



Mavi Gezegen

Popüler Yerbilim Dergisi

Yıl 2004 • Sayı 9



Aminostratigrafi

Bir Fosilin Takibi

Giygili Taneler

Beyaz Altın LÜLETAŞI

Turmalin

Cam

Göllerde Ötrifikasyon

Gömülü Cevhere Rehber Bitkiler

Akarsu Yataklarında Mendereslerin Oluşması

SOL ÜST RESİM : Dev boyutlu denizel Üst Miyosen (Messiniyen) evaporitleri, Kıbrıs
{Foto: Cavit Atalar-Doğu Akdeniz Üniversitesi ve Baki Varol-Ankara Üniversitesi,
Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Nisan-2003}

SAĞ RESİM : Marmara Denizi Mikrodprem Çalışmaları ve Okyanus Tabanı Sismolojisi (OBS)
{Foto: Tuncay Taymaz-İTÜ, Jeofizik Mühendisliği Bölümü, Sismoloji Anabilim Dalı, Nisan-2000}

SOL ALT RESİM : Alaşehir sıyrılma fayı (detachment fault)
{Foto: Veysel Işık-Ankara Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü,
Agustos-2000}

Sahibi

TMMOB Jeoloji
Mühendisleri Adına
İsmet CENGİZ

JMO Yönetim Kurulu

İSMET CENGİZ
DÜNDAR ÇAĞLAN
BAHATTİN DEMİR
ÇETİN KURTOĞLU
MEHMET ŞENER
VEYSEL URKAN
M. ÜMİT SEYREK

Editör / Yayın Yönetmeni

Veysel İŞİK
isik@eng.ankara.edu.tr

Yayın Kurulu

Alper SAKİTAŞ	Ferhat KAYA
Azad SAĞLAM	İzzet HOŞGÖR
Çiğdem YILDIZ	Seda ÖZDEMİR
Elif GÜNEN	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
nitelik reklam 0(312) 425 71 88 - 425 95 08

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,

Popüler yerbilim alanında süreli dergi olan "Mavi Gezegen" bu sayısında da ilgi çekici yazıları sizlere sunmaktan mutluluk duymaktadır.

Amino asitler jeokronoloji, kronostratigrafi, paleoiklim ve arkeoloji gibi birçok araştırma alanında kullanılmaktadır. Fosil içerisindeki canlıya ait bazı kalıntı amino asitler, içinde bulunduğu birimin yaşlandırılmasında doğru sonuçlar verebilmektedir. Bu çalışma özellikle Kuvaterner dönemi için tercih edilmektedir.

75 my öncesi sığ denizlerin hükümdarı mosasaurusdu. Yılan ve kertenkele karışımında bir görünümü olan bu canlının bir avı (Placenticerias) üzerinde bıraktığı diş izleri mosasaurusların gücünü ortaya koymaktadır.

Veryüzü karbonat bileşimli kayaların geniş çökme alanıdır. Bu kayalarda giysili taneler (Ooid, onkoid ve pizoid) yaygınca gözlenen oluşuklardır.

Magnezyum silikat olan lületaşı, Roma döneminden beri bilinen ve kullanılan bir süs taşıdır. Yaygın oluşum ve üretim alanı Türkiye'dir. Ocaktan çıkarılan lületaşı, ustaların elinde görsel ve işlevsel biçimler almaktadır.

Turmalin karmaşık kimyasal bileşime sahip boronca zengin bir mineraldir. Doğada farklı renklerde bulunmaktadır. Bu da mineralin süstaşı alanında önemini artırmıştır.

Bugün yaşamımızda önemli bir yeri olan camın bir raslantı sonucu keşfedildiği belirtilir. Bu önemli bulgu tarih boyunca farklı metodlar ile üretilmiş ve insanoğlunun kullanımına sunulmuştur.

Ötrofikasyon, göl ve nehir gibi su alanlarının organik maddece aşırı doygunluğa erişmesidir. Bu olay yağmur suları, göl tabanının toprak yapısı, orman yangınları, bitki polenleri ve erozyon gibi doğal nedenlerle oluşabileceği gibi kanalizasyon atıkları, endüstriyel-evsel atık sular, tarımsal arazilerden süzülen sulama suları şeklinde kültürel yollarla da oluşabilmektedir. Bu problemin çözümü doğal dengenin korunması bakımından önem taşımaktadır.

Bitkiler, üzerinde büyüdüğü kayacın, yeraltı suyunun ve toprağın jeolojik ve jeokimyasal özelliklerini yansıtır. Bitkilerin dağılımlarının, morfolojik ve fizyolojik değişikliklerinin incelenmesi, gömülü cevherlere ulaşmayı sağlayabilmektedir.

Akarsular akışları sırasında yilankavi eğriler oluşturma eğilimi taşırlar. Kuzey ve güney yarımküredeki akarsuların, yataklarını aşındırma eğilimi birbirine göre tersi yöndedir. Bu olguyu açıklamak için pek çok çalışma gerçekleştirilmiştir.

İÇİNDEKİLER



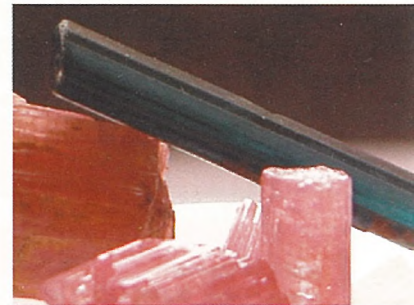
Kuvaterner Amino Asit Jeokronolojisi.....4
Uğraş Işık ve Kadir Gürgey

Bir Fosil Takibi9
Bir fosil kavkısındaki diş izlerinden ortaya çıkan av-avcı gerçeği
İzzet Hoşgör

Giysili Taneler13
Elif Günen



Beyaz Altın; Lületası18
Alp İlhan.



Bir Süs Taşı; Turmalin.....22
Koray Sözeri

Cam26
Seda Özdemir



**Göllerde Ötrofikasyon; Problemleri ve
Çözüm Yolları**.....32
Sibel Yiğit

Gömülü Cevhere Rehber Bitkiler.....37.
Semiha Zorlu, Emine Çetin ve Zeynep Özdemir



**Akarsu Yataklarında Mendereslerin Oluşmasının
ve Baer Yasasının Önemi**.....43
Serdar Bayarı

Kuvaterner Amino Asit

Jeokronolojisi

Uğraş Işık* ve Kadir Gürgey**

*Türkiye Petrolleri A.O.
Araştırma Merkezi Grubu
ugras@petrol.tpa.gov.tr

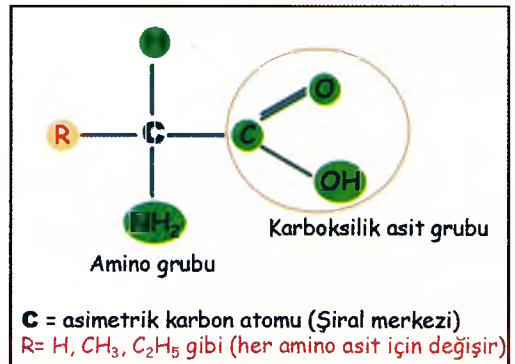
**Pamukkale Üniversitesi
Jeoloji Mühendisliği Bölümü
Kınıklı Kampüsü, 20017, Denizli
kgurgey@pamukkale.edu.tr

1960' lı yıllarda, mollusk fosil kavkılarında yaş saptamak amacıyla Hare ve Mitterer (1967)⁽¹⁾ tarafından kullanılmaya başlanan amino asit' ler günümüzde jeokronoloji, kronostratigrafi, paleoiklim ve arkeoloji gibi birçok araştırma dalında, özellikle Kuvaterner döneminin incelenmesinde yaygın uygulama alanı bulmuştur^(2,3,4,5,6). Amino asitlerin yaş tayini özelliği, moleküler yapılarının epimerizasyon ve rasemizasyon reaksiyonlarına uygun olmasından kaynaklanır. Şimdi konuyu biraz açalım.

Protein ve amino asit nedir?

Bir canlı kemiğinin yaklaşık olarak % 23'ünü oluşturan proteinler, canlıların yapı taşı olarak bilinirler. Fosiller içerisinde protein kalıntıları ilk kez 1954 yılında Abelson⁽⁷⁾ tarafından bulunmuştur. Bir karbon (C) atomuna bir amino (NH₂) ve bir karboksilik asit (COOH) grubunun bağlanmasıyla bir amino asit molekülü oluşur (Şekil 1). Birçok amino asit peptit adı verilen bağlar yardımıyla uzun zincir ya da büyük bir molekül proteinini oluşturur. Peptit bağ iki amino asiti birleştirmişse di-peptit, üç amino asiti birleştirmişse tri-peptit adını alır. Proteinler yüzlerce amino asitten (poli-peptit) meydana gelebilir.

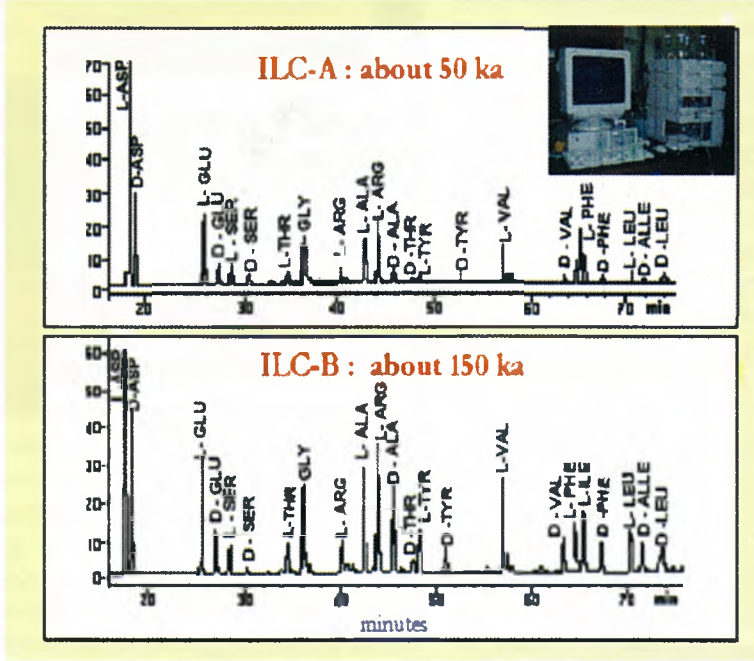
Doğada canlı organizmaların değişik bölümlerinde yaklaşık 150 değişik amino asit molekülü mevcut-



Şekil 1. Aminoasit molekülü

tur. Bunlardan 25 adeti proteinlerin bünyesinde "amino asit kalıntısı" olarak bulunur. Bu amino asitlerden 20 adeti DNA üzerine kodlanmış olarak, kalan 5 tanesi ise protein sentezi tamamlandıktan sonra biyokimyasal reaksiyonlar ile protein üzerinde sonradan oluşmuş olanlardır. Canlılarda ve fosillerde en yaygın olarak bulunan 20 amino asitin neler olduğu yüksek basınçlı sıvı (High Pressure Liquid Chromatography, HPLC) kromatogramından geliş sıraları ve literatürdeki kısaltılmış isimleriyle Şekil 2 de verilmiştir⁽⁶⁾.

- Asp Aspartik asit
- Glu Glutamik asit
- Ser Sern
- Thr Treonin
- Gly Glisin
- Arg Arginin
- Ala Alanin
- Tyr Tirozin
- Val Valin
- Phe Fenilalanin
- Leu Leusin
- Ile İzolösin

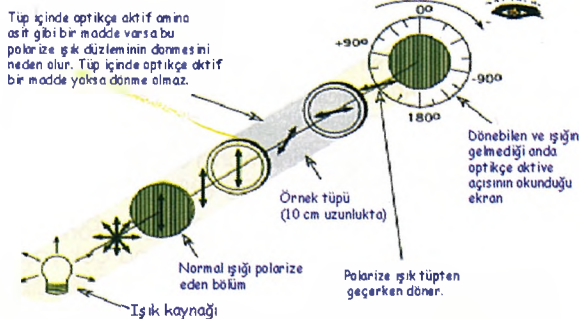


Şekil 2. Bir gaz kromatogramıyla belirlenen en yaygın amino asitler⁽⁶⁾

Amino asit kimyası

Stereokimyasal olarak, bir karbon atomuna moleküler ağırlığı farklı 4 grup bağlanmış ise bu C atomuna "asimetrik şiral merkezi", veya "şiral merkezi" (chiral center) denir. Amino asitler, (1) şiral merkezli (asimetrik C atomuna 2 H (hidrojen) atomu bağlanması; örnek, Glisin), (2) tek şiral merkezli (örnek, aspartik asit) ve (3) çift şiral merkezli (iki asimetrik şiral merkezinden her birine moleküler ağırlığı farklı 4 grubun bağlanması; örnek, izolösin "isoleucine") olmak üzere üç gruba ayrılırlar. Görüldüğü gibi glisin hariç

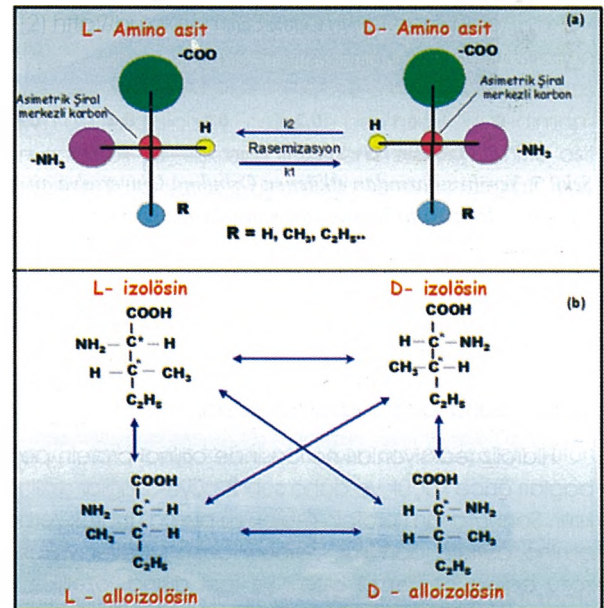
Polarimetre



Şekil 3. Polarimetre ve iç yapısı

geriye kalan 19 amino asit şiral merkezine sahiptir. Şiral merkezli moleküller optikçe aktifdir. Optikçe aktivite Şekil 3'te gösterilen ve polarimetre adı verilen bir cihaz ile ölçülür. Cihazın örnek tüpünde amino asit gibi şiral merkezli bir molekül var ise, tüp içinden geçen polarize ışıkta polarimetreye Şekil 3'deki gibi bakıldığında sağa ya da sola sapmalar gözlenir. Bu sapma miktarları molekülün uzaysal yapısına (configuration) bağlıdır. Sapma sola ise L, sağa ise D yapısından bahsedilir (Şekil 4a).

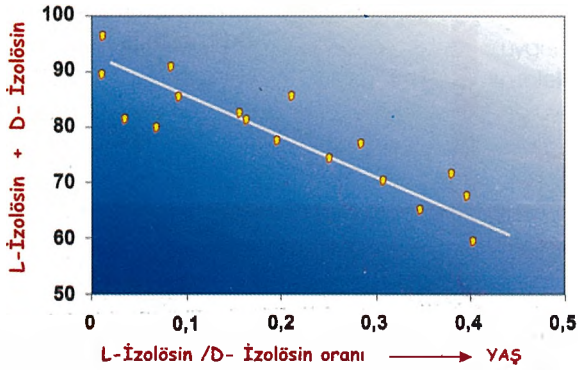
L- yapısına sahip bir amino asit H atomunun aynı molekülün NH₂ grubuyla yer değiştirmesi ile D- yapısına geçer. Bu moleküler dönüşüm reaksiyonlarına organik kimyada epimerizasyon ve rasemizasyon reaksiyonları denir. Amino asitler içinde kuvaterner yaşlandırılmalarında en yaygın olarak kullanılanlar, iki şiral merkezli sahip izolösin amino asiti (Şekil 4b) ve bir şiral merkezli aspartik asit'tir. Ancak jeokronolojik uygulamalarda, izolösin'in D/L oranı zamana daha hassas olması ve dış etkenlere daha dayanıklı olmasından dolayı tercih edilmektedir.



Şekil 4. L amino asitinin D amino asitine dönüşümü

Organizmanın ölümü ve saatin çalışmaya başlaması

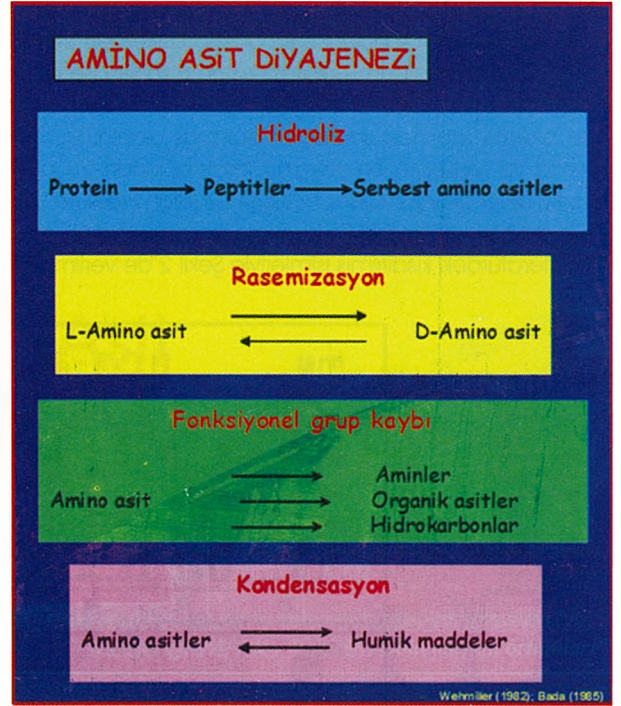
Organizmalar öldükten sonra dokuları ve kavkaları içinde bulunan proteinler dolayısıyla amino asitler, deniz tabanında üzerlerini örten ve giderek artan sediman kalınlığı ve diyajenez sürecinde fiziksel ve kimyasal etkiler sonucu değişime uğrarlar. Burada, fiziksel olaylar içinden ikisi, organizmanın amino asit kompozisyonunu etkiler: (1) Kirlenme (contamination) ve (2) Kabuktan özütlenme (leaching). Bu arada muhtemelen fosil kavkalarının sert ve dayanıklı olmalarına bağlı olarak oluşan "kapalı sistem" sayesinde amino asitler optimum olarak korunur. Ancak kirlenme sırasında, amino asit içeren yer altı sularının difüzyon yolu ile fosilin içine girmesi söz konusudur. Kavkı içine nüfuz eden amino asitler organizma ile aynı yaşta değilse (daha yaşlı veya daha genç) bu kavkıdan yapılacak yaş tayini gerçeği yansıtmaz. Kavkıdan özütlenmede ise, yine dışarıdan fosil içine giren yeraltı suları özellikle serbest amino asitleri özütleyerek kavkı dışına çıkarır. Bu *Orbulina universa* (planktik foraminifer) kavkısı üzerinde yapılan amino asit analizleri neticesinde ölçülen izölösin+alloisölösin konsantrasyonuna karşı çizilen Allo/Iso oranı grafiğinde de gayet iyi gözlenmektedir⁽⁹⁾. Allo/Iso oranı artarken yani rasemizasyon ilerlerken Allo+Iso konsantrasyonun azalması kavkıda bulunan bir kısım serbest amino asitin yeraltı suları ile özütlenmesi gibi yorumlanabilir (Şekil 5). Her iki fiziksel olayın da amino asit yorumlarında dikkatle incelenmesi sonuçların güvenilirliğini arttıracaktır.



Şekil 5. Yeraltı sularından etkilenen *Orbulina Universa*'ya ait L-İzölösin + D-İzölösin Konsantrasyonunda gözlenen azalma⁽³⁾

Diyajenez esnasında, aminoasitlerde görülen kimyasal değişiklikler ise başlıca dört reaksiyonla özetlenebilir (Şekil 6): (1) Hidroliz, (2) Rasemizasyon, (3) Fonksiyonel grup kaybı ve (4) Kondensasyon^(2,10). Bunlardan 3 ve 4'te verilen kimyasal reaksiyonlar konumuzun dışındadır bu yüzden daha fazla değinilmeyecektir.

Hidroliz reaksiyonları neticesinde orijinal protein-peptit bağları önce küçük ve daha sonra büyük bağlar şeklinde kırılır. Sonuçta tüm protein molekülü parçalanarak serbest amino asitlere dönüşür. Serbest amino asitler yukarıda sözü edilen özütlenme işlemi ile fosil dışına, özellikle de yeraltı suları yoluyla kolaylıkla alınabilir. Hidroliz reaksiyon-

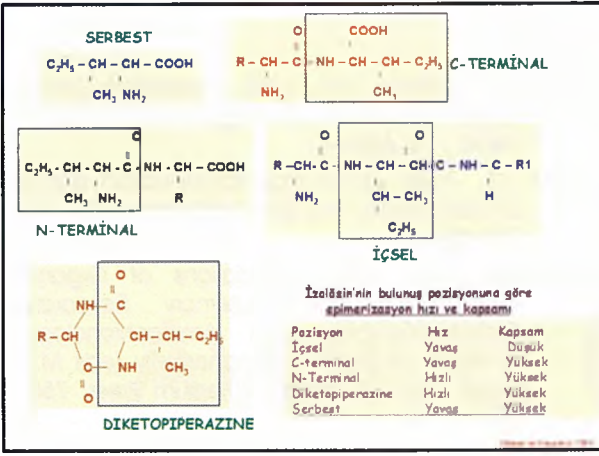


Şekil 6. Diyajenez sırasında amino asitlerde görülen kimyasal değişiklikler

ları neticesinde fosil içinde var olan serbest amino asit konsantrasyonları böylelikle azalmış olur. Zaman içinde ise serbest amino asitlerin, peptit bağlı amino asitlere oranı artar. Şekil 7'de açık formülleri verilen amino asitler hidroliz yolu ile değişik oranlarda olmak üzere 5 farklı yapıya dönüşürler: Serbest, C-terminal, N-terminal, içsel ve Diketopiperazine amino asitler⁽¹¹⁾. Bu grupların aminoasit yaşlandırılmalarındaki önemine aşağıda değinilecektir.

