



Mavi Gezegeen

Popüler Yerbilim Dergisi

Yıl 2005 • Sayı 11



Modern Jeolojinin Kurucusu Lyell
Her Devrin Çiçekleri: Denizlaleleri
Yozgat Yengeç Fosilleri
Canlı Gider İzi Kalır
Çakmaktaşı ve Gizledikleri
Uydu Görüntüleri ve Jeoloji
Kent, Çevre ve Jeoloji
Bildiğimiz Kurşun!
Gaz Hidrat

TMMOB Jeoloji Mühendisleri Odası Yayınıdır



KAPAK FOTOĞRAF: *Grapsus grapsus*

Sahibi

TMMOB
Jeoloji Mühendisleri
Odası Adına
İsmet Cengiz

JMO Yönetim Kurulu

İsmet Cengiz
Dündar Çağlan
Bahattin Demir
Çetin Kurtoğlu
Mehmet Şener
Veysel Urkan
M. Ümit Seyrek

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 Gezegen Dergisi
PK 464 064444
Yenişehir / Ankara

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

Grafik ve Tasarım

Korhan Esat
esat@eng.ankara.edu.tr

Mavi Gezegen Dergisi

Mavi Gezegen, yerbilimleri ve yerbilimleri ile yakın ilişkili diğer bilim dallarına ait bilgileri ve bu konudaki teknolojik gelişmeleri okuyucuya sunan popüler bir dergidir. Bu çerçevede insanoğlunun 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,

Lyell'in bilim tarihi içinde önemli bir yeri vardır ve modern jeoloji onun 3 ciltlik "Jeolojinin İlkeleri" kitabı ile gelişme göstermiştir. Bu sayının ilk yazısını Lyell ve kendisinin "Darwin-Evrin Teorisi" ile ilişkileri oluşturmaktadır.

Yerbilimlerinin olmasa-olmaz araştırma alanlarından biri paleontoloji çalışmalarıdır. Bu sayımızda paleontoloji konularından oluşan bazı yazılara yer verildi. "Denizlaleleri" başlıklı çalışmada sanki çiçek bahçeleri görünümü sunan ve jeolojik yaşam tarihi boyunca hep karşımıza çıkan canlıların özelliklerini her yönüyle tanıma fırsatı bulacaksınız. Günümüz yengeçlerinin ataları milyonlarca yıl öncesinde de yaşamlarını nispeten bugüne benzer tarzda sürdürüyordu. "Yozgat Yengeç Fosilleri" başlıklı yazı, yengeçleri ve bu alanda milyonlarca yıl önce yaşamış olanların yaşam öykülerini anlatmaktadır. İlk insanların farklı nedenlerle de olsa yaşam tarzını tasvir eden mağaralara çizdikleri resimler günümüze ulaşmıştır. Milyonlarca yıl önce yaşamış bir canlının yaşam mücadelesi sırasında bıraktığı izleri bugün korunmuş olarak kayalarda bulmak yerbilimciler için heyecan vericidir. Ankara yakınlarındaki bir lokalitede bulunan ve iz fosilleri anlatan çalışma "Canlı Gider İzi Kalır" başlıklı yazıyla sizlere sunulmaktadır. Çakmaktaşılarının ilk insan yaşamında ne denli önemli olduğu arkeolojik çalışmalarda ortaya konulmuştur. Bu sıra dışı kayalar ve içinde bulundurduğu bazı fosiller "Çakmaktaşıları ve Gizledikleri" başlıklı yazıda irdelenmektedir.

Teknoloji, artar-şekilde yaşamımızın her alanında daha fazla yer tutacağı kesin! Teknolojinin olanakları, yer bilimi uygulamalarına da çeşitlilik kazandırmaktadır. "Uydu Görüntüleri ve Jeolojideki Kullanımına Genel Bir Bakış" başlıklı çalışmada uydu görüntülerinin jeolojide nasıl kullanıldığı ve kazanımların neler olduğu verilmektedir.

Kentler bir bakıma günümüzde veya tarihteki uygarlıkların göstergesidir. Kentlerin oluşturulmasında bazı temel etmenler göz ardı edilemez. Bu etmenlerden biri yerbilimidir! "Kent, Çevre ve Jeoloji" başlıklı yazı, planlı ve plansız kentleşmenin yerbilimi penceresinden nasıl görüldüğünü ortaya koymaktadır.

Kurşun keşfedildiği zamandan beri yaşamımızın bir parçası olmuş, değişik ürünlerle bir şekilde karşımıza çıkmaktadır. Faydalı gibi gözüküyor! Buna tıbbi jeoloji çerçevesinden baktığımızda durum biraz farklı... "Bildığımız Kurşun" başlıklı yazıda kurşunla birlikte gelen olumsuzlukları okuma fırsatı bulacaksınız.

Bu sayımızın son yazısı yakın zamanda alternatif enerji olarak hummalı çalışma konusu olan gaz hidratlar üzerinedir.

Keyifli okuma ve bilgi edinme dileğiyle...



Editör

İÇİNDEKİLER

Modern Jeolojinin Kurucusu Lyell ve Lyell'in Darwin'in Evrim Teorisinin Gelişimine Katkıları

Murat Öner



4

Her Devrin Çiçekleri: Denizlaleleri

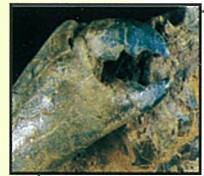
İzzet Hoşgör



11

Derinde Ölmenin Kısaçığı Anlatımı: Yozgat Yengeç Fosilleri

Yavuz Okan, İzzet Hoşgör



19

Canlı Gider İzi Kalır

Yavuz Okan, İzzet Hoşgör, Çağlayan Özdemir



26

Çakmaktaşı ve Gizledikleri

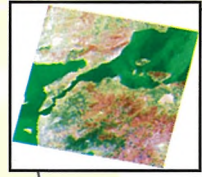
Onur Ayken



33

Uydu Görüntüleri ve Jeolojideki Kullanımına Genel Bir Bakış

Korhan Esat



36

Kent, Çevre ve Jeoloji

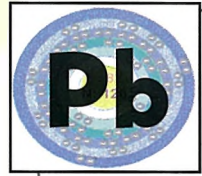
Levent Selçuk



43

Bildiğimiz Kurşun!..

Burcu Topçam



50

Yeni Bir Enerji Kaynağı: Gaz Hidrat

Saliha Dünder



54

Modern Jeolojinin Kurucusu Lyell ve Lyell'in Darwin'in Evrim Teorisinin Gelişimine Katkıları

İlk önce Astronomi Evrenin merkezinde olma lüksümüzü elimizden aldı ve bizi evrendeki küçük bir nokta haline getirdi, sonra Jeoloji Dünyanın sadece bizim için özel olarak yaratılmadığını ve Tanrı'nın gazaplarıyla şekillenmediğini gösterdi ve en son olarak da Biyoloji bizim Tanrı'nın son çocukları olmadığımızı ve yalnızca doğanın yap bozunda bir parça olduğumuzu yüzümüze vurdu.

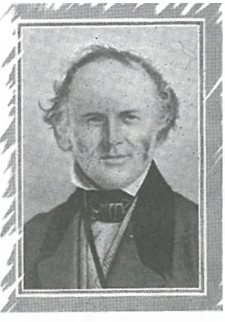
Murat Öner

Ankara Üniversitesi
Fen Fakültesi
Biyoloji Bölümü
Ankara

murat2709us@yahoo.com

Jeolog Sir Charles Lyell 14 Kasım 1797'de Kinnordy İskoçya'da doğdu. Hukuk öğrenimi gören Lyell, tatillerinde açık alan çalışmaları ve jeoloji incelemeleri yapıyordu. 1822'de yerkabuğunun düşey hareketlerini incelemek için Sussex'e bir gezi düzenledi. Ertesi yıl Paris'te ünlü doğa bilimcileri Alexander von Humboldt ve Georges Cuvier ile tanıştı. Aynı yıl jeolog Louis-Constant Prévost ile birlikte Paris havzasında araştırma yaptı.

1825'te baroya girdi, ama avukatlık yapmaktan çok, babasının mali desteği ile jeolojiyle ilgilendi ve aynı yıl ilk bilimsel makalelerini yayınlamaya başladı. Lyell, ilk olarak James Hutton (1726 -1797) tarafından ortaya atılan, yer yüzeyi biçimlerinin, jeolojik çağlarda gerçekleşen uzun fiziksel, kimyasal ve biyolojik süreçler sonucunda oluştuğunu savunan birörneklilik (üniformitaryanizim) kuramının, yaptığı çalışmalarla geniş kitlelerce kabul görmesinde önemli katkılarda bulunmuştur.



Charles Lyell

Charles Lyell

Etna yanardağının çevresindeki yüzey şekillerinin doğal süreçler sonucunda oluştuğu ve bu arada Etna'nın oluşumunun da tahmin edildiğinden çok daha eskilerde geliştiği yolundaki görüşlerini kanıtlayacak çarpıcı bulgular elde etti.

1828 yılının Mayıs ayında çıktığı İtalya yolculuğundan 1829'da Londra'ya döndü. Londra'ya döndükten sonra üç ciltlik eseri *Jeolojinin İlkeleri*'ni (*Principles of Geology*) yazmaya başladı. Temmuz 1830'da ilk cildi yayınlandı. Bu eseri büyük ilgi uyandırdı. 1830 yazında Pireneler bölgesinin İspanya'nın içlerine kadar uzanan karmaşık yapısını inceledi. 1831 yılının Aralık ayında ikinci cildi, 1833 yılında ise üçüncü ve son cildi tamamladı.

Bu eser ile Lyell, jeoloji biliminde bir otorite haline geldi. 1838 yılında yayınladığı *Jeolojinin Öğeleri* (*Elements of Geology*) eserinde Avrupa'nın bütün kayaç ve fosil türleri yer alıyordu. Pek çok çizimle desteklediği bu yapıtı, zamanla yeni bulgularla genişletti.

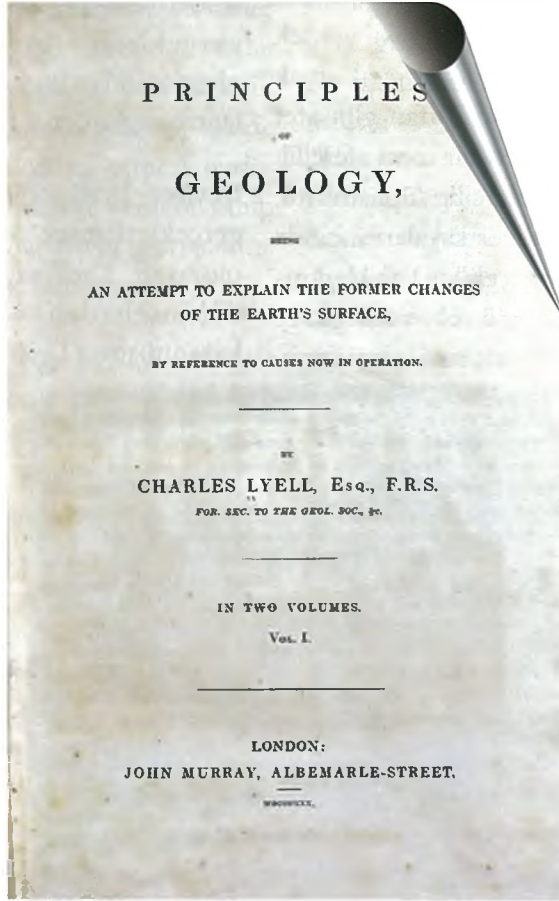
Lyell, 1841'de Amerika'ya gitti ve burada bir yıl ders verdi ve araştırma gezilerine çıktı. 1845 ve 1850'de yaptığı kısa süreli geziler sırasında Mississippi

Bütün jeolojik olayların temelinde doğa üstü değil, doğal süreçlerin yattığını, günümüzdeki doğal süreçlerin ve bunların sonuçlarının geçmiştekinden farkı bulunmadığını ve bunların sonucu olarak Yer'in çok yaşlı olması gerektiğini öne sürüyordu.

Irmağının doğusunda kalan bölgeyi ve Kanada'nın doğusunu dolaştı ve buralardaki jeolojik "anıtlar"ı inceledi. Niyagara Şelalesinde araştırmalar yaptı. Lyell'in Boston Lowel Enstitüsü'nde verdiği dersler çok büyük ilgi gördü ve kalabalık gruplarca izlendi. Lyell, bu ilginç gezilerini ve gözlemlerini, 1845 ve 1849 yılında yayınladığı iki kitapta anlattı.

Lyell, 1848'de bilimsel başarıları nedeniyle "sir" unvanını aldı ve 1851'de 1. Londra Dünya Sergisinin yöneticiliğini yaptı ve aynı yıl Oxford Üniversitesi'nde başlatılan eğitim reformuna yardımcı oldu. Bu yıllarda mesleki ünü durmaksızın

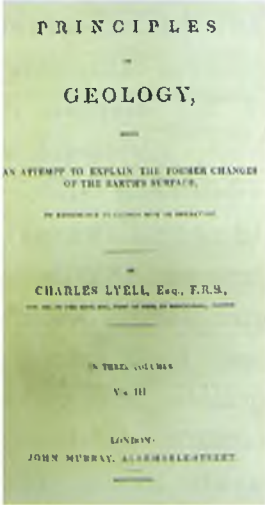
arttı ve bir çok ödül aldı. Bu ödüllerden en önemlisi 1858'de aldığı, Londra'daki Royal Society'in en büyük ödülü olan Copley madalyasıdır. 1854'de Madeira'ya giderek adanın kökenini ve sahip olduğu bitki ve hayvan fosillerini inceledi. 1858'de Etna'nın bazı bilim adamları tarafından iddia edildiği gibi tek bir olaydan değil, birbirini izleyen çok küçük püskürmeler sonucunda olduğunu kanıtladı. Darwin'in 1859'da yayınlanan *Türlerin Kökeni*'nden sonra Lyell çalışmalarına büyük hız verdi ve 1863'te Darwin'in doğal seçmeye dayalı evrim teorisi görüşünü savunan yapıtı



İnsan'ın En Eski Geçmişine İlişkin Jeolojik Bulgular (*The Geological Evidences of The Antiquity of Man*)'ı yayınladı. Lyell ilk zamanlar Darwin'in evrim düşüncesine katılmıyordu. 1865 yılında ise Lyell, *Jeolojinin İlkeleri* kitabını Darwinci düşünce doğrultusunda yeniden gözden geçirip genişleterek yayınladı. 1875 yılında bu kitabın 12. basımını hazırlarken hayatını kaybetti.

Lyell'den Önce Jeoloji ve Karanlıkta Bir Meşale...

İlk çağlardan bu yana insanlar, depremler ve volkan patlamaları gibi yeryüzünün altına hapis olmuş muazzam güçleri açığa vuran olguların farkındaydılar. Fakat 20. yüzyıla kadar bu olguları tanrıların müdahalesi olarak yorumladılar. Poseidon-Neptune “dünyanın sallayıcısı” iken, Tanrıların total demircisi Vulcan-Heptistes dünyanın derinliklerinde yaşıyordu ve onun çekiş darbeleri de volkanların patlamasına yol açıyordu. 18. ve 19. yüzyılların ilk jeologları, Piskopos Ussher'le birlikte, dünyanın Tanrı tarafından İ.Ö. 4004 yılının 23 Ekim gününde yaratıldığına inanan aristokratlar ve rahiplerdi. Yeryüzündeki yüksek dağlar ve kanyonlar gibi düzensizlikleri açıklamak için, gözlenmiş olguları İncil'deki Tufan gibi afet hikâyeleriyle uyumlu hale getiren bir teori afetçilik geliştirdiler. Her afet bütün türleri silip süpürmüştü, böylelikle kömür madenlerindeki kayaların içinde bulunan fosiller uygun bir şekilde açıklanmış oluyordu. Lyell jeolojiye gönül verdiğinde karşısında bilimsellikten çok uzak bir jeoloji vardı.



We may now conclude our remarks on deltas, observing that, imperfect as is our information of the changes which they have undergone within the last three thousand years, they are sufficient to show how constant an interchange of sea and land is taking place on the face of our globe. In the Mediterranean alone, many flourishing inland towns, and a still greater number of ports, now stand where the sea rolled its waves since the era when civilized nations first grew up in Europe. If we could compare with equal accuracy the ancient and actual state of all the islands and continents, we should probably discover that millions of our race are now supported by lands situated where deep seas prevailed in earlier ages. In many districts not yet occupied by man, land animals and forests now abound where the anchor once sank into the oozy bottom. We shall find, on inquiry, that inroads of the ocean have been no less considerable; and when to these revolutions produced by aqueous causes, we add analogous changes wrought by igneous agency, we shall, perhaps, acknowledge the justice of the conclusion of a great philosopher of antiquity, when he declared that the whole land and sea on our globe periodically changed places *.

* See an account of the Aristotelian system, p. 16, ante.

Bu duruma karşın Lyell 1830'da *Jeolojinin İlkeleri*'ni yayınladı ve büyük bir cesaret göstererek zamanın sınırı olmadığını açıkladı. Bu temel kısıtlamayı ortadan kaldırmakla “birörneklilik” felsefesinin jeolojiyi bilim yapan öğretinin savunucusu oldu. Birörneklilik, geçmişin de bugün gördüğümüz oluşumlar çerçevesinde açıklanabilir olması anlamına geliyordu. Bu yüzden geçmişi açıklarken

Nuh tufanı gibi doğa üstü etkilere gerek kalmıyordu.

Lyell'in birörneklilik kuramının bileşenleri şunlardır: Doğal yasalar uzam ve zamanda sabittir (birörneklilik). Eğer geçmiş değışkense ve Tanrı istediğinde doğa yasasını ihlal ediyorsa, tarih bilimle aydınlatılamaz. Geçmişin olaylarını açıklamak için, şu anda işleyen ve Dünyanın yüzeyini biçimlendiren süreçlere başvurulmalıdır (sürecin zaman içindeki bir örnekliliği). Yalnızca günümüzdeki süreçler dolaysızca gözlenebilir. Dolayısıyla geçmişteki olayları şimdiki süreçlerin bir sonucu olarak geçmişi daha iyi anlarız. Jeolojik değışim afet sonucu ya da aniden değil; yavaş aşamalı ve düzenli olarak gerçekleşir (hızın bir örnekliliği). Dünya oluşumundan bu yana temelde aynı kalmıştır (yapılanmanın birörnekliliği).

Böylece Lyell jeoloji biliminde adeta bir devrim gerçekleştirerek modern jeolojinin kurucusu olmuştur. Lyell sayesinde jeoloji bilimi dogmatik düşüncelerden arınmış bilimsel bir kimlik kazanmıştır. Lyell'in jeolojide yaptığı bilimsel

devrimin etkileri biyoloji bilimini de etkilemiş ve evrim kuramının şekillenmesinde büyük roller oynamıştır. Daha önce Astronomi biliminde Copernicus ile başlayan bilimin karanlıkla olan savaşı, jeolojide Lyell ile devam etmiş ve jeoloji bilimindeki kazanımlar, jeolojiyle kardeş bilim olan biyolojide Darwin ve evrim kuramıyla karanlıkta yakılan meşale elden ele dolaşıyordu.

Darwin ve Lyell: İki Eski Dostun Mektupları

Darwin ve Lyell her zaman çok iyi birer dost olmuşlardır. Evrimle ilgili çalışmalarında Darwin'e destek sunan ancak inançları ve toplumsal konumu nedeniyle türlerin evrimi kavramını geç benimseyen Lyell sonunda Darwin'in görüşlerine katılmış ve Darwin'in evrim düşüncesinin gelişmesinde ve *Türlerin Kökeni*'nin yazıya alınmasında etkisi çok

büyük olmuştur. Evrim kuramının kabul görülmesindeki en büyük engellerden biri zaman kavramıydı. Türlerin değişimi için kutsal kitaplarda belirtildiğinden daha fazla bir zamana ihtiyaç vardı. Darwin'e gerekli olan bu zamanı Lyell, yeryuvarının uzun süreçler sonucunda bu duruma



Charles Darwin

geldiğini kanıtlayarak verdi. Bunun yanında Lyell, bu görüşünü desteklemek için bitkilerin ve hayvanların coğrafik yayılışlarından çıkardığı delilleri kullandı. Her türün belirli bir merkezde doğduğunu, etrafa buradan yayılmış olduğunu ileri sürmüş ve her türün yok olup, yerine başka türler gelmeden önce, varlığını bir müddet daha sürdürdüğünü göstermişti. Böylece, yeni türlerin ortaya çıkışının jeolojinin tarihsel gelişimi içinde devamlı bir süreç olduğunu kabul etmesi evrim fikrini doğal olarak içeriyordu. Bu verilere sahip olmasına rağmen Lyell'in Darwin'in görüşlerine katılması belirli bir süreç içinde olmuştur.



Lyell ve Darwin

Bu süreçte Lyell, Darwin ile mektuplaşmış ve destek olmuştur. Bu mektupları incelediğimizde Lyell'in Darwin'in dünyasında çok önemli bir yeri olduğu açıkça görülmektedir.

Darwin, Lyell'e olan saygısını ve düşüncelerinin gelişimindeki payı gerek yazdığı mektuplarda ve gerekse otobiyografisinde dile getirmiştir. Darwin'in Lyell'in görüşlerinden etkilenmeye başladığı dönem, *Türlerin Kökeni* yapıtını yazmasında temel etken olan ünlü Beagle gemisiyle yaptığı yolculuktan önce botanik profesörü olan Henslow'un, Darwin'e seyahate çıkmadan önce, Lyell'in büyük tepki yaratan kitabının ilk cildinin bir nüshasını almasını önermesi ile başlar. Ancak Henslow, Darwin'e kitabı okumasını "fakat içindekilere inanmamasını" tavsiye etmişti. Bu dönemde yoğun olarak jeoloji ile ilgilenen Darwin için Lyell'in kitabı müthiş etkiler uyandırmıştır. Darwin gezisi sırasında yazdığı otobiyografisinde kitap hakkında şunları söylemektedir:

"Burada ortaya çıktığı gibi, gezdiğim tüm yerlerin yerbilimi buluşları benim için çok önemliydi. Yeni bir yeri incelerken, kayaların karmaşıklığı kadar hiçbir şey insana umutsuz gelemez. Ancak bir çok noktada kaya tabakalarını ve fosilleri kayda geçerken, başka yerlerde nelerin bulunabileceğini her zaman düşünerek ve önceden kestirerek, bölgenin yapısı az ya da çok daha aydınlanıyordu. Daha önce dikkatlice çalıştığım Lyell'in Jeolojinin İlkeleri kitabının birinci cildini yanıma almıştım bu kitap bana bir çok açıdan en büyük hizmeti vermişti."

Darwin seyahatinden döndükten sonra Down'a taşındı ve evlendi. Bu dönemde Darwin ve Lyell sık sık bir araya gelip tartışıyorlardı. Bu tartışmalar ve bilgi alışverişi Darwin ile Lyell arasındaki dostluğu gün geçtikçe arttırıyordu. Darwin kendi otobiyografisine Lyell hakkında şöyle bir not düşmüştü:

"Evlenden önce ve sonra diğerlerinden daha çok Lyell'i gördüm. Bana görüldüğü kadarıyla onun kafa yapısı açık, yerinde yargılarda bulunan, temkinli ve büyük ölçüde iizgündü. Ona jeoloji üzerine bir bilgi vermeye kalktığımda, anlattıklarımın tümünü görünceye değin yerinde duramazdı ve bunun öncekilerden açık olduğunu bana sık sık gösterirdi. Benim önerilerime karşı tüm olası itirazları sıralardı ve her şey tümüyle açıklandıktan sonra bile, yine de uzun süre kuşkusunu sürdürürdü" sonra not devam ediyor: *"Beagle yolculuğumdan dönüşümde, mercan kayaları üzerine ona kendi görüşlerimi açıkladım; görüşlerim kendisininkinden ayrıydı; onun gösterdiği büyük ilgi beni şaşırttı ve yüreklendirdi. Bilimden çok zevk alıyordu ve insanın gelecekteki gelişimiyle çok ilgiliydi. Çok yumuşak bir yüreği vardı dinsel inançlarında tümüyle liberaldi ya da böyle bir inanç taşıymıyordu, bununla birlikte bir Tanrı'nın varlığına inanıyordu. Çok göze çarpmak şeklinde açık sözlüydü. O bunu Lamarck'ın görüşlerine karşı çıkmak ile ün yapmışken, Soyacekim kuramını kabul ederek göstermişti."*

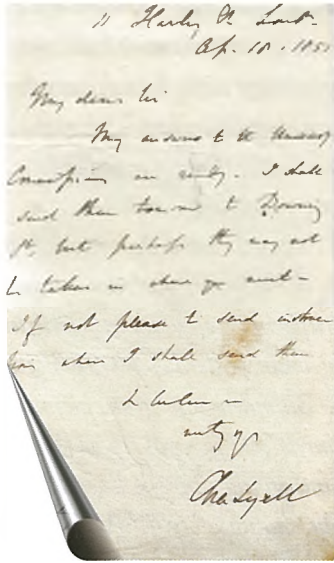
Darwin, *Türlerin Kökeni*'ni yazmayı düşündüğünde onu en çok cesaretlendirenlerin başında Lyell geliyordu. Darwin yazdığı mektuplarla düşüncelerini Lyell'le paylaşıyordu. Bu sayede Lyell, Darwin'in bütün çalışmalarından haberdar olabiliyordu. Darwin türlerin doğal seçme yoluyla evrimleşerek ortak bir kökenden türediğine emindi

ancak daha sağlam kanıtlar bulmak ve sağlığı nedeniyle kuramını yayınlamayı sürekli erteliyordu. Kendisiyle aynı görüşleri savunan Wallace da görüşlerini Darwin'e ilette. Wallace, onun yıllarca süren yoğun uğraşla oluşturduğu kuramını birkaç sayfa çerçevesinde ortaya koymaktaydı. Darwin ne yapabiliirdi? Yayımlamakta geciktiği kuramını hemen basıma vererek öncelik hakkına sahip mi çıkmalıydı, yoksa geri çekilip alanı Wallace'a mı bırakmalıydı? Darwin çözümü, sorunu dönemin ünlü bilgini Lyell'e iletmekte buldu. Darwin, Lyell'e yazdığı mektupta:



A. R. Wallace

"Görüşümü ana çizgileriyle hemen yayımlamak isterim kuşkusuz; ama Wallace'ın yazısı elime geçtikten sonra buna girişmenin ne denli dürüstçe bir şey olduğunu bilemiyorum. Bir başkasının buluşunu kendime mal ettiğim kuşkusuna yol açmaktansa, kitabımı tümüyle ateşe atmayı



yeğlerim. Değerli dostum, beni bağışla, lütfen. Anlamsız duygularla kaleme aldığım anlamsız bir mektup bu"

Daha sonra Lyell ve Hooker, Wallace'ın yazısını, Darwin'in 1840'larda (yaklaşık 10-15 yıl önce) kaleme aldığı ama henüz yayımlamadığı görüşünün bir özetiyle birlikte yayımlamaya karar verirler ve Lyell

ve Hooker, Londra'daki Linnean Society'nin 1 Temmuz 1858 oturumunda ortak bir bildiri halinde sunarlar.

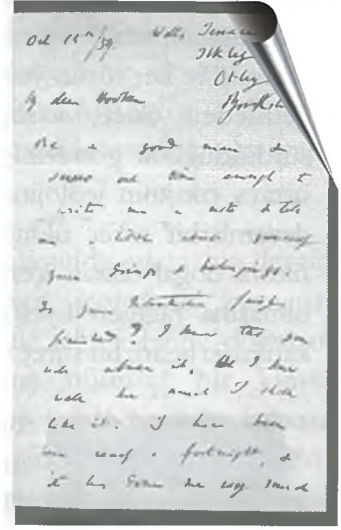
Darwin, *Türlerin Kökeni*'ni 18 Haziran 1858'de yazmaya başladı. Yazım süreci içerisinde Lyell ve Darwin sürekli olarak mektuplaştılar. Darwin yazdığı taslakları Lyell'a gönderip görüşlerini alıyordu. Darwin 21 Haziran 1859'da Lyell'e gönderdiği bir mektupta ona olan saygısı ve

güvenini belli etmek için şöyle yazıyordu:

"Elimden gelenin en iyisini yaptım. Eğer benim elimde bulunan gereçler sende olsaydı, eminim çok güzel bir kitap yazardın"

Darwin *Türlerin Kökeni*'nin taslağını bitirdikten sonra Lyell'a bir mektup yazdı. Eylül 1859 tarihli bu mektupta: "Benim görüşüm ne olursa olsun" diyor Darwin "kitabın kabul edilmesinde veya reddedilmesinde senin yargının belki daha etkili olacağını anımsa. Gelecekte kitabın kabul edilmesi konusunda kuşkuya düşemiyorum ve bizim çocuklarımız şimdi gördüğümüz fosil kabuklarının geçerlilikteki inanca göre yaratılmış olduğunu düşünmemize şaşacaklar."

Lyell ise Darwin'in kitabının taslağını okuduktan sonra Darwin'e destek vermek için, mektubuna 3 Ekim 1859'da cevap yazdı:



"Sevgili Darwin, Kitabımı yeni bitirdim ve hiçbir zaman gelmeyecek bir anı beklemeden kitabımı yayınlaman için Hooker ile birlikte seni ikna etmek için elimden geleni yaptım; istersen yüz yıl yaşasan da bekleme ve oldukça genelleştirdiğin temel üzerine tüm olgularını hazırlayınca, yayınl." "

Darwin 1859'da *Türlerin Kökeni* adlı eserini yayınladı. Lyell'in jeoloji biliminde yaptığı devrimi, Darwin biyoloji için yaptı. Kitabın yayınlanmasından dört yıl geçmesine rağmen *Türlerin Kökeni* ve evrim tartışmaları ateşli bir şekilde devam ediyordu. 1863'te Lyell'in *İnsanın En Eski Geçmişine İlişkin Bulgular* (*The Geological Evidences of The Antiquity of Man*) adlı yapıtı, Darwin'in görüşlerini savunuyor görünmesine rağmen eserde türlerin değişimi yani evrim geçirdiği konusunda, Lyell düşüncelerini açıklamakta çekingen davranıyordu. Bu durum Darwin'de hayal kırıklığı

yaratmıştı. Darwin kitabı okuduktan sonra 18 Şubat 1863'te Hooker'a yazdığı bir mektupta konu ile ilgili olarak şunları yazıyordu:

“Lyell'in kitabını okudum. Yazılı bir yapıt olarak elbette tümüyle benim dikkatimi çekti ama en iyi gözle doğruluğunu araştırma olasılığı doğduğu zaman, neredeyse özgün bir yapıt ortaya çıkıyor.”



