)……. c)…….

Cevaplar:

1- a) *Topoğrafya Şekilleri = f (Yapı + Süreç + Zaman)*

2- e) K.F.Naumann - 1858

3- a) Mobil süreçler, **b)**Statik Süreçler

4- c) Faylanma

5- 1)Yatay Yapı, 2)Monoklinal Yapı, 3) Kıvrımlı Yapı, 4) Kırıklı Yapı, 5) Şariyajlı Yapı, 6)Dom Yapı, 7)Havza Yapı, 8)Diskordant Yapı

6- b) Etna volkanının püskürmesi

7- d)Çözülme

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

8- 1)Akarsu Topoğrafyası, 2) Buzul Topoğrafyası, 3) Periglasiyal Topoğrafya, 4)Kıyı Topoğrafyası, 5)Denizaltı ve Gölaltı Topoğrafyası, 6) Volkan Topoğrafyası, 7) Karst Topoğrafyası, 8) Kurak ve Yarıkurak Bölgeler Topoğrafyası.

9- d) Diskordant Yapı

10-a) Mağmatik Kayalar, **b)**Tortul kayalar, **c)**Metamorfik kayalar

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

2.BÖLÜM

JEOMORFOLOJİ'NİN TARİHÇESİ VE JEOMORFOLOJİ'DE FARKLI YAKLAŞIMLAR

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

Bu Bölümde Neler Öğreneceğiz?

2.1. Jeomorfoloji'nin Tarihçesi

2.2. Jeomorfoloji'de Farklı Yaklaşımlar

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

Bölüm Hakkında İlgi Oluşturan Sorular

1- Farklı çağlarda morfolojinin gelişimi nasıl olmuştur?
2- Jeomorfoloji farklı yaklaşımlar nelerdir?
3-Jeomorfolojide neden farklı yaklaşımlar gelişmiştir?

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

Bölümde Hedeflenen Kazanımlar ve Kazanım Yöntemleri

Konu	**Kazanım**	**Kazanımın nasıl elde edileceği veya geliştirileceği**
Jeomorfoloji'nin Tarihçesi ve Jeomorfoloji'de Farklı Yaklaşımlar	Jeomorfoloji'nin Tarihçesi konusu kavratmak ve öğretmek	Metin, sunum ve görselleri izleyerek ve konuyu tekrar ederek
Jeomorfoloji'nin Tarihçesi ve Jeomorfoloji'de Farklı Yaklaşımlar	Jeomorfoloji'de Farklı Yaklaşımlar konusunu kavratmak ve öğretmek	Metin, sunum ve görselleri izleyerek ve konuyu tekrar ederek

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

Anahtar Kavramlar

Jeomorfolojinin tarihçesi, katastrofizm, neptunizsm, plütonizm, aşınım döngüsü devreleri, Thales, İbni Sina, Leonardo de Vinci, James Hutton, William Morris Davis'in görüşleri, yapısal jeomorfoloji, analitik jeomorfoloji, klimatik jeomorfoloji, uygulamalı jeomorfoloji, antropojenik jeomorfoloji

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

2.1. Jeomorfoloji'nin Tarihçesi

Yeni bir dalıymış gibi görülmesine rağmen; jeomorfoloji biliminin tarihçesi, aslında çok uzun bir geçmişi olduğu ve günümüzdeki durumuna, belirli özellikler geçerek geldiği anlaşılır. Diğer özellikleri yanında, bugün her biri ayrı birer disiplin sayılan birçok bilim dalının bir bütün olarak yorumlanması ile nitelendirilebilecek *Antik Çağ'da jeomorfoloji*; tıpki meteoroloji, klimatoloji, astronomi, jeodezi ve jeoloji gibi, o yüzyıllarda yeryuvarın fiziksel ve matematiksel özelliklerine ait bütün bilgileri kapsayan ve böylece antik devirde bugünkü geniş yerbilim ailesini temsil eden **coğrafya**'nın kapsamındaydı. Jeomorfoloji bilimi bakımından bu dönemin başlıca tanıtıcı özelliğini, İlginç bazı gözlemlerin yapılmış olması ve bu gözlemlerin açıklanması konusunda zıt iki temel görüşün varlığı oluşturuyordu Gerçekten de, antik çağın insanı yeryüzünün bazı jeomorfolojik özelliklerini ve bunları oluşturan bazı süreçleri gözlemiştir. Fakat bu morfolojik şekiller ve süreçler genellikle **tanrısal kuvvetler**le açıklanmış, meydana gelen değişiklikler de tanrıların işi sayılmıştır. Örneğin; *Poseidon* (=*Neptunus*) denizlerin ve yeraltı sularının, *Hephaestos* (=*Vulkanus*) yeraltındaki ateşin, *Pluto* (=*Hades*) yeraltı dünyasının tanrıları olarak hakim oldukları alanlardaki olayların, şekillerin ve değişikliklerin etkeni sayılmışlardır. Antik Çağ insanının bu düşünce biçimi, gerek daha sonra Tevrat, İncil ve Kuran'da açıklanan teolojik görüşte, gerekse 15. ve 17. yüzyıllarda hakim olan (1) **Katastrofik teori**'de açıkça yansır. 18. yüzyılın, *Nuh Tufanı* etkisinden kurtulamamış olan ***diluvializm***'in de ve hatta daha bilimsel kimliklerine rağmen, aynı çağdaki ***Plütonist*** ve ***Neptunist okulların*** öğretilerinin temelinde bile Antik Çağ'ın, yukarıda açıklanan yorumlama biçiminin az çok değişikliğe uğramış izlerini görülür, yani tanrısal güçlere dayalı **doğa olayları**, **morfolojik şekiller** ve **değişiklikler**… Antik Çağ'daki yaygın inanışın böyle olmasına karşı; o dönemde bile yerşekilleri ve onları şekillendiren süreçleri bilimsel olarak açıklayanların varolduğu dikkati çeker. Yerşekillerinin tanrıların işi değil, fakat doğal olayların bir sonucu olduğu yolundaki bu bilimsel görüşün bilinen en eski öncüsü ***Thales*** (M.Ö. 624-565)'dir **(Foto 13)**. Buna göre, **bilimsel jeomorfoloji yolunda ilk adımların günümüzden 2500 yıl önce atıldığı kabul edilebilir.** Bilimsel açıklama ve yorumlamalara, daha sonraki yüzyıllarda da bazı temsilciler. Örneğin aşağı Mısır'ı yani deltayı Nil Nehri'nin meydana getirdiğini, dağların yerkabuğu hareketlerine dayalı tektonizma sonucu oluştuğunu, deniz seviyesinin aynı seviyede olmadığını açıklayan ***Herodotus*** (M.Ö. 485-425); Karadeniz kıyılarındaki deltaların akarsu alüvyonları ile nasıl büyüdüğünü, nehirlerin yalnız yağmurlarla değil, fakat daha çok yeraltı sularıyla beslendiklerini, şimdi

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

denizlerle kaplı yerlerin tekrar kara olabileceğini öğreten ***Aristoteles*** (M.Ö. 384-322); ülkemizin karstik alanlarındaki yeraltı drenajına ait gözlemler yapan, deltaların gelişme hızı ile gel-git olayları ve akarsuyun geçtiği alanın litolojik karakteri arasındaki ilişkileri koyan, bazı dağların (örneğin Kula Volkanları) yeraltından çıkan kızgın maddelerin yığılmasıyla meydana geldiğini söyleyen ***Strabon*** (M.Ö. 54-M.S. 25); akarsuların aşındırma güçlerine dikkati çeken ***Seneca*** (M.Ö. 4-M.S. 65); İstanbul Boğazı'nın Akdeniz sularının hücumu ile açıldığını savuna ***Plinius*** (M.S. 23-79) bilimsel jeomorfolojinin Antik Çağ'da yaşamış başlıca temsilcilerinden sayılırlar (Erinç, 2000: 8-9).

Birçok bilim disiplinin için olduğu gibi, jeomorfoloji bakımından da *Orta Çağ*'ın başlıca özelliklerinden biri, o zamanki Hıristiyan ve İslâm kültür dünyaları arasında görülen büyük bilimsel seviye farkıdır. Hıristiyanlığın ortaya çıkışı ve yayılması ile batı aleminde, Antik Çağ'da başlayan bilimsel jeomorfolojik yaklaşım bir kenara itilerek, jeomorfolojik şekillerin aklın gösterdiği yolda değil, fakat İncili'in çizdiği hazır modele göre yorumlanması zorunlu kılınmıştır. Böylece, dünyanın birkaç birkaç günde oluştuğu, yerşekillerinin özel olarak yaratıldığı Nuh Tufanı'nın da M.Ö. 2348 yılında meydana geldiği, kutsal kitabın tartışılması yasak öğretileri olarak belirlenmiştir. 15.-17. Yüzyılda batıda egemen olan ***katastrofizm*** de, aynı düşünce biçiminin biraz değişikliğe uğramış bir ürünü sayılabilir. Bununla birlikte, kilisenin mantık ile bağdaşmayan bu öğretilerine karşı çıkanlar da olmuştur. Bunlardan biri ve en ünlüsü, yalnız sanat alanının en büyük isimlerinden biri değil, aynı zamanda birçok bilim dallarının öncüsü sayılan ***Leonardo da Vinci*** (1452-1519)'dir **(Foto 13)**. Gerçekten de o, flüvyal süreçleri ve bu arada yamaç şekillenmesini incelemiş, vadilerin akarsulara tarafından aşınma ile meydana getirildiklerini ifade etmiş, denizel fosiller içeren kayaları dikkate alarak bir zamanlar denizin karaları kaplamış olduğunu ve bu ilerlemenin zaman bakımından Nuh Tufanı ile farklı dönemlere karşılık geldiğini açıklamıştır. Fakat ne yazık ki, kilisenin bu konularda emrettiği düşünce modeline uymayan görüşlerinden dolayı *da Vinci* kovuşturmaya uğramış ve hayatını ancak vardığı sonuçları yalanlamaya zorunlu kalarak kurtarmıştır. Batının içine daldığı bu koyu karanlığa karşılık, İslam dünyasının birçok bakımlardan Avrupa'nın yüzyıllar sonra ancak erişebildiği çok yüksek bir bilim düzeyine ulaşmış bulunan *Orta Çağ*'da, farklı disiplinlerde olduğu gibi, jeomorfoloji sahasında da önemli ilerlemeler kaydedilmiştir. Bugün için, İslam bilginlerinin bu alandaki bütün görüş ve katkıları hakkında yeterli bilgiye sahip değiliz. Bu araştırılması ve aydınlatılması gereken bir

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

boşluktur. Bununla birlikte, yalnız ***İbni Sina*** (980-1037)'nın **(Foto 13)** vardığı ve öğrettiği bazı sonuçlar bile, bu katkıların büyük olması gerektiğini düşünmemize hak verdirecek niteliktedir. Gerçekten de, bu çok yönlü Türk bilgini, zamanımızdan 1000 yıl kadar önce gözlemlerine dayanarak modern jeomorfolojinin temel ilkeleri niteliğindeki bazı özellikleri ortaya koymuştur. Bugün, birçok relief şekillerinin meydana gelişinde başlıca rolü oynadığını bildiğimiz ve öğrettiğimiz litolojik direnç ayrılıkları ve farklı aşınma kavramı bunlardan biridir. *İbni Sina,* buna dağların oluşumunu açıklarken değinmiş ve yeryüzünde, az direnç gösteren yerlerin akarsular ya da rüzgâr etkisiyle daha fazla aşınarak alçaldığını, dirençli kayalardan oluşmuş yerlerin bu şekilde yüksekte kalarak zamanla dağlara ve tepelere dönüştüğünü açıklamıştır. Bu gerçek, süreçlere ağırlık veren dinamik jeomorfolojinin ve yapı ile şekiller arasındaki ilişkileri ön planda tutan ***yapısal jeomorfoloji'***nin temel prensiplerinden biridir. Rüzgârın da şekillendirici bir dış etken olduğunu saptayan *İbn Sina,* bu şekilde morfojenetik ve morfoklimatik bölgelerin varlığını da kabul etmiştir. İbni Sina'nın büyük katkılarından bir diğeri, jeomorfolojide zaman faktörünün rolü ile ilgilidir. Ona göre aşınım, yeter derecede uzun süre etkidiğinde, yeryüzünde çok büyük değişikliklere yol açabilir. Böylece, *İbn Sina'*nın bu öğretisinde, çok açık bir şekilde olmamakla birlikte, aşınım döngüsü kavramı veya hiç değilse bizi bu kavrama ulaştıran temel düşünce açıklanmıştır (Erinç, 2000: 9-10).

Bununla birlikte, bugünkü jeomorfolojinin temelleri batıda yüzyıllarca sonra ve çoğu teolojik kökenli klişe öğretilere karşı insan aklının verdiği uzun ve çetin savaş sonunda aşamalarla atılmış, hatta zaman zaman atılan, fakat unutulan temelleri yenilemek gerekmiştir. Bu uzun evrimde özellikle 18. ve 19. Yüzyıllar önemli aşama dönemini meydana getirir. Gerçekten de 18. Yüzyılda ***Buffon*** (1707-1788), ***Desmarest*** (1725-1815) ve ***Saussure*** (1740-1799) *flüvyal* aşındırma'nın mekanizmasını ve sonuçlarını incelemişler, bunlardan ikincisi topoğrafyanın belli aşamalardan geçerek geliştiğini saptamış, sonuncusu ise özellikle buzul aşındırması konusunda önemli katkılarda bulunmuştur. Bunların yanısıra; yine aynı yüzyıllarda, ***Werner*** (1750-1817), bütün kayaların oluşumunda suyun asıl etken ve ortam olduğunu varsayan (2) **Neptunizm** görüşünün; ***L. von Buch*** ise bütün kayaların ve yeryüzü şekillerinin iç etkenler ve süreçlerle oluştuğunu varsayan (3) **Plütonizm** görüşünün savunuculuğunu yapmışlardır (Erinç, 2000: 11).

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

Fakat, 18. Yüzyılın jeomorfoloji bakımından özel bir önem taşıması, ***James Hutton*** (1726-1797)'nun **(Foto 13)** bu yüzyılda yaşamış olması ve öğretilerini topladığı 1788 ve 1795'te iki kez basımı yapılan "Theory of the Earth" isimli eseri bu yüzyılda yayınlanmış olmasıdır. Dünü anlamak için bugün aktif halde olan etken ve süreçleri bilmenin gerektiğini öğreten, böylece teolojik doğmalara ve katastrofizme karşı (4) **Aktüalizm** (Üniformiteryanizm) prensibini açıklayan; karalar üzerindeki arızaların okyanus seviyesine göre düzenlenen aşınım ve birikim süreçleriyle aşındırıldığını ortaya koyan; iç ve dış etkenlerin faaliyetleri sonucunda yerkabuğunda sürekli bir şekil ve madde değişiminin ve dolaşımının meydana gelmekte olduğunu açıklayan; okyanus seviyesinin aşınım alt sınırı olduğunu belirterek taban seviyesi kavramını ilk olarak ileri süren Hutton'dır. Bu büyük katkılarından dolayı, aslında bir doktor olan bu büyük İskoçyalıyı, yalnız jeolojinin değil; **Hutton, aynı zamanda bilimsel jeomorfolojinin de kurucusu sayılır.** Fakat, bütün inandırıcılığına rağmen, Hutton'nun öğretileri zamanla benimsenmemiş ve örneğin, bizzat kendi ülkesinde bile 1800 yılllarında halen daha kilse öğretisinin etkisi altında, Tufan efsanesine dayanan diluviyalizm geçerli sayılmakta devam etmiştir. Ancak, ***Ch. Lyell*** (1797-1875)'in eserleri ve çabaları sayesinde *Hutton*'un öğretileri yaklaşık yüz yıllık bir gecikme ile yayılmış ve kabul edilmiştir. Bu arada ***Agassiz, Venetz, Berhardi*** gibi araştırmacılar Kuaterner glasiyasyonuna ait izlerin diluviyalist görüşle açıklanamayacağını ortaya koymuşlar; ***Ramsay*** ve ***Richtofen*** deniz aşındırmasının önemine dikkati çekmişler; ***Perchel*** yerşekillerinin sistematik bir biçimde incelenmesine katkıda bulunmuşlar ve böylece, diğer birçok araştırmacının çabalarıyla da genişleyen bilgiler sayesinde 19. Yüzyıl sonralarında bilimsel jeomorfoloji ana çizgileriyle ortaya çıkmıştır. Bu dönem, Avrupa'da ***A.Penck***'in 1894'de yayınlanan "Morfologie der Erdoberfläche" (Dünya yüzeyinin morfolojisi) isimli eseriyle taçlanmıştır (Erinç, 2000: 11).

Bununla birlikte, jeomorfoloji yalnızca Avrupalı bilim adamlarının geliştirdiği bir disiplin değildir. Gerçekte, jeomorfolojiye bugünkü niteliğini vermek bakımında, 19.Yüzyılın ikinci ve 20.yüzyılın birinci yarısında yaşayan ve özellikle ABD'nin kurak ve yarıkurak batısında çalışan Amerikalı jeomorfologların çok önemli katkıları olmuştur. Bunlardan ***J.W.Powel*** (1834-1902) taban seviyesi kavramını geliştirmiş, klimatik jeomorfoloji üzerinde dur muş, antesedans mekanizmasını açıklamış, konsekant akarsu terimini ilk defa söylemiştir. ***K.Gilbert*** (1834-1918) daha çok kantitatif yöntemlerin uygulanmasına yönelmiş, flüvyal

aşınım mekanizmasını analiz etmiş, kaya direnci ve farklı aşınım konularını incelemiş ve yarma vadilerin sürempozisyon yolu ile oluşabileceğini ortaya koymuştur. Fakat, jeomorfolojiye en derin şekilde etkileyen, onu bilim dünyasına daha iyi tanıtarak, yerbilimleri arasında bir zamanlar sanki moda uğraşı halini getiren ***William Morris Davis*** (1850-1934) olmuştur **(Foto 13)**. Ancak, şunu da belirtmek gerekir ki, onun asıl katkısı, bizzat yaptığı arazi çalışmalarının sonuçlarını değil, fakat jeomorfolojiye kendine özgü bir terminoloji sağlaması, (5) **Aşınım Döngüsü (morfolojik sikl) ve Devreleri** ile peneplen kavramını çok açık bir şekilde tanımlaması, jeomorfolojik evrimin yapı ve litolojiye, etken ve süreçlere ve sonunda zaman unsurunun süresine bağlı olarak belli aşamalardan geçen bir seyir izleyeceğini ve bu aşamalarda belli şekillerin oluşacağı düşüncesini –ilk konuda da belirttiğimiz- formüle etmiş ve yaymış olmasıdır. Bazı düşünce ve yorumlamaları zamanında ve sonradan, hiç değilse bazı hususlarda haklı olarak eleştirilmiş olmasına rağmen, bugünkü jeomorfolojide Davis'in izlerini derince görmek mümkündür. Bu izlerin yerleşip derinleşmesinde ve yayılmasında ünlü Fransız coğrafyacısı ***E. de Martonne*** (1873-1955)'un da etkisi olmuştur (Erinç, 2000: 12).

Foto 13 – Jeomorfoloji biliminin gelişimine yön veren bilim insanları.
Soldan itibaren: Thales, İbni Sina, Leonardo de Vinci, James Hutton, William Morris Davis.

Tarihsel jeomorfoloji, Davis döneminden beri gelişmiş ve jeomorfologlar arazinin uzun dönemli değişimiyle ilgili yorumlarını bu jeomorfolojik döngünün dar kalıpları içerisine fazla sığdıramamışlardır. Modern tarihsel jeomorfologlar günümüzde, özellikle *Kuaterner sedimanlarının stratigrafisi*ni temel alan çalışmalarda çeşitli kronolojik analizlere güvenmekte ve jeomorfolojik ve tektonik süreçlerin değerlendirmeleri üzerine, daha çarpıcı yorumlar yapabilmektedirler (örn. Brown 1980). Stratigrafik ilişki gözlemleri **göreceli kronolojileri** sağlarken (olaylar kesin belirlenmiş yaş olmaksızın oluşum sırasında yeralır);

kesin kronolojiler *tarihi kayıtlar, radyokarbon analizi, dendrokronoloji, lüminesans, paleomanyetizma* gibi yöntemler kullanılarak stratigrafik serinin yaşlandırılmasında elde edilmektedir (Huggett 2011'e göre, Doğan 2015: 11). Günümüzde kullanılan şekliyle neden, niçin, nasıl, ne zaman sorularının cevapları aranarak, analitik yöntemlerle (6) **Süreç Morfolojisi** görüşü ön plandadır.

2.2. Jeomorfoloji'de Farklı Yaklaşımlar

Jeomorfoloji bakımından I. ve II. Dünya Savaşları arasındaki dönemi, bir yandan *Davis* okuluna veya az çok değişik şekline bağlı jeomorfologların, öte yandan *Davis*'in öğretilerini şematik olmak ve doğa olaylarını kalıplaştırmakla suçlayan karşıtlarının çalışmaları ve tartışmaları karakterize eder. Bununla birlikte, bu kısa dönemde jeomorfoloji biliminin hızla geliştiği, etken ve süreçlerin daha iyi tanımlanmasını amaçlayan çabaların ağırlık kazandığı, iklim ile süreçler ve şekillenme arasındaki ilişkilere daha fazla önem veren araştırmacıların çoğaldığı ve genel olarak, kantitatif yöntemlere giderek artan ölçüde eğilim gösterildiği dikkati çeker. Bu tür çabalar, özellikle II. Dünya Savaşı'ndan sonra daha da kuvvetlenmiş ve yeni bazı görüşlerle birlikte bugün jeomorfolojide, konuya yaklaşım bakımından farklılık gösteren bazı eğilimler ortaya çıkmıştır. Aşağıda jeomorfolojik eğilimler detaylandırılmıştır (Erinç, 2000: 12-13).

1- Bunlardan ilki, yapı ve yerşekilleri (Fransızca= relief) arasındaki ilişkilere ağırlık veren ve yerşekillerinin oluşumunda, *yapı kavramı* (Bakınız Tablo 1) içinde tartışılan etkenlerin rolünü ön planda tutan ***Yapısal Jeomorfoloji***'dir **(Foto 14)**. Bu yaklaşımda yerşekilleri yatay, monoklinal, kıvrımlı, kırıklı, bindirmeli (Fransızca= şariyajlı), kubbe, havza ve diskordant gibi belli yapı tipleri çerçevesinde ele alınır ve evrimleri de, yapının belirlediği modeller ya da aşamalar halinde ve genellikle sadece akarsular dikkate alınarak incelenir. Jeomorfolojide, jeolojiye en yakın olan ve *Davis* okulunun izlerini en açık bir şekilde yansıtan yaklaşım biçimi budur. Bu nedenledir ki, bu yaklaşıma *Jeolojik Jeomorfoloji* de denilir.

2- Jeomorfoloji ikinci bir eğilimi, dış etken ve süreçlerin rolünü ön planda tutan görüş meydana getirir. Bu yaklaşım biçiminde etken ve süreçlerin nitelikleri, nasıl bir mekanizma ile yerşekillerini etkilediklerinin incelenmesi ağırlık taşır ve bunları açıklayabilmek için mekanik, kimyasal ve matematik analizler, doğadaki koşullara benzeyen deneyler yapılır ve

modeller geliştirilir. Bakış açısı ve kullandığı yöntemler bakımından, *Davis Okulu*'nun karşıtlarının görüşü olarak yansıtan bu yaklaşım biçimine ***Analitik (Dinamik) Jeomorfoloji*** denir **(Foto 15)**.

Foto 14 – Yapısal jeomorfolojik şekillere bir örnek: Monoklinal yapılı Çorum'un batısındaki Uğurludağ fliş ardalanmalı kireçtaşları (Ahmet Ertek arşivi, 8.7.2016).

Foto 15 – Antalya'da 40 m yüksekliğindeki travertenlerden dökülen Düden Çayı. Burada, gerideki kireçtaşlı Toroslarla karstik bir birikim şekli olan travertenler ve üzerindeki akarsuyun ilişkisi analitik yöntemlerle kurulabilir (Kaynak: TRT AVAZ, 201

3- Öte yandan, etken ve süreçlerin yeryüzündeki yayılışı, nitelik ve nicelikleri ve dolayısıyla yerşekillerinin oluşumundaki etkileri iklim koşulları ile çok yakından ilişkilidir. Bu ilişki dolayısıyla belli başlı makroklima tiplerinin alanları, aynı zamanda yerşekilleri bakımından da farklı bölgelerdir. Bu bölgelere morfojenetik bölgeler veya morfoklimatik bölgeler adı verilir. Yeryüzünü şekillendiren etken ve süreçleri iklim koşullarına bağlılıkları açısından ve tercihen morfojenetik mekân birimleri çerçevesi içinde incelemek esasına dayanan bir yaklaşımla ele alan bu görüşe ***Klimatik Jeomorfoloji*** adı verilir **(Foto 16)**. Bu açıklamalardan anlaşılacağı üzere, yapısal jeomorfolojide jeolojik faktörler ve yapının belirlediği belli evrim kalıpları ağır bastığı halde, analitik jeomorfoloji ve onun korolojik (bitki yayılışı) bir türü olan klimatik jeomorfoloji, üzerinde eğildiği konuların ve sorunların niteliği gereği sayısal, yani kantitatif olmak ve laboratuvar çalışmalarına dayanmak zorundadır.

Foto 16 – Morfojenetik Bölgelerden glasiyal bölgenin jeomorfolojik şekilleri: Batı Toroslardaki sivri piramidal zirveler, buzul vadileri, morenler ve buzul gölleri (Kaynak: Mesut Şimşek, 2016).

4- Özellikle II. Dünya Savaşı'nda sonra, bütün bilimlerde olduğu gibi, jeomorfoloji alanında da çalışmaların, toplumun ihtiyaçların dönük olması ve toplumun karşılaştığı sorunların çözümlenmesine katkıda bulunması gerektiği konusundaki düşünce giderek kuvvetlenmiştir. Bu fikir akımının sonucunda da, bu amaçlara yönelik olan ***Uygulamalı Jeomorfoloji*** ortaya çıkmıştır **(Foto 17)**. Jeomorfolojinin bu yaklaşım biçiminde kullanılan yöntemler analitik jeomorfolojide de kullanılır.

Foto 17 – Bir uygulamalı jeomorfoloji örneği: 2012 Rize-Gündoğdu seli ve heyelanı sonrası sağ yamaçtan kayarak kopup gelen ve dereyi kapatan bir ev. Burada yüzeysel sellenme ve heyelanlara karşı nasıl mühendislik yapıları yapılmasını sorgulamamız gerektir (Kaynak: Basından).

Bununla birlikte, çağdaş jeomorfolojide bütün bu yaklaşım biçimleri, ayrı birer bilim dalı olarak tartışmamak gerekir. Yerşekillerinin oluşumu yapı, etken-süreç, zaman üçlüsünün eseri olduğuna göre; aslında jeomorfoloji bir bütündür ve bütünlüğünü koruması bilimsel bir zorunluluktur. Bu nedenledir ki, *yapısal, analitik* ve *klimatik jeomorfoloji* ve onların uygulaması olan *uygulamalı jeomorfoloji*, hep bir arada jeomorfoloji disiplinini oluştururlar ve sadece, sayılan üç temel etken grubundan herhangi birinin belli koşullara, zamana ve yere göre değişen rolünü, örneğin aynı iklim bölgesinde farklı yapıların, ya da aynı jeolojik yapıyı gösteren farklı iklim alanlarında değişik etken ve süreçlerin yerşekilleri üzerindeki etkilerini ortaya koymaya amaçlayan ve birbirini tamamlayan yaklaşımları temsil ederler (Erinç, 2000: 12-13).

5- Yukarıda sayılan jeomorfolojideki farklı yaklaşımların yanısıra, artan dünya nüfusuna dayalı (BM kayıtlarına göre 2015 itibariyle, Dünya Nüfusu: 7.345.000.000), insan dünya morfolojisine müdahalede iç etkenlere fazlaca olmasa bile, özellikle dış etkenlere son 200 yılda bilhassa son 50 yılda daha fazla müdahale etmiştir. Böylece yeryüzü morfolojisinin kendi istekleri doğrultusunda kasten ve bilerek değiştirmiştir. Hollandalı atmosferbilimci

P.Crutzen ve ekibi tarafından ortaya atılan bir görüşle ***Antropojenik Jeomorfoloji*** doğmuştur. Araştırma yöntemleri olarak, doğal süreçlerle gelişen sistematik jeomorfoloji ile aynıdır. *Antropojenik jeomorfoloji* konusu, kökeni ve amacı son derece farklı insan topluluklarının operasyonu tarafından yaratılmış olan, sürekli gelişen ve genişleyen insanın oluşturduğu yeni yerşekilleri olarak tanımlanabilir **(Foto 18)**.

Foto 18 – Doğal kıyı çizgisinden sonra denizin doldurulması ya da mühendislik yapılarıyla oluşturulan İstanbul Bakırköy'deki Ataköy Marinası (Kaynak: Bakırköy Belediyesi).

Szabó, 2010'a göre; geniş bir manada, yapay bir şekilde yaratılan yerşekilleri, örneğin; orta ve küçük ölçekli iklimlerde ve biotada yani biyolojik bileşeni oluşturan doğal çevrede ve doğal süreçleri biraz değiştirmede çok çeşitli etkiler yapar, demiştir. Böylece son ve beşinci görüş olarak, Antropojenik Jeomorfoloji ortaya atılmış ve Kuaterner'in son dönemi olarak "Antroposen (=İnsan Devri)" fikri jeolojik devir olarak ortaya konulmuştur.

Uygulamalar

Konu ile ilgili kitapları gözden geçiriniz.

Konu ile ilgili internet sitelerine başvurunuz.

Uygulama Soruları

Konu ile ilgili kitapları gözden geçirdiniz mi? **Konu ile ilgili internet sitelerine başvurdunuz mu?**

Bu Bölümde Ne Öğrendik Özeti

İkinci konuda, Jeomorfoloji'nin Tarihçesi ayrıntılı bir şekilde takdim edilmiştir. Konu üzerinde tarihsel bir gezi ile Jeomorfoloji'de Farklı Yaklaşımlar nedenleriyle sunulmuştur. Konu görsellerle desteklenmiştir.

2.Bölüm Soruları

1- Jeomorfoloji Biliminin tarihçesine bakıldığına günümüze kadar 6 önemli teori ortaya atılmıştır. Bunları sıralayınız.

……..

2- "Jeomorfolojiye kendine özgü bir terminoloji sağlaması, *Aşınım Döngüsü (morfolojik sikl) ve Devreleri* ile peneplen kavramını çok açık bir şekilde tanımlaması, jeomorfolojik evrimin yapı ve litolojiye, etken ve süreçlere ve sonunda zaman unsurunun süresine bağlı olarak belli aşamalardan geçen bir seyir izleyeceğini ve bu aşamalarda belli şekillerin oluşacağı düşüncesini formüle etmiş ve yaymış olmasıdır." **ifadesi ile Dünyaca ünlü jeomorfolog kimdir?**

a)Thales b)İbni Sina c)Leonardo de Vinci d)James Hutton e)William Morris Davis

3- Bütün kayaların oluşumunda suyun asıl etken ve ortam olduğunu varsayan jeomorfoloji görüşü aşağıdakilerden hangisidir?

a) Neptunizm

b) Katastrofizm

c) Süreç Morfolojisi

d) Aşınım döngüsü

e) Plütonizm

4- Bütün kayaların ve yeryüzü şekillerinin iç etkenler ve süreçlerle oluştuğunu varsayan jeomorfoloji görüşü aşağıdakilerden hangisidir?

a) Neptunizm

b) Katastrofizm

c) Süreç Morfolojisi

d) Aşınım döngüsü

e) Plütonizm

5- Özellikle II.Dünya Savaşından sonra Jeomorfolojide farklı yaklaşımlar ve farklı araştırma metodolojileri olmuştur. Jeomorfolojide bu 5 çeşit farklı yaklaşımı sıralayınız.

6- Yapı ve yerşekilleri (Fransızca= relief) arasındaki ilişkilere ağırlık veren ve yerşekillerinin oluşumunda, *yapı kavramı* içinde tartışılan etkenlerin rolünü ön planda tutan metodolojiler içinde jeomorfolojinin uygulama alanı aşağıdakilerden hangisidir?

a)Yapısal Jeomorfoloji

b)Analitik Jeomorfoloji

c)Klimatik Jeomorfoloji

d)Uygulamalı Jeomorfoloji

e)Antropojenik Jeomorfoloji

7-Milattan Önce 600'lerde yerşekillerinin tanrıların işi değil, fakat doğal olayların bir sonucu olduğu yolundaki <u>ilk bilimsel görüşün sahibi</u> eski Yunanlı morfolog kimdir?

a)Herodotus b)Strabon c)Plinius d)Thales e)Aristoteles

8) "Jeomorfolojideki farklı yaklaşımların yanısıra, artan dünya nüfusuna dayalı (BM kayıtlarına göre 2015 itibariyle, Dünya Nüfusu: 7.345.000.000), insan dünya morfolojisine müdahalede iç etkenlere fazlaca olmasa bile, özellikle dış etkenlere son 200 yılda bilhassa son 50 yılda daha fazla müdahale etmiştir. Böylece yeryüzü morfolojisini insan kendi istekleri doğrultusunda kasten ve bilerek değiştirmiştir. Hollandalı atmosferbilimci ***P.Crutzen*** ve ekibi tarafından ortaya atılan bir görüşle ***Antropojenik Jeomorfoloji*** doğmuştur." ifadesi sizce doğru mu, yanlış mı?

Doğru ( ) **Yanlış** ( )

9) "Bütün bilimlerde olduğu gibi, jeomorfoloji alanında da çalışmaların, toplumun ihtiyaçların dönük olması ve toplumun karşılaştığı sorunların çözümlenmesine katkıda bulunması gerektiği konusundaki düşünce giderek kuvvetlenmiştir. Bu fikir akımının sonucunda da, bu amaçlara yönelik olan ***Klimatik Jeomorfoloji*** ortaya çıkmıştır" ifadesi sizce doğru mu, yanlış mı?

Doğru ( ) **Yanlış** ( )

10) Hollandalı atmosferbilimci ***P.Crutzen*** ve ekibi tarafından ortaya atılan bir görüşle ***Antropojenik Jeomorfoloji***'de kullanılan "Antroposen" ne anlama gelmektedir?

a)Karbon Devri

b)Dinozorlar Devri

c)İnsan Devri

d)Buzul Devri

e)Buzul Sonrası Devri

Cevaplar:

1- 1)Katastrofik Teori, 2)Plütonizm, 3)Neptunizm, 4)Aktualizm, 5)Aşınım Döngüsü ve Devreleri, 6)Süreç Morfolojisi

2- e) William Morris Davis

3- a) Neptunizm

4- e) Plütonizm

5- 1)Yapısal Jeomorfoloji, 2)Analitik Jeomorfoloji, 3)Klimatik Jeomorfoloji,

4)Uygulamalı Jeomorfoloji, 5)Antropojenik Jeomorfoloji.

6- **a)**Yapısal Jeomorfoloji

7- **d)**Thales

8- Doğru

9-Yanlış (Doğrusu: Uygulamalı Jeomorfoloji)

10- **c)**İnsan Devri

3. BÖLÜM

TÜRKİYE'DE JEOMORFOLOJİ'NİN GELİŞİM TARİHÇESİ (1923-2016)

Bu Bölümde Neler Öğreneceğiz?

3.1.Modern Jeomorfoloji Öncesi Dönem (1933 Öncesi)

3.2.Modern Jeomorfoloji'nin Kuruluşu, Teşkilatlanması ve Yükseliş Dönemi (1933-1999)

3.3.Bilgisayar Çağı: Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Uygulamaları Dönemi (2000-2016)

Bölüm Hakkında İlgi Oluşturan Sorular

1-Modern Jeomorfoloji Öncesi Dönem (1933 Öncesi) nasıl gelişmiştir? Anlatınız.

2-Modern Jeomorfoloji'nin Kuruluşu, Teşkilatlanması ve Yükseliş Dönemi (1933-1999) nasıl gelişmiştir? Anlatınız.

3-Bilgisayar Çağı: Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Uygulamaları Dönemi (2000-2016) nasıl gelişmiştir? Anlatınız.

Bölümde Hedeflenen Kazanımlar ve Kazanım Yöntemleri

Konu	**Kazanım**	**Kazanımın nasıl elde edileceği veya geliştirileceği**
Türkiye'de Jeomorfoloji'nin Gelişim Tarihçesi (1923-2016)	Modern Jeomorfoloji Öncesi Dönem (1933 Öncesi) konusunu kavramak ve öğrenmek	Metin, sunum ve görselleri izleyerek ve konuyu tekrar ederek
Türkiye'de Jeomorfoloji'nin Gelişim Tarihçesi (1923-2016)	Modern Jeomorfoloji'nin Kuruluşu, Teşkilatlanması ve Yükseliş Dönemi (1933-1999) konusunu kavramak ve öğrenmek	Metin, sunum ve görselleri izleyerek ve konuyu tekrar ederek
Türkiye'de Jeomorfoloji'nin Gelişim Tarihçesi (1923-2016)	Bilgisayar Çağı: Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Uygulamaları Dönemi (2000-2016) konusunu kavramak ve öğrenmek	Metin, sunum ve görselleri izleyerek ve konuyu tekrar ederek

Anahtar Kavramlar

Türkiye'de Jeomorfolojinin Gelişim tarihçesi, modern jeomorfoloji öncesi, modern jeomorfolojinin kuruluşu, teşkilatlanması, bilgisayar çağında jeomorfoloji

Cumhuriyeti'mizin kuruluşundan günümüze kadar, ülkemizde gelişen Türkiye Coğrafyasına paralel olarak fiziki coğrafyanın alt disiplinlerinden biri olan **jeomorfoloji**'nin nitelikleri analiz edilirse; bu bilim dalının bugünkü durumuna erişmek için birbirinden farklarla ayrılan şu üç dönemden geçtiği anlaşılır:

1. Modern Jeomorfoloji Öncesi Dönem (1933 öncesi).
2. Modern Jeomorfolojinin Kuruluşu, Teşkilatlanması ve Yükseliş Dönemi (1933-1999).
3. Bilgisayar Çağı: Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Uygulamaları Dönemi (2000-2016).

3.1.Modern Jeomorfoloji Öncesi Dönem (1933 Öncesi)

Bu dönem, İstanbul Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Coğrafya Bölümü'nün kurucu hocalarından Ord.Prof.Dr. İbrahim Hakkı Akyol'un (1888-1950) eserlerinde detaylı olarak incelenebilir (Akyol, 1940; 1943a, b, c). S. Erinç'in Türkiye Cumhuriyeti'nin 50. (1973) ve 75. yılları (1997) münasebetiyle ülkemizdeki coğrafyanın tarihçesini takdim ettiği yazılarında da sunduğu gibi, coğrafya kadar jeomorfoloji de ancak dönemin ders kitapları içinde kalır. Ayrıntılı büyük ölçekli haritaların olmaması, bu dönemin en önemli sorunlarını oluşturur. Bu arada, 1871'de Belçika'nın Anvers kentinde toplanan milletler, ilk coğrafya kongresini yapar. Bununla birlikte, Uluslararası Coğrafya Birliği (IGU = International Geographical Union) teşkilatlanarak, ancak 51 yıl sonra 1922'de Brüksel'de kurulur. 1875'te Paris'te ve 1895'de Londra'da toplanan Milletlerarası Coğrafya Kongrelerine ülkemizden bireysel olarak asker ağırlıklı coğrafyacılar katılır. 1915'de, İstanbul Darülfünunu (1933 Reformu ile İstanbul Üniversitesi'ne dönüşecektir) Edebiyat Fakültesi'nde Coğrafya Şubesi adı altında bir birim faaliyete geçer. Hatta; Edebiyat Fakültesi ambleminde bulunan defne dalının dört yaprağından biri coğrafyayı (Diğer üç yaprak; dil, tarih ve felsefe'yi; tomurcuklar ise gelecekte kurulacak bölümleri) temsil eder **(Foto 19)**. Almanya'dan davet edilerek ülkemize gelen Prof. Erich Obst'un (1886-1981) başkanlığında "Coğrafya Darülmesaisi"nin kurulması ile başlayan ve 1933 Üniversite Reformu'na kadar süren devre, ülkemizde bilimsel anlamda coğrafyanın ve dolayısıyla jeomorfolojinin ilk adımlarının atıldığı bir dönemdir (Erinç, 1973 ve 1997). Dönemin önde gelen hocaları ve özellikle jeomorfoloji araştırmacıları arasında İbrahim Hakkı Akyol, Walther Penck ve Ernest Chaput sayılabilir (Erol, 1993). Daha çok "Sistematik Jeomorfoloji" yapılır ve eserler verilir.

Foto 19 – İstanbul Üniversitesi Edebiyat Fakültesi amblemi.
(Burada defne yaprakları kurucu 4 temel bölümü: Türk dili, tarih, coğrafya, felsefeyi; tomurcuklar ise yeni kurulan bölümleri temsil eder).

3.2.Modern Jeomorfoloji'nin Kuruluşu, Teşkilatlanması ve Yükseliş Dönemi (1933-1999)

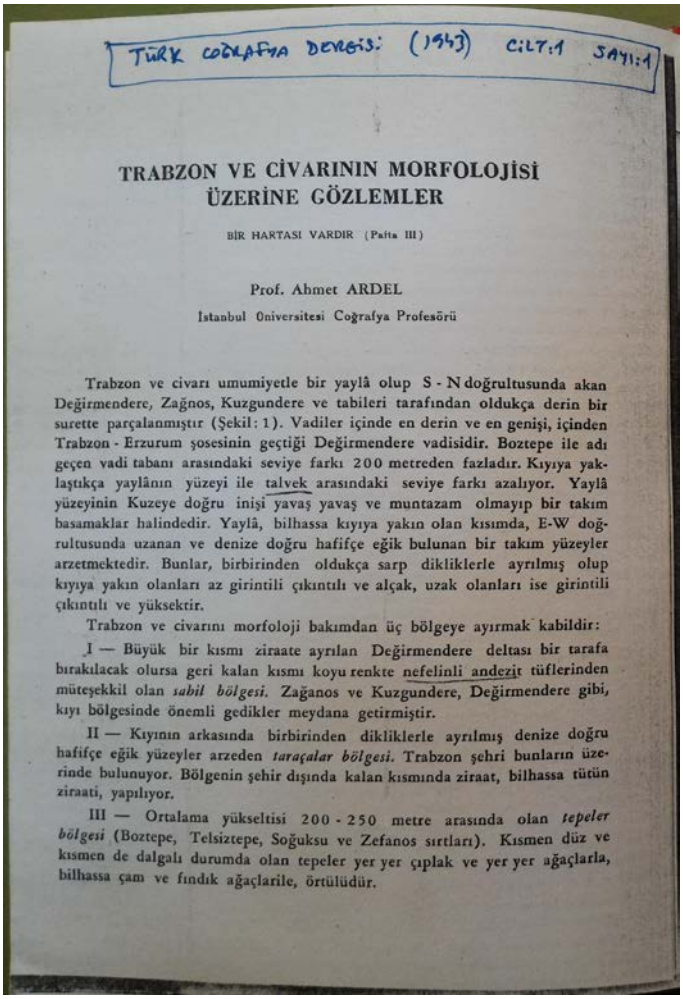
Bu dönemin başlangıcı olan 1933 yılı, çağdaş bir üniversite kanunu ile İstanbul Üniversitesi'nin yeniden yapılandığı yıldır. Tıp, hukuk, fen ve edebiyat fakülteleri kurulur ve jeomorfoloji de Edebiyat Fakültesi içindeki Coğrafya Bölümü'nde kalır. Bu sırada fiziki coğrafyanın coğrafya bölümünden jeoloji bölümüne taşınması önerilirse de, bu öneri kabul görmez (Akyol, 1943c; Erinç, 1973; Erol, 1993). Coğrafya, kendi içinde bir bütün olarak kalır, ancak mühendislik bilimlerinden kısmen uzaklaşır. Bu dönemde Coğrafya Bölümü'nde Ord. Prof. Dr. Besim Darkot (1942) ve Ord. Prof. Dr. Ahmet Ardel (1968 ve 1971), morfolojinin gelişim sürecine, jeomorfoloji konularında yayımladıkları makale ve kitaplarıyla büyük katkıda bulunurlar.

1935 yılında Ankara Üniversitesi'nde açılan Dil ve Tarih-Coğrafya Fakültesi'nde (DTCF) ikinci Coğrafya Bölümü kurulur ve bölüm başkanlığına Alman Prof. Herbert Louis getirilir. Louis, bir jeomorfoloji el kitabı (1943), *Genel Jeomorfoloji* (1968) ve kendi gözlemlerine dayalı *Türkiye Jeomorfolojisi* (1985) kitaplarını kaleme alır. İkinci bölüm başkanı ise, Fransa'da doktorasını yapmış ve bir karst jeomorfolojisi uzmanı da olan Prof. Dr. Cemal Arif Alagöz'dür. Türk Coğrafya Kurumu Başkanlığını da yapan Alagöz, *Türkiye'de Karst Olayları* başlıklı kitabını 1944'de kurumun ilk yayını olarak çıkarır (Erol, 1993)**(Foto 20)**.

Foto 20 – Türkiye'de çıkarılan ilk morfoloji araştırma kitabı olan Cemal Arif ALAGÖZ'ün "*Türkiye'de Karst Olayları*" isimli kitabının kapağı (TCK Yay. No:1).

6-21 Haziran 1941'de Ankara'da, Dil ve Tarih-Coğrafya Fakültesi'nde Birinci Türk Coğrafya Kongresi yapılır. Bu kongrede, Türkiye'nin Coğrafi Bölgeleri nedenleriyle birlikte ele alındığı gibi, meslektaşlarını bir araya toplama fikriyle kamu yararına bir coğrafya derneği kurulması kararı da alınır. Ertesi yıl, Ankara Valiliği'nin onayıyla 12 Mart 1943'de "Türk Coğrafya Kurumu" isimli dernek kurulur (www.tck.org.tr). Kurum'un ilk başkanı, devrin Milli Eğitim Bakanı Hasan Ali Yücel'dir. Jeomorfoloji makaleleri ve araştırmalarına yer veren kurumun dergisi *Türk Coğrafya Dergisi*'nin ilk sayısı 1943 yılında çıkarılır. Türkiye'de bilimsel dergilerde çıkarılan ilk morfoloji makalesi Ahmet Ardel'e aittir **(Foto 21)**. 1947'de

kurum, Bakanlar Kurulu Kararı ile kamu yararına dernek statüsü kazanır. 1949'da da, IGU'ya üye olur. Kurum dergisi, çeşitli güçlüklere ve ülkede yaşanan zor dönemlere rağmen günümüze kadar gelebilen ve yayın hayatını sürdüren nadir periyodik bilimsel dergilerden birisidir. *Türk Coğrafya Dergisi* ulusal hakemli dergi statüsünde ve TÜBİTAK'a bağlı yılda iki kez çıkarılan bilimsel dergilerden biridir. Halen dijital ortamda (http://dergipark.ulakbim.gov.tr/tcd) ismiyle çıkarılan son sayısı 66. sayısıdır (TCD, 2016). Kurum tarafından günümüze kadar, 26 kongre ve 29 kez 'Coğrafya Meslek Haftası' düzenlenir; öğretmen, akademisyen ve kamuda görevli meslektaşlarını bir araya getirilir. Yurtiçinde ve yurtdışında arazi çalışmaları ve geziler yapılır; kongreler, konferanslar, sempozyumlar, çalıştaylar düzenlenir. Jeomorfologlar da, bildirileriyle bunlara katkı vermeyi sürdürürler.



TÜRK COĞRAFYA DERGİSİ (1943) CİLT:1 SAYI:1

TRABZON VE CİVARININ MORFOLOJİSİ ÜZERİNE GÖZLEMLER

BİR HARTASI VARDIR (Pafta III)

Prof. Ahmet ARDEL
İstanbul Üniversitesi Coğrafya Profesörü

Trabzon ve civarı umumiyetle bir yaylâ olup S - N doğrultusunda akan Değirmendere, Zağnos, Kuzgundere ve tabileri tarafından oldukça derin bir surette parçalanmıştır (Şekil: 1). Vadiler içinde en derin ve en genişi, içinden Trabzon - Erzurum şosesinin geçtiği Değirmendere vadisidir. Boztepe ile adı geçen vadi tabanı arasındaki seviye farkı 200 metreden fazladır. Kıyıya yaklaştıkça yaylânın yüzeyi ile talvek arasındaki seviye farkı azalıyor. Yaylâ yüzeyinin Kuzeye doğru inişi yavaş yavaş ve muntazam olmayıp bir takım basamaklar halindedir. Yaylâ, bilhassa kıyıya yakın olan kısımda, E-W doğrultusunda uzanan ve denize doğru hafifçe eğik bulunan bir takım yüzeyler arzetmektedir. Bunlar, birbirinden oldukça sarp dikliklerle ayrılmış olup kıyıya yakın olanları az girintili çıkıntılı ve alçak, uzak olanları ise girintili çıkıntılı ve yüksektir.

Trabzon ve civarını morfoloji bakımdan üç bölgeye ayırmak kabildir:

I — Büyük bir kısmı ziraate ayrılan Değirmendere deltası bir tarafa bırakılacak olursa geri kalan kısmı koyu renkte nefelinli andezit tüflerinden müteşekkil olan *sahil bölgesi*. Zağanos ve Kuzgundere, Değirmendere gibi, kıyı bölgesinde önemli gedikler meydana getirmiştir.

II — Kıyının arkasında birbirinden dikliklerle ayrılmış denize doğru hafifçe eğik yüzeyler arzeden *taraçalar bölgesi*. Trabzon şehri bunların üzerinde bulunuyor. Bölgenin şehir dışında kalan kısmında ziraat, bilhassa tütün ziraati, yapılıyor.

III — Ortalama yükseltisi 200 - 250 metre arasında olan *tepeler bölgesi* (Boztepe, Telsiztepe, Soğuksu ve Zefanos sırtları). Kısmen düz ve kısmen de dalgalı durumda olan tepeler yer yer çıplak ve yer yer ağaçlarla, bilhassa çam ve fındık ağaçlarile, örtülüdür.

Foto 21 – Türkiye'deki bilimsel dergilerde yayınlanan Ahmet ARDEL'e ait olan ilk jeomorfoloji makalesinin ilk sayfası (TCD 1943, Sayı 1, sayfa: 71).

Bu dönemde artık Türk üniversitelerinden mezun olan bilim adamları ön plana çıkar. Özellikle de Sırrı Erinç ve İsmail Yalçınlar bu dönemin öncüleridir. Her ikisi de doktoraları sonrasında İstanbul Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Coğrafya Enstitüsü Fiziki Coğrafya Kürsüsü'nde (günümüzde karşılığı anabilim dalı'nda) uzun yıllar görev yapmış hocalar; hatta kürsü (anabilim dalı) başkanlarıdır. Yalçınlar daha çok yapısal jeomorfoloji konularında eserler verirken; Erinç ise ağırlıklı olarak dinamik jeomorfolojinin yanı sıra, fiziki coğrafyanın tüm dallarında yayınlar çıkarır.

1951 yılında ilk sayısı çıkan *İstanbul Üniversite Coğrafya Enstitüsü Dergisi* isimli periyodik yayının YÖK Kanununa (1981) kadar 23 sayısı yayımlanır. 1985 yılından itibaren bu dergi, *Coğrafya Dergisi* ismini alır ve ilk sayısı çıkarılır. 12. sayısından itibaren internet ortamında da e-dergi halinde yılda iki kez çıkarılmaya halen devam eder. TÜBİTAK'a bağlı bilimsel dergilerden biri olup, en son sayısı olan 31. sayısı 2015'de çıkmıştır (http://dergipark.ulakbim.gov.tr/iucografya/). Coğrafya Enstitüsü'nün yabancı dildeki yayın organı olan *Review of Geographical Institute of the University of Istanbul* isimli dergi ise İngilizce, Fransızca ve Almanca dillerinde basılır ve 1954-1980 arası 17 sayı çıkarılır. YÖK Kanunun ile İstanbul Üniversite'sindeki Coğrafya Enstitüsü'nün adı Coğrafya Bölümü'ne dönüştürülmesiyle, tıpkı Türkçe yayımlanan dergisi gibi yabancı dilde yayımlanan dergisinin ismi de değişir ve *Review of Department of Geography, University of Istanbul* olur ve 1986-1999 yılları arasında 5 sayı çıkarılır. Ülkemizdeki coğrafya araştırmaları kadar, yapılan jeomorfolojik çalışmaların ulusal ve uluslararası çevrelerde duyurulmasında bu dergiler önemli ölçüde yardımcı olur.

Ankara Dil ve Tarih-Coğrafya Fakültesi hocalarından Prof. Dr. Reşat İzbırak'ın, *Sistematik Jeomorfoloji* (1955)**(Foto 22a)** isimli kitabı; İstanbul Coğrafya Bölümü hocalarından Prof. Dr. Sırrı Erinç'in *Jeomorfoloji I* (1958) **(Foto 22b)** ile *Jeomorfoloji II* (1960) ve Prof. Dr. İsmail Yalçınlar'ın *Strüktüral Morfoloji I* (1958)**(Foto 22c)** ile *Strüktüral Morfoloji II* (1960) isimli İstanbul Üniversitesi yayınlarından çıkmış kitaplarının defalarca baskısı yapılmış olup, bunlar halen jeomorfolojinin temel başucu kitaplarıdır. Onlardan yaklaşık 10 yıl sonra, Ord.Prof.Dr. Ahmet Ardel ise, 1968 ve 1971'de ancak "Umumi Coğrafya Dersleri Cilt 3: *Jeomorfolojinin Prensipleri* I. Fasikül ve II. Fasikül" isimli iki eser ortaya koymuştur.

1964 yılında kuruluş teşkilatlanmasını tamamlayan Türk jeomorfologları, "Türkiye Jeomorfologlar Derneği" ismiyle Ankara'da mesleki bir dernek kurarlar. Derneğin 13 kurucu üyesi şunlardır (TJD, 1973):

Jeomorfolog İlhami Kaçar, Dr. Temuçin Aygen, Prof.Dr. Cevat H. Gürsoy, Prof.Dr. İsmail Yalçınlar, Prof.Dr. Besim Darkot, Prof.Dr. Ahmet Ardel, Prof.Dr. Sırrı Erinç, Prof.Dr. Talip Yücel, Jeomorfolog İbrahim Bulut, Jeomorfolog Yavuz Hakman, Jeomorfolog Erdoğan Taşman, Jeomorfolog Doğan Sözeren, Jeomorfolog Süha Göney.

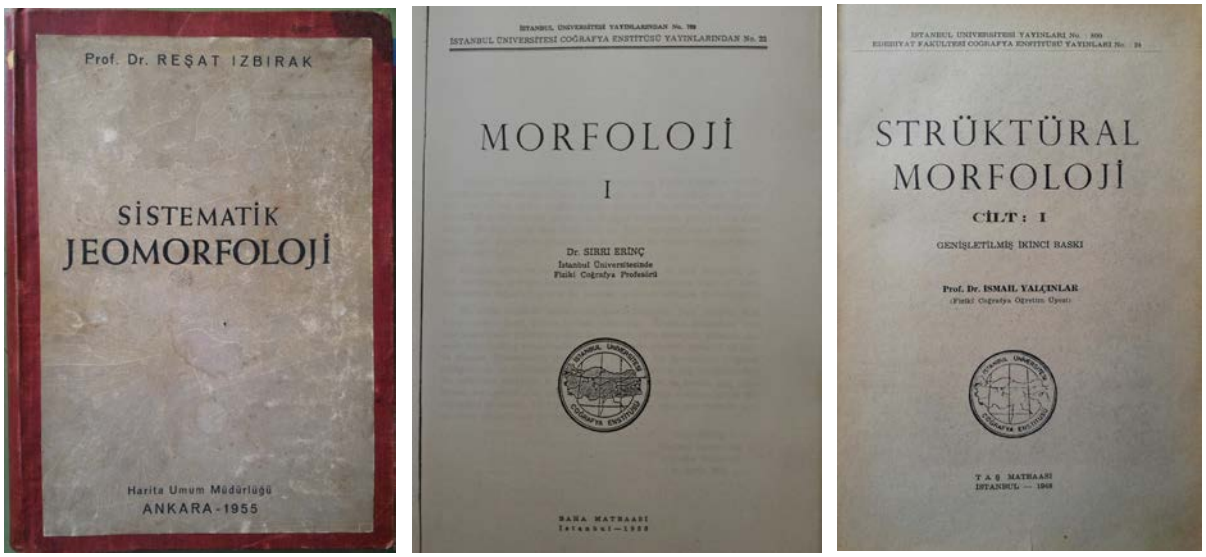


Foto 22 – 1950'lerde yayımlanan Türkiye'deki ilk jeomorfoloji kitaplarının ön kapakları: **a)** İzbırak, 1955 (solda); **b)** Erinç 1958 (ortada); **c)** Yalçınlar 1958 (sağda).

Bu kuruluşun ardından teşkilatlanma süreci devam eder ve 15-16 Mart 1973 tarihlerinde Ankara'daki Maden Tetkik Arama Enstitüsü Konferans Salonu'nda "Türkiye Jeomorfoloji Bilimsel ve Teknik 1. Kongresi" yapılır. Derneğin yayın organı olan *Jeomorfoloji Dergisi*'nin ilk sayısı 1969'da çıkarılır (TJD, 1973)**(Foto 23)**. 1991'de, uluslararası ve bölgesel ölçekte "*1.Uluslararası Bölgesel Jeomorfoloji Konferansı*" (Ankara, 1991) düzenlenir. Dernek, günümüze kadar ulusal ölçekte 15 bilimsel ve teknik kongre yapar ve derginin 21. ve son sayısını 1998'de çıkarır, o da daha çok çevre ağırlıklıdır. En son geniş katılımlı ve ulusal ölçekte kongresini 1993'te Ankara'da yapılır.

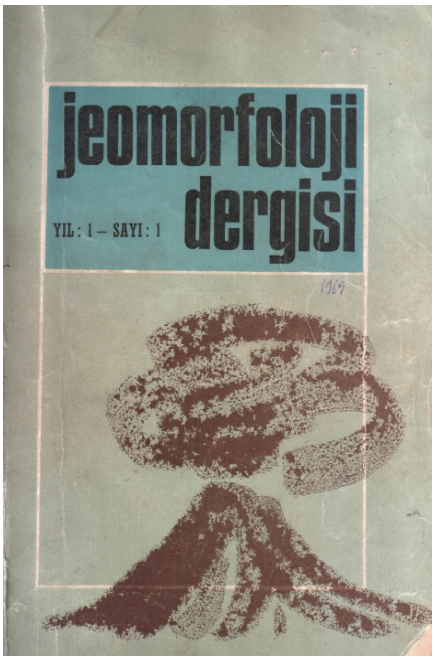


Foto 23 – Jeomorfologlar Derneği dergisinin ilk sayısının kapağı (1969).

1974'de Erzurum'daki Atatürk Üniversitesi Edebiyat Fakültesi'nde ve 1979 yılında İzmir'deki Ege Üniversitesi Sosyal Bilimler Fakültesi'nde birer coğrafya bölümü daha açılır ve böylece 1970'li yıllarda ülkemizde coğrafya bölümü sayısı dörde çıkar (Koçman, 1999).

İstanbul Üniversitesi Coğrafya Enstitüsü/Bölümü dergisi gibi birçok üniversitemizin coğrafya bölümlerinde periyodik coğrafya dergileri yayımlanır; doğal olarak, bunların içinde coğrafya konuları olduğu kadar jeomorfolojik makaleler de yer alır. Bunlar, ilk yayınlanış sıralamasına göre şöyledir: Ankara Üniversitesi Dil ve Tarih-Coğrafya Fakültesi'nin *Coğrafya Araştırmaları Dergisi* (1966-1996 arası 12 sayı), Ege Üniversitesi'nin *Ege Coğrafya Dergisi TÜBİTAK'a bağlı olup* (1983-2015 yılları arasında toplamda 30 sayı, http://dergipark.ulakbim.gov.tr/ecd/issue/archive?issuesPage=1#issues), Erzurum-Atatürk Üniversitesi *Doğu Coğrafya Dergisi* (1995-2016 yılları arasında 36 sayı) (http://e-dergi.atauni.edu.tr/ataunidcd/issue/view/5000012695), Marmara Üniversitesi'nin *Marmara Coğrafya Dergisi* (1996-2016 yılları arasında 33 sayı, http://www.marmaracografya.com/). Bunlar halen yayın hayatına devam etmekte olan ve coğrafya kadar jeomorfoloji makalelerine de yer veren, hakemli bilimsel üniversite dergileridir. Görüldüğü gibi, tüm dergiler internet ortamında da yayımlanır; hatta çoğunluğu eski sayılarını tarayarak internet ortamında okuyucuya sunar.

İki yılda bir düzenlenen ve 2010 yılında "63. Jeoloji Teknik Kurultayı"na bildiri ile katılan jeomorfologlar olduğu gibi; İstanbul Jeolojisi Sempozyumu gibi illerin tematik yerbilimleri sorunlarının tartışıldığı sempozyumlara da jeomorfologlar çağrılı bildirili olarak davet edilirler (Ertek, 2010). İlki Gebze'de 1988'de düzenlenen, 1993, 2001, 2003, 2005, 2007'de sürdürülen Kuaterner dönemi ülkemiz yerbilimleri ve jeomorfolojisinin tartışıldığı TURQUA toplantılarının 7.si 2016'da İTÜ Avrasya Yerbilimleri Enstitüsü'nde yapılır ve ülkemiz jeomorfologları bildiriyle bu çalıştayları desteklerler. Yine MTA bünyesinde Türkçe ve İngilizce olarak yayımlanan *MTA Dergisi*'nde ve *Mineral Research & Exploration Bulletin'*de, TÜBİTAK tarafından çıkarılan *Turkish Journal of Earth Sciences* dergisinde İngilizce yayımlanan jeomorfoloji makaleleri de dış dünya ve bilim camiasıyla kurulan köprülerdir.

1960-1980 yılları arasında İstanbul ve Ankara üniversitelerinin jeomorfoloji kökenli hocaları doktora ve doçentlik çalışmalarıyla orijinal eserler ortaya koyarlar. İstanbul Üniversitesi Coğrafya Enstitüsü'nde Hamit İnandık *Türkiye Gölleri ve Karst Jeomorfolojisi*; Turgut Bilgin *Samanlı Dağları, Biga Yarımadası, Munzur Dağları*; Ajun Kurter *Istranca Dağları ve Kastamonu Yöresi*; Muzaffer Bener *Göksu Vadisi Karstlaşma ve Antalya-Gazipaşa Yalıtaşları*; Korkut Ata Sungur *Burdur, Acıgöl depresyonları ve Tefenni Ovası*; Mehmet Ardos *Orta Toroslar ve Afyon*; Sermet Erer *Simav ve Merzifon havzaları;* Mehmet Yıldız Hoşgören *İnegöl ve Akhisar havzaları*; İbrahim Atalay *Erzurum Ovası ve çevresi, Burdur Havzası*; Asaf Koçman *Kura Havzası*; Akif Akkuş *Devrez Çayı Vadisi*; Kemal Göçmen *Aşağı Meriç Vadisi*; Barış Mater *Elbistan Havzası toprakları;* Ali Selçuk Biricik *Beyşehir Gölü Havzası;* Ankara Üniversitesi Coğrafya Enstitüsü'nde Oğuz Erol *Ankara Çevresi, Asi Deltası;* Ayhan Sür *Türkiye'de Kar Yağışları ve Yerel Morfoloji*; Özdoğan Sür *Yapısal ve Volkan Jeomorfolojisi*; Erdoğan Akkan *Kızılırmak Vadisi ve Sinop Dolayı*; İlhan Kayan *Güneybatı Anadolu ve Ege Kıyı Bölgeleri*; Cemalettin Şahin *Çevresel Jeomorfoloji ve Afetler Coğrafyası* oldukça ayrıntılı jeomorfolojik çalışmalar olup, bunların çoğunluğu daha sonra kendi üniversitelerinde kitap halinde yayımlanmıştır.

1975 yılında, Elazığ'daki Fırat Üniversitesi'nde, Konya'daki Selçuk Üniversitesi'nde ve Samsun'daki Ondokuz Mayıs Üniversitesi'nde birer coğrafya bölümü daha açılır. Böylelikle, ülkemizdeki coğrafya bölümü sayısı yediye çıkar. 1960'da kanunlaşan 1750 sayılı Yüksek Öğretim Kanunu'na dayalı her bölüm, kendi kürsülerinde (günümüz karşılığı anabilim

dallarında) lisansüstü eğitimi çerçevesinde doktora da yaptırır. Jeomorfoloji, lisansüstü eğitimi de "Fiziki Coğrafya Kürsüleri"nde verilir. Tezli Fiziki Coğrafya mezunları, özellikle de jeomorfoloji bitirme tezi yapanlar MTA, DSİ, Topraksu, E.İ.E.İ., DMİ, Karayolları, Etibank, TPAO ve belediyelerde "jeomorfolog" olarak görev yaparlar.

Bu jeomorfologlar, 1/25.000 ölçekli jeomorfolojik haritalama, Kuaterner jeomorfolojisi, volkanizma, arazi kullanım potansiyel haritaları, mağara araştırmaları, endüstriyel hammadde, kum-çakıl depoları, yol yapımı, asmaköprü yapımı etüdleri, yer seçimi (karayolu, demiryolu, liman, nükleer santral yeri vb.), heyelan, baraj çalışmaları ve siltasyon, hidrografik ölçümler, meteorolojik değerlendirmeler, uzaktan algılama ve coğrafi bilgi sistemleri uygulamaları gibi konularda çalışırlar (Erol, 1993).

Ajun Kurter ve Mehmet Yıldız Hoşgören *Jeomorfoloji Tatbikatı* isimli kitaplarının ilkini 1975'de ve ikinci baskısını 1986'da daha da genişleterek İstanbul Üniversitesi Edebiyat Fakültesi'nde yayımlarlar. Bu kitapta, jeomorfolojik çeşitli araştırma metotlarının yanısıra, jeomorfoloji araştırmalarında kullanılan araç, gereç, malzeme ve yapılan çalışmalara yer verirler. Bilhassa "Hava Fotoğrafları" ve "Sedimantolojik Analizler" bölümleri halen birçok üniversitemizdeki lisansüstü derslerinde ayrıntısıyla verilen derslere dönüşür. Sedimatoloji-Jeomorfoloji laboratuarlarının desteğiyle, günümüz üniversitelerinde okutulması sürdürülen, konusunda yazılmış ayrıntılı tek uygulamalı jeomorfoloji kitabıdır.

6 Kasım 1981'de Yüksek Öğretim Kanunu'nun (YÖK) çıkmasıyla, daha önceleri anabilim dallarındaki (kürsülerdeki) sertifikalı sistemden, bölüm programına ve ders geçme sistemine geçilir. 1982'de İstanbul'da Marmara Üniversitesi'nde, İzmir'de 9 Eylül Üniversitesi'nde ve Van'da Yüzüncü Yıl Üniversitesi'nde açılan coğrafya bölümleri ve coğrafya eğitimi bölümleri içinde jeomorfoloji, yine ders ve araştırmalarla temsil edilir. Coğrafya bölümlerinin sayısı 10'a çıkar. YÖK Kanunu sonrasında, 1982'de, İstanbul Üniversitesi'nde 'Deniz Bilimleri ve Coğrafya Enstitüsü' kurulur ve buradaki anabilim dallarından biri de Jeomorfoloji Anabilim Dalı olur. Prof. Dr. S. Erinç'in kuruculuğundaki Enstitü'de birçok araştırma projesi yanında jeomorfoloji projelerine de imza atılır (Erinç vd. 1984). Enstitü'nün Jeomorfoloji Anabilim Dalı'nda 18 doktora ve 63 yüksek lisans öğrencisi yetişir. Bir araştırma gemisine, bir jeomorfoloji-sedimantoloji laboratuvarı yanında birçok laboratuvara (kimya, biyoloji v.b.) sahip olan Enstitü'de *Bülten* adıyla 11 sayılık bilimsel bir dergi de 1984-1994 yılları arasında yayımlanır. 1984-1997 yılları arası "Jeomorfoloji

alanında" lisansüstü eğitimi alıp yetişen o günün elemanlarının büyük çoğunluğu günümüz üniversitelerinin (Prof.Dr. Atilla Sesören, Prof.Dr. Sancar Ozaner, Prof.Dr. Recep Efe, Prof.Dr. Hüseyin Turoğlu, Prof.Dr. Tevfik Erkal, Doç.Dr. Türkan Vildan Altın, Y.Doç.Dr. T.Ahmet Ertek, Y.Doç.Dr. A.Cem Güneysu, Y.Doç.Dr. Bekir Necati Altın, Y.Doç.Dr. Cengiz Kayacılar, Y.Doç.Dr. Nurdan Keser, Y.Doç.Dr. Lütfi Nazik, Y.Doç.Dr. Bora Avşarcan) ve kamu kurumlarının özellikle MTA Genel Müdürlüğü'nün (Dr. Ömer Emre, Dr. Kenan Tüfekçi, Mustafa Keçer) akademisyenleri ve araştırmacılarıdırlar. Ancak aradan geçen 10 yıllık bir süre sonrasında 1992'de yapılan bir yasal düzenlemeyle bu enstitünün ismi 'Deniz Bilimleri ve İşletmeciliği Enstitüsü'ne dönüştürülür. Burada coğrafya ile ilgili anabilim dalları kapatılır ya da küllenmeye bırakılır, tıpkı "Jeomorfoloji Anabilim Dalı" gibi… Dergisinin ismi de *Turkish Journal of Marine Science* olur ve son dönemde de *Journal of the Black Sea/Mediterranean Environment* adıyla İngilizce olarak yayımlanır ve burada jeomorfoloji araştırmalarına da yer verilir. Jeomorfoloji ise, Enstitü'de sadece 'Kıyı Jeomorfolojisi' ve 'Türkiye Kıyı Jeomorfolojisi' dersleri ile temsil edilir.

YÖK ile birlikte (1981), sosyal bilimlerde yüksek lisans ve doktora tez programlarının yürütülmesi için her üniversite bünyesinde birer Sosyal Bilimler Enstitüsü kurulur. Jeomorfoloji lisansüstü çalışmaları da, bu enstitüler bünyesinde oluşturulan 'Fiziki Coğrafya Anabilim Dalı' ve daha sonraları ise 'Coğrafya Anabilim Dalı'nda yaptırılmaya başlanır. Burada, yüksek lisansını jeomorfoloji ya da uygulamalı jeomorfoloji konularında yapıp, teorik derslerini ağırlıklı olarak jeomorfoloji derslerinden seçen morfologlar DPT (Devlet Planlama Teşkilatı) kadro kanununa göre, ancak "Jeomorfolog" olarak çalışma hakkını elde ederler ve ilgili kurumlarda çalışmaya başlarlar.

Akarsu-göl, karst, glasiyal, periglasiyal, kıyı, denizaltı, kurak ve yarıkurak bölgeler gibi jeomorfolojinin alt disiplininde, ayrıca çözülme ve toprak ile heyelan ve kütle hareketleri, sel-taşkınlar, doğal afetler gibi uygulamalı jeomorfoloji konularında akademik düzeyde birçok jeomorfolog yetişir: Sadettin Tonbul *Elazığ Dolayları*; Ali Fuat Doğu *Doğu Karadeniz Dağlarında Buzul Şekilleri*; Ertuğ Öner *Samsun Çevresi*, Hakan Yiğitbaşıoğlu *Gülnar-Meydancıkkale, Burdur Havzası*; Recep Efe *Gönen Havzası, Biga Dolayları*, *Ermenek Çayı Havzası*; Ali Uzun *Masat Çayı Havzası*, Hayriye Sayhan *Tomarza-Pınarbaşı Havzası*, Nuriye Farımaz *Doğu Anadolu'da Ulaş Havzası*, Mehmet Ali Özdemir *Pötürge-Şiro Çayı Havzası,* Özer Yılmaz *Horasan Çevresi*, İhsan Çiçek *Mut ve Yakın Çevresi*, Hüseyin Turoğlu *Reşadiye*

Yarımadası, İzmit Körfezi-Sapanca Arası, Bartın Havzası; Tuncer Demir *Welsh Stream, Akarsu Jeomorfolojisi*; Abdullah Soykan *Kepsut-Susurluk Kuzeyi Arası Simav Çayı Vadisi, Bigadiç Depresyonu,* Uğur Doğan *Çandır Miyosen Havzası, Manavgat Nehri Havzası;* Deniz Ekinci *Büyükdere Havzası, Gülüç Çayı Havzası*; Halil İbrahim Zeybek *Artova Depresyonu,* A.Evren Erginal *Orhaneli Çayı Havzasının Aşağı Kesimi*; İsa Cürebal *Madra Çayı Havzası* gibi jeomorfolojik araştırmalarıyla son dönem 2000'lerin genç profesör jeomorfologlarıdırlar. Hasan Özdemir *Havran Çayı Havzasının (Balıkesir) CBS ve Uzaktan Algılama Yöntemleriyle Taşkın ve Heyelan Risk Analizi*, İbrahim Kopar *Hasan Dağı ve Yakın Çevresi ile Melendiz Çayı ve Karasu Çayı*, Vildan Türkan Altın *Karadeniz Ereğlisi-Alaplı, Aladağlar (Ecemiş Çayı Aklanı) Üzerinde Buzul ve Karst Jeomorfolojisi* gibi jeomorfolojik araştırmalarıyla günümüzün genç doçentleridir. Bora Avşarcan *Fethiye Körfezi Kuzeyindeki Dağlık Kesim, Türkiye'de Yalıtaşları;* Nilüfer Pekcan *Düzce-Akçakoca Arası*; Lütfi İhsan Sezer *Manisa-Yamanlar Dağı, Karaburun Yarımadası*, A. Cem Güneysu *Hereke Karstı, Eğirdir Gölü Güneyinin Karstı, Kapıdağ Yarımadası Kıyıları*; T. Ahmet Ertek *Kocaeli Yarımadasının Kuzeydoğu Kesimi, Yenişehir Havzası, İstanbul İlinin Jeomorfolojisi* gibi araştırmalarıyla dönemin kıdemli yardımcı doçentleridirler. Sancar Ozaner *Kula Volkanları*, Mustafa Karabıyıkoğlu *Konya Havzasının Geç Kuaterner Evrimi*, Tevfik Erkal *Yeşilırmak Deltası*; Lütfi Nazik *Beyşehir Gölü Yakın Güneyinin Karstı, Beyşehir Gölü Güney Batısı ile Kembos Polyesi Arasının Karst*ı; Kadir Tuncer *Sakarya Nehri-Göynük Çayı Arasının Karstı* gibi jeomorfoloji araştırmalarını yapan ve MTA Genel Müdürlüğü'nden üniversitelere geçen akademisyen jeomorfologlardır. Necip Mülazımoğlu *İskenderun Körfezi Çevresi*, Yılmaz Güner *Erciyes Dağı Volkanizması*, Nuri Güldalı *Elmalı-Bucak Arasının Karstı*, Muammer Atiker *Sivas Kızılırmak Vadisi Çermik Dolayı ve İlbulak Dağı-Büyük Sincanlı Ovası ve Afyon Ovaları Arası*; Tanju Kozan *K. Menderes Deltası ve Güneyi*; Ömer Emre *Ürgüp-Avanos Arası, Hasandağ-Keçiboyduran Dağı Yöresi Volkanizması*; Kenan Tüfekçi *Rahat Dağı*; Mustafa Keçer *Erzincan Ovası ve Yakın Çevresi* araştırmalarıyla ve Veli Bulut, Fikret Özdüm vd., MTA'dan emekli olan jeomorfologlardır.

Yukarıda anılan jeomorfologların tamamı hemen hemen lisansta mezun oldukları üniversitelerinde ya da ülkemizin bir başka üniversitesinde doktoralarını bitirirler. Ancak bunların yanısıra bazı jeomorfologlar ise; yurtdışında lisansüstü çalışmalarını tamamlayarak yurda döner ve üniversitelerimizde çalışmaya başlarlar. Bunlardan Prof.Dr. Mehmet Ardos 1961'de İ.Ü. Edebiyat Fakültesi Coğrafya Bölümü'nden mezun olduktan sonra, doktorasını

1967'de Fransa'nın Clermont-Ferrand Üniversitesi'nde "Orta Toroslar ve Onun Akdeniz'e Mücavir Kısımlarının Jeomorfolojik Problemleri" başlıklı tezi morfoloji doktorası yapar. Ardından, Prof.Dr. Barış Mater ise 1967'de İstanbul Üniversitesi Fiziki Coğrafya Kürsüsünden mezun olduktan sonra, 1972 de Durham Üniversitesi Fen Fakültesi'nden "Morphological Characteristics and Pedogenesis of the Soils in the Elbistan Basin Eastern Anatolia, TURKEY" başlıklı teziyle toprak doktorası yaparak yurda dönen akademisyen hocalardandır. Bir dönem Harran Üniversitesi'nde görev yapmış olan ve halen Akdeniz Üniversitesi Coğrafya Bölümü kurucu öğretim üyelerinden lisansını Erzurum Atatürk Üniversitesi'nde tamamlayan Prof.Dr. Tuncer Demir, 1996'da yüksek lisansını Galler'deki Wales Üniversitesi'nde; 2000'de doktorasını İngiltere'nin Durham Üniversitesi'nde tamamlar ve yurda döner.

Prof.Dr. İbrahim Atalay, "*Türkiye Jeomorfolojisine Giriş"* isimli kitabını 1982 ve 1987'de genişleterek İzmir'de Ege Üniversitesi'nde yayımlar. Kendi görüşleri yanında, birçok akademisyen jeomorfologun çalışmasını da özellikle yüksek lisans, doktora ve doçentlik çalışmalarını ya da üniversite projelerinin kısa özetlerini ve özellikle haritalarını bu kitapta toplar.

1983-2007 yılları arasında birçok baskısı yapılan Prof. Dr. Mehmet Yıldız Hoşgören'in *Jeomorfoloji'nin Ana Çizgileri I* ve *II* isimli kitapları, günümüz coğrafya bölümleri ile coğrafya öğretmenliği bölümlerinin jeomorfoloji derslerinde okutulan başvuru kitaplarındandır.

Prof.Dr. Oğuz Erol, 1992'de İ.Ü.Deniz Bilimleri ve Coğrafya Enstitüsü yayını olarak "Klimajeomorfoloji" isimli kitabı kaleme alarak yayımlar ve jeomorfolojiye yeni bir bakış açısı kazandırır.

Türkiye'de modern jeomorfolojinin kuruluş ve gelişme dönemi olarak nitelendirdiğimiz 1933-1999 arasındaki dönem içinde; kıyı, denizaltı, volkan, kurak-yarıkurak bölgeler, buzul ve karst jeomorfolojisi gibi jeomorfolojinin alt disiplinleri hakkında ayrıntılı kitaplar da yayımlanır. Hamit İnandık'ın *Kıyı Morfolojisi ve Denizaltı Reliefi* (1960); Hamit İnandık'ın *Karst Jeomorfolojisi* (1962); Özdoğan Sür'ün *Yanardağlar* (1982); Mehmet Ardos'un *Volkan Coğrafyası* (1987); *Volkanoloji* (1989); İbrahim Atalay'ın *Denizaltı Jeolojisi ve*

Jeomorfolojisi (1993); Nilüfer Pekcan'ın *Karst Jeomorfolojisi* (1995, 1999) kitapları temel ders kitapları arasında yerlerini alırlar.

Jeomorfolojide en önemli sorunlardan biri de, 5000 kelimeye yaklaşan terminolojisi ile kavramların anlaşılabilirliğidir. Bu amaçla gerek coğrafya ve gerekse jeomorfolojide birkaç sözlük denemesi bulunur. Bu sözlüklerden ilki 1962'de 6 dilde yayımlanan Sami Öngör'ün *Coğrafya Sözlüğü*'dür. Daha sonra ardından Reşat İzbırak'ın 1964'de 4 dilde *Coğrafya Terimleri Sözlüğü* baskıya girer ve günümüze kadar sayısız baskısı yapılır. Jeomorfoloji sözlüğü olarak ise; *Açıklamalı Fransızca-Türkçe Jeomorfoloji Sözlüğü* adıyla Mehmet Ardos ilk sözlüğü 1988'de çıkarır. Daha sonra 1997'de Mehmet Ardos ve Nilüfer Pekcan tarafından *Jeomorfoloji Sözlüğü (Kısmen Yerbilimleri)* yayınlanır. Son olarak, Emrullah Güney, geniş kapsamlı *Jeoloji-Jeomorfoloji Terimleri Sözlüğü*'nü 1994'de Diyarbakır'da çıkarır. Böylece gerek jeomorfologlar ve coğrafyacılar; gerekse farklı disiplinlerden olanların beklentileri de bu sözlüklerle karşılanmış olur.

Coğrafyanın ve dolayısıyla jeomorfolojinin gelişimi amacıyla 1988 yılında Atatürk Kültür, Dil ve Tarih Yüksek Kurumu yapısı içinde 'Coğrafya Bilim ve Uygulama Kolu' kurulur. 1989-1996 arası *Coğrafya Araştırmaları* isimli bir dergi de yayımladıkları halde, sonradan bu kol kapatılır.

Yine bu dönem içinde, Ankara Üniversitesi'nde 1988'de kurulan ve halen aktif olarak çalışmalarını sürdüren 'Türkiye Coğrafyası Araştırma ve Uygulama Merkezi' (TÜCAUM) bulunur. *Türkiye Coğrafyası Dergisi* ismiyle 1992-2001 arası 8 sayı çıkartılır (http://tucaum.ankara.edu.tr/turkiye-cografyasi-arastirma-ve-uygulama-merkezi-dergisi/), dergi ismi 2003'den itibaren *Coğrafi Bilimler Dergisi (Turkish Journal of Geographical Sciences)*(http://dergiler.ankara.edu.tr/detail.php?id=33) olur ve Türkçe, İngilizce Almanca, Fransızca olarak 2014 yılına kadar 24 sayı çıkar. Halen Ankara Üniversitesi'ne bağlı olan bu merkez, 1988-2014 yılları arasında bilimsel amaçlı 8 ulusal coğrafya sempozyumu düzenler.

Türkiye, teşkilatlanma açısından dünyanın en eski jeomorfoloji derneklerinden birine (Türkiye Jeomorfologlar Derneği, 1964) sahiptir. Dünya Jeomorfologlarının uluslararası birliği olan "Uluslararası Jeomorfologlar Birliği (International Association of Geomorphologists) (IAG)", 1989'da Almanya'nın Frankfurt kentinde kurulur. Uluslararası Jeomorfologlar Birliği tarafından ülkemiz jeomorfologlarının da katılımlarıyla güçlenen ve 4

yılda bir düzenlenerek dünya jeomorfologlarını bir araya getiren ve paylaşımlarını sağlayan uluslararası jeomorfoloji kongrelerinin yapıldığı kentler ve tarihleri ise sırasıyla şöyledir: Manchester 1985, Frankfurt 1989, Hamilton 1993, Bologna 1997, Tokyo 2001, Zaragoza 2005, Melbourne 2009, Paris 2013. Ayrıca, jeomorfolojinin alt disiplinlerinde, heyelan, karst, kıyı, glasiyoloji, mağara vb. konuların işlendiği INQUA çalıştaylarına da ülkemizden birçok jeomorfolog bildiriyle katılır.

Özellikle 2000'lere doğru, teknolojik olanakların artışıyla internet dergiciliğinin de dünyada hızla gelişmesiyle, ülkemiz jeomorfologların uluslararası alandaki birçok dergide (*Geomorphology, Zeitschrift für Geomorphologie, Catena, Marine Sciences, Tectonics, Tectonophysics, Journal of Coastal Research, Geografiska Annaler Series A: Physical Geography, Turkish Journal of Earth Science, Geodinamica Acta, Earth Surface Processes and Landforms, Quaternary Research, Quaternary International*… gibi dergilerde) makaleleri yayımlanır.

3.3.Bilgisayar Çağı: Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Uygulamaları Dönemi (2000-2016)

2000'li yıllarda bilgisayarın hemen her ortamda yaygın kullanımı, internet kullanımının yaygınlaşarak üniversitelere ve devlet kurumlarına girişi, dünyada olduğu gibi Türkiye'de de bilim adamları kadar kurumlarda da daktilodan-bilgisayara; telgraf ve telefondan-internete ve cep telefonlarına; katır sırtından-yaygın kullanımıyla dört çekişli arazi araçlarıyla yapılan saha çalışmalarına ve hatta hava fotoları çekimlerimden-dron çekimlerine kadar çok hızlı bir geçiş olur. Bu geçiş sürecinde diğer disiplinlerde olduğu gibi; coğrafya kadar jeomorfolojide de muazzam sıçramalar ve dolayısıyla bilimsel gelişmeler kaydedilir. Uydu görüntüleri ve uzaktan algılama sistemleri ile coğrafi bilgi sistemlerine yönelik çeşitli paket programlar, özellikle jeomorfoloji haritalarının çizimi, üretimi ve raporlandırılmasında verimli birer araç oluştururlar. Bu dönem, çağın gereği olarak "**Jeomorfolojinin digitalleşme çağıdır**".

Temel ders kitaplarının yayımı 2000 yılından sonra bu dönemde de sürer: Hakan Yiğitbaşıoğlu'nun *Volkanlar* (2000); Ayhan Sür, Özdoğan Sür ve Hakan Yiğitbaşıoğlu'nun *Volkanlar* (2002); Nilüfer Pekcan'ın *Kurak ve Yarıkurak Bölgeler Jeomorfolojisi* (2002); Hüseyin Turoğlu'nun "*Buzul ve Buzul Jeomorfolojisi* (2011)".

2015 yılında bir yayınevimizin girişimi ve Doç.Dr. Mustafa Karabıyıkoğlu'nun önderliğinde ve Prof.Dr. Uğur Doğan'ın editörlüğünde ders kitabı niteliğinde orijinali ingilizce olan Richard John Huggett'ın "*Fundamentals of Geomorphology*" isimli kitabının III. Baskısı 7 jeomorfolog akademisyen hoca (bölüm yazarları sırasıyla: Prof.Dr. Uğur Doğan, Doç.Dr. Mustafa Karabıyıkoğlu, Doç.Dr. Cengiz Yıldırım, Y.Doç.Dr. Tolga Görüm, Prof.Dr. İhsan Çiçek, Prof.Dr. Ahmet Evren Erginal, Y.Doç.Dr. Levent Uncu) tarafından bölümler halinde Türkçe'ye çevrilerek, ülkemiz üniversitelerinde okutulmak üzere "*Jeomorfolojinin Temelleri*" isimli ciddi bir kitap kazandırılır.