Rasemizasyon ve/veya epimerizasyon reaksiyonları ile organizma canlı iken kavkılarında var olan optikçe aktif L- amino asitleri, (bu durumda D- amino asit konsantrasyonu sıfır kabul edilmektedir) sıcaklık etkisi altında D- amino asitlere dönüşür. Reaksiyon dengeye geldiğinde D/L oranı 1 dir. D ve L molekülleri iki elin parmakları gibi üst üste getirilemez. Bunlara "optikçe aktif izomer" ya da enantiomer adı verilir. İzölösin gibi çift şiral merkezlilerde (örneğin izölösin; Şekil 4a) L den D ye dönüşüme epimerizasyon ve D ve L'den her birine diastereoisomer ya da epimer denilir.

Amino asitlerde görülen rasemizasyon ve epimerizasyon reaksiyonları amino asit yaşlandırma tekniğinin temelini oluşturur; yani saatidir. Buna göre, organizma canlı iken bünyelerinde bulunan L- amino asitlerini korur, bu durumda saat çalışmaz. Organizmanın ölümünden hemen sonra L- amino asitleri D- amino asitlerine dönüşmeye başlar (Şekil 4a ve 4b). Saat artık çalışmaya başlamıştır. D/L = 1 olduğunda saat durur (Organizma çok yaşlıysa fersine olarak D den L' ye dönüşümlerde olabilir, dikkatli olunmalıdır). Araştırmacılar amino asit D/L oranlarını tayin



Şekil 7. Aminoasitlerin hidroliz ile dönüştüğü yapılar⁽³⁾.

etmekle bir bakıma saatın başlamasıyla durması arasında geçen süreyi elde ederler. İşte saatın başlamasıyla durması arasında geçen sürenin D/L oranlarındaki artış değerleriyle (yıl) ifade edilmesine "amino asit ile yaşlandırma" tekniği diyoruz. D ve L rasemik bir bileşik oluşturmuş ise (D=L) fosillerin D/L oranları kantitatif yaşlandırma yerine göreceli (relative) yaşlandırmada kullanılır. Aynı zamanda, fosiller ve bunlarla ilişkili sedimanların göreceli yaş ilişkilerinin belirlenmesinde D/L oranlarının kullanılması, "aminostratigrafi" olarak adlandırılır.

Sıcaklık faktörü

Bu yaşlandırma yönteminde D/L oranı; amino asite, ortamın sıcaklığına, nem içeriğine, zamana, ortamın pH şartlarına, fosilin cinsine ve metal iyonlarının varlığı ile bunların konsantrasyonları gibi etkenlere bağlı olarak değişim gösterdiğinden numunenin dikkatli alınması gerekmektedir.

Amino asitlerdeki rasemizasyon reaksiyonları organizmanın ölümünden sonra geçen zamana değil, aynı zamanda organizmanın ölümünden sonra maruz kaldığı sıcaklığa da bağlıdır. Amino asit rasemizasyon oranı soğuk kutup ve kutba yakın bölgelerde yavaş iken, bu etkilene özellikle sıcaklığa bağlı bir şekilde logaritmik olarak artmaktadır⁽⁸⁾:

Ortalama yıllık sıcaklık (°C)	Maksimum yaş (Yıl)
>25 (Ekvatora yakın bölgeler)	200 000 ± 10 000
+10 (Ekvator-kutup arası bölgeler)	2 Milyon ± 200 000
<-10 (Kutup bölgeleri)	10 Milyon ± >400 000

Tablodan da görüldüğü gibi sıcaklık, değerinde yapılacak %5 lik bir hata hesaplanan yaşta %25-30 luk bir hata ile sonuçlanabilmektedir. Başka bir ifade ile amino asitlerle yaş tayinlerinde, yaş tayin edilecek fosil kavksına ait bölgenin yıllık sıcaklık ortalamasının bilinmesi gerekir.

Amino asitler ile yaş tayini

D/L oranı ile stratigrafik yaş arasındaki ilişki derin deniz karotlarında bulunan foraminiferlerde daha iyi görülmektedir. Sıcaklığın daha duraylı olduğu deniz tabanlarında

rasemizasyon reaksiyonları teoriye çok uygun olarak meydana gelmektedir. Bu tip çalışmalarda iyi tanımlanmış radyometrik yaşlar (¹⁴C, uranyum serisi, ²³⁰Th ve manyetostratigrafi, duraylı oksijen izotopları yolu ile) D/L değerleri ile kalibre edilir. Böyle bir çalışmadan alınan sonuçlar Şekil 8'de grafiklenmiştir. Burada, 900 000 yıllık stratigrafik bir istiftten (denizel KD Atlantik okyanusu sedimanları) alınan foraminifer grubundan *Orbulina universa* ve *Globorotalia tumida-menardii*lere ait D/L oranları ile aynı örneklerin radyometrik yaşları arasındaki yüksek korelasyon ilgi çekicidir⁽⁹⁾. Bu örnek aynı zamanda rasemizasyon reaksiyonları üzerindeki taksonomik etkiyi açıklaması bakımından da önemlidir. Görüldüğü gibi her durumda *G.tumida* D/L değerleri *O.universa* D/L değerlerinden daha büyüktür. Bunun nedeni büyük olasılıkla *G. tumida*'nın sahip olduğu serbest amino asitin toplam amino asit oranının *O.universa*'ya göre çok daha büyük değere sahip olmasıdır. Şekil 8'de dikkat edilirse her iki tren'ten de bazı sapmalar göze çarpmaktadır. Bu sapmalar şu nedenlerden birinin veya birkaçının beraber gerçekleşmesi sonucunda oluşabilir: (1) analitik belirsizlikler, (2) diyajenez esnasında örnek kirlenmesi (D/L değerlerini olduğundan küçük hale getirir), (3) toplam amino asitlerin diyajenezle alterasyonu (spesifik rasemizasyon oranlarını etkiler), (4) serbest amino asitlerin özütlenmesi ve (5) sedimantasyon sırasında örneğin kendinden farklı yaştaki amino asitlerle karışmasıdır. Her şeye rağmen Şekil 8'de elde edilen tren'ler, benzer sıcaklık tarihçesine sahip çalışma alanına yakın bölgelerden alınan karotların yaşlarını, radyometrik analizler yapmaksızın sağlamada kullanılabilir. Kısaca, amino asit uygulamalarında, örneklerin D/L oranları ile radyometrik olarak elde edilen yaşlara ait bir kalibrasyon eğrisi elde edilir. Bu kalibrasyon eğrisinin seçilen çalışma alanının stratigrafik yaş yelpazesini temsil etmesi gerekir. Daha sonra aynı bölgeden/havzadan alınan örneklerin sadece D/L değerleriyle fosil kavksılarının yaşını tespit etmek mümkündür.

Mutlak yaş veren diğer metotlar ile kalibrasyonun mümkün olmadığı durumlarda D/L oranları, göreceli yaş tayinin de kullanılabilir. Fosiller ve bunlarla ilişkili sedimanların göreceli yaş ilişkilerinin belirlenmesinde, amino asit oranlarının kullanılarak oluşturduğu "aminostratigrafi" yerel ve bölgesel olarak yaygın şekilde kullanılmaktadır⁽¹²⁾.

Bütün canlıların kendilerine özgü, tür düzeyine kadar inebilen amino asit kompozisyonları vardır. Bu nedenle fosil kavksılarından belirlenen amino asit dağılımları taksonomi çalışmalarında da kullanılabilir.

Örnekleme

1. Amino asit ile yaş tayini, canlı iken protein içeren bütün organizmalarda yapılabilir.

2. Analiz için yaklaşık olarak 0.1-1.0 gr. örnek yeterlidir.

3. Kuvaterner sedimanlarında bulunan mollusk ve foraminifera kavksıları gibi sıkı iskeletsel karbonat matrisine sahip

olan fosiller uygundur. Bunlara ek olarak, koprolitlerde, mercanlarda, diş, kemik, saç ve ağaç parçaları üzerinde de amino asit yaşlandırma tekniği kullanılmıştır.

4. Güvenilir D/L oranları için en az 3 analizin ortalaması alınmalıdır. Anatomik olarak kavkinin farklı yerlerinden alınan örneklerde az da olsa farklı D/L oranı elde edilmektedir.

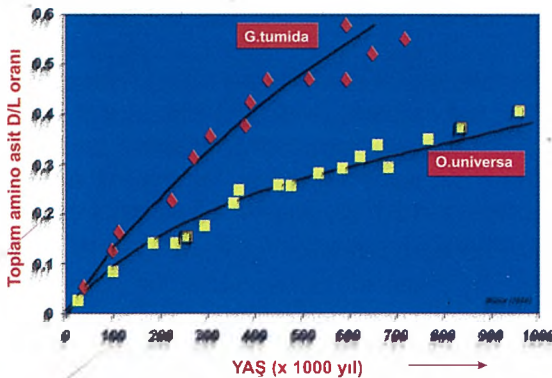
5. Kuvaterner dönemine ait fosillerin protein kalıntıları, paleoklim, buzullar ve deniz seviyesi değişimleri ile ilgili de yararlı bilgiler vermektedir.

6. Bütün canlılar tür düzeyine kadar inebilen kendilerine özgün amino asit kompozisyonlarına sahiptir. Bu nedenle fosil kavkılarında belirlenen amino asit oranları taksonomî çalışmalarında da kullanılabilir (13).

7. Farklı türlere ait D/L oranları, fosiller aynı yaşta olsa bile farklı yaş yorumlarına neden olabilir.

8. Şekil 7 de verilen tablonun gösterdiği gibi farklı yapılarda bulunan amino asitlerin rasemizasyon hızları ve kapsamları (verebilecekleri maksimum yaş-yıl olarak) farklıdır. Dolayısıyla içsel bir amino asitin D/L oranı ile serbest bir amino asitin D/L oranları birbirleriyle karşılaştırılmamalıdır.

9. Fosil kavkılarında uygun laboratuvar teknikleriyle elde edilen amino asitler, yüksek basınçlı sıvı kromatografisi ile analiz edilirler. Her bir amino asidin yüksekliği, konsantrasyonu ile doğru orantılı olduğundan, göreceli konsantrasyonlar plk boyaları veya plklerin altında kalan alanların cihaz tarafından otomatik olarak ölçülmesiyle elde edilir. Daha sonra amaca uygun olarak bir veya birden çok amino asitin D/L oranları hesaplanır.



Şekil 8. Aynı tariheye sahip olsalar bile türler farklı D/L oranlarına sahip olabilirler. Yaşlandırmada aynı tür kullanılmaktadır⁽⁹⁾.

Kaynaklar

- (1) Hare, P.E., Mitterer, R.M., 1967. Nonprotein amino acids in fossil shells. *Carnegie Inst. Washington Yearb.*, 76, 625-631.
- (2) Bada, J.L., 1985. Amino acid racemization dating of fossil bones. *Ann. Rev. Earth Planet. Sci.* 13, 241-268.
- (3) Wehmiller, J.F., 1993. Applications of Organic Geochemistry for Quaternary Research: Aminostratigraphy and AminoChronology. Chapter 36. Organic geochemistry (eds M.H Engel and S.A. Macko), Plenum Press, 755-783.
- (4) Mitterer, R.M., 1993. The diagenesis of proteins and aminoacids in fossil shells. Chapter 35 of Organic geochemistry (eds. M.H Engel and S.A. Macko), Plenum Press, 739-753.
- (5) Roof, S., 1997. Comparison of isoleucine epimerization and leaching potential in the molluscan genera *Astarte*, *Macoma*, and *Mya*. *Geochimica Cosmochimica Acta* 61, 5325-5333.
- (6) Nyberg, J., Csapo, J., Malmgren, A.B., Winter, A., 2001. Changes in the D- and L-content of aspartic acid, glutamic acid, and alanine in a scleractinian coral over the last 300 years. *Organic Geochemistry*, 32, 623-632.
- (7) Abelson, P.H., 1954. Organic constituents of fossils. *Carnegie Inst., Washington Yearb.* 53, 97-101.
- (8) Kaufman, D.S., Manley, W.F., 1998. A new procedure for determining enantiometric (D/L) aminoacid ratios in fossils using reverse phase liquid chromatography. *Quaternary Science Reviews*.
- (9) Müller, P.J., 1984. Isoleucine epimerization in Quaternary planktonic foraminifera. Effects of diagenetic hydrolysis and leaching, and Atlantic-Pacific Intercose correlations. *Meteorit. Forschungs Ergebnisse, Reihe C.*, 38, 25-47.
- (10) Wehmiller, J.F., 1982. A review of aminoacid racemization studies in Quaternary mollusks; Stratigraphy and chronological applications in coastal and interglacial sites, Pacific and Atlantic coasts, United States, United Kingdom, Baffin Islands, and tropical Islands. *Quat. Sci. Rev.*, 1, 83-120.
- (11) Mitterer, R.M., Kriakoskul, N., 1984. Comparison of rates and degrees of isoleucine epimerization in dipeptides and tripeptides. *Organic Geochemistry*, 7, 91-98.
- (12) Miller, G.H., Hollin, J.T., Andrews, J.T., 1979. Aminostratigraphy of U.K Pleistocene deposits. *Nature*, 281, 539-543.
- (13) King, K., Jr., and P. E. Hare, 1972. Species effects in the epimerization of L-isoleucine in fossil planktonic foraminifera. *Carnegie Institution of Washington Year Book* 71 (1971-1972), 593-598.

Bir Fosil Takibi: Avdan Avcıya Ulaşma...

Bir fosil kavkısındaki üç izlerinden ortaya çıkan av-avcı gerçeği

Kauffman ve Kesling adlı iki bilim adamı 1960 yılında Kuzey Amerika'da bir fosil kavkısı üzerinde yaptıkları çalışmada; yaşamın yaklaşık 75 milyon yıl önceki av-avcı ilişkisini ortaya koymuşlardır.

Bu iki araştırmacının buldukları fosil kavkısı, mollüsk dalına ait bir ammonit cinsi olan Placenticeras'tır. Bu kavki üzerindeki düzenli ve sıralı diş izleri araştırmacıları bir tek canlıya götürmüştür. Bu canlı denizel sürüngenlerden biri olan Mosasaurus'dan (Şekil 1) başkası değildir (1).

Avcı: Mosasaurus

75 my öncesi (Geç Kretase) sığ denizlerin yaygın denizel sürüngenlerinin başında Mosasaurus gelir. Mosasaurus'ta yılan ve kertenkelelerle aynı takımda yer alır. Deniz içindeki davranışları bu canlılar gibidir. Bunlar dkey hareketlerini balinalar gibi sağlayan canlılardır. Yaşadığı denize mükemmel şekilde uyum sağlamışlardır. Hava solunumu yapmak için belli aralıklarla deniz yüzeyine çıkmak zorunda olan Mosasaurus boylarının 12 m'ye kadar ulaşabildiği bilinmektedir (Şekil 1, *Yetişkin bir Mosasaurus yanda*). Bu canlılar, kısa ama kuvvetli bir boyna, bükülebilir uzun bir vücut yapısına sahiptir. Mosasauruslar yassı, dar kafatası içinde orta büyüklükte gözlere ve sivri, konik şekilli dişlerin sıralandığı sağlam bir çene yapısına da sahiptirler (Şekil 2) (1).

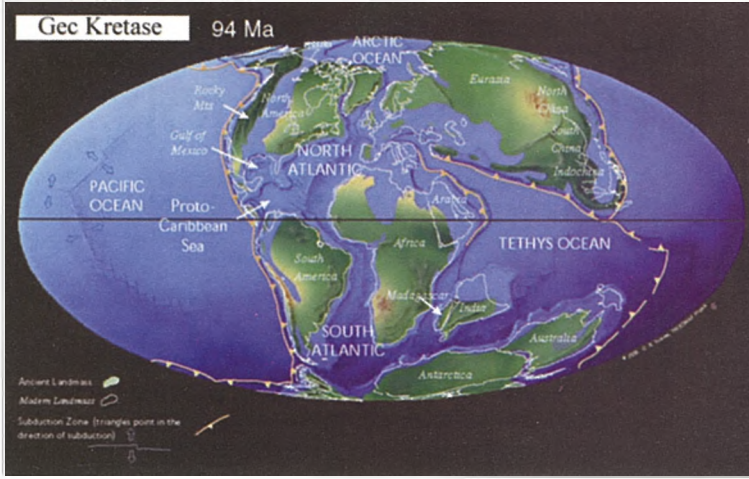
Geç Kretase denizinin sığ ve ilik bölgelerinde



Izzet Hoşgör
M.T.A. Genel Müdürlüğü
Tebiat Tarihi Müzesi
Ankara
izzet_hosgor@yahoo.com



Şekil 2. Mosasaurus kafatası ve dişinin görünümü



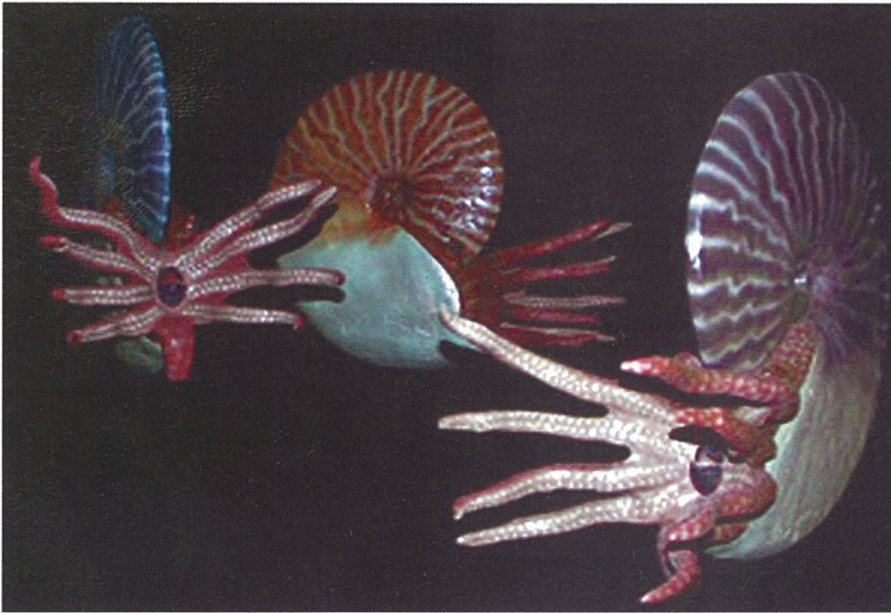
Şekil 3. Geç Kretase'de Dünya

dolaşan Mosasaurus'lar özellikle Turoniyen-Maestrihtiyen (90-65 my) boyunca yaşamış ve Maestrihtiyen sonunda yok olmuşlardır (Şekil 3). Günümüzde, K.Amerika, Kanada, Hollanda, İsveç, Afrika, Avustralya, Yeni Zelanda, Romanya, Vega adaları (Antarika) ve Fransa, Mosasaurus fosillerinin bulunduğu bölgelerdir.

Ülkemizde ise, Kastamonu'nun kuzeyinde Davutlar formasyonu içinde En Geç Kretase yaşlı yumrulu kireçtaşlarında bu canlıya ait diş ve çene parçaları bulunmuştur (3).

Mosasaurus'un bulunuş öyküsü

Mosasaurus fosilinin, bulunuş tarihinin 1770 ile 1774 arasında olduğu tahmin edilmektedir. Fosili bulan taşocağı işçileri (Şekil 4) onu, fosillerle ilgilendiği bilinen Dr. Jonhann Leonard Hoffmann'a (1710-1782) verirler. Ama fosilin değerini duyan ve taşocağının üzerindeki arazinin sahibi olan papaz, Hoffman'ı mahkemeye vererek fosili elinden alır ve evine yerleştirir. 1974'de Fransız Ordusu evin bulunduğu kent olan Maastricht'i almasıyla fosilin kaderi de değişir. O tarihte Fransa Kuzey Orduları Bilim Ko-



miseri olan jeolog Faujas, papazın evinde çok değerli bir fosil bulunduğunu kenti ele geçiren generale bildirir.

Fosil, 1795'de Harp ganimetlerinin arasına katılarak Paris'e getirilir ve 1799 'da Faujas'ın Aziz Petrus Dağı'nın Doğa Tarihi adlı ünlü kitabında tanıtılır. Yazar karşılaştırmalı anatomiden fazla anlamadığından; Mosasaurus kafatasını timsah kafatası olarak tanımlamıştır. Faujas'ın bu yanlışını Cuvier 1808'de, fosilin tanımını soyu tükenmiş bir sürüngen olarak düzeltmeye çalışmıştır. 1882'de İngiliz Jeolog Conybeare tarafından bu fosile ilk kez Mosasaurus cins adını, 1829 'da İngiliz Jeolog Gidon Mantell tarafından da *Mosasaurus hoffmannii* olarak tür adı verilmiştir (4).