W. J. Hooker

İlerleyen satırlarda Darwin şöyle diyor: *“türlerin dönüşümü için kanıt toplarken gösterdiği yetenek iyice göze çarpıyor, ama herhangi bir yargı verirken gösterdiği çekingenlik beni çok düş kırıklığına uğrattı (kişisel olduğunu söylemek istemiyorum)... Onunla kurduğum tüm iletişimde, türlerin dönüşmezliğine olan inancımı gerçekten tümüyle yitireceğini hiç düşünmedim. İşte onun en belirgin tümcelerinden birisi: “türlerin çeşitlenme ve doğal ayıklanmayla değişmesine yüksek bir olasılık verebilseydi, vd.”. Kendi inancıyla gidebildiği kadar halka kılavuzluk edeceğini umut etmişim.”*

Darwin, Lyell'a yazdığı mektupta:

“Kuşkunuz kitabınız beni çok ilgilendirdi. Göndermeye değer pek bir sözüm yok, ama beni en çok ilgilendiren kısımlar üzerinde bir şeyler karalayacağım. Bununla birlikte söylemeyi sevmediğim şeyleri ilk başta söyleyeceğim; örneğin, türlerin türemesi konusunda ne düşündüğünüzü söylememeniz ve bir yargı vermemeniz beni düş kırıklığına uğrattı. Türlerin ayrı ayrı yaratılmadığını, sizinde kuşkulandırmaktan hoşlandığımız gibi çeşitlemeden ve doğal ayıklanmadan geldiğini cesaretle söyleseydiniz ben daha memnun olurum.” Darwin mektubunu şöyle sonlandırıyor: *“Siz karşı böyle teklifsizce bir dil kullandığınız için beni bağışlayacağınızı biliyorum, çünkü benim eski onurlu yol göstericim ve hocam olarak size ne kadar derin bir saygı duyduğumu biliyorsunuz. Kitabınızın büyük bir okur kitlesi bulmasını ve bir çok bakımdan daha iyi olmasını içten umut ediyorum. Çok kısa yazıyorum ama, ne demek istediğimi anlayacaksınız. Bayan Lyell'e en saygın saygılarımı sunarım. Hoşçakalm...”*

Darwin'in bu mektubu Lyell'i etkilemişti. Lyell, Darwin'in bu tepkisini, hakkındaki düşüncelerini Hooker'a yazdığı mektupta şöyle dile getiriyordu: *“Kendisiyle birlikte daha uzağa gitmediğim ve gözüpkeçe*

konuşmadığım için (Darwin) düş kırıklığına uğramışa benziyor. İnsanın arada bir kopma olmadan hayvandan geldiğini, kendi duygularımın da ötesinde tüm kanularıma dayanarak cesaretle söylediğim ve silahların yalnız Darwin'e yerde değil, şimdi Huxley'e çevrildiği yerde bile yarı yarıya inancımı değiştirdim.” Ayrıca bu mektupla Lyell *“eski ve uzun süre beslemiş olduğu düşünceleri”* terk ettiğini de söylüyor.

Daha sonraki karşılıklı mektuplarda Darwin ve Lyell arasındaki ilişki tekrar normal haline dönmüş ve bu iki dost bilim adamı arasında bilgi ve düşüncelerin paylaşımına devam edilmiştir. 12 Mart 1863'te Darwin, Lyell'in gönderdiği mektuba şöyle cevap veriyor:

“Sevgili Lyell,

O çok ilginç, nazik ve sevimli mektubunuz için size çok teşekkür ederim. Bir süre için bana kırgın olabileceğinizden kokmuştum. Kimilerinin böyle olmasını dilediklerini biliyorum... Söylemiş olduğunuz gibi, türler sorunu üzerinde inanmış olduğunuz kadar öteye gittiniz, benim diyeceğim bir şey yok; ama sizin dile getirdiklerinizden, konuşmalarınızdan, mektuplarınızdan vd.den, benim verdiğim türlerin dönüşürlüğü inancından tümüyle vazgeçmiş olduğunuz yargısına vardığımı söylemeliyim. Ben ne kadar çalışırsam, çeşitlenme ve doğal ayıklanma için o kadar memnun kalıyorum, ama kişisel olarak ilginç olsa da, olayın bu yanına daha az önem veriyorum.”

Lyell'in Evrim Teorisini Kabulü...

1864 yılında Darwin, Kraliyet Derneğinin Copley Madalyası ile onurlandırılmıştır. Copley madalyasının verilmesi, Lyell'in akşam yemeğinin peşinden söylediği gibi, daha önce olanlarla bağlantısı açısından ilginçtir. *“Türlerin Kökenine olan inancın itirafı.”*

Bu konuda Lyell, Darwin'e şöyle yazıyor: *“Yeni bir yolun sonunu görmeden, eski inancımdan vazgeçmeye zorlandım. Ama aldığım yoldan memnun kalmış olduğunuzu düşünüyorum.”*

Lyell'in evrimi kabul etmesi, 1867'de yayınlanan *Jeolojinin İlkeleri*'nin onuncu basımında kamuya duyuruldu. Darwin'e göre ilerlemenin, *“büyük bir*

zaferin işaretiydi bu... Lyell ile bağıntılı olarak Wallace'nin 1869 yılında Evrim üzerine bir makalesi yayınlandı. Bu konuda Wallace şunları yazıyordu:

“Öylesine uzun süre tutulan ve büyük bir güçle savunulan bu düşünce bolluğunun gösterdiği gibi, bilim tarihi ileri yaşam içinde genç aklın böyle önemli bir örneğini pek sunmadı. Bizim yazarımızın ortaya koyduğu her çalışmanın nitelik kazandırdığı ateşli gerçeklik aşkıyla birleşmiş aşırı önemi aklımızda tutarsak, bu denli büyük bir değişme uzun ve kaygılı tartışma olmaksızın karar verilmediğine inanmış olacağız ve şimdi kabul edilen görüşler, gerçekte ezici bir gücün kanıtlarıyla desteklenmiş olabilir. Kitabının onuncu basımında Sir Lyell, bunu kabul ederken eğer başka bir neden yoksa demek ki Darwin'in kuramı gerçeği arayan her dürüst insan için dikte ve saygıya değer.”

Lyell, Darwin'in ortaya koyduğu doğal seleksiyon kavramını üç yüzlü Hint Tanrısı ile özdeşleştirir:

“Yıkıcı Şiva, koruyucu Vişnu ve yaratıcı Brahma. Doğal seleksiyon Şiva olarak zayıfları, uyumsuzları ve beceriksizleri acımasızca yok eder; Vişnu olarak uyumluları korur; Brahma olarak yeni özellikleri gözetir, üstün nitelikli bireylere egemenlik kapısı açar.”

Lyell, bu tarihten ölümüne kadar Evrim kuramının savunucusu olmuş ve Darwin ile ilişkisini koparmamıştır. Lyell 1875 yılında, Darwin ise 1882 yılında hayatlarını kaybettiler. 19. yüzyılın en büyük iki bilim adamı da devlet büyüklerinin gömüldüğü Westminster Kilisesi'ne gömülmüşlerdir. Lyell ve Darwin'in mezarları yan yanadır. Onların yanında ise başka bir ünlü bilim adamı olan Sir Isaac Newton yatmaktadır.



Kaynaklar

- (1) Ana Britannica Genel Kültür Ansiklopedisi, cilt no; 14.
- (2) Darwin, F., 1996 Charles Darwin Yaşamı ve Mektupları, Düşün Yayıncılık, 375s.
- (3) Gould, S. J., 2000. Darwin ve Sonrası, Tübitak Popüler Bilim Kitapları, 313s.
- (4) Yıldırım, C., 1998. Evrim Kuramı ve Bağnazlık, Bilgi Yayınevi, 220s.
- (5) Woods, G.A., 2004. Tek Aklın İsyanı, Tarih Bilinci Yayınları, 451s.
- (6) Ronan A. C., 2003. Bilim Tarihi, Tübitak Akademik Dizi, 611 s.

Her Devrin Çiçekleri: DENİZLALELERİ



Dünyada yaşamın ortaya çıkmasına neden olan kimyasal evrim süreci ve günümüzdeki yaşam zenginliğine ve çeşitliliğine uzanan biyolojik evrim süreci içinde, denizlerde çeşitli canlı grupları gelişmiş ve birbirinden son derece farklı yaşam şekilleri ortaya çıkmıştır; Önce tek hücreliler, ilkel organizmalar, bitkiler ve daha sonra omurgasızlarla birlikte, omurgalılar da kendilerine dünya üzerinde yer bulabilmişlerdir ⁽¹⁾.



Günümüzden çok gerilere doğru bir an için gittiğimizi ve deniz altında milyonlarca yıl önce yaşamış canlıları düşünelim. Deniz altındaki gezintimize jeolojik zaman içinde en gerilerdeki Orta Kambriyen'den (512-505 milyon yıl) başladığımızda gerçekte basit olmalarına karşın son derece karmaşık ve ilginç görüntüleriyle birçok deniz canlısı karşımıza çıkar. Dikkatimizi çeken ilk şey günümüz çiçek bahçelerini anımsatan, dokunulduğunda kırılacakmış hissi veren, uzun ve ince görüntüsü ile geniş yayımlı denizlaleleri (krinoidler) olacaktır.

İzzet Hoşgör

Ankara Üniversitesi
Mühendislik Fakültesi
Jeoloji Mühendisliği Bölümü
Ankara

hosgor@eng.ankara.edu.tr

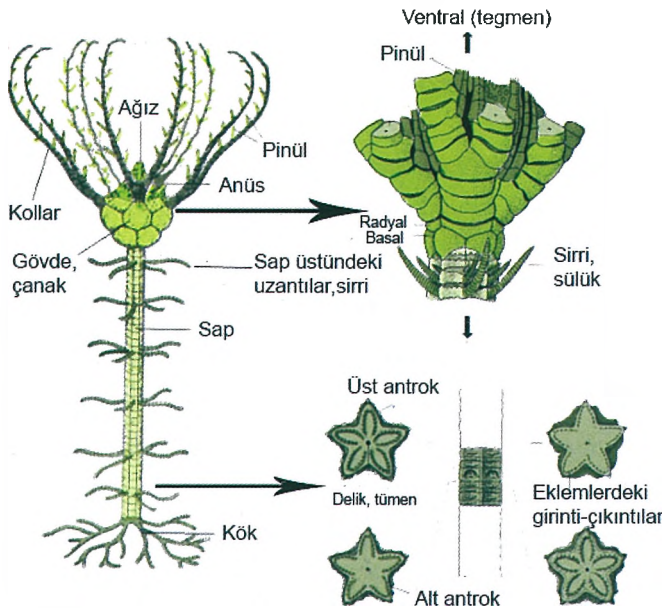
Denizlaleleri, omurgasızlar içinde en ileri vücut yapısına sahip, kavkaları birbirine sıkıca kenetlenmiş kalker plaklardan yapılmış derisidikenliler (ekinodermiler) dalından, bağlı yaşayanlar (pelmatozoa) alt dalının günümüze kadar yaşayan tek sınıfını oluştururlar. Bir sap ile deniz tabanına bağlanarak yaşayan bu derisidikenlilere, dış görünüşleri laleye benzediğinden Yunanca crinon=lale ve oid=benzemek sözcüklerinden Crinoidea (Denizlalesi, Krinoyid) adı verilmiştir. Denizlaleleri üzerine bilimsel ilk çalışmalar dünyada C. Wachmuth, F. Sipringer ve F.A. Bather tarafından 1891-1899 yılları arasında yapılmış olup 20 yy.da özellikle de denizlalelerinin sistematik paleontolojideki yeri üzerinde tartışmalar günümüze kadar ulaşmıştır⁽²⁾.

Denizlalelerinin Genel Morfolojileri

İçinde bulunduğu ekinoderm dalının, sindirim, sinir ve su-dolaşım sistemleri ile üreme organları gibi bütün organik yapı özelliklerini gösteren denizlalelerinin farklı yanı vücutlarının gelişim şeklidir. Denizlalelerinin vücudu sap, gövde (çanak) ve kollar olmak üzere üç kısımdan oluşur. Üst üste eklenmiş yassı, silindirik şeklinde kalker levhalardan oluşan sap kısmı, bir sıra halinde dizilmiş kesiti daire, elips, dörtgen ve beşgen olan plaklardan

oluşur. Denizlalelerinin esnek ve hareket edebilen sap kısmını oluşturan yassı kalker plaklar tekerleğe benzetildiğinden tekerlek (trochus) anlamına gelen antrok adı verilir. Antrokların ortasında sinirlerin geçmesine yarayan dairesel veya beşgen şeklinde delik vardır^(3,4,5). Antrokların alt ve üst yüzlerinde ise plakaların birbirine eklenmesini sağlayan ışınal süsler, girinti ve çıkıntılar bulunur. Bunların şekli, deliklerin durumu, eklem yüzündeki süsler, denizlalelerinin çeşitli cins ve türlere ayrılmasında başlıca özelliktir⁽⁶⁾. Sapın alt bölgesi, hayvanın deniz tabanına ve kayalara bağlanmasını sağlamak amacıyla kök şeklinde dallanmıştır (Şekil 1). Sap üzerinde yer yer sirri (sülük) adı verilen, hareket edebilen, duyu organı ve tutunma görevini gören, ayrıca avlanmaya da yarayan ince, ufak çıkıntılar-uzantılar vardır^(3,4,5). Zemine bağlı olarak yaşamış denizlaleleri genelde sığ denizden başlayarak 250 m derinliğe sahip bölgelere kadar derin, berrak sulu kum zeminde toplu halde yaşamışlar ve hareketlerini, sapın esnemesi ve sallanması ile sağlamışlardır. Bazıları ise 200-550 m su derinliğinde diğer derisidikenliler ile birlikte toplu halde yaşayıp büyük bir biyofasiyes oluşturmuştur⁽⁷⁾. Denizlalelerinin bir nevi hareket etmesini sağlayan sap bölgesinde antroklar arasında bulunan kaslı yapı Mesozoyik ve Senozoyik zamanında gelişmiş olup, Paleozoyik denizlalelerinde çok az gözlenmiştir⁽⁸⁾.

Denizlalelerinde sapın üzerinde sapa bağlı olan gövdede iç organlar bulunur. Gövdenin gelişimi, geometrik yapısı, kolların gövdeye bağlanma şekli ve denizlalesinin yaşam şekline göre 11 genel gövde şekli vardır⁽⁹⁾. Denizlalelerinde gövdeden başlayarak beş kol ayrılır. Bunlar ilk önce ikiye çatallanarak on kol haline gelir. Kollar yan dallara ayrılarak uca doğru incelikler. Ayrıca kollar üzerinde karşılıklı veya ardışıklı olarak iki taraflı sıralanan ufak çıkıntılar halinde pinül adı verilen kolcuklar vardır. Bunların görevi hayvana besin sağlamaktır. Esnek ve hareketli olan bu kollar üzerinde, besin

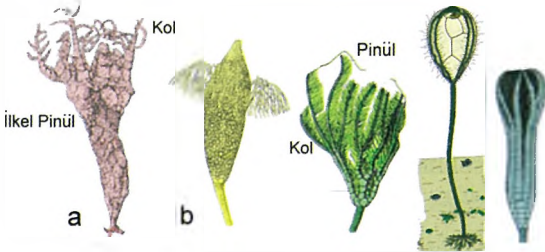


Şekil 1. Denizlalelerinin genel yapısı ve önemli vücut yapıları^(3,9)

oluklarında toplanan küçük maddeler oradaki yumuşak siller aracılığıyla ağıza götürülür. Denizlaleleri suda asılı duran besin parçalarını (planktonlar) pinüller ile süzerek alırlar. Beslenme sırasında kollar ve pinüller gerilir. Soğuk ve derin bölgelerde plankton çok olduğundan, burada yaşayan türlerde kol sayısı az ve uzunluğu kısadır. Sıcak bölgelerde ise planktonlar azaldığından dolayı da kol sayısı fazla ve uzundur. Denizlalelerinin, çok kuvvetli yenilenme yetenekleri vardır. Kolların hepsini ya da büyük bir kısmını yenileyebilirler. Denizlalelerinde kolların dallanma şekli çok önemlidir ve grubun sınıflanmasında esas alınır. Denizlalelerinin evrim süreci içinde önce dallanmayan tipler, sonra çatallaşan (izotom) dallanmış tipler çıkmış, en son olarak da çoklu (heterotom) dallananlar görülmüştür^(3,5,10).

Geçmişten Günümüze Denizlaleleri

Bilinen en yaşlı denizlalesi Orta Kambriyen yaşlı *Echmatocrinus brachiatus*'dur. Kalın sap bölgesi, ilkel beslenme kolcukları (pinül) ve az sayıda gelişmiş kollara sahip bu tür (Şekil 2a), daha sonra

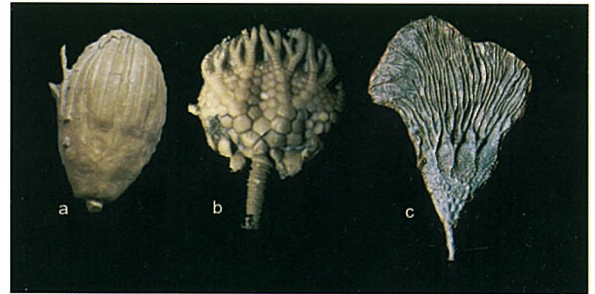


Şekil 2. a- Günümüz denizlalelerinin atası *Echmatocrinus brachiatus*⁽¹⁰⁾, b- Ordovisiyen'in önemli denizlaleleri; (soldan sağa *Titanocrinus sumralli*, *Retencrinus*, *Tripatocrinus*, *Ectenocrinus grandis*,^(3,11,12,13))

günümüze kadar ulaşan denizlalelerinin atası olmuştur^(11,12). Erken Ordovisiyen'inin (490-470 milyon yıl) sığ denizlerinde, *Echmatocrinus brachiatus*'dan sonra tanımlanmış en yaşlı denizlalesi olan *Titanocrinus sumralli*'nin karşımıza çıkması ile birlikte (Şekil 2) geçmiş denizlere ait lale bahçelerindeki ilginç gezintimiz başlar^(13,14). Ordovisiyen denizlerinde dolaşırken karşımıza sıkı eklemli plakalarla kaplı, bir veya iki sıralı olarak dizilmiş, kolları gövdeye bağlı olmayan *Retencrinus* çıkar. Erken-Orta Ordovisiyen'de ise açılmamış,

gonca halinde bir laleyi anımsatan *Tripatocrinus* cinsi denizlalesi gelişmiştir. Gövde bölgesinde kolları yoktur, sadece ufak çıkıntılar ve uzantılar gövde üzerinde gelişmiştir⁽¹⁵⁾. Ordovisiyen sonlarına doğru (458-443 milyon yıl) ise uzun kolları ve gelişmiş plaka sistemleri ile *Ectenocrinus grandis* türü denizlalesi oldukça yaygındır (Şekil 2)⁽³⁾. Ordovisiyen-Silüriyen geçişinde (443 milyon yıl) dünya genelinde meydana gelen buzullaşma ve buna bağlı olarak gelişen toplu yok olma olayında, denizlalelerinde %45 oranında bir azalma söz konusudur. Meydana gelen yok olmadan az bir kayıpla kurtulan denizlaleleri, daha sonra kendilerini hızlı bir şekilde yenileyerek, gelişmiş formlar vermişlerdir⁽¹⁶⁾.

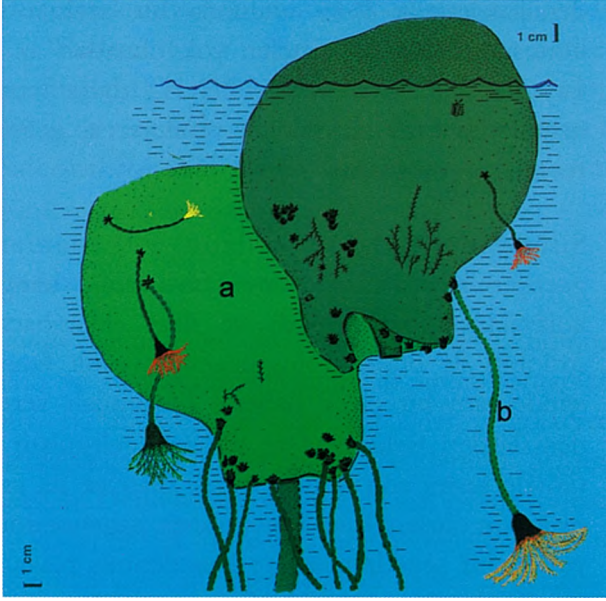
Silüriyen (443-417 milyon yıl) denizine geçtiğimizde ise mercan (favosites), sünger, kolayaklılar (brakiyopod) ve ilkel eklembacaklı (trilobit) ile birlikte oluşan zengin canlı faunası içinde tam bir çiçek bahçesi görüntüsü vermiş denizlaleleri farklı cins ve türlerde gelişmiştir⁽¹⁶⁾. Gövde kısmı son derece esnek olan ve iki sıralı plakadan oluşan, *Eucalyptocrinites*, *Sagenocrinites* ve sıkı bir şekilde gövdeye kenetlenmiş plakaları, esnek olmayan yapısıyla *Scyphocrinites elegans* denizlalesi formları Silüriyen denizinde çok boldur (Şekil 3)⁽³⁾.



Şekil 3. Silüriyen denizinin önemli denizlaleleri; a- *Eucalyptocrinites*, b- *Sagenocrinites*, c- *Scyphocrinites elegans*

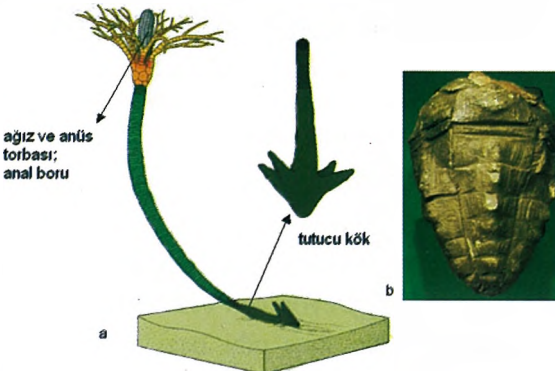
Geç Silüriyen (423-417 milyon yıl) denizi içinde tabanda ve su yüzeyinde denizlaleleri ile bir çiçek bahçesi görüntüsünü verir. Özellikle Geç Silüriyen-Erken Devoniyen (423-391 milyon yıl) denizinde, *Carolicrinus* gibi bazı denizlaleleri su içinde gövde kısmı deniz tabanına bakacak şekilde ters olarak durur. Bu şekilde denizde sürüklenen

denizlalelerinin olgunlaşmaya başladıkları anda oluşmaya başlayan kök bölgesi özel olarak gelişir ve lalesoğanı görünümünde küresel bir şekil alır. Lobolit adı verilen ve farklı gelişen bu kök bölgesi, belli bir zaman sonra deniz tabanından koparak su içinde ters döner ve sürüklenmeye başlar. Lobolitler tam olarak olgunlaştığında denizlalesinin sap kısmından koparak farklı denizlaleleri türlerinin üzerinde ilk gelişim evrelerini geçirdiği konak torba-kök görevini görür (Şekil 4) ⁽¹⁷⁾.



Şekil 4. a- Lobolit, b- Lobolit üzerinde gelişen denizlalesi ⁽¹⁷⁾

Devoniyen'de (417-354 milyon yıl) dikkatimizi, gelişmiş anal borusu ve sap altında gelişen gemi çapası biçimindeki bir kökle kum zemine tutunmuş *Ancynocrinus bulbosus*, çeker (Şekil 5 a) ⁽³⁾. Orta Devoniyen'de (391-370 milyon yıl) ise genel şekli çam kozalağına benzeyen, plaka sistemleri oldukça gelişmiş ve kolları tek sıra plakadan oluşan *Cupressocrinus*



Şekil 5. a- Çapa şeklindeki tutucu köke sahip *Ancynocrinus bulbosus* ⁽³⁾, b- Çam kozalağı şeklindeki *Cupressocrinus* ⁽³⁾

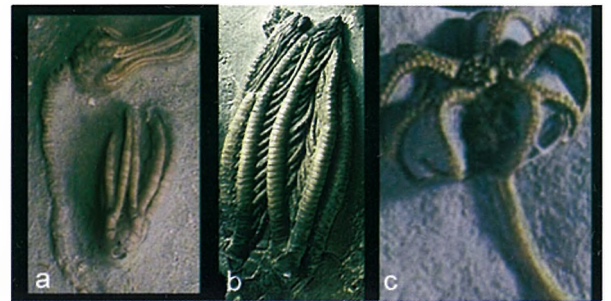
ressocrinus cinsi (Şekil 5b) denizlalesi yaygındır ⁽⁵⁾.

Devoniyen denizine biraz daha yakından baktığınızda, canlı çeşitliliğinin oldukça gelişmiş olduğunu görebilirsiniz. Paleozoyik süngerleri ve mercanları (rugosa ve tabulata takımlarına ait türler), trilobitler ve geniş bir yayılıma sahip olan *Dolatocrinus* cinsi denizlalesi genelde aynı tablo içindedir (Şekil 6).



Şekil 6. Farklı fauna gelişimiyle zengin canlı çeşitliliğine sahip olası Devoniyen denizi ve tam bir çiçek görüntüsü veren *Dolatocrinus*

Paleozoyik denizlalelerinin büyük bir çoğunluğu saplıdır ve bir yere tutunarak yaşamışlardır. Genel olarak denizlaleleri, deniz tabanından 10-20 cm yükseklikte yaşamış alçak seviye denizlaleleri, 20-50 cm yükseklikte yaşamış orta seviye ve 50-100 cm yükseklikte yaşamış yüksek seviye denizlaleleri olarak Erken Karbonifer denizine yayılmışlardır ⁽¹⁸⁾. Erken Karbonifer'de (Missisipiyan, 354-323 milyon yıl) ilk olarak genel şekli vazoyu andıran ve kolların gövdede serbest olduğu ileri bir tip olan *Platycrinites*'i ve *Scytalocrinus*'ı görürüz (Şekil 7) ⁽³⁾.

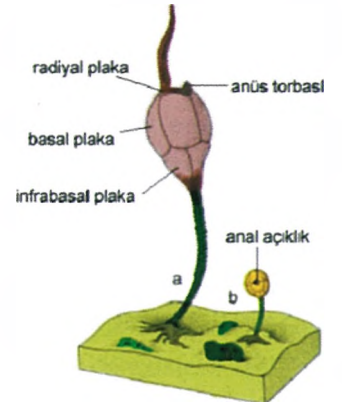


Şekil 7. Karbonifer döneminin bazı denizlaleleri (a- *Platycrinites*, b- *Scytalocrinus*, c- *Gilbertocrinus*)

Denizlalelerinin çevresinde yaşayan diğer canlı faunasıyla da ilişkisi, fosil kayıtlarında görülebilmektedir. Özellikle Devoniyen ve Karbonifer'de yaygın bir şekilde gelişmiş Gilbertocrinus cinsi denizlalesinin yosun hayvan (broyozoa) ile olan birlikte yaşam örnekleri, yaşadıkları devirlerin bir görüntüsünü bizlere sunar⁽¹⁹⁾. Paleozoyik'de çok az denizlalesi sapsız gelişmiştir. Karbonifer'in zengin denizlalesi topluluğunun içinde sapsız bir denizlalesi cinsi, Paragassizocrinus gelişmiş ve sadece geniş gövde kısmını kum zemine batırarak yaşamını sürdürmüştür⁽²⁰⁾.

Karbonifer devrinin başlangıcından itibaren, mevcut canlı cins ve türlerinde artarak süren gelişme, Karbonifer denizini omurgasız canlı faunası bakımından oldukça zengin kılmıştır. Bu zengin fauna ortamında denizlalelerini her yerde görebilirsiniz. Denizde yüzen bir ağaç parçasının üzerinde veya bir kafadanbacaklının kabuğu üzerinde kökleriyle tutulu şekilde yaşamını sürdürebilir. Denizlaleleri hiçbir zaman parazit bir hayat formu sürmemiştir. Sadece çok küçük boylu denizlalelerinin Karbonifer'de, bir canlı kavkısı üzerinde tutunmak amacıyla bağlandığı tespit edilmiştir⁽²¹⁾. Özellikle Karbonifer denizinin zengin canlı faunası içinde denizlaleleri, delta yamacı ve delta ilerisi gibi ortamlarda çoğalmış ve en çok da yosunhayvan (broyozoa) ve mercan gibi canlılar ile birlikte çok geniş biyofasiyesler oluşturmuştur. Genel litolojisi çamurtaşı gibi ince malzeme olan bu ortamlarda biyofasiyes oluşturmuş canlı kalıntılarını büyük ve kalın karbonat bantları şeklinde görmekteyiz⁽²²⁾. Günümüzde denizlaleleri ile birlikte bulunan diğer fosil grupları, o zamanki yaşam ortamlarını tahmin etmede ve günümüz denizel ortamlarıyla karşılaştırılması ile farklı denizel organizmaların bir arada bulunduğu sedimanter kayaç örnekleri üzerinden paleoekolojik yorumlara gidilebilmektedir.