Bu son dönemde; yurtdışında master, doktora ya da doktora sonrası çalışmaları tamamlayan birkaç akademisyen daha olmuştur: 1995'de lisans ve 1998'de yüksek lisansını Ankara Üniversitesi'nde tamamlayan ve bir dönem Ankara ve Ege üniversiteleri Coğrafya Bölümlerinde görev yapan Y.Doç.Dr. Levent UNCU, Almanya'nın Marburg-Philipps Üniversitesi'nde "*Holocene landscape changes of the Lezha region (A contribution to the palaeogeographies of coastal Albania and the geoarchaeology of ancient Lissos"* isimli bir doktora tezi de hazırlayarak 2011'de Bilecik'e Şeyh Edebali Üniversitesi'ne akademisyen olarak döner. 2001'de lisans ve 2005'de yüksek lisansını Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi'nde tamamlayan Ebru Akköprü, "*Van Gölü'nün Güney Batı Kısmında Jeomorfolojik Araştırmalar (Tatvan-Göllü) - Etudes Geomorphologiques dans la Partie Sud-Ouest du Lac de Van (Tatvan-Göllü)***"** isimli doktora tezini Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Fiziki Coğrafya Anabilim Dalı, İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü ve Paris I Panthéon Sorbonne Üniversitesi gibi üniversitelerde 2006-2011 tarihlerinde paralel olarak çalışmalarını Van-İstanbul-Paris'te sürdürür ve 2011'de tezini hem İstanbul ve hem de Paris'te savunarak; Van Yüzüncü Yıl Üniversitesine akademisyen olarak döner. Doç.Dr. Cengiz Yıldırım; İ.Ü.Sosyal Bilimler Enstitüsü'nde 2002'de tamamladığı "*Kurşunlu-Mudanya (Bursa) Arasının Kıyı Jeomorfolojisi*" isimli yüksek lisans tezinden sonra; bir süre MTA'da jeomorfolog olarak çalışır ve İTÜ Avrasya Yerbilimleri Enstitüsü'nde 2008'de "*Almacık Bloku ve Yakın Çevresinin Morfotektoniği*" isimli bir tez de yaparak doktorasını tamamlar. Sonrasında Almanya'daki Potsdam Üniversitesi'nde Post-Doc yaparak 2012'de yurda döner; halen İTÜ Avrasya Yerbilimleri Enstitüsü'nde akademisyen olarak görev yapmaktadır. 2002'de yüksek lisansını ve 2007'de doktorasını İstanbul Üniversitesinde tamamlayan Doç.Dr. Hasan Özdemir, İsviçre'deki Cenevre Üniversitesinde 2009'da "GIS Based Landslide Risk Assessment at Basin Scale" isimli ikinci yüksek lisansını ve 2012'de

İngiltere'nin Bristol Üniversitesinde Post-Doc çalışmasını tamamlayarak 2012'de İstanbul Üniversitesi'ne geri döner. Y.Doç.Dr. Tolga Görüm ise; İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü'nde 2006'da "*Coğrafi Bilgi Sistemi ve İstatistiksel Yöntemler Kullanılarak Heyelan Duyarlılık Analizi: Melen Boğazı ve Yakın Çevresi*" isimli bir yüksek lisans tezi yapar. Yıldız Teknik Üniversitesinde bir süre çalışır. Doktorasını yapmak üzere Hollanda'ya gider ve Universiteit Twente Faculty of Geo-Information Science and Earth Observation Earth Systems Analysis'da *"Towards a better understanding of earthquake triggered landslides: an analysis of the size, distribution pattern and characteristics of coseismic landslides in different tectonic and geomorphic environments"* isimli doktorasını tamamlayarak 2013'de yurda döner. Halen İstanbul Üniversitesi Coğrafya Bölümü'nde görevini sürdürür. Görüleceği üzere jeomorfologlara tanınan fırsatlar nisbetinde bu dönemde yurtdışındaki uzmanlaşma çalışmalarında ciddi artış görülür.

Türkiye jeomorfologları; "Türkiye Jeomorfologlar Derneği" isimli derneklerinin çatısı altında iki yılda bir toplanıp, olağan kongrelerini ve dolayısıyla konferanslarını yaparak meslektaşlarını bir araya getirirken; lâkin 1993-2008 yılları arasındaki uzun soluklu arada bu gerçekleşemez. 15 yıl aradan sonra jeomorfologlar, Çanakkale'de toplanırlar, ancak bu kez dernek çatısı altında değil; bir üniversitenin evsahipliği altındadırlar. Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Rektörlüğü ve Coğrafya Bölümü tarafından 20-23 Ekim 2008 tarihleri arasında düzenlenen "Ulusal Jeomorfoloji Sempozyumu"nda dört gün boyunca çok sayıda bildiri sunulur. Sempozyum, bir önceki yıl ebediyete göç eden jeomorfolog hocalardan merhum Prof. Dr. Mehmet Ardos anısına düzenlenir. Öncesinde; coğrafyacılar kadar jeomorfologlar da, arka arkaya duayen jeomorfoloji hocalarını kaybederler. 2002'de Erinç ve 2003'de Yalçınlar vefat eder. Bu vefatlardan sonra, bu iki saygın hocaları anısına coğrafyacılar bir araya gelerek üç sempozyum düzenlerler. Türk Coğrafya Kurumu'nun önderliğinde, İstanbul Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Coğrafya Bölümü ve Deniz Bilimleri İşletmeciliği Enstitüsü hocalarının destekleriyle ulusal ve uluslararası Coğrafya sempozyumları (2003 ve 2004'te Prof. Dr. Sırrı Erinç anısına) ve Ulusal Coğrafya Kongresi (2005'te Prof. Dr. İsmail Yalçınlar anısına) düzenlenir ve bu sempozyumların bildiri kitapları yayımlanır. Türk jeomorfologları, üniversitelerin ev sahipliğinde; 2008 yılı Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Coğrafya Bölümü'nün sonrasında; sırasıyla 2010'da Afyon-Kocatepe Üniversitesi Coğrafya Bölümü'nün, 2012'de Hatay-Mustafa Kemal Üniversitesi Coğrafya Bölümü'nün ve son olarak 2015'de Samsun-Ondokuz Mayıs Üniversitesi Coğrafya Bölümü'nün ev

sahipliklerinde ülkemizde "Jeomorfoloji Sempozyumları"nı yeniden hayata geçirerek 2-3 yılda bir bu sayede meslektaşlarını bir araya getirerek bilgi alışverişinde bulunurlar. Bu 4 sempozyumun da bildiriler kitabı yayınlanır.

24 Nisan 2015 günü İstanbul Üniversite Coğrafya Bölümü öğretim üyelerinden Prof.Dr. Hüseyin TUROĞLU önderliğinde "Jeomorfoloji Derneği" www.jd.org.tr ismiyle İstanbul'da bir dernek kurulur. Ankara'da bulunan, ancak bilimsel faaliyetleri gün geçtikçe zayıflayan Türkiye Jeomorfologlar Derneği'nin -belki de yıllardır gerçekleştiremediği yerini doldurmaya çalışarak- onun yerini alacak bu dernek; kısa sürede "Uluslararası Jeomorfologlar Derneği" ile ilişkilerini artıracağı bir gerçektir. Derneğin kurucuları şunlardır:

Prof.Dr. Hüseyin TUROĞLU-İstanbul Üniversitesi, Prof.Dr. Hakan YİĞİTBAŞIOĞLU-Ankara Üniversitesi, Prof.Dr. Uğur DOĞAN-Ankara Üniversitesi, Prof.Dr. Tuncer DEMİR-Harran Üniversitesi, Prof.Dr. Abdullah SOYKAN-Balıkesir Üniversitesi, Prof.Dr. İhsan ÇİÇEK-Ankara Üniversitesi, Prof.Dr. Evren ERGİNAL-Ardahan Üniversitesi, Prof.Dr. İsa CÜREBAL-Balıkesir Üniversitesi, Doç.Dr. Kirami ÖLGEN-Ege Üniversitesi, Doç.Dr. Cengiz YILDIRIM-İstanbul Teknik Üniversitesi, Yrd.Doç.Dr. Lütfi NAZİK-Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi, Yrd.Doç.Dr. Musa ULUDAĞ-Trakya Üniversitesi, Yrd. Doç. Dr. Cihan BAYRAKDAR-İstanbul Üniversitesi, Yrd.Doç.Dr. Tolga GÖRÜM-İstanbul Üniversitesi, Jeomorfolog İlker ALAN-Meteoroloji Genel Müdürlüğü.

MTA, 2000 yılından itibaren Türkiye heyelan sahalarını ele alarak 1/500.000 ölçekli 'Türkiye Heyelanları'nın kuzeyli 6 paftasını bitirmiş, diğer 12 paftayı da hazırlamayı sürdürmektedir. Hatta bunlar içerisinde 1/25.000 ölçekli olanların ise, yarıya yakını tamamlanır. Oğuz Erol tarafından, 1/1.000.000 ölçekli morfometri-litoloji ağırlıklı 'Türkiye Jeomorfoloji Haritası MTA'da 3 pafta halinde hazırlanır (1991). Tematik olarak, yine MTA tarafından hazırlanan İstanbul'un batısının yerbilimleri bakımından araştırmasında 1/50.000 ölçekli jeomorfoloji haritasının yer alması (Duman, 2004); genel jeomorfoloji haritaları kadar baskı kalitesi yüksek ve kamuya sunulan büyük ölçekli jeomorfoloji haritalarıdırlar. 1984'de Sırrı Erinç, Ajun Kurter, Okay Eroskay ve Barış Mater ekibi tarafından tamamlanan bir TÜBİTAK projesinde "Trakya ve Batı Anadolu'nun Uygulamalı Jeomorfoloji Haritası" ülkemizin 31° doğu boylamına kadar olan batı kesiminin 1/500.000 ölçekli orta ölçekte bir jeomorfoloji haritasıdır. Ahmet Ertek ve Hasan Özdemir ekibi tarafından ise; bu haritanın güncellenmiş digital hali ve hillshade (kabartma) giyrilmişi bir üniversite projesiyle coğrafya

ve yerbilimleri camiasına sunulur (Ertek et al., 2015). Benzer lejand uygulamasıyla "Orta ve Doğu Anadolu Jeomorfoloji Haritası"nın çizimi halen pek çok jeomorfologun proje hayalleri arasındadır.

Gerek coğrafyanın Altın Çağı'nı yaşadığı 70'lerden sonraki dönemde olsun, gerekse özellikle bu son dönemde olsun; yardımcı disiplinlerden coğrafyacıların ve özellikle jeomorfolog hocalarla birlikte projeler yapan ve eserler, kitaplar, makaleler ortaya çıkaran profesör birçok bilim insanı vardır. Bunların birkaçının ismini burada saymak gereklidir: Jeolojide İhsan Ketin, Yücel Yılmaz, Celal Şengör, Naci Görür, Aral Okay, Namık Çağatay, Okan Tüysüz, Mehmet Sakınç, Erdinç Yiğitbaş, Erkan Gökaşan ve Oya Algan; hidrojeolojide Okay Eroskay, Erdoğan Yüzer, Mahir Vardar ve Turgut Öztaş; jeofizikte İhsan Özdoğan, Haluk Eyidoğan; orman mühendisliğinde Doğan Kantarcı, Burhan Aytuğ ve Ahmet Hızal; tarihte Afif Erzen, Mehmet Özsait; prehistorya ve arkeolojide Halet Çambel, Ufuk Esin, Güven Arsebük ve Mehmet Özdoğan hemen akla gelen bilim dünyamızın duayenleridirler.

2008, 2010, 2013, 2016 Mayıs ya da Haziran aylarında Ege Üniversitesi Buca Eğitim Fakültesi Coğrafya Eğitimi Anabilim Dalı ve emekliliği sonrasında Burdur-Mehmet Akif Üniversitesi Coğrafya Bölümü öğretim üyesi Prof. Dr. İbrahim Atalay'ın önderliğinde, ilki Balıkesir Üniversitesi Konferans Salonlarında ve diğerleri Antalya/Kemer'deki Rose Residans Beach Hotel'de düzenlenen Uluslararası Coğrafya Sempozyumu (GEOMED); ülkemiz ve dünya coğrafyacılarını olduğu kadar jeomorfologları da bir araya getiren, aralarındaki bilimsel ilişkileri devam ettiren faaliyetlerden birisi olarak periyodik sempozyumlar arasında yerini alır.

Jeomorfoloji ile sözlük çalışmaları bu dönemde de sürer. 2004'te Prof.Dr. İbrahim Atalay geniş kapsamlı "Doğa Bilimleri Sözlüğü"nü; 2011'de Prof.Dr. Mehmet Yıldız Hoşgören ise nitelikli bir sözlükle "Jeomorfoloji Terimleri Sözlüğü"nü yayımlarlar.

Yine bu dönemde, özellikle jeomorfolojik anlamda *yaşlandırma metotları*nın ülkemizde de gelişmesi ve uygulanabilirliği, yerbilimlerinde olduğu kadar jeomorfoloji disiplininin gelişmesine ve dolayısıyla ülkemiz yerbilimleri içinde gereken yere oturmasına neden olur. Bunların başında, özellikle jeomorfolog akademisyenlerden Harran Üniversitesi'nden Doç.Dr. Tuncer Demir'in Fırat Nehri akarsu taraçalarını ve Kula volkanitlerini; Ankara Üniversitesi'nden Prof.Dr. Uğur Doğan'ın Dicle Nehri akarsu

taraçalarını radiometrik yöntemlerle yaşlandırmaları gelir. İTÜ'den Doç.Dr. Cengiz Yıldırım ve İstanbul Üniversitesi'nden Y.Doç.Dr. Tolga Görüm, Niğde Üniversitesi'nden Y.Doç.Dr. Muhammed Zeynel Öztürk ve ayrıca bunların yanısıra; bilhassa Ardahan Üniversitesi'nden Prof.Dr. Ahmet Evren Erginal ve İstanbul Üniversitesi'nden Y.Doç.Dr. Ahmet Ertek'in Işık Üniversitesi fizik profesörü Nafiye G.Kıyak hocanımın destekleriyle OSL - TL ve C14 benzer yaşlandırma çalışmaları ulusal ve uluslararası alanda etkili olur ve özellikle bunlar; denizel depo ve taraça dolgusu, yalıtaşı, kumul, eolinit, rizolit, traverten gibi Kuaterner oluşukları üzerindeki yapılan yaşlandırma tarihlendirme çalışmalarıdır.

Gerek yurtiçinde ve gerekse yurtdışında yaptığı yayınları; ayrıca Çanakkale Onsekiz Mart, İstanbul ve Ardahan üniversitelerinde göstermiş olduğu büyük gayret ve bilimsel çalışmaları ile Prof.Dr. Ahmet Evren ERGİNAL, 2014 yılında Ankara'daki Türkiye Bilimler Akademisi'nde "TÜBA Üstün Başarılı Genç Bilim İnsanı (GEBİP) Ödülü"nü alan ülkemizdeki ilk coğrafyacı olduğu kadar, ilk jeomorfoloğudur **(Foto 24)**.

Foto 24 – Prof.Dr. Ahmet Evren ERGİNAL'ın (solda) Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanı Fikri IŞIK'ın (sağda) elinden TÜBA Üstün Başarılı Genç Bilim İnsanı (GEBİP) ödülü alırken, 27.6.2014 (http://www.milliyet.com.tr/aru-ogretim-uyesi-tuba-odulunu-aldi-ardahan-yerelhaber-268437/).

Jeomorfoloji; Yapısal Jeomorfoloji, Dinamik Jeomorfoloji ve Klimajeomorfoloji gibi işleyiş biçimlerinin yanında 1970'lerde Uygulamalı Jeomorfoloji ve kısmen de Mühendislik Jeomorfolojisine önem vermiştir. Ancak 1763'lerde başlayan Sanayi Devrimi'nden sonra geçen 250-260 yıllık süre içinde insanoğlunun dünyayı şekillendirmeye başlaması ile bilhassa son 50 yıllık süreçte bu hızın gittikçe artmasıyla dünyada insan eliyle oluşturulan yeni yerşekilleri yani, "Antropojenik Jeomorfoloji" adıyla jeomorfolojinin yeni bir alt dalı gelişmeye başlar. İlk defa, Y.Doç.Dr. Ahmet ERTEK teklifi ve editörlüğünde 2014-2015 ders yılında İstanbul Üniversitesi'nde bir ders olarak da konarak konu gündeme taşınır. Bu alt disiplin sayesinde Türkiye Jeomorfolojisi'ndeki beşeri etkiler bundan sonraki çalışmalarla daha net olarak ortaya çıkarılmış olacaktır. Hatta, Tevfik Erkal ve Barış Taş ekibinin 2013'de yayınlamış oldukları, "Jeomorfoloji ve İnsan: Uygulamalı Jeomorfoloji" isimli kitabın 3. Bölümü "İnsanın Yerşekillerine Etkileri" başlığını taşıyan ülkemizdeki bu bilinçle ele alınan ilk yayındır. Daha da ötesi Samsun'da 2015'de yapılan "Ulusal Jeomorfoloji Sempozyumu"nda "Antropjenik Jeomorfoloji" başlıklı bir oturumda 7 bildirinin sunulması ve bunların bildiriler kitabında yayınlanması konunun önemini bir kez daha ortaya koyar.

Gerek yayımları ve gerekse kongreleri 19. Yüzyılın sonlarından beri süregelen Uluslararası Coğrafya Birliği'nin (International Geographical Union, IGU) 35 alt komisyonundan biri de Jeomorfoloji Komisyonu'dur. Birliğin dört yılda bir düzenlenen toplantılarından sonuncusu, "The 32th International Geographical Congress", 2012 yılında Köln'de yapılmıştır (www.igu-net.org). Dünyanın 74 ülkesinin oy kullandığı bu süreçte; Türk Coğrafya Kurumu Başkanı olarak Ahmet ERTEK, Köln'de etkili bir konuşma yaparak, Prof.Dr. Barbaros GÖNENÇGİL ile birlikte, uluslararası coğrafya kongresinin Türkiye'ye kazandırılmasına neden olur. Böylece, "34. Uluslararası Coğrafya Kongresi", İstanbul Üniversitesi ev sahipliğinde 21-25 Ağustos 2020 tarihleri arasında İstanbul'da gerçekleştirilecek; ülkemize yüzlerce coğrafyacının yanısıra onlarca jeomorfolog da

gelecektir. Temennimiz, ülkeler arası çapta bir Uluslararası Jeomorfoloji Konferansının da Türkiye'ye kazandırılması ve ülkemizde düzenlenmesidir.

Yedi yıl önce ülkemizdeki 18 Coğrafya Bölümü, 6 Coğrafya Öğretmenliği Bölümü ve 42 Sosyal Bilgiler Öğretmenliği Bölümü bulunurken (Ertek, 2012); günümüzde 35 Coğrafya Bölümü, 7 Coğrafya Öğretmenliği Bölümü ve 57 Sosyal Bilgiler Öğretmenliği Bölümü yer almakta olup, özellikle coğrafya bölümü sayılarının neredeyse ikiye katlandığı görülür (ÖSYM, 2015 verileri). Bu bölümlerde ise, 'Jeomorfoloji' sadece dersler ve araştırmalarla temsil edilir **(Tablo 2 ve 3)**. Geçen 93 yıllık süren içinde (1923-2016 arası) ülke nüfusuna oranlandığında açılan bölümlere rağmen; bölümlerin altyapı kalitesi maalesef arttırılamadı. Bölümlere araç, gereç ve ekipman takviyesi lâyıkıyla sağlanamadı, kütüphaneler zenginleşemedi. Yurtiçi ve yurtdışı arazi tecrübeleri ve uygulamalar yeterince geliştirilemedi. Coğrafya gibi, jeomorfolojide de sadece ders sunumundan çok ötelere gidilemedi. Sadece birkaç idarecinin ve öğretim üyesinin öngörüsü, çabası ve gayretleriyle bugünlere gelindi. Ege, Çanakkale-Onsekiz Mart, Fatih, Niğde ve Ardahan Üniversitesi gibi birkaç bölümde bulunan jeomorfoloji-sedimantolojik analizler laboratuvarları dışında, diğer üniversiteler jeomorfoloji laboratuvar uygulamalarından yoksundurlar. Bunların haricinde birkaçında da Coğrafi Bilgi Sistemleri Laboratuvarları (İstanbul, Ankara, Ege, Çanakkale-Onsekiz Mart, Afyon-Kocatepe, Fatih, Sakarya, Marmara, Niğde, Akdeniz gibi üniversitelerde) bulunur ve kuruluş aşamasındadır. Ancak yeni kurulan üniversitelerin coğrafya bölümlerinde birçok değişik amaçlı laboratuvarın açılacak olmasıyla, analitik anlamda yapılacak yeni altyapı tesisleri ve araştırmalarla ülke ihtiyacını karşılayacak birçok çağdaş "jeomorfolog" yetişeceği kanaatindeyiz.

Tablo 2 – Türkiye Üniversitelerinde Coğrafya Programları ve Öğrenci Kontenjanları (ÖSYM-2008)(Ertek, 2012)

Bağlı Olduğu Fakülte	Program	Toplam Program Sayısı Örgün + İkinci Öğretim	Toplam Öğrenci Kontenjanı Örgün + İkinci Öğretim

Edebiyat Fakülteleri	Coğrafya	18 + 2	823 + 78
Eğitim Fakülteleri	Coğrafya Öğretmenliği	6	216
Eğitim Fakülteleri	Sosyal Bilgiler Öğretmenliği	42 + 20	2068 + 1008

Tablo 3 – Türkiye Üniversitelerinde Coğrafya Programları ve Öğrenci Kontenjanları (ÖSYM-2015)

Bağlı Olduğu Fakülte	**Program**	**Toplam Program Sayısı Örgün+İkinci Öğr.+Açık Öğrt.**	**Toplam Öğrenci Kontenjanı Örgün+İkinci Öğr.+Açık Öğrt.**
Edebiyat Fakülteleri	Coğrafya (Örgün+İ.Ö.+A.Ö)	35 + 14 + 1	1990 + 894 + 1538
Eğitim Fakülteleri	Coğrafya Öğretmenliği	7	147
Eğitim Fakülteleri	Sosyal Bilgiler Öğretmenliği	57	3933

Bütün bunlara rağmen ve ÖSYM'de 2008 yılı öncesinde, coğrafya bölümlerine alınacak öğrenciler Sosyal alandan Türkçe-Matematik alanına kaydırılmasına rağmen, son anda tekrardan Sosyal alan (TS-1) içine dahil olur. Bugün coğrafya okumak için üniversitelere gelen öğrenci kalitesinin matematik bilgisinden yoksun olması, hatta dört işlemi zor yapabilmesi coğrafya kadar jeomorfolojinin de ülkemizde gelişimini sekteye uğratmaktadır. Mevcutlar içinde, jeomorfoloji sosyal bir dersmiş gibi kalmaya devam edecek, uygulamaları diğer disiplinlerin özellikle yerbilimleri gibi mühendislik dalları içinde pay edilmesi sürecektir. 2010 baharında 180 yıl sonrasında tekrar patlayan, lavları ile buzullarını eriterek çamur akmalarına neden olan, aylarca Avrupa gibi ülkemizi de külleri ile etkileyen ve hatta havayolu ulaşımlarını günlerce engelleyen İzlanda'daki Eyyafjallajökull Volkanına

jeomorfolojinin alt disiplininde yetişmiş coğrafya kökenli kaç volkanologumuzu ya da glasiyologumuzu gönderip araştırma yaptırabildik? Bu konularda yetişecek yukarıdaki tablodaki lisans düzeyini tamamlayan hevesli gençlerin kadrolu jeomorfolog olarak ortaya çıkmasını umalım. Kadro kanununda jeomorfolog kadrosu bulunmasına rağmen; genel kanı olarak coğrafya bölümü mezunları devlette, özelde ve kurslarda öğretmenliği tercih etmekte ya da üniversitelerde akademisyen olarak kalmaktadırlar. Durum böyle sürerse, 'Jeomorfoloji' yerinde saymaya devam edecektir.

Foto 25 - Hocaların Hocası Jeomorfologlar.

Sonuç olarak, Türkiye'de 1915'te teşkilatlanmaya başlayan coğrafya ile birlikte jeomorfoloji, 1933 sonrasında ilk modern jeomorfoloji adımları atılmaya başlanır. İstanbul ve Ankara'da Coğrafya Enstitüleri, biraz da yabancı kökenli bilim adamlarının gayretleriyle kurulur. Birinci Coğrafya Kongresi'nin Ankara'da bakanlık girişimleri ile toplanması ve Türk Coğrafya Kurumu'nun kurulmasıyla 1941-1981 arasında coğrafya Altın Çağı'nı yaşar. Hatta,

jeomorfologlar 1964'de teşkilatlanır ve Türkiye Jeomorfologlar Derneği kurulur. 1981'de YÖK Kanunu ile İstanbul ve Ankara'daki coğrafya enstitüleri kapanır; anabilim dalı yani uzmanlaşma yerine, yeniden bölüm programı uygulanmaya başlar. Bu arada yurdun ihtiyacı nispetinde coğrafya bölümlerinin ve coğrafya öğretmenleri bölümlerinin artışı olumlu bir özellik gibi görünür. Ancak kurulan çoğu bölüm/anabilim dalı yetersiz ödeneklerle birlikte, çoğu henüz akademik kariyerinin başlangıcında olan birkaç kişi ile yönetilir. Bununla birlikte İstanbul Üniversitesi Açık ve Uzaktan Eğitim Fakültesinde Coğrafya Bölümü kurulur. Öğrenci kontenjanı 3000 hatta ilk yıllar 5000'leri bulur. Öğretim Üyeleri tarafında önerilen makul rakam ise 300 civarındadır. Tüm bunlar göz önüne getirildiğinde eğitim ve öğretim kalitesinde dolayısıyla hafif bir düşüş gözlenir. Ancak son yıllarda bilgisayar teknolojilerindeki gelişmelere ayak uydurmaları sonucu coğrafya bölümlerinde tekrardan bir sıçrayış söz konusudur. Bu gelişmenin, gelecek nesillerin yetişmesi bakımından, arazi uygulamalarının da çoğalmasıyla, bilgisayar teknolojilerinin desteğiyle jeomorfolojiye, dolayısıyla insanlığa büyük katkıları olacağı kanısını taşımaktayım **(Foto 25)**(31.07.2016).

Uygulamalar

Konu ile ilgili kitapları gözden geçiriniz.

Konu ile ilgili internet sitelerine başvurunuz.

Uygulama Soruları

Konu ile ilgili kitapları gözden geçirdiniz mi?

Konu ile ilgili internet sitelerine başvurdunuz mu?

Bu Bölümde Ne Öğrendik Özeti

Bu üçüncü konuda; (1)Modern Jeomorfoloji Öncesi Dönem (1933 Öncesi), (2)Modern Jeomorfoloji'nin Kuruluşu, Teşkilatlanması ve Yükseliş Dönemi (1933-1999) ve (3)Bilgisayar Çağı: Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Uygulamaları Dönemi (2000-2016) başlıkları altında tarihsel bir süreç içinde Türkiye'de jeomorfolojinin gelişimi ve katkıları sunulmuştur.

3. Bölüm Soruları

1- Türkiye'de çıkarılan "Türkiye'de Karst Olayları" isimli ilk morfoloji araştırma kitabı hangi Ordinaryüs Profesör Doktor hocamıza aittir?

a)Ord.Prof.Dr. Cemal Arif ALAGÖZ
b)Ord.Prof.Dr. Ahmet ARDEL
c) Ord.Prof.Dr. Besim DARKOT
d) Ord.Prof.Dr. Ali TANOĞLU
e) Ord.Prof.Dr. İbrahim Hakkı AKYOL

2**- Gerek yurtiçinde ve gerekse yurtdışında yaptığı yayınları; ayrıca Çanakkale Onsekiz Mart, İstanbul ve Ardahan üniversitelerinde göstermiş olduğu büyük gayret ve bilimsel çalışmaları ile 2014 yılında Ankara'daki Türkiye Bilimler Akademisi'nde "TÜBA Üstün Başarılı Genç Bilim İnsanı (GEBİP) Ödülü"nü alan ülkemizdeki ilk coğrafyacı olduğu kadar, ilk akademisyen jeomorfoloğu kimdir?**

a) Prof.Dr. Uğur DOĞAN
b) Y.Doç.Dr. Tolga GÖRÜM
c) Prof.Dr. Ahmet Evren ERGİNAL
d) Doç.Dr. Cengiz YILDIRIM
e) Prof.Dr. Tuncer DEMİR

3-Kuruluş teşkilatlanmasını tamamlayan Türk jeomorfologları, "Türkiye Jeomorfologlar Derneği" ismiyle hangi yılda ve kentimizde mesleki bir dernek kurarlar?

a) 1968 - İzmir
b) 1965 - Ankara
c) 1966 - İstanbul
d) 1964 - Ankara
e) 1970 - İstanbul

4- Türkiye'deki bilimsel dergilerde yayınlanan Ord.Prof.Dr. Ahmet ARDEL'e ait olan ilk jeomorfoloji makalesi hangi bilimsel coğrafya dergisinde yayınlanmıştır?

a) Ege Dergisi
b) Marmara Dergisi
c) İstanbul Üniversitesi Coğrafya Enstitüsü Dergisi
d) Doğu Dergisi
e)Türk Coğrafya Dergisi

5- 1955 yılında "Sistematik Jeomorfoloji" ismiyle yazdığı ilk Türkçe jeomorfoloji kitabının yazarı olan Ankara Dil ve Tarih-Coğrafya Fakültesi hocasının ismi aşağıdakilerden hangisidir?

a)Prof. Dr. Reşat İZBIRAK
b)Ord.Prof.Dr. Ahmet ARDEL
c)Prof.Dr. Sırrı ERİNÇ
d)Prof.Dr. Ajun KURTER
e)Prof.Dr. İsmail YALÇINLAR

6- Cumhuriyeti'mizin kuruluşundan günümüze kadar, ülkemizde gelişen Türkiye Coğrafyasına paralel olarak fiziki coğrafyanın alt disiplinlerinden biri olan *jeomorfoloji*'nin nitelikleri analiz edilirse; bu bilim dalının bugünkü durumuna erişmek için birbirinden farklarla ayrılan şu üç dönemden geçtiği anlaşılır. **Bu 3 dönemin aşağıya isimlerini yazınız.**

1)……. 2)……. 3)……

7- Cumhuriyeti'mizin kuruluşundan günümüze kadar, ülkemizde gelişen Türkiye Coğrafyasına paralel olarak fiziki coğrafyanın alt disiplinlerinden biri olan *jeomorfoloji*'nin nitelikleri analiz edilirse; bu bilim dalının bugünkü durumuna erişmek için birbirinden farklarla ayrılan şu üç dönemden geçtiği anlaşılır. **Bu 3 dönemin aşağıya dönem yıllarını yazınız.**

1)……. 2)……. 3)……

8- 1964 yılında kuruluş teşkilatlanmasını tamamlayan Türk jeomorfologları, "Türkiye Jeomorfologlar Derneği" ismiyle Ankara'da mesleki bir dernek kurarlar. Bu kuruluşun ardından teşkilatlanma süreci devam eder ve 15-16 Mart 1973 tarihlerinde Ankara'daki Maden Tetkik Arama Enstitüsü Konferans Salonu'nda "Türkiye Jeomorfoloji Bilimsel ve Teknik 1. Kongresi" yapılır. Derneğin yayın organı olan Jeomorfoloji Dergisi'nin ilk sayısı 1999'da çıkarılır." **ifadesi sizce doğru mu, yanlış mı?**

Doğru ( ) Yanlış ( )

9- “Mehmet ARDOS ve Nilüfer PEKCAN hocalar “Jeomorfoloji Tatbikatı” isimli kitaplarının ilkini 1975’de ve ikinci baskısını 1986’da daha da genişleterek İstanbul Üniversitesi Edebiyat Fakültesi’nde yayımlarlar. Bu kitapta, jeomorfolojik çeşitli araştırma metotlarının yanısıra, jeomorfoloji araştırmalarında kullanılan araç, gereç, malzeme ve yapılan çalışmalara yer verirler.” **ifadesi sizce doğru mu, yanlış mı?**

Doğru ( ) Yanlış ( )

10- **“Açıklamalı Fransızca-Türkçe Jeomorfoloji Sözlüğü” adıyla” ilk jeomorfoloji sözlüğünü Prof.Dr. Mehmet ARDOS aşağıdaki tarihlerden hangisinde çıkarır?**

a)1928
b)1948
c)1968
d)1988
e)2008

Cevaplar:

1- **a)**Ord.Prof.Dr. Cemal Arif ALAGÖZ

2- **c)**Prof.Dr. Ahmet Evren ERGİNAL

3- **d)** 1964 - Ankara

4- **e)**Türk Coğrafya Dergisi

5- **a)**Prof. Dr. Reşat İZBIRAK

6- 1)Modern Jeomorfoloji Öncesi Dönem
2)Modern Jeomorfolojinin Kuruluşu, Teşkilatlanması ve Yükseliş Dönemi
3)Bilgisayar Çağı: Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Uygulamaları Dönemi

7- 1) 1933 öncesi, 2) 1933-1999, 3) 2000-2016

8- **Yanlış** (Doğrusu: Jeomorfoloji Derginin ilk sayısı 1969’da çıkarılır, olmalıydı.)

9- **Yanlış** (Doğrusu: Ajun Kurter ve Mehmet Yıldız Hoşgören hocalar, olmalıydı)

10- **d)**1988

4.BÖLÜM

MİNERALLER:
KAYA, MİNERAL VE TAŞ NEDİR?
MİNERALLERİN BAŞLICA KİMYASAL VE FİZİKSEL ÖZELLİKLERİ

Bu Bölümde Neler Öğreneceğiz?

4.1.Mineral, Kaya ve Taş nedir?

4.2.Minerallerin Başlıca Kimyasal Özellikleri

4.3.Minerallerin kristal Yapıları

4.4.Minerallerin Fiziksel Özellikleri

4.5.Kayaları Meydana Getiren Mineraller

Bölüm Hakkında İlgi Oluşturan Sorular

1-Mineral nedir? Tanımlayınız.
2-Kaya nedir? Tanımlayınız.
3-Taş nedir? Tanımlayınız.
4-Minerallerin kimyasal özellikleri nelerdir? Sıralayınız.
5- Kovalent bağ nedir? Açıklayınız.
6-Kayaların kaç çeşit mineral yapısı vardır? İsimleri nelerdir?
7-Minerallerin fiziksel özellikleri nelerdir? Sıralayınız.
8-Minerallerin başlıca fiziksel özelliklerinden biri olan manyetizma özelliğini anlatınız.

Bölümde Hedeflenen Kazanımlar ve Kazanım Yöntemleri

Konu	**Kazanım**	**Kazanımın nasıl elde edileceği veya geliştirileceği**
Mineraller: Kaya, Mineral ve Taş Nedir? Minerallerin Başlıca Kimyasal Ve Fiziksel Özellikleri	Mineral, Kaya ve Taş nedir? konusunu kavramak ve öğrenmek	Metin, sunum ve görselleri izleyerek ve konuyu tekrar ederek
Mineraller: Kaya, Mineral ve Taş Nedir? Minerallerin Başlıca Kimyasal Ve Fiziksel Özellikleri	Minerallerin Başlıca Kimyasal Özellikleri konusunu kavramak ve öğrenmek	Metin, sunum ve görselleri izleyerek ve konuyu tekrar ederek
Mineraller: Kaya, Mineral ve Taş Nedir? Minerallerin Başlıca Kimyasal Ve Fiziksel Özellikleri	Minerallerin kristal Yapıları konusunu kavramak ve öğrenmek	Metin, sunum ve görselleri izleyerek ve konuyu tekrar ederek
Mineraller: Kaya, Mineral ve Taş Nedir? Minerallerin Başlıca Kimyasal Ve Fiziksel Özellikleri	Minerallerin Fiziksel Özellikleri konusunu kavramak ve öğrenmek	Metin, sunum ve görselleri izleyerek ve konuyu tekrar ederek
Mineraller: Kaya, Mineral ve Taş Nedir? Minerallerin Başlıca Kimyasal Ve Fiziksel Özellikleri	Kayaları Meydana Getiren Mineraller konusunu kavramak ve öğrenmek	Metin, sunum ve görselleri izleyerek ve konuyu tekrar ederek

Anahtar Kavramlar

Mineral, kaya, taş, petrografi, minerallerin kristal yapısı, minerallerin kimyasal özellikleri, minerallaerin fiziksel özellikleri, kayaçları meydana getiren mineraller

4.1. Mineral, Kaya ve Taş nedir?

Mineral: Doğal olarak elementlerden oluşan, belli bir kimyasal bileşime ve düzenli bir kristal yapıya sahip katı inorganik bileşiklere ***mineral*** (ing. *mineral*) denir.

Kimyasal bileşime sahip olmayı; nasıl ki bir kek/pasta yapılırken un, şeker, yağ vb. farklı maddeler birleştiriliyorsa; mineral oluşumları da aynı şekilde çeşitli kimyasal maddelerin bir araya gelmesiyle oluşur.

Bir yeryuvarı malzemesinin mineral olarak tanınması için:

1- Doğal olarak oluşmuş olması,
2- İnorganik olması,
3- Katı olması,
4- Atomların belli bir düzende dizildiği kristal yapıya sahip olması,
5- Bir kimyasal bileşime sahip olması gerekir.

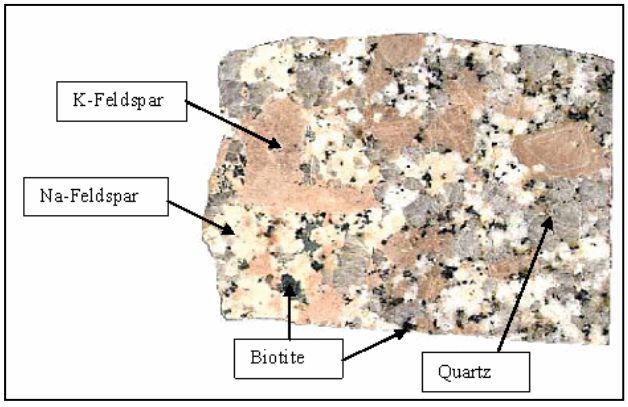
Minerallerin büyük bir kısmı **kristal yapıya** sahiptir. Ancak bazı minerallerde kristal yapı tam gelişmemiştir. Bunlara **amorf (şekilsiz) yapılı mineraller** denir. *Opal* (SiO_2) ve *su* (H_2O) gibi… Mineral tanımlamasında bazı istisnalar söz konusudur. Örneğin **su**, sıvı halde iken mineral sayılmaz. Ancak, su donduğunda kristalleşerek **buz**a dönüşür ve mineral olarak kabul edilir. Diğer taraftan **cıva** (Hg), sıvı olmasına rağmen mineral sayılır. Kimyasal özellikleri **doğal elmas**la aynı olan **sentetik (emitasyon) elmas**, mineral tanımı içine girmemektedir.

Doğada 100'den fazla element olduğu bilinmektedir. Mineraller de diğer maddeler gibi elementlerden oluşmuştur. Bazı mineraller, örneğin Altın (Au) ve Kükürt (S) tek bir elementten oluşmuştur. Fakat, minerallerin birçoğu iki veya daha fazla elementin birleşmesinden meydana gelir. Örneğin *kayatuzu,* sodyum (Na) ve klor (Cl) elementlerinden oluşmuştur. **Kuvars** (SiO_2), **kayatuzu** (NaCl), **jips** ($CaSO_4.2H_2O$) ve **kalsit** ($CaCO_3$) doğada en çok rastlanan minerallerdir.

Bunların yanısıra **beril** [($BeAl_2(Si_6O_{18})$], **elmas** (C=karbon), **topaz** [$(Al_2SiO_4(OH,F)_2$] gibi kıymetli mineraller de düzgün kristallerinden dolayı **süs taşı** olarak kullanılırlar.

Kaya ve Taş: Mineraller bir araya gelerek ***kaya*** **(=kayaç)**(ing. *rock*)'ları oluştururlar. Kayalar jeomorfolojide yumuşak-sert, geçirimli-geçirimsiz, gözenekli-gözeneksiz, kristalli-kristalsiz, fosilli-fosilsiz gibi kendi içlerinde basitçe ayrılır ve bize zeminin özelliklerini yansıtır. ***Taş*** (ing. *stone*) ise, belli bir sedimantasyon geçirmiş kayalara denir. Kiltaşı, kumtaşı, silttaşı, alçıtaşı, kireçtaşı…

Bir kaya bir yada birden çok mineralden oluşabilir. Örneğin; ***granit***; kuvars, feldspat ve mika minerallerinden oluşmuştur **(Foto 26 a ve b)**.



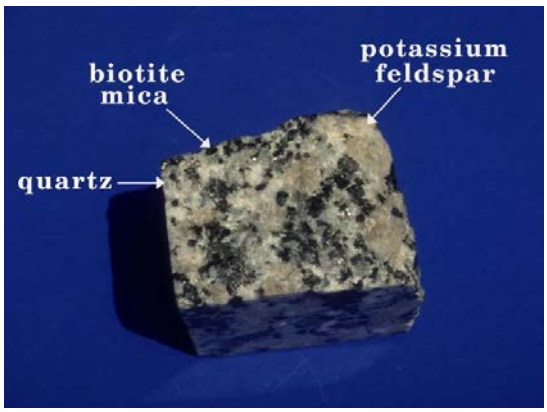


Foto 26 a ve b – Granit; kuvars (gri), feldspat (pembe) ve mika (siyah) minerallerinden oluşmuş bir kayadır.

Mineralleri tanımak için çok fazla bilgiye ihtiyaç vardır. Öncelikle minerallerin;

- kristal şekillerinin,
- kimyasal bileşimlerinin,
- fiziksel özelliklerinin,
- mikroskobik özelliklerinin çok iyi bilinmesi

gereklidir.

Minerallerin mikroskobik özelliklerinin incelenmesi **petrografi** (=taş bilimi)'nin konusudur.

Minerallerden ve kayaçlardan yapılan **ince kesitler**, mikroskop altında incelenerek bunların oluştukları ortamlar hakkında bilgiler elde edilir **(Foto 27)**.

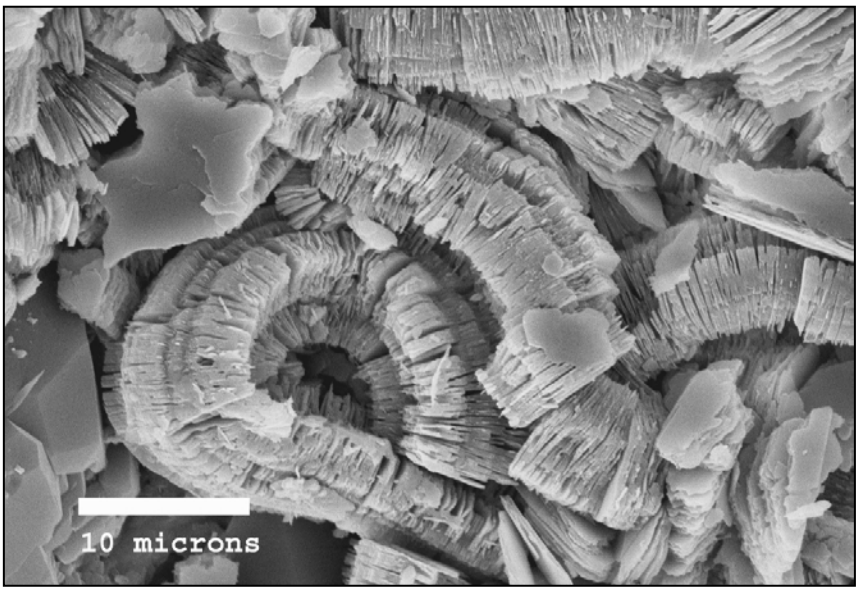


Foto 27 –Kil minerallerinden biri olan ve çanak-çömlek yaptığımız kaolen'in (kil'in), kurtçuklar şeklindeki **kaolinit minerali**'nin elektron mikroskobu altındaki görüntüsü (Eyre Yarımadası, Güney Avustralya (http://www.minersoc.org/photo.php?id=94).

4.2. Minerallerin Başlıca Kimyasal Özellikleri

Kristallerdeki kimyasal unsurlar (atom ve iyonlar) küresel şekilli olup, bunlara düzenli ve belli aralıklarla sıralanmaları ile kristal yapılar oluşur. Düzenli kristal yapı bir mineralin en önemli özelliğidir. Aşağıda minerallerin sıralanan kimyasal özellikleri açıklanacaktır (Yılmaz ve Güngör, 2002):

- Atom ve iyon yarıçapları
- Koordinasyon sayısı
- İyonik bağ
- Kovalent bağ
- Metalik bağ
- Van der Waals bağı

4.2.1. Atom ve iyon yarıçapları

Kristal yapıyı oluşturan unsurlar (atom ve iyon kürecikleri) yapı içerisinde birbirine teğet durumdadır. Yarıçaplarının toplamı, aralarındaki mesafeyi oluşturur. Kristallerdeki atom veya iyon büyüklükleri ile periyodik sistem arasında önemli ilişkiler bulunmaktadır. Periyodik sistemde atom yarıçapları, atom ağırlığının artmasıyla düşey yönde yukarıdan aşağıya doğru büyür.

4.2.2. Koordinasyon sayısı

İyonik yapıda katyonlar anyonlarla çevrilidir. Bir merkezi katyondan eşit mesafede bulunan aynı tip komşu anyonların sayısına *koordinasyon sayısı* denir. Mineral kristal yapısında, birbirine komşu unsurların yarıçapları oranlarına göre düzenli geometrik paketlenmeler ortaya çıkar.

4.2.3. İyonik bağ

Doğada bilinen 2000 kadar mineralin 1800 kadarında iyonik bağ söz konusudur. Bu bağ zıt yüklü iyonlar arasında gerçekleşir. Her iki iyon zıt yüklü iyonlarla çevrelenmiş olup, bunların sayısı her iki cins iyonun yarıçaplarının oransal değerine bağlıdır. Kayatuzu (Halit=NaCl) iyonik bağa en tipik örnektir.

4.2.4. Kovalent bağ

Atomların dış yörüngelerindeki elektron sayısını tamamlayarak dengeli bir duruma gelebilmelerinin bir yolu da iki veya daha fazla atomun birleşerek, dış yörüngelerindeki bir veya birkaç elektronu paylaşmalarıdır. Organik bileşiklerde sık sık rastlanan kovalent bağlanma, minerallerde nadiren gözükür. Kovalent bağlı minerallere en iyi örnek elmas'tır.

4.2.5. Metalik bağ

Bu bağ tipi, metallerin kohezyonunu temsil eder. Metaller dış elektronlarını rahatlıkla kaybedebilen elementlerdir. Dolayısıyla metallerin kristal yapıları pozitif yüklü atom paketi halindedir. Dış yörüngeleri terk eden elektronlar ise, atomlar arasında serbestçe dolaşırlar. Altın ve gümüş gibi doğal elementlerde metalik bağ türü görülür.

4.2.6. Van der Waals bağı

Bu bağ tipi Helyum (He), Neon (Ne), Argon (Ar), Kripton (Kr), Ksenon (Xe) ve radyoaktif Radon (Rn) gibi doğal olarak bulunan asal (soy) gazlarda görülür ve dış yörünge tamamen elektronlarla dolu olduğu için atomlar arasındaki çekme kuvveti oldukça zayıftır.

4.3. Minerallerin Kristal Sistemleri

Minerallerde, kendi iç yapılarını yansıtan ve gözle görülür büyüklüklerde olan kristal sistemleri meydana gelir **(Foto 28)**. Bu mineraller dikkatle incelendiğinde, çoğunda yüzeyler arasındaki açının sabit, yüzeylerin ise düzenli ve simetrik oldukları görülür. Minerallerde gözlenen kristal şekilleri, gerçekte kristalin birim hacminde mevcuttur. Bunların yüzeyleri arasında açısal ilişkiler ve simetrik özellikler göz önüne alındığında mineraller;

- kübik (küb şekilli) sistem,
- tetragonal (=dörtgen köşeli, dört köşeli) sistem,
- hegzagonal (=altıgen şekilli, altı köşeli) sistem,
- romboedrik (=eşkenar dörtgen şekilli) sistem,
- ortorombik (=doğru/düzgün eşkenardörtgen/baklava şekilli) sistem,
- monoklinik (=tek yöne eğimli) sistem,
- triklinik (=üç yöne eğimli) sistem

olmak üzere 7 ayrı sistemde kristalleşirler.

Foto 28 - Minerallerin kristal sistemleri (Yılmaz ve Güngör, 2002).

4.4. Mineralleri Başlıca Fiziksel Özellikleri

Minerallerin tanımlanmasında kristal şekilleri ve atomik yapıları yanında, fiziksel özelliklerinden de yararlanılır. O nedenle burada sırasıyla;

- sertlik,
- özgül ağırlık,
- dilinim,
- kırılma yüzeyi,
- renk,
- çizgi rengi,
- parlaklık,
- manyetik özellik,
- tat,
- koku

gibi minerallerin fiziksel özellikleri açıklanacaktır.

4.4.1. Sertlik:

Sertlik, minerallerin aşınmaya ve çizilmeye karşı dayanıklılığının ölçüsüdür. Sertlik derecesi *Mohs Sertlik Cetveli*'nde **(Foto 29)**, minerallerin birbirleri ile karşılaştırılması yoluyla yapılır. Örneğin tırnağın sertliği 2,5'tur. Buna göre tırnak, sertliği 1 olan talk ve 2 olan jips'i çizer. Yani elimize aldığımızda bir minerali tırnağımızla çizebiliyorsak, bu mineral fiziksel özelliğine göre ya talk ya da jipstir ve çok yumuşaktır. Eğer mineral kalsit ise; sertlik 3 olduğu için tırnağımız kalsiti çizemez. Kalsiti çizmek için bir çelik çakı veya çelik toplu iğne kullanabiliriz. Normal bir çakının sertliği 5 civarındadır. Bu nedenle çakı, kalsiti ($CaCO_3$) rahatlıkla çizer, ama sertliği 7 olan kuvarsı (SiO_2) çizemez. Elmas ise, kendisini ve her minerali çizen, sertliği 10 olan en sert mineraldir.

4.4.2. Özgül Ağırlık (ing= specific gravity):

Bir minerale ait kristalin, hacmine eşit damıtık sudan kaç defa daha ağır olduğunu gösteren sayıya, o mineralin özgül ağırlığı denir. Birimi gr/cm³ tür.

4.4.3. Dilinim (Klivaj):

Dilinim, minerallerin belirli yüzeyler boyunca kolaylıkla ayrılmaları veya bölünmeleri özelliğine verilen isimdir. Dilinim, özellikle atomik dizilişi çok sıkı olan kristal düzlemleri

arasında oluşur ve dilinim düzlemi kristalin belirli yüzeyine paralel olarak gelişir. Dilinim, farklı minerallerde farklı derecelerde görülür ve *çok iyi*, *iyi*, *orta* ve *kötü* olarak nitelendirilir. Örneğin kalsitin ve mikanın çok iyi dilinimi vardır. Buna karşılık kristal yapılarından dolayı kuvars ve olivin'de dilinim pek gelişmemiştir.

Foto 29 – Mohs'a göre Minerallerin Sertlik Skalası (Mühendis Jeologları Derneği'nden düzenlenerek).

4.4.4. Kırılma yüzeyi: Dilinim özelliği olmayan minerallerin kırılmaları sonucu oluşan yüzeylerdir. Obsidyen, midye kabuğu şeklinde kırılma yüzeyi gösterir.

4.4.5. Renk:

Minerallerin tanınmasında renk önemli bir ayırt edici özelliktir. Örneğin kükürt (S) sarı, kalsit ($CaCO_3$) beyaz, grafit (C) siyah ve bir kuvars (SiO_2) türü olan ametist mor renkleriyle diğer minerallerden ayrılır.

4.4.6. Çizgi rengi:

Mineral tozunun rengine göre tanınabilir. Çünkü bir mineralin değişik örnekleri farklı renkler göstermesine rağmen çizgi renginde değişiklik olmaz. Bu işlem için mineral, bir porselen levha üzerine sürülür. Porselen üzerinde kalan renk, mineralin çizgi rengidir. Örneğin demir minerallerinden manyetitin çizgi rengi siyah, hematitin ise kahverengimsi kırmızıdır.

4.4.7. Parlaklık:

Her mineralin renginden başka ışığın yansımasından kaynaklanan bir parlaklığı vardır. Bir mineralin parlaklığını o mineralden yansıyan ışığın yoğunluğu belirler. İki türlü parlaklıktan söz edilebilir. **Metalik parlaklık** (çinkoblend ve galenit) ve **metalik olmayan parlaklık** (jips).

4.4.8. Manyetik özellik:

Bazı mineraller, doğal manyetik özelliğe sahiptirler. Yani bu mineraller, toplu iğne veya demir içeren metalleri çekerler. Örneğin manyetit (Fe_3O_4) minerali doğal mıknatıs özelliği gösterir.

4.4.9. Tat:

Suda eriyebilen bazı minerallerin kendine özgü tatları vardır. Örneğin suda çözünen **kayatuzu** (NaCl) tuzlu tadıyla kolayca tanınır.

4.4.10. Koku:

Bazı mineraller ise kokularıyla ayırt edilirler. Örneğin kükürt, tipik sarı renginin yanısıra kokusuyla da kolaylıkla ayırt edilebilen bir mineraldir. Bazı sülfürlü mineraller, Arsenopirite (FeAsS) gibi çürük yumurta şeklinde kokar. **Arsenik**, kanserojendir koklamayınız.

4.5.Kayaları Meydana Getiren Mineraller

Doğa bilinen 100 kadar elementten oluşan; yaklaşık 2000 civarında mineral bulunur. Bu kadar mineralin içinde, yerkabuğu malzemelerinin çoğunun bileşenlerini oluşturan

mineraller sınırlı sayıdadır. Bunlar, kayaları oluşturan mineraller olarak adlandırılırlar. Örneğin olivin, piroksen, amfibol, muskovit, biyotit, plajioklaz, alkali feldspat, kalsit, kuvars vb. mineraller kayaç oluşturan mineraller olup, oluşum ortamlarına göre az veya çok oranda kayaların bünyesinde (=yapısında) yer alırlar. Bu mineraller, kayacın esas mineralleridir. Zirkon, apatit, titanit vb. mineraller ise kayalar içinde çok az miktarlarda bulunurlar. Bu minerallere ise, ikincil mineraller adı verilir. Ayrıca bazı minerallerin bir araya gelmesi ile de önemli maden yataklarını oluştururlar. Hematit, manyetit, pirit, kalkopirit, rutil, ilmenit, bornit, galenit vb. mineraller önemli maden yataklarını oluştururlar (Yılmaz ve Güngör 2002).

Doğada kayaları meydana getiren başlıca mineraller ve bunların tanıtıcı özellikleri aşağıda kısaca açıklanmıştır:

4.5.1. Silis grubu: Kayalarda en çok rastlanan minerallerdendir. Birçok türü olmakla birlikte, bunları 3 grupta toplamak mümkündür (Erinç 2000: 16-19):

a) Kristalin kuvars (SiO_2)

b) Gizli kristalli (=kriptokristalin) kuvars

c) Amof (=şekilsiz) türler

a) Kristalin kuvars (SiO_2): Dağ kristali, saydam kuvars **(Foto 30)**, pembe kuvars, mor renkli ametist, dumanlı kuvars, sütlü kuvars, sitrin başlıca çeşitleridir.

Foto 30 – Saydam bir kuvars kristali.
(www.ioffer.com).

b) Gizli kristalli (=kriptokristalin) kuvars: Kalsedon (botryoidal veya böbrek strüktürlü, balmumu görünüşlü, saydam veya yarı saydam, gri veya katkılar dolayısıyla çeşitli renklerde), jasp (mat görünüşlü, kırık yüzeyi sedefimsi, renk kırmızı, sarı, kahverengi, bazen bantlı), karnalin (genelde saydam, bazen şeritli, kırmızı veya kırmızımsı, kahverengi), çakmaktaşı (=sileks) (gri, kahverengi veya siyah, sedefimsi kırık yüzeyi, keskin kırık kenarları), akik (çeşitli renklerde ve şeritli bir kalsedon türü), çört (=boynuztaşı)(beyaz, gri, kahverengi veya sarı renk, yonga halinde kırılma), flint (gri-siyah), krizopras (yeşil) bu takımdadır.

c) Amof (=şekilsiz) kuvars türleri: Opal (SiO_2 ve % 3-9 arasında H_2O (su), yarı saydam, genellikle renksiz veya bulut beyazı, görünüş yağlı ve camsı, sedefimsi kırık yüzü), gayzerit ve diatomit de, opal'in diğer çeşitleridir.

4.5.2. Feldspatlar: Katılaşım kayaları ile metamorfitlerde en çok görülen unsurlardır. İki yönde klivaj gösterirler. Fakat bu dilinme yüzeyleri arasında bazılarında dik, bazılarında biraz daha geniş bir açı vardır. Buna göre feldspatlar, iki ana takıma ayrılır. Klivaj yüzeyleri arasında 90° açı olanlara ortoklas denir. Bunlar potasyumlu feldspatlardır. Buna karşılık ikinci takımda, klivaj yüzeyleri arasında 93° kadar olan bir açı vardır. Bunlara da plajioklas adı verilir. Plajioklasların bileşiminde ya sodyum (sodik feldspat), ya kalsiyum feldspat (kalsik feldspat) veya her ikisi (kalsi-sodik feldspat) bulunur. Feldspatların bu özelliklerine göre ayrılan başlıca türleri şunlardır:

a) Ortoklas (K Al Si_3O_8): Potasyumlu alkalin feldspat **(Foto 31)**. Beyaz, sarımsı veya pembe. Camsı veya klivajlı (90°). Az çok şeffaf ve beyaz olan türüne *sanidin* denir. Granit ve siyenit soyundan katılaşım kayalarının başlıca minerallerindendir.

Foto 31 – Feldspat minerallerine bir örnek: Ortoklas
(http://www.webmineral.com/specimens/picshow.php?id=868&target=Orthoclase#.UlHkzxCdqSE)

b) Plajioklaslar: Başlıca türleri şunlardır: Albit (Na Al Si_3O_8): Sodyumlu (sodik, asit) feldspat. Ekseriya beyaz ve su gibi berrak. Klivaj yüzeyi genelde ince çizgili. Çok defa ikizli veya çoğullu. Bazen mavimsi. Diorit soyundan kayaların başlıca unsurlarındandır. Anortit (Ca Al_2 Si_2O_8): Kalsiyumlu (kalsik, bazik) feldspat. Beyaz veya gri. Camsı parıltı. Genelde küçük, kısa ve çok yüzeyli kristaller. Gabro soyundan kayaları başlıca unsurlarındandır. Kalsi-sodik feldspatlar: Plajoklasların bu takımı oligoklas, andezin ve labradorit adı verilen türleri içerir. Bunlardan andezin andezitlerin; labradorit ise bazaltların karakteristik feldspatıdır. Labradorit mavimsi parıltısı ile kolayca tanınır.

4.5.3. Feldspatoidler: Bileşim bakımından feldspatlara yakınlık gösterirler. Başlıca türleri şunlardır:

a) Lösit (K Al Si_2O_6): Beyaz veya renksiz. Camsı veya donuk parıltı. Hemen genelde 24 yüzeyli kristaller halinde. Kırık yüzeyi sedefimsi **(Foto 32)**.

b) Nefelin (Na Al Si_2O_6): Genelde beyaz veya renksiz. Yarı saydam. Yağlı parıltı. Klivajlı. Kristalleri 6 yüzlü prizmalar halinde.

Foto 32 – Feldspatoidlere bir örnek: Lösit.
(http://www.bilgiara.net/bilim/losit-minareli-nedir.html)

4.5.4. Mika: Pullu görünüşü ile kolayca ayrılır **(Foto 33)**. Türleri şunlardır:

a) Muskovit (=*Beyaz mika*)($K\ Al_2\ (Al\ Si_3O_{10})(OH)_2$: Bir yönde klivaj yüzeyleri boyunca mükemmel dilinme. Şeffaf, bükülebilir ve esneyebilen.

b) Biotit (=*Siyah mika*)($K\ (Mg\ Fe)_3\ (Al\ Si_3O_{10})(OH)_2$: Genellikle koyu yeşil; kahverengi veya siyah.

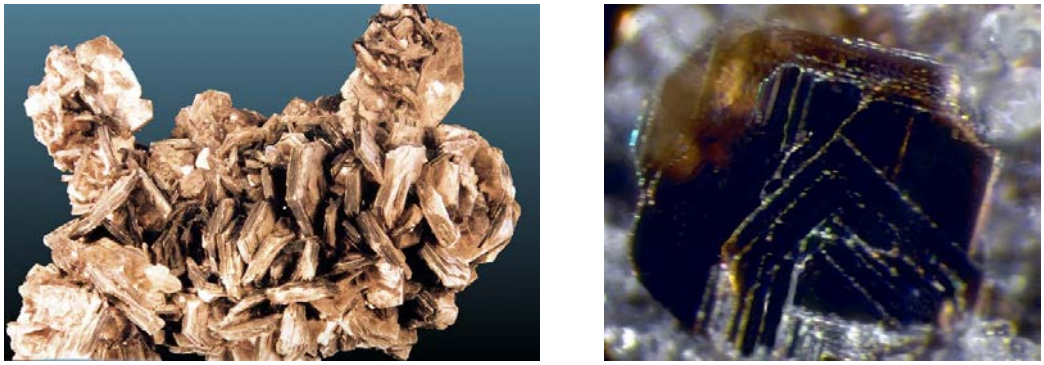


Foto 33 – Beyaz mika (solda) ve siyah mika (sağda) mineralleri.
(http://webmineral.com/specimens/picshow.php?id=140&target=Biotite#.UlHUVRCdqSE).

4.5.5. Klorit $(Mg, Fe, Al)_6\ (Al, Si)_4O_{10}(OH)_8$: Demir, magnezyum, alüminyum ve su içeren kompleks bir silikattır. Mika gibi klivajlıdır. Pulları bükülebilir, fakat mikadan farklı olarak esnek değildir. Rengi genellikle yeşildir **(Foto 34)**.

Foto 34 – Klorit minerali.
(http://www.mta.gov.tr/v2.0/madenler/mineraller/index.php?id=klorit).

4.5.6. Amfiboller (Ca, Mg, Fe, H, Al, Na) Si_3O_{24} : Karışık bileşimli sulu silikatlardır. Başlıca türleri şunlardır:

a) Hornblend: Koyu yeşil veya siyah renkli. Camsı parıltı. Klivaj yüzeyleri birbirine dik olmayan açı altında keserler. Kaya içinde mikadan 6 yüzlü prizma şeklindeki kristalleri ve pul pul ayrılmaması ile ayırdedilir **(Foto 35)**.

b) Aktinolit: Soluk yeşil, hafifiçe saydam, lifli veya iğneli strüktür.

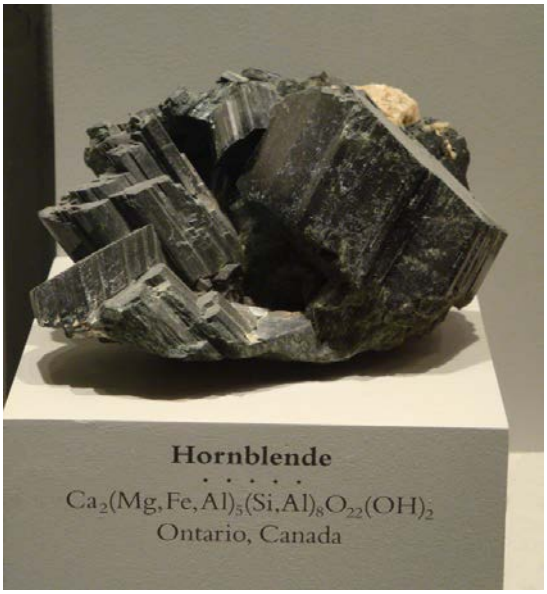


Foto 35 – Amfibol minerallerinden biri: Hornblend (www.stonemania.co.uk).

4.5.7. Piroksenler (Ca, Mg, Fe, Al, Na) $Si_3\ O_{24}$: Karışık bileşimli silikatlardır. Başlıca türü ojittir. Ojit'in rengi yeşil, siyah gri, kahverengi; görünüşü camsıdır. Klivaj yüzeyleri arasında dik açı vardır. Kaya içinde mikadan 8 yüzlü prizma şeklindeki kristalleri ve pul pul dilinmemesi ile ayrılır **(Foto 36)**.

Foto 36 – Piroksenler'e bir örnek: Ojit minerali (http://webmineral.com/specimens/picshow.php?id=80&target=Augite#.UlCFXBCdqSE).

4.5.8. Olivin $(Mg, Fe)_2\ SiO_4$: Cam yeşilidir. Çözülmeye uğramış olanları kırmızı, sarı ve kahverengidir. Şeffaf veya opak. Kırık yüzeyi sedefimsi. Yağlı parıltı **(Foto 37)**.

Foto 37 – Olivin minerali
(http://webmineral.com/specimens/picshow.php?id=424&target=Olivine#.UlCE6xCdqSE).

4.5.9. Grenat Grenat $(Mg, Fe)_3\ Al_2Si_3O_{12}$: Birçok türleri olan bir grubun adıdır. Genellikle çok yüzlü (12, 24, 36 veya 48) kristaller meydana getirirler **(Foto 38)**.

Foto 38 – Grenat
(www.emma1.unblog.fr)

4.5.10. Demir: Başlıca mineral türleri şunlardır **(Foto 39)**:

a) Magnetit (Manyetit) (Fe_3O_4): Siyah, madeni görünüş, siyah çizgi. Kuvvetli magnetik, genelde kristaller halinde.

b) Hematit (Fe_2O_3): Renk, çelik grisi ve demir siyahı arasında. Parlak madeni parıltı. Çizgisi koyu kızıl kahverengi. Daneli, mikamsı, toprağımsı, salkımlı ve böbreğimsi strüktür.

c) Limonit (Fe_2O_3 H_2O): Koyu kahverengi veya hemen hemen siyah. Sarımsı kahverengi çizgi. Genelde üzüm taneleri gibi veya lifli strüktür.

Foto 39 – Demir mineralleri: manyetit (solda), hematit (ortada), limonit (sağda) mineralleri.

4.5.11. Pirit (FeS_2)**:** Soluk pirinç sarısı. Çizgisi siyah. Genellikle yüzeyi çizikli kübik kristaller halinde **(Foto 40)**. "Yalancı altın" da denilir.

Foto 40 - Pirit kristalleri
(www.simple.m.wikipedia.org)

4.5.12. Kalsit ($CaCO_3$): Genellikle beyaz veya renksiz. Opak veya yarı saydam. Birbirini kesen üç klivaj yüzeyi ve bunun sonucu olan rombik yüzeyler **(Foto 41)**. (HCl) Asitle köpürür. Doğada mermer, kalker, traverten, tebeşir, sert ve bantlı olan albatr adı verilen kayaları oluşturur.

Foto 41 – Kalsit kristalleri
(http://webmineral.com/specimens/picshow.php?id=184&target=Calcite#.UlCRgBCdqSE)

4.5.13. Aragonit: Bileşimi kalsit ile aynıdır ($CaCO_3$). Kristal şeklinin farklı (rombik), daha yoğun ve sert olması ve belirgin bir dilinim göstermemesi ile ondan ayrılır **(Foto 42)**. Rengi beyaz gri veya kremdir. Sıcak denizlerde mercanların oluşturdukları resifler de aragonit'tir.

Foto 42 – Aragonit
(www.mysticmerchant.com)

4.5.14. Dolomit ($CaCO_3$ $MgCO_3$): Rengi genellikle beyaz veya gri **(Foto 43)**. Opak veya yarı saydam. İncimsi parıltı. Soğuk asitle kolay köpürmez ve bu şekilde kalsitten ayrılır. Kalsite nazaran sertliği daha yüksektir: Kalsit 3; dolomit 3,5-5.

Foto 43 – Dolomit
(https://en.wikipedia.org/wiki/Dolomite)

4.5.15. Jips ($CaSO_4$ $2H_2O$): Genellikle beyaz veya renksiz. Tırnakla kolay çizilir (Sertlik:2). Kristaller veya taneli kütleler halinde. Bazen de lifli. Bir yönde çok güzel dilinir **(Foto 44)**.

Foto 44 – Jips kristalleri

(http://www.webmineral.com/specimens/picshow.php?id=481&target=Gypsum#.UlHL7RCdqSE)

4.5.16. Anhidrit ($CaSO_4$): Bileşimi jipsin aynıdır, ancak suyu yoktur. Camsı veya sedefimsi parıltılı ve genellikle yarı saydamdır **(Foto 45)**.

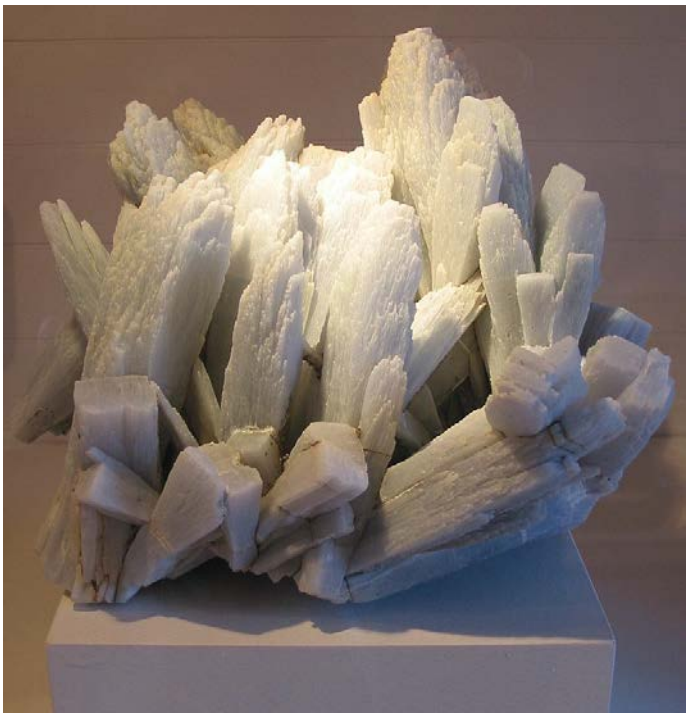


Foto 45 – Anhidrit kristalleri
(https://en.wikipedia.org/wiki/Anhydrite#/media/File:Anhydrite_HMNH1.jpg)

4.5.17. Kayatuzu (NaCl): Beyaz veya renksiz. Sertlik 2,5. Saydam veya yarı saydam. Üç yönde birbirini dik açı ile kesen mükemmel klivaj **(Foto 46)**.

Foto 46 – Kübik tuz kristalleri (www.gettyimages.com).

4.5.18. Talk ($H_2Mg_3Si_4O_{12}$): Genellikle yaprak halinde veya taneli. En yumuşak minerallerden birisidir (Sertlik: 1-1,5). Elde yağlı ve sabunlu bir madde hissi verir. Beyaz, sarı, krem, pembe ve yeşil renk **(Foto 47)**.

Foto 47 - Talk
(http://www.johnbetts-fineminerals.com/jhbnyc/mineralmuseum/picshow.php?id=44556)

Uygulamalar

Konu ile ilgili kitapları gözden geçiriniz.

Konu ile ilgili internet sitelerine başvurunuz.

Uygulama Soruları

Konu ile ilgili kitapları gözden geçirdiniz mi?

Konu ile ilgili internet sitelerine başvurdunuz mu?

Bu Bölümde Ne Öğrendik Özeti

Dördüncü konuda yerşekilleri oluşturan kayaları en küçük unsurlarını oluşturan MİNERALLER konusu ele alınmıştır. Minerallerin genel özellikleri açıklanmıştır. Mineral, Kaya ve Taş nedir? Tanımlamaları yapılmıştır. Minerallerin Başlıca Kimyasal Özellikleri, Minerallerin kristal Yapıları, Minerallerin Fiziksel Özellikleri, Kayaları Meydana Getiren Mineraller detaylandırılarak sunulmuştur. Konu mümkün olduğu kadar fotoğraf ve şekille desteklenerek görsel hale de getirilmiştir.

4. Bölüm Soruları

1- Bir yeryuvarı malzemesinin mineral olarak tanınması için:

1- Doğal olarak oluşmuş olması,
2- İnorganik olması,
3- Katı olması,
4- Atomların belli bir düzende dizildiği kristal yapıya sahip olması,
5- Bir kimyasal bileşime sahip olması gerekir.

ifadesi sizce doğru mu, yanlış mı?

Doğru ( ) Yanlış ( )

2- Bir mineralin tanınması için aşağıdaki bilgilerden hangisinin çok iyi bilinmesi gerekli değildir?

a) Kristal şekli
b) Kimyasal bileşimi
c) Fiziksel özelliği
d) Mikroskobik özelliği
e) Organik özelliği

3-Kayaları oluşturan 3 tür demir minerali vardır? İsimlerini sırlayınız.

a)…… b)…… c)…….

4- Doğada 2000 kadar mineral var ise de; kaya oluşturduğu bilinen kaç tane mineral vardır?

a) 12
b) 18
c) 22
d) 28
e) 32

5-Minerallerin tanımlanmasında kristal şekilleri ve atomik yapıları yanında, fiziksel özelliklerinden de yararlanılır. Aşağıdakilerden hangisi minerallerin bir fiziksel özelliği olamaz?

a) Sertlik
b) Özgül ağırlık
c) Dilinim
d) Metalik bağ
e) Çizgi rengi

6- Kristallerdeki kimyasal unsurlar (atom ve iyonlar) küresel şekilli olup, bunlara düzenli ve belli aralıklarla sıralanmaları ile kristal yapılar oluşur. Düzenli kristal yapı bir mineralin en önemli özelliğidir. Aşağıda sıralananlardan hangisi minerallerin kimyasal özelliklerinden biri olamaz?

a) Atom ve iyon yarıçapları
b) Koordinasyon sayısı
c) İyonik bağ
d) Kovalent bağ
e) Manyetik özelliği

7- Mohs'a göre Minerallerin Sertlik Sıkalasını 1'den – 10'a doğru sırasıyla yazınız.

……

8- Bir minerale ait kristalin, hacmine eşit damıtık sudan kaç defa daha ağır olduğunu gösteren sayıya, o mineralin …… denir. Birimi gr/cm³ tür.

9- “Minerallerde, kendi iç yapılarını yansıtan ve gözle görülür büyüklüklerde olan kristal sistemleri meydana gelir. Bu mineraller dikkatle incelendiğinde, çoğunda yüzeyler arasındaki açının sabit, yüzeylerin ise düzenli ve simetrik oldukları görülür. Minerallerde gözlenen kristal şekilleri, gerçekte kristalin birim hacminde mevcuttur. Bunların yüzeyleri arasında açısal ilişkiler ve simetrik özellikler göz önüne alındığında mineraller;

- kübik (küb şekilli) sistem,
- tetragonal (=dörtgen köşeli, dört köşeli) sistem,
- hegzagonal (=altıgen şekilli, altı köşeli) sistem,
- romboedrik (=eşkenar dörtgen şekilli) sistem,
- ortorombik (=doğru/düzgün eşkenardörtgen/baklava şekilli) sistem,
- monoklinik (=tek yöne eğimli) sistem,
- triklinik (=üç yöne eğimli) sistem

olmak üzere 7 ayrı sistemde kristalleşirler.” ifadesi sizce doğru mu, yanlış mı?

Doğru ( ) Yanlış ( )

10- $(Mg, Fe, Al)_6$ $(Al, Si)_4O_{10}(OH)_8$ kimyasal bileşiminde; demir, magnezyum, alüminyum ve su içeren kompleks bir silikattır. Mika gibi klivajlıdır. Pulları bükülebilir, fakat mikadan farklı olarak esnek değildir. Rengi genellikle yeşildir.

Yukarıdaki hangi kaya oluşturan mineralin özelliğinden bahsedilmiştir?

a)Kalsit
b)Feldspatod
c)Klorit
d)Feldspat
e)Muskovit

Cevaplar:

1- **Doğru**

2- **e)**Organik özelliği

3- a)Hematit, b)Manyetit, c)Limonit

4- **b)**18

5- **d)**Metalik bağ

6- **e)**Manyetik özelliği

7- 1)Talk, 2)Jips, 3)Kalsit, 4)Fluorit, 5) Apatit, 6)Feldspat, 7)Kuvars, 8)Topaz, 9)Korendon, 10)Elmas

8- **Özgül ağırlığı**

9- **Doğru**

10- **c)**Klorit

5. BÖLÜM

MAĞMATİK KAYAÇLARIN ÖZELLİKLERİ VE BAŞLICA ÇEŞİTLERİ

Bu Bölümde Neler Öğreneceğiz?

5.1. Kayaların Genel Özelliklerine Giriş

5.2. Mağmatik Kayaların Özellikleri

5.3. Mağmatik Kayaların Başlıca Çeşitleri

5.4. Mağmatik (Katılaşım) Kayalarının Tanınması ve Başlıca Özellikleri

5.5. Mağmatik (Katılaşım) Kayalarının Yaşlarının Tayini

Bölüm Hakkında İlgi Oluşturan Sorular

1-Üç farklı tipte oluşmuş mağmatik, torul ve metamorfik bir kayayı birbirinden nasıl ayırt edersiniz?
2- Kaç çeşit mağmatik kaya gelişir? İsimleri nelerdir?
3-Yüzey volkanik kayalarının özellikleri nelerdir?
4-Derinlik volkanik kayalarının özellikleri nelerdir?
5-Mağmatik kayalar birbirinden hangi özellikleri ile ayrılır?

Bölümde Hedeflenen Kazanımlar ve Kazanım Yöntemleri

Konu	**Kazanım**	**Kazanımın nasıl elde edileceği veya geliştirileceği**
Mağmatik Kayaçların Özellikleri ve Başlıca Çeşitleri	Kayaların Genel Özelliklerine Giriş konusunu kavratmak ve öğretmek	Metin, sunum ve görselleri izleyerek ve konuyu tekrar ederek
Mağmatik Kayaçların Özellikleri ve Başlıca Çeşitleri	Mağmatik Kayaların Özellikleri konusunu kavratmak ve öğretmek	Metin, sunum ve görselleri izleyerek ve konuyu tekrar ederek
Mağmatik Kayaçların Özellikleri ve Başlıca Çeşitleri	Mağmatik Kayaların Başlıca Çeşitleri konusunu kavratmak ve öğretmek	Metin, sunum ve görselleri izleyerek ve konuyu tekrar ederek
Mağmatik Kayaçların Özellikleri ve Başlıca Çeşitleri	Mağmatik (Katılaşım) Kayalarının Tanınması ve Başlıca Özellikleri konusunu kavratmak ve öğretmek	Metin, sunum ve görselleri izleyerek ve konuyu tekrar ederek
Mağmatik Kayaçların Özellikleri ve Başlıca Çeşitleri	Mağmatik (Katılaşım) Kayalarının Yaşlarının Tayini konusunu kavratmak ve öğretmek	Metin, sunum ve görselleri izleyerek ve konuyu tekrar ederek

Anahtar Kavramlar

Kayalar, mağmatik kayalar, tortul kayalar, metamorfik kayalar, mağmatik kayaların çeşitleri ve özellikleri, yüzey mağmatik kayaları, derinlik mağmatik kayaları

5.1. Kayaların Genel Özelliklerine Giriş:

Yeryuvarın kabuğu kayalardan oluşmuştur. Jeomorfoloji bakımından kayaların incelenmesi, birçok bakımdan önemlidir. Topografya şekillerinin meydana gelişi ve evrimleri üzerinde kayaların mekanik (direnç, geçirimlilik ve su tutma, genleşmesi gibi) ve kimyasal özelliklerinin (bileşimleri, erime dereceleri, unsurlar arasındaki bağın kolayca çözülüp çözülememesi gibi) doğrudan veya dolaylı olarak derin etkiler yapar. Diğer taraftan, çeşitli kayaların oluşum şartları, bulunuş durumları ve diğer kayalarla ilişkileri topografya ile ilgili problemlerin çözülmesine yardım eden katkılar sağlar (Erinç, 2000: 15).

Kayalar (=Kayaçlar), kökenlerine göre üç büyük grupta toplanırlar (Erinç, 2000: 15-102; Yılmaz ve Güngör, 2002):

A- **Mağmatik Kayalar** (Mağmatit'ler = Katılaşım Kayaları)

B- **Tortul Kayalar** (Sedimentit'ler = Sedimanter Kayalar)

C- **Metamorfik Kayalar** (Metamorfit'ler = Başkalaşım Kayaları)

5.2.Mağmatik Kayaların Özellikleri:

Yerkabuğunun derinliklerinde bulunan ve sıcaklığı 600-1300°C arasında değişen kıvamlı ve akışkan yapıya sahip *mağma*, uçucu bileşenler içeren silikatlardan oluşan bir eriyiktir. Mağma derinlerde yavaş yavaş soğursa, içerdiği malzeme kendi ideal ısı ve basınç koşullarında yavaş yavaş kristallenir, kristaller iri taneli olur ve buralarda oluşan kayaçlara **plütonik kayaçlar (derinlik kayaçları)** denir. Soğuma ve katılaşma, yüzeye yakın yerlerde olursa **damar kayaçları (yarı derinlik kayaçları)(Foto 48)** ve yüzeyde gerçekleşirse **yüzey kayaçları (volkanik kayaçlar)(Foto 49)** oluşur. Volkanik kayaçlarda gözle görülebilen çeşitli kristaller, kristalleşmiş camsı bir hamurun içinde serpilmiş olarak bulunur. Damar kayaçları ise, derinlik kayaçları ile yüzey kayaçları arasında bir geçiş oluşturur. Genellikle porfir veya porfirit diye adlandırılır. Bunlar camsı değil, küçük kristallidirler ve arazide çoğunlukla diğer kayaçların yarık ve çatlakları arasında yer alırlar (Yılmaz ve Güngör, 2002).

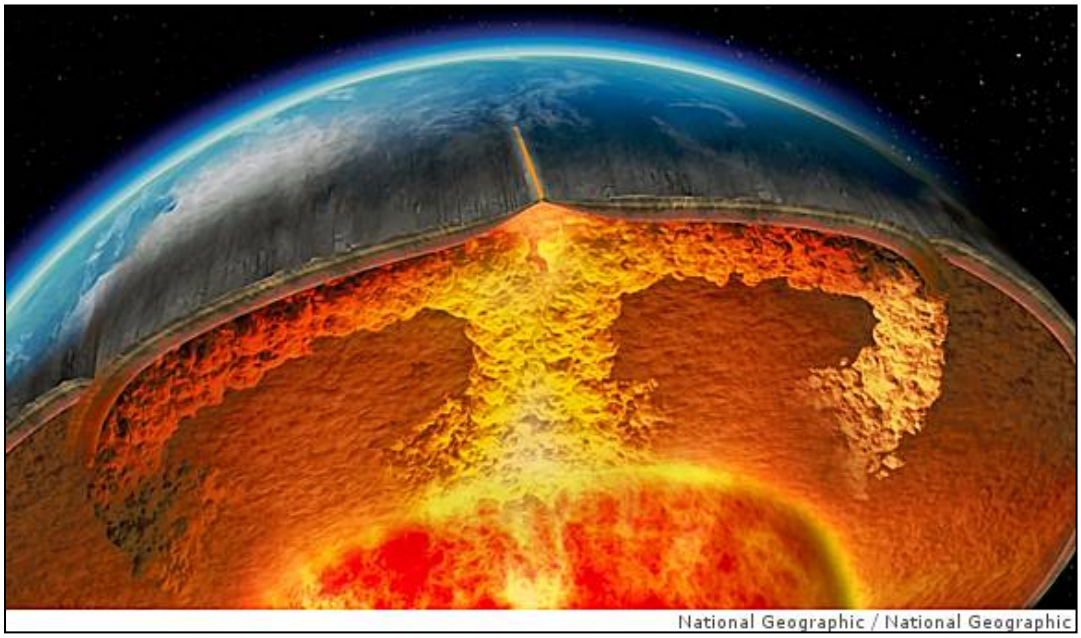
Foto 48 – Damar kayaları (dayk'lar) ve sokulumlar.

Foto 49 – İtalya'nın güneyindeki Sicilya Adasındaki Etna Volkanının 2007 püskürmesinden yeryüzüne çıkan lavlar (Üstte Sicilya Adasında uydu çekiminden görülen Etna'nın yüzeysel püskürmesi; solda Etna Volkanı püskürmesi ve Taormina kenti ve sağda lâv akıntısının yakından görünümü (Kaynak National Geography'den).

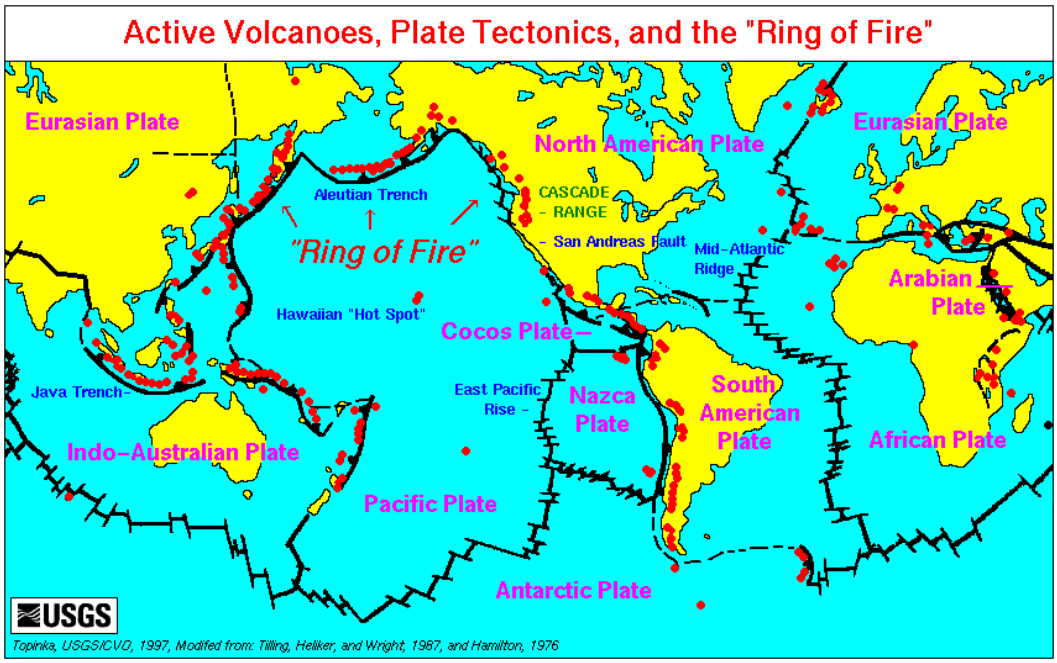
Bütün *mağmatitler*in ya da diğer adıyla *katılaşım kayaçları*nın kökeni *mağma*dır. Mağma, yeryuvarın yüksek sıcaklık altında erimiş maddelerden ve bu madde içine karışmış gazlardan oluşan bir cisimdir. Katılaşım kayaçları; mağmanın, yeryüzüne kadar çıkarak veya yerkabuğu içinde belli bir yere kadar yükselerek orada soğumaları sonucunda oluşmuşlardır. Mağmanın yerkabuğu içine sokulmasına *mağma enjeksiyonu* denir. Bu enjeksiyon, enjekte edilen maddeler yüzeye kadar çıkmadığında *intrüzyon*, buna karşılık enjekte edilen maddeler yeryüzüne ulaştığında *ekstrüzyon* adını alır. Günümüzde insanların gözleri önünde de mağma, bazı volkanlardan dışarıya çıkmakta ve orada katılaşarak, yeni katılaşım kayaları meydana getirmektedir (Erinç, 2000: 19).

Yerkürede mantodan yüzeye kabuğa doğru yükselen mağmanın (1) kabuk içine sokulması, (2) farklı derinliklerde yerleşmesi veya (3) yeryüzüne kadar yükselmesi çeşitli şekillerde gerçekleşir. Bazı durumlarda yükselen mağma, yerkabuğunu oluşturan malzemeyi parçalar; parçaları kısmen veya tamamen özümseyerek kabul içine yerleşir. Bu şekilde bir sahada kabuk geniş ölçüde parçalandığında yüzeyde bir depresyon oluşur ve büyük miktarda mağma yüzeye çıkar. Bazı durumlarda büyük bir kuvvetle kabuk içine şırınga edilen mağma, tabakaları deformasyona uğratır, onları kubbeleştirerek aralarına sokulur ve orada katılaşabilir. Bazen de kama gibi tabakaları yararak yükselir. Bu durumda, yerkabuğu malzemesini sanki delerek yükselen mağma kütlelerine *mağma diapirleri* denir. Sonuçta; çok kez mağmanın kabuk içine, özellikle kabuğun zayıf direnç gösterdiği zonları izleyerek sokulduğu veya yüzeye kadar çıktığı gözlenir. (1) Kırıklar, (2) kırıklarla parçalanmış okyanus sırtları (=dorsalleri), (3) yerkabuğu plakaları arasındaki sınırlar, (4) okyanusların derin kenar çukurları, (5) genç orojenik yapıların ön ve arka kesimleri mağmanın yeryüzüne daha kolayca yükselmesine olanak sağlayan başlıca zayıf zonlarıdır **(Şekil 3 ve 4)**.