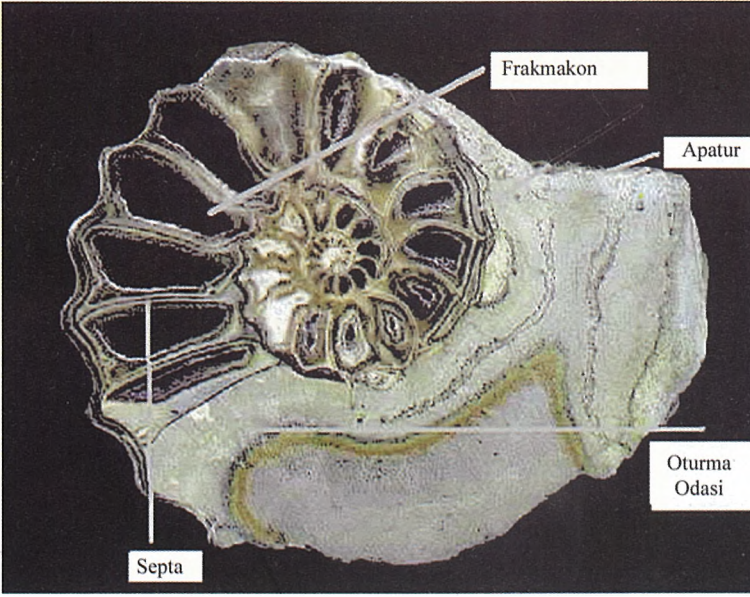
Şekil 4. İlk Mosasaurus kafatasının bulunuşunun temsili resmi

Av: Placenticerus

Geç Kretase döneminde yaşayan diğer bir canlı da, ammonitlerin bir cinsi olan Placenticerus' tır. Ammonit kavrıkları düzlem spiral sarılmış, bölmeler septa ile birbirinden ayrılmış, kalker bir koniden ibarettir. Placenticerusların kavrıklarının iç kısmı, septa adı verilen duvarlar ile ayrılan bölmelerden oluşur. Vücutları yumuşak ve biraz uzamış olup, ön tarafta gelişmiş bir baş vardır. Başın etrafında hareketli kollar halinde kaslı tenteküller bulunur. Ağız, bu tenteküllerin içinde yer alır. Tenteküller hayvanını hızlı yüzmesini, dipte yürümesini ve beslenmesini sağlar (Şekil 5).

Canlı, kavkının son bölümünde yaşar. Bu son bölüme kadar olan kısma, fragmakon adı verilir (Şekil 6).

Şekil 5. Ammonitler

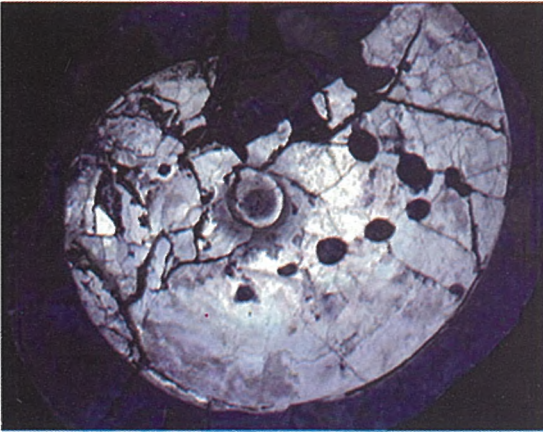


Şekil 6. Genel ammonit morfolojisi

Ammonitler tamamiyle hayvansal besinlerle beslenir ve serbest yüzen canlılardır. Bulunduğu sınıf içinde vücut yapısı en gelişmiş olanıdır. Ancak ammonitlerin bu özellikleri ne onları av olmaktan kurtarmış, ne de Geç Kretase sonunda yok olmalarını engelleyebilmiştir⁽¹⁾.

Placenticeras'ın da dahil olduğu ammonit ordosuna ait cinsler, serbest yüzücü (nektonik) hayvanlardır. Gündüzleri tentaküllerini içeri çekip dinlenirler, sıgı yerlerde deniz dibine yakın dururlar. Geceleri hareketli yaşarlar ve daha derinlere inerler. Bu nedenle gözleri iri ve kuvvetlidir. Kavklarının basıklığı denize dalmayı kolaylaştırmak içindir.

Ammonitler, Jura ve Kretase'de yaşamıştır (206-144 my). Genelde Jurada kavklarının hepsi sarılmıştır, Kretase'de çözülmüş tiplerde rastlanır. Omur-



Şekil 7. Üzerinde diş izleri bulunan ammonit örnekleri

gasız paleontolojide çok önemli bir yer tutan bu fosil grubunun Üst Kretasede ortadan kalkması köklü bir ırk değişikliği, dev denizel sürüngenlerin çıkışı veya anatomik nedenlere bağlıdır. Üst Kretase sonunda ammonitler tümüyle yok olmuştur⁽⁵⁾.

Ülkemizde Jura ve Kretase'ye ait ammonit cinsleri; Ankara çevresinde, Bilecik'te, Karadeniz sahil şeridi bünyesinde, daha doğuda Amasya'da, Bayburt ve İspir'de oldukça boldur⁽⁶⁾.

İz Peşinde

Kauffman ve Kesling yaptıkları çalışmada, Placenticeras kavkısı üzerinde bazı deliklerin olduğunu fark ederler. Önce bu deliklerin kavki üzerine herhangi bir mollusk tarafından (squid veya gastropod) yapılmış olabileceğini düşünürler. Daha sonra yaptıkları detaylı çalışmada ise, kavki üzerindeki deliklerin karşılıklı olarak, düzenli bir şekilde sıralandığını gören araştırmacılar, bu deliklerin bir ısırık izi olduğu konusunda bir karara varırlar (Şekil 7).

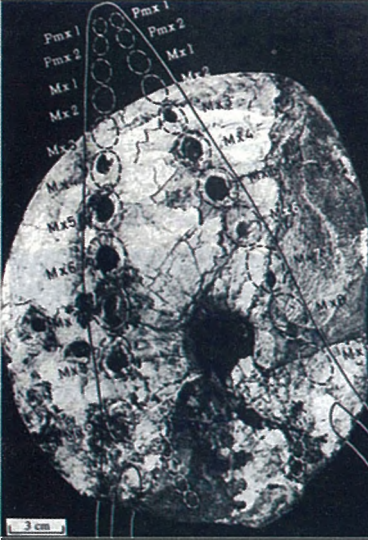
Diş izleri kavki üzerinde ammonitin frakmakon bölümünde karşılıklı, kavkinin sağ tarafından çaprazlama gelecek şekilde sekizer adetti. Kavki ortasına doğru ise, bir iki diş izi görülüyordu. Kavki üzerindeki sıralı olarak dizilmiş on altı diş izinin pozisyonu, diş delik izlerinin büyüklüğü ve çapı, Placenticeras'ın hangi hayvan tarafından ısıldığının ipuçlarını verebiliyordu (Şekil 8).

Placenticeras'ın yaşadığı Üst Kretase denizinde bu izleri bir canlı üzerine bırakabilecek denizel sürüngen olan Mosasaurus'un ağız ve çene yapısı, tamamen kavki üzerindeki deliklere uyum sağlıyordu. Dramatik bir şekilde belirtmek gerekirse; katil bulunmuştu.

Kaçınılmaz Son

Geç Kretase'nin sakin, fazla derin olmayan ılık sularında beslenmek için yüzen veya deniz dibinde yürüyen, Placenticeras'ı gözüne kestiren Mosasaurus, hayvanın sağ tarafından gelerek yaklaşmış ve ani bir hareketle dişlerini kabuk üzerine geçirmiştir (Şekil 9).

Placenticeras'ın kavki çapının 30 cm'yi geçmesi Mosasaurus'u zorlamış ve ağızını birkaç kere daha açıp kapatarak kabuk üzerine diş izlerini kuvvetli bir şekilde bırakmıştır. Placenticeras kavkısı üzerindeki fazla diş izleri ve kavkinin aşırı şekilde bozulmuş bölme izleri, olayın bu şekilde gerçekleştiğini doğrular niteliktedir⁽¹⁾.



Şekil 8. Placenti-
ceras üzerindeki
diş izlerinin
Mosasaurus ka-
fatasıyla karşıla-
ştırılması

Kaynaklar

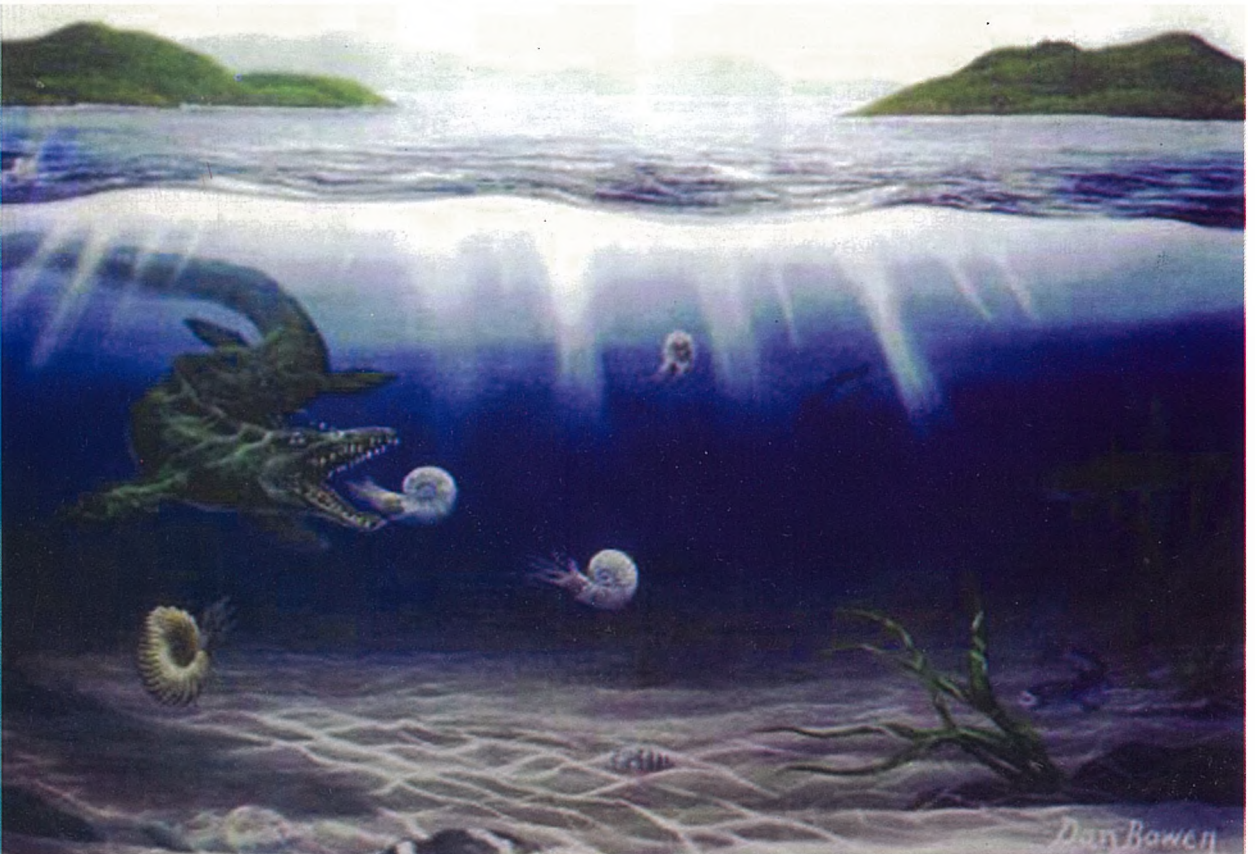
- (1) Lehmann, U. 1981. The ammonites-Their life and their world. Cambridge Univ. Press. 251 pp.
- (2) Williston, S. W. 1914. Water Reptiles of the Past and Present. Chicago Univ. Press. 246 pp.
- (3) Bardet, N. and Tunçoğlu, C. 2002. The first Mosasaur (Squamata) from the late Cretaceous of Turkey. Journal of Vertebrate Paleontology 22 (3), 712-715.
- (4) Şengör, A. M. C. 1999. Zümrütname. Yapı-Kredi Yayınları, 207s.
- (5) Sayar, C. 1991. Paleontoloji- Omurgasız Fosiller. İ.T.Ü Matbaası, Sayı: 1435, 672 s.
- (6) Erentöz, C., 1966. Türkiye Stratigrafisinde Yeni Bilgiler. MTA.Dergisi Yayını 66, 1-22

http://www.nhmmaastricht.nl/nederlands/exposities/tijdelijk/dinosaurs/engl/find/1exp_tk31.html

<http://www.oceansokansas.com/aboutmo.html>

<http://www.oceansokansas.com/mosa.html>

<http://www.kerling-web01.shacknet.nu/fossiliensammlung/49.html>



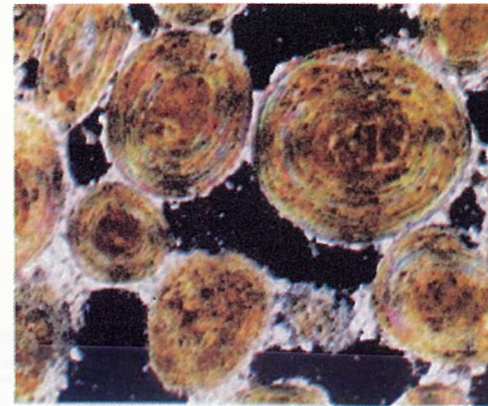
Şekil 9. Mosasaurus'un, placenti-
ceras'ı avladığı an

Giysili Taneler

Kireçtaşları kalsit, aragonit, Mg-Ca karbonat ya da dolomit şeklindeki karbonattan oluşur. Kalsit ve aragonit, kireçtaşlarında organik veya inorganik kökenden türeyen iskeletsel ya da iskeletsel olmayan oluşuklar halinde bulunurlar. Organizmaların canlı haldeki hareketleri sonucu iskeletsel olmayan bileşenler meydana gelir⁽¹⁾. İskeletsel olmayan bileşenler arasında pelletler, biyoklastlar, intraklastlar ve giysili tane oluşukları bulunur. Bunlardan giysili taneleri ooidler, onkoidler ve pizoidler oluşturur.

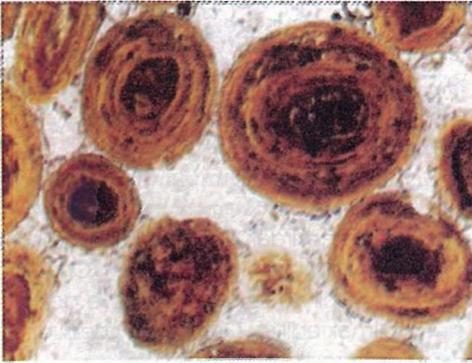
Ooidler

0,25-2 mm. çapında, balık yumurtasına benzer yuvarlak veya elipsoidal şekilli giysili taneler ooid olarak adlandırılır. En basit görüntü ile ooidler, merkezlerinde bir çekirdek ve bu çekirdeğin etrafında içiçe geçmiş konsantrik karbonatlı halkalardan oluşur. Çekirdek çoğunlukla bir karbonat veya kuvars tanesidir. Bazen hava kabarcığı çekirdeği oluşturabilir. Çekirdek bir bakıma ooidlerin şekillerini oluşturur. Yuvarlak bir çekirdek etrafında küresel bir ooid, yuvarlak olmayan çekirdek etrafında ise oval şekilli ooid gözlenir⁽¹⁾. Ooidlerin sig ve çalkantılı ortamlarda daha hızlı çökeldiği, ooid yüzeylerinin ve konsantrik lamellerin daha düzenli olduğu gözlenmektedir⁽²⁾. Yüksek enerjili ortamlarda, ooid zarfları düzensiz bir şekilde gelişir^(3,4).



Ooidler fotosentezin olmadığı ortamlarda oluşurlar. Bu durum ooidlerin aşırı doygun

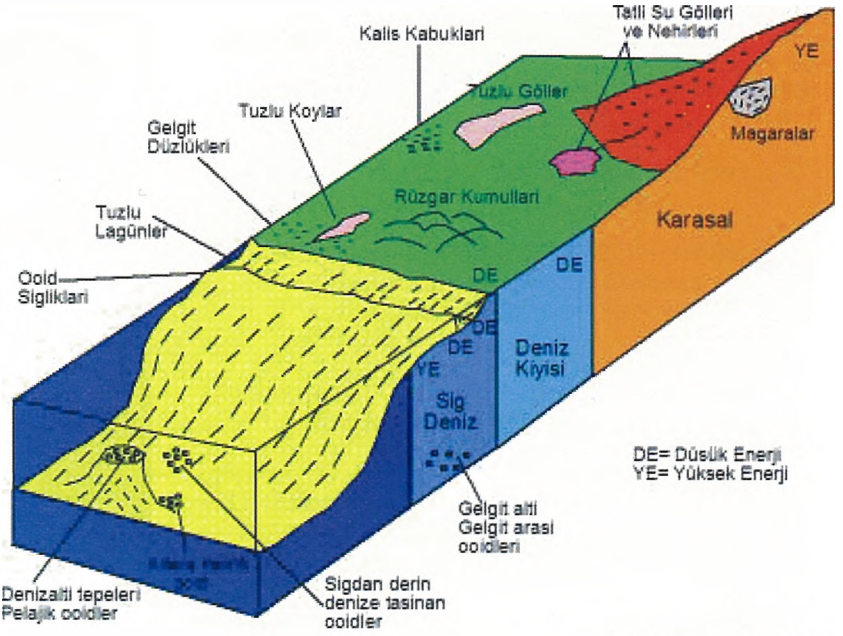
Bir çekirdek etrafında sarılım yapmış aragonit zarfları⁽⁵⁾



Elif Günen
Ankara Üniversitesi
Mühendislik Fakültesi
Jeoloji Mühendisliği Bölümü
Ankara
egunen@eng.ankara.edu.tr

çözümlerden inorganik yollarla çökelmesini düşündürür. Ooidlerin inorganik büyümeleri yüksek ısı, CaCO_3 'ca aşırı doygun çözeltinin varlığı, ortamın çalkantılı olması ve çekirdek oluşturacak bir kaynağın bulunmasına bağlıdır.

Ooidler aşırı tuzlu ortamlardan tatlı su ortamlarına kadar her türlü koşullarda bulunabilmektedir. Genellikle ooidce zengin çökeller siğ sularda, özellikle 2 m'den daha siğ sularda gözlenir; zaman zaman 10-15 m. derinliklerde de ooid oluşumları belirlenmiştir⁽¹⁾. Günümüz ooidleri tropikal veya yarı tropikal ortamlarda çöklerler. Yarı tropikal ortamlarda sular tuzlu; tropikal ortamlarda ise normal tuzluluk sınırındadır. Düşük Mg-kalsitli ooidler güncel göller, nehirler, mağara ve kalkerli alanlarda oluşurken; yüksek Mg-kalsitli ooidler aşırı tuzlu lagünlerde yaygındır⁽⁶⁾. Durgun su koşullarında gelişen ooidler ise denizaltı tepelerinde gelişir ve farklı özellikler sunar. Durgun su ooidlerinde çekirdek tane merkezinde olmayıp, zarlara asimetrik sarılımlıdır. Denizaltı tepelerinde oluşan pelajik ooidlerin çapları 0,2-0,4 mm arasındadır. Bunlar çok ince dairesel sarılımlı, 10-15 mikron kalınlıkta zarlardan oluşan içsel bir yapıya sahiptir⁽⁷⁾. Genellikle güncel ooidler ara-



Ooid oluşum ortamları⁽⁹⁾

gonitten oluşmuştur⁽⁶⁾. Yaşlı çökeller içindeki dolomitize olmamış ooidler ise, kalsitten meydana gelmiştir⁽⁶⁾.

Yeryüzünde çok az sayıda güncel ooid oluşum alanları bulunur. Bunlar; Gökova Körfezi, Sedir Adası Kleopatra Plajı, El Alamein Sahili (Mısır) ve Bahama-Florida ooidleridir. Sedir Adası Kleopatra Plajı ooidleri; ılıman iklim kuşağında dalga ve rüzgar etkisindeki çalkantılı siğ su koşullarında, mikrobiyolojik (alg-bakteri) faaliyetlerinin fazla olduğu, karbonat konsantrasyonunun yoğun, tuzluluğun ve alkalitenin yüksek olduğu bazik ortam koşullarında oluşmuştur⁽¹⁰⁾. Diğer yandan El Alamein ooidleri ılıman iklim kuşağında, çalkantılı siğ su koşullarında, mikrobiyolojik aktivitenin olmadığı, karbonat konsantrasyonunun fazla, tuzluluğun ve alkalitenin yüksek olduğu bazik ortam koşullarında çökelmiştir⁽¹¹⁾. Bu durum Sedir Adası, Kleopatra Plajı güncel ooidleri ile El Alamein Sahili güncel ooidlerinin farklı mikro iç yapıya sahip olduğunu gösterir. Her iki yerdeki ooid oluşumunda, ortamsal ve kökensele koşullar farklı gelişmiştir. Sedir Adası ve Kleopatra Plajı ooidleri Pleystosen yaşlı güncel Bahama-Florida ooidleri ile büyük benzerlikler sunarlar⁽¹²⁾.