Permiyen'de (290-248 milyon yıl), en son Ordovisiyen'de gördüğümüz kolsuz denizlaleleri tekrar karşımıza çıkar. Uzun sap kısmı ve oldukça iri gövdesinde gelişmiş radyal, basal ve infrabasal plakaları olan Monobrachiocrinus ficiformis ile birlikte boyutları diğer denizlalelerine göre küçük olan Embryocrinus hanieli Paleozoyik'in son kolsuz denizlaleleri olarak gelişmiştir (Şekil 8 a,b)⁽³⁾. Denizlaleleri birbirinden farklı, cins ve tür çeşitliliği bakımından en fazla Ordovisiyen, Devoniyen ve Permiyen'de gelişim göstermiştir. En fazla denizlalesi faunası ise Erken Karbonifer'de yaşamıştır^(22,23). Daha sonra Permiyen-Triyas sınırında (248 milyon yıl) meydana gelen toplu yok olma olayında, %62 oranında tür ve %96 oranında da cinsi yok olan denizel omurgasız fauna içerisinde, denizlalesi sınıfının %75'i de yok olmuştur^(24,25).



Şekil 8. Permiyen'de görülen kolsuz krinoyidler; a- *Monobrachiocrinus ficiformis*, b- *Embryocrinus hanieli*⁽³⁾

Triyas'da (248-206 milyon yıl) ise günümüze kadar gelen bir alt sınıf (Articulata) gelişerek yeni cins ve türler vermiştir. Triyas'ın en belirgin omurgasız fosillerinden biri Encrinus'dur. Encrinus, dış görünüşü tam anlamıyla laleye benzeyen, uzunca bir sapı bulunan ve sap enine kesiti daire şeklinde olan bir denizlalesidir. Encrinus liliformis türü tam olarak Orta Triyas (242-227 milyon yıl) yaşını verir (Şekil 9, a). Triyas devrinde büyük bir gelişme



Şekil 9. a- Orta Triyas'ın önemli fosili; *Encrinus liliformis*, b- *Holocrinus*, c- Erken Jura yaşını veren, *Pentacrinus*

gösteren ve bu devir boyunca bütün Tetis okyanusuna yayılmış olan *Holocrinus* cinsi denizlalesi de (Şekil 9, b), stratigrafik konum açısından çok önemli bir yer tutar⁽²⁶⁾.

Erken Jura'da (Pliensbahiye, 195-190 milyon yıl) ise ilk olarak sap ve kollarının uzun ve gövdesinin küçük olmasıyla hemen fark edilen *Pentacrinus*'u görmekteyiz. Bu cinsten çok çatallanmış olan kollar ve genelde uzun olarak gelişmiş sap bölgesi beş köşeli veya yıldız şekilli antroklar bulunur. Antrokların alt ve üst yüzlerinde elips veya ufak yaprak şeklinde tırtıklar veya süsler vardır. Saplar çok uzun olup, bazen 15-18 m.ye kadar varabilir. *Pentacrinus*'larda sap üzerinde bulunan sülük adı verilen uzantılar çok iyi gelişmiştir (Şekil 9, c). Kök kısmıyla deniz tabanına veya herhangi bir yere tutunan hayvanın, gelişmiş uzantıları ek bir tutunma organı olarak görev yapar. Mesozoyik'de (248-65 milyon yıl) çok gelişen *Pentacrinus*'lar denizlaleli kireçtaşı veya antrok kalkerlerini oluşturmuşlardır^(5,27).

Geç Jura'da (159-154 milyon yıl) ise zengin denizel faunanın içinde sap kısmı çok uzun olarak gelişmiş *Liliocrinus munsterianus* türünü görmekteyiz. Hayvan güçlü kökleriyle altında bulunan ölü mercan kalıntısına tutunarak yaşamını sürdürmüştür (Şekil 10)⁽³⁾.



Şekil 10

Ülkemizdeki Bazı Denizlaleleri

Türkiye'de Jeolojik zaman bakımından en yaşlı denizlaleleri, İstanbul-Kartal'da Devoniyen serileri içinde, Macar Dr. Abdullah Bey tarafından bulunan, ünlü paleontolog Verneuil tarafından da 1864 tarihinde tanımlanan, Cupressocrinus cinsi ile aynı özellikleri gösteren, Cupressocrinites elongatus türüdür⁽²⁸⁾. Toroslarda Antalya'nın güneybatısında (Saklıbeli), Orta-Geç Triyas sınırını (227 milyon yıl) belirleyen Holocrinus cinsi denizlalesinin bir türü (H.? quinqueraaiatus) tesbit edilmiştir⁽²⁶⁾. Fosil denizlalelerinin çok büyük bir bölümü bir sap ile zemine bağlıdır. Serbest yüzen fosil denizlaleleri son zamanlarda bulunmuştur. Türkiye'de de Gaziantep (Sabunsuyu) bölgesinde Geç Kretase yaşlı serbest yüzücü yeni bir denizlalesi türü (Roveacrinus derdereensis) tanımlanmıştır⁽²⁹⁾. Sakarya'da Üst Kretase yaşlı marnlı kalkerler içinde Austinocrinus erckerti⁽³⁰⁾, ayrıca Bilecik, İznik, Gerede, Mudurnu, Nallıhan gibi Mesozoyik arazilerinde de denizlalesi türleri tanımlanmıştır (Sacriacrinus altineri, Tetracrinus kocigyiti)⁽³¹⁾.

Ünlü jeolog Pompeckj, 19 yy. sonlarında, Ankara (Yakacık), Amasya ve Gümüşhane civarında

bulduğu denizlalesi fosilleri üzerinde ayrıntılı paleontolojik tanımlamada bulunmuştur. Araştırmacı bu alanlarda Alt Jura (Orta Liyas, 195-190 milyon yıl) yaşlı, kumtaşı, şeyl ve yumrulu kireçtaşı tabakalarında Pentacrinus laevisutus ve Pentacrinus goniogenus gibi denizlalesi fosilleri saptamıştır (Şekil 11)^(32,33,34). Son olarak; Türk ve İtalyan bilimsel araştırma kurumlarının yürüttükleri "Jura'da Tetis'in Evrimi" ana başlıklı proje çalışması kapsamında Türkiye'de yeni denizlalesi cins ve türleri tanımlanmıştır. Bu fosiller özellikle dünya literatüründe Sinemuriyen-Pliensbahiyen yaşlı (202-190 milyon yıl) marnlı Ammonitika Rosso alanlarında bulunmaktadır⁽³⁵⁾.

Günümüzde oldukça azalmış ve bugünkü denizlerde sadece seksen cinsi kalan denizlalelerinin, günümüz denizlerinde yaşayan olgun cinsleri sapsızdır. Bugün yaşayan türlerin çoğu en son oluşmuş takıma aittir (Comatulida). Gelişimlerinin ilk evrelerinde bir sap ile zemine tespit olan günümüz denizlaleleri, olgunlaşmaya başladıklarında saplarından koparak ayrılır ve serbestçe sürünmeye veya yüzmeye başlayarak kendilerine göre en uygun ortam şartlarında yaşamlarını sürdürürler^(9,10).



Şekil 11. Erken Jura yaşını karakterize eden, Yakacık (Ankara) civarına ait, içinde denizlalesi bulunduran kireçtaşı ve denizlalelerinin fosil sap ve antrokları⁽³⁶⁾

- (1)Bilim ve Yaratılışçılık, Amerikan Ulusal Bilimler Akademisinin Görüşü. 2004. Ulusal Akademi Yayinevi. TÜBA. ss. 35. Ankara.
- (2)Ausich, W.I., Kammer, T.W., 2001. The Study of Crinoids during 20th Century and the challenges of the 21st Century. *Journal of Paleontology*, 75, 6, 1161-1173.
- (3)Hess, H., Ausich, W.I., Brett, C.E., Simms, M.J., 2002. Fossil Crinoids. Cambridge Univ.Press. New York. pp.271.
- (4)Haugh, B.N., 1973. Water Vascular System of the Crinoidea Camerata. *Journal of Paleontology*, 47, 1, 77-90.
- (5)Sayar, C., 1991. Paleontoloji (Omurgasız Fosiller). İTÜ Yay. Sayı: 1435. İstanbul. ss.672.
- (6)Wilke, I.C., 2001. Autotomy as a Prelude to Regeneration in Echinoderms. *Microscopy Research and Technique*, 55, 369-396.
- (7)Ivany, L.C., Newton, C.R., Mullins, H.T., 1994. Benthic Invertebrates of a Modern Carbonate Ramp: A Preliminary Survey. *Journal of Paleontology*, 68, 3, 417-433.
- (8)Oji, T., 2001. Fossil Record of Echinoderm Regeneration with Special Regard to Crinoids. *Microscopy Research and Technique*, 55, 397-402.
- (9)Ausich, W.I., 1988. Evolutionary Convergence and Parallelism in Crinoid Calyx Design. *Journal of Paleontology*, 62, 6, 906-916.
- (10)Demirsoy, A., 1998. Yaşamın Temel Kuralları. Cilt-2/Kısım-1. Meteksan Yayıncılık. Ankara. ss.1210
- (11)Paul, C.R., Smith, A.B., 1984. The Early Radiation and Phylogeny of Echinoderms. *Biological Reviews*, 59, 443-481.
- (12)Guensburg, T.E., Sprinkle, J., 2003. The Oldest Known Crinoids (Early Ordovician, Utah) and a New Crinoid Plate Homology System. *Bulletins of American Paleontology*, 364, 1-141.
- (13)Sprinkle J., 1973. Tripatocrinus, a new Hybocrinid Crinoid based on Disarticulated Plates from the Antelope Valley Limestone of Nevada and California. *Journal of Paleontology*, 47,5, 861-882.
- (14)Rozhnov, S.V., 2002. Morphogenesis and Evolution of Crinoids and other Pelmatozoan Echinoderms in the Early Paleozoic. *Paleontological Journal*, 36, 6, 525-674.
- (15)Sheehan, P.M., 2001. The Late Ordovician Mass Extinction. *Ann. Rev. Earth Planet. Sci.*29, 331-364.
- (16)Brett, C.E., Eckert, J.D., 1982. Palaeoecology of a Well-Preserved Crinoid Colony from the Silurian Rochester Shale in Ontario. *Life Science Contributions Royal Ontario Museum*, 131, 1-20.
- (17)Haude, R., 1992. Scyphocrinoids, The Buoy Crinoids in The Uppermost Silurian-Lowermost Devonian. *Paleontographica Abt. A*, 222, 141-147.
- (18)Ausich, W.I., 1980. A Model for Niche Differentiation in Lower Mississippian Crinoid Communities. *Journal of Paleontology*, 54,2, 273-288.
- (19)Gluchowski, E., 2005. Epibionts on upper Eifelian crinoid columnals from the Holy Cross Mountains, Poland. *Acta Palaeontologica Polonica*, 50, 2, 315-328.
- (20)Ettensohn, F.R., 1980. Paragassizocrinus: Systematics, Phylogeny and Ecology. *Journal of Paleontology*, 54, 5, 978-1007.
- (21)Mapes, R.H., Lane, N.G., Strimple, H.L., 1986. A Microcrinoid Colony From a Cephalopod Body Chamber (Chesterian: Arkansas). *Journal of Paleontology*, 60, 2, 400-404.
- (22)Ausich, W.I., Kammer, T.W., Lane, N.G., 1979. Fossil Communities of the Borden (Mississippian) Delta in Indiana and Northern Kentucky. *Journal of Paleontology*, 53, 5, 1182-1196.
- (23)Sheehan, P.M., 2001. History of marine biodiversity. *Geological Journal*, 36, 231-249.
- (24)Wills, M.A., Fortey, R.A., 2000. The Shape of Life: How much is written in stone?. *BioEssays*, 22, 1142-1152.
- (25)Twitchett, R.J., 1999. Palaeoenvironments and faunal recovery after the Permian mass extinction. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 154, 27-37.
- (26)Kristan-Tollmann, E., 1988. Unexpected microfaunal communities within the Triassic Tethys. *Audley-Charles, M.G., Hallam, A., (eds), Gondwana and Tethys, Geological Society Special Publication no. 37, pp. 213-223.*
- (27)Rasmussen, H.W., 1977. Function and attachment of the stem in Isocrinidae and Pentacrinidae: review and interpretation. *Lethaia*, 10, 51-57.
- (28)Tchihatcheff, P., 1866. *Asie Mineure Description Physique, Paleontologie*. s. 440, Paris.
- (29)Farinacci, A., Manni, R., 2003. Roveacrinids from the Northern Arabian Plate in SE Turkey. *Turkish Journal of Earth Sciences*, 12, 209-214.
- (30)Stchepinsky, V., 1942, Türkiye Kretase Faunası Etüdü Hakkında. M.T.A Yayın No: 7, 67s, Ankara.
- (31)Nicosia, U., 1991. Mesozoic Crinoids from the North-Western Turkey. *Geologica Romana*, 27, 389-436.
- (32)Pompeckj, J.F., 1897. *Palaontologische und stratigraphische Notizen aus Anatolien*. München.
- (33)Stchepinsky, V., 1946, Türkiye Karakteristik Fosilleri. M.T.A Yayın No: 1, 73s, Ankara
- (34)Gugenberger, O., 1929. *Palaontologisch-stratigraphische Studien über den anadoluischen Lias*. Seperet-Abdruck aus dem Neuen Jahrbuch für Mineralogie etc. 62, 235-300.
- (35)Manni, R., Nicosia, U., 1988. Jurassic and Lower Cretaceous Crinoids of Northern Turkey. *METU. Journal of Pure and Applied Sciences*, 21, 1-3, 361-375.
- (36)Krinoyid fosili örnekleri, Ankara Üniv. Müh. Fak. Jeoloji Müh. Bölümü. Prof. Dr. Yavuz Okan özel koleksiyonu.

Derinde Ölmenin Kıskaçlı Anlatımı: Yozgat Yengeç Fosilleri



Yavuz Okan
İzzet Hoşgör

Ankara Üniversitesi
Mühendislik Fakültesi
Jeoloji Mühendisliği Bölümü
Ankara

okan@eng.ankara.edu.tr
hosgor@eng.ankara.edu.tr

Jeolojik zaman içerisinde belirli bir hayvan grubu yaygın hale geçer ve tür sayısı bakımından büyük bir açılım göstererek çoğalır. Dünya'da yaşadığı tahmin edilen 2.000.000 hayvandan 1.200.000'ini bünyesinde bulunduran eklembacaklılar (Arthropoda) dalına ait hayvanlar bugün için atmosferin belirli katmanlarından deniz tabanına ve toprağın çeşitli zonlarına kadar her yere yayılmışlardır.

Hayvanlar aleminin en geniş grubunu oluşturan bu canlılarda vücut uzun ve halkalardan (segment) yapı ve yanal simetridir. Prekambriyen'de (540 milyon yıl) ortaya çıkarak günümüze kadar gelen ve çeşitli fosiller veren eklembacaklılar dalının en önemli özelliği, kitin bileşimli organik bir madde olan 'kutikula' adı verilen çok sert bir kabuk veya dış iskeletle örtülü olmasıdır. Bu kabuk hayvanı bir kalkan gibi dış etkilerden ve düşmanlardan korur. Kitin ve kalker bileşimli olan bu sert iskelet hayvanın hareket edebilmesi için vücut halkaları arasında incelmış ve zamanla gelişerek esneklik kazanmıştır.

Yumuşak vücuda yer yer kaslarla bağlı olan bu iskeletin sert olan dış tabakası hayvan gelişirken düşer, alttaki yumuşak tabaka yavaş yavaş büyür ve sertleşir. Böylece eklembacaklıların üyeleri de bir çeşit kabuk değiştirmiş olur.

Gerçekleşen evrim süreci içinde eklembacaklıların, yüzeyde sürünen denizel halkalı solucanlar grubunun ilkel formlarından ya da onlarla ortak bir atadan türediği düşünülmektedir ⁽¹⁾. İlk çıkan ve gelişmeye başlayan eklembacaklılar denizeldir. Günümüzde ise denizde, karada, havada, göl, lagün, akarsu ortamlarında yayılmış aydınlık veya karanlık ortama uyan tipler geliştirmişlerdir. Jeolojik devirler boyunca yaklaşık 540 milyon yıl öncesinden itibaren yaşayıp, her çeşit ortamda bulunan eklembacaklıların günümüz örnekleri içinde; çok çeşitli ve çok büyük bir grup olan böceklerin yanı sıra, istakoz, yengeç, karides, kırkayak ve çiyarı gibi hayvanlar sayılabilir ⁽²⁾.

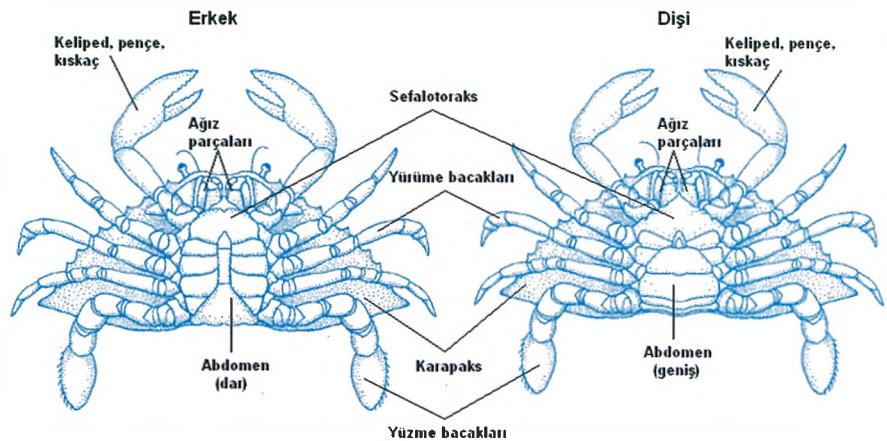
Omurgasızlar paleontolojisi içinde çok önemli bir yeri olan eklembacaklılar dalının bazı fosil üyelerinde (ilkel eklembacaklılar: Trilobitler) ve fosil veya güncel böceklerde de vücut, genel olarak baş, göğüs, karın (veya kuyruk) bölgesi olarak üç kısımdan yapılmış olup, vücuttaki her bir halkada bir çift ayak bulunur ⁽³⁾. Canlı çeşitliliğinin artmaya başlamasıyla birlikte, biyolojik evrim süreci içinde özellikle, jeolojik devir olarak en yaşlı fosili Geç Karbonifer (323-290 milyon yıl)'de bulunan onayaklılar (Decapoda) takımı en gelişmiş ve en büyük kabukluları kapsar. Özellikle Jura devrinde (206-144 milyon yıl) ve sonrasında çok büyük bir gelişme gösteren ve buna bağlı olarak çeşitli cins ve türler veren onayaklı takımı içinde, günümüze kadar yaşayan yengeçler geniş bir yer tutmaktadır ⁽⁴⁾.

Genel Olarak Yengeçler

Yengeçlerin de içinde bulunduğu kabuklular (Crustacea) sınıfının üyelerinde ise baş ve

göğüs bölgesi birleşmiş halde olduğundan vücutları trilobitlerden ve böceklerden farklı olarak sefalotoraks ve abdomen olmak üzere iki kısımdan oluşmuştur ⁽⁴⁾. Baş bölgesi (sefalotoraks); göğüs halkalarının (segmentlerinin) tümüyle (8 halka) sırt tarafında kaynaşmasıyla meydana gelmiştir. Bacak kaidesinin üzerinde solungaç boşluğunu örtecek şekilde gelişen kitin bileşimli sert yapıları karapaks bölgesi bulunur ^(1,5). Başta bir çift saplı bileşik göz ve anten vardır. Ağız üstten ve alttan enine plakalar ve karapaks ile çevrilmiştir. Bunların dizilişleri hayvanın beslenme esnasında kesme ve öğütmeye uygun şekildedir. Göğüs üyelerinin beş çifti bacak ödevi görmektedir ve o şekilde farklılaşmıştır. Bacakların ucu kısaçlıdır. İlk çifti kuvvetlice gelişmiş, büyük bir kısaç taşır, çoğunlukla bu üyeye kısaç veya makas (keliped) denir. Yengeçlerde ön tarafta bulunan yürüme bacaklarının ilk çifti her zaman makaslıdır. Göğüs kısmının son çift üyesi olan yüzme bacakları, yengecin yüzmesini sağlamak amacıyla yürüme bacaklarından farklı olarak gelişmiştir (Şekil 1).

Abdomen bölgesinin şekli, büyüklüğü ve kullanım tarzı çeşitli onayaklı gruplarında farklıdır. Brachyura Alt Takımı'nın bir üyesi olan yengeçlerde de hiç kuyruk yüzgeci yoktur, dar yada geniş bir plaka halinde karın tarafına doğru kıvrılmıştır. Aynı eşeyli bir üreme ve gelişme sistemine sahip olan yengeçlerin erkeklerinde abdomen dar ve sivri uçlu, dişilerinde ise geniş yapılıdır (Şekil 1) ⁽¹⁾.



Şekil 1. Erkek ve dişi yengeçlerin başlıca vücut yapıları

Genel olarak yengeçler denizde yaşamaktadır. Az bir kısmı tatlı ya da acı sularda bulunur. Çoğu bentik olmasına rağmen, gelişme evrelerinde genelde başkalaşım gösteren yengeçlerin sadece larvaları ve bazı türleri pelajiktir. Daha çok bitkisi bol olan kayalık yerlerde ve çamuru bol kumlu zeminlerde bulunurlar. Bir çok türü yırtıcı olan yengeçlerin omnivor (etçil ve otçul), karnivor (etçil) ve leşçi olanları da vardır. Çoğu canlı avlanan yengeçler balıklara ve amfibilere saldırırlar. Ayrıca yengeçlerin arasında kannibalizm yani yamyamlık da oldukça yaygındır. Bu hayvanların birçoğu da algler ve bitkisel maddelerle beslenirler (Şekil 2) ^(1,4,6).



Şekil 2. Sabilde leşçil beslenen yengeçleri konu alan 1895 yapım tarihli bir gravür, (Brehm'den renklendirilmiştir) ⁽⁷⁾

Avını antenleri ile saptayan yengeç, kelipedleri ve kısaçaklı ayakları ile avını yakalar ve ağzındaki kesici plakalara ileterek, orada uygun parçalara böler. Kısaçaklarının alt kısmı hareketli, üstteki ise hareketsizdir ^(1,4). Örneğin; *Eriphia smithii* türü denizel bir yengeç karındanbacaklı (gastropod) kavkısını sıkıca tutarak büyük ve kuvvetli sağ kelipedin kavkı üzerine yaptığı baskıyla kavkıyı ezer veya kısaçakları ile kavkıyı parçalara bölerek yumuşak kısma ulaşana kadar soyar. Yengeçler geliştirdikleri bu yöntemi sadece gastropod kavkuları üzerinde değil örneğin yassisolungaçlı (pelecypod) sınıfı üyelerinde de iki kabuk arasını açarak veya kırarak yumuşak kısma ulaşırlar. Özellikle kavkı üzerindeki kırılma ve çatlak izleri hayvanın bu şekilde davrandığını bize gösterir ^(8,9). Yengeçlerin avlanmak ve beslenmek için kullandıkları güçlü kısaçakları, aralarındaki sosyal ilişkilerde de ön plandadır. Özellikle, yaşam

alanlarını başka bir erkek yengeçle paylaşmak istemeyen yengeçlerin güçlü ve oldukça gelişmiş sağ kısaçaklarını bir silah olarak kullandıkları gözlenmiştir ⁽¹⁰⁾. Genellikle kum ve çamurların üzerinde, bazen bacakları ve gelişmiş üyeleri ile çukur kazarak onların içinde yaşarlar.

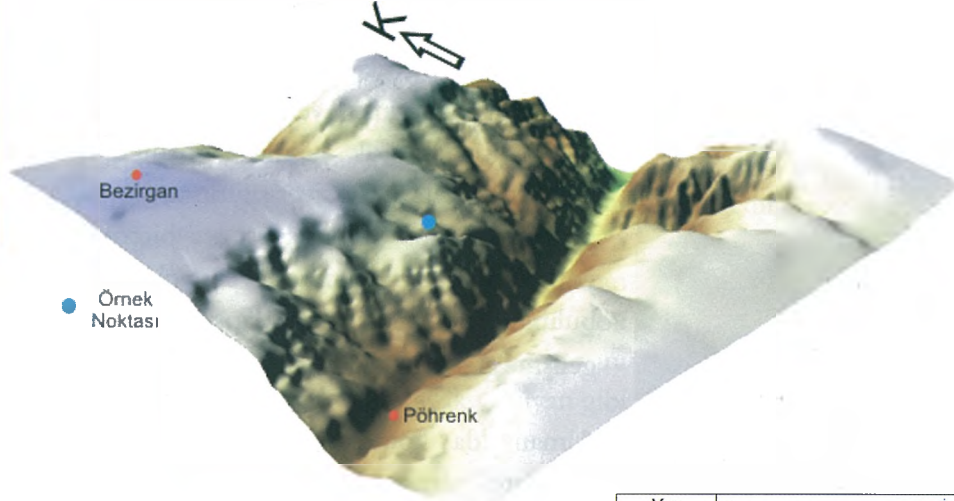
Jeolojik devir olarak en çok Geç Kretase'den (99-65 milyon yıl) sonra gelişmiş ve Tersiyer'de (65-2 milyon yıl) büyük bir yayılım göstererek farklı familyalara ayrılmış yengeçler, fosil olarak da sedimanter birçok arazide görülebilmektedir. Özellikle Kretase-Tersiyer sınırında meydana gelen toplu yok olma olayından sonra birçok familyası yok olmadan kurtulan, yengeçlerinde içinde bulunduğu onayaklı takımı, Eosen'de çok büyük bir gelişme göstermiştir ⁽¹¹⁾.

Almanya'da kömür ocağından çıkan örnekler, paleontologlara yengeçlerin yaşam ortamları ve yaşama şartları konusunda geniş bir bilgi sunar. Kömür ocağındaki çalışmalar sırasında Eosen yaşlı linyit damarları içinde *Coeloma* (?) *helmstedtense* türü yengeç fosili bölgenin Eosen zaman aralığında yengeçlerinde iyi bir şekilde uyum sağladığı bol bitkili durgun bir süreç geçirdiğinin işaretini vermektedir ⁽¹²⁾.

Eosen'den sonra, özellikle Erken Neojen döneminin (23-16 milyon yıl) sığ denizel ortamlarında da yengeç fosillerine sık rastlanılmaktadır. Günümüzde nasıl herhangi bir yengeç türünün yaşadığı ortamda diğer farklı denizel omurgalı ve omurgasız canlı toplulukları yaşıyorsa, bulunan fosil kayıtları ile paleontolojik bulgular bize bugünkü yaşam ortamına çok benzer bir ortamında jeolojik devirlerin eski denizlerinde yaşandığını göstermektedir. Örneğin; Erken Miyosen (23-16 milyon yıl) devrinde bulunan *Portunus* cinsi yengeç fosili ile birlikte yassisolungaçlı ve karındanbacaklı fosillerinin yanısıra, denizel kaplumbağa, köpekbalıkları, gibi birçok canlı topluluklarının fosil kayıtları bize bu birlik-teliği kanıtlar ^(13,14).

Yozgat-Yerköy Bölgesi

Bu çalışmaya konu olan yengeçler Orta Anadolu'nun en önemli havzalarından biri olan Çankırı-Çorum havzası içinde yer alır. Yozgat İli, Yerköy İlçe'nin yaklaşık olarak 10-15 km güneyinde Pöhrenk Köyünün 1 km kuzeydoğusunda bulunur (Şekil 3).



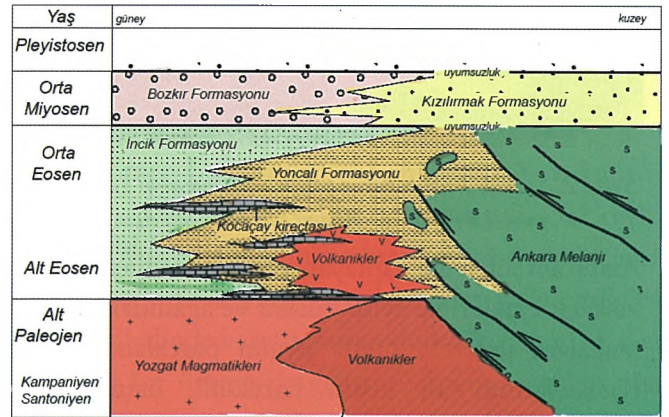
Şekil 3. Çalışılan bölgenin arazi modeli ve fosil noktası

Yozgat-Yerköy-Çiçekdağ havzasında yüzeyleyen Lütesiyen yaşlı oluşuklar kristalin temel veya Geç Kretase volkanik serisi üzerine transgresif olarak gelir. Gelişen volkanizmanın ürünleri olan volkanik ve kristalin temel üzerinde, bölgenin güneyinde gri renkli kumtaşı-marn ve kiltaşından oluşan İncik Formasyonu yer alır. Bölgenin kuzeyine doğru gidildiğinde, özellikle Yozgat-Yerköy yolu boyunca yüzeyleyen Orta Eosen (Lütesiyen) yaşlı veren volkanik fasiyeste gelişen oluşuklar, kumtaşı, kumlu kireçtaşı, marn litolojilerinden oluşan Yoncalı Formasyonu tarafından üzerlenir. Alt-Orta Eosen yaşlı İncik ve Yoncalı formasyonlarının içinde Kocaçay kireçtaşı da bulunmaktadır. Bu formasyonların üzerine ise, bölgenin kuzeyine doğru yer yer Orta Miyosen yaşlı genelde kil-marn-şeyl ve silttaşından oluşan Bozkır ve Kızılırmak Formasyonları uyumsuz olarak gelir (Şekil 4)^(15,16).

Yozgat Yerköy civarında Pöhrenk Köyü ile Bezirgan mevkii arasında yapılan arazi çalışması sırasında Orta Eosen yaşını veren, İncik ve

Yoncalı Formasyonları içinde yer alan Kocaçay kireçtaşı birimlerinde yengeç fosilleri bulunmuştur (Şekil 5). Yapılan paleontolojik çalışmalar ışığında bulunan yengeç fosillerinin Erken Lütesiyen (49-45 milyon yıl) yaşlı Harpactocarcinus sp. cinsi olduğu tespit edilmiştir (Şekil 6). Daha önce birçok jeolog tarafından bu alanlarda yengeç fosillerine

rastlanılmış fakat fosil üzerinde bir çalışma yapmamışlardır. Bu çalışma ile bulunan yengeç fosilleri üzerinde ilk defa paleontolojik bir çalışmaya gidilerek, örnekler Harpactocarcinus cinsi olarak tanımlanmıştır.

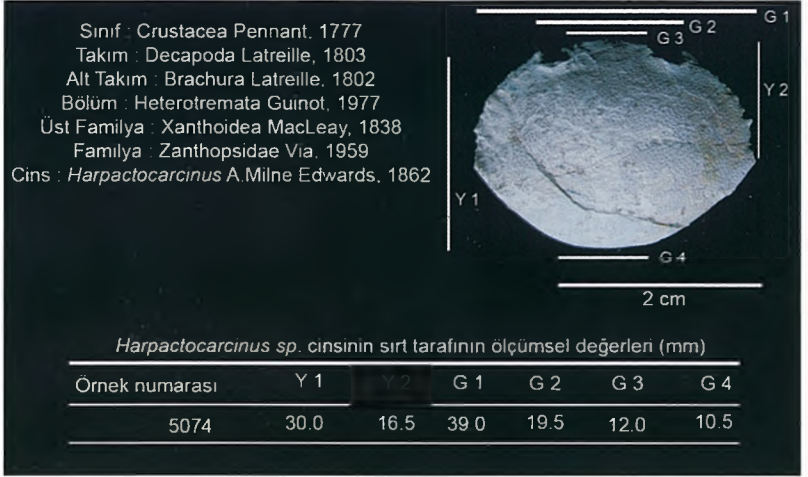


Şekil 4. Yozgat-Yerköy bölgesinin geliştirilmiş stratigrafik dikeme kesiti⁽¹⁶⁾



Şekil 5. Yozgat-Yerköy civarında yengeç fosillerinin bulunduğu Eosen yaşlı sedimanter birimlerin arazi görüntüsü

Cins düzeyinde tespit edilen yengeç fosilleri, Dünya'da da daha önce Eosen arazilerinde bulunmuş yengeç fosilleri ile paleontolojik ve stratigrafik konum bakımından uygun özellikler göstermektedir. Dar ve konveks şeklini almış oldukça geniş sırt bölgesi, karın tarafında silindirik şeklini almış halkalar son derece belirgindir (Şekil 7). Oldukça iyi durumda bulunmuş yengeç fosillerinin bütün belirleyici vücutsal yapıları genel olarak korunabilmiştir. Özellikle bulunan fosillerin cins ve tür tayini için önemli olan, dişi veya erkek yengeç ayırımında bakılması gereken abdomen bölgesi ile sert ve koyu renk almış kısıkları oldukça iyi korunmuştur (Şekil 7) ^(4,17).



Şekil 6. *Harpactocarcinus* sp. cinsi yengeç fosil örneğinin sistematik paleontolojideki yeri ve üzerinde yapılan ölçümler (Y 1: Maksimum yükseklik, Y 2: En geniş vücut parçasından olan yükseklik, G 1: Maksimum genişlik, G 2: İki göz oyuğu arasındaki mesafe, G 3: İki göz arasındaki mesafe, G 4: Sırt arkasının uzunluğu)



Şekil 7. Yozgat-Yerköy bölgesi Lütisiyen yaşlı Kocaçay kireçtaşı biriminde bulunan *Harpactocarcinus* sp. yengeç fosillerinin sırt, karın ve önden görünüşü (yengeçlerin ilk ikisi erkek, sonuncusu dişidir)

Neden Öldüler ?

Günümüzde de denizel yengeçler çok sığ ortam koşullarında yaşayabilmektedir. Yozgat çevresinde bulunan yengeç fosilleri stratigrafik olarak Erken Lütesiyen yaşında olup daha üst seviyelerde rastlanılmamıştır. Bölgede yapılan arazi çalışması sırasında yengeçlerle aynı ortam koşullarını paylaşan değişik omurgasız fosil örneklerine de rastlanılmıştır. Yassisolungaçlılardan Spondylus, karıncabacaklılardan Pleurotomaria cinsi mollusk fosilleri ile birçok ekinit ve foraminiferlerden nummulit örnekleri de tespit edilmiştir^(18,19,20). Erken Lütesiyen kireçtaşları içinde bulunan yengeç fosillerinin daha erken yaşlı sedimanter yapıların içinde bulunmamasının sebepleri bize yengeçlerin ölüm nedenlerinin ipuçlarını da verebilir.

Yengeçlerin yaklaşık ömürleri 2-10 yıldır. Deri değiştirme ile erginliğe ulaşmaları, ömür uzunluğuna ve büyüklüğüne bağlı olarak 1-12 aydır. Günümüz yengeçlerinde gözlenen bu yaşam özellikleri fosil yengeç örneklerinin vücut yapılarına ve özelliklerine bakarak karşılaştırmalı fosil çalışmaları ile yaklaşık olarak aynı davranışları gösterdikleri düşünülmektedir⁽¹⁾.

Yaşam evrelerinde, günün saatlerine ve güneş ışığına göre, belirli bir şekilde dikey göç etme içgüdüsüne sahip olan yengeçlerin uyum sağlama açısından zorlanacakları ortamların başında derin deniz gelmektedir. Özellikle Senozoyik'de, yapılan izotop çalışmalarıyla da desteklenen ve Erken Eosen'de başladığı tesbit edilen deniz seviyesindeki değişimlerin, Türkiye'yi de içine alan çok geniş bir alanda etkili olduğu düşünülmektedir⁽²¹⁾. Erken Lütesiyen katı boyunca oldukça sığ ve algli bir denizde yaşamını sürdürmüş olan yengeçlerin, Orta Lütesiyen'e doğru derinleşen su dolayısıyla yaşam alanları sınırlanmış ve oldukça dar bir alanda hayatta kalabilmeye çalışmışlardır. Daha sonra derin bir deniz görüntüsünü alan bölge içinde ise yengeçler daha fazla derin su koşullarına uyum sağlayamayıp, ölmüşlerdir. Bölgenin tektonik yapısı veya denizin ilerlemesi ile derinleşen su yüzünden hayatlarını kaybeden yengeçlerin, Erken

Lütesiyen'den sonraki sedimanter seviyelerde bulunmaması da bu görüşü desteklemektedir.

Ayrıca, iklimin de yengeçler üzerindeki etkisi gözardı edilmemelidir. Kretase'den Güncel'e kadar ısı eğrisinde dört büyük ana ılıman periyot saptanmıştır. Bu periyotlar; Apsiyen-Orta Albiyen (121-106 milyon yıl), Turoniyen-Kampaniyen (93-71 milyon yıl), Paleosen-Orta Eosen (65-41 milyon yıl) ve Geç Oligosen-Orta Miyosen'dir (28-11 milyon yıl). Arada bulunan periyotlar ise çok soğuk ısı bazen de buzullaşma ile karakterize edilmişlerdir⁽²²⁾. Özellikle planktik foraminiferler ve Paleojen molluskaları üzerinde yapılan iklime dayalı analiz çalışmalar da bu verileri destekler⁽²³⁾. Erken Paleojen (50-60 milyon yıl) devri boyunca atmosferdeki CO₂ değişimi ve sonrasında dünya genelinde gözlenen, Eosen'de başlayıp Oligosen'e kadar devam eden mevsimsel sıcaklıklardaki orantısız değişimlerin de, derinleşen su ortamı ile birlikte yengeçler üzerinde olumsuz bir etki de bulunduğu da varsayılır^(24,25,26). Genel görüş Eosen döneminde, hidrotermal aktiviteye bağlı olarak CO₂ ve CH₄ gibi sera etkisi yapan gazların deniz tabanına yayılması sonucu iklimsel bir ısınmaya neden olduğu şeklindedir. Artan iklimsel ısı, dereceli olarak deniz suyunu da etkilemiş ve suyun yoğunluk ve tuzluluğunun artmasına sebep olmuştur^(27,28,29). Yozgat-Yerköy'de bulunan yengeç fosillerinin ani yok oluşlarına neden olarak, Eosen döneminde gelişen bu olaylara bağlı olarak, gelişen iklimsel değişikliklerle birlikte orantısız gelişen ara periyotlar ve bölgenin tektonizmaya bağlı fiziksel değişimi sonucunda denizin bölgeyi derin bir ortam şekline getirmesi düşünülmektedir.

Katkı Belirtme

Yazarlar, bölgenin topografik sayısallaştırma modelini yapan Azad Sağlam'a (Ankara Üniversitesi) yardımlarından dolayı teşekkür eder.

- (1) Demirsoy, A., 1998. Yaşamın Temel Kuralları. Cilt-2/Kısım-1. Meteksan Yayıncılık.. Ankara. ss.1210.
- (2) Sayar, C. 1991. Paleontoloji- Omurgasız Fosiller. İ.T.Ü Matbaası, Sayı: 1435. İstanbul. 672s.
- (3) Hoşgör, İ., 2003. Trilobitler: Eski Denizlerin Kalkanları, Mavi Gezegen, 8, 19-22.
- (4) Moore, R., Teichert, C., 1969. Treatise on Invertebrate Paleontology, Part R, Arthropoda 4, p. R 400-R 651. Geological Society of America and University of Kansas Press, New York.
- (5) Secretan, S., 1964. La Carapace Des Crustaces, Differentes Modes D'adaptation aux Segments du Corps, Annales de Paleontologie (Invertebres), t.50, 2, 13-20.
- (6) Carrol, J.C., Winn, R.N., 1989. Brown Rock Crab, Red Crab and Yellow Crab. Biological Report. Fish and Wildlife Service U.S. Department of the Interior, 82, 11-117.
- (7) Brehm, A.E., 1895. Merveilles de la Nature. Les Poissons et les Crustaces. Libraire J-B. Bailliere et Fils. Paris. pp.836.
- (8) Shigemiyu, Y., 2003. Does the handedness of the pebble crab *Eriphia smithii* influence its attack success on two dextral snail species? The Zoological Society of London, 260, 259-265.
- (9) Leighton, L.R., 2002. Inferring predation intensity in the marine fossil record. *Paleobiology*, 28, 3, 328-342.
- (10) Backwell, P.R.Y., Jennions, M.D., 2004. Coalition among male fiddler crabs. *Nature*, 430, 22, 417.
- (11) Feldmann, R.M., 2003. The Decapoda: A new Initiatives and Novel Approaches. *Journal of Paleontology*. 77, 6, 1021-1039.
- (12) Bachmayer, F., Rutsch, R.F., 1962. Brachyurenfunde (Crustacea) aus der miozänen Meeresmolasse der Schweiz. *Eclogae geologicae Helvetiae*, 55, 2, 675-682.
- (13) Philipe, M., Secretan, S., 1971. Crustaces Decapodes du Burdigalien des Courennes (Vaucluse). *Annales de Paleontologie (Invertebres)*, t. 57, 9-20.
- (14) Sanchez-Villagra, M.R., Burnham, R.J., Campbeell, D.C., Feldmann, R.M., Gafney, E.S., Kay, R.E., Lozsan, R., Purdy, R., Thewissen, G.M., 2000. A New Near-Shore Marine Fauna and Flora from the Early Neogene of Northwestern Venezuela. *Journal of Paleontology*, 74, 5, 957-968.
- (15) Ketin, İ., 1983. Türkiye Jeolojisine Genel Bir Bakış. İTÜ Vakfı, Yayın No: 32, pp.595, Ankara.
- (16) Akgün, F., Akay, E., Erdoğan, B., 2002. Tertiary Terrestrial to Shallow Marine Deposition in Central Anatolia: A Palynological Approach. *Turkish Journal of Earth Science*, 11, 127-160
- (17) Schweitzer, C.E., 2003. Utility of Proxy Characters for Classification of Fossils: An Example from the Fossils Xanthoidea (Crustacea: Decapoda: Brachyura). *Journal of Paleontology*, 77, 6, 1107-1128.
- (18) Moore, R.C (ed), 1969, Treatise on Invertebrate Paleontology, Part N, 1-2, Mollusca 6, Pelecypoda, The Geol. Soc. Of America, Inc. and the University of Kansas.
- (19) Moore, R.C. (ed), 1960, Treatise on Invertebrate Paleontology, Part 1, Mollusca 1, Gastropoda, The Geol. Soc. Of America, Inc. and the University.
- (20) Koenen, A, 1892, Das Norddeutsche Unter-Oligocän und seine Mollusken Fauna, Band 10. Berlin.
- (21) Williams, D. F., 1988. Evidence for and against sea-level changes from the stable isotopic record of the Cenozoic. *Sea-Level Changes: An Integrated Approach*, Society of Economic Paleontologist and Mineralogist, Oklahoma, pp. 407.
- (22) Sakıncı, M., 1985. Planktonik Foraminiferlerin Gelişimi ve Paleotemperatür (çev.). *Yeryuvarı ve İnsan*, 8-12.
- (23) Rusu, A., 1995. Paleoclimatic Meaning of Paleogene Mollusca in NW Transylvania (Romania). *Rom. J. Paleontology*, 76, 47-52.
- (24) Rojay, B., 1995. Post-Triassic Evolution of Central Pontides: Evidence from Amasya Region, Northern Anatolia, *Geologica Romana*, 31, 329-350.
- (25) Shellito, C.J., Sloan, L.C., Huber, M., 2003. Climate model sensitivity to atmospheric CO2 levels in the Early-Middle Paleogene. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 193, 113-123.
- (26) Retallack, G.J., Orr, W.N., Prothero, D.R., Duncan, R.A., Kester, P.R., Ambers, C.P., 2004. Eocene-Oligocene Extinction and Paleoclimatic Change Near Eugene, Oregon. *GSA Bulletin*, 116, 7-8, 817-839.
- (27) Owen, R.M., Rea, D.K., 1985. Sea floor hydrothermal activity links dimate to tectonics: the Eocene CO2 green-house. *Science*, 227, 166-169.
- (28) Svensen, H., Planke, S., Maithe-Sorensen, A., Jamtveit, B., Myklebust, R., Eldem, T.R., Rey, S.S., 2004. Release of methane from a volcanic basin as a mechanism for initial Eocene global warming. *Nature*, 429, 542-545.
- (29) Zachos, J.C., Stott, L.D., Lohmann, K.C., 1994. Evolution of marine temperatures during the Paleogene. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 115, 61-89.

Canlı Gider İzi Kalır



**Yavuz Okan
İzzet Hoşgör
Çağlayan Özdemir**

Ankara Üniversitesi
Mühendislik Fakültesi
Jeoloji Mühendisliği Bölümü
Ankara

okan@eng.ankara.edu.tr
hosgor@eng.ankara.edu.tr
ozdemircaglayan@yahoo.com

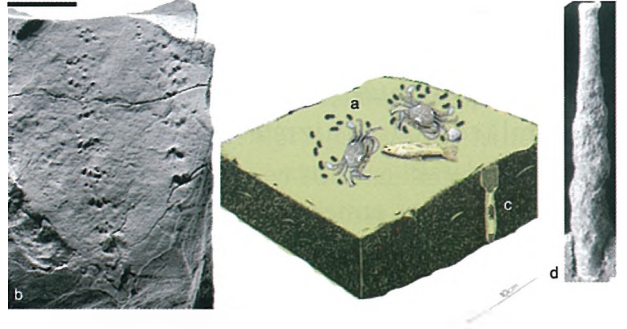
Bir deniz kenarında ıslak kumların üzerinde telaşla oradan oraya koşan bir yengeci düşünün veya sahilden denize doğru biraz gidip suyun içindeki midyeleri ve ona benzer yumuşakça hayvanların hareketlerini belli bir süre izlediğinizde değişik yönlerde farklı amaçlar için ortam şartlarına göre hareket ettiklerini görürsünüz. Islak bir zemin arayışı telaşı içinde olan yengecin kuma kendini gömmesi ve kum içinde hareketleri, su içinde delici bir midyenin kapaklarını yukarı getirip plankton avlanmak amacıyla avcı şeklini alarak kum zemine gömülmesi, günümüzde nasıl izler bırakıyorsa geçmiş jeolojik devirlerde yaşayan omurgalı veya omurgasız hayvanlar da belli yaşam izlerini taşlara işlemişlerdir.

İz fosiller veya iknofosiller, tabakanın içinde veya üzerinde organizmalarca yapılmış olan her türlü izler, oyuklar ve deliklerdir. İz fosillerin bir çoğu depolanmayla aynı zamanlı olabildiği gibi, bazıları da depolanma sonrası oluşabilmişlerdir.

Bilindiği gibi, pek çok sedimanter yapı fiziksel faaliyetler sonucu oluşur. Bu fiziksel faaliyetler de, organizmaların tabaka içinde veya üzerindeki işlevlerinin bir sonucudur. Özellikle denizel omurgasız organizmaların belli bir zemin üzerinde veya içersinde bırakmış oldukları izler, ilgi yönüne göre belli ortamlarda tahrip edici olarak izlenirken bir başka yerde inşa edilmiş bir eleman olarak izlenebilir. Gerek fiziksel olaylar sonucu meydana gelen yapıları gerekse biyojenik kökenli yapıları birbirinden ayrılmaz bir çift olarak değerlendirilmesi gerekir. İz fosiller aslında biyojenik kökenli iseler de, genel olarak birer sedimanter yapıdır ve tortul istiflerin açıklanmasında kullanılacak önemli veriler sunar. Bu önemleri de iz yapıcı organizmaların o tortul ortamının içinde veya o ortama kendilerini adapte ederek yaşamış olmalarından kaynaklanmaktadır.

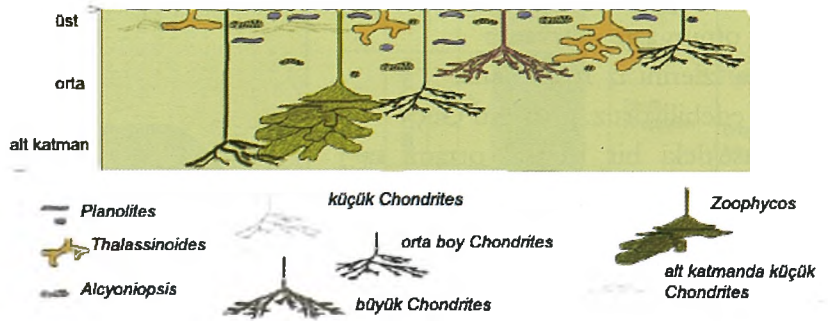
İz fosiller paleontolojik varlıklar olarak adlandırılır ve terminolojileri ve buna bağlı olarak sınıflandırılmaları, organizmanın davranışına göre (Etolojik) ve organizmanın bulunduğu yere göre (Toponomik) iki ayrı grupta değerlendirilir. Özellikle yumuşak gövdeli hayvanlar, yaşamları boyunca pek çok izler bırakırlar. Genelde kumtaşlarında yaşam sırasındaki topluluklara ait izler oldukça belirgin bir şekilde kalır. İknoloji, eksik fosil kayıtlarına çok önemli katkılar koyar. İz fosiller yerli yerinde bulduklarından güvenilir birer kaynak olmanın yanı sıra, ortamın şartlarını belirtmeleri açısından da önemlidir. Bunun yanı sıra iz fosiller canlı yoğunluğunun belirtilmesi açısından zayıf bir göstergedir. Tek bir fert, yiyecek ararken pek çok ferdin izi gibi çok sayıda iz bırakabilir. Bu nedenle, iz fosiller ortamsal özelliklerin ortaya çıkarılmasında çok yararlı olmakla birlikte, paleontolojik ve topluluk ekolojisi yönünden çok da yararlı sayılmazlar. Sadece, canlı çeşitliliğini göstermesi açısından iz fosiller, eğer iyi korunmuşlarsa yararlıdır⁽¹⁾. Örneğin Geç Kretase (99-65 milyon yıl) zamanında ölü bir balık kokusunu antenleri ile

sezebilen iki leşçil yengecin kum zemin üzerine bıraktıkları izler veya bir başka yengeç cinsinin aynı ortamda avını kum zemini kazarak aramasının günümüze kadar ulaşan örnekleri (Şekil 1), yani iz fosilleri geçmiş zaman canlılarının davranışsal özelliklerinin açıklanması bakımından çok önemlidir^(2,3).



Şekil 1. Geç Kretase zamanında yengeçler tarafından bırakılmış izler; a-b. *Foersterichbus rossensis*, yürüme izi., c-d. *Ocypode stimpsoni*, oyma izi^(2,3)

Son zamanlarda iz fosiller ile yapılan araştırmaların büyük bir çoğunluğu Mestrihtiyen (71-65 milyon yıl) zaman aralığında meydana gelmiş toplu yok olma olayı üzerinedir. Geç Kretase sonunda oluşan olumsuz ortam koşulları ve bunun sonucunda gelişen biyolojik krizin özellikle denizel fauna üzerindeki etkisi iz fosiller ile takip edilebilmektedir. Karadan denize geçiş ortamlarında, özellikle delta ortamındaki canlı aktivitesi, oksijen ve yiyecek sıkıntısının baş gösterdiği Geç Kretase zamanında, denizel omurgasız canlıların yiyecek bulmak ve kendilerini olumsuz ortam koşullarından korumak veya uyum sağlamak amacıyla bu devri karakterize eden izler bırakmışlardır (Şekil 2)^(4,5).



Şekil 2. Geç Kretase zamanında gelişmiş tipik denizel iz fosilleri⁽⁴⁾

İz fosillerin belirli bir fasiyesi temsil etmeleri nedeniyle diğer paleontolojik verilere karşı üstünlükleri tartışılmaz. Böylece; denizel havzaların karadan denize doğru olan fasiyes değişimlerini gösterirler. Canlı çeşitliliğini göstermesi açısından önemli olan iz fosillerin tipik şeklini alabilmesi, o anki ortam şartlarıyla da yakından ilgilidir. Ortamdaki çökeltme hızı yavaş ise, organizma dip tortulunu şekillendirmek için yeterli zamana sahiptir. Oysa çökeltmenin hızlı olduğu ortamlarda organizma sürekli olarak yukarıya doğru hareket etmek zorunda olduğundan dolayı hayvan dip tortulunu şekillendirmek için yeterli zaman bulamaz⁽¹⁾.

İz fosiller sadece denizel ortamlar için değil, karasal ortamlar içinde önemli bir veri kaynağıdır. Karasal ortam den-diğinde, akarsu, göl, lagün gibi birçok farklı tipte gelişmiş ortamlar anlaşılmalıdır. Geç-

mişte bu ortamlarda yaşamış birçok omurgalı veya omurgasız hayvanın bugün izlerini iz fosil olarak takip edebiliyoruz. Örneğin Geç Kretase'deki bir karasal ortamı iz fosiller ışında incelediğimizde, dağların yüksek kısımlarından doğan bir akarsuyun, herhangi bir göle ulaşana kadar üzerindeki canlı hareketlerinden kaynaklanan izler, takip edilebilmektedir. Eğimi çok az olan bir vadide akan akarsu, menderesli kollar oluşturarak yoluna devam

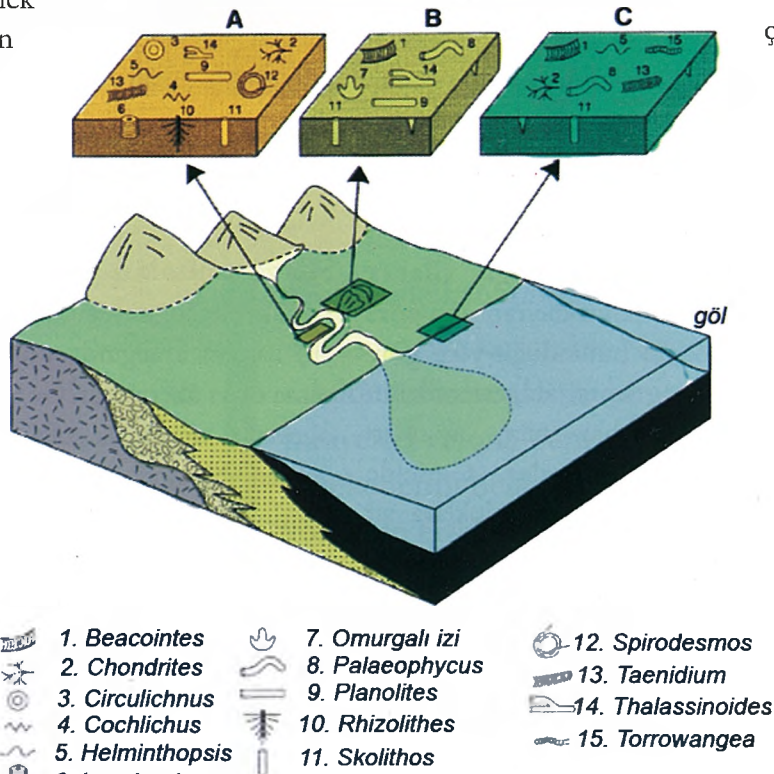
ederken, biyolojik faaliyetler özellikle taşma ovasında biriken ince taneli birikintiler üzerinde gelişir (Şekil 3). Göle kadar daima yer değiştiren menderesli akarsuyun, iç ve dirsek tarafında yersel farklılıklar gösteren canlı izlerine rastlanmıştır. Göl kenarında ve sığ göl bölgesinde ise yine Geç Kretase devrini belirten canlıların bıraktığı beslenme veya dinlenme izleri bulunmuştur⁽⁶⁾.

İz fosiller gövde fosiller gibi başka bir yere taşınmazlar. Ancak genelde çoğu aşınma nedeniyle bozulabilir.

Karbonatlı tortul ortamlarda çok sayıda iz yapıcı organizmalar barınır. İz fosillerin büyük bir çoğunluğunun çalışılması, klastik sedimanlarda oldukça kolay olup, pek çok kayaçtaki gövde fosil eksikliğinden kaynaklanan paleo-ekolojik veri kayıplarının tamamlanmasında sağlıklı bir gösterge olarak kullanılır.

Bunun yanında özellikle jeolojik devir olarak Paleozoyik zamanı

kayaçlarda izlenen diyajenetik olayların çoğu gövde fosillerini büyük bir oranda tahrip etmeleri nedeniyle, iz fosillerin varlığı birçok paleontolojik ve paleoekolojik soruya cevap verilebilmesini sağlamaktadır⁽¹⁾.



Şekil 3. Karasal ortam şartlarında canlılar tarafından bırakılmış iz fosiller⁽⁶⁾

- | | | |
|-------------------------|------------------------|---------------------------|
| 1. <i>Beacointes</i> | 7. Omurgalı izi | 12. <i>Spirodesmos</i> |
| 2. <i>Chondrites</i> | 8. <i>Palaeophycus</i> | 13. <i>Taenidium</i> |
| 3. <i>Circulichnus</i> | 9. <i>Planolites</i> | 14. <i>Thalassinoides</i> |
| 4. <i>Cochlichus</i> | 10. <i>Rhizolithes</i> | 15. <i>Torrowangea</i> |
| 5. <i>Helminthopsis</i> | 11. <i>Skolithos</i> | |
| 6. <i>Laevicyclus</i> | | |

Geç Kretase'de Ankara-Malıboğazi'nda yaşananlar...

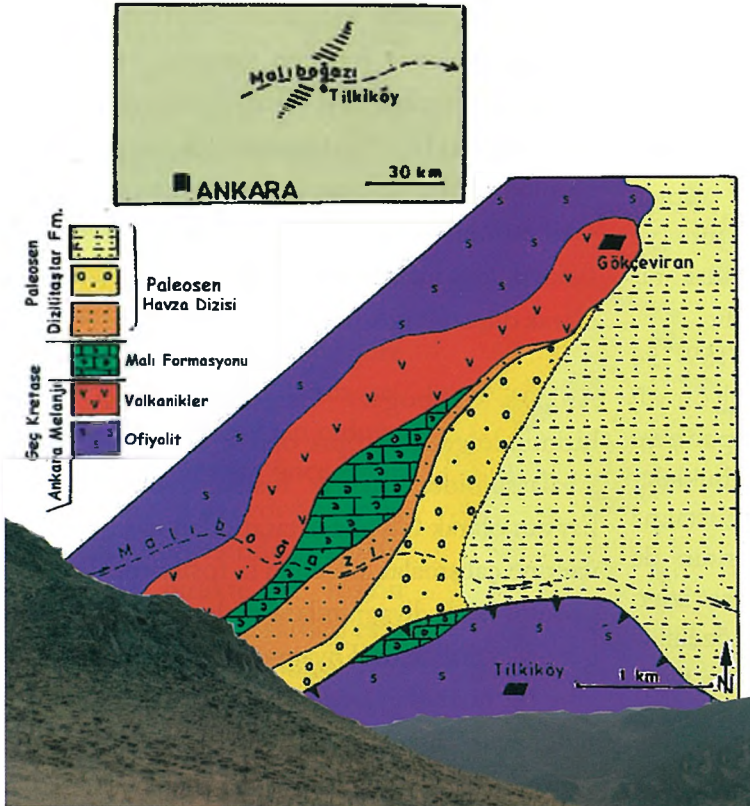
Ankara'nın kuzeyinde yer alan Malıboğazi bölgesinde, Ankara melanjinin en üst seviyesini oluşturan ofiyolitik kayaların üzerinde Üst Kretase (Mestrihtiyen, 71-65 milyon yıl) yaşlı biyoklastik ve biyohermal birimler bulunur. Bu birimlerin üzerine ise arazide de çok iyi bir şekilde izlenen Üst Kretase-Paleosen devrine ait yelpaze-delta karmaşığı resifal kireçtaşları gelir (Şekil 4).

Mestrihtiyen karbonatları ve onu üzerleyen Paleosen birimleri, Ankara melanjinin en genç kısmının biçimlendirildiği bindirmenin, çarpışma öncesi durumunu tanımlamaktadır. Orta Anadolu'da Paleosen'in sedimanter fasiyesleri, kalın akarsu ve kıyı ortamı çökellerinden derin deniz çökellerine kadar sıralanır⁽⁷⁾.

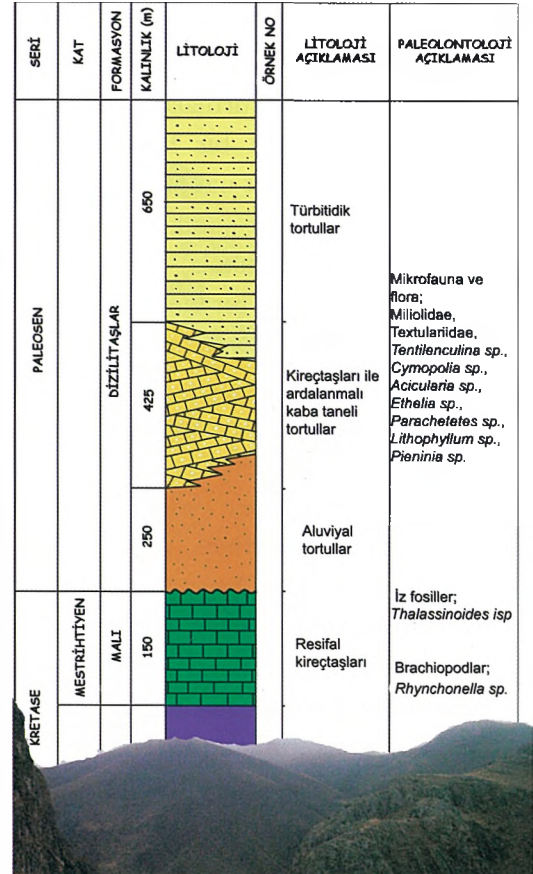
İçinde çok bol rudist faunasının belirlendiği Geç Kretase yaşlı 150 m kalınlıktaki Malı Formasyonuna (Şekil 5) ait kireçtaşlarında yapılan incelemelerde, uzun tüp şeklinde, Y veya T şeklini almış yapılar

saptanmıştır. Yapılan arazi çalışmasında eski bir canlılığın izlerine ait olduğu anlaşılan bu iz fosillerin, çok yakınında Mestrihtiyen yaşını veren kök-ayaklılar dalına ait (brakiyopodlar) *Rhynchonella* sp., cinsi'de (Şekil 6) tanımlanmıştır^(7,8).

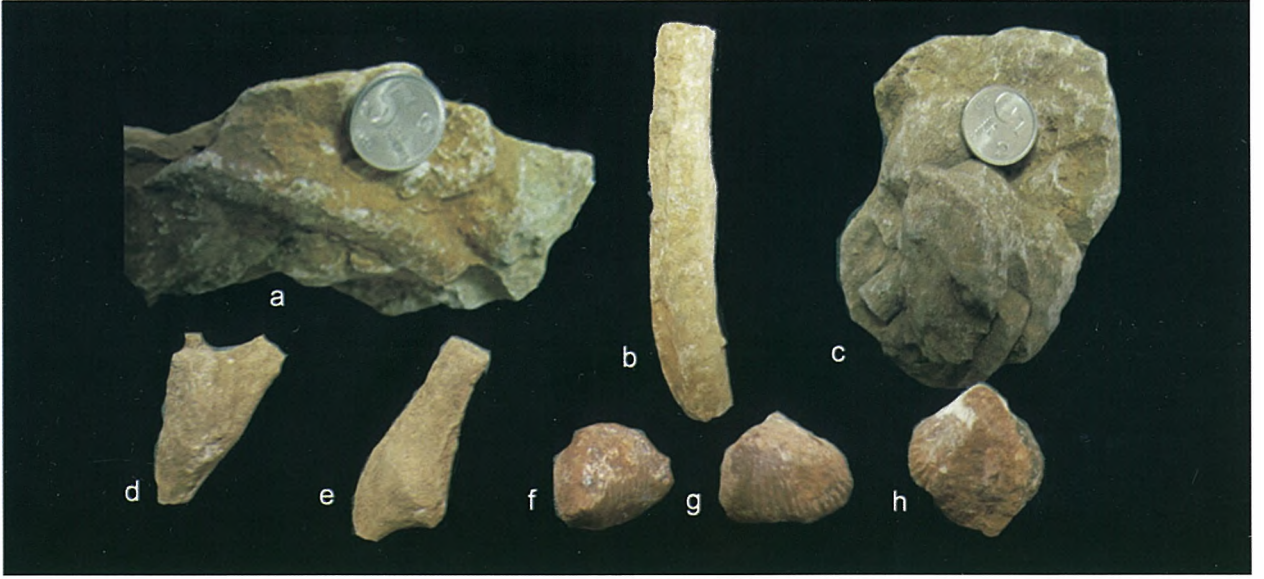
Araziden alınan iz fosil örnekleri üzerinde, paleontolojik olarak adlandırma işlemi için yapılan çalışmada, fosillerin bulunduğu alanın Mestrihtiyen zamanı için nasıl bir ortam koşulları içinde geliştiğinin açıklanması bakımından çok önemlidir. Bulunan iz fosiller, üzerinde isimlendirme yapılabilecek kadar iyi korunabilmiş örneklerdir. İz fosillere daha yakından bakıldığında bazılarının tamamen uzun tüp şeklinde geliştiğini, bazılarının ise Y veya T şeklini aldıklarını görmekteyiz. Yapılan literatür çalışması ile iz fosillerin üç boyutlu oygu sistemini oluşturan *Thalassinoides* isp., (*Thalassinoides* Ehrenberg 1944)⁽⁹⁾ adlı bir oygu iz fosil cinsi (iknocins) olduğu saptanmıştır (Şekil 6).



Şekil 4. Ankara'nın kuzeyinde bulunan Malıboğazi bölgesini gösteren yerbulduru haritası⁽⁷⁾



Şekil 5. Bölgenin genelleştirilmiş dikme kesiti ve tanımlanan fosil fauna ve florası^(7,8)



Şekil 6. a-e. *Thalassinoides* isp., f-h. *Rhynchonella* sp.

Genelde sığ denizel ortam koşullarını belirten bu iz fosiller, özellikle oksijensiz ortam şartlarında (anoksik), türbidit akıntılarda şekillerini koruyabilmişlerdir⁽¹⁰⁾. Daha önceki yıllarda yapılan araştırmalar, özellikle Geç Kretase yaşlı *Thalassinoides* iz fosilinin hangi hayvan tarafından yapıldığı sorusuna cevap bulma amacı üzerinde yoğunlaşmıştır. Mestrihtiyen katını işaret eden bu iz fosil üzerindeki araştırmalar, paleontologları çok da tahmin etmedikleri bir hayvan olan istakozlara götürmüştür. Vücut uzunluğu 30-40 cm.'yi bulan, yassı yada yuvarlak yapılı, baş bölgesi geniş, dış vücut örtüsü (kutikula) kitin bileşimli yapıda olduğundan kalın bir şekilde gelişmiş, Jura ve Kretase devrinde yaşamış *Glyphaea* cinsi bir istakozun bu izleri yaptığını düşünmüşlerdir^(11,12,13). İlk önceleri Jura devrinin Oxfordiyen (159-154 milyon yıl) ve Kimmeridgiyen (154-151milyon yıl) yaşlı sedimanter birimlerde saptanan *Thalassinoides* iz fosili ile bulunan, kabuklular sınıfının onayaklı (Decapoda) takımına ait istakoz fosillerinin, günümüzde yaşayan formlarının da bulunan iz fosil örneklerine çok benzer yaşam izleri bıraktıkları görülmüştür. Daha sonraları özellikle Geç Kretase birimlerinde *Thalassinoides* iz fosilinin genelde *Glyphaea* cinsi bir istakoz tarafından yapıldığı fikri gerçeklik kazanmıştır^(14,15,16,17,18).

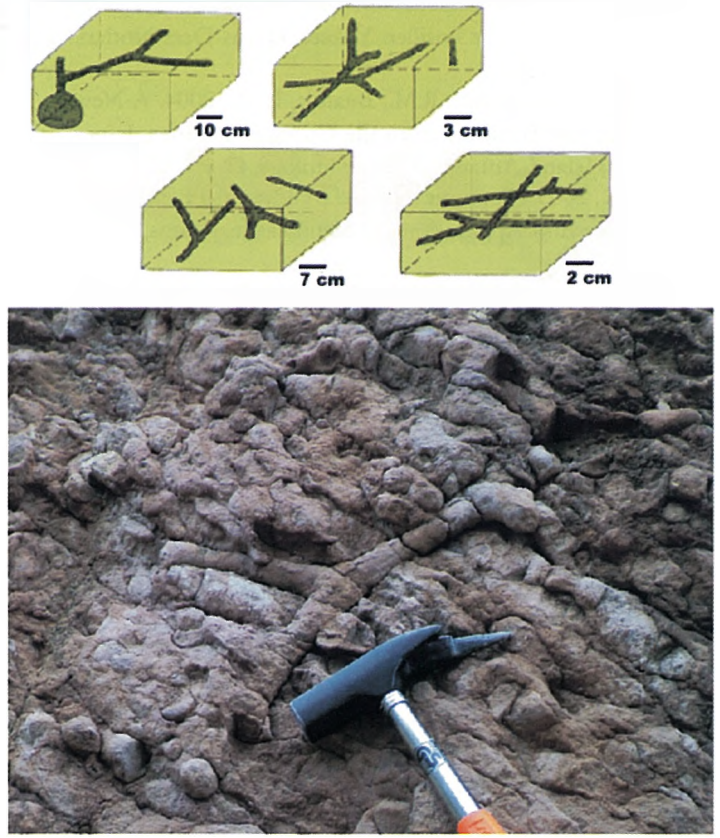
Kabuklular sınıfına ait onayaklı takımının üyeleri istakozların veya kerevitlerin kum ve çamur

üzerinde veya içinde bıraktıkları izler sadece *Thalassinoides* isp. olarak adlandırılmıyor. Özellikle Geç Kretase için tipik bir form olan *Thalassinoides* iz fosil örnekleri ışığında takip edilen, bölgesel toplu yok olma olayları ile birlikte farklı zaman aralıklarında gelişmiş ortamlarda da izlenilebilir⁽¹⁹⁾. Örneğin Üst Miyosen yaşlı sedimanter birimler içinde kabuklular tarafından yapılmış *Thalassinoides* iz fosilinin yanında, *Maiakarichus* ve *Ophiomorpha* iz fosilleri de tanımlanmaktadır⁽²⁰⁾. Özellikle *Thalassinoides* iz fosilinin, *Ophiomorpha* ile olan çok yakın benzerlikleri, bu şekilleri oluşturan hayvanın yani aynı iz yapıcının farklı pozisyonlarda meydana getirdiği oygu sistemi olarak düşünülmektedir⁽²¹⁾.

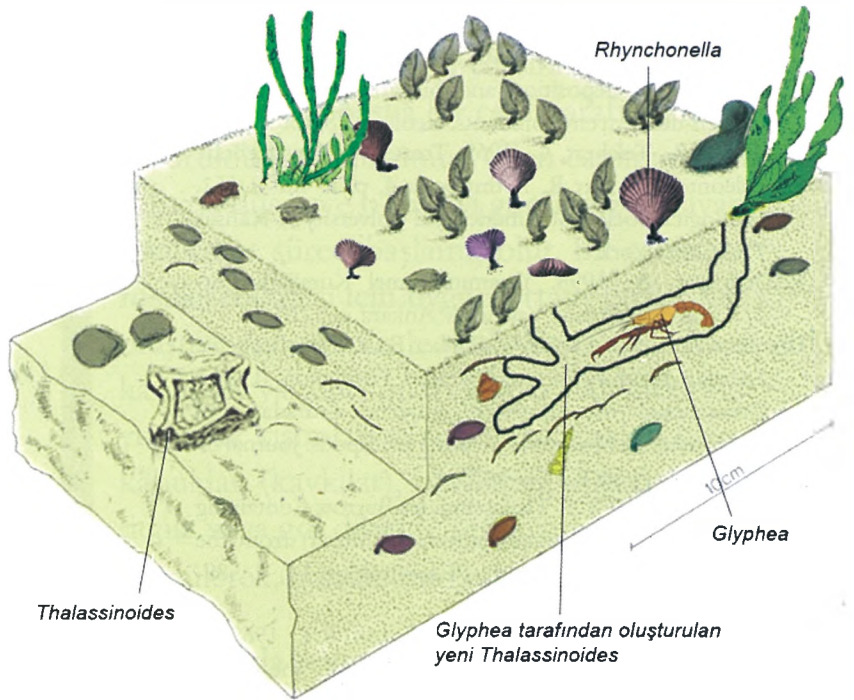
Ankara-Malıboğazı Üst Kretase sedimanter biriminde genelde tipik olarak Y şeklinde izlenen *Thalassinoides* isp., iz fosilinin, olası iz yapıcı hayvan olarak *Glyphaea* tarafından nasıl bırakıldığı üzerine çalışmalar, bulunan iz fosil örneklerinin üç boyutlu blok diyagramlara yerleştirme yöntemiyle gerçekleştirilmiştir. Diyagramlardan da anlaşılacağı gibi, bir noktadan beslenme veya dinlenme amaçlı açtığı delikten zemini kazarak ilerleyen hayvan, ilgi yönüne göre davranarak kanalların genelde birbirleriyle açılı olarak yerleştiği bir görüntü sunar (Şekil 7)^(22,23).

Genel olarak istakozların yaşam evrelerine ve sosyal davranışlarına baktığınızda, yaşadıkları sürece diğer birçok kabuklu canlı gibi kum zemine oldukça fazla belirgin şekiller bıraktıklarını görmekteyiz. Yaşam alanlarını savunma, kum ve çamur zemin üzerinde, bazen kendi boyunu aşan antenleri ve çok kuvvetli büyük sağ kıskaçları ile avına ulaşmaya çalışan istakozun bıraktığı beslenme izleri, zemini bir noktadan oyarak, kum zemin içinde ilgi yönlerine doğru hareketleri, oluşturdukları alanda dinlenme izleri belirgin bir şekilde gelişir⁽²⁴⁾.

Sonuç olarak Ankara Malıboğazı bölgesine paleontolojik çalışma amacıyla yapılan gezide bulunan ve tanımlanan *Thalassinoides* isp., iz fosil örneğiyle birlikte *Rhynchonella* sp., örnekleri bize, fosillerin alındığı bölgenin olası paleoekolojik durumunu yorumlamada yardımcı olmaktadır (Şekil 8). Üzerinde çalışma yapılan başta *Thalassinoides* isp., iz fosili olmak üzere, *Rhynchonella* sp., örnekleriyle birlikte değerlendirildiğinde, bölgenin o zamanki ortam şartları karşımıza çıkar. Eldeki veriler ile bölgenin paleocoğrafik gelişimi karşılaştırıldığında, tanımlanan *Thalassinoides* isp., fosiline göre Mestrihtiyen katında deniz seviyesinde bir alçalmanın olduğu söylenebilir. Daha önce yine Ankara'nın kuzeydoğusunda Kalecik bölgesinde yapılan çalışmayla birlikte, iz fosilin oluşma ve korunma şartları esas alınarak, inceleme bölgesinin, denizaltı yelpazesinin sığ kesimlerinde çökeltmenin olduğu yakınsak türbiditlerden meydana gelen bir alan olduğu sonucuna varılabilir⁽²⁵⁾.



Şekil 7. İnceleme alanında görüntülenen *Thalassinoides* isp., iz fosil örneği ve diyagramlardaki olası oluşum modelleri^(22,23)



Şekil 8. Bulunan fosil örneklerinin ışığında oluşturulan olası paleoekolojik yorum

- (1) Okan, Y., 2001. İz Fosiller. Yüksek Lisans Ders Notları. Ankara. 1-12.
- (2) Pirrie, D., Feldmann, R.M., Buatois, L. A., 2004. A New Decapod Trackway from the Upper Cretaceous, James Ross Island, Antarctica. *Palaeontology*, 47, 1, 1-12.
- (3) De, C., 2005. Biophysical Model of Intertidal Beach Crab Burrowing: Application and Significance. *Ichnos*, 12, 11-29.
- (4) Rodriguez-Tovar, F.J., Uchman, A., 2004. Trace fossils after the K-T boundary event from Agost section, SE Spain. *Geological Magazine*, 141, 4, 429-440.
- (5) Santos, A.E.D., Rossetti, D.F., 2003. Paleobiente e Estratigrafia da Formação Ipixuna, Área do Rio Capim, Leste da Sub-Bacia de Cameta. *Revista Brasileira de Geociências*, 33, 3, 313-324.
- (6) Kim, J.Y., Kim, K.S., Pickerill, R.K., 2002. Cretaceous Nonmarine Trace Fossils from the Hasandong and Formations of the Namhae Area, Kyongsangnamdo, Southeast Korea. *Ichnos*, 9, 41-60.
- (7) Kazancı, N., Varol, B., 1990. Development of a mass flow-dominated fan-delta complex and associated carbonate reefs within a transgressive Paleocene succession, central Anatolia, Turkey. *Sedimentary Geology* 68, 261-278.
- (8) Hakyemez, Y., Başkurt, T., Bilginer, et al., 1986. Geology of the Yapraklı-Çankırı-Çandır region (central Anatolia, Turkey). A report of Miner. Res. Exp. Inst. Turkey, Ankara, 7966:155 pp. (unpublished).
- (9) Ehrenberg, K., 1944. Ergänzende Bemerkungen zu den seinerzeit. Aus dem Miozan von Burgschleinitz beschriebenen Gangkernen und Bauten dekapoder Krebse: *Palaontologische Zeitschrift*, 23, 245-359.
- (10) Fölmi, K.B., Grimm, K.A., 1990. Doomed pioneers: Gravity-flow deposition and bioturbation in marine oxygen-deficient environments. *Geology*, 18, 1069-1072
- (11) Moore, R., Teichert, C., 1969. Treatise on Invertebrate Paleontology, Part R, Arthropoda 4, p. R 400-R 651. Geological Society of America and University of Kansas Press, New York.
- (12) Demirsoy, A., 1998. Yaşamın Temel Kuralları. Cilt-2/Kısım-1. Meteksan Yayıncılık. Ankara. ss.1210.
- (13) Pemperton, S.G., Frey, R.W., Walker, R.G., 1984. Probable Lobster Burrows in the Cardium Formation (Upper Cretaceous) of Southern Alberta, Canada, and Comments on Modern Burrowing Decapods. *Journal of Paleontology*, 58, 6, 1422-1435.
- (14) Sellwood, B., 1971. A Thalassinoides Burrow Containing the Crustacean Glyphaea udressieri (Meyer) from the Bathonian of Oxfordshire. *Palaeontology*, 14, 4, 589-591.
- (15) Kennedy, W.J., Jakobsen, M.E., Johnson, R.T., 1969. A Favreina-Thalassinoides Association from the Great Oolite of Oxfordshire. *Palaeontology*, 12, 4, 549-554.
- (16) Förster, R., 1977. Untersuchungen an jurassischen Thalassinidea (Crustacea, Decapoda). *Mitt. Bayer. Staatsslg. Palaont. Hist. Geol.*, 17, 137-156.
- (17) Förster, R., Hillebrandi, A., 1984. Das Kimmeridge des Profeta-Jura in Nordchile mit einer Mecochirus-Favreina-Vergesellschaftung (Crustacea, Decapoda-Ichnogenus). *Mitt. Bayer. Staatsslg. Palaont. Hist. Geol.*, 24, 67-84.
- (18) Garassino, A., Krobicki, M., 2002. Galicia marianae n.gen., n.sp. (Crustacea, Decapoda, Astacidea) from the Oxfordian (Upper Jurassic) of the Southern Polish Uplands. *Bulletin of the Mizunami Fossil Museum*, 29, 51-59.
- (19) Feldmann, R.M., Villamil, T., Kauffman, E.G., 1999. Decapod and Stomatopod Crustaceans from Mass Mortality Lagerstätten: Turonian (Cretaceous) of Colombia. *Journal of Paleontology*, 73, 1, 91-101.
- (20) Verde, M., Martinez, S., 2004. A New Ichnogenus for Crustacean Trace Fossils from the Upper Miocene Camacho Formation of Uruguay. *Palaeontology*, 47, 1, 39-49.
- (21) Fürsich, F.T., 1973. A revision of the trace fossils Spongiomorpha, Ophiomorpha and Thalassinoides. *Neues Jahrbuch für Geologie und Palaontologie*, 719-735.
- (22) Bottjer, D.Y., 1985. Trace Fossils and Paleoenvironments of two Arkansas upper Cretaceous Discontinuity Surfaces. *Journal of Paleontology*, 59, 2, 282-298.
- (23) Frey, R.W., Howard, Y.D., 1985. Trace Fossils From The Panther Member, Star Point Formation (Upper Cretaceous), Coal Creek Canyon, Utah. *Journal of Paleontology*, 59, 2, 370-404.
- (24) Tshudy, D., Sorhannus, U., 2000. Pectinate Claws in Decapod Crustaceans: Convergence in Four Lineages. *Journal of Paleontology*, 74, 3, 474-486.
- (25) Yıldız, A., Karahasan, G., Demircan, H., Toker, V., 2000. Kalecik (Ankara) güneydoğusu Alt Maastrichtiyen-Paleosen biyostratigrafisi ve paleoekolojisi. *Yerbilimleri*, 22, 247-259.

Çakmaktaşı ve Gizledikleri



Genel olarak geçmişte neler olup bittiğini günümüz dünyasına anlatmaya çalışan Jeoloji bilimi içinde gelişen farklı disiplinler ve dallar bu amaca yardımcı olurlar. Paleontoloji ve Mineraloji geçmiş anlamamıza yardımcı olan önemli çalışma alanlarıdır. Herhangi bir canlının bir yerde öldüğünü veya başka bir canlı tarafından öldürüldüğünü düşünün. Ölen canlının vücudu zemine düşer ve o canlıyı günümüze taşıyan fosilleşme süreci başlamış olur. Bir canlının fosilleşebilmesi için uygun ortam şartlarının oluşması gereklidir. Jeolojik devirlerde deniz, göl ve karalarda yaşamış olan canlılar öldüklerinde yumuşak kısımları çürür, sert kısımları olan kabukları (kavkılar), iskeletleri, dişleri, bitki artıkları deniz veya göl dibinde sedimanlar içinde gömülerek, günümüze kadar korunabilirler ⁽¹⁾.

Çoğunlukla sedimanter kayalar içinde bulunan fosilleri bu yazıya konu olan ve çok fazla göz önünde olmayan bir kaya olan çakmaktaşları içinde görmekteyiz.

Onur Ayken

Università degli Studi di Milano-Bicocca
İtalya

oayken@yahoo.co.uk

Nedir Çakmaktaşı?

Çakmaktaşı, gri, kahverengi veya siyah renkli kuvars olarak adlandırılrsa da esas olarak, silikanın kriptokristalin bir formudur. Günlenme ile rengi bozularak sarımsı kahveden krem beyazına kadar farklı renklere sahiptir. Çakmaktaşılarının kökeni hakkında en genel görüş, boyutları çok küçük olan silis spikülleri (süngerlerde yumuşak vücut yapısını ayakta tutan parçalar), radyolarya ve diyatome gibi sedimanlardaki deniz suyu içindeki solüsyonlarda bulunan silikalı organizmalardan meydana geldiği şeklindedir. Bu tanımıyla silisli sedimanter kayaçlar sınıfına katılan çakmaktaşıları, bantlı, yumrulu, tabakalı, nodüllü çört olarak, biyojen veya anorganik kaynaklı silisten veya mevcut sedimanter oluşumların diyajenez esnasında değişmesiyle, başka bir deyişle silisleşmesi ile oluşur. Sertlik derecesi 7 olan çakmaktaşıları, camsı görünümünde olup konkoidal bir yapı sergiler. Taze kırılan parçaları son derece sert keskin köşelere sahiptir. Eski insanlar çakmaktaşını bu işlevsel özelliğini kullanarak, farklı amaçlar için değişik türde aletler olarak şekillendirmişlerdir. Yaklaşık 5.000 yıl önce çakmaktaşını avlanma amaçlı kullanan insanoğlu, yüzyıllar sonra bu sefer avlanma amaçlı değil de daha çok karşısındaki düşmanı öldürme amaçlı olarak geliştirmiş olduğu ateşli silahlarda kullanmıştır (Şekil 1) ^(2,3).

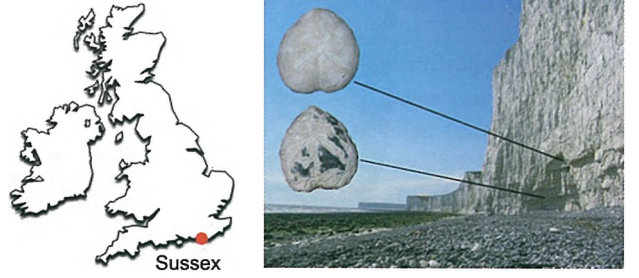


Şekil 1. Yaklaşık 5.000 yıl önce avlanma amaçlı kullanılan çakmaktaşı ile sonraları ateşli silahlarda kullanılan çakmaktaşıları ⁽²⁾

Katı İçinde Katı

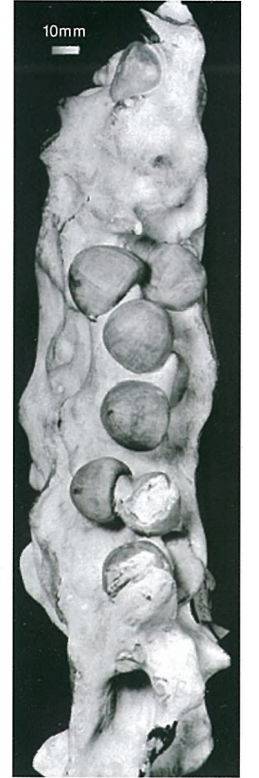
Yazıya konu olan çakmaktaşıları İngiltere'nin güneyinde yer alan Sussex bölgesinde bulunmaktadır. Bu bölgedeki çakmaktaşılarının eski insanlar tarafından alet yapımında kullanıldığı kayıtlarda

mevcuttur. Geç Kretase yaşlı (71-65 milyon yıl) tebeşir adıyla ünlene sedimanter kayalar içinde bulunan çakmaktaşı bantlarının ayrıntılı incelenmesi bu kayaların zengin denizel omurgasız fosiller (örn. brakiyopod, bryozoa, sefalopod, krinoid, ekinit, spongea) ile iz fosiller ve bitki fosilleri içerdiğini ortaya konulmuştur (Şekil 2) ⁽⁵⁾.



Şekil 2. Güney İngiltere'de Sussex bölgesindeki Geç Kretase yaşlı çakmaktaşı bantları ve içinden çıkartılan ekinit fosilleri

Canlı organizma öldüğü zaman deniz dibine düşüp, sediman içinde gömüldüğü sırada, kavkısının içi kalkerli, killi, kumlu çamurlarla doldurulur. Diyajenez sırasında veya sonrasında sediman içine giren CO₂'li sular kalkerli ve aragonitli kavkuları kolayca erittiklerinden fosillerin iç dolgularına iç kalıp halinde rastlanabilmektedir. Çakmaktaşıları içinde fosilleşme, işte bu noktada diğer sedimanter kayaçlar içindeki normal gelişen fosilleşme evresinden ayrılır. Canlının ölmesiyle başlayan fosilleşme süreci, canlı kalıntısının, iyi pekişmemiş, Çakmaktaşı içinde Ekinitler spikülleri, diyatome ve radyolarya artıklarından oluşmuş biyojen silisli bir sediman üzerine düşmesiyle devam eder. Zaman içinde diyajenez sırasında ölü organizmanın gözenekleri CO₂'li sular yerine SiO₂ ile dolar ve zamanla sert bir yapı



Çakmaktaşı içinde Ekinitler

kazanarak çört veya çakmaktaşını oluşturur. Eski bir canlıya ait yapıları, çakmaktaşı içinde bazen kavkılarının dış kalıpları kalmış şekilde bulunur. Dış kalıbı dolduran sedimanlar içinde dış kalıp dolgusu da fosilin yerini tutar.

Jeolojik dönemlerde yaşamış pek çok omurgasız denizel fauna ve bitki örnekleri çakmaktaşı içinde fosilleşip korunabilmişlerdir. Özellikle Avrupa'da çok yaygın olarak görülen fosillerin yaşam izlerini karakterize eden ve canlının yaşam ortamını ve davranışlarını anlamamıza yardımcı olan iz fosillerin de

(Thalassinoides, Chondrites, Muensteria, Zoophycos gibi.), çakmaktaşları içinde gözlenmesi dikkat çekicidir⁽⁷⁾.

Bitki fosillerinden ise nadir de olsa çok iyi örnekler çakmaktaşları içinde bulunmuştur. Kuzey Avrupa'da Geç Kretase yaşlı sedimanter kayalar içindeki çakmaktaşı bantlarında denize çok yakın bir şekilde yaşamış kozalaklı ağaçlara ait *Cryptomeriopsis eluvialis* türü bitki fosilleri barındırmaktadır (Şekil 3)⁽⁸⁾.



Şekil 3. Geç Kretase yaşlı kozalaklı bir bitki fosili (*Cryptomeriopsis eluvialis*) ve oklar ile gösterilen ekim parçaları⁽⁸⁾

Kaynaklar

- (1) Sayar, C. 1991. Paleontoloji- Omurgasız Fosiller. İ.T.Ü Matbaası, Sayı: 1435. 672s.
- (2) Üşenmez, Ş., 1985. Mühendisler için Jeoloji. Gazi Üniv. Müh. Fak. 220 s. Ankara
- (3) Dunn, W.R., Walls-Flint, Historic Buildings Consultants, Technical 4.04.
- (4) Nielsen, J.K., Jakobsen, S.L., 2004. Extraction of Calcareous Macrofossils from the Upper Cretaceous White Chalk and other Sedimentary Carbonates in Denmark and Sweden: The Acid-Hot Water Method and the Waterblasting Technique. *Palaeontologia Electronica*, 1-11.
- (5) Lewis, D.N., 2000. Macrofossils in flint. *Geology Today*, 153-158
- (6) Pomeroy, B., Bailey, H.W., Monciardini, C., Mortimore, R.N., 1987. Lithostratigraphy and biostratigraphy of the Lewes and Seaford Chalks: A link across the Anglo-Paris basin at the Turonian-Senonian boundary. *Cretaceous Research*, 8, 4, 289-304.
- (7) Bromley, R.G., Ekdale, A.A., 1984. Trace fossil preservation in flint in the European chalk. *Journal of Paleontology*, 58, 2, 298-311.
- (8) Ham, R.W.J.M., Konijnenburg-Cittert, J.H.A., Burgh, J., 2001. Taxodiaceous conifers from the Maastrichtian type area (Late Cretaceous, NE Belgium, SE Netherlands). *Review of Palaeobotany and Palynology*, 116, 233-250.

Uydu Görüntüleri ve Jeolojideki Kullanımına Genel Bir Bakış

Uydu görüntüleri, insanlara pek çok amaç için yardımcı olan çok güçlü bir araçtır. Jeoloji, meteoroloji, oşinografi, ziraat-şehircilik, haritacılık, çevre ve askeri amaçlar ilk aklı gelen kullanım alanları olarak sayılabilir. Uydu görüntülerinin sağladığı olanaklardan her geçen gün daha fazla yararlanılmaktadır.

Uydu görüntülerinin jeolojide nasıl kullanıldığını incelemeye başlamadan önce, uzaktan algılama kavramını, uydu görüntülerinin ne olduklarını ve nasıl elde edildiklerini genel olarak özetlemekte yarar var.

Uzaktan Algılama?

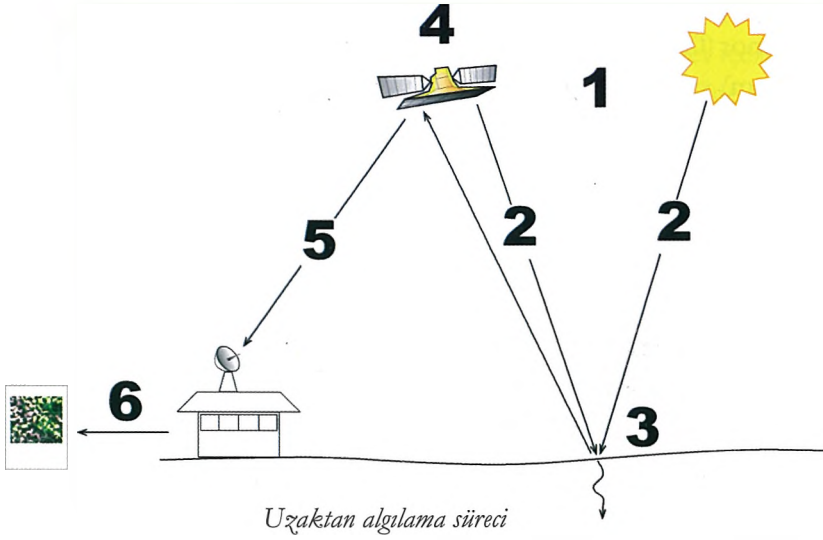
“Uzaktan Algılama” cisimlerle fiziksel bir temasa girmeksizin onlar hakkında bilgi toplanması ve bu bilginin yorumlanmasıdır. Uzaktan algılama, yerde, atmosferde ya da uzayda konumlanmış bir platform üzerinde yer alan algılayıcılar aracılığı ile gerçekleştirilir. Bu platform uçak, balon, uzay aracı ya da uydu üzerinde kurulu olabilir. Uzaktan algılama için uydular sıklıkla kullanılır. Başlıcaları LANDSAT, SPOT, IRS, TERRA, ERS, JERS, IKONOS, QUICKBIRD ve RADARSAT'dır. Birbirlerine benzer ya da birbirlerinden farklı algılayıcılara sahip bu uydulardan, yerbilim çalışmalarında özellikle LANDSAT ve TERRA (ASTER) uyduları kullanılmaktadır.



Korhan Esat

Ankara Üniversitesi
Mühendislik Fakültesi
Jeoloji Mühendisliği Bölümü
Teknik Araştırma Grubu
Ankara

esat@eng.ankara.edu.tr



Uzaktan algılama süreci genel olarak şu şekilde işler:

1. Uzaktan algılama için öncelikli olarak elektromanyetik enerji yayan bir kaynak gereklidir. Bu enerji kaynağı doğal (Güneş) ya da yapay (Uydunun yaydığı enerji) olabilir. Doğal enerji kullanan algılayıcılar "pasif", kendi enerjisini yayarak algılama yapan algılayıcılar ise "aktif" olarak tanımlanır.
2. Yayılan enerji yer yüzeyine ulaşmadan önce atmosferle etkileşime girer ve bu sırada enerjinin bir kısmı atmosferde saçılır.
3. Atmosferden geçerek yüzeyle temas eden enerji, yüzeyin ve ışınımın (radyasyonun) özelliklerine bağlı olarak yüzeyle etkileşime girer.
4. Hedeften yayılan, yansıyan ya da saçılan enerji, bir algılayıcı (uydu üzerindeki algılayıcı) tarafından toplanır ve kaydedilir.
5. Algılayıcı tarafından kaydedilen enerji, bu enerjiyi işleyecek ve değerlendirecek olan istasyona elektronik olarak aktarılır.
6. Elde edilen enerji verisi işleminden geçirilerek görselleştirilir. Uzaktan algılama görüntüleri amaca uygun olarak çeşitli şekillerde işlenerek kullanılır.

Uydu Görüntüleri

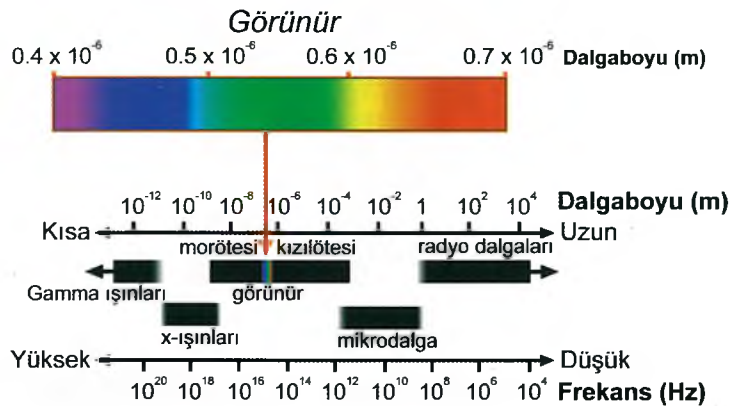
Hava fotoğrafları ve uydu görüntüleri uzaktan algılama sürecinin ürünleridir.

Bununla birlikte hava fotoğrafları ve uydu görüntüleri farklı araçlar kullanılarak elde edilir. Fotoğraf bilindiği gibi ışığın (enerjinin), fotoğraf makinesi aracılığı ile ışığa duyarlı bir film üzerine düşürülmesiyle elde edilir. Uydu görüntüsü ise yansıyan ya da yayılan elektromanyetik enerjinin özel algılayıcılar tarafından toplanmasıyla oluşturulur. Uydu görüntüsü sayısal olarak elde edilir ve yalnızca görüntü olması dışında -fotoğraftan farklı olarak- cisimlerin gözle görülmeyen ya da

ayrıt edilemeyen özellikleri hakkında bilgi de içerir. Görünür olmayan dalga boylarına ait bu bilgiler, görünürde benzer özellikler gösteren cisimleri birbirinden ayırt etmede çok işe yarar.

Algılayıcılar çeşitli dalgaboylarına sahip enerji verilerini toplarlar. Elektromanyetik tayf (spektrum) kısa dalgaboyundan uzun dalgaboyuna bir aralıkta yayılmıştır. Elektromanyetik tayfin çeşitli kısımları uzaktan algılama için kullanışlıdır. Enerjinin morötesi, görünür, kızılötesi ve mikrodalga bölümleri algılayıcılar tarafından toplanır.

Morötesi kısım uzaktan algılamada kullanılan en kısa dalgaboyuna sahiptir. Özellikle bazı kayaç ve mineraller morötesi ışınımına maruz kaldıklarında floresan özellik gösterir.



Elektromanyetik enerji tayfi

Işığın görünür kısmını gözümüzle ayırt edebiliriz. Görünür kısımda en kısa dalgaboyuna mor (0.4 µm) ve en uzun dalgaboyuna kırmızı (0.7 µm) sahiptir. Diğer renkler bu aralıkta sıralanır. Mavi, yeşil ve kırmızı birincil ya da ana renkler ya da dalgaboylarıdır. Bu üç renkten herhangi biri diğer iki renk tarafından oluşturulamaz oysa ana renkler dışındaki diğer renkler bu üç rengin değişik oranlarda karışmasıyla oluşur.

Kızılötesi kısım (0.7-100 µm), yansıyan ve termal olarak iki kategoriye ayrılabilir. Yansıyan kızılötesi kısım (0.7-3.0 µm), görünür kısımdaki ışınla benzer özellikler taşımasıyla uzaktan algılama amacına yönelik olarak kullanılır. Termal kızılötesi kısım (3.0-100 µm), yansıyan kızılötesi ve görünür kısımdan oldukça farklıdır. Yeryüzeyinden yayılan ısı enerjisini ifade eder.

Mikrodalga kısım (1 mm-1 m) uzaktan algılamada en uzun dalgaboyuna sahiptir. Bu kısım uzaktan algılamada çok yeni kullanılmaktadır.

Bu enerji dalgaboyu aralıkları uydu görüntülerinde "bant" olarak ifade edilir. Uydu üzerindeki algılayıcının özel-

liklerine bağlı olarak görüntü de farklı sayıda banda sahip olmaktadır. Örneğin; bir Landsat 7-ETM+ görüntüsü 8 bant, Terra-Aster görüntüsü ise 14 bant içermektedir.

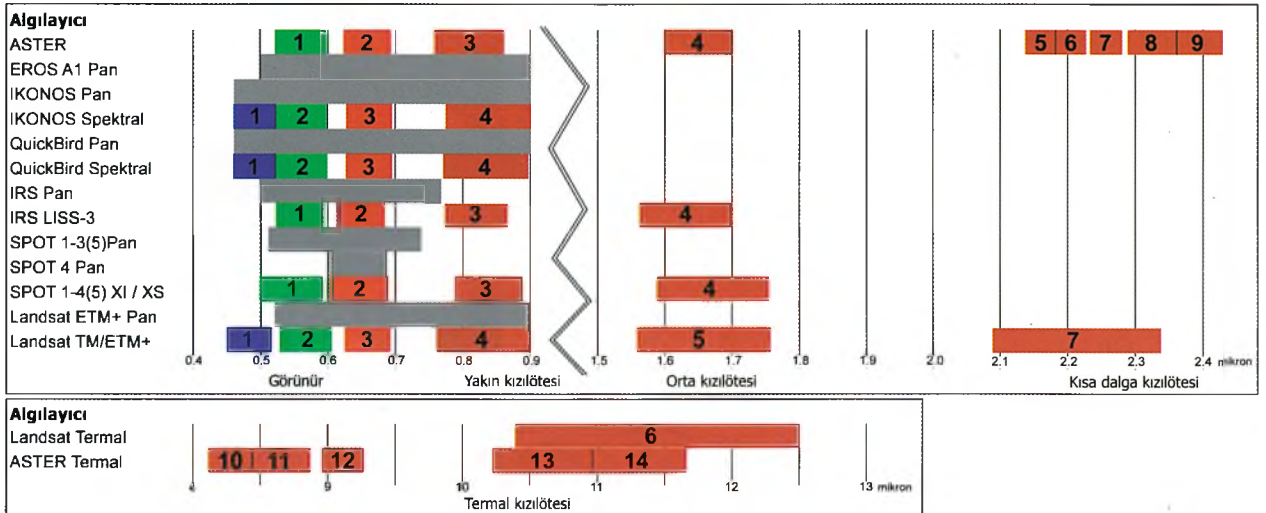
Bant sayısı arttıkça cisimler hakkında edinilen bilginin miktarı da artar.

Uydu görüntüleri terminolojisinde, tayfsal çözünürlük (spectral resolution), mekansal çözünürlük (spatial resolution), radyometrik çözünürlük (radiometric resolution), şerit genişliği (swath width) ve görüntülenme sıklığı (temporal resolution) önemli kavramlardır.

Bant	LANDSAT 7 ETM+	TERRA ASTER
1	.45-.52 µm	0.52 - 0.60 µm
2	.53-.61 µm	0.63 - 0.69 µm
3	.63-.69 µm	0.76 - 0.86 µm
4	.75-.9 µm NIR (Yakın kızılötesi)	1.60 - 1.70 µm SWIR (Kısa dalgaboyu kızılötesi)
5	1.55-1.75 µm SWIR (Kısa dalgaboyu kızılötesi)	2.145 - 2.185 µm SWIR (Kısa dalgaboyu kızılötesi)
6	10.4-12.5 µm TIR (Termal kızılötesi)	2.185 - 2.225 µm SWIR (Kısa dalgaboyu kızılötesi)
7	2.1-2.35 µm SWIR (Kısa dalgaboyu kızılötesi)	2.235 - 2.285 µm SWIR (Kısa dalgaboyu kızılötesi)
8	.52-.9 µm pankromatik (Siyah-beyaz)	2.295 - 2.365 µm SWIR (Kısa dalgaboyu kızılötesi)
9		2.360 - 2.430 µm SWIR (Kısa dalgaboyu kızılötesi)
10		8.125 - 8.475 µm TIR (Termal kızılötesi)
11		8.475 - 8.825 µm TIR (Termal kızılötesi)
12		8.925 - 9.275 µm TIR (Termal kızılötesi)
13		10.25 - 10.95 µm TIR (Termal kızılötesi)
14		10.95 - 11.65 µm TIR (Termal kızılötesi)

* ETM+ ve ASTER, LANDSAT ve TERRA uyduları üzerindeki algılayıcıların isimleridir.

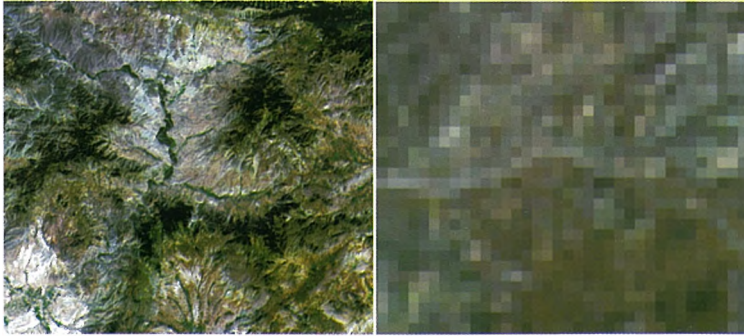
ALGILAYICILAR VE TAYFSAL BANTLAR



Çeşitli uzaktan algılama sistemlerinin sahip oldukları bantların karşılaştırılması

Tayfsal çözünürlük, algılayıcının, farklı frekanslara sahip elektromanyetik ışınları ayrıştırma-çözme becerisidir. Bir bandın dalga boyu aralığı daraldıkça tayfsal çözünürlüğü artar. Uzaktan algılama sistemleri, enerjiyi, çeşitli tayfsal çözünürlüklerdeki dalgaboyu aralıklarında (bantlarda) kaydeder.

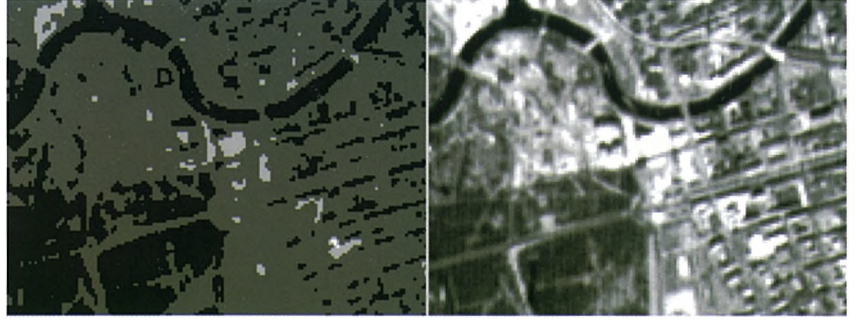
Mekansal çözünürlük, bir uydu görüntüsü üzerindeki tanımlanabilen en küçük nesnenin büyüklüğünü ifade eder. Uydu görüntüleri en küçük görüntü birimi olan kare şeklindeki piksellerden oluşur. Bir uydu görüntüsü için 30 m mekansal çözünürlüğe sahip dediğimizde bu, görüntüyü oluşturan her pikselin 30 m x 30 m'lik bir alanı temsil ettiğini gösterir. Bir pikselin temsil ettiği alan ne kadar küçülürse, mekansal çözünürlük de o oranda artar. Landsat ETM+ görüntüsünde mekansal çözünürlük 30 m iken, QuickBird görüntüsünde 0.62 m'dir. Yani QuickBird görüntüsünde elde edilen detay, Landsat ETM+'dan çok daha fazladır.



Solda gerçek renk Landsat TM görüntüsü ve sağda da bu görüntüyü oluşturan ve görüntünün büyütülmesiyle görünür hale gelen pikseller

Radyometrik çözünürlük, görüntünün içerdiği bilginin ifadesidir. Her banttaki olası veri değerlerinin sayısıdır. Yüksek radyometrik çözünürlük, farklı özelliklerdeki cisimlerin birbirinden daha kolay ayırt edilmesini sağlar. Algılayıcılar, sahip oldukları radyometrik çözünürlüğe göre yansıma değerlerini kaydeder. Bu değerler binary (1 ve 0) veri biçimindedir ve "bit" olarak ifade edilir. 1 bit, 2'nin 1. kuvvetine eşittir ve iki sayısal değer içerir (yani 1

bit = $2^1 = 2$). 8 bit görüntü 2^8 'e eşittir ve 256 sayısal değer içerir. Bu sayısal değer 0-255 aralığındadır ve bant görüntülerinde (genellikle gri ton aralığında kaydedilir) 0 siyaha karşılık gelirken, 255 beyazın karşılığıdır. 4 bit görüntü de aynı şekilde 2^4 'e eşittir ve 16 sayısal değer içerir. Burada da 0 siyahın, 15 ise beyazın karşılığıdır ve gri tonları bu aralıkta sıralanır. Görüldüğü üzere bit yani radyometrik



Düşük radyometrik çözünürlük

Yüksek radyometrik çözünürlük

Düşük ve yüksek radyometrik çözünürlüklü görüntülerin karşılaştırılması

çözünürlük ne kadar artarsa sayısal değer aralığı ve dolayısıyla görüntülenen renk sayısı artmaktadır.

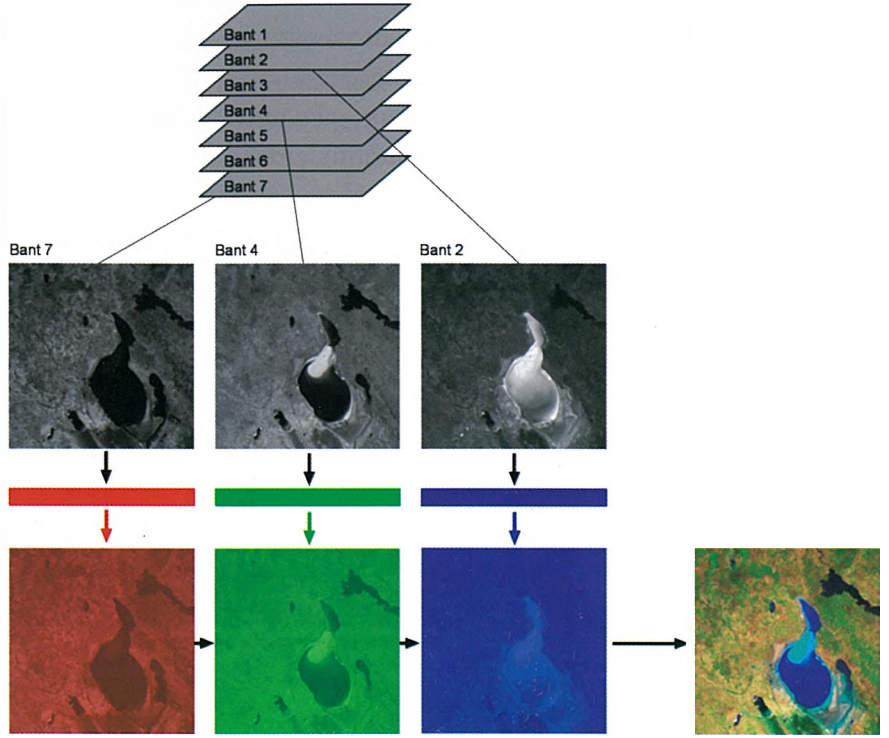
Şerit genişliği, Yer üzerinde dönen uydu algılayıcısının gördüğü-taradığı alanın genişliğidir. Şerit genişliği bir kaç km'den yüzlerce km'ye değişebilir. Şerit genişliği çözünürlüğü etkileyen bir faktördür.

Görüntülenme sıklığı, uydunun aynı bölgeyi hangi sıklıkta ziyaret ettiğini gösterir. Landsat 7 uydusu için bu süre 16 gün, Terra-Aster için 48 gün ve QuickBird için 3.5 gündür. Görüntülenme sıklığı özellikle kısa süreli değişimleri takip etmek açısından önemlidir.

Görüntünün İşlenmesi

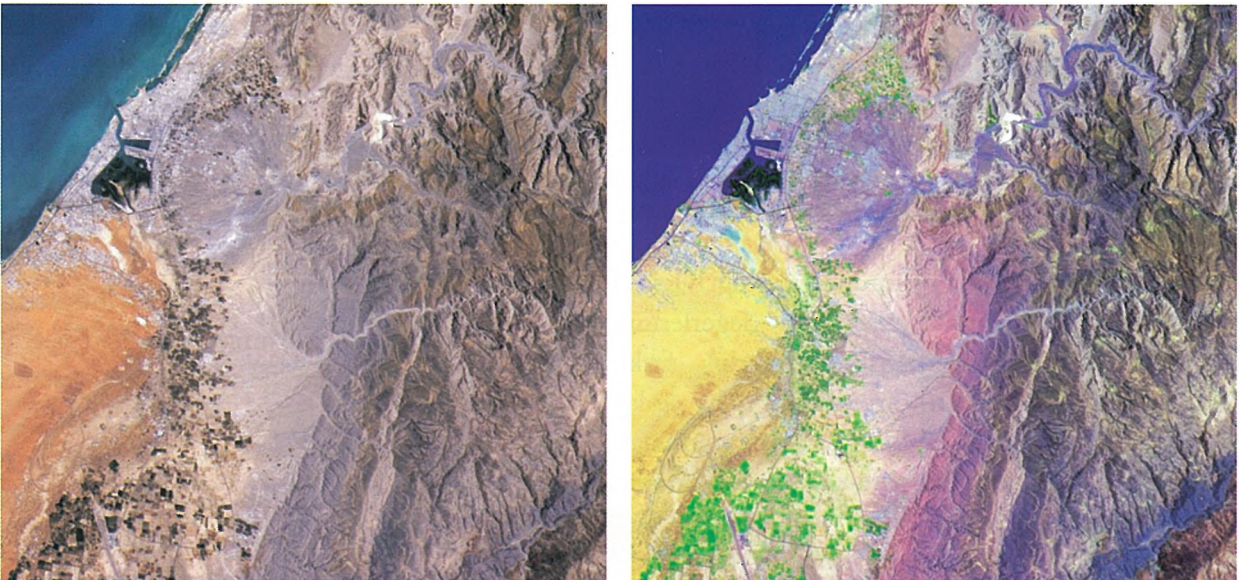
Bantlara göre kaydedilen görüntülerin ihtiyaca göre değerlendirilmesi ve yorumlanması için işlem den geçirilmesi gerekir. Bu sürece görüntü işleme ve yorumlama denilir. Görüntü işlemek için özel olarak geliştirilmiş yazılımlar kullanılır (ER Mapper®, TNT Mips® gibi özel uzaktan algılama yazılımları kullanılabileceği gibi, PhotoShop® ya da Paint Shop Pro® gibi görüntü işleme yazılımlarıyla da temel işlemler yapılabilir).

Siyah-beyaz bant görüntüleri bu yazılımlar aracılığıyla üç ana renk olan kırmızı-yeşil-mavi kanallarına yerleştirilerek renkli hale getirilir. Doğal renklerde (gerçek renk-true color) görüntü oluşturmak için kırmızı dalga boyunda kaydedilmiş görüntünün kırmızı kanala, yeşil renkteki bandın yeşil kanala ve mavi bandın da mavi kanala atanması gerekir. Doğal renk kombinasyonu 3, 2, 1 (K, Y, M) olarak bilinir. Yani 3.bant kırmızıda, 2.bant yeşilde ve 1.bant da mavide. Farklı bantları kırmızı-yeşil-mavi kanallara atayarak dilediğimiz kombinasyonda görüntüler de oluşturabiliriz. Örneğin; Landsat görüntüsünde 7, 4, 2



Bant kombinasyonlarıyla renkli görüntü elde edilir

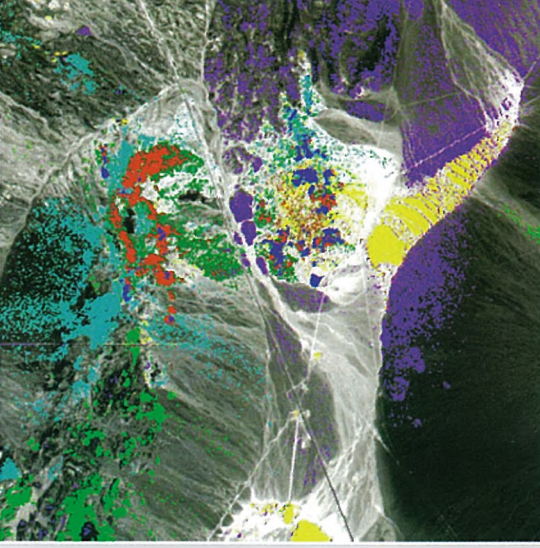
kombinasyonu kayaç türlerini ayırmada kullanışlıdır. Burada da 7.bant (kısa dalgaboyu kızılötesi) kırmızı renk kanalına, 4.bant (yakın kızılötesi) yeşil renk kanalına ve 2.bant (görünür yeşil) mavi renk kanalına atanır. Böylece doğal olmayan renge (sahte renk-false color) sahip bir görüntü elde edilir. Bu görüntü aracılığıyla görünür dalga boylarında ayırt edilemeyen-görülemeyen farklılıklar ve ayrıntılar görünür hale gelir. İhtiyaca ve nesnelerin (bitkiler, kayalar, yerleşim yerleri vs) özelliklerine göre değişik bant kombinasyonları kullanılabilir (4, 3, 2 - 4, 5, 3 - 7, 5, 3 gibi). Bunun dışında yine yazılımlar aracılığıyla görüntü zenginleştirme ve filtreleme yöntemleri kullanılarak amaca yönelik görüntüler oluşturulabilir. Sınıflandırma yöntemleriyle, aynı ya da benzer özellik gösteren kısımlar ortaya çıkartılabilir.



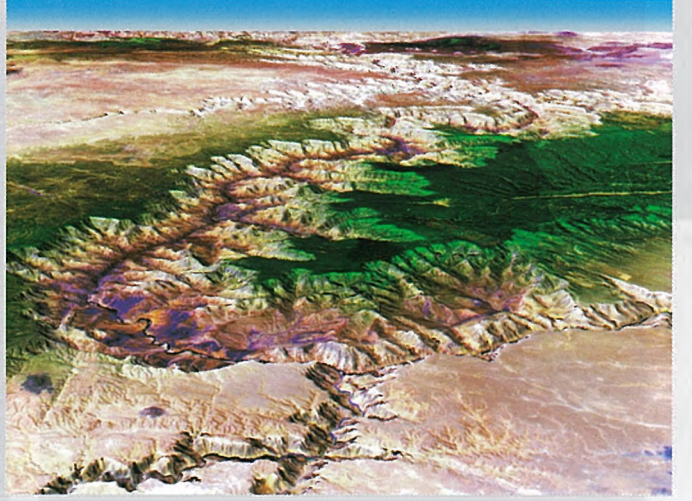
Landsat ETM+ görüntüsü. Solda 3, 2, 1 gerçek renk kombinasyonu ve sağda da 7, 4, 2 sahte renk kombinasyonu

Uydu Görüntülerinin Jeoloji Uygulamaları

Günümüzde uydu görüntüleri jeoloji çalışmalarının önemli ve güçlü araçlarından biridir. Daha araziye çıkmadan, arazi hakkında detaylı bilgi sahibi olmak görüntüler sayesinde mümkündür. Bu, arazi çalışmalarının kolaylaşmasını ve doğruluğunun artmasını sağlamaktadır. Uydu görüntüleri ve arazi çalışmaları birbiriyle uyumlu şekilde kullanılarak başarılı sonuçlar elde edilmektedir. Bu doğrultuda izlenen yöntem öncelikle uydu görüntülerinin analiz edilmesi ve yorumlanması daha sonra da buna göre arazi çalışmalarının yürütülmesidir.



Aster görüntüsü ile yapılan mineral sınıflaması



*Sayısal yükseklik modeli ile birleştirilmiş Landsat 7 görüntüsü.
Grand Canyon, ABD*

Jeoloji amaçlı çalışmalarda çoğunlukla Landsat ve Terra-Aster görüntüleri kullanılır. Görüntülerinin geniş alanları kapsamaları dolayısıyla daha ekonomik olması ve bu görüntülerle özellikle büyük çaplı jeolojik yapıların görülmesi en büyük avantajlarıdır. Ayrıca sahip oldukları çözünürlük değerleri jeolojik çalışmaların gereklerini çoğunlukla karşılamaktadır. Bunun dışında aktif algılayıcılardan sağlanan radar görüntüleri de (ERS 1-2, RADARSAT ve JERS uydularının taşıdığı SAR algılayıcısıyla sağlanan görüntüler gibi) sayısal arazi modellemesi, tektonik ve deprem içerikli çalışmalarda yoğun olarak kullanılmaktadır.

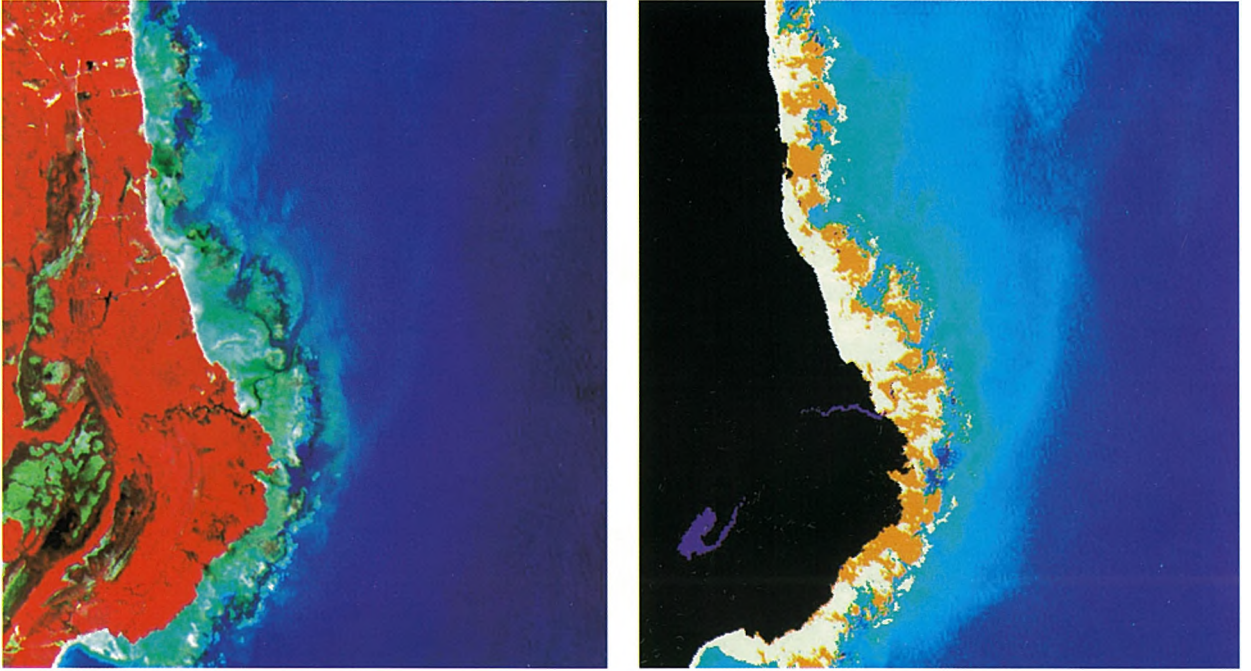


Landsat 7 görüntüsü. Zagros dağları, Batı İran



Landsat 7 görüntüsü. Lena deltası, Rusya

Görüntüler, jeolojide özellikle kaya türlerinin tanımlanmasında, ana jeolojik birimlerin haritalanmasında, jeolojik haritaların revize edilmesinde, magmatik sokulumların haritalanmasında, güncel volkanik yüzey depolarının haritalanmasında, yeryüzü şekillerinin haritalanmasında, maden-mineral aramalarında, bölgesel yapıların belirlenmesinde, çizgiselliklerin haritalanmasında, kıyı çizgisi değişimlerinin haritalanmasında, kumsalların ve sığ alanların belirlenmesinde sıklıkla kullanılır.



Aster görüntüsü. Sağda, görüntü ile yapılmış mercan resifi sınıflaması görülmekte. Babia, Brezilya

Uydu görüntülerinin günden güne ağırlığını daha fazla hissettirdiği yerbilim çalışmalarında, bu hızlı gelişen ve değişen teknolojinin etkin kullanımı, yerbilimcilere büyük kolaylıklar sağlaması yanında ortaya çıkan işlerin doğruluğunu ve güvenilirliğini de arttırmaktadır. Görüntülerin çalışmalarda etkin kullanımı da, uydu görüntüleri hakkında daha fazla bilgi edinilmesi ve bu bilginin hayata geçirilmesi ile mümkündür.

Kaynaklar

- <http://rst.gsfc.nasa.gov/Front/tofc.html>
- http://www.ccrs.nrcan.gc.ca/ccrs/learn/learn_e.html
- <http://www.infoterra-global.com/landsat.htm>
- <http://earth.nasa.gov/history/landsat/>
- <http://landsat.usgs.gov/>
- <http://www.uni-kiel.de/castle/ch3/s3index.htm>
- <http://cbc.rs-gis.amnh.org/index.html>
- http://asterweb.jpl.nasa.gov/content/03_data/04_Documents/aster_user_guide_v2.pdf
- <http://www.satimagingcorp.com/gallery-aster.html>

Kent, Çevre ve Jeoloji



Levent Selçuk

Ankara Üniversitesi
Mühendislik Fakültesi
Jeoloji Mühendisliği Bölümü
Ankara

lselcuk@eng.ankara.edu.tr

Kent kavramı, tarihte ortaya çıkmış uygarlıkların yükselişi ve çöküşü ile yakından ilişkilidir. Çok eski bir kavram olmasına karşın, dünyada kentleşme hareketi sanayi devrimi ile birlikte 19. yüzyılda başlamış, sorunları ile günümüze kadar gelişerek devam etmiştir. Kentlerin oluşmasının ön koşulu; insanların varlıklarını sürdürmesi ve barınma ihtiyacıdır. İnsanlar üzerinde buldukları mevcut topografyayı kendi gereksinimlerine uygun olarak tamamen değiştirmektedirler.

Kentleşme olgusu, konut sayısı ve nüfus hareketinin bir sonucu olsa da asıl kavranması gereken, kentleşmenin ekonomik, toplumsal ve siyasal boyutlarıdır. Bu anlamda; sanayileşmeye ve ekonomik gelişmeye koşut olarak kent sayısının artması ve bugünkü kentlerin büyümesi sonucunu doğuran, toplum yapısında, artan oranda örgütlenme, işbölümü ve uzmanlaşma yaratan, insan davranış ve ilişkilerinde kentlere özgü değişikliklere yol açan bir nüfus birikim sürecidir ⁽¹⁾ (Şekil 1).



Şekil 1. Hızla büyüyen nüfus birikimine çarpıcı bir örnek: İstanbul⁽¹¹⁾

Sanayileşme ile birlikte yürüyen kentleşmeye literatürde dengeli kentleşme denilmektedir. Buradaki dengeden kasıt, nüfusun istihdam olanaklarına paralel olarak yer değiştirmesi, kente göçen nüfusun hemen iş bulmasıdır. Dengesiz kentleşme ise sanayileşme olmaksızın kentin sadece nüfus olarak büyümesi yani demografik anlamda kentleşmesidir. Ülkemizin de içinde bulunduğu gelişmekte olan ülkelerin çoğunda yaşanan olgu dengesiz kentleşmedir. Türkiye'de yaşanan dengesiz kentleşmeyi ortaya koymak açısından aşağıdaki tabloyu incelemek yeterlidir (Tablo 1).

Ülkeler	Toplam Nüfus (Milyon)			Yıllık Nüfus Artış Hızı (%)		Kentsel Nüfus / Toplam Nüfus (%)	
	1980	1998	2015	1980-1998	1998-2015	1980	1998
İtalya	56,4	57,6	54,4	0,1	-0,3	67	67
Japonya	116,8	126,4	124,4	0,4	-0,1	76	79
ABD	227,2	270,3	304,9	1,0	0,7	74	77
Fransa	53,9	58,8	61,1	0,5	0,2	73	75
Portekiz	9,8	10,0	9,8	0,1	-0,1	29	61
Meksika	67,6	95,8	120,8	1,9	1,4	66	74
Çin	981,2	1238,6	1388,5	1,3	0,7	20	31
Türkiye	44,5	63,5	77,9	2,0	1,2	44	73
Dünya	4430,2	5896,6	7112,9	1,6	1,1	40	46

Tablo 1. Nüfus ve kentleşme oranları

Hızlı ve bilinçsiz kentleşme, dönüşü olmayan birçok sorunu da beraberinde getirmektedir.

Tabloya bakıldığı zaman ülkemizin hızlı bir kentleşme süreci içerisinde olduğu görülmektedir. Dünya genelinde 1980-1998 yılları arasında, kentlerde yaşayan nüfusun toplam dünya nüfusuna oranı %40'dan %46'ya yükselirken, Türkiye'de bu değer %44'den %73'e yükselmiştir. Kentleşme oranını 1980-1998 yılları arasında bu denli yükselten Türkiye, bu açıdan 132 ülke içinde üçüncü sırada bulunmaktadır⁽⁸⁾.

Gecekondulaşma: Kentlerdeki gelişigüzel plansız

büyüme gecekondulaşmanın temelini oluşturmaktadır (Şekil 2). Bu ise bir yandan kentin turistik önemini yitirmesine neden olurken, diğer yandan doğal süreçleri olumsuz yönde etkilemekte, özellikle yerleşim alanlarının bulunduğu bölgeyi, suyu ve havayı büyük oranda kirletmektedir.



Şekil 2. Plansız yerleşim ve yapılaşma

Kirletilmiş suyun ortadan kaldırılması ekonomik olmamakla birlikte, artım yapılmadan civardaki sulara karışması, mevcut su kaynaklarının da kirlenmesine sebep olmakta ve doğal dengeyi bozmaktadır.

Özellikle büyük kentlerde yaşanan bilinçsiz su tüketimi bugün su kaynaklarını tehdit eder boyutlara ulaşmıştır. Günümüz dünyasında yaklaşık 1 milyar insanın temiz ve sağlıklı suya ulaşamadığı tahmin edilmektedir^(2,8). Diğer yandan bilinçsiz bir kentleşme yüzey suları için geçirimsiz alanlar yaratmakta, bunun sonucu olarak da geçirimsiz özellik gösteren zemin, yağmur sularının sızmasını engellemektedir. Dolayısıyla alt yapısı olmayan kent yaşamı bundan olumsuz yönde etkilenmektedir. Günümüzde hala bu sorunlarla iç içe olmamıza rağmen tarihte yaşamış bazı uygarlıklar yağmur

sularını, insan yapımı su kanalları ile yönlendirmişlerdir. Böylelikle hem su ihtiyaçlarını karşılamışlar hem de olası taşkınlardan korunmuşlardır. Buna en iyi örnek bugünkü Van ilinin, idari merkez konumunda olduğu Urartu medeniyetidir. Şamran (Menua) kanalı adı verilen su kanallarından Van iline yaklaşık 50 km öteden su taşınyordu. Günümüzde bu su hala akıyor ama tarihi kanal neredeyse yok olma durumundadır. Günümüzden binlerce yıl önce, bugünkü görkem ve teknolojik hassaslığı aratmayan Urartu su mimarisi anıtlarından bazılarının, yörede bugün bile yer yer işe yaraması şaşkınlık yaratmaktadır. Üstelik dönem ve dayanıklılık açısından bakıldığında, araştırmacılar Urartu baraj, gölet ve sulama kanallarının dünyanın hiçbir yerinde bir benzerlerinin daha bulunmadığını da kabul ediyorlar ⁽¹⁰⁾ (Şekil 3).



Şekil 3. Şamran/Menua kanalları (Van) ⁽¹⁴⁾

Bugün ise durum biraz daha farklılık göstermektedir. Gecekondulaşmanın yarattığı sıkıntıları ne yazık ki günümüzde hala yaşamaktayız. Araştırmacılar ülke nüfusumuzun yaklaşık %30'unun plansız, alt yapısı olmayan yerleşim yerlerinde, diğer bir isimle gecekondu mahallelerinde yaşadığını tahmin etmektedirler ^(5,8). Bu oran enerjinin, doğal kaynakların ve arazinin yerinde kullanılmamasına da işaret etmektedir. Sözelimi yeraltısularının gereğinden fazla yüzeye çıkarılmasıyla; alçalmış su seviyesine, arazi çökmesine, su kalitesinin düşmesine, kıyılarda tuzlu su girişimine ve daha derinden çıkarılacak sular için yüksek enerji harcamalarına neden olmaktadır.

Kalabalıklaşma Maliyeti: Kentlerdeki yoğun nüfusun

sebebi olduğu kalabalıklaşma maliyeti de ihmal edilemez bir seviyededir. Örneğin kent içi ulaşımında milyonlarca insanın sürekli olarak yer değiştirmesi hem trafik sıkışıklığı nedeni ile zaman kaybına, hem de akaryakıt israfına yol açmaktadır. Ayrıca yaşanan stres verimliliğin düşmesine ve dolayısıyla üretim azalışına neden olmaktadır ⁽⁸⁾.

Plansız Kentleşmenin Çevresel Etkileri

Süratle artan nüfus ve sanayileşme ile birlikte, çevre üzerindeki asıl tahribatı yaratan olgu ise plansız kentleşmedir. Plansız kentleşmenin çevre üzerindeki tahribatını farklı başlıklar altında inceleyebiliriz.

a) **Doğal yaşam alanlarının yok edilmesi:** Bilinçsiz bir şekilde oto yolların verimli tarım arazileri içerisinden geçmesi, sanayinin ve yapılaşmanın da zamanla tarım alanları içerisine girmesi demektir. Bu bilinçsiz yerleşim, zaten kıt olan tarım arazilerinin yok olmasına işaret ederken, ülke ekonomisinin de gerilemesine neden olmaktadır. Diğer yandan, doğal alanların yok olması çevresel sorunları, hayvan ve bitki türlerinin yok olma tehlikesini de gündeme getirmektedir. Bu çevresel sorunlar hava ve toprakta meydana gelen kirlenmelerle birlikte iklimsel değişiklikleri de beraberinde getirmektedir.

İklim üzerindeki etkiler: Kentleşme sonucu ortaya çıkan yapılanma aşırı ısınmaya neden olmaktadır. Örneğin yollar, binalar, kaldırımlar gün boyu depoladıkları enerjiyi geceleyin serbest bırakarak iklimin aşırı ısınmasına neden olmaktadır. Yine aşırı yapılanma rüzgârların esişini olumsuz yönde etkileyerek bitki örtüsüne zarar vermektedir. İklimin aşırı ısınmasına neden olan bir diğer etkende sera etkisidir ^(6,8). Atmosferdeki artan karbondioksit miktarı bir seradaki cama benzer şekilde güneş ışınlarının içeriye girmesine engel olmazken, tekrar atmosfere dönmesine engel olarak dünya ısısının artmasına yol açmaktadır. Yapılan hesaplamalara göre dünyanın ortalama ısısının 1-2 °C artması halinde ortaya çıkacak buzul erimeleri sonucunda karaların %20'si sular altında kalmaktadır.

Hava kirliliği: Plansız bir kentleşmenin meydana getirdiği diğer bir kirlilik sorunu ise hava kirliliğidir. Hava kirliliği kentlerin temel sorunlarından birisidir. Araştırmalara göre dünyada 1.1 milyardan daha fazla insan oldukça kötü havaya sahip şehirlerde yaşamaktadır. Şehirlerdeki hava kirliliğinin ana nedenleri endüstriyel gazlar, araçlar ve enerji üretiminin neden olduğu kirlenmedir^(3,8). Nüfus yoğunluğu, meteorolojik şartlara uygun olmayan kentleşme, yanlış yakma teknikleri, yeşil alanların yetersizliği ve çöplerin düzensiz bir şekilde depolanması bu olguyu daha da körüklemektedir⁽⁴⁾.

Toprak kirliliği: Kentleşme toprak üzerinde de olumsuz etkiler meydana getirmektedir. Kentsel yapılanmalar toprak yüzeyinin çimento, asfalt ve binalarla kaplanmasına yol açmaktadır. Tarımsal arazileri tehdit eden bir diğer etmen iklim değişikliği sonucu ortaya çıkan çölleşmedir. Dünyada yıllık olarak 6 milyon hektar arazinin çölleştiği tahmin edilmektedir. Yine yapılan hesaplamalar gelecekte Afrika'nın beşte birinin, Asya'nın üçte ikisinin ve Latin Amerika'nın da beşte birinin çölleşeceğini göstermektedir^(6,8).

b) Aşırı Doğal Kaynak Çıkarımı ve Tüketimi: Hızlı artan nüfus ve buna bağlı genişleyen kent yaşamı neticesinde daha fazla kaynağa gereksinim duyulacaktır. Bu nedenle yerleşim alanları sadece kendi sahalarından değil, kendilerinden çok uzakta bulunan doğal kaynakları da çıkarıp tüketmektedirler.

c) Katı Atıklar: Bu kirliliğe sebep olan sorunlardan biri de katı atıklar ve bunların ortadan nasıl kaldırılacağıdır. Özellikle bu konu Jeoloji ve Hidrojeoloji mühendislerinin uzmanlık alanına girmektedir. Şöyle ki; katı atıkların depolandığı bölgelerdeki kayaların hidrojeolojik ve yapısal özelliklerinin bilinmesi ve en uygun depolama alanlarının seçilmesi gerekmektedir. Özellikle planlı kentlerde katı atıkların depolandığı alanlar kent dışında seçilmekte ve çevreye en az zarar verecek şekilde tasarlanmaktadır.

Planlı Kentleşme

Kentleşme, planlı ve düzenli yapıldığı takdirde sağlıklı bir kent yaşamından söz edilebilir. Bu ise bazı şartların sağlanması ile mümkündür.

a) Alan Tasarrufu Sağlama: Kentlerde artan nüfusun yol açtığı konut ihtiyacı yatay yönde değil dikey yönde yapılanma ile çözümlenmelidir. Dikey yapılanmada insanlara daha geniş yeşil alan sağlanırken, enerji tüketiminde de etkinlik sağlanacaktır.

b) Yeşil Alan Sağlama: Kentlerde büyüyen bitki ve ağaçlar çok çeşitli yararlar sağlayabilirler. Örneğin, hava kirliliğini önlemeleri, iklimi yumuşatmaları, toprağı sağlamlaştırma vb.

c) Motorlu Araç Kullanımı Teşvik Edilmemelidir: Motorlu araçların çok çeşitli sakıncaları bulunmaktadır. Örneğin enerji tüketimini ve hava kirliliğini artırırlar, otoparklar ve yollar zaten oldukça kıt olan verimli arazilerin israfına yol açar. Yol veya otopark yapımında kullanılan araziler insanların yaşam alanlarının daralmasına, hatta bazı canlı türlerinin yok olmasına bile yol açabilmektedir. Kentlerin yapılanmasında motorlu araçlara bağımlılığı azaltıcı tedbirler alınmalıdır. Bu sayede enerjide tasarruf, hava kirliliğinde azalma ve yaşam alanlarında artış sağlanabilir. 1990 yılında 580 milyon olan dünyadaki motorlu araç sayısının 2010 yılında 816 milyona ulaşacağı tahmin edilmektedir. Bugün dünyadaki toplam otomobilin %70'i OECD (Ekonomik Kalkınma ve İşbirliği Örgütüne üye) ülkelerinde bulunmaktadır (Şekil 4).



Şekil 4. Taşıt sayısı ve çevresel etkileri (İstanbul/Halki)⁽¹³⁾

d) Geri Dönüşüm Programları Başlatılmalıdır: Geri dönüşüm hemen hemen her çeşit atık için uygulanabilmektedir. Katı atıklar, zararlı atıklar her zaman diğer kullanımlar için geri dönüşüm merkezlerinde değerlendirilebilir⁽⁸⁾.

e) Kentleşme planlı olmalıdır: Doğanın dengesini bozmadan, meydana gelebilecek doğal afetleri de göz önüne alarak yapılaşmaya gidilmelidir. Ülkemizin deprem kuşağı içinde yer alması bu tedbirin gerekliliğini göstermektedir. Fay hattının genelde alüvyon ile kaya birimlerinin dokunağında gelişmesi, fayların önünde verimli tarım arazilerinin, arkasında dağ olması ve su kaynaklarının da faylar boyunca uzanması halkın bu alanları yerleşim alanı olarak seçmesine yol açmaktadır. Özellikle de son yıllarda yaşanan Afyon ve Kocaeli depremleri bu bölgeler de önemli derecede can ve mal kaybına neden olmuştur (Şekil 5).



Şekil 5. Depremlerin neden olduğu felaket (Adapazarı-Bingöl)

Depremleri önceden tahmin etmek mümkün değildir. Dolayısıyla depremlere karşı önlem alınması artık üzerinde durulması gerekli en önemli husustur.

Meydana gelen doğal afetler, büyük mühendislik yapıları (baraj, deniz altı tüneli, otoyol vb.) neticesinde insanların jeolojiye ve yerbilimlerine önemini giderek arttırmıştır. Jeoloji mühendisliği, yerbilimini insanlığın sorunlarına uygulama, güvenli, ekonomik ve pratik çözümler üretme sanatıdır. Bu anlamda üretilen veriler birçok meslek grubunu doğrudan ilgilendirmektedir. Bu meslek

gruplarının bir arada çalışmasıyla, ancak güvenli düzenli ve planlı bir kentleşmeye gidilir. Bu meslek dalları ve çalışmaları; yapının güvenli ve ekonomik şekilde inşasını üstlenen İnşaat mühendisliği, emniyet ve ekonomi faktörlerini gözeterek maden yataklarının işletilmesi ve geliştirilmesi konusundaki tasarımı üstlenen Maden Mühendisliği, yapıların projelendirilmesini üstlenen Mimarlardır. Çevre Mühendisleri ve Mimarlığın bir yan dalı olan Şehir Bölge ve Planlamacılarına da düzenli kent planlamasında önemli roller düşmektedir.

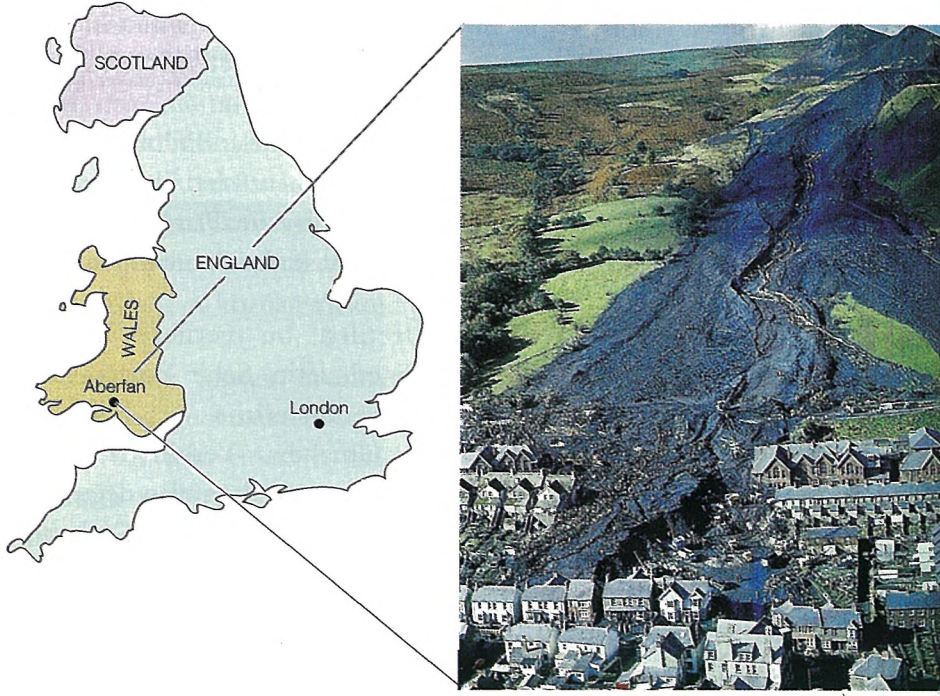
Üretilen bu verilere ilişkin raporlar, yerel yönetimlerin, Şehir Bölge Planlamacıların, İnşaat mühendislerinin ve Mimarların kullanımına sunulmalıdır. Yerbilimlerinin sunduğu veriler dikkate alınarak yapılan değerlendirmeler ile yaşam alanları oluşturulmalıdır. Yukarıda bahsedilen diğer meslek dallarının yaptığı ekonomik, güvenli ve uygulanabilir projelerle de özellikle köy kent projeleri ile bugünkü kent alanlarının yoğunluğu azaltılmalı ve düzenli bir çevre oluşturmakla çarpışmadan kaçınılmalıdır. Yukarıda açıklanan çalışmaların ülkemizde ne derece uygulandığı ise bir tartışma konusudur.

Ülkemizde olduğu gibi birçok ülkede de yanlış yer seçimi sonrasında, heyelanlar, çamur akıntıları, kaya düşmeleri, su baskınları ve depremler vb. gibi doğal afetler can ve mal kayıpları meydana getirmektedir (Şekil 6).



Şekil 6. Kaliforniya, 1998 bilinçsiz yapılaşma sonrası gelen felaket⁽⁹⁾

Galler, Aberfan'da yapılan yerleşimdeki hata ve neticesinde, 1966 yılında 144 kişinin çamur akıntısından hayatını kaybetmesi örneği verilebilir (Şekil 7).



Şekil 7. Aberfan, Galler'de 144 kişinin ölümüne sebep olan felaket⁽⁹⁾

Özellikle doğal afetlerin sık yaşandığı Amerika ve Japonya gibi ülkelerde, meydana gelebilecek doğal afetlere ilişkin değerlendirmeler ayrıntılı olarak yapılmaktadır. Aktif bölgesel heyelan alanları, taşkın potansiyeline maruz kalabilecek alanlar, tarihsel depremler ele alınarak yapılan deprem risk alanları, gevşek toprak zeminlerin ve ayrışmış zonların yayılımı, gevşek zeminlerde sıvılaşma potansiyeli gibi risklerin değerlendirilmesi ve bunlara ilişkin zon haritalarının ve tüm haritaların birlikte değerlendirilmesiyle Mühendislik jeolojisi ve arazi kullanım haritaları hazırlanmaktadır. Dolayısıyla riskli bölgelerde yapılaşmadan kaçınılmakta, can ve mal kaybı en aza indirilmektedir. Yapılaşmaya yeni açılacak alanlarda da bu faktörlere dikkat edilmekte ve daha güvenli alanlar seçilmektedir.

Mühendislik jeolojisi haritaları ile arazi kullanım haritalarının hazırlanması ve kullanılması ne yazık

ki ülkemizde yaygınlaşmamıştır. Sadece üniversitelerin mühendislik bölümlerinde yapılan bazı yüksek lisans ve doktora tezlerinin ve uygulama projelerinin kapsamında üretilen bu haritalar, ayrıca Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğüne sınırlı sayıdaki illerimiz için hazırlanmıştır. Pek çok ülkede (Avrupa ülkelerinin önemli bir bölümü, ABD ve Japonya) kentleşme sürecinde bölge hakkında detaylı bilgi veren bu haritalar hazırlamakta ve yerleşim alanlarının gelişmesine bağlı olarak sürekli bu haritalar revize edilmektedir.

Ülkemizde arazi kullanım haritaları ve bölgesel jeoteknik çalışmaların, yerel yönetimler tarafından yerleşim birimlerinde ciddi şekilde yaşama geçirilmesi gerekmektedir. Aksi halde plansız kentleşme ve sağlıksız yapılaşma süreçlerinin devam etmesi kaçınılmazdır.

Jeoloji Mühendisliğinin kent planlamasında yer seçimi çalışmalarındaki işlevleri ⁽⁷⁾

Kentleşmede jeoloji mühendisine önemli görevler düşmektedir. Bir kent planının oluşturulmasında jeoloji mühendislerinin katkılarını şu şekilde sıralayabiliriz:

Harita alımı: Jeolojik haritalama, hava fotoğraflarından ve uydu görüntülerinden yapılan değerlendirmeler, morfolojik değerlendirmeler, yeraltına ilişkin değerlendirmeleri kapsamaktadır.

Sınıflama ve fiziksel özellikler: Zemin türlerinin jeolojik anlamda ayrırtılarak litolojik ve yapısal özelliklerinin belirlenmesi amaçlanır.

Tektonik ve Depremsellik: Fayların konumlarının saptanması, aktif ve aktif olmayan fayların değerlendirilmesi, depremlerin tarihsel kayıtlarının ve sismisitesinin değerlendirilmesini içerir.

Kaya Mekaniği: Kaya yapısının belirlenmesi, kaya kütlesi karakteristiklerinin tayini ve analizi, kaya mekaniği prensiplerinin uygulanması, kayacın mühendislik parametrelerinin arazi ve laboratuvar deneyleri ile tayini, kayacın kazı öncesi, sırası ve sonrasındaki davranışları hakkında bilgi edinilmesini içerir.

Zemin Mekaniği: Zemin türlerinin ayrırtlanması ve mühendislik amacıyla sınıflandırılması, zemin mekaniği prensiplerinin uygulanması, zeminin mühendislik parametrelerinin arazi ve laboratuvar deneyleriyle tayinini kapsar.

Jeolojik-Jeoteknik değerlendirmeler: Jeoteknik amaçlı sondaj, jeoteknik loglama, arazi deneyleri, jeomekanik laboratuvar deneyleri, zemin emniyet getirilmesi ve zemin oturma karakteristiklerinin tayini, sıvılaşıma potansiyelinin değerlendirilmesini içerir.

Mühendislik jeolojisi ve arazi kullanım haritalarının hazırlanması

Şev duraylılığı (Heyelan): Şev duraylılığı için arazi çalışmaları ve jeolojik analizler, yorumlama, mühendislik analizlerini (kinematik, analitik, nümerik) içerir.

Yeraltısuyu: Yeraltısuyu-kaya yapısı etkileşiminin araştırılması, yeraltısuyu tablasının konumunun ve akış yönünün belirlenmesi, depolama hesaplamaları, su taşıyan akiferlerin karakteristiklerini kapsar.

Yer altı kazıları: Süreksizlik etütleri ve kinematik analizler, kaya sınıflaması, kaya/zemin mekaniği esaslı değerlendirmeleridir.

Proje planlama: Jeolojik parametrelerin tayini, jeolojik fizibilite çalışmalarıdır.

Tasarım(projelendirme) aşaması: Planlama, kontrol ve gözlemi içerir.

İnşaat ve uygulama aşamaları

Kaynaklar

- (1)Keleş, R. (1984), Kentleşme ve konut politikası: A.Ü.S.B.F. yayını, s. 540-552
- (2)M.Meier Gerald & E.Rauch James (2000) Leading Issues in Economic Devolopment, Seventh Edition; OxfordUniversity Press.
- (3)P.Todaro Michael Economic Devolopment, Seventh Edition, Pearson Education Limited, Edinburg Gate, England, 2000.
- (4)Türkiye Çevre Sorunları Vakfı, (1983), Türkiye'nin Çevre sorunları: T.Ç.S.V. yayını, Ankara, s.321
- (5)Turkey National Report To Unced (1992), United Nations Conference On Environment and Devolopment, Ministry of Environment.
- (6)Udo E.Simonis, Ernst U.Von Weizäcker (1990), Global Enviromental Problems, Economics, (42) s.42.
- (7)Ulusay, R. (1999), Kentleşme sürecinde Yer seçimi ve Depreme Dayanıklı Yapı İnşasında Jeolojik-Jeoteknik Etüdlerin Önemi ve İşlevi, J.M.O. yayınları, Ankara, no:51
- (8)Ulusoy,A. ve Vural,T., (2001) Kentleşmenin Sosyo ekonomik etkileri.Belediye Dergisi, Cilt:7, Sayı:12.
- (9)Wicander, R & Monroe, S.J (1999), Essential of Geology, Wadsworth Publishing Company, New York. C: 11, 223-239
- (10)<http://www.focusdergisi.com.tr/ardeoloji/00573>
- (11)http://www.istanbul.net.tr/istanbul_istanbul_tarih.asp
- (12)<http://www.azizistanbul.com/yagli/Page.html>
- (13)<http://www.wowturkey.com/forum/viewtopic.php?t=150>
- (14)<http://www.geocities.com/izkir/urartuk.html>
- (15)<http://nisee.berkeley.edu/turkey/report.html>

Bildiğimiz Kurşun!..



Burcu Topçam

Colorado School of Mines
Golden, Colorado
ABD

burcutopcam@gmail.com

Kurşun (Pb), M.Ö. 6500'den beri insanlar tarafından kullanılan ilk metallere biridir. Simyacılar kurşunun en eski metal ve satürn gezegeni ile ilişkili olduğuna inanmaktaydılar. Roma imparatorlarının simgelerini taşıyan kurşun pipolar, yapılan kazılarda ortaya çıkartılmıştır. Ayrıca Musa'ya indirilen ikinci kitap olan Exodus'ta da kurşundan bahsedilmektedir. Kurşunu çömlek sırlaması için de kullanan eski Mısır kralları zamanından kalan kurşun boruları Mısır'da bulunmuştur.

Kurşun, yerbilimcilerin önemli inceleme konusudur. Doğada kurşun nadir olarak oluşmaktadır. Yerkabuğunun sadece %0.0013'ünü oluşturmasına rağmen kolay elde edildiği ve saflaştırıldığı için nadir element olarak nitelendirilmez. Genel olarak Galenitten (PbS) kızdırma metodu ile elde edilir. Anglesit (PbSO₄), Serusit (PbCo₃) ve Minim (Pb₃O₄) diğer yaygın kurşun mineralleridir. Antimon veya diğer bazı metallere eklenmesiyle güçlendirilmektedir. Kurşun dünyadaki tüm endüstriyel metallere içinde en yüksek geri dönüşüm oranına sahip elementtir.

Kurşun, kolay işlenebilen, yaygın bir metal olması ve ergime derecesinin düşüklüğü (327.5°C) nedeniyle iş yaşamında çok yaygın olarak kullanılır. 550°C'nin üstünde buharlaşır ve yoğunlaşmış kurşun oksit partikülleri olarak yayılır. Kurşun yaşantımızda pek çok alanda kullanım yeri elde etmiştir. Bunlar:

- Kurşun metali ve oksidi pillerde,
- Petroldeki vuruntuyu önleyici olarak kullanılan PbEt₄ eldesinde,
- X-ray cihazları ve nükleer reaktörlerin çevresinde radyasyon kalkan olarak,
- Kristal cam üretiminde,
- Kabloların kaplanmasında,
- Aşındırıcı sıvıların saklanacağı kapların yapımında,
- Renksiz lenslerin yapımında (yüksek kırılma indisine sahiptir),
- Su taşınması için kullanılan boruların yapımında kullanılmaktadır,
- İnşaat malzemeleri ve seramiklerin sırlanmasında,
- Kurşun arsenat gibi kurşun tuzları, böcek ilacı imalatında (ancak yerine daha az zararlı organik bileşikler kullanıldığı için kullanımı giderek azalmaktadır).

İnsan ve Toplum Sağlığı Yönünden Kurşun Zehirlenmesi

Kurşun yukarıda belirtildiği gibi yaygın kullanım alanları bulsa da insan ve toplum sağlığını ciddi şekilde tehdit etmektedir. Kurşunun vücuda girişini ve vücutta dönüşümünü incelemek, kurşun zehirlenmesinin kaynağını bulmak, önlemek ve tedavisi için izotopik teknikler kullanılmaktadır. Kurşun zehirlenmesi tayinindeki diğer teknik, verilerin kullanıldığı çocukların kan kurşun değerlerinin tahminsel modellemesidir. Devamlı yüksek kurşun konsantrasyonuna maruz kalan çocuklarda ciddi kalıcı zihinsel, davranışsal ve psikolojik problemler meydana gelmektedir. Amerika'da kurşunun kullanımının azaltılmasıyla (Örn. kurşun bazlı boya, kurşunlu benzin, kurşun borular ve yapıştırıcı/lehim malzemeleri) kurşundan zehirlenen çocukların oranı %80'den %2.2'ye düşmüştür. Ancak durumun özellikle şehirde yaşayan ve sosyo-ekonomik açıdan düşük alanlarda yaşayan çocuklarda kandaki kurşun seviyeleri güvenli sınırların (10 mikrogram/dl) yukarisındadır. Bu genel orana karşılık şehirde yaşayan çocukların %15'inin

kan kurşun seviyeleri güvenlik sınırının yukarisındadır ve bütün çabalara rağmen Amerika'da halen 400.000'in üzerinde 1-5 yaş arası çocuk kurşun zehirlenmesine maruz kalmaktadır.

Ülkemizde ise kurşun bileşikleri, günümüzde gereksinimle birlikte kullanımı maalesef giderek artmaktadır. Kurşun zehirlenmesi (plumbism) özellikle kurşun kullanılan endüstri dallarının yoğun olduğu kentlerde görülmektedir. Zehirlenme akut veya kronik olabilmektedir. Akut zehirlenmeler, kısa sürede yüksek dozda kurşunla karşılaşılması sonucu ortaya çıkmaktadır. Kronik zehirlenmeler daha uzun sürede oluşan vakalardır. Yaygınlığı nedeniyle, kırsal bölgede yaşayanlar bile su ve besinlerle günde birkaç yüz mikrogram kurşun almaktadırlar. Kentlerde buna endüstriyel atıklar ve motorlu araçların egzozları da eklenmekte ve meslek gereği kurşunla ilişkisi bulunmayanlarda bile, kandaki kurşun düzeyi, normalin üst sınırına yaklaşmaktadır.

Sosyal Sigortalar Kurumu'nun istatistiklerine göre meslek hastalıkları arasında kurşun zehirlenmesi ilk sıradadır. Kurşunun çevre üzerindeki etkilerinin araştırıldığı çalışmalar, trafik yoğunluğu bulunan bölgelerdeki insan, çevre ve besin kaynaklarının yoğun kirlenme tehdidi altında bulunduğunu göstermektedir.

Dünyada her yıl 2.5 milyon kişinin tütün nedeni ile oluşan hastalıklardan ölmesinde kurşunun da etkisi bulunmaktadır. Çünkü sigara bağımsız bir risk faktörü olarak hem erkeklerde, hem de kadınlarda kan kurşun düzeylerini etkilemektedir. Kurşun birçok istenmeyen etkiye neden olmaktadır:



- Hemogloblin ve anemi biyosentezine zarar vermektedir.
- Kan basıncının yükselmesine neden olmaktadır.
- Böbreklere zarar vermektedir.
- Çocuk düşürmeye neden olmaktadır.
- Sinir sistemine zarar vermektedir.
- Beynin zarar görmesine neden olmaktadır.
- Erkeklerde spermilere zarar vermektedir.
- Çocukların öğrenme kabiliyetlerini azaltmaktadır.
- Çocuklarda agresiflik, hiperaktivite gibi davranış bozukluklarına neden olmaktadır.
- Fetusa girebildiğinden doğmamış bebeklerin beyin ve sinir sistemlerine zarar verebilmektedir.

Kurşun doğal olarak, birçok şekilde, özellikle solunum ve sindirim yolu ile alınmaktadır. Cilt yoluyla bulaşma ise yalnız organik bileşiklerle olmaktadır. En önemli alınma şekli solunum yoludur. Kurşun, buhar ve dumanının solunmasıyla, akciğerler aracılığıyla kana karışır. Hava ve su, insanlar için devamlı bir kurşun kaynağıdır. Gıdaların önde gelen metalik kirleticilerinden biri kurşun olup, konserve gıdalarla beslenme vücuda alınan kurşunun önemli bir kaynağını oluşturmaktadır. Sindirim yoluyla alınan kurşunun onda biri kana karışmakta, kalanı dışkı ile atılmaktadır. Sağlıklı bir kişinin besinlerle günde 200 mg kadar kurşun aldığı belirtilmektedir.

Kurşunun bir başka kaynağı da duvar boyalarıdır. Günümüzde kullanılan bazı duvar boyaları yüksek miktarda kurşun içermekte (sülyen ve üstübeç kurşundan zengin astar boyalar olup, kurşun oranı kuru ağırlıklarının %50'sini oluşturabilir), bu tür boyalarla boyanmış evlerde oluşan tozlar, ortalama 750-11.000 microgram/g kurşun içerikleri ile özellikle çocuklar için önemli miktarda kurşun alımına aracılık edebilmektedir.

Akut zehirlenmede, suda eriyen veya çabuk emilen kurşun bileşiklerinin ağız yoluyla ya da enjeksiyonla alınmasıyla ortaya çıkmaktadır. Kurşun zehirlenmesinde genellikle ilk yakınma şiddetli ve kolik niteliğinde karın ağrısıdır. Sindirim sistemi, merkezi sinir sistemi bozuklukları ve anemi en önemli bulgulardır.

Kronik zehirlenmede erken belirtiler iştahsızlık, kilo kaybı, kabızlık veya ishal, irritabilite, kusma, halsizlik, baş ağrısı, ağızda metalik tat, diş etlerinde kurşun

çizgileri, becerilerin bozulması ve anemidir. Geç belirtiler aralıklı kusma, irritabilite, sinirlilik, inkoordinasyon, eklem ve karın ağrıları (kurşun koliği), ekstremitelerde duyu bozuklukları, el duruş bozuklukları ve ayak kaslarında kasılmalarıdır. Yavaş ilerleyen böbrek hastalığı, atrofik böbrek, hipertansiyon ve gut bulunan bir hastada mutlaka kurşun zehirlenmesi düşünülmelidir.

Kurşunlu Benzin Tüketimi ve Kurşunun Etkileri

Dünyanın çoğu ülkesinde motorlu taşıtlarda benzin, motorin, LPG, doğal gaz gibi yakıtlar kullanılmaktadır. Yapılan araştırmalarda benzinin %72'sinin gelişmiş ülkelerde tüketildiği ortaya çıkmıştır. Kimi ülkelerde, çevre ve besin kaynakları kirliliğinde en önemli etkenlerden birisi kurşunlu benzindir. ABD'de benzin üretiminde kullanılan kurşun miktarı 1976-1980 yıllarında yarıdan fazla azaltılmış (0.35 g/L düzeylerinden 0.15 g/L'ye indirilmiştir) ve buna paralel olarak ortalama kan kurşun düzeyi aynı dönemde 14.6 microgram/dL'den 9.2 microgram/dL'ye inmiştir. Almanya, İsveç ve Japonya gibi ülkelerde de alınan önlemlerle miktar 0.15 g/L 'ye düşürülmüştür. Ülkemizde halen benzine katılan kurşun miktarı, ortalama olarak süper benzinde 0.55 g/L 'dir. Bu miktar bazen 0.84 g/L 'ye kadar çıkmaktadır.

Şehir içi alanlarda kurşunun yegane kaynağı normal ve süper benzinlerdir. Kurşun kirliliğine en fazla maruz kalan kişiler; çocuklar, trafik polisleri, turnikelerde çalışan personeller, petrol istasyonlarında çalışanlar, trafiğin yoğun olduğu cadde ve geçitlerde çalışanlar, garajlarda çalışanlardır.

Türkiye'de otomobillerde süper benzin, kurşunsuz benzin ve eşdeğeri LPG tüketimi incelendiği zaman kurşunlu benzin (süper benzin) tüketiminde 2001 yılından itibaren önemli düşüşlerin olduğu görülmektedir. Son yıllarda normal ve süper benzinin yerini LPG almıştır. 2003 yılı verileri incelendiğinde benzin ve benzine eşdeğer LPG kullanımı dağılımında, süper benzinin %25, LPG'nin %36 ve kurşunsuz benzinin %39 paya sahip olduğu görülmektedir. Bunun anlamı, kurşunlu benzin kullanımı azalmakla birlikte hala önemli miktarda kurşunlu benzine bağımlı araç bulunmaktadır.

Atmosferdeki kurşunun en büyük kaynağı kurşunlu benzinlerdir. Gelişmekte olan ülkelerde şehir içi bölgelerde atmosferdeki kurşun ve kurşun bileşiklerinin % 90'ı kurşunlu benzinle çalışan motorlu taşıtlardan ileri gelmektedir. 1910 yılında A.B.D.'de atmosferdeki kurşunun ana kaynağını boyalar oluşturuyordu. Kurşunun sağlık üzerine verdiği zararlar anlaşılınca 1940'lı yıllardan itibaren boyalara kurşun katılması terk edilmeye başlanmıştır. Özellikle 1950'li yıllardan itibaren A.B.D.'de kurşunlu benzinlerden atmosfere atılan kurşun miktarı artmaya başlamıştır. 1960 ile 1985 yılları arasında kurşunlu benzinlerden atmosfere atılan kurşun maksimum seviyeye ulaşmıştır.

Türkiye'de 1993 Temmuz ayından sonra üretilen ve ithal edilen motorlu taşıtlarda kurşunsuz benzin kullanılmasına başlanmıştır.

Türkiye genelinde 2003 yılı verilerine göre benzinli araçlardan atmosfere atılan kurşun miktarı yaklaşık olarak 230.000 kg/yıldır. Şehir içi bölgelerde kurşun partiküllerinin ana kaynağı, süper benzin kullanan otomobillerdir. Eğer hemen katkılı kurşunsuz benzin kullanılmaya başlanırsa atmosfere atılacak kurşun miktarı 38.100kg/yıl'a düşecektir. Yani atmosfere atılan kurşun miktarı 6.1 kat azalacaktır.

$Pb(C_2H_5)_4$ formülündeki tetraetilkurşun bileşiği hala petrolün bazı derecelerinde benzinde oktan sayısını ayarlamak için kullanılmaktadır. Tetraetilkurşun, belirli oranda benzine katıldığında motordaki vuruntu sayısını etkin bir şekilde ayarlayabilmektedir. Motorda benzinin düzenli yanmasını başarılı bir şekilde sağlayan tetraetilkurşunun insan sağlığı açısından olumsuz bir etkisi vardır. Tetraetilkurşunun ayrışmasından açığa çıkan kurşun, yanma gazları ile birlikte havaya atılmakta ve zehirli olduğu için hava kirliliğine neden olmaktadır. Bu nedenle, gelişmiş ülkelerde kurşunlu bileşikler artık benzine katılmamaktadır. Ülkemizde kurşunlu benzin tüketimi henüz yasaklanmamış ancak kurşunsuz benzin kullanımı her geçen gün artmaktadır. Kurşunlu benzin kullanımından vazgeçilmesinin başka bir nedeni daha vardır. İnsanoğlu, içinde yaşadığı çevreyi daha az kirletmenin yollarını aramaktadır. Trafiğin yarattığı hava kirliliğini en az düzeye indirmek için uzun yıllar süren araştırmaların

sonucunda, bir çözüm bulunmuş ve yaygın olarak kullanılmaya başlamıştır. Çözüm, motorda yetersiz yanma nedeniyle oluşan karbonmonoksit ve azot oksitlerinin havaya verilmeden önce zararsız hale dönüştürülmesi için, yanma gazlarının özel bir katalizör üzerinden geçirilmesini öngörmektedir. Gelişmiş ülkelerde üretilen otomobillerde zorunlu olarak bulunan bu katalizör, kurşun tarafından hemen etkisiz duruma getirildiği için, bu tür araç motorlarında kurşunsuz benzin kullanılması gerekmektedir.

Sonsöz

Kurşun zehirlenmesi tüm toplumu etkilemekte ve çeşitli sağlık problemlerine yol açmaktadır. Çevreyi etkileyen kurşun kaynaklarının ortadan kaldırılması, en azından kontrol altına alınması temel hedef olmalıdır.

Yurdumuzda çalışmalar, trafik yoğunluğunun bulunduğu bölgelerdeki insan, çevre ve besin kaynaklarının yoğun kirlenme tehdidi altında olduğunu göstermektedir. Bu nedenle yurdumuzda da kurşunsuz benzin tüketimi yaygınlaştırılmalıdır.

Bu konuda radyo ve televizyon kurum-kuruluşlarına önemli görevler düşmekte olup kurşunsuz benzin ve katkılı kurşunsuz benzin konusunda eğitici programlar yapılmalı ve halk bilinçlendirilmelidir.

Kaynaklar

- <http://www.kimyaevi.org/elementler/kursun/reaksiyon.asp>
- http://saglik.tr.net/genel_saglik_kursun.shtml
- <http://www.ibb.gov.tr/ibbtr/102/10206/1020635/fr/99/kursunlubenzin/tehdit.htm>
- http://www.cevreorman.gov.tr/moz_10.htm
- http://www.doane.edu/Dept_Pages/new_SCIENCE/CH_EM/Geo/Pb.html
- <http://www.chemicalelements.com/elements/pb.html>
- <http://stu.inonu.edu.tr/~f5199118/bady.html>
- <http://www.scescape.net/~woods/elements/lead.html#History>
- <http://www.leadinfo.com/FACTS/facts1.html>
- <http://education.jlab.org/itselemental/ele082.html>
- <http://www.webelements.com/webelements/scholar/elements/lead/history.html>
- “Urban Lead Poisoning and Medical Geology: An Unfinished Story” GSA Today.

Yeni Bir Enerji Kaynağı: GAZ HİDRAT

Gaz hidratlar, doğal gaz olarak da bilinen büyük miktarlardaki metan gazı ve deniz suyunun birleşimiyle oluşan, buz kristaline benzer doğal yapılardır (Şekil 1).

Su molekülleri, metan moleküllerini çevrelerler ve metan molekülleri bu kafes içerisine hapsedilerek gaz hidratları meydana getirir. Gaz hidratlar, yüksek basınç (300 m`den daha derinlerde) ve düşük sıcaklıklarda oluşan, kristalin katılardır (Şekil 2).

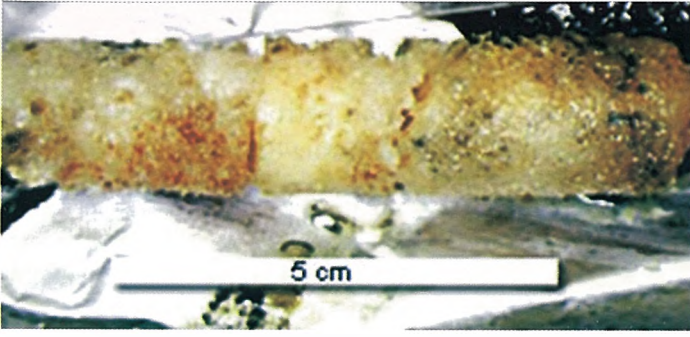
Bilim adamları, gaz hidratların ekonomik jeolojisi ve üretim yöntemleri üzerinde çalışmalar yapmaktadır. Toplam enerji hacmi çok büyük olmasına rağmen, sığ derinliklerde tortullar içerisinde saçılmış hidratları çıkarmak için yapılacak sondajlar oldukça masraflıdır.



Saliha Dündar

Türkiye Petrolleri A.O.
Arama Grubu
Ankara

sdundar@petrol.tpaogov.tr

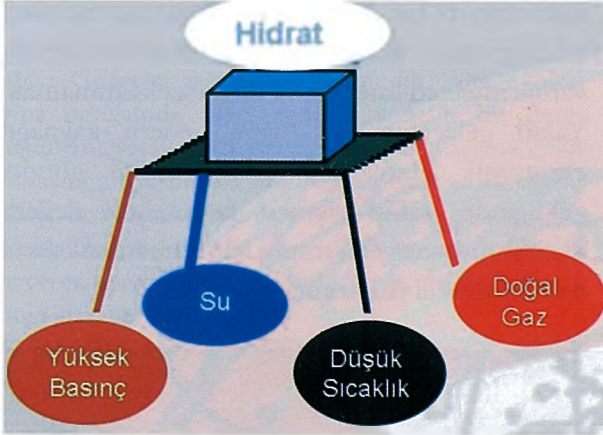


Şekil 1

Metan jeolojik ve ekonomik açıdan üç nedenden dolayı önemlidir: (1) metan sızıntıları derinlerdeki hidrokarbon rezervinin varlığının doğrudan göstergesi olabilir ve hidrokarbonlar için iyi örtü katmanlarıdır (2) metan hidratların kendisi de önemli bir enerji kaynağı olabilir ve (3) tortullardaki metan üretimi ve göçü, yoğun yamaç kaymalarına neden olabilir ki bunun sonucunda tsunami oluşabilir. Dolayısıyla gaz hidratlar, doğal gazın çıktığı damarlar ve diğer petrol ve gaz çıkışları ile ilişkili oluşabilir. Ayrıca bunlar potansiyel sıg gaz birikimlerini işaret ederler.

yapılmaktadır. LOTUS, OMEGA, GASHYDRAT, HYDRATECH, MEGHA vb. gibi onlarca bilimsel proje şu anda Avrupa'nın değişik ülkelerinde başlamış olup çalışmalar sürdürülmektedir. Ülkemiz ulusal petrol şirketi TPAO ise bu konudaki araştırmalar için bir proje açmış olup son 1.5 yıldır Karadeniz ve Akdeniz' de Gaz Hidrat ve sıg gazlara yönelik çalışmalara devam edilmektedir.

Dünyadaki gaz hidrat yataklarının rezervi konusunda belirsizlikler olması ile birlikte, global gaz hidrat rezervinin 3700 trilyon m³ ile 10.000.000 trilyon m³ arasında olduğu sanılmaktadır (Cruickshank ve Masutani, 1999). Rusya'da Kuzey Sibirya'daki Messoyakha sahası üretimin yapıldığı dünyadaki ilk ve tek örnektir (Sloan, 1998). Bu sahada asıl üretim gaz hidrat zonunun altındaki doğalgazdan yapılmaktadır.



Şekil 2

Metan gazı, sıvı yakıt olarak kullanılacak karmaşık moleküllü materyaller için iyi bir başlangıç noktası olmuştur. Amerikan hükümeti, gaz hidratlar hakkında daha fazla bilgi elde edebilmek için yatırımlarını arttırmışlardır. Örneğin; BP, Amoco, petrolün kullanılmayacak kadar pahalı olacağı zamanlar için bir dizi önlemleri düşünmeye çoktan başlamıştır. Japonya ve Almanya gibi diğer ülkeler de bu konuda daha aktif hale gelmekte ve üniversitelerde araştırmalar

Gaz hidratlar Kuzey Amerika kıtasının her iki kıyısı boyunca, Kuzey Denizi'nde, Karadeniz'in doğu ve kuzey kısımlarında, Hazar Denizi'nin güneyinde, Japonya ve Alaska'da, Sibirya'nın kara kısmında, Doğu Afrika kıyılarında tespit edilmişlerdir. Ayrıca Akdeniz'de Antalya Körfezi'nde ve Girit Adası civarında gaz hidratların varlığı tahmin edilmektedir (Şekil 3).

Japonya Hükümeti 1995 yılında ulusal bir program oluşturarak, JNOC (Japan National Oil Corp.) Kanada'nın McKenzie deltası'nda sondajla arama çalışmaları yapmıştır. Bunun yanında 1999'da Hokkaido adası açıklarında sondaj programı başlatılmıştır. Bu program 2010 yılında ekonomik üretimi planlamaktadır. Bu bölgede bulunan rezervlerin %10'unun üretimi Japonya'nın 100 yıllık

metan ihtiyacını karşılayacağı belirtilmektedir. Bu arada Japon Hükümeti, NEDO'yu (Yeni Enerji ve Endüstriyel Teknolojileri Geliştirme Organizasyonu) gaz hidratlardan metan üretim mühendisliğini geliştirmekle görevlendirmiştir.

Bilinen petrol rezervleri yaklaşık 40 yılda yeni alanlar bulunmaz ise bitecekken ve doğal gaz metan hidratın küresel rezervleri birkaç 10 yıl sonra 20 000 trilyon kübik metre miktarından 2 katı fazla olacağı tahmin edilmektedir. Bu dünyanın bu yüzyılda enerji gereksinmelerini sağlamaya yeterlidir.

Karadeniz, yüksek miktarlardaki metan üretimi ve gaz hidrat birikimine sahip bir bölgedir. Özellikle Doğu Karadeniz Türkiye şelfi açıkları, Batı Akdeniz ve Antalya körfezinde yapılacak potansiyel gaz hidrat araştırmaları, enerji açısından geleceğe yapılacak en önemli yatırımlardan biridir.

Bunlara ek olarak, doğal gaz hidratlar bir enerji kaynağı olduğu kadar deniz tabanındaki gaz birikimine bağlı olarak yakınındaki canlı türlerini olumsuz etkileyebileceği gibi insan faaliyetleri ve küresel boyutta iklim değişimi içinde çok önemlidir.

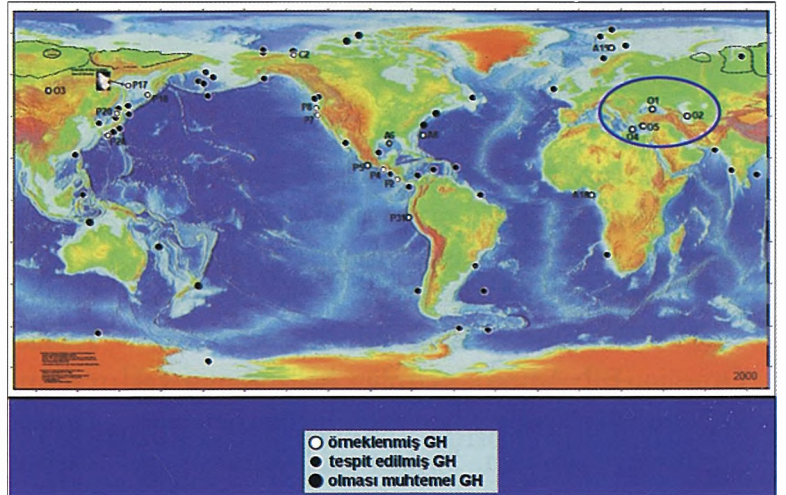
Dikkati çeken nokta ise çamur içerisine sıkışmış olan metan gazının etkisinin ne olduğudur. Atmosferdeki küresel ısınmaya sebep olan gaz olarak bilinen metan ve bunun açığa çıkmasının iklimsel etkilere sahip olduğu bilinmektedir. Çamur kaymalarının buz çağıının sona ermesinde önemli bir etken olabileceği Duke Üniversitesi araştırmacıları tarafından ileri sürülen ilginç bir fikirdir. Yoğun denizaltı çamur kaymaları sonucu metanın açığa çıkması ile buzul çağıının sona erebileceği düşünülmektedir. Çünkü metanın etkisi, karbondioksit gazının atmosferde ki ısınmaya etkisinden 20 kat daha etkilidir. Kırılıp parçalanma ile katı halden gaz hale geçen hidrat, atmosfere metanın serbest bırakılmasını etkiler. Deniz seviyesi değişimine bağlı basınç değişimleri de bunda etkili olabilir. Gaz

hidratların uzun periyotlarda kontrol edilmesi küresel iklim değişimleri için büyük yararları vardır.

Öte yandan, artan petrol araştırma ve üretiminin güvenli ve sorunsuz bir şekilde yapılmasını sağlamak için metan çıkışlarında gelebilecek tehlikelerin iyi ve ayrıntılı bir şekilde ortaya konmasına gereksinim vardır. Derin deniz baseninde metan hidratların büyük boyutta bozulmasıyla çamur volkanları oluşumları meydana gelmektedir.

Bütün bu boyutları gerek bilimsel dünyada gerekse enerji sektöründe dikkate alınmış ve geniş ölçekli projelerle araştırılmaya devam edilmektedir. İçerisinde Karadeniz ve Akdeniz'in de olduğu, önemli kısmı uluslararası araştırma gemileri tarafından örneklenmiş ve tespit edilmiş hidrat oluşumlarının coğrafik dağılımını gösteren haritaya her geçen gün yeni noktaların eklenmesi, bu konudaki çabaların ve potansiyelin bir göstergesidir.

Tüm bilimsel ve sektörel çalışmalar, metan hidratların bir enerji kaynağı olarak kullanılabileceğini göstermektedir. Metan hidratların varlığı inkar edilmemeli ve duyarsız kalınmamalıdır. Yakın gelecekte, bu "yeni" enerji kaynağının ekonomik olarak da üretilebilirliği gündeme geldiğinde, sahip olunan potansiyeli değerlendirmek, potansiyelin tespiti için harcanacak zamandan daha etkili ve kazançlı olacaktır.



Şekil 3

YAZARLAR İÇİN YAZIM BİLGİLERİ

Mavi Gezegen, TMMOB Jeoloji Mühendisleri Odası Yayınıdır

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, Yenişehir TR-05444, 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 ağırlı cümlelerden kaçınılmalıdır.

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

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

Dipnot kullanımından mümkün oldukça 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 faylanması. 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., Altın, D., Meriç, E., Tansel, İ., Vural, A., 1995. Tavşanlı (Kütahya) güneyindeki ankimeta-morfik 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 Tethyan 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 editörlüğü gönderir.

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

ISSN : 1032-4108



TMMOB JEOLOJİ MÜHENDİSLERİ ODASI
Bayındır Sokak 7/7
06410 Yenışehir - ANKARA