Mağmatik kayaları, bir bakıma diğer bütün kayaların kökenini oluşturur. Çünkü tortul ve metamorfik kayaları meydana getiren maddelerin büyük bir kısmı, mağmatik kayalarının aşınması, dış etkenler tarafından taşınarak çeşitli ortamlarda biriktirilerek depo edilmeleri ve bazı değişikliklere uğramaları, yani madde dolaşımı sonucunda oluşur. Bu bakımdan, katılaşım kayalarına yani magmatik kayalara; oluşum bakımında asli kayalar (ilksel kayalar) olarak bakılır. Yeryuvarın geçirdiği evrimin başlangıç evrelerinde ilk oluşan kayaların da magmatik kayalar olmuş olması gerekir.



Şekil 3 – Yerkürede mantodan yerkabuğuna doğru yükselen tekrar dalma-batma zonları aracılığıyla mantoya ulaşan mağmanın dolaşımı (Kaynak: National Geography'den).



Şekil 4 – Aktif volkanların Plaka Tektoniği ve Büyük Okyanus Çevresindeki "Ateş Çemberi (Ring of Fire)" ile ilişkisinin gösteren "Dünya Aktif Volkanlar Haritası" (Kaynak: USGS).

5.3. Mağmatik Kayaçların Başlıca Çeşitleri: Mağmatik kayalar; (1) Kayanın oluşum yerine göre, (2) Dokusuna göre, (3) Kimyasal Bileşimine göre sınıflandırılabilir.

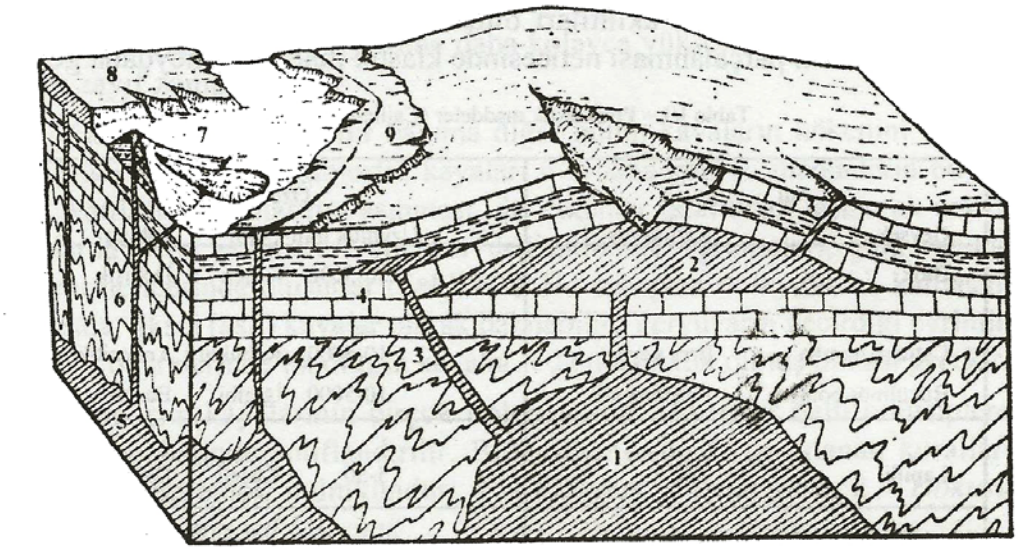
5.3.1. Oluşum Yerlerine Göre Mağmatik Kayaların Çeşitleri:

Mağmatitlerin özellikleri genellikle oluşum yerleri ile ilgilidir. Oluşum yeri, topografya şekilleri üzerindeki etkisi dolayısıyla, morfoloji bakımından da önemlidir. Bu bakımdan katılaşım kayaları *ekstrüzif kayalar* ve *intrüzif kayalar* olmak üzere iki büyük gruba ayrılır (Erinç, 2000: 20-28):

5.3.1.1. Ekstrüzif Kayalar (Yüzey kayaları):

Mağmanın yeryüzüne çıkarak, orada soğuması sonucunda meydana gelen magmatik kayalardır. Bu şartlar, mağmanın hava ile teması sonucunda, hızlı bir şekilde oluşur. Bu nedenle ekstrüzif kayalar, yerkabuğunun derinliklerinde kademeli bir şekilde soğumuş olan intrüzif kayalardan (=derinlik kayalarından) görünüm bakımından bazı farklarla ayrılır. Yüzey kayaları, kabuğun daha derin kısımlarındaki intrüzif kütlelerle bağlantı halindedir. Böyle olduğu halde, ekstrüzif kayaların kök kısımları, yani çıkış yerleri genellikle görülmez. **Volkanik kayalar, effüzif kayalar, yüzey kayaları** veya genellikle **lâv**, ekstrüzif kayaları ifade etmek için kullanılan diğer terimlerdir. Ekstrüzif kayalara, bunları meydana getiren volkanik aktivitenin biçimine bağlı olarak çeşitli şekiller altında rastlanır **(Şekil 5)**. Örneğin daha sakin bir şekilde meydana gelen püskürmeler sonucunda, üstüste yığılmış lâv akıntıları halinde geniş sahalar kaplayan örtüler oluşur. Bunlara **lâv örtüsü** adı verilir **(Foto 50)**. Böyle bir örtüyü meydana getiren her bir lâv akıntısının yüzeyi, pürüzlü ve kovuklu şekli ve camsı görünümü ile kolaylıkla tanınabilir. Bazen de, geniş sahalara yayılamadan katılaşan kıvamlı lâvların meydana çıktığı yerlerde kubbe şeklinde lâv yığınları meydana gelir. Bu şekillere **kümülodom** denir. Püskürmelerin patlamalar ile karışık olarak gerçekleştiği sahalarda, bir taraftan lâv akıntıları oluşurken, bir taraftan da mağmanın ve diğer kayaların parçalanması sonucunda klastik maddeler oluşur. Bu parçalanmış maddelere, büyükten küçüğe boyut sırasına göre; **volkan bombası, lapilli, volkan kumu, volkan külü** gibi isimler verilir. Bunların hepsine birden **piroklastik maddeler** denir. Piroklastiklerden hava hareketleri ile taşınarak çökelmiş olanlara da **tefra** (Yunanca: kül) adı verilir. Bu şekilde oluşan piroklastikler, volkanların yamaçlarında yığınlar halinde birikerek veya çevredeki göllerin ve denizlerin diplerinde düzgün tabakalar halinde çökelip katılaşmak suretiyle, **volkan tüfleri**'ni

oluşturur. Asit lâv üreten bazı volkanlardan çıkan kızgın bulutlarla taşınıp çökeltilen ve farklı boyuttaki piroklastiklerden oluşan tüflere **ignimrit** denir. Buna karşılık, iri ve ince piroklastik maddelerin bir lâv çimentosu ile birleşmesinden meydana gelen kayalara ise, volkan breşi (= aglomera) adı verilir.



Şekil 5 – Mağmatitlerin başlıca bulunuş biçimleri: 1-Batolit, 2-Lakolit, 3-Filon (damar=dayk), 4-Tabaka filonu (=sill), 5-Mağma hazinesi, 6-Tabaka dolgusu, 7-Lav akıntılı volkan konisi, 8-Lav platosu, 9-Bir fissür boyunca çıkmış mağmadan oluşan lav örtüsü (Erinç, 2000: 22).

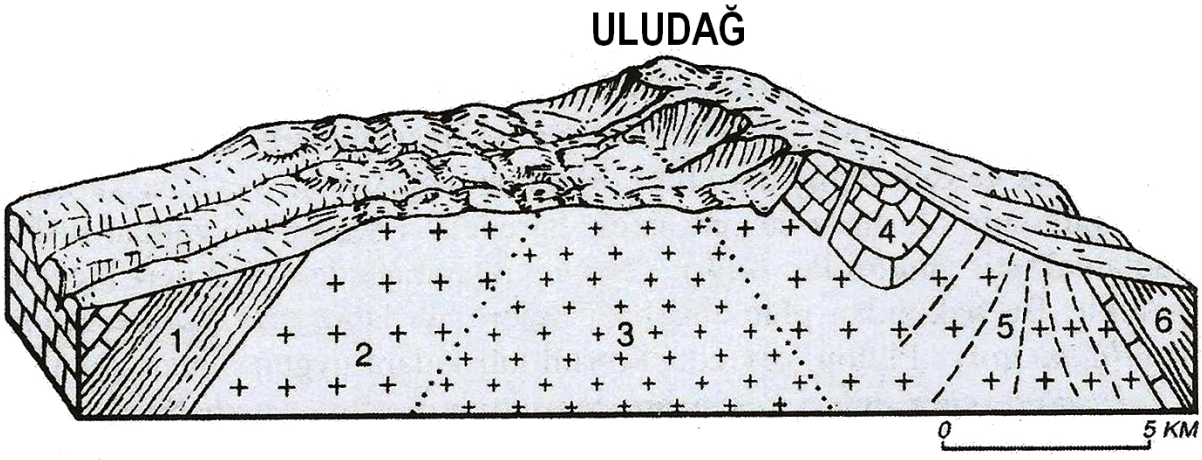
Foto 50 – Batı Anadolu'daki Kula'da lâv örtüleri (www.kula.bel.tr).

5.3.1.2. İntrüzif Kayalar (Derinlik Kayaları):

Yükselen mağmanın yeryüzüne erişmeden kabuk içindeki herhangi bir derinlikte yerleşmesi ve katılaşması ile oluşan kayalara **intrüzif kayalar (=Derinlik Kayaları)** denir. Bazı hallerde mağma yeryüzüne daha yakın bir derinlikte yerleşir. Bu durumda **subvolkanik kütleler**'den ve **subvolkanik kayalar**'dan söz edilir. Derin seviyelerde yerleşen ve katılaşan mağmatik kütlelere **derinlik kayaları** adı verilir. İntrüzif kayalar, yerkabuğu içinde farklı biçimlerde bulunur ve buna göre adlandırılır. İç kuvvetlerin niteliği, yerkabuğunu oluşturan malzemenin özellikleri, yükselen mağmanın akıcılığı, yoğunluğu ve hacmi bir sahadaki intrüzif kütlelerin biçimini ve bulunuş tarzını belirleyen başlıca etkenlerdir. Biçimleri ve bulunuş tarzları farklı olan ve bu nedenle ayrı isimlerle adlandırılan başlıca intrüzif kütle türleri; **batolit, lakolit, lapolit, filon (dayk)(Foto 48), sill (tabaka filonu)** ve **nek (volkan tıkacı)**'dır **(Şekil 5)**. Bunlardan alan ve hacim olarak en büyükleri olan ilk üçü genellikle *plüton* terimi ile açıklanır. Plütonların oluşumuna yol açan magmatik olayların tümüne *plütonizma* denilir.

Batolit, derine doğru genişleyen birkaç kilometre derinde tabanı olan dairesel ve eliptik kütlelerdir. Bunların aşınan kısım ne kadar fazla ise, batolit'in yüzeyde görünen kısmının da o oranda geniş olması gerekir. Batolit'ler özellikle kıvrımlı sahalara bağlı olarak görülürler. Ülkemizdeki Uludağ **(Şekil 6)**, Doğu Karadeniz Dağları, Toroslar, Istrancalar ve birçok dağımızda bunların temelini veya çekirdeğini batolitler oluşturmaktadır. Ayrıca İstanbul Boğazı doğusundaki Alemdağ'ın batısındaki batolit, aşınımla ortaya çıkmıştır. Bazen bir batolit, aşınımla tamamen ortaya çıktığında orta kesimi aşınarak Bursa güneyindeki Orhaneli ve İzmir kuzeyindeki Kozak batolitlerinde olduğu gibi merkezi kısmı çukurlaşarak bir depresyona da dönüşebilir. Bunun nedeni, asidik kökenli granit ve granodiorit plütonlarının birçok kayalardan daha çabuk çözülmesi ve daha fazla aşınmasıdır. Mağmanın, örtü tabakalarını kaldırarak ve onların arasına sokularak meydana getirdiği enjeksiyonlara *lakolit* ismi verilir. Lakolitin dar bir sap kımı vardır. Batolit kadar derin değildir. *Lapolit*'ler, tabakalar arasına sokularak yerleşmiş plütonik kütlelerdir. Bunların da lakolitler gibi alt kısımlarında bir sapları vardır. Fakat lakolitlerden farkı, biçimleri bir çanağa benzer; merkezi kısımları çevre kısımlarından daha alçaktır. Genellikle bazik kayalardan yapılmıştır. Az derinlerde oluşan mağmatitlerin bir kısmı, topoğrafya üzerinde daha az etkiyen daha sınırlı sahalı şekiller meydana getirirler. Bunlardan, kökeni ne olursa olsun diğer formasyonları

kesen damar şeklindeki damar kayalarına *filon (damar = dayk)* denir. Bunların kalınlıkları birkaç santimetreden birkeç metreye değişir. Uzunlukları değişiktir. Birkaç metreden-birkaç kilometreye olabilir. Bazı filonlar, tortul formasyonların tabakalaşma yüzeyleri arasına şırınga edilmiştir ve bu zayıf direnç zonları boyunca sanki bir tabaka imiş gibi uzanırlar. Bu çeşit filonlara *tabaka filonu (sill)* denir. Bunlar, altlarında ve üstlerindeki tabakalarla uyumlu, yani konkordanttır. Bazıları çok geniş ve devamlı olabilir. Dirençleri genelde tortul kayaların dirençlerinden fazla olduğundan sill'ler, topoğrafya şekilleri üzerinde, özellikle dirençli seviyelerin varlığı ile alakalı bazı şekillerin (*şahit kayalar; mesa'lar,* diğer sahalara nisbetle yüksekte kalmış *sırtlar*) oluşumunda, aşınıma karşı zemini koruyan bir tabaka olarak rol oynarlar. Bir volkanın sönmesinden veya sönmesinden hemen önceki aşamada volkan bacası mağma ile veya irili ufaklı piroklastik maddelerle tıkanabilir. Bu şekilde meydana gelen baca dolgusuna *nek = tıkaç = volkanik tıkaç* denir. Baca genişliğine göre, neklerin çapları da değişir. Nekler aşınarak belirgin şekilde ortaya çıkar. Afyonkarahisar'daki ve Konya-Karapınar'daki volkanik tek tepeler, ABD'deki batısındaki Gemi Kayası (=Shiprock) nek örnekleridir **(Foto 51)**.



Şekil 6 – Uludağ plütonu ve batoliti (Erinç, 2000: 26).

Foto 51 – Aşınımla ortaya çıkmış nek'lere bir örnek: Gemikayası (=Shiprock) nek'i (http://geoscience.wisc.edu/~maher/air/air03.htm)

5.3.2. Dokusuna (=Tekstürüne) Göre Mağmatik Kayaların Çeşitleri:

Mağmatitler farklı şartlar altında meydana geldikleri için, dokuları da farklı şekiller gösterir. Bu konuda en önemli rolü, soğumanın hızlı veya yavaş olması oynar. **Büyük derinliklerde kalın bir örtü tabakası altında soğuyan mağmadan oluşan kayalar iri kristalli olur (Foto 52).** Çünkü bu şartlar altında mineraller mağmadan, mağma sıcaklığı bunların ergime derecesi düştükçe sıra ile ve dereceli olarak ayrılır ve serbestçe büyüme imkanı bulur. Derinlik kayaları bu nedenle iri kristallidir. Buna karşılık, mağmanın sıcaklığı hızla düşerse, mağma içinde aynı anda birçok kristalleşme merkezleri meydana gelir ve birçok kristal hemen hemen aynı anda belirmeye başlar. Bu nedenden, hiçbiri fazla büyüyemez ve neticede kaya, ince kristalli olur. Soğuma çok daha hızlı olduğunda kristaller gözle görülmeyecek kadar küçük olur. Sonuçta, mağmanın çok ani soğuması halinde, hiçbir kristal meydana gelemez ve bütün kütle homojen bir madde halinde katılaşır. Bu şekilde meydana gelen kristalsiz maddeye **volkan camı (=obsidyen)** denir **(Foto 52)**.

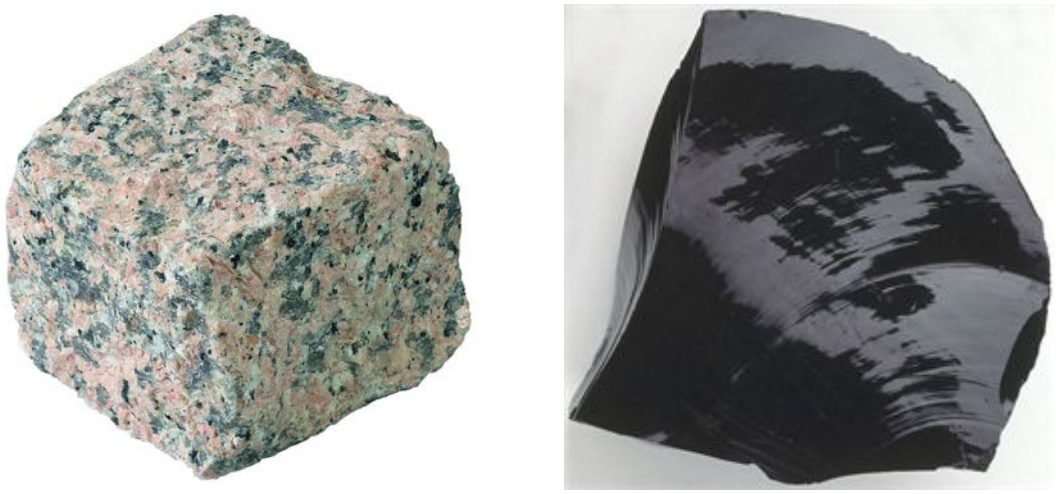


Foto 52 – İri kristalli granit (solda) ve kristalsiz yapılı obsidyen (sağda) (www.geology.com).

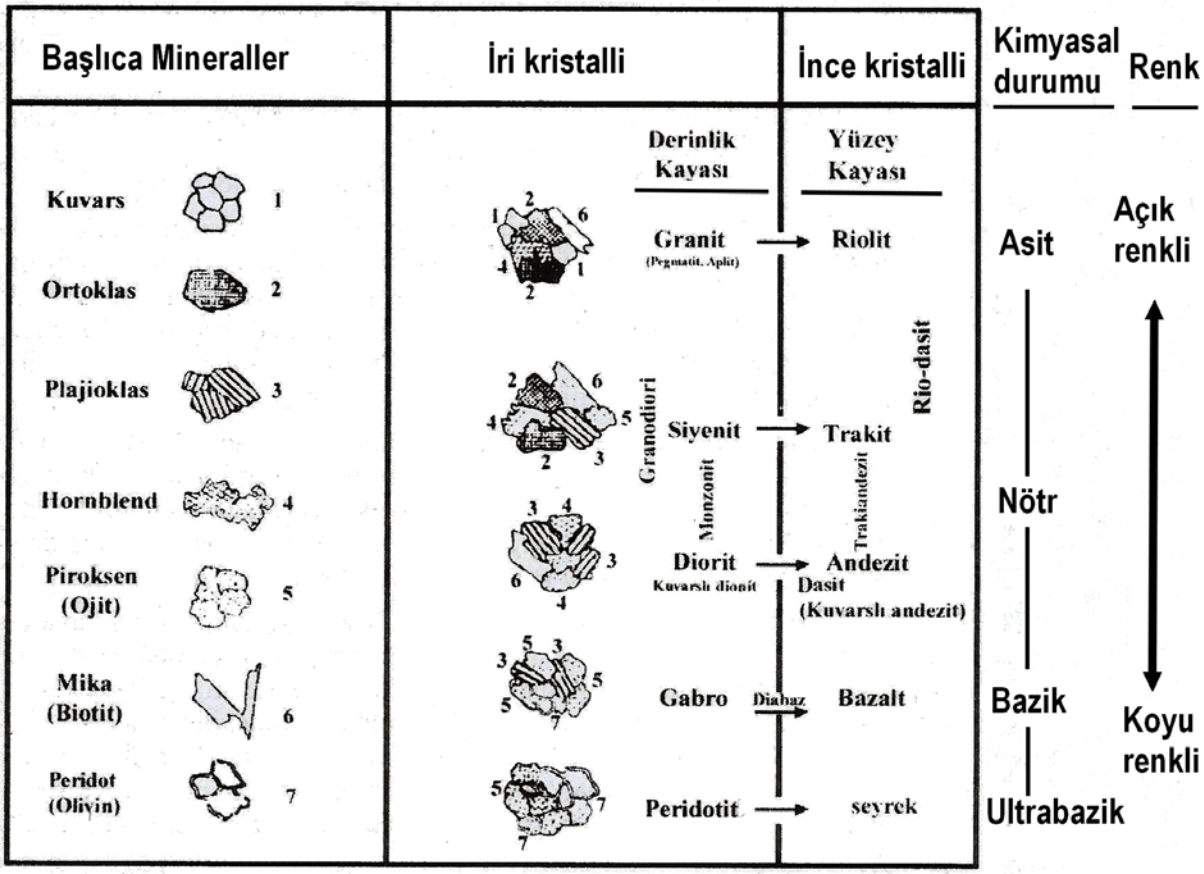
5.3.3. Kimyasal Bileşimine Göre Mağmatik Kayaların Çeşitleri:

Mağmatitlerin bileşiminde yer aldığı bilinen minerallerin sayısı 1000 civarındadır. Fakat bunlardan ancak 12 kadarı esas rolü oynar. Katılaşım kayalarının bileşim olarak, %99'unu bu mineraller meydana getirir. Katılaşım kayalarında açık renkliler daha çok silisyum (Si) ve alüminyum (Al) içerirken; koyu renkliler daha çok demir (Fe) ve magnezyum (Mg) bulundurur.

5.4. Mağmatik (Katılaşım) Kayalarının Tanınması ve Başlıca Özellikleri:

Mağmatik kayaları tanımanın en iyi yolu kristal yapılarıdır. Tortul kayalarda ise daha çok tabakalaşma ve fosillere rastlanır. Metamorfik kayalarda ise, basınç ve sıcaklık değişime dayalı, daha çok şistleşme ve çok ince yapraksı tabakalaşma görülür.

Aşağıda mağmatik kayaların (mağmatitlerin) başlıca özellikleri ve içerlerinde kapsadıkları mineralleri asitten – baziğe, hatta ultrabaziğe doğru bir şekilde sunulmuştur (Şekil 7)(Erinç, 2000: 36):



Şekil 7 – Başlıca mağmatit soylarının esas mineralleri (Erinç, 2000: 36'dan düzenlenerek).

Granit, iri kristalli olup, kuvars, ortoklas, hornblend ve biotit mineralleri içerir, ani soğuyan asit karakterli lâvlardan olup, açık renkli bir derinlik kayasıdır **(Foto 53)**.

Riolit, granitin yüzey kayasıdır, tek farkı ince kristalli oluşudur. Hemen hemen aynı minerallerden meydana gelir. Yine, granit gibi ani soğuyan asit karakterli olup, açık renkli bir yüzey kayasıdır **(Foto 53)**.

Foto 53 – Asit karakterli mağmatik kayalar: iri kristalli derinlik kayası **granit** (solda)(www.geology.com) ve ince kristalli yüzey kayası **riolit** (sağda) (https://flexiblelearning.auckland.ac.nz/rocks_minerals/rocks/rhyolite.html).

Siyenit, iri kristalli olup, ortoklas, plajioklas, hornblend, piroksen, biotit mineralleri içerir, % 60 asit ve % 40 bazik karakterlidir; bu nedenle nötr lâvlar grubundadır. Rengi, granit-riolit grubuna göre biraz daha koyu olan bir derinlik kayasıdır **(Foto 54)**.

Trakit, siyenit'in yüzey kayasıdır, tek farkı ince kristalli oluşudur. Hemen hemen aynı minerallerden meydana gelir. % 60 asit ve % 40 bazik karakterlidir; bu nedenle nötr lâvlar grubundadır. Rengi, granit ve riolit'e göre biraz daha koyu olan bir yüzey kayasıdır **(Foto 54)**.

Foto 54 – Nötr karakterli m143ağmatik kayalar: iri kristalli derinlik kayası **siyenit** (solda) ve ince kristalli yüzey kayası **trakit** (sağda)(www.flexiblelearning.auckland.ac.nz).

Diorit, iri kristalli olup, plajioklas, hornblend, biotit mineralleri içerir; % 40 asit ve % 60 bazik karakterlidir; bu nedenle nötr lâvlar grubundadır. Rengi siyenit-trakit grubuna göre biraz daha koyu olan bir derinlik kayasıdır **(Foto 55)**.

Andezit, diorit'in yüzey kayasıdır, tek farkı ince kristallidir. Hemen hemen aynı minerallerden meydana gelir. % 40 asit ve % 60 bazik karakterlidir; bu nedenle nötr lâvlar grubundadır. Rengi siyenit-trakit grubuna göre biraz daha koyu olan bir yüzey kayasıdır **(Foto 55)**.

Foto 55 – Nötr karakterli 144mağmatik kayalar: iri kristalli derinlik kayası **diorit** (solda) ve ince kristalli yüzey kayası **andezit** (sağda)(www.geology.com).

Gabro, iri kristalli olup, plajioklas, piroksen, peridot mineralleri içerir. Yavaş soğuyan bazik karakterli olup, koyu renkli bir derinlik kayasıdır **(Foto 56)**.

Bazalt, gabro'nun yüzey kayasıdır, tek farkı ince kristalli oluşudur. Hemen hemen aynı minerallerden meydana gelir. Yine, gabro gibi yavaş soğuyan bazik karakterli olup, koyu renkli bir yüzey kayasıdır **(Foto 56)**.

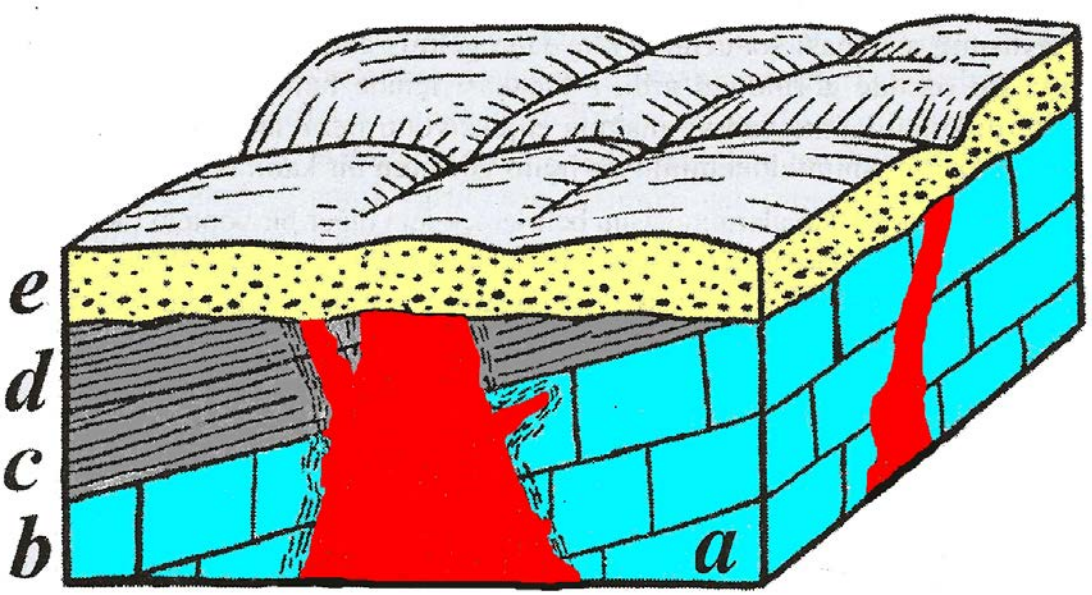
Foto 56 – Bazik karakterli 144mağmatik kayalar: iri kristalli derinlik kayası **gabro** (solda) ve ince kristalli yüzey kayası **bazalt** (sağda)(www.geology.com).

Peridotit, iri kristalli olup, bünyesinde peridot ve piroksen mineralleri içerir. Çok yavaş soğuyan ultrabazik karakterli lâvlardan olup, koyu renkli bir derinlik kayasıdır **(Foto 57)**. Bu grubun yüzey kayaları seyrektir.

Foto 57 – Ultrabazik karakterli 145mağmatik kayalardan: iri kristalli derinlik kayası **peridotit** (www.geology.com).

5.5. Mağmatik (Katılaşım) Kayalarının Yaşlarının Tayini:

Mağmatik kayalar, fosil içermedikleri için, bunların yaşlarını, $^{40}Ar/^{39}Ar$ (Argon-Argon) ya da K-Ar (Potasyum-Argon) gibi radyometrik tarihlendirme veya rölatif metotlarla yapılır. İlk metot masraflı olmakla birlikte, kalibre edilmiş bir laboratuvar ortamında kesine yakın sonuçlar elde edilebilir. İkinci metot ise, mağmatitlerin temas halinde bulundukları tortul kayalarla ilişkilerine dayanarak dolaylı olarak belirlenir. Mağmatik kaya, yüksek sıcaklığı dolayısıyla kestiği, bir takım değişikliklere uğrattığı veya bazı parçalarını özümsediği en yeni tortul kayadan, daha yenidir. Buna karşılık, mağmatik kayası, kendisi ile temas halinde olan veya söz konusu magmatik kayasına ait parçaları veya kırıntıları içinde bulunduran en eski tortul kayadan daha eskidir **(Şekil 8)**.



Şekil 8 – Mağmatitlerin yaşının belirlenmesi ve diskordans. Şekilde a en yaşlı tabakadır. Bunu sırasıyla yeryüzüne doğru b, c, d tabakalarının istiflenmesi izler ve sonra sola doğru saha eğimlenir. Ardından volkanik bir sokulum gerçekleşir. Volkanizmadan sonra e tabakası örtü depoları şeklinde bütün sahayı kaplar. Burada volkanizmanın yaşı; d tabakalarının yaşından genç; lâkin e tabakasından daha eskidir. e tabakasının alt yüzeyinde bir uyumsuzluk (=diskordans) bulunur (Erinç, 2000: 39'a göre renklendirilmiştir).

Uygulamalar

Konu ile ilgili kitapları gözden geçiriniz.

Konu ile ilgili internet sitelerine başvurunuz.

Uygulama Soruları

Konu ile ilgili kitapları gözden geçirdiniz mi? **Konu ile ilgili internet sitelerine başvurdunuz mu?**

Bu Bölümde Ne Öğrendik Özeti

Beşinci konuda, Kayaların Genel Özelliklerine Giriş yapılmış birbirlerinden nasıl ayırd edileceği açıklanmıştır? Mağmatik Kayaların Özellikleri açıklanmıştır. Mağmatik Kayaların Başlıca Çeşitlerinin özellikleri sunulmuştur. Mağmatik (Katılaşım) Kayalar nasıl tanınır ve Başlıca Özellikleri nelerdir? Gibi soruların cevapları verilmiştir. Mağmatik (Katılaşım) Kayalarının Yaşlarını nasıl belirleneceği öğretilmiştir. Konu bilhassa fotoğraf ve şekillerle desteklenmiştir.

5. Bölüm Soruları

1- Kayalar oluşumlarına göre üç büyük grupta toplanırlar. **Bunları sıralayınız.**

a)…….. b)…… c)…….

2- Yerkabuğunun derinliklerinde bulunan ve sıcaklığı 600-1300°C arasında değişen kıvamlı ve akışkan yapıya sahip *mağma*, uçucu bileşenler içeren silikatlardan oluşan bir eriyiktir. Mağma derinlerde yavaş yavaş soğursa, içerdiği malzeme kendi ideal ısı ve basınç koşullarında yavaş yavaş kristallenir, kristaller iri taneli olur ve buralarda kayaçlar oluşur". **İfadesine dayalı hangi tip mağmatik kayaların genel özellikleri sunulmuştur?**

a) Derinlik kayaları b) Yüzey kayaları

3- "Granit, iri kristalli olup, kuvars, ortoklas, hornblend ve biotit mineralleri içerir, ani soğuyan asit karakterli lâvlardan olup, açık renkli bir yüzey kayasıdır." **ifadesi doğru mu, yanlış mı?**

Doğru ( ) Yanlış ( )

4- İri kristalli olup, ortoklas, plajioklas, hornblend, piroksen, biotit mineralleri içerir, % 60 asit ve % 40 bazik karakterlidir; bu nedenle nötr lâvlar grubundadır. Rengi, granit-riolit grubuna göre biraz daha koyu olan bir derinlik kayasıdır.

Yukarıda hangi magmatik kayanın özelliği verilmiştir?

a) Peridotit
b) Gabro
c) Andezit
d) Trakit
e) Siyenit

5-Aşağıdakilerden hangisi volkanların çıkardığı unsurlardan **<u>piroklastikler</u> içinde sayılamaz?**

a)Volkan bombası
b)Volkan külü
c)Volkan tüfü
d)Volkan kumu
e)Volkan camı

6- Mağmatik kayaları, diğer kayalardan ayıran en önemli özelliği hangisidir?

a)Fosilli yapısı

b)Tabakalı yapısı

c)Şistozite yapısı

d)Kristalli yapısı

e)Hiçbiri

7- Aşağıdakilerden hangisi asit yapılı, ince kristalli, açık renkli bir yüzey kayacıdır?

a)Granit b)Trakit c)Riolit d)Bazalt e)Obsidyen

8) "Sakin bir şekilde meydana gelen püskürmeler sonucunda, üstüste yığılmış lâv akıntıları halinde geniş sahalar kaplayan örtüler oluşur. Bunlara *lâv örtüsü* adı verilir. Böyle bir örtüyü meydana getiren her bir lâv akıntısının yüzeyi, pürüzlü ve kovuklu şekli ve camsı görünümü ile kolaylıkla tanınabilir. Bazen de, geniş sahalara yayılamadan katılaşan kıvamlı

lâvların meydana çıktığı yerlerde kubbe şeklinde lâv yığınları meydana gelir. Bu şekillere *kümülodom* denir.” **ifadesi sizce doğru mu, yanlış mı?**

Doğru ( ) Yanlış ( )

9- “Mağmatitlerin bileşiminde yer aldığı bilinen minerallerin sayısı 1000 civarındadır. Fakat bunlardan ancak 12 kadarı esas rolü oynar. Katılaşım kayalarının bileşim olarak, %99’unu bu mineraller meydana getirir. Katılaşım kayalarında açık renkliler daha çok silisyum (Si) ve alüminyum (Al) içerirken; koyu renkliler daha çok bakır (Cu) ve çinko (Zn) bulundurur.” **ifadesi sizce doğru mu, yanlış mı?**

Doğru ( ) Yanlış ( )

10- Gabro’nun yüzey kayasıdır, tek farkı ince kristalli oluşudur. İçinde plajioklas, piroksen, peridot mineralleri içerir. Yine, gabro gibi yavaş soğuyan bazik karakterli olup, koyu renkli bir yüzey kayasıdır.

Yukarıda hangi magmatik kayanın özelliği verilmiştir?

a) Andezit
b) Diorit
c) Riolit
d) Trakit
e) Bazalt

Cevaplar:

1- a)Mağmatik kayalar, b)Tortul kayalar, c) Metamorfik kayalar
2- **a)Derinlik kayaları**
3- **Yanlış** (Doğrusu: Derinlik kayacıdır)
4- **e)**Siyenit
5- **c)**Volkan tüfü
6- d)Kristalli yapısı
7- **c)**Riolit
8-**Doğru**
9-**Yanlış** (Doğrusu: bakır (Cu) ve çinko (Zn) yerine; demir (Fe) ve Magnezyum (Mg)
10-**e)**Bazalt

6. BÖLÜM

SEDİMENTİT'LERİN TABAKALAŞMA ÖZELLİKLERİ

Bu Bölümde Neler Öğreneceğiz?

6.1. Tabakalaşma ve Tabaka Nedir?

6.2. Tabakalaşma ve Tipleri

6.3.Tortul Kayaların Tekstür (=doku) Özellikleri

Bölüm Hakkında İlgi Oluşturan Sorular

1-Tabakalaşma ve Tabaka Nedir?

2-Tabakalaşma nasıl gerçekleşir?

3-Tabaka Tipleri nelerdir?

4-Tortul Kayaların Tekstür (=doku) özellikleri nasıldır?

5-Konkordan, diskordans ve açılı dikordans nedir? Açıklayınız.

Bölümde Hedeflenen Kazanımlar ve Kazanım Yöntemleri

Konu	**Kazanım**	**Kazanımın nasıl elde edileceği veya geliştirileceği**
Sedimentit'lerin Tabakalaşma Özellikleri	Tabakalaşma ve Tabaka Nedir? Konusunu kavramak ve öğrenmek	Metin, sunum ve görselleri izleyerek ve konuyu tekrar ederek
Sedimentit'lerin Tabakalaşma Özellikleri	Tabakalaşma ve Tipleri konusunu kavratmak ve öğretmek	Metin, sunum ve görselleri izleyerek ve konuyu tekrar ederek
Sedimentit'lerin Tabakalaşma Özellikleri	Tortul Kayaların Tekstür (=doku) Özellikleri konusunu kavratmak ve öğretmek	Metin, sunum ve görselleri izleyerek ve konuyu tekrar ederek

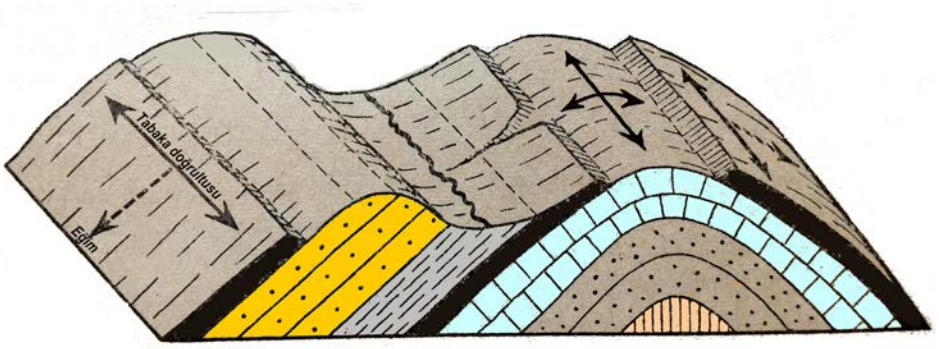
Anahtar Kavramlar

Tabakalanma, Tabakalaşma, Konkordan, diskordans, açılı dikordans, homojen tabakalanma, heterojen tabakalanma, dereceli tabakalanma, çapraz tabakalanma, transgrasif seri, regresif seri

6.1. Tabakalaşma ve Tabaka Nedir?

Tortul kayalar (Sedimentit'ler), birçok özellikleri ile mağmatik ve metamorfik kayalardan ayrılırlar. **Tortul kayaların başlıca özelliklerinden biri, çok kez tabakalar halinde istiflenmiş olmalarıdır.** Tortuların veya tortul kayaçların bileşim, tane büyüklüğü, renk ve sertlik bakımından birbirinden farklı yataklar (=ortamlar; fasiyesler) halinde üstüste sıralanmasına **tabakalaşma** ya da **tabakalanma** (=istiflenme) denir **(Foto 58)**. Her tabaka bir çökelme birimidir ve alttaki ve üstteki tabakalardan az veya çok tabaka yüzeyi ile ayrılır. Bir tabakayı alttan ve üstten sınırlayan bu yüzeylere **tabaka yüzeyi** denir. Bir tabakanın alt ve üst yüzeyleri arasında dikey olarak ölçülen uzaklığa **tabaka** denir. Bir **tabaka**, belirli özelliği olan tortul malzemeden oluşur ve iki yüzeyi ile (alt ve üst yüzey) diğer tabakalardan ayrılır. Tabakaların yayılış alanları ve kalınlıkları birkaç metre ile birkaç santimetre arasında değişir. Kalınlık birkaç santimetreden fazla ise buna buna **makrotabakalaşma**; 1 cm'den az ise buna da **mikrotabakalaşma** denir. 1 cm'den daha ince olan bu çok ince tabakacıklara **lamina** denir. Ayrıca, tortul tabakalar, **içerdikleri tortullaşma ortamının fosillerini de taşımaları ile de diğer kayalardan ayrılır** (Ketin, 1982: 272; Erinç 2002: 41).

İç kuvvetlerin etkisi altında ilksel durumunu değiştirmeyen tortul tabakalar, deltaların cephe tabakaları ve dağların yamaçlarındaki eğimli yamaç molozları gibi özel durumlar dışında, genellikle yatay veya yataya yakın bir şekilde bulunurlar. Fakat iç kuvvetlerin etkisi altında kalan tabakalar çeşitli biçimde deformasyona uğrarlar **(Foto 58)**. Bir sahanın tektonik yapısı aslında bu deformasyonları saptamak şeklinde ortaya çıkarılır. Bu nedenle tabakaların aldıkları doğrultu ve kazandıkları eğimin belirlenmesi gerekir. Bir tabakanın ufuk düzlemi doğrultusunda uzanışına **tabaka doğrultusu** denir. Tabaka yüzeyinin, bu doğrultuya dik olarak ölçülen eğimine ise **tabaka eğim** (=dalış, meyil) denilir **(Şekil 9)**(Erinç 2002: 41). Tabaka doğrultusu, örneğin; kuzeybatı-güneydoğu gibi yönlerle; eğim ise derece ya da yüzde cinsinden ifade edilir.



Şekil 9 – Tabaka doğrultusu ve eğimi (Erinç, 2000: 41'den düzenlenerek).

Foto 58 – Çeşitli tabakalaşma örnekleri. Üstte solda: yatay, üstte sağda: monoklinal, altta solda: kıvrımlı, altta sağda: faylı tabakalar. Üstte soldaki yatay tabakalaşma dışında diğerleri bir aktivite sonucu başlangıçtaki ilksel tabakalaşma konumunu yitirmiştir.

6.2. Tabakalaşma ve Tipleri:

Doğada tabakalar bazen birbirine uygun ve yatay bir şekilde tabakalaşmış olarak görülür. Bu şekildeki uyumlu istiflemeye **konkordant tabakalaşma** (=Uyumlu tabakalaşma) denir **(Foto 59)**. Fakat bazen tabakalaşmada düzensizlikler veya tabakaların kronolojik sıralanmasında, eksiklikler ile karşılaşılır. Örneğin; bir sahadaki kesitte 1, 2, 3, 4 numaralı tabakaları birbirini izledikleri halde, başka bir kesitte sadece 1, 2, 4 numaralı tabakaların bulunduğu, ancak 3 numaralı tabakanın eksik olduğu görülürse, bu ikinci kesitin bulunduğu sahada çökelmenin kesintiye uğradığı anlaşılır. Buna **stratigratik boşluk** denir. Çökelmedeki bu gibi düzensizliklerin çeşitli nedenleri olabilir. Fakat bu düzensizlikler genellikle, o sahadaki bir süre için okyanus, deniz ve göller gibi çökelme ortamlarında çökelmenin sona ermesi ve sahanın su yüzeyine çıkarak dış etkenlerle bir aşınma alanı haline dönüşmesi ile ilgilidir. Oldukça uzun zaman sürmüş bu tür çökelme kesintileri, genellikle deniz seviyesinde veya yerkabuğunda meydana gelen hareketlerle ilgilidir. Bu gibi durumlarda altta ve üstte bulunan iki tabaka arasında, tabakaların uzanış ve eğimleri bakımından bir uyum yoktur **(Şekil 8)**. Bu şekildeki uyumsuz tabakalanmaya **diskordant tabakalanma** (=Uyumsuz tabakalaşma)**(Foto 60)**, aradaki kesinti yüzeyine de **diskordans yüzeyi** denir. Diskordans, söz konusu iki tabakanın çökelme dönemi arasındaki sürede sahanın aşınma alanı halini geçtiğini açıklar. Diskordans yüzeyi, uzun veya kısa süre su üstüne çıkmış atmosfer etkinde kalmış eski bir aşınma ve ayrışma yüzeyidir. Genellikle diskordans yüzeyi, sedimantasyonda ve fosil organizmaların evriminde bir eksikliği, aşınarak ortadan kalkmış bir dönemi, bir boşluğu veya önemli bir dağoluşum (orojenez) safhasını belirtir. Uzun süre atmosfer etkisinde kalmış böyle bir uyumsuzluk yüzeyi, muntazam olmayan, inişli-çıkışlı bir yüzeydir ve coğrafik bir değimle, eski bir reliefi veya penepleni yansıtır. Diskordans yüzeyinin üstünde ve altındaki tabakalar arasında bir açı olduğu durumda, daha belirgin olan bu tür diskordansa **açılı diskordans** adı verilir **(Foto 61)(Şekil 10)**. Diskordans yüzeyi, üzerinde yeni depolar çok kez iri çakıllardan oluşan konglomeralarla başlayabilir. Bu özellikteki konglomeralara **taban konglomerası** denir. Diskordans yüzeylerinin jeomorfolojide büyük önemi vardır. Geniş alanlara yayılan bu türü yüzeyler, özellikle açılı diskordanslar, uzun süren bir aşınım döneminin işareti ve kanıtıdır. Diskordans yüzeylerini örten tabakaların sonradan aşınarak ortadan kaldırılmasıyla, diskordans yüzeyi tekrardan meydana çıkar. Bu tür yüzeylere **sıyrılmış yüzeyler** (=fosil) yüzeyler; ortaya çıkan topoğrafyaya da **sıyrılmış topoğrafyalar** (= fosil topoğrafyalar) denir (Erinç, 2000: 42).

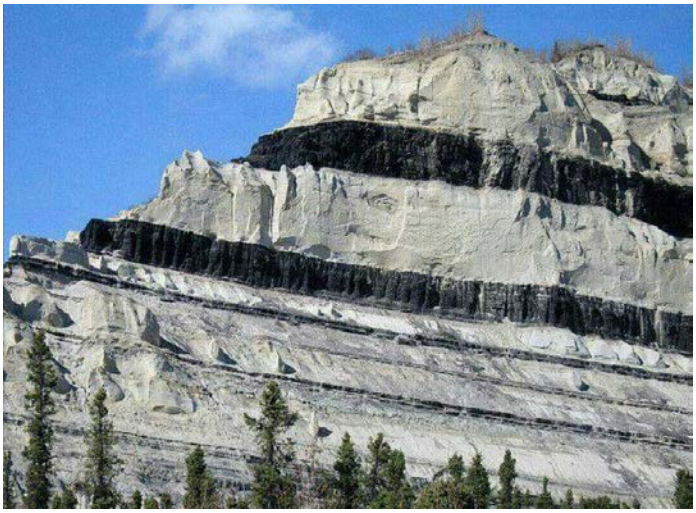


Foto 59 – Alaska'da birbirine uyumlu yataya yakın tabakalardan oluşan aralarında siyah kömür damarları da içeren konkordant (uyumlu) tabakalanma.

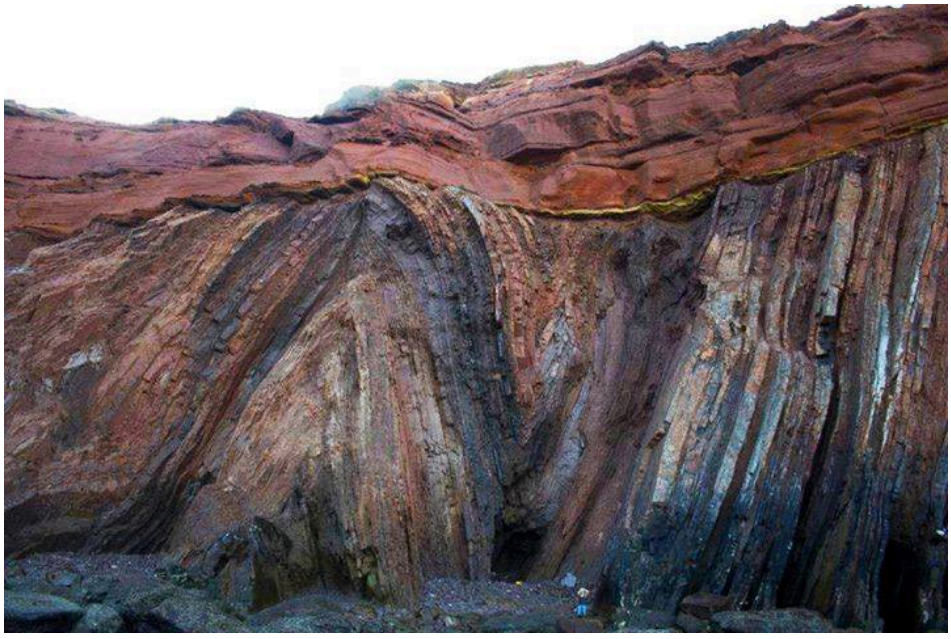
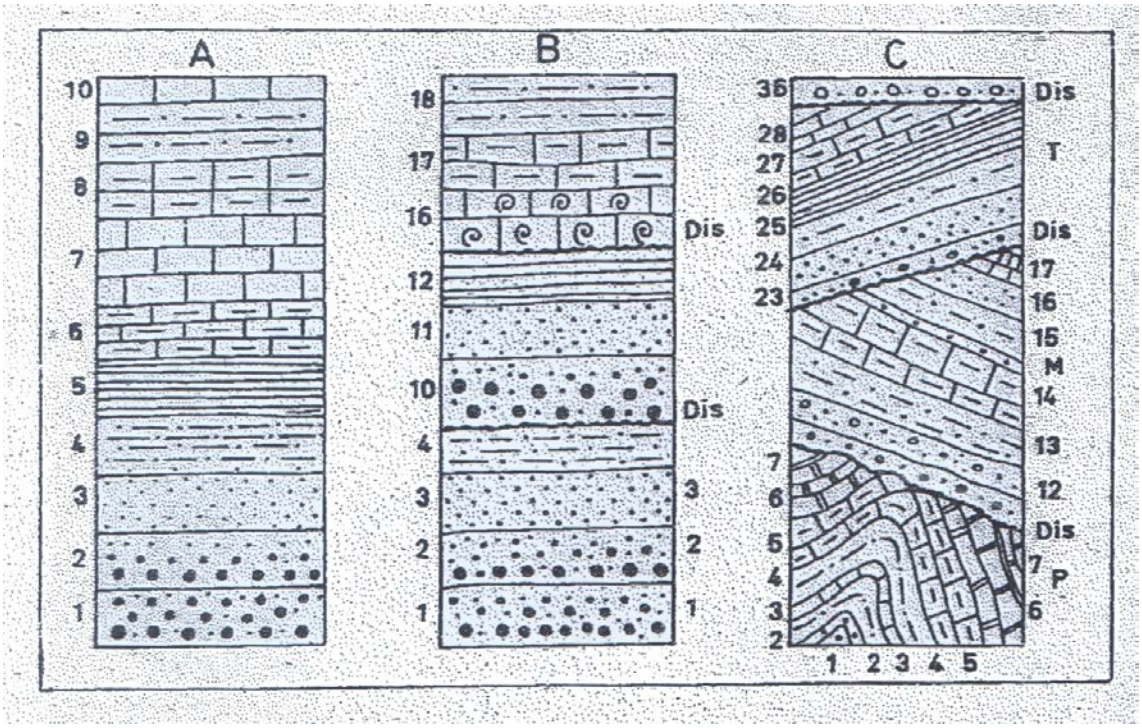


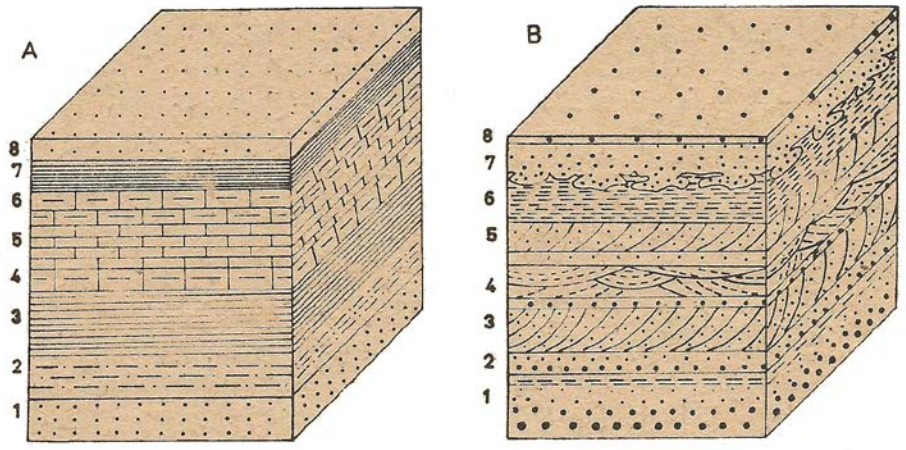
Foto 60 – Portekiz'in Telheiro Plajı'ndaki altta kıvrımlı, üstte yataya yakın hafifçe ondüleli kıvrımlı uyumsuz tabakalardan oluşan diskordant (uyumsuz) tabakalanma ve iki formasyon arasındaki diskordans yüzeyi.

Foto 61 – İngiltere'nin Kilve Koyu'nda açılı diskordant (uyumsuz) tabakalanma.



Şekil 10 – Konkordans (A) ve diskordans (B, C) tabaka serileri.
B: Aralıklı boşluklu diskordans (ing. disconformity);
C: Açılı diskordans (Anconformity).
Dis: Diskordans yüzeyi (Ketin, 1982: 285).

Killi ve kireçli tortularda tabakalar, genellikle eşit boyutta aynı cins tanelerden meydana gelir. Unsur boyutlarının eşit ya da eşite yakın olduğu bu çeşit tabakalanmaya **homojen tabakalanma** denir **(Şekil 11 A)**. Kumlu tortularda ise, kum tanelerinin büyüklükleri tabaka içinde her tarafta aynı olmadığı gibi, tanelerin sıralanışları da düzgün değildir. Unsur boyutlarının eşit olarak dağılmadığı tabakalanmaya da **heterojen tabakalanma** adı verilir **(Şekil 11 B)**(Ketin 1982, 273).

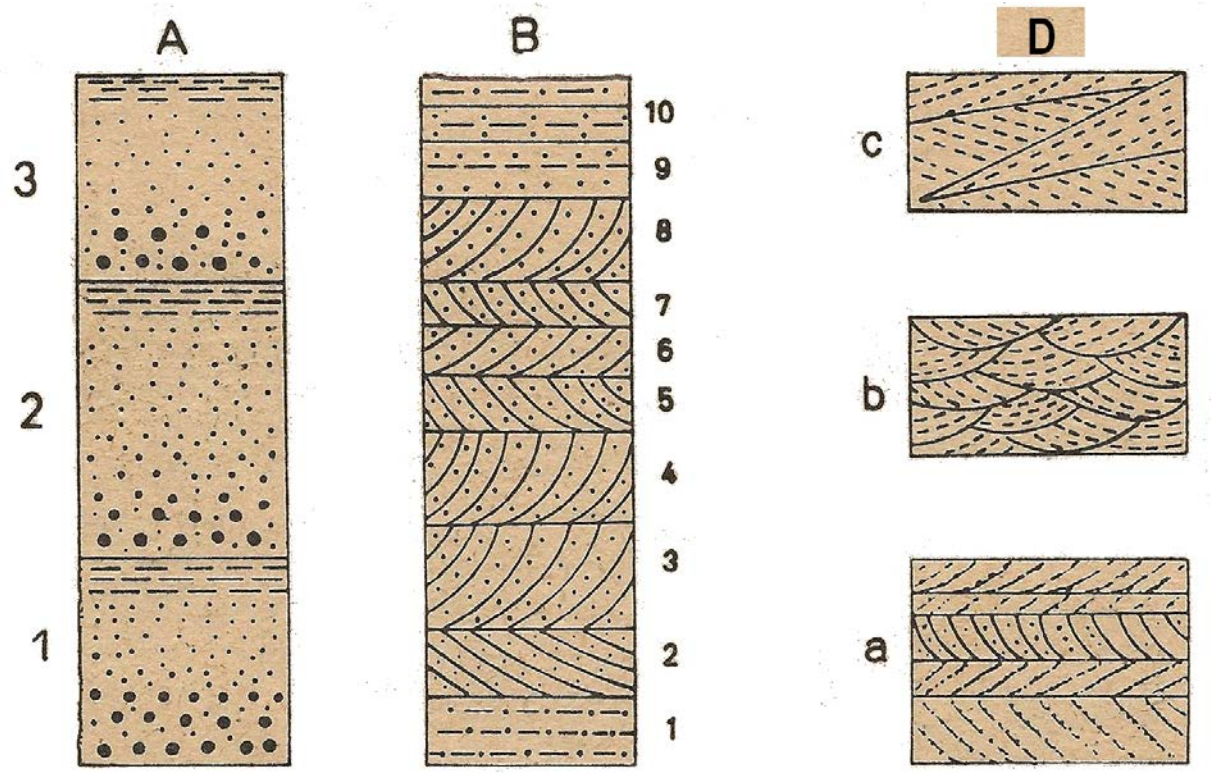


Şekil 11 – Homojen tabakalanma (A) ile heterojen tabakalanma (Ketin, 1982: 273).

İnce tabakacıklı laminalı mikrotabakalaşmada ilksel tabakalanma genellikle düzenlidir. Yani gerek tabaka yüzeyleri, gerek tabaka içindeki unsurların dizilişi düzenli bir biçim gösterir. Laminaları meydana getiren maddeler hemen hemen yatay dizilmişlerdir. Oysa makrotabakalaşmalı bazı ilksel tabakalanmalarda gerek tabaka yüzeylerinin birbirine göre durumu, gerek unsurların dizilişi bakımından farklı görünümlerle karşılaşılır. Örneğin; tabakaların yüzeylerinin birbirini çapraz şeklinde kestiği, tabaka yüzeylerinin dalgalandığı, cep şeklinde bazı dolguların bulunduğu, bazı unsurların kiremitler gibi dizildiği, bazılarının eğimli olduğu, bazen de üstüste yeralan tabakaların, boyutlarına göre elenmiş unsurlardan oluştuğu görülür. Bütün bu özellikler, sedimentleri taşıyan etkenlere ve çökelme ortamının özelliklerine bağlı olarak meydana gelen başlangıçtaki ilksel istiflenme ile ilgilidir (Erinç, 2000: 44).

Tane boyutları tabakanın alt kısımlarında büyük ve üst kısımlarına doğru gittikçe küçülürse, bu çeşit tabakalanmaya **dereceli tabakalanma** denir **(Foto 62)**. Tanelerin tabaka içindeki sıralanışları tabakanın alt ve üst yüzeylerine paralel olmayıp, bu yüzeylerle açılar yapıyorsa, böyle bir tabakalaşmaya da **çapraz tabakalanma** denir. Bu tip istiflenmede, çeşitli

tabaka yüzeyleri birbirini çapraz olarak keser. Bu durum, akarsu ve rüzgâr depoları için karakteristik bir şekildir ve çeşitli tipleri vardır **(Şekil 12)**(Ketin 1982: 272). Bazen çapraz tabakaların alt ve üst yüzeyleri normal çökelme yüzeyleri, bazı hallerde ise düz veya oyuklu bir aşınım yüzeyi niteliğindedir. Rüzgâr depolarındaki çapraz tabakalaşmada tabakalar çok değişik yönlerde uzanır ve birbirinden genellikle düz olmayan yüzeylerle ayrılır. Oysa, akvatik (=sulu) ortamlarda meydana gelen çapraz tabakalaşmada, çapraz diziliş gösteren tabakalar daha düzenli, bunları kesen ilksel tabakalaşma yüzeyleri ise çoğunlukla düzlemseldir **(Şekil 12)**. Bir tabaka içindeki unsurların, özellikle çakılların, damlara döşenen kiremitler gibi eğimli ve birbirine yaslanmış olarak dizilmeleri şeklinde kendini gösteren tabakalaşmaya **kiremite benzer tabakalaşma** denir. Bu tip tabakalaşma kuvvetli akarsuların yataklarını, kuvvetli akıntıların ve çatlayan dalgaların etkisindeki kıyıları karakterize eder. Bir çakılın uzunluk ve genişlik eksenine paralel olan düzlem ile ufuk arasındaki açıya çakılın eğimi denir. Akarsu depolarında depolarında çakıllar genellikle daha fazla (15-30°) ve akış aşağı eğimlenmişlerdir. Deniz çakılları ise, daha az (2-12°) ve karaya doğru eğimlidirler. İlksel makrotabakalaşmada bazen mercek veya cep şekilli depolara da rastlanır. Kalın **mercek ve cep şekilli tabakalaşma (Foto 63)**, bunları çökelten akarsuyun sel karakterli olduğunu ve akımın zaman zaman bazı yerlerde kanalize olduğunu açıklar. İnce mercekler ise, taşınan maddelerin olasılıkla örgülü çığır tipinde sığ akarsu yataklarında çökelmiş olduğunu gösterir. Mercekler arasında rastlanan bazı killi ve milli depolar, terkedilmiş akarsu kollarında ve kopmuş menderesler içinde çökelmiş unsurları ifade eder. Sedimentitlerin düzenli tabakalar halinde çökelmesine neden olan diğer bir etken ***türbidite akıntıları***'dır. Bunlar, denizlerde şelften itibaren derin deniz çukurlarına inen fazla eğimli kıta yamacında ve dik eğimli göl çanaklarında meydana gelirler.Bu gibi sahalarda yamaçlardaki sedimentlerle karışarak yoğunluğu artan sular, çekimin etkisi altında derinlere doğru anafor şeklinde hareket yapan bir çamur akıntısı gibi hareket eder ve bu sırada üzerinden geçtikleri zemini de aşındırabilirler. Bu şekilde taşınan maddeler hareketin sona erdiği yerde karmaşık yapılı ve ulaştıkları ortamın normal sedimantasyon özelliklerine yabancı depolar halinde çökelirler. Bu şekilde oluşan depolara ***türbiditler*** denilir. Türbiditleri karakterize eden diğer bir özellik, çok kez **dereceli tabakalanma** göstermeleridir. Bu tip tabakalaşmada sedimentler, en altta iri unsurlardan oluşan bir tabakanın üzerine giderek daha küçük unsurlar içeren tabakalar halinde unsur boyutlarına göre ayrılarak çökelmişlerdir. Bu özellik depo içinde düzenli bir şekilde tekrarlanır (Erinç, 2000: 44-45)**(Şekil 12)**.



Şekil 12 – Heterojen Tabakalanma Çeşitleri.
A: Dereceli tabakalanma (türbitlerin eseri, B: Çapraz tabakalanma (akarsu, rüzgâr eseri).
D: Çapraz tabakalanma çeşitleri: a-Levha şeklinde, b-Mercek şeklinde (rüzgâr eseri), c-Kama şeklinde çapraz (akarsu eseri) tabakalanmalar (Ketin, 1982: 274'den).

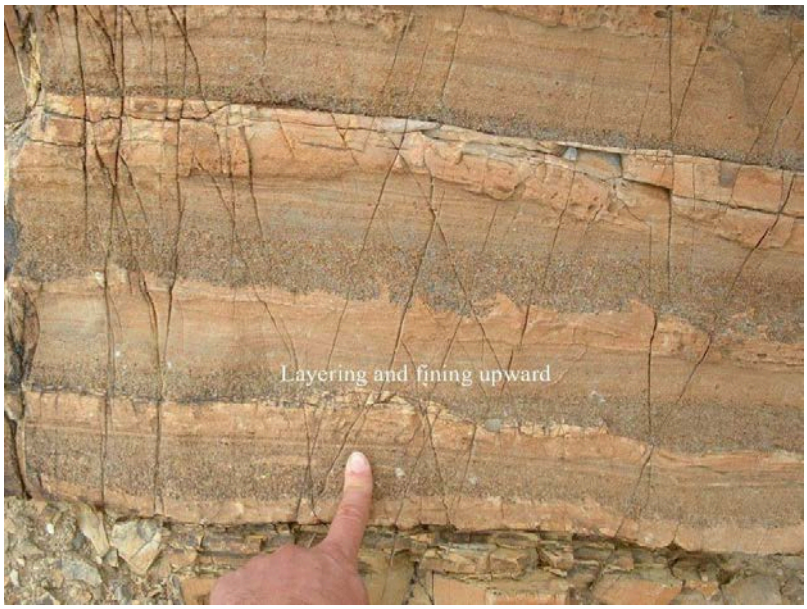


Foto 62 – Dereceli tabakalanma (Foto: Arif Tolluoğlu).

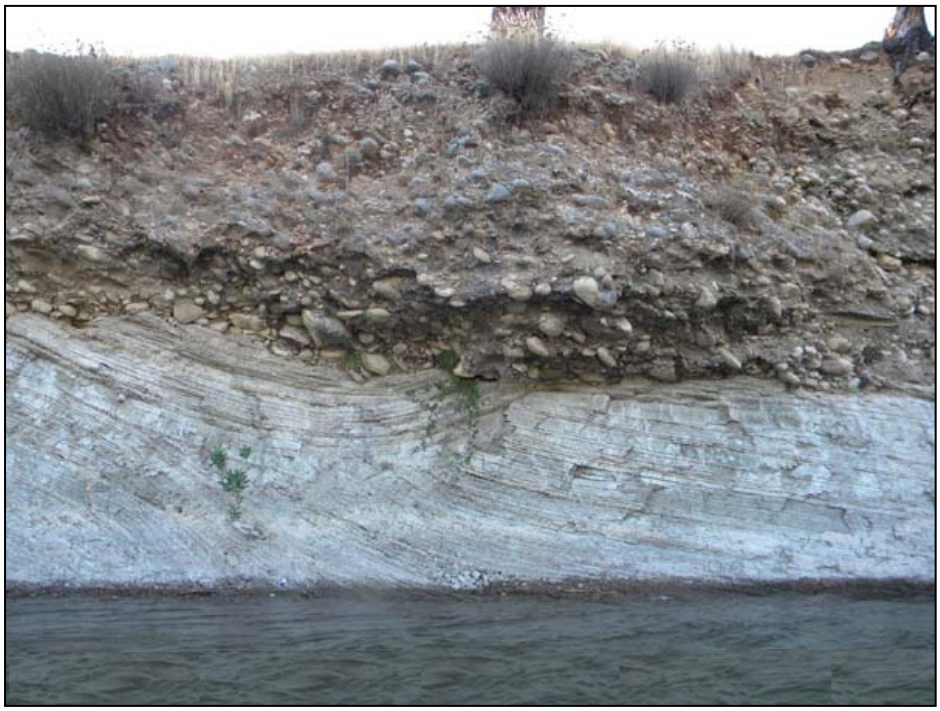


Foto 63 – Antalya'da Köprüçay vadisinde altta mercek şekilli çapraz tabakalanmalı beyaz renkli eski akarsu çökelleri, üstte yeni Köprüçay'ın taşkın dönemlerinde getirip yığdığı çakıl ve kumları (Foto: Mehmet Zor).

Tortulların diğer ilksel tabakalaşma özelliklerinden bir kısmını organizmaların faaliyetleri ile ilgilidir; bir kısmı ise bazı fiziksel değişikliklerin sonucudur. Organik kökenli özelliklerin başında mercanların ve alglerin meydana getirdiği birikim şekilleri gelir. Hemen hemen yatay veya yataya yakın tabakalar içinde **resif** adı verilen mercan kolonilerine rastlanabilir. Alglerin dalgalı laminalar halinde çökelttikleri ve yüzeyi bir karnabahar veya kıvırcık salataya benzeyen kalker yığınlarına **stromatolit**'ler denir **(Foto 64)**. Ayrıca, tabakalar içinde veya üzerinde eşelenme ve hareket izleri de bulunabilir. Mekanik etkenlerle ilgili şekiller arasında ripplemark'lar **(Foto 65)**, buz ve tuz kamaları, kuruma çatlakları **(Foto 66)**, sedimentler içinde tektonik olaylarla ilgili olmadan meydana gelen çökme, kayma gibi yer değiştirmeler, yoğrulmalar, sucuk yapıları, kum enjeksiyonları, stilolitler, yumrular ve oolitler **(Foto 67)** gibi şekiller sayılabilir.

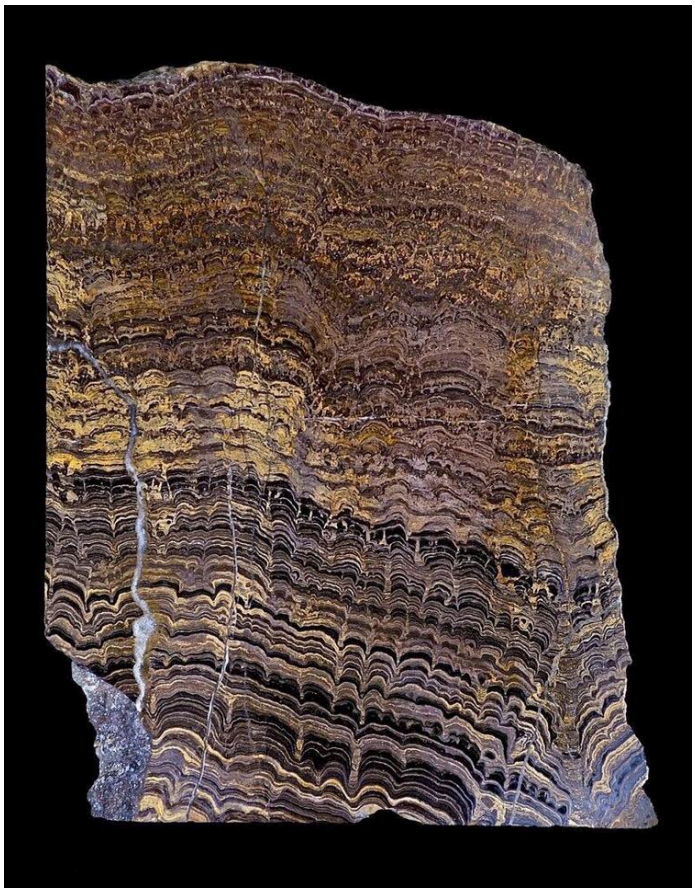


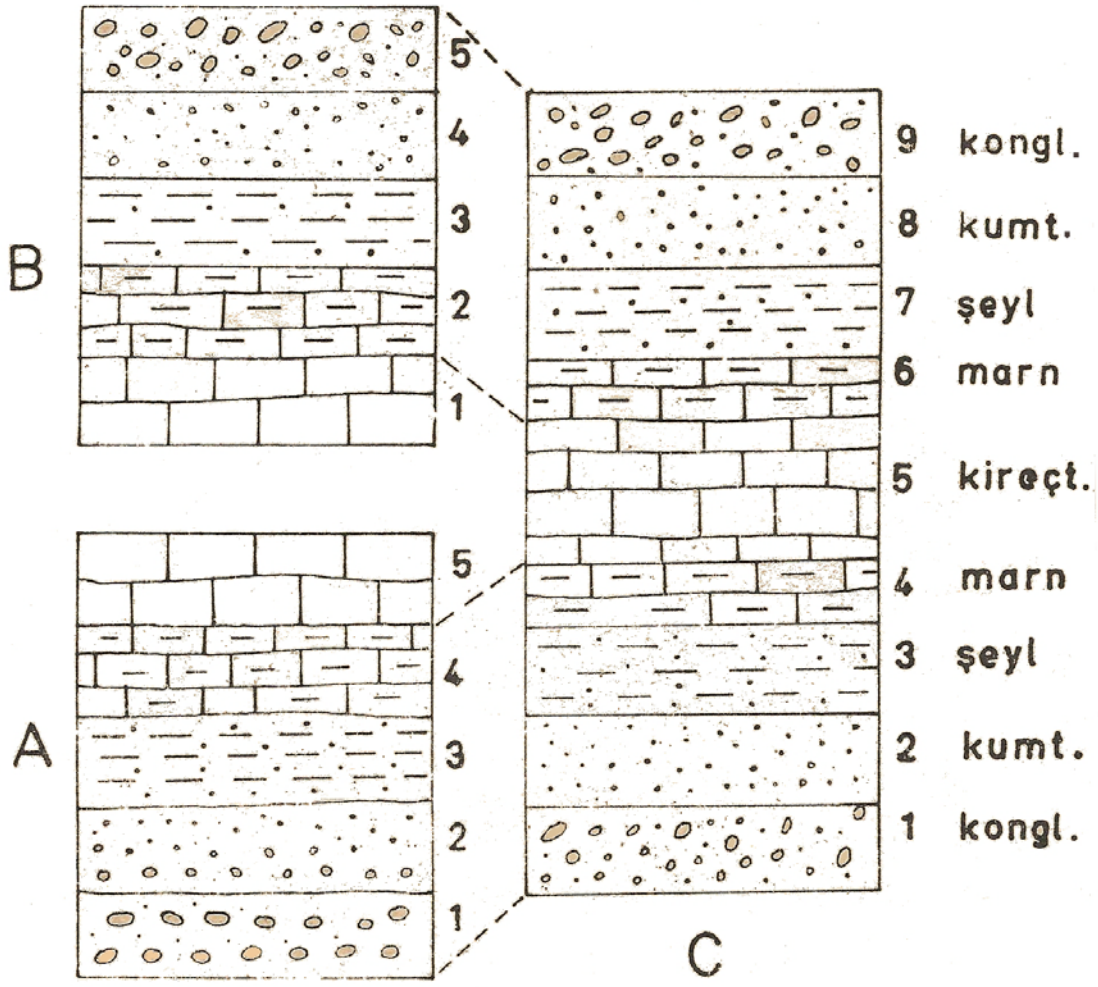
Foto 64 – Stromatolitler (Foto: Arif Tolluoğlu).

Foto 65 – Dalga-akıntı ya da rüzgârın oluşturduğu ripple mark'lar (coastalcare.org).

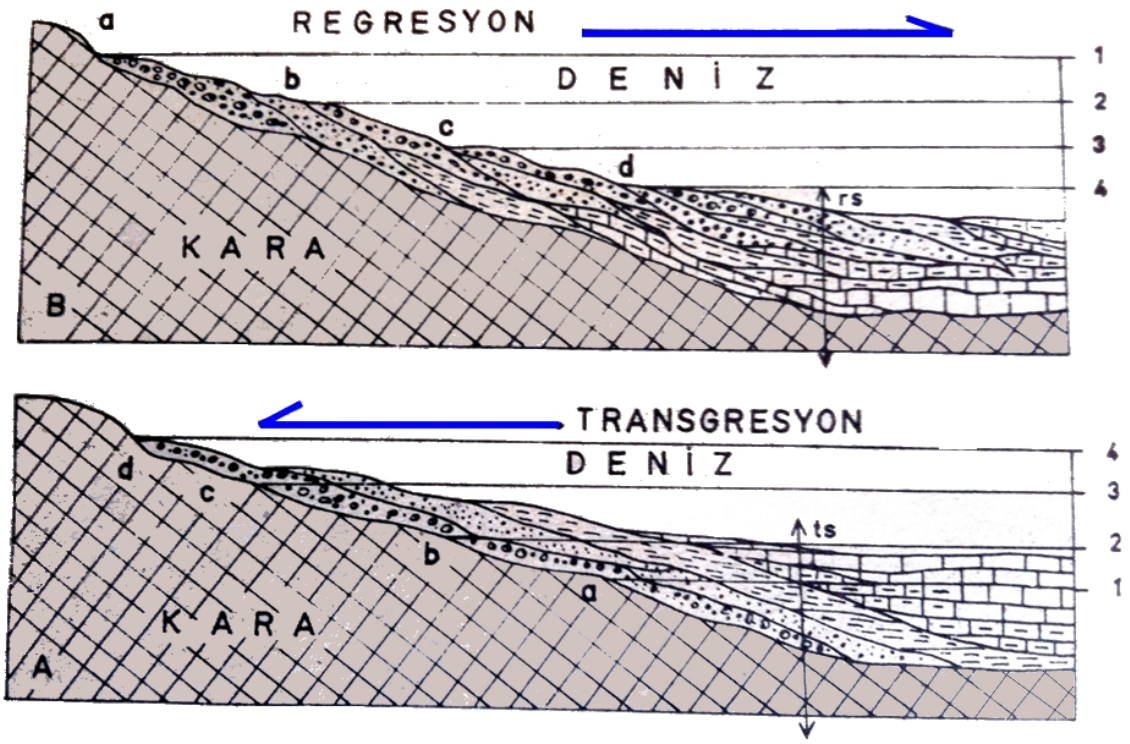
Foto 66 – Van'daki suları çekilmiş Zernek Barajı tabanında kuruma çatlakları (www.suhakki.org).

Foto 67 – Mağara incilerini oluşturan yuvarlak oolitliler (Foto: Lütfi Nazik).

Denizlerin gel-git hareketleri haricinde, denizlerin uzun veya kısa süreli ilerleyip gerilemesiyle ile ilgili de farklı tabakalaşma şekilleri gerçekleşir. İri taneli konglomera tabakaları ile başlayıp, gittikçe taneleri küçülen kumtaşı, silttaşı ve marnlarla devam ederek kireçtaşı tabakaları ile son bulan bir tabaka istifine **transgresif seri** denir. Böyle bir seri, yavaş yavaş karalar üzerinde denizin ilerlemesi, yani **transgresyon** sırasında meydana gelir. Buna karşın, karalar üzerinden yavaş yavaş denizin geri çekilmesi, yani **regresyon** sırasında oluşan tabaka istifine **regresif seri** denilir. Bu seri, ince taneli kireçtaşı-kiltaşı tabakaları ile başlar, gittikçe taneler büyüyerek konglomeratik tabakalarla son bulur. Transgresyon ve regresyon olaylarının tekrarı sonucu ile oluşan seriye ise **tam tabakalanma** ya da **tam seri** adı verilir **(Şekil 13 ve 14)**.



Şekil 13 – Transgresif seri (A) ile Regresif seri (B) ve tam seri (tam tabakalanma)(C)(Ketin, 1982: 288).



Şekil 14 – Deniz basması olayı: Transgresyon (A) altta;
Deniz çekilmesi olayı: Regresyon (B) üstte,
ve oluşan transgresif ve regresif seriler (Ketin, 1982: 289).

6.3. Tortul Kayaların Tekstür (=doku) Özellikleri:

Bir kayayı oluşturan unsurların boyutları, biçimleri ve diziliş düzenleri gibi özelliklerine kayanın **tekstür'ü (=doku'su)** denir. Doku bakımından tortul kayalar iki gruba ayrılır. Birinci grubu (1)**klastik=detritik tortullar** meydana getirir. Bunlara **döküntü** veya **enkaz** da denilir. Bunlar, önceden var olan kayaların aşınması ve parçalanması sonucunda meydana gelen unsurların çökelmesiyle oluşmuşlardır. Detritik (Latince *detritus*: döküntü) dokunun başlıca özelliği, büyük olasılıkla iri unsurların, daha ince unsurlu klastik maddelerden yapılmış bir *hamur* birbirine bağlanmış olmalarıdır. Bu birleştirici hamur içinde daha iri kaya kırıntılarına rastlanır. Bu iri unsurlar çok çeşitli biçimde ve çeşitli bileşimde olabilirler. Aynı şekilde, hamuru oluşturan maddeler **mil, kil, kum** boyutunda olduğu gibi; **kalker, kil** veya **demir**'den de meydana gelebilir. Kayanın aşınmaya karşı direnci, bağlayıcı çimentonun direnci ile yakından alakalıdır. Ayrıca çimento zamanla kimyasal değişikliğe uğrar ve genellikle pekleşerek sertleşir. Tortulların ikinci grubunu (2)**klastik olmayan**

tortullar meydana getirir. Bunlar organik ve kimyasal kökenlidir. Genellikle kristalli bir doku gösterirler.

Tablo 4 - Unsur Boyutları Sınıfları

Blok: 200 > mm

Çakıl: 2-200 mm

Kum: 0,02-2 mm

Mil: 0,002-0,02 mm

Kil: 0,002 < mm

Tablo 5 - Kum Boyutları

Çok iri kum: 1 - 2 mm

İri kum: 0,5 – 1 mm

Orta kum: 0,25 – 0,5 mm

İnce kum: 0,125-0,25 mm

Çok ince kum: 0,063-0,125 mm

Unsur boyutları bakımından klastik depoların ve kayaların gösterdikleri özelliklerin çeşitli yöntemlerle incelenmesi, bunların hangi ortamda (fasiyes'te) ve nasıl oluştukları hakkında bilgi sağlar. Farklı tarihlerde, farklı araştırıcılar ve kurumlar tarafından önerilen unsur boyutu sınırı değerleri arasında az çok fark olmakla birlikte; **blok, çakıl, kum, mil ve kil** grubuna sokulan unsurların boyut sınıfları arasında tam bir uyum vardır. Çakıllar 2-200 mm, kumlar 0,02-2 mm, miller 0,02-0,002 mm arasında unsurlar ve killer ise 2 mikrondan daha küçük boyutlu klastlardır **(Tablo 4 ve 5)**.

Uygulamalar

Konu ile ilgili kitapları gözden geçiriniz.

Konu ile ilgili internet sitelerine başvurunuz.

Uygulama Soruları

Konu ile ilgili kitapları gözden geçirdiniz mi? **Konu ile ilgili internet sitelerine başvurdunuz mu?**

Bu Bölümde Ne Öğrendik Özeti

Altıncı konuda sedimentitlerin tabakalaşma özellikleri ele alınmıştır. Tabakalaşma ve Tabaka nedir? Soruları cevaplanmıştır. Tabaka tipleri ayrıntılı olarak şekilleriyle sunulmuştur. Son olarak Tortul Kayaların Tekstür (=doku) Özellikleri anlatılmıştır.

6. Bölüm Soruları

1- Tortuların veya tortul kayaçların bileşim, tane büyüklüğü, renk ve sertlik bakımından birbirinden farklı yataklar (=ortamlar; fasiyesler) halinde üstüste sıralanmasına denilir. **ifadesiyle aşağıdakilerden hangisinin tanımı yapılmıştır?**

a)Kırılma

b)Depremsellik

c)Tabakalanma

d)Tektonizma

e)Faylanma

2- **Tortul kayaları, diğer kayalardan ayıran en önemli özelliği hangisidir?**

a)Tabakalı ve fosilli yapısı

b)Volkanik yapısı

c)Şistozite yapısı

d)Kristalli yapısı

e)Metamorfize yapısı

3- Bir tabakanın ufuk düzlemi doğrultusunda uzanışına ……..denir. Tabaka yüzeyinin, bu doğrultuya dik olarak ölçülen eğimine ise …….. denilir.

Yukarıdaki boşlukları uygun ifadelerle tamamlayınız.

4- Doğada tabakalar bazen birbirine uygun ve yatay bir şekilde tabakalaşmış olarak görülür. Bu şekildeki **uyumlu istiflemeye ……..** denir.

a)Konkordant tabakalaşma b)Diskordant tabakalaşma

5- Çökelmedeki bazı düzensizliklerin çeşitli nedenleri olabilir. Fakat bu düzensizlikler genellikle, o sahadaki bir süre için okyanus, deniz ve göller gibi çökelme ortamlarında çökelmenin sona ermesi ve sahanın su yüzeyine çıkarak dış etkenlerle bir aşınma alanı haline dönüşmesi ile ilgilidir. Oldukça uzun zaman sürmüş bu tür çökelme kesintileri, genellikle deniz seviyesinde veya yerkabuğunda meydana gelen hareketlerle ilgilidir. Bu gibi durumlarda altta ve üstte bulunan iki tabaka arasında, tabakaların uzanış ve eğimleri bakımından bir uyum yoktur. Bu şekildeki **uyumsuz tabakalanmaya** ……. denir.

a)Konkordant tabakalaşma b)Diskordant tabakalaşma

6- Killi ve kireçli tortularda tabakalar, genellikle eşit boyutta aynı cins tanelerden meydana gelir. **Unsur boyutlarının eşit ya da eşite yakın olduğu bu çeşit tabakalanmaya ……..** denir.

a) homojen tabakalanma b) heterojen tabakalanma

7- Kumlu tortularda ise, kum tanelerinin büyüklükleri tabaka içinde her tarafta aynı olmadığı gibi, tanelerin sıralanışları da düzgün değildir. **Unsur boyutlarının eşit olarak dağılmadığı tabakalanmaya ……** adı verilir

a) homojen tabakalanma b) heterojen tabakalanma

8- Unsur boyutları 0,25 – 0,5 mm arasında olan kumlara ne isim verilir?

a)Çok iri kum

b)İri kum

c)Orta kum

d)İnce kum

e)Çok ince kum

9- Unsur Boyutları Sınıflamasına göre çakıllar doğada hangi milimetrik değerler arasında bulunurlar?

a)200 > mm

b)2-200 mm

c)0,02-2 mm

d)0,002-0,02 mm

e)0,002 < mm

10- Bir kayayı oluşturan unsurların boyutları, biçimleri ve diziliş düzenleri gibi özelliklerine kayanın **……..**denir.

a)uzanışı

b)eğimi

c)yüzeyi

d) tekstürü (=dokusu)

e)doğrultusu

Cevaplar:

1- **c)** Tabakalanma
2- **a)**Tabakalı ve fosilli yapısı
3- tabaka doğrultusu – tabaka eğim (=dalış, meyil)
4- **a)**Konkordant tabakalaşma
5- **b)**Diskordant tabakalaşma
6- **a)** homojen tabakalanma
7- **b)** ***heterojen tabakalanma***
8- **c)**Orta kum
9- **b)**2-200 mm
10- **d)**tekstürü (=dokusu)

7. BÖLÜM

"FASİYES" KAVRAMI VE FARKLI ÇÖKELME ORTAMLARININ ÖZELLİKLERİ

Bu Bölümde Neler Öğreneceğiz?

7.1. Karasal fasiyesler

7.2. Denizel fasiyesler

7.3. Karasal-denizel karışık fasiyesler (Geçiş fasiyesleri)

Bölüm Hakkında İlgi Oluşturan Sorular

1-Fasiyes nedir?
2-Kaç çeşit fasiyes vardır?
3-Karasal fasiyesler hangileridir?
4-Denizel fasiyesler hangileridir?
5-Geçiş fasiyesi nedir? Kaç çeşittir? Sıralayınız.
6-Delta depolarının özellikleri nelerdir?

Bölümde Hedeflenen Kazanımlar ve Kazanım Yöntemleri

Konu	**Kazanım**	**Kazanımın nasıl elde edileceği veya geliştirileceği**
"Fasiyes" Kavramı ve Farklı Çökelme Ortamlarının Özellikleri	Karasal fasiyesler konusunu kavratmak ve öğretmek	Metin, sunum ve görselleri izleyerek ve konuyu tekrar ederek
"Fasiyes" Kavramı ve Farklı Çökelme Ortamlarının Özellikleri	Denizel fasiyesler konusunu kavratmak ve öğretmek	Metin, sunum ve görselleri izleyerek ve konuyu tekrar ederek
"Fasiyes" Kavramı ve Farklı Çökelme Ortamlarının Özellikleri	Karasal-denizel karışık fasiyesler (Geçiş fasiyesleri) konusunu kavratmak ve öğretmek	Metin, sunum ve görselleri izleyerek ve konuyu tekrar ederek

Anahtar Kavramlar

Karasal fasiyesler, Denizel fasiyesler, Karasal-denizel karışık fasiyesler, Geçiş fasiyesleri, Delta depoları

Mevcut kayaçların aşınıp, parçalanmasından oluşan materyallerin belli sahalarda birikmesinden sonra oluşan veya bazı kimyasal yollarla meydana gelen kayaçların tasnif ve özelliklerini inceleyen bilim dalına **sedimantoloji (=Çökelbilim)** denir. Meydana gelen bu olaya **sedimantasyon (=tortulanma, çökelme)**; oluşan bu birikime ise, **sediment (=tortu, çökel)** adı verilir.