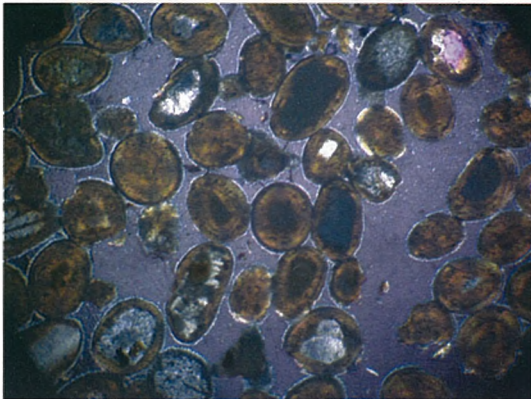
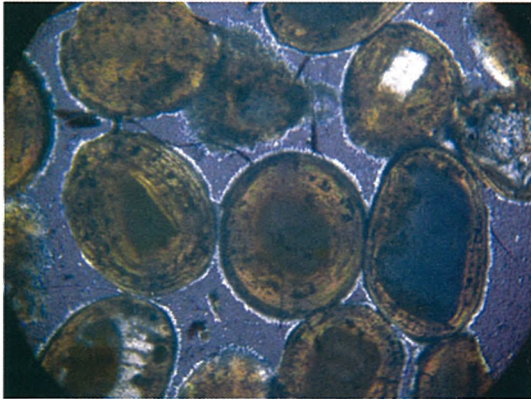
Onkoidler

Mavi yeşil alglerin bir çekirdek etrafında düzensiz sarılımlı ile oluşan giysili tanelere onkoid adı verilir⁽¹⁴⁾. Onkoidler diajenez etkisiyle kristalli bir yapı kazanmakta ve ooidlere benzer bir şekil alabilmektedirler. Onkoidlere özellikle resif arkası ortamlarda sıkça rastlanmaktadır.

Pek çok onkoid türü vardır:

Algal Onkoid: Bu tip onkoidler biyojen oluşumlu olup, sert bir çekirdek etrafında sarılan algler tarafından oluşturulur.

Foraminifer-Alg Onkoid: Bu tip onkoidler tamamen



Ooidlerin ince kesit görüntüsü⁽¹³⁾



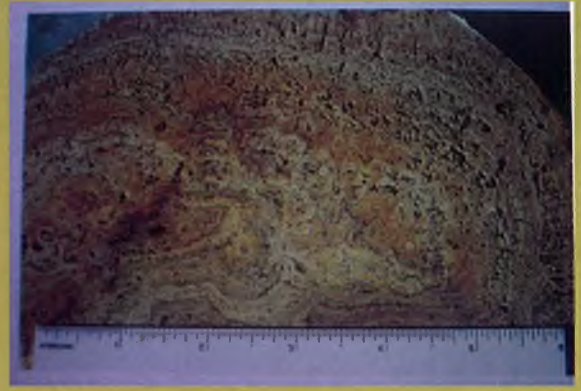
Arazide gözlenen onkoidler, Utah⁽¹⁵⁾



Onkoidlerin ince kesit görüntüsü



Gastropod çekirdeği üzerinde gelişen onkoid kesiti.



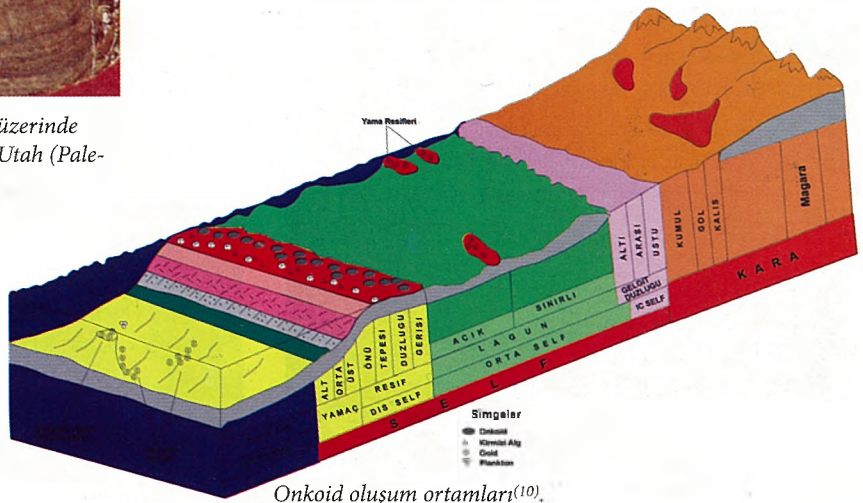
Onkoid (Pliyosen), Kaliforniya⁽¹⁸⁾



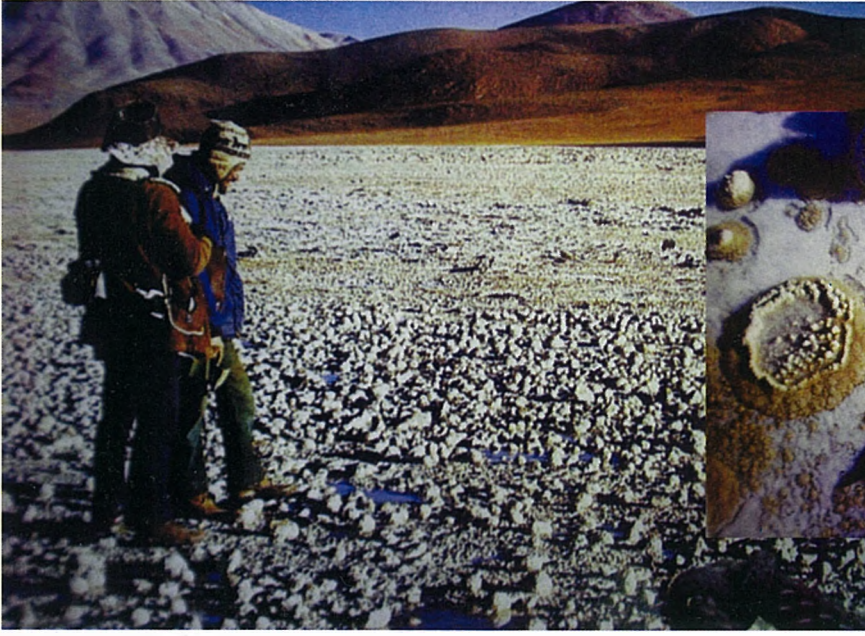
Goniobasis cinsi bir gastropod çekirdeği üzerinde gelişen onkoid kesiti⁽¹⁵⁾, Sevier Country, Utah (Paleosen-Eosen).

bir çekirdek etrafını saran yapışık foraminiferler tarafından oluşturulur. Büyüklükleri cm mertebesindedir.

Mikrit Onkoid: Bakteriler tarafından oluşturulan onkoidlerdir. Çekirdek ile kabuk arasındaki sınır geçişlidir. Sert bir çekirdek etrafını saran mikritik seviyelerden oluşur⁽¹⁶⁾.



Onkoid oluşum ortamları⁽¹⁰⁾.



Holosen pizoidleri⁽²⁰⁾

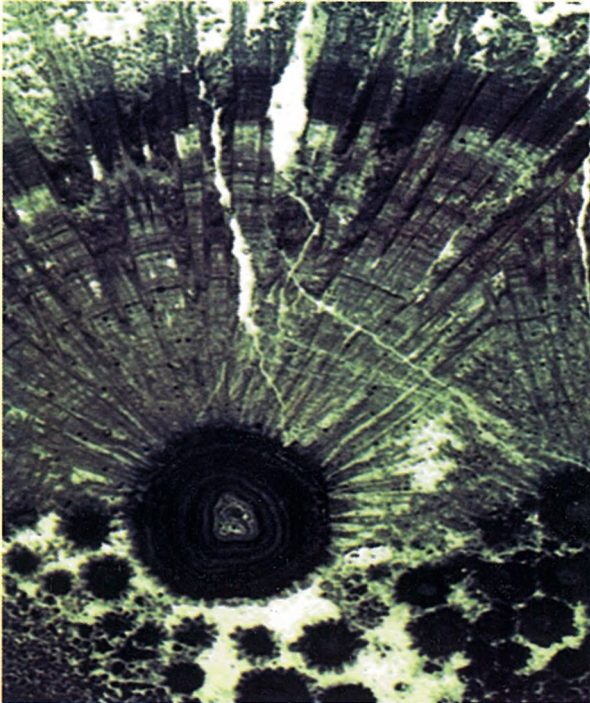


Pizoidler

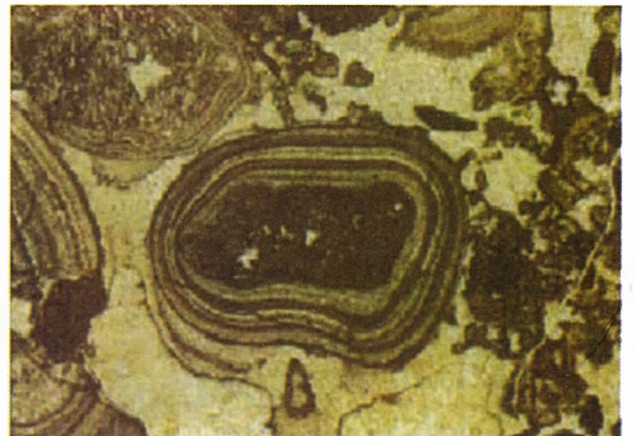
Pizoidler tane boyu 2 mm'den büyük, düzenli sarımlı, vadoz suyun etkili olduğu, özellikle mağara ve karstlaşmanın yaygın olduğu karasal ortamlarda, diajenetik yollarla oluşan giysili tanelerdir. Belirgin bir çekirdekleri yoktur. Çoğu kez daha koyu renkli bir mikritik çekirdek üzerinde büyütler⁽¹⁹⁾.

Genel olarak pizoid türü giysili taneler travertenlerin içinde yaygın olarak bulunmaktadır^(21,22). Pizoid taneleri yamaçlar üzerinde bulunan küçük ölçekli teras havuzları ile çöküntü ortamları içinde yer alan geniş ve sığ havuzlarda bulunur. Bu taneler genellikle çalı şekilli ve mikritik karbonatla birlikte görülür⁽¹⁹⁾.

Mikroskobik incelemelerine göre üç tür pizoid vardır: (a) Konsantrik laminalı pizoidler; sıçramalı ve türbilanslı sularda oluşurlar. Bunlar aşınma ve taşınma özelliğinde olup, inorganik büyüme gösterirler. (b) İşınsal çalı tipindeki pizoidler; tabakalı yapıdaki çalı travertenine benzerler, onlardan farklı dendritik mikro yapılarla ayrılırlar. Bunlar diyatome, bakteri ve mavi-yeşil alg içeren aralıklı mikro taraça havuzlarında oluşurlar. (c) Stramatolitik yapıdaki pizoidler ise daha yaşlı travertenlerde bulunur. Bunlar düzensiz dışı doğru büyüme gösterirler ve mavi-yeşil algler ile örtülebilirler. Düşük enerjili ortamlarda oluşurlar⁽²³⁾.



Pizoidin mikroskop altındaki görünümü⁽⁵⁾



Pizoidin mikroskop altındaki görünümü⁽²⁴⁾

Kaynaklar

- (1) Üşenmez, Ş., 1996. Sedimantoloji ve Sedimanter Kayaçlar. Erciyes Üniversitesi, 379 s.
- (2) Bathurst, R.G.C., 1986. Precipitation of ooids and other aragonite fabrics in warm sea. Müller, G. & Friedman, G. M. (eds.), Recent development in carbonate sedimentology in central Europa, Springer-Verlag, Berlin 1-10.
- (3) Friedman, G.M., 1962. On sorting, sorting coefficients and the lognormality of the grain-size distribution of sand stones. Journal of Geology 70, 737-753.
- (4) Bathurst, R.G.C., 1967. Depth indicators in sedimentary carbonates. Marine Geology 5, 447-471.
- (5) Boggs, S., 2001. Principles of sedimentology and stratigraphy. Prencite Hall. Chapter 6, 170-208.
- (6) Wilkonson, D.H., 1987. Carbonate Petrography. In Wilson J. L., 1987. Stratigraphy of petroleum Reservoir, Course notes, New York.
- (7) Varol, B. ve Tekin, E., 1989. Pelajik oolitlerin elektron Mikroskopisi: Bilecik Formasyonu'ndan bir örnek (İçbatı Anadolu). TPJD Bülteni 1/3, 229-235.
- (8) Önalın M., 2000. Sahada veribilimi çalışmaları. İ. Ü. Jeoloji Mühendisliği Bölümü, İstanbul, 599 s.
- (9) Tucker, M.E., Wright, V.P. and Dickson, J.A.D., 1990. Carbonate Sedimentology. Blacwell Scientific Publ. 9, 730 p.
- (10) Üşenmez, Ş., Varol, B., Gerald, M. ve Tekin, E., 1993. Modern Ooids of Cleopatra Beach, Gokova (South Aegean Sea) Turkey: Results From Petrography and Scanning Electron Microscopy. Carbonates and Evaporites 8(1), 1-8.
- (11) Friedman, G.M., 1971. Micrite envelopes of carbonate grain are not exclusively of photosynthetic algal origin. Sedimentology 16, 89-96.
- (12) Harris, P.M., 1979. Endolith micro boring and their preservation in Holocene-Pleistocene (Bahama-Floriada) ooids. Geology 7, 216-220.
- (13) Ankara Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü Koleksiyonu
- (14) Wolf, K.H., 1965. Grain-diminution of algal colonies to micrite. Journal of Sedimentary Petrology 35, 420-427.
- (15) Weiss, M.P., 1969. Oncolites, paleoecology, and Laramide tectonics, central Utah. AAPG Bull. 53, 1105-1120.
- (16) Atabey, E., 1997. Karbonat Sedimantolojisi. TMMOB Jeoloji Mühendisleri Odası Yayınları, 45, 130 s
- (17) Jones, F.G. and Wilkinson, B.H., 1978. Structure and growth of lacustrine pisoliths from recent Michigan marl lakes. Journal of Sedimentary Petrology 48, 1103-1110.
- (18) Link, M.H. and Osborne, R.H., 1978. Lacustrine facies in the Pliocene ridge Basin Group; Ridge Basin, California. Matter A. & Tucker, M. E. (eds.), Modern and ancient lake sediments. Internat. Assoc. of Sedimentols, Spec. Pub. 2, 169-187.
- (19) Özkul, M., Varol, B. ve Alçıçek, M. C., 2002. Depositional Environments and Petrography of Denizli Travertines. Bulletin of the Mineral Research and Exploration 125, 13-29.
- (20) Risacher, F. and Eugster, H.P., 1979. Holocene pisoliths and encrustations associated with spring-fed surface pools, Pisos Grandes, Bolivia. Sedimentology 26, 253-270.
- (21) Chafetz, H.S. ve Meredith, J.C., 1983. Recent travertine pisoliths (pisoids) from southeastern Idaho, U.S.A. Coated Grains, Peryt, T. M. (ed.). 450-455, Springer-Verlag, Berlin.
- (22) Guo, L. and Riding, R., 1998. Hot-spring travertine facies and sequences, Late Pleistocene Rapolano Terme, Central Italy. Sedimentology 41, 499-520.
- (23) Atabey, E., 2003. Tufa ve Traverten. TMMOB Jeoloji Mühendisleri Odası Yayınları, No. 75.
- (24) <http://geoinfo.nmt.edu/staff/scholle/graphics/permphotos/048.html>



Beyaz Altın LÜLETAŞI

Lületaş, Roma döneminden beri bilinen bir süs taşıdır. Avrupa ülkelerinde deniz köpüğü adıyla bilinen lületaşının, dünya genelinde en çok Anadolu'da üretildiği düşünülmektedir. Lületaşının yakın dönem mitolojisi şöyledir:

Bir yaz günü Eskişehir'in Karatepe mevkiinde yemeğini yiyen çoban, bir köstebeğin beyaz bir taşı yeryüzüne çıkarttığını görür. Taş ilgisini çeker ve yerden alıp çakısı ile kazımaya başlar. Bu, kolayca işlenen taşın içinden "Delikanlı bana kıymasaydın" diye bir ses gelir ve taş yere düşer. Düşen taş çok güzel bir kıza dönüşür ve köstebeğin yuvasına girip kaybolur. Ertesi gün köylüler delikanlıyı yeraltında elinde bir lületaş tutar durumunda boğulmuş olarak bulurlar. O günden beri köylüler her lületaş parçasında, çobanın ölümüne sürüklendiği sevdanın izlerini görürler. İşte lületaş ustaları yeraltından çıkan bu taşta saygılarını, köstebeği kutsallaştırarak sembolik anlamda yansıttılar⁽¹⁾.

Özellikleri

Lületaş bir magnezyum silikattır. Tabakalı silikattar grubunda yer alır (Sepiolit). Lületaş magnezyum ve silisyum esaslı ana kaya parçalarının yerin değişik derinliklerindeki başkalaşım katmanları içinde, hidrotermal etkilerle hidrattlaşması sonucu meydana gelir. Ayrıca, manyezit mineralinin silisleşmesi sonucu oluştuğu kesinlik kazanmış bir görüştür⁽¹⁾.

Anadolu'da Lületaş'ına, özellikle de Eskişehir'de üretim yapıldığı için "Eskişehir Taşı" da denir. Halk dilinde "Aktaş" ve "Patal" olarak da anılır. Lületaşının, beyaz, sarımtırak, gri ya da kırmızımsı ve mat renkleri vardır. Sertlik derecesi 2 - 2.5 olup, hafif yapışkan ve gözeneklidir. Toprağın 20 - 60 - 130 metre derinliklerinde, irili ufaklı yumrular halinde bulunur. Küçük yumrular, derinlere açılan kuyular ve kuyulara bağlı tüneller kazılarak toplanır⁽²⁾.

Alp İlhan
Ankara Üniversitesi
Mühendislik Fakültesi
Gemoloji Araştırma Grubu
Ankara
ailhan@eng.ankara.edu.tr



Sepiolit nodülü içerisinde manyezit çekirdek⁽⁶⁾

Lületaşı; çok ince taneli, kile benzer, kompakt ve beyaz - krem renkli, nemli olduğunda ise kaygan görünümündür. Lületaşının, toprak içindeyken temizliğini, yüzeye çıkarıldıktan sonra kolay işlenmesini, gözenekli yapısının tuttuğu bu doğal nem sağlar. Doğrudan ya da işlendikten sonra kurutulan lületaşı kaybettiği nemden dolayı hafifler ve önemli bir direnç kazanır⁽³⁾.

Eskişehir lületaşlarının kaliteli olmasının temel sebeplerinin başında, Neojen litolojisinin çökeldiği sedimantasyon havzalarının, lületaşı oluşumunu sağlayan MgO, SiO₂'in yeterli ölçüde bulundurması gelmektedir. Bunun yanında sepiolit oluşumunun tamamlanabilmesi için Ph değerinin 8-8,5 olması da gerekmektedir. Yeterli jeolojik koşulların bir arada bulunması sepiolitin kalitesini de artırmıştır⁽¹⁾.

Lületaşının değerine tesir eden en önemli faktörler; "kuru susuzluk ve büyüklüktür". Lületaşı yumrusundaki bir renk veya doku kusuru, onun değerini büyük ölçüde düşürür. Ayrıca orijinal lületaşı yumrusu, en az bir pipo yapımına elverişli büyüklükte olmalıdır^(4,5).

Önemli taş ocakları Eskişehir'in 15-50 km. lik çevresince yer alan Sepetçi, Margı, Söğütçük, Başören, Ağapınar, Gökçedağ köyleri ve civarıdır. Türkiye'de lületaşı Eskişehir ilinden başka Çanakkale, Bursa, Kütahya ve Konya illerinde de bulunmaktadır. Fakat Eskişehir dışındaki illerde üretim yapılmamaktadır. Türkiye dışında lületaşı üretiminin yapıldığı ülkeler arasında Yugoslavya, Çekoslovakya, Yunanistan, Avusturya, İspanya, Rusya, Fransa, Fas, Ma-



Çeşitli lületaşı örnekleri

dagaskar ve Kenya yer alır. Bu ülkelerden Kenya dünyanın en büyük lületaşı üreticisi olmasına rağmen büyüklük derecesi yalnızca üretim miktarıyla ilgilidir. Kenya'da çıkarılan lületaşlarının çok az bir bölümü pipo yapımında kullanılabilir. Kalitesi düşük olan bu taşlardaki hataların giderilmesi amacıyla boyama yoluna başvurulması, lületaşının kendine özgü niteliklerinin yitirmesine neden olmaktadır⁽¹⁾.

Arkeolojik araştırmalar sonucunda, Demirci Höyükte (Eskişehir) yapılan kazılar sırasında M.Ö 3000 li yıllarda lületaşından yapılmış bir eser bulunmuştur. Hangi amaçla kullanıldığı tespit edilemeyen, ancak insan eliyle yontulup düzeltildiği kesin olan bu yapıt, lületaşının yaklaşık 5000 yıldan beri bilinip işlendiğini kanıtlanmaktadır. Yapıt halen Eskişehir arkeoloji müzesinde muhafaza edilmektedir⁽¹⁾.

Lületaşı Çeşitleri

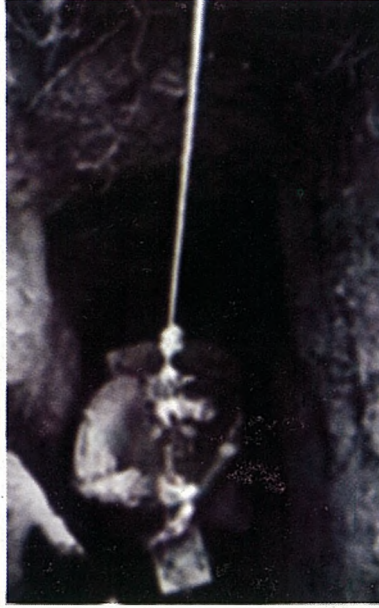
Uzun yıllar yapılan deneyler sonucu lületaşı altı farklı cinsde ayrılmaktadır. Bunlar; (1) Sıralamalı (Pipo yapımında kullanılır.), (2) Birim birlik (Biblo ve pipo yapımında kullanılır.), (3) Pamuklu (Kadın piposu yapımında kullanılır ve de pipo yapımına en elverişli türdür.), (4) Daneli (Kadın piposu yapımında kullanılır.), (5) Orta Dökme (Fesah yapımında kullanılır.), (6) Ciliz (Nikotin emici astar yapımında kullanılır.). Ciliz dışında kalan çeşitler, kendi aralarında da ayrıca on iki çeşide ayrılırlar. Her cinsin, 1 den 7 ye kadar olan türleri iyi; 7-10 arası orta; 10-12 arası türler düşük kalitelidir⁽¹⁾.

Lületaşının Çıkarılma Yöntemleri

Lületaşı toprağın içinde kırlı beyaz renkli ve yumuşak bir halde bulunur. Damar şeklinde olmayıp yumruklar halinde dağınık şekildedir. 250 gram ile 5-7 kilogramlık parçalar halinde bulunabilir. Bu taş, ocaklardan insan gücü ile kullanılan kazma; aydınlatma aracı olarak kullanılan karpit lambaları ile 30-100 metrede (bazı bölgelerde ise 200 metre) derinlikten çıkarılır. Çeşitli çıkartma yöntemleri

vardır. Bunlardan ilki çıkık yöntemi-
dir. Çıkık yönteminde çukurun çapı
1.5-2 metre arasındadır. Tamamen
insan gücüyle çalışır. Kazma, çelik
kama, keski ve karpit lambası kulla-
nılır. Kuyuya inilip çıkılırken duvarda
açılan küçük dehlizlerden yararlanılır.
Asansör sistemi yoktur. Yalnızca
toplanan yumru lületaşı parçalarını
yukarıya çıkarmak için çıkık ve kova
kullanılır. İkinci yöntem ise skip yön-
temidir. Modern olarak yapılan bu
yöntemde çelik bir halata bağlanan
kova motorla kuyuya indirilir. Kuyu
çapı daha geniştir. Kompresörlü kır-
cılar kullanılması işçilerin daha rahat
çalışmalarını sağlar. Bu yöntemle
30-50 metre derinliklere kadar inile-
bilmektedir⁽¹⁾.

Lületaşına ulaşmak için 1.5-2
metre çapında dik kuyular
kazılıp maden tabakası-
na rastlandığında yatay
tüneller açılır. Lületaşı üre-
timi birkaç kişilik ekiplerle
kazma, kürek, takoz, karpit
lambası ve sepet kullanıla-
rak, derinliği 10-75 met-
re arasında değişebilen
kuyularda yapılmaktadır.
İple kuyuya sarkıtılan ve
sepiolitli seviyelere ulaşan
madenci, küçük yatay
galeriler oluşturarak nem-



Ustalar, lületaşını işledikleri araçları da kendileri yaparlar.

li haldeyken oldukça yumuşak olan
nodülleri konglomeradan ayırarak
üretim yapar.

Lületaşı toprağın içinde, bildi-
ğimiz taş parçaları gibi dağınık halde
bulunur. Dağınık olması, insanların onu
toprağın metrelerce altında arama-
sı anlamına gelir; karpit lambalarının
ışığında, daracık tünellerde, rahatlıkla
kazma sallayacak genişliği bile bula-
madan verilen zorlu bir mücadeleyle
elde edilir.

Lületaşının İşlenmesi

Lületaşını, ocaktan çıkmasından
sonra bir çok işlem beklemektedir.
Sanatçıların hünerli ellerinde yeniden
hayat bulan lületaşı şu işlemlerden
geçirilmektedir; çırpma, saykal, kaba
alımı, arış, perdah, tandırlama, ıslak
aba, ovma, yağlı aba,
parlatma, tasnif ve kutu-
lama (sandıklama). Lüle-
taşının şekillendirme işlemi
sonrasında birçok artık kalır.
Lületaşı artıkları öğütülerek
bazı kimyasal maddeler
yardımıyla yeniden kulla-
nılır. Bu uygulamaya ilk kez
Avusturya'da başlanmıştır.
Suni lületaşı denilen bu ka-
rışıma, onu keşfeden kişiye
ithaf edilerek, "Edumede
Wagner" veya yapıldığı ilk





ülkenin adı verilerek "Edumede Autriche" denilmektedir. Dünya pazarlarına bu adla sürülen suni lületaşlarının yapımında kullanılan kimyasal maddeler ve bunların bileşim oranları hakkında değişik görüşlere rastlanmaktadır⁽¹⁾.

Kullanıldığı Yerler

Nikotini emme özelliğinden ötürü pipo ve sigara ağızlığı yapımında; yumuşak ve kolay işlenebilir oluşu yüzünden de kemer, tespih, kolye, küpe vb. süs eşyalarının yapımında kullanılır. Bundan başka lületaşından her türlü, ticari değeri olabilecek süs eşyaları, sanat değeri taşıyan biblo yapımında ve heykelcilikte kullanılır. Fakat lületaşı plastik sanatlar için çok pahalı ve temini zor bir maddedir.

Pek çok sanayi dalında kullanılan iyi bir absorban, filtre, yalıtım ve dolgu malzemesidir. Yıllardır sanayide, vazgeçilmez bir madde haline gelmiştir. Ağızlık, pipo, süs eşyası ve otomobil boya sanayiinde kullanılır. Porselen hamuruna, böcek ilaçlarına, pudra ve leke çıkartma ilaçlarına katılır⁽²⁾.

Kaynaklar

- (1) <http://www.luleyasi.projesi.com>
- (2) <http://burakdemir333.sitemynet.com/pipo/id3.htm>
- (3) http://www.eskisehir.gov.tr/kultur_sanat/luleyasi.html
- (4) Büyük Kınacı, A., 1967. Lületaşı (Sepiolit) Hakkında. M.T.A. Rapor No. 326, Ankara.
- (5) Türkiye Asbest, Manyezit, Sepiolit yatakları. M.T.A. Yayınları, 121, Ankara
- (6) Sarız, K., Işık, İ., 1995. Meerschaum from Eskisehir Province, Turkey. Gems and Gemology 31 (1), 42-51.

Bir Süs Taşı

Turmalin



Koray Sözeri
Ankara Üniversitesi
Mühendislik Fakültesi
Jeoloji Mühendisliği Bölümü
Ankara
sozeri@eng.ankara.edu.tr

Turmalin isminin nereden geldiği bilinmemekle birlikte, 1703'te Amsterdam'da bulunan kuyumcuların sarı renkli zirkon mineraline "Turmalin" ismini vermesiyle kullanılmaya başlanmıştır. Turmalin bilimsel anlamda en ilginç mineraller arasındadır. Çok çeşitli renkler göstermesi nedeniyle gemolojide (süs taşı bilimi) diğer süs taşlarına göre önemli bir üstünlük sağlamıştır. İki veya daha fazla renkte bulunan turmalin kristalleri bulunur. Bu çift renklilik gemolojik olarak oldukça dikkat çekicidir. Ayrıca lifsi şekilde oluşan bazı turmalin kristalleri kabaşon (kubbe şekilli) tarzında kesildiği zaman "kedi gözü" etkisi gözlenir.

Genel olarak yapılan tanımlamalarda mavi-yeşil turmalinlere özel isim verilmez. Kırmızı ve pembe renkli turmalinler "rubellit", mavi olanlar "indikolit", renksiz olanlar "akroit", kahverengi olanlar "dravit", siyah renkli olanlar "şörl" ve kırmızı-menekşe renkli olanlar ise "siberit" olarak isimlendirilir.

Kimyasal ve fiziksel özelliklerine bakıldığında turmalin, trigonal sistemde kristalleşir. Kristal şekilleri genellikle uzun prizmatik, bazı türleri ise düzlemsel şekildedir.

Turmalinlerin en önemli fiziksel özelliği "piroelektrisite" özelliğine sahip olmasıdır. Bu özellik turmalin kristalinin 100 °C ye kadar ısıtıldığında



bir ucunun pozitif diğerk ucununsa negatif elektrikle yüklenmesi olarak ifade edilir. Bu şekilde ısıtılan bir turmalin kristali, tozları toplama özelliği kazanır. Bu özellik, diğerk süs taşlarıyla karşılaştırıldığında en fazla turmalinde gözlenmektedir. Demirce zengin turmalin türü olan "şörl" kristallerinde bu piroelektrisite özelliği gözlenmez. Turmalinlerde gözlenen bir başka önemli fiziksel özellik ise "pizelektirisite" dir. Pizelektirisite, kristale düşey ekseni boyunca basınç uygulanması sonucu elektrik yükü oluşmasıdır. Bu önemli özellik denizaltı araçlarında derinlik kaydedici cihazların yapımında turmalin kristallerinin kullanılmasını sağlamıştır.

Turmalinin kimyasal bileşimi oldukça karmaşıktır. Çünkü bileşimine çok farklı tipte elementler girebilir. Fakat genel olarak; $Na(R)_3Al_3B_3Si_6O_{27}(OHF)$ bileşimindedir. Formüldeki R' nin yerini pek çok turmalinde lityum ve alüminyum alır. Bu yüzden bu gruba "elbait" ismi verilir. Eğer R'nin yerini demir (üç değerli) elementi alırsa süs taşı olarak daha az değerli bir turmalin türü olan "bugerit" ya da yerini iki değerli demir elementi alırsa "siyah turmalin" olarak da bilinen "şörl" adını alır. "Dravit" türündeki turmalinler ise magnezyumca zengin turmalinlerdir. Süs taşı işlemeciliği açısından en önemli turmalin grubu minerallerinden biri ise "liddikoatit" dir. Ünlü süs taşı bilimcisi Richard T. Liddico-

at'a ithafen minerale bu isim verilmiştir. Süs taşı bilimcileri turmalinleri genellikle rengine ve kalitesine göre sınıflarlar. Özellikle elbait türündeki bazı turmalinler soluk yeşil ve pembe rengin her ikisini birden tek bir kristalde gösterebilirler. Bu da taşın değerini artırıcı önemli bir özelliktir.

Turmalinler genellikle camsı parlaklıktadır. Bununla birlikte şeffaf, yarı şeffaf ve opak olanları da bulunur. Çift renklilik (dikroizm) turmalinlerin en ilgi çekici özelliklerinden biridir.

Sıcaklık, turmalin üzerinde farklı etkiler yapmaktadır. Bunlardan biri de renk açılmasıdır. Yani turmalin mineralinin ısıtıldığında rengini kaybetmesidir. Yapılan deneylerde 700 °C'ye kadar ısıtılan pembe turmalinler tamamen renksiz hale dönüşürken, yeşil renkli turmalinler daha açık yeşil renge dönüşmüştür. Namıbya'da bulunan bazı koyu yeşil renkli turmalinler ise ısıtıldıklarında zümrüt yeşilli bir renk almışlardır.

Bulunduğu kayalar açısından incelendiğinde, turmalinler genellikle şist türü metamorfik kayalarda, sillişçe zengin magmatik kayalarda, pegmatitlerde ve granülit türü kayalarda bulunur. Ayrıca kontakt metamorfizma zonlarında, magmadaki sıcak gazların fumerol etkisiyle de turmalinler oluşabilir. Turmalinlerin birlikte bulunduğu ti-

pik mineraller ise kuvars, mika, korund, apatit, spodumen, skapolit, topaz, albit, beril, granat ve kassiterittir.

Dünyanın pek çok bölgesinde turmalin bulunan yerler vardır. Bunlardan birisi; Rusya' da Ural dağlarında yer alan Mursinka bölgesidir. Buradaki granit türü kayaçların içinde oluşan turmalinler genellikle mavi, kırmızı ve menekşe renkindedir. Yine Rusya' da Transbakalya ve Sverdlovsk bölgelerinde de turmalin oluşumları söz konusudur.

Süs taşı olarak kullanılan turmalinlerin kaynağı genellikle Seylan (Sri Lanka) olarak bilinir. Bu ülkede özellikle alüvyal depolanma ortamları olarak bilinen Nampai Nehri kıyısı ve civarında gözlenen turmalinler sarı, kahverengi ve kırmızı renklindedir.

Afrika kıtası da turmalinler açısından önemli bir kaynak teşkil etmektedir. Buna örnek olarak Kenya' daki Taita-Taveta bölgesindeki tipik sarı renkli turmalinler verilebilir. Bu bölgedeki turmalin yatağı John Saul Mine'nin 4 km güneyindedir. 1800'lü yıllarda keşfedilen bu yatak, 1900' lu yılların başlarında işletilmeye başlamıştır. Günümüzde hala işletilmekte olan bu yatakta altın sarısı renklere sahip turmalinlerin yanı sıra çift renkli (yeşil-sarı) turmalinler de bulunmaktadır. Mozambik metamorfik kuşağı olarak bilinen büyük bir jeolojik yapının üzerinde bulunan bu yatak grafit gneyaların içindeki ultrabazik bir kaya kütleleriyle

ilişkilidir. Bu ultrabazik kaya kütleleri, 100 m. uzunluğunda ve 50 m. genişliğindedir. Bu kütlelerin kuzey kısmı bir fayla kesilmiştir. Turmalinlerin bir kısmı bu fay zonu boyunca gelişirken, önemli bir kısmı ise pegmatitler içindedir. Bu pegmatitler diğer çoğu pegmatitte olduğu gibi Na ve Li bakımından zengin değildir. Tersine ilginç bir şekilde Co, Cr ve Ni bakımından zengindir. Bunun da muhtemel sebebi, çok yakın çevrede bulunan ultrabazik kaya kütleleri olarak düşünülmektedir. Bu bölgeden 3 tip turmalin çıkarılmaktadır. Bunlar:

1. Sarı veya yeşil renkli, özşekilli, bazen özşekilsiz turmalinler
2. Farklı boyutlarda, özşekilli, prizmatik, merkez kısımları sarı, kenarları ise yeşil renkli olan turmalinler
3. "Savannah Turmalin" olarak isimlendirilen bal renkli, genellikle özşekilli olan turmalinlerdir.

Yine Afrika'da Madagaskar civarında da pegmatit türü kayaçlar içinde süs taşı olabilecek kaliteye sahip ve hemen hemen her renkte turmalinler bulunmaktadır. Ayrıca yine bu bölgeden çok nadir olarak bulunan renksiz turmalinler de çıkarılmaktadır.

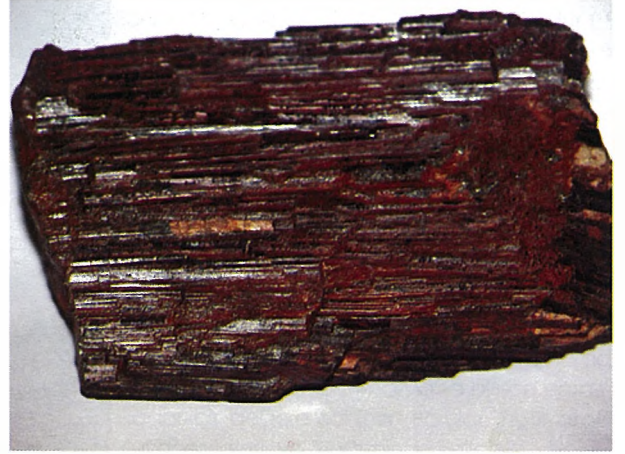
Sıra dışı mavi-yeşil-mor-menekşe renklere sahip elbait türündeki turmalinlerin varlığı Brezilya'nın kuzeydoğusunda





lar genellikle elbait türünde siyah, pembe renklere sahip ve yaklaşık 2-3 cm uzunluğuna kadar erişebilmektedir. Turmalinlerin olduğu bu granitik kayalar mermerlerin içine sokulum yapmışlardır ve bünyelerinde pegmatitik damarlar bulundurulur.

Turmalinlerin süs taşı olarak kullanılabilmesi için ham şekilde elde edilen taşın belli bir düzende kesilmesi gerekmektedir. Kesim teknikleri açısından bakıldığında turmalinler için en yaygın olan kesim türü "karışık kesim"dir. Fakat günümüzde "kapan" türü kesim tekniği oldukça fazla kullanılmaya başlanmıştır. Ayrıca kedigözü etkisine sahip turmalinlerde kabaşon türü kesimin daha uygun olduğu düşünülmektedir.



bilinmektedir. Yine Brezilya'da Rio Grande bölgesinde dayk şeklindeki pegmatit kayaları içinde turmalin minerallerine rastlanmıştır. Bu bölgedeki turmalinlerin önemli bir özelliği de bünyesinde CuO bulundurmasıdır. Bu bölgede yer alan pegmatitik dayklar genellikle düzlemsel şekilde olup kalınlıkları birkaç cm'den 2 m'ye kadar değişmektedir. Bu dayklar arasında en bol turmalin içerenlerinin kalınlığı 1 m'den daha incedir. Pegmatitik daykların dışında yine bu bölgede turmalin içeren alüvyal yataklar da bulunmaktadır.

Turmalinlerin önemli diğer bir kaynağı da Amerika'daki San Diego, Hebron ve Connecticut bölgeleridir. Hemen hemen her renge sahip turmalinler bu bölgelerde bulunmaktadır. Hatta bu bölgedeki bazı örnekler ilginç bir şekilde koyu mavi-siyah renklere dikroizma (çift renklilik) gösterir.

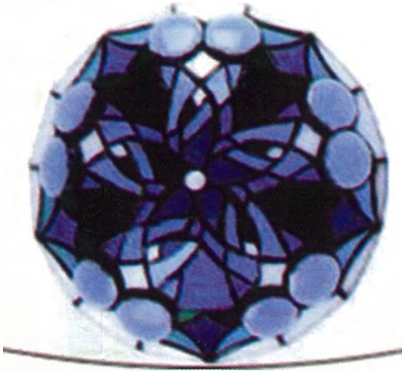
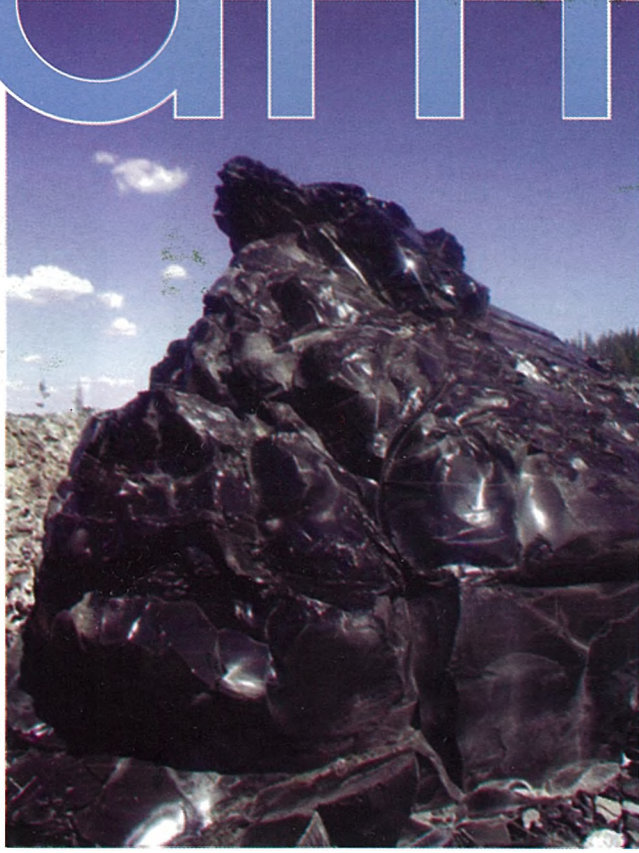
Ülkemizde de turmalin içeren kayalar oldukça yaygındır. Son yıllarda yapılan çalışmalarda özellikle Orta Anadolu'da Yozgat civarında turmalin içeren pegmatitik damarların olduğu granitik kayalar bulunmaktadır. Bun-

Kaynaklar

- Webster, R. 1983. GEMS, Their Sources, descriptions and identification. Butterworth&Co Ltd, Fourth Edition.
- Simonet, C. 2000. Geology of the Yellow Mine (Taita-Taveta District, Kenya) and other yellow tourmaline deposits in Africa. The Journal Gemmology 27 (1), 11 – 30
- Shigley, J.E, Cook, B.C, Brendan M.L. and Bernardes M.O., 2001, An Update on "Paraiba" Tourmaline from Brazil, Gems and Gemology, 37 (4), 260-276
- Sayılı, S.İ., Kaçoğlu, S., Gündoğdu, M.Y., Kadıroğlu, T. ve Önal, K.M., 2004. Yozgat-Kargılık Pembe turmalin içeren pegmatit damarlarının özellikleri ve yer radarı yöntemi ile aranması. 57. Türkiye Jeoloji Kurultayı Bildiri Özleri, s. 112-113



cam

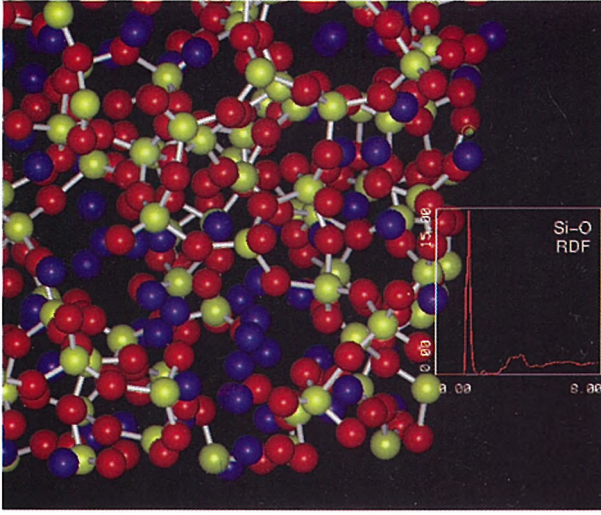


Seda Özdemir
Ankara Üniversitesi
Mühendislik Fakültesi
Jeoloji Mühendisliği Bölümü Öğrencisi
Ankara
ozdemir__seda@hotmail.com

Cam homojen bir madde olup rast gele bir molekül dizilimine sahiptir. Cam temelde belirli bir kristal yapıya sahip maddelerin eritilmesi ve soğutulmasıyla üretilir. Ancak soğurken atomlar düzensiz olarak dizilir. Böylece cam görünüşte katı olmasına rağmen atomik yapısı gereği sıvı karakteri sunar.

Doğal / Volkanik Cam

Volkanik faaliyetlerin sonucunda oluşan cama "Obsidiyen" denir ve hemen hemen dünyanın her yerinde bulunur. Genelde parlak, siyah renklidir, bazen de kırmızı veya yeşil olabilir. Obsidiyen genellikle şeffaf, yarı şeffaf ve opak olarak bulunabilir. Eski devirlerde obsidiyenin yontulup işlenmesiyle ok, mızrak, bıçak gibi çeşitli savunma silahları yapılmıştır. İnsanlar İ.Ö. 75000 yılının başlarına kadar bu doğal camı çeşitli araç gereç yapımında kullanmıştır. Yıllar geçtikçe obsidiyen süs taşı yapımında ve tören araçları olarak da kullanılmaya başlanmıştır. Obsidiyenin insanları gizli güçlerden koruduğuna inanılması, bu taşın süs taşı olarak kullanılmasını yaygınlaştırmıştır.



Cam Yapımının Keşfi

İlk cam yapımı ile ilgili çok az şey bilinmektedir. Romalı tarihçi Pliny, Suriye sınırları içerisinde yaşamış denizciler ve cam ile ilgili şunları anlatır : Denizciler gemilerini sahile yanaştırdıktan sonra kargolarını sahile taşırlar. Bu kargolarda "natron" (bir çeşit alkali, soda) da bulunmaktadır. Yemek pişirmek için ateş yakarlardı ve yemek kabının düşmemesi için birkaç natron parçasıyla tencereyi desteklerler. Fakat bir süre sonra ateşin altındaki kumun erimeye başladığını ve sıvılaştığını görürler. Ateş söndürülünce sıvı aniden donar ve katlaşır; yani "cam" halini alır. Bu olay camın ilk keşfi olarak nitelendirilir. Sonrasında insanlar, uzun bir süre silika kumu ve alkali bağlayıcılarla cam yapmayı denemişlerdir. Fayans denen bu madde binlerce yıl boncuk, takı ve dekoratif eşya yapımında kullanılmıştır. Camın bu tesa-düfi bulunuşu dışında kaynaklar, gerçek camın ilk kez batı Asya'da 40 yüzyıl önce bulunduğunu göstermektedir.

Mezopotamya'da cam ocaklarının yapımı ve camın üretimi gizli bilgiler olarak tabletler üzerine yazılmıştır. Bu tabletlerden edinilen bilgiler cam üretiminin törensel bir şekilde yapıldığını göstermektedir. Cam üretimini anlatan bu tabletlere göre, öncelikle cam yapım ocağını kurmak için uygun ay ve gün seçilir ve adak koyunlar kesilirdi. Camın yapılacağı odaya görevli dışında hiç kimse girmemeli, girenlerin temiz olması gerekmekte idi. Cam yapımı için yakılacak ateş öncesi, şaraplar içilir, arıç tütsüleri yakılırdı. Yakılacak ağaçlar temmuz - ağustos döneminde kesilmiş olmalı, kalin ve pürüzlü olmamalı, dahası deri kayışla bağlanmalıydı. Ancak bu ayrıntılar yerine getirildikten sonra cam yapımına başlanabilirdi.

Camın Kimyası ve Türleri

Bütün camları karakterize edecek basit bir kimyasal bileşim bulunmamaktadır. Temelde camlar oksit karışımı maddelerdir. Cam türlerinin kimyasal bileşimleri ve yüzde oranları tabloda verilmektedir.

	1	2	3	4	5
SiO ₂	73.6%	80.0%	35.0%	96.5%	67.0%
Na ₂ O	16.0	4.0	-	-	18.0
CaO	5.2	-	-	-	8.0
K ₂ O	0.6	0.4	7.2	-	1.0
MgO	3.6	-	-	-	1.0
Al ₂ O ₃	1.0	2.0	-	0.5	2.5
Fe ₂ O ₃	-	-	-	-	0.5
B ₂ O ₃	-	13.0	-	3.0	-
PbO	-	-	58.0	-	0.01

Ticari anlamda altı çeşit cam türü bulunmaktadır. Bu ayırım camın kimyasal bileşimine göre yapılmıştır. Bunlar;

1.Soda – Kireç camı: En yaygın cam türüdür (% 90 camdan oluşur). Genelde % 60-75 oranında silika, % 12-18 soda ve %5-12 oranında da kireç içerir. Yüksek ısıya ve kimyasal aşındırmalara karşı duraylılığı zayıftır.

2.Kurşun camı: Kurşun oksit miktarı yüksektir (%20' den fazla). Kesimi kolaydır ve iyi bir yalıtkan olduğu için elektriksiz uygulamalarda tercih edilir. Termometre tüpleri ve sanatsal alanda kullanılır.

3.Borosilikat camı: Her bir birikiminde en az % 5 borik asit içermektedir. Isı değişikliği ve kimyasal aşınmalara karşı yüksek direnç gösterir. Kireç ve kurşun camı kadar işlenebilirlik özelliğine sahip olmamakla birlikte en az kireç camı kadar bir değere sahiptir. Borular, hafif ampuller, laboratuvar eşyaları, vb. yapımında kullanılır.

4.Alüminyum silikat camı: Alüminyum oksit içermektedir. Bor camına benzemekle birlikte kimyasal uygulama ve yüksek ısı değişikliğine dayanıklılık gösterir. Elektriksiz akımlarda bir direnç aracı olarak kullanılır.

5.Silika cam (%96): Bir bor silikat camıdır, bildiğimiz yolla eritilmiş ve şekillendirilmiş, daha sonra da içeriği silikat olmayan maddelerden arındırılmıştır. 1200 derecede yeniden ısıtılarak gözenekler sağlamlaştırılır. 900 dereceye kadar olan ısı şoklarına karşı direnç gösterir.

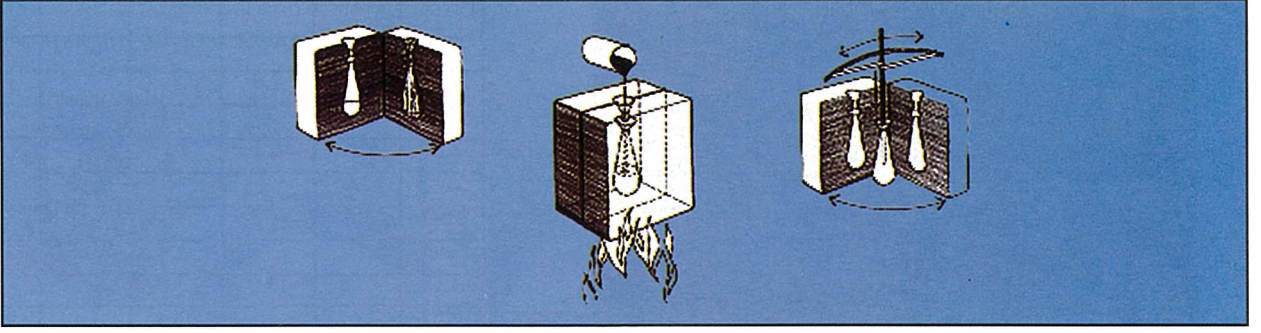
6.Eritilmiş silika camı: Camın kristalleşmemiş şeklinin saf SiO₂ içermesi ile oluşur. İşlenmesi çok zordur. Bu nedenle de çok pahalıdır. Kısa süreli olarak 1200 dereceye kadar ısılarda direnç gösterir.

Cam Üretimi

Cam üretimi için, camın bulunuşundan itibaren değişik metotlar geliştirilmiştir. Kalıba döküm, çekirdek şekillendirme, üfleme metodu kullanılan metotlar arasındadır.

Kalıba Döküm

Kap ve dekoratif objelerin yapımında kullanılan ilk yöntemdir. Buna göre, cam yapımı için gerekli olan maddelerin, hepsi karıştırılır ve yüksek sıcaklıkta eritilir. Bu bileşim soğuduğunda neredeyse cam gibi olur. Daha sonra, soğuyan karışım un gibi ufalanır ve hazırlanmış kil kabin



içine dökülür. Bu kap fırına konur ve toz halindeki bileşim akışkan forma geçene kadar ısıtılır. Eriyen madde kabin dibine toplanır. Bu yüzden kabin tepesinden yeniden toz eklenir ve onlarda eritilir. Bu işlem kap tamamen toz eriyiği dolana kadar yapılır. Daha sonra kap fırından çıkarılır. Birkaç saat sonra, kil kap ve cam soğuduğunda, kil kap açılır ve kil kabin içinden katılaşmış, cam şişe çıkarılır. Bu şişenin kullanılabilmesi için, iç kısmı torna ile döndürülerek oyulur. Daha sonrada dış yüzeyi cilalanır.

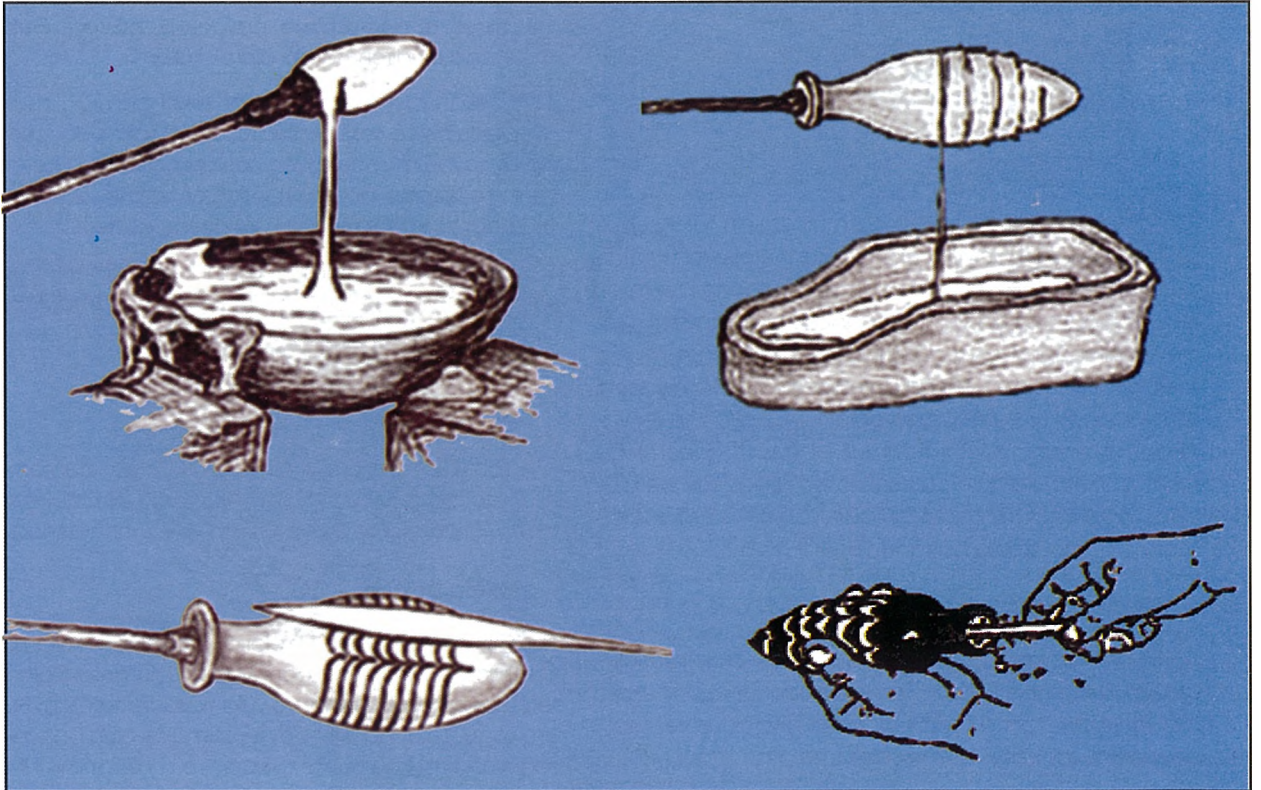
Bir diğer kalıba döküm yöntemi ise "bal mumu" tekniğidir. Bu teknik bal mumundan yapılmış veya bal mumu sürülmüş tek parça bir dış kalıba, erimiş camın dökülerek şekil verilmesi anlamına gelir. Bu yöntemde de sıcak cam karışımı bir kalıp üzerine dökülmektedir. Bu kalıplar daha sonra, kil veya alçı ile sarılarak pişirilir. Sonuçta bal mumunun erimesiyle kalıptaki model ortaya çıkarılır. Daha sonra

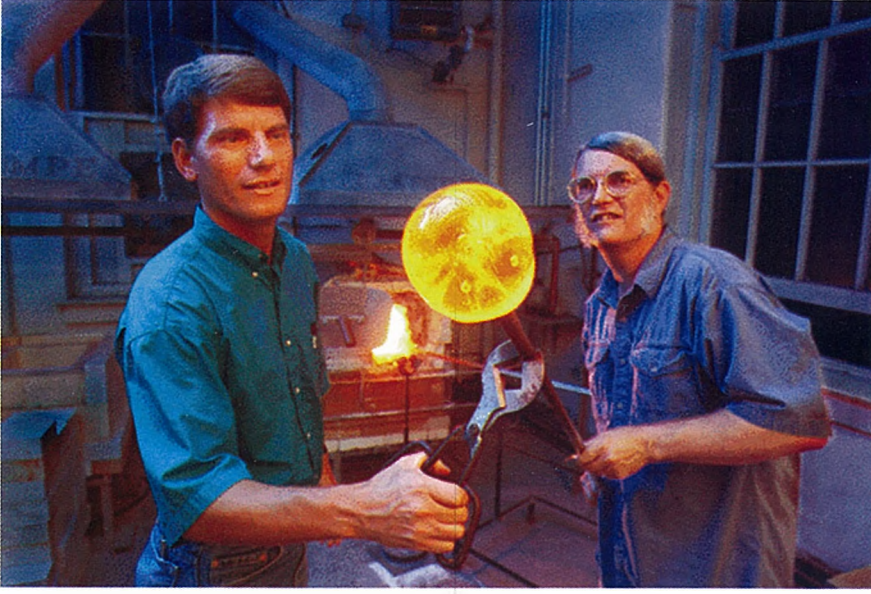
bu bal mumundan yapılmış kalıp içine erimiş cam veya büyük olasılıkla toz cam dökülür. Kalıba döküm işlemi tamamlandıktan sonra, kaplar soğumaya bırakılmıştır. Daha sonra dış kalıp kesilerek, cam şekil ortaya çıkarılır.

Çekirdek Şekillendirme

Eski cam yapımcıları tarafından küp kaplar üretmek için kullanılan metottur. Bilinen en eski cam yapım tekniğidir. Bu işlemden, cam eriyiği kil çekirdek etrafında döndürerek tamamen kaplanır. Kaplanan çekirdek, başka bir eriyik ile birinci renge zıt bir renkle ince çizgiler halinde sarılır ve ısıtılan bir çubukla bu ince çizgilere dalga şekli verilir. Soğuma işleminin ardından kil çekirdek, yapılan cam şişenin içinden dikkatle oyularak çıkarılır.

Genellikle böyle cam şişelerin yapımında, opak mavi, mavi, sarı veya beyaz gibi renkler kullanılır. Ayrıca üzeri parfüm kokulu cila ile cilalanır.





binlerce vuruştan sonra dekoratif şekiller oluşur. Daha sonra cam üzerine bastırılan dantelli desen, çizme eyleminin dekorasyon kısmını oluşturur.

Bazı Medeniyetlerde Cam

Üretimi

Cam üretimi, farklı medeniyetlerde gelişme gösterdiği gibi bu konuda değişik tarzlar oluşturulmuştur.

Roma İmparatorluğu Döneminde Cam

Roma dönemini iki çeşit cam eşya temsil etmektedir. Bunlar "kafes kaplar" ve "kameo cam kaplar" dır.

Üfleme Metodu

İ.Ö. 50'ye kadar, cam yapımında kullanılan metotlar çok yavaş ve günlerce zaman alacak nitelikteydi. Bir şişe yapımı için kullanılan döküm, şekillendirme ve kesim metotları çok zaman aldığı gibi ürünler de neredeyse altın veya kıymetli taşlar kadar pahalıya mal olmaktaydı. Fakat bu durum cam üfleme metodunun bulunmasıyla sona erdi. Romalılar, camdan bir nesneyi şekillendirebilmek için öncelikle erimiş camı üfleme borusunun ucunda toplayıp daha sonrada bir balon gibi ona üfleyerek şişirmeyi keşfetmişlerdir. Böylelikle insanlara, bir günde düzinelerce cam nesne yapabileme olanağı sağlanmıştı.

Cam üretiminde, camın renklendirilmesi ve şekillendirilmesi çok önemlidir. Camdaki renklilik ya içeriğindeki doğal kirlilikten ya da bileşimine madde katılması ile elde edilir. Bu yollarla renklendirilen camlar, cama rengini veren mineralin ismi ile anılır (Örneğin; uranyum camı, altın yakut cam).

Camın şekillendirilmesi ise, oymacılık, kesme ve çizme işlemleri ile sağlanır. Oymacılık, el aletleri ile yüzeyden cam parçacıklarının çıkarılmasıdır. Genel olarak kullanılan iki tür teknik vardır ve bu teknikler cam objenin yüzeyini dekore etmek için kullanılır. Bakır-çark oymacılığı, mil üzerinde dönen bakır disklerin ucuna aşındırıcı yağlar sürülür ve camın dönen çarka bastırılmasıyla bileme işlemi yapılır. Çark oymacılığında ise, çarkın ana maddesini bakır dışındaki malzemeler oluşturur.

Kesme, yüzeyin herhangi bir yerinden, camın taş, tahta veya metalden yapılmış çarklar ile bilenmesidir. Cam objesinin kesme işlemi, bakırdan yapılan çarkın aşındırıcı özelliği ve elmas uçlu bıçaklarla gerçekleştirilir.

Çizme, cam objenin yüzeyine sivri aletlerle yavaşça vurulmasıdır. Bunun için genellikle elmas veya tungsteni-karbid uçlu aletler kullanılır. Her vuruş bir işaret geliştirir ve

Kafes kaplar, ilk olarak 1680 yılında kuzey İtalya'da bulunmuştur. Bu kapların nasıl yapıldığı hala çözülememiştir. Bazı düşüncelere göre; kalın cam kaseler bölüm bölüm dekore edilmiştir. Yani kaseler yapıldıktan sonra, bilenecek yapılan nakışlarla birleştirilmiştir. Bazılarına göre ise; cam, çubuklar halinde kesilerek şekillendirilmiştir.

Kameo cam kapların bir bölümü lüks eşyalar olarak üretilmişlerdir. Bu kapların bazıları işlevsel olmakla birlikte, bazıları yalnızca dekoratif amaçlarla kullanılmışlardır. Buna en güzel örnek Morgan kabıdır. Gerçekte bu figürler beyazdır ama arka planda koyu mavi cam bulunmaktadır. Morgan kabının İ.S. 1. yüzyılın ilk yarısında yapıldığı ve Karadeniz Ereğli'sinde Heraclea Pontica'da bulunduğu söylenir. Kameo camları, Romalıların cam yapımında üfleme metodunu keşfi ve de camı değişik renklerle kaplamayı öğrenmeleriyle daha popüler olmuştur.



Morgan kabı

İmparator Tiberus' un hükümdarlığı döneminde (İ.S. 14-37) Romalı cam yapımcılar, yeni bir tür cam keşfettiler. Bu camın, diğer camlardan farkı kırılmamasıydı. O dönemde doğa dışı bir nesne olarak görülen bu cama "esnek cam" denilmiştir. Hikayeye göre; cam oymacıları,

imparatora çok güzel, şeffaf bir vazo yaparlar. Daha sonra bunu hızla yere fırlatırlar, ancak vazo kırılmaz, ama çukurlaşır. Tiberus bu madde ile servetinin azalacağı korkusuyla cam yapımcılarını öldürtür (altın ve gümüşün değeri düşecektir). Oluşan bu çukurun bir çekiç yardımıyla düzeltildiği söylenmektedir. Günümüzde camın bir çekiç yardımıyla onarılması düşünülemez. Bu insanların gerçekten değişik, ilkel dirence sahip bir tür camla karşılaştıkları söylenebilir.

Uzakdoğu'da Cam

Çin'de saydam ve kaliteli olan camların yaygın olarak kullanıldığı belirtilir. Çin'de yapılan kazılarda ilk olarak Warrino devleti dönemine (İ.Ö. 475-221) ait göz boncukları (nazar boncukları) bulunmuştur. Qin (İ.Ö. 2206) ve Han hanedanlığı (İ.Ö. 206 – İ.S. 220) döneminde ise, helenistik ve Roma dönemine paralel olarak gelişen cam sanatında, özellikle Çin'in batı tarafında yaşayan cam yapımcıları küçük, oyma cam figürleri ve Pi diskleri yapmışlar ve bunların da cenneti temsil ettiğine inanmışlardır. Jin hanedanlığı (265-419) dönemine doğru gelindiğinde, cam toplumsal sınıflar arasındaki geçişi temsil etmekteydi. Qing hanedanlığına (644-1911) gelindiğinde ise cam sadece soylular için değil tüm toplum için üretilen bir malzemedir. Cam yapımı Çin'de özellikle 18. yüzyılda özel kesim ve döküm yöntemleri ile iyice gelişmiştir. Çok parlak ve renkli camlar üretilmiş, ayrıca imitasyon mine yapımında "çin porselenleri", Çinli cam yapımcıları tarafından üretilmeye başlanmıştır.

Japonya'da, Çin'den ithal edilen camlar ile cam üretiminde büyük gelişme yaşanmıştır. Bu gelişme Japonya'yı cam üretiminde Çin'e paralel hale getirmiş ve sonrasında bu endüstri Japonlar için karakteristik bir hal almıştır.



Arkeolojik çalışmalar, Kore, güney doğu Asya ve Hindistan'da da üretimlerin olduğunu ortaya koymuştur. Hindistan'da, Roma döneminin başlangıcından kalma boncuklar, bilezikler ve üfleme ile yapılmış çok sağlam bazı eşyalar bulunmuştur.

Anadolu'da Cam

Anadolu'da bulunmuş olan ilk cam eser, M.Ö. 8. yüzyıl sonlarına tarihlenir. Orta Anadolu'da Frig Krallığı'nın başkenti Gordion'daki P Tümülüsünde bulunmuş olan bu eser, ince ve renksiz camdan yapılmış bir kasedir (phiale mesomphalos). Otuz iki adet merkezden çevreye doğru açılmış çiçek yaprağı ile dekore edilmiş olan bu kase, kesme yöntemiyle bezenmiş ve günümüze kadar kırılmadan korunmuş en eski örnektir.

M.Ö. 6. yüzyıl ortalarında Anadolu'da cam üretiminin yapıldığı düşünülmektedir. Sarf ta bulunan bir cam atölyesi camın Lidya döneminde üretiltiğini ortaya koyar. Bu üretimin Bizans döneminde de sürdürüldüğü saptanmıştır.

Bu durum, antik dünyanın diğer taraflarında olduğu gibi Anadolu'da da cam endüstrisinin oldukça geliştiğini gösterir. Ancak yine Sarf dışında, Porsuk Höyük'de ve Anamur'da da cam üretiltiği saptanmıştır.

Günümüzde bulunmuş olan cam eserlerin önemli bir kısmı Ankara'nın kuzeyinden ve kuzeydoğusundandır. Bu cam eserlerin toplanmış olduğu başlıca merkezler Çankırı (antik Gangra - Germanicopolis), Sungurlu, Merzifon, Havza, Suluova, Amasya (antik Amasea) ve Niksar'dır (antik Neocaesarea). Kalıpta şekillendirilmiş ve cam ipliğiyle bezenmiş kaseler, büyük olasılıkla başka bir bölgede üretilmişler ve ticaret veya başka bir yolla Anadolu'ya ulaşmışlardır.



Göz Boncukları



Phiale mesomphalos kalıbıyla yapılmış bakır kap



Cam ipliğiyle bezenmiş cam kaplar



Kalıpta şekillendirme yöntemiyle üretilen cam kaplar



İslam devri'ne ait cam kaplar

Kaynaklar

- (1) Corning Cam Müzesinde hazırlanan bir çalışmadan dilimize çevrilerek derlenmiştir.
www.cmog.org
- (2) www.kultur.gov.tr
- (3) <http://www.iastate.edu/laStater/1995/95photos/sept/glass.gif>
- (4) www.archaeology.org
- (5) www.transistor.org

Göllerde Ötrofikasyon Problemleri ve Çözüm Yolları



Sibel Yiğit
Ankara Üniversitesi Fen Fakültesi
Biyoloji Bölümü
Ankara
yigit@science.ankara.edu.tr



Ötrofikasyon nedir?

“Ötrofikasyon; özellikle göl ve nehir gibi su kaynaklarında, fosfor ve azot gibi besin tuzlarının artışına bağlı olarak organik maddelerce zenginleşmesidir”

Ötrofikasyonun oluşumu yağmur suları, kayaların aşınması, göl tabanının toprak yapısı, orman yangınları, bitki polenleri ve erozyon gibi doğal nedenlerle oluşuyorsa buna “doğal ötrofikasyon” denir. Ötrofikasyon, endüstriyel ve insan faaliyetleri nedeniyle de oluşabilir. Kanalizasyon atıkları, endüstriyel - evsel atık sular, tarımsal arazilerden süzülen drenaj suları ve gübreleme ile göle giren fosfor ve azot, yapay ötrofikasyona neden olabilmektedir ki bu da “kültürel ötrofikasyon” olarak tanımlanır. Özellikle evsel atıklarda bulunan sentetik deterjanların içerdiği bol miktardaki fosfor, bu tür ortamlardaki ötrofikasyonu hızlandıran başlıca faktördür. Aslında ötrofikasyon olayı, bir gölün yaşam süresi boyunca doğal olarak gerçekleşen ancak çok yavaş ilerleyen bir süreçtir. Kültürel ötrofikasyon ise çok yavaş işleyen bu süreci önemli ölçüde hızlandırabilmektedir.

Günümüzde göllerin karşılaştığı en önemli ötrofikasyon tipi ve ortaya çıkan problemler kültürel ötrofikasyondan kaynaklanmaktadır.

(Şekil 1. Ötrofik bir gölden görünüm - üstte)

(Şekil 2. Aşırı makrofit artışı gösteren bir göl - yanda)

Ötrofikasyonun Göllerde Neden Olduğu Başlıca Problemler

Ötrofikasyon, başlangıçta alg ve bitki artışını meydana getirdiğinden, balıkların gelişmesi ve beslenmesi için iyi bir ortam yaratır. Ancak zamanla ekolojik denge bozulmakta, bir çok alg türü ve buna bağlı besin zincirindeki türler ortadan kalkmakta, göl kirlenmeye yönelmekte ve balık verimliliği giderek azalmaktadır. Göldeki su bitkileri aşırı bir artış gösterdiğinden, balık ağları ile balıkların yakalanması önemli derecede güçleşir (Şekil 2). Ayrıca, yoğun makrofitler, balıkların yaşam alanlarını daraltarak onların gelişmesini engellemektedir. Yaz ve sonbahar aylarında bu bitkilerin çürümesi, gölde ölen diğer organizmaların dibe çökmesiyle, gölün dip kısmında organik bir tabaka oluşur. Ötrofikasyonun bu aşamasında önce oksijenli solunum yapan organizmaların aşırı faaliyeti ile organik materyalin ayrışması başlar, zamanla gölün dip kısmında oksijenin azalması ile oksijensiz ortam oluşumu gelişir. Organik materyalde zengin dip çamuru içinde anaerobik organizmaların faaliyeti sonucu gölden metan gazı, hidrojen sülfür (H_2S), amonyak (N_3H) ve tioalkoller ($R-SH$) gibi bileşikler açığa çıkar ve de gölde sülfürlü bileşiklerden ve amonyaktan kaynaklanan kötü bir koku oluşur. Bu aşamadan sonra oksijen miktarının iyice düşmesi gölde yaşayan omurgasız ve omurgalı hayvanların kitlesel ölümlerine yol açar.

Genel olarak ötrofikasyonun göllerde neden olduğu problemler iki başlık altında incelenir.

A) Ekosistem üzerindeki etkileri;

1. Gölde tür kompozisyonu ve dominant olan biota değişir, tür çeşitliliği azalır.

2. Aşırı alg ve bitki artışı meydana gelir; bu algler durgun su yüzeyinde "alg patlaması" denilen uzun yeşilimsi kümeler oluştururlar. Ayrıca aşırı oranda çoğalan iplikli algler balıkların solungaçlarına dolanarak ölümlerine neden olurlar.

3. Bulanıklık artar.

4. Sedimentasyon (sudaki partiküllerin çökmesi) oranı artar, göl sığlaşarak yaşama süresi kısalmış ve bataklığa dönüşür.

5. Anaerobik şartlar gelişir.

B) Gölün kullanımı ve gölden yararlanılması üzerindeki etkileri;

1. Su, içinde yaşayan organizmalar ve insan sağlığı için zararlı hale gelmeye başlar.

2. Gölde artmakta olan vejetasyon su akışını dolayısıyla göl suyunun kullanılmasını engeller.

3. Ticari değeri olan ve et kalitesi yüksek alabalık gibi soğuk su balıklarının zamanla yok olmasına neden olur.

4. Eğer gölden içme suyu temin edilecekse, elde edilen su, tat, koku ve kimyasal içerik bakımından uygun şartlara sahip olmaz.

5. Gölün rekreasyon amaçlı kullanımı engellenir.

Günümüzde göl ve rezervuarlardan rekreasyon amaçlı; bot sporculuğu, olta balıkçılığı, yüzme ve bunun gibi aktivitelerden faydalanma ihtiyacı giderek artmaktadır. Fakat ötrofikasyon nedeniyle yüksek oranda alg ve makrofit yoğunluğu suların bu tip amaçlı kullanımını engellemektedir. Yapılan araştırmalar ötrofikasyonun mevcut olduğu sularda yüzücülerin alg toksinlerinden kaynaklanan alerjik bir deri rahatsızlığına yakalanabildiklerini belirtir. Çok az miktarda dahi olsa bu suyun içilmesi durumunda da ishal, kusma şeklinde mide-bağırsak hastalıklarına, şiddetli kramp ve ağrılara neden olabildiği gözlenmiştir.

Ötrofikasyon nedeniyle göl su kalitesi ciddi bir biçimde bozulur. Örneğin, sudaki yüksek azot seviyeleri suda nitrit oluşumuna yol açar. Bu su içildiğinde sindirim sisteminde kanserojen madde oluşmasına neden olabilmektedir. Yüksek azot konsantrasyonlu bu suyu herhangi bir yolla alan çocuklarda öldürücü "mavi bebek" hastalığı riski söz konusudur. İngiltere'de ötrofikasyona uğramış bazı göllerde, dip çamurunda aşırı bakteri oluşumunun binlerce yabancı kuşun ölümüne neden olduğu belirlenmiştir. Bazı tropik bölgelerdeki ötrofik sularda bir mavi-yeşil alg (*Microcystis sp.*) gelişimiyle salgılanan toksinler ile suyu içen pek çok büyük baş hayvanın sürü halinde telef olmasına neden olmuştur. Gerçekten de bugün, Avustralya ve Afrika'da aşırı alg patlamalarının görüldüğü suların tüketilmesiyle oluşan çok miktardaki hayvan ölümleri çok ciddi bir problem teşkil etmektedir.

Ötrofikasyon Problemlerinin Çözülmesi

Ötrofikasyon problemlerini çözebilmek ve göl restorasyonunu sağlayabilmek için çeşitli yöntemler kullanılmaktadır. Bu problemin çözümünde genelde iki yaklaşım vardır; ya problemi oluşturan etkenleri su kaynağına girmeden uzaklaştırmak, ya da oluşan kötü şartları iyileştirmektir. Bu çözüm yolları şunlardır:

Göle fosfor ve azot getiren su kaynaklarının denetimi

Göllerde ötrofikasyonun nedeni aşırı fosfor ve azot yüklemesi olduğu için yapılabilecek ilk çözüm, fosfor ve azotun havzalardan göllere ulaşmadan önce denetlenmesidir. Burada nokta kaynağı durumundaki evsel, endüstriyel, tarımsal ve kanalizasyon atıkların göle verilmemesi ya da arıttımdan geçirildikten sonra verilmesi zorunlu olmalıdır. Bu noktada mevcut kanun ve yönetmeliklerin uygulanması ve denetlenmesi gerekmektedir. Ancak dışarıdan gelen fosfor ve azot girişi engellenebilse bile, göllerde sedimentten gelen bir iç fosfor yükü mevcuttur. Normal olarak fosforun sudan sedimente doğru bir akışı vardır. Ancak sedimentten açığa çıkması oksijen azalması sonucu gelişir ve bu alg artışının başlıca nedenidir. Sığ ve aşırı ötrofik olan göllerin sadece azot ve fosfor yükünün azaltılmasıyla, göl şartlarının iyileştirilemeyeceği düşünülmektedir.

Fosfor içermeyen deterjan kullanımının desteklenmesi

Avrupa topluluğu ülkelerinde 1950 ile 1980 yılları arasında göllerin yüzey sularında ölçülen fosforun % 50'sinin deterjan kullanımından kaynaklandığı saptanmıştır. 1980'li yıllarda Avrupa topluluğu ülkelerindeki deterjanlarda fosfor kullanımının yasaklanmasıyla yüzey sularına bu kaynakla ulaşan fosfor miktarı % 20'ye düşmüştür. Bu iki önemli faktör aslında her su kaynağı için uygulanması gereken bir önlem olmakla birlikte, ötrofikasyon problemi olan göller için kesin çözüm yöntemi olamamaktadır. Bu tip göller için aşağıdaki çözüm yollarından birinin veya birkaçının uygulanması gerekliliği kaçınılmazdır.

Alüminyum sülfat yöntemi

Bu metot, demir veya alüminyum tuzları gibi fosfor ile bağ yaparak onu çökelten kimyasal maddelerin göle direkt olarak verilmesi şeklinde, suda biriken fosfor miktarını azaltmak için uygulanır. Uygulanan bu kimyasal maddeler, fosforu inaktif hale getirerek sedimente çökmesini sağlar. Fakat kısa süreli bir iyileşme sağlayıp, uzun vadede kalıcı bir çözüm üretmez. Göle fosfor girişi devam ettikçe işlemin sürekli yinelenmesi gerekir. Ayrıca ilave edilen bu kimyasal maddelerin canlı yaşamı üzerindeki muhtemel toksik etkileri de bu yöntemin dezavantajıdır (Şekil 3).



Şekil 3. Göle alüminyum sülfat uygulanması

Hipolimnetik havalandırma

Bu metot, gölün dip (hipolimnion) bölgesine hava verilerek oksijen bakımından zenginleştirilmesi yöntemine dayanır. Hipolimnetik bölgeye verilen oksijen burada gölün diğer kısımlarıyla çok fazla karışmadan sirkülasyona neden olur. Gölün bu bölgesinde besin tuzlarının (azot ve fosfor) birikimini ve bu bölgedeki yoğun azot ve fosforun sedimente geçmesini engeller. Aynı zamanda aerobik organizmaların bu kısımda faaliyet göstermesi ile, anaerobik organizma faaliyetine engel olunabilir. Göle oksijenli ortamın artırılması ile sedimentten suya fosfor salınımı azaltılır. Bu yöntemin göle fosfor girdisi devam ettiği sürece işlemin yinelenmesi gerekir. Uzun vadeli bir çözüm üretmediği gibi, maliyeti de yüksek bir yöntemdir.

Yapay sirkülasyon

Hipolimnetik havalandırma ile benzer bir yöntemdir. Temel hedef, suyun karıştırılmasını sağlayarak, suyun tabakalaşmasını önlemektir. Bu yöntemde, gölün üst tabakasında sirkülasyon oluşturulur. Burada amaç, üst tabakada birikmiş olan başta algal organizmalar olmak üzere organizmaların ve oksijence zengin olan yüzey suyunun, gölün alt tabakalarına doğru hareketinin sağlanmasıdır. Bu şekilde gölün üst tabakasında aşırı çoğalmış fotosentetik organizmaların yoğunluğu azaltılmaya çalışılır. Ayrıca oluşturulan sirkülasyonla alt tabakalarda birikme eğilimi gösteren besin tuzlarının daha etkili kullanımına olanak sağlar. Bu metot hipolimnetik havalandırmada olduğu gibi göle azot ve fosfor girişinin durdurulduğu durumlarda gölün kendini yenilemesini hızlandırmada etkilidir. Yoksa tek başına ötrofikasyonu engelleyici etkisi yoktur. Bu nedenle diğer bazı yöntemlerle kombine olarak uygulanması gerekmektedir.

Göl suyunun değiştirilmesi veya seviyesinin azaltılması

Göle besin tuzlarının girişinin engellenmesi ve yakında gölü doldurabilecek yeterli yeraltı suyunun bulunması durumunda, göl suyu, pompalama yardımıyla yakınlardaki arazilere deşarj edilmeye başlar. Azot ve fosfor bakımından zengin suyun verildiği arazilerde aynı zamanda gübreleme etkisi oluşacağından tarımsal faaliyetlerde verimliliğin artması da söz konusu olabilir. Bunun yerine, besin tuzları açısından fakir olan yer altı suyu yavaş yavaş göle verilir ve daha sonra oksijen ile zenginleştirilir. Bu metotla, göl suyundaki çoğu besin tuzunun uzaklaştırılması olanaklı iken sedimentteki fosforun uzaklaştırılmasında etkisi yoktur. Diğer bir alternatif olan su seviyesinin azaltılmasında ise, göl suyu tamamen boşaltılmadan sadece su seviyesi büyük oranda azaltılır. Bu arada azalan göl seviyesinden dolayı açıkta kalan makrofitlerin kuruması ve gölden alınması olanaklı hale gelir. Bu metotla özellikle makrofitlerin ve buna bağlı alg gruplarının kontrolü başarılabılır. Suyun çekilmesine bağlı olarak makrofitlerin tamamen kurumasını sağlamak için en az bir aylık süreye ihtiyaç vardır. Yalnız kısa süreli bir fayda sağlaması, azalan su seviyesi nedeniyle dipte yaşayan omurgasız hayvanlar ve balıkların bu durumdan zarar görmesi kaçınılmazdır. Göl suyunun tamamen boşaltılması ise, kullanışlı olmasına karşın aşırı maliyet ve işgücü gerektirir. Ayrıca gölü tekrar dolduracak temiz yer altı suyunun civarda bulunma zorunluluğu da vardır. Bunların yanında gölün suyunun boşaltılması da ekosistemde çok ciddi ve olumsuz etkilere sebep olabilir. Örneğin, hassas biotanın tahribine neden olabilir.

Bentik örtü oluşturulması

Bu yöntem, sediment- su arasındaki besin alışverişini önlemek ve makrofit gelişimini azaltmak için göl dibinin polietilen, sentetik kauçuk gibi genelde plastik bir örtü ile kaplanması esasına dayanır. Bu metot, azot ve fosfor ba-

kimından fakir olan mineral toprağın sediment üzerine uygulanma yöntemini de içermektedir. Bunun için kil, metal oksit gibi fosforu absorbe yeteneği yüksek olan maddeler kullanılabilir. Bu maddelerin suda yaşayan böcekler ve bentik organizmalar üzerinde olumsuz etkileri olabilmesi dışında, maliyeti oldukça yüksektir (Şekil 4).



Şekil 4. Bentik örtü oluşturulması

Sediment kazınması

Bilindiği gibi, ötrofikasyonun meydana getirdiği önemli problemlerden birisi de gölde sediment birikimi ve dolayısıyla gölün sığlaşmasıdır. Bu nedenle sediment uzaklaştırılması oldukça etkili bir yöntemdir. Göllerde sediment kaynaklı fosfor, göldeki toplam fosfor miktarının önemli bir kısmını teşkil etmektedir. Bu nedenle sediment taşınmasının, göl içi besin dolaşımını azaltılabileceği ve su kalitesinin geliştirilebileceği öngörülmüştür. Gölün derinleştirilmesi, sedimentteki diğer toksik maddelerin uzaklaştırılmasını amaçlar. Yöntemin bu faydalarının yanı sıra, maliyetinin oldukça yüksek olması, sediment kazınmasının canlı yaşamı üzerindeki olumsuz etkileri ve özellikle alınan sedimentin atık problemi bu yöntem için sorun olabilmektedir (Şekil 5).



Şekil 5. Gölde sediment uzaklaştırılması

Kimyasal kontrol yöntemi

Bu metotta, göldeki istenmeyen su bitkilerinin ve alglerin yok edilmesi için suya özel bazı kimyasal maddelerin uygulanması söz konusudur. Ancak bu kimyasal maddelerin (örneğin, bakır sülfat) çok dikkatli uygulanması gerekir. Çünkü bazı durumlarda gölün kimyasallarla kirletilmesi mümkündür. Ayrıca, bu tip kimyasal maddeler düşük konsantrasyonlarda bile olsa, uzun bir süre kullanıldığında, bu maddelere dirençli alglerin gelişmesi mümkün olabilir. Bakır, zamanla sedimentte biriktiği için ileriye dönük olarak düşünüldüğünde zararlı etkisi, faydasından daha fazla olabilir. Kimyasal uygulama, ya suya sprey şeklinde ya da suya direkt karıştırılarak uygulanır (Şekil 6). Maliyeti oldukça uygundur.



Şekil 6. Gölde kimyasal ilaç uygulanması

Kesim yöntemi

Bu yöntem, aşırı gelişen zararlı makrofit ve yaşam şekli bakımından bunlara bağlı yaşayan alglerin kesilerek uzaklaştırılması esasına dayanır. Bu yöntem üç şekilde uygulanmaktadır:

a) El yardımıyla makrofit kesimi: Genellikle sığ göller ile derin göllerin kıyı bölgelerinde uygulanır. Bu işlemden tırmık benzeri aletler kullanılır. Makrofitlerin kökleriyle birlikte alınmaması nedeniyle kısa süreli etkisi olan bir yöntemdir. Bazen tırmıklama nedeniyle sedimentten suya besin tuzu salınımına neden olur ve dip canlıları zarar görebilir.

b) Makine yardımıyla makrofit kesimi: Büyük ve yüzelebilen makineler yardımıyla makrofitlerin kesilmesidir. Kullanılacak makinelerin; kesme, toplama, depolama ve göl dışına taşıma şeklinde tam bir donanıma sahip olması gerekmektedir. Özellikle derin ve büyük göller için uygulanan bir yöntemdir. Gölde makrofit uzaklaştırılması ile yaklaşık %60 oranında fosforun da azaltıldığı belirtilir. Bu yöntemdeki dezavantaj, kesim işlemiyle sediment tekrar süspansiyon olabileceği, kesilen gövdelerden organik madde salınımının gerçekleşebilmesidir. Ayrıca, bazı bitki türleri kesilen yerlerinden hızla büyüebilmekte ve kesimden sonra yine hızla uzamaktadır. Su bitkileri ile ilişkili olan

zooplanktonların, balık ve diğer omurgasız hayvanların, yaşam ve besin ortamlarının yok edilmesi durumu söz konusu olabilmektedir. Maliyeti yüksek olan bir yöntemdir (Şekil 7).



Şekil 7. Gölde makrofit kesim işlemi

c) Rotasyon yöntemi: Rotasyon adı verilen döner bıçaklı, traktöre benzeyen bir makineyle, makrofitler dip çamurundan kökleriyle birlikte çıkarılmasını sağlayan bir yöntemdir. Büyük ve geniş göller için uygulanır. Bu yöntem sayesinde makrofitler büyük aralarda azaltılarak, balıklar için faydalı olan ve göle ait doğal bitki türlerinin gelişimi sağlanabilir. Yalnız, göl içinde aşırı makrofit bulunması durumunda bu aletin kullanımı sınırlanabilir. Bazen dipte yaşayan omurgasızlar üzerinde olumsuz etkiye neden olabilir. Çıkartma yüksek maliyet ve ekipman gerektirmesine rağmen, en çok tercih edilenler arasındadır.

Biyoçelik kontrol yöntemi

Burada alg ve bitki ile beslenen balıklardan yararlanılmaktadır.

a) Fitoplanktonla beslenen balıklar: Tuzlu su çipurası (*Morone chrysops*), Mississippi gümüş balığı (*Morone chrysops*) gibi balık türlerinin algların biyo-kontrolünü yaptıkları gözlenmiştir. Kaliforniya, Clear gölündeki aynı mav yeşil algiler tuzlu su çipurası ile kontrol altına alınmıştır (Şekil 8).



Şekil 8. *Morone chrysops* (tuzlu su çipurası)

b) Bitki ile beslenen balıklar: Bunlardan en önemli ve etkili ot sazandır (*Ctenopharyngodon idella*). Çin kökenli otçul bir balık olup, sonradan Avrupa ülkelerine getirilmiştir. Çin sazani da denilmektedir. Bu balığın, göl için zararlı bitkilerin biyo-kontrolünde etkin olduğu kanıtlanmıştır (Şekil 9).



Şekil 9. *Ctenopharyngodon idella* (ot sazani)

Kaynaklar

- Anonymous, 2002. Aquatic Plant Control Alternatives. Lake Teland Integrated Aquatic Plant Management Plan. Washington State Dept. Of Ecology. Water Quality Home. 1-11.
- Botkin, D.B. and Keller, E.A., 1982. Environmental Studies. University of California, Santa Barbara. 485 pp.
- Carter, D.R., Carter, S., and Allen, J.L., 1994. Submerged macrophyte control using plastic blankets. Water Science and Technology 29, 119-126.
- Cooke, G.D., Welch, E.B and Peterson, S.A. 1986. Lake and reservoir restoration.
- Haag, K.H., and Haebbeck, D.H. 1991. Enhanced biological control of waterhyacinth following limited herbicide application. Journal of Aquatic Plant Management 29, 24-28.
- Madsen, J.D. 2000. Advantages and Disadvantages of Aquatic plant Management Techniques Engineer Research and Development Center, U.S.A. 27
- Mason, 1995. Eutrophication. Biology of Fresh Water Pollution, Dept. Of Biological and Chemical sciences, Univ. Of Essex, England. 356.
- Ryding, O.S. and Rast, W., 1989. The Control of Lakes and Reservoirs, 314.
- Sellers, B.H. and Markland, H.R. 1987. Decaying Lakes. The origins and control of cultural Eutrophication, 264.
- Shireman, J. V. and Macosina, M.J. 1987. The Utilization of grass carp, *Ctenopharyngodon idella* for hydrilla control in lake Baldwin, Florida. J. Fish Biol. 19, 629-637.



Gömülü Cevhere Rehber Bitkiler

Madenleri yüzeyde temsil eden bitkiler



Semiha Zorlu*, Janin Çetin²
ve Zeynep Özdemir²

*Çukurova Üniversitesi
Mühendislik Fakültesi
Jeoloji Mühendisliği Bölümü
Adana
ksemita@hotmail.com

²Atılım Üniversitesi
Mühendislik Fakültesi
Jeoloji Mühendisliği Bölümü
Mersin
zardemir@atilim.edu.tr

Bütün canlılar gibi bitkilerde, içinde buldukları fiziksel, kimyasal ve biyolojik koşullardan etkilenir ve ortama göre özel davranışlar sergilerler. Bunun sonucunda da bitkilerde bazı değişiklikler meydana gelir. Ortama en iyi uyum sağlayabilen bitki türleri, diğer türlere oranla daha bol ve sağlıklı olur. Bazı türler morfolojik ve fizyolojik değişikliğe uğrarken bazıları da ortamda tamamen yok olurlar. Bir çok bitki popülasyonu da toprakta yüksek düzeyde bulunan metallerle rağmen, büyüme ve gelişme (metalle toleranlar olarak) yeteneğine sahiptir. Bu özellik tarımsal formlarla birlikte yabani formları da kapsar.

Bitkiler, üzerinde büyüdüğü kayacın, yeraltı suyunun ve toprağın jeolojik ve jeokimyasal özelliklerini yansıtırma özelliğine sahiptirler. İşte bu bitki türlerine, "jeobotanik belirteç" (veya indikatör bitki) denilmektedir ve bu bitkilerin gözlemleri de gömülü cevhere bir rehber olarak kullanıldığında "jeobotanik arama" olarak tanımlanır. Daha açık olarak ifade edilirse; bitki türlerinin cevherleşmeye bağlı olarak gösterdikleri dağılımlarını, morfolojik ve fizyolojik değişikliklerini gözlem yoluyla inceleyerek ortaya koyan maden arama yöntemine "jeobotanik prospeksiyon" ve bunun dayandığı anomaliye ise "jeobotanik anomalî" denir. Bitki organlarından sistematik şekilde topla-

Şekil 1. Elazığ'da Çu için saptanan belirteç tür bitki; *Salix acmophylla*⁽¹⁾ (üstte)

Şekil 2. Çu ve Co için hiperakümülatör bitki; *Aegilanthus biflorifolius*⁽²⁾ (yanda)

nan örneklerin, kimyasal analizlerinin yapılmasıyla cevher aranmasına da "biyojeokimyasal prospeksiyon" ve de bunun dayandığı anomaliye "biyojeokimyasal anomal" denilmektedir⁽¹⁾. Dünyada Jeobotanik ve biyojeokimyasal prospeksiyonda kullanılabilen çok sayıda belirteç bitki bulunmaktadır⁽²⁾.

Bu çalışma ile dünyanın değişik bölgelerinde Cu, Zn, Fe, Mn, Co, Ni ve Cr gibi cevher yataklarının aranmasında (jeobotanik ve biyojeokimyasal prospeksiyonda) kullanılan bazı belirteç bitkilere örnekler, fotoğrafları ve bünyelerinde meydana gelebilecek fizyolojik ve morfolojik değişiklikler tabloda verilmiştir⁽³⁾.

Cevher Elementi	Bünyelerinde Gözlenen Değişiklikler
Cr	Sarı yapraklar, yeşil damarlar
Co	Yaprak üstlerinde beyaz benekler
Cu	Yaprak uçlarında beyaz benekler, mor dallar, sararmış yapraklar, bodur kökler, bazı türde yerlerde sürünme
Fe	Bodurlaşmış boy, kalınlaşmış kökler, alglerde hücre bölünmelerinde bozukluk ve fazlasıyla çoğalan hücre
Mn	Sararmış yapraklar, dallarda ve yaprak saplarında doku bozukluğu (beneklenme vs) yaprak kenarlarında kıvrımlanma ve deformasyon, yaprak kalınlığında değişiklik
Ni	Yaprak üstlerinde beyaz benekler
Zn	Yeşil damarlı sararmış yapraklar, açık renkli bodur formlar, yaprak uçlarında kuruma, bodurlaşmış kökler

• Zaire'de Cu için saptanan belirteç bitkiler; *Delphinium dasycladum*, *Crepidierhopalon dambioni* *Haumanuastrum katangense*, *Becium aureviride*, *Hibiscus rhodonthus*, *Aeollanthus biformifolius*⁽⁴⁾ (Şekil 2, 3, 4, 8).

• *Elazığ'da Cu için saptanan belirteç bitkiler (dallarında) *Salix acmophylla*, *Tamarix smyrnensis*, *Phragmites australis*⁽⁵⁾ (Şekil 1, 6, 7, 11).

• *Elazığ-Maden'de Fe için saptanan belirteç bitki (yaprağı); *Phragmites australis*, *Carex acuta*⁽⁶⁾ (Şekil 6).

• Elazığ-Maden'de Zn için saptanan belirteç bitkiler;

Platanus orientalis, *Populus nigra*, *Salix armenorosi-ca*⁽⁷⁾ (Şekil 10, 11).

• Elazığ-Maden'de Mn için saptanan belirteç bitki (yaprağı); *Tamarix symrensis*, *Salix acmophylla*⁽⁸⁾ (Şekil 1, 7, 11).

• **Musalı ve Silifke-Anamur bölgesinde Mn için belirteç bir bitki; *Pinus brutia*⁽⁹⁾ (Şekil 12).

• Brezilya'da Cr için saptanan belirteç bitkiler; *Verbenaceae*, *Sterculiaceae*, *Clusiaceae*, *Ericoula-ceae*⁽¹⁰⁾ (Şekil 9).

• Amerika-Brezilya'da Ni için saptanan hiperakümülatör bitkiler; *Oxalis sp.*, *Justicia lanstykii*, *Peixotoa magnifica*, *Euphorbia sp.*⁽¹⁰⁾ (Şekil 5).

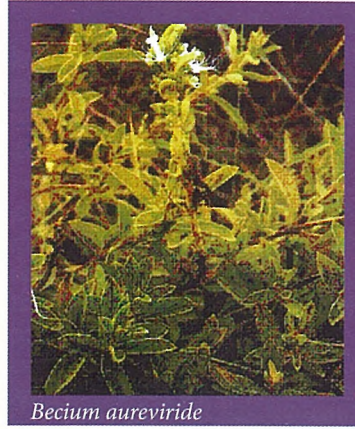
Dünyada çoğunlukla Ni, Cu, Zn, Mn, Pb, Au, Cr, B, Fe vb. için belirteç bitkiler saptanmıştır. Bu bitkilerin fizyolojik ve morfolojik özellikleri incelenerek, ya da bitkilerin çeşitli organlarında (yaprak, dal, çiçek vs.) yapılan analizlere dayanılarak cevher yataklarının saptanması olasıdır. Bitkilerle adeta sığ sondaj yapıldığından, özellikle örtülü arazilerde daha da önemli olmaktadır⁽³⁾. Türkiye'de ise Ni, Cu, Zn, Mn, Fe için çalışılmıştır. Saptanan bitki türleri "*Alyssum sp.*, *Salix acmophylla* (şöğüt), *Tamarix symrensis* (Ilgın), *Phragmites australis* (Çiğ), *Platanus orientalis* (Çınar), *Populus nigra* (Kavak)" çok az olmakla birlikte bu konuda çalışmaların artması gerekmektedir. Ayrıca indikatör bitkiler çevresel monitör olarak da kullanılabilirliğinden, toprakta metal kirliliğinin ortaya çıkarılması ve temizlenmesinde de (fitoremediasyon) kullanılabilirliği⁽¹²⁾.



Şekil 3. Cu için belirteç bitki; *Hibiscus rhodonthus*⁽⁴⁾



Delphinium dasycladum



Becium aureviride



Crepiderhopalon dambloni

Şekil 4. Zaire'de Cu için belirteç bitkiler ⁽²⁾



Oxalis sp



Justicia lanstykii



Euphorbia sp



Peixotoa magnifica

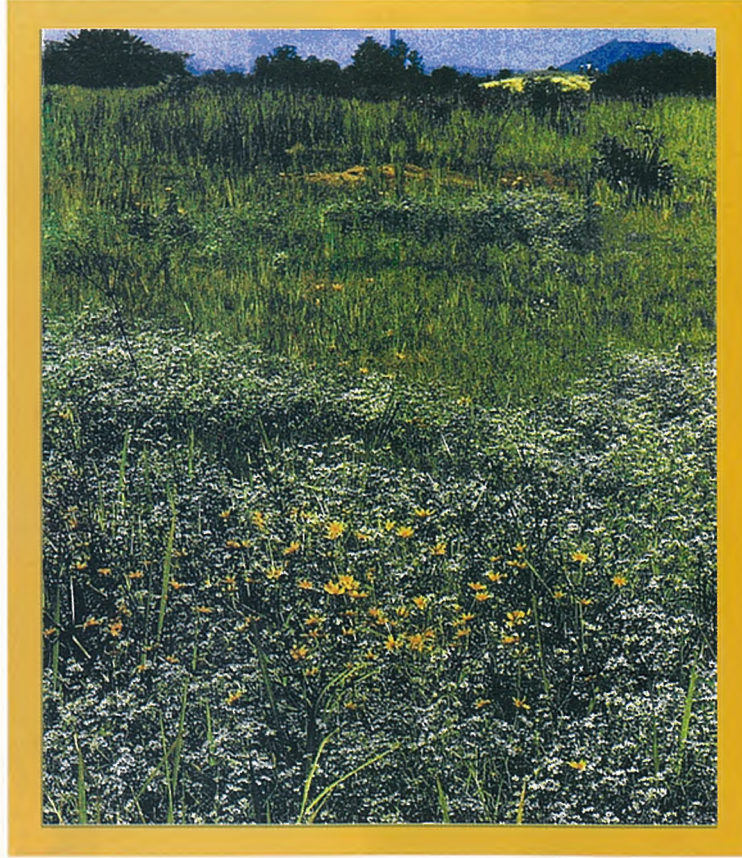
Şekil 5. Ni için hiperakümülatör bitkiler ⁽¹⁾



Şekil 6. Elazığ-Maden bölgesinde Fe için belirteç bitki(yaprağı); *Phragmites australis*⁽¹³⁾



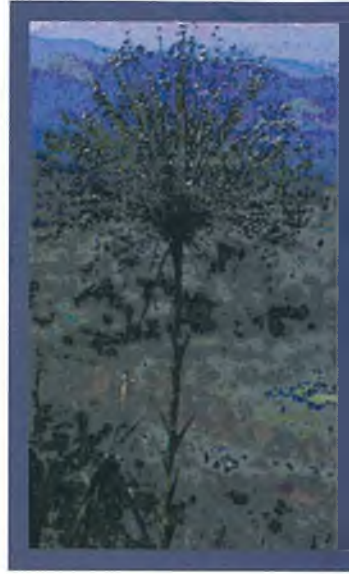
Şekil 7. Elazığ-Maden bölgesinde Mn için belirteç bitki (yaprağı); *Tamarix symyrensis*⁽¹³⁾



Şekil 8. Cu ve Co için bir belirteç bitki; *Haumanuastrum katangense*⁽¹³⁾



Verbenaceae



Ericoulaceae



Clusiaceae;



Sterculiaceae

Şekil 9. Brezilya'da ultramafik kayalar içinde Cr için belirteç bitkiler⁽¹⁾



Şekil 10. Elazığ-Maden bölgesinde Zn için saptanan belirteç bitkiler; *Platanus orientalis*^(1,3)



Şekil 11. Elazığ-Maden bölgesinde, Ergani Cu işletmesinde inadına yaşayan bitkiler; ön planda Zn için belirteç bitki, *Populus nigra* arka planda Cu için indikatör bitki, *Salix acmophylla*^(1,3)



Şekil 12. Mn için saptanan belirteç bir bitki; *Pinus brutia* (Kızıl çam)^[14].

Kaynaklar

- [1] Köksoy, M., 1991. Uygulamalı Jeokimya' Hacettepe Üniversitesi Yayınları, A/64, 368 s.
- [2] Sağıroğlu, A., Özdemir, Z., 1997. Biyojeokimyasal Prospeksiyon , TMMOB, Jeoloji Mühendisliği Dergisi 51, 1-17.
- [3] Rose, A.W., Havkes, H.E., Webb, J.S., 1979. Geochemistry in Mineral Exploration, Academic Press, New York, 657-678.
- [4] Brooks, R. R., Baker, A.J.M. and Malaisse, F., 1992. Copper flowers. Res. Explor 8, 338-351.
- [5] Özdemir, Z., Sağıroğlu, A., 2000a. *Salix acmophylla* Boiss, *Tamarix Smyrnensis* Bunge and

Phragmites australis (cav) Trin. Ex. Stuedel as Biogeochemical indicators for copper deposits in Elazığ, Turkey. Journal of Asian Earth Sciences 18, 595-601.

- [6] Özdemir, Z., Sağıroğlu, A., 1998. Maden Çayı (Maden-Elazığ) Boyunca Fe Elementi için Biyojeokimyasal Anomalilerin İncelenmesi. Türkiye Jeoloji Bülteni 41/1, 49-54.
- [7] Özdemir, Z., Sağıroğlu, A., 2000b. Biogeochemical Zinc Anomalies Along the Maden Çayı Valley, Maden, Elazığ, Geowissenschaftler und Rohstoffe 46, 219-222.
- [8] Özdemir, Z., Sağıroğlu, A., 1999. Biogeochemical Manganese Anomalies Along the Maden Çayı Valley (Maden, Elazığ), Geochemistry International 37(7), 673 s.
- [9] Özdemir, Z. 2003. Biogeochemical Studies at the Musali and Sillifke-Anamur Area in Mersin-Turkey, Geochemistry International 11, 1243-1248.
- [10] Brooks, R. R., Reeves R.D., Baker, A.J.M., Rizzo, A. J. and Diaz Ferreira H., 1988. The Brazilian serpentine plant expedition . National Geographic Research 6, 205-219.
- [11] Brooks, R. R., Dunn, C.E., Hall, G.E.M., 1995. Biological System in Mineral Exploration and Processing, Elsevier Horwood Limited, 538 s.
- [12] Kocaer, O.F., Başkaya, S.H., 2003. Metallerle Kirlenmiş Toprakların Temizlenmesinde Uygulanan Teknolojiler, Uludağ Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi 8/1, 121-131.
- [13] Özdemir, Z., 1996. Maden Çayı (Elazığ) Boyunca Biyojeokimyasal Anomalilerin İncelenmesi Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 145 s.
- [14] OGM, (01 Nisan 2004), Orman Genel Müdürlüğü, Ağaçlar, Erişim: www.ogm.gov.tr/agaclarimiz/

Fotografılar *^[13], **^[14]'den alınmıştır.

Akarsu Yataklarında Mendereslerin Oluşmasının ve Baer Yasasının Nedeni

Akarsular, yerin maksimum eğimini izlemekten çok yilankavi eğriler (menderes ÇN) oluşturma eğilimindedirler. Kuzey yarımküredeki akarsuların, yatağın özellikle sağ⁽²⁾ tarafını aşındırma eğiliminde olmalarına karşın, güney yarımküredeki akarsular ise tersi yönde davranırlar (Baer Yasası). Bu olguyu açıklamak için pek çok girişimde bulunulmuştur.

Öncelikle, aşındırılan akarsu yamacı ile temas eden akıntı hızı arttıