



Mavi Gezegem

Popüler Yerbilim Dergisi

Yıl 2005 • Sayı 12



Granat

Yeni Bir Süstaşı: Pezzotait

Kültürel Jeoloji

İnsan-Taş İlişkilerinin Özet Tarihçesi

**Büyük Mavinin Kızıl İkizi:
Dünya ve Mars'ın Jeolojik Benzerlikleri**

Geleceğin Okyanusu: Kızıldeniz

Jeoloji Tarihinde Kıyametler

Yaşamın Üzerinde Olmak

Hava Tahmini Nasıl Yapılır?

Kırmızı Alarm: Küresel Isınma

TMMOB Jeoloji Mühendisleri Odası Yayınıdır



KAPAK FOTOĞRAF: *Feldspat Üzerinde Spessartin(Granat)Kristalleri, Tongbei, Fujian Bölgesi,
Çin Halk Cumhuriyeti - Fotoğrafi Çeken: David Whipp*

Sahibi

TMMOB
Jeoloji Mühendisleri
Odası Adına
İsmet Cengiz

JMO Yönetim Kurulu

İsmet Cengiz
Dündar Çağlan
Bahattin Demir
Çetin Kurtoğlu
Mehmet Şener
Veysel Urkan
Hüseyin Tevhid Arıcan

Editör / Yayın Yönetmeni

Veysel Işık
isik@eng.ankara.edu.tr

Yayın Kurulu

Azad Sağlam
Ferhat Kaya
Hüseyin Yakar
İzzet Hoşgör
Korhan Esat
Serap Kurt

Adres ve Dergi Merkezi

Mavi Gezenen Dergisi
PK 464 06444
Yenişehir / Ankara

TMMOB Jeoloji Mühendisleri Odası
Bayındır Sokak 7 / 11
06410 Yenişehir / Ankara

Grafik ve Tasarım

Korhan Esat
esat@eng.ankara.edu.tr

Baskı: BERKALP ofset Ltd.Şti.
Tif. 0312 231 28 42

Mavi Gezenen Dergisi

Mavi Gezenen, yerbilimleri ve yerbilimleri ile yakın ilişkili diğer bilim dallarına ait bilgileri ve bu konudaki teknolojik gelişmeleri okuyucuya sunan popüler bir dergidir. Bu çerçevede insanlığın karşılaştığı, merak ettiği, bilgi sahibi olmak istediği jeoloji ve alt dalları, coğrafya ve çevre ile ilgili özgün yazı, derleme ve diğer dillerden çeviri yazılarını yayımlar.

Bu Sayıda

Sayın Okuyucumuz,

Bu sayının ilk çalışmasını Minnesota Üniversitesi araştırmacılarından Donna L. Whitney'in Mavi Gezenen dergisi için kaleme aldığı "Granat" yazısı oluşturmaktadır. Türkiye'de de yaygınca bulunan granatlar, jeoloji evriminin bir bakıma karalama defteridir. Pek çok jeoloji araştırmalarında kılavuzluk yapan granatların güzel görünüşleri medeniyetler tarihi içerisinde de önemli olmuştur.

Dünya'da 3000'in üzerinde mineral türü bulunmaktadır. Bu sayı mineraloji çalışanların ve ilgilenenlerin keşfedilmemiş minerallerin peşine düşmesi ile sürekli artmaktadır. Yeni bir süs taşı başlıklı yazıda "Pezzotait" olarak adlandırılan ve mineral ailesine katılan bir mineralin özellikleri verilmektedir.

"Kültürel jeoloji" yerbilimlerine dikilmiş bir filiz olarak tanımlasak sanırım yanlış olmaz. Geçmiş ve günümüz medeniyetlerinin jeoloji ile ilişkisi ve konunun önemi "Kültürel jeoloji" başlıklı yazıda anlatılmaktadır.

Kültürel jeoloji çerçevesinde, biz yerbilimcilerin her yönüyle incelediğimiz kayaların insanlık tarihindeki zamansal ilişkisinin nasıl olduğu "İnsan-taş ilişkilerinin özet tarihçesi" başlıklı yazıda irdelenmektedir.

Pek çoğumuz Mars ile ilgili bilimsel ve/veya kurgusal yazılı-görsel bilgiye sahibiz. İnsanoğlu bu gezegene acaba ikinci bir dünya mı? düşüncesiyle hep sempati ile bakmıştır. "Büyük mavinin kızıl ikizi" başlıklı yazıda iki gezegenin jeolojik benzerlikleri kısa-kısa verilmektedir.

Jeoloji literatüründe Afrika ve Arap levhası olarak tanımlanan alanlar, insanoğlu yaşamında çok önemli olmuştur. Kızıldeniz'deki jeolojik gözlemler, geçmişteki jeolojik oluşumların yorumlanmasına önemli katkıda bulunmaktadır. Kızıldeniz ile ilgili yazımızda Kızıldeniz'in tarihteki yerinden jeolojisine kadar çeşitli bilgileri bulacaksınız.

Kıyamet kelimesi yaşam için olumsuzluk ifade eder. Fanarozoyik (590 milyon yıl-Günümüz) canlı yaşamında çeşitli dönemsel değişimleri (yok olma, yeni türler) kapsar. Jeoloji tarihinde kıyametler yazısı, bu dönemdeki bazı olumsuzlukları anlatmaktadır.

Yaşamı, başka canlıların yaşamı üzerine kurulu sülükayaklıları tanımak isteyenler "Yaşamın üzerinde olmak" başlıklı yazıyı keyifle okuyacaktır.

Atmosferik olaylar yaşamımızı bir şekilde etkilemektedir. Bugün, yarın veya 3 gün sonra havanın nasıl olacağını hemen-hemen herkes ya aklından geçirir ya da sorar. Bu sorunun cevabını bize meteorolojinin gizli kahramanları vermektedir. Peki bir hava tahmini nasıl hazırlanır? Bunu bu sayımızda bulacaksınız.

Bu sayımızın son yazısını küresel ısınma konulu yazı oluşturmaktadır. Bilim adamları bu konunun çok önemli olduğunu vurgulamakta ve yakın gelecekte milyonlarca insanın olumsuz etkileneceğini hatta ölebileceği uyarılarında bulunmaktadır. Bu tehlikenin boyutu bu yazıda ifade edilmektedir.

Keyifli okuma ve bilgi edinme dileğiyle...

Editör



İÇİNDEKİLER

Granat

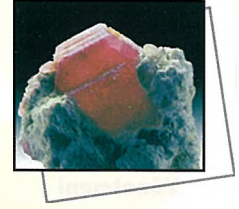
Donna L. Whitney



4

Yeni Bir Süstaşı: Pezzotait

Onur Ayken



9

Kültürel Jeoloji

Nizamettin Kazancı



14

İnsan-Taş İlişkilerinin Özet Tarihçesi

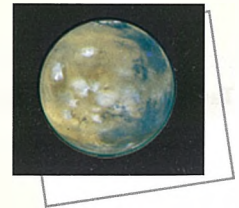
Sonay Boyraz, Fatih Uysal, Aytaç Engin



17

Büyük Mavinin Kızıl İkizi: Dünya ve Mars'ın Jeolojik Benzerlikleri

Ayşenur Çorbacıoğlu



21

Geleceğin Okyanusu: Kızıldeniz

Sevil Kaya



30

Jeoloji Tarihinde Kıyametler

Ali Uygun



35

Yaşamın Üzerinde Olmak

İzzet Hoşgör



38

Hava Tahmini Nasıl Yapılır?

Ümit Turgut



42

Kırmızı Alarm: Küresel Isınma

Zeynep Önal



51

GRANAT

Granatlar büyüleyici ve kullanışlı minerallerdir. Yerin derinliklerinde yüksek basınçlarda oluştuklarından yoğun ve sert olup bu özellikleri nedeniyle mercek, metal, ahşap hatta derilerin parlatılmasında aşındırıcı olarak kullanılır. Türkiye'de yüzeyleyen kayalarda granat mineralleri yaygınca bulunmaktadır. Bu da dünyada Türkiye'yi granat endüstrisinde önemli kılmaktadır.

Granat mineralleri kırmızı, turuncu, mor, yeşil, sarı, beyaz ve siyah olabilir; gerçekte granatlar mavi dışında her renk olabilir. Eğer saf ve kırıklanmamış ise bu durum granatları yarı-değerli süstaşı yapmaktadır. Granat adının kökeni, bu mineralde yaygın renk olan kırmızıdan gelir. Granat (garnet) adını, Latince kelime olan granatium (pomegranate = nar)'dan alır. Çünkü küçük kırmızı granat kristalleri narın kırmızı tohumlarına çok benzer (Şekil-1).

Donna L. Whitney

Minnesota Üniversitesi
Jeoloji ve Jeofizik Bölümü
Minneapolis, Minnesota 55455 ABD

dwhitney@umn.edu

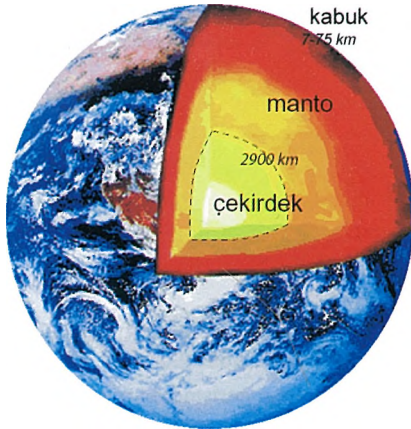
Veysel Işık tarafından Türkçe'ye
çevrilmiştir.



Şekil-1. Kırmızı granatlar (Karınca Tepesi, Arizona, ABD)

Granatlar Dünyanın Neresinde Oluşur?

Granatlar kıta kabuğu içerisinde magmadan ya da daha derindeki mantodan (=yeryuvarının kabuk kesiminin altındaki seviyesi) kristalleşebilir. Yeryüzünde gördüğümüz çoğu granat mineralleri metamorfik kayalarda (tektonik çarpışma sırasında dağların derin kesimlerinde oluşan kaya türü) bulunmaktadır (Şekil-2). Dağların oluşumu sırasında ilksel olarak çamurtaşı, şeyl veya bazen eski volkanik lavlar metamorfik kayalara dönüşebilmektedir. Bu oluşum sırasında kayalar gömülmekte ve yeterli ısınma ile granat mineralleri büyümektedir. Derinlerde oluşan bu kayalar dağların aşınması sonucu veya faylar ile yüzeye gelir. Böylece granat içeren bu kayaları yüzeyde görebiliriz.



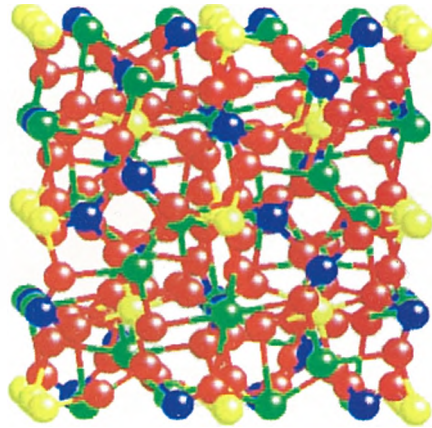
Şekil-2. Yerkabuğunda granatların nerede oluşacağını gösterir enine kesit

Jeologlar için granatlar çok ilgi çekicidir. Çünkü çoğu minerale göre granatlar, kıtalarda ve yerin derin kesimlerinde oluşan jeolojik prosesler için bilgi verir. Buna göre, granatları inceleyerek dağların kökeni ile volkanik püskürmelerin veya mantonun

kaynağı gibi jeolojik süreçlerin yaşı ve oluşum koşullarını öğrenmemiz mümkündür.

Granatlar Jeologlar İçin Neden Önemlidir?

Neden kaya içerisindeki tüm mineraller jeolojik süreçler ile ilgili aynı bilgiyi vermez? Bu sorunun cevabının bir bölümü minerallerin kimyasal bileşiminde gizlidir. Bazı mineraller (örn. Kuvars - SiO_2), dağ oluşumu ya da magma (kaya ergiyi) oluşumu gibi jeolojik süreçler sırasında saf kalarak kimyasal bileşimlerini değiştirmezler. Buna karşın granatın kimyasal bileşimi oldukça karmaşık olup granatı oluşturan koşullara bağlı olarak bileşimleri farklılıklar sunabilir. Tüm granat mineralleri silis ve oksijen atomlarının belirli mesafelerde bağlandığı kafese sahipken diğer bazı elementler için de kristal yapılarında yer vardır (Şekil-3). Demir, magnezyum, mangan ve kalsiyum gibi bu elementler kayanın bileşimine ve yerin içinde kayaya etkileyen basınç, sıcaklık ve sıvı koşulları gibi çevresel faktörlere bağlı olarak farklı oranlarda bulunurlar. Böylece granatların kimyasal analizini yaparak nasıl ve nerede oluştuklarını öğrenebiliriz.



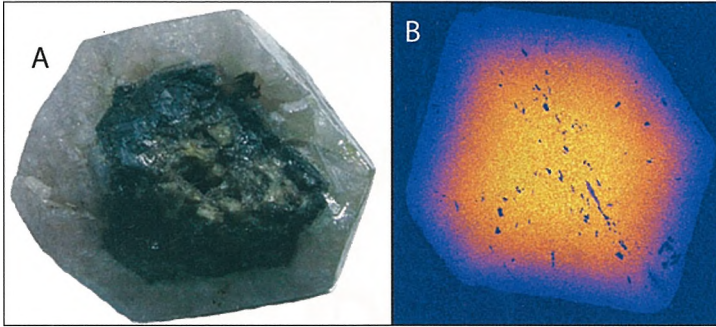
Şekil-3. Granatın kristal yapısı. Her renk farklı tip elementleri temsil etmektedir: sarı alüminyumu, kırmızı oksijeni, mavi silisi, ve yeşil de kalsiyum, magnezyum, mangan ve/veya demir (dört element bir granatta bulunabilir). Yerkabuğundaki çoğu minerallerde olduğu gibi her silis dört oksijen ile bağlanır

Granatların diğer karakteristik özelliği kristalin büyümesi sırasında bileşiminin değişmesidir. Granat ilk oluşmaya başladığı zaman kayanın kabuk içinde bulunduğu derinliğe (derinlik basınçla ilişkilidir), sıcaklığa (derinlikle ilişkilidir) ve kayadaki mevcut kimyasal elementlere bağlı olarak belli bir

bileşime sahip olacaktır. Örnek verecek olursak, granatlar diğer yaygın minerallere göre Mn'ı kolayca bünyesine aldığı için pek çok granatın merkezi kesimi manganca zengindir. Granatlar büyüme devam ettiğinde elementlerin bulunma miktarı değiştiğinden bileşimi de değişecektir; Örneğin granat çekirdeğine bolca Mn kattığından ortamda Mn mevcudiyeti azalacaktır. Dağ oluşumları veya fayların hareketleriyle oluşan tektonik hareketlerin kayayı etkilemesi basınç ve sıcaklıklarda da değişim yaratacaktır. Bu durum granatın büyümesi sırasında bileşiminde değişim olarak kendini gösterecektir.

Zonlanma

Tek bir mineral içinde bileşimdeki değişim, zonlanma olarak tanımlanır. Pek çok mineraller zonlu olmamasına karşın granatlar zonludur. Granatlar merkezden dışa doğru büyüdükleri için her büyümelerinde yeni seviyeler ilave edilir. Bu şekilde soğandaki bandlaşmaya benzer kimyasal zonlanma oluşur. Bir zonlu granatın dilimlenmiş kesitine bakıldığı zaman mineralin çekirdeğinden kenarına doğru farklı bileşimde iç içe halkalardan oluşan bandlar görülür (Şekil-4a).



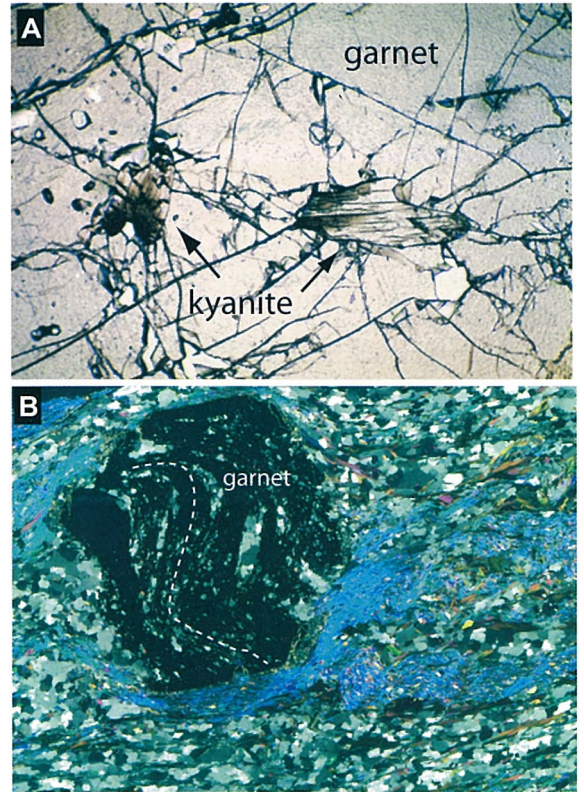
Şekil-4. (A) Nadiren de olsa granatlardaki zonlanma granat çekirdeğinden kenarına doğru renk değişimi şeklinde çıplak göz ile görülebilir. (B) Meksika'dan olan bu örnekte olduğu gibi çoğu granatlarda zonlanma ancak elektron mikroskobu yardımıyla görülebilmektedir. Resimde renkler farklı miktarlardaki mangan konsantrasyonunu göstermektedir. En açık renk (sarı) en fazla mangan miktarını temsil etmektedir. İran'dan olan bu örnek tipik zonlu büyümeyi göstermekte olup çekirdekteki yüksek orandaki mangan miktarı tanenin kenarına doğru azalma sunmaktadır

Bazı durumlarda zonlanma kristalin merkezinden kenarına doğru renginde değişim olacak şekildedir. Ancak çoğu zaman bu durumu çıplak gözle ile görmek olası değildir. Jeologlar minerallerin bileşimini belirlemede kullanılan elektron

mikroskobu yardımıyla granatlardaki zonlanmayı tayin edebilmektedirler. Granatlardaki bu tipik özellik farklı elementlerden (örn. Mn) oluşan granat bileşimi haritalandırılarak belirgin olarak görülür (Şekil-4b).

Kartopu ve Kırkayak Yapıları

Granatlar büyürken yakınlarındaki diğer minerallerin elementlerini kullanırlar. Ancak bazen bu büyüme sırasında tümüyle tüketemedikleri mineraller kalır. Geride kalan bu küçük kalıntılar granatın büyümesi sırasında granat tarafından çevrelenir; Sonuçta granat içerisinde adacıklar şeklinde farklı minerallerin bulunduğu bir görüntü görülür (Şekil-5a). Bu adacıklar kapanım olarak tanımlanır ve granatın büyümesi sırasında kaya tarihçesini ortaya koymada jeologlar tarafından kullanılır.



Şekil-5. (A) Granat içerisindeki mineral kapanımları. (B) Mineral kapanımlarının oluşturduğu spiral doku. Güney Menderes Masifinden olan bu örnekte, granat muhtemelen kıvrım üzerinde büyümüş (garnet: granat, kyanite: disten)

Bazı durumlarda granatlar granatın dışında kayada artık bulunmayan mineraller içerebilir. Bu kapanımlar kapanımın oluşumu öncesinden, nihai oluşumuna kadar

geçmişini tanımlayan fosil gibidir. Bu konuya en güzel örneği granat içerisinde kalıntı mikroskobik elmasın bulunmasını verebiliriz. Granat dışında, kayanın geri kalanında bulunmayan elmas kayanın bir dönemde çok yüksek basınç etkisinde kaldığını ortaya koyar. Granat içerisinde elmasın keşfi ilk kez Prof. Aral Okay (İstanbul Teknik Üniversitesi) tarafından yapılmıştır. Prof. Okay, Çin'deki yüksek basınç altında oluşmuş kayalardaki granat içerisinde mikro-elmasların varlığını ortaya koymuştur.

Kayalar içerisindeki granatlarda, paralel düzlemler veya çizgiler şeklinde mineral büyümesinin oluşturduğu dokular yaygındır (Şekil-5b). Bu tür dokuların oluşum nedeni mineralin büyümesi sırasında kayanın deforme olmasıdır. Minerallerin biçimi ve yönelimi, levhaların hareketi ve buna bağlı derindeki sıcak kayalara uygulanan stres ile ilişkilidir. Granatın büyüdüğü ve granatı çevreleyen minerallerin deformasyondan etkilediği durumda bile granatlar bünyesinde deformasyon öncesi ilksel desenleri gösterebilir. Bu desenleri granat içerisinde düzlemsel veya çizgisel görünümdeki kapanım minerallerinin izleri oluşturur. Bazı durumlarda bu desenler kıvrımlı ya da helezon görünümde karmaşık olabilmektedirler. Bu durum granatın büyümesi sırasında etkiyen deformasyonla dönmesi ile ilişkilidir. Böylece granat içerisinde kapanımların oluşturduğu desen spiral (kartopu) veya dilimler (kırkayak) şeklinde görülmektedir.

Türkiye'deki Granatlar

Yaygınca bulunan Fe'ce zengin granatlar almandin olarak adlandırılır. Almandin adlı eski bir Anadolu kenti olan Alabanda'dan (Aydın ili yakınında) gelir. Bu da Türkiye'nin granatlar ile ilgili ne kadar eski bir geçmişe sahip olduğunu göstermektedir.

Türkiye'de metamorfik kayalar içerisinde güzel granat oluşumları yaygınca bulunmaktadır (Şekil-6). Bu metamorfik kayalar Ege denizinden Türkiye'nin doğu sınırına kadar doğu-batı uzanımlı kuşakta bulunmaktadır. Bu kuşak içerisinde Bolu yakınındaki metamorfik kayalarda da granat mineralleri oluşumları gözlenmektedir.

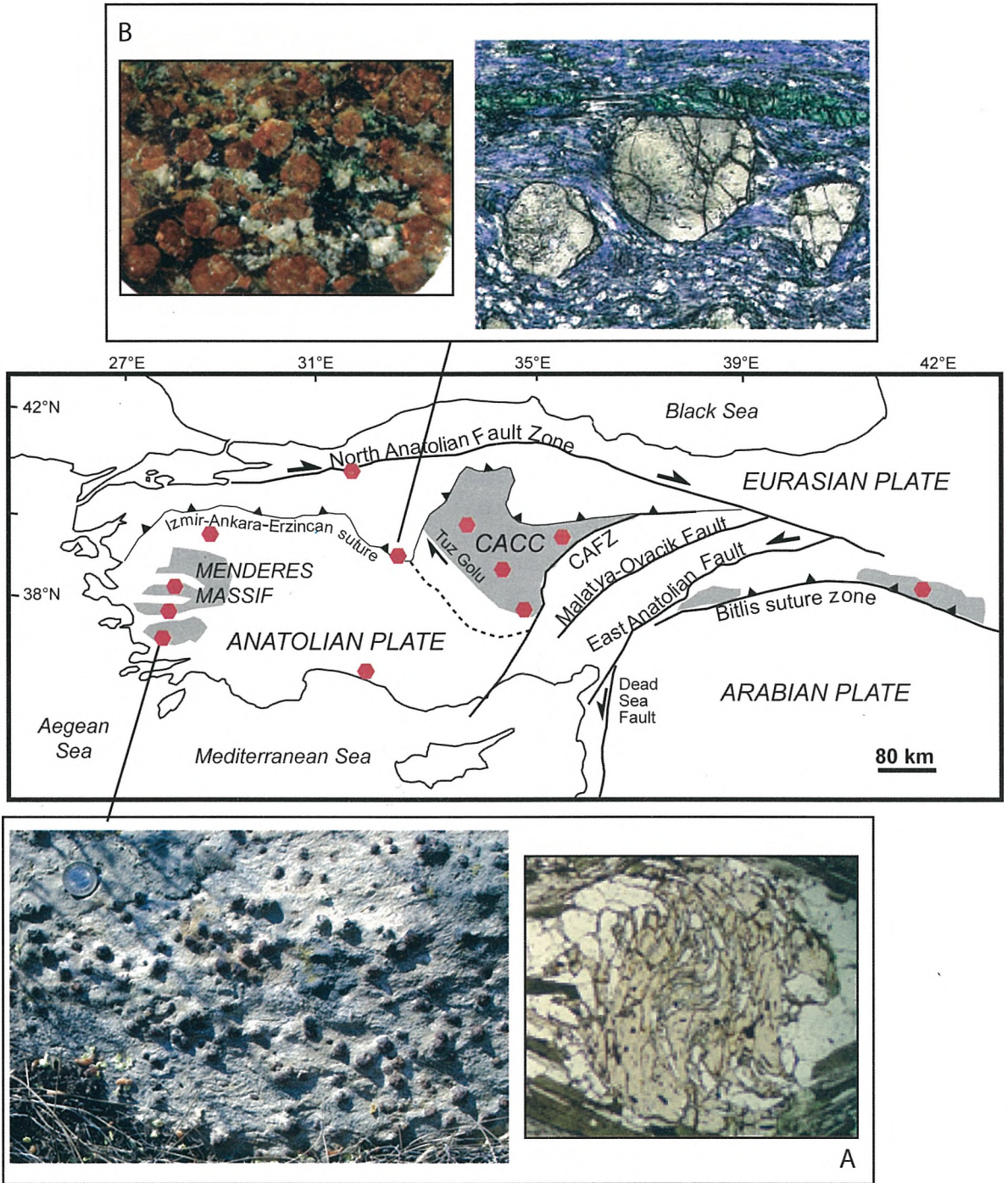
Diğer bir metamorfik kuşak, Türkiye'nin orta kesimi ile Ege Denizinden GD Türkiye'yi kapsayan kesiminde bulunmaktadır. Bu kuşaktaki metamorfik birimler onlarca milyon yıl önce Afrika ve Avrasya kıtalarının çarpışması sonucu oluşmuşlardır. Bugün yüzeyde olan bu metamorfik kayalar kıta kabuğunun orta seviyelerinde (15-30 km derinlik) oluşmuştur; Hatta daha derin kesimleri temsil eden okyanusal ve manto kayaları da buralarda bulunmaktadır.

Orta ve Güney Anadolu'daki bu metamorfik kuşakta, mikaşistler içerisinde oldukça iri (1-2 cm çapında) ve spiral desenli kapanımlar bulduran granat mineralleri bulunmaktadır. Bu granatlar Milas'ın kuzeybatısında Beşparmak Dağlarında, Kırşehir'in batısındaki tepelerde (özellikle Kaman yakınlarında) ve Gülşehir'in (Hırkadağ) kuzeyindeki dere içerisinde bulmak mümkündür. Daha küçük granatları (1-5 mm) Niğde-Çamardı arasındaki, Kayseri'nin kuzeyindeki ve Akdağmadeni yakınındaki metamorfik kayalarda görmek mümkündür. Buralardaki tüm granatlar metamorfizma süreci öncesi yeryüzünde sediment olarak bulunuyordu.

Tipik bazı granatların bulunduğu kimi kayalar yerin derinliklerinde yitim zonlarında (okyanus levhasının derinde manto içersine dalması) oluşur. Dünyada bu tür granat içeren az miktarda kaya yüzeyde bulunmaktadır. Sivrihisar'ın (Eskişehir) kuzey-batısında mavi ve yeşil kayalar (önceden okyanus kabuğunun bazalt lavı olan ve yitim zonunda yüksek basınçlarda metamorfize olmuş) içerisinde küçük ancak çok güzel granatlarda bulunmaktadır.

Özet

Granat rengi ve şekliyle oldukça güzel, sertlikleri ile endüstride ve büyüme-zaman ilişkisini bünyesinde korudukları için jeologlar tarafından kullanılan minerallerdir. Bilim adamları sıcaklık ve basınç tarihçesinin ortaya konulmasında ve tektonik süreçlerin anlaşılmasında granatları yaygınca kullanır.



Şekil-6. Türkiye'de nerede granat bulunduğunu gösterir sadeleştirilmiş harita. Ancak haritada gösterilmeyen daha çok sayıda granat lokasyonu bulunmaktadır. (A) Güney Menderes Masifindeki granatlar. Granat şist örneği Selimiye'nin kuzeyinde bulunmaktadır. Bu kaya ilksel olarak sedimanter kaya olup milyonlarca yıl önce tektonik çarpışmaya bağlı metamorfizma sonucu oluşmuş (ölçek olarak para kullanılmıştır); (B) Kaya içerisindeki granatlar 90 milyon yıl önce okyanus kabuğunun yitme ve metamorfizmaya uğraması sonucu çok yüksek basınç koşullarında oluşmuştur. Örnek Sivrihisar yakınlarından alınmıştır. Fotoğraftaki granatlar 3-5 mm çapında

Yeni bir süstaşı: Pezzotait

Genel olarak geçmişte neler olup bittiğini günümüz dünyasına anlatmaya çalışan Jeoloji bilimi içinde gelişen en önemli alanlardan birisi mineralojidir ⁽¹⁾. Mineraloji bilimi kayaçlar içerisinde bulunan minerallerin incelenmesi ile ortam koşulları hakkında fikir sahibi olmamıza yardımcı olur. Bu bağlamda bugüne kadar yürütülen çalışmalarda yaklaşık 3000 kadar mineral türü tespit edilmiştir. Mineraloji gibi bir diğer önemli bilim dalı ise gemolojidir. Süstaşları bilimi olarak basitçe tanımlanabilen gemoloji, mineralojinin yeni bir alt disiplini sayılabilir. Gemoloji, bu yüzyılın başlarında bilimsel bir karakter kazanmaya başlamış, bugün bütün dünyada mücevher sektörüne doğrudan hizmet eden, değerli ve yarı değerli minerallerin yanı sıra süstaşı malzemesi yapılabilecek bazı kayaçlar ve organik materyalleri inceleyip tanımlayabilir, kalitesini arttırabilir ve sentetiğini üretebilir duruma gelmiştir ⁽²⁾.

Günümüzde hızla gelişen teknoloji sayesinde mineraller, artık modern analiz teknikleri ile incelenmektedir. Bu teknikler zaman zaman geçmişte tanımlanmış minerallerin aslında başka bir mineral türü olduğu gerçeğini ortaya çıkarabilmekte ve bunun sonucu olarak yeni mineral türleri keşfedilmektedir. Keşfedilen bu yeni mineral türleri nadir ve süstaşı kalitesinde olduğu sürece mücevher sektöründe önemleri büyük olacaktır.



Onur Ayken

Università degli Studi di Milano-Bicocca
İtalya

oayken@yahoo.co.uk

Yeni Bir Süstaşının Doğuşu

Bahsi geçen bu yeni mineral keşiflerinden biri Madagaskar'da yaşanmıştır. Orta Madagaskar'da Ambatovita yakınlarındaki Sakavalana granitik pegmatiti içinde Kasım 2002'de keşfedilen bir beril türü derin, morumsu pembe rengi ve ilgi çekici katoyansi (cathoyancy) özelliğiyle süstaşı koleksiyoncuları ve uzmanları arasında heyecan yaratmıştır (Şekil-1). Önceleri kırmızı beril, pembe beril gibi isimlerle satılan bu mineral üzerinde yapılan analizler, yoğun biçimde sezyum (Cs) içerdiğini ortaya koymuş ve bunun yeni bir mineral olduğu anlaşılmıştır. Eylül 2003'te Uluslararası Mineraloji Birliği, yıllarca Madagaskar'daki granitik pegmatitlerde araştırmalar yürüten mineralog Dr. Federico Pezzotta'nın onuruna bu yeni beril grubu mineralinin ismini "pezzotait" olarak onaylamıştır. Böylece, beril - $\text{Be}_3\text{Al}_2\text{Si}_6\text{O}_{18}$, bazzite - $\text{Be}_3\text{Sc}_2\text{Si}_6\text{O}_{18}$ ve stoppaniite - $\text{Be}_3\text{Fe}_2\text{Si}_6\text{O}_{18}$ ile birlikte beril grubunun üye sayısı dört olmuştur^(3,4,5,6).



Şekil-1. Kedigözü özelliği gösteren kaboşon kesimle beraber çeşitli türde fasetlenmiş pezzotait mineralleri⁽³⁾

Nedir Pezzotait?

$\text{Be}_3\text{Al}_2\text{Si}_6\text{O}_{18}$ kimyasal formülüne sahip beril minerali, pegmatitlerde, değişik türdeki silisli ve mafik metamorfik kayalarda, nadiren de granit ve riyolitlerde bulunan bir alüminyum beril silikattır. Doğada yeşil (zümrüt), mavi (akuvamarin), sarı (heliodor) ve pembe (morganit) renklerde oluşan beril mineralinin renksiz olanı ise goşenittir. Hegzagonal sistemde kristalleşen beril minerali, her biri lateral ve dikey olarak AlO_6 oktaeder ve BeO_4

tetraederine bağlı SiO_4 tetraederleri ile bağlantılı altı üyeli zincirlerden meydana gelen bir yapıya sahiptir. Bu yapı, içerisinde OH, H_2O , CO_2 molekülleri ile alkali iyonların yerleştiği c eksenine paralel geniş kanallar içermektedir^(7,8,9,10,11,12).

Pezzotait ise ideal olarak $\text{Cs}(\text{Be}_2\text{Li})\text{Al}_2\text{Si}_6\text{O}_{18}$ formülünde olup beril grubunun sezyum ve lityumca zengin yeni minerali ve süstaşıdır (Şekil-2)^(13, 14). Pezzotait literatürde daha önceleri adlandırılmış sezyumca zengin beril (Cs-beril) değildir fakat tamamen berile bağlı yeni bir mineraldir. Beril grubu minerallerinden sadece beril ve pezzotait süstaşı kalitesinde bulunmaktadır. Bu makale boyunca beril her ne kadar bir grup ismi olsa da bir mineral türü olarak ifade edilecektir.



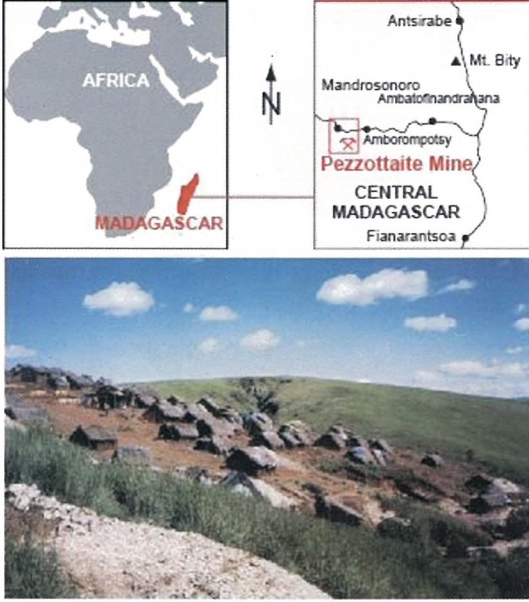
Şekil-2. Pezzotait, Madagaskar

Madagaskar'da keşfedilen bu minerale ek olarak Afganistan'da Hänni ve Krzemnicki tarafından bulunan ve incelenen Cs bakımından zengin morganit (pembe beril) ise daha sonra pezzotait olarak tanımlanmıştır^(15,16).

Sakavalana Pegmatiti

Orta Madagaskar, Madagaskar'ın süstaşı üretilen bölgelerinden biridir. 1940'lı yılların başında Fransız kolonistler tarafından işletilmeye başlanan Sakavalana pegmatiti Orta Madagaskar'da Ambatofinandrahana'nın 140 km batısında Antsirabe kasabası yakınlarında bulunur (Şekil-3). Yerli halk buradaki madenlerde çalıştırılarak turmalin ve diğer mineraller üretilmiştir. Kasım 2002 ortalarında yerli madenciler renkli turmalin ile yeşil, mavi ve mor renkli, süstaşı kalitesinde spodumen kristallerinin bulunduğu geniş bir oyuk

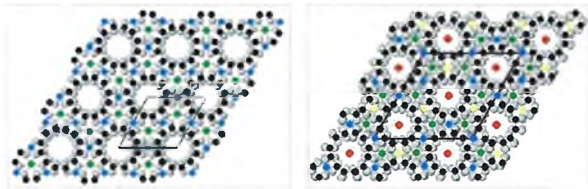
keşfetmişlerdir. Pezzotait, dış zonunda başlıca K-feldspat, kuvars, plajiyoklaz, siyah mika, iç zonda siyah ve mor mika, dumanlı kuvars, danburite, chiavennite, zirkon ve Nb-Ta oksitleri bulunan Sakavalana granitik pegmatitinde oluşmuştur. Siyah turmalinler; beril, spessartin ve spodumen ile beraber büyümüştür. Parajenetik ilişkiler pezzotaitin son faz kristali olarak oyuklar içinde bulunan sıvılardan kristalleştiği göstermektedir^(3, 13, 18, 19)



Şekil-3. Orta Madagaskar'daki Pezzotait madeninin yeri⁽¹⁷⁾

Pezzotaitin Kristal Yapısı ve Kimyası

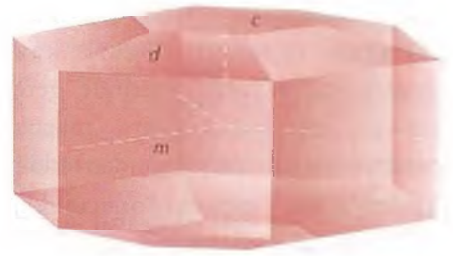
Pezzotaitin kristal yapısı her ne kadar berile benzese de içerisinde bulunan Cs ve Li atomlarının sistematik ve simetrik pozisyonları yeni bir mineral olduğu görüşünü doğrulamaktadır. İki mineralin kristal yapısı arasındaki fark ve benzerlikler Şekil-4'de gösterilmiştir.



Şekil-4. Beril (solda) ve pezzotaitin (sağda) kristal yapıları arasındaki fark⁽¹⁷⁾

Şekilde yeşil toplar alüminyum katyonlarını (Al), mavi toplar berili (Be), sarı toplar lityumu (Li), kırmızı toplar sezyumu (Cs), gri toplar oksijeni (O),

siyah toplar ise silisi (Si) ifade etmektedir. Berilin yapısı ardarda sıralanmış BeO_4 ve AlO_6 poliederlerinin birleşimi ile oluşan 12 üyeli zincirler ile c eksenini boyunca birbirini izleyen 6 üyeli dörtlü zincirler şeklinde karakterize edilir. Pezzotait mineralinin yapısı da berilinki gibidir fakat 12 üyeli zincirlerin iki farklı tipi vardır. (1) Berildeki ringlere karşılık gelenler, (2) LiO_4 , BeO_4 ve AlO_6 poli-ederlerinden meydana gelenler. Lityum ve beril atomlarının pezzotaitin yapısında bulunabilmeleri için ana hücrenin berilinki kadar genişlemesi gerekir. Bununla birlikte beril hegzagonal, pezzotait ise rombohedral kafes yapısına sahiptir (Şekil-5)^(3, 17, 20).



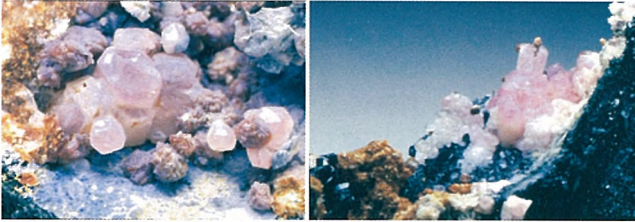
Şekil-5. Pezzotaitin kristal sisteminin diyagram şeklinde gösterimi

Cs içeren alkali beriller geçmişteki mineraloglar tarafından literatüre vorobievit (pembe Li-Cs içeren) ve rosterit (renksiz yakın Na-Li tipinde) olarak geçirilmiştir. Morganit ise süstaşı kalitesinde Cs içeren beril için en yaygın kullanılan terimdir. Cs, Li ve Rb alkali element konsantrasyonları bugüne kadar değişik jeolojik ortamlardaki berillerde ölçülmüş ve en yüksek değerler granitik pegmatitlerin iç zonlarında bulunan berillerde elde edilmiştir. Jeokimyasal olarak yüksek Cs içeren pegmatitik beriller genellikle düşük Na/Li değerleri gösterirler^(3, 18). Madagaskar örnekleri ile morganit (pembe beril) üzerinde yapılan X-ray flüoresans spektrometre analizlerinde en yüksek %19,762133 oranında Cs_2O bulunmuş, bu oran LA-ICP-MS analizlerinde %23,37'e kadar çıkmıştır. En düşük Cs_2O oranı ise %9,7 ile Afganistan örneğinden elde edilmiştir. Bununla birlikte Evans ve Mrose tarafından çalışılmış ve %11,3 oranında Cs_2O bulunmuş Madagaskar örneğinin de pezzotait olduğu anlaşılmıştır. Morganitte ise Cs_2O içeriği genellikle %5 civarında veya daha aşağıdadır^(3, 20, 21, 22).

Pezzotait, morganite ve kırmızı berilin kimyasal bileşimleri tamamen farklıdır. Kırmızı beril yüksek oranda Fe, Ti, Mn ve diğer iz elementleri içerirken morganit, pezzotaittekilere yakın Fe, Ti ve Mn değerleri gösterir⁽²²⁾.

Renginin Kökeni

Morganitin rengini Mn^{2+} , kırmızı beril ise Mn^{3+} 'dan almaktadır. Fakat daha sonra manganez içeren berillerin spektrumları göz önünde bulundurularak Mn^{3+} 'nın her iki mineralin renginden sorumlu olduğu ve bununla birlikte Mozambik pembe morganitlerinin rengini Mn^{3+} 'dan aldığı belirtilmiştir⁽³⁾. Bazı pembe berillerin ısıtma sonucu renklerini kaybettikleri ve X-ray veya gama ışınlarına maruz bırakılarak renklerini geri kazandıkları bilinmektedir. Pezzotait üzerinde gerçekleştirilen ısıtma ve yeniden ışınlarla maruz bırakma pezzotaitin rengini radyasyondan etkilenmiş renk merkezlerine Mn^{3+} girmesi sonucu aldığı önerisini desteklemektedir. Sezyumca zengin berillerin pembe renkte olmalarının nedeni, granitik pegmatitlerdeki kristalleşmenin sonuna doğru jeokimyasal olarak birbirini izleyen Cs ve Mn'in etkisinden kaynaklanmaktadır^(3,23).



Şekil-6. Chiavennite ile beraber bulunan pezzotait minerali⁽¹⁹⁾

Pezzotait Nasıl Ayırt Edilir?

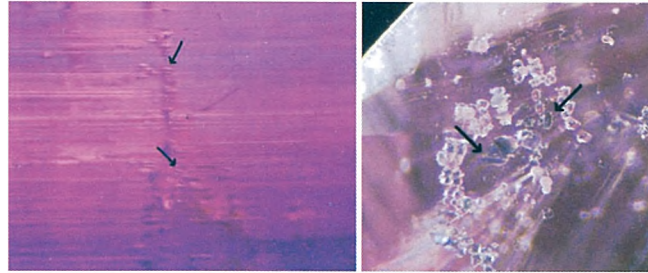
Bugüne kadar elde edilmiş pezzotait mineralleri morumsu pembe renktedir ve her ne kadar tonu ve doygunluğu değişse de hiçbir zaman tipik Utah kırmızı berili veya sentetiği gibi değildir. Yakın bir zamana kadar sentetik pezzotait üretilmemiş ve bununla birlikte sentetik beriller arasındaki en yüksek Cs_2O oranı %2,39 bulunmuştur. Bazı morganitlerin rengi pezzotaite yakın olabilmektedir. Bununla birlikte gemolojik olarak pezzotaiti diğerlerinden ayırt etmenin en kolay iki yolu düşük sapma indisi ve morganit mineralinin özgül ağırlığıdır⁽³⁾.

Pezzotaitin rengi neredeyse pembe turmalinle aynıdır. Ancak, pembe turmalinler kedigözü özelliği dışında diğer berillere nazaran daha anlamlı tanımlama kıstasları ortaya koyarlar. Kedigözü özelliği gösteren pembe bir süstaşı ile karşılaşan bir gemolog bunun pembe turmalin veya katoyansi özelliği gösteren aynı renkteki başka bir materyal olduğunu düşünebilir (Şekil-7)^(3,13,24).



Şekil-7. Kedigözü özelliği gösteren kabaşon kesilmiş pembe turmalin (solda) ve pezzotait (sağda)

Mikroskobik olarak pezzotait içerisindeki kapanımlar turmalindekilere benzemektedir ve genellikle iğne şeklinde paralel ve likit kapanımlar bulunmaktadır (Şekil-8)⁽³⁾.



Şekil-8. Pezzotait içinde büyüme boruları boyunca görülen negatif kristaller (solda) ve Raman analizi ile tanımlanan grimsi yeşil kapanımlar (sağda)

Bir gemoloğun pezzotait ve pembe turmalin arasında hassas bir şekilde yapacağı sapma indisi ölçümü iki minerali kolayca birbirinden ayıracaktır. Bununla beraber pezzotaitteki pleokroizma pembe turmalinden daha fazla telaffuz edilmektedir. Pleokroizmayı belirlemenin en kolay yolu bilinen bir pembe turmalinle bilinmeyen materyali karşılaştırmaktır. Başvurulacak diğer bir yöntem ise masaüstü spektroskopu ile iki mineralin spektrumlarına bakmaktır. Pembe kırmızı turmalin tipik olarak 450-458 nm arasında dar çizgiler ile 525 nm'de merkezlenen spektrum üzerindeki emilimi gösterir (Şekil-9).

Dr. Pezzotta'ya göre ana pezzotait oyuğundan 40 kilogramdan fazla pezzotait üretilmiş ve bu pezzotaitlerin çoğu pembe turmalin ve morganit olarak satılmıştır. Pezzotait çeşitli biçimlerde

kesilebilmektedir. Bilinen en büyük, iyi kalitede, şeffaf fasetlenmiş pezzotait 11,31 karat, iyi kalitedeki kedigözü etkisi gösteren kabaşon kesim ise 17,36 karattır (Şekil-10) ⁽³⁾.



Şekil-10. 5,25 karatlık bir pezzotait içeren altın yüzük

Kaynaklar

- (1) Ayken, O., 2005. Çakmaktaşı ve gizledikleri, Mavi Gezegen, 9, 33-35.
- (2) Whipp, Ç. L., 2002. Sütaşları Nasıl Tanımlanır? Mavi Gezegen, 6, 64-67.
- (3) Laurs, B.M., Simmons, W.B., Rossman, G.R., Quinn, E.P., McClure, S.F., Peretti, A., Armbruster, T., Hawthorne, F.C., Falster, A.U., Günther, D., Cooper, M.A., Grobéty, B., 2003. Pezzottaite from Ambatovita, Madagascar: A new gem mineral, *Gems&Gemology*, 39(4), 284-301.
- (4) Lambor J.L., Puziewicz, J., Roberts, A.C., 2000. New mineral names, *American Mineralogist*, Vol. 85, pp. 1843-1847.
- (5) Della Ventura, G., Rossi, P., Parodi, G.C., Mottana, A., Raudsepp, M., Prencipe, M., 2000. Stoppaniite, $(\text{Fe,Al,Mg})_4(\text{Be}_6\text{Si}_{12}\text{O}_{36}) \cdot (\text{H}_2\text{O})_2(\text{Na}\square)$, a new mineral of the beryl group from Latium (Italy). *European Journal of Mineralogy*, 12, 1211-127.
- (6) Gramaccioli C.M., Diella V., Demartin F., Orlandi P., Italo C., 2000. Cesian bazzite and thortveitite from Cuasso Al Monte, Varese, Italy: A comparison with the material from Baveno, and inferred origin, *The Canadian Mineralogist*, Vol. 38, pp. 1409-1418.
- (7) Klein, C., Hurlbut, Jr., C.S., *Manual of Mineralogy*, 21st edition, ss. 471.
- (8) Aurisicchio, C., Fioravanti, G., Grubessi, O., Zanazzi, P.F., 1988. Reappraisal of the crystal chemistry of beryl, *American Mineralogist*, Vol. 73, pp 826-837.
- (9) Krambrock, K., Pinheiro, M.V.B., Guedes, K.J., Medeiros, S.M., Schweizer, S., Castañeda, C., Botelho, N.F., Pedrosa-Soares, A.C., 2002. Radiation-induced centers in Cs-rich beryl studied by magnetic resonance, infrared and optical spectroscopy, *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research*, B191, pp 285290.
- (10) Solnsteve, V.P., Tsvetkov, E.G., Alimpiev, A.I., Mashkovtsev, R.I., 2004. Valent state and coordination of cobalt ions in beryl and chrysoberyl crystals, *Journal of Chem Phys Minerals*, 31, pp 1-11.
- (11) Ayala-Arenas, J.S., Andrioli Jr, R.L., Watanabe, S., Matsuoka, M., Bhatt, B.C., 2001. Radiation effect on thermoluminescence and electron paramagnetic resonance (EPR) of pink beryl, *Radiation Physics and Chemistry*, 61, 4174-19.
- (12) Viana R.R., Jordt-Evangelista, H., Da Costa, G.M., 2001. Caracterização químico-mineralógica e espectroscopia Mössbauer de água-marinha da Região de Pedra Azul, Nordeste de Minas Gerais, *Revista Brasileira de Geociências*, 31(1), 89-94.
- (13) Hawthorne F.C., Cooper M.A., Simmons W.B., Falster A.U., Laurs B.M., Armbruster T., Rossman G.R., Peretti A., Günther D., Grobéty B., 2004. Pezzottaite, $\text{Cs}(\text{Be}_2\text{Li})\text{Al}_2\text{Si}_6\text{O}_{18}$, a spectacular new mineral related to the beryl group, from Madagascar, *Mineralogical Record*, Vol. 35, pp 369-378.
- (14) <http://homepage.mac.com/rasprague/uno/minpics/pezzottaiteimg/pezzottaite05.html>
- (15) Hänni, H. & Krzemnicki, M.S., 2004. Pezzottaite, a new mineral and gem (supplement to "Caesium-rich morganite from Afghanistan and Madagascar"). *Journal of Gemmology*, 29(2), 75-76.
- (16) Warin, R. & Jacques, B., 2003. Le béryl-Cs d'Ambatovita, Madagascar: morphologie et aspects macroscopiques. *Le Règne Minéral*, 52, 36-41.
- (17) Peretti, A., Armbruster, T., Günther, D., Grobéty, B., Hawthorne, F.C., Cooper, M.A., Simmons, W.B., Falster, A.U., Rossman, G.R., Laurs, B.M., 2004. The challenge of the identification of a new mineral species: Example "pezzottaite", *Contributions to Gemology*, No.3.
- (18) Brendan L., Simmons W., Pezzotta F., Falster A., 2004. The role of late-stage hydrothermal cesium remobilization in the formation of pezzottaite at the Sakavalana pegmatite, Madagascar. 32nd International Geological Congress, Florence, Italy. Session 142-Gem materials
- (19) Pezzotta, F., Guastoni, A., Forner, H., Demartin, F., Kristiansen, R., 2004. Exceptional chiavennite associated with pezzottaite from the Sakavalana pegmatite, Ambatovita, Madagascar.
- (20) Abdurijim, A., Kitawaki, H., 2003. Analysis on Cs pink "beryl" using a laser ablation system with inductively coupled plasma mass spectrometer (LA-ICP-MS), *Gemmology*, Vol. 34, No:411, pp. 24-26.
- (21) Hänni, H. & Krzemnicki, M.S., 2003. Caesium-rich morganite from Afghanistan and Madagascar, *Journal of Gemmology*, 28(7), 417-429.
- (22) Černý, P., Anderson, A.J., Tomascak, P.B., Chapman, R., 2003. Geochemical and morphological features of beryl from the Bikita granitic pegmatite, Zimbabwe, *Canadian Mineralogist*, Vol. 41, No. 4, pp. 1003-1011.
- (23) Černý, P., Meintzer, R.E., Anderson, A.J., 1985. Extreme fractionation in rare-element granitic pegmatites: Selected examples of data and mechanisms, *Canadian Mineralogist*, Vol. 23, pp. 381-421.
- (24) <http://homepage.mac.com/rasprague/uno/minpics/pezzottaiteimg/pezzottaite05.html>
- (25) <http://www.mindat.org/min-25652.html>
- (26) <http://www.kruess.de/5+M52087573ab0.html>

KÜLTÜREL JEOLOJİ

*Yer bilimlerinde
üçüncü kuşak
dallanma*

Nizamettin Kazancı

Ankara Üniversitesi
Mühendislik Fakültesi
Jeoloji Mühendisliği Bölümü
Ankara

kazanci@eng.ankara.edu.tr

Kültürel jeoloji son yıllarda doğan ve hızla gelişen bir yerbilimi dalıdır. Bilimde zaman içinde yeni araştırma alanlarının ortaya çıkması ve artan uygulamalarla sistemleşip kendi başına, bağımsız bir dal haline alması sık rastlanan, olağan bir durumdur. Yazıda bunun güzel ve yer bilimcileri yakından ilgilendiren bir örneği olarak Kültürel Jeoloji ve kapsamı tanıtılmağa çalışılacaktır.

Jeolojide yan dalların oluşması ve bunların ayrı bilim dalları haline gelmesi, örneğin sağlık bilimleri veya fizikteki kadar hızlı değilse de az da sayılamaz. Sonradan oluşan jeoloji alt dallarının bir kısmı temel jeoloji konularında (örn. sedimantoloji, yapısal jeoloji, matematiksel jeoloji), önemli bir kısmı ise uygulama alanlarındadır (petrol jeolojisi, hidrojeoloji gibi). Bu ikinci gruptakilerin çeşitlenmesi göreceli daha hızlıdır ve esas olarak 2. Dünya Savaşı'ndan sonra olmuş, “iktisadi / ekonomik jeoloji” olarak başlayıp petrol jeolojisi, maden jeolojisi, kömür jeolojisi şeklinde bölünmüştür. Hidrojeolojinin doğuşu da bu dalga içindedir. Bunları mühendislik jeolojisi izler. Daha sonraki yıllarda çevre jeolojisi programlara girmiştir. Yakın zaman diliminde ise popüler jeoloji, tıbbi jeoloji, adli jeoloji ve kültürel jeoloji'nin bir yandan şekillendiğini bir yandan da araştırma ve eğitim programlarına sokulduğunu görüyoruz.

Kültürel jeoloji kültürün doğuşu, yaygınlaşması ve mevcut haline etkisi olan jeolojik nesne, olay ve süreçleri inceler. Bir başka ifade ile yerküredeki insan etkilerinin fiziksel boyutu ile meşgul olur. Paleoantropoloji ve jeoarkeolojiden bazı unsurlar taşımakla beraber onlardan ayrıdır. Örneğin görsel kilttaşlarından oluşan bir arazide bulunan silis bileşimli ilk insan el aletlerinin buraya nereden getirilmiş olabileceği, ya da tüm su kaynaklarının tuzlu olduğu eski bir yerleşimin orada niçin bulunduğu (=suların niçin tuzlandığı) veya onarımı yapılacak bir binanın taşlarının hangi kaynaklardan getirildiğinin araştırılması kültürel jeolojinin konularıdır. Biraz daha duyulmuş örnekler ile, Truva'nın kayıtlarda geçen limanının nerede olduğunun araştırılması veya Efes'in deniz kıyısından neden-nasıl-ne zaman uzak kaldığının açıklanması da bir kültürel jeoloji problemidir. Bu tür sorular, şimdiye kadar olan sürede, ya yer bilimcilerden yardım alınarak, ya da uzmanlık alanı yerbilimi olmayanlarca cevaplanmağa çalışılıyordu. Artık bütün bu konular sistemleştirilerek kültürel jeoloji dalı teşkil edilmiştir. Buradaki esas nokta, incelenen jeolojik objelerde kültür boyutunun olmasıdır. Örneğin, yerleşim yeri olarak kullanılmış bir mağara, örn Karain Mağarası, kültürel jeolojinin konusu iken, çok zengin sarkıt-dikitleri ve güzel oluşumları bulunan bir mağara aynı kapsamda

değildir. Bu ikincisi jeosit'tir ve eğer yeterli şartları taşıyorsa jeolojik miras olarak nitelenebilir. Antik bir yerleşim yerindeki mermer blokların dizilişi veya bunlardan üretilen yapılar kültürel jeoloji incelemesine girmez ve fakat bu mermer blokların, örneğin hangi ocaklardan getirilmiş olduklarının araştırılması, ya da yapının hangi depremle yıkıldığı güzel kültürel jeoloji problemleridir.

Tarihteki ilk uygarlıkların Mısır ve Mezopotamya'da doğduğunu biliyoruz. Mezopotamya'dakiler çok kısa süre sonra kuzeye, Anadolu'ya yayılmış ve orada hemen daima uygarlıklar bulunmuştur. Yabancı arkeologlar arasındaki bir söz, "Anadolu'da kazı yapmadan gerçek arkeolog olamazsın" diyor. Buradan şu söylenebilir; kültürel jeoloji nerede oluşmağa başlarsa başlasın, gelişebileceği en iyi yer Anadolu'dur.

Türkiye'deki temel jeoloji konularının bolluğundan olsa gerek, Türk yerbilimcileri jeolojinin yeni uygulama alanlarına sonradan, özellikle bu konulara yabancıların ilgisini gördükten sonra yöneliyorlar. Kültürel jeolojinin inceleme malzemesi elimizin altında duruyor. Daha önemlisi, bu yeni dal yerbilimlerinin gündelik hayatla bütünleşmesine yardım edecek noktada bulunuyor. Şu iki örnek konuyu daha iyi açıklayabilir:



Ayak izi (Kula)

Doksanlı yıllarda Orta Asya'yı ziyaret eden tarihçiler, Türklerin en eski belgelerinden olan Orhun Abideleri'nin yazılarının döküldüğünü ve tahrip olmağa başladığını gördüler. Kısa süre sonra yazı silinmesinin arttığı gözlemlendi ve bunun çobanlar tarafından yapıldığı zannedildi, yerel yönetimler nezdinde girişimlerde bulunuldu. Her nasıl oldu ise bir sonraki geziye bir yer bilimci katıldı ve tahribatın günlenme (alterasyon) sonucu olduğunu, iklimle beraber, abidelerin üzerine konan kuşların dışkılarının günlenmeyi artırdığını, acele koruma gerektiğini belirtti. Petrografik incelemeler bu görüşü doğruladı. Türkiye'nin maddi katkılarıyla, şu anda abidelerin üzeri örtülmüş vaziyettedir. Ayrıca, 20 km uzakta abidelerin litolojik benzeri kayalar olduğu tespit edildi ve başka yerlerde sergilenmek amacıyla, yazıların bu yeni taşlar üzerine kopyaları çıkarılmağa çalışılmaktadır.