Yerkabuğunu şekillendirmekte olan etkenler, taşıdıkları maddeleri günümüzde belli sahalarda biriktirmekte, şiddetli buharlaşmaya uğrayan denizlerde ve göllerde eriyerek maddeler halinde belli bir sıraya göre sudan ayrılarak çökelmekte, ölen canlıların iskeletleri ve kırıntılarını farklı ortamlarda yığılmaktadır. Bu nedenle, derin deniz çanaklarında ince unsurlu maddeler çökelirken, buzulların şekillendirdiği sahalarda glasiyal depolar ve morenler **(Foto 68)**, okyanus ve denizlerin derin sahalarında bazı kalkerli, killi ve silisli çamurlar, karalar üzerinde göl kalkerleri, akarsu yataklarında ve deltalarda çakıl, kum, mil, kil gibi nehir alüvyonlarından oluşan maddeler, bataklık depoları, kumullar **(Foto 69)**, kıyılarda kaba kumlar, konglomeralar gibi çeşitli sığ deniz depoları, tropikal denizlerde mercan resifleri ve kalkerleri meydana gelmekte, bazı sahalarda çökelen depolar arasına magmatik kökenli maddeler sokulmakta veya karışmaktadır. Bütün bu depolar bugün oluşmakta olan aynı yaşta, fakat farklı özellikteki sedimentleri meydana getirmektedir ve zamanla farklı karakterdeki tortul kayalara dönüşecektir. Günümüzde olduğu gibi jeolojik geçmişin herhangi bir döneminde de sedimentler bu şekilde oluşmuş ve aynı yaşta oldukları halde, aralarında bunları çökelten etkenlerin niteliğine ve çökelme ortamının özelliğine göre farklılaşmalar meydana gelmiştir. Aynı yaştaki sedimentlerin ve sedimentit'lerin bu farklı özellikleri 19. Yüzyılın ilk yarısından beri *fasiyes* terimi ile açıklanır (Erinç, 2000: 53).

Bir deponun litolojik özelliklerini belirleyen, yerel ve biyolojik şartların ve aynı zamanda o deponun içerdiği bitkisel ve hayvansal toplulukların tümüne **fasiyes** denilir (Ardos, 1976: 69).

Foto 68 – Teton buzulunun gerilemesiyle ortaya çıkan morenler.

Foto 69 – Kanarya Adalarında Maspalomas Kumulları (www.en.wikipedia.com)

Fasiyes özelliklerini belirleyen etkenler çok çeşitlidir. Bu konuda; *kara, deniz, göl gibi çökelme ortamının yeri* ve topoğrafya, eğim, iklim, biyocoğrafik özellikler gibi diğer coğrafi özellikler, taşınan malzemenin kaynak sahasının litolojik yapısı, taşıyıcı dış etkenin niteliği ve çökelme ortamının ve kaynak alanının tektonik karakteri başlıca rolü oynar. Bu etkenlerin belirledikleri özellikler, ayrıca çökelmeden sonra meydana gelen bazı süreçlerle de değişikliğe

uğrar. Karalar üzerinde meydana gelen depolara **karasal fasiyes**; okyanus ve denizlerdekilere ise **denizel fasiyes** denilir. Karalar üzerinde morfojenetik bölgelere *akarsu, buzul, göl* vb. gibi fasiyesler ayrılır. Okyanus ve denizlerde ise, *kıyıda, sığ ve derin deniz alanlarında* çökelen depoları farklı fasiyesler karakterize eder. İklimin kurak, buharlaşmanın şiddetli olduğu göllerde ve denizlerde *evaporit fasiyesi* adı verilen kimyasal sedimentler meydana gelir. Kaynak sahasının litolojik karakteri, çökelen depoların niteliğini ve dokusunu belirler. Örneğin, Çekmece kıyılarında bugün çökelen kumların granülometrik özelliği, bunları besleyen Neojen örtü depolarındaki kumların özelliğine benzer. Tektonik hareketler, alçalma ve yükselmeler ise sedimentlerin kalınlığını, unsur boyutlarını ve farklı fasiyeslerin yayılış alanlarını geniş ölçüde etkiler (Erinç, 2000: 56-57)**(Tablo 6)(Şekil 15)**.

Tablo 6 – Farklı fasiyesleri gösteren *Çökelme Ortamları* Tablosu (Ketin, 1982: 280'den).

A — KARASAL ORTAMLAR		B — GEÇİŞ ORTAMLARI (İÇ LİTORAL)	C — DENİZEL ORTAMLAR (DIŞ LİTORAL)
1 — BUZUL		I — KIRINTILI	1 — KITA SAHANLIĞI
2 — ÇÖL		1 — DELTA	2 — KITA YOKUŞU
3 — AKARSU	a) Örgülü Akarsular b) Menderesli Akarsular	2 — KIYI	3 — DERİN DENİZEL
4 — GÖL		3 — GELGİT	
		4 — LAGÜN	
		II — KARBONAT	
		1 — KIYI	
		2 — LAGÜN	
		3 — RESİF	

Şekil 15 – Kara, deniz ve geçiş fasiyeslerindeki çökelme ortamları (http://www.neiu.edu/~jmhemzac/121/f12home.htm'dan Türkçeleştirerek)

Fasiyesleri belirleyen etkenlerin çeşitliliği dolayısıyla, doğada pek çok fasiyes türü ayırmak mümkündür. Ayrıca, fasiyes teriminin kapsamı zamanla genişletilmiş ve geleneksel kara, sığ deniz, lâgün, derin deniz fasiyesleri gibi fasiyesler yanında, çökelme ortamının iklim koşullarını (örneğin: *tropikal, boreal, desertik* gibi), tektonik hareketlerin etkilerini (örneğin: *jeosenklinal fasiyesi*), sedimentlerin kökenini (*biojenik, kimyasal*), doku özelliklerini (örneğin: *oolitik fasiyes*) ve hattâ bazen yeraltı zenginliklerini (*petrol rezervuar fasiyesi* gibi) belirten fasiyes ayırımlarına da girişilmiş bulunmaktadır.

Bütün bu çeşitlerine ve fasiyes kavramı kapsamının zamanla genişletilmiş olmasına rağmen, tortul fasiyesleri esas çökelme ortamına göre başlıca üç kategoride toplamak mümkün ve konuya sadelik getirmek bakımından uygun görülmektedir. Bunlar **karasal fasiyesler** ve **denizel fasiyesler** bunlara ait bazı ortak özellikler gösteren **karasal-denizel karışık (geçiş) fasiyesler**'dir. Bunlardan her bir kategori içinde ayrıca çökelme ortamına ve taşıyıcı etkene bağlı olarak farklı fasiyesler ayrılır. Bunların özellikleri, paleocoğrafik evrimin ortaya konması ve bazı morfolojik sorunların aydınlatılması bakımından gerekli olduğu için aşağıda kısaca açıklanmıştır (Erinç 2000):

7.1. Karasal fasiyesler: Akarsular, buzullar ve rüzgârlar tarafından aşındırılarak vadilerde, ovalarda, depresyonlarda çökeltilen karasal (terrijen) maddelerle, yine karalar üzerinde göllerde ve bataklıklarda meydana gelen depolar *karasal fasiyes* adı altında toplanırlar:

7.1.1. ***Flüvyal depolar****:* Unsur boyutları çok farklı (kil ile blok arasında). Elenme çok iyi değildir. Çökelme birimleri çok kez mercek şeklindedir. Kalınlaşma ve hızla incelme olur. İnce unsurlar içinde iri unsurlardan oluşan cepler vardır. Genellikle düzlemsel tabakalar arasında çapraz tabakalaşma. Kuvars çakıllarının basıklık indisi genellikle 2'den az. Çakıl depolarında çakıl eksenleri akış aşağı (15-30°). Unsurlar bileşim bakımından heterojendir. Kumtaşları ve kum depolarında çimento genellikle killidir. Kum taneleri köşeli ve değişik boyutlardadır. Orta irilikteki kumların yuvarlaklık indisi 0-60 arasında. *Kil tıkacı, krevas, leve ve burun seti depoları* gibi depolar, flüvyal depoları oluşturur.

7.1.2. ***Göl depoları****:* Genellikle ince tanelidir. Miltaşı ve çamur taşları yaygındır.

Unsurlarda mil ve kil boyutları yaygın ve genellikle homometriktir. Yer yer karadan taşınan iri unsurlu depolardır. İyi elenme ve laminalı tabakalaşma vardır. Tabaka kalınlığı genellikle az değişiktir. Bazı kurak saha göllerinde evaporit depolarına rastlanır. Bazı hallerde oolitik, pizolitik oluşuklar ve diğer yumrular bulunur. Kil minerallerinden montmorillonit yaygındır. Yer yer *traverten depoları* ve *alglerin kimyasal çökelleri* bu gruba girer.

7.1.3. ***Rüzgâr depoları****:* Unsur boyutları arasında fark azdır. Elenme çok iyidir. Kumul kumlarında 0,12-0,25 mm arasındaki unsurlar fazladır. Lös depolarında unsurlar 0,002-0,005 mm arasındadır. Yuvarlak kum taneleri yaygın (% 10-20'den çok). Tane yüzeyleri rüzgâr aşındırmasından dolayı mattır. Bununla birlikte bazıları da cilâlıdır. Sınırları genelde düzlemsel olmayan tabakalardan oluşan çapraz tabakalaşma yaygındır. Tabakalar düzensizdir. Mercekler halindedir. Tabakalaşma yüzeyleri, nadiren yataydır; genellikle 30° dolayında eğimli ve bazen yüzeyleri ripplemark'lıdır.

7.1.4. ***Glasiyal depolar****:* Litoloji bakımından heterojendir. Unsur boyutları çok değişik ve genellikle köşelidir. Doğrudan buzulların eseri olan depolarda tabakalaşma yoktur. Depo kalınlığı çok değişkendir. İri bloklar yüzeyinde bazen glasiyal (buzul) çizikler görülür.

7.2. Denizel fasiyesler: Bunlar derinlik şartları, dalga ve akıntı şiddeti, karasal etkenlerin ölçüsü gibi bakımlardan değişik özellikler gösteren ortamlarda çökelirler ve bunun sonucunda da farklı fasiyesler oluştururlar. Bu bakımdan asıl olarak üç farklı çökelme ortamı ayrılabilir. Bunlar *kıyı, sığ deniz ve derin deniz ortamları*'dır. Ayrıca bu büyük birimlerden her biri içinde de farklılaşma gösteren bazı alt bölümler seçilebilir:

7.2.1. ***Kıyı depoları (Litoral fasiyes)****:* Kuvvetli dalga ve akıntı etkileri vardır. Çok iri ve iri unsurlu, çakıllı, klastik veya bioklastik malzeme yaygındır. Unsur boyutları kil ile iri blok arasıda oldukça değişiktir. Çakılların basıklığı dalga etkinliğinden dolayı fazladır. Orta boyuttaki kum tanelerinin yuvarlaklık indisi 0-280 arasındadır. Oval biçimli kum taneleri vardır. Boyut ve bileşim bakımından flüvyal kumlardan daha iyi elenme görülür. Çakıl, kum ve mil aratabakaları vardır. Çakıl eksenleri karaya doğru hafif eğimli (2-12°). Bazı tabakalarda ripplemark'lar ve kuruma çatlakları oluşur. Denizel fosiller ve

sürüklenmiş karasal organizma kalıntılarına rastlanır. Fosil kavkılar genelde kırık; bazen lümaşel veya kokinalı çimentolaşmış yığınlar halinde olur. Tropikal denizlerde mercan resifleri tipiktir. Tektonik ile ilgili olmayan diskordant istifleme yaygındır.

7.2.2. ***Sığ deniz fasiyesi (neritik fasiyes, epikontinental fasiyes, şelf fasiyesi)****:* Dalga ve akıntı etkileri hafiftir. İnce kumlu, milli ve killi unsurlar hakimdir. Kalker ve dolomitik kalkerler oluşur. Unsur boyutları birbirine yakındır. Yer yer çakıl merceklerine rastlanır. Çok iyi elenme ve laminalı tabakalaşma görülür. Tabakaların alansal yayılışı genellikle geniştir. Tabaka kalınlıkları fazla değişken değildir. Tabaka yüzeylerinde bazen ripplemark'lar bulunur. Yer yer aratabakalar halinde kimyasal depolar bulunur. Geniş alanlarda yanal yan geçişler izlenir. Düşey doğrultuda litolojik farklılaşma hızlı ve belirgindir. Diskordant istiflenme yaygın değildir. Volkanik sahalarda lâv veya piroklastik maddelerden, glasiyelere komşu sahalarda buzul kökenli unsurlardan oluşan aratabakalar bulunur. Kalsiyum karbonat bakımından doygun sığ ve hareketli diplerde oolitlere rastlanır.

7.2.3. ***Derin deniz depoları.*** **Kıta yamacını** ***(batiyal fasiyes):*** Okyanusların derin çanaklarını ***(abisal fasiyes)*** ve çok derin kenar çukurları ***(hadal fasiyes)*** içeren bu çökelme ortamının başlıca özellikleri şunlardır: Dalga etkisi yoktur. Türbidite akıntılarının rolü önemlidir. Boyut bakımından birbirine çok yakın ince unsurlu milli ve killi depolar bulunur. Bunlar arasında türbidite akıntıları ile sürüklenmiş iri ve bu çökelme ortamına yabancı maddelere rastlanır. Bunlarla ince unsurlu depolar arasındaki sınırlar keskindir. Dereceli tabakalanma vardır. Karasal (Terrijen) unsurlar azdır. Radiolarit, diatomit, foraminiferler ve kokolit'lerin iskeletlerinden oluşan kalkerler gibi organik kökenli depolar daha yaygındır. Volkanik sahalarda kırmızı ve mavi çamurlara rastlanır. Genellikle laminalı tabakalaşma gözlenir. İnce unsurlu maddeler arasında kil türleri hâkimdir. Tropikal derin deniz depolarında kaolinit ve jipsit; soğuk bölge depolarında klorit bulunur.

Derin deniz depolarının bir kısmı, tabanı giderek torbalaşan hareketli sahalarda *(jeosenklinallerde)* çökelmiştir. Bu gibi çökelme ortamlarını yani *jeosenklinal fasiyesini*, asıl olarak dört formasyon karakterize eder. Bunlar volkanik unsurlar da içeren ve çamurtaşı ve şeyl ile nöbetleşen kalın grovak depoları (fliş formasyonu) ile radiolaritler, genelde yastık lâvlar oluşturan spilitler ve ultrabazik ofiolitlerdir.

7.3. Karasal-denizel karışık fasiyesler (Geçiş fasiyesleri): Denizin yüksek ve alçak seviyeleri arasında kalan şeridinde, haliçlerde, zaman zaman deniz sularının sokulduğu kıyı bataklıklarında, lagünlerde **(Foto 70)** ve deltalarda çökelen sedimentler, bu üçüncü büyük fasiyes grubunu oluşturur. Bu çökelme ortamlarında denizin ve karanın etkileri aynı zamanda görülür. Bunların başlıca özellikleri şunlardır:

7.3.1. ***Zaman zaman denizle örtülen kıyı şeridi:*** Şiddetli dalga etkisi bulunur. Çapraz tabakalaşmalı kum depoları ve kumtaşları oluşur. Tane boyutları birbirine yakındır. Basık ve genellikle iri çakıllar görülür. Kiremite benzer tabakalaşma yaygındır. Yalıtaşı oluşuklarına rastlanır (**Foto 71).** Yer yer ripplemark'lar izlenir. Çakıllar arasında genellikle kırılmış ve kenarları yuvarlaklaştırılmış kavkılar bulunur. Tabaka kalınlığı az, yayılış alanı dardır. Kıyıya paralel fırtına setleri meydana gelir.

7.3.2. ***Delta depoları:*** Çizgisel olarak uzanan tabakalar halinde iri elenmiş kum depolarıdır. Cephe tabakalarında bazen 30°yi bulan ve aşan kuvvetli eğimler görülür. Denizel organizmalar içeren mercekler veya ince aratabakalar vardır. Bunlarla, karasal organizma kalıntıları birlikte bulunur. Yanal ve düşey geçişler keskindir. Göçme, kayma ve yoğrulma izleri bulunur. Yer yer bataklık depoları gözlenir. Bitki kalıntıları, ağaç gövdeleri ve taşkın ovalarını karakterize eden alüvyon türleri bulunur **(Foto 72)**.

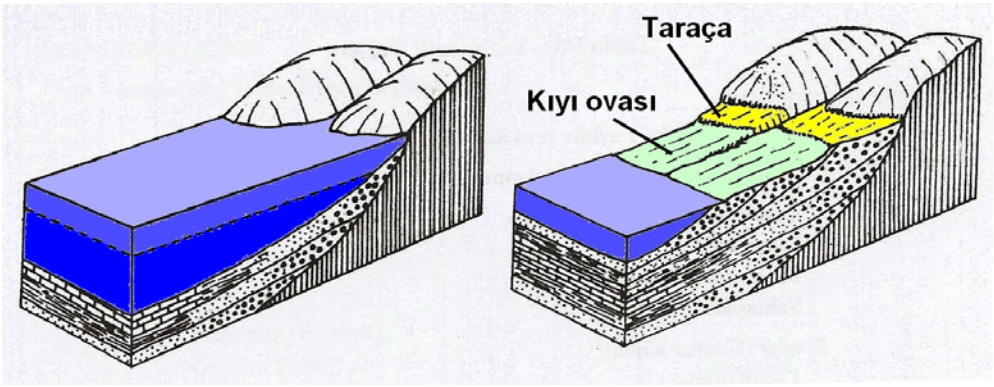
Foto 70 – Kıyıdaki geçiş ortamlarına bir örnek: Fethiye-Ölüdeniz lagünü

Foto 71 – Alanya yalıtaşları (Ahmet Ertek arşivi, 2015).

Foto 72 – Mısır'a hayat veren Nil Deltası ve alüvyonlarını (yeşil alanlar) gösteren uydu görüntüsü (googlearth'ten).

Başlıca çeşitleri yukarıda açıklanan **çökelme ortamları**nın bu özellikleri, yani çeşitli ortamları karakterize eden *fasiyesler*, jeolojik geçmişte bir bölgenin veya dünyanın coğrafik görünümünü, başka kelimelerle **paleocoğrafyası**nı ve bu bakımdan geçirdiği aşamaları saptamak olanağını sağlar. Bir sahanın morfolojik karakteri ise, paleocoğrafik evrimin bir sonucudur. Bu nedenle paleocoğrafik evrimin, başlangıcı bir sahadan diğerine değişen uzak geçmişten başlamak üzere ve aslında kesintisiz olan evrimin doğasına uygun olarak olanak oranında kesintisiz bir şekilde ortaya konması morfolojik evrimin açıklanabilmesi için gereklidir. Günümüzde sedimantolojik incelemelerin jeomorfolojiye kazandığı önemin başlıca nedenlerinden biri budur.

Sedimantolojinin jeomorfolojideki uygulamasını göstermek üzere, **Şekil 16**'daki "kıyı bölgesi" bir örnek olarak alınabilir. Burada denizel kökenli bir dolgu taraçasını ve onun önündeki kıyı ovasını oluşturan malzemenin incelenmesi, iki sedimantolojik dönemin varlığını gösterir. Bunlardan daha eski döneme ait olan depolar, sığ bir kıyıyı karakterize eden iri çakıllarla başlamakta ve bunlar giderek daha derin sularda çökelmiş ince unsurlu maddelere geçmektedir. Bu gözlem, bu sırada denizin karaya doğru ilerlediğini yani bir ***transgresyon*** meydana geldiğini ifade eder. Daha sonraki dönemde ise, bu defa ince unsurlar üzerinde sığ sahaları karakterize eden çakıllar çökelmiştir. Bu durumda, karadan denizin geriledigini yani bir ***regresyon*** oluştuğunu gösterir. Bu gözlemlere göre, bu sahada taraça dolgusunun bir transgresyon sırasında denizin bugünkünden daha yüksek olduğu bir sırada çökeldiği (solda), sonradan denizin alçalarak veya karanın yükselerek bu dolgunun **kıyı taraçası** haline geçtiği, akarsularla yarıldığı ve yeni deniz seviyesine göre de bugünkü **kıyı ovası**nın oluştuğu sonucuna ulaşılır.



Şekil 16 – Denizin karaya ilerlemesi sonucu oluşan bir transgresyon (solda) ve onu izleyen bir geri çekilme sonucu regresyon (sağda) sonrasında bir kıyı taraçasının oluşumu ve bu hareketlere bağlı olarak meydana gelen fasiyes değişimi (Erinç, 2000: 61'den renklendirere

Uygulamalar

Konu ile ilgili kitapları gözden geçiriniz.

Konu ile ilgili internet sitelerine başvurunuz.

Uygulama Soruları

Konu ile ilgili kitapları gözden geçirdiniz mi?

Konu ile ilgili internet sitelerine başvurdunuz mu?

Bu Bölümde Ne Öğrendik Özeti

Yedinci konuda, Fasiyesler ve Çökelme Ortamları konusu işlenmiştir. Fasiyes çeşitlerinin üzerinde durulmuştur. Ayrı ayrı detayda karasal fasiyesler, denizel fasiyesler, karasal-denizel karışık (geçiş) fasiyesleri anlatılmıştır. Konu şekil ve fotograflarla zenginleştirilerek sunulmaya çalışılmıştır.

7. Bölüm Soruları

1- Mevcut kayaçların aşınıp, parçalanmasından oluşan materyallerin belli sahalarda birikmesinden sonra oluşan veya bazı kimyasal yollarla meydana gelen kayaçların tasnif ve özelliklerini inceleyen bilim dalına ……. denir.

İfadesine dayalı aşağıdaki hangi bilim dalının tanımı yapılmaya çalışılmıştır?

a) Sedimantoloji
b) Mineraloji
c) Petrografi
d) Tektonik
e) Paleontoloji

2- Mevcut kayaçların aşınıp, parçalanmasından oluşan materyallerin belli sahalarda birikmesinden sonra oluşan veya bazı kimyasal yollarla oluşan bu birikime …….adı verilir.

İfadesine dayalı aşağıdakilerden hangisinin tanımı yapılmıştır?

a)Fasiyes
b)Tabaka
c)Çökel
d)Mineral
e)Kayaç

3- Mevcut kayaçların aşınıp, parçalanmasından oluşan materyallerin belli sahalarda birikmesinden sonra oluşan veya bazı kimyasal yollarla oluşan kayaçların meydana gelmesi olayına …… **denir.**

a)Tektonizma b)Volkanizma c)Faylanma d)Sedimantasyon e)Çanaklaşma

4- Bir deponun litolojik özelliklerini belirleyen, yerel ve biyolojik şartların ve aynı zamanda o deponun içerdiği bitkisel ve hayvansal toplulukların tümüne **……denilir.**

a) Lagün
b) Fasiyes
c) Koruluk
d) Sazlık
e) Bataklık

5- Üç çeşit fasiyes vardır? İsimlerini sıralayınız.

……..

6- "Litoloji bakımından heterojendir. Unsur boyutları çok değişik ve genellikle köşelidir. Doğrudan buzulların eseri olan depolarda tabakalaşma yoktur. Depo kalınlığı çok değişkendir. İri bloklar yüzeyinde bazen buzul çizikler görülür."

İfadesine dayalı aşağıdaki hangi karasal fasiyes deposunun özellikleridir?

a)Flüvyal depolar

b)Göl depoları

c)Plaj depoları

d)Glasiyal depolar

e)Rüzgâr depoları

7- "Çizgisel olarak uzanan tabakalar halinde iri elenmiş kum depolarıdır. Cephe tabakalarında bazen 30°yi bulan ve aşan kuvvetli eğimler görülür. Denizel organizmalar içeren mercekler veya ince aratabakalar vardır. Bunlarla, karasal organizma kalıntıları birlikte bulunur. Yanal ve düşey geçişler keskindir. Göçme, kayma ve yoğrulma izleri bulunur. Yer yer bataklık depoları gözlenir. Bitki kalıntıları, ağaç gövdeleri ve taşkın ovalarını

karakterize eden alüvyon türleri bulunur.” İfadesine dayalı “*Delta Depoları*”nın özellikleri sunulmuştur?

Doğru ( ) Yanlış ( )

8- “*Kıyı depoları’*nda dalga etkisi yoktur. Türbidite akıntılarının rolü önemlidir. Boyut bakımından birbirine çok yakın ince unsurlu milli ve killi depolar bulunur. Bunlar arasında türbidite akıntıları ile sürüklenmiş iri ve bu çökelme ortamına yabancı maddelere rastlanır. Bunlarla ince unsurlu depolar arasındaki sınırlar keskindir. Dereceli tabakalanma vardır. Karasal (Terrijen) unsurlar azdır. Radiolarit, diatomit, foraminiferler ve kokolit’lerin iskeletlerinden oluşan kalkerler gibi organik kökenli depolar daha yaygındır. Volkanik sahalarda kırmızı ve mavi çamurlara rastlanır. Genellikle laminalı tabakalaşma gözlenir. İnce unsurlu maddeler arasında kil türleri hâkimdir. Tropikal depolarda kaolinit ve jipsit; soğuk bölge depolarında klorit bulunur.” ifade sizce doğru mu, yanlış mı?
Fasiyeslerde görülür

Doğru ( ) Yanlış ( )

9- Denizin yüksek ve alçak seviyeleri arasında kalan şeridinde, haliçlerde, zaman zaman deniz sularının sokulduğu kıyı bataklıklarında, lagünlerde ve deltalarda çökelen sedimentler …….. fasiyeslerinde görülür.

İfadesini tamamlayınız.

10- Bir kıyı deposunda daha eski döneme ait olan depolar, sığ bir kıyıyı karakterize eden iri çakıllarla başlamakta ve bunlar giderek daha derin sularda çökelmiş ince unsurlu maddelere geçmektedir. Bu gözlem, bu sırada *denizin karaya doğru ilerlediğini,* yani bir **…….** meydana geldiğini ifade eder.

a)Transgresyon b) Regresyon

Cevaplar:
1- **a)**Sedimantoloji
2- **c)**Çökel
3- **d)**Sedimantasyon
4- **b)**Fasiyes
5- a)Karasal fasiyes, b)Denizel fasiyes, c)Karasal-Denizel Karışık (Geçiş) fasiyes
6- **d)**Glasiyal depolar
7-**Doğru**
8-**Yanlış** (Doğrusu: Derin deniz depoları’dır)
9- **Karasal-denizel karışık fasiyesler (Geçiş fasiyesleri)**
10-**a)**Transgresyon

8. BÖLÜM

SEDİMANTER KAYAÇLARIN ÖZELLİKLERİ VE BAŞLICA ÇEŞİTLERİ

Bu Bölümde Neler Öğreneceğiz?

8.1. Detritik Kökenli Tortul Kayaçlar

8.2. Kimyasal Kökenli Tortul Kayaçlar

8.3. Organik Kökenli Tortul Kayaçlar

Bölüm Hakkında İlgi Oluşturan Sorular

1- **Tortulaşma nedir? Açıklayınız.**
2- **Sedimanter kayaları tanımlayınız.**
3- **Kaç çeşit sedimentit vardır? Sıralayınız.**
4- **Detritik kökenli tortul kayaları açıklayınız.**
5- **Detritik kökenli tortul kayalara örnekler veriniz.**
6- **Kimyasal kökenli tortul kayaları açıklayınız.**
7- **Kimyasal kökenli tortul kayalara örnekler veriniz.**
8- **Organik kökenli tortul kayaları açıklayınız.**
9- **Organik kökenli tortul kayalara örnekler veriniz.**

Bölümde Hedeflenen Kazanımlar ve Kazanım Yöntemleri

Konu	**Kazanım**	**Kazanımın nasıl elde edileceği veya geliştirileceği**
Sedimanter Kayaçların Özellikleri ve Başlıca Çeşitleri	Detritik Kökenli Tortul Kayaçları kavratmak ve öğretmek	Metin, sunum ve görselleri izleyerek ve konuyu tekrar ederek
Sedimanter Kayaçların Özellikleri ve Başlıca Çeşitleri	Kimyasal Kökenli Tortul Kayaçları kavratmak ve öğretmek	Metin, sunum ve görselleri izleyerek ve konuyu tekrar ederek
Sedimanter Kayaçların Özellikleri ve Başlıca Çeşitleri	Organik Kökenli Tortul Kayaçları kavratmak ve öğretmek	Metin, sunum ve görselleri izleyerek ve konuyu tekrar ederek

Anahtar Kavramlar

Tortu, sediment, sedimantasyon, tortulaşma, tortul kayalar, sedimentitler, detritik kökenli kökenli tortul kayalar, kimyasal kökenli tortul kayalar, organik kökenli tortul kayalar

Sedimanter Kayaçların Özellikleri ve Başlıca Çeşitleri

Daha önce oluşmuş bulunan her türden kayacın, özellikle mağmatit'lerin ayrışarak; rüzgâr, dalga ve akıntı, akarsu, buzullarla taşınıp göl, akarsu havzaları ve denizlerde depolanmaları olayına **tortullaşm**a veya **sedimantasyon** denir. Farklı ortamlarda biriken malzemenin çeşitli süreçler sonucunda diyajenez (taşlaşma) geçirmesiyle oluşan kayaçlara **tortul kayaçlar** veya **sedimanter kayaçlar** ya da kısaca **sedimentit'ler** adı verilir. Sedimanter kayaçlar, diğer kayaçların fiziksel ve kimyasal ayrışması ile parçalanıp çökelmeleri ile oluştuklarından fiziksel yönden olduğu kadar kimyasal yönden de birbirinden oldukça farklı bileşimdedir. Sedimanter (Tortul) kayaçlar genellikle tabakalanma gösterir ve çoğunlukla fosil içerir. Sedimanter kökenli kayaçlar 3 grupta toplanır (Erinç, 2000: 60-84):

1) Detritik kökenli tortul kayaçlar
2) Kimyasal kökenli tortul kayaçlar
3) Organik kökenli tortul kayaçlar

8.1. Detritik Kökenli Tortul Kayaçlar

Bu çeşit detritik kökenli tortul kayaçlar; ***kaba, orta ve ince klastlar*** olmak üzere 3'e ayrılır:

8.1.1. Kaba Unsurlar:

Konglomeralar: Çapları 2 mm'den fazla olan ve köşeleri yuvarlaklaşmış kırıntılıların (=klastların) çimentolaşmasıyla oluşmuş sedimentitlere *konglomera* denir.

Breşler: Çapı 2 mm'den fazla köşeli kırıntılılardan (=klastlardan) ve bunları bağlayan bir hamurdan oluşan kaba unsurlara (=ruditlere) genel olarak *breş* adı verilir.

8.1.2. Orta Unsurlar:

Kumtaşları: Orta unsurlu kırıntılılardan detritik bir kayanın içinde bulunan kum tanelerinin %90'dan çoğu kuvars (SiO_2)'tan oluştuğunda, bu kayaya kuvars taneli kumtaşı (=*kuvarsarenit*) denir. Bu tür kayalarda taneler yuvarlaktır ve iyi bir elenme gösterir. Çimento ekseriya silislidir. Bununla birlikte kalsit ($CaCO_3$) veya demir oksidinden (hematit) de meydana gelebilir. Renk genellikle açık renkli beyazdır. Hematit çimentolu kuvarsarenit genellikle pembe veya kırmızı renkte olur. Kuvarsarenitlerde çapraz tabakalaşma çok yaygındır. Tabaka yüzeylerinde ripplemark'lara rastlanır. Çöller, plajlar ve sığ denizler, kolay çözülen unsurların ortadan kaldırıldığı iklimler ile iyi elenmeye ve şiddetli bir atrisyona olanak veren hareketli ortamlar kuvarsarenitlerin başlıca oluşum yerleridir. Bununla birlikte jeosenklinal depolarında da görülebilir.

Tablo 7 – Sedimentit türleri (Erinç 2000, s: 62-64, düzenlenerek)

Foto 73 – Santa Lucia falezlerinde altta konglomeralar, üstte kumtaşlı bir seri (www.sandatlas.com).

Arkozlar: Arkoz ya da arkozik kumtaşı diye adlandırılır. Asıl arkozlarda kum tanelerinin % 25'den çoğu feldspattan oluşur. Buna karşılık kum tanelerinin % 5-25 kadarı feldspat kırıntılarından meydana geldiği taktirde bu tür kayalara subarkoz denir. Kimyasal bileşim bakımından SiO_2'in payı % 60-70; Al_2O_3'in payı % 10-15 arasındadır. Geri kalanını potasyum, sodyum ve diğer unsurlar oluşturur. Arkozlar şiddetli kimyasal çözülmenin gerçekleşmediği hızlı aşınım ve sedimantasyon ortamları ile kurak iklim bölgelerinde görülür.

Litarenitler: Kum boyutundaki unsurların 3. grubudur. Ortak özellikleri, çeşitli kaya türlerine ait kırıntıların kaya içindeki oranının % 25'den fazla olmasıdır. Bu gruba verilen ismi yansıtır (Litos=taş; arena=kum). Gri, yeşilimsi siyah olabilirler. Bunlar, kuvvetli aşınmalara bağlı olarak meydana gelen hızlı sedimantasyon süreçleri sonucunda çökelmiş sedimentlere karşılık gelirler. Orojenik kuvvetlerin etkisindeki sahalar, özellikle volkanik ada yayları ve jeosenklinaller başlıca oluşum yerleridir. Literanitler, içerdikleri kaya kırıntılarının

cinsine ve hamurlarının özelliğine göre farklı türlere ayrılır ve buna göre isimlendirilirler. Şişt, fillat gibi metamorfik kayalara ait klastlar kaya içindeki hâkim unsuru meydana getirdiğinde, bu tür litarenitlere fillarenit; andezit ve bazalt gibi kayaların kırıntıları hâkim ise volkanik arenit; çört yaygın ise çört arenit; kalker yaygın ise kalsilitit denir. Hamuru çamurdan oluşan ve tektonik etkiler altında kalarak sertleşmiş bulunan gri ile yeşilimsi siyah renkteki litarenitler ise *grovak* adı altında toplanır.

8.1.3. İnce Unsurlar:

Kil boyutundaki kırıntılılar: Unsurları 0,002 mm'den daha küçük klastik malzemeden yani kilden oluşan kırıntılılar bu gruba girer. Kil, feldspatların ayrışmasından meydana gelen bir çözülme ürünüdür ve yapısına belli bir oranda su alınca plastisite gösterir. Kaolinit, montmorillonit, illit, klorit vb. dokuz kil minerali bulunur. Killer, bünyelerine su alarak kütle hareketlerine neden olabilirler. Kil boyutundaki unsurlardan oluşan kırıntılılar, **taş (=şeyl)** adı ile ifade edilen sedimentleri oluştururlar. Taş olarak adlandırılanların başlıcaları kiltaşı, çamurtaşı ve arjilit'tir. Kilden oluşan ve tamamıyla sıkılaşmış sedimentitlere *kiltaşı* denir. Fazla sertleşmemişlere ise *çamurtaşı*; rekristalizasyon ile az çok değişikliğe uğramış sertleşmiş killi sedimentlere ise *arjilit* denir. Bu grupta sayılabileceklerden birisi de *marn*'dır. % 50 kil ve % 50 karbonat oranıyla tanınır.

Mil boyutundaki kırıntılılar: Bunlardaki tane çapları 0,02-0.002 mm arasındadır. Mil boyutundaki pelit depoları genellikle incedir. İnce mercekler halinde aratabakalıdırlar. Bunlarda ayrıca akıntıların eseri olan oyuklara ve çapraz tabakalaşmaya rastlanır. Bu grupta yer alan sedimentitlerin başlıcaları *miltaşları* ve çeşitli *mil şeylleri* ile *lös*'tür.

8.2. Kimyasal Kökenli Tortul Kayaçlar

Bunlar sedimentitlerin ikinci jenetik grubunu meydana getirirler. Suda eriyik tuzların ve minerallerin kimyasal süreçler sonucunda çökelmesiyle oluşurlar ve bu nedenle bazen çökeller olarak da adlandırılırlar. Çökelmenin temel şartı, maden tuzları içeren suyun aşırı doygunluğa erişmesidir. Ayrıca bazı organizmalar da çökelmede rol oynarlar. Çökelme farklı ortamlarda ve farklı koşularda meydana gelir. Buna göre de bu grupta jenetik bakımdan ***evaporit'ler, kimyasal çökeller ve sert kabuklar*** gibi farklı oluşuklar ayırdedilir.

8.2.1. Evaporit'ler: Bunlardan yayılış alanı ve ekonomik ve morfolojik rolü bakımından en önemi olanı evaporitler'dir. Evaporitler, hidrolojik bilançonun kuvvetle negatif olduğu akvatik ortamlarda kimyasal çökelme yolu ile meydana gelen sedimentitlerdir. Bunların oluşumunda esas etken şiddetli buharlaşmadır. Buharlaşan miktarda taze su ile yenilenemeyen su kütlelerinde tuz konsantrasyonu giderek artar ve sonuçta çökelme başlar. Bu şartlar negatif hidrolojik bilanço gösteren iç denizlerde, denizle bağlantısı zayıf olan koylarda ve lagünlerde, kurak ve yarıkurak bölgelerde gidegenden yoksun göllerde ve playalarda **(Foto 74)** günümüzde de gerçekleşmektedir. Çökelme, tuzların eriyebilirlik derecesine bağlı belli bir sıraya göre meydana gelir. En önce çökelenler, en zor eriyen tuzlardır. Bu nedenle önce kalsit ($CaCO_3$) çökelir. Onu sıra ile jips ($CaSO_4 . 2H_2O$), kayatuzu (NaCl), $MgSO_4$, $MgC1_2$, NaBr ve KC1 gibi maden tuzları izler.

Foto 74 – Konya-Karapınar'da playa tabanı ve sağda geride Karacadağ (Ahmet Ertek arşivi, 2009)

Bununla birlikte sıcaklık, buharlaşma ve tuz konsantrasyonu hava ve iklim şartlarına bağlı olarak sık sık değişebildiği ve bunun neticesinde zaman zaman yeniden erimeler meydana geldiği için, evaporitlerin çökelme sırasında bazı karışıklıklar meydana gelir. Buna bağlı olarak da bazen kalsit, anhidrit ve tuzdan ibaret; bazen de tuzla birlikte pek çok mineralden oluşan karmaşık bileşimli bir depo ile karşılaşılır. Denizsel ortamlarda çökelen evaporitler kimyasal bakımdan daha çeşitlidir. Bununla birlikte, bunların çoğunu karbonatlar,

sülfatlar ve kloritler ile borat ve silikatlar meydana getirir. Buna karşılık göllerde çökelen evaporitler daha az çeşitlidir ve gölün beslenme havzasının kimyasal bileşimini yansıtırlar. Boratlar, nitratlar ve sülfokarbonatlar karasal kökenli evaporitlerde daha yaygındır.

Yukarıda açıklandığı üzere, evaporitlerin oluşumu buharlaşmanın kuvvetli olduğu ve hidrolojik bilançonun büyük açık verdiği şartlara bağlıdır. Bu şartların gerçekleştiği yerlere göre, yeryüzünde evaporitlerin oluşum ortamı olarak başlıca üç tip saha ayrılabilir. Bunlardan biri, gidegeni olmayan kurak ve yarıkurak bölge gölleri ile playalardır. Tuz Gölü, Acıgöl ve Haymana ile Konya arasındaki diğer birçok playa gölü bu tür evaporit oluşum ortamlarına yurdumuzdan birer örnek meydana getirirler. Bunların seviyeleri mevsimlik olarak büyük değişikliğe uğrar. Yazın daralırlar ve meydana çıkan tabanları üzerinde çökelmiş evaporit tabakaları görülür. Evaporitlerin oluştuğu ikinci ortamı, özellikle kurak ve yarıkurak bölgelerin denizden setler ve oklarla ayrılmış sığ lagünleri meydana getirir. Kızıldeniz, Basra Körfezi, Kaliforniya Körfezi kıyıları ve Türkiye'nin güney ve batı kıyılarındaki bazı lagünlerde bu koşullar gerçekleşir. Bu gibi lagünlerin denizle bağıntısı çok sınırlı ölçüdedir. Bu nedenle buralarda tuzluluk oranı kurak mevsimde normal deniz tuzluluğunun iki katına kadar yükselebilir. Fakat kalınlığı çok büyük ölçülere varan evaporit depolarının göllerde ve sığ lagünlerde biriktiklerini kabul etmek güçtür. Çünkü deneyler; 150 cm kalınlıkta bir evaporit deposunun çökelmesi için, 100 m kalınlıkta bir su kütlesinin buharlaşması gerektiğini ve bu şekilde meydana gelecek evaporitin ancak 4 cm kadarının anhidritten oluşacağını ortaya koymaktadır. Oysa, bazı depolarda yüzlerce metre kalınlıkta anhidrit yer almaktadır. Bu kadar anhidritin çökelmesi için buharlaşması gereken suyun derinliği gerçekten çok fazladır ve bunu, sığ göller veya sığ kıyıların şartları ile bağdaştırmak imkansızdır. Bu sorunu açıklamak için göl tabanlarının veya sığ la-günlerin zamanla alçaldıkları ve meteorik su veya deniz suyu ile devamlı olarak beslendikleri düşünülebilir. Fakat bu varsayımlar her yer için geçerli sayılamaz. Bu nedenle, kalın evaporit depolarının bazı derin deniz ortamlarında çökeldikleri görüşü ileriye sürülmüştür. Bunun için söz konusu denizin okyanusla serbestçe bağıntıda bulunmaması gerekir. Örneğin, Boğazlar Karadeniz'in, Cebelitarık eşiği Akdeniz'in okyanusla serbestçe su değişimi yapmasına engeldir. Bu durumdaki denizlerde buharlaşma ile tuz oranı artarak ağırlaşan sular derine inmekte ve sonuçta özellikleri bakımından farklı ve birbirine karışmayan iki su tabakası oluşmaktadır. Bu durum, Öksin tip hidrolojik koşul olarak adlandırılmaktadır. Havalanmayan, oksijenden ve normal hayattan yoksun alt tabakada

yoğunluk zamanla giderek artmakta ve yoğunluğun artmakta ve yoğunluğun 1,10'a ulaştığı sırada jips, 1,25'e ulaştığı andan sonra da jips, anhidrit, halit ve diğer evaporitler çökelmeye başlamakta ve bu yolla büyük kalınlığa erişen evaporitlerin oluşumuna olanak sağlanmaktadır.

Evaporitler'den jips ve kayatuzu geniş sahalar kapladıkları durumda kolayca eridikleri için, jips ve tuz karstı adı verilen topoğrafya şekillerinden oluşumuna yol açarlar. Örneğin, İç ve Doğu Anadolu'nun bazı bölgelerinde jipsli seri olarak adlandırılan Mio-Pliosen yaşlı gölsel evaporitlerin yayılma alanında dolinler, obruklar, acı yeraltı ve yer üstü suları ile kendini belli eden bir jips karstı gelişmiştir. Kayatuzu kütleleri ise bazen domlar ve tuz diapirleri meydana getirirler. Bunların üzerinde ilksel olarak radyal bir akarsu ağı kurulur. Tuz kütlesinin erimesinden sonra akarsu ağı radyal kuruluşunu korur; eski tuz domunun yerinde ise genellikle bir göl veya bataklık oluşur. Türkiye'de evaporit çökelleri bakımından zengin olan diğer bir bölge kuzeybatı Anadolu, özellikle Balıkesir çevresidir. Bu sahada başta ***borasit*** ($Mg_3B_7\ O_{13}\ Cl$) ve ***kolemanit*** ($Ca_2B_6O_{11}.\ 5H_2O$) olmak üzere birçok evaporit mineralleri çok yaygın ve kalın depolar meydana getirirler. Türkiye bu bakımdan dünyanın en zengin ülkelerinden biridir.

Karbonatlı, sülfatlı, kloritli, borlu ve nitratlı gibi farklı kimyasal kategorilere ayrılan evaporit çökellerinin ekonomik değeri çok büyüktür. Kimya endüstrisinde geniş bir kullanım alanı olan tuz, jips, potasyum, magnezyum, boratlar ve nitratların bir kısmı bu depolardan sağlanır. Ayrıca kayatuzu depoları ile petrol ve doğalgaz yatakları arasında sıkı bir bağlantı vardır. Geçirimsiz olan kayatuzu strüktürleri petrolün ve doğal gazın yeraltında göç etmesini önleyerek belli yerlerde depolanmalarını sağlar. Evaporitler paleoklimatolojik bir gösterge olarak da büyük değer gösterirler. Bunların yer ve zaman içindeki dağılışları, kurak iklim koşullarının nerede ve ne zaman gerçekleştiğini ortaya koyar.

8.2.2. Kimyasal çökeller; grubunda yer alan diğer iki tortul kaya türü ***travertenler*** ile ***gayseritler***'dir. Bunlardan:

Travertenler: Karbondioksidin yardımıyla büyük ölçüde $CaCO_3$ eritmiş olan yeraltı sularının içerdikleri kalkerin, suların yeryüzüne çıktığı sırada buharlaşma, basınç azalması,

CO_2'in uçması ve bitkilerin yaşam aktiviteleri gibi süreçler sonucunda çökelmesi ile oluşur. Travertenler genellikle gözenekli ve birbiri üzerine yığılmış düzensiz tabakacıklar halindedir. İçlerinde bitkilerin gövdelerine, yapraklarına ait izler ve kalıntılar görülür. Zemini bir kabuk gibi örterler ve örttükleri zeminin biçimine bağlı olarak saçak, şelâle, havuz gibi şekiller meydana getirirler. Bazen de bir kaynağın çökelttiği travertenler, periklinal tabakalardan oluşan ve bir volkan konisini andıran yer şekilleri oluşturur. Antalya **(Foto 75)** ve Pamukkale'de travertenler, taraçalar halinde çökelmiştir. Cihanbeyli güneyinde ise, bazı kaynakların çevresinde uzaktan volkan konilerine benzeyen traverten konileri meydana gelmiştir. Bazı traverten türleri ise yoğundur. Farklı renkte damarlar veya şeritler gösterilir. Bu şeritler travertenin çökelme yüzeyleridir. Renklerinin çeşitli olması, çökelme sırasında araya giren farklı maddelerden ileri gelir. Bu tür travertenlere ***alabaster*** denir. Halk arasında bunlara Hacıbektaştaşı ya da oniks adı verilir.

Foto 75 – Antalya travertenleri ve bu kimyasal çökeller üzerinde gelişmiş Antalya kenti (Kaynak: TRT Avaz).

Gayserit: Travertenlerin bir kısmı silislidir. Bunlar, silis içeren sıcak suların meydana getirdiği kaynakların etrafında, özellikle gayserlerin bacaları çevresinde genellikle koni şekilli ve üstüste yığılmış periklinal tabakacıklar halinde çökelmesiyle oluşurlar. Bunlara *gayserit* adı verilir.

Kimyasal çökellerin bir kısmı, daha çok yumrular halinde görülen silisli oluşuklardır. Bunlara özellikle kalkerli ve dolomitli formasyonlar içinde büyük sayıda rastlanır. Bununla birlikte, bazı hallerde karbonatlı kayalara bağlı olmadan başlı başına tabakalar meydana getirdikleri de görülebilir. Bu tür kimyasal kayaların değişik adlarla anılan farklı türleri vardır. Bunların, rengi gri ile siyah arasında değişen ve ince yongaları olan yarı saydam olan türüne ***çakmaktaşı*** (=flint) denir. İçinde çok küçük hava ve su zerreleri içerdiği için opak görünümde olan ve rengi beyaz ile soluk kahverengi ve gri arasında değişenlere ***çört*** adı verilir. Aynı türden olan ***jasp***, kırmızı veya kiremit rengindedir. Kalsedon ve akik de aynı gruptandır. Bu silisli kayaların oluşum tarzları tartışmalıdır. Yumru şeklinde görülenlerin, karbonatlı sedimentlerin çökelmesinden sonra silisin yer değiştirerek bazı noktalarda toplanması ile oluştukları genellikle kabul edilir. Buna karşılık tabaka halindeki çakmaktaşlarının doğrudan doğruya deniz suyundan kimyasal olarak çökeldikleri sanılmaktadır. Çakmaktaşları ve çört çok dirençlidir. Bu nedenle prehistorik çağlarda kullanılan birçok alet bunlardan yapılmıştır. Çok miktarda çakmaktaşı yumruları içeren veya sadece bunlardan oluşan tortul depolar aşınmaya karşı büyük direnç gösterirler ve topoğrafyada önemli rol oynarlar.

8.2.3. Sert Kabuk'lar: Kimyasal kayaların ya da çökellerin bir bakıma üçüncü grubunu, pedojeneze bağlı olarak meydana gelen *sert kabuklar* (=Durikrust'lar) oluşturur. Bunların kimyasal bileşimleri ve oluşum ortamları birbirinden farklıdır. Bununla birlikte, bütün bu oluşuklar durikrust adı altında toplanırlar. Bunlar bir bakıma toprak malzemesi olarak sayılabilirler. Bununla birlikte, sıkılaşmış ve kaya özelliği almış olmaları dolayısıyla, bir bakıma da kimyasal kayalar arasına sokulabilirler.

Durikrust'lar arazinin yüzeyini veya toprağın belli derinlikteki bir seviyesini bir tabaka halinde kaplarlar. Kimyasal bileşimleri, oluşum ortamlarına ve şartlarına göre değişir. *Silis, alüminyum, demiroksidi (Fe_2O_3), kalsiyumkarbonat, jips ve tuz çeşitli ortamları* karakterize eden sert kabukların başlıca malzemesidir. Bunlardan demirli, alüminyumlu ve silisli kabuklar

sıcak (yıllık ortalama 20-25°), orta derecede yağışlı (500-1200 mm) ve devresel yağış rejimi gösteren bölgeler- de meydana gelirler. Bu bölge sınırlarının dışında rastlanan bu tür sert kabuklar, farklı iklim şartlarında meydana gelmiş fosil oluşuklardır. **Demirli kabuklar**a (Ferrikrust'lar) laterit adı da verilir. Bunlar demir ve alüminyum oksitlerinin kimyasal olarak ve yerinde sıkılaşmaları sonucunda oluşurlar. Bileşimlerinin % 80 kadarını demir ve alüminyum meydana getirir. Silis oranı genellikle % 20'den azdır; hattâ % 1'e kadar düşebilir. Kabuğun boşlukları arasında kaolinit ve haloysit türünden kil mineralleri vardır. Yine aynı iklim kuşağında oluşan kabuklardan bir kısmı alüminyum bakımından zengindir. **Allitik kabuk** adı verilen bu tür oluşuklar boksit yataklarını meydana getirirler. Aynı iklim kuşağında rastlanan diğer bir sert kabuk türü **silisli kabuklar**dır (Silkrust'lar). Bunlar silis kumu, silisli çakıl, kalsedon gibi unsurlardan oluşur ve kimyasal bileşimlerinin % 90'dan çoğunu silis meydana getirir.

Silisli, demirli ve alüminyumlu kabukların devresel olarak yağış alan sıcak iklimleri karakterize etmelerine karşılık, kurak iklimlerde ***kalkerli, jipsli ve tuzlu kabuklar*** oluşur. Kalkerli kabuklardan ***kaliş***, kapillarite ile yükselen ve buharlaşan suların çökelttikleri kalkerli çimento ile bağlanmış unsurlardan oluşur. Daha çok yarıkurak bölgelerde görülür. Yapısı traverteni andırır. Fakat unsurları çeşitli klastik maddelerden; yamaç döküntülerinden ve hattâ bazen kıyı depolarından oluşur. Kalişten daha yoğun ve daha kuvvetle çimentolaşmış olan kabuklar ise, gerçek bir sert kabuk meydana getirirler. Bu tür kabuklar genellikle çöllerde ve kurak kapalı havzalarda oluşurlar; kimyasal olarak çok büyük kısmı kalsitten meydana gelir. Bu oran genellikle % 85'den fazladır. Kalınlıkları yer yer değişir. Bununla birlikte 1-2 metreyi bulabilir. Bu tür kabuklar, özellikle bir miktar da silis içerdiklerinde, çok dirençli ve zemini koruyucu bir tabaka rolü oynarlar. Jips kabukları % 95'i aşan oranda jipsten meydana gelir. Bazen masif ve kristalli bazen de daha gevşek ve pudra görünümlü bir depo halindedir. Rüzgârla taşınan jips bazı bölgelerde kumullar üzerinde çökelerek onları sıkılaştırır. Bazı bölgelerde de pedimentleri örten bir tabaka meydana getirir. Tuzlu kabuklar çok şiddetli buharlaşmaya uğrayan sahaları ve tuzlu formasyonların bulunduğu alanları karakterize eder.

8.3. Organik Kökenli Tortul Kayaçlar

Unsurları asıl olarak organik kökenli olan sedimentitler **organik kayalar** ya da **organojen kayalar** adı altında toplanır. Bir kısmı zoojenik, bir kısmı fitojeniktir. Fakat

hepsinin ortak özelliği, oluşumlarının organizmaların yaşamsal aktivitelerine bağlı olması veya unsurlarının büyük çoğunluğu bakımından organizmaların iskeletlerinden, kabuklarından, kırıntılarından veya karbonlaşmış kalıntılarından meydana gelmeleridir. Organik tortul kayalar kimyasal bileşimlerine dayanılarak ***silisli, karbonatlı ve karbonlu*** olmak üzere başlıca üç büyük takımda toplanabilir.

8.3.1.Silisli organojen kayalar: Bunlar, zırhları veya iskeletleri silisten yapılmış mikroorganizmaların ölümlerinden sonra, zırhları veya iskeletlerinin birikmesiyle oluşmuşlardır. Bu gruptaki başlıca sedimentitler **radiolarit** ve **diatomit**'dir.

Radiolarit: Radiolaria adı altında tanınan ve iskeletleri çeşitli şekiller gösteren mikroorganizmaların iskeletlerinden meydana gelir. Derin deniz sahalarını karakterize eder. Günümüzde Radiolaria'lar hemen bütün okyanuslarda yaşarlar. Fakat özellikle ılıman ve tropikal kuşak ile ekvatoral diverjans ve subpolar konverjans alanlarında ve ayrıca kıtaların batı kıyıları önünde yükselen dip suları sahasında sayıları daha fazladır. Radiolarit çok dirençli, sert ve koyu renklidir. Kuyumcuların mehenk taşı olarak kullandıkları lidit bir radiolarit türüdür.

Diatomit: Diatome adı verilen ve biçimleri bakımından yuvarlak ve uzun olmak üzere iki büyük takıma ayrılan mikroskopik tek hücreli bitkilerin silisli zırhlarının ve kalıntılarının çökelmesiyle diatome çamuru denilen sedimentler oluşur. Bu çamurun görünümü tebeşiri andırır; fakat ondan daha hafiftir. Açık renkli ve gözeneklidir. Sıkılaşmamış olduğunda elle ufalanabilir. Bu sedimentlerin katılaşıp taşlaşmasıyla meydana gelen tortul kayaya ***diatomit*** adı verilir. Diatomit süzme, izolasyon, boya ve cilâ işlerinde kullanılan bir hammaddedir.

8.3.2. Karbonatlı organojen kayalar: Organojen kayaların çok büyük bir kısmını oluştururlar. Yeryüzündeki yayılış alanları çok geniştir. Kimyasal bileşiminde karbonat iyonu içeren minerallerin, kayanın % 50'den daha fazlasını meydana getirdiği bütün sedimentitler genel olarak bu isim altında toplanırlar. Bunların içinde çeşitli klastik maddeler bulunabilir. Fakat egemen unsur karbonattır. Karbonat mineralleri arasında en yaygın olan ve bu kayaların bileşiminde en önemli rolü oynayan mineraller **kalsit ve dolomit**'tir. Çeşitli kalkerlerin, dolomitlerin ve mermerlerin esas unsurunu bunlar oluşturur. Günümüzde denizsel

sedimentlerin çoğu da karbonat minerallerinden, özellikle kalsit, magnezyumlu kalsit ve aragonit'ten meydana gelir. Bu sedimentlerin büyük çoğunluğu foraminifer, pteropod ve kokolitler gibi mikroskopik organizmaların iskelet ve kalıntılarından oluşur. Ayrıca mercanlar, algler ve denizde yaşayan diğer organizmaların kavkıları ve iskeletleri de karbonatlı sedimentlerin oluşumuna yol açar. Bütün bu organizmalar yapılarındaki karbonatlı maddeleri deniz suyundan alırlar. Karbonatlı kayaların bir kısmı da göllerde oluşur. Bütün bu sedimentlerin zamanla diajeneze uğraması sonucunda çeşitli karbonatlı kaya türleri meydana gelir. Bununla birlikte, aşırı doygun hale gelmiş sulardan kimyasal yolla ayrılarak çökelmiş karbonatlı kayalar da vardır.

Karbonatlı kayaların en yaygın türü ***kalkerler, dolomitik kalkerler*** ve ***dolomitler***'dir. Bu kayaların içinde kalsit, aragonit ve dolomit gibi karbonatlı minerallerin oranı % 50'yi geçer. Bunlar temel unsurlardır. Bazılarında sınırlı ölçülerde olmak üzere ayrıca magnesit ($MgCO_3$), rodokrosit ($MnCO_3$) ve siderit ($FeCO_3$) gibi maddelere de rastlanır. Kalkerler ve dolomitler bazen saftır. Fakat çok kez birtakım yan unsurlar içerirler. Kil mineralleri, demir oksidleri, bitümlü maddeler, feldspat, kuvars kırıntıları, glokoni ve kimyasal olarak çökelmiş yumrular (çört ve flint gibi) bu gibi yan unsurlardandır **(Foto 76 ve 77)**.

Foto 76 – Şile doğusundaki İmrenli Koyu'nda monoklinal marnlı kireçtaşları (Ahmet Ertek arşivi, 2008).

Foto 77 – Dolomit Alpleri, İtalya.

Karbonatlı kayalar oluşum süreçlerine göre başlıca üç sınıfa ayrılabilirler. Bunlardan birinci grubu, **(1)mekanik olarak meydana gelen karbonatlı kayalar** oluşturur. Kalkerli bir sahanın aşınması ve aşınan maddelerin çökelmesi, organizmaların kalker kabuklarının veya kavkı kırıntılarının çökelmesi gibi mekanik süreçlerle oluşan karbonatlı sedimentitler bu gruba girer. İkinci grubu, **(2)organizmaların yaşamsal aktiviteleri sonucunda oluşan karbonatlı sedimentitler** meydana getirir. Mercan resifleri, alglerin çökelttiği karbonatlı kayalar bu gruptadır. Üçüncü kategoriyi ise **(3)kimyasal yoldan meydana gelen karbonatlı kayalar** oluşturur. Evvelce açıklanan travertenler, kalker kabuklar ve doğrudan deniz suyundan ayrılarak çökelen kalsiyum karbonat bu türdendir. Bunlar aslında kimyasal kayalar takımına girerler.

Karbonatlı kayaların birçok türü vardır ve bunların özellikleri yukarda açıklanan başlıca oluşum tarzlarına bağlı olarak değişir. Mekanik yolla oluşmuş karbonatlı kayalar, tıpkı klastik sedimentitlerde olduğu gibi, farklı biçimdeki tanelerden ve bu taneleri birleştiren hamurdan meydana gelir. Tanelerin bir kısmı mikroskopik veya makroskopik iskeletlerden, iskelet kalıntılarından veya parçalarından oluşur. Farklı foraminiferler, globigerinalar, kokkolitler, lamelibranşlar ve gastropodlar karbonatlı kayaların iskeletsel tanelerini meydana getirir. Tanelerin ikinci takımı ise, daha önce var olan kayaların kırıntılarından oluşur. Ayrıca,

hayvansal dışkılardan oluşan küçük topaklar (pellet'ler) çeşitli biçimde daha büyük topak ve yumrular, oolit ve pizolitler de bu tür karbonatlı kayaların içindeki diğer taneleri meydana getirirler. Bunlardan oolitler, konsantrik tabakacıklardan oluşan çapları 2 mm den küçük küresel veya yumurtamsı biçimli taneciklerdir. Pizolitler de aynı özelliği gösterirler; fakat çapları 2-10 mm arasındadır. Bunların çekirdeklerinde bir iskelet kırıntısı veya bir kum tanesi bulunur. Oolit ve pizolitlerin bu çekirdek dalgalarla hareket ettikçe, tıpkı yuvarlanarak büyüyen bir kartopu gibi, etrafına aragonit çökelmesi ile oluştuğu sanılmaktadır. Benzer şekillerden daha büyüklerine onkolit denir.

Karbonatlı kayaların hamuru genellikle kalkerli ve çok ince unsurlu bir çamurdan oluşur. Bu çamura mikrit denir (Mikrokristalin kalsit sözcüğünün kısaltılmış şekli). Bu nitelikteki hamurlara da mikritik adı verilir. Bazı bilim adamları mikritik hamurun, tuzluluğun yüksek olduğu karbonatlara doygun ortamlarda aragonitin küçücük iğneler şeklinde çökelmesi ile oluştuğu görüşündedir. Buna karşılık çoğunluğun düşüncesine göre mikrit, organizmaların küçücük iskelet kırıntılarından meydana gelir.

Karbonatlı kayaların strüktürleri de oluşum tarzlarına bağlı olarak değişir. Mekanik kökenli olanlarda çapraz tabakalaşma, elenme, çamur çatlakları, ripplemarklar, laminasyon, aşınmış ve sonradan sedimentlerle doldurulmuş cepler görülür. Bunun dışında stromatolitler, stilolitler, yumrulu tabakalaşma ve erime izleri karbonatlı kayaları karakterize eden başlıca yapısal şekillerdir. Buna karşılık mercan resifleri ve kalker alg çökelleri gibi organizmaların yaşamsal aktiviteleri sonucunda oluşan karbonatlı kayaların kendilerine özgü bir yapıları vardır. Bunlar kütlesel, tepeye veya bir doma benzeyen oluşuklar halinde görülürler ve farklı karakterdeki kayalar içinde yerleşmiş ve büyümüş bulunurlar. Genişlikleri birkaç santimetreden birkaç kilometreye kadar değişebilir. Kalınlıkları da bazen yüzlerce metreyi bulabilir.

Karbonatlı kayalar değişik ortamlarda ve değişik süreçlerle meydana gelirler. Bunlardan kalkerler, karasal ve denizsel ortamlarda oluşur. Karasal ortamlarda meydana gelen başlıca kalker türleri, önceden açıklanan kaliş ve traverten ile göl kalkerleri ve kıyı kumullarının kalker bir çimento ile bağlanarak taşlaşmasından meydana gelen eski kalkerli kumul depolarıdır. Denizsel ortamlarda kıyı ve kıyıya yakın sığ denizler ile derin deniz

sahalarında, meydana gelen kalkerler bazı özellikleri ile bir diğerinden ayrılırlar. Kıyıda ve kıyıya yakın sahalarda makroskopik kavkılar ve bunların kırıntıları lümaşel (= kokina) adı verilen yığınlar halinde taşlaşırlar. Kayalık kıyıların önünde ise, klastik unsurlardan oluşan ve genellikle çok iyi bir laminasyon gösteren kalkerler meydana gelir. Yine sığ dipleri, iyi elenmiş kalker kumlardan oluşan kalkerli kumtaşları ve oolitik kalkerler karakterize eder. Gözlemler günümüzde oolitlerin genellikle 15 m'den daha sığ yerlerde oluştuğunu göstermektedir. Açık denizde çökelen kalker türlerine gelince, bunlar hemen hemen genelde kalkerli planktonik organizmaların ve açık denizde yaşayan diğer pelajik canlıların iskeletlerinden meydana gelir. Bugün de, derin denizlerde çökelen kalkerli çamurlar foraminifer, pteropod ve diğer planktonik hayvanların kavkıları veya bunların artıklarından oluşmaktadır. Örneğin tebeşir, bu tür sedimentlerin taşlaşmasıyla meydana gelmiş bir sedimentit'tir. Bununla birlikte, göçmeler, heyelânlar ve türbidite akıntılarıyla bazı sığ deniz malzemesi de bu derin kısımlara sürüklenmiş olabilir. Kalkerli derin deniz depolarının mineralojik karakterini, planktonik organizma kalıntılarının türü ve ayrıca kalsitin ve aragonitin erime derecesini belirler. Örneğin, derin deniz depolarının en önemli iskeletsel unsurları olan globigerina ve kokkolitlerin iskeletlerini meydana getiren kalsit, magnezyum bakımından fakirdir ve suda, özellikle derin seviyelerde düşük sıcaklık ve yüksek basınç altında kolayca erir. Bu nedenle belli bir seviyeden (genellikle 4-5 bin metreden) daha derinlerde bu sedimentlere rastlanmaz. Aragonit ve magnezyum bakımından zengin kalsit ise, magnezyum bakımından fakir kalsitten daha da kolay erir ve bu nedenle bu tür planktonik kavkılar daha az derin seviyelere bile ulaşamaz. Birçok derin okyanus tabanlarında karbonatlı çamurlara rastlanmayışının nedeni budur.

Karbonatlı kayaların diğer önemli ve yaygın bir çeşidi dolomitlerdir. Dolomitlerin oluşum mekanizması uzun süre tartışma konusu olmuş ve ancak yakın zamanlarda açıklığa kavuşmuştur. Buna göre dolomit, esas olarak sekonder bir kaya türüdür ve kalsiyum karbonatlı sedimentlerin içine $MgCO_3$'ın sokulmasıyla meydana gelmiş bir diajenez sürecinin eseridir. Dolomitler aşırı tuzlu göllerde, lagünlerde ve bataklık sığ kıyılarda sekonder olarak günümüzde de oluşmaktadır. Bu gibi sahalarda şiddetli buharlaşma ile yoğunluğu artan tuzlu sular daha aşağılara doğru yer değiştirmekte, var olan kalker sedimentler arasına sızmakta ve bunların bünyesine $MgCO_3$'ın girmesine yol açarak dolomitleşmelerine neden olmaktadır.

Kalkerin erimesi, su sıcaklığı ile ters orantılıdır. Bu nedenle karbonatlı depoların paleoklimatolojik bir gösterge olduğu ve bunların yer tarihindeki sıcak dönemlere karşılık geldikleri genellikle ileriye sürülür. Fakat bu konu tartışmalıdır. Bununla birlikte, bazı karbonatlı kayaların belli iklim şartlarını yansıttıklarına kuşku yoktur. Örneğin oolit oluşumu, normal tuzluluktaki ortamlarda ve 25° N ve S enlemleri arasında maksimum gelişme gösterir. Sıcaklık istekleri belirli organizmalardan oluşan kalkerler (mercan kalkerleri; iri foraminiferler) belli zonları karakterize ederler. Kalkerli yalıtaşları 30-40° enlemleri arasında, su sıcaklığının 15-30° dolayında ve kurak bir mevsimin var olduğu kıyılarda yaygındır. Kalker kabuklar ise kurak ve yarıkurak bölgeleri karakterize eder.

Karbonatlı kayaların oluşumu ile tektonik arasında da bazı ilişkiler vardır. Araştırmalara göre bunların daha çok tektonik bakımdan uygun sahalara, örneğin stabil şelf alanlarına bağlı oldukları sanılmaktadır. Bu sığ ve uygun sahalarda çökelen karbonatlı kayalar bazı karasal sedimentitlerle birlikte görülürler. Stromatolitli kalkerler, oolitik kalkerler, çamur çatlaklı mikritik kalkerler ile kalkerli konglomera ve kalkerli greler bu sahaların başlıca kayalarıdır. Jeosenklinal oluşumunun ilk aşamalarında, henüz karasal kökenli depoların jeosenklinale büyük ölçüde sürüklenmesinden önce de, karbonatlı kayalar meydana gelir. Buna karşılık, belirmiş jeosenklinal çukurları için çörtlü mikritik kalkerler karakteristiktir.

Oluşumları ve özellikleri yukarda ana çizgileriyle belirtilen karbonatlı kayaların, bu açıklamalardan da anlaşılacağı üzere, farklı çeşitleri vardır. Bunlardan kalkerler, strüktürlerine ve kimyasal bileşimlerine göre değişik isimlerle adlandırılırlar. Örneğin strüktürlerine göre mikritik, oolitik, pizolitik, yumrulu, stromatolitli, gözenekli, traverten karakterli kalkerler ve lümaşel; içindeki katkılara göre de dolomitik, killi, silisli, kumlu, çörtlü, bitümlü kalkerler; depoyu meydana getiren esas organizmalara göre de kokkolitli kalker, tebeşir (Globigerina'lı kalker), nümmulitli kalker, mercan kalkeri, alg kalkeri gibi türler ayırdedilir. Karbonatlı kayaların en yaygın türlerinden biri de **dolomit**'tir ($MgCO_3$. $CaCO_3$). Doğada çok yaygın olan karbonatlı kayalar jeomorfoloji bakımından da önemlidirler. Bunlar, özellikle kalker ve dolomitler, erimenin sınırlı olduğu sahalarda aşınmaya karşı büyük direnç göstererek çeşitli diklikler ve kabartılar meydana getirirler. Nemli bölgelerde ise, diğer şartlar da uygun olduğunda, erime sürecinin eseri olan bir topoğrafya tipine, yani karst topoğrafyasına yol açarlar. Bu bakımdan dolomitler ve killi katkılar içeren kalkerler daha az uygundur. Karst

şekilleri tebeşir üzerinde de, bu kayaya özgü bir şekilde gelişir. Tebeşir çok gözeneklidir; kalkerler ise genellikle çok diaklazlı olduklarından genellikle geçirimlidirler. Bu özellikleri yamaçların yüzeysel olarak işlenmesini büyük ölçüde güçleştirir. Bu nedenle bu kayaların yayılış alanlarında konveks yamaçlar, kornişler, diklikler ve gömük vadiler daha yaygındır.

8.3.3. Karbonlu organojen kayalar: Bunlar fitojenik kökenlidir. Asıl kütlelerini kömürleşmiş bitkiler ve bitki parçaları meydana getirir. Kil, mil, kum gibi un- surlar da içerirler. Fakat kimyasal bakımdan en büyük kısımları karbondan oluşur. Karbon oranı genellikle % 60'dan fazladır. Bu nedenle bunlar karbonlu organojen kayalar veya kömürler adı altında toplanırlar. Kömürleşme, bitki parçalarının kalın ve geçirimsiz sedimentler altında ve bazı araştırmacılara göre bakterilerin aktivitesi ile de ilgili olan bazı kimyasal olaylar sonucunda karbon bakımından zenginleşmesi sürecidir. Bu sürecin genellikle turba oluşumu ile başladığı kabul edilir. Öte yandan kalın tortul formasyonlar içinde, farklı tabakalar halinde kömür yataklarının bulunması, bunların oluştukları sahaların aşamalı bir alçalmaya uğradığının kanıtı sayılır.

Karbonlu kayalar veya kömürler, kömürleşme sürecinin ölçüsüne göre sınıflandırılırlar. Bu sürecin, bir bölgeden ötekine değişen şartlar altında (kömürleşme ortamını örten sedimentlerin kalınlığı, su ve oksijen durumu, pH derecesi, basınç, sıcaklık ve bakteri aktivitenin ölçüsü gibi) eriştiği dereceye ve aldığı yöne bağlı olarak farklı kömürlü kayalar meydana gelir. Bu şekilde oluşan kömürlü kayaların başlıcaları **turba, linyit, taşkömürü** ve **antrasit**'tir **(Foto 78)**. Bunların içerdikleri karbon miktarı ve diğer özellikleri değişiktir **(Tablo 8)**.

Foto 78 – Fransa-Lyon kömür madeninde -90m'den eğrelti otu fosilleri ve taşkömürü (Burhan Artuğ arşivi, 2000).

Tablo 8 - Karbonlu kayaların ortalama özellikleri(Erinç, 2000: 82)

	Turba	Linyit	Taşkömür	Antrasit
Karbon	60	70	82	94
Kül	8	10	5	5
Hidrojen	6	5	5	3
Kalori	4200	4500	7000	10000
Yoğunluk	0,8-1,1	1,1-1,4	1,3-1,5	1,4-1,7

Kömür türleri arasında en az karbon içeren **turba**'dır. Bunlar, turbalık adı verilen bataklık sahalarda biriken bitkisel maddelerin kömürleşmesi ile oluşurlar. Bu oluşum süreci günümüzde de devam etmektedir. Turba siyah veya kahverengi ve genellikle gözenekli fitojenik bir kayadır. Linyitler daha eskidir ve daha ileri derecedeki bir kömürleşmenin ürünüdür. Bununla birlikte linyitlerde bitkisel kalıntılar ve bitki dokuları genellikle çıplak gözle bile görülebilecek kadar belirgindir. Bitkisel maddelerin tamamıyla kömürleştiği ve siyah renkli kayalara **taşkömürü** denir. En yüksek miktarda karbon içeren parlak siyah renkli kömürlere ise **antrasit** denir.

Kömürleşme ile ilgili olarak yapılan kısa açıklamalardan da anlaşılacağı üzere, yukarıda ayrılan başlıca karbonlu kaya türleri arasında da kimyasal bileşim, yoğunluk, katkılar ve kalori bakımından farklar vardır. Karbonlu kayalar genellikle nemli ve sıcak bir iklimin göstergesi sayılır. Bununla birlikte bazı kömür türlerinin daha kurak sahalardaki bataklıklarda oluşmuş olduğunu ileri sürenler de vardır.

Tortullarda Yaş Belirlenmesi: Tortul kayaların yaşı, bunların oluşumu sırasında yaşamış olan canlıların izlerine ve kalıntılarına dayanarak belirlenir. (1)Bu izlere ve kalıntılara **fosil** adı verilir. Bu eski canlılar, kayanın oluştuğu ortamda yaşamış olduklarına göre, bunların karakterleri o tabakaların oluştukları yerde ve zamanda hüküm süren fiziksel coğrafya koşulları hakkında bilgi verir. Karaların üzerinde yaşayan canlıların kalıntıları kara şartlarına, deniz organizmalarına ait kalıntılar deniz depolarına, sığ sularda yaşayan canlılara ait kalıntılar sığ bir ortama, mercan ve palmiye fosilleri tropikal bir iklime v.b. kanıt oluştururlar. Yeryuvarın jeolojik evrimi sırasında canlılar dünyası çeşitli değişikliklere uğramıştır. Yeryuvarın jeolojik tarihi de, aslında bu değişikliklere göre farklı zamanlara, devirlere ve katlara bölünmüştür. Bazı organizmalar uzun devirler boyunca varlıklarını sürdürmüşlerdir. Fakat bu uzun ömürlü türlerin yanısıra, dünya tarihinin ancak belirli dönemlerinde yaşamış veya o devrelerde özel şekiller göstermiş olan türler ve varyeteler de vardır. Jeolojik bakımdan daha kısa sürmüş devreleri karakterize eden bu tip organizmalara karakteristik fosil denir. Bunların özellikleri, zamanın akışı sırasında daha sınırlı bir devrede yaşamış olmalarına karşı, çok geniş bir yayılışa sahip olmuş olmalarıdır. Yeryüzünün birbirinden çok uzak kısımlarında görülen tortul formasyonların yaşları, bu karakteristik fosillere dayanarak karşılaştırılır ve belirlenir. Tortul tabakaların yaşını saptamak için kullanılan diğer bir yöntem, (2)**göreceli yaş tayini**'dir. Buna göre, herhangi bir kesitte veya aflörmanda meydana çıkan tabakalardan normal olarak en altta bulunanı, en eski olanıdır. Bu yöntemin uygulama olanakları, tabakalar geniş sahalarda yayıldığı ve fasiyeslerin geniş bölgelerde aynı kaldığı oranda genişler. Bu durumda normal sıralanma ve istiflenme temeline dayanan karşılaştırmalar yapmak yoluyla farklı sahalardaki tabakaların yaşları göreli olarak saptanabilir. Yaş tayininde kullanılan üçüncü yöntem, (3)unsur içindeki var olan **radyoaktivitenin ölçülmesi** esasına dayanarak yapılan tarihlendirmelerdir. Bunlardan bazıları: C14, Cl36, O16-O18, Ar-Ar, K-Ar.

Uygulamalar

Konu ile ilgili kitapları gözden geçiriniz.

Konu ile ilgili internet sitelerine başvurunuz.

Uygulama Soruları

Konu ile ilgili kitapları gözden geçirdiniz mi? **Konu ile ilgili internet sitelerine başvurdunuz mu?**

Bu Bölümde Ne Öğrendik Özeti

Sekizinci konuda, tortullaşmanın ne olduğu açıklamıştır ve sedimanter kayalara bir giriş yapılmıştır. Sedimanter kayaların çeşitleri sunulmuştur. Bunların alt grupları olan detritik, kimyasal ve organik tortul kayaların oluşumları ve çeşitleri detaylı bir şekilde anlatılmıştır. Tortul kayaların yaşlarını nasıl belirleneceği öğretilmiştir. Konu, bilhassa fotoğraf, tablo ve şekillerle desteklenmiştir.

8. Bölüm Soruları

1- Daha önce oluşmuş bulunan her türden kayacın, özellikle mağmatit'lerin ayrışarak; rüzgâr, dalga ve akıntı, akarsu, buzullarla taşınıp göl, akarsu havzaları ve denizlerde depolanmaları olayına **…….. (**=Sedimantasyon**)** denir.

Yukarıdaki boşluğu tamamlayınız.

2- Aşağıdakilerden hangisi tortul kayaların alt tiplerinden biri değildir?

a) Detritik tortul kayalar

b) Kimyasal tortul kayalar

c) Fiziksel tortul kayalar

d) Organik tortul kayalar

3- Orta unsurlu kırıntılılardan detritik bir kayanın içinde bulunan kum tanelerinin %90'dan çoğu kuvars (SiO_2)'tan oluştuğunda, bu kayaya kuvars taneli *kuvarsarenit* denir. Bu tür kayalarda taneler yuvarlaktır ve iyi bir elenme gösterir. Çimento ekseriya silislidir. Bununla birlikte kalsit ($CaCO_3$) veya demir oksidinden (hematit) de meydana gelebilir. Renk genellikle açık renkli beyazdır. Hematit çimentolu kuvarsarenit genellikle pembe veya kırmızı renkte olur. Kuvarsarenitlerde çapraz tabakalaşma çok yaygındır. Tabaka yüzeylerinde ripplemark'lara rastlanır. Çöller, plajlar ve sığ denizler, kolay çözülen unsurların ortadan kaldırıldığı iklimler ile iyi elenmeye ve şiddetli bir atrisyona olanak veren hareketli ortamlar kuvarsarenitlerin başlıca oluşum yerleridir. Bununla birlikte jeosenklinal depolarında da görülebilir.

Yukarıda hangi detritik tortul kayacın genel özelliklerinden bahsedilmiştir?

a) Konglomeralar
b) Breşler
c) Kumtaşları
d) Arkozlar
e) Killer

4-Tortul kayaların tarihlendirilmesi aşağıdaki metotlardan hangisi kullanılmaz?

a) Fosiller b)Radyometrik aktivite c) Gözle d) Tabaka istiflenmesi

5-Aşağıdakilerden hangisi karbonlu organik torul kayalardan birisi sayılamaz?

a) Bataklık b) Turba c) Antrasit d) Linyit e) Taşkömürü

6-Aşağıdakilerden kimyasal tortul kayalardan "sert kabuklar" grubuna girmez?

a) Allitik kabuk
b) Çinkolu kabuk
c) Kaliş
d) Tuzlu kabuk
e) Demirli kabuk

7- "Radiolaria adı altında tanınan ve iskeletleri çeşitli şekiller gösteren mikroorganizmaların iskeletlerinden meydana gelir. Sığ deniz sahalarını karakterize eder. Günümüzde Radiolaria'lar hemen bütün okyanuslarda yaşarlar. Fakat özellikle ılıman ve tropikal kuşak ile ekvatoral diverjans ve subpolar konverjans alanlarında ve ayrıca kıtaların batı kıyıları önünde yükselen dip suları sahasında sayıları daha fazladır. Radiolarit çok dirençli, sert ve koyu renklidir. Kuyumcuların mehenk taşı olarak kullandıkları lidit bir radiolarit türüdür." **Yukarıda verilen ifade doğru mu, yanlış mı?**

Doğru ( ) Yanlış ( )

8-Aşağıdakilerden hangi ikili Karbonatlı organojen kayaların asıl minerallerinden sayılır?

a)Kalsit-dolomit

b)Jips-kalsit

c)Dolomit-jips

d)Tuz-jips

e)Tuz-kalsit

9- "Karbondioksidin yardımıyla büyük ölçüde $CaCO_3$ eritmiş olan yeraltı sularının içerdikleri kalkerin, suların yeryüzüne çıktığı sırada buharlaşma, basınç azalması, CO_2'in uçması ve bitkilerin yaşam aktiviteleri gibi süreçler sonucunda çökelmesi ile oluşur. Bunlar genellikle gözenekli ve birbiri üzerine yığılmış düzensiz tabakacıklar halindedir. İçlerinde bitkilerin gövdelerine, yapraklarına ait izler ve kalıntılar görülür. Zemini bir kabuk gibi örterler ve örttükleri zeminin biçimine bağlı olarak saçak, şelâle, havuz gibi şekiller meydana getirirler." ifadesine dayalı aşağıdaki hangi kimyasal kökenli tortul kayanın genel özelliklerinden bahsedilmiştir?

a) Jasp b)Gayserit c)Çört d) Traverten e) Çakmaktaşı

10- "Kimyasal kökenli tortul kayalardan olan evaporit'ler; yayılış alanı ve ekonomik ve morfolojik rolü bakımından tortul kayaların en önemi olanlarındandır. Evaporitler, hidrolojik bilançonun kuvvetle negatif olduğu akvatik ortamlarda kimyasal çökelme yolu ile meydana gelen sedimentitlerdir. Bunların oluşumunda esas etken şiddetli buharlaşmadır. Buharlaşan miktarda taze su ile yenilenemeyen su kütlelerinde tuz konsantrasyonu giderek artar ve sonuçta çökelme başlar." **ifadesi doğru mu, yanlış mı?**

Doğru ( ) Yanlış ( )

Cevaplar

1)Tortulaşma
2)**c** Fiziksel tortul kayalar,
3)**c** Kumtaşları
4)**c** Gözle
5)**a** Bataklık
6)**b** Çinkolu kabuk
7) Yanlış (Radiolaria'lar derin deniz sahalarında bulunurlar).
8)**a** Kalsit-dolomit
9)**d** Traverten
10)Doğru

9. BÖLÜM

METAMORFİZMA VE METAMORFİK KAYAÇLARIN ÖZELLİKLERİ VE BAŞLICA ÇEŞİTLERİ

Bu Bölümde Neler Öğreneceğiz?

9.1. Metamorfizma

9.2. Metamorfizma Şartları

9.3. Metamorfizma Tipleri

9.4. Metamorfik Kayalar

Bölüm Hakkında İlgi Oluşturan Sorular

1- **Metamorfizma nedir? Tanımlayınız.**
2- **Metamorfizma şartlarını sıralayınız.**
3- **Kaç çeşit metamorfizma vardır? İsimlerini yazınız.**
4- **Metamorfizma çeşitlerini anlatınız.**
5- **Metamorfik kayalar neden diğer mağmatik ve tortul kayalar gibi sınıflandırılamaz? Açıklayınız.**
6- **Metamorfik kayalardan gnays, killişist ve mermerler hakkında bildiklerinizi anlatınız.**

Bölümde Hedeflenen Kazanımlar ve Kazanım Yöntemleri

Konu	**Kazanım**	**Kazanımın nasıl elde edileceği veya geliştirileceği**
Metamorfizma ve Metamorfik Kayaçların Özellikleri ve Başlıca Çeşitleri	Metamorfizmayı kavratmak ve öğretmek	Metin, sunum ve görselleri izleyerek ve konuyu tekrar ederek
Metamorfizma ve Metamorfik Kayaçların Özellikleri ve Başlıca Çeşitleri	Metamorfizma Şartlarını kavratmak ve öğretmek	Metin, sunum ve görselleri izleyerek ve konuyu tekrar ederek
Metamorfizma ve Metamorfik Kayaçların Özellikleri ve Başlıca Çeşitleri	Metamorfizma Tiplerini kavratmak ve öğretmek	Metin, sunum ve görselleri izleyerek ve konuyu tekrar ederek
Metamorfizma ve Metamorfik Kayaçların Özellikleri ve Başlıca Çeşitleri	Metamorfik Kayaları kavratmak ve öğretmek	Metin, sunum ve görselleri izleyerek ve konuyu tekrar ederek

Anahtar Kavramlar

Metamorfizma, metamorfizma şartları, metamorfizma tipleri, metamorfit'ler, metamorfik kayalar, başkalaşım kayaları.

Metamorfizma ve Metamorfik Kayaçların Özellikleri ve Başlıca Çeşitleri:

Aşağıda metamorfizma ve metamorfik kayaçların özellikleri ve başlıca çeşitleri sunulmuştur (Erinç, 2000: 84-93):

9.1. Metamorfizma

Yerkabuğunu oluşturan malzemenin üçüncü büyük grubunu, ***metamorfik kayalar*** (kısaca: ***Metamorfit***'ler) oluşturur. Bunlar bazı özellikleri ile tortul kayalara, bazı özellikleri ile de mağmatik kayalarına yakınlık gösterirler. Metamorfitlerin en tanıtıcı özelliği *şistozite* (=şistiyet) ve *foliasyon* tanımlarıyla açıklanan bir diziliş düzeni göstermeleridir. Bu özellikleri nedeniyle metamorfik kayalar, birbirine az çok paralel aşamalar veya yaprakçıklar halinde bölünebilirler. Şistozite ve foliasyon çok kez, aralarında fark gözetilmeden hemen aynı anlamda kullanılan iki terimdir. Bununla birlikte, bazı bilim adamları bu iki tanım arasında bir ayırım yaparlar. Bu durumda, metamorfik kaya içinde farklı boyuttaki unsurların ve tabakaların paralel veya hemen hemen paralel ve daha kolayca birbirinden ayrılan *yapraklar oluşturacak şekilde* sıralanması ile kendini gösteren özelliğe *şistozite* denir. Buna karşı, kaya içinde *sadece belirli mineraller bandlar veya mercekler oluşturacak şekilde* bir dizilme gösteriyorlarsa, buna da *foliasyon* adı verilir.

9.2. Metamorfizma Şartları

Metamorfik kayaların, özellikle kristalli şistlerin oluşum biçimleri hakkında eskiden birçok hipotezler ileriye sürülmüştü. Bunlar genellikle herhangi bir bölgenin en eski kayalarını oluşturduklarından, yeryuvarın ilk katılaşım kabuğuna ait parçalar olduğu düşüncesi bir ara yayılmıştı. Gerçekten, bugün dünyanın yaşı saptanmış en eski metamorfik kayası da Kanada'nın kuzeybatısındaki Acasta Nehri'nde yeralan bir metamorfik kaya olan ***Acasta gnayları***'dır. (4.03 milyar yıllık).

Gerçekte metamorfik kayalar, geçmişte bulunan kayaların yapılarında belli şartlar altında, kimyasal ve mekanik değişikliklerin meydana gelmesi sonucunda oluşmuşlardır. Bütün bu değişiklikler *metamorfizma* terimi ile açıklanır. Bu tanımlamadan anlaşılacağı üzere, metamorfik bir kayanın kökeni tortul, mağmatik veya yine bir metamorfik kaya olabilir. Kayaların bu şekilde değişikliklere uğramasında aslında üç etken rol oynar. Bunlar: ***Sıcaklık, basınç ve kimyasal olaylar***'dır.

Foto 79 - Dünyanın yaşı saptanmış en eski metamorfik kayası olan ve Kanada'nın kuzeybatısındaki Acasta Nehri metamorfitlerinden ***Acasta gnaysları***
(Bowring, Samuel and Williams, Ian 1999'a göre;
https://en.wikipedia.org/wiki/Oldest_dated_rocks#Oldest_terrestrial_material).

Sıcaklık, kimyasal reaksiyonları kolaylaştırmak veya olanak vermek ve aynı zamanda maddenin mekanik yolla, şekil değiştirme kabiliyetini arttırmak yoluyla etkir. Sıcaklık yükseldikçe kimyasal reaksiyonların hızlandığı bilinmektedir. Diğer taraftan, bazı kimyasal olayların oluşabilmesi için, sıcaklığın belli bir değere erişmesi gerekir. Örneğin, düşük sıcaklıklarda beyaz mika ve klorit yanyana bulundukları halde, aralarında hiçbir reaksiyon oluşmaz. Oysa, sıcaklık bu unsurlar için belli olan bir dereceyi aşınca, kimyasal reaksiyon başlar ve bunun sonucunda siyah mika oluşur. Sıcaklığın bu etkileri, olayların meydana geldiği sıcaklık derecesi ile doğru orantılıdır. Yeryüzünden derinlere inildikçe sıcaklık, belli bir seviyeye kadar, ortalama olarak 100 metrede 3 derece kadar artar. Yerkabuğu içinde sıcaklık bu yolla veya başka bir nedenle belli bir dereceye erişince kayalar ergimeye başlar ve metamorfik süreçler mağmatik süreçlere dönüşür. Silikatlı kayaların ergimeye başladığı ve sonuçta mağmaya dönüştüğü bu sürece ***anateksi*** denir. Bu açıklamalara göre kayaların ergime noktası, bir bakıma, metamorfiklerin meydana geldiği sıcaklıkların üst sınırıdır. Ergime noktasına granitlerde 800, bazaltlarda 1200 derece dolayında erişilir. Bu nedenle,

metamorfik kayaların 100-1200°C arasında oluşurlar. Metamorfizma ne kadar yüksek sıcaklıkta meydana gelmişse, kayanın uğradığı mekanik ve kimyasal değişiklikler o oranda fazla olur. Yüksek sıcaklıklarda bu şekilde büyük ölçüde mekanik ve kimyasal değişikliklere uğramış kayalara *ultrametamorfikler* denir.

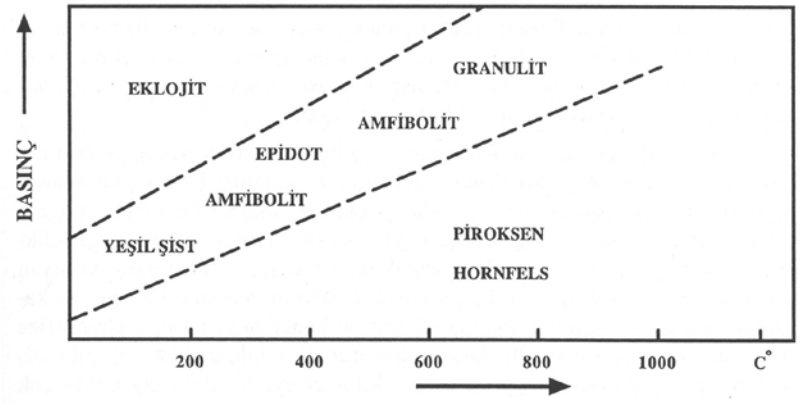
Basınç, özellikle mekanik değişikliklere yol açar ve akışkan plastiklik derecesi üzerinde etkir. Bu, iki türlü basınç ile ayırdedilebilir: Her tarafta aynı olan ***hidrostatik basınç;*** belli bir yönde daha şiddetli olan ***yönlü basınç*** (*stress).* Yönlü basınç daha çok yeryüzüne yakın kısımlarda söz konusudur ve derine doğru inildikçe azalır. Buna karşılık derinlere doğru gidildikçe hidrostatik basınç egemen olur. Bunun değeri karaların altında 30 km derinlikte 10.000 atmosfere erişir. Metamorfik kayaların ***şistî (yapraksı) yapısı*** yönlü basıncın bir sonucudur. Bunun etkisinde kalan unsurlar, geniş yüzeyleri basıncın geldiği yöne dik olan bir durum alırlar. Buna karşılık hidrostatik basınç altında maddenin plastisitesi artar. Böyle bir basınç altında bulunan katı maddeler, şiddetli bir yönlü basınca uğradıkları durumda, sanki bir sıvı gibi akabilirler. Çelik bir kabın içine konan ve bir piston ile sıkıştırılan buzun, çelik kabın karşı taraftaki deliğinden dışarıya akması, basınç ile plastisite arasındaki ilişkileri meydana koyan tanınmış laboratuvar deneylerinden biridir. Genelde kayatuzu kütlelerinde, bazı kalkerlerde ve mermerlerde, bunların sanki çok koyu bir sıvı gibi aktıklarını gösteren strüktürler görülür. Böylece metamorfizmanın, ortamın sıcaklık ve basınç şartlarına kimyasal ve mekanik bakımdan bir uyum süreci olduğu anlaşılmaktadır.

Kimyasal olaylar; Bu uyumda rol oynayan üçüncü etken, metamorfizmaya uğrayan kayanın kimyasal ve mineralojik özelliği ile belli sıcaklık derecelerine bağlı olarak meydana gelen *kimyasal olaylar*dır. Metamorfik kayanın kimyasal bileşimi genellikle ve hemen hemen bir kural olarak, türediği anakayanın bileşimine uyar. ***Örneğin, metamorfizmaya uğradıkları zaman granitler granitik gnayslara; granodioritler grano-dioritik gnayslara; bazaltlar yeşil şistlere; killi kayalar mikaşistlere; kalkerler mermerlere dönüşür.*** Metamorfizma giderek artan bir sıcaklıkta olmuşsa buna *progresif metamorfizma,* giderek alçalan sıcaklıkta meydana gelmişse buna da *regresif metamorfizma* denir. Örneğin, killerin mikaşiste dönüşmesi progresif, bazaltların yeşil şistlere dönüşmesi ise regresif bir metamorfizmadır.

Metamorfik olaylar sırasında oluşan kimyasal değişiklikler aslında, eriyebilir ve uçabilir

unsurların kayayı etkilemesi ile meydana gelir, suyun ve gaz halindeki uçucu maddelerin (hidrojen sulfid, CO_2 ve hidroklorik asit gibi) kazanılması veya kaybedilmesi sonucunda oluşur. İlksel kayanın kimyasal bileşiminde önemli bir değişikliğe yol açan bu tür metamorfik süreçlere *metasomatizm* denir. Metasomatik değişiklikler, önceden var olan minerallerin bir sıvı (su) içinde erimeleri ve bu şekilde kaya içinde veya komşu bir sahaya taşınarak orada yeni mineraller halinde çökelmeleri sonucunda meydana gelir. Örneğin, bir kalker kütlesine granit sokulduğu zaman, kontakt sahasında kalkerin içine silis ve diğer bazı unsurlar çökelir ve böylece, kimyasal bileşimi metasomatik yolla değişmiş bir kaya türü oluşur. Mağmadan veya ergimiş kayalardan çıkan yüksek sıcaklıktaki gazların bazı maddeleri eriterek başka bir yere taşımaları ve orada çökeltmelerine ise *pneumatolitik süreçler* adı verilir. Metasomatik ve pneumatolitik süreçlerle metamorfizmaya uğrayan kayanın kimyasal bileşimi değiştiğinde, bu tür metamorfizmaya *alloşimik metamorfizma* denir. Buna karşılık, metamorfizmaya uğrayan kayanın kimyasal bileşimi değişmemiş ise, buna da *izoşimik metamorfizma* adı verilir. Metasomatik ve pnömatolitik olaylar birçok maden cevherlerinin oluşumunda başlıca rolü oynamışlardır.

Bütün bu metamorfik olayların şiddeti ve yol açtıkları değişiklikler, meydana geldikleri basınç ve sıcaklık derecesi ile orantılıdır. Bu nedenle, belli koşullarda belli mineral toplulukları ve belli metamorfik kaya tipleri oluşur. Bunlara *metamorfik fasiyesler* adı verilir. Bu fasiyeslerin başlıcaları **Şekil 17**'de gösterilmiştir. Bu şekle dikkat edilirse, metamorfik fasiyeslerin bir kısmının karakteristik minerallere, bir kısmının ise o koşullarda meydana gelen karakteristik kaya türlerine göre isimlendirilmiş olduğu görülür.



Şekil 17 – Değişen basınç ve sıcaklık şartlarına göre meydana gelen başlıca metamorfik kaya fasiyesleri (Erinç, 2000: 87).

9.3. Metamorfizma Tipleri. Yukarıdaki açıklamalardan anlaşılacağı üzere yerkabuğu içinde metamorfizma etkenlerinin, yani yüksek sıcaklık, yeterli derecede kuvvetli yönlü veya hidrostatik basınç şartlarının gerçekleştiği her yerde, kabuğu oluşturan kayalar değişikliklere uğrayarak metamorfizma meydana gelebilir ve gelmiştir. Bu şartlar nerelerde gerçekleşir?

Yerkabuğu içinde yükselen mağmanın ilişkide olduğu yerlerde veya tektonik hareketler sonucunda yerkabuğunun derin kısımlarına doğru alçaldığı sahalarda bulunan kayaların bu yolla yüksek sıcaklıkların etkilerine uğrayacakları doğaldır. Derin kısımlara doğru yer değiştiren kayalar aynı zamanda yüksek bir üniform basınç sahasına girmiş bulunurlar. Sonuçta yine yerkabuğunun hareketleri, yüzeye yakın kısımlarda ve daha derinlerde yönlü basınçların meydana gelmesine sebep olur. Görüldüğü üzere metamorfizmanın meydana gelebileceği şartlar ve sahalar belirlidir. Fakat bu sahaları metamorfizma etkenlerinin etkinlik derecelerine göre kesin bir şekilde sınırlamak, olanaksız değilse bile, çok güçtür. Çünkü bunlar genellikle aynı yerde ve aynı zamanda etkirler. Bununla birlikte, bazı koşullar altında aslında basıncın, bazı şartlar altında ise aynı zamanda basıncın ve sıcaklığın etkileri daha kuvvetli olabilir. Bu noktadan hareket etmek koşulu ile metamorfizma olaylarını, bunların meydana geldikleri yere ve yaygın metamorfizma şekline göre üç tipe ayırmak mümkündür. Bunlar ***kontakt metamorfizması, dinamo-metamorfizma*** ve sonuçta ***rejional metamorfizma***'dır.

Yerkabuğuna sokulan mağmanın, değdiği kayalar üzerinde yaptığı değişiklikler **(1)*kontakt metamorfizması*** adı altında toplanır. Farklı plütonların, dayk ve neklerin çevresindeki kayalar, aralarına sokulan bu kızgın mağma maddelerinin yüksek sıcaklığı dolayısıyla pişerler, kimyasal bazı değişikliklere uğrarlar. Bu değişikliklerin derecesi mağmatik kütlenin küçük veya büyük olmasına, bu kütleden uzaklık derecesine ve sonuçta kayaların doğasına bağlıdır. Mağma kütlesi ne kadar büyük ise, metamorfize ettiği saha o oranda geniş bir kuşak oluşturur. Bununla birlikte, bu gibi kuşakların genişliği, sınırlı olarak birkaç kilometreyi bulabilir. Genelde çok daha azdır. Örneğin, İstanbul civarındaki Alemdağ granit intrüzyonunun çevresinde metamorfizma izleri gösteren kuşağın genişliği, ancak 300 m kadardır. Küçük damarların yanında metamorfik kuşak ancak birkaç santimetreden oluşmuştur. Değişikliğe uğramış olan kuşak içinde meydana gelen metamorfik olayların

şiddeti, intrüsif kütleden uzaklaştıkça azalır. Kayanın bileşimi de bu konuda rol oynar. Saf kumtaşları pek az değişir. Bununla birlikte, maksimum etki sahasında bunlar kuvarsitlere dönüşürler. Buna karşılık killer ve kalkerler büyük yapı değişikliğine uğrarlar; içlerinde yeni mineraller veya kristaller oluşur. Böylece killer hornfels'e, kalkerler mermere çevrilirler. Plütonik kayalar, kontakt metamorfizmasına büyük direnç gösterirler. Buna karşılık ekstrüsifler, özellikle bazalt büyük değişikliğe uğrar. Granit enjeksiyonlarının çok yoğun, granit damarlarının pek sık olduğu yerlerde, bunların arasında kalan tabakalar bazen bir gnays görünümü ve özelliği alır. Bu çeşit kayalar *migmatit,* bunların meydana gelmesine neden olan sürece de ***migmatizasyon*** denir. Migmatizasyon çok kuvvetli olduğu zaman, *granitleşmeye* (granitisation) dönüşebilir.

Metamorfizmanın ikinci tipini, **(2)*dinamo metamorfizma*** meydana getirir. Bu, yerkabuğunda zaman zaman şiddetlenen kuvvetli basınçların, özellikle yönlü basınçların etkisi altında veya kırıklar boyunca birbirine göre yer değiştiren bloklar arasında kalan kayalar üzerinde derin değişikliklere neden olur. Örneğin, yatay doğrultuda şaryaj yüzeyleri boyunca hareket eden kaya kütleleri altında veya düşey doğrultuda bir kırık yüzeyi boyunca yer değiştiren iki blok arasında kalan kayalar, bu sırada uğradıkları büyük basınçların etkisiyle kırılarak, ezilerek, parçalanarak yapı değiştirirler. Bu olaya *milonitizasyon,* bu olay sonucunda oluşan kaya tipine de *milonit* adı verilir. Bu açıklamalardan anlaşılacağı üzere milonitler, kuvvetli yerkabuğu hareketlerinin, şaryajların ve fayların kanıtlarıdır. Hareket ve sürtünme çok şiddetli ise, ergimelere de neden olabilir. Yönlü basıncın diğer ve çok yaygın bir etkisi de kayaya, yaprak yaprak bir doku vermesidir ki, buna yukarıda açıklandığı gibi, ***şistozite (şistleşme)*** denir.

Metamorfizmanın üçüncü tipi **(3)*rejional metamorfizma* veya *derinlik metamorfizması***'dır. Bu, gerek neden olduğu değişikliklerin ölçüsü, gerek etkilediği sahanın genişliği bakımından, en önemli metamorfizma şeklidir. Genellikle kabul edildiğine göre rejional metamorfizma, dağların beşiği olan jeosenklinal sahalarında meydana gelen bir metamorfizma türüdür. Jeosenklinal sahalarının tabanı, bir taraftan burada biriken maddelerin ağırlığı, öte taraftan yan basınçların etkisi altında yavaş yavaş alçalır. Bu şekilde jeosenklinalin derinliklerindeki maddeler, yeryuvarın bu kısımlarında etkili olan yüksek sıcaklıkların etkisi altında kaldıkları gibi, aynı zamanda çok büyük basınçlara da açıktırlar.

Bu bakımdan iki türlü basınç ayırdedilir: Üstteki tabakaların ağırlığı altında meydana gelen hidrostatik basınç ve jeosenklinal sahalarını etkisi altında bulunduran yönlü basınç. O halde, bir jeosenklinalin dip kısmında, en derin değişiklikleri meydana getirmek için uygun koşullar gerçekleşmiştir. Kristalli şistler, genelde mermerler ve gnayslar ile amfibolitler ve granulitler rejional metamorfizmanın başlıca kaya türleridir. Bu derin metamorfizma seviyesi için rekristalizasyon, yeniden bazı minerallerin oluşumu ve stress'in etkileri karakteristiktir. Bununla birlikte, metamorfizma şartları jeosenklinal içinde yukarıdan aşağıya değişir ve buna göre, belli mekanik özelliklerle ve kimyasal değişikliklerin derecesini gösteren belli minerallerin oluşumu ile kendini belli eden, farklı metamorfizma zonları veya metamorfik fasiyes katları meydana gelir:

a) En üst kısımda sıcaklık daha düşüktür ve hidrostatik basınç zayıftır. Buna karşılık burada yönlü basınç maksimum ölçüde etkilidir. Bu şartlar altında bu üst metamorfizma zonunda mekanik şekil değiştirmeler, yani dinamo-metamorfizma olayları ve şistozite egemendir. Bu zona, ***epizon*** adı verilir.

b) daha derine inildikçe şartlar değişir. Sıcaklık artar, yönlü basınç ve hidrostatik basınç aynı zamanda etkirler. Bunun sonucunda burada hem mekanik, hem de kimyasal metamorfizma olayları meydana gelir. Bu zona, ***mezozon*** denir.

c) Jeosenklinalin en derin kısımlarında yönlü basınç zayıflar; buna karşılık hidrostatik basınç ve sıcaklık maksimum dereceye varmıştır. En büyük kimyasal değişiklikler ***katazon*** adı verilen bu seviyede meydana gelir. Burada kayalar ergiyerek, yeniden kristalleşerek, doku ve bileşim bakımından büyük değişikliklere uğrarlar. Kayaların kısmen veya tamamen ergiyerek mağmaya dönüştüğü bu süreçlere anateksi adı verilir. Bu değişikliklerin en son derecesini tortul kayaların, ilksel bileşimleri ne olursa olsun, granit haline geçmeleri oluşturur. Bu olaya **granitleşme** (granitizasyon) adı verilir. Bu nedenle meydana gelmiş granitlerin yakından incelenmesi ve genellikle tabakalı bir yapı göstermeleri, bunların diğer granitlerden ayırdedilmesini mümkün kılar.

Jeosenklinallerde biriken kayalar, daha sonra kıvrımlı dağlar halinde yükselirler. Bu şekilde oluşan orojenik yapıların üst kısımlarının aşınması sonucunda, alt kısımlarındaki metamorfik

kayalar, dağların çekirdeklerini oluşturmak üzere, geniş sahalara yayılmış bir şekilde ortaya çıkarlar. Böylece, birçok kıvrımlı dağların çekirdeğini metamorfitlerin ve granitik plütonların oluşturmasının nedenleri kolaylıkla anlaşılır. Diğer taraftan, metamorfitlerin geniş ölçüde yüzeye çıktıkları yerlerde, kalın bir örtü tabakasının sonraki aşınmalarla ortadan kaldırılmış olduğu ve bu sahaların eski kıvrımlı dağlara karşılık geldiği sonucu çıkarılabilir.

Tablo 9'da üç metamorfizma tipinde, yukarıdan aşağıya veya mağmatik kütleye yaklaştıkça şiddetlenmek üzere ayırdedilebilecek olan başlıca zonlar ile bu zonların karakteristikleri özetlenmiştir. **Şekil 17** ise, bu zonları metamorfik fasiyes kavramına göre, daha çağdaş bir şekilde göstermektedir.

Tablo 9 – Metamorfizma Tipleri ve Şartları (Farklı kaynaklardan).

Kontakt Metamorfizması	**Rejional (Derinlik) Metamorfizma**	**Dinamo-metamorfizma**
Dış *kontakt kuşağı.* Mağmadan ayrılan sıcak suların etkisi altında metasomatik değişiklikler. Sıcaklık 200°den fazla değil. Fillat ve killişistler.	***Epizon***. Alçak hidrostatik basınç. Sıcaklık yüksek değil. Kuvvetli yönlü basınç. Sulu silikatların oluşumu. Mika, klorit, talk, şistleşme.	Kuvvetli dinamo-metamorfizma. Kuvvetli şistleşme. Mekanik parçalanma, ezilme ve kırılmalar, diaklazlar. Milonitlerin oluşumu.
Orta kontakt kuşağı. Orta yükseklikteki sıcaklıklarda meydana gelen metasomatik değişiklikler. Killi kayalarla dokanak sahasında mikaşistlerin oluşumu.[1]	***Mezozon***. Hidrostatik basınç orta derecede. sıcaklık orta derecede (400° den fazla değil). Kuvvetli yönlü basınç. Mika ve amfibollerin oluşumu.	Dinamo-metamorfizma kuvvetli. Mekanik parçalanmalar sık. Kaymalar ve ezilmeler sonucunda yeniden kristallenmeler. Kuvvetli şistleşme. Şistlerin oluşumu.
İç kontakt kuşağı. Mağmadan ayrılan gazların etkisi altında meydana gelen kimyasal olaylar (pneumatolitik süreçler). Hornfels oluşumu. Şiddetli ve sık intrüzyonlar sonucunda enjeksiyon gnayslarının veya migmatitlerin oluşumu. Bazı hallerde migmatisationdan, granitisationa geçiş.	***Katazon***. Kuvvetli hidrostatik basınç. Zayıf yönlü basınç. Sıcaklık yüksek. Büyük sıcaklıklara ve basınçlara dirençli olan susuz silikatların oluşumu. Granat, piroksen, olivin, feldspatlar. Zayıf dinamo-metamorfizma. Çok daha yüksek sıcaklıklar altında anateksi, migmatisation ve granitisation.	Çok yüksek hidrostatik basınç. Dolayısıyla dinamometamorfizma zayıflamış. Plastikleşmiş ve kolayca yeniden kristalleşen bir ortamda parçalanmadan meydana gelen mekanik değişiklikler ve hareketler.

[1] Kuvvetli intrüzyonlar, bazen dış ve orta kuşakta da yüksek sıcaklıkların meydana gelmesini sağlamış olabilir.

9.4. Metamorfik Kayalar. Metamorfizmaya uğramış kayalar yani *metamorfitler* kimyasal bileşimleri, mineralojik özellikleri ve türedikleri ilksel kayalar bakımından çok değişik ve çeşitlidir. Bu nedenle metamorfitler için, mağmatik ve tortul kayalardan farklı olarak, genel bir sınıflandırma sistemi ortaya koymak çok güçtür. Bundan ötürü aşağıda, metamorfik kayaların başlıca türleri ve oluşum koşullarının kısaca tanıtılmasıyla yetinilmiştir:

1 – Gnays. Asıl unsurları kuvars, mika ve feldspattan meydana gelir; yani kimyasal bileşim bakımından granitin aynıdır. Fakat ondan, gerek çıplak gözle, gerek mikroskopla bakıldığında, unsurların belli doğrultuda dizilmiş olmaları ile ayrılır **(Foto 80)**. Foliasyon çok kuvvetlidir. Buna karşılık şistozite çok zayıf bir şekilde gelişmiştir. Kristal boyutları orta ile iri arasında değişir. Koyu ve açık renkli bandlar gösterirler. Bu bandlar mafik ve felsik unsurların ayrı ayrı sıralanmasından ileri gelir. Gnayslar içerdikleri minerallere, kimyasal bileşimlerine, oluşum şekillerine ve türedikleri kayaya göre sınıflandırılırlar. Örneğin, granitin metamorfizmaya uğraması ile oluşan kayaya ***meta-granit*** denir. Birçok eski granitik gnayslar, granitik ya da granodioritik kütlelerin metamorfizmasından oluşmuştur. Ayrıca, katılaşım kayalarından türemiş gnayslara *ortognays*, tortul kayalardan türeyenlere de *paragnays* denir. İçinde iri feldspat ve kuvars kristalleri bulunan gnays türüne ***gözlü gnays*** adı verilir. Gnayslar, özellikle gözlü gnayslar en şiddetli rejional metamorfizma zonunu karakterize ederler. Granit enjeksiyonlarının çok yoğun olduğu yerlerde bunların arasında gnaysa benzer bir kaya türü oluşur ki, buna da *migmatit* denir.

Foto 80 – Gnays (www.geosci.ipfw.edu).

2 – Kristalli şistler. Yapıları belirgin bir şekilde yapraklıdır. Bunların çoğunluğu, büyük kısmı ile muskovit, klorit, talk, serizit ve biotit gibi basıklaşmış minerallerden oluşur. Feldspat ve kuvars, gnayslarda olduğundan daha azdır. Minerallerin basıklaşmış olması ve genellikle çok kıvrımlı olmaları, kristalli şistlerin her yönde aynı olmayan basınç yani stress altında oluştuklarını açıklar. Mineralojik özellikleri ve minerallerin yüksek oranda su içermesi ise, daha düşük sıcaklık ve basınçlar altında meydana geldiklerine bir kanıt sayılır.

Kristalli şistler **(Foto 81)** genellikle, yaygın mineralojik unsurlarına göre adlandırılırlar. Örneğin, çok miktarda talk içeren kristalli şistlere ***talkşist*** denir. ***Mikaşistler****'in* yaygın unsuru ise mikadır. Mikaşistler, talkşistlerden daha ileri bir metamorfik evrenin ürünüdür. Renkleri yeşil olan ***kloritli şistler***'de klorit; mavimsi renkli ***amfibollü şistler***'de amfibol; ***kalkşistler****'de* kalker kayaya özelliğini ve adını veren minerallerdir.

Foto 81 – ABD'de Sierra Nevada Dağları'ndaki Sequoia Ulusal Ormanında, orijinalinde kumtaşı ve kireçtaşlarının metamorfize olarak mermer, şist ve gnayslara dönüşerek şistleşmiş kıvrımlı tabakalar (http://www.gettyimages.com/license/128580486).

3 – Amfibolit, granulit, eklojit. Bunlar bazalt-gabro soyundan ultrabazik kayaların veya üst manto malzemesinin regresif metamofizmaya uğraması sonucu oluşan metamorfik kaya türleridir. Genel kimyasal bileşimleri, türedikleri malzemeye benzer; fakat onlardan mineralojik bileşimleri ve yoğunlukları bakımından farklıdırlar.

Bu gruptaki kayalardan *amfibolit*, bazaltik mağmanın gittikçe artan basınç etkisi altında değişikliğe uğraması ile oluşur **(Foto 82)**. Yoğunluğu 3 dolayındadır ve 3/4 oranında hornblend, 1/4 oranında feldspattan oluşur. *Granulit* iri kristallidir. Fakat amfibol ve mika gibi belli doğrultuda dizilme eğilimi gösteren mineraller içermez. Görünüşü mağmatik kayalara benzer. Bazı türleri vardır. Bunlardan piroksenli granulitin yoğunluğu 3 dür; % 55 oranında piroksen ve % 45 oranında feldspattan oluşur. Granatlı granulit biraz daha ağırdır (d= 3,2). Bileşimindeki piroksen oranı aynıdır; fakat feldspat daha azdır (% 25) ve ayrıca % 20 oranında granat içerir. *Eklojit* daha da yoğundur (d= 3,6). Bileşiminde granatın oranı % 60, piroksenin oranı ise % 40 kadardır. Etkin rengi yeşildir ve en şiddetli metamorfizma fasiyeslerinden birini karakterize eder.

Foto 82 – Amfibolit (http://www.sandatlas.org/amphibolite/).

4 – Killişistler. Genellikle kil bakımından zengin tortulların değişikliğe uğraması ile oluşmuşlardır **(Foto 83)**. Levha levha ayrılırlar. Metamorfik killişistler genellikle mika ve klorit bakımından zengindirler. Daha şiddetli metamorfizmaya uğramış oldukları durumda içlerinde az miktarda bazı kristaller de meydana gelir. Bu kristallere *porfiroblast* denir. Bu tür

killişistlere de *lekeli şist* (*benekli şist*) adı verilir. Metamorfizma daha da ilerlediği durumda kristal boyutları artar ve mineral ayrışımlar ortaya çıkar. Böylece killişistler ile kristalli şistler arasında geçiş tipleri meydana getiren metamorfik kaya türleri oluşur. *Fillat* (veya fillit) bu tür kayalardandır. Grovakların metamorfizmaya uğraması sonucunda ise *meta-grovak*lar oluşur. *Arduvaz* da bir tür metamorfik killişisttir ve genellikle mavimsi-gri renkte olur.

Foto 83 – Killerin metamorfize olmasıyla oluşmuş Kadıköy-Koyatağı'ndaki bir inşaat temel kazısındaki sarı renkli killişist'ler (Ahmet Ertek arşivi, 2016).

5 – Hornfels. Bir kontakt metamorfizması kayasıdır. Genellikle yönlü basınç izleri göstermez ve genellikle ince unsurludur. Kristallerde doğrultu belirgin değildir. Paralel yapıdan yoksundur. Kırılınca kolay parçalanır. Çok serttir.

6 – Mermer. Kalsit veya dolomit içeren karbonatlı sedimentlerin metamorfizma ile değişmesi sonucunda oluşur. Genellikle bu değişiklik, aslında kristalleşme veya kristal boyutlarının büyümesi şeklindedir. Kalsit ve dolomit kristallerinin ekidimensional özellikleri dolayısıyla, mika gibi diğer mineralleri içermediklerinde, mermerlerde şistozite seyrek görülür. Genelde beyaz olmalarına rağmen; pek çok çeşitleri ve mineral katkısına göre çok farklı renkte olanları vardır **(Foto 84)**.

Foto 84 – Marmara Adasına ve Denizi adını da veren mermer'lere ve bir mermer ocağına örnek (www.ilkhabergazetesi.tv).

7 – Kuvarsit. Önceden açıklandığı üzere, kuvarsitlerin önemli bir kısmı tortuldur. Bununla birlikte, metamorfik kuvarsitler de vardır. Bunlarda gerek kuvars taneleri, gerekse taneler arasındaki çimento kristallidir. Metamorfik kuvarsitler topoğrafyada belirgin şekiller veren çok dirençli kayalardır.

8 – Milonit. Daha önce de tanımlandığı gibi milonit, tektonik hareketlerin neden olduğu sürtünmeler sonucunda oluşan katalastik bir kayadır. Parçalanmış, ezilmiş bir yapı göstermesi başlıca özelliğidir. Yatay ve düşey fay düzlemleri veya sürüklenen blokların arasında oluşur. Bu hareketlere uğrayan kayanın bileşimi uygun olduğunda, makaslama doğrultusuna paralel yeni mika kristalleri meydana gelir ki, bu tür milonitlere *phyllonit* denir. Sürtünme daha da kuvvetli ise, sürtünme yüzeyi boyunca ergimeler de görülebilir.

Metamorfitlerin çoğu, aynı bileşimdeki tortul kayalara oranla aşınmaya daha fazla direnç gösterir. Örneğin kuvarsitler grelerden; amfibollü şistler ve fillatlar metamorfizmaya uğramamış killi kayalardan daha dayanıklıdır. Buna karşılık, gnays dokusu gösteren kristalli şistlerle, talklı şist gibi bazı metamorfik şist türleri kolaylıkla çözülürler. Metamorfitlerin çoğunluğu, şistozite ve foliasyon yüzeylerine göre ve yapraksı halde ufalanır, parçalanır. Bunlardan oluşan sırtlar, bu nedenle genellikle testereye benzeyen dişli bir profil gösterir.

Uygulamalar

Konu ile ilgili kitapları gözden geçiriniz.

Konu ile ilgili internet sitelerine başvurunuz.

Uygulama Soruları

Konu ile ilgili kitapları gözden geçirdiniz mi?

Konu ile ilgili internet sitelerine başvurdunuz mu?

Bu Bölümde Ne Öğrendik Özeti

Dokuzuncu konuda, metamorfizmanın ne olduğu açıklamıştır ve metamorfik (Başkalaşım) kayalara bir giriş yapılmıştır. Metamorfizma şartları açıklanmıştır. Metamorfizma tipleri karşılaştırmalı olarak anlatılmıştır. Metamorfik kayalar örnekleriyle açıklanarak sunulmuştur. Konu, bilhassa fotoğraf, tablo ve şekillerle desteklenmiştir.

9.Bölüm Soruları

1- "Metamorfitlerin en tanıtıcı özelliği …….. ve …….. tanımlarıyla açıklanan bir diziliş düzeni göstermeleridir."

Yukarıda verilen ifadedeki boşluklara aşağıdakilerden hangi ikili getirilmelidir?

a) şistozite - foliasyon

b) fosilleşme – tabakalaşma

c) başkalaşma – kristalleşme

d) tortulanma - eğimlenme

e) mineralizasyon – diajenez

2- "Asıl unsurları kuvars, mika ve feldspattan meydana gelir; yani kimyasal bileşim bakımından granitin aynıdır. Fakat ondan, gerek çıplak gözle, gerek mikroskopla bakıldığında, unsurların belli doğrultuda dizilmiş olmaları ile ayrılır."

İfadesine dayalı aşağıdakilerden hangi metamorfik kayacın genel özelliklerinden bahsedilmiştir?

a) Granulit

b) Eklojit

c) Gnays

d) Amfibolit

e) Killişist

3- "Gnayslar içerdikleri minerallere, kimyasal bileşimlerine, oluşum şekillerine ve türedikleri kayaya göre sınıflandırılırlar. Örneğin, granitin metamorfizmaya uğraması ile oluşan kayaya **……** denir."

Yukarıdaki ifadedeki boşluk aşağıdakilerden hangisi ile tamamlanabilir?

a) Meta-granit b) Paleo-granit c) Neo-granit

d) Grano-diorit e) Granulit

4- "Mağmadan ayrılan gazların etkisi altında meydana gelen kimyasal olaylar (pneumatolitik süreçler). Hornfels oluşumu. Şiddetli ve sık intrüzyonlar sonucunda enjeksiyon gnayslarının veya migmatitlerin oluşumu. Bazı hallerde migmatisationdan, granitisationa geçiş." **İfadesinde kontakt metamorfizmanın "İç Kontak Kuşağı" hakkında bilgi verilmiştir. Doğru mu, yanlış mı?**

Doğru ( ) Yanlış ( )

5- "Kalsit veya dolomit içeren karbonatlı sedimentlerin metamorfizma ile değişmesi sonucunda oluşur. Genellikle bu değişiklik, aslında kristalleşme veya kristal boyutlarının büyümesi şeklindedir. Kalsit ve dolomit kristallerinin ekidimensional özellikleri dolayısıyla, mika gibi diğer mineralleri içermediklerinde, bunlarda şistozite seyrek görülür. Genelde beyaz olmalarına rağmen; pek çok çeşitleri ve mineral katkısına göre çok farklı renkte olanları vardır."

İfadesine dayalı aşağıdakilerden hangi metamorfik kayacın genel özelliklerinden bahsedilmiştir?

a) Fillat b) Mermer c) Fillit d) Gnays e) Kuvarsit

6- ***Katazon***. "Kuvvetli hidrostatik basınç. Zayıf yönlü basınç. Sıcaklık yüksek. Büyük sıcaklıklara ve basınçlara dirençli olan susuz silikatların oluşumu. Granat, piroksen, olivin, feldspatlar. Zayıf dinamo-metamorfizma. Çok daha yüksek sıcaklıklar altında anateksi, migmatisation ve granitisation."

Yukarıdaki ifadeye dayalı aşağıdakilerden hangisinin özelliği açıklanmıştır?

a) Derinlik Metamorfizması Katazonu
b) Kontakt Metamorfizması İç Kontakt Kuşağı
c) Derinlik Metamorfizma Mezozonu
d) Kontakt Mrtamorfizması Dış Kontakt Kuşağı
e) Derinlik Metamorfizma Epizonu

7- Aşağıdakilerden hangi üçlü "Metamorfizma Şartları" olarak kabul edilir?

a) Sıcaklık – Basınç – Eğimlenme
b) Sıcaklık – Basınç – Kimyasal Olaylar
c) Basınç – Taşlaşma – Kristalleşme
d) Basınç – Taşlaşma – Tortulanma
e) Kimyasal Olaylar – Fosilleşme – Diajenez

8- "Yerkabuğuna sokulan mağmanın, değdiği kayalar üzerinde yaptığı değişiklikler **……** adı altında toplanır. Farklı plütonların, dayk ve neklerin çevresindeki kayalar, aralarına sokulan bu kızgın mağma maddelerinin yüksek sıcaklığı dolayısıyla pişerler, kimyasal bazı değişikliklere uğrarlar. Bu değişikliklerin derecesi mağmatik kütlenin küçük veya büyük olmasına, bu kütleden uzaklık derecesine ve sonuçta kayaların doğasına bağlıdır."

Verilen ifadedeki boşluk metamorfizmanın hangi tipi ile tamamlanabilir?

9- "Kristalli şistler genellikle, yaygın mineralojik unsurlarına göre adlandırılırlar. Örneğin, çok miktarda talk içeren kristalli şistlere ***talkşist*** denir. ***Mikaşistler'in*** yaygın unsuru ise mikadır. Mikaşistler, talkşistlerden daha ileri bir metamorfik evrenin ürünüdür. Renkleri yeşil olan ***kloritli şistler***'de klorit; mavimsi renkli ***amfibollü şistler***'de amfibol; ***kalkşistler'de*** kalker kayaya özelliğini ve adını veren minerallerdir." **İfadesi doğru mu, yanlış mı?**

Doğru ( ) **Yanlış ( )**

10- "Bunlar, tektonik hareketlerin neden olduğu sürtünmeler sonucunda oluşan katalastik bir kayadır. Parçalanmış, ezilmiş bir yapı göstermesi başlıca özelliğidir. Yatay ve düşey fay düzlemleri veya sürüklenen blokların arasında oluşur. Bu hareketlere uğrayan kayanın bileşimi uygun olduğunda, makaslama doğrultusuna paralel yeni mika kristalleri meydana gelir ki, bu türlere *phyllonit* denir. Sürtünme daha da kuvvetli ise, sürtünme yüzeyi boyunca ergimeler de görülebilir." **Yukarıdaki ifadeye göre; aşağıdaki hangi metamorfik kayacın genel özellikleri verilmiştir?**

a) Amfibolit b) Kuvarsit c) Killişist d) Milonit e) Gnays

Cevaplar

1- a) şistozite – foliasyon
2- c) Gnays
3- a) Meta-granit
4- Doğru
5- b) Mermer
6- a) Derinlik Metamorfizması Katazonu
7- b) Sıcaklık – Basınç – Kimyasal Olaylar
8- Kontakt metamorfizma
9- Doğru
10- d) Milonit

10. BÖLÜM

YERYUVARIN YAPISI VE ÖZELLİKLERİ

Bu Bölümde Neler Öğreneceğiz?

10.1. Yeryuvar'ın Yapısı

10.2. Yeryuvar'ın Katmanlarının Özellikleri

10.3. İzostazi

Bölüm Hakkında İlgi Oluşturan Sorular

1- **Yeryuvarın jeolojik evrimini kısaca açıklayınız.**
2- **Yeryuvarın yapısı hakkında bildiklerinizi anlatınız.**
3- **Yeryuvarın katmanlarını sıralayınız.**
4- **Yeryuvarın katmanlarını anlatınız.**
5- **İzostazi nedir? Açıklayız.**
6- **İzostazi olmasaydı? Dünya dengede kalabilir miydi?**

Bölümde Hedeflenen Kazanımlar ve Kazanım Yöntemleri

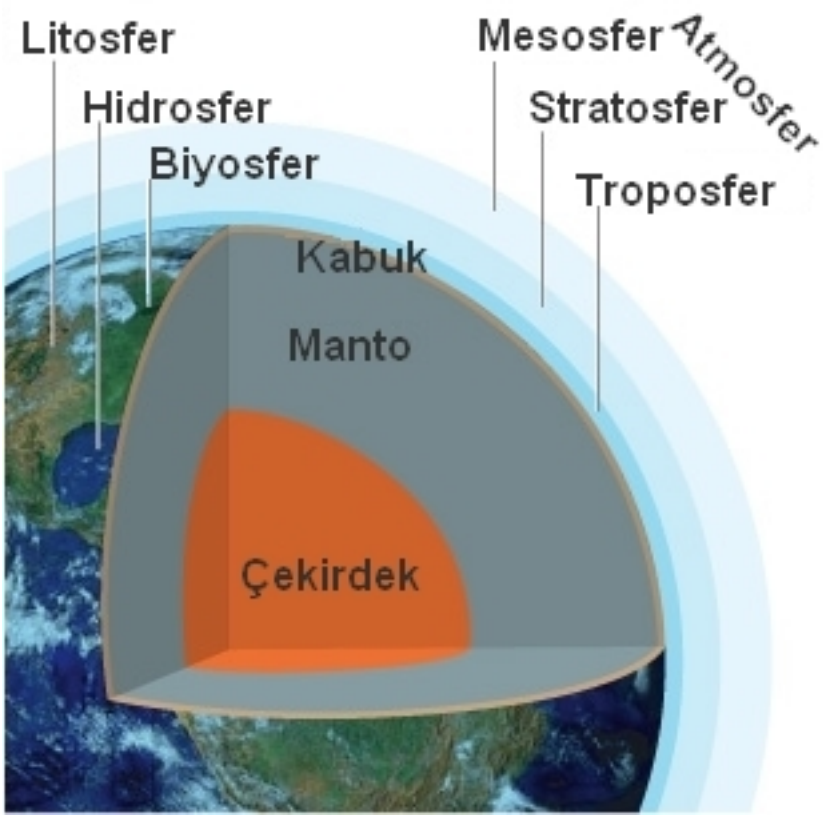
Konu	**Kazanım**	**Kazanımın nasıl elde edileceği veya geliştirileceği**
Yeryuvarın Yapısı ve Özellikleri	Yeryuvar'ın Yapısı	Metin, sunum ve görselleri izleyerek ve konuyu tekrar ederek
Yeryuvarın Yapısı ve Özellikleri	Yeryuvar'ın Katmanlarının Özellikleri	Metin, sunum ve görselleri izleyerek ve konuyu tekrar ederek
Yeryuvarın Yapısı ve Özellikleri	İzostazi	Metin, sunum ve görselleri izleyerek ve konuyu tekrar ederek

Anahtar Kavramlar

Yeryuvar, yeryuvarın yapısı, yeryuvarın katmanları, yeryuvarın katmanlarının özellikleri, izostazi

10.1. Yeryuvar'ın Yapısı:

Yer'in oluşumu konusunda bilim adamları birçok teori ileri sürmüşlerdir. Bunlardan en geçerli sayılanı, 1965'de ortaya atılan Evren'in oluşumu sırasında Büyük Patlama (Big Bang) sırasında Güneş'in ve onun etrafında yörüngede dönen gezegenlerin oluştuğu görüşüdür. Fransız gök bilimci Laplace'ın tarafından 1796'da atılan ateş topu şeklinde bir nebula fikriyle, Dünya'nın Samanyolu Galaksisinde diğer gezegenlerle birlikte Güneş'ten 4,6 milyar yıl önce kopmuş olduğu ve geçen süre içinde ancak kabuk denilen sadece yaklaşık 70-80 kilometrelik kısmının soğuduğu, fakat kabuğun altında sıcak ve ergimiş halde sıvı ve kıvamlı kısmı bulunmasıdır. Bu süre bazı teorisyenler tarafından 10 milyar yıl kadar geriye götürülür **(Şekil 18 ve 19)**.



Şekil 18 – Dünya'nın Geosferleri ve hava küre (atmosfer) ile taşküre'nin (litosfer'in) altküreleri.

Şekil 19 – Yerkürenin Geosferleri bir İngiliz kartpostalında…

Yeryuvarın iç kısımlarının durumunu, buradaki cisimlerin niteliğini ve o cisimlerin katı mı, sıvı mı, gaz mı olduklarını, dağılışını ve sıralanışlarını insanoğlu hep merak etmiştir. Gravite ve magnetizm gibi bu konular jeofizik biliminin araştırma sahasına giren konulardır. Bununla birlikte, yeryüzünün bazı özelliklerini açıklayabilmek, meydana gelmiş veya gelmekte olan jeomorfolojik bakımdan önemli yerşekillerini, bunları oluşturan bazı önemli olayların ve bilhassa iç kuvvetlerin özelliklerini iyi anlayabilmek için yerin iç yapısının bilinmesi gerekir.

Yeryuvar, derinlere doğru inildikçe yoğunlukları artan içiçe kütlelerden meydana gelir. ***Geosfer*** adı verilen bu konsantrik kürelerden en dışarıda yer alan atmosfer ile hidrosferin, hattâ bir dereceye kadar litosferin yoğunluklarını doğrudan doğruya belirlemek mümkündür. Buna karşılık, dünyamızın ortalama yoğunluğu ile derin kısımlarını oluşturan geosferlerin yoğunlukları ancak dolaylı bir şekilde saptanabilir. Bu nedenle yeryüzünde ve bunun hemen altındaki litosfer'de yoğunluk 2,7-3 gr/cm^3 iken, Mantoda yoğunluk artar ve çekirdekte hemen hemen dört-beş kata ulaşır. Yerkabuğunun malzemesi incelenirken, bunun üç gruba ayrılan kayalardan oluştuğu açıklanmıştı. Bu kayaların kendilerine göre bir yoğunlukları vardır ve bunlar aşağıdaki tabloda ortalama değerler olarak gösterilmiştir **(Tablo 10)**.

Tablo 10 – Kayaların ortalama yoğunluğu (Erinç 2000: 104).

Katılaşım Kayaları		Tortul Kayalar		Metamorfik Kayalar	
Süngertaşı	0,4-1,1	Yoğun Kalker	2,6-2,8	Killişist	1,5-3,2
Volkanik tüf	1,8	Gevşek Kalker	1,2-1,8	Mikaşist	2,4-3,2
Granit	2,5-2,8	Tebeşir	1,2-2,2	Gnays	2,5-2,7
Siyenit	2,7-2,9	Marn	2,3-2,5	Mermer	2,6-2,8
Trakit	2,2-2,7	Kumtaşları	1,6-2,9	Kuvarsit	2,3-2,7
Diorit	2,7-3,0	Grovak	2,6	Arduvaz	2,7-2,9
Andezit	2,7-2,9	Traverten	1,4-2,5	Amfibolit	2,9-3,0
Gabro-Diabaz	2,8-3,1	Turbo	1,1-1,4	Granülit	3,0-3,2
Bazalt	2,8-3,3	Dolomit	2,2-2,9	Eklojit	3,6
Peridotit	3,1-3,4				

Yerkabuğunda, özellikle onun yüzey kısmındaki kayaların yoğunlukları ve bunların yayılış alanları bilindiğine göre, kabuğu oluşturan farklı parçaların, yani kıtaların yüzey kısımlarının yoğunluklarını da hesap etmek mümkündür. Washington'a dayanarak Erinç 2000'e göre kabuğun farklı büyük parçaları için aşağıdaki tablodaki sonuçlar ortaya çıkmıştır **(Tablo 11)**.

Tablo 11 – Yerkabuğu parçalarının yüzeysel yoğunluğu (Erinç 2000: 104).

Kabuk parçası	Ortalama Yükselti	Yoğunluk (Yüzeyde)
Amerikalar	650 m	2,78
Afrika	650	2,78
Asya	950	2,77
Avrupa	300	2,79
Avustralya	350	2,18
Antartika	2000	2,81
Atlas Okyanusu	-4116	3,00
Büyük Okyanus	-4520	3,09

Bu tablonun incelenmesinden çıkarılabilecek sonuçlar, şu şekilde özetlenebilir:

a) Kabuğu oluşturan farklı kıtaların yüzeysel kısımlarının yoğunlukları arasında çok az da olsa bazı farklar vardır.

b) Kıtaların yoğunlukları birbirine az çok yakındır.

c) Kıtalar okyanuslara oranla daha hafiftir. Okyanus diplerini oluşturan kısımların yoğunluğu, bazik katılaşım kayalarının (bazalt, diabaz, gabro) yoğunluklarına yakındır.

d) Bu verilerin yaklaşık olmasına rağmen, dünyamızın yüzeysel kısmının ortalama yoğunluğunun 2,7-2,8 gr/cm^3 civarında olduğu anlaşılmaktadır.

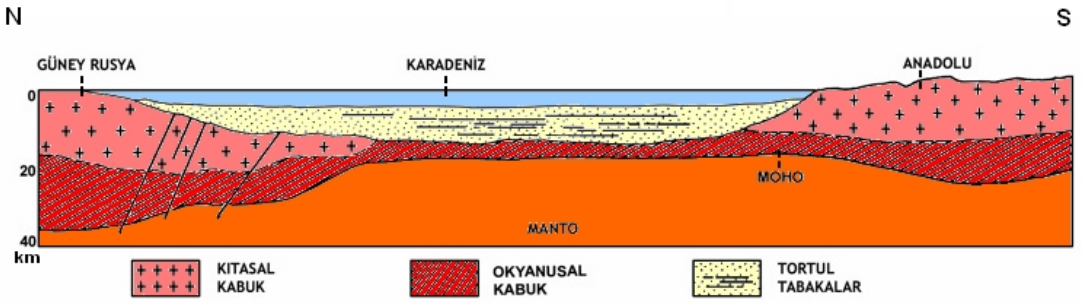
e) Yerkabuğunun bu büyük parçalarının yoğunlukları, ortalama yükseltileri ile ters orantılıdır. En yüksek kıtalar en hafif; en çukur yerleri oluşturan okyanus zeminleri, özellikle bunların en derini olan Büyük Okyanus tabanı ise en ağır maddelerden yapılmıştır.

Eğer yoğunluğun coğrafik dağılış ve değişimi daha küçük bölgeler ele alınarak incelenecek olursa, yükselti ile yoğunluk arasında ters bir orantının var olduğu yeniden doğrulanır. **Tablo 12** ile **Şekil 20** bu sonucu doğrulamaktadır.

Tablo 12 – Yerkabuğunun bazı bölgelerinin yüzeysel kısmında ortalama yoğunluk.

Bölge	Ortalama Yükselti (m)	Yoğunluk
Kuzey Amerika	700	2,78
Grönland	980	2,78
Kolorado	2134	2,76
Andlar	1820	2,75
Büyük Britanya	100	2,83
Almanya	300	2,81
İsviçre ve Tirol	1550	2,78

Tablo 12'deki değerlerin karşılaştırılmasından anlaşılacağı üzere, yerkabuğunu oluşturan parçalardan yüksek olanlar genellikle daha hafif, alçak veya çukur olanlar ise genellikle daha yoğun maddelerden yapılmıştır. Bu olgu, *izostazi* teorisinin temellerinden birini oluşturur.



Şekil 20 - Anadolu ve Sarmat platformu arasında yerkabuğunun yapısı (Erinç, 2000: 106'dan renklendirilerek).

Dünya'nın ortalama yarıçapı 6370 km'dir. Ekvatorda bu değer, dünyanın kutuplardan basık; ekvatorda biraz daha fazla şişkin olmasından 6378 km'lere kadar çıkar.

20.yy'ın başlarında Avusturyalı jeolog Eduard Suess'in görüşüne göre; yerin iç kısmı yapısal olarak üç farklı kuşaktan oluşur. Yeryuvarın kesitini bakıldığında bunlar, yeryüzünden dünyanın merkezine doğru; yoğunluğu gittikçe artan **kabuk, manto** ve **çekirdek**'tir **(Şekil 21)**. Genel olarak katı bir Dünya kabuğu, onun altında sıvı ergimiş halde manto ve en içteki merkezde yine katı olan Dünya'nın çekirdeği bulunur.

10.2. Yeryuvar'ın Katmanlarının Özellikleri:

Aşağıda yeryuvarın katmanları yani altküreleri maddeler halinde detaylandırılarak sunulmuştur (Erinç, 2000; Hoşgören 2007):

10.2.1. Kabuk: En üstte ve mantoyu sarar. Yaklaşık 70-80 km en fazla 100 km'lik kalınlığa sahiptir. Ortalama kalınlığı 33 km'dir. En dışta bulunan 4,6 milyarlık Dünya'nın oluşum yaşıyla birlikte soğuduğu için, genelde kabuk katı haldedir. Yerkabuğu terimi, eskiden beri litosfer (=taşküre) terimi ile aynı anlamda kullanılmıştır. Bu ince katman, silisyum (Si) ve alüminyum (Al) elementlerinin fazlalığından dolayı, bunların kimyasal elementlerinin simgelerinin birleştirilmesinden oluşan sözcükle, kabuk genel olarak **"SİAL"** olarak anılır. Kabuk katı; genel olarak, sert ve katı maddelerden oluşmakla birlikte, içerisinde yer yer sıvı mağmaya rastlanır. Bu ağır ve hafif maddelerin birbirleriyle denge halinde bulunmaları, bunların sürekli hareket halinde olmalarıyla ilişkilidir. Bu sebeple, katı yerkabuğunun yoğunluğu 2,7 – 3 gr/cm^3 arasındadır. Kabuk iki kısımdan oluşur. Bunlardan üstte **granitik kabuk (litosfer)**, onun altında ise **bazaltik kabuk (astenosfer)** bulunur. Granitik kabuğu oluşturan litosfer, dolayısıyla yeryüzü şekillerinin oluşum sahası olması ve Dünya'nın oluşumundan günümüze soğumasıma nedeniyle katı bir kısımdır. Bunun yanında astenosfer yarı kıvamlıdır. Yerkabuğunun kalınlığı, Dünya'nın her yerinde aynı değildir. Dünya'nın kabuğunu oluşturan kıta (=kara) bloklarının temeli 35-40 km (örneğin Tibet Platosu'nda 70 km; Doğu Anadolu Bölgemizde 50 km); okyanusların tabanlarındaki temel ise 8-12 km derinliğe kadar inmektedir (Büyük Okyanus tabanında olduğu gibi granitik kabuk ya hiç yoktur; ya da Atlas ve Hint Okyanuslarındaki gibi çok incedir). Kabuğun altında yoğunluğun artışı devamlı değildir. Tersine, belli seviyelerde sıçramalar şeklinde

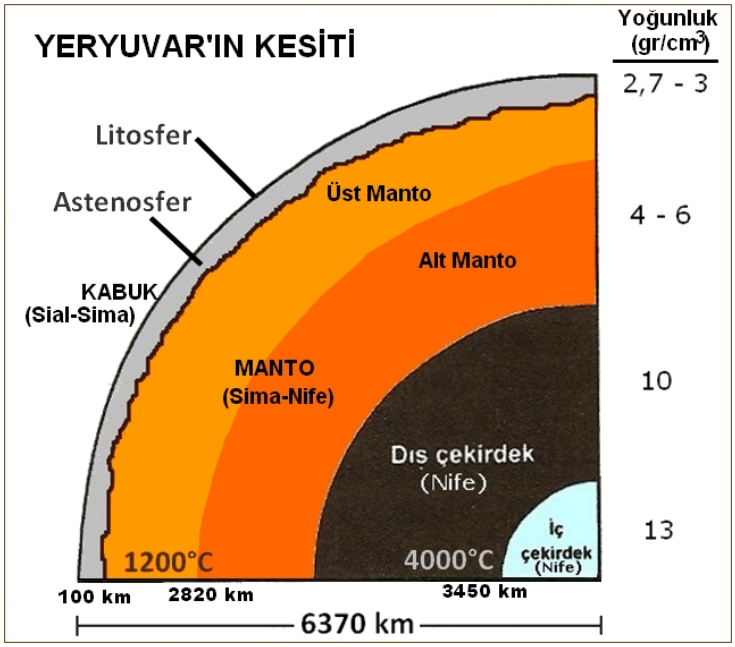
meydana gelmektedir. Bu sıçrama seviyelerinin en belirginlerinden biri 10-50 km arasında bulunmakta ve burada yoğunluk birdenbire 2,9 dan 3,2 gr/cm^3'e çıkmaktadır. Yoğunluk bakımından bir sıçrama ile kendini gösteren ve ultrabazik kayalardan oluşan başka bir geosfere ***(Kabuk'tan Manto'ya)*** geçişe karşılık gelen bu sınır yüzeyine ***Mohorovicic kesintisi*** veya kısaca ***Moho*** denir. Bu kesimde katmanlardaki yoğunluk farkına bağlı olarak, sismik P dalgalarının hızı litosferde 7,2 km/sn iken, mantonun üst kısmında 8,1 km/sn'ye çıkar.

Karalar ile okyanusların tabanı arasındaki yoğunluk farkı, ancak Moho seviyesinin üstündeki kısımlarda görülmektedir. Bu kısımda okyanus tabanları daha yoğundur. Oysa 40 km'den itibaren okyanuslarla kıtaların altlarına karşılık gelen kısımlar arasında yoğunluk farkı kalmamaktadır. Yani bu seviyeden itibaren yeryuvarın içi her yerde aynı yoğunluğu gösteren, başka bir ifade ile homojen bir madde tarafından oluşmaktadır. Bu seviye, yeryuvarın yapısı bakımından önemli bir sınırdır. Yoğunluğu 3 olan seviyeler birleştirilecek olursa sanki kıta bloğunun, Büyük Okyanus'un doğrudan doğruya tabanını oluşturan bir madde içinde batmış gibi bulunduğu gözlenir. Bu gerçek, izostazinin dayandığı temeli meydana getirir. Bu teoriye göre, daha hafif maddelerden yapılmış olan kıta kütlelerinin, daha yoğun olan Manto üzerinde, Archimed Kanunu'na uygun olarak yüzmekte oldukları kabul edilir.

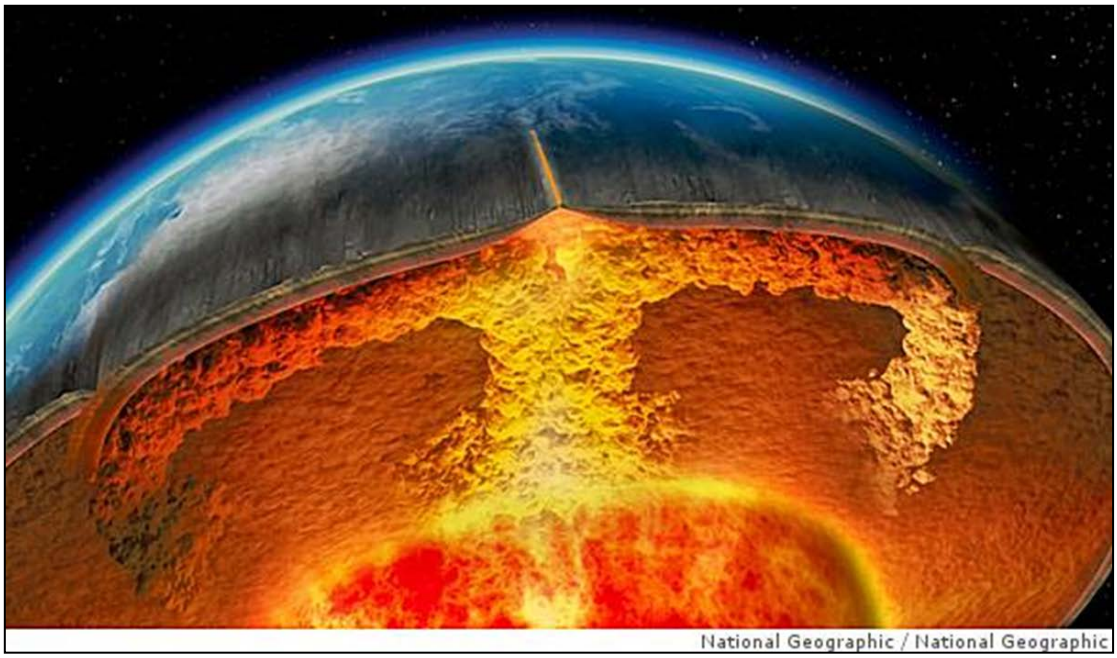
Yeryuvarın içinde cisim hali bakımından çok önemli sonuçları olan bir diğer konu, bu derin kısımlarda hüküm süren basınçlardır. En üst tabakalar aynı tutulursa, derinlerde basınç hidrostatik bir karakter gösterir. Basınç, bir taraftan üst kısımdaki tabakaların kalınlığı arttığı, diğer taraftan maddenin yoğunluğu gittikçe fazlalaştığı için derine doğru hızla artar ve çok büyük ölçülere erişir. Kıtaların altında 1 km derinlikte basıncın değeri 280 atmosferi, 5 km derinlikte 1400 atmosferi, 50 km derinlikte ise 14500 atmosferi, bulur. Daha derinlerde basıncın artışında, bu kısımları oluşturan maddelerin daha yoğun olması da rol oynar. Bu özellik de dikkate alındığında basıncın 800 km derinlikte yaklaşık 0,3 milyon, 1600 km derinlikte 0,6 milyon, 4000 km derinlikte 2,2 milyon atmosfere eriştiği, dünyanın merkezi kısmında ise 3,5 milyon atmosferi geçtiği düşünülmektedir.

Yer'in yapısı ile ilgili olarak, kabukta oluşan en önemli ve büyük göstergeler

depremler ve **volkanizma**'dır. Depremler, mağma üzerinde yüzen plakaların dolayısıyla yerkabuğunun hareketliliğinin yanısıra, bilhassa dalma-batma zonları volkanizmanın **(Şekil 22)** ve dolayısıyla sıvı mağmanın yeryüzeyine çıktığı insanoğlu tarafından belirgin olarak izlenir.



Şekil 21 – Yeryuvarın kesiti (Erinç 2000'den düzenlenerek).



Şekil 22 – Yer'in kesitinde plaka sınırlarında yer katmanlarıyla volkanizmanın ilişkisi ve izostazi (http://endtimesrevelations.wordpress.com).

Günümüze kadar insanlığın yaptığı sondajlarla ancak, ortalama 70-80 km'lik yerkabuğunun belli bir kısmına kadar inilebilmiştir. Kıtalar, yerkabuğunun en kalın (30-100 km) olduğu yerler olduğundan karadan yerkabuğunu geçip manto tabakasına ulaşmak zordur. Ancak, bu kalınlık okyanusların tabanında ortalama 6 kilometreye kadar düşmektedir. ***Rus uzmanlar daha önce karadan yerin altına, 12 kilometreden fazla inmişti.*** Texas A&M Üniversitesi ekibinin son çalışmalarına göre; Orta Atlantik sırtındaki bir okyanusaltı sondajından Atlantis Massif mevkiinde (4600 feet x 0.3048=) 1401 m'ye inilmiştir. Ancak, uzmanlar manto tabakasına ulaşacak teknoloji ve mali kaynağa 2018'de ulaşmayı bekliyor. Araştırmayı 10 kilometre sondaj yapabilme kapasitesi olan Japon Chikyu gemisiyle gerçekleştirilmesi planlanıyor. (http://www.yerbilimleri.com/page/22/) (http://phys.org/news/2005-04-drill-historic-hole-atlantic-ocean.html).

Yerkabuğunun üst kısmında, farklı kimyasal maddelerin ne oranda bulundukları **Tablo 13**'de açıklanmıştır. Bu tablo incelenirse, yerkabuğunu oluşturan unsurlar arasında ancak 10 kadarının başlıca rolü oynadığı saptanır. Bunların payları % 99,52'ye ulaşır. Sayıları çok fazla olan diğer maddelerin toplam oranı ise, ancak % 0,48 gibi küçük bir değere eşittir. Tablodan anlaşıldığı üzere, kabuğun bileşiminde en büyük hisse, **silis ve alüminyum**'a düşmektedir. Kabuğun 3/4'ünü bu iki oksid oluşturur. Bu tabloda açıklanan değerler bütün yerkabuğu için ortalama değerleri göstermektedir. Gerçekte kabuğun bileşimi bakımından çeşitli kısımlar arasında farklar bulunmaktadır **(Tablo 14)**.

Tablo 13 – Yerkabuğunun ortalama bileşimi (%).

SiO_2	59,47	**K_2O**	3,14
Al_2O_3	15,47	**H_2O**	1,15
Fe_2O_2	3,10	**TiO_2**	0,91
MgO	3,51	**P_2O_6**	0,24
CaO	5,11	**MnO**	0,09
FeO	3,82	**Diğerleri**	0,15
NaO_2	3,86	**Toplam**	100,00

Tablo 14'de görüldüğü üzere, kabuğun farklı parçalarının yüzeysel kısımlarının bileşimleri arasında bazı farklar vardır. Bu farklar özellikle okyanus tabanları ile kıtalar arasında fazladır. Okyanuslar silis bakımından daha fakir, buna karşılık demir, magnezyum ve

kalsiyum oksitleri bakımından karalardan daha zengindir. Okyanus tabanlarının daha bazik maddelerden yapılmış olduğunu ortaya koyan bu veriler, aynı zamanda okyanus zeminlerinde yoğunluğun, kıtaların yoğunluğuna oranla niçin daha fazla olduğunu da açıklar. Okyanus tabanlarının bu jeoşimik özelliği, Büyük Okyanus'un tabanında daha açık olarak kendini göstermektedir.

Tablo 14 – Yerkabuğunun farklı kısımlarının kimyasal bileşimi.

	K. Amerika	G. Amerika	Asya	Avrupa	Afrika	Avustralya	Atlas Oky.	Büyük Oky.
SiO_2	60,19	61,36	61,92	59,84	58,21	60,16	50,59	50,03
Al_2O_3	15,76	15,20	15,19	15,12	15,38	14,74	15,81	15,51
Demir Oksitleri	6,55	6,33	5,92	6,84	7,25	7,01	10,23	10,11
MgO	3,16	3,17	2,63	3,61	3,51	3,76	5,79	6,62
CaO	4,81	4,88	4,50	4,97	5,09	5,03	7,36	7,99
Na_2O	3,90	4,08	4,10	3,73	4,83	3,50	4,27	4,00
K_2O	3,07	2,69	3,23	3,40	3,28	3,03	2,31	2,10

10.2.2. Manto: Dünya'nın çekirdeğini saran veya yeryüzünden 70-80 km derinden başlayıp, 2900 km derinliğe kadar inen, ortalama 2820 km'lik kalınlıktaki sıvı katmana verilen isimdir. **Moho kesintisi** ile manto kabuktan ayrılır. Manto katı, Dünya'nın yapısındaki yüzeyden ikinci katıdır. Mantoyu ikiye ayırmak mümkündür. Bunlar; **üst manto** ve **alt manto**'dur.

Bu katlardan üstte bulunanı yani üst manto, 70-80 km, hatta 100 km derinlikten başlayarak 700 km'ye kadar ulaşan kesimdir. Burası akıcı ve kıvamlı bir özellik sunar. Böyle olmakla beraber, genel olarak akışkan bir yapıya sahip olan bu maddeler, tam bir sıvı karakteri göstermez. Bu maddeler, denge durumunda bulunurlar. Üst manto ile kabuk arasındaki geçiş sahasına astenosfer denir. Buradaki değişim kimyasal bileşim farkından değil, mineralojik karakterde bir değişikliğe karşılık gelir. Yerkabuğu parçaları veya plakalar, üst mantonun üzerinde yüzerler. Katı kabuğun hemen altındaki bu zayıf dirençli seviye olan astenosfer, aynı zamanda plakaların hareketi için gerekli ivmeyi kayaların ergimesiyle sağlar. Yeryüzündeki deprem sarsıntıları ile ilgili olan kısım olduğu ileri sürülür. Yoğunluğu 3 - 4

gr/cm³ arasında olan üst manto kuşağı, yapısında büyük oranda alkali maddeler ve mineraller bulundurur.

Üst mantonun altında, yeryüzünden 700 km derinlikten başlayarak 2900 km derinliğe kadar inen alt manto bulunur ve çekirdeğe kadar ulaşan kesimdir. Kısacası çekirdeği sarar. Burası 2200 km kalınlığı ile Dünyanın önemli kalınlığa sahip olan katmanını oluşturur. Burada bazik özellikler sunan kıvamlı kesim bulunur. Bunlar daha çok billursu kayalar ve daha çok silisyum (Si) ve magnezyumdan (Mg) oluştukları için bu kata aynı zamanda, genel olarak **SİMA katı** da denir. Yoğunluğu 4 - 5 gr/cm³ arasındadır.

10.2.3. Çekirdek: Yer yüzeyinden 2900 km derinlikten başlayıp, 6370 km'lere kadar uzanan kattır. Dünya çekirdeğinin toplam kalınlığı ya da yarıçapı 3470 km'dir. Çekirdek, manto'dan **Wiechert-Gutenberg kesintisi** ile ayrılır. Çekirdeğin %80'ini demir (Fe), % 6 ilâ 10'luk kısmını nikel (Ni) ve diğer ağır elementler oluşturduğu tahmin edilir. Dünya'nın çekirdeği; **iç çekirdek** ve **dış çekirdek** olmak üzere ikiye ayrılır. *Dış çekirdek,* yer yüzeyinden 2900 km'den başlar, 5000 km'ye kadar uzanır ve kalınlığı 2200 km'dir. Bu ara katmanın yoğunluğu 5-12 gr/cm³ arasında değişir. Bu zonda, demir, nikel oksitler ile sülfitler ve silikatlar çoğunluktadır. İç çekirdek, yeryüzünden 5000 km derinlikten başlayıp merkeze 6370 km'lere kadar uzanır. 1370 km'lik bir yarıçapa sahiptir. Çekirdek en içte bulunduğu için büyük basınç altında bulunur. Yoğunluğu ortalama 12-13,6 gr/cm³ arasındadır. Çekirdeğin sıcaklığı 4000°C nin üzerindedir. *İç çekirdek*, katı ile gaz arasında bir hal sunduğu tahmin edilir (Erinç 2000: 103-117).

10.3. İzostazi:

Yerkabuğu homojen bir geosfer değildir. Aksine yükseltileri, yoğunlukları, kimyasal bileşimleri ve dolayısıyla kütleleri bir diğerinden, farklı olan birçok kısımların yanyana yer almasından meydana gelmiş bir mozaik manzarası gösterir. Farklı kabuk parçalarının yoğunlukları ve kalınlıkları da aynı değildir. Tersine, daha hafif olan kıta bloklarının daha yüksek oldukları, bunların alt kısımlarının manto içine derin bir şekilde gömülmüş bulundukları, buna karşılık Atlas Okyanusu, tabanında kabuğun yaklaşık 10 km kalınlıkta olduğu, Büyük Okyanus'ta ise pek ince bir tabakadan oluştuğu ve hattâ bu okyanus tabanının doğrudan doğruya mantodan oluştuğu bilinir. Dünyamızın bu en dış kısmı, tıpkı bir mozaik

gibidir. Fakat buna rağmen yükseltileri, kalınlıkları, bileşim ve yoğunlukları değişik olan bu farklı bloklar bir denge halinde bulunmaktadırlar. İşte, **izostazinin konusu olan ve açıklanması gereken *denge hali* budur.** Kütleleri farklı olan bu bloklar arasındaki denge nasıl sağlanmaktadır? Gözlenen ve beklenen çekim şiddeti arasındaki bu farkı dikkate alan *Pratt* bu durumu, dağların daha az yoğun malzemeden yapılmış olması ile açıklamıştır. Ona göre dağlar, yerkabuğunun çok yüksek sıcaklıklar dolayısıyla yukarıya doğru genişlemiş ve bu nedenle yoğunluğu azalmış kısımlarıdır. Aslında yerkabuğu malzemesinin, yeryüzü ile belli bir derinlikteki bir seviye arasında, alan birimi başına kütlesi her yerde aynıdır. Bu yoruma ***Pratt-Hayford görüşü*** denir. Yerkabuğu farklı yoğunluktaki bloklardan oluşur ve mantonun üzerindeki yükseklikleri yoğunlukları ile ters orantılıdır. ***Dengelenme veya eşbasınç***, yeryüzünden yaklaşık 100 km kadar derinlikte, yani astenosferde gerçekleşir.

İzostatik dengenin nasıl erişildiği hakkındaki ikinci görüş, *Airy* tarafından ileriye sürülmüştür. Buna göre, yerkabuğu yoğunlukları aynı, fakat kalınlıkları farklı bloklardan oluşmuştur. Bu bloklar, mutlaka sıvı olması gerekmeyen, fakat zayıf ve daha yoğun bir temel (Manto) üzerinde tıpkı aysbergler gibi yüzerler. Temel içine gömülme, blokların yükseltisi ile doğru orantılıdır. Bu nedenle dağlar mantoya daha derin bir şekille batmışlardır ve sanki derinlerde kökleri vardır. Dağların görünür fazlalığı, bu hafif blokların yoğun manto içinde daha fazla batmış kök kısımlarının kütle eksikliği ile karşılanır. Kabuk parçaları arasında izostatik dengelenmenin erişildiği bu derinlik yüzeyden 50 km kadar aşağıdadır. *Airy*'nin bu yorumlaması daha sona *Heiskanen* tarafından desteklenmiş ve bu nedenle ***Airy-Heiskanen görüşü*** olarak literatüre geçmiştir.

Aslında izostatik denge daha birçok yollardan gerçekleşebilir. *Pratt* ve *Airy* hipotezleri bu yollardan sadece ikisidir. Öte yandan, bu iki hipotezden hangisinin daha doğru olduğunu açıklamak güçtür. Büyük bir olasılıkla her ikisinin bileşimi, izostatik denge hakkında gerçeğe en yakın açıklamayı sağlar. Çünkü yerkabuğu blokları gerçekten tamamıyla aynı yoğunlukta olmadıkları gibi (*Pratt-Hayford* hipotezi), blokların kalınlıklarında meydana gelen değişikliklerin kompanse edilebilmeleri yani dengelemeleri de ancak astenosfer seviyesindeki **akıntılar ve kütle halindeki yer değiştirmelerle** mümkün olabilir (*Airy-Heiskanen* hipotezi).

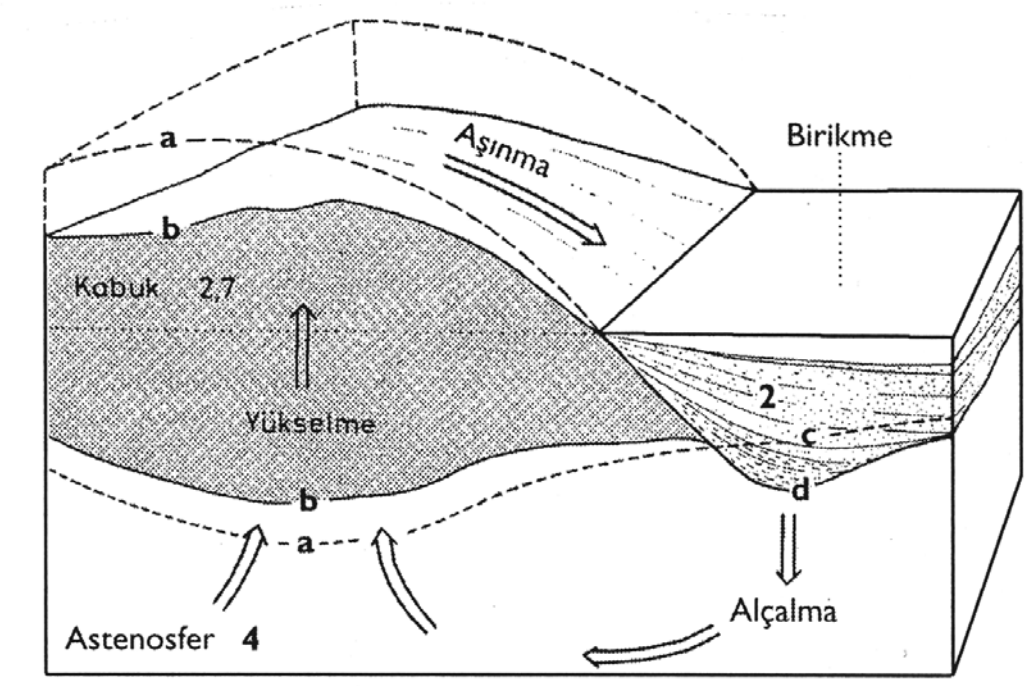
İzostazi kavramı hakkındaki bu genel açıklamalardan sonra, yeryuvarın bu bakımdan gösterdiği özellikler hatırlanırsa şu konular saptanır: Yerkabuğunda genel çizgiler ile bir denge durumu bulunmakla birlikte, bu denge her yerde gerçekleşmiş değildir. Çekim ölçmeleri, yeryuvarın bazı bölgelerinde oldukça kuvvetli izostatik anomalilerin varlığını ortaya koymaktadır. Hattâ, yüzlerce milyon yıldan beri orojenik hareketlere uğramamış olan kararlı kıta platformlarında bile +100 miligale varan ve topoğrafya ile ilgisi görülmeyen çekim anomalilerine rastlanabilmektedir. Bu gibi pozitif anomalilerin yerkabuğu içine girmiş daha yoğun malzemeden ileri geldiği ve kıta platformunun büyük direnci sayesinde dengelenmeden taşınabildiği sanılmaktadır. Yakın zamanlarda yükselmiş ve negatif anomali gösteren genç dağ kuşakları dışında, yerkabuğunun önemli negatif anomali ile karşılaşılan başlıca makro-şekillerinden birini de, okyanusların oluk şekilli derin kenar çukurları oluşturur. Buralarda su kütlesinin kalınlığı 10 km dolayındadır; anomali sürekli negatiftir ve –200 miligali geçebilir. İzostatik dengenin erişilmediğini gösteren bu çok kuvvetli negatif anomalilerin, genişleyen okyanus tabanlarını oluşturan bazaltik kabuğun bu kısımlarda eğimli bir yüzey (***Benioff zonu***) boyunca derine, kıta kütleleri altına dalması ve bunun sonucunda buralarda kenar çukurlarının meydana gelmiş olması ile ilgilidir. Bu hareket daha hızlı olduğundan, izostatik dengeye erişilememekte ve sonuçta kenar çukurlarda kuvvetli bir negatif anomaliye neden olmaktadır.

Yeryuvarı üzerinde izostatik dengeden bu tür sapmaları aslında doğal saymak gerekir. Çünkü, hâlen yeryüzünde birtakım hareketler ve kütle yer değiştirmeleri meydana gelmektedir. Devamlı olarak oluşan bu değişikliklerin, yerkabuğunun farklı parçalarının izostatik denge durumlarında az da olsa bazı değişiklikler meydana getireceği doğaldır. Ağırlaşan parçalar daha fazla batmaya, hafifleyen veya aşınarak yükseltileri azalan kısımlar ise yükselmeye çalışacaklardır. Bundan başka şunu da unutmamak lâzımdır ki, kabuk parçalarını, tam anlamıyla bir sıvı üzerinde yüzer saymak da doğru değildir. Gerçekte üst manto veya astenosfer kıvamlıdır; bozulan şartlara hızla uyum sağlamaz. Aksine, küçük değişiklikler cevapsız kalabileceği gibi, önemli kütle değişikliklerine de sürekli bir gecikme ile uyum sağlanır. Aynı zamanda bu reaksiyon, çok defa asıl etken ortadan kalktığı bir zamanda oluşabilir.

Yeryuvarın jeoloji tarihi boyunca da, kabuğun farklı kısımlarında izostatik denge birçok defalar bozulmuş ve yeniden oluşmuştur. Dengenin erişilmesi ise, şüphesiz birtakım hareketlerin gerçekleşmesi sayesinde mümkün olabilmiştir. Demek ki *izostazi,* tektonik hareketlere neden olabilecek etkenlerden biridir. Bu tür hareketlere ***izostatik hareketler*** adı verilir. Kabuk içinde veya yüzeyinde izostatik dengeyi bozacak ve yeni bir dengenin kurulabilmesi için hareketlere neden olabilecek özellikte farklı etkenler ve süreçler aktivite göstermektedir. Yeryuvarın tarihi boyunca zaman zaman, tortul tabakalardan meydana gelmiş büyük yığınlar oluşturan *kıvrımlı dağlar* meydana gelmiştir. Bu gibi haller, o sahadaki izostatik dengenin bozularak yeni şartlara göre yeni bir dengenin kurulmasını gerektirir. Dış etkenler sürekli olarak karaları aşındırmakta ve bu yolla kara kütlelerinin yükseltilerinin azalmasına ve hafiflemelerine neden olmaktadır. Bu durum, hafifleyen kıta kütlelerinin yükselerek yeniden denge haline geçmelerini gerektirir. Dış etken ve süreçlerin faaliyetleri sonucunda meydana gelen çok büyük ölçüde enkaz, yine aynı etkenler tarafından denizlere taşınarak orada depo edilmektedir. Bu maddelerin ağırlığı da deniz ve okyanus diplerindeki yerkabuğu parçalarının ağırlıklarını artırmaktadır **(Şekil 22 ve 23)**. Jeolojik geçmişte iklim değişiklikleri sonucunda milyonlarca kilometrekare genişlikte ve yüzlerce metre kalınlıkta buz örtüleri, zaman zaman kıtaların üzerinde yer almıştır. Bu yolla kıtaların kütleleri artmış, hidrosferin kütlesi azalmıştır. Kıtaların üzerine binen bu ek yük, onların denge durumlarını bozmuş ve alçalmalarına neden olmuş olmalıdır. Buna karşılık, kalın buz örtülerinin ortadan kalktıkları sıcak devirlerde, kıta kütleleri hafifleyerek yükselmiş olmalıdır. Sonuçta kabuğun farklı kısımlarında zaman zaman meydana gelen büyük ölçüde mağma enjeksiyonlarının da, bu gibi sahalarda izostatik dengenin bozulmasına yol açmıştır.

İzostatik dengede değişiklikler meydana getirebilecek özellikte olan bu kütle dağılışı değişimlerine ve onların sonucunda meydana gelmiş izostatik hareketlere pek çok örnek vermek mümkündür. Bunlardan en iyi incelenmiş olanlardan birini, Dördüncü Zaman'da birkaç kez büyük buz örtülerinin altında kalan İskandinavya ve Kuzey Kanada'daki Labrador gibi sahalarda, Pleistosen buzullaşmaları ile yerkabuğu hareketleri arasındaki ilişkiler oluşturur. Bu hareketlerin sahası ile eski buz örtülerinin sahaları arasında dikkati çeken bir uyum vardır. Bu izostatik hareketler, epirojenik kubbeleşmeler şeklinde gelişmiştir. Kuvvetli aşınmalara uğramış eski kıvrımlı sahaların, hemen hemen bir kural olarak, yükselme eğilimi göstermeleri de, izostatik denge açısından dikkate değer bir gözlemdir. Bu gibi sahalarda eski

kıvrımların üst kısımları birçok kez aşınma devreleri ile ortadan kaldırılmış ve kıvrım sisteminin kök kısmı yüzeye çıkmıştır. Aşınma devreleri hemen sürekli yükselme devreleri ile nöbetleşe birbirini takip etmiştir. Bu yükselmelerin, diğer nedenler arasında, hiç değilse kısmen, izostatik kökenli olduğu düşünülebilir. Ülkemizde de büyük ölçüdeki aşınma devrelerini hemen sürekli yükselme devreleri takip etmiştir. Örneğin Orta Toroslar'ın, bugünkü görünümü de, Alp orojenezi ile oluşan kıvrım sisteminin büyük ölçüde parçalama ve aşındırılmasından sonra meydana gelmiş kubbeleşme şeklindeki bir yükselmenin eseridir. Aynı şekilde, evrimleri boyunca kuvvetli aşınmalara uğramış, büyük ölçüde kütle kaybına uğrayarak hafiflemiş olan birçok eski kıvrımlı sahalar ve eski kütleler de, hemen genellikle daha yüksek seviyelere çıkmış bulunmaktadırlar. Kütle kaybı ile yükselme arasındaki bu sıkı alan ilişkileri, bu gibi hareketlerde izostatik etkenlerin rol oynamış olmaları olasılığını geniş ölçüde destekler.



Şekil 23 - Aşınma ve birikme süreçleri ile izostatik dengenin bozulması ve izostatik hareketlerin meydana gelişi (Erinç, 2000: 136).

Yerkabuğunda izostatik dengenin erişilmesi için kuvvetli bir eğilimin var olduğunu gösteren bu açıklamalar ve örnekler jeomorfoloji bakımından çok ilgi çekicidir. Bu yolla kuvvetli aşınmalara uğrayan sahaların sürekli yükselmeye, buna karşılık birikim sahalarının alçalmaya eğilimli oldukları anlaşılmaktadır. Doğada aşınma sahaları genellikle yüksek kısımlara, birikim sahaları ise çukur sahalara karşılık gelir. Bu gerçek, yerşekillerinin evrimi sırasında genellikle belirlenen bir özelliğin, yani genelde yükselmeye eğilimli eski aşınım sahaları ile onlar arasında yer alan daha yeni depolarla kaplı ve alçalmaya eğimli birikim sahalarının kararlılığı şeklinde gelişen karakterin, sanki bir türe miras yolu ile bir devirden diğerine nasıl vardığını açıklama konusunda yararlıdır.

İzostatik dengenin nasıl bir mekanizma ile geliştiği, jeomorfoloji bakımından önemli sonuçları olan bir konudur. Çünkü aşınmanın seyri ve aşınımın gerçekleşmesi, bu mekanizma ile yakından ilgilidir. Bilindiği üzere jeomorfolojide, çok uzun süren bir aşınma sonucunda herhangi bir kara kütlesinin yavaş yavaş yükselti kaybedeceği ve sonuçta deniz seviyesi yakınlarına kadar alçaltılarak, bir ***aşınım düzlüğü veya peneplen*** halini alacağı, genel bir ilke olarak kabul olunur. Fakat aşınma bir anda meydana gelmediğine, aksine kademeli bir şekilde devam ettiğine göre, aşınmaya uğrayarak devamlı bir şekilde hafifleyen kara kütlesinin izostatik olarak yükselmesi gerekir. Bunun anlamı, daha açık olarak şudur: Söz konusu kara kütlesinin aşındığı oranda hafifleyerek yükselecek, bu nedenle hiçbir zaman deniz seviyesine kadar indirilemeyecek ve sonuç olarak izostatik dengenin erişilmesi için var olan eğilim, en sonunda aşınım düzlüğünün yani peneplenin meydana gelmesine olanak vermeyecektir. Görülüyor ki bu duruma göre, bugünkü jeomorfolojinin temel kurallarından biri olan peneplen kavramı tehlikeye düşmektedir.

Fakat izostatik dengenin hangi şartlar altında oluştuğu düşünülür ve özellikle üst mantonun karakterleri dikkate alınırsa, son aşınım düzlüklerinin meydana gelmesinin olanaksız olmadığı sonucuna ulaşılır. Eğer kara kütleleri ile bunların üzerinde yüzdükleri manto arasında yoğunluk farkı olmasa idi ve bundan başka manto, etkilere karşı geç cevap veren bir madde karakterine sahip bulunmasa idi, kara kütlelerinin ve kıvrımlı dağların peneplenleşmeleri gerçekten olanaksızlaşırdı. Oysa mantonun çok geç reaksiyon göstermesi sayesinde, aşınmalar sonucunda kütle kaybederek hafifleyen karaların izostatik olarak yükselmeleri gecikir. Bu arada kara, aşınma dolayısıyla yükselti kaybetmiş bulunur. Geniş

ölçüde aşınıma olanak sunan ikinci ve belki en önemli sebep, kabuk ile manto arasındaki yoğunluk farkıdır. Geçmişte de açıklandığı üzere, kıta kütleleri granit bileşiminde ve aşağı yukarı onun yoğunluğundadır. Bunu 2,7 gr/cm^3 olarak kabul edebiliriz. Buna karşılık mantonun bileşimi ultrabazik kayalara benzer ve yoğunluğu, izostatik denge yüzeyi yakınlarında 4 gr/cm^3 civarındadır. O halde, aynı hacimde olan kabuk ve manto sütunlarının kütleleri aynı değildir. 2,7 metre yükseklikteki bir manto sütununa eşit kütledeki kabuk sütununun yüksekliği 4 metredir. Buna göre, 4 metrelik bir aşınma halinde, izostatik dengenin erişilebilmesi için 2,7 metre kalınlıkta bir manto tabakasının kara altına geçerek onu yükseltmesi yeterlidir. Bu durumda 4 m aşınmaya karşı karanın net yükselti kaybı sadece 4,0-2,7 = 1,3 metre olacaktır. O halde, 4000 metrelik bir dağın izostatik dengeye erişilmek şartı ile deniz seviyesine kadar indirilebilmesi için yerkabuğunun (4000x4): 1,3 = 12300 metrelik bir kısmının aşınma ile ortadan kaldırılması gerektiği sonucuna varılır. Gerçekte aşınım, mantonun geç reaksiyon göstermesi sayesinde daha sınırlı ölçüde bir aşındırma aktivitesi sonucunda gerçekleşebilir. Fakat bu durumda bile, aşındırılan kütlenin hacmi ve kalınlığının yine çok büyük olması gerekir. Görülüyor ki yüksek bir dağın deniz seviyesine kadar aşındırılması, ancak açıklanan bu şartlar sayesinde izostatik bakımdan mümkündür.

Bu düşüncelerden jeomorfolojik bakımından izostazi kavramının önemli bazı sonuçlarına ulaşılabilir:

1 – Eskiden büyük bir yükseltide olan sahaların peneplen haline geçmiş olmaları, çok büyük ölçüde maddenin aşınım ile ortadan kaldırılmış olduğunu açıklar. Bu gibi sahalarda eski dağların veya diğer tektonik yapıların kök kısımlarının ortaya çıkmış olması gerekir. Gözlemler bu görüşü genellikle doğrular.

2 – Yüksek bir sahanın peneplenleşmesi, çok büyük ölçüde aşınmaya bağlı olduğuna göre, aynı zamanda jeolojik ölçüde de çok uzun bir zamana gereksinim gösterir. Yerkabuğu hareketleri bakımından bu kadar uzun sakin devrelerin jeolojik geçmişte sık sık tekrar ettikleri düşünmek güçtür. O halde, aşınım faaliyetinin genellikle tamamlanamadan kesintiye uğraması olasıdır. ***Polisiklik topoğrafyalar***'ın doğada çok yaygın olmaları olasılıkla bununla yakından ilgilidir.

3 – Yeryüzünde izostatik dengenin erişilmesi yolunda var olan eğilim, peneplenleşmeleri olanaksız kılmamakla beraber, geniş ölçüde güçleştirir. Mantonun geç reaksiyon göstermesi

de, daha çok jeolojik anlamda kısa süreler için söz konusu olabilir. Buna göre, ilksel yükseltileri çok fazla olan sahaların peneplenleşmesi söz konusu olduğunda, aşınması gereken kütlenin büyüklüğünü ve bunun için gerekli olan zamanın uzunluğunu sürekli dikkate almak ve peneplen kavramını aşırı bir cömertlikle kullanmaktan kaçınmak gerekir. Özellikle, daha yeni depolar üzerinde uzandığı varsayılan peneplenlerden hiç değilse bir kısmının, aslında dış etkenlerle tabaka başlarının hafifçe aşındırılarak bir aşınım yüzeyi görünümü kazanmış ilksel dolgu yüzeyleri olabileceği sürekli dikkate alınmalıdır.

4 – Buna karşılık, ilksel yükseltisi az olan sahalarda peneplenlerin meydana gelmesi, oldukça daha sınırlı ölçüde bir aşınma ile ve daha kısa bir zamanda gerçekleşebilir. Bu, üzerinde durulması gereken önemli bir noktadır.

5 – Yukarıdaki açıklamalara göre aşınım düzlüklerinin oluşumlarından sonra, izostatik denge dolayısıyla yükselmeleri gerekir. Gerçekte yükselmiş aşınım yüzeyleri, deniz seviyesindekilere oranla çok daha yaygındır. Ayrıca, yerkabuğu hafif olmasından ötürü bu hareketlerin yukarı doğru hızla yükselmeler şeklinde olmuş olduğu düşünülebilir. Bu, jeomorfolojik şekillenmeyi etkileyen önemli bir konudur (Erinç 2000: 131-139).

Uygulamalar

Konu ile ilgili kitapları gözden geçiriniz.

Konu ile ilgili internet sitelerine başvurunuz.

Uygulama Soruları

Konu ile ilgili kitapları gözden geçirdiniz mi? **Konu ile ilgili internet sitelerine başvurdunuz mu?**

Bu Bölümde Ne Öğrendik Özeti

Onuncu konuda, yeryuvarın yapısı açıklamış, özellikleri anlatılmıştır. Yeryuvarın katmanları hakkında bilgiler sunulmuştur. İzostazi konusu ele alınmış ve detaylandırılmıştır. Konu, bilhassa fotoğraf, tablo ve şekillerle desteklenmiştir.

10. Bölüm Soruları

1- Aşağıda sayılanlardan hangisi yeryuvarın ana katmanlarından biri değildir?

a) Manto b) Astenosfer c) Kabuk d) Çekirdek e) Hidrosfer

2- Yeryuvarın katmanlarını derinden-yüzeye sıralayınız.

1- ……
2- ……
3- ……

3- "En üstte ve dünyanın ikinci katmanını sarar. Yaklaşık 70-80 km en fazla 100 km'lik kalınlığa sahiptir. Ortalama kalınlığı 33 km'dir. En dışta bulunan 4,6 milyarlık Dünya'nın oluşum yaşıyla birlikte soğuduğu için, genelde katı haldedir. Kendisine verilen ismi, eskiden beri litosfer (=taşküre) terimi ile aynı anlamda kullanılmıştır. Bu ince katman, silisyum (Si) ve alüminyum (Al) elementlerinin fazlalığından dolayı, bunların kimyasal elementlerinin simgelerinin birleştirilmesinden oluşan sözcükle, genel olarak **"SİAL"** olarak da anılır."

Yukarıda yeryuvarın hangi katmanının genel özellikleri açıklanmıştır?

a) Kabuk b) Manto c) Çekirdek

4- "Yeryuvar, derinlere doğru inildikçe yoğunlukları artan içiçe kütlelerden meydana gelir. …….. adı verilen bu konsantrik kürelerden en dışarıda yer alan atmosfer ile hidrosferin, hattâ bir dereceye kadar litosferin yoğunluklarını doğrudan doğruya belirlemek mümkündür." **Yukarıdaki boşluk aşağıdakilerden hangisi ile tamamlanabilir?**

a) Kabuk b) Manto c) Astenosfer d) Geosfer e) Biyosfer

5- "Dünya'nın en iç katmanını saran veya yeryüzünden 70-80 km derinden başlayıp, 2900 km derinliğe kadar inen, ortalama 2820 km'lik kalınlıktaki sıvı katmana verilen isimdir. Moho kesintisi ile bu kesim dış katmandan ayrılır. Daha çok billursu kayalar ve silisyum (Si) ile magnezyumdan (Mg) oluştukları için bu kata aynı zamanda, genel olarak **SİMA katı** da denir. Yoğunluğu 4 - 5 gr/cm³ arasındadır."

Yukarıda yeryuvarın hangi katmanının genel özellikleri açıklanmıştır?

a) Kabuk b) Manto c) Çekirdek

6- "Yerkabuğu homojen bir geosfer değildir. Aksine yükseltileri, yoğunlukları, kimyasal bileşimleri ve dolayısıyla kütleleri bir diğerinden, farklı olan birçok kısımların yanyana yer almasından meydana gelmiş bir mozaik manzarası gösterir. Farklı kabuk parçalarının yoğunlukları ve kalınlıkları da aynı değildir. Tersine, daha hafif olan kıta bloklarının daha yüksek oldukları, bunların alt kısımlarının manto içine derin bir şekilde gömülmüş bulundukları, buna karşılık Atlas Okyanusu, tabanında kabuğun yaklaşık 10 km kalınlıkta olduğu, Büyük Okyanus'ta ise pek ince bir tabakadan oluştuğu ve hattâ bu okyanus tabanının doğrudan doğruya mantodan oluştuğu bilinir. Dünyamızın bu en dış kısmı, tıpkı bir mozaik gibidir. Fakat buna rağmen yükseltileri, kalınlıkları, bileşim ve yoğunlukları değişik olan bu farklı bloklar bir denge halinde bulunmaktadırlar."

Yukarıdaki genel özellikleri ile aşağıdakilerden hangisinin tanımı yapılmıştır?

a) Orojenez b) Epirojenez c) Jeosenklinal d) Geosfer e) İzostazi

7- "Yer yüzeyinden 2900 km derinlikten başlayıp, 6370 km'lere kadar yerin merkezine doğru uzanan kattır. Bu kesimin toplam kalınlığı ya da yarıçapı 3470 km'dir. Burası, üstündeki katmandan **Wiechert-Gutenberg kesintisi** ile ayrılır. %80'ini demir (Fe), % 6 ilâ 10'luk kısmını nikel (Ni) ve diğer ağır elementler oluşturduğu tahmin edilir."

Yukarıda yeryuvarın hangi katmanının genel özellikleri açıklanmıştır?

a) Kabuk b) Manto c) Çekirdek

8- Yerkabuğu kaç kısımdan meydana gelir? İsimlerini sıralayınız.

9- Yerkabuğunun yoğunluğu kaç gr/cm^{3}tür?

a) 3 b) 5 c) 10 d) 13 e) 20

10- "Yerkabuğu iki kısımdan oluşur. Bunlardan üstte **litosfer =……**, onun altında ise **astenosfer = …….** bulunur."

Yukarıdaki ifadeye göre boşluklar aşağıdakilerden hangi ikli ile doldurulmalıdır?

a) Bazaltik kabuk – Andezitik kabuk

b) Bazaltik kabuk – Gabrolu kabuk

c) Granitik kabuk – Bazaltik kabuk

d) Granitik kabuk – Demirli kabuk

e) Trakitik kabuk – Nikelli kabuk

Cevaplar

1- **b)** Astenosfer
2- **1.Çekirdek, 2.Manto, 3.Kabuk**
3- **a)** Kabuk
4- **d)** Geosfer
5- **b)** Manto
6- **e)** İzostazi
7- **c)** Çekirdek
8- **2 kısımdan oluşur: 1)Litosfer, 2) Astenosfer**
9- **a)**3
10- **c)Granitik kabuk - Bazaltik kabuk**

11. BÖLÜM

YERKABUĞU'NUN HAREKETLERİ: İÇ ETKENLER VE SÜREÇLER; OROJENİK HAREKETLER, EPİROJENİK HAREKETLER, FAYLANMALAR, VOLKANİZMA VE DEPREMLER

Bu Bölümde Neler Öğreneceğiz?

11.1. Orojenik Hareketler

11.2. Epirojenik Hareketler

11.3. Faylanmalar

11.4. Volkanizma

11.5. Depremler

Bölüm Hakkında İlgi Oluşturan Sorular

1- **Yerkabuğu hareketleri nelerdir?**
2- **İç etkenler ve süreçler ile dış etkenler ve süreçlere örnekler veriniz.**
3- **İç etkenleri sıralayınız.**
4- **Orojenez ve epirojenezi anlatınız.**
5- **Kaç çeşit vardır?**
6- **Volkanizma ve depremselliği anlatınız.**

Bölümde Hedeflenen Kazanımlar ve Kazanım Yöntemleri

Konu	**Kazanım**	**Kazanımın nasıl elde edileceği veya geliştirileceği**
Yerkabuğu'nun Hareketleri: İç Etkenler ve Süreçler; Orojenik Hareketler, Epirojenik Hareketler, Faylanmalar, Volkanizma ve Depremler	Orojenik Hareketler	Metin, sunum ve görselleri izleyerek ve konuyu tekrar ederek
Yerkabuğu'nun Hareketleri: İç Etkenler ve Süreçler; Orojenik Hareketler, Epirojenik Hareketler, Faylanmalar, Volkanizma ve Depremler	Epirojenik Hareketler	Metin, sunum ve görselleri izleyerek ve konuyu tekrar ederek
Yerkabuğu'nun Hareketleri: İç Etkenler ve Süreçler; Orojenik Hareketler, Epirojenik Hareketler, Faylanmalar, Volkanizma ve Depremler	Faylanmalar	Metin, sunum ve görselleri izleyerek ve konuyu tekrar ederek
Yerkabuğu'nun Hareketleri: İç Etkenler ve Süreçler; Orojenik Hareketler, Epirojenik Hareketler, Faylanmalar, Volkanizma ve Depremler	Volkanizma	Metin, sunum ve görselleri izleyerek ve konuyu tekrar ederek
Yerkabuğu'nun Hareketleri: İç Etkenler ve Süreçler; Orojenik Hareketler, Epirojenik Hareketler, Faylanmalar, Volkanizma ve Depremler	Depremler	Metin, sunum ve görselleri izleyerek ve konuyu tekrar ederek

Anahtar Kavramlar

Yerkabuğu hareketleri, iç etkenler ve süreçler, orojenez, epirojenez, faylanmalar, volkanizma, depremsellik

İç Etkenler ve Süreçler: Yeryüzünde görülen morfolojik şekillerin büyük boyutta olanları, yerkabuğunun bazı iç kuvvetlerle biçim değiştirmesi sonucu oluşmuştur. Yüzlerce kilometre boyunca uzanan sıradağlar, eski denizlerin dibinde birikmiş tortulların kıvrılmasıyla meydana gelmiştir. Bazı dağlar, volkanlar ve lâv örtüleri ise, mantodan çıkan kızgın mağmanın birikmesiyle oluşmuştur. Yerkabuğunun bazı kısımları toptan yükselerek platolara; bazı kesimleri kırılarak çanak, çukur ve havzalara dönüşmüştür. Bazı kara parçaları da deniz altına dalmıştır. Bu tür jeomorfolojik şekillerin oluşması, yerkabuğunun bazı kuvvetlerin etkisi altında hareket etmesinin sonucudur. Bu tür hareketlerin tümüne **tektonik hareketler** (=yerkabuğu hareketleri) adı verilir. Bu hareketlere yol açan kuvvetlerin kaynağı, Dünyamızın içinde depolanmış, yeryuvarın kesitine bakıldığında görüleceği üzere; 600-1200°C sıcaklığa sahip olan **mağma**'nın oluşturduğu enerjidir. Bu nedenle bunlara **iç etkenler (= İç Kuvvetler)** denir. İç kuvvetlerle meydana gelen morfolojik şekiller; akarsular, buzullar, rüzgârlar, dalgalar **(Foto 85)**, akıntılar, yeraltısuları, yüzeysel sellenme, çözülme, kütle hareketleri gibi etken ve süreçlerle işlenirler. Bunlara ise; **dış etkenler (=dış kuvvetler)** denir. Bütün bu dış olaylar için gerekli enerjinin kaynağı ise, 5800°C yüzey sıcaklığına sahip **güneş**'tir (Erinç, 2000). Canlıların yaşamı da bu iki ana etkene bağlıdır.

Foto 85 – Yeryüzünü şekillendiren dış kuvvetlere birer örnek: akarsu, buzul, rüzgâr, dalga.

İç kuvvetler yerkabuğunu bazı yerlerinde genelde bindirmelerle oluşmuş **sıkışma (Foto 86),** bazı yerlerinde de açılmalarla **gerilme (Şekil 24** ve **Foto 87)** rejimi şeklinde kendini gösterir. Yan basınçlarla meydana gelen sıkışmalar sonucunda yerkabuğunun bazı yerlerinde kıvrımlı dağlar oluşur. Bazı yerlerinde ise, saha toptan yükselir veya çanaklaşarak alçalır. Gerek bu olaylar, gerekse kıvrılmalar sırasında kırılmalar da oluşabilir. Kırılan yerkabuğu parçaları alçalır veya yükselirler; bazen de kırıklar boyunca yatay doğrultuda yer değiştirirler. Derinlerdeki mağma, bu kırıklar boyunca yeryüzüne çıkar; volkanik dağlar, lâv akıntıları, lâv ve tüf örtüleri oluşur. Yerkabuğunun kırıklarla kesilmiş parçalarının oynaması ise, deprem denilen yerkabuğu titreşimlerine neden olur. İç etkenlerin, gerilme şeklinde

kendini gösterdiği yerlerde yerkabuğu incelir, alçalır ve genellikle kırılarak parçalanır. İç kuvvetlerin yerkabuğunda oluşturduğu değişiklikler; türüne, biçimine ve sonuçlarına göre 5 grupta toplanabilir: **(1)orojenez, (2)epirojenez, (3)faylanmalar, (4)volkanizma** ve **(5)depremler** (Erinç, 2000).

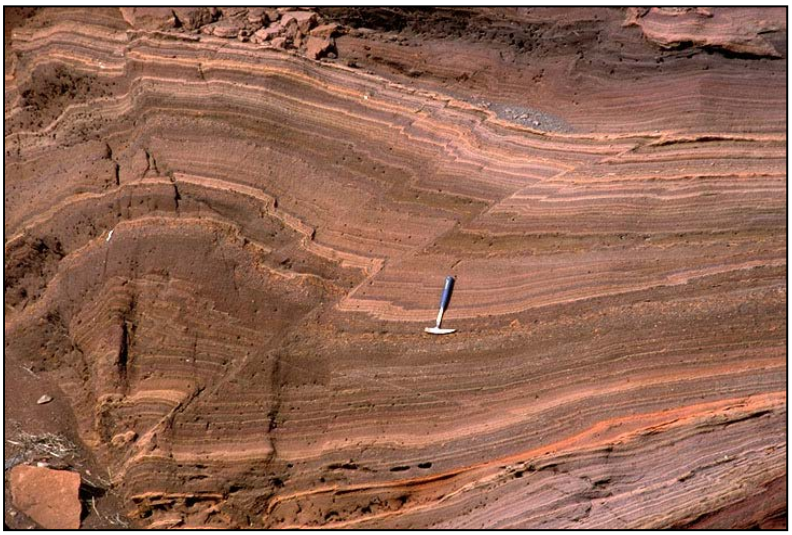
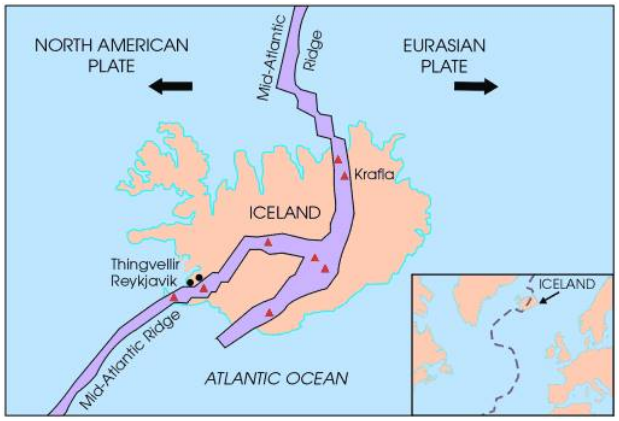


Foto 86 – ABD-Güney Oregon'da bir bindirme (şariyaj)(www.marlimillerphoto.com)
Not: Aradaki çizgi şariyaj hattıdır.



Şekil 24 – İzlanda Adası'ndaki gerilmeli açılmalar.

Foto 87 – İzlanda'da Hingvellir Ulusal Parkı'ndaki açılma.

(Kaynak: Arif Ümit Tolluoğlu)(Lütfen bunları, Şekil 47'daki "Atlantik Ortası Sırtı" ile birlikte inceleyiniz).

11.1. Orojenik Hareketler: Kıvrımlı Dağların oluşumuyla sonuçlanan tüm yerkabuğu hareketlerine **orojenez** denir. Bu hareketlere de **orojenik hareketler (= Dağoluş hareketleri)** adı verilir. Kıvrımların meydana gelmesi iki ana koşula bağlıdır: (1)Kalın tortul tabakaların varlığı, (2)Bunları sıkıştıran yan basınçlar. Buna göre kıvrımlı dağlar ancak, Buna göre; kıvrımlı dağlar ancak, yerkabuğunda bu şartlar altında gerçekleştiği belli kesimlerde oluşur. Yer kabuğunun, zamanla kıvrımlı dağlara dönüşen ve içinde kalın tortul tabakalarının birikmiş olduğu kesimlerine **jeosenklinal** denilir. Jeosenklinaller, kıtaların kenarında veya yakın okyanus ve denizlerle kaplı derince çukur birikme alanlarıdır. Karalardan dış etkenlerle dış etkenlerle aşındırılan maddeler sürekli olarak buralarda birikir. Jeosenklinallerin tabanları, bir yandan biriken bu tortulların ağırlığı nedeniyle, daha çok yan basınçların etkisiyle yavaş yavaş alçalır. Bu sayede buralarda kalın tortul tabakalar birikebilir. Jeosenklinalin tabanı alçaldıkça, tortul tabakalar sıcaklığın basıncın yüksek olduğu derinlere iner. Bunun sonucunda tortul tabakalar ve tabakaları oluşturan taşlar, kolayca şekil değiştirme özelliği kazanırlar. Çünkü sert taş bile, büyük basınçlar ve yüksek sıcaklıklar altında adeta plastik bir madde gibi kolayca bükülür, kıvrılır, hatta akar. Zamanla yan basınçların artması, jeosenklinalin giderek daralmasına ve içindeki tortulların çeşitli şekillerde katlanarak, kıvrılıp deniz seviyesinin üzerinde yükselmelerine neden olur. Bunun sonucunda da, jeosenklinalin yerinde kıvrımlı bir dağ sırası meydana gelir **(Foto 88)**.

Orojenez'in Nedenleri: Orojenezin ve genellikle yerkabuğu hareketlerinin nedenleri hakkında İlkçağ'dan bu yana pek çok teori ve hipotez ileriye sürülmüştür. Bunlardan hemen her görüşün taraftarları ve karşıtları olmuştur. Bu nedenden ve aslında morfolojik önemi bakımından ikinci planda kalması dolayısıyla, bu konu üzerinde burada fazla durulmayacak ve ancak, bu kuvvetlerin kökeni ve hareketlerin mekanizması hakkında ileriye sürülmüş olan bazı hipotezleri, gruplar halinde toplayarak kısaca ve olanaklar ölçüsünde kronolojik bir sıra ile açıklamakla yetinilecektir. Bu bakımdan, birbirine az çok yakınlık gösterenleri biraraya toplamak yoluyla, 4 dört fikir grubu bulunur.

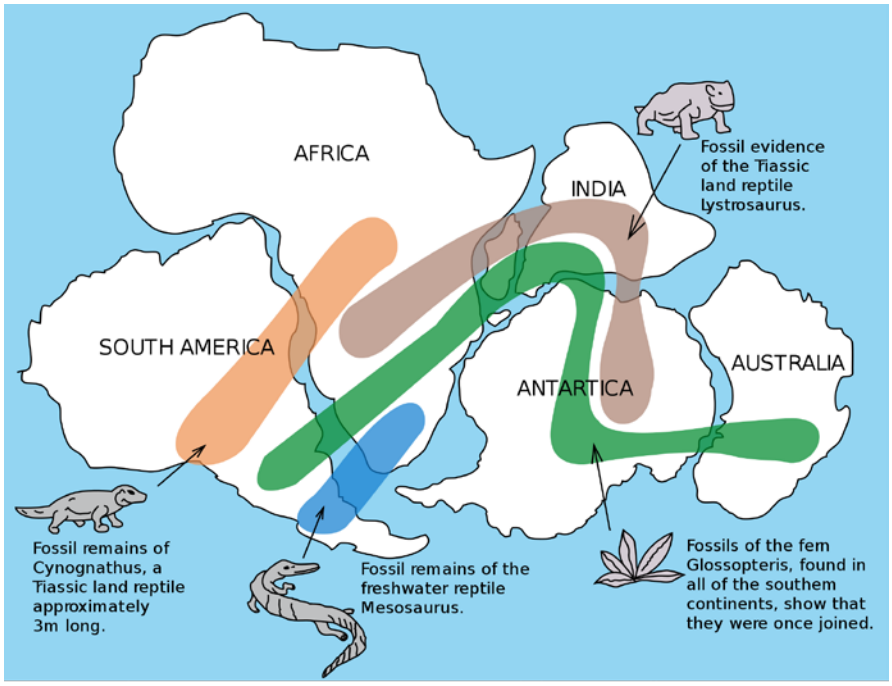
1 – Elevasyon hipotezi. Geçen yüzyılda ***A.von Humboldt*** ve ***von Buch*** gibi bilginlerin savundukları bu düşünceye göre, orojenik hareketler yeryuvarın iç kısımlarındaki ergimiş kızgın maddelerin (mağma) doğrudan doğruya yerkabuğu üzerinde yaptığı etkilerden ileri gelmektedir. Bu hipotez bugün tamamen terkedilmiş bulunuyor. Çünkü doğrudan

doğruya böyle bir ilişki saptanmadığı gibi, yalnız kıvrımlı dağların değil, volkan konilerinin bile lavların birikimi ile oluştukları gerçeği ortaya konmuş bulunuyor. Bununla birlikte, bu hipotez ile orojenik hareketleri manto veya astenosfer içindeki hareketlere katan daha yeni bazı hipotezler arasında, asıl düşünce bakımından bir yakınlık bulunduğu da, gözden kaçmamaktadır. Okyanus dorsallerinin oluşumu hakkındaki çağdaş görüş, buna bir örnek olarak gösterilebilir.

2 – Büzülme (kontraksiyon) hipotezi. Uzun bir süre boyunca hüküm sürmüştür. Bununla birlikte, 20. yüzyıl başlarında düzeltilmesi yolunda oluşturulan çabalara karşın, bu hipotez de bugün gözden düşmüştür. Bu geliştirilmiş şekli ile büzülme hipotezinin aslı şudur: Dünyamızın zamanla soğumakta, iç kısımlarının sıcaklığı azalmaktadır. Bu yüzden merkezi kısımlarının hacmi küçülmektedir. Litosfer boşlukta duramayacağına göre, bu büzülmeye uymak zorunda kalır. Fakat litosferin büzülmesi, her tarafında düzgün kıvrımlar halinde olamaz. Çünkü bazı kısımları eskiden beri sertleşmiştir. Bu stabil kısımlarda büzülme ancak kırıklar veya çökmeler şeklinde meydana gelebilir. Buna karşılık, litosferin mobil sahalarında, yani jeosenklinallerde büzülme kıvrılmalar halinde gelişir. Büzülme hipotezine karşı ileriye sürülen başlıca karşı düşünceler şu şekilde özetlenebilir: a- Dünyanın en eski devirlerden beri soğumakta devam ettiği düşüncesi kanıttan yoksundur. Çünkü teorik hesaplara göre, örneğin Alpler boyu- tunda bir kıvrımlı yapının oluşması için 2400 derecelik bir soğumaya gereksinim vardır. Başka kelimelerle, yerküre tarihi boyunca meydana geldiği bilinen orojenik dönemlerin her biri için, en aşağı bu kadar bir soğuma kabul etmek gerekir. Bu halde, Prekambriyen'de veya hattâ Paleozoik'te dünyanın çok sıcak olduğunu kabul etmek kaçınılmaz olur. Oysa bu, jeofiziğin ortaya koyduğu sonuçlara uymadığı gibi, jeolojik tarihin verileri ile de ters düşmektedir. Örneğin, bu durumda Paleozoik'teki buzullaşma dönemlerini açıklamaya olanak kalmamaktadır. b- Büzülme hipotezinde, radyoaktif maddelerin yerin sıcaklığı üzerindeki etkileri hiç dikkate alınmamıştır. c- Büzülme hipotezine göre mutlak yükselme olanaksızdır; yükselmeler ancak belli orandadır.

3 - Yerkabuğu hareketleri konusunda ileriye sürülmüş olan farklı görüşlerden birisi **kıtaların kayması teorisi**'dir. ***Alfred Wegener***'in geliştirdiği bu teoriye göre; yerkabuğu başlangıçta bir bütündü ve sonradan parçalara ayrılmıştır. Manto üzerinde yüzen bu parçalar çeşitli kuvvetlerin etkisiyle yer değiştirerek birbirlerinden uzaklaştılar. Karaların bu yatay

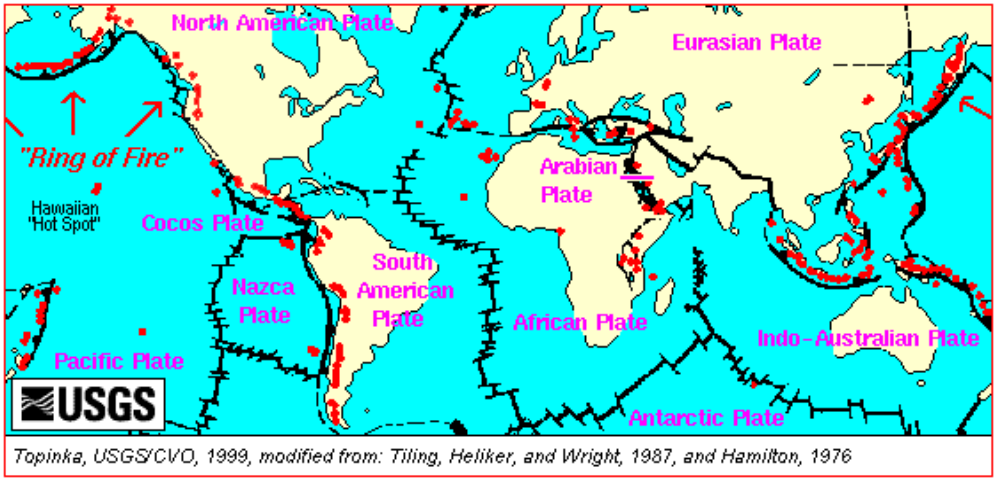
hareketleriyle kıtalar oluşurken; aralarındaki boşluklara suların dolmasıyla da okyanuslar ve denizler oluşmuştur. Kıtaların eskiden bir bütün olduğunu; kıyı şekilleri uyum, levhaların yaşları, eski buzul birikim tabakaları ve fosiller bakımından benzerlik gibi kanıtlar destekler. Örneğin Atlas Okyanusu'nun her iki kıyısında biçim ve jeolojik yapı bakımdan bakımından benzerlik gösterir **(Şekil 25)**(Erinç, 2000).



Şekil 25 – 200 milyon yıl önce güney kıtaları olarak Güney Amerika, Afrika, Hint, Antarktika ve Avustralya kıtalarının birlikte olduğunun kanıtı, sadece bunların ayrılamdan önceki kıyılarının uyumluluğu ile değil; aynı zamanda bu kıtalarda Glossopteris adlı bitki türünün yaşaması sürdürmüş olmasıdır.
http://pubs.usgs.gov/gip/dynamic/continents.html

4 - Günümüzde en çok benimsenen ve gözlemlerle de desteklenen görüş, **plaka tektoniği teorisi'**dir **(Şekil 26)**. Bu görüşte de yerkabuğunun plaka (=levha) denen çeşitli parçalardan oluştuğu kabul edilir. Plakaların bir kısmını kıtalar veya kıtaların genişçe parçaları; bir kısmını da okyanus tabanları veya parçaları oluşturur. Okyanus tabanlarındaki levhaların sınırlarını, okyanus sırtları meydana getirir. Bu sırtlar, mantodan yükselen lavların sokulmasıyla yavaş yavaş yükselir; bu sırada gerilmeye uğrayarak açılarak kırılır ve genişlerler. Bu olaya *okyanus tabanlarının genişlemesi* denir. Okyanus tabanlarındaki plakalar, daha yoğun malzemeden oluşmuştur. Bunlar yükselen okyanus sırtlarından kıtalara

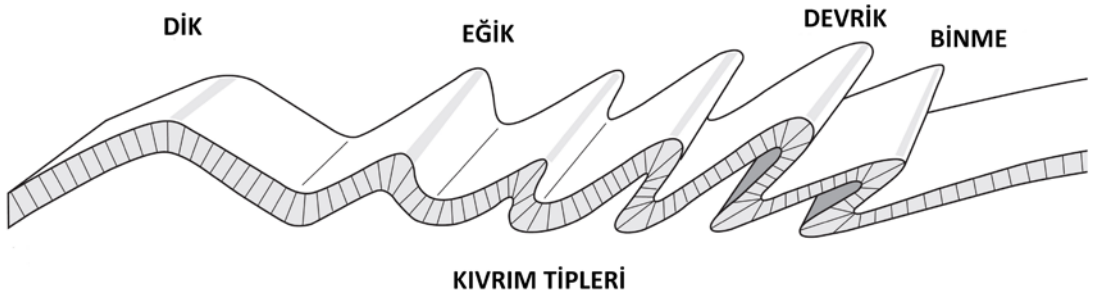
doğru meydana gelen eğime uyarak hareket eder. Bu hareketin hızı yılda birkaç santimetre kadardır? Okyanusal plakalar, kıtasal plakalarla karşılaştıkları yerlerde, kıtasal plakanın altına dalarlar. Çünkü bazik olduklarından daha ağırdırlar. Bunun sonucunda kıtaların kenarlarında *derin okyanus hendekleri* meydana gelir. Okyanus tabanlarında ve hendeklerde çökelmiş tortul tabakalar, bu dalma-batma bölgesinde sıkışarak kıvrılırlar. Dağ oluşumuna (=orojenez'e) yol açan yan basınçların nedeni bundandır (Erinç, 2000).



Şekil 26 – Yeryüzündeki Levhalar (USGS'den).

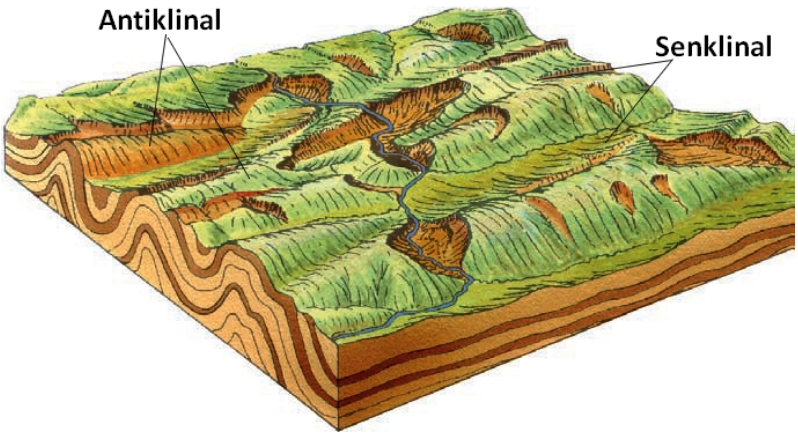
Orojenez sırasında tabakalar yalnız kıvrılmakla kalmaz; yer yer kırılır, faylarla kesilirler. Sıkışma çok kuvvetliyse, tabakalar birbiri üzerine çıkarak sürüklenir. Derinlerden gelen mağma da yer yer kıvrımlar arasına sokulur ve lav-tüf aratabakalı tortullar oluşur. Kıvrılmaların birçok çeşidi vardır; *dik* kıvrım olabileceği gibi; *eğik, devrik, yatık* **(Foto 89)**, *bükülme, binme* ya da *bindirme* şeklinde kıvrımlar da olabilir **(Şekil 27)**. Düzenli ve basit bir kıvrımın kemer şeklindeki yüksek kısmına **antiklinal**, çanak gibi çukurlarmış kısmına **senklinal** denir **(Şekil 28)**(Erinç, 2000).

Foto 88 – Kıvrımlı dağ oluşumuna bir örnek: Güney Amerika batısında uzanan And Dağları.



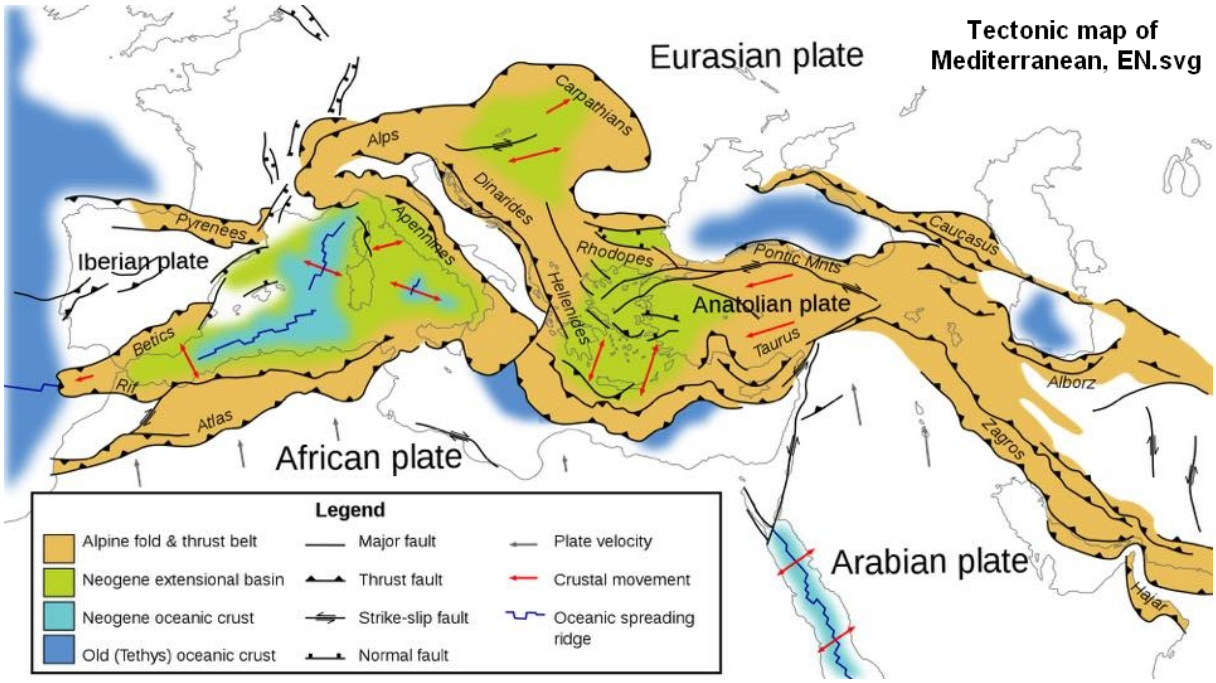
Şekil 27 – Farklı açılarıyla kıvrım tipleri (thehiddenwater.wordpress.com'dan düzenlenerek).

Foto 89 – Yatık kıvrımlı tabakalardan oluşmuş bir kıvrım.



Şekil 28 - Antiklinal ve senklinal sistemlerinden oluşmuş bir kıvrımlı saha ve akarsu ilişkisi (Litosfer-hidrosfer karşılıklı etkileşimi).

Jeosenklinallerin ortak özellikleri, çok geniş birikim alanları olmaları ve tabanlarının oynak olmasıdır. Bunları küçük birikim alanlarıyla karıştırmamak gerekir. Jeosenklinaller boyutlarına ve konumlarına göre bazı tiplere ayrılır. Bazıları kenar denizlerin tabanlarındaki dar, uzun ve sığ çanaklaşma alanları biçimindedir. Fakat bazıları, kıtalar arasında yer alır. Bunlar bir okyanus kadar geniştir ve birçok bölümlere ayrılmıştır. Örneğin Türkiye'de kıvrımlı dağlar ve bütün Alp Sistemi **Tetis** adı verilen böyle bir jeosenklinalde oluşmuştur. Tetis, kuzeyde Avrasya, güneyde Afrika-Arabistan eski kütleleri arasında yer alan ve başlangıçta bir okyanus kadar geniş bir jeosenklinaldi. Akdeniz, Karadeniz, Basra Körfezi, hatta göl niteliğindeki Hazar Denizi giderek daralmış olan bu jeosenklinalin günümüzdeki kalıntılarıdır **(Şekil 29)**. Bunlardan her birinin tabanında da binlerce metre kalınlıkta, henüz kıvrılmamış tortul tabakalar vardır (Erinç, 2000).

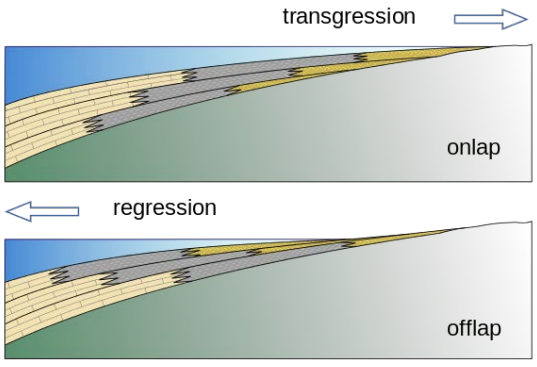


Şekil 29 – Akdeniz Havzası ve Çevresinin Neotektonik Haritası (EN.svg).

11.2. Epirojenik Hareketler:

Yerkabuğunun kıvrılıp katılaşan kesimleri, artık yeniden kıvrılamaz. Bu gibi yerler, yan basınçlarınla sıkıştırıldıkları zaman kubbeleşir, çanaklaşır; geniş alanlarda dalgalanarak biçim değişikliklerine uğrarlar; hatta yer yer faylanarak kırılırlar. Bu hareketler sırasında

tabakaların durumu bozulmaz. Fakat arazinin eğim şartları ve yükseltisi değişir. Bu tür hareketlere **epirojenik hareketler** (=Kıtaoluş hareketleri) adı verilir. Bunların asıl nedeni yan basınçlardır. Bununla birlikte, -örneğin buzul erimeleri ya da aksi durumlarda- kıtaların hafiflemesi veya yük binmesi de bu tür hareketlere yol açar. Bunun en tipik örnekleri İskandinav ve Kanada'da görülür. Bu bölgeler, Kuaterner'in ilk dönemi olan Pleistosen'de 1000-2000 m kalınlıkta buzul örtüleriyle kaplanmıştı. Holosen'de yani 11.000-18.000 yılları arasında buzulların erimesi sonunda üzerlerindeki yük azalmıştır. Bu nedenle buralar, Buzul Devri'nin sona ermesinden sonra topluca yükselmeye başlamış; süregelen bu yükselme İskandinavya'da 200 m'yi geçmiştir. Dış kuvvetlerin milyonlarca yıl çok uzun sürede karalardan tonlarca taş, toprak koparıp denize taşıması yüzünden de karalar hafifleyerek yükselmektedir. Karaların aşınarak veya iç kuvvetlerle yükselmesi sonucu denizler geriler ve deniz altındaki bazı alanlar su üstüne çıkarak karalara katılır ve karalaşır. Bu olaya **regresyon** (=deniz çekilmesi) denir. Bunun tam tersi durumda lâvlar, birikmeler, buzullaşma vb. olaylar sonucu yükü artan karalar ağırlaşarak veya iç kuvvetlerin etkisiyle çöker. Bu alçalma sonucunda denizler karalara doğru ilerler ve kara parçaları sular altında kalır. Bu olaya da **transgresyon** (=deniz basması) denir **(Şekil 16** ve **30)**. Yer'in geosferlerinden litofer ve hidrofer ilişkisi yani kayalarla-suların ilişkisi bir kez daha net olarak orta çıkar ve karşılıklı etkileşim sonuçları farklı yerşekillerinin oluşmasına neden olur. Ülkemizden bir örnek vermek gerekirse: Türkiye'deki epirojenik hareketlerin nedeni, Alp kıvrımlarının oluşumundan sonra, günümüze kadar devam eden yan basınçlardır. Türkiye'nin bulunduğu kesimde katılaşmış olan yerkabuğu, bu yeni basınçlarla artık tekrar kıvrılamamış; fakat kubbeleşerek ve çanaklaşarak şekil değiştirmiştir. Bunun sonucunda Karadeniz ve Akdeniz havzaları çökerek derinleşmiş, onların arasında yeralan Türkiye anakarası bütünüyle yükselmiştir (Erinç, 2000).



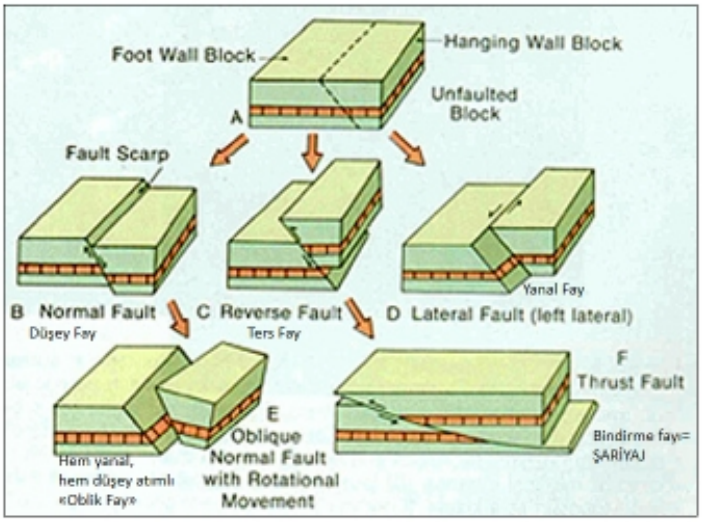
Şekil 30 – Epirojenez örneklerinden deniz ilerlemesi ve gerilemesi (www.wikiwand.com).

11.3. Faylanmalar:

Sıkışma ve gerilmeler şeklinde kendini gösteren kuvvetler, yerkabuğunu oluşturan malzamenin direncini aştığı zaman bu malzeme kırılır. Eğer yerkabuğunda kırık boyunca bir yer değiştirme olmamışsa buna **çatlak** denir. Ama kırılma sonucunda yerkabuğunu oluşturan malzeme yer değiştirmişse, bu tür kırığa **fay** adı verilir. Fayın her iki yanındaki yerkabuğu parçalarına **fay bloğu** denir Fayların arazide tanınmaları için belli kriterler vardır (Erinç, 2000):

1-Fay düzleminin karakteristik özellikleri,
2-Fay breşi ve ezik zon oluşumu,
3-Fay eteği molozları veya fay birikinti konisi,
4-Mineralizasyon zonları
5-Dik şevler ve keskin topografya yüzeyleri,
6-Fay düzlemiyle temas halde bulunan tabaka uçlarının kıvrılması,
7-Mağaralar, çevresinde fayların bulunduğuna işaret edebilir,
8-Çizgisel bitki anomalisi,
9-Tabakaların tekrarlanması veya kaybolması,
10-Yapılardaki devamsızlıklar faylara işaret eder,
11-Belirli bir morfolojik yapının bir çizgisellik boyunca kesilmesi,
12-Sondajlarda ayrılma veya bindirme sahalarının saptanması,
13-Mağara sütunlarındaki kaymalar,
14-Su kaynaklarının çizgisel sıralanışı.

Fayların birçok çeşidi vardır. Bunlar: **Normal fay, ters fay, bindirme fayı, yanal atımlı fay, oblik fay**'dır **(Şekil 31)(Foto 90-91 ve 92)**. Normal fayda hareket düşey doğrultudadır. Yükselen blok ile çöken blok arasındaki açı, geniş açıdır. Bu açı dar olursa, ters fay gerçekleşir. Bu açı daha da dar olup, 25°nin altına inerse binme fayı ya da bindirme (şariyaj) gerçekleşir. Fayların bir kısmı da yanal yöndedir. Bunlara yanal fay denir. *Yıltılma fayı* olarak anılan bu faylarda, fay blokları birbirine göre yanal yönde hareket eder. Ülkemizde Kuzey Anadolu Fayı, Doğu Anadolu Fayı, ABD'de San Andreas Fayı, Afganistan'da Herat Fayı, Suriye ve Ürdün'deki Ölü Deniz Fayı, Yeni Zelanda'daki Genç Alp Fayı birer yıltılma fayı olmalarının yanısıra, çevrelerindeki yerleşmelerde fay hareketliliğine dayalı oluşan depremlerle ciddi can kayıplarına da neden olan faylardır. Ayrıca, fay bloklarının hem yanal hem düşey hareketi ile oblik faylar gelişir. Arazide en çok izlenen faylardır. Bir de, bir vadinin her iki tarafının normal faylarla yükseldiği, vadinin ise çöktüğü kesimlerde bu kez **horst-graben sistemi** gelişir **(Şekil 32)(Foto 93)**. Batı Anadolu'da doğu-batı yönlü uzanan akarsular, birer graben içinde akarlar. Bakırçay, Gediz, K.Menderes, B.Menders grabenleri gibi. Kenarlarındaki dağlık sahaları ise birer horst'tur (Erinç, 2000).

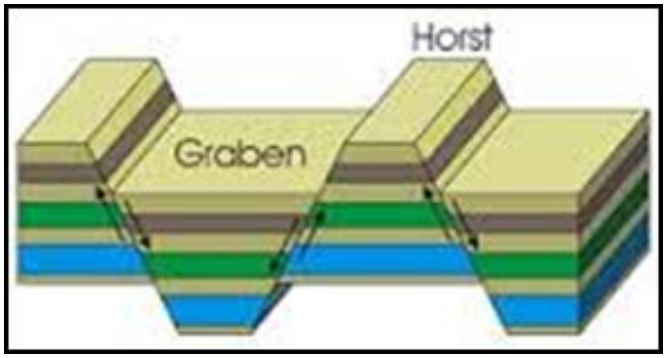


Şekil 31 - Fay çeşitleri.

Foto 90 - Mut-Karaman karayolu yarmasında düşey atımlı normal fay (Ahmet Ertek arşivi, 2010).

Foto 91 - Nevada-Parhump yakınlarındaki ters fay (Dr.S.Johnson).

Foto 92 – 1999 Marmara Depreminde İzmit Körfezi doğusunda Başiskele'de yanal atımlı bir fay (Okan Tüysüz arşivi, 1999).
Evin eşik ve merdivenlerini fay 4,80 cm ötelemiştir. Blokların hareketliliğinin kanıtı olan "Diri Fay"dır (Foto: Okan Tüysüz)

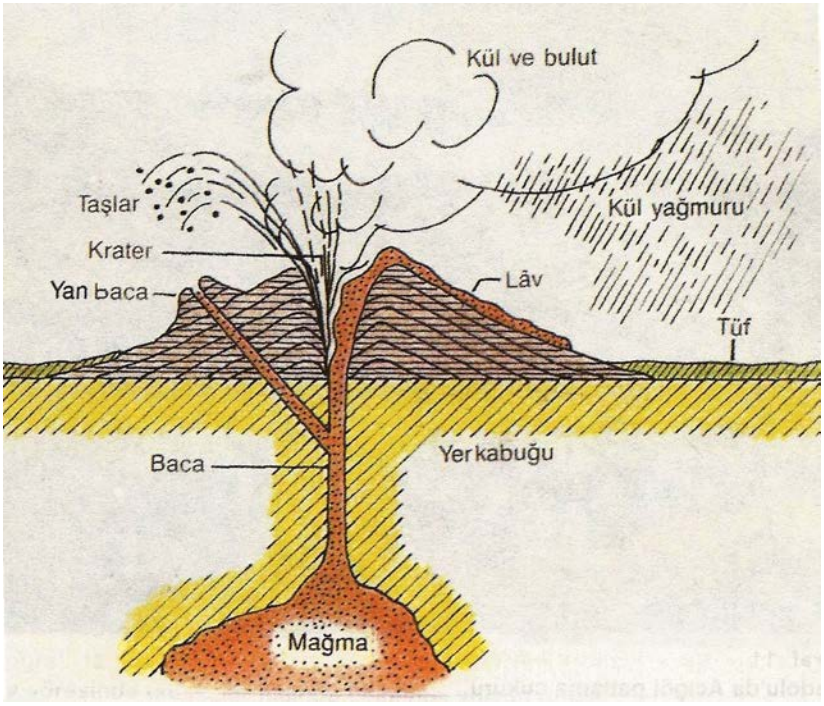


Şekil 32 – Yükselen ve alçalan blokların meydana geldiği horst-graben sistemi.

Foto 93– Antakya grabeni (Antakya-Hassa arasında uzanan bu oluk çökmüş, her iki taraftaki dağlık saha yükselmiştir)(Ahmet Ertek arşivi, 2010).

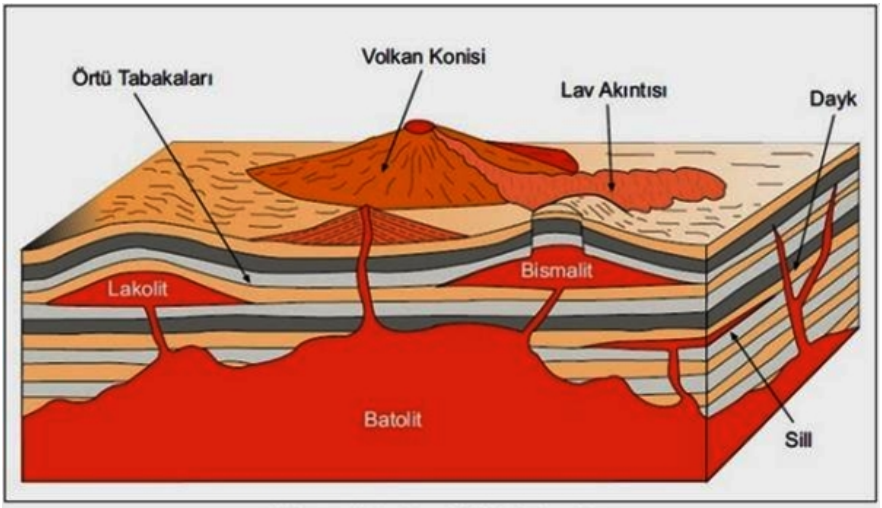
11.4. Volkanizma: Mağmanın yeryüzüne doğru yükselmesi şeklinde gelişen olaya **volkanizma** denilir. Derinlerden yükselen mağmanın yerkabuğu içine sokulmasına **derinlik volkanizması**; mağmanın yeryüzüne çıkmasına da **yüzey volkanizması** denilir. Volkanizma denilince akla genellikle yüzey volkanizması gelir. Ancak yeryüzüne sokulum dolayısıyla üzeri aşındırılan volkanik materyeller sonradan yeryüzünde görülebilir. Bu nedenle, çeşitli yerşekilleri oluşturması bakımından yüzey volkanizması daha önemlidir. Volkanik faaliyet sonucunda yeryüzüne çıkan maddeler katı, sıvı ya da gaz halindedir. Bu volkanik maddelerin çıktığı yere **volkan** ya da **yanardağ**, bunların yeryüzüne çıkışına **püskürme** denir. Püskürme ya bir merkezden olur ya da bir yarık boyunca meydana gelir. Püskürdüğü bilinen volkanlar **aktif volkanlar**'dır **(Foto 94)**. Van Gölü batısındaki Nemrut Volkanı 1441 ve 1444'de en son püskürmüştür. Yniden püskürmez anlamına gelmez. Bu tür etkinliği sona ermiş volkanlara ise sönmüş volkan denir. Günümüzde Hawai, İndonezya, İtalya, Orta Amerika'da birçok aktif volkan bulunur. Volkanların çıkardıkları akışkan maddelere **lâv** denir. Bunlar, kıvamlarına göre, hızlı veya yavaş bir şekilde etrafa yayılarak, lâv akıntılarını ve lâv örtülerini meydana getirirler. Lâvların yeryüzüne çıkmak için izledikleri yola **volkan bacası** denir. Bacanın huni gibi genişleyen kısmına **krater** adı verilir. Volkanların dışarıya fırlattıkları katı maddeler değişik boyuttadır. Bunlar lâv parçacıklarından ve bacanın kenarından kopan maddelerden oluşur. Boyut ve biçimlerine göre bu katı maddelere; *blok, volkan bombası, süngertaşı, lapilli* ve *volkan külü* gibi isimler verilir; ya da hepine birden **tüf** adı verilir (Erinç, 2000)**(Şekil 33)** Bunların üstüste yığılmasıyla oluşan taş serisine ise, **tüfit** denir.

Foto 94 – İtalya'nın Sicilya Adasındaki Etna volkanı 2007 püskürmesi (Kaynak: National Geography).



Şekil 33 – Bir volkanın yapısını gösteren şematik kesit (Erinç 1996'dan).

Volkanizma faaliyeti sonucu mağma; her zaman yeryüzüne çıkamayabilir, ancak litosferin uygun yerlerinde değişik şekillerde katılaşıp kalır. Buna **Derinlik volkanizması** (**Plütonizma; intrüzyon)** denilir. Bu şekilde meydana gelen şekiller: ***Batolit, lakolit, sill (tabaka filon), bismalit, fakolit, halka damar (ring-dyke)'lar, konik damarlar (cone-sheet)'***dır **(Şekil 34)**(Ardos,1987).

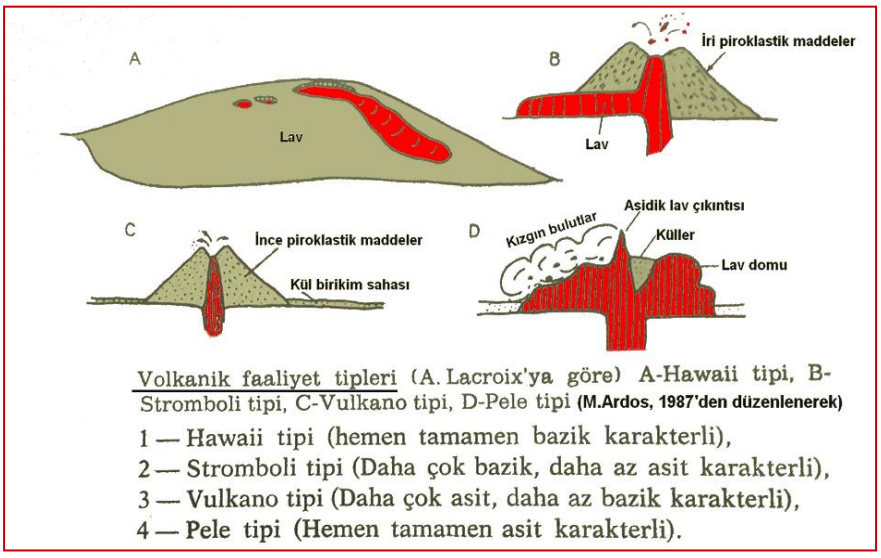


Şekil 34 – Derinlik ve yüzey volkanizması (veliayata01.blogspot.com).

Volkanik patlama şekilleri farklı volkan reliefi oluştururlar. Lâvların veya volkanik gazların yeryüzüne şiddetli çıkışları sonucunda bir takım *çukur şekiller* oluşabilir. Bu şekilleri şöyle sıralayabiliriz (Ardos, 1987): (1)Kraterler, (2)Kalderalar **(Foto 95)**, (3)Maarlar, (4)Diatremalar ve pipo'lar, (5)Volkano-tektonik depresyonlar.

Foto 95 - Yamaçları dik ve genişlikleri, derinliklerine göre daha fazla olan kazan şekilli volkanik patlama çukurlarına bir örnek: Nemrut (Tatvan).

Volkanik faaliyet tiplerine bakıldığında dört çeşittir: **Hawaii, Stromboli, Vulkano** ve **Pele tipi volkanizma**. Unsurların bazik veya asidik olmasına göre volkan konisi şekil alır. Bunlar aşağıda sunulmuştur **(Şekil 35)**:



Şekil 35 – Volkanik faaliyet tipleri (Ardos, 1987'den düzenlenerek).

Volkanlar, hemen hemen tektonik hatlara bağlı olarak meydana gelirler. Bu bakımdan çoğunluğu belli bir çizgi boyunca çizgisel volkanizma özellikleri gösterseler de, yeryüzünde 5 çeşit püskürme tipi bulunur. Bunlar: **Çizgisel, yüzeysel, merkezi, denizaltı** ve **buzulaltı püskürmeleridir** (Ardos, 1987):

1- Çizgisel püskürmeler: Tamamen kırık hatlarına bağlı olarak faylar boyunca oluşmuş bulunan bu volkanizmaya fisür volkanizması ya da **çizgisel volkanizma** veya **linear volkanizma** denir. Volkan konileri çoğu kez, fay hatlarının yönünü belirtecek şekilde, onun üzerinde büyüklü-küçüklü sıralanırlar. Yukarıda da ifade edilen, İzlanda Adasındaki kuzey-güney yönlü hat veya Endonezya adalar topluluğunun güneyindeki çizgisellik boyunca meydana gelmiş Karakatau, Merapi, Tambora gibi volkanlar, ülkemizden Hatay kuzeydoğusunda Kırıkhan-Hassa arasında ortaya çıkan genç bazaltlar, Konya-Karapınar çevresindeki maar'lar bölgesi bu tipe girerler.

2-Yüzeysel püskürmeler: Bunlara Kuaterner volkanizmasıyla ilgili olmayan eski volkanizmanın eseridir. Daha çok eski kıtaların çekirdeklerini oluşturan masiflerdeki (Kanada, Sibirya, Afrika'dakiler gibi) volkanitler bu tipe girerler.

3- Merkezi püskürmeler: Tek bir volkan konisinin üst kısmındaki krater ya da kalderalardan volkanik maddelerin çıkarak üstsüte yığılmasıyla volkan konisi şeklinde meydana gelen püskürme tipidir. Vezüv ve Etna (İtalya), Hawaii (Büyük Okyanus ortası), Mayon (Filipinler), Fuji Dağı (Japonya), Paricutin (Meksika), Demavend (İran), Ağrı Dağı bunlara örnek oluşturur.

4-Denizaltı püskürmeleri: Bazı volkanlar sığ veya derin denizlerin tabanlarında faaliyet gösterirler. Genellikle sığ denizlerde, maddeler üstüste yığılarak yüzeye yükselir ve böylece volkanik adalar oluşur. Bunlara Krakatoa volkanı (Java), Santorin volkanı (Ege Denizi), Bogoslov volkanı (Aleut Adaları), Falcon volkanı (Pasifik-Tonga) örnek oluştururlar. Bu tipe Atlantiğin kuzeyindeki İzlanda ve Jan Mayen adaları da ilave edilebilir.

5- Buzulaltı püskürmeleri: Bazı volkanlar oluştuktan sonra, buz örtüleri ile kaplanabilir ve sonrasında aktivite kazanan volkanın püskürmesiyle buzlar eriyebilir ya da

iklim değişikliği ile buz örtüsü altında krateri tekrar meydana çıkabilir. Afrika'daki Klimanjaro Volkanı son dönemin tipik örneğidir. Ayrıca Şili'deki Islagu volkanı, İzlanda'daki Eyyafyalla, Katla ve Grimsvötn; Antarktika'daki Erebus volkanları bu tipe girerler.

Dünya'daki başlıca volkanların jeolojik devirlerden genelde Üçüncü Zaman'da oluşmuş genç kıvrımlı dağarın bulunduğu kuşakta veya faylar üzerinde yer aldığı görülür. Dünyada volkanların toplandığı alanlar şunlardır **(Şekil 36)**:

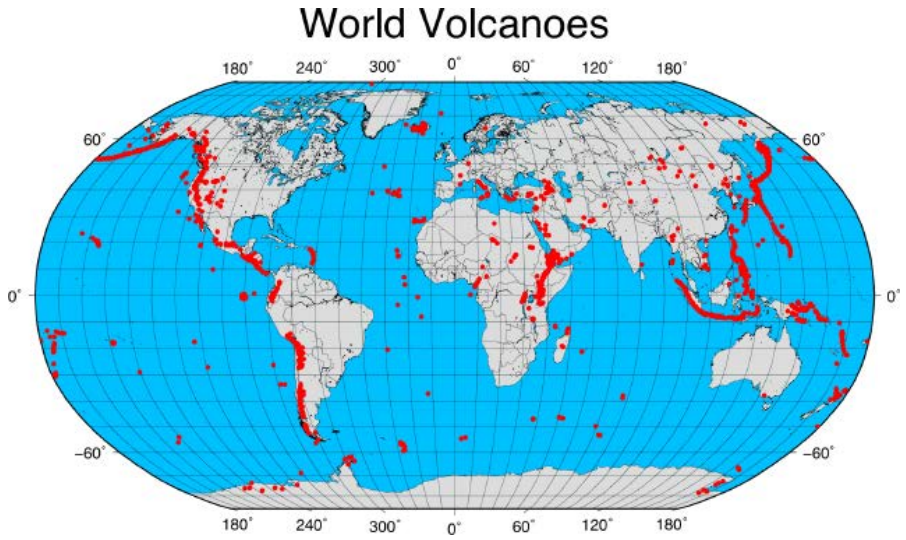
1)Batı Avrupa'dan başlayıp, Akdeniz üzerinden güneydoğu Asya'ya Endonezya'ya uzanan genç dağlar kuşağı,

2)Büyük Okyanus çevresinde yer alan birçok aktif volkanın bulunduğu **"Ateş Çemberi"** denilen genç kıvrımlı dağlar kuşağı,

3)Doğu Afrika grabenleri,

4)Atlas Okyanusu'nun ortasından geçen denizaltı volkanizmasının ve kuzeyde volkanik İzlanda Adasının bulunduğu kuşak.

Yukarıda sayılan aktif volkan sahalarındaki faal volkan sayısı 500 kadardır.



Şekil 36 - Dünya Aktif ve İnaktif Volkanları Haritası (geospatialdesktop.com).

Sonuç olarak, litosfer'in kendi içindeki kendi etkileşiminin yanısıra; gerekse diğer geosferlerle ilişkisi yani denizaltı volkanizmasıyla hidrosfer, volkanlardan çıkan materyellerle havaya saldıkları gazlarla atmosfer ilişkisi ve son olarak gerek volkanların canlı yaşamı

(insanların yerleşmelerini tehdit etmesi, ormanları yakarak yok etmesi gibi) etkilemesi, lakin yeryüzüne çıkan yeni volaknaik malzeme ile aşınım döngüsünde Dünyaya yeni genç ve verimli materyellerin gönderimesi bakımından da volkanlara olumlu bakılabilir.

11.5. Depremler: Yerkabuğunda meydana gelen oynamalar sonucu oluşan sarsıntıların titreşimler halinde yayılması olayına **deprem** denir. Bu sarsıntılar, yerkabuğundaki sıkışmalar, gerilmeler, faylanmalar ya da eski fayların oynaması sonucu meydana gelir. Depremle meydana gelen sarsıntıların bir kısmı yalnızca yeryüzeyini etkilerken; bir kısmı da yeryuvarın içinden geçen dalgalar halinde etrafa yayılır. Bu şekilde oluşan depremlere **tektonik depremler** denir **(Foto 96-97)**. Genellendiğinde neredeyse tüm depremler tektoniktir. Bazen yerkabuğu içindeki ya da mağara tavanlarının çökmesi veya volkanların püskürmeleri sırasında yerkabuğunda sarsıntılar olabilir. Bu tür depremlere **karstik deprem, çökme depremi** ve **volkanik depremler** denir. Bu anlamda 4 çeşit deprem oluşur. Son üçü daha çok yereldir; küçük alanları etkiler. Yerkabuğu içinde depreme yol açan hareketin olduğu yere **iç merkez** denilir. Deprem odağı bazen yeryüzüne yakın, bazen de birkaç yüz kilometre derinliktedir. Yüzeyde, deprem odağının tam üzerine rastlayan noktaya **dış merkez** denir. En çok dış merkez ve çevresi sarsılır; hasar görür. Deprem dalgalarını ölçen alete **sismograf** denir. Sismoloji (Deprem Bilimi) günümüzde gelişmiş bir bilim dalıdır. Depremlerin kuvvetini ölçmek üzere iki ıskala vardır. Bunlardan ilki **şiddet** ıskalasıdır. Richter ölçeği deprem aletleriyle ölçümle elde edilen iç merkezde depremle boşalan enerjinin ölçülmesine dayanır. Deprem sırasında boşalan bu enerjiye **depremin büyüklüğü** (Magnitüdü) denir **(Tablo 15)**.

Tablo 15 – Deprem şiddet ve büyüklüğü (Erinç, 1996'dan)

Magnitüd=Büyüklük (Richter Ölçeği)	Şiddet	Deprem
3,5 – 4,2	1-3	Hafif
4,3 – 4,8	4-5	Orta
4,9 – 6,1	6-7	Şiddetli
6,2 – 7,3	8-10	Yıkıcı
7,4'den büyük	11-12	Afet

Foto 96 ve 97 – 17 Ağustos 1999 Marmara Depremi'nde raylarda 4 m yanal atım oluşması ve Adapazarı gibi alüvyal zeminli kentlerde çok katlı yapılaşma şiddetli depremden nasibini alarak yıkılmıştır (Kaynak: Basından.)

Yeryüzünde en sık ve en şiddetli deprem bölgeleri yeni yerkabuğu hareketleriyle oluşmuş genç kıvrımlı dağ kuşakları, okyanusların kenarındaki hendekler ve faylarla parçalanmış olan okyanus sırtlarıdır. Dünya'daki depremlerin % 90'ı buralarda meydana gelir. Büyük Okyanus, Antil Adaları, Japonya, Doğu Hint Adaları ve Akdeniz çevresi en çok deprem olan sahalardır. Çünkü bu sahalar son jeolojik devirlerde oluştuğundan, yer katmanları tam yerine oturmamıştır. Buna karşılık eski jeolojik devirlerde oluşan Kanada, Avustralya, Sibirya, Doğu Avrupa ve İskandinav Yarımadasında hemen hemen hiç deprem olmaz. Ayrıca volkanların toplandığı alanlar benzer arazi yapısı nedeniyle deprem alanlarına girmektedir (Erinç, 2000).

Konunun sonu itibariyle Dünya'nın geoferlerinden litosferin diğer 3 küre ile etkileşim içinde olduğu dünyadan ve ülkemizden detaylı ile örnekleriyle anlatılmıştır. Karşılıklı ilişki atmosfer konusundan sonra, litosfer konusunu da tamamlarken; sürmektedir.

Uygulamalar

Konu ile ilgili kitapları gözden geçiriniz.

Konu ile ilgili internet sitelerine başvurunuz.

Uygulama Soruları

Konu ile ilgili kitapları gözden geçirdiniz mi?

Konu ile ilgili internet sitelerine başvurdunuz mu?

Bu Bölümde Ne Öğrendik Özeti

Onbirinci konuda, yerkabuğu'nun hareketleri incelenmiştir. İç Etkenler ve Süreçlerden; Orojenik Hareketler, Epirojenik Hareketler, Faylanmalar, Volkanizma ve Depremler konuları detaylı anlatılmıştır. Konu, bilhassa fotoğraf, tablo ve şekillerle desteklenmiştir.

11.Bölüm Soruları

1- Yeryüzünü de etkileyen İç Etkenler nelerdir? Sıralayınız.

2- Richter öçleğine göre Mağnitüdü (Büyüklüğü) M=7,4'den büyük depremlere ne isim verilir?

a) Hafif b) Orta c) Şiddetli d) Yıkıcı e) Afet

3- Aşağıda verilenlerden hangisi bir volkanik faaliyet tipi değildir?

a)Hawaii b)Stromboli c)Vulkano d)Pele e)Etna

4- "Volkanlarda 5 çeşit püskürme tipi bulunur."

Yukarıdaki ifade doğru mu, yanlış mı?

Doğru ( ) Yanlış ( )

5- Aşağıdakilerden hangisi volkanlarda bir püskürme tipi değildir?

a) Çizgisel püskürme

b) Yüzeysel püskürme

c) Merkezi püskürme

d) Gölaltı püskürmesi

e) Denizaltı püskürmesi

6- Ardos 1987'ye göre: "Volkanik patlama şekilleri, farklı volkan reliefi oluştururlar. Lâvların veya volkanik gazların yeryüzüne şiddetli çıkışları sonucunda bir takım *çukur şekiller* oluşabilir." **Ülkemizin yetiştirdiği ve Fransa'da doktorasını yapmış olan volkanologlarından Prof.Dr. Mehmet ARDOS'un bu görüşüne göre, aşağıdakilerden hangisi volkanların oluşturduğu çukur şekillerden birisi olamaz?**

a)Kraterler b)Kalderalar c)Lapilliler d)Maarlar e)Diatremalar

7- "Yamaçları dik ve genişlikleri, derinliklerine göre daha fazla olan kazan şekilli volkanik patlama çukurlarına bir örnek de ülkemizin doğusundaki Tatvan'da bulunan Nemrut ……..'dır/dir/dur."

Yukarıdaki ifade aşağıdakilerden hangisi ile tamamlanmalıdır?

a) Diatreması b) Kalderası c) Volkano-tektonik depresyonu
d) Maarı e) Krateri

8- Dış kuvvetlerin enerji kaynağı ……; iç kuvvetlerinki…….. olarak kabul edilir.

Yukarıdaki verilen ifadedeki boşluklara aşağıda verilenlerden hangi ikili getirilmelidir?

a) Ay – Çekirdek
b) Mars – Manto
c) Güneş – Manto
d) Güneş – Kabuk
e) Venüs – Kabuk

9- Aşağıdakilerden hangisi fayların arazide tanınma kriterlerinden biri olamaz?

a) Belirli bir morfolojik yapının bir çizgisellik boyunca kesilmesi
b) Sondajlarda ayrılma veya bindirme sahalarının saptanması
c) Mağara sütunlarındaki kaymalar
d) Kuyuların derinliği
e) Su kaynaklarının çizgisel sıralanışı

10- Aşağıdakilerden hangisi orojenez hipotez (=teori)'lerinden biri sayılamaz?

a) Plaka tektoniği
b) Genişleme
c) Büzülme
d) Kıtaların kayması
e) Elevasyon

Cevaplar

1- **a)Orojenez, b)Epirojenez, c)Faylanma, d)Volkanizma, 5)Depremsellik**

2- **e)Afet**

3- **e)Etna**

4- **Doğru**

5- **d)Gölaltı püskürmesi**

6- **c)Lapilliler** (Not: Lapilli, volkanlardan püskürme sırasında çıkan çakıl büyüklüğündeki maddelerdir).

7-**b)Kaldera** (Kalderaların yamaçları daha dik olduğu için kraterlerden ayrılır).

8- **c)Güneş - Manto**

9- **d)Kuyuların derinliği**

10- **b)Genişleme**

12. BÖLÜM

Dış Etkenler ve Süreçler:

Akarsular, Buzullar, Rüzgârlar, Dalga ve Akıntılar

Bu Bölümde Neler Öğreneceğiz?

12.1. Akarsuların Oluşum-Gelişim Süreci ve Akarsu Şekilleri

12.2. Buzulların Oluşum-Gelişim Süreci ve Buzul Şekilleri

12.3. Kurak ve Yarıkurak Bölgelerin Ayırım Nedeni ve Rüzgâr Etkeni ve Şekiller

12.4. Kıyıların Şekillenmesine Etki Eden Faktörler ve Kıyı Şekilleri ile Tipleri

Bölüm Hakkında İlgi Oluşturan Sorular

1-Akarsuların oluşum ve gelişim sürecini açıklayınız.
2-Akarsu aşınım ve birikim şekillerini anlatınız.
3-Buzulların oluşum ve gelişim sürecini açıklayınız.
4-Buzul aşınım ve birikim şekillerini anlatınız.
5-Kurak ve yarıkurak bölgelerin ayırımı nasıldır?Anlatınız.
5-Rüzgar etkeninin oluşum ve gelişim sürecini açıklayınız.
6-Rüzgar aşınım ve birikim şekillerini anlatınız.
7- Kıyıların şekillenmesine etki eden faktörleri sıralayıp, açıklayınız.
8-Kıyılardaki aşınım ve birikim şekillerini anlatınız.
9-Kıyı tiplerini anlatınız.

Bölümde Hedeflenen Kazanımlar ve Kazanım Yöntemleri

Konu	**Kazanım**	**Kazanımın nasıl elde edileceği veya geliştirileceği**
Dış Etkenler ve Süreçler: Akarsular, Buzullar, Rüzgârlar, Dalga ve Akıntılar	Akarsuların Oluşum-Gelişim Süreci ve Akarsu Şekilleri	Metin, sunum ve görselleri izleyerek ve konuyu tekrar ederek
Dış Etkenler ve Süreçler: Akarsular, Buzullar, Rüzgârlar, Dalga ve Akıntılar	Buzulların Oluşum-Gelişim Süreci ve Buzul Şekilleri	Metin, sunum ve görselleri izleyerek ve konuyu tekrar ederek
Dış Etkenler ve Süreçler: Akarsular, Buzullar, Rüzgârlar, Dalga ve Akıntılar	Kurak ve Yarıkurak Bölgelerin Ayırım Nedeni ve Rüzgâr Etkeni ve Şekilleri	Metin, sunum ve görselleri izleyerek ve konuyu tekrar ederek
Dış Etkenler ve Süreçler: Akarsular, Buzullar, Rüzgârlar, Dalga ve Akıntılar	Kıyıların Şekillenmesine Etki Eden Faktörler ve Kıyı Şekilleri ile Tipleri	Metin, sunum ve görselleri izleyerek ve konuyu tekrar ederek

Anahtar Kavramlar

Dış Etkenler ve Süreçler, Akarsular, Buzullar, Rüzgârlar, Dalgalar, Akıntılar

Dış Etkenler ve Süreçler: Akarsular, Buzullar, Rüzgârlar, Dalga ve Akıntılar

Yerşekillerinin oluşumuna sadece iç etkenler değil, aynı zamanda **akarsu, buzul**, **rüzgâr** ve **dalga-akıntılar (Şekil 37)** gibi asıl dış etkenler; ayrıca birde **donma-çözülme, yüzeysel sellenme, çözünme-ayrışma, toprak oluşumu** ve **heyelan-toprak kayması gibi kütle hareketleri**'nden oluşan aşındırma ve biriktirme yapan ikincil **dış etkenler** de etkili olmuştur.

Akarsular, yüksek sahaları aşındırmış, buralardan taşıdığı materyalleri, alüvyonları vadilerinde ya da ağız kesimlerinde biriktirmiştir.

Buzullar, dış kuvvetlerin bir diğer aşınım ve birikim şeklini oluşturur. Bunlar, Dördüncü Zaman'ın ilk yarısındaki günümüzün iklimine göre sıcaklığın düşük olduğu buzul devirlerinde daha çok yüksek dağ alanlarında ve kutup bölgelerin orta enlemlere kadar sarktıkları bölgelerde meydana gelmişlerdir. Sonradan sıcaklığın artmasıyla buzullar eriyerek bulundukları çanakları ve alanları aşındırmaya başlamışlardır. Bunun sonucunda dağlardan kopardıkları blok, çakıl gibi malzemeleri ise biriktirmişlerdir. Buzullaşmadan geriye günümüzde birçok izler de bırakmışlardır.

Rüzgârlar, bir diğer dış etken olarak ön plana çıkarlar. Bu bakımdan özellikle kurak ve yarıkurak sahalarda kil, mil, kum gibi ince unsurların rüzgârla taşınmasıyla, özellikle kara ve kıyı kumulları meydana gelir.

Dalgalar ve akıntılar, Dünya kıyılarının şekillenmesinde en önemli etkenleri oluşturmaktadırlar. Bu nedenle; aşınıma dirençli kesimlerde falezler oluşmuş ve halen aşınıma uğramaktadırlar. Bunun yanısıra, buralardan koparılan unsurlardan; çakıl, kum, kavkı ve kavkı kırıntılarını taşınarak koy ve körfezlerdeki plajlarda birikmektedir. Dolayısıyla birçok kıyı tipi oluşmaktadır.

Bu etkenlerin yanısıra, yüksek dağ alanlarındaki kayaların çatlaklarına giren suların tesiriyle **donma-çözülme** sonucunda kayaların ufalanma ve parçalanmaları; özellikle bitki örtüsünden yoksun sahalarda **yüzeysel sellenme** sonucunda yamaçlarda aşınımın ön plana geçmesi; kalker, dolomit ve jips gibi çözünebilen kayaçların bulunduğu sahalarda **çözünme ve ayrışma** olayının ortaya çıkması ile karstik şekillerin oluşumu; birde özellikle killi, marnlı ve yağışlı sahalarda meydana gelen kütle hareketleri sonucunda **heyelan** ve **toprak kayması** oluşması dış etkenlerin ikinci derecede öneme sahip süreçlerini meydana getirirler.

Şekil 37 – Doğal Sistemleri oluşturan dış etken ve süreçler (1-Atmosfer, 2-Dağ, 3-Kar, 4-Bulut, 5-Buzul, 6-Yağmur, 7-Şelâle, 8-Sis, 9-Plâto, 10-Kanyon, 11-Kayaların çözülmesi (ufalanma), 12-Göl, 13-Orman, 14-Akarsu (Nehir), 15-Vadi, 16-Çayır, 17-Birikinti konisi, 18-Fay, 19-Ova (Taşkın Ovası), 20-Akarsu (Dere), 21-Akarsu taraçası, 22-Akarsu birikim şekilleri (Burun seti depoları), 23-Menderes, 24-Kum adası, 25-Denizel taraça, 26-Heyelan, 27-Falez, 28-Burun, 29-Ada, 30-Kayalık, 31-Dalga, 32- Deniz) (Reader's Digest, 1990. Atlas of the World'den düzenlenerek).

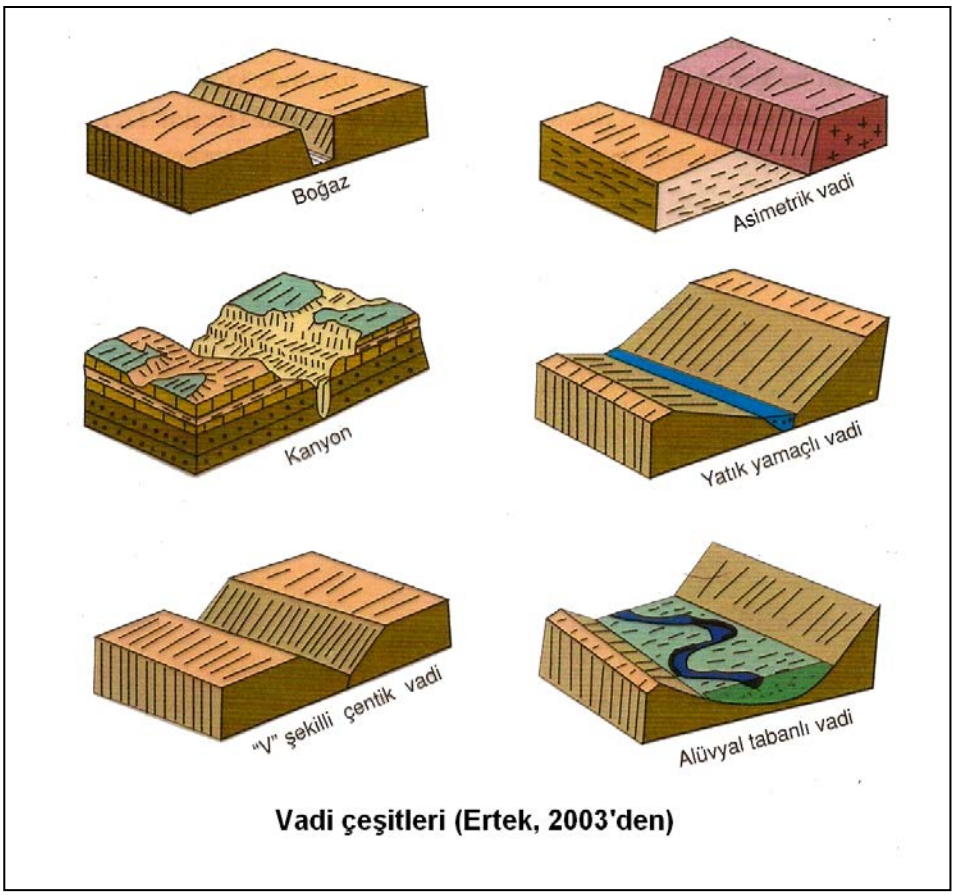
12.1. Akarsuların Oluşum-Gelişim Süreci ve Akarsu Şekilleri:

Yeryüzünün şekillenmesinde etkili olan dalga, akıntı, buzul ve rüzgârların yanısıra, en etkili dış etken **akarsular**'dır. Çoğunlukla yüksek dağlar, kutup bölgeleri ve çöller dışında kalan sahalarda, akarsuların etkinliği ön plandadır. Akarsuların aşındırma, taşıma ve biriktirme faaliyetleri sonucu oluşan yerşekillerinin tamamına **Akarsu Topoğrafyası (Flüvyal Topografya** ya da **Akarsu Jeomorfolojisi)** denilir. Dünyada akarsu topoğrafyasının bulunduğu sahalar 106 milyon km^2 ve % 71 gibi bir değerle dünya karalarının 2/3'ünü kaplarken; asıl akarsuların egemen olduğu sahalar 1/3 gibi ancak 50 milyon km^2 civarındadır. Akarsular, doğal bir yatak içinde akan su kütlelerini oluştururlar. Bu aktıkları yatak **güncel yatak**'tır **(Foto 98)**. Zaman zaman akarsular, aşırı yağışlarla beslendiklerinde güncel yataklarından taşarak **taşkın yatağı**'nda akarlar. Akarsuların bir kısmı tüm yıl boyunca akışa sahipse, bu tür akarsulara **sürekli akarsular** adı verilir. Bazı akarsularda akış ise, tüm yılı kapsamaz. Bunlara **süreksiz akarsu** denilir. Akarsular mevsime göre; kurur ya da donabilir. Bir sahanın akarsular tarafından düzleştirilerek aşındırılması belli bir sınıra kadardır. Aşındırmanın sona erdiği bu sınıra **taban seviyesi** denilir. Deniz seviyesi, bir akarsuyun aşındırabildiği en son sınırdır; daha aşağı seviyeye inemez. Akarsu aşındırması; akarsu havzasındaki kaya yapısına, tabakaların duruş özelliklerine, yatağında taşıdığı su miktarına, yatak eğimine, akarsuyun hızına, taşıdığı yük miktarına bağlıdır. Örneğin, suyu fazla bir akarsu, eğimi fazla olan bir yatakta hızla akıyorsa, aşındırma gücü fazladır, denebilir. Bunun tersi ele alınırsa, yavaş akan ve suyu az olan bir akarsuyun aşındırma gücü zayıftır. Akarsuların çoğunun aşındırma gücü, debisindeki değişikliğe bağlı olarak, mevsimler arasında önemli farklılıklar sunar. Akarsu aşındırmasıyla oluşan birçok vadi tipi oluşmuştur. **Vadi,** bir yatak ve bunun iki yanında eğimli yamaçların yer aldığı yeryüzü şekilleridir. Bir akarsuyun içinde aktığı doğal yatağa ise, **akarsu vadisi** denir (Ayrıca içinde buzulların yer aldığı vadiye de *buzul vadisi* denilir). Akarsu vadileri, içine akarsuların yerleşebildiği uzun oluklardır. Akarsular aşındırma faaliyetleri; 3 şekilde gerçekleşir: **Derine, yana** ve **geriye aşındırma**'dır. Vadiler, aşındırma ile yana doğru ve derine doğru gelişebilirler. Ayrıca, geriye aşındırma sonucunda akarsular, vadilerini bir diğer akarsu havzasıyla yapmış olduğu sınır olan **subölümü çizgisi'**ne kadar uzatabilirler.

Akarsuların aşınım ve birikiminden meydana gelen faaliyetlerin sürmesinden dolayı birçok yeryüzü şekli oluşur. Bu sebepten dolayı, akarsularının aşındırması ile birçok tipte vadi meydana gelmiştir. Bunların içinde **boğaz, kanyon, V şekilli çentik vadi, yatık yamaçlı**

vadi, asimetrik vadi, alüvyal tabanlı vadi, menderesli vadi aşınımla oluşan en önemli vadi tipleridir **(Şekil 38)**. Yukarıda sözü geçen aşınım şekillerinden vadilerin yanısıra; killi-tüflü yamaçların yüzeysel sellenmelerle derine yarılması sonucunda yürünmesi zor kötü arazi anlamına gelen **badlands (kırgıbayır)** denilen şekiller ve **peribacaları** oluşur **(Foto 99)**. Dünya'da ABD'de Bryce vadisinde, ülkemizde İç Anadolu'daki Ürgüp-Göreme yöresinde peribacaları bulunur. Ayrıca akarsu yataklarında eğimin birden azaldığı ve suyun çağlayanlar ve şelaleler yaparak aniden düştüğü yerlerde bir çukur gelişir. Akarsuların aşındırma süreci sonucu oluşan bu çukura **devkazanı** ismi verilir. Başta akarsular olmak üzere diğer dış kuvvetlerin de, yeryüzünü aşındırması sonucunda yükseltileri neredeyse deniz seviyesine kadar indirilir, inişli-çıkışlı, dalgalı düzlükler oluşur. Bunlara **peneplen (yontukdüz)** denir. Akarsular yataklarından ve yamaçlardan aşındırdıkları, bir de kollarının ve yüzeysel sellenme sularının getirdikleri maddeleri taşırlar. Bu taşınmalar sırasında bazen akarsu, aşırı yağışların etkisiyle, özellikle taban seviyesine ulaştığı yerlerde, aşırı yük nedeniyle taşkınlara da neden olur. Dolayısıyla bir akarsu, ya gücünün azalmasıyla ya da yükünün artması sonucu taşıdığı maddeleri çökelterek bir alanda biriktirir. Bu maddelerin çökeltilmesiyle **birikinti konileri ve yelpazeleri, dağ eteği ovaları, dağ içi ovaları, taşkın ovaları, taban seviyesi ovaları, deltalar, akarsu taraçaları** gibi birçok akarsu biriktirme şekli meydana gelir (Ertek, 2003).

Foto 98 – Vietnam'da Bac son vadisinde güncel yatağındaki akan akarsu ve ovasını oluşturan taşkın yatağı (www.travel.com).



Şekil 38 – Vadi çeşitleri.

Foto 99 – Peribacaları (Muhammed Zeynel Öztürk arşivi, 2016).

12.2. Buzulların Oluşum-Gelişim Süreci ve Buzul Şekilleri:

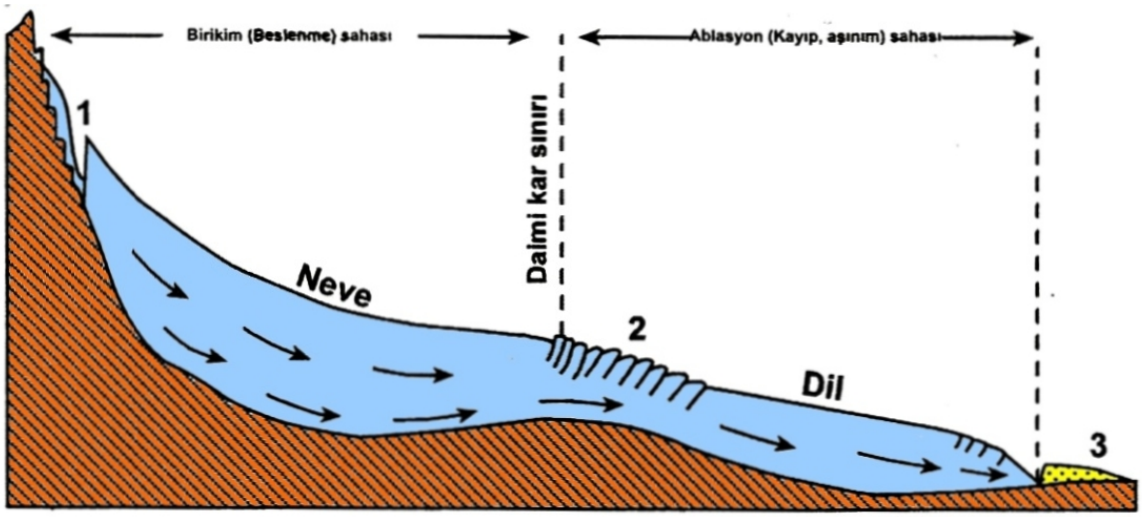
Bugün içinde bulunduğumuz son jeolojik devir olan Dördüncü Zaman'ın (Kuaterner) ilk yarısını oluşturan Buzul Çağı'nda (Pleistosen), iklimin günümüze oranla daha soğumasına veya ısınmasına bağlı olarak iklim değişiklikleri meydana gelmiştir. Bu bakımdan dört büyük **buzul devri,** dörtte **buzul arası devri** (plüvyal devre) yaşanmıştır. Dünyanın diğer sahalarında olduğu gibi, buzulların kutuplardan orta iklim kuşağındaki sahalara kadar buzul devirlerinde yayılması sebebiyle, birçok alan buzullaşma olayından etkilenmiştir. Buzul devrinde, yeryüzünde sıcaklığın genelde azalmasına dayanarak, örneğin Avrupa'da Alp Dağlarının eteklerine kadar düzlük sahalar ve dağlar buzullarla kaplanmış; deniz ve okyanusların seviyesi ise birkaç metre alçalmıştır. Buzul arası devrelerde ise buzullar eriyerek, okyanus ve denizlerin seviyesi tekrardan günümüzdeki seviyelerine göre birkaç metre yükselmiştir. İklimde meydana gelen bu değişimlerden orta iklim kuşağında bulunan sahalar gibi, ülkemiz de etkilenmiştir. Özellikle Buzul Çağı'nın (Pleistosen) dördüncü ve son buzul devresinde (Würm), Kayalık Dağları, Alpler, Toroslar, Kuzey Anadolu Dağları, Zagroslar, Tanrı, Himalaya dağları gibi dağların yüksek kesimleri buzullarla kaplanmıştır.

Buzullar, yüksek dağları ve kutup bölgelerini şekillendiren başlıca dış etkenlerdir. Anılan bu sahalarda yağışlar kar şeklinde olur. Fakat sıcaklık çok düşük olduğundan yağmış olan karlar, kısmen eriyemeden üstüste yığılır. Yıl boyunca ortadan kalkmayan bu karlara tatarca'da toktamak, durmak anlamına gelen **toktağan karlar** ya da **sürekli karlar** denir. Bunların erişildiği seviyeye de **sürekli kar sınırı** adı verilir. Bu sınırın yüksekliği sıcaklık ve kar yağışı değerlerine bağlı olarak değişir. Bu sınır, örneğin tropikal kuşak dağları üzerinde örneğin Afrika'nın ortasındaki Klimanjaro Dağı'nda 5000-6000 metre arasından geçerken, kuzey kutup bölgesinde 500 m, güney kutup bölgesinde ise deniz seviyesinden, Alpler'de 2000 m'lerden başlar. Türkiye'de sürekli kar sınırı, batıdaki dağlar üzerinde 2200-2400 m'lerden başlar, bu seviye karasallığa bağlı olarak ülkemizin iç kısmına ve doğusuna gidildikçe yükselmektedir. Karadeniz Bölgesi'ndeki kıyı dağları üzerinde 2500 m'lerden, İç Anadolu'da 3500 m'lerden, Doğu Anadolu'da 4000 m'lerden geçer.

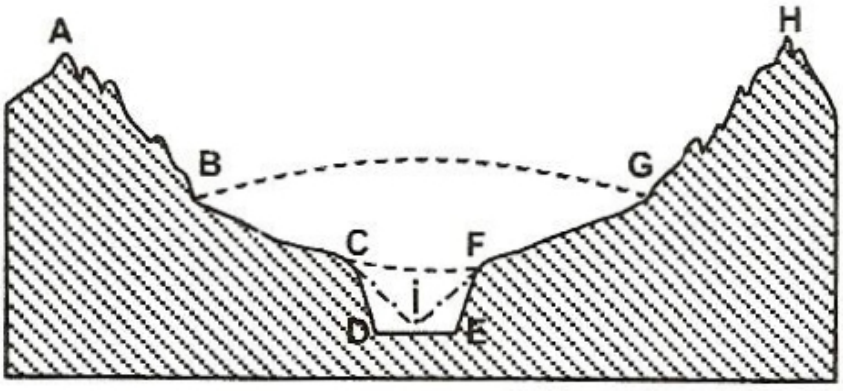
Kayalık, And, Kenya-Klimanjaro, Alpler, Toroslar, Zağroslar, Kafkaslar, Tanrı, Himalaya dağları üzerinde günümüzde aktif buzullara rastlanır. Türkiye'de ise; buzullara bugün ancak sürekli kar sınırını geçen bazı dağlar üzerinde rastlanır. Türkiye'de buzulların bulunduğu dağlar şunlardır: Güneydoğu Toroslar'ın Hakkari dağlık kütlesi üzerindeki Buzul

(Cilo) Dağları, Orta Toroslar'da Aladağ ve Bolkar Dağları, Doğu Karadeniz Dağlarından Kaçkar, Üçdoruk (Verçenik) Dağı, Orta Anadolu'da Erciyes Dağı, Doğu Anadolu'da Süphan ve B. Ağrı Dağı'dır. Bu dağlarımızın özellikle kuzey yüzlerinde buzullar çeşitli tiplerde bulunur. Klimanjaro, Kenya, Büyük Ağrı dağı gibi dağların üzerinde zirveyi takke şeklinde kaplayan birer **örtü buzulu** vardır. Bunların örtü buzulundan aşağıya doğru birçok buzul dili sarkar. Sayılan diğer yüksek dağların üzerinde ise, **vadi buzullarına** rastlanır. Bunun dışında daha küçük alanlı birçok **sirk ve kaya buzulu** bulunur.

Buzul aşındırması; buzulun kalınlığına, bulunduğu vadinin/yatağın eğimine, kayaların özelliğine göre değişir. Buzulun kalınlığı fazla ise, aşındırma oyma şeklinde, az ise törpüleme şeklinde aşınım gerçekleşir. Vadinin/yatağın eğimi fazla ise aşındırma *törpüleme* biçiminde; az ise *oyma* biçiminde buzul aşınımı oluşur. Zemin sert kayalardan meydana gelmişse aşındırma törpüleme şeklinde; yumuşak kayalardan oluşmuşsa oyma şeklinde buzul aşınımı oluşur. Glasiyal aşınım kayaların yüzeyinde görülen çizik ve cilalardan, derin çukurlara ve yüksek eşiklere kadar çok çeşitli şekilde meydana gelirler. Bu şekillerin bir kısmı buzulun kendisi tarafından oluşturulurken, dolayısıyla oyma hadisesi meydana gelirken; diğer taraftan buzul buzunun ve kapsadığı döküntünün zemine sürtünmesi sonucunda oluşan törpüleme veya zımparalama olayı gerçekleşir. Glasyal topoğrafyada buzul (glasyal) aşınım şekillerinin başlıcaları şunlardır; *Glasiyal çizikler, çentikler, cilalar ve oluklar, hörgüçkayalar, sürgüler, buzul vadileri (U şekilli vadiler), asılı vadiler, sirkler (=neveler), fiyordlar*'dır (Erinç 2012b, Hoşgören 1998). Bir buzul vadisinin boyuna kesitine bakıldığında ise; kar, buz, çığlardan oluşan birikim sahasını karakterize eden çanak şekilli **sirk** ya da **neve** sahasından, ablasyon yani erimeden dolayı oluşan kayıp sahasını temsil eden **dil** ya da **buzul dili** kısımlarından oluşur **(Şekil 39)**. Bir buzul vadisinin enine kesitine bakıldığında; bu sahanın daha önce **"V" şekilli** bir akarsu vadisi olduğu, sonrasında bu vadiye bir buzulun yerleşmesiyle **"U" şekli**ni aldığı, ancak yine bu vadide buzulun en son ulaştığı kesimlerde omuz düzlüklerinin oluştuğu ve bunun gerisindeki sahanın daha çok fiziksel parçalanma sonucu köşeli malzemeden meydana gelen bir yamaç molozları sahası olduğu ve geriye yüksek sahaya doğru da piramidal zirvelere geçildiği görülür **(Şekil 40)(Foto 100 ve 101)**. Buzul aşındırma şekillerden belki de en belirginlerinden birisi *asılı vadiler*'dir. Aslında bir akarsu vadisinin iklim değişikliğine uğraması sonucu vadileri buzullaşmaya uğrar. Tekrar iklim değişerek hava tekrar ısındığında buzul ortadan kalkar ve eski buzuldan geriye izler kalır.



Şekil 39 - Bir vadi buzulunun boyuna kesiti. 1-Dağ yarığı, 2-Enine buzul çatlakları (serak'lar), 3-Cephe moreni. Oklar buzul buzunun hareket yönünü gösterir (Erinç 2012b, s: 169).

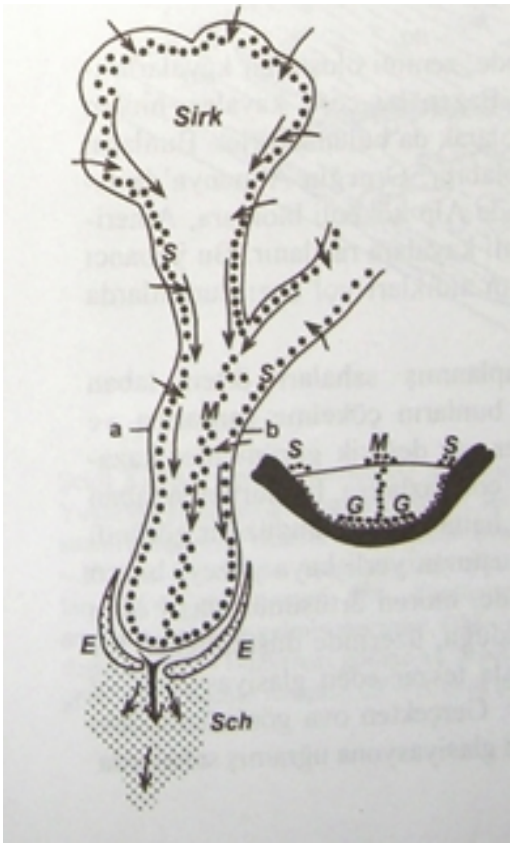


Şekil 40 – Bir buzul vadisinin enine profili (de Martonne'a göre; Erinç 2012b, s:216). ABCFGH- Buzullaşma öncesi (Preglasiyal) olgun vadi, CİF- Bu olgun vadinin preglasiyalde gençleşmiş kısmı, BCDEFG- Buzulun yatağı, CDEF- Glasiyal tekne/vadi, BC ve FG - Buzulun aşındırdığı omuz yüzeyleri, BG- Buzulun yüzeyi, B ve G noktaları buzul törpülemesinin son noktası. AB ve GH-Buzulun ulaşamadığı anakaya üzerindeki fiziksel parçalanma sahaları, A ve H - Piramidal tepelerden oluşan sivri zirveler.

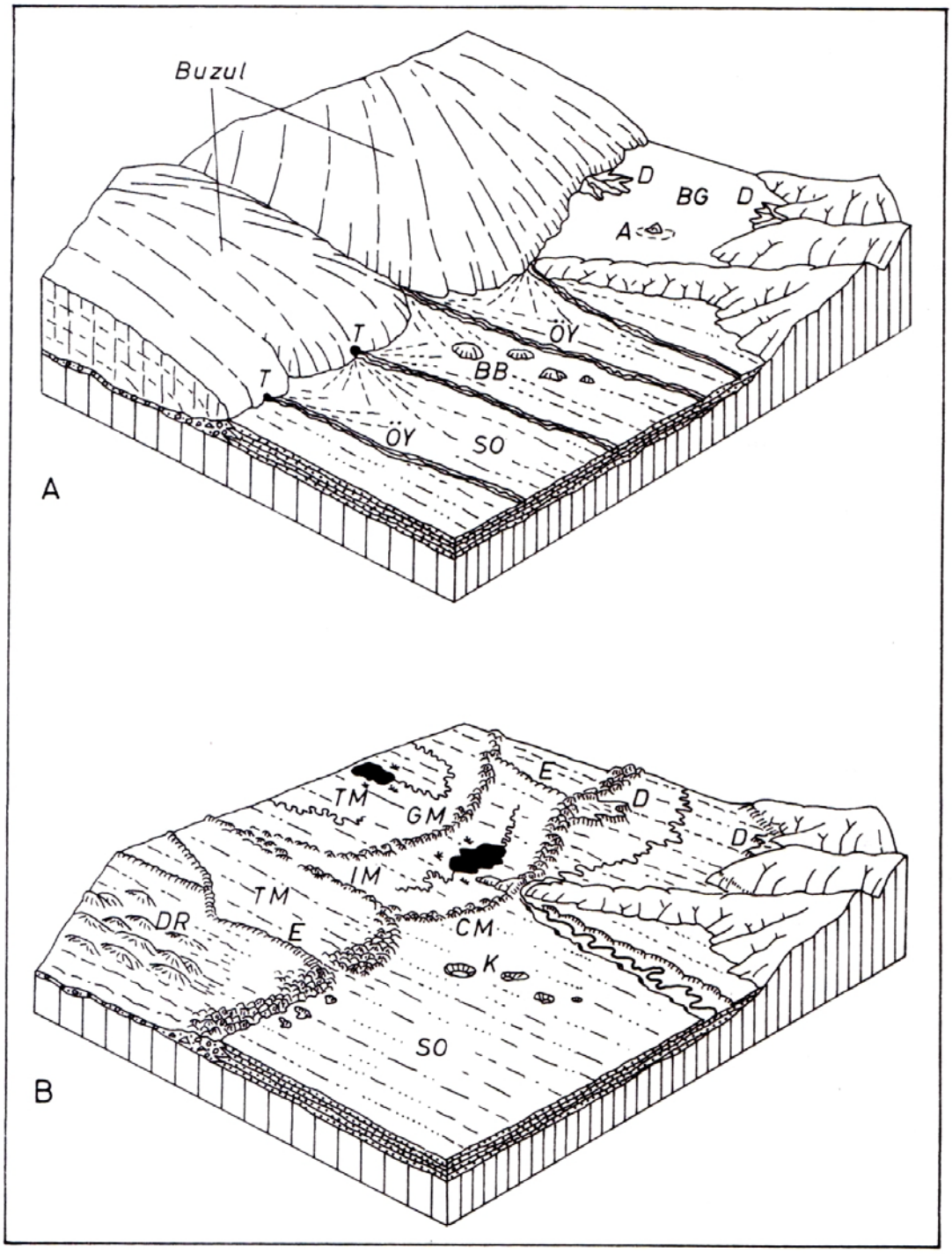
Foto 100 – Kaçkar Dağlarında vadi buzulları ve eski buzulun oyduğu U şekilli buzul vadisi (Cihan Bayrakdar arşivi, 2005).

Foto 101 – Aletsch Buzulu-İsviçre (www.activusoutdoors.co.uk).

Buzul birikim şekillerine gelindiğinde; glasiyeler, zeminden kopardıkları veya herhangi bir şekilde yanlarına ve üzerlerine biriken maddeleri aşınım sahalarından çok daha uzaklara taşıyarak, onları orada biriktirerek yeni topografya şekillerinin oluşmasına neden olurlar. Glasiyelerin biriktirmesi sebebiyle oluşan depolar; tabakalaşmış depolar ve tabakalaşmamış depolar olarak ikiye ayrılır. Tabakalaşmamış depoları daha çok buzultaş da denilen morenler meydana getirirken; tabakalaşmış depolar bulundukları yerlere göre karakteristik özel isimler alırlar. Buzul (glasiyal) birikim şekillerinin başlıcaları şunlardır: Taban, yan, orta, cephe ve ablasyon moreni gibi tipleri olan *Morenler (buzultaşlar)***(Şekil 41)**, *drumlinler, kamesler, eskerler, kettleler ve sandurlar*'dır (Erinç 2012b, Hoşgören 1998) **(Şekil 42)**.



Şekil 41 – Moren çeşitleri (Erinç 2012: 225). İşaretler: S-Yan morenleri, M-Orta morenleri, E-Cephe morenleri, Sch-Sandur. Yandaki kesitte a-b çizgisi boyunca taban morenleri G ile gösterilmiştir. Oklar enkazın taşınma yönünü gösterir.



Şekil 42 – Örtü buzullarıyla ilgili buzul şekilleri (Strahler 1960'a göre; Hoşgören 1998'den). A Blokdiyagramı buzulun var olduğu sıradaki durumu. B Blokdiyagramı ise, buzulun ortadan kalktıktan sonraki durumunu gösterir. T- Tünel, ÖY- Örgülü akarsu yatakları, SO- Sandur ovası, BB- Küçük buzul blokları, BG- Buzul kenarı gölü, A-Aysberg, D- Delta ve delta depoları, CM- Cephe morenleri, GM- Buzulun gerilediği bir evreye ait cephe morenleri, IM- Buzul lopları arasında oluşmuş orta morenleri, TM- Taban morenleri, E- Esker'ler, DR- Drumlin'ler, K- Kettle.

12.3. Kurak ve Yarıkurak Bölgelerin Ayırım Nedeni ve Rüzgâr Etkeni ve Şekiller:

Çöller topoğrafyası **(Şekil 43)**, yani 100 mm'nin altında yıllık ortalama yağışa sahip olan kurak sahalar, rüzgârın aşındırma ve biriktirmede egemen olduğu sahalardır. Yarıkurak sahalar ise, 100-200 mm yağışa sahip sahalardır. Bu nedenle bu tip sahalarda; ***akarsu, yüzeysel sellenme, çözülme*** *ve* ***rüzgâr*** etkisi ön plana geçer. Nil, Seyhun ve Ceyhun, Colorado, Yılan nehri gibi bazı büyük akarsular, çölleri katettikleri için kurak ve yarıkurak bölgelerdeki oluşan şekilleri oluşturan ilksel etken ve süreçlerdir. Akarsularla yatakta taşınamayan unsurlar bu kez yamaçlarda yılın çok az bir bölümünde yağışlarla bile olsa yüzeysel sellenmelerle tabana doğru taşınır. Bir diğer süreç ise; günlük 50-70°C'lik sıcaklık farkından dolayı tabana taşınan bu kayaların donma-çözülme sonucu fiziksel parçalanmasıdır. Tabandaki bu malzemelerin parçalanması sonucu, son olarak rüzgârlar ön plana geçerler. Bu nedenle, genellikle tuzlu bataklıklar veya tuzlu göllerden oluşan bu sahalar ve çevrelerindeki ince kum ve mil gibi maddeleri rüzgârlar aracılığıyla başka sahalara taşıyarak **kumulları** oluştururlar. Taşınan kumların yerinde geride genellikle taşlık ve bloklardan oluşan unsurlar geriye kalır. Bu nedenle Dünya'daki çöllerin büyük çoğunluğu, örneğin Suriye Çölü'nde olduğu gibi **taşlı çöller**dir. Rüzgârın tüm bu şekilleri meydana getirebilmesi; yarıkurak bir iklimin varlığına, bitki örtüsünün çok az ve seyrek olmasına, rüzgârın hızına, kayaların fiziksel parçalanma sonucunda daha küçük boyutlu toz, kum, çakıl gibi gevşek unsurlardan oluşan maddelere dönüşmesine, zeminin kuru kalmasına dolayısıyla gevşek unsurların birbirlerine tutturulmamış olmasına bağlıdır. Burada rüzgârın rolü gevşek maddeleri havalandırma suretiyle taşımak, taşıdığı maddeleri bulunduğu yüzeye çarparak aşındırmak ve son olarak gücünün azaldığı veya bittiği yerde biriktirmektir. Bu tür sahalara Arabistan, Sahra, Avustralya'nın ve ABD'nin orta kesimlerinde; ülkemizde Orta Anadolu'da Tuz Gölü ve Karapınar çevresindeki sahalarda rastlanır.

Kurak ve Yarıkurak sahaların genel karakteri:

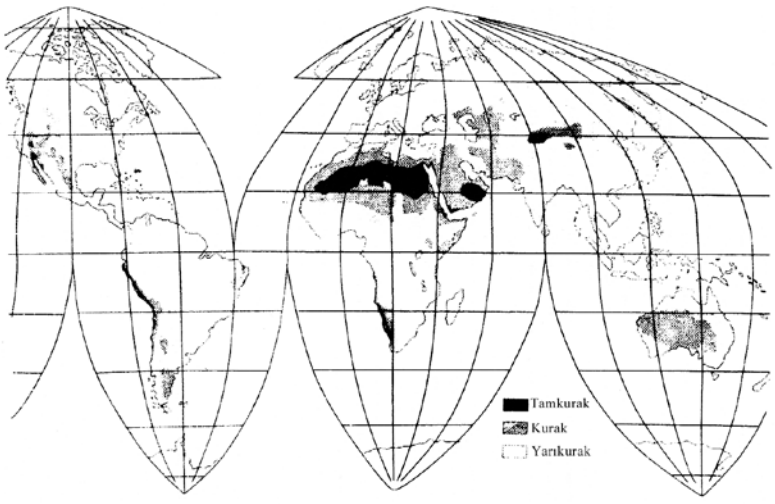
1) Sürekli yağış olmadığı için, genelde sürekli akarsu yoktur. Akarsular denize kadar ulaşamaz. Kapalı havzalar oluşur.
2) Sürekli akarsular olmayınca düzgün bir akarsu şebekesi gelişmemiştir. Dolayısıyla taban seviyesi doğru inen sürekli eğimler sistemi yoktur. Geçici taban seviyelerini oluşturan tuzlu düzlükleri oluşturan playa tabanlarına rastlanır.

3) Yağışın az oluşu kimyasal aşınmayı geri plana bırakırsa da; mekanik parçalanma öne geçer. Güneşlenme ve radyasyon çok yüksek olduğundan kayaların parçalanması şiddetlidir.

4) Rüzgâr, çöllerde sadece taşıma ve biriktirme etkeni değil, aynı zamanda aşındırma etkenidir. Bu sebeple kayaları oyarak, delik deşik eder. Yine de kumullarla kaplı çöllere Arabistan, İran, Türkistan, Moğolistan, Sahra çöllerinde rastlanır.

5) Bitki örtüsünde hemen tamamen yoksundurlar. Asıl çöllerde *çölümsü stepler'*den oluşan otsu formasyonlar gelişirken; yarıkurak bölgeleri karakterize eden sahalarda *savan'lar* göze çarpar.

Rüzgâr aşındırma şekilleri olarak, kurak ve yarıkurak bölgelerde küçük boyutlu şekillerden ***yardanglar, şahitkayalar, mantarkayalar, kovuklar, tafoniler, kafesli çözülme, façetalı çakıllar, çöl kaldırımları***; büyük şekillerden ***pediment, playa, bahadalar, inselberg'ler*** oluşur. Rüzgâr biriktirme şekilleri olaraksa; ***kumullar*** **(Foto 102) ve** ***lös topografyası*** gelişir.



Şekil 43 – Yeryüzünde tam kurak, kurak ve yarıkurak sahalar (Erinç 2001: 4).

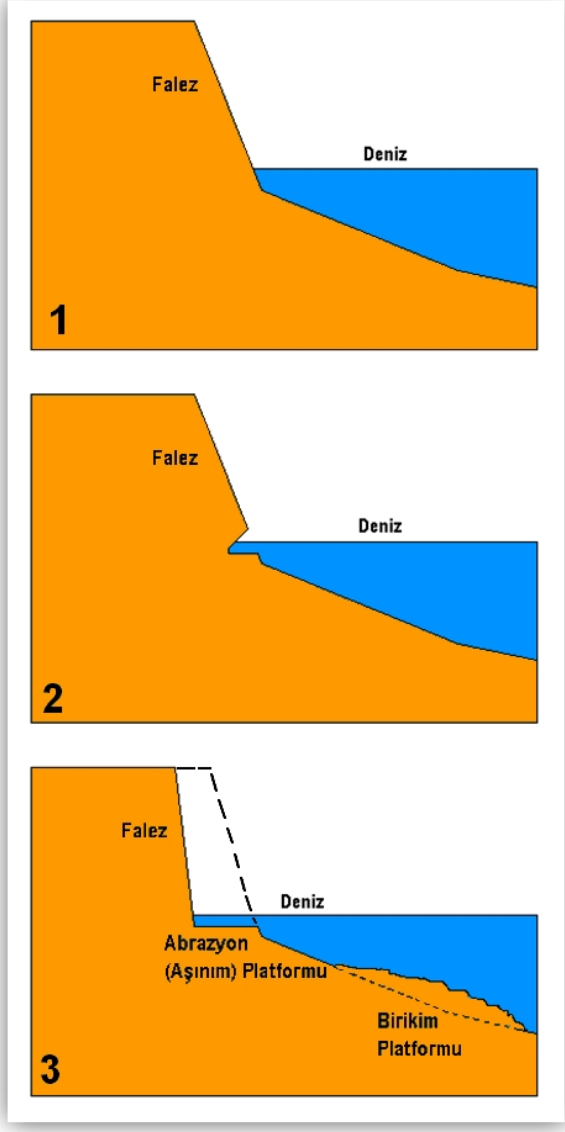
Foto 102 – Güneybatı Afrika'da Namib Çölü kumulları (www.tourradar.com).

12.4. Kıyıların Şekillenmesine Etki Eden Faktörler ve Kıyı Şekilleri ile Tipleri:

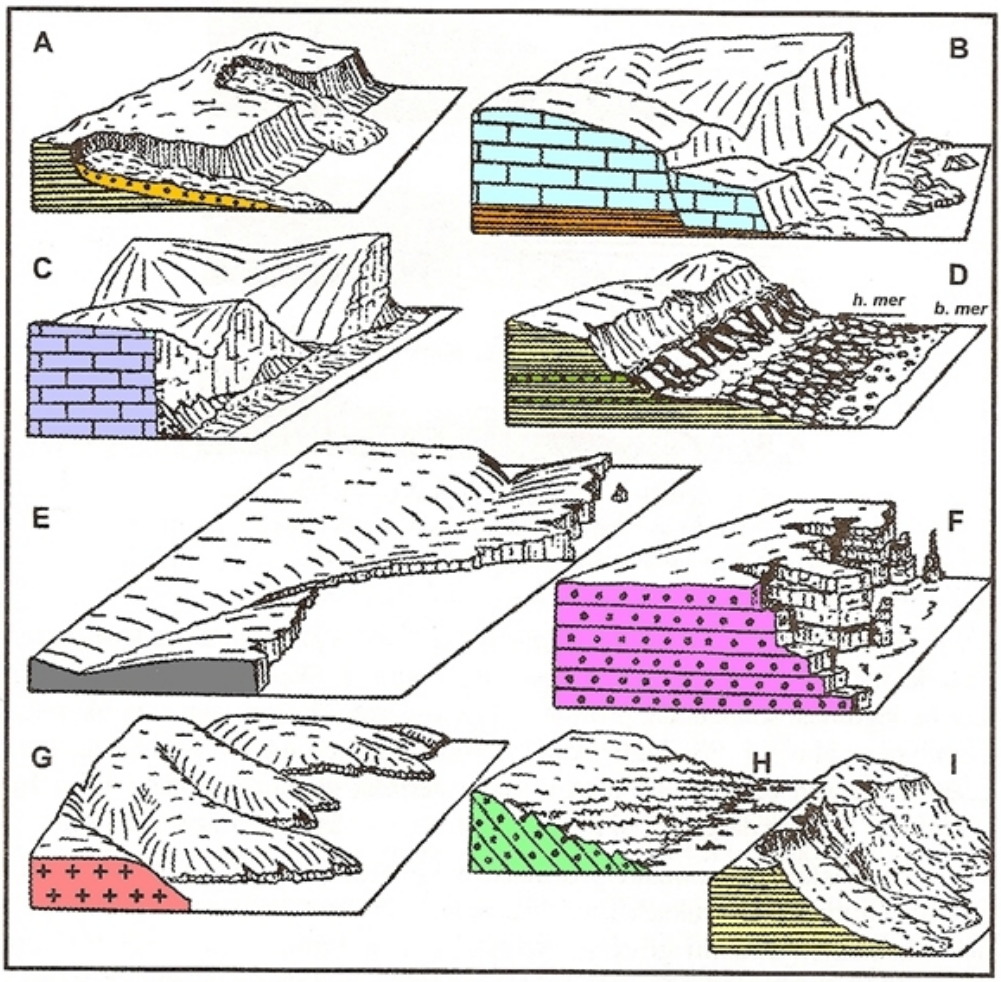
Yeryüzünün okyanus, deniz ve göl kıyılarını şekillendiren etkenler genelde **dalga ve akıntılar**dır. Bunun yanısıra, **gel-git etkisi, akarsular, çözülme, kütle hareketleri** ve ayrıca **mercanlar, su yosunları, mangrovlar** gibi canlıların kıyıların şekillenmesinde etkileri bulunur. Hatta son gruba yaptığı iskele, liman, balıkçı barınağı, deniz feneri, tersane, dalgakıran, su ürünlerinin üretilme ve yetiştirme tesisleri; ayrıca moloz, toprak, cüruf, çöp atık ve artık yeri gibi **insan**'ın yaptığı olumlu ve olumsuz etkileri de eklemek gerekebilir.

Dalgalar, kıyıların aşınımında en önemli etkendir. Akıntılarla birlikte dalgalar, taşıma ve biriktirme aktiviteleri ile kıyılardaki işlevlerini sürdürürler. Bu sebepten dalgaların dik ve derin kıyıları aşındırması ile **falez**ler **(Şekil 44 ve 45)**, ayrıca kıyı gerilemesine dayanarak falezlerin önlerinde **abrazyon platformu** denilen **dalga aşınım düzlükleri** oluşur. Alçak ve sığ kıyılarda ise, dalga-akıntı işbirliği ile taşınarak biriktirme süreçleri sonucunda **kıyı setleri, kıyı okları, kıyı kordonu** ve **tombolo** gibi **bağlama setleri, delta** ve bunların gerisinde kıyı setlerinden oluşturduğu **kıyı set gölleri (lagün),** bir de önceki konuda anlatılan konuyla bağlantılı rüzgârın da yardımıyla kıyılarda **kıyı kumulları** meydana gelir. Alçak plajların önünde ve gerisinde gelişen kıyı setleri **plaj**ların genişlemesine yol açar. Bir buruna bağlı olarak birçok kıyıda **kıyı okları**nın geliştiği görülür. Bunların daha da gelişerek bir körfez ya

da koy ağzını kapatmasıyla **kıyı kordonları** oluşmuş, gerilerinde de kıyının bir setle kapatılmış olması dolayısıyla **lagün**ler gelişmiştir. Marmara Denizi kuzeyinde Küçük Çekmece ve Büyük Çekmece gölleri böyle gelişmiş lagünlerdir. Bağlama setlerinden, adayı karaya veya adaların dalga ve akıntılarla taşınan malzemelerle birbirine bağlanmasıyla **tombolo** oluşur. Marmara Denizinin güneyinde eski bir ada olan Kapıdağ'ı Anadolu'ya bağlayan Belkıs tombolosu böyle bir bağlama setidir. Ayvalık çevresindeki adalar yine birbirleriyle bu şekilde sonuçta da karaya bağlıdırlar. Kıyı birikim şekillerinden bir diğeri olan **delta**lar ülkemizin önemli tarım alanlarındandır. Kıyıdaki çakıl-kumların çimentolanmasıyla da **yalıtaşları** oluşur **(Foto 103)**.



Şekil 44 –Kıyıda dalga aşındırmasıyla oluşan bir falezin gelişimi.



Şekil 45 - Dış olaylar, yapı ve litoloji ile falez tipleri arasındaki ilişkiler (A.Guilcher'e göre Erinç 2000: 330'dan renklendirilerek). A – Çamur akıntılı falez (killi zemin); B – Heyelanlı falez (marnlar üzerinde kalker); C – Tebeşir üzerinde falez (asılı vadili); D – Ardışıklı kil ve grelerde falez (falez eteğinde kaymış gre paketleri); E – Falezlerin gerilemesi sonucunda bir vadinin yandan kapılması ve bunu takip eden gençleşme; F – Yatay gre, kalker veya bazaltlarda falezler; G – Yalancı falez (alt kısım hariç); H – Denize doğru çok eğimli gre, kalker veya şistlerde falez; İ – Killi zeminlerde badlandsli ve birikinti konili falez.

Son buzul döneminden sonra (günümüzden yaklaşık 11 bin yıl önce), sıcaklığın artışına bağlı olarak buzullar eridiğinden bütün dünya kıyılarında deniz seviyesi yükselmiştir. Bu yükselme sonucunda dünya kıyıları **boğulmuş kıyılar** grubuna girmektedir. Bu nedenle, bugün denizaltı volkanizması sonucunda ortaya çıkan bir ada haricinde tüm kıyılar polisiklik (çok evreli) genç kıyılardır. Böylece, dünyada çok çeşitli kıyı tipleri oluşmuştur. Yükselen deniz seviyesine dayalı, kıyıya dik dağlar arasındaki vadi ve ovalara sokularak yerleştiği yerlerde kıyı çok girintili ve çıkıntılı olmuş, Ege kıyılarımız gibi **enine kıyılar** oluşmuştur.

Buna karşın denizin kıyıya paralel uzanan dağların uzanışını alması sonucunda Andlar ve Kayalık Dağları kıyıları gibi; ülkemizde Akdeniz ve Karadeniz kıyılarımız gibi **boyuna kıyılar** gelişmiştir. Ayrıca, platoları yaran derin akarsu vadilerinin sular altında kalması ile Çanakkale Boğazı, İstanbul Boğazı ve Haliç, ayrıca Güneybatı Anadolu kıyılarımızda Fethiye ve Marmaris körfezleri gibi; özellikle kuzeybatı İspanya kıyılarında görülen şekline atfen **rialı kıyılar** oluşmuştur. Eski buzul vadilerinde, buzullarının erimesiyle deniz basmasına uğramış fiyordlu, fyerdli, föhrdeli ve skyerli kıyılar oluşmuştur. Yine, alçak tepelik sahalardaki geniş vadilerin sular altında kalması ve bunların önünün koy setleriyle kapatılması ile Dinyeper ve Dinyester kıyılarındaki Odessa doğal limanı, K. Çekmece ve B. Çekmece göllerinde olduğu gibi **limanlı kıyılar** meydana gelmiştir. Bir de denizin, kıyıya paralel dağlar arasındaki vadilere sokulduğu, kıyıya paralel adalar, kayalar, kayalıklar, bunlar arasında su geçidi ve kanallarının bulunduğu Adriyatik Denizindeki Hırvatistan kıyılarında ve ülkemizde Güneybatı Anadolu'da Teke Yarımadası'nda Kaş-Demre arasında görülen **dalmaçya tipi kıyılar** oluşmuştur. Karstik sahalarda geniş kireçtaşı çatlakları boyunca denizin metrelerce karaya doğru sokulduğu, özellikle güney Fransa'da Marsilya kıyılarında **(Foto 104)**, ülkemizde Taşeli Yarımadası sahillerinde Gazipaşa-Anamur kıyılarında, bir de Şile ve Kefken'de görülen **kalanklı kıyılar** gelişmiştir. Kıyıların çökmesi veya yükselmesi sonucunda, faylarla meydana gelen, Akdeniz'de İtalya kıyıları, ABD batısında Kaliforniya kıyıları, ülkemizde Batı Karadeniz'de Cide ve Akçakoca kıyıları; Marmara Denizi kuzey kıyılarında Tekirdağ-Gaziköy arası; Ege Denizi'nde Kaz Dağı güney kıyıları, Saros Körfezi kıyıları, Gökova Körfezi kuzey kıyıları; Akdeniz'de Teke Yarımadası doğu kıyılarında Kırlangıç Burnu-Antalya arası kıyılar **tektonik kıyılar**'dır. Ayrıca **volkanik, mercan (Foto 105), alüvyal, antropojenik kıyı tipleri** de görülür.

Foto 103 – Alanya yalıtaşları (Ahmet Ertek arşivi, 2014).

Foto 104 – Marsilya'daki Sormio kalankı.

Foto 105 – Kıyıların şekillenmesine etki eden faktörlerden canlıları oluşturan gruptaki mercan kıyıları: Kuzeydoğu Avustralya'nın Mercan Denizi kıyıları (www.spatialsource.com.au).

Uygulamalar

Konu ile ilgili kitapları gözden geçiriniz.

Konu ile ilgili internet sitelerine başvurunuz.

Uygulama Soruları

Konu ile ilgili kitapları gözden geçirdiniz mi? **Konu ile ilgili internet sitelerine başvurdunuz mu?**

Bu Bölümde Ne Öğrendik Özeti

Onikinci konuda, dış etkenler ve süreçler genel bir girişle anlatılmıştır. Ardından akarsular, buzullar, rüzgârlar ile dalgalar ve akıntılar gibi etken ve süreçleri detaylı sunulmuştur. Bunların oluşum ve gelişimleri açıklanmıştır. Oluşturdukları aşınım ve birikim şekilleri genel hatları ile açıklanmaya çalışılmıştır. Konu, bilhassa fotoğraf, tablo ve şekillerle desteklenmiştir.

12. Bölüm Soruları

1- Başlıca asıl dış etkenler nelerdir? Sıralayınız.

2- İkincil dış etkenler nelerdir? Sıralayınız.

3- Aşağıdakilerden hangisi asıl dış etkenlerden biri sayılamaz?

a) Dalgalar b)Volkanizma c)Buzullar d) Rüzgârlar e) Akıntılar

4- Aşağıdakilerden hangisi ikincil dış etkenlerden biri sayılamaz?

a) Toprak oluşumu
b) Yüzeysel sellenme
c) Kütle hareketleri
d) Depremler
e) Donma-çözülme

5- Aşağıdakilerden hangisi asıl dış etkenlerden birisidir?

a) Depremsellik b)Volkanizma c)Buzullar d)Orojenez e) Epirojenez

6- Aşağıdakilerden hangisi ikincil dış etkenlerden birisidir?

a) Epirojenez b) Heyelanlar c) Volkanizma d) Orojenez e) Depremsellik

7- Aşağıdakilerden hangisi akarsu vadi tiplerinden biri sayılamaz?

a)Kanyon
b)Alüvyal tabanlı vadi
c)Boğaz
d)V şekilli vadi
e)U şekilli vadi

8- Akarsular vadileri kaç tür aşındırma şekli yaparlar? Sıralayınız.

9- Aşağıdaki hangi ikili kıyılardaki başlıca aşındırma şekillerini oluşturur?

a) Kıyı oku – kıyı kordonu
b) Ön kıyı seti – art kıyı seti
c) Falez – abrazyon platformu
d) Yalıtaşı – kumtaşı
e) Plaj – delta

10- Aşağıdakilerden hangi dış kuvvetlerin oluşturduğu birikim şekillerinden birisi olamaz?

a)Volkan konisi b) Delta c) Moren d) Kumul e) Birikinti konisi

Cevaplar

1- **a)Akarsular, b)Buzullar, c)Rüzgarlar, d)Dalgalar ve akıntılar**

2- **a)Donma-çözülme, b)Yüzeysel sellenme, c)Çözünme-ayrışma, d)Toprak oluşumu, e)Heyelan-toprak kayması gibi kütle hareketleri**

3- **b)Volkanizma**

4- **d)Depremler**

5- **c)Buzullar**

6- **b)Heyelanlar**

7- **e) U şekilli vadi**

8- **3 türdür: Derine, yana, geriye aşındırma.**

9- **c)Falez-abrazyon platfomu**

10- **a)Volkan konisi**

13. BÖLÜM

YERYUVARIN EVRİMİ VE JEOKRONOLOJİ

Bu Bölümde Neler Öğreneceğiz?

13.1. Dünya'nın Evrimi

13.2. Jeoloji Devirleri

Bölüm Hakkında İlgi Oluşturan Sorular

1- Yeryuvarın jeolojik evrimini anlatınız.
2- Jeolojik devirlerin tanıtıcı özellikleri nelerdir?
3- Jeoloji devirleri hakkında bildiklerinizi anlatınız.

Bölümde Hedeflenen Kazanımlar ve Kazanım Yöntemleri

Konu	**Kazanım**	**Kazanımın nasıl elde edileceği veya geliştirileceği**
Yeryuvarın Evrimi ve Jeokronoloji	Dünya'nın Evrimi	Metin, sunum ve görselleri izleyerek ve konuyu tekrar ederek
Yeryuvarın Evrimi ve Jeokronoloji	Jeoloji Devirleri	Metin, sunum ve görselleri izleyerek ve konuyu tekrar ederek

Anahtar Kavramlar

Dünya'nın Evrimi, Jeolojik Devirler, Prekambriyen, Paleozoik, Mesozoik, Tersiyer, Kuaterner

13.1. Dünya'nın Evrimi:

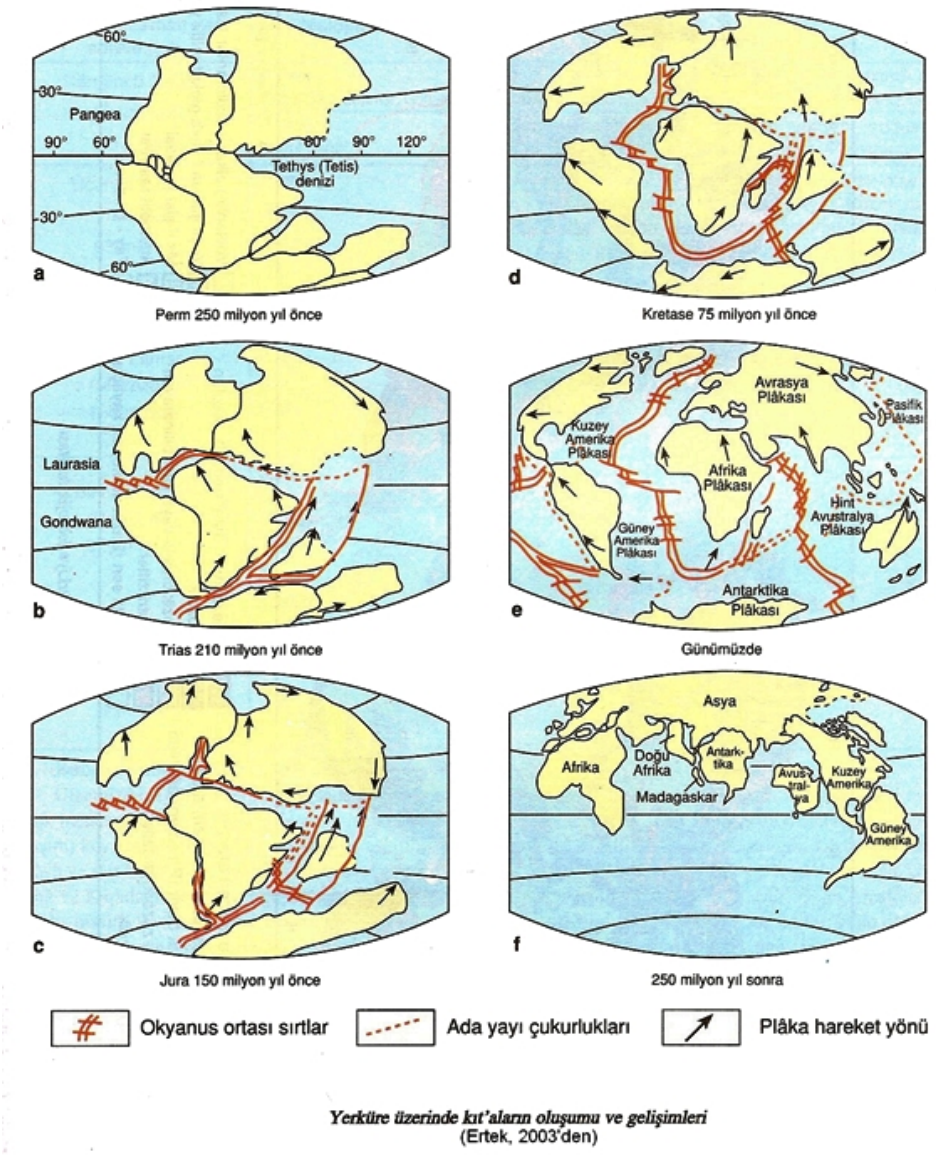
Yeryuvarın jeolojik evrimi hakkındaki bilgiler, kabuğu oluşturan malzemenin yani kayaların incelenmesine, yorumlanmasına, elde edilen bulguların arasındaki zaman ve yeryuvar ilişkilerinin ortaya konmasına dayanır. Başka kelimelerle, yerkabuğunun evrim tarihi, özellikle kabuğu oluşturan malzemede kayıtlıdır. Bu temel ilkeye dayanan çeşitli yöntemlerle elde edilen bulguları değerlendirmek yoluyla, yeryuvarın jeolojik geçmişteki coğrafik görünümünü saptayan ve bu görünümde zamanla meydana gelen değişimleri inceleyen bilim dalına *Paleocoğrafya* denir (Erinç, 2000: 237).

Dünya'nın 4,6 milyar yıllık geçirdiği oluşum ve gelişim sürecine baktığımızda; sadece son 1 milyarlık dönemi ile ilgili bilgimiz kısmen daha fazladır. O nedenle ölçülebilen en yaşlı kaya Avustralya'da Jack Hill'de bulunan çinko kayasının yaşı 4,4 milyar'dır (http://www.livescience.com/43584-earth-oldest-rock-jack-hills-zircon.html) ve kabuğunda inilebilen en derin nokta ise, Rusya'nın kuzeybatısında Kola Yarımadasındaki bir kömür sondajı vasıtasıyla olup, 15.000 metredir (https://www.damninteresting.com/the-deepest-hole/).

Dünyanın en eski çekirdek kıtalarını *Kanada, Brezilya, Afrika, İskandinavya, Sibirya, Hint, Avustralya* ve *Antarktika kalkanları* oluşturur. Dolayısıyla ilk önce en eski kıvrımların bulunduğu sayılan bu kırılganlığı artık kalmamış sert masif kütleler günümüz kıtalarının çekirdeklerini oluşturur. İlkel canlılarda yine bu anılan kıta çekirdeklerinin oluştuğu günümüzden 4 milyar öncesine tarihlenen **Prekambriyen**'e (İlkel Zaman) karşılık gelir.

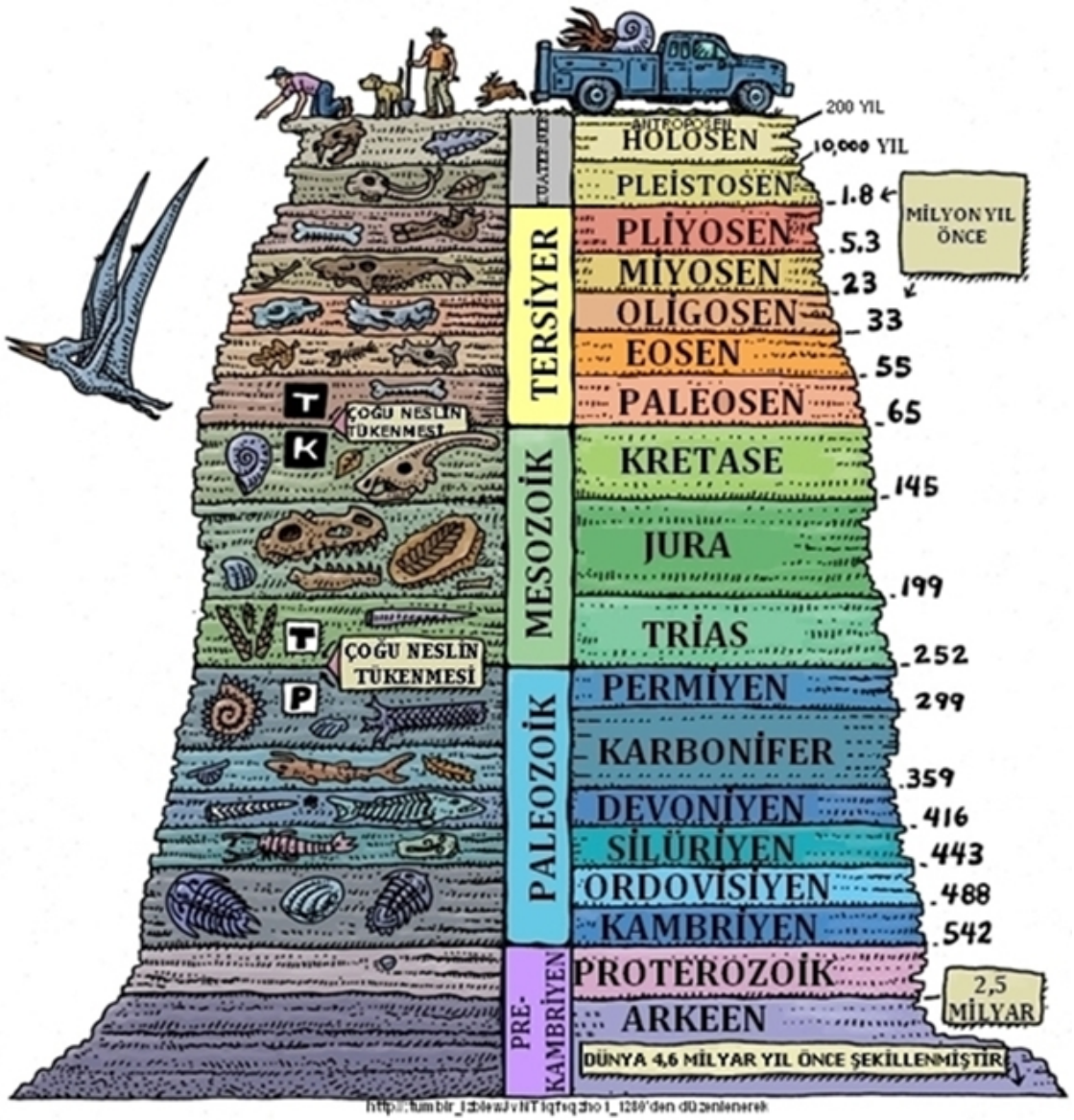
Jeolojik Zamanlardan **Paleozoik**'de (I.Zaman) Hersinyen ve Kaledoniyen orojenezinin oluştuğu dönemdir. Bu dönemde, bu kıvrımlara kıtalar eklenmiştir. Çiçeksiz bitkilerden eğreltiler otları gelişmiş ve hiç ortadan kalkmadan günümüze kadar yaşamışlardır. Taşkömürü yatakları oluşmuştur. **Mesozoik** (II. Zaman) Alp Orojenezinin başladığı dönemdir. Asıl güney kıtasını oluşturan büyük kıta Pangea parçalanarak kuzey kıtaları ve güney kıtaları oluşmuştur (Gondwana ve Laurasia). Kıtalar birbirinden ayrılmaya başlamıştır. Balıklar bugünkü şeklini almıştır. Dev sürüngenler oluşmuş, ilk dişli kuş arkeopteriks bu zamanda görülür. **Tersiyer**'de (III. Zaman), şiddetli yerkabuğu hareketlerinden olan tektonizma ve volkanik faaliyetler artmıştır. Alp kıvrımlarının oluşumu bu döneme rastlar. Atlas ve Hint okyanusları belirmiştir. Bugünkü bitki ve hayvan türleri ana çizgileriyle ortaya çıkmıştır. **Kuaterner** (IV. Zaman)'in ilk devresi olan Pleistosen'de iklim soğumaya başlamıştır. Dünya birçok buzul ve buzularası

dönem geçirmiştir. Şiddetli soğuma söz konusudur. Bu dönem 2,5-3 milyon yıl sürmüştür. İnsan ortaya çıkmıştır. Son devre olan Holosen'de buzulların erimesiyle ısınma dönemine girilmiş; günümüz iklim şartlarına geçilmiştir **(Şekil 46 ve 47)**. İnsanlar öncelikle avcı-toplayıcılıkla göçebe bir yaşam sürmüşlerdir; ardından tarım toplumu oluşturarak yerleşik düzene geçerek köyler-kasabalar kurmuşlardır. En son ise, büyük kentler kurarak günümüz bilişim ve iletişim toplumuna geçilmiştir (Ertek, 2003).



Yerküre üzerinde kıt'aların oluşumu ve gelişimleri
(Ertek, 2003'den)

Şekil 46 - Yerküre üzerinde kıtaların oluşumu ve gelişimi (Ertek 2003).



Şekil 47 - Jeolojik Zamanlar ve Devirleri

13.2. Jeoloji Devirleri:

Yeryuvarın jeolojik evriminde tektonik hareketler, fauna ve flora ve litojenez özellikleri gibi bakımlardan birbirlerinden farklı olan bazı zamanlar ayırdedilir. Bu zamanlar devirlere, devirler de katlara ve alt katlara ayrılır. Jeolojik ve jeomorfolojik literatürde sürekli rastlanan bu zaman ve devir isimleri, **Tablo 16**'da pek fazla ayrıntıya kaçılmadan gösterilmiştir (Erinç 2000: 238-247):

Jeolojik Zamanlar ve Devirler (Erinç, 1996)

Zaman ve süresi (yıl)	Jeolojik devirler	Başlıca olaylar
Dördüncü Zaman *(Antropozoik-Kuaterner)*	Buzul Çağı sonrası (Holosen)	Isınma ve iklimin bu günkü şartlara geçişi; eski uygarlıkların ortaya çıkışı ve gelişmesi
2,5 - 3 milyon	Buzul Çağı (Pleistosen)	İnsanın ortaya çıkışı; şiddetli soğuma; İstanbul ve Çanakkale boğazlarının oluşumu
Üçüncü Zaman *(Neozoik-Tersiyer)* 63 milyon	Pliyosen Miyosen Oligosen Eosen Paleosen	Şiddetli yer kabuğu hareketleri ve volkanik olaylar; Alp kıvrımlarının oluşumu; Atlas ve Hint okyanuslarının belirmesi; bu günkü bitki ve hayvan türlerinin ana çizgileriyle ortaya çıkışı
İkinci Zaman *(Mezozoik)* 160 milyon	Kretase Jura Trias	Alp orojenezinin başlaması; yer kabuğunun parçalanarak kıtalara bölünmeye başlaması
Birinci Zaman *(Paleozoik)* 345 milyon	Perm Karbon Devon Silur Kambriyum	Hersinya ve Kaledonya orojenezi; bu kıvrımların kıtalara eklenmesiyle büyüme; Taş kömürü yataklarının oluşması
İlk Zaman 4 milyar	Prekambriyen	En eski kıvrımlarla kıta çekirdeklerinin oluşumu; ilkel canlıların belirmesi

Tablo 16 – Jeolojik Zamanlar ve Devirleri (Erinç 1996'dan).

Jeolojik zamanlardan *Prekambriyen (Antekambriyen* veya *İlkel Zaman)* hakkındaki bilgilerimiz çok eksiktir. Yalnız bu devrenin geri kalan bütün devirlerin toplamından daha uzun sürmüş olduğu ve çok karışık bir evrim gösterdiği gerçektir. Bu devrede birçok defa şiddetli kıvrılmalar olmuş, çok büyük sıradağlar meydana gelmiş ve yeniden aşınmışlardır. Bu kıvrımlardan Kambriyen devrinden öncekilere *Huron kıvrılmaları* adı verilir. Bu zamana ait arazi, her zaman şiddetle metamorfik kayalardan ve eski katılaşım kayalardan oluşur. Bu en eski formasyonlar kıtaların temelini ve çekirdeğini meydana getirir. Önceden de açıklandığı üzere kıtalar, bu çekirdeklere daha sonraki zaman ve devirlerde yeni yeni kısımların eklenmesi ile büyümüşlerdir. Bu uzun devrenin diğer bir özelliği de, bu zamana ait depolar içinde ve dünyanın farklı noktalarında glasiyasyon izlerinin saptanmış olmasıdır. Buna karşı, bazı sahalarda da çöl şartları altında oluştuğuna şüphe olmayan depolara rastlanmaktadır. Demek ki, bir zamanlar etkili olmuş olan bir düşüncenin aksine olarak, yerküre tarihinin bu ilkel devresinde de sıcaklık sürekli olarak yüksek ve her yerde aynı değildir. O sırada sıcaklığın zaman zaman alçalmış olduğu ve bunun sonucunda kararlar üzerinde geniş glasiyelerin meydana geldiği anlaşılıyor. Bunun gibi, nemlilik bakımından da o sıralarda yeryüzünün farklı kısımları arasında farklar vardı. Bu açıklamadan anlaşılacağı üzere, Prekambriyen'de bile yeryüzünde farklı iklim bölgeleri meydana gelmiş bulunuyordu.

Birinci Zaman (= Paleozoik)'dan beri litosferin evrimi hakkında daha geniş bilgilere sahip bulunmaktayız. Bu bilgiler, günümüze yaklaştıkça daha fazla açıklık kazanır. Birinci Zaman'ın ilk devri olan *Kambriyen* ve *Siluriyen,* birbirinden paleontolojik özelliklerine dayanılarak ayrılırlar. Buna karşılık *Siluriyen* ve *Devoniyen* arasında belirgin bir diskordans vardır. Bu diskordans, Siluriyen devrinin sonlarında meydana gelen *Kaledonya orojenezi* ve onu izleyen aşınım dönemi sonucunda olmuştur. Devoniyen arazisi, Kaledonya kıvrımlarının aşınımından sonra, onlar üzerine diskordant olarak çökelmiştir. İskandinavya Dağları, İskoçya, İrlanda'nın büyük kısmı ve Bohemya, Kaledonya orojenezi sırasında kıvrılarak katılaşan ve eski kıta çekirdeğine eklenen sahalardandır. Böylece, Devoniyen başlarında kuzey yarımkürenin doğu yarısında büyük bir kara parçası *(Avrasya)* meydana gelmiş bulunuyordu. Kuzey yarımkürenin batı yarısında ise aynı şekilde geniş bir kara yayılıyordu *(Laurentia).* Bazı bilim adamları bu iki büyük kuzey karasına birarada *Laurasia* adını verirler. Bunlardan Avrasya'nın yayılış alanında Devoniyen, Siluriyen üzerinde diskordant olarak oturur ve geniş sahalarda *Eski kırmızı greler* adı altında tanınan ve çöl şartları altında meydana geldiği sanılan kontinental bir depo karakteri gösterir. Oysa bu sırada Kuzey

Kıtasının güneyinde uzanan bir deniz içinde çökelen Devoniyen tabakaları ile Siluriyen arasında belirgin bir diskordans olmadığı gibi, Devoniyen ile daha sonraki *Karbonifer* depoları arasında da bir süreklilik gözlenir. İşte, güneydeki bu devamlı sedimantasyon sahası, önce *Permokarbonifer'*de meydana gelen *Hersiniyen kıvrımlarına,* sonra da Alp kıvrımlarına yerleştiği Akdeniz çukurluğuna (diğer isimleri ile *Tetis* veya *Mesoje*) karşılık gelir. Permokarbonifer devrinde yeryüzünde, bugün için ekonomik önem oluşturan bazı olaylar meydana gelmiştir. Arazinin yükselmesi sonucunda Karbonifer devri sırasında Avrupa'da geniş sahalar bataklıklarla kaplı bir kara veya yarıkara halini almış ve bu devrede hüküm süren sıcak ve nemli bir iklimle büyük gelişme gösteren bitki topluluklarının karalarda veya kıyılardaki bataklıklarda kömürleşmesi ile maden kömürü yatakları oluşmuştur. Bu nemli bataklık sahaların yerini, *Permiyen* devri başlarında oluşan bir iklim değişikliği sonucunda kurak sahalar almışlardır ki, bu sırada *Yeni kırmızı greler* ile, şiddetli buharlaşmalar sonucunda çok büyük tuz ve jips yatakları (evaporit'ler) meydana gelmiştir. Permiyen sonlarında bu sahaların büyük bir kısmı bir iç denizin basmasına uğramış ve kurak sahada yer alan bu iç denizin dibinde kimyasal yollarla önemli tuz yatakları çökelmiştir.

Bütün Permokarbon devri, farklı devreler halinde meydana gelen bir orojenez hareketine sahne oluşturmuştur. Bu hareketlere *Hersinyen kıvrımları* adı verilir. Permokarbonifer'de kıvrılmış ve o zamandan beri bir daha kıvrılmamış olan kütlelere de *Hersinyen kütleleri* veya *Hersinyen masifleri* denir. Orta Avrupa'nın büyük kısmı bu masiflerle kaplıdır (Cornwall, Bretanya, Massif Central, Vojlar, Ardenler, Karaorman, Harz). İberya ve Fas meseta'ları da bu kıvrımlarla oluşmuş- lardır. Hersinyen kıvrımlarına dünyanın diğer kıtalarında da rastlanır. Bütün bunların, Kaledonya ve Huron kıvrımlarına eklenmesi ile kıtalar yeniden büyümüş ve bu arada Tetis çukurluğu Avrupa'da daha güneye çekilmiştir.
Güney yarımküredeki karaların bu devredeki gelişimleri birçok bakımlardan dikkati çeker. Bugün aralarında hiçbir bağıntı bulunmayan Brezilya, Afrika, Hindistan ve Avustralya'da bu devre ait depolar, kara fasiyesinde olup, birçok bakımlardan benzerlik gösterirler. Bu nedenle, sözü geçen sahaların o sırada çok geniş bir kıta meydana getirmek üzere bir arada bulundukları düşünülür. Bu büyük güney kıtasında *Gondwana* adı verilir. Gondwana'ya ait bütün karalar üzerinde Karbonifer devrinde geniş ölçüde bir glasiyasyonun oluştuğuna işaret eden glasiyal kökenli depolar ve izler gözlenmektedir. Bu glasiyasyon, Pleistosen glasiyasyonu ile karşılaştırılabilecek kadar büyük ölçüde idi ve geniş örtü buzulları meydana

gelmişti. Dünyanın kuzey yarımküresinde sıcak ve nemli bir iklimin hüküm sürdüğü bir sırada, güney karalarının geniş inlandsislerle kaplanmış olması, açıklanması güç bir problem oluşturur. *Wegener* bu problemin, kıtaların bu dönemde tek bir kütle meydana getirdikleri *(Pangea),* Paleozoik sonlarında parçalanarak yer değiştirmeleri ile açıklanabileceği hipotezini ortaya atmıştır.

İkinci Zaman (=Mesozoik)'ı belirgin bir sakinlik, Alp orojenezine bir hazırlık ve büyük ölçüde bir birikim devresi olarak nitelemek mümkündür. Bu devrede doğu yarımkürede kuzey ve güney karaları arasındaki Tetis'de çok kalın depolar çökelmiştir. Ayrıca, bu çok büyük jeosenklinalin bazı kısımlarında, Alp hareketlerinin öncüleri özelliğinde hareketler oluşmuş ve jeosenklinal içinde bir takım kabartılar veya jeantiklinaler, doğmakta olan dağlar halinde belirmiştir. İkinci Zaman, başlıca iklim kuşaklarının açıkça belirmesi açısından da önemlidir. Daha *Trias'*ta, kuzeyde daha serin sahalar, alçak enlemlerde de tropikal ve ekvatoral iklim bölgeleri ayrılmaya başlamıştır. Bu iklim bölgeleri *Kretase'*de, *Trias* ve *Jura'*ya oranla çok daha belirgin bir şekil almıştır. Yine İkinci Zaman'ın en önemli olaylarından biri de, geniş Laurasia ve Gondwana karalarının, ayrı kıtalara parçalanma ve kayma hızlarının artması ve bu arada Atlas Okyanusu'nun genişlemesidir.

Üçüncü Zaman (=Tersiyer)'ın jeomorfoloji bakımından da en önemli olayı, şüphesiz ki *Alp sisteminin* oluşumudur. Bu olayın dünya ölçüsünde bir önemi vardır. Çünkü çok daha uzun olan İkinci Zaman sırasında çeşitli sahalarda bir takım hareketler oluşmuş olmakla birlikte, gerek Avrupa'nın gerek diğer bölgelerin çoğunluğunun paleocoğrafya görünümü aşağı yukarı aynı kalmıştır. Oysa Üçüncü Zaman ortalarında Alp orojenezinin şiddetlenmesi bu görüntüde büyük farklılıklar oluşturmuş ve hemen hemen bugünkü reliefin anahatları ortaya çıkmıştır.

Üçüncü Zaman'ın başlarında Avrupa'nın paleocoğrafyasını kabaca şu şekilde belirtmek mümkündür: Kuzeyde geniş bir kara kütlesi bulunuyordu. Huron, Kaledonya ve Hersinya kıvrımlarının birbirine yamanması ile oluşmuş bu karanın bazı kısımları zaman zaman sığ şelf denizlerinin basması ile karşılaşmış idi. Bu eski karanın güneyinde Tetis, yani Alp jeosenklinali uzanmakta ve yer yer bazı jeantiklinaller sular üstüne yükselmiş bulunmakta idi. Fakat henüz Alp Dağları meydana gelmemişti. Tetis'in güneyinde, Gondwana'nın birer parçası olan Afrika-Arabistan ve Dekkan eski kütleleri yer almakta idi. İşte Alpler bu sahada,

Tetis jeosenklinali içinde çökelmiş olan depoların kuzeyindeki ve güneyindeki eski platformların arasında, büyük bir olasılıkla kompresyonlarla sıkışarak kıvrımlar ve şaryajlar oluşturmak üzere yükselmeleri sonucunda oluşmuştur. Alplerin asıl yükselişi Üçüncü Zaman'ın ilk yarısında ve zaman zaman kuvvetlenen yan basınçlar ile oluşmuştur. Alpler'de bu orojenik hareketlerin en kuvvetle gerçekleştiği devre, başka bir açıklamayla *Alp paroksizması,* Oligosen devrine rastlar. Fakat, daha önce de kaydedildiği üzere, bu paroksizma devresi Alp sistemine bağlı bütün dağlarda sürekli aynı zamana rastlamamıştır. Örneğin, Pireneler daha önce oluşan şiddetli hareketlerle yükselmişlerdir (Eosen-Oligosen arası). Bizim Alp sistemine bağlı olan dağlarımızda ise paroksizma Üst Oligosen'e rastlar. Bu açıklamadan anlaşılacağı üzere, *Oligosen* sonunda Alp sistemi artık ortaya çıkmış bulunuyordu. Bu yeni orojenik kuşak bu şekilde, artık katılaşmış ve bundan böyle kıvrılamaz bir hale gelmiş bulunuyordu. Bu nedenle, daha sonraki devrelerde aynı sahayı etkileyen kompresyonlar gerçek kıvrımlara değil, fakat alçalma, yükselme, çanaklaşma veya kubbeleşme ve kıvrılma gibi katı sahaları karakterize eden şekil değişikliklerine yol açmıştır.

Alp jeosenklinalinin dışında kalan sahalara gelince, buralarda eski kütleleri yer yer örten ve sığ denizlerde çökelmiş olan *Eosen* ve *Oligosen* depoları da, şüphesiz, Alplerin oluşumuna neden olan hareketlerden etkilenmişlerdir. Fakat katı bir temel üzerinde bulunan bu daha ince örtü tabakaları ancak hafif bir şekilde eğimlenmişler, yahut yatay durumlarını fazla bozmadan yükselmişler, yer yer kırılmışlar, fakat hiçbir zaman Alp jeosenklinalinde bulunan aynı yaştaki depolar gibi şiddetli kıvrımlara uğramamışlardır.

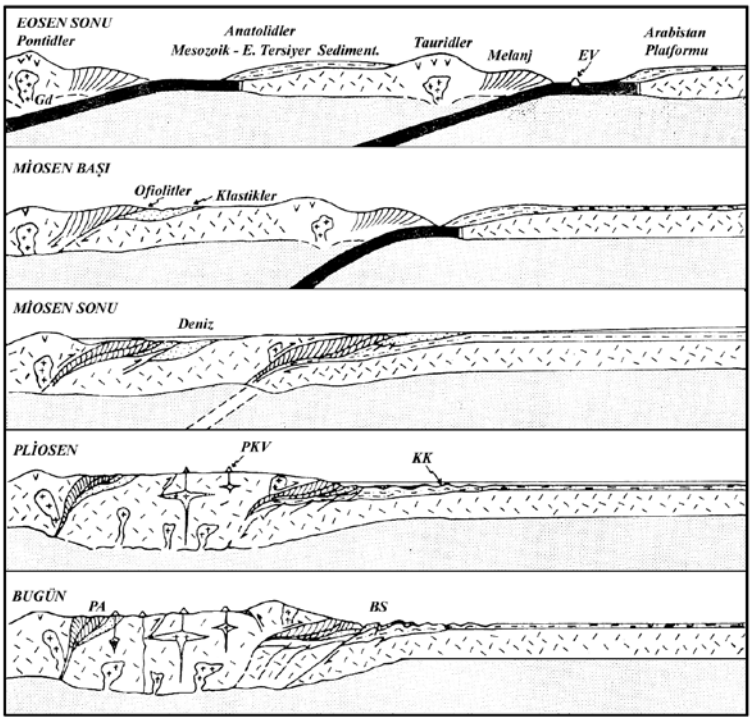
İklim bakımından Tersiyer'in ilk yarısı daha sıcak bir devreye karşılık gelir. Kratase'de meydana gelen sıcaklık alçalması, bu dönemde yerini genel bir sıcaklık yükselişine terk etmiştir. Bunu, sıcak iklimlere ait bitkilerin kuzey kutbu yakınlarına ve Antarktika'nın kenarlarına kadar sokulmuş olması açıkça göstermektedir.

Oligosen sonlarında dünyanın birçok sahalarında ve bu arada ülkemizde büyük bir regresyon oluşmuştur. Başka kelimelerle, Oligosen sonları çoğu bölgelerde karasal bir dönem ve şiddetli bir aşınım devresi karakteri gösterir. Bu sırada Alp sistemine bağlı dağlar geniş ölçüde aşındırılmışlar ve hattâ yerlerini genellikle peneplenlere bırakmışlardır. Bu, jelojik ve jeomorfolojik incelemelerin gösterdiği üzere, ülkemizde de böyle olmuştur.

Buna karşı *Neojen (= Miosen + Pliosen),* genel ve önemli bir transgresyon ile başlamıştır. Bu sırada Miosen ortalarında Avrupa'nın peleocoğrafya manzarası şöyle idi: Kıtanın orta ve kuzey kısımları yine kara halinde bulunuyordu. Burada ancak Kuzey Denizi ile Biskay Körfezi karaya doğru fazlaca sokuluyordu. Baltık ve Pas de Calais'nin yerini kara kaplamaktaydı. Güneyde yer yer geniş karalar ile kesintiye uğrayan Akdeniz bulunuyordu. Fakat henüz Akdeniz'in derin çukurları meydana gelmemiş olduğu gibi, bugünkü Ege, Tirren ve Batı Akdeniz'in yerinde de geniş karalar vardı. Akdeniz ile Atlantik arasında geniş bir bağlantı vardı. Avrupa'nın güneydoğu kısımlarında ise, Macaristan'dan Aral Gölü'ne kadar uzanan geniş bir göl yayılmakta idi. Bu geniş su kütlesi, Panonya (Macar) havzası, Karadeniz havzası ve Aral-Hazar havzası gibi bazı bölümlere ayrılıyordu. Bunlar sığ ve suları acı iç denizler halinde idiler. Bu sırada Anadolu deniz seviyesine yakın bir yükseklikte idi; reliefi uzun bir süre boyunca devam eden aşınmalar sonucunda çok silikleşmişti ve üzerinde birçok göller yayılıyordu. Bu göller güneyde denizle yer yer bağlantıda idiler. Bu görünüm, aşağı yukarı *Pliosen*'de de devam etmiştir. Pliosen genellikle, çukur sahalarda kuvvetli bir sedimantasyon, yüksek sahalarda ise kuvvetli bir aşınım devresi olmuştur (**Şekil 48 ve 49**).

Pliosen sonları ve *Kuaterner* başları hemen bütün dünyada, yerkabuğunun önemli ölçüde düşey hareketlere uğradığı bir devreye karşılık gelir. Bu hareketlerin jeomorfolojik önemi çok büyüktür. Çünkü bugünkü morfolojik görünüm aslında bunların eseri olarak ortaya çıkmıştır. Bu devrede ve özellikle Pleistosen sırasındaki hareketler sonucunda Anadolu ve Trakya, epirojenik olarak takımı ile yükselmiş; Ege, Marmara ve Karadeniz havzaları alçalarak derin çanaklar halini almışlar; Alp orojenezi ile kıvrılan, fakat sonradan aşınarak alçalan sıradağlar kubbeleşmek veya kırılmak yoluyla yükselmişler; Akdeniz'in derin çukurları oluşmuş, Akdeniz ile Atlas Okyanusu'nun arasındaki bağlantı bugünkü şeklini almıştır. Görülüyor ki, özellikle genç kıvrımlı dağlar kuşağında **yeryüzünün bugünkü reliefi, temelleri Alp orojenezi ile hazırlanmış olmakla birlikte, aslında, Neojen sonlarında ve Pleistosen'deki epirojenik yerkabuğu hareketlerinin eseridir.**

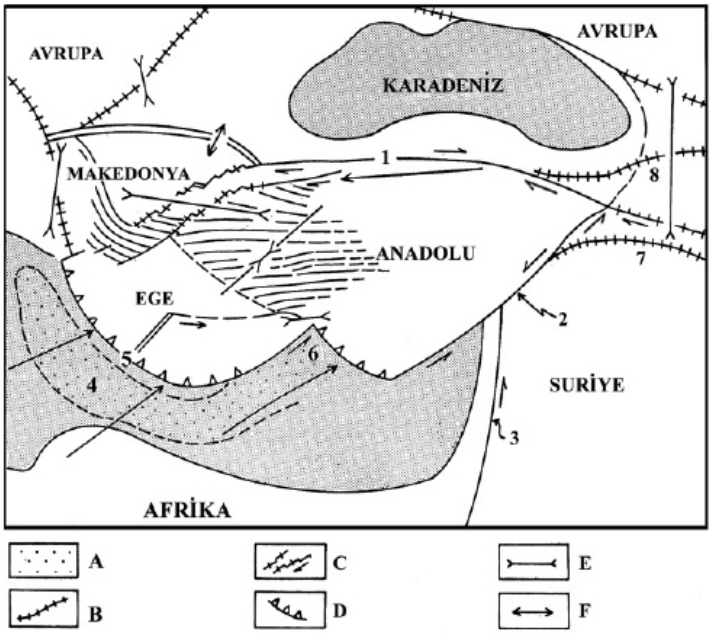
Jeolojik devirlerin en kısa süreni *Dördüncü Zaman (=Kuaterner)*'dır. Fakat coğrafya ve özellikle jeomorfoloji bakımından jeolojik devirlerin en önemlisi ve bugünkü morfolojik görünümde doğrudan veya dolaylı olarak en derin izler bırakmış olanı budur.



Şekil 48 – Eosen sonundan bu yana Türkiye'nin tektonik evriminde başlıca devreler (*A.M.C.Şengör*'den). Kısaltmalar: EV- Eosen yaşta bazaltik volkanizma. PKV- Plio-Kuaterner volkanları. KK- Kenar kıvrımları. PA- Pontid ve Anatolid tektonik birikimleri arasındaki sütür zonu. BS- Bitlis sütürü.

Birçok bakımlardan Kuaterner, Neojen'den beri devam eden bir evrimin son halkasını oluşturur. Bu nedenle de bazılarınca Tersiyer ile birlikte *Senozoik*'in bir kısmı sayılır. Fakat ancak 2,5-3 milyon yıl kadar bir uzunlukta, yani jeoloji bakımından pek kısa olan bu devir özellikle iki bakımdan büyük önem taşır: **İnsanın ortaya çıkışı** ve **çok şiddetli glasiyasyon olayları.** Burada ilk insan ırkları, bunların yayılış sahaları, bıraktıkları eserler gibi prehistorya konuları üzerinde durulmayacaktır. Buna karşılık, fiziksel coğrafya bakımından çok önemli sonuçları olan Pleistosen glasiyasyonu hakkında kısa açıklamalar yapılacaktır.

Dördüncü Zaman iki kısma ayrılır. Bunlardan ilk kısım, çok daha uzun sürmüştür. Yeryüzünde geniş ölçüde buzullaşmanın görülmesiyle başlar ve glasiyelerin ortadan kalkması ile sona erer. Kuaterner'in bu eski kısmına *Pleistosen, Eski Kuaterner* veya *Diluvium* denir. Buna karşılık geniş ölçüdeki buzullaşmanın sona ermesinden bugüne kadar geçen ve süresi, bu tanıma göre bölgeden bölgeye değişen, bununla birlikte genellikle son 10.000 yılı kapsadığı kabul edilen döneme *Holosen, Aluvium, Recent,* veya *Postglasiyal* gibi değişik isimler verilir.



Şekil 49 – Türkiye ve çevresinin Post-Miosen plaka geometrisi ve başlıca yapısal birikimleri (*A.M.C. Şengör*'den). İşaretler: A- Okyanusal kabuk alanları. B- Sütür zonları. C- Yırtılma fayları (Oklar yaklaşık hareket yönlerini gösterir). D- Okyanusal kabuğun kıtasal kabuk altına daldığı zonlar. E- Sıkışma doğrultusu. F- Genişleme doğrultusu. Sayılar: 1- Kuzey Anadolu transform fayı. 2- Doğu Anadolu transform fayı. 3- Lut Gölü (Ölü Deniz) transform fayı. 4- Doğu Akdeniz denizaltı sırtı. 5- Helen çukuru. 6- Plinius-Strabon çukuru. 7- Bitlis sütürü. 8- Pontid-Küçük Kafkas sütürü.

Kuaterner'de glasiyasyona yol açan soğuma, bir bakıma daha Neojen'de kendini göstermiş ve bu devrede sıcaklık yavaş bir şekilde alçalmıştır. Bununla birlikte, Miosen'de Orta Avrupa'da hâlâ daha tropikal bitkiler bulunmaktaydı. Fakat Pliosen'de iklim kuşakları ekvatora doğru daha fazla kaymış ve bu devrin sonlarında yeryüzünün iklim bölgeleri hemen hemen bugünküne benzer bir şekil almıştır. Fakat sıcaklığın düşmesi bu noktada durmamış ve Pleistosen başında da devam etmiştir. Bunun sonucunda *Glasiye Devri* adı verilen bir dönem başlamıştır. Bu şekilde, bir yandan dağlar üzerinde var olan bazı glasiyeler genişlediği gibi, birçok yeni glasiye meydana gelmiş, alçak sahalarda da kıtaların subpolar bölgesinde meydana gelen indlandsisler gittikçe genişleyerek daha alçak enlemlere doğru yayılmaya başlamışlardır. Pleistosen glasiyasyonunun maksimum ölçüye vardığı sırada karalar yüzeyinin 1/3'ü kadarı glasiyelerle kaplanmış, geniş buz örtüleri Avrupa'da Orta Almanya Dağları'na, doğuda 52° kuzey paraleline; Kuzey Amerika'da ise New York ve St. Louis'e kadar sokulmuş bulunuyorlardı. Buna göre, kuzey yarımküresindeki karaların kuzey kısımları üzerinde kutup iklimi, Orta Avrupa'da ise tundra iklimi etkindi.

~~Buna karşılık, ç~~öller ve yarıkurak sahalar bug~~üne göre daralmış~~lardı. Bugün kurak bölgenin sınırları içine giren sahaların hemen çoğu, bugünküne oranla daha serin ve daha nemli iklim şartlarının egemenliği altında idi. Yarıkurak ve kurak bölgelerde, buzul devri sırasında meydana gelen ve birçok morfolojik izler bırakmış olan bu daha nemli devreye *plüvyal dönem* denir. Pleistosen sırasındaki iklim değişimleri bir değil, fakat birkaç defa buzullaşmaya yol açmış ve bu soğuk veya glasiyal dönemler ile, bunlar arasında kalan daha sıcak interglasiyal dönemler nöbetleşmişlerdir. Saptanabilen buzul dönemlerinin, yani glasiyallerin sayısı yer yer değişir. Örneğin Alpler'de glasiyal devrelerin sayısı 4 veya 5'dir. Bunlara, eskiden yeniye doğru ve harf sırası ile *Tuna* (Donau), *Günz*, *Mindel*, *Riss* ve *Würm* glasiyalleri denir. Dünyanın diğer bölgelerinde varılan sonuçlar bazen Alpler'dekinden bir hayli farkı olmakla beraber, bu terimler çoğu kez, gereken titizlik gösterilmeden, diğer sahalardaki buzullaşma dönemlerini açıklamak için de kullanılmaktadır. Diğer taraftan gözlemler, kurak ve yarıkurak sahalarda da plüvyal koşulların birkaç kere tekrarlandığını göstermektedir.

Pleistosen'de bütün dünyada meydana gelen bu iklim değişimleri yeryüzünü çok çeşitli yollarla etkilemişlerdir. Geniş sahalarda glasiyal topoğrafyaya ait şekiller oluşmuş, bitki ve hayvan topluluklarının sahaları birkaç kere yer değiştirmiş, fauna ve flora derin değişikliklere uğramıştır. Akarsuların akımları, aşındırma ve biriktirme etkinlikleri değişen iklim koşullarına bağlı olarak gelişmiştir. Deniz seviyesi östatik olarak alçalıp yükselmiş, bu durum aşındırma ve biriktirme olaylarını etkilemiş, akarsu ve kıyı taraçalarının oluşumuna, şelfin zaman zaman kara haline geçerek dış etkenlerle işlenmesine ve sonradan sularla örtülünce boğulmuş topoğrafya şekillerinin ve kıyı tiplerinin meydana gelmesine neden olmuştur. Kalın glasiye kütleleri altında kalan sahalar, bu büyük yükün ağırlıkları altında izostatik olarak alçalmışlar, glasiyelerin erimesinden sonra da hafifleyerek yükselmişlerdir.

Pleistosen'in süresi yaklaşık 2,5-3 milyon yıl olarak kabul edilir. Glasiyelerin büyük ölçüde ortadan kalktıkları *Postglasiyal* dönemin de, söz konusu bölgeye göre değişmekle birlikte, günümüzden 10.000-20.000 yıl kadar önceleri başladığı anlaşılmaktadır. Postglasiyal devrede de iklim aynı kalmamış, özellikle bazı değişimler göstermiştir. Fakat bu değişimler, glasiyal ve interglasiyal devrede arasındaki farklarla karşılaştırıldığı zaman çok küçük ölçüde kalır. Bununla birlikte, bu değişiklikler de özellikle vejetasyon ve yerleşme coğrafyası bakımından etkili olmaktan geri kalmamışlardır.

Uygulamalar

Konu ile ilgili kitapları gözden geçiriniz.

Konu ile ilgili internet sitelerine başvurunuz.

Uygulama Soruları

Konu ile ilgili kitapları gözden geçirdiniz mi? **Konu ile ilgili internet sitelerine başvurdunuz mu?**

Bu Bölümde Ne Öğrendik Özeti

Onüçüncü konuda, Yeryuvarın Evrimi ve Jeokronoloji konusu ele alınmıştır. Yeryuvarın jeolojik evrimi incelenmiştir. Jeolojik Devirler ve bunlarda yaşanan olaylar, ortaya çıkan fauna ve flora türlerinin genel özellikleri anlatılmıştır. Konu, bilhassa fotoğraf, tablo ve şekillerle desteklenmiştir.

13. Bölüm Soruları

1- Yeryuvarın jeolojik evrimi hakkındaki bilgiler, kabuğu oluşturan malzemenin yani kayaların incelenmesine, yorumlanmasına, elde edilen bulguların arasındaki zaman ve yeryuvar ilişkilerinin ortaya konmasına dayanır. Başka kelimelerle, yerkabuğunun evrim tarihi, özellikle kabuğu oluşturan malzemede kayıtlıdır. Bu temel ilkeye dayanan çeşitli yöntemlerle elde edilen bulguları değerlendirmek yoluyla, yeryuvarın jeolojik geçmişteki coğrafik görünümünü saptayan ve bu görünümde zamanla meydana gelen değişimleri inceleyen bilim dalına ……. denir. **Yukarıdaki ifadeyi tamamlayınız.**

2- Dünya'nın 4,6 milyar yıllık geçirdiği oluşum ve gelişim sürecine baktığımızda; sadece son 1 milyarlık dönemi ile ilgili bilgimiz kısmen daha fazladır. Dünyada yaşı ölçülebilen en yaşlı kaya nerede bulunmuştur?

a)Avustralya b)Avusturya c)Almanya d)Angola e) Rusya

3- Dünya'nın 4,6 milyar yıllık geçirdiği oluşum ve gelişim sürecine baktığımızda; sadece son 1 milyarlık dönemi ile ilgili bilgimiz kısmen daha fazladır. Dünyada yaşı ölçülebilen en yaşlı kayası yaklaşık kaç milyar yaşındadır?

a)4.1 b)4.2 c)4.3 d)4.4 e) 4.5

4- Dünya'nın 4,6 milyar yıllık geçirdiği oluşum ve gelişim sürecine baktığımızda; sadece son 1 milyarlık dönemi ile ilgili bilgimiz kısmen daha fazladır. 70-80 km kalınlığa sahip olduğu düşünülen yerkabuğunda inilebilen en derin nokta yaklaşık kaç kilometredir?

a) 11 b) 12 c) 13 d) 14 e) 15

5- Aşağıdakilerden hangisi Dünya'nın en eski çekirdek kıtalarından birisidir?

a) Avrupa b) Anadolu c) Rusya d) Afrika e) ABD

6- Aşağıdakilerden hangisi Dünya'nın en eski çekirdek kıtalarından birisi değildir?

a) Kanada b) Brezilya c) Anadolu d) Anadolu e) Antarktika

7- Şiddetli glasiyasyonun oluştuğu ve insanın ortaya çıktığı jeolojik devir aşağıdakilerden hangisidir?

a) Eosen b) Oligosen c) Miyosen d) Pliosen e) Pleistosen

8- "Neojen (= Miosen + Pliosen) genel olarak önemli bir transgresyon ile başlamıştır."

Yukarıdaki ifade doğru mu, yanlış mı?

Doğru ( ) Yanlış ( )

9- Jeolojik devirlerin en uzun sürmüş olanı ve bilgilerimizin en az olduğu İlkel Zaman'ın (=Prekambriyen) toplam süresi kaç milyar yıldır?

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

10- Jeolojik Zamanlardan II.Zaman'ın devirlerinin isimlerini eskiden yeniye yazınız.

Cevaplar

1- **Paleocoğrafya**
2- **Avustralya**
3- **d)4.4**
4- **e)15**
5- **d)Afrika**
6- **c)Anadolu**
7- **e)Pleistosen**
8- **Doğru**
9- **d)4**
10- **Trias, Jura, Kretase**

14. BÖLÜM

JEOMORFOLOJİ'DE "ZAMAN" KAVRAMI

Bu Bölümde Neler Öğreneceğiz?

14.1. Zamanın Doğrudan Etkisi: Jeomorfolojik Evrim

14.2. Jeomorfolojik Evrimde Kesinti ve Karışıklıklar

Bölüm Hakkında İlgi Oluşturan Sorular

1- Jeomorfoloji'de "Zaman" Kavramını açıklaynız.
2- Zamanın Doğrudan Etkisi: Jeomorfolojik Evrimi açıklayınız.
3- Jeomorfolojik Evrimde Kesinti ve Karışıklıkları açıklayınız.

Bölümde Hedeflenen Kazanımlar ve Kazanım Yöntemleri

Konu	**Kazanım**	**Kazanımın nasıl elde edileceği veya geliştirileceği**
Jeomorfoloji'de "Zaman" Kavramı	Zamanın Doğrudan Etkisi: Jeomorfolojik Evrim	Metin, sunum ve görselleri izleyerek ve konuyu tekrar ederek
Jeomorfoloji'de "Zaman" Kavramı	Jeomorfolojik Evrimde Kesinti ve Karışıklıklar	Metin, sunum ve görselleri izleyerek ve konuyu tekrar ederek

Anahtar Kavramlar

Jeomorfolojide Zaman, Jeomorfolojik Evrim, Jeomorfolojik Evrimde Kesinti ve Karışıklıklar

Jeomorfolojide zaman unsurunun etkileri, genellikle sanıldığından çok daha derin ve çeşitlidir. Yeryüzünün şekillenmesi hakkındaki bilgi genişledikçe, bu etkenin üzerinde daha fazla durmak gerektiği giderek daha iyi anlaşılmaktadır. Zaman unsuruna bağlı olarak ortaya çıkan bu çeşitli etkileri iki büyük grupta toplayarak ele almak olasıdır (Erinç, 2000: 325-365):

A – Yapı ve süreç değişmediği halde, doğrudan doğruya zaman akışına, yani süreye bağlı olarak oluşan topoğrafik değişiklikler; Bunları ***jeomorfolojik evrim aşamaları*** olarak da adlandırmak olasıdır. Burada tektonik, östatik ve klimatik manada topoğrafyanın hiçbir değişikliğe uğramadığı düşünülerek kurgu yapılırsa da, bu hemen hemen her topoğrafya için olası görülmez. Ancak çok kısa dönemli ya da daha başlangıç evresinde olan topografyalar için mümkündür.

B – Zamanın akışı esnasında, yapı ve süreç bakımlarından meydana gelen değişikliklerin topoğrafya üzerindeki etkileri. Bunlar, ***jeomorfolojik evrim kesintiler ve karışıklıklar*** olarak da belirtilebilirler. Yani burada tektonik, östatik ve klimatik jeomorfolojik evrimin herhangi bir aşamasında topoğrafyanın değişikliğe uğradığı düşünülerek kurgu yapılırsa bu hemen hemen her topoğrafyada görülür.

14.1. Zamanın Doğrudan Etkisi: Jeomorfolojik Evrim

Gençlik, Olgunluk ve Yaşlılık Dönemleri: Süreç ve yapının değişmediği varsayılır, yani bunların niteliğinde herhangi bir değişim olmadığı kabul edilirse, *W.M.Davis* tarafından özetlenen formüle göre topoğrafya şekillerinin, ancak şekillenme süresinin yani zamana bağlı olarak değişmeleri gerektiği sonucuna ulaşılır. Buna göre, belli bir yapı üzerinde ve belli bir süreç veya etkenin tesiri altında başlangıç anında, bir zaman sonra ve ilerlemiş devrede meydana gelecek olan topoğrafik şekiller arasında önemli farklar olması gerekir. Başka kelimelerle, topoğrafya şekillerinin zamanın süresine bağlı olarak bir evrime uğradıkları ve bu sırada, özel şekiller ile kendini belli eden belli aşamalardan geçtikleri anlaşılır. Bu devreler rastgele olarak oluşan şekillerle değil, fakat zamana bağlı olarak birbirini az çok belli bir sıra ile izleyen topoğrafya özellikleri ile kendini gösterirler. *Davis* bu evrim devrelerini daha canlı bir biçimde anlatmak için, onları insan hayatının çeşitli dönemleri ile karşılaştırmış ve bu şekilde jeomorfolojik evrimde *gençlik, olgunluk* ve *yaşlılık* olmak üzere, esas olarak üç devrenin ayırdedilebileceği görüşünü ortaya koymuştur. Ayrıca, bu esas devreleri, *ilk* ve *ileri* sıfatlarının eki ile belirtilen alt devrelere ayırmıştır. Böylece ilk gençlik, ileri olgunluk veya ileri yaşlılık gibi alt devrelerde de ayırdetmek, *Davis* okulunda

gelenek olmuştur. Topoğrafyanın başlangıç anından ileri yaşlılığa kadar süren tam bir evrimi ise, ***aşınım döngüsü*** ya da ***aşınım sikl*** *(erosion cycle)*'i terimi ile belirtilir **(Şekil 1)**.

Davis nemli, glasiyal ve kurak iklim bölgelerinde rol oynayan farklı süreçlere bağlı olarak üç morfolojik sikl veya evrim tipi belirlemiştir. Bunlar flüvyal (normal), glasiyal ve kurak devirlerdir. Bugün döngü kavramının yarıkurak sahalara, karst topoğrafyasına, kıyı topoğrafyasına, hattâ periglasiyal topoğrafyaya da uygulayanlar vardır. Ayrıca kıvrımlı, yatay, monoklinal gibi belirli yapılar gösteren sahalar üzerinde, flüvyal süreçler sonucunda belirli evrim sahalarının bir zaman sırasına göre birbirini izledikleri genellikle kabul edilmektedir.

Flüvyal süreçlerin etkisindeki bir sahanın, gerek başlangıç anındaki topoğrafya şekli, gerek yapı bakımından çok çeşitli tipler sunabileceği şüphesizdir. Fakat mekanizmanın açıklanması bakımından şimdilik, deniz dibindeki tabakaların daha hızlı tektonik hareketlerle yükseldikleri ve bu şekilde deniz seviyesinden belli bir yükseltide yeni bir karanın meydana geldiği düşünülmekle yetinilecektir. Böyle bir kara üzerinde, farklı yükselmelerden dolayı bir takım çukurlukların ve kabartıların var olduğuna göre, bunun üzerindeki çukur sahaları izleyerek toplanan yağmur suları dereleri ve nehirleri oluşturacaktır. Bu akarsular arazinin ilksel eğimlerini izleyerek akacaklardır. Bu nedenden dolayı da, bu tür akarsulara *konsekant akarsular (eğim yönünde akan akarsular)* adı verilir. İlksel yüzeyin kapalı çukurlarında ise göller oluşacak, fakat iklim nemli olduğu için bu göller çevrelerindeki en alçak yerlerden taşarak, göllerin sularını boşaltan akarsular meydana gelecektir. Bu yeni kara üzerinde çözülme ve kütle hareketleri gibi dış etkenlerin de hemen aktiviteye başlayacakları doğaldır. İşte, akarsuların, çözülmenin ve kütle hareketlerinin yeni aktiviteye geçtikleri, fakat yapı ve tektonik hareketler tarafından belirlenmiş olan ilksel topoğrafyada önemli bir değişiklik meydana getirmek için henüz yeterince zaman bulamadıkları bu devreye, akarsuyun ***başlangıç devresi*** adı verilir **(Şekil 1)**.

Akarsuların ve diğer şekillendirme etkenlerinin devam eden faaliyeti zamanla ilksel topoğrafyada önemli bazı değişikliklere yol açar. Akarsular geriye ve derine doğru aşındırarak vadilerini genişletmeye başlarlar, yani yan kol (tâbiler) oluşur. Fakat yamaçlar yeterli derecede işlenemediğinden, vadilerin enine profilleri genellikle V şeklindedir. Vadi tabanlarında dirençli kayaların bulunduğu yerlerde şelâleler veya hızlı akış yerleri görülür. Ana akarsuların

ve yan kollarının vadilerini derinleştirmeleri ve geriye doğru ilerlemelerine paralel olarak, arazi giderek yarılmaya başlar. Fakat vadiler arasında henüz geniş parçalar halinde ilksel topoğrafyaya ait kısımlar vardır. Bu nedenle su bölümleri daha geniş yüzeyler halindedir. İlksel çukurluklar ise, henüz göllerle kaplı bir durumdadır. Böylece genel görünüm, vadilerle yarılmış, fakat buna karşın henüz başlangıç anındaki topoğrafyaya ait geniş yüzeyler gösteren bir platoya benzer. Enine vadi profillerinin V harfi şeklinde, boyuna vadi profillerinin düzensiz, vadi şebekesinin henüz çok fazla gelişmeye erişmemiş olduğu ve ilksel topoğrafyaya ait kalıntıların henüz ortadan kalkmamış bulunduğu bu devreye, aşınım döngüsünün ***gençlik devresi*** adı verilir.

Flüvyal sürecin daha uzun bir zaman devam etmesi sonucunda, topoğrafyada derin değişiklikler oluşur ve yeni şekiller ortaya çıkar. Daha gençlik devresinin sonlarında, akarsuların boyuna profillerinde, dirençli kayaların neden olduğu şelâleler ve hızlı akış yerleri ortadan kalkar. Bir süre sonra, başlıca akarsular taban seviyesine göre profillerine ulaşırlar. Akarsu şebekesi zamanla geriye ve yanlara doğru çok fazla derecede gelişir. Bu gelişmede kapmalar da rol oynar. Vadilerin, arazinin litolojik dokusuna uydukları gözlenir ve özellikle zayıf dirençli kayalardan oluşan sahalar boyunca uzanan yeni yan kolların oluşturduğu vadilerin meydana geldiği görülür. Saha, bir taraftan derine doğru gittikçe fazla yarılırken, bir taraftan da yamaçlar akarsuların, kütle hareketlerinin ve çözülme süreçlerinin ortak işlemesi sonucunda yavaş yavaş geriler ve yatıklaşır; komşu vadilerin gerileyen yamaçları, sonuçta birbirine kavuşur. Bunun sonucunda, ilksel topoğrafyaya ait parçalar tamamıyla ortadan kalktığı gibi, vadiler arasındaki sırtlar da keskin şekiller alır. İlksel topoğrafya üzerindeki çukurluklarda yerleşmiş göller ve bataklıklar da ortadan kaldırılır. Yarılmanın ve seviye farklarının en ileri dereceye vardığı, ilksel yüzeye ait son kalıntıların da ortadan kaldırıldığı, vadi şebekesinin çok fazla ölçüde geliştiği, akarsu şebekesinin litolojik dokuya uyduğu, akarsuların denge profillerine eriştikleri, farklı aşınmadan ileri gelen seviye farklarının maksimum derecede belirdiği ve derine doğru aşındırmanın hemen hemen işlevsel olarak sona erdiği bu devreye, flüvyal aşınım döngüsünün ***olgunluk devresi*** denir.

Flüvyal süreç daha da uzun bir zaman devam ettiği durumda, arazi bir taraftan akarsuların yana aşındırmaları ile işlenmeyi sürdürürken, bir yandan da, özellikle çözülme ve kütle hareketlerinin etkisi altında giderek alçalır, daha basık ve daha yatık şekiller alır, su

bölümleri daha az belirgin bir hale gelir. Akarsular boyunca geniş taşkın ovaları oluştur. Buralarda nehirler menderesler çizerek akarlar. Vadiler çok geniştir; bu genişlik, menderes kuşağı genişliğinin birkaç katını bulur. Vadilerle litolojik doku arasında, olgunluk devresinde çok açık bir şekilde görülen uyum, bu daha ilerlemiş devrede maskelenir, kolayca seçilemez bir hal alır. Bu şekilde arazi sonuçta, taban seviyesine yakın bir yükseltiye kadar aşınarak, bütünüyle taban seviyesine doğru hafifçe eğimli ve hafifçe dalgalı bir yüzey haline geçer. Bu devre de, flüvyal döngünün son devresi olan ***yaşlılık devresine*** karşılık gelir. Bu devrenin sonlarında meydana gelen hafif dalgalı son aşınım yüzeyine de, *Davis* tarafından konan bir terimle, ***peneplen*** adı verilir. Fakat penepleni ideal bir düzlük olarak düşünmemek gerekir. Aşınım döngüsünün bu devresinde kaya direnci, yükselti şartlarını belirlemek konusunda çok belirgin ve kesin bir rol oynamaktan uzak olmakla beraber, bazı sahalarda en dirençli kayalardan oluşan veya herhangi bir şekilde aşınıma karşı daha iyi korunmuş olan kısımları oluştururlar. Peneplen üzerindeki bu tür kalıntı tepelere, ABD'nin New England bölgesinde aynı şekilde meydana gelmiş bir dağın ismine dayanarak ***monadnock*** (ok. monadnok) adı verilir. Peneplen üzerindeki geniş vadiler arasında kalan sırtlar da, basık olmasına rağmen, peneplen yüzeyinin hafifçe dalgalı bir profil sunmasına neden olurlar. Diğer taraftan, peneplen yüzeyinin taban seviyesine, yani denize doğru, hafif de olsa bir eğim göstermesi gerekir. Bu nedenle, çok geniş sahalara yayılan bir peneplen üzerinde, taban seviyesine yakın olan kısımlar ile çok daha gerilerdeki iç kısımlar arasında oldukça belirgin bir yükselti farkının var olacağı doğaldır **(Foto 106)**.

Foto 106 – İstanbul Penepleni üzerinde yükselen sertgen tepelerden monadnokları oluşturan tepeler: K.Çamlıca, B.Çamlıca, Kayışdağ ve Aydos Dağı'na Galata Kulesi'nden Kocaeli Platosu'na genel bir panoramik bakış (Ahmet Ertek arşivi, 17.7.2013).

14.2. Jeomorfolojik Evrimde Kesinti ve Karışıklıklar

Bir jeomorfolojik evrimin tamamlanabilmesi uzun bir zamana gereksinim gösterir. Oysa, böyle uzun bir zaman söz konusu olduğunda **yerkabuğu hareketlerinin** meydana gelmesi veya o bölge üzerinde aktivitede bulunan süreçlerin ve etkenlerin niteliklerini değiştirebilecek ölçüde **iklim değişikliklerinin** oluşması, hatta östatik deniz seviyesi değişimlerinin oluşması büyük bir olasılık halinde ortaya çıkar. Jeolojik geçmişin ve çeşitli topoğrafya şekillerinin analizi, bu gibi değişimlerin çok az değil, aksine sık sık oluşmuş olduklarını ortaya koyar. Bu şekilde değişen şartlar, herhangi bir sahanın jeomorfolojik evriminde bir kesinti meydana getirebilir; yeni yükselti ve eğim şartlarına veya **değişen süreç ve etkenlere göre, yeni bir evrimin başlamasına yol açar**. Zamanın akışı sırasında, yeryüzünün herhangi bir sahasında belli şartlar altında gelişmekte olan morfolojik evrimi kesintiye uğratan, ona farklı bir yön veren veya derin değişikliklere uğramasına neden olan bu değişiklikleri, zamanın akışı sırasında ortaya çıktıkları için, bir bakıma, zamanın dolaylı etkileri olarak yorumlamak olası görünüyor.

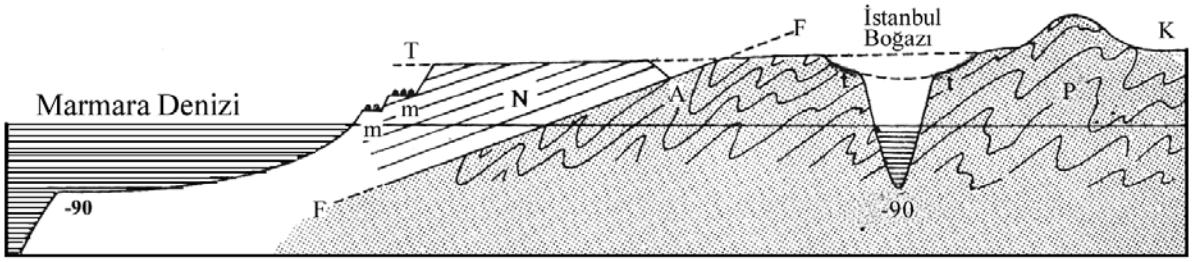
Bu değişikliklerden bir kısmı, şekillendirici sürecin niteliği aynı kaldığı halde, tektonik veya östatik hareketlerle taban seviyesinin yerinde değişikliklerin oluşması sonucunda meydana gelir. Bu durumda topoğrafya, değişik taban seviyelerine göre evrim geçirmiş kısımlardan oluşan karmaşık bir görünüm sunar. Sürecin türü ve niteliğinde bir değişiklik olmadan oluşan bu gibi evrim karışıklıklarına ***döngü kesintileri*** denebilir. Buna karşılık, bazı sahalarda jeomorfolojik evrimin uğradığı değişimler, bizzat şekillendirici etken ve süreçlerin niteliklerini değişmesi yoluyla meydana gelmiştir. Örneğin, iklim değişmeleri sonucunda, flüvyal morfojenetik bölge, kurak, glasiyal veya periglasiyal bölgeye dönüşmüş olabilir. Yahut, geniş ölçüde volkanik aktiviteler ön plâna geçerek, tamamıyla yeni şartlar ortaya koymuş olabilirler. Bu gibi sahalardaki topoğrafya şekilleri de, polijenik bir özellik kazanırlar. Polijenik topoğrafyaların oluşumuna neden olan bu çeşit olayları da, ***morfojenetik karışıklıklar*** terimi ile belirtmek uygun görünüyor.

Arazi gözlemleri yeryüzündeki topoğrafya şekillerinin, genellikle basit olmaktan çok, karışık bir evrimin eseri olduklarını ortaya koymaktadır. Birçok sahalarda farklı morfolojik döngülerin izleri yanyana ve üstüste yer alır. Sürecin niteliğinde değişiklik meydana gelip gelmediğine, başka kelimelerle morfojenetik karışıklığın oluşup oluşmadığına

göre, topoğrafya şekillerini ***monojenik*** ve ***polijenik*** olmak üzere iki gruba ayırmak olasıdır. Bunlardan monojenik topoğrafya, belli bir morfojenetik bölgeyi karakterize eden süreç ve etkenler tarafından şekillendirilmiş, yani bu bakımdan değişikliğe uğramamış olan topoğrafaya karşılık gelir. Örneğin, yalnız flüvyal süreçlerin eseri olan şekillerden oluşan bir topoğrafya monojeniktir. Buna karşılık, farklı morfojenetik bölgelere ait etken ve süreçlerin birbiri ardında sıra ile etki etmeleri sonucunda oluşmuş şekillerden oluşan bir topoğrafya da polijeniktir.

İç Anadolu'da, bugün yarıkurak şartlar altında şekillenmekte ve yer yer kumullarla kaplanmış olduğu halde, yakın bir geçmişte flüvyal süreçlerin derin etkilerine uğramış olan Plüvyal devre göllerine ait birçok izler taşıyan Konya-Ereğli Bölümü; yahut eskiden glasiyeler veya periglasiyal süreçlerle işlendiği halde, bugün yalnız akarsularla şekillendirilen birçok dağlarımız, polijenik topoğrafyaların örneklerini oluştururlar. Bu gibi sahalarda, şimdilik etkin olan süreç ve etkenlere göre oluşan yeni şekiller ile geçmişteki farklı süreç ve etkenler sonucunda oluşmuş topoğrafya unsurları birbirine yabancı olarak bir arada yer alırlar.

Jeomorfolojik evrim bakımından yapılabilecek olan ikinci bir gruplandırma, döngü kesintilerinin var olup olmadığı esasına dayanır. Bazı topoğrafya şekilleri, günümüz koşullarında devam etmekte olan bir tek döngünün eseridir. Bu gibi topoğrafyalara ***monosiklik (tek döngülü) topoğrafya*** adı verilir. Fakat monosiklik topoğrafyalar, çok azdır ve genellikle, ancak henüz yeni kara haline geçmiş eski deniz dipleri, yeni volkan konileri ve lav örtüleri, son taban seviyesine göre ayarlanmış deltalar v.b. gibi çok genç sahalar üzerinde gözlenirler. Buna karşılık doğada yaygın olan, ***polisiklik (=çok döngülü) topoğrafyalar***'dır. Bunlar morfolojik evrimin herhangi bir nedenle zaman zaman kesintiye uğradığı ve yerini, yeni şartlara göre yeni bir aşınım döngüsüne bıraktığı sahalara karşılık gelirler. Örneğin, İstanbul çevresi polisiklik bir topoğrafya sunar. Burada geniş sahalar kaplayan bir peneplen, bu peneplen içinde oyulmuş vadilerin yamaçlarında taraçalar vardır. Demek ki İstanbul çevresinde, gayet kaba olarak, bir peneplenin, taraçaların ve taraça yüzeylerinden daha aşağılara kadar yarılmış vadilerin oluşumlarına karşılık gelmek üzere üç döngü ayırt edilebilir. Gömük vadiler sonradan deniz tarafından işgal edildiğine ve bu şekilde taban seviyesi yeniden değiştiğine göre, bunlara, halen devam etmekte bulunan dördüncü bir döngüyü de eklemek gerekir **(Şekil 50)**.



Şekil 50 – İstanbul yöresinin polisiklik topoğrafyasının başlıca unsurları (SW-NE) doğrultu- sunda şematik kesit). Kısaltmalar: N- Neojen. P- Paleozoik. TK- Trakya-Kocaeli aşınım yüzeyi (Pliosen penepleni). FA- Neojen örtü depoları altındaki diskordans yüzeyi. AF- Diskordans yüzeyinin üzerindeki örtünün sıyrılması ile ortaya çıkmış fosil yüzey (Ante-Neojen aşınım yüzeyi). m- Pleistosen kıyı taraçaları. t- Boğaz vadisi yamacındaki flüvyal taraçalar.

Monosiklik veya polisiklik topoğrafyaların, monojenik veya polijenik olmaları olasıdır. Örneğin, İstanbul civarının topoğrafyası, polisiklik-monojenik bir topoğrafyadır. Çünkü burada topoğrafya unsurları birkaç döngünün eseri olmakla beraber, bunların hepsi, yalnız flüvyal morfojenetik bölgeyi karakterize eden etken ve süreçlerle meydana gelmişlerdir. Oysa Uludağ'ın zirve kesimindeki şekiller, polisiklik (çeşitli aşınım yüzeyleri ve yarılmalar), fakat aynı zamanda polijeniktir (glasiyal, periglasiyal ve flüvyal süreç ve etkenlere ait şekillerin birarada bulunuşu dolayısıyla).

Polisiklik topoğrafyaların özel bir şekli, ***fosil topoğrafya***'ların yüzeye çıkması ile oluşur. Jeolojik geçmişte oluştuktan sonra, tekrar birikim sahası haline geçen ve üzeri yeni depolarla örtülen eski topoğrafya yüzeylerine fosil topoğrafya denir. Bu örtü, genellikle tortul tabakalardan oluşur. Bununla birlikte, yeterince kalın volkanik maddelerin eski bir topoğrafyayı gizlemesi de olasıdır. Eski topoğrafya yüzeyini örten tabakalar, değişen şartlar altında kısmen veya tamamen aşındıkları durumda, fosil topoğrafya tekrar yüzeye çıkabilir. Fosil topoğrafyanın tekrar yüzeye çıkmasına olanak veren bu örtü aşınmasına ***sıyrılma*** (veya *ekshümasyon*) adı verilir. Fosil yüzeyler veya diğer bir terimle ***sıyrılmış yüzeyler*** bazen sahalarda bugünkü topoğrafyanın bir bölümünü oluştururlar. Ülkemizde bu tür yüzeylerin varlığı bilinmekle beraber, bunların yayılış sahaları hakkında henüz yeterli bilgiye sahip değiliz. Bu gibi yüzey parçalarına İstanbul civarında da rastlanmaktadır. İstanbul şehrinin doğusunda Bostancı ile Kartal arasında ve İstanbul'un batısında Neojen tabakalarının kuzey kenarında, genç örtü altından daha yakın zamanlardaki aşınmalar sonucunda sıyrılarak meydana çıkmış fosil yüzeylerin var olduğu bilinmektedir **(Şekil 50)**.

Doğada polisiklik ve polijenik şekiller çok yaygındır. Bu nedenle, morfolojik döngünün ne gibi şartlar altında karmaşık bir evrime uğrayabileceğini, bu gibi karışıklıkların niteliklerini ve etkilerini gözden geçirmek gerekir. Bunları esas olarak üç grupta toplayarak yararlanmak olasıdır:

1) Yerkabuğu hareketlerinden;

2) İklim değişimlerinden **(Şekil 51)**;

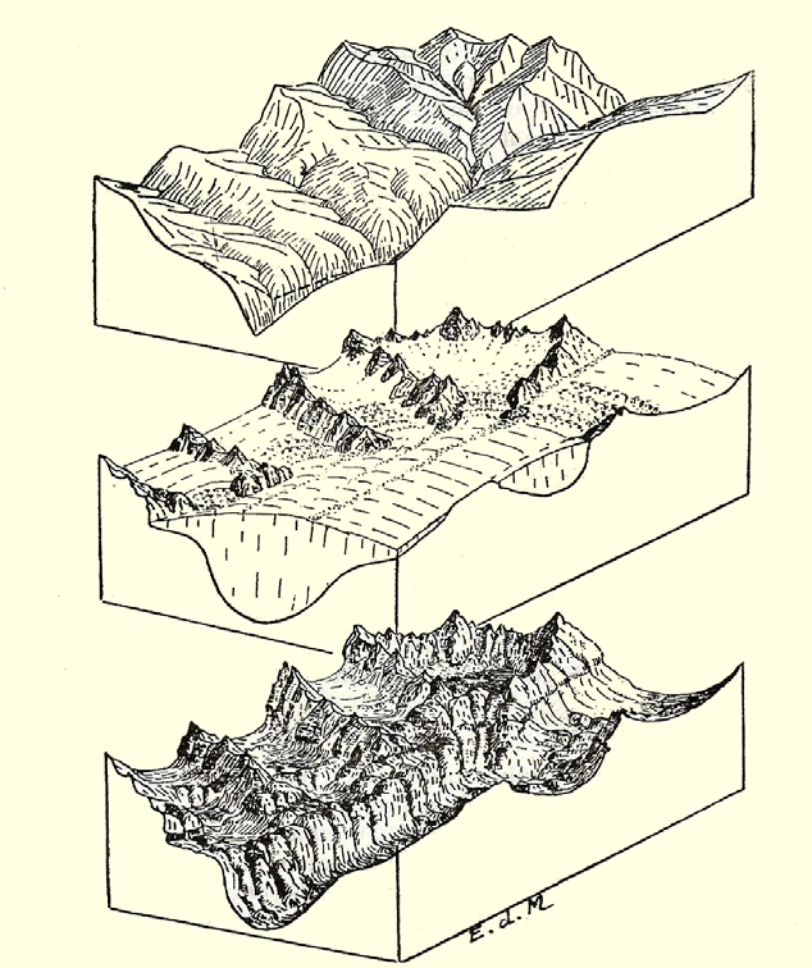
3) Östatik hareketlerden ileri gelen kesinti ve karışıklıklar.

Gençleşme: Aşınım döngüsü sırasında meydana gelebilecek çeşitli şekildeki yükselmelerin, morfolojik evrimde ne gibi sonuçlara neden olabileceği yukarıda açıklanmıştır. Bu şekilde ortaya çıkacak değişikliklerin başlıca topoğrafik belirtisi ***gençleşme***'dir. Gençleşme, aşınım canlanması ile yerşekillerinde meydana gelen değişiklikleri belirten bir terimdir. Gençleşmeye uğramış polisiklik bir topoğrafyada, göze çarpan en belirgin özellik, ***topoğrafik diskordans***'tır. Yüksek aşınım düzlükleri ile bunların içine sonradan gömülmüş olan vadilerin yamaçları arasında az çok keskin bir açının varlığı, topoğrafik diskordansın başlıca tanıtıcı belirtisidir. Bu gibi sahalarda olgun veya yaşlı şekiller içinde genç vadilerin yer aldıkları, bu eski şekillerle yenilerin bir zıtlık içinde oluştukları görülür. Çok defa özellikle vadi yamaçlarında da, yarım kalmış döngülere ait içiçe vadi şekilleri görülür. Böylece, iki veya üç döngülü vadi oluşumundan söz edilebilir. Bir peneplenin, yükselmesinin ardından canlanan akarsular tarafından derin vadilerle yarılması, çok görülen bir gençleşme şeklidir. Bu gibi hallerde peneplen yüzeyi ile genç vadilerin yamaçları arasında belirgin eğim kırıkları, yani topoğrafik bir diskordans gözlenir. İstanbul çevresinin polisiklik topoğrafyası **(Şekil 50)**, gençleşmeye ve bunun sonucu olarak ortaya çıkan topoğrafik diskordansa güzel bir örnektir. Aynı şekilde, vadilerin boyuna profillerinde de gençleşme sonucunda, sert kayalarla ilgili olmayan ***eğim kırıkları*** meydana gelebilir. Bunlar gençleşmeden sonra, bir süre korunurlar. ***Saplanmış gömük menderesler*** ve özellikle ***taraçalar*** da, gençleşmenin meydana geldiğini gösteren diğer karakteristik şekillerdir.

Yükselme suretiyle bir morfolojik döngüyü kesintiye uğratan ve yeni bir döngünün başlamasına neden olan yerkabuğu hareketleri, çeşitli şekillerde ortaya çıkmış olabilirler. Bunlar bazen, yerel veya geniş sahalı **epirojenik yükselmeler, kubbeleşmeler, eğimlenmeler** şeklindedir. Bazen komşu bölgelerdeki **orojenik hareketlerle** ilgili olabilirler.

Kubbeleşme, faylarla parçalanma veya eğimlenme gibi hareketlerle meydana gelen yükselmenin genel sonucu, akarsu eğimlerinin artması ve dolayısıyla, bunların yataklarını yerinden derinleştirecek bir güce erişerek gömülmeleridir. Taban seviyesine doğru oluşan bir eğimlenmenin etkisi, bu yöne yönelmiş bütün akarsuların yataklarında daha hızla gömülmeleri şeklinde kendini gösterir. Buna karşılık, daha geride ve eğimlenme eksenine dik bir açı yapacak doğrultuda uzanan bir akarsuda gençleşme ancak, bu akarsuyun kavuştuğu ve eğimlenme yönünde uzanan ana vadinin derinleşmesinden sonra meydana gelir.

Üç tür gençleşme bulunur: (1)Tektonik gençleşme, (2) Östatik gençleşme, (3) Statik gençleşme.



Şekil 51 – Bir buzul vadisinin oluşum ve gelişim safhaları (de Martonne göre Ardel, 1971, s:68'den). Üstte buzullaşma öncesi akarsu vadisinin yarılımı, ortada buzullaşma esnasındaki vadinin glasiyelerle kaplanması, altta ise iklimin ısınmasına dayalı buzulun tekrar tamamen ortadan kalkması sonucunda ancak buzullaşma izlerinin görülmesi. Burada her üç şekle yakından bakılıp karşılaştırıldığında; ana akarsu vadisi ve kollarının yardığı durumla, buzullaşma sırasında ana buzul ve yan buzul kolları, en sonunda yine ana akarsu vadisinin yeniden ortaya çıktığı görülür. Yalnız bu kez akarsu yan kolları, asılı vadi şeklinde kalmıştır.

Uygulamalar

Konu ile ilgili kitapları gözden geçiriniz.

Konu ile ilgili internet sitelerine başvurunuz.

Uygulama Soruları

Konu ile ilgili kitapları gözden geçirdiniz mi?

Konu ile ilgili internet sitelerine başvurdunuz mu?

Bu Bölümde Ne Öğrendik Özeti

Ondördüncü konuda, Jeomorfolojide “Zaman” kavramı ele alınmıştır. Jeomorfolojik evrimde zamanın doğrudan etkisi ile jeomorfolojik evrimde kesinti ve karışıklıklar konuları detaylı anlatılmış; örnekler verilmiştir. Konu, bilhassa fotoğraf, tablo ve şekillerle desteklenmiştir.

14. Bölüm Soruları

1- Jeomorfolojide "Zaman unsuru"na bağlı olarak ortaya çıkan çeşitli etkileri iki büyük grupta toplayarak ele almak mümkündür. İki gupta toplanan bu etkileri sıralayınız.

2- Doğada 3 tür gençleşme görülür. Aşağıdakilerden hangisi bir gençleşme türü değildir?

a) Östatik b) Tektonik c) Klimatik d) Mobil

3- "Topografyada ilk gençlik, ileri olgunluk veya ileri yaşlılık gibi alt devrelerde de ayırdetmek, *Davis* okulunda gelenek olmuştur. Topoğrafyanın başlangıç anından ileri yaşlılığa kadar süren tam bir evrimi ise, **…….** terimi ile belirtilir."

Yukarıdaki boşluğu tamamlayınız.

4- Aşınım döngüsü sırasında yükselmeler ya da alçalmalar şeklinde morfolojik evrimde bir takım değişiklikler meydana gelebilir. Bunlar topoğrafyada bazı sonuçlar doğurabilir. Bu şekilde ortaya çıkacak değişikliklerin başlıca topoğrafik belirtisi **…….**'dır/dir/dur.

Yukarıdaki ifadeyi aşağıdakilerden hangisi ile tamamlamak gerekir?

a) Olgunlaşma b) Gençleşme c) Başlangıç d) Yaşlılık e) Doğum

5- "İç Anadolu'da, bugün yarıkurak şartlar altında şekillenmekte ve yer yer kumullarla kaplanmış olduğu halde, yakın bir geçmişte flüvyal süreçlerin derin etkilerine uğramış olan plüvyal devre göllerine ait birçok izler taşıyan Konya-Ereğli bölümü; yahut eskiden glasiyeler veya periglasiyal süreçlerle işlendiği halde, bugün yalnız akarsularla şekillendirilen birçok dağlarımız, …… topoğrafyaların örneklerini oluştururlar."

Yukarıdaki ifade aşağıdakilerden hangisi ile tamamlanabilir?

a) Polijenik b) Monojenik c) Monosiklik d) Polisiklik e) Hiçbiri

6- “İç Anadolu’da, bugün yarıkurak şartlar altında şekillenmekte ve yer yer kumullarla kaplanmış olduğu halde, yakın bir geçmişte flüvyal süreçlerin derin etkilerine uğramış olan plüvyal devre göllerine ait birçok izler taşıyan Konya-Ereğli bölümü; yahut eskiden glasiyeler veya periglasiyal süreçlerle işlendiği halde, bugün yalnız akarsularla şekillendirilen birçok dağlarımız, polijenik topoğrafyaların örneklerini oluştururlar. Bu değişikliklerden bir kısmı, şekillendirici sürecin niteliği aynı kaldığı halde, tektonik veya östatik hareketlerle taban seviyesinin yerinde değişikliklerin oluşması sonucunda meydana gelir. Bu durumda topoğrafya, değişik taban seviyelerine göre evrim geçirmiş kısımlardan oluşan karmaşık bir görünüm sunar. Sürecin türü ve niteliğinde bir değişiklik olmadan oluşan bu gibi evrim karışıklıklarına **…….** denir.”

Yukarıdaki ifadeyi aşağıdakilerden hangisi ile tamamlayabilirsiniz?

a) Aşınım kesintisi
b) Birikim kesintisi
c) Taşınma kesintisi
d) Döngü kesintisi
e) Çözülme kesintisi

7- “Bazı sahalarda jeomorfolojik evrimin uğradığı değişimler, bizzat şekillendirici etken ve süreçlerin niteliklerini değişmesi yoluyla meydana gelmiştir. Örneğin, iklim değişmeleri sonucunda, flüvyal morfojenetik bölge, kurak, glasiyal veya periglasiyal bölgeye dönüşmüş olabilir. Yahut, geniş ölçüde volkanik aktiviteler ön plâna geçerek, tamamıyla yeni şartlar ortaya koymuş olabilirler. Bu gibi sahalardaki topoğrafya şekilleri de, polijenik bir özellik kazanırlar. Polijenik topoğrafyaların oluşumuna neden olan bu çeşit olaylara …….. denir.

Yukarıdaki ifadeyi tamamlayınız.

8- “Yaşlılık devresinin sonlarında meydana gelen hafif dalgalı son yüzeye, *Davis* tarafından konan bir terimle ……. adı verilir.”

Yukarıdaki ifade aşağıdakilerden hangisi ile tamamlanabilir?

a) aşınım yüzeyi b) peneplen c) pediment d) playa e) plato

9- Peneplenler üzerinde yükselen aşınım artığı tepelere ne isim verilir?

a) Hum b) Şahit tepe c) Monadnock d) Adatepe e) Büt

10- "Bazı topoğrafya şekilleri, günümüz koşullarında devam etmekte olan bir tek döngünün eseridir. Bu gibi topoğrafyalara tek döngülü topografya anlamına gelen …….. adı verilir."

Yukarıdaki boşluk aşağıdakilerden hangisi ile tamamlanabilir?

a) Polijenik topografya
b) Monojenik topografya
c) Polisiklik topografya
d) Monosiklik topografya
e) Hiçbiri

Cevaplar

1-**a)Jeomorfolojik evrim aşamalarında şekillerin hiçbir değişikliğe uğramadığı**
b)Jeomorfolojik evrim aşamalarında kesinti ve karışıklıkların oluştuğu
2-**d)Mobil**
3-**Aşınım döngüsü**
4-**b)Gençleşme**
5-**a)Polijenik**
6-**d)Döngü kesintisi**
7-**morfojenetik karışıklıklar**
8-**b)peneplen**
9- **c)Monadnock**
10-**d)Monosiklik topografya**

KAYNAKÇA

1. BÖLÜM KAYNAKÇASI:

AKYOL, İ.H. 1951. **Umumi Coğrafya**. İ.Ü.Coğrafya Enst. Yay. No: 13, 132 s, İstanbul.

ARDEL, A. 1968 ve 1971. **Jeomorfolojinin Prensipleri**. İ.Ü.Coğrafya Enst.Yay. İstanbul.

ARDEL, A. 1969. Jeomorfoloji Nedir? Jeomorfolog kimdir ve cemiyetteki vazifesi nedir? **Jeomorfoloji Dergisi**, Sayı: 1, s: 33-36, Ankara.

DAVIS, W.M. 1909. **Geographical Essay** (edited by D.W.Johnson). Ginn, Boston.

ERİNÇ, S. 1958,1968, 1982, 2000, 2012, 2015. **Jeomorfoloji I**. İstanbul.

ERİNÇ, S. 1960, 1971, 2001, 2012, 2015. **Jeomorfoloji II**. İstanbul.

ERİNÇ, S. 1969. Teknik Bir İhtisas Dalı Olarak Jeomorfoloji ve Uygulanma Alanları. **Jeomorfoloji Dergisi**, Sayı: 1, s: 1-6, Ankara.

ERKAL, T. ve TAŞ, B. 2013. **Jeomorfoloji ve İnsan: Uygulamalı jeomorfoloji**. Yeditepe Yay., 494 s., İstanbul.

ERTEK, T.A. **Kocaeli Yarımadasının Kuzeydoğu Kesiminin Jeomorfolojisi.** Çantay Kitabevi, 218 s., İstanbul.

HOŞGÖREN, M. Y. 1983, 1987, 1993, 1997. "**Jeomorfolojinin Ana Çizgileri I**". Çantay Kitabevi, İstanbul.

HOŞGÖREN, M. Y. 1998, 2003. "**Jeomorfolojinin Ana Çizgileri II**". Çantay Kitabevi, İstanbul.

HOŞGÖREN, M. Y. 2011. **Jeomorfoloji Terimleri Sözlüğü**. Çantay Kitabevi, 323 s., İstanbul.

HUGGETT, R.J 2013. **Jeomorfolojinin Temelleri** (III. Basımdan Çeviri Editörü: Uğur Doğan)". Nobel, 515 s., Ankara.

İZBIRAK, R. 1955. **Sistematik Coğrafya**. Harita Umum Müdürlüğü, 223 s., Ankara.

İZBIRAK, R. 1970. Jeomorfoloji ve Jeomorfolog. **Jeomorfoloji Dergisi**, Sayı: 2, s: 1-11, Ankara.

KURTER, A. ve HOŞGÖREN, M.Y. 1975, 1986. **Jeomorfoloji Tatbikatı**. İstanbul Üniversitesi Yay., İstanbul.

STRAHLER, A. N. 1976. **Elements of Physical Geography.** John Wiley Press, New York.

SUMMERFIELD, M.A. 1991. **Global Geomorphology: An Introduction to the Study of Landforms**. Longman, Harlow, Essex.

YALÇINLAR, İ. 1958, 1968. **Strüktüral Jeomorfoloji I**. İstanbul.

YALÇINLAR, İ. 1958, 1968. **Strüktüral Jeomorfoloji II**. İstanbul.

http://academic.emporia.edu/aberjame/struc_geo/appalach/appalach.htm

http://simcag.com/site/component/content/article/10-toprak/6-toprak-cesitleri.htlm

http://www.uwgb.edu/dutchs/earthsc202notes/erosion.htm

www.chinadaily.com.cn

www.erzincan-bld.gov.tr

www.evacation.org

www.traveltourismblog.com

2. BÖLÜM KAYNAKÇASI:

AKYOL, İ.H. 1951. "**Umumi Coğrafya**". İ.Ü. Coğrafya Enst. Yay. No: 13, 132 s, İstanbul.

ARDEL, A. 1968 ve 1971. "**Jeomorfolojinin Prensipleri**", İ.Ü. Coğrafya Enst. Yay. İstanbul.

EROL, O. 1992. "**Klimajeomorfoloji".** İ.Ü. Deniz Bilimleri ve Coğrafya Enstitüsü, Yay. No. 10, 52 s., İstanbul.

ERİNÇ, S. 1958,1968, 1982, 2000, 2012, 2015. "**Jeomorfoloji I**". İstanbul.

ERİNÇ, S. 1960, 1971, 2001, 2012, 2015. "**Jeomorfoloji II**". İstanbul.

ERKAL, T. ve TAŞ, B. 2013. "**Jeomorfoloji ve İnsan: Uygulamalı jeomorfoloji**". Yeditepe Yay., 494 s., İstanbul.

ERTEK,T.A. 2016. "Jeomorfolojide Yeni Bir Yönelim: Antropojenik Jeomorfoloji; Konusu, Kökeni ve Amacı (A new tendency in geomorphology: Anthropogenic Geomorphology; the topic, origin and purpose)". **Türkiye Kuaterner Sempozyumu, TURQUA VII**, 8-11 Mayıs 2016, Abstract Book, pp: 32-33, İTÜ Süleyman Demirel Kültür Merkezi, Ayazağa, İstanbul.

HOŞGÖREN, M.Y. 2007. "**Jeomorfoloji'nin Ana Çizgileri I**". Çantay Kitabevi, İstanbul.

HOŞGÖREN, M.Y. "**Jeomorfoloji'nin Ana Çizgileri II**". Çantay Kitabevi, İstanbul.

HUGGETT, R.J 2013. "**Jeomorfolojinin Temelleri** (III. Basımdan Çeviri Editörü: Uğur Doğan)". 515 s., Ankara.

İZBIRAK, R. 1955. **"Sistematik Coğrafya**". Harita Umum Müdürlüğü, 223 s., Ankara.

KURTER, A. ve HOŞGÖREN, M.Y. 1975, 1986. "**Jeomorfoloji Tatbikatı**". İstanbul Üniversitesi Yay., İstanbul.

SZABO, J. 2010. "Anthropogenic Geomorphology: Subject and System". (Eds. J.Szabó, L.Dávid, D.Lóczy).

pp:3-10, **Anthropogenic Geomorphology (A Guide to Man-made Landforms).** Springer. 300 pp., Newyork.
YALÇINLAR, İ. 1958, 1968. "**Strüktüral Jeomorfoloji I**". İstanbul.
YALÇINLAR, İ. 1958, 1968. "**Strüktüral Jeomorfoloji II**". İstanbul.

3. BÖLÜM KAYNAKÇASI:

AKYOL, İ. H. 1940."Tanzimat Devrinde Bizde Coğrafya ve Jeoloji" Tanzimat, s. 513-571, **Maarif Matbaası**, İstanbul.
AKYOL, İ. H. 1943a. "Son Yarım Asırda Türkiye'de Coğrafya: Mutlakiyet Devrinde Coğrafya," **Türk Coğrafya Dergisi**, Sayı 1, s. 3-15, Ankara.
AKYOL, İ. H. 1943b. "Son Yarım Asırda Türkiye'de Coğrafya: Meşrutiyet Devrinde Coğrafya," **Türk Coğrafya Dergisi**, Sayı 2, s. 121-136, Ankara.
AKYOL, İ. H. 1943c. "Son Yarım Asırda Türkiye'de Coğrafya: Cumhuriyet Devrinde Coğrafya," **Türk Coğrafya Dergisi**, Sayı 3/4, s. 247-276, Ankara.
AKYOL, İ.H. 1951. Umumi Coğrafya. İ.Ü. Coğrafya Enst. Yay. No: 13, 132 s, İstanbul.
ARDEL, A. 1968 ve 1971. "**Jeomorfolojinin Prensipleri**", İ.Ü. Coğrafya Enst.Yay. İstanbul.
ATALAY, İ. 1982 ve 1987. "**Türkiye Jeomorfolojisine Giriş**", Ege Üniv. Edb. Fak. Yay, No.9, İzmir.
DARKOT, B. 1942. "**Türkiye Coğrafyası**", İstanbul.
DOĞANER, S. 1992. "Türk Coğrafya Kurumu Yayınları Bibliyografyası (1943-1975)," **Türk Coğrafya Dergisi**, Sayı 27, s. 215-225, İstanbul.
DUMAN,T., KEÇER,M., ATEŞ,Ş., EMRE,Ö., GEDİK,İ., KARAKAYA,F., DURMAZ,S., OLGUN,Ş., GÖKMENOĞLU,O. 2004. "**İstanbul Metropolü Batısındaki (Küçükçekmece-Silivri-Çatalca Yöresi) Kentsel Gelişme Alanlarının Yer Bilim Verileri**", MTA Gn.Md., Özel Yayın Serisi:3, 249 s, Ankara.
ERİNÇ, S. 1958, 1968, 1982, 1996, 2000, 2012, 2015. "**Jeomorfoloji I**", İstanbul.
ERİNÇ, S. 1960, 1971, 2001, 2012, 2015. "**Jeomorfoloji II**", İstanbul.
ERİNÇ, S. 1973. "**Cumhuriyet'in 50. Yılında Türkiye'de Coğrafya**", Başbakanlık Kültür Müsteşarlığı Cumhuriyet 50. Yıldönümü Yay. No.11, Başbakanlık Basımevi, 62 s, Ankara.
ERİNÇ, S. 1997. "Coğrafya". TÜBA (Türkiye Bilimler Akademisi), **Cumhuriyet Döneminde Türkiye'de Bilim "Sosyal Bilimler**", s. 51-55, Ankara.
ERİNÇ, S. 1969. "*Teknik Bir İhtisas Dalı Olarak Jeomorfoloji ve Uygulanma Alanları*," ***Jeomorfoloji Dergisi***, Sayı 1, s.1-6, Ankara.
ERKAL, T. ve TAŞ, B. 2013. **"Jeomorfoloji ve İnsan: Uygulamalı jeomorfoloji ".** Yeditepe Yay., 494 s., İstanbul.
EROL, O. 1991. "**Türkiye Jeomorfoloji Haritası (1/1.000.000 ölçekli)**", MTA Yay., Ankara.
EROL, O. 1993. "Türkiye'de Jeomorfoloji," Cumhuriyetin 70. Yılında Türkiye'de Bilim II. Bilim ve Teknik (Özel ek), **TÜBİTAK Yay.,** s. 112-118, Ankara.
ERTEK, T.A. 2012. "Türkiye'de Jeomorfoloji Araştırmaları (1923-2010), s:240-252. (Editör: Feza GÜNERGUN)". Türkiye'nin Yer Bilimleri Araştırmalarına Katkılarından Kesitler (1900-2010): Tarihsel Gelişim ve 1923-66 Dönemi İçin Bir Bibliyografya Erdal İNÖNÜ. TÜBA Erdal İnönü Bibliyografyaları, **Türkiye Bilimler Akademisi Yayını**, 396 s., Ankara.
ERTEK,T.A., ÖZDEMİR,H., SOL,B., ELBASI,E. 2015. "Digitizing and Updating of Applied Geomorphological Map of Western Anatolia and Thrace Using Geographical Information Systems, **IGU-Regional Geography Conference,** 17-21 August 2015, Moscow State Univ., Moscow, Russia.
GÜNEY, E. 1994. "**Jeoloji-Jeomorfoloji Terimleri Sözlüğü**", Diyarbakır.
GÜRSOY, C. R. "Cumhuriyetimizin 50. Yılında Coğrafya ve Türk Coğrafya Kurumu", **Türk Coğrafya Dergisi**, Sayı 26, s.1-3, Ankara.
HOŞGÖREN, M. Y. 1983, 1987, 1993, 1997. "**Jeomorfolojinin Ana Çizgileri I**", İstanbul.
HOŞGÖREN, M. Y. 1998, 2003. "**Jeomorfolojinin Ana Çizgileri II**", İstanbul.
HOŞGÖREN M. Y. 2011. **Jeomorfoloji Terimleri Sözlüğü**. Çantay Kitabevi, 323 s., İstanbul.
İZBIRAK, R. 1955. "**Sistematik Jeomorfoloji**", Harita Umum Müdürlüğü Yay. Ankara.
KARABULUT, M. 2013. "Fiziki Coğrafya Tarihi ve Felsefesi". **Coğrafyacılar Derneği Yıllık Kongresi Bildiriler Kitabı**, 19-21 Haziran 2013, s: 407-412, İstanbul.
KAYAN, İ. 2000. "Türkiye Üniversitelerinde Coğrafya Eğitimi (Amaçlar, Yeni Hedefler, Sorunlar ve Öneriler)". **Ege Coğrafya Dergisi**, Sayı 11, s.7-22, İzmir.
KOÇMAN, A. 1999. "Cumhuriyet Döneminde Yüksek Öğretim Kurumlarında Coğrafya Öğretimi ve Sorunları". **Ege Coğrafya Dergisi**, Sayı 10, s.1-14, İzmir.
LOUIS, H. 1968. "**Allgemeine Geomorphologie**", Berlin.

LOUIS, H. 1985. "**Landeskunde der Türkei**", Vornehmlich Aufgrund Eigener Reisen, F. Steiner Verlag, Stuttgart.
ÖZEY, R. 1998. "**Türkiye Üniversitelerinde Coğrafya Eğitimi ve Öğretimi**", Öz Eğitim Yay. No.33, 263 s., İstanbul.
T.C. MAARİF VEKİLLİĞİ. "**Raporlar, Müzakereler, Kararlar**". Birinci Coğrafya Kongresi, 6-21 Haziran 1941, 257 s., Ankara.
TÜRKİYE JEOMORFOLOGLAR DERNEĞİ (TJD), 1973. "**Yıllık Bülten**", Sayı 1, 119 s., Ankara.
YALÇINLAR, İ. 1958, 1968. "**Strüktüral Jeomorfoloji I**". İstanbul.
YALÇINLAR, İ. 1958, 1968. "**Strüktüral Jeomorfoloji II**". İstanbul.
http://cografya.ege.edu.tr/dergi.index.htm
http://www.geomorph.org/main.html
http://www.igu-net.org/uk/what_is_igu/history.html
http://www.istanbul.edu.tr/edebiyat/edebiyat/dekanlik/dergi/cd/cdmainpage.htm
http://www.marmaracografya.com/
http://osym.gov.tr
http://www.tcd.org.tr
http://www.tck.org.tr
www.edebiyat.istanbul.edu.tr
http://dergipark.ulakbim.gov.tr/tcd
www.jd.org.tr

4. BÖLÜM KAYNAKÇASI:

AKYOL, İ.H. 1951. **Umumi Coğrafya**. İ.Ü.Coğrafya Enst. Yay. No: 13, 132 s, İstanbul.
ARDEL, A. 1968 ve 1971. **Jeomorfolojinin Prensipleri**. İ.Ü.Coğrafya Enst.Yay. İstanbul.
ERİNÇ, S. 1958,1968, 1982, 2000, 2012, 2015. **Jeomorfoloji I**. İstanbul.
ERİNÇ, S. 1960, 1971, 2001, 2012, 2015. **Jeomorfoloji II**. İstanbul.
ERKAL, T. ve TAŞ, B. 2013. **Jeomorfoloji ve İnsan: Uygulamalı jeomorfoloji**. Yeditepe Yay., 494 s., İstanbul.
HOŞGÖREN, M. Y. 1983, 1987, 1993, 1997. "**Jeomorfolojinin Ana Çizgileri I**". Çantay Kitabevi, İstanbul.
HOŞGÖREN, M. Y. 1998, 2003. "**Jeomorfolojinin Ana Çizgileri II**". Çantay Kitabevi, İstanbul.
HOŞGÖREN, M. Y. 2011. **Jeomorfoloji Terimleri Sözlüğü**. Çantay Kitabevi, 323 s., İstanbul.
HUGGETT, R.J 2013. **Jeomorfolojinin Temelleri** (III. Basımdan Çeviri Editörü: Uğur Doğan)". Nobel, 515 s., Ankara.
İZBIRAK, R. 1955. **Sistematik Coğrafya**. Harita Umum Müdürlüğü, 223 s., Ankara.
İZBIRAK, R. 1970. Jeomorfoloji ve Jeomorfolog. **Jeomorfoloji Dergisi**, Sayı: 2, s: 1-11, Ankara.
KETİN, İ. 1982. **Genel Jeoloji I.** İTÜ, İstanbul.
KETİN, İ. 1982. **Genel Jeoloji II.** İTÜ, İstanbul.
KURTER, A. ve HOŞGÖREN, M.Y. 1975, 1986. **Jeomorfoloji Tatbikatı**. İstanbul Üniversitesi Yay., İstanbul.
SORRELL, C.A. 1973. **Rocks and Minerals**. Golden Press, Newyork.
STRAHLER, A. N. 1976. **Elements of Physical Geography.** John Wiley Press, New York.
SUMMERFIELD, M.A. 1991. **Global Geomorphology: An Introduction to the Study of Landforms**. Longman, Harlow, Essex.
YALÇINLAR, İ. 1958, 1968. **Strüktüral Jeomorfoloji I**. İstanbul.
YALÇINLAR, İ. 1958, 1968. **Strüktüral Jeomorfoloji II**. İstanbul.
YILMAZ, O ve GÜNGÖR, Y. 2002. **Jeoloji.** MEB Yay. İstanbul.
http://www.minersoc.org/photo.php?id=94
http://www.webmineral.com/specimens/picshow.php?id=868&target=Orthoclase#.UlHkzxCdqSE
http://webmineral.com/specimens/picshow.php?id=424&target=Olivine#.UlCE6xCdqSE
http://www.webmineral.com/specimens/picshow.php?id=481&target=Gypsum#.UlHL7RCdqSE
https://en.wikipedia.org/wiki/Anhydrite#/media/File:Anhydrite_HMNH1.jpg
http://www.johnbetts-fineminerals.com/jhbnyc/mineralmuseum/picshow.php?id=44556
www.ioffer.com
www.stonemania.co.uk
www.emma1.unblog.fr
www.simple.m.wikipedia.org
www.mysticmerchant.com
www.gettyimages.com

5. BÖLÜM KAYNAKÇASI

AKYOL, İ.H. 1951. **Umumi Coğrafya**. İ.Ü.Coğrafya Enst. Yay. No: 13, 132 s, İstanbul.
ARDEL, A. 1968 ve 1971. **Jeomorfolojinin Prensipleri**. İ.Ü.Coğrafya Enst.Yay. İstanbul.
ERİNÇ, S. 1958,1968, 1982, 2000, 2012, 2015. **Jeomorfoloji I**. İstanbul.
ERİNÇ, S. 1960, 1971, 2001, 2012, 2015. **Jeomorfoloji II**. İstanbul.
ERİNÇ, S. 1969. Teknik Bir İhtisas Dalı Olarak Jeomorfoloji ve Uygulanma Alanları. **Jeomorfoloji Dergisi**, Sayı: 1, s: 1-6, Ankara.
ERKAL, T. ve TAŞ, B. 2013. **Jeomorfoloji ve İnsan: Uygulamalı jeomorfoloji**. Yeditepe Yay., 494 s., İstanbul.
HOŞGÖREN, M. Y. 1983, 1987, 1993, 1997. "**Jeomorfolojinin Ana Çizgileri I**". Çantay Kitabevi, İstanbul.
HOŞGÖREN, M. Y. 1998, 2003. "**Jeomorfolojinin Ana Çizgileri II**". Çantay Kitabevi, İstanbul.
HOŞGÖREN, M. Y. 2011. **Jeomorfoloji Terimleri Sözlüğü**. Çantay Kitabevi, 323 s., İstanbul.
HUGGETT, R.J 2013. **Jeomorfolojinin Temelleri** (III. Basımdan Çeviri Editörü: Uğur Doğan)". Nobel, 515 s., Ankara.
İZBIRAK, R. 1955. **Sistematik Coğrafya**. Harita Umum Müdürlüğü, 223 s., Ankara.
İZBIRAK, R. 1970. Jeomorfoloji ve Jeomorfolog. **Jeomorfoloji Dergisi**, Sayı: 2, s: 1-11, Ankara.
KETİN, İ. 1982. **Genel Jeoloji I.** İTÜ, İstanbul.
KETİN, İ. 1982. **Genel Jeoloji II.** İTÜ, İstanbul.
KURTER, A. ve HOŞGÖREN, M.Y. 1975, 1986. **Jeomorfoloji Tatbikatı**. İstanbul Üniversitesi Yay., İstanbul.
STRAHLER, A. N. 1976. **Elements of Physical Geography.** John Wiley Press, New York.
SUMMERFIELD, M.A. 1991. **Global Geomorphology: An Introduction to the Study of Landforms**. Longman, Harlow, Essex.
YALÇINLAR, İ. 1958, 1968. **Strüktüral Jeomorfoloji I**. İstanbul.
YALÇINLAR, İ. 1958, 1968. **Strüktüral Jeomorfoloji II**. İstanbul.
YILMAZ, O ve GÜNGÖR, Y. 2002. **Jeoloji.** MEB Yay. İstanbul.
https://flexiblelearning.auckland.ac.nz/rocks_minerals/rocks/rhyolite.html
www.kula.bel.tr
www.geology.com

6. BÖLÜM KAYNAKÇASI

AKYOL, İ.H. 1951. **Umumi Coğrafya**. İ.Ü.Coğrafya Enst. Yay. No: 13, 132 s, İstanbul.
ARDEL, A. 1968 ve 1971. **Jeomorfolojinin Prensipleri**. İ.Ü.Coğrafya Enst.Yay. İstanbul.
ARDEL, A. 1969. Jeomorfoloji Nedir? Jeomorfolog kimdir ve cemiyetteki vazifesi nedir? **Jeomorfoloji Dergisi**, Sayı: 1, s: 33-36, Ankara.
ERİNÇ, S. 1958,1968, 1982, 2000, 2012, 2015. **Jeomorfoloji I**. İstanbul.
ERİNÇ, S. 1960, 1971, 2001, 2012, 2015. **Jeomorfoloji II**. İstanbul.
ERİNÇ, S. 1969. Teknik Bir İhtisas Dalı Olarak Jeomorfoloji ve Uygulanma Alanları. **Jeomorfoloji Dergisi**, Sayı: 1, s: 1-6, Ankara.
ERKAL, T. ve TAŞ, B. 2013. **Jeomorfoloji ve İnsan: Uygulamalı jeomorfoloji**. Yeditepe Yay., 494 s., İstanbul.
HOŞGÖREN, M. Y. 1983, 1987, 1993, 1997. "**Jeomorfolojinin Ana Çizgileri I**". Çantay Kitabevi, İstanbul.
HOŞGÖREN, M. Y. 1998, 2003. "**Jeomorfolojinin Ana Çizgileri II**". Çantay Kitabevi, İstanbul.
HOŞGÖREN, M. Y. 2011. **Jeomorfoloji Terimleri Sözlüğü**. Çantay Kitabevi, 323 s., İstanbul.
HUGGETT, R.J 2013. **Jeomorfolojinin Temelleri** (III. Basımdan Çeviri Editörü: Uğur Doğan)". Nobel, 515 s., Ankara.
İZBIRAK, R. 1955. **Sistematik Coğrafya**. Harita Umum Müdürlüğü, 223 s., Ankara.
İZBIRAK, R. 1970. Jeomorfoloji ve Jeomorfolog. **Jeomorfoloji Dergisi**, Sayı: 2, s: 1-11, Ankara.
KETİN, İ. 1982. **Genel Jeoloji I.** İTÜ, İstanbul.
KETİN, İ. 1982. **Genel Jeoloji II.** İTÜ, İstanbul.
KURTER, A. ve HOŞGÖREN, M.Y. 1975, 1986. **Jeomorfoloji Tatbikatı**. İstanbul Üniversitesi Yay., İstanbul.
STRAHLER, A. N. 1976. **Elements of Physical Geography.** John Wiley Press, New York.
SUMMERFIELD, M.A. 1991. **Global Geomorphology: An Introduction to the Study of Landforms**. Longman, Harlow, Essex.
YALÇINLAR, İ. 1958, 1968. **Strüktüral Jeomorfoloji I**. İstanbul.
YALÇINLAR, İ. 1958, 1968. **Strüktüral Jeomorfoloji II**. İstanbul.

YILMAZ, O ve GÜNGÖR, Y. 2002. **Jeoloji.** MEB Yay. İstanbul.
www.suhakki.org
coastalcare.org

7. BÖLÜM KAYNAKÇASI:

ARDEL, A. 1968 ve 1971. **Jeomorfolojinin Prensipleri**. İ.Ü.Coğrafya Enst.Yay. İstanbul.
ARDEL, A. 1969. Jeomorfoloji Nedir? Jeomorfolog kimdir ve cemiyetteki vazifesi nedir? **Jeomorfoloji Dergisi**, Sayı: 1, s: 33-36, Ankara.
ARDOS, M. 1976. **Fransızca-Türkçe Jeomorfoloji Sözlüğü.** İ.Ü.Coğrafya Enst. Yay. No. 89, İstanbul.
ARDOS, M. Ve PEKCAN, N. 1994. **Jeomorfoloji Sözlüğü.** İ.Ü.Edb.Fak.Yay. No: 3397, İstanbul.
ERİNÇ, S. 1958,1968, 1982, 2000, 2012, 2015. **Jeomorfoloji I**. İstanbul.
ERİNÇ, S. 1960, 1971, 2001, 2012, 2015. **Jeomorfoloji II**. İstanbul.
ERİNÇ, S. 1969. Teknik Bir İhtisas Dalı Olarak Jeomorfoloji ve Uygulanma Alanları. **Jeomorfoloji Dergisi**, Sayı: 1, s: 1-6, Ankara.
ERKAL, T. ve TAŞ, B. 2013. **Jeomorfoloji ve İnsan: Uygulamalı jeomorfoloji**. Yeditepe Yay., 494 s., İstanbul.
HOŞGÖREN, M. Y. 1983, 1987, 1993, 1997. "**Jeomorfolojinin Ana Çizgileri I**". Çantay Kitabevi, İstanbul.
HOŞGÖREN, M. Y. 1998, 2003. "**Jeomorfolojinin Ana Çizgileri II**". Çantay Kitabevi, İstanbul.
HOŞGÖREN, M. Y. 2011. **Jeomorfoloji Terimleri Sözlüğü**. Çantay Kitabevi, 323 s., İstanbul.

8. BÖLÜM: KAYNAKÇASI

AKYOL, İ.H. 1951. **Umumi Coğrafya.** İ.Ü.Coğrafya Enst. Yay. No: 13, 132 s, İstanbul.
ARDEL, A. 1968 ve 1971. **Jeomorfolojinin Prensipleri.** İ.Ü.Coğrafya Enst.Yay. İstanbul.
ARDEL, A. 1969. Jeomorfoloji Nedir? Jeomorfolog kimdir ve cemiyetteki vazifesi nedir? **Jeomorfoloji Dergisi**, Sayı: 1, s: 33-36, Ankara.
DAVIS, W.M. 1909. **Geographical Essay** (edited by D.W.Johnson). Ginn, Boston.
ERİNÇ, S. 1958,1968, 1982, 2000, 2012, 2015. **Jeomorfoloji I**. İstanbul.
ERİNÇ, S. 1960, 1971, 2001, 2012, 2015. **Jeomorfoloji II**. İstanbul.
ERİNÇ, S. 1969. Teknik Bir İhtisas Dalı Olarak Jeomorfoloji ve Uygulanma Alanları. **Jeomorfoloji Dergisi**, Sayı: 1, s: 1-6, Ankara.
ERKAL, T. ve TAŞ, B. 2013. **Jeomorfoloji ve İnsan: Uygulamalı jeomorfoloji**. Yeditepe Yay., 494 s., İstanbul.
ERTEK,T.A., ERGİNAL,A.E., KILIÇ,E. ÖZTÜRK, M.Z. 2014. Güney Marmara Takım Adalarının Kuaterner Evrimi. **İstanbul Üniversitesi Bilimsel Araştırmalar Komisyonu Birimi (BAP projesi), Proje No. 9205**, 16 s, İstanbul.
ERTEK, A., ERGİNAL, A.E., KILIÇ,E., EKİNCİ, Y.L., DEMİRCİ, A. 2015. "Preliminary assessment of submerged beachrock and tsunamigenic deposit, Hasır Island, Marmara Archipelago, Turkey". **Journal of Coastal Research,** 31; 428-433, Coconut Creek, Florida, USA (doi: 10.2112/JCOASTRES-D-12-00177.1).
HOŞGÖREN, M. Y. 1983, 1987, 1993, 1997. **Jeomorfolojinin Ana Çizgileri I**. Çantay Kitabevi, İstanbul.
HOŞGÖREN, M. Y. 1998, 2003. **Jeomorfolojinin Ana Çizgileri II**. Çantay Kitabevi, İstanbul.
HOŞGÖREN, M. Y. 2011. **Jeomorfoloji Terimleri Sözlüğü**. Çantay Kitabevi, 323 s., İstanbul.
HUGGETT, R.J 2013. **Jeomorfolojinin Temelleri** (III. Basımdan Çeviri Ed.: Uğur Doğan). Nobel, 515 s., Ankara.
İZBIRAK, R. 1955. **Sistematik Jeomorfoloji**. Harita Umum Müdürlüğü, 223 s., Ankara.
İZBIRAK, R. 1970. Jeomorfoloji ve Jeomorfolog. **Jeomorfoloji Dergisi**, Sayı: 2, s: 1-11, Ankara.
KURTER, A. ve HOŞGÖREN, M.Y. 1975, 1986. **Jeomorfoloji Tatbikatı**. İstanbul Üniversitesi Yay., İstanbul.
STRAHLER, A. N. 1976. **Elements of Physical Geography**. John Wiley Press, New York.
SUMMERFIELD, M.A. 1991. **Global Geomorphology: An Introduction to the Study of Landforms.** Longman, Harlow, Essex.
YALÇINLAR, İ. 1958, 1968. **Strüktüral Jeomorfoloji I**. İstanbul.

YALÇINLAR, İ. 1958, 1968. **Strüktüral Jeomorfoloji II**. İstanbul.

9. BÖLÜM: KAYNAKÇASI

AKYOL, İ.H. 1951. **Umumi Coğrafya.** İ.Ü.Coğrafya Enst. Yay. No: 13, 132 s, İstanbul.
ARDEL, A. 1968 ve 1971. **Jeomorfolojinin Prensipleri.** İ.Ü.Coğrafya Enst.Yay. İstanbul.
ARDEL, A. 1969. Jeomorfoloji Nedir? Jeomorfolog kimdir ve cemiyetteki vazifesi nedir? **Jeomorfoloji Dergisi**, Sayı: 1, s: 33-36, Ankara.
BOWRING, SAMUEL A., WILLIAMS, IAN S. 1999. Priscoan (4.00-4.03 Ga) orthogneisses from northwestern Canada. **Contributions to Mineralogy and Petrology.** 134: 3.
DAVIS, W.M. 1909. **Geographical Essay** (edited by D.W.Johnson). Ginn, Boston.
ERİNÇ, S. 1958,1968, 1982, 2000, 2012, 2015. **Jeomorfoloji I**. İstanbul.
ERİNÇ, S. 1960, 1971, 2001, 2012, 2015. **Jeomorfoloji II**. İstanbul.
ERİNÇ, S. 1969. Teknik Bir İhtisas Dalı Olarak Jeomorfoloji ve Uygulanma Alanları. **Jeomorfoloji Dergisi**, Sayı: 1, s: 1-6, Ankara.
ERKAL, T. ve TAŞ, B. 2013. **Jeomorfoloji ve İnsan: Uygulamalı jeomorfoloji**. Yeditepe Yay., 494 s., İstanbul.
HOŞGÖREN, M. Y. 1983, 1987, 1993, 1997. **Jeomorfolojinin Ana Çizgileri I**. Çantay Kitabevi, İstanbul.
HOŞGÖREN, M. Y. 1998, 2003. **Jeomorfolojinin Ana Çizgileri II**. Çantay Kitabevi, İstanbul.
HOŞGÖREN, M. Y. 2011. **Jeomorfoloji Terimleri Sözlüğü**. Çantay Kitabevi, 323 s., İstanbul.
HUGGETT, R.J 2013. **Jeomorfolojinin Temelleri** (III. Basımdan Çeviri Ed.: Uğur Doğan). Nobel, 515 s., Ankara.
İZBIRAK, R. 1955. **Sistematik Jeomorfoloji**. Harita Umum Müdürlüğü, 223 s., Ankara.
İZBIRAK, R. 1970. Jeomorfoloji ve Jeomorfolog. **Jeomorfoloji Dergisi**, Sayı: 2, s: 1-11, Ankara.
KURTER, A. ve HOŞGÖREN, M.Y. 1975, 1986. **Jeomorfoloji Tatbikatı**. İstanbul Üniversitesi Yay., İstanbul.
STRAHLER, A. N. 1976. **Elements of Physical Geography**. John Wiley Press, New York.
SUMMERFIELD, M.A. 1991. **Global Geomorphology: An Introduction to the Study of Landforms.** Longman, Harlow, Essex.
YALÇINLAR, İ. 1958, 1968. **Strüktüral Jeomorfoloji I**. İstanbul.
YALÇINLAR, İ. 1958, 1968. **Strüktüral Jeomorfoloji II**. İstanbul.
https://en.wikipedia.org/wiki/Oldest_dated_rocks#Oldest_terrestrial_material
http://www.gettyimages.com/license/128580486
www.ilkhabergazetesi.tv

10. BÖLÜM: KAYNAKÇASI

AKYOL, İ.H. 1951. **Umumi Coğrafya.** İ.Ü.Coğrafya Enst. Yay. No: 13, 132 s, İstanbul.
ARDEL, A. 1968 ve 1971. **Jeomorfolojinin Prensipleri.** İ.Ü.Coğrafya Enst.Yay. İstanbul.
ARDEL, A. 1969. Jeomorfoloji Nedir? Jeomorfolog kimdir ve cemiyetteki vazifesi nedir? **Jeomorfoloji Dergisi**, Sayı: 1, s: 33-36, Ankara.
BOWRING, SAMUEL A., WILLIAMS, IAN S. 1999. Priscoan (4.00-4.03 Ga) orthogneisses from northwestern Canada. **Contributions to Mineralogy and Petrology.** 134: 3.
DAVIS, W.M. 1909. **Geographical Essay** (edited by D.W.Johnson). Ginn, Boston.
ERİNÇ, S. 1958,1968, 1982, 2000, 2012, 2015. **Jeomorfoloji I**. İstanbul.
ERİNÇ, S. 1960, 1971, 2001, 2012, 2015. **Jeomorfoloji II**. İstanbul.
ERİNÇ, S. 1969. Teknik Bir İhtisas Dalı Olarak Jeomorfoloji ve Uygulanma Alanları. **Jeomorfoloji Dergisi**, Sayı: 1, s: 1-6, Ankara.
ERKAL, T. ve TAŞ, B. 2013. **Jeomorfoloji ve İnsan: Uygulamalı jeomorfoloji**. Yeditepe Yay., 494 s., İstanbul.
HOŞGÖREN, M. Y. 1983, 1987, 1993, 1997. **Jeomorfolojinin Ana Çizgileri I**. Çantay Kitabevi, İstanbul.
HOŞGÖREN, M. Y. 1998, 2003. **Jeomorfolojinin Ana Çizgileri II**. Çantay Kitabevi, İstanbul.
HOŞGÖREN, M. Y. 2011. **Jeomorfoloji Terimleri Sözlüğü**. Çantay Kitabevi, 323 s., İstanbul.

HUGGETT, R.J 2013. **Jeomorfolojinin Temelleri** (III. Basımdan Çeviri Ed.: Uğur Doğan). Nobel, 515 s., Ankara.
İZBIRAK, R. 1955. **Sistematik Jeomorfoloji**. Harita Umum Müdürlüğü, 223 s., Ankara.
İZBIRAK, R. 1970. Jeomorfoloji ve Jeomorfolog. **Jeomorfoloji Dergisi**, Sayı: 2, s: 1-11, Ankara.
KURTER, A. ve HOŞGÖREN, M.Y. 1975, 1986. **Jeomorfoloji Tatbikatı**. İstanbul Üniversitesi Yay., İstanbul.
STRAHLER, A. N. 1976. **Elements of Physical Geography**. John Wiley Press, New York.
SUMMERFIELD, M.A. 1991. **Global Geomorphology: An Introduction to the Study of Landforms.** Longman, Harlow, Essex.
YALÇINLAR, İ. 1958, 1968. **Strüktüral Jeomorfoloji I**. İstanbul.
YALÇINLAR, İ. 1958, 1968. **Strüktüral Jeomorfoloji II**. İstanbul.
http://endtimesrevelations.wordpress.com
http://phys.org/news/2005-04-drill-historic-hole-atlantic-ocean.html
http://www.yerbilimleri.com/page/22/

11. BÖLÜM: KAYNAKÇASI

AKYOL, İ.H. 1951. **Umumi Coğrafya.** İ.Ü.Coğrafya Enst. Yay. No: 13, 132 s, İstanbul.
ARDEL, A. 1968 ve 1971. **Jeomorfolojinin Prensipleri.** İ.Ü.Coğrafya Enst.Yay. İstanbul.
ARDEL, A. 1969. Jeomorfoloji Nedir? Jeomorfolog kimdir ve cemiyetteki vazifesi nedir? **Jeomorfoloji Dergisi**, Sayı: 1, s: 33-36, Ankara.
ARDOS, M. 1996. **Jeolojik Temel Bilgiler (Coğrafya Açısından).** İ.Ü. Edb.Fak. Yay. No: 3403, İstanbul.
ARDOS, M. 1987. **Volkan Coğrafyası.** Türkiyat Matbaacılık, İstanbul.
ATALAY, İ. 1994. **Genel Fiziki Coğrafya**. Ege Üniv. Basımevi, 464 s., İzmir.
BOWRING, SAMUEL A., WILLIAMS, IAN S. 1999. Priscoan (4.00-4.03 Ga) orthogneisses from northwestern Canada. **Contributions to Mineralogy and Petrology.** 134: 3.
DAVIS, W.M. 1909. **Geographical Essay** (edited by D.W.Johnson). Ginn, Boston.
ERİNÇ, S. 1996. **Coğrafya I**. Altın Kitaplar Yayınevi, 174 s.,İstanbul.
ERİNÇ, S. 1958,1968, 1982, 2000, 2012, 2015. **Jeomorfoloji I**. İstanbul.
ERİNÇ, S. 1960, 1971, 2001, 2012, 2015. **Jeomorfoloji II**. İstanbul.
ERİNÇ, S. 1969. Teknik Bir İhtisas Dalı Olarak Jeomorfoloji ve Uygulanma Alanları. **Jeomorfoloji Dergisi**, Sayı: 1, s: 1-6, Ankara.
ERKAL, T. ve TAŞ, B. 2013. **Jeomorfoloji ve İnsan: Uygulamalı jeomorfoloji**. Yeditepe Yay., 494 s., İstanbul.
ERTEK, T.A. 2003. **Türkiye Fiziki Coğrafyası**. Güven Yay., 159 s. İstanbul.
HOŞGÖREN, M. Y. 1983, 1987, 1993, 1997. **Jeomorfolojinin Ana Çizgileri I**. Çantay Kitabevi, İstanbul.
HOŞGÖREN, M. Y. 1998, 2003. **Jeomorfolojinin Ana Çizgileri II**. Çantay Kitabevi, İstanbul.
HOŞGÖREN, M. Y. 2011. **Jeomorfoloji Terimleri Sözlüğü**. Çantay Kitabevi, 323 s., İstanbul.
HUGGETT, R.J 2013. **Jeomorfolojinin Temelleri** (III. Basımdan Çeviri Ed.: Uğur Doğan). Nobel, 515 s., Ankara.
İZBIRAK, R. 1955. **Sistematik Jeomorfoloji**. Harita Umum Müdürlüğü, 223 s., Ankara.
İZBIRAK, R. 1970. Jeomorfoloji ve Jeomorfolog. **Jeomorfoloji Dergisi**, Sayı: 2, s: 1-11, Ankara.
KETİN, İ. 1982. **Genel Jeoloji I.** İTÜ, İstanbul.
KETİN, İ. 1982. **Genel Jeoloji II.** İTÜ, İstanbul.
KURTER, A. ve HOŞGÖREN, M.Y. 1975, 1986. **Jeomorfoloji Tatbikatı**. İstanbul Üniversitesi Yay., İstanbul.
National Geography Society, 1981. **World Ocean Floor Maps.**
STRAHLER, A. N. 1976. **Elements of Physical Geography**. John Wiley Press, New York.
SUMMERFIELD, M.A. 1991. **Global Geomorphology: An Introduction to the Study of Landforms.** Longman, Harlow, Essex.
YALÇINLAR, İ. 1958, 1968. **Strüktüral Jeomorfoloji I**. İstanbul.
YALÇINLAR, İ. 1958, 1968. **Strüktüral Jeomorfoloji II**. İstanbul.
YILMAZ, O ve GÜNGÖR, Y. 2002. **Jeoloji.** MEB Yay. İstanbul.
www.huffingtonpost.com
www.activusoutdoors.co.uk
wwf.panda.org
www.marlimillerphoto.com
www.wikiwand.com
http://pubs.usgs.gov/gip/dynamic/continents.html

thehiddenwater.wordpress.com
veliayata01.blogspot.com
geospatialdesktop.com
http://www.livescience.com/43584-earth-oldest-rock-jack-hills-zircon.html
https://www.damninteresting.com/the-deepest-hole/

12. BÖLÜM: KAYNAKÇASI

AKYOL, İ.H. 1951. **Umumi Coğrafya.** İ.Ü.Coğrafya Enst. Yay. No: 13, 132 s, İstanbul.
ARDEL, A. 1968 ve 1971. **Jeomorfolojinin Prensipleri.** İ.Ü.Coğrafya Enst.Yay. İstanbul.
ARDEL, A. 1969. Jeomorfoloji Nedir? Jeomorfolog kimdir ve cemiyetteki vazifesi nedir? **Jeomorfoloji Dergisi**, Sayı: 1, s: 33-36, Ankara.
DAVIS, W.M. 1909. **Geographical Essay** (edited by D.W.Johnson). Ginn, Boston.
ERİNÇ, S. 1958,1968, 1982, 2000, 2012, 2015. **Jeomorfoloji I**. İstanbul.
ERİNÇ, S. 1960, 1971, 2001, 2012, 2015. **Jeomorfoloji II**. İstanbul.
ERİNÇ, S. 1969. Teknik Bir İhtisas Dalı Olarak Jeomorfoloji ve Uygulanma Alanları. **Jeomorfoloji Dergisi**, Sayı: 1, s: 1-6, Ankara.
ERKAL, T. ve TAŞ, B. 2013. **Jeomorfoloji ve İnsan: Uygulamalı jeomorfoloji**. Yeditepe Yay., 494 s., İstanbul.
ERTEK,T.A. 2003. Türkiye Fiziki Coğrafyası, Güven Yay., İstanbul.
ERTEK,T.A., ERGİNAL,A.E., KILIÇ,E. ÖZTÜRK, M.Z. 2014. Güney Marmara Takım Adalarının Kuaterner Evrimi. **İstanbul Üniversitesi Bilimsel Araştırmalar Komisyonu Birimi (BAP projesi), Proje No. 9205**, 16 s, İstanbul.
ERTEK, A., ERGİNAL, A.E., KILIÇ,E., EKİNCİ, Y.L., DEMİRCİ, A. 2015. "Preliminary assessment of submerged beachrock and tsunamigenic deposit, Hasır Island, Marmara Archipelago, Turkey". **Journal of Coastal Research,** 31; 428-433, Coconut Creek, Florida, USA (doi: 10.2112/JCOASTRES-D-12-00177.1).
HOŞGÖREN,M.Y. 1983, 1987, 1993, 1997. **Jeomorfolojinin Ana Çizgileri I**. Çantay Kitabevi, İstanbul.
HOŞGÖREN,M.Y.1998, 2003. **Jeomorfolojinin Ana Çizgileri II**. Çantay Kitabevi, İstanbul.
HOŞGÖREN,M.Y.2011. **Jeomorfoloji Terimleri Sözlüğü**. Çantay Kitabevi, 323 s., İstanbul.
HUGGETT, R.J 2013. **Jeomorfolojinin Temelleri** (III. Basımdan Çeviri Ed.: Uğur Doğan). Nobel, 515 s., Ankara.
İZBIRAK, R. 1955. **Sistematik Jeomorfoloji**. Harita Umum Müdürlüğü, 223 s., Ankara.
İZBIRAK, R. 1970. Jeomorfoloji ve Jeomorfolog. **Jeomorfoloji Dergisi**, Sayı: 2, s: 1-11, Ankara.
KURTER, A. ve HOŞGÖREN, M.Y. 1975, 1986. **Jeomorfoloji Tatbikatı**. İstanbul Üniversitesi Yay., İstanbul.
READER'S DIGEST, 1990. **Atlas of the World.** London.
STRAHLER, A. N. 1976. **Elements of Physical Geography**. John Wiley Press, New York.
SUMMERFIELD, M.A. 1991. **Global Geomorphology: An Introduction to the Study of Landforms.** Longman, Harlow, Essex.
YALÇINLAR, İ. 1958, 1968. **Strüktüral Jeomorfoloji I**. İstanbul.
YALÇINLAR, İ. 1958, 1968. **Strüktüral Jeomorfoloji II**. İstanbul.
www.spatialsource.com.au
www.activusoutdoors.co.uk
www.travel.com
www.tourradar.com

13. BÖLÜM KAYNAKÇASI:

AKYOL, İ.H. 1951. **Umumi Coğrafya.** İ.Ü.Coğrafya Enst. Yay. No: 13, 132 s, İstanbul.
ARDEL, A. 1968 ve 1971. **Jeomorfolojinin Prensipleri.** İ.Ü.Coğrafya Enst.Yay. İstanbul.
ARDEL, A. 1969. Jeomorfoloji Nedir? Jeomorfolog kimdir ve cemiyetteki vazifesi nedir? **Jeomorfoloji Dergisi**, Sayı: 1, s: 33-36, Ankara.
DAVIS, W.M. 1909. **Geographical Essay** (edited by D.W.Johnson). Ginn, Boston.
ERİNÇ, S. 1958,1968, 1982, 2000, 2012, 2015. **Jeomorfoloji I**. İstanbul.
ERİNÇ, S. 1960, 1971, 2001, 2012, 2015. **Jeomorfoloji II**. İstanbul.
ERİNÇ, S. 1969. Teknik Bir İhtisas Dalı Olarak Jeomorfoloji ve Uygulanma Alanları. **Jeomorfoloji Dergisi**, Sayı: 1, s: 1-6, Ankara.
ERKAL, T. ve TAŞ, B. 2013. **Jeomorfoloji ve İnsan: Uygulamalı jeomorfoloji**. Yeditepe Yay., 494 s., İstanbul.
ERTEK,T.A. 2003. Türkiye Fiziki Coğrafyası, Güven Yay., İstanbul.

HOŞGÖREN,M.Y. 1983, 1987, 1993, 1997. **Jeomorfolojinin Ana Çizgileri I**. Çantay Kitabevi, İstanbul.
HOŞGÖREN,M.Y.1998, 2003. **Jeomorfolojinin Ana Çizgileri II**. Çantay Kitabevi, İstanbul.
HOŞGÖREN,M.Y.2011. **Jeomorfoloji Terimleri Sözlüğü**. Çantay Kitabevi, 323 s., İstanbul.
HUGGETT, R.J 2013. **Jeomorfolojinin Temelleri** (III. Basımdan Çeviri Ed.: Uğur Doğan). Nobel, 515 s., Ankara.
İZBIRAK, R. 1955. **Sistematik Jeomorfoloji**. Harita Umum Müdürlüğü, 223 s., Ankara.
İZBIRAK, R. 1970. Jeomorfoloji ve Jeomorfolog. **Jeomorfoloji Dergisi**, Sayı: 2, s: 1-11, Ankara.
KURTER, A. ve HOŞGÖREN, M.Y. 1975, 1986. **Jeomorfoloji Tatbikatı**. İstanbul Üniversitesi Yay., İstanbul.
READER'S DIGEST, 1990. **Atlas of the World.** London.
STRAHLER, A. N. 1976. **Elements of Physical Geography**. John Wiley Press, New York.
SUMMERFIELD, M.A. 1991. **Global Geomorphology: An Introduction to the Study of Landforms.** Longman, Harlow, Essex.
YALÇINLAR, İ. 1958, 1968. **Strüktüral Jeomorfoloji I**. İstanbul.
YALÇINLAR, İ. 1958, 1968. **Strüktüral Jeomorfoloji II**. İstanbul.
http://www.livescience.com/43584-earth-oldest-rock-jack-hills-zircon.html
https://www.damninteresting.com/the-deepest-hole/

14. BÖLÜM KAYNAKÇASI:

AKYOL, İ.H. 1951. **Umumi Coğrafya.** İ.Ü.Coğrafya Enst. Yay. No: 13, 132 s, İstanbul.
ARDEL, A. 1968 ve 1971. **Jeomorfolojinin Prensipleri.** İ.Ü.Coğrafya Enst.Yay. İstanbul.
ARDEL, A. 1969. Jeomorfoloji Nedir? Jeomorfolog kimdir ve cemiyetteki vazifesi nedir? **Jeomorfoloji Dergisi**, Sayı: 1, s: 33-36, Ankara.
DAVIS, W.M. 1909. **Geographical Essay** (edited by D.W.Johnson). Ginn, Boston.
ERİNÇ, S. 1958,1968, 1982, 2000, 2012, 2015. **Jeomorfoloji I**. İstanbul.
ERİNÇ, S. 1960, 1971, 2001, 2012, 2015. **Jeomorfoloji II**. İstanbul.
ERİNÇ, S. 1969. Teknik Bir İhtisas Dalı Olarak Jeomorfoloji ve Uygulanma Alanları. **Jeomorfoloji Dergisi**, Sayı: 1, s: 1-6, Ankara.
ERKAL, T. ve TAŞ, B. 2013. **Jeomorfoloji ve İnsan: Uygulamalı jeomorfoloji**. Yeditepe Yay., 494 s., İstanbul.
ERTEK,T.A. 2003. Türkiye Fiziki Coğrafyası, Güven Yay., İstanbul.
HOŞGÖREN,M.Y. 1983, 1987, 1993, 1997. **Jeomorfolojinin Ana Çizgileri I**. Çantay Kitabevi, İstanbul.
HOŞGÖREN,M.Y.1998, 2003. **Jeomorfolojinin Ana Çizgileri II**. Çantay Kitabevi, İstanbul.
HOŞGÖREN,M.Y.2011. **Jeomorfoloji Terimleri Sözlüğü**. Çantay Kitabevi, 323 s., İstanbul.
HUGGETT, R.J 2013. **Jeomorfolojinin Temelleri** (III. Basımdan Çeviri Ed.: Uğur Doğan). Nobel, 515 s., Ankara.
İZBIRAK, R. 1955. **Sistematik Jeomorfoloji**. Harita Umum Müdürlüğü, 223 s., Ankara.
İZBIRAK, R. 1970. Jeomorfoloji ve Jeomorfolog. **Jeomorfoloji Dergisi**, Sayı: 2, s: 1-11, Ankara.
KURTER, A. ve HOŞGÖREN, M.Y. 1975, 1986. **Jeomorfoloji Tatbikatı**. İstanbul Üniversitesi Yay., İstanbul.
READER'S DIGEST, 1990. **Atlas of the World.** London.
STRAHLER, A. N. 1976. **Elements of Physical Geography**. John Wiley Press, New York.
SUMMERFIELD, M.A. 1991. **Global Geomorphology: An Introduction to the Study of Landforms.** Longman, Harlow, Essex.
YALÇINLAR, İ. 1958, 1968. **Strüktüral Jeomorfoloji I**. İstanbul.
YALÇINLAR, İ. 1958, 1968. **Strüktüral Jeomorfoloji II**. İstanbul.