Çankırı il merkezine yaklaşık 10 km kadar uzaklıkta, Eosen yaşlı birimler içine yerleşmiş kayatuzu yatakları vardır ve modern yöntemlerle işletilmektedir. Yakın zamanda özelleştirilen, öncesinde Tekel'e ait bu işletme, yıllarca tüm İç Anadolu bölgesinin tuz ihtiyacını karşılamış, Roma döneminden beri süren uzun işletme faaliyetleri sonucu yer altı galerilerinin uzunluğu 10 km'yi geçmiştir. Yıllar önce, tuz sökme faaliyetleri sırasında, tüyleri dahi korunmuş, bütün vaziyette, görünümü eşeğe benzeyen büyük bir fosil bulunur. Fosilin bulunuşu heyecan yaratır, hemen cam bir

kafes yapılarak işletme binasında sergilenir ve kısa sürede ocağın ziyaretçileri artar. Ancak bir süre sonra fosilin tüyleri dökülmeğe ve görünümü bozulmağa başlar. Bir yer bilimci bozulmanın atmosfer nedeniyle olduğunu, fosilin galerilerde uygun bir yerde tutulmasını önerir. Fosil halen bir galeride cam içinde sergilenmektedir ve bozulma

durmuştur. Görünüm benzerliğine dayanılarak, bu fosilin Roma veya geç

Bizans dönemindeki işletmede

çalıştırılan bir eşeğe ait

olabileceği düşünülmektedir,

ancak bu görüş eşeğin tuz

katmanları arasına nasıl

katıldığını açıklamaz.

Böyle olup olmadığı

fosilde C¹⁴ yöntemi

ile yapılacak

yaşlandırma ile

anlaşılabilir ve ülke-

mizdeki tuz işletme-

lerinin tarihçesi

ortaya konulabilir.

Tarihi belgeler, geç-

mişte tuzun yalnızca

bir sanayi ürünü

değil, alış-verişte

kullanılan en kıymetli

meta olduğunu

bildiriyor. Trajikomik bir

durumu yine aynı

işletmede uzun yıllar

çalışanlar bütün ziyaretçilere

anlatıyorlar; bir zamanlar ocaktan

ata benzer bütün bir fosil çıkıyor ve

işletmeciler fosili koruma altına alıp

sergiliyorlar. Ziyarete gelen gün üst düzey bürokrat

veya bakan fosili "kır at ölmüş, fosilleşmiş derler"

gerekçesiyle atıyor.

Kültürel Jeoloji'nin hızla yaygınlaşacağı açıktır.

Ankara Üniversitesi, konuyu lisansüstü programına

olarak yararlı bir adım atmıştır. Adımların büyümesi

yer bilimcilerin katkısı ile olacaktır.



Taş evler (Karaman)



Saldı Gölü (Denizli)

İNSAN-TAŞ İLİŞKİLERİNİN ÖZET TARİHÇESİ

Yer bilimcilerin, yerkürenin geçmişi hakkında bilgi edinme gereçleri olan taşların toplumsal önemi, ekseriyetle “ekonomik değer” şeklindedir. Bu “ekonomik” yaklaşım, taşların hem dekoratif, hem de uzun ömürlü olmaları nedeniyle son yıllarda artmış ve “ne cinsten olursa olsun yeter ki taş ocağımız olsun” heyecanı ile tüm ülkeyi delik deşik etmiş, ocak açma yarışı başlamıştır. Ankara civarında andezit bulma-işletme çukurları, Denizli’de traverten çıkarma telaşı, Muğla’da 'kayraktaş' avının şiddeti bu durumun en iyi örnekleridir. Aslında günümüzden geriye doğru tüm uygarlıklarda taşlar, özellikle karbonatlı kayaçlar, varolmanın, kalıcı olmanın, insandan sonraki temel maddesi olmuştur. Taşların bu yaygın kullanımı ve kalıcılığı sayesinde, günümüzdeki antik kentler ayakta kalmıştır ve böylece geçmiş dönemler hakkında bilgi elde edinebiliyoruz. Denebilir ki Arkeoloji bilimi varlığını taşlara borçludur.

**Sonay Boyraz
Fatih Uysal
Aytaç Engin**

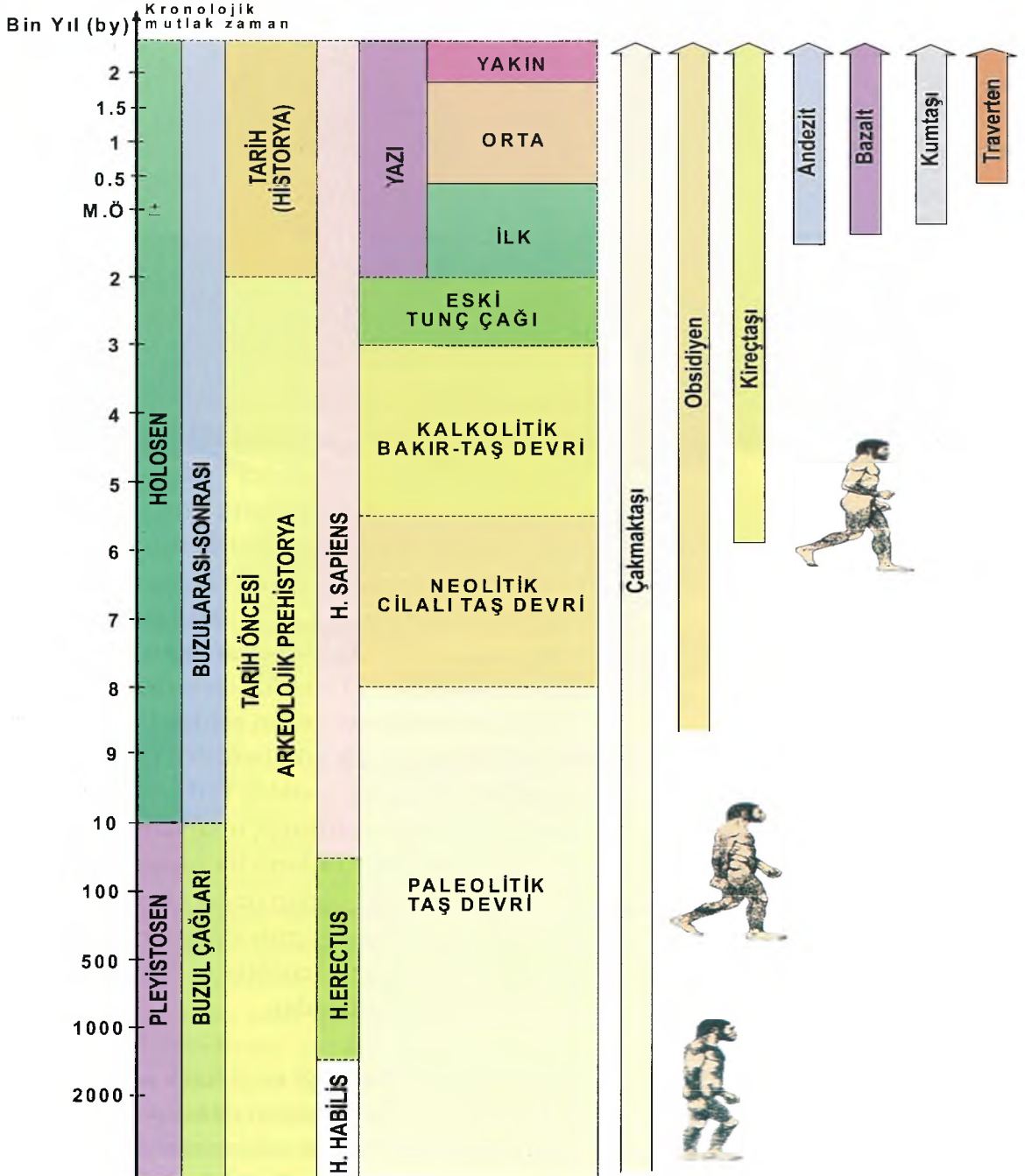
Ankara Üniversitesi
Mühendislik Fakültesi
Jeoloji Mühendisliği Bölümü
Ankara

*boyraz@eng.ankara.edu.tr
uysal@eng.ankara.edu.tr
aytac_engin1706@yahoo.com*

Taşların vazgeçilmezliği ve giderek artan ekonomik değeri, kültürel değerlerinin ikinci planda kalmasına yol açmıştır. En iyimser yaklaşımlarda bile “yapıtaşı”, “hammadde” olmaktan öte değerleri olmamıştır.

Taşların arkeolojik ve ekonomik değerlerine karşılık, kullanılma tarihçeleri, hangi taşın ilk kez ne zaman kullanıldığı, uzmanlar dışında fazla ilgi çekmemiştir. Yerbilimcilerin ilgisini ise hemen hiç çekmemiştir. Rastlanan bilgiler dağınık, çoğu zaman çelişkilidir. Yerbiliminin bu en önemli malzemesinin insanlık tarihindeki yerini öğrenmek için "Ankara Anadolu Medeniyetleri Müzesi"(AAMM) mükemmel bir birikim oluşturmaktadır. Çünkü, ilk insan yerleşimleri ve

uygarlıkları Ortadoğu ile Mısır'da görülmüş, en göze çarpanları Anadolu'da yaşamış ve buluntuları bu müzede sergilenmektedir. İnsan-taş ilişkilerinin tarihçesini öğrenmek amacıyla, AAMM'deki sergi malzemesi ile envanter kayıtları incelenerek, kayıtlarda bileşimi belli edilen buluntular ile bunların kullanılma tarihleri beraberce sayılmıştır. Varılmak istenen sonuç hangi çeşit taşın ilk kez ne zaman kullanıldığını ortaya koymaktır. Elde edilen bulgular ile Şekil-1'deki tablo hazırlanmıştır.



Şekil-1. Ankara Anadolu Medeniyetleri Müzesindeki buluntulardan hazırlanan zaman tablosu

Tekrar vurgulanması gereken husus Şekil-1'in sadece AAMM'deki malzemeye göre hazırlandığı ve ilgili taşın oluşum yaşının değil, insanlar tarafından ilk kullanılma tarihinin belirtildiğidir. Bununla beraber dünyanın başka yerlerinde daha eski buluntuların olduğuna ilişkin bilgi yoktur.

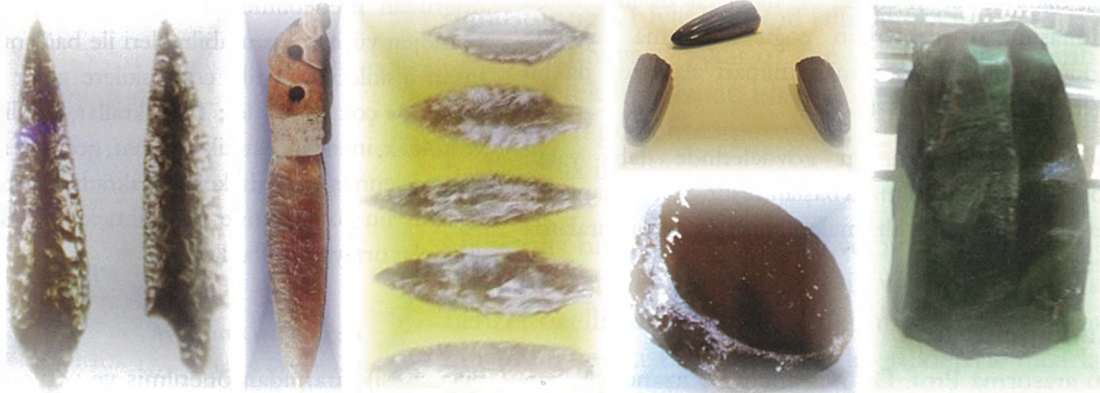
Çakmaktaşı-Obsidiyen

İnsanların ilk kullandığı taşlar silis bileşimli çakmaktaşı ve obsidiyen mineralleridir. El aletleri (örneğin, balta) olarak yararlanılmıştır. İlk medeniyetler Anadolu'da ise de, ilk insan buluntuları Afrika'dadır. Anadolu'daki ilk balta buluntuların en güzel örnekleri Dursunlu-Konya lokalitesine aittir ve 900.000 yıl olarak

yaşlandırılmıştır⁽⁴⁾. Bununla beraber geçmişte el baltaları zaman içinde mızrak ucu, okbaşı ve diğer keskin aletlere dönüşmüştür. İlk zamanlarda kendilerini korumak için bu taşları işleyen insanoğlu, zamanla bunların gizledikleri güzellikleri ortaya çıkararak mücevherat ya da sanatsal objelerin yapımında da kullanmışlardır. Kristal şekli, konkoidal kırılması, parlaklığı ve sertliği ayırtedici özellikleridir. Günümüzde de yarı değerli süstaşları olarak önemlerini sürdürmektedirler. Çakmaktaşı ve obsidiyen dışındaki mineral-taşlar da göreceli yakın zamanlarda (tarihsel dönemlerde) süs eşyası olarak değerlendirilmiştir. Sayı ve çeşitleri günümüze doğru artar.



Çakmaktaşı



Obsidiyen

Kireçtaşı

Kireçtaşları, mineraller dışında, insanlar tarafından kullanılan en eski taşlardır; İlk kullanım zamanı Erken Holosen'e (10000 yıl) kadar uzanmaktadır. Sert ve gösterişli olanları, yerleşik medeniyetlerin başlamasından itibaren çoğunlukla bina gövdeleri, sütun, sütun başları, heykel, kapı ve duvar süslemelerinde kullanılmışlardır. Kireçtaşları, Hellenistik ve Roma döneminde en gözde yapı malzemesi olmuştur. Karbonatlı kayaların Anadolu uygarlıklarında bu yaygın kullanımının temel sebebi şüphesiz bol olması ve yerleşim yerlerinin yakın civarlarında bulunusudur. Çoğu zaman yerleşim yerleri bu hammaddenin sağlandığı alanlara kurulmuştur. Son yüzyıldan itibaren kimya, endüstri, ziraat ve yine mimari alanlarda kullanımı daha da yaygınlaşmıştır.



Kireçtaşı

Andezit-Bazalt

Andezit ve bazalt türünde olanlar çok sonra kullanılmaya başlayan kayalardır. İşlenmesinin zor ve büyük bloklar elde etmenin güçlüğü, bu gecikmenin temel sebepleridir. Bütün andezit ve bazalt kaya buluntuları heykel ve kabartma duvar süsleri şeklindedir. İlk kullanılmaya başladığı tarihlerden itibaren günümüze doğru kullanımı yaygınlaşan bu volkanik kayalar, aşınma ve iklime bağlı bozunmalardan daha az etkilendikleri için özellikle mimari alanlarda yaygınca tercih edilenler arasındadır.



Andezit



Bazalt

Kumtaşı-Traverten

Kullanım tarihçeleri volkanik kayalarla beraber ancak çok daha az tercih edilen bir diğer taş da ince taneli kumtaşıdır. Örneklerinin çoğu kabartma şeklinde olduğu gibi, zaman zaman mimari alanlarda da bu taşlardan yararlanılmıştır.

Traverten, bina ve sur gövdelerinde daha yakın dönemlerde kullanılmaya başlanmıştır. Son zamanlarda ise bina kaplama malzemeleri arasında en ön sıralarda yer almaktadır.

Taşların ilk kullanım tarihleri ve kullanılma sıklıkları, doğrudan işlenebilme, yani mekanik özelliklerine ve homojen yüzey oluşturabilmeleri ile bağlantılıdır. Taş-insan ilişkilerinin tarihi çok eskilere gider ve geçmiş hakkında çok şey söyler; Tanrı krallar, kölelik, uygarlık ve kölelik, inançlar, estetik ve sanat, geçmişe ait ne varsa hepsi işlenmiş taşlarda korunmaktadır. Yerbilimcilerin taşların bu özelliklerine de eğilmeleri ile daha güzel sonuçlar ortaya konulabilecektir.

Katkı Belirtme

Bu araştırma Prof. Dr. Nizamettin Kazancı (Ankara Üniversitesi) tarafından önerilmiş ve yönlendirilmiştir. Kendisine teşekkür ederiz.

Kaynaklar

(1)Saraç, G., 2001. Anadolu'nun Bilinen En Eski Sakinleri. Mavi Gezegen Popüler Yerbilim Dergisi, Sayı 4, 12-17.

Büyük Mavinin Kızıl İkizi: Dünya ve Mars'ın Jeolojik Benzerlikleri

Herkes tarafından “kızıl gezegen” olarak bilinen Mars, astrolojide erkekliğin simgesi olarak tanımlanmıştır. Romalılar tarafından verilen “Mars” adı, savaş tanrısını simgelemektedir.

Çok eski çağlarda yıldız araştırmacılarının dikkatini çeken Mars, uzay araştırmalarının başlamasıyla birlikte günümüzde de oldukça farklı bir boyutta incelenmektedir. Yüzyıllar boyunca insanlar Mars'ın Dünya dışında yaşanılabilir tek gezegen olduğunu düşünmüşlerdir. Mars ile ilgili en baskın düşünce ise üzerinde yaşadığına inanılan uzaylılar ve onların bizlere göre gelişmişlikleri olmuştur hep. Öyle ki, 1938 yılında H.G. Wells'in “Dünyalar Savaşı” (War of the Worlds) adlı yapıtından esinlenilerek hazırlanan bir radyo programı bile, bazı dinleyicileri gerçekten gezegenlerarası bir savaşın başladığına inandırmaya yetmiştir ⁽¹⁾.

Hakkında birçok kitap yazılan ve birçok film çevrilen bu gizemli ve etkileyici gezegen, Dünyamız ile pek çok benzer özelliklere sahiptir. Bu konularla ilgilenen birçok kurumun ve araştırmacıların elde ettikleriyle hazırlanmış bu yazıda, Mars'ın Dünya ile olan jeolojik benzerliklerinden bahsedilecektir. Mars, boyut olarak Dünya'dan oldukça küçük olmasına rağmen, bugün yerkürede tanımlanan yapılarla ve morfolojiye sahip gözükmektedir.

Ayşenur Çorbacıoğlu

Ankara Üniversitesi
Mühendislik Fakültesi
Jeoloji Mühendisliği Bölümü
Tektonik Araştırma Grubu
Ankara

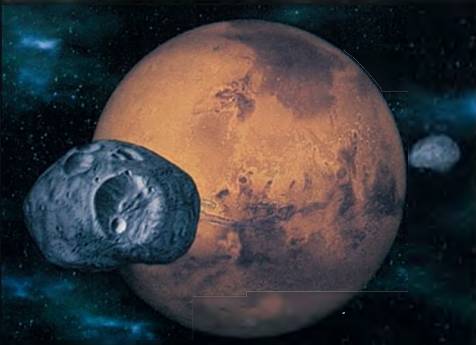
acorbaci@eng.ankara.edu.tr

Mars

Tarih öncesi çağlardan beri varlığı bilinen Mars gezegeni, Güneş sistemindeki dördüncü gezegendir (Şekil-1). Dünya'ya yakınlığı bakımından ikinci sırada yer alır. Kırmızı rengi, Mars'ın sistemdeki diğer objelerden kolayca ayırt edilmesini sağlar ⁽²⁾.



Şekil-1. Mars gezegeni ⁽¹⁾



Şekil-2. Mars uyduları Phobos ve Deimos ⁽⁴⁾

Dünya ve Mars'taki Benzer Yapılar

Mars ile ilgili yapılan araştırmalar, Mars'ta da Dünya'daki bazı jeolojik ve jeomorfolojik yapıların benzeri yapılar bulunduğunu ortaya koymaktadır. Bazı buzullar, volkanlar, kraterler, kanyonlar, drenaj kanalları, kumullar, sedimanter oluşumlar ve bazı tektonik yapılar dünyadaki yapılarla önemli benzerlikler sunmaktadırlar. Elde edilen veriler bu yapıların iki gezegende de sadece morfolojik olarak benzer olduklarını göstermektedir ⁽⁶⁾ (Şekil-3).

Mars Gezegeninin Genel Özellikleri

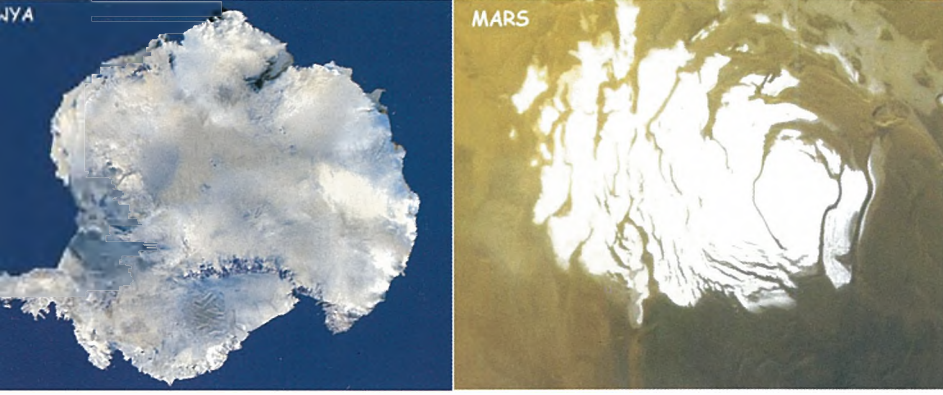
- Mars'ın ortalama çapı 6759 km, yani yaklaşık Dünya'nın yarısı kadar boyuttadır ⁽²⁾.
- Mars'ın kütlesi $6,421 \times 10^{23}$ kg olarak hesaplanmıştır. Bu miktar Dünya'nın $1/9$ 'i kadardır ⁽²⁾.
- Mars'ın yüzey sıcaklığı maksimum $20^\circ C$, minimum $-140^\circ C$ olarak hesaplanmıştır ⁽¹⁾.
- Mars, Dünya'ya göre Güneş'e daha uzak olduğundan, Güneş etrafındaki turunu daha uzun sürede tamamlar. Bu süre 687 gün, yani Dünya yılının iki katı kadardır ⁽²⁾.
- Mars yılının uzun oluşu ve gezegenin yörüngesel dışmerkezliliği, gezegenin mevsimlerinin de uzun olmasına neden olmaktadır. Dünya gününe göre Mars'ta ilkbahar 199, yaz 183, sonbahar 147 ve kış 158 gündür ⁽²⁾.
- Mars ile Dünya'nın Güneş etrafındaki dönme periyotları arasındaki ilişki, bu gezegenleri her 2 yılda bir ve 1. veya 3. üç aylık dönemlerde, yörüngelerinin aynı bölümlerinden geçtikleri yönündedir ⁽⁴⁾.
- Mars'ın iki küçük uydusu vardır. Bu uydular Asaph HALL tarafından 1877 yılında, Washington'daki U.S. Naval Gözlemevi'nde bulunan 26-inç teleskopla keşfedildi ve 'Phobos ve Deimos' (Korku ve Dehşet, Savaş Tanrısı'nın iki hizmetkari) olarak isimlendirildi (Şekil-2). Uydulardan büyük olan Phobos'un, 22-28 km arasında çapa sahip olduğu bilinmektedir. Mars çevresindeki bir turunu, Mars yüzeyinden 6000 km yükseklikte ve 7 saat 39 dakikada tamamlar. Deimos ise bu turu 20.000 km yüksekten ve 30 saat 18 dakikada gerçekleştirir. Deimos'un çapı da 8-12 km arasındadır ⁽⁴⁾.
- Gezegen yüzeyinde robotlarla gerçekleştirilen araştırmalarda, Dünya'ya örnekler getirilmiştir. Mars'ın atmosferi hakkında bilgi edinebilmek için, örnekler üzerinde bazı analizler gerçekleştirilmiştir. Analiz sonuçlarına göre, Mars atmosferinde major izotoplar ($^{36}Ar/^{38}Ar$, $^{12}C/^{13}C$, $^{16}O/^{17}O$, $^{16}O/^{18}O$, $^{11}N/^{15}N$, $^2H/^1H$) ile neon, kripton, xenon gibi minor gazlar bulunduğu belirlenmiştir ⁽⁵⁾.



Şekil-3. Dünya ve Mars ⁽³⁾

Buzullar

Geniş alanlara yayılan, yüksek dayanımlı buz kütleleri buzul olarak adlandırılır. Yerçekimi etkisi ve kendi ağırlığıyla hareket eden buzullar, karın sıkışması ve yeniden kristallenmesi sonucu oluşur. Alpler, Himalayalar, And Dağları ve Antarktika Dünya'daki buzulların yaygın olarak görüldüğü alanlardır. Antarktika kıtası (Şekil-4), Dünya'nın en büyük buzul örtüsü olup, buzulun kalınlığı 2,7 km'ye ulaşmaktadır⁽¹⁰⁾.



Şekil-4. Dünya ve Mars'taki buzullar^(12,13)

Mars ile ilgili çalışmalarda, Dünya'dakine benzer buzulların bulunduğu saptanmıştır. Mars'taki buzul alanları (Şekil-4), Dünya'daki buzul alanlarına göre daha geniş yayılımlara sahiptir. Bu durum Mars'ın soğuk bir gezegen olmasından kaynaklanmaktadır. Ancak iki gezegen arasında, buzul oluşumlarının ayrıntılarında belirgin farklılıklar bulunmaktadır. Mars'ta gözlenen buzullar oldukça ince, genellikle de donmuş CO₂'den meydana gelmektedir. Mars'ın her iki kutup bölgesinde de bulunan buzullar, mevsim kış olduğunda, kuzey yarımkürede 45° enlemine, güney yarımkürede ise 55° enlemine kadar uzanmaktadır⁽¹¹⁾.

Mars'taki buzullar, kalıcı ve mevsimsel olmak üzere iki şekildedir. Kalıcı buzullar kuzey kutup bölgesinde olup, 1000 km çapında ve hem donmuş CO₂, hem de H₂O buzu içermektedir. Bu bölgedeki donmuş CO₂, kış mevsimi bittiğinde ortadan kalkar. H₂O buzu ise bölgede dört mevsim daimi olarak bulunabilmektedir. Güney kutuptaki buzullar ise

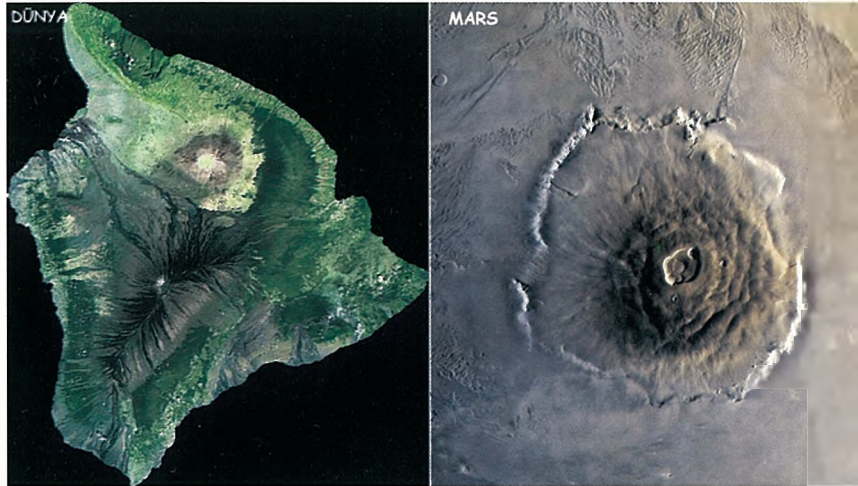
mevsimsel özellikte olup, kalınlığı 1 m kadardır. Bu kesimdeki buzullar tamamen donmuş CO₂'den oluşmuştur ve 350 km çapındadır⁽¹¹⁾.

Volkanlar

Mars yüzeyinde, Dünya'daki kalkan volkanlarla önemli ölçüde benzerlik sunan volkanlar belirgin olarak görülmektedir. Kalkan volkanlar, geniş yayımlı, düşük yamaç eğimli ve akışkan özellikli bazaltik magmanın patlaması sonucu taşarak birikmesiyle oluşan volkanlardır⁽¹⁰⁾. Yapının Dünya'daki en tipik örneğini Hawaii Adası oluşturur (Şekil-5). Bu oluşum Hawaii tipi volkanizma olarak da bilinmektedir. Adanın çevresi 6482 km ve en yüksek noktasının deniz tabanından yüksekliği 9,7 km'dir⁽¹⁴⁾.

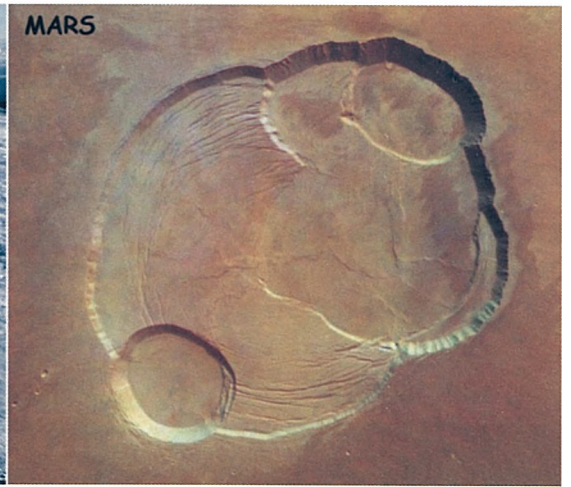
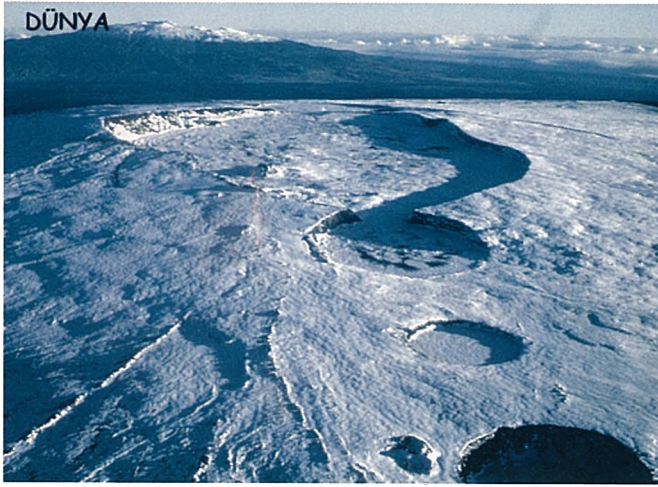
Hawaii Adası, Mars'taki Olympus Mons (Şekil-5) ile morfolojik olarak benzerlik

göstermektedir. Olympus Mons, 600 km'lik çapı ve yaklaşık 25 km'lik yüksekliğiyle, Güneş sistemindeki en yüksek ve en geniş volkandır⁽¹⁵⁾.



Şekil-5. Dünya ve Mars'taki volkanlar^(16,17)

Hawaii Adası'nı oluşturan volkanlardan Mauna Loa, zirve görünümü bakımından Olympus Mons ile benzer görünümde olmasına karşın boyutsal olarak oldukça farklıdır. Olympus Mons'un kalderası 80 km çapında iken, Mauna Loa'nın kalderası 5 km x 3,2 km ölçüsündedir⁽⁸⁾ (Şekil-6).



Şekil-6. Mauna Loa ve Olympus Mons volkanlarının kalderaları ^(18, 19)

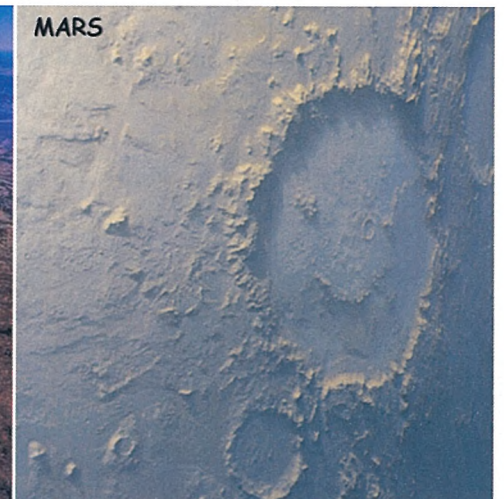
Kraterler

Krater oluşumu Mars yüzeyinin şekillenmesi bakımından oldukça önemlidir. Mars'taki bu yapılanma, Merkür ve Ay'da gözlemlendiği gibi, çoğunlukla çarpma kraterlerinden oluşmaktadır. Çarpma kraterleri, bir meteorit, asteroit veya kuyruklu yıldızın, bir gezegene veya uyduya çarpması sonucu oluşan, çanak şekilli jeolojik yapılardır. Morfolojik açıdan basit ve karmaşık kraterler olmak üzere iki gruba ayrılırlar. Basit kraterler 10-15 km'den küçük çaplı, oldukça düzgün ve yüksek kenarlıdır. Karmaşık kraterler ise 100 km'den daha büyük çapa sahiptirler ve merkez yükselteleri, teras yapılı kenar duvarları ile basit kraterlere göre daha karmaşık yapılar sunarlar.

Dünya'da 120 kadar kıtasal çarpma krateri belirlenmiştir. Özellikle Kuzey Amerika, Avrupa ve Avustralya'da bu yapının yaygın örnekleri bulun-

maktadır ^(20,21). Bunlardan Avustralya'daki Gosses Bluff krateri, 22 km çapında ve yaklaşık 142 milyon yıl yaşındadır (Şekil-7). Dünya, Ay'a göre daha şiddetli çarpmalara maruz kalmasına rağmen, erozyon, tektonizma ve volkanizmanın etkisiyle çoğu kraterin duvarları aşınmışlardır. Bu sebepten dolayı Gosses Bluff kraterinin 5 km'lik krater yükseltisi, aşınmadan dolayı görünmez durumdadır ⁽⁸⁾.

Mars yüzeyinde çok sayıda krater bulunmaktadır. Bu gezegen yüzeyinde aşınma daha az olduğundan Mars kraterleri, Dünya'daki kraterlere göre daha kolay gözlenebilmektedir. Mars'taki çarpma kraterlerinden Galle krateri, 215 km çapında olup, meteor çarpması sonucu oluşmuştur. Bu kraterin göze çarpan bir özelliği, gülen bir yüz görüntüsü vermesidir. Krater içerisindeki merkez yükselteleri, gözler, burun ve ağız gibi şekillenmiştir ⁽²²⁾ (Şekil-7).



Şekil-7. Dünya ve Mars'taki çarpma kraterleri ^(23, 24)

Kanyonlar

Kanyon, bir platonun akarsularla yavaş yavaş kazılarak uzun bir erozyon sürecinden geçmesiyle oluşan, geniş ve derin vadilerdir. Bu süreçte erozyona ve atmosferik koşullara dayanıklı kayalar, yüksek vadi duvarlarını oluştururlar. Bu kanyonlar, kuru iklimin hüküm sürdüğü alanlarda daha yaygındır.

Dünya'da bilinen en geniş ve derin kanyon, Güney Amerika'daki Grand Kanyon'dur (Şekil-8). Uzunluğu 440 km, genişliği 6-29 km ve derinliği 2682 m olan bu büyük vadi, karanın yükselmesi sonucu, Colorado nehrinin yaklaşık 10 milyon yıl önce bulunduğu platoyu kazarak açmasıyla oluşmuştur⁽²⁵⁾.

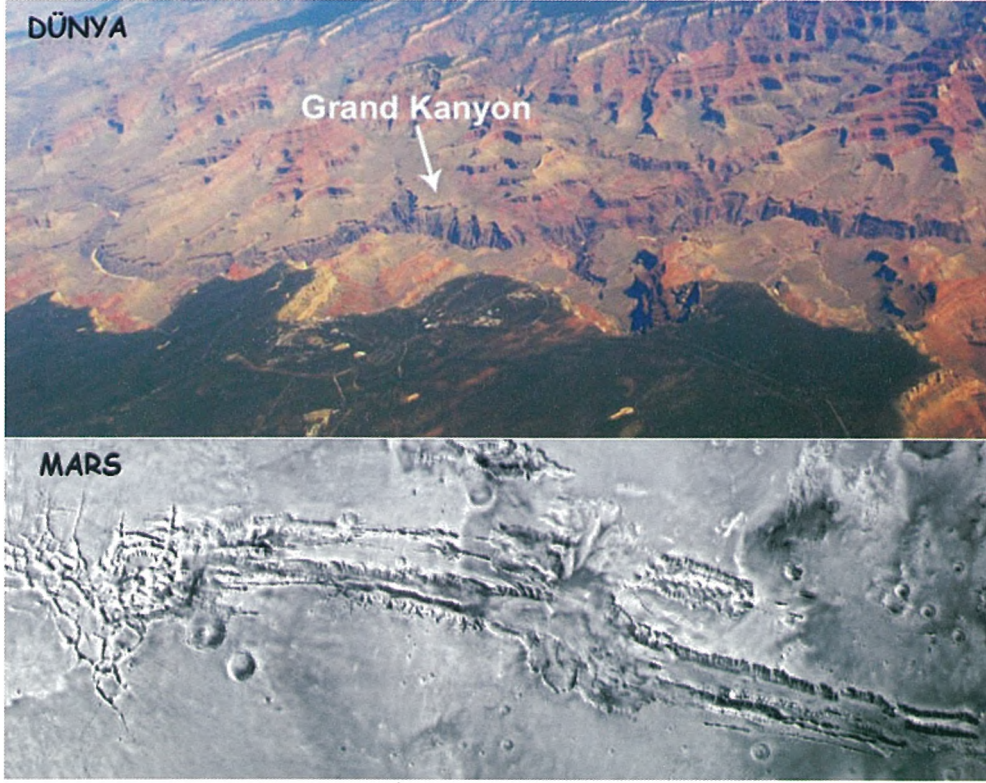
Grand Kanyon, Mars yüzeyinde bilinen büyük ölçekli yapılardan biri olan Valles Marines ile hem yapısal hem de morfolojik olarak oldukça benzerdir (Şekil-8). Valles Marines'in de Grand Kanyon gibi, üzerinde bulunduğu Tharsis platosunun yükselmesi ve etkileyen gerilmeye yüzeyin kırılanması sonucu oluştuğu düşünülmektedir. Dünya boyutsal olarak Mars'ın 2 misli olmasına rağmen, Valles Marines, Grand Kanyon'dan 4 kat daha derin, 20 kat daha geniş yayımlı ve 10 kat daha uzundur⁽⁸⁾.

Drenaj kanalları

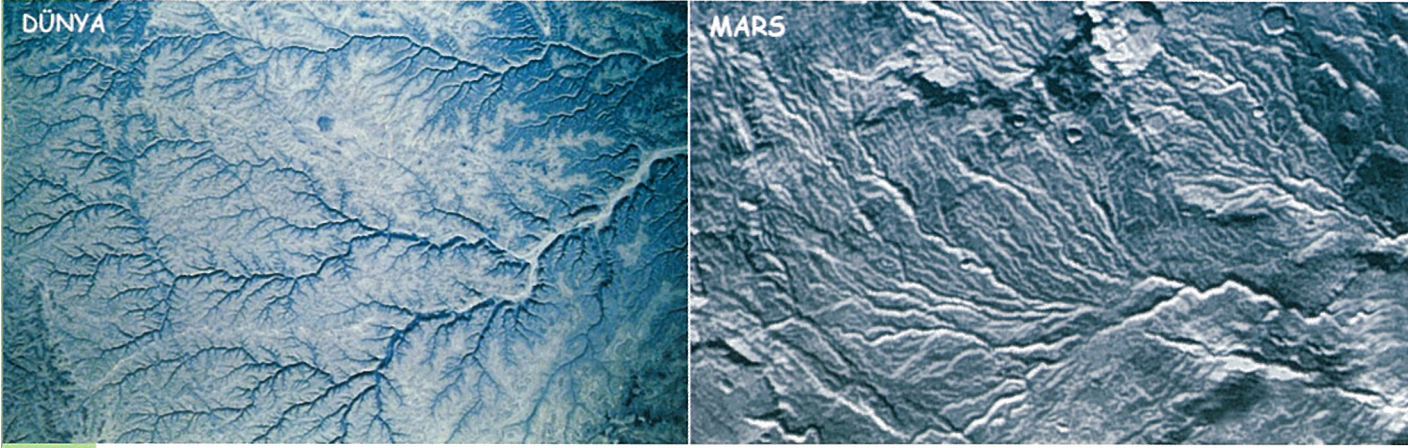
Yüksek dağların zirvelerindeki karların erimesi veya yağmur sularının etkisiyle oluşan akarsuların, yamaç aşağı yönde hareket ederek oluşturdukları morfolojik yapılar drenaj kanalları olarak bilinir. Bu kanalların uzunluğu ve yayılımı iklim şartlarına, akarsuyun kazdığı kayacın türüne ve bitki örtüsüne bağlıdır⁽²⁶⁾.

Arap Yarımadası'ndaki Yemen Cumhuriyeti'nde bulunan Rubh-al-Khali çölünün, güney kenarındaki akarsu kanalları, dünyadaki en iyi drenaj kanalı örneklerindedir (Şekil-9). Rubh-al-Khali çölü, Dünya'nın son buzul çağı sonrasında, fazla yağış alan, geniş bir otlaktı. Yemen'in kıyı dağlarında toplanan yağmur sularının okyanusa doğru akması, bölgedeki bu drenaj kanallarını meydana getirmiştir. Bugün ise bölgede hiç su bulunmamaktadır⁽²⁹⁾.

Birçok uydu fotoğrafında, Mars'a ait, dünyadaki kurumuş akarsu yataklarına benzer akma kanalları görülmektedir. Mars, Ay ve Merkür gibi kurak bir gezegen değildir. Mars'ın dağlık bölgelerindeki birçok kanal ve vadinin, Dünya'dakine benzer karakterde ve benzer drenaj sistemleriyle geliştiği öngörülmektedir. Mars'taki drenaj sistemlerinde ana kanal tek başına 50 km uzunluğu ve 1 km genişliği geçmezken, kanalın dallanmasıyla sistemin uzunluğu 1000 km'ye ulaşabilmektedir⁽²¹⁾ (Şekil-9).



Şekil-8. Dünya ve Mars'taki kanyonlar^(26, 27)



Şekil-9. Dünya ve Mars'taki drenaj kanalları ^(30,31)

Kumullar

Çöller, yılda 25 cm'den az yağmur alan ve bu sebeple üzerinde çok az veya hiç bitki bulundurmeyen bölgelerdir. Kuzey Afrika'daki Sahara, Çin'de Gobi, Güney Afrika'da Kalahari, Dünya'da bilinen en geniş çöllerdir. Bunlardan Sahara çölü (Şekil-10), Dünya'nın en geniş çölü olup, 9 milyon km²'lik bir alanı kaplamaktadır. Dünya'nın %25'ini kaplayan çöller, kalın kumtaşlarından ve/veya geniş yayımlı kumullardan meydana gelebilir.

Kumullar, rüzgar etkisiyle depolanmış küçük tepe veya sırtlardır. Bu kum tepeleri rüzgarın, kayalık çöllerdeki kumları kaldırıp taşıması ve daha sonra rüzgarın yavaşladığı yerlerde veya topoğrafik çöküntü alanlarında depolanmasıyla oluşurlar.

Depolanan kum birikintileri arttıkça 30 ile 100 m arasında değişen, hatta bazı bölgelerde 500 m'lere çıkan yüksekliklerde kumullar meydana gelir ⁽³²⁾.

Sahara çölünde çok sayıda kumul tepeleri bulunmaktadır. Bazen bir kumul tepesi (örn; Libyan Erg kumulu) tek başına Fransa'nın yüzölçümü kadar bir alanı kaplayabilmektedir ⁽³³⁾.

Dünya ile bu anlamda da benzerlikler gösteren Mars kumulları (Şekil-10), gezegenin jeomorfolojisinin belirlenmesinde önemli rol oynar. Mars'taki kumullar, düşük atmosfer basıncı ve bunun etkisiyle de yüksek rüzgar hızına bağlı olarak, oldukça hızlı şekil almakta ve geniş yayılımlar sunmaktadır ⁽³⁴⁾.



Şekil-10. Dünya ve Mars'taki kumullar ^(35,36)

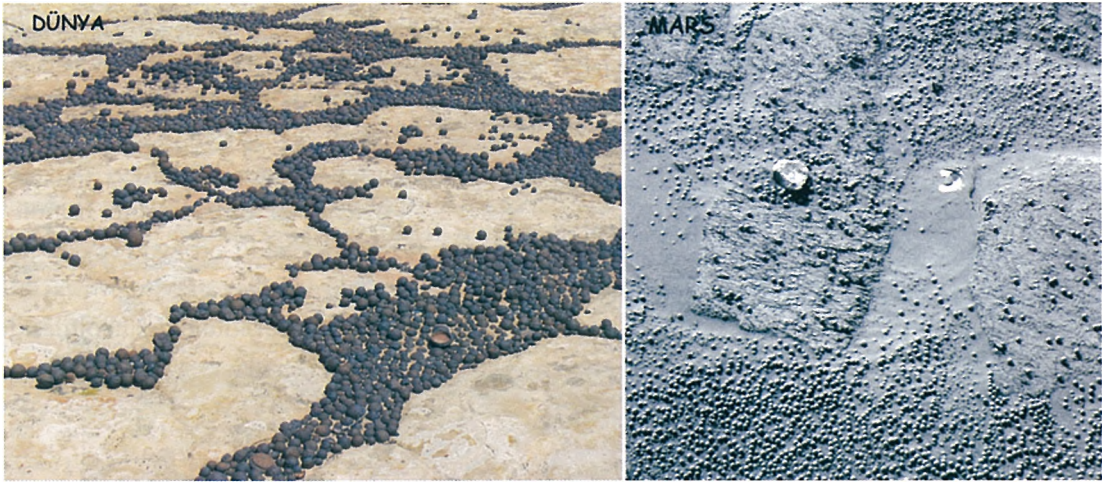
Sedimanter oluşumlar

Mars ile ilgili yapılan araştırmaların çoğu, genellikle Mars'ta suyun varlığıyla ilgilidir. Yapılan çalışmalarda, Mars yüzeyinde su bulunduğuna dair birçok yapısal ve morfolojik unsur keşfedilmiş, aynı zamanda suya doymuş kayalarda gelişen bazı sedimanter oluşumlar da gözlenmiştir. NASA'nın yaptığı bir araştırmada Mars'tan alınan görüntülerde, 0,5 cm'den küçük çapa sahip yuvarlak hematit toplarına rastlanmış ve "blueberry" olarak adlandırılmıştır. Mars'taki bu sedimanter sistemin, Dünya'da tam bir benzeri yapı bulunmamakla birlikte, Utah'ta bulunan Navajo kumtaşları içerisindeki bol ve çeşitli demiroksit konkresyonları benzer örnek olarak gösterilebilir (Şekil-11). Navajo kumtaşı, Colorado platosundaki gözenekli ve geçirgen birimlerden biridir. Bu özelliği kumtaşının kayaç içerisindeki sıvı hareketleri için kanallar oluşturması ve konkresyon oluşumuna

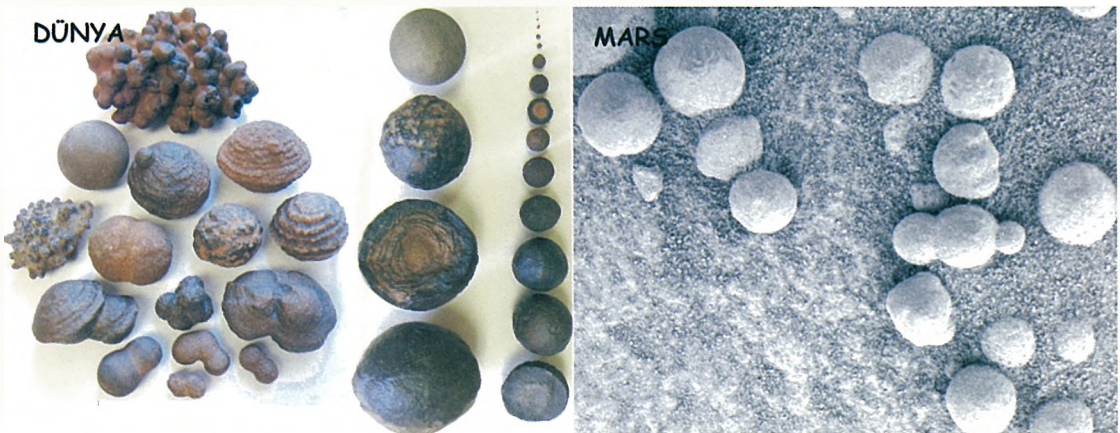
uygun koşullar sağlaması açısından önemlidir⁽³⁷⁾.

Konkresyonların kaynağı, kumtaşındaki demir taşıyan silikat minerallerinin içsel bozunmasıyla açığa çıkar. Buradaki demir hem kayaca kırmızı renk verir, hem de akışkanlarla taşınır ve gözeneklerde bir demir minerali çeşidi olan götüt veya hematit olarak çökerek konkresyonları oluşturur. Bu yolla oluşan Utah konkresyonları mm'den onlarca cm'lere kadar değişen boylardadır. Bu konkresyonlar kilometrelerce alan içinde yayılım sunmaktadır.

Utah konkresyonları, Mars'taki konkresyonlar ile çok benzer karakteristik özelliklere sahiptir. Ancak Mars'taki sedimanter kayalardaki gözeneklilik ve geçirimsizlik özelliklerinin Dünya'dakilere göre farklı olması Mars konkresyonlarının 1 cm'den daha küçük boyutta ve daha sınırlı yayımlı olmasına neden olmaktadır⁽³⁷⁾ (Şekil-12).



Şekil-11. Dünya ve Mars'taki konkresyonlar^(38,39)



Şekil-12. Dünya ve Mars'taki konkresyonların karşılaştırılması⁽⁴⁰⁾

Tektonik yapılar

Dünya Mars'a göre çok fazla deformasyona uğramış bir gezegendir. Bu deformasyonun başlıca sebeplerinden birisi de tektonizmadır. Dünya yüzeyinde gelişen bazı tektonik olaylar Mars yüzeyinde de gelişmekte ve benzer yapıların oluşumuna neden olmaktadır.

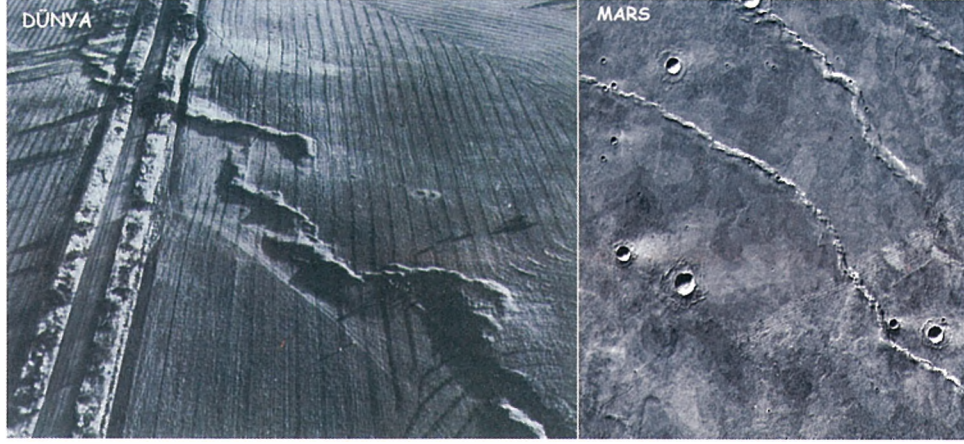
Mars'taki en yaygın tektonik yapı, burulmuş sırtlardır. Burulmuş sırtlar, sığ derinlikteki ters fayların kayaları kesmesi ve üstte kalan kayaların kıvrımlanarak fayı üzerlemesi sonucu oluşan topoğrafik yükseltilerdir.

Birçok araştırmacı bu bağlamda, Mars'taki burulmuş sırtlar ile Avustralya'daki Meckering fayının yüzeyde oluşturduğu antiklinal sırtlar arasındaki benzerliklere dikkat çekerler (Şekil-13). Meckering fayı bir ters fay olup ana kırığın uzunluğu 37 km'dir. Yüzeğe yakın olan bu fayın oluşturduğu dik antiklinal sırtlar 1-2 m yüksekliğe sahiptir. Ana faydan sonra oluşan antitetik faylarla da, antiklinaller üzerinde gerilmeye bağlı açılma çatlakları gelişmiştir.

Yapının Mars'taki benzerleri ise, örgüler yapıp tekrar birleşmiş şekilde bükümlü veya doğrusal olarak bulunmaktadır. Bu yapıların uzunluğu 1000 km'leri bulmakta ve 25 km kadar genişlikte yayılım sunmaktadır. Her iki gezegendeki bu yapıların benzerlikleri, oluşum mekanizmalarının benzer olmasından kaynaklanmaktadır^(41,42) (Şekil-13).

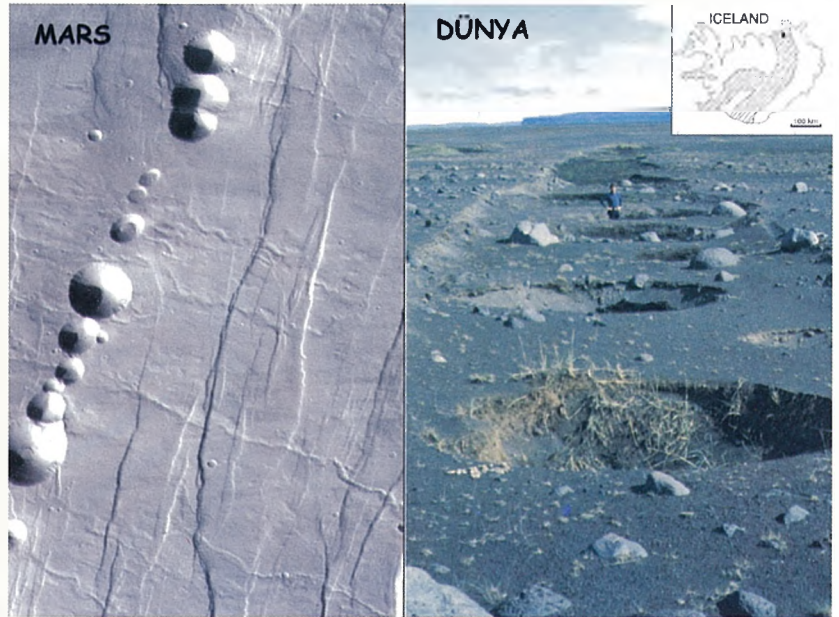
Mars'taki bir başka yaygın tektonik yapı ise çukur zincirleridir. Çukurlar, normal faylanma sonucu açılmayla yüzeyde oluşan çökme sonucu meydana

gelir. Yapının Dünya'daki benzeri Atlantik ortası sırtın yayılma merkezinin kuzeydoğusundaki İzlanda bölgesindedir (Şekil-14). Bölgedeki normal faylanmayla gelişen açılmalar, Aralık 1975'ten beri kaydedilmektedir⁽³⁹⁾.



Şekil-13. Dünya ve Mars'taki burulmuş sırtlar^(41,43)

Mars'ta ise bu tektonik yapı Alba Patera kalkan volkanında gözlenmiştir. Çevresi 2700 km olan volkanın doğusu, batısı ve kuzeybatısında gelişen normal faylanmayla oluşan horst ve grabenler ile çukur zincirleri gelişmiştir (Şekil-14). Mars'taki çukur zincirleri Dünya'dakilerden daha geniş ve daha iyi gözlenebilir durumdadır. Bunun sebebi, Dünya yüzeyindeki aktif erozyon ve depolanmanın fazla, Mars'taki düşük gravite ve açılmalı fay zonunun dikey yönde oldukça uzun olmasıdır⁽⁴⁴⁾.



Şekil-14. Dünya ve Mars'ta normal faylanmayla oluşmuş çukur zincirleri⁽⁴⁴⁾

Mars gezegeni, yapısal unsurları ve diğer ortamsal özellikleriyle, Dünya'ya düşünülenden daha fazla benzemektedir. Dünya ve Mars'ın jeolojik gelişimlerinin bu büyük ölçüdeki benzerlikleri, Mars yüzeyinde yapılmış bütün araştırmalar ve alınan örneklerle yapılan bilimsel analizlerle de kanıtlanmıştır.

Mars ve Dünya'daki daha birçok morfolojik yapının benzerlikleri konusunda araştırmalar hala hızla devam ettiği gibi bu gezegene olan merak da aynı ivmeyle artmaktadır. Araştırmacıların bu tür konulardaki ısrarları ve teknolojiyi yenileyerek araştırmalarını geliştirme çabaları, daha birçok yeni, ancak varolan gerçeğin ortaya çıkmasını sağlayacaktır.

Teşekkür

Bu çalışmanın hazırlanmasındaki katkılarından dolayı Veysel Işık ve İzzet Hoşgör'e teşekkürlerimi sunarım.

Kaynaklar

- (1)Bakich, M.E.2000.The Cambridge Planetary Handbook.Cambridge University Press, the United Kingdom, 165-202.
- (2)Slipher, E.C.1962.The Photographic Story of Mars.Northland Press, Flagstaff-Arizona, the United States of America, 1-8.
- (3)<http://pds.jpl.nasa.gov/planets/images/full/mars/global.jpg>
- (4)Michaux, C.M.1967. Handbook of the Physical Properties of the Planet Mars. 139-146.
- (5)National Research Council of the National Academies.2003. New Frontiers in the Solar System. 67-92.
- (6)<http://www.phobiques.com/marsystem.jpg>
- (7)National Research Council of the National Academies.2003. New Frontiers in the Solar System. 67-92.
- (8)<http://earth.jsc.nasa.gov/newsletter/planetary/sld001.htm>
- (9)http://mars.jpl.nasa.gov/spotlight/images/marsClose02_br.jpg
- (10)Plummer, C.C.,McGeary, D., Carlson, D.H.1999.Physical Geology.WCB McGraw-Hill, the United States of America, 577.
- (11)<http://www.edb.utexas.edu/missiontomars/pdf/water1.pdf>
- (12)<http://worldwind.arc.nasa.gov/graphics/screenshots/06.jpg>
- (13)<http://cseligmen.com/text/planets/mars/southcap.jpg>
- (14)http://www.issi.unibe.ch/PDF-Files/Spatium_5.pdf
- (15)<http://www.flag.wr.usgs.gov/USGSFlag/Outreach/MARS/4MarsVol/marsvolc.pdf>
- (16)<http://www-dial.jpl.nasa.gov/~steven/cir2nat/img/hawnat1.jpg>
- (17)<http://pds.jpl.nasa.gov/planets/images/full/mars/olympus.jpg>
- (18)http://antwrp.gsfc.nasa.gov/apod/image/0405/calderaOMons_marsexpress_ig.jpg
- (19)http://volcanoes.usgs.gov/Imgs/Jpg/MaunaLoa/30424303-061_large.JPG
- (20)<http://www.solarviews.com/eng/tercrate.htm>
- (21)<http://www.geology.uiuc.edu/~hsui/classes/geo116/lectures/mars.html>
- (22)http://science.nasa.gov/current/event/ast12mar99_1.htm
- (23)http://images01.ipnstock.com/dyn_images/600/60/7341200001.JPG
- (24)http://mars.jpl.nasa.gov/mgs/msss/camera/images/3_11_99_happy/moc2_89_msss.jpg
- (25)<http://en.wikipedia.org/wiki/Canyon>
- (26)<http://www.personal.psu.edu/staff/j/p/jpp11/images/Vegas/grand%20canyon.JPG>
- (27)<http://pds.jpl.nasa.gov/planets/images/full/mars/marscany.jpg>
- (28)Montgomery, C.W.1995.Environmental Geology.Wm. C. Brown Communications, Inc., the United States of America, 496.
- (29)http://wapi.isu.edu/Geo_Pgt/Mod09_Mars/Earth-Mars_Drainage_channels.htm
- (30)http://wapi.isu.edu/Geo_Pgt/Mod09_Mars/images/YEMEN_DRAINAGE.gif
- (31)http://www.lpi.usra.edu/publications/slidesets/marslife/slide_5.htm
- (32)Thompson, G.R., Turk, J.1998.Physical Geology.Saunders College Publishing, the United States of America, 371.
- (33)http://en.wikipedia.org/wiki/Sahara_Desert
- (34)<http://igs.indiana.edu/geology/extraTerrestrial/mars/index.cfm>
- (35)<http://www.calacademy.org/exhibits/africa/exhibit/sahara/more.htm>
- (36)http://marsrovers.jpl.nasa.gov/gallery/press/opportunity/20040806a/Sol187B_P2546_L456-B187R1.jpg
- (37)Chan, M.A.,Bowen, B.B., Parry, W.T., Örmö, J., and Komatsu, G.2005. Red rock and red planet diagenesis: Comparisons of Earth and Mars concretions. GSA Today, 15, 8, 4-10.
- (38)http://www.utah.edu/unews/news_images_2004/jun/SF1.jpg
- (39)<http://marsrovers.jpl.nasa.gov/gallery/all/1/p/123/1P139113510EFF2811P2535L6M1-BR.JPG>
- (40)<http://www.geolsoc.org.uk/photos/utahmarblescopy.jpg>
- (41)Plescia, J.B., Golombek, M.P.1986. Origin of planetary wrinkle ridges based on the study of terrestrial analogs. Geological Society of America Bulletin, 97, 1289-1299.
- (42)Watters, T.R.1992. System of tectonic features common to Earth, Mars, and Venus. Geology, 20, 609-612.
- (43)http://ida.wr.usgs.gov/fullres/context/m02031/m0203134_gr.jpg
- (44)Ferrill, D.A., Wyrick, D.Y., Morris, A.P., Sims, D.W., Franklin, N.M.2004. Dilational fault slip and pit chain formation on Mars. GSA Today, 14, 10, 4-12

GELECEĞİN OKYANUSU:

KIZILDENİZ

Kendisine sırt çeviren akarsulara, uçsuz bucaksız çöllere nispet yaparcasına Tanrı'nın kutsal topraklarında yer alıyor, bununla yetinmeyip büyüyor, büyüdükçe güzelleşip bir şarap gibi yıllandıkça değerleniyor Kızıldeniz...

Ressam Hakkı

Bir zaman vardı ya tarih-i mukaddes modası...

Yeni yaptırdığı köşkün büyücek bir odası

Mutfakta eski resimler ile hep süslensin

Diye ressam aratır hayli zaman bir zengin.

Biri peyda olarak 'Ben yaparım' der, kolunu

Swayp akşama varmaz, sekiz arşın salonu

Swar ama ne swar... Sabibi der:

-Usta bu ne?

Kıpkızıl bir boya çektin odanın her yerine..

Bu resim, askeri basmakta iken Firavun'un

Kızıldeniz yarılıp geçmesidir Musa'nın

-Hani Musa, be adam?

-Çıkmış efendim karaya

-Firavun nerede?

-Boğulmuş.

-Ya bu kan rengi boya?

-Kızıldeniz, a efendim yeşil olmaz ya bu dal!

-Çok güzel levha imiş, doğrusu şenlendi oda!..

Mehmet Akif Ersoy

Sevil Kaya

Ankara Üniversitesi
Mühendislik Fakültesi
Jeoloji Mühendisliği Bölümü
Tektonik Araştırma Grubu
Ankara

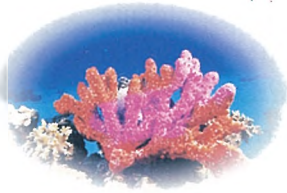
kayasevil@mynet.com.tr

Kızıldeniz, Arap Yarımadası ile Afrika kıtası arasındaki çöllerin ortasında kalan, yaklaşık 2350 km uzunluğunda ve 350 km genişliğinde olan bir iç denizdir. Batı kıyısında Mısır, Sudan, Eritre, Cibuti ve Somali, kuzeyinde Ürdün ve İsrail, doğusunda Suudi Arabistan ve Yemen yer alır. Bâb-ül Mendep Boğazı ve Aden Körfezi'yle Hint Okyanusu'na, Süveyş Kanalı'yla da Akdeniz'e bağlanır. Sıcak ve kuru bir iklim bölgesinde olup su sıcaklığı kışın 18-21°C, yazın ise 21-28°C civarındadır. Deniz suyunun tuzluluk oranı oldukça fazladır. Bunun sebebi sıcaklık etkisiyle buharlaşmanın yüksek olması ve denize dökülen akarsuların yani tatlı su girişinin azlığıdır. Buharlaşmayla kaybedilen su, Hint Okyanusu ve Akdeniz'den giren sularla tekrar kazanıldığından su seviyesinde fazla bir değişiklik olmamaktadır.



Tamamen çöl olan çevresine bakıldığında Kızıldeniz'in verimsiz ve içinde fazla canlı barındırmayan bir deniz olduğu düşünülebilir. Oysa, dünyada çok az görülen rengarenk bir sualtı yaşamı gizli bu sularda; mercan resifleri, algler, deniz bitkileri, büyük sürü balıkları, kelebek balıkları, denizyıldızları, süngerler, yunuslar vb... Bu eşsiz canlılar, özellikle de kolay ulaşılabilir durumdaki mercan resifleri, Kızıldeniz' i dünyanın en iyi dalış yerlerinden birisi yapmaktadır.

Oldukça tuzlu ve bir oksijen ya da nitrojen kaynağına sahip olmayan Kızıldeniz'de biyolojik çeşitliliğin böylesine zengin olmasını sağlayan en önemli etken sıcaklıktır. Sualtında birçok canlı üremek için yumurtaların açılacağı, sıcaklığın yüksek olduğu mevsimleri seçer. Kızıldeniz'de ise 20°C'nin altına düşmeyen su sıcaklığı, sualtı canlılarının uzun dönemde üremelerini sağlıyor.



Rengarenk canlı türleri ve eşsiz mercan oluşumları ile Kızıldeniz tam bir sualtı cennetidir.

Verimsiz ortamlarda rahatlıkla yaşayabilen mercanlar da bu denizde bir yaşam zinciri başlatarak başka canlıların yaşamalarına olanak veriyor. Mercanlar yaşamlarını sürdürürebilmek için alglerle ortak bir yaşam sürerler. Mercanların üzerine yerleşen tek hücreli algler mercanlara sahip oldukları güzel renkleri verirken, aynı zamanda onların beslenmelerini de sağlamaktadır. Mercan kendi bedeni içinde alg barınacak bir yer verir; yeşil alg de yaptığı fotosentez sayesinde mercana besin ve enerji sağlar. Mercanlar genellikle deniz içinde güneş ışığının yoğun olduğu yerlerde ve özellikle de sığ sularda biraraya gelirler. Güneş ışığının daha az olduğu derin sularda ise yatay olarak serilir ve buldukları ortamdan en fazla ışık elde edebilecekleri şekle girerler. Bu şekilde algin güneş ışığına rahatlıkla ulaşarak fotosentez işlemini gerçekleştirmesini sağlayan mercan da, ihtiyacı olan besine ulaşmış olmaktadır. Alglerin meydana getirdiği fotosentez işlemi aynı zamanda suyu oksijen bakımından zenginleştirir. Oksijen ile zenginleşen su canlılık zincirini genişletir. Hayvanların artıkları ve bakteriler sayesinde de nitrojen seviyesi artar. Bu da verimliliğin ve canlılığın artışı demektir. İşte Kızıldeniz içinde bir yaşamın var olmasının nedeni budur.

Peki Neden “Kızıl” Deniz?

Kızıldeniz'e neden kızıl denildiğine dair kesin bir bilgi yoktur. Güney Filistin'e İbranice'de kırmızı anlamına gelen “Edom” denilmesi denizin de bu adı alabileceğini düşündürüyor. Ancak kızıl yakışırması çevresindeki tepelerin kırmızıya çalan renginden ya da kırmızı renkli mercan resiflerinden dolayı da olabilir.

Batı dillerinde öteden beri “Erythraeum mare” ve “Mare remrum” gibi kırmızı renge yönelik adlarla anılan Kızıldeniz -kutsal topraklar olması itibariyle- yaklaşık 5000 yıllık bir geçmişe sahip. Bilinen en eski tarihi ise Musa Peygamberin Kızıldeniz'i yararak yüz binlerce yahudiyi kurtardığına inanılan efsaneye dayanıyor. Buna göre, MÖ 1600'lerde Mısır'a yerleşen İbraniler (İsrailoğulları), kısa sürede orada çoğalarak geniş alanlara yayılırlar. İbranilerin sürekli çoğalmalarından ve güç kazanmalarından endişe duymaya başlayan Firavun, bu topluluğu etkisiz hale getirmek için İbranilere baskı uygulamaya başlar.

Firavun'un baskı ve zulmüne katlanamayan İbraniler, Musa peygamber önderliğinde Mısır'dan kaçarak, vaat edilen topraklara (Filistin) doğru yola çıkar. Ancak Firavun ve askerleri İbraniler'in gitmelerine izin vermez. Atlılar ve savaş arabalarıyla İbraniler'in peşine düşer. Sonunda İbraniler, Kızıldeniz ile Mısır'ın dev ordusu arasında sıkışıp kalır. Bunun üzerine Musa Peygamber esasını Kızıldeniz'e değdirir ve o anda deniz iki su duvarına dönüşür. Bütün İbraniler Kızıldeniz'in arasında açılan yoldan geçip giderler.

Karşı kıyıya vardıktan sonra Musa Peygamber bir kez daha esasını sulara dokundurur; onları takip eden Firavun ve askerleri ise Kızıldeniz'in kapanan sularına gömülür. Bu olaydan binlerce yıl sonra Kızıldeniz'in kenarında Cebelein mevkinde Firavun'a ait olduğu düşünülen bir ceset bulunmuştur. 1881 senesinde, İngiliz araştırma ekibi tarafından bulunan cesedin en ilginç tarafı mumyalanmamış olmasına rağmen bozulmadan korunabilmesidir. C¹⁴ yöntemiyle en az 3000 yıllık olduğu belirlenen ceset British Museum'da sergilenmektedir.

Daha sonraki zamanlarda Kızıldeniz, Hint Okyanusu ile Mısır arasında bir ticaret yolu olarak önemini uzun süre korumuş; Abbasiler döneminde baharat ticaretinin anayollarından biri olmuştur. 15.yy'dan itibaren baharat yolu üzerinde egemenlik kurmak isteyen Portekizliler, Hollandalılar, İngilizler ve Fransızlar, güney kıyılarda ekonomik, siyasi, askeri ve dini maksatlarla sömürgeci ve yayılmacı faaliyetlerde bulunmuşlardır. 16.yy'dan itibaren Kızıldeniz kıyıları Osmanlı egemenliği altına girmiştir. Ümit Burnu'nun bulunmasıyla Hindistan ile Avrupa arasındaki ticaret yolu olarak



İbraniler'in Musa Peygamber önderliğinde Kızıldeniz'den geçişini gösteren temsili bir resim

önemini yitiren Kızıldeniz, Süveyş Kanalı'nın (1869) açılması ve deniz ticaretinde buharlı gemilerin kullanılması ile tekrar eski önemine kavuşmuştur. I. Dünya Savaşı'ndan sonra Osmanlı Devle-

ti'nin zayıflaması ve yıkılmasıyla birlikte Türk egemenliğinden çıkan doğu kıyılar yeni kurulan Suudi Arabistan devletinin yönetimine girerken, güney kıyılar ise İngiltere ve Fransa tarafından paylaşılmıştır. Sömürgecilik hareketleri petrolün bulunmasıyla birlikte II. Dünya Savaşı'ndan sonra ki 25 yıl boyunca sürmüştür.

Günümüzde de Kızıldeniz Avrupa'yla Asya'yı deniz yoluyla birbirine bağlayan önemli bir ticaret yolu durumundadır. Dünya'nın en önemli su yolu olan Süveyş Kanalı gelirleri, Mısır'ın ülke ekonomisine büyük katkı sağlamaktadır. Süveyş kanalı, Akdeniz ile Kızıldeniz'i birleştiren 161 km uzunluğunda yapay bir su yoludur. Kanalin genişliği 70-125 m derinliği ise 11-12 m arasında değişmektedir. 1994 yılından itibaren yapılan çalışmalar sonucu özellikle büyük hacimli ağır gemilerin geçişinin sağlanabilmesi için kanalın genişliği ve derinliğinin artırılması yönünde adımlar atılmıştır.

1960'lı yıllardan itibaren yapılan çalışmalar sonucunda Kızıldeniz'de (özellikle Süveyş kanalı, Nil deltası ve Batı Çölünde) önemli ölçüde petrol ve doğalgaz rezervleri olduğu ortaya çıkmıştır. Bu durum kıyası olan Mısır, Sudan ve Suudi Arabistan ekonomisine büyük katkılar sağlamaktadır.

Jeoloji Tarihçesi

Kıta kabuğunun kırılma üst yüzeyi jeoloji tarihi boyunca birçok bölgede ve farklı dönemde açılmalar sunmuştur ve hala bu süreçler devam etmektedir. Yerbilimciler kıtasal ayrılma mekanizmalarına ilişkin genelde ortak bir fikir birliği oluşturmuşlardır. Kızıldeniz ve Aden Körfezi gibi bazı rift oluşumları okyanus havzalarının habercisidir. Doğu Afrika Rift Sistemi, Kızıldeniz ve Aden Körfezi gibi genç okyanuslar kıtasal ayrılmanın erken fazlarına birincil örnek teşkil eder.

Kızıldeniz'in jeolojik oluşumu iki aşamada ifade edilmektedir. Buna göre; ilk aşama, Erken Miyosen'de (23 milyon yıl önce) Kızıldeniz'de başlayan açılmayla, ikinci aşama ise Aden körfezinin oluşması ve Miyosen sonunda (7 milyon yıl önce) Kızıldeniz'in derinleşmesi ile ifade edilmektedir.

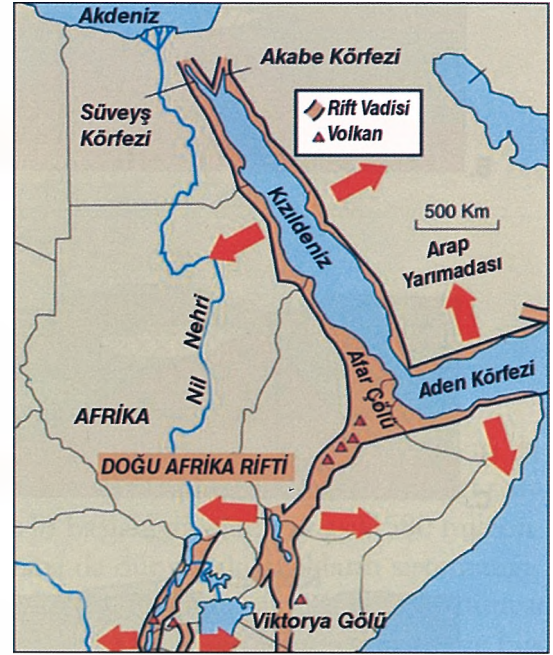
Orta Eosen'in sonunda (40 milyon yıl önce) batıdan doğuya doğru uzanan geniş çapta kırıklar oluşmuştur. Geç Eosen'de (37 milyon yıl önce) Hint Okyanusu-Carlsberg sırtı yayılım merkezi oluşmaya başlamıştır. Bu süreçte normal faylar yeniden aktif olmuş, kıtasal kabuk gerilmiş ve incelmıştır. Öte yandan Arap ve Afrika levhaları yavaşça hareket ederken Aden Körfezi ve Kızıldeniz'in sol bölümü hareketsiz kalmış ama Arap Levhası'nın kuzey kenarında, Bitlis Kenet Zonu boyunca kıtasal kabuk kalınlaşmış ve daralmıştır. Oligosen boyunca (34 milyon yıl önce) kırıklar harekete geçmiştir. Graben yapıları, volkanik merkezler ve güneyde deniz tabanı yayılması gerçekleşmiştir. Süveyş Körfezi'nin kuzeyindeki kırıklar büyümeyi başaramamıştır. Miyosen'in başlangıcında (23 milyon yıl önce) yeni bir kırık; Ölü Deniz Fayı oluşmuş ve başarılı kırıklar büyümeye devam etmiştir. Yeni kırıklar Erken Miyosen boyunca Aden Körfezi ve Kızıldeniz'in açılmasına yardım etmiştir. Duraksama döneminin ardından Aden Körfezi'nde sedimanlar depolanmıştır. Kalın evaporit tabakaları çökelmiştir. Miyosen'in sonlarında (7 milyon yıl önce) Kızıldeniz yeniden hareketlenmiş ve Bab-ül Mendep boğazı açılmıştır. Evaporit oluşumu son bulurken, havza Hint Okyanusu'ndan gelen sularla dolmuştur. Kızıldeniz'in güneyi, merkezi ve Aden Körfezi riftleşmeye devam etmiştir.

Pliyosen'de (4 milyon önce) kuzeye doğru devam eden hareket, Anadolu Levhası'nı batıya doğru sıkıştırırken; Arap ve Afrika Levhalarının hızla hareket etmesini sağlamıştır ve Kızıldeniz ile Aden Körfezi açılmaya başlamış ve deniz tabanı oluşumu gerçekleşmiştir. Afar manto sorgucu iki levhanın uzaklaşmasını sağlamıştır.

3 milyon yıl önce yeni okyanusal kabuk Aden Körfezi'nde oluşmaya başlamıştır. Aynı zamanda Afar bölgesinin güneyinde gerilmeler oluşmuş; volkanik hareketler meydana gelmiştir.

Günümüzde de bu açılma devam etmektedir. Araştırmalara göre; 56 milyon yıldan beri Arap ve Afrika levhaları yılda 2-3cm; 25 milyon yıldan beri de 1cm'den daha az oranda birbirinden uzaklaşmaktadır. Kıtasal ayrılmanın en iyi gözlemlendiği Afar Çölü ise her yıl Afrika kıtasından 20mm kadar uzaklaşmaktadır. Afar çölünün kuzey

doğusunda bu durumu ispatlarcasına bazı morfolojik değişiklikler meydana gelmiştir. Bölgede meydana gelen deprem sonucunda yaklaşık 60km uzunluğunda 4m genişliğinde bir yarık oluşmuştur. Bu durum yeni bir okyanus tabanı oluşumunun ilk işaretidir. Şu anda başlangıç aşamasında olan bu sürecin sonunda, Etiyopya'nın doğu kesimi Afrika kıtasından kopacak ve açılacak olan boşluk Aden Körfezi ve Kızıldeniz'den gelen sularla dolacak. Kızıldeniz ise milyonlarca yıl sonra tıpkı Atlas Okyanusu gibi bir okyanus olacak.

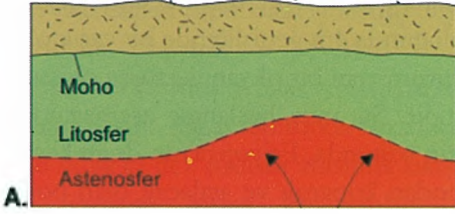


Kızıldeniz Bölgesinde riftleşmeyi gösteren basitleştirilmiş harita

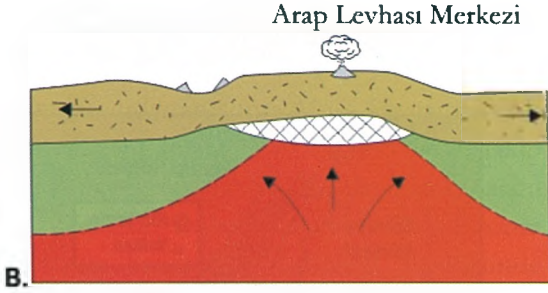


Afar Çölü'nde meydana gelen depremin oluşturduğu yarık; okyanuslaşmanın ilk adımı

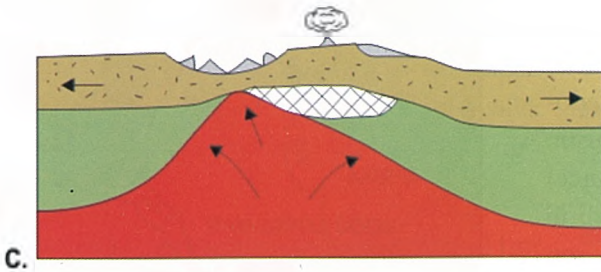
GB (Afrika Levhası) KD (Arap Levhası)
Zayıf Zon Gelecekteki Yükselti



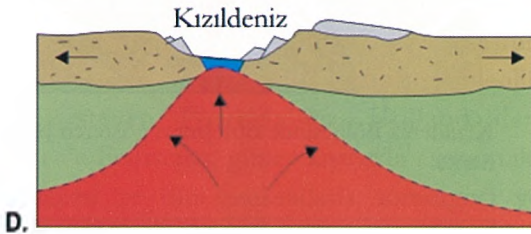
A- Geç Oligosen- Erken Miyosen (30 milyon yıl önce) zamanlarında Arap ve Afrika levhalarının arasında kırıklar oluştu. Litosfer, faylarla inceldi ve manto sorgucu gelişti.



B- 22 milyon yıl önce genişlemenin ikinci kırılma fazı gerçekleşti, normal faylar ve dayk enjeksiyonları oluştu.



C- 15 milyon yıl önce manto sorgucu yükselirken, asimetrik grabenler oluştu, volkanizma gelişti.



D- 4-5 milyon yıl önce deniz tabanı yayılması gerçekleşti, Kızıldeniz oluştu.

Kızıldeniz'in aşamalı oluşumunu gösteren model

Kaynaklar

- Büyük Larousse Sözlük ve Ansiklopedisi, 1992. Cilt.13, Sayfa. 6754
- Eagles G., Gloaguen R., Ebinger C., 2002. Kinematics of the Danakil Microplate, Earth and Planetary Science Letters, 203, 607-620
- Ghebreab W., 1998. Tectonics of the Red Sea Region Reassessed, Earth Science Reviews, 45, 1-44
- http://comp.uark.edu/~mattioli/geol_1113/lect_31_plate_tectonics_2.ppt
- <http://www.haberarsivi.com>
- <http://www.ntvmsnbc.com/news/35350.asp>
- http://www.goredsea.com/EN_gallerypage.aspx%3Fdoc%3DIvanAlivertiCollectionpage2
- <http://www.ilkertemir.com/photography/RedSea/slides/Scan17.html>

- <http://rapidfire.sci.gsfc.nasa.gov/gallery/?2004039-0208/RedSea.A2004039.0840.500m.jpg>
- McQuarrie N., Stock J. M., Verdel C., Wernicke B.P., 2003. Cenozoic Evolution of Neotethys and Implications for the Causes of Plate Motions, Geophysical Research Letters, Vol.30, No.20, 2036
- Mercanada Dergisi, Dünyanın En Muhteşem Akvaryumu, Kasım-2004, Sayı 5
- Temel Britannica, 1993, Cilt.10, Sayfa. 243
- Tübitak Bilim ve Teknik Dergisi, Çölün Kıyısındaki Cennet; Kızıldeniz, Mart 2005, Sayı: 448
- Tübitak Bilim ve Teknik Dergisi, Kızılgöç, Temmuz 2002, Sayı: 416

Jeoloji Tarihinde Kıyametler

Yerkürenin yaşı 4,5 milyar yıl olarak bilinirken, genelde yaşamın başlangıcı 3,5 milyar yıl, cyanobakteriler ve stromatolitlerin ortaya çıkışı da 2,5 milyar yıl olarak verilmektedir. Proterozoik'in sonu ve Kambriyen'in başlangıcı olan yaklaşık 580 milyon yıldan bu yana da dünyadaki canlıların sistematiği kurulabilmektedir. Proterozoik döneminde dünyada günümüzden çok farklı atmosfer, hidrosfer ve biyosfer koşulları olduğu kesindir. Örneğin Brezilya'nın itabiritik demir cevherleri, ya da Hindistan'ın gonditeri bambaşka koşullarda oluşmuştur. Bir canlı sistematiği kurulamayan bu dönemde, büyük olasılıkla uzun bir buzul döneminin ardından yerkürenin ısınması ile Kambriyen'de bir fauna patlaması gerçekleşmiştir. Hemen Kambriyen öncesi Vendiyen döneminde çok yaygın olarak Sibirya, Avustralya, İngiltere, Namibya ve Kanada'da bulunan *Ediacara* faunası dahi sistematiğe dahil edilememektedir.

Vendobionta adı da verilen Ediacara faunası gibi pek çok hayvan ve bitki türü jeoloji tarihi boyunca gelişmiş ve ortadan kalkmıştır. Türlerin yokoluşunun en önemli yolu da kıyametlerdir. Meteor düşmesi, buzul dönemleri, süper volkanlar gibi etmenler küresel kıyametlere yol açmıştır.

Ali Uygun

Eczacıbaşı-Esan A.Ş.
Üsküdar-Istanbul

ali.uygun@eczacibasi.com.tr

Macar paleontolog Jozsef Palfy'nin "Yerküre Tarihinin Felaketleri" adlı kitabı 2005 yılında Almanca olarak yayımlandı ⁽¹⁾. Palfy (2005) Kambriyen'den bu yana gerçekleşen beş büyük kıyamette ortadan kaybolan türlerin oranını şu şekilde vermektedir:

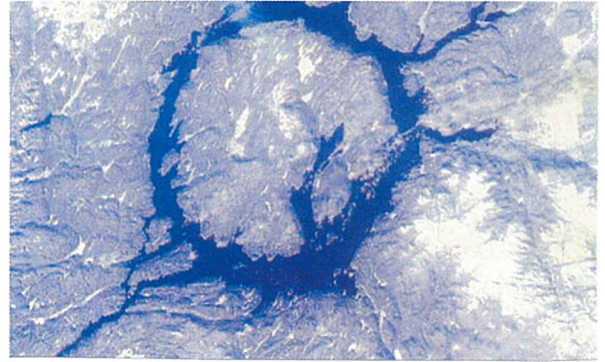
- 1) Ordovisyen sonu (443 m yıl) %85
- 2) Geç Devoniyen (376 m yıl) %83
- 3) Permiyen sonu (251 m yıl) %95
- 4) Triyas sonu (200 m yıl) %80
- 5) Kretase sonu (65 m yıl) %76

Ordovisyen sonundaki ilk kıyametin bir buzul dönemiyle ilgili olduğu bilinmektedir. Denizel faunanın önemli bir bölümünün ortadan kalktığı bu dönemde özellikle graptolit, trilobit, mercan, konodont ve brakriyopod türleri zarar görmüştür. Resifal karbonatların yerini okyanus suyunun buzullara bağlanması ile Kuzey Afrika, hatta Orta Toroslar'da görüldüğü gibi buzul çökelleri, tillitler almıştır.

Geç Devoniyen (Frasniyen-Fameniyen) sınırındaki ikinci kıyamet Gondwana'da yine büyük bir buzullaşmaya karşılık gelmektedir. Sığ denizlerin resifleriyle birlikte mercanlar, trilobitler, konodontlar ve özellikle Devoniyen'de çok gelişmiş olan balıklar büyük zarar görmüş, soğuk ve oksijence fakir sulara dayanıklı formlar varlıklarını sürdürebilmiştir. Geç Devoniyen felaketinin Nevada, İsveç ya da Kanada'daki meteorit çarpmaları ile gerçekleşmiş olduğu konusundaki görüşler iridyum anomalileriyle doğrulanamamıştır.

Yaşayan canlı türlerinin %95'i Permiyen sonundaki en büyük kıyamet ile dünyadan silinmiştir. Şok bir ölüm dalgası olarak bilinen bu felaket 1 milyon yıldan daha kısa bir sürede gerçekleşmiştir. Sibirya, Hindistan, Etiyopya, Java, Brezilya ve Antarktika'daki plato bazaltlarına refakat eden volkanizmanın yarattığı bol kükürtdioksitli devasa toz kütleleri atmosferi kaplamış, asit yağmurlarına, kutup bölgelerinde buzul oluşumlarına ve küresel bir regresyona yol açmıştır. Atmosferdeki karbondioksit varlığı daha sonra hızlı bir ısınmayı sağladığından küresel ölçekte pek çok yerde Triyas bir transgresyon ile başlamıştır.

Triyas-Jura sınırına denk gelen dördüncü büyük felaketin nedeni bir hayli tartışmalıdır. En çok zarar gören canlı grupları ammonitler, konodontlar ve brakriyopodlardır. Kıtaların kayması aşamasında manto kabarmasının yol açtığı hızlı transgresyon/regresyon süreçlerinin canlıların yaşam koşullarında büyük değişimlere yol açtığı en yaygın görüştür. Kanada'daki 100 km çaplı Manicouagan meteorit krateri (Şekil-1) ya da Brezilya bazaltları gibi diğer seçenekler ikinci planda kalmaktadır.



Şekil-1. Kanada-Quebec Manicouagan kraterinin NASA uydusu görüntüsü. 100 km çaplı kraterin yaşı 214 milyon yıl olarak saptanmıştır

Kıyamet teorilerinin en yaygın olanı asteroid çarpması Kretase/Tersiyer sınırındaki son büyük felaketin gerçek nedenidir. Jeolojik dönemler boyunca dünya pek çok büyük meteor ve asteroid çarpmasına sahne olmuştur. Bilinen kraterlerin yaş ve büyüklükleri ile ilgili harita Şekil-2'de, son genç kraterlerden 1.2 km çap ve 49 bin yıllık Arizona-Barringer krateri de Şekil-3'te görülmektedir ⁽²⁾.

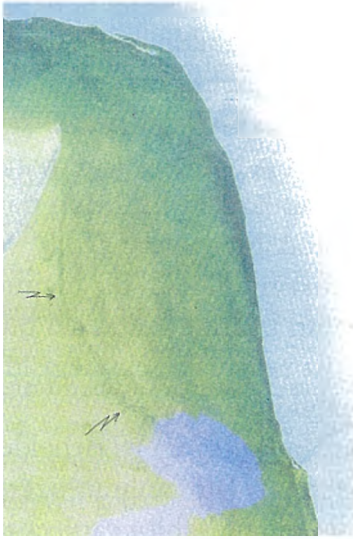


Şekil-2. Dünyada bilinen meteorit kraterlerinin jeolojik yaş ve çaplarını gösteren harita ⁽²⁾



Şekil-3. 1.2 km çaplı, 49.000 yıllık ABD-Arizona Barringer krateri ⁽²⁾

Dinozorların dünyadan silinmesi nedeniyle en spektaküler kıyamet olarak bilinen Kretase sonu asteroid çarpması yetmişli yıllarda K/T sınırındaki iridyum anomalileri ile anlaşılmıştı. Paralel gözlemler aynı dönem sedimanlarındaki mikrotektitler ya da Teksas'taki tsunami çökelleri ve yine Kuzey Amerika'daki şok geçirmiş kuvars kristalleri ile doğrulanmıştı. Chicxulub kraterinin kesin konumu ilk kez Hildebrand vd (1991) tarafından yayımlanmıştır ⁽³⁾. Günümüzde 10 km çaplı asteroidin artık güneydoğu yönünden en az 5 km/sn hızla

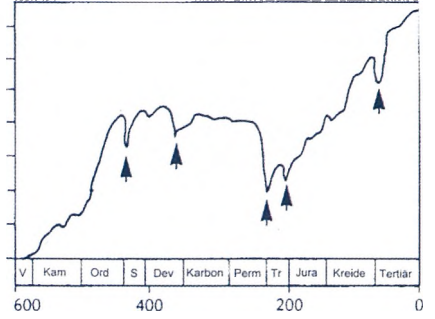


Şekil-4. Chicxulub kraterinin Meksika'nın geri burada saptanmıştır. Yucatan yarımadasında, kara üzerinde kalan izi NASA uzay mekiği görüntüsü

gelerek 20-30 derecelik bir açı ile çarptığı ve oluşan kraterin 190 km çaplı olduğu söylenebilmektedir. Asteroidin çarptığı bölge olan Meksika-Yucatan yarımadasındaki izi NASA uydu radar görüntülerinde belirgindir (Şekil-4) ve 13 ppb ile en yüksek iridyum de-

kalkmış, denizel mikrofauna ise felaketi kısmen atlatabilmiştir. Bugün Kuzey Amerika'da dinozorların güneyden kuzeye doğru göçleri ve toplu ölüm alanları izlenebilmektedir. Atmosferin ancak 600 bin yıl sonra 3 derece kadar ısınabildiği hesaplanmaktadır.

Son 600 milyon yıllık dönemde denizel canlı familyalarının sayısındaki jeolojik dönemler ve felaketlere bağlı olan değişimler Şekil-5'de görülmektedir ⁽⁴⁾. Günümüzde bilinen canlı türlerinin ancak %15'i deniz-



Şekil-5. 600 milyon yıllık jeoloji tarihinde denizel familyaların sayısal dağılımı. Oklar küresel felaketleri işaretlemektedir

lerde yaşamakta, dünyanın %7'sini kaplayan ormanlarda ise %50'si barınmaktadır. Ancak özellikle tropikal ormanlar her yıl %2 oranında küçülmekte ve bu da yılda canlı türlerinin en az %0,2'sinin yok olması anlamına gelmektedir. İnsanlığın doğaya hoyratça davranışı, sera etkisi, küresel ısınma, ozon tabakasının delinmesi, buzulların erimesi, deniz düzeyinin yükselmesi, karbondioksit emisyonunun artması, okyanus akıntılarının dönmesi, El Nino türü fırtınalar, çölleşme acaba yerkürenin yeni bir kıyamet ile karşı karşıya olduğu anlamına mı gelmektedir? Olaylar tüm yerküre canlıları için kötü etkiler yaratarak gelişmektedir.

Permiyen sonundaki en büyük kıyamette canlı türlerinin %95'i ortadan kalksa bile, yerkürede yaşam süregelmiş ve evrim kendi yolunu sürdürmüştür. Yeni bir kıyametle karşı karşıya olsak bile, yaşam yine de bir şekilde sürececektir. Ancak insanın buna şahit olabileceğine inanmak, herhalde çok iyimser bir düşüncedir.

Kaynaklar

- ⁽¹⁾Palfy, J., 2005. Katastrophen der Erdgeschichte, 211 s, Stuttgart.
- ⁽²⁾Langenhorst, F., 2004. Impaktkrater auf der Erde, GMIT, 15, 8-17.
- ⁽³⁾Hildebrand, A.R., 1991. Chicxulub Crater Yucatan Mexico, Geology, 19, 867-871.
- ⁽⁴⁾Raup, D.M., Sepkoski, J.J., 1982. Mass extinctions in the marine fossil record, Science, 215, 1501-1503.

Yaşamın üzerinde olmak

Birlikte yaşamın örneklerini çevrenizdeki pek çok canlı türünde gözlemlemek mümkündür. İnsan dünyasında olduğu gibi, hayvanlar aleminde de doğa, canlıları tek başlarına yeter bir şekilde bırakmamıştır. Her canlı, yaşam döngüsünün belirli bir evresinde, amacı ne olursa olsun farklı yaşam şekilleri ile ilişkiye girmek zorunda kalmıştır. Araştırmacılar herhangi bir canlı üzerinde bırakılmış yapılardan, bir odun parçası veya bir duvar üzerinde bırakılmış izlere kadar oluşturulmuş yaşam kanıtlarını dikkatli bir biçimde inceleyerek, geçmiş yaşamın izlerine veya eski bir uygarlığın iklimsel ve deniz seviyesindeki değişime bağlı olarak nasıl davranabildiklerini anlayabilmişlerdir. Birlikte yaşamın en iyi örneklerini denizel canlılarda görmekteyiz. Bir canlının üzerinde veya içinde yaşamak, yaşarken ev sahibi canlıya zarar vermek veya onu sadece konak bir yer olarak kullanmak bu canlı formlarında gözlenir. Hatta larvalarını ev sahibi canlının içine bırakabilen ve orada büyüyüp gelişen canlı formlarına (yengeçlerin abdomen bölgesinde görülen gelişim) ait örneklerin en ilginçlerini denizel canlılar içersinde Saçayaklılar veya diğer bir adıyla Sülükayaklılar (Cirripedia) alt sınıfında izleyebiliriz (Şekil-1).

İzzet Hoşgör

Ankara Üniversitesi
Mühendislik Fakültesi
Jeoloji Mühendisliği Bölümü
Ankara

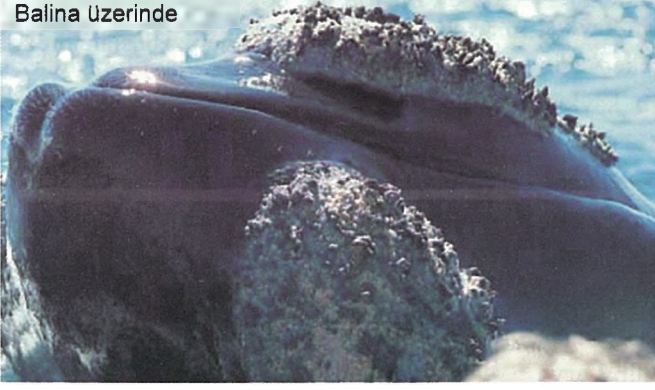
ihosgor@eng.ankara.edu.tr



Yengecin karın bölgesinde



Balina üzerinde



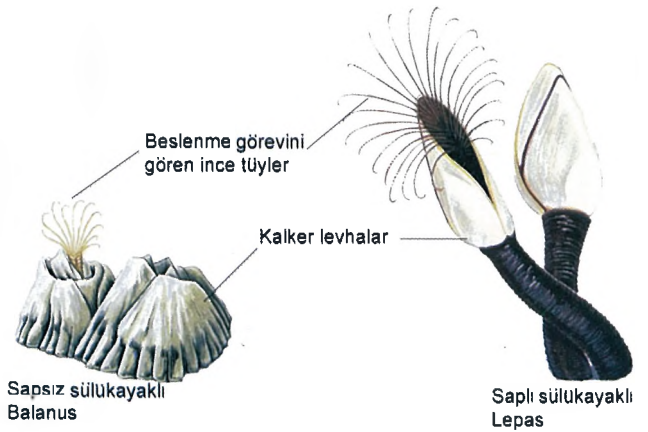
Şekil-1. Sülükayaklıların yaşamlarını üzerinde geçirdikleri bazı canlılar

Kabuklular sınıfının Sülükayaklılar alt sınıfı bu canlıların hepsi denizeldir. Durağan (sessil) yaşayan sülükayaklılar, diğer kabuklulardan farklı olarak geliştiklerinde kendilerini kayalara, yüzen cisimlere, balina, kaplumbağa veya balık gibi farklı hayvanların vücutlarına, midye ve salyangoz kabuklarına ya da yengeçlerin sert karapakسی üzerine kendilerini tesbit ederek yaşarlar (Şekil-1).

Sülükayaklıları Tanıyalım

Vücutları iki yan parçadan oluşmuş olup sert bir örtü görevini gören karapakسیla çevrilidir. Genellikle kalkerli katı plakalar ile kaplı olan karapakسیn iç bölgesinin gelişimiyle birlikte hayvanın vücudu etrafında bir dış iskelet meydana gelmiş olur. Saplı ve sapsız olarak iki ana gruba ayrılırlar. Bir uçla nesneye veya canlıya tutunan saplı formlarda, hayvan kendi içinde geliştirdiği mekanizma ile bir daha tutunduğu yerden ayrılmamak üzere tutunma işini daimi hale getirir ^(1,2). En tipik cinsi Lepas'da dış yüzeyi zarımsı bir şekilde gelişen sapın ucunda kavkı bulunur. Kavkı birbirlerine kitinli esnek bir bantla bağlanmış olan beş kalker levhadan yapılmıştır. Levha sayıları farklı cinslerde 12-18 levhaya kadar çıkabilir. Tutunma işini sürekli hale getiren ikinci ana grup olan sapsızlar, tespit yerlerini adeta bir plaka şeklinde genişletirler. Deniz tabanında (bentonik yaşam) ve durağan bir yaşam

süren bu grubun en iyi bilinen cinsi Balanus'dur. Kalkerli kabuğunun kalınlığı yaklaşık 2-6 cm arasında olan Balanuslar, daha çok gel-git zonlarında yaşarlar. Sülükayaklılarda, sert karapakسیdan dışarı çıkarak yelpaze şeklini alan ince uzun tüycükler beslenme görevini görür. Beslenme üyelerini topluca dışarı bir şemsiye gibi açan hayvan, mikroplanktonlarla beslendikten sonra, tekrar topluca içeriye çeker. Bu şekilde beslenme işlevini gören sülükayaklılarda bu açılıp kapanma bazen dakikada 140 defaya kadar ulaşabilir ^(1,2,3).



Şekil-2. Sapsız ve Saplı Sülükayaklıların genel özellikleri

Kıyı şeridinden derin kısımlara kadar yayılan sülükayaklılar yaklaşık olarak 2-5 yıl arasında yaşarlar. Yaşamları süresince de birçok denizel canlı ile birliktelik sergilerler. Çoğunlukla kommensal (iki canlı arasında, birinin yararlandığı diğernin etkilenmediği ilişki) yaşayan sülükayaklıların bazıları üzerinde yaşadıkları hayvanları aynı zamanda besin kaynağı olarak kullandıkları için parazit hale gelmişlerdir. Örneğin bir yassısolungaçlı kavkısı üzerinde gelişen, konak hayvanı hareket için kullanan sülükayaklı formları bazen tüm kavkıyı örtecek şekilde büyüme gösterir ^(1,2). Veya tek bir *Balanus* çifti bir kavki üzerinde (*Chlamys hastata*) kavkının genişliğine ulaşana kadar tesbit yerinde gelişebilir ⁽⁴⁾. Genelde yengeçlerin sırt kısımlarında kommensal bir gelişme gösteren sülükayaklıların *Rhicocephala* denilen alttakımın üyeleri bazı yengeç türlerinde parazit bir yaşam da sergileyebilir. Larva gelişimini yengecin abdomen bölgesine yerleşerek sürdüren bu formlar, daha sonra bir kanalla konak hayvanın içersine geçer ^(5,6).

Sülükayaklıların Yaşam Aralığı

Bilinen en yaşlı fosil sülükayaklı Amerika (Burgess Shale)'da Orta Kambriyen (520-500 milyon yıl) sedimanter kayalarında bulunmuştur (*Priscansermarinus barnetti*). Daha sonra Siluriyen devrinde (443-417 milyon yıl) de türler veren sülükayaklı formları (*Cyprilepas holmi*), Erken Devoniyen devri (417-391 milyon yıl) için *Proverruca* cinsiyle temsil edilirler. Sülükayaklılar özellikle Paleozoyik zamanı için Geç Karbonifer (323-290 milyon yıl) istiflerinde, o zamanın denizlerinde oldukça yaygın olan *Myalina* cinsi yassısolungaçlı ile

birlikte yaygın olarak bulunmuştur (*Praelepas damrowi*, *P. jaworskii*) ^(7,8). Mesozoyik zaman diliminde Kretase devrinde ise *Eoverruca* cinsini veren sülükayaklılar, en çok gelişme gösterdiği Senozoyik zamanında da çok farklı cins ve türler vermişlerdir ⁽⁷⁾. Erken Paleosen devrinde (Danien, 65-61 milyon yıl) çok da alışılmadık bir birliktelik olarak karşımıza çıkan denizlalesi ile bir sülükayaklı formu olan *Verruca prisca?* türü gelişmiştir ⁽⁹⁾. Eosen devrinde (55-34 milyon yıl) ise *Verruca veneta* gibi gelişmiş formlar veren sülükayaklılar, Oligosen devrinde (34-24 milyon yıl) ise *Lophobalanus kellumi* ile temsil edilmişlerdir ^(10,11). *Concavus belgradensis* türü *Verruca* cinsinin belirgin türleri ile saplı sülükayaklı *Lepas* cinsinin de Miyosen devrinde (24-5 milyon yıl) stratigrafik açıdan önemli bir yayılım gösterirler ^(12,13), Geç Pleistosen'de ise buzul dönem sonrası (Eemiyen, 120-140 bin yıl) denizlerde *Balanus cre-natus*, *B. balanus* gibi türleri gelişmiştir ⁽¹⁴⁾ (Şekil-3).



Şekil-3. *Balanus*'ların fosil formları; Günümüz denizlerinde kabuklu üzerinde gelişmiş balanus ve Miyosen devri fosil örneği (*Chesapacten* sp.) üzerinde gelişen balanuslar. *Balanus gregarius*, Pliyosen (5-2 milyon yıl). Ve *Balanus* sp., Erken Miyosen (23-15 milyon yıl)

Paleontologların, Pleyistosen devrine ait bir yassısolungaçlı kavkısı üzerinde bulunan delik üzerinde yaptıkları analiz sonucunda, kavkının üçlü bir ilişki içinde olduğu ortaya çıkarıldı. Kavkı üzerinde alışılmamış bir şekilde görülen delik ve çevresinde yapılan incelemeler ve ortaya atılan senaryolar sonucunda olayın gelişimi izlenebildi. Sakin bir denizin tabanında kum üzerinde yaşamını sürdüren yassısolungaçlı (*Mulina lateralis*) hayvanı, ilk önce bir karındanbacaklı tarafından kavkısının arka kenarından saldırıya uğruyor. Kavkının üzerine çıkıp, arka kenarda bir delik açarak içteki yumuşak kısma ulaşan karındanbacaklı, beslenmesini tamamladıktan sonra kavkıyı bırakarak ayrılıyor. Artık içi boş bir kavkı olarak kalan hayvanın delik kısmına bir ikinci hayvan daha tespit oluyor. Kavkı üzerine yerleşen sapsız bir sülükayaklı, tüm mekanizmasını çalıştırarak kavkı üzerine yayılıyor. Paleontologların ulaştıkları bu senaryo, kavkının üzerinde yapılan geometrik analiz yöntemleri ve üst üste gelmiş iki delik izinin hangi hayvanlar tarafından yapılabilirliğini araştırarak ortaya çıkartıldı. Ve sonuçta yaklaşık bir milyon yıl öncesinin deniz tabanı, yaşanan farklı birlik-teliklerin görüldüğü olağan bir yaşam, küçük bir kavkı üzerinde yapılan araştırmalarla aydınlandı⁽¹⁵⁾ (Şekil-4).

Yengec üzerinde Balanus



Yassısolungaçlı ve Karındanbacaklı üzerinde Balanus



Şekil-4. Sülükayaklıların (*Balanus*) üzerlerinde yaşadıkları denizel canlıları gösteren, 1895 yapım tarihli temsili çizimler⁽¹⁶⁾

Balanidae (Cirripedia, Balanomorpha). *Zoologica Scripta*, 33, 3, 261-276.

- (3) Sayar, C., 1991. Paleontoloji (Omurgasız Fosiller). İTÜ Yay. Sayı: 1435. İstanbul. ss.672.
- (4) Donovan, D. A., Bingham, B. L., From, M., Fleisch, A. F., Loomis, E. S., 2003. Effects of barnacle encrustation on the swimming behavior, energetics, morphometry and drag coefficient of the scallop *Chlamys hastata*. *Journal of Marine Biological Association of the United Kingdom*, 83, 1-7.
- (5) Hoeg J. T. and Lutzen, J., 1995. Life cycle and reproduction in the Cirripedia Rhizocephala. *Oceanography and Marine Biology: An Annual Review*. 33: 427-485.
- (6) Liu, H-C and Lutzen, J., 2000. Asexual reproduction in *Sacculina plana* (Cirripedia: Rhizocephala), a parasite of six species of Grapsid crabs from Taiwan. *Zool. Anz.* 239: 277-287.
- (7) Perez-Losada, M., Hoeg, J. T., Crandall, K. A., 2004. Unraveling the Evolutionary Radiation of the Thoracican Barnacles using Molecular and Morphological evidence: A comparison of several divergence time estimation approaches. *Systematic Biology*, 53, 2, 244-264.
- (8) Schram, F. R., 1975. A Pennsylvanian Lepadomorph Barnacle from the Mazon Creek area, Illinois. *Journal of Paleontology*, 49, 5, 928-930.
- (9) Donovan, S. K., Jakobsen, S., 2004. An unusual crinoid-barnacle association in the type area of the Danian (Paleocene), Denmark. *Lethaia*, 37, 407-415.
- (10) Carriol, R. P., Dieni, I., 2005. Three new Verrucidae (Crustacea: Cirripedia) from the Upper Eocene of the Euganean Hills (Northeast Italy). *Geobios*, 38, 397-406.
- (11) Zullo, V. A., 1984. New genera and species of Balanoid Barnacles from the Oligocene and Miocene of North Carolina. *Journal of Paleontology*, 58, 5, 1312-1338.
- (12) Radwanski, A., Wysocka, A., 2004. A farewell to Swiniary sequence of mass-aggregated, spine-coated echinoids *Psammechinus* and their associates (Middle Miocene; Holy Cross Mountains, Central Poland). *Acta Geologica Polonica*, 54, 3, 381-399.
- (13) Karasawa, H., Tanaka, T., Okumura, Y., 2004. A new species of *Lepas* (Crustacea: Cirripedia: Pedunculata) from the Miocene Mizunami Group, Japan. *Bulletin of the Mizunami Fossil Museum*, 31, 91-93.
- (14) Nielsen, J., Funder, S., 2003. Taphonomy of Eemian marine molluscs and acorn barnacles from eastern Arkhangelsk region, northern Russia. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 191, 139-168.
- (15) Brande, S., 1982. Epibiont analysis of the fossil interactions among a benthic infaunal Bivalve, a Barnacle and a drilling Gastropod. *Journal of Paleontology*, 56, 5, 1230-1234.
- (16) Brehm, A.E., 1895. *Merveilles de la Nature. Les Poissons et les Crustaces*. Libraire J-B. Bailliere et Fils. Paris, pp. 836.

Kaynaklar

- (1) Demirsoy, A., 1998. Yaşamın Temel Kuralları. Cilt-2/Kısım-1. Meteksan Yayıncılık.. Ankara. ss.1210
- (2) Pitombo, F. B., 2003. Phylogenetic analysis of the

HAVA TAHMİNİ NASIL HAZIRLANIR?

Belirli bir ülke, bölge veya merkezde, bir zaman dilimi içinde görülebilecek meteorolojik olayların gözlem ve analizlere dayanılarak subjektif veya objektif yöntemler kullanılarak önceden öngörülme çalışmaları “hava tahmini” olarak adlandırılır.

Hava tahmini 3 aşamada hazırlanır. Bunlar; gözlemler, meteorolojik haritalama analizi ve tahmindir.

Gözlemler

a) Yer Seviyesi Gözlemleri

Meteorolojide, sinoptik ve klimatolojik olmak üzere iki çeşit yer gözlemi yapılmaktadır. Hava tahmininde kullanılan gözlemler sinoptik gözlemlerdir. Sinoptik gözlemler bütün dünyadaki meteoroloji istasyonlarında Greenwich Mean Time (GMT)'a göre aynı anda yapılır. Bu saate göre, İngiltere'deki Greenwich'ten geçen boylam derecesi başlangıç kabul edilir ve bu başlangıç boylamında 12:00 GMT'de yapılan bir sinoptik rasat mahalli olarak Türkiye'de öğleden sonra 15:00'de, Hindistan'da akşam 18:00'de, Avustralya'da gece 22:00'de ve Orta Amerika'da ise sabah 05:00'de yapılır. Bu gözlemlerin hepsi de 12:00 GMT gözlemi olarak isimlendirilir.

Ümit Turgut

Devlet Meteoroloji İşleri
Genel Müdürlüğü
Ankara
uturgut@meteor.gov.tr

Sinoptik gözlemler GMT saati ile ve üçer saatlik aralıklarla günde 8 defa yapılır. 00:00, 06:00, 12:00, 18:00 GMT'de yapılan gözlemler ana sinoptik; 03:00, 09:00, 15:00, 21:00 GMT'de yapılan gözlemler de ara sinoptik gözlem olarak isimlendirilir.



Sinoptik istasyon bir havaalanında bulunuyorsa, burada ayrıca havacılıkla ilgili olarak METAR veya AERO gözlemleri de yapılır.

Yer gözlemlerinde;

- Rüzgar yönü, hızı ve hamlesi
- Hava sıcaklığı
- İşba sıcaklığı, ıslak termometre sıcaklığı, nispi nem ve su buharı basıncı,
- Toprak üstü minimum sıcaklığı
- Hava basıncı; aktüel basınç, deniz seviyesine indirgenmiş basınç ve tandans durumu ile miktarı
- Hava hadiseleri; halihazır ve geçmiş hava
- Yatay görüş uzaklığı
- Bulutluluk; kapalılık miktarları, cinsleri ve taban yükseklikleri
- Yerin hali, toplam ve taze kar kalınlığı
- Günlük buharlaşma, güneşlenme ve radyasyon miktarları
- Yağış miktarı ve günlük toplam yağış miktarı
- Deniz hali ve denize doğru görüş uzaklığı
- Deniz suyu sıcaklığı

değerleri ölçülür.

Ölçülen bu değerler kodlanarak milli meteoroloji merkezlerine buradan da uluslararası toplama merkezlerine gönderilir. Uluslararası merkezde toplanan bilgiler tekrar bütün ülkelere dağıtılır.

b) Gemi Gözlemleri

Yer gözlem istasyonlarında ölçülen meteorolojik olaylar ve elemanlar gemilerde yapılan gözlemlerde

de ölçülür. Tek fark gemilerin hareketli olmalarıdır. Ölçülen değerler geminin bulunduğu yerin enlem ve boylamı ile birlikte bildirilir.



c) Yüksek Seviye Gözlemleri

Atmosferin üst tabakaları için gözlem yapan istasyonlarda radyo vericili gözlem aleti, hidrojen veya benzeri hafiflikte gazla doldurulmuş bir balona bağlanarak atmosfere bırakılır. Bu balonlarla 30-40 km yüksekliğe kadar çıkabilen ölçüm cihazı, belirli basınç seviyelerinin yüksekliğini, bu seviyelerdeki sıcaklık ve nemi, rüzgar yön ve şiddetini ölçerek radyo sinyalleri ile yer istasyonuna gönderir. Bu işlem 00:00 ve 12:00 UTC (Coordinated Universal Time)'de olmak üzere günde iki kez tekrarlanır. Türkiye'de 7 ve dünyada 1000 meteoroloji istasyonu tarafından yapılmaktadır.



d) Radar Görüntüleri

Radar, "Radio Detection and Ranging" kelimelerinden derlenmiştir. Uzak mesafelerdeki objeleri, nesnelere belirlemek ve onlara doğru gönderilen radyo enerjisinin geri yansıtılmasının alınması ve radar ile obje arasındaki mesafelerini belirlemede radar kullanılır. Meteorolojide, radar ile yağış ve bulutlar, geri dönen elektromanyetik sinyallerin kuvvetlerinin ölçülmesiyle sağlıklı bir şekilde belirlenebilir. Sistem, bir vericiden, dar bir radyo dalgası göndermek ve genellikle tıpkı verici gibi aynı anten sistemini kullanan bir alıcı yardımıyla nesneden yansıtılan sinyali almaktan oluşur.

ve geri dönüşü arasında geçen zamandan hesaplanarak bulunur. Aynı şekilde hedefteki nesnelere katot ışın tüpünde gözle görülür hale getirilebilir.



Radarlar meteorolojide iki türlü kullanım alanına sahiptir:

Nowcasting (Kısa Vadeli Hava Tahmini): Toplumaya yönelik 0-4 saatlik kısa vadeli hava tahminidir. Radar operasyon merkezinde gerçek zamanlı olarak toplanan data işlenerek yaratılan ürünler, yine gerçek zamanlı olarak hava tahmin merkezlerinin kullanımına sunulur. Radarın kaplama alanı birkaç 100 km ile sınırlı ve hava kütlelerinin hareketi genel olarak ortalama 50 km/saat (kış mevsiminde daha hızlı-yaz mevsiminde ise daha yavaştır) olması itibarıyla radar en fazla birkaç saat ilerisinin yağışını görebilir. Bundan dolayı uzun vadeli hava tahminleri için radar uygulamaları sınırlıdır. Ancak civarda çok çabuk şiddetli hava değişimleri olduğu zamanlarda ihbar yayınlamada oldukça faydalıdır. Bu şekilde fırtına ihbarı radar ile izlenerek yapılmaktadır.

Warning (Uyarı): Kamuda doğal felaketlere sebep olabilecek şiddetli hava olaylarının yerinin ve şiddetinin tespit edilmesidir. Bu olaylar:

- Şiddetli yağışlar ve sonucunda oluşan seller ve taşkınlar
- Microburst (Mikro patlama)-Macroburst (Makro patlama)
- Wind Shear (Rüzgar kesmesi), Türbülans
- Kuvvetli fırtınalar, Hortum, Kasırga
- Gust Front (Hamle cephesi)

C Band Doppler Meteorolojik Radarı tarafından verilebilecek hizmetler ise şunlardır:

- Herhangi bir noktaya herhangi bir anda kaç mm yağış düştüğü, belirli bir periyottaki toplam yağış miktarı,
- Yağış başladıktan sonraki 30-60 dakikalık süre içerisinde ne kadar daha yağışın düşeceğini tahmini,
- Herhangi bir noktada ve herhangi bir anda yağış tipinin ne olduğu (120 km doppler modunda) ve bu yağışlı sistemin hangi yöne doğru hareket edeceği,
- Herhangi bir noktada ve anda, rüzgar bileşenlerinin zamansal, alansal ve vektörel olarak tespiti,

- Hava alanlarında ve uçuş bölgelerinde uçakların kalkış ve inişlerinde önem taşıyan wind shear'i, microburst-macroburst ile kuvvetli rüzgarların büyüklüklerini alansal ve zamansal olarak tespit edebilmek,
- Soğuk ve sıcak cephe hareketlerinin ve konumlarının sürekli olarak izlenmesi,
- Orman yangınlarının tespiti,
- Kamuda can ve mal kaybına neden olan sel ve taşkın afetlerinin önceden tahmin edilmesi,
- Hava kirliliğinin yoğun olduğu yerlerin tespiti,
- GAP ve bunun gibi büyük tarım alanlarında sulamanın etkin yapılmasına destek olunması
- Dolu önleme çalışmaları,

Ülkemizde sel ve taşkınlar açısından risk oranı oldukça yüksek olan bölgeler bulunmaktadır. Bunun temel nedenlerinden biri ve en önemlisi, bu bölgelerin topoğrafik yapısıdır. Bu bölgelere düşen yağışlar topoğrafik yapıya, toprak yapısına ve yağış miktarına bağlı olarak hızla akışa geçmekte, sel ve taşkınlara neden olabilmektedir.

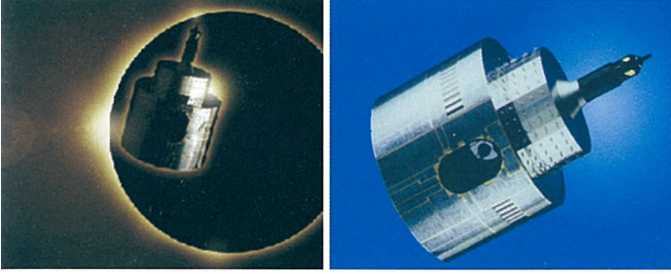
Klasik gözlem ağı ile düşen yağış miktarını sağlıklı olarak ölçebilmek ve de bu yağışlar sonucunda oluşabilecek taşkın ve selleri önceden tahmin edebilmek mümkün olmamaktadır. Bu nedenle sel ve taşkınlar açısından riskli bölgelere düşebilecek yağış miktarını önceden tespit edebilecek ve bu yağışlar sonucunda oluşabilecek olayları önceden tahmin edebilecek erken uyarı sistemlerini oluşturmak açısından meteoroloji radarlarının kullanılması dünyanın bir çok ülkesinde olduğu gibi ülkemiz için de kaçınılmaz olmuştur.

Geçtiğimiz yıllarda ülkemizde meydana gelen seller ve taşkınlar can kayıplarıyla birlikte önemli hasarlara ve dolayısıyla büyük ekonomik kayıplara neden olmuştur. Batı Karadeniz sel felaketinin ardından Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü (DMİ), ülkemizde meydana gelebilecek doğal afetlere karşı erken uyarı sistemini uygulayabilmek için tüm Türkiye'yi meteorolojik hava radarları ağı ile kaplamayı planlamaktadır. Bunun ilk adımı olarak 22 Haziran 2000 tarihinde Ankara Elmadağ'da (39° 47' 53" N enlemi, 32° 58' 15" E boylamında bulunan 1807 m rakımlı) C Band, Doppler Meteoroloji Radarı hizmete girmiştir. Elmadağ Radarı dual polarizasyon özelliğine sahip, yüksek teknoloji ürünüdür. Meteorolojik araştırmalar için kullanılmaktadır.

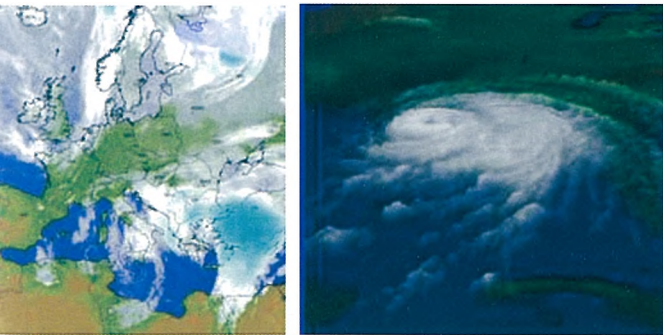
DMİ Genel Müdürlüğü, Dünya Bankası tarafından sağlanan kredi desteğiyle Türkiye Acil Sel ve Deprem İyileştirme Projesi (TEFER) kapsamında öncelikli olarak Türkiye'nin kuzeybatı bölgesini kapsayacak şekilde Zonguldak (41 10 55 N enlemi, 31 47 54 E boylamı), İstanbul (41 20 30 N enlemi, 28 21 30 E boylamı), Balıkesir (39 44 26 N enlemi, 27 37 10 E boylamı)'de 3 adet Doppler Meteoroloji radarını da Mart 2003 yılında işletmeye almıştır.

e) Uydü Görüntüleri

Uydular hava olaylarını küresel olarak inceleme olanağı sağlar ve dünya çevresindeki yörüngelerinde hareket ederken, sensörleri (radyometre) tarafından kaydedilen verileri belirli aralıklarla yer istasyonlarına gönderirler. Uyduların en önemli özelliklerinden birisi de, yer gözlem istasyonlarının kurulamadığı ve böylece verilerin toplanamadığı okyanus, çöl, dağlık alanlar, kutup bölgeleri vs gibi çok geniş alanlardan meteorolojik bilgilerin elde edilmesidir.



Tüm uyduların uzaktan algılama sistemleri cisimler tarafından yansıtılan ve cisimlerin vücut sıcaklığına bağlı olarak yaydıkları elektromanyetik radyasyonun, uzaya yerleştirilen platformlar (uydu) üzerinde bulunan radyometreler tarafından ölçülmesi (pasif algılama) ve radar (aktif algılama) sistemlerine dayanır. Bulutluluk, ozon miktarı ve konsantrasyonu, buzul alanlarının, atmosferik sıcaklık ve nem profillerinin, yağış miktarının tespiti, kara ve deniz yüzeyi sıcaklıklarının belirlenmesi pasif algılamaya, okyanus dalga boyu, dalga yüksekliklerinin ve deniz yüzeyi rüzgar hızı ve yönünün tespiti aktif algılamaya örnek teşkil etmektedir. Meteorolojik amaçlı uydular (METEOSAT, GOES, GMS, NOAA, MSG vs.) pasif algılama yöntemlerini kullanırken, ERS-1 gibi uydular aktif algılama yöntemlerini kullanmaktadır.

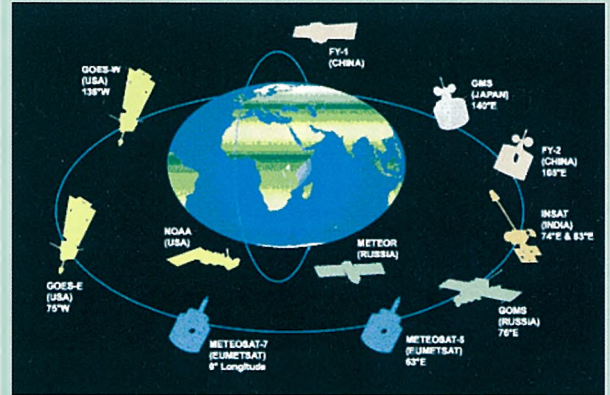


Meteorolojik uydular yörüngelerine göre temel olarak iki kısma ayrılırlar:

1) *Geostationary (Sabit Yörüngeli) Uydular:* Ekvator üzerinde 36.000 km yükseklikte bir yörüngede bulunup, dünyanın dönüş hızıyla aynı hıza sahip bulunduğundan dünya ile göreceli olarak aynı konumda kalmaktadır. Sabit yörüngeli uydular bulunduğu yerde dünyanın görüntüsünü yaklaşık olarak 4-5 km çözünürlükte, kuzey ve güney yarım kürelerinde 65 enlem dereceleri arasında alırlar.

2) *Polar (Kutupsal Yörüngeli) Uydular:* Yaklaşık olarak 850 km yükseklikte. Güneşe göreceli olarak sabit bir pozisyonda bulunmaktadırlar ve sürekli olarak ekvator üzerinden yerel saatle aynı zamanda geçmektedirler. Kutupsal yörüngeli uydular dünya üzerindeki dönüşlerini 1 saat 42 dakikada tamamlamakta ve dünya üzerindeki herhangi bir noktadan 12 saatte bir geçmektedir.

Sabit ve kutupsal yörüngeli uydular ile dünya üzerindeki herhangi bir noktanın 6 saatlik aralıklarla günde 4 defa görüntüsü alınabilmektedir. Bunun yanında bu yıl başından itibaren her yarım saatte bir MSG görüntüleri alınmaya başlanmıştır.



Meteorolojik ekipmanla donatılarak uzaya fırlatılan ilk uydü Vanguard-2 olup, 17 Şubat 1959'da uzaya fırlatılmıştır. ABD Ordu Araştırma Sinyal Laboratuvarı tarafından geliştirilen Vanguard-2 bugünkü görüntüleme radyometrelerine çok benzer olan lenslerinin arkasında bir çift fotosele sahipti ve uydunun yörüngesinde dönmesi sırasında dünya görüntüsünü tarayarak visible kanaldan vereceği varsayıldı. Ne yazık ki, uydü kendi ekseninde salınarak daların kullanışsız hale gelmesine neden olan çapraşık ekran çizgileri oluşturdu.

Uydü meteorolojisine bütünüyle adanan ilk uydü 1 Nisan 1960'da fırlatılmıştır. 22. defa başarılı bir şekilde fırlatılan uydü olan TIROS-1 (Televizyon ve İnfrared Gözlemsel Uydusu), şapka kutusu şeklinde yaklaşık 57 cm yüksekliğe ve 107 cm çapına sahipti. Kütlesi 120 kg idi.

f) Otomatik Gözlem İstasyonu Bilgileri

Otomatik istasyonlar, ölçülen ve hesaplanan çeşitli meteorolojik parametrelerin belirli formatlarda meteorolojik mesajlara dönüştürülmesi işlemini yaptıkları gibi, yine bu bilgilerin belirli formatlarda saklanması, grafiklere dönüştürülmesi ve yazıcılarda yazdırılması işlerini de yaparlar. Böylece, herhangi bir bilgi kaybı olmaksızın, meteorolojik parametrelerin sürekli olarak ve en doğru şekilde elde edilmesi sağlanmış olur.

Komple bir gözlem seti olan, Otomatik Meteoroloji Gözlem İstasyonları genel olarak şunlardan oluşur:

- Sensörler ve sensör ara yüzleri
- Veri toplama ünitesi
- Merkezi kontrol ve işlem ünitesi
- Görüntüleme ünitesi
- Haberleşme ara yüzleri
- Güç kaynakları



Otomatik gözlem sisteminin avantajları:

- Gözlemlerde standardizasyon
- Parametrelerin gündüz ve gece sürekli ölçülebilmesi
- Daha fazla doğruluk
- Daha fazla güvenilirlik
- Yüksek hassasiyet
- Daha fazla veri toplama
- Farklı parametrelerde değişik örnekleme aralığı tanımlayabilme
- Kişisel hataların ortadan kaldırılması
- Veri toplama ve raporlamada otomatik kalite kontrol
- Otomatik mesaj üretme ve iletme
- Meteorolojik verilerin görüntülenmesi
- Data arşivine lokal ve uzaktan erişme
- Çevre şartlarından etkilenmeme

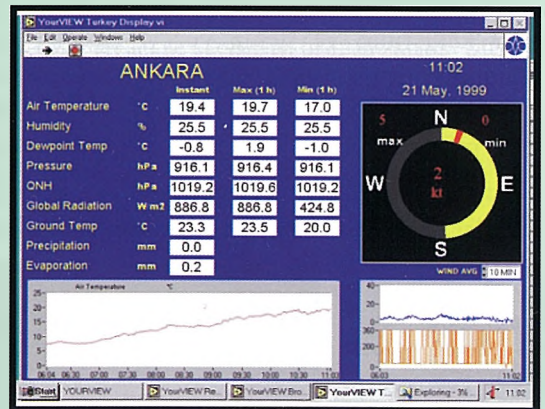
Otomatik olarak ölçülen parametreler şunlardır:

- Rüzgar hızı
- Rüzgar yönü
- Hava sıcaklığı
- Nispi nem
- Yağış
- Hava basıncı
- Güneş radyasyonu
- Bulut yüksekliği
- Görüş mesafesi (MOR)
- Pist sıcaklığı



Ölçülen parametreler kullanılarak, elde edilen parametreler:

- Islak termometre sıcaklığı
- İşba sıcaklığı
- Buhar basıncı
- Buharlaştırma
- Difüz radyasyon
- Güneşlenme süresi
- Pist görüş mesafesi (RVR)



DMİ kontrolündeki otomatik istasyon sayısı 230 adet olup, bunların 206 adedi klimatolojik ve sinoptik amaçlı, 24 adedi uçuculuk amaçlı (hava alanlarında) kullanılmaktadır.

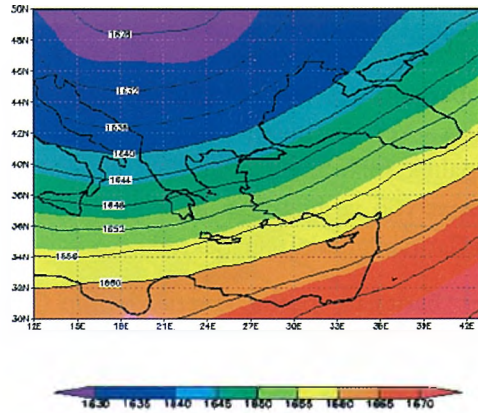
g) Sayısal Hava Tahmin Bilgileri

Atmosferin durumunu gösteren değişkenlerin (sıcaklık, rüzgar, nem ve basınç) zamana ve yere bağlı değişimlerini ifade eden denklemlerin (hareket, termodinamik, süreklilik, hidrostatik eşitlik) matematik çözümleri yapılarak gelecekteki durumu tahmin etme işlemine "sayısal hava tahmini" denilir.

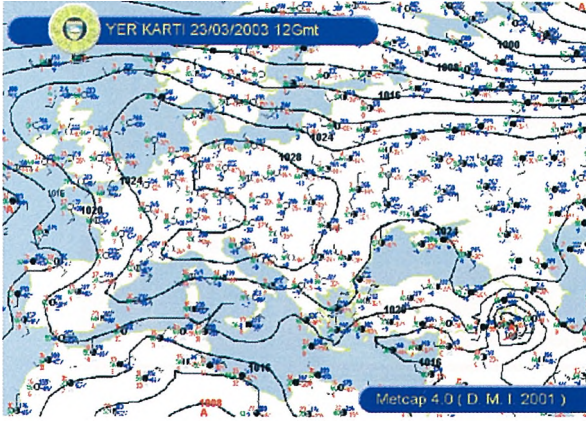
1-Kısa Vadeli (0-48 saatlik) Hava Tahmin Bilgileri

a) *Eta/NCEP Modeli*: İlk çalışmaları 1972'de Prof. F. Mesinger tarafından başlatılmış olan Eta Modeli UB (Belgrat Üniversitesi -Yugoslavya)/NCEP (ABD) işbirliği ile Prof. F. Mesinger ve Prof. Z. Janjic tarafından geliştirilmiştir. Günlük kısa vadeli (48 saatlik) hava tahminlerinde bu modelin ürünlerinden yararlanılmaktadır. Eta modeli dünya çapında yirmiden fazla merkezde günlük hava tahminleri ve araştırma amaçlı olarak kullanılmaktadır. Bunlardan başlıcaları şunlardır: ABD, Yugoslavya, Türkiye, İtalya, Yunanistan, Romanya, Mısır, Güney Afrika, Kore ve Brezilya. Günlük kısa vadeli (48 saatlik) hava tahminlerinde bu modelin ürünlerinden yararlanılmaktadır.

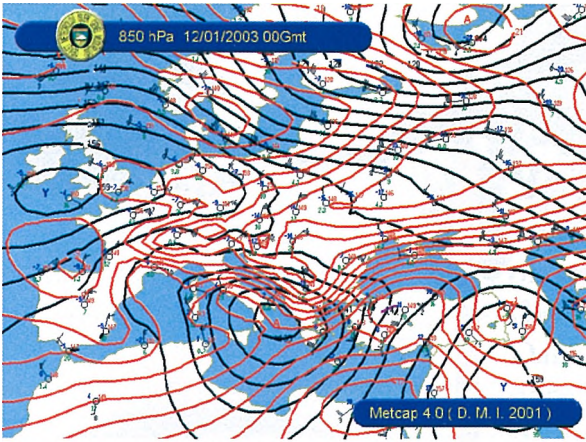
100mb Geopotansiyel Yükseklik t+0 05 SEP 2001 00Z



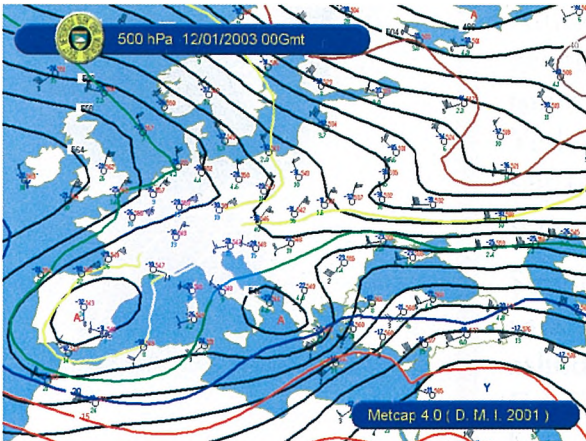
ve Azami Rüzgar) işlenerek eşyüksekti ve eşsıcaklık eğrileri oluşturulur. Bu analizler sonucunda alçak ve yüksek merkezler ile soğuk ve sıcak karakterli alanlar tespit edilir.



Yer haritası



850 hPa haritası



500 hPa haritası

Tahmin

Bugünün bilimsel hava tahmini, yer ve yüksek seviye haritaları kullanılarak ileriye dönük tahminler yapmayı amaç edinen sinoptik meteoroloji

kavramının temel esasları üzerinde gelişti.

Yer ve yüksek seviye haritaları atmosferin fiziksel elementlerinin uzaydaki dağılımını gösterir. Bu dağılımın olduğu yer, atmosferik alan diye isimlendirilir. Atmosferik alan yerçekimi ve dünyanın dönüşünden etkilendiği gibi hassas termal hareketleri de yansıtır. Teorik olarak gelecekteki hava şartları dinamiğin kullanımıyla doğrudan tahmin edilebilir. Yani atmosferin halihazır şartları verildiğinde gelecekteki bir durumu belirlemek için tahmin yapmanın en bilimsel yolu, atmosferik hareketleri açıklayan termodinamik ve hidrodinamik denklem sistemlerinin uygulanmasıdır. Fakat bu denklemlerin yapısı ve açıkladığı işlemlerin karmaşıklığı net bir analitik çözüm elde edilmesini zorlaştırır. Bu nedenle hava tahmini yapılırken bazı detaylı teknikler uygulanır. Bu teknikler atmosferik faaliyetin teorik ve deneysel karakteristiklerinin bir modellemesidir.

Yapılan analizler son defa bütün uzman ve tecrübeli personelin katıldığı meteorolojik brifingde tekrar değerlendirilir. Sabah, öğle ve akşam olmak üzere günde üç defa yapılan bu brifinglerde yağış alanları, yağışın etki süreleri ve şiddeti ile hava sıcaklıklarındaki beklenen değişimler değerlendirilerek raporlar oluşturulmaktadır.

Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nde hava tahmini amaçlı 11 değişik rapor hazırlanır;

1) *Sabah Hava Tahmin Raporu*: Periyodu 12 saat olan bu rapor, her sabah saat 07:00'da hazırlanır. Raporda tüm yurdun genel hava durumu, bazı illerin ölçülen en düşük hava sıcaklıkları ve o gün beklenen en yüksek hava sıcaklıklarına ait tahmin bilgileri bulunur.

2) *Öğle Hava Tahmin Raporu*: Periyodu 24 saat olan bu rapor, her gün öğlen 14:00'de hazırlanır. Raporda tüm yurdun genel hava durumu, bazı illerde o gün beklenen hava durumu ve en yüksek hava sıcaklıkları, son 24 saatte ölçülen yağış miktarları, yaz mevsiminde deniz suyu sıcaklıkları, kış mevsiminde kar kalınlıkları ile denizlerimize ait tahmin bilgileri bulunur.

3) *Akşam Hava Tahmin Raporu*: Periyodu 24 saat olan bu rapor, her gün 18:00'de hazırlanır. Raporda tüm yurdun genel hava durumu, bazı illerde o gece

beklenen en düşük ve ertesi gün beklenen en yüksek hava sıcaklıklarına ait tahmin bilgileri bulunur.

4) *3 Günlük Hava Tahmin Raporu:* Tüm illerimizin ve bazı dış merkezlerin önümüzdeki 3 gün boyunca beklenen hava durumları ile o günlere ait tahmin edilen en düşük ve en yüksek hava sıcaklık bilgileri bulunmaktadır. 3 günlük hava tahmin raporu her gün 10:00'da hazırlanır.

5) *TV Bölgeler Hava Raporu:* Coğrafi bölgelerimizin hava durumları ile bütün illerin gece en düşük ve bir sonraki günün en yüksek hava sıcaklık tahminleri yanında yurtdışından 53 merkezin hava durumu ve en yüksek hava sıcaklığı tahminleri bulunur. Periyodu 24 saattir. Her gün 18:00'de hazırlanır.

6) *Basın Raporu:* Coğrafi bölgelerimizin hava durumları ile bütün illerin gece en düşük ve bir sonraki günün en yüksek hava sıcaklık tahminleri yanında yurtdışından 53 merkezin hava durumu ve en yüksek hava sıcaklığı tahminleri ile denizlerimize ait rüzgar tahmin bilgileri bulunur. Periyodu 24 saattir. Her gün saat 10:00'da hazırlanır.

7) *Haftalık Hava Tahmin Raporu:* Yurtta bir hafta boyunca beklenen hava durumunun günlük olarak harita üzerinde gösterildiği bu rapor, her sabah saat 10:00'da hazırlanır. Ayrıca haritaların metine dönüştürülmüş şekli de hazırlanmaktadır.

8) *3 Günlük Rüzgar Tahmini:* Tüm yurtta önümüzdeki 3 gün boyunca beklenen rüzgar yön ve hız tahminleri günlük olarak harita üzerinde gösterilmektedir. Her gün Türkçe ve İngilizce olarak hazırlanır.

9) *Deniz Tahmin Raporu:* Tüm denizlerimize ait hava durumu, rüzgar yön ve hızı, dalga yüksekliği bilgileri bulunur. Her gün 06:00 ve 18:00'de olmak üzere iki defa Türkçe ve İngilizce olarak hazırlanır.

10) *Denizlerimizde 3 Günlük Tahmin Raporu:* Tüm denizlerimize ait hava durumu, rüzgar yön ve hızı, dalga yüksekliği bilgileri günlük olarak harita üzerinde gösterilmektedir.

11) *Meteorolojik Uyarı:* Beklenen, gelişmekte olan, halihazırda devam eden, uydu görüntülerinde veya radar ekranında görülen kuvvetli hava olayları hakkında yer ve zaman belirterek hazırlanan özel

hava raporlarıdır. Uyarıyı gerektirecek meteorolojik olaylar; etkili ve şiddetli sağanak yağış, fırtına, aşırı soğuk ve sıcak hava dalgaları, kuvvetli dolu, etkili kar yağışı, hortum ve tornadolar, kuvvetli don ve buzlanma, yoğun sis, aşırı yağışın neden olacağı su baskını, sel, heyelan ve taşkın, uzun sürecek yağışlı veya yağışsız periyotlardır.

Kırmızı Alarm: Küresel Isınma

Yeryüzündeki tüm yaşam biçimleri için vazgeçilmez bir ortam olan atmosfer, birçok gazın karışımından oluşmaktadır. Atmosferi oluşturan ana gazlar, azot (% 78.08), oksijen (% 20.95) ve argondur (% 0.93). Daha küçük bir orana sahip olmakla birlikte, dördüncü önemli gaz ise karbondioksittir (% 0.03). Atmosferdeki birikimleri çok az olan diğer öteki gazlar ise, atmosferin kalan bölümünü oluşturur. Atmosferdeki gazlar gelen güneş ışınımına karşı geçirgen, buna karşılık geri salınan uzun dalgalı yer ışınımına karşı daha az geçirgendir. Bu nedenle Yerküre'nin beklenenden daha fazla ısınmasını sağlayan ve ısı dengesini düzenleyen bu doğal süreç sera etkisi (Şekil-1) olarak adlandırılmaktadır ⁽¹⁾.

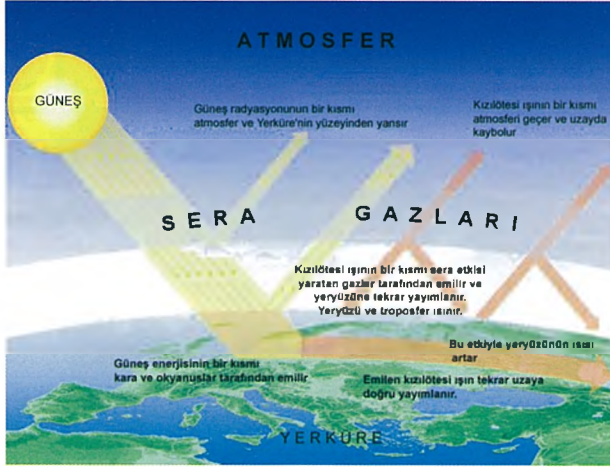
Şimdilerde birçok kişinin endişe ettiği sera etkisi yaratan gazların atmosferdeki yoğunluklarının artışı, aslında 250 yıl öncesine kadar dayanmaktadır. Fabrikalarımız, güç istasyonlarımız ve arabalarımız kömür ve petrol ürünlerini yakmakta ve yoğun bir karbondioksit akışı oluşturmaktadır. Çöplerin çöplüklerde çürümeye bırakılmasıyla ve büyük kitleler halinde yetiştirilen büyük baş hayvanlar sonucunda milyonlarca ton metan gazı atmosfere karışmaktadır.

Zeynep Önal

Ankara Üniversitesi
Mühendislik Fakültesi
Jeoloji Mühendisliği Bölümü
Tektonik Araştırma Grubu
Ankara

zonal@eng.ankara.edu.tr

Ayrıca günümüzde hemen hemen her mahsülde kullandığımız nitrojen bazlı gübreler çözünerek atmosfere nitrojen oksit bırakmaktadır. 20.000 yıl önceki buz devrinde dünya sadece bugünkünden 5°C daha soğuktuktu. O zamandan günümüze kararlı olmamakla birlikte sıcaklık değerleri şimdiki değerlerine ulaşmıştır. Buda yaklaşık 4,000 senede 1°C lik bir artış demektir. Ancak günümüz küresel ısınma senaryoları önümüzdeki yıllarda bu durumun normal hesaplamalar değerinde olmayacağını ve artacağını öngörmektedir⁽³⁾.



Şekil-1. Sera etkisinin şematik gösterimi⁽²⁾

Küresel Isınma ve Sera Etkisi

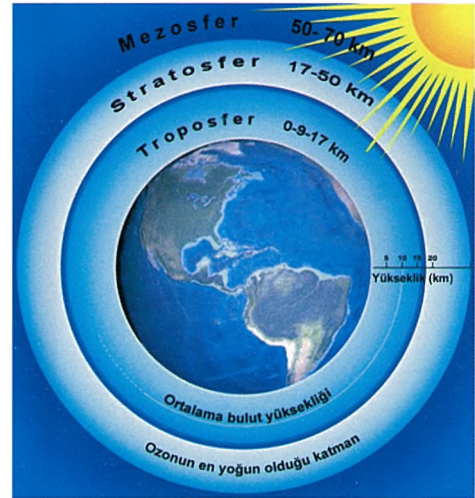
Küresel ısınma, başka bir anlamda Yerküre'nin dış kısmının ısınması, güneşle başlar. Güneş lekeli aktivitelerinden kaynaklanan küçük nispi dalgalanmalar dışında, yeryüzüne ulaşan güneş radyasyonu miktarı yüzyıldan yüzyıla tam olarak sabittir. Eğer atmosferin ulaşmadığı bir bölgeye, birkaç yıl boyunca güneş ışınlarına dik gelecek şekilde düz bir yüzey tutulursa, her metrekaresine 1368 Watt enerji düşmektedir. Bütün bu enerji Yerküre tarafından emilmemektedir. Yeryüzüne ulaşan toplam güneş enerjisinin yaklaşık %30'u bulutlar, aerosol (atmosferdeki asılı partiküller), yeryüzü ve okyanus yüzeyi tarafından uzaya geri yansıtılmaktadır. Geriye kalan %70 ise kara ve okyanuslar tarafından emilir. Emilen bu ışık mor ötesi ve güneş radyasyonu şeklindedir. Emilen bu güneş enerjisi gezegenimizin yüzeyini ve atmosferini ısıtarak, Yerküre'deki yaşamı mümkün kılar. Fakat enerji sonsuza kadar yeryüzü ortamında kalmaz. Eğer öyle olsaydı, yeryüzü giderek ısınacak ve güneş ısısını geçecekti. Bunun yerine kayalar,

hava ve deniz ısınarak termal radyasyonun bir kısmını emerler. Bu termal radyasyon tekrar uzaya doğru hareket ederek yerküreden ayrılır ve yeryüzünün soğumasını sağlar. Fakat bu radyasyon, yerküreden ayrılırken atmosferde bulunan su damlacıkları, karbondioksit ve diğer sera etkisi yaratan gazlar tarafından emilir ve sonra yeniden Yerküre'ye doğru yayımlanır. Tüm bu geri emilme aşaması yaratıcıdır⁽³⁾.

Peki, sera etkisini bu kadar önemli kılan nedir? Eğer doğal sera etkisi olmasaydı, alt atmosferin sıcaklığı ortalama -18 °C olacaktı; fakat bu etkiyle beraber sıcaklık şu an 15°C'dir, yani arada 33°'lik bir fark vardır. Çoğunlukla su buharı ve karbondioksit atmosferde sera etkisine sebep olmaktadır. Fakat sera etkisinden en fazla sorumlu olan su buharıdır. Ancak karbondioksitte bir o kadar önemlidir⁽⁴⁾.

Küresel Isınmanın Dünya Üzerindeki Etkileri

Yerküre'nin atmosferi birçok farklı katmandan meydana gelmektedir. Bu katmanlardan yeryüzüne en yakın olanı, yaklaşık yeryüzünden 10 km yükseklikte bulunan troposferdir ve sera etkisi troposferde gerçekleşir. Troposferin üzerinde ise stratosfer bulunur ve yüksekliği 10 ile 50 km arasındadır (Şekil-2)⁽⁵⁾.

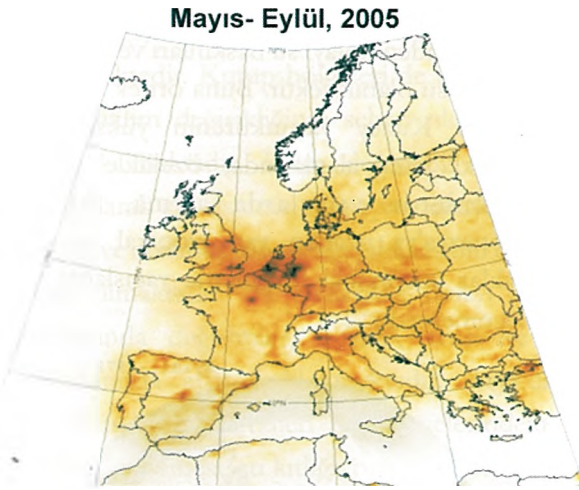


Şekil-2. Sera etkisi atmosferin katlarından biri olan troposferde meydana gelmektedir⁽⁵⁾

Atmosferde buldukları yere göre farklı karakteristik özellikler gösteren ozonun yaklaşık %90'ı yeryüzünden itibaren 10-40 km arası yükseklikte ve stratosfer tabakasında bulunur. Bu bölgedeki ozonun özelliği; tüm canlı varlıkları,

doğal kaynakları ve tarımsal ürünleri olumsuz yönde etkileyen ultraviyole (UV) ışınlarını absorbe etmesidir. Ozon yoğunluğunun ultraviyole ışınlarını tutma görevini yapamayacak kadar azalması "ozon tabakasının delinmesi" olarak adlandırılmaktadır. Ozon tabakasının incilmesi; UV-B radyasyonunun artmasına, insanların bağışıklık sistemlerinin zarar görmesine, görme bozukluğuna, deri kanserine ve deniz ekosisteminin temel besin kaynağını oluşturan planktonların yok olmasına yol açmaktadır⁽⁷⁾.

Ozon tabakasının incelmeye hatta delinmesine yol açan en önemli faktör çeşitli amaçlar için üretilen kloroflorokarbonlar (CFC)'dir. Kloroflorokarbon ihtiva eden maddelerin başında klor türevleri, plastik köpükler (strafor), spreyleyler, aerosoller ve yangın söndürücüler gelmektedir (Şekil-3)⁽⁷⁾.



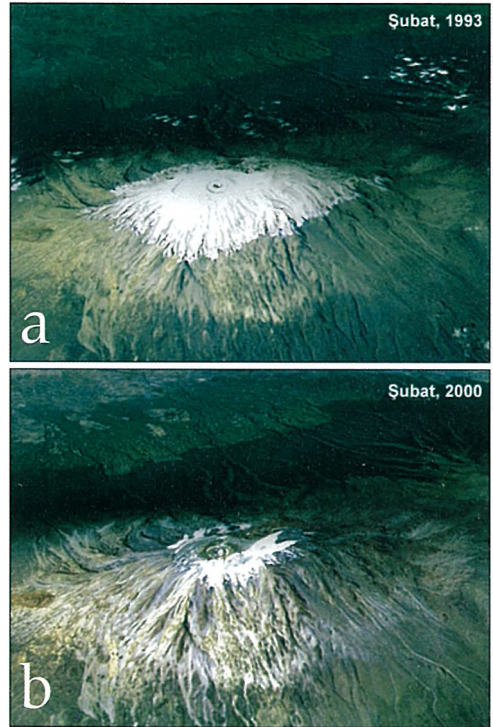
Şekil-3. Avrupa haritasının Mayıs-2005 ve Eylül-2005 tarihleri arasındaki hava kirliliği haritası. Koyu kırmızı bölgeler hava kirliliğinin yoğunlaştığı yerleri temsil etmektedir. Hava kirliliğine ve ozon tahribatına yol açan en önemli faktör kloroflorokarbonlardır⁽⁸⁾

Bilim adamları, devam eden küresel ısınmanın ozon tahribatını hızlandıracağından ve stratosferik ozonun tükeneceğinden endişe etmektedirler. Bunun nedeni, küresel ısınmaya neden olan sera etkisi yaratan gazların oranının artmasıyla beraber troposferi bir örtü gibi örterek stratosfere sıcaklık iletimini engellemesi ve stratosferin daha soğuk olmasına neden olmasıdır. Diğer bir değişle küresel ısınma nedeniyle soğuyan stratosfer ozon tahribatını daha kötü hale getirebilir⁽⁹⁾.

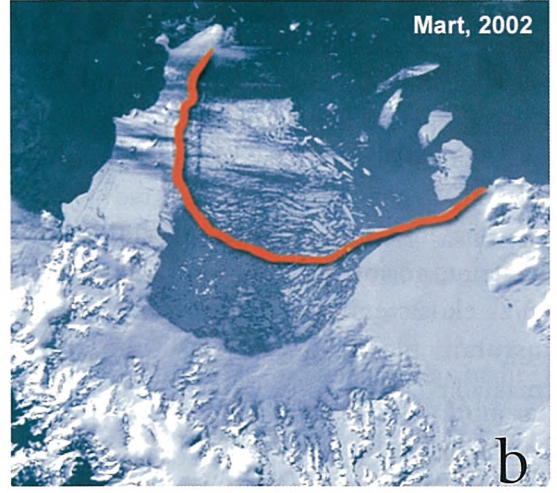
Hükümetler Arası İklim Değişikliği Paneli'nde

(IPCC) belirtilen hesaplara göre; geçen yüzyılda sıcaklığın 0.4 °C ile 0.8 °C arasında yükselmiş olması deniz seviyesinin 0.1 ile 0.2 metre arasında yükselmesine yol açmıştır. Buzullarda yapılan araştırmalar, dünyanın kıtasal buzul seviyesinde kararlı bir düşüş olduğunu göstermektedir. Bütün bu veriler bir araya geldiğinde görülmektedir ki geçen yüzyılda dünyamız, 1000 yıl içerisindeki en yüksek sıcaklık artışını göstermiştir. Okyanus yüzeyinin sıcaklığının artması, muhtemelen El Nino benzeri olaylarda artış sağlayacaktır⁽³⁾.

Bunun dışında deniz seviyesini yükselten bir diğer faktör de küresel ısınmaya bağlı, buzulların ve dağ zirvelerindeki buz örtülerinin erimesidir. Örneğin Afrika'nın en yüksek dağı olan Klimanjero Dağı'nın üstündeki buz örtüsünün yaklaşık 1/3'ü, geçen 12 yıl içerisinde kaybolmuş ve 1912'den bu yana %82'si ortadan kalkmıştır (Şekil-4). Bunun dışında masif Antarktika buz tabakaları büyük bir hızla denizin içine çökmekte (Şekil-5) ve Arktik Okyanusu (kuzey kutbu buz örtüsü) incelmektedir⁽⁹⁾.



Şekil-4. Küresel ısınmaya bağlı olarak Klimanjero Dağı'nın zirvesindeki buz örtüleri ortadan kalkmış ve uzun zamandan beri ilk defa zirvedeki volkanik krater görünür hale gelmiştir. Şekil-4a'da 17 Şubat 1993'de çekilmiş olan uydu görüntülerinde Klimanjero Dağı'nın zirvesindeki buz örtüleri oldukça belirgindir fakat Şekil-4b'de 21 Şubat 2000'de çekilmiş olan uydu görüntülerinde zirvedeki buz örtülerinin eridiği ve volkanik kraterin ortaya çıktığı açık bir şekilde görülmektedir⁽¹⁰⁾



Şekil-5. Antarktika'nın uydudan çekilmiş görüntüleri. Şekil-5a: Ocak 2002 yılındaki görüntüsü. Şekil-5b: Mart 2002 yılındaki görüntüsü. Kırmızı çizgi buzulun erimeden önceki halini belirtmektedir. ⁽¹¹⁾

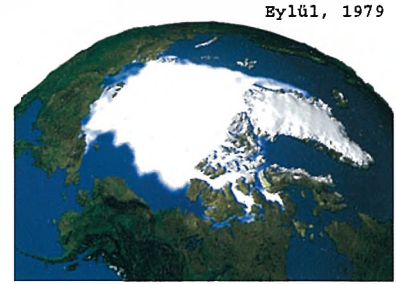
Arktik'teki ve Antarktika'daki buzulların erimesi deniz seviyesi yükselimine önemli ölçüde katkı sağlamaktadır. Özellikle deniz seviyesi yükselimi ada halkları için büyük risk taşımaktadır (Şekil-6). Bunun dışında Arktik'te incelme, küçülme ve çatlaklar oluşmaya başlamıştır. Eğer bu küçülme bu şekilde devam ederse yüzyılın sonunda Arktik buzdan kurtulmuş olacaktır (Şekil- 7) ⁽¹²⁾.



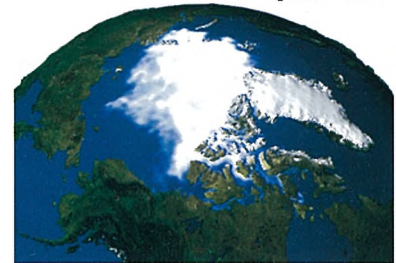
Şekil-6. Küresel ısınmaya bağlı olarak Arktik ve Antarktika'daki buzulların erimesi deniz seviyesinin yükselmesine neden olmaktadır. Deniz seviyesindeki bu yükselme rakımı düşük adalar ve ada halkları için büyük risk taşımaktadır ⁽¹³⁾

Pasifik okyanusu kıyılarında gözlenen El Nino ve La Nina olayları, dünyanın herhangi bir bölgesinde meydana gelen iklim olaylarının diğer bölgeler üzerinde de ne denli etkili olabileceğinin en önemli kanıtlarından biridir. Türkiye gibi tropiklerin dışındaki pek çok ülke için El Nino yıllarının tahmini tarım alanlarının planlanması, su kaynaklarının yönetimi, tahıl, petrol ve doğal gaz stoklarının belirlenmesinde büyük önem taşımaktadır ⁽¹⁴⁾.

İklim sistemini büyük oranda etkileyen küresel ısınmaya bağlı olarak, orta ve yüksek enlemlerde toplam yağışlarda artışlar beklenmektedir (10 yılda %0,5-%1). Fakat yağışların süre ve şiddetinin değişmesinden dolayı su baskınları veya kuraklıklar söz konusu olabilecektir. Buna örnek olarak genel anlamda Kuzey yarımkürenin yüksek enlemlerindeki kara alanlarında, özellikle de soğuk mevsimlerde yağışlarda artma, Afrika'dan Endonezya'ya uzanan yarı tropikal ve tropikal kuşaklar üzerindeki bölgelerde yağışlarda azalma gözlenmektedir ⁽¹⁾.



Eylül, 1979



Eylül, 2003

Şekil-7. Kuzey kutbundaki Arktik buz kütesinin küçülmesi deniz seviyesinin yükselmesine katkıda bulunmakta ve eğer bu küçülme bu şekilde devam ederse Arktik'in buzdan kurtulması beklenmektedir. Şekilde Arktik'in 1979 ve 2003 yılındaki yayılımı gözükmektedir. Buz kütesindeki küçülme oldukça belirgindir ⁽¹⁵⁾

Küresel Isınma Bölgesel Farklılık Gösteriyor Mu?

Gözlemler, ortalama yüzey sıcaklığında gözlenen küresel ısınma eğiliminin, dünya üzerinde eşit bir coğrafi dağılışı göstermediğini ortaya koymaktadır ve bölgesel farklılıklar belirgindir. Uzun süreli ısınma eğilimi, Kuzey 40 ve 70 enlemleri arasındaki anakaralarda en fazladır. Buna karşılık, Atlas Okyanusu'nun kuzeyinde ve içerisinde Türkiye'nin de yer aldığı Doğu Akdeniz ve Karadeniz havzalarında, özellikle son 20 yıllık dönemde, ortalama yüzey sıcaklıklarında bir soğuma eğilimi egemen olmuştur⁽¹⁾.

Bölgesel olarak baktığımızda Afrika kıtasında çok yaygın bir şekilde görülen açlık ve kuraklık nedeniyle iklim değişikliği şiddetli bir şekilde etkisini göstermektedir. Kutup bölgeleri de (Antarktika ve Arktik) iklim değişikliğinin sebep olduğu etkilere maruz kalmaktadır. İklim değişikliği kutuplarda direkt olarak ekosisteme, deniz ve nehirlerdeki buz kaybına ve donmuş toprak altı tabakasının erimesine neden olmaktadır. Bu etkilerden dolayı okyanus dolaşımında değişimler, sıcaklık artışı ve yağış miktarlarında artış beklenmektedir. Asya'da ise küresel ısınmanın etkileri dağ zirvelerindeki buz örtülerinin erimesi, su kıtlığı, orman ekosisteminde değişim ve sahil alanlarındaki sel basmaları şeklinde gözlenirken besin sektörü de bu etkilerden dolayı olarak etkilenmektedir. Avustralya'nın alçak enlemlerde bulunması, özellikle nadir bulunan su kaynakları ve optimum sıcaklıklarda yetişen ürünleri için tehlike oluşturmaktadır. Avrupa'da iklim değişikliği yağışlarda artma ve buna bağlı olarak da gelişen sel taşkınları şeklinde kendini göstermektedir. Özellikle tarım alanları hasar görmektedir. Güney ve Kuzey Amerika'da ise zarar görmeye en müsait alanlar doğu ve batı kesimlerde bulunan doğal orman ekosistemleri, su kaynakları, daha çok güney ve güneydoğuda bulunan tarım alanları ve sahil kesimleridir⁽¹⁰⁾.

Türkiye'nin Küresel Isınmadaki Yeri

İklim değişimi senaryolarına göre, iklim değişikliğinden en fazla, deniz seviyesinin yükselmesine bağlı olarak, kıyı bölgelerimizin etkilenmesi beklenmektedir. Hükümetler Arası İklim Değişikliği Paneli (IPCC) küresel iklim modellerinde, 2030 yılında Türkiye'nin büyük bir kısmının oldukça kuru sıcak bir iklimin etkisi altına gireceği ifade edilmektedir. Bu bağlamda, Türkiye'de sıcaklıkların kışın 2°C, yazın ise 2-3°C arasında artması öngörülmektedir. Diğer yandan, yağışlar kışın az bir artış gösterirken yazın %5-15 azalacaktır⁽¹⁴⁾.

Kuraklık gibi en kapsamlı sosyo-ekonomik zararlara neden olan, çok sinsi bir şekilde gelişen, insanlığın yüzleştiği en büyük doğal afet, ülkemiz mevzuatında gerektiği şekilde yer almamaktadır. Kuraklığın etkisi en fazla, suya talebin en yüksek olduğu zamanlar hissedilir ama o zaman da herhangi bir önlem almak için artık çok geçtir. Bugün için su kaynaklarının dünyanın bazı yerlerinde gelecek 50 yıl içinde yetersiz kalacağı hesaplanmaktadır. Yurdumuz için kişi başına düşecek su miktarındaki azalış oranı %40 civarında olacağı hesaplanmıştır. Bu değer oldukça yüksek bir orandır. Türkiye yarı kurak bir iklim kuşağında yer alması nedeniyle iklim değişikliğinin giderek daha fazla etkisi altında kalacağı kolayca anlaşılmaktadır⁽¹⁴⁾. Ancak şu an Türkiye'nin kıyı bölgelerinde ortalama hava sıcaklıklarında soğuma gözlenmektedir. Özellikle Karadeniz havzalarında gözlenen bu bölgesel soğumanın, genel olarak bu bölgeler üzerindeki aerosol birikimindeki artışla ilişkili olabileceği öngörülmektedir. Bu bölgeler üzerindeki uçucu parçacık yoğunluğunun 21. yüzyılda da süreceği, ancak uzun vadede artan sera etkisinin sıcaklıklar üzerindeki pozitif katkısının aerosollerin negatif katkısını bastıracağı öngörülmektedir. Bu yüzden, Türkiye ile bu bölgelerin de gelecek yüzyılda ısınacağı, ama bu ısınmanın öteki bölgelere göre daha az olacağı beklenmektedir⁽¹⁾.

Küresel Isınmanın İnsan Sağlığı Üzerindeki Etkileri

Küresel iklimdeki değişiklerin insan sağlığı üzerindeki çok derin etkileri olacağına dair kanıtlar vardır. Dünya Sağlık Örgütü küresel ısınmanın insan sağlığına etkisini araştırmak için çalışmalar yapmaktadır. İklim değişikliğinin son verilere göre dünya çapında, sıtma hastalığının %2'lik kısmından ve tahmini olarak 150,000 kişinin ölümünden sorumlu olduğu vurgulanmaktadır. Özellikle küresel ısınmaya bağlı olarak yağışların düzensizleşmesi ve yağışların normal seviyesinin üzerine çıkmasıyla, yağmur suları birikecek ve durgun suların oluşmasına neden olacaktır. Dolayısıyla sıtma ve ateşli humma hastalıkları taşıyan sivrisinekler ve diğer taşıyıcılar için ekstra bitki alanları oluşturacaktır (Şekil-8) ⁽¹⁷⁾.



Şekil-8. Artan yağışlar sivrisinek ve diğer taşıyıcılar için uygun olan durgun sular ve bataklıkların gelişmesine neden olacaktır. Sivrisinek ve diğer taşıyıcıların popülas-yonundaki artış salgın hastalıkların yayılmasında yardımcı olacaktır ⁽¹⁸⁾

Küresel ısınma ile birlikte ülkemizde sıcak hava dalgaları daha sık ve daha uzun süreli olması beklenmektedir. Özellikle kıyılarımıza yazın egemen olan nemli ve sıcak havada, havanın bunaltıcılığı ve dolayısıyla psikolojik rahatsızlık, astım, beyin kanamaları ve kalp krizleri başta olmak üzere özellikle çocuk, yaşlı, hasta ve kilolu insanların birçok sağlık probleminde ciddi artışların olacağı belirtilmektedir ⁽¹⁴⁾.

Sonsöz

Ülkelerin ekonomilerini büyütme çabası sürekli programları arasındadır. Bu çabalar içerisindeki uygulamalar bazen atmosferi kirleten gazların

yoğunlaşmasına ve doğal sera etkisinin şiddetini arttırmasına neden olmaktadır. Bugün bu olumsuzlukları minimuma indirecek enerji-üretim teknolojilerine sahipken dünya geleceğini tehlikeye sokmak biraz garip! Sizce de öyle değil mi?

Teşekkür

Bu yazının hazırlanmasında verdiği desteklerden dolayı Veysel Işık'a ve Onur Tunel' e içten teşekkürlerimi sunarım.

Kaynaklar

- (1)<http://www.meteor.gov.tr/2005/arama/iklimdegis/iklimdegis.htm>
- (2) <http://www.solcomhouse.com/globalwarming.htm>
- (3)<http://earthobservatory.nasa.gov/Library/GlobalWarming/>
- (4)Marsh, G.E.2002. A Global Warming Primer. National Policy Analysis. The National Center for Public Policy Research, 420, 118.
- (5)<http://www.enviro.com/Globalwarming/globalwarmingzone.htm>
- (6)http://www.space.gc.ca/asc/img/atmosphere-couche_f.jpg
- (7)<http://www.cevreorman.gov.tr>
- (8)<http://news.bbc.co.uk/1/hi/sci/tech/4512464.stm>
- (9)<http://www.actionbioscience.org/environment/chant.html>
- (10)http://earthobservatory.nasa.gov/Newsroom/NewImages/images.php3?img_id=10856
- (11)<http://www.net.org/warming/stills.html>
- (12)<http://www.nrdc.org/globalwarming/qthinice.asp>
- (13)<http://www.yale.edu/anime/imgarchive/Soukyuu%20no%20Fafner/tatsumiya-island.jpg>
- (14)<http://www.meteor.gov.tr/2005/arsiv/tumak/tujjb.htm>
- (15)<http://www.net.org/warming/stills.html>
- (16)Watson, R.T., Zinyowera, M.C., Moss, R. H. Dokken, D. I., 1997. Summary for Policymakers, The Regional Impacts of Climate Change: An Assessment of Vulnerability. A Special Report of IPCC Working Group II Published for the Intergovernmental Panel on Climate Change, 116.
- (17)<http://www.who.int/mediacentre/news/releases/2003/pr91/en/index.html>
- (18)<http://www.virtualpilots.fi/feature/cons/mm98/kuvat/day0-Mosquito.gif>

Yazıların Sunumu

Mavi Gezegen'de yayım için hazırlanan yazılar Dr. Veysel Işık, Editör, Ankara Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü, TR-06100, Tandoğan, Ankara veya Mavi Gezegen Editörlüğü, T.M.M.O.B. Jeoloji Mühendisleri Odası PK 464, Yenışehir 06444, Ankara adresine gönderilmelidir. Bu yazılar yerbilimleri veya yerbilimleri ile yakın ilişkili bilim dallarını kapsayan özgün çalışma, derleme ve çeviri niteliğinde olabilir.

Yazılar üç kopya olarak A4 boyutlu kağıtta ve bir üst yazı ile birlikte sunulmalıdır.

Yazıların Hazırlanışı

Yazılar metin, resim, şekil ve tablodan oluşabilir. Metin A4 boyutlu (21x29,7 cm) kağıtların bir tarafına bilgisayarda, Word formatında 1.5 satır aralıkla Times New Roman ya da benzeri bir karakterle 12 punto ile yazılmalıdır. Resimler basıma uygun yüksek kalitede, şekiller ise uygun çizim programları aracılığı ile bilgisayar ortamına aktarılmış olmalıdır. Sayfa kenarlarında 2.5'er cm boşluk bırakılmalı ve sayfalar numaralandırılmalıdır. Yazılar (resim ve şekiller hariç) altı sayfayı geçmemelidir. Yazılar en az üçte biri oranında resim ve şekil içermelidir.

Mavi Gezegen dergisinin yayım dili Türkçe olup okuma arzusunda olan herkese yönelik bir dergi olduğundan, yazılar sade ve açık olmalıdır. Okuyucunun anlamasını güçleştirecek teknik ayrıntılardan ve ağırdal cümlelerden kaçınılmalıdır.

Yazılarda, 30 kelimeyi geçmeyen ve yazı hakkında fikir veren çarpıcı birkaç cümle "spot" başlığı altında yazının girişine eklenmelidir.

Çevirilerde kaynaklar (sayfa numaraları da dahil olmak üzere) açık olarak belirtilmelidir.

Dipnot kullanımından mümkün olduğunca kaçınılmalıdır. Kullanma durumunda, dipnot yıldız(*) işareti ile gösterilmeli ve mümkün olduğunca kısa tutulmalıdır. Eğer dipnotta değinme yapılırsa değinme bilgileri dipnotta değil, Değinilen Belgeler bölümünde verilmelidir.

Yazılar şu ana yapı içerisinde hazırlanmalıdır:

Başlık

Yazar(ların) ad ve adresleri

Ana metin

Kaynaklar

Resim, şekil, tablo ve yazıları

Yazının herhangi bir bölümünde belirtilmesi gereken belge(ler) numaralandırılmalı ve bu numaralar yazının sonunda oluşturulacak Değinilen Belgeler bölümünde belirtilmelidir. Değinilen Belgeler bölümü bu belgeler ile ilgili bilgiler, noktalama işaretleri de gözönünde

tutulurken aşağıda verilen örneklere uygun olarak hazırlanmalıdır.

- (1) Barka, A.A., Kadinsky-Cade, K., 1988. Strike-slip fault geometry in Turkey and its influence on earthquake activity. *Tectonics* 7, 663-684.
- (2) Demirtaş, R., Erkmen, C., Yılmaz, R., 2000. Yüzeysel faylanma. Demirtaş, R. (ed.). 17 Ağustos 1999 İzmit Körfezi Depremi Raporu. BİB Afet İşleri Gen. Müd. Deprem Araştırma Dairesi Yayını, 100-117.
- (3) Erler, A., Göncüoğlu, M.C., 1996. Geologic and tectonic setting of the Yozgat Batholith, Northern Central Anatolian Crystalline Complex, Turkey. *Int. Geol. Rev.* 38, 714-726.
- (4) Kaya, O., Sadeddin, W., Altiner, D., Meriç, E., Tansel, İ., Vural, A., 1995. Tavşanlı (Kütahya) güneyindeki ankimetamorfik kayaların stratigrafisi ve yapısal konumu: İzmir-Ankara zonu ile bağlantısı. *MTA Dergisi* 117, 5-16.
- (5) Ketin, İ., Canitez, N., 1972. Yapısal Jeoloji. İTÜ Matbaası, İstanbul, 520 s.
- (6) Okay, A.İ., Siyako, M., Bürkan, K.A., 1990. Biga Yarımadası'nın jeolojisi ve tektonik evrimi. *TPJD Bülteni* 2, 83-121.
- (7) Tekeli, O., 1981. Subduction complex of pre-Jurassic age, Northern Anatolia, Turkey. *Geology* 9, 68-72.
- (8) Yılmaz, Y., 1989. An approach to the origin of young volcanic rocks of western Turkey. In: Şengör, A.M.C. (ed.), *Tectonic Evolution of the Tetyan Region*. Kluwer Academic Publications, The Hague, 159-189.

Yazılar, Mavi Gezegen dergisi editörlüğüne ayrı bir üst yazı ile sunulmalıdır. Üst yazı içerisinde değerlendirilmeye sunulan yazının başlığı ve yazıyı hazırlayan yazar/yazarların adları, açık posta adresleri, telefon ve faks numaraları ve e-posta adresleri belirtilmelidir. Çok isimli yazar yazılarında hangi yazarın editörlüğümüz ile irtibat halinde olacağı belirtilmelidir.

Yazıların Değerlendirilmesi

Mavi Gezegen Editörlüğüne ulaşan yazılar öncelikle editörlükçe konu, sunum ve yayın kuralları açısından incelenir ve gerekli görüldüğünde bir ya da daha çok danışmana gönderilir. Danışmanların önerileri doğrultusunda yazının doğrudan, az, orta veya önemli ölçüde düzeltilmesi koşulu ile yayımlanmasına ya da reddine editörlükçe karar verilir. Bu sonuç yazara bildirilir. Kabul gören yazılarda yazar, son düzeltmeleri yaptıktan sonra metin ve şekilleri diskete/diske kopyalayarak editörlüğe gönderir.

Gönderilen yazılar Mavi Gezegen'de yayınlansın ya da yayınlanmasın, yazarlara iade edilmez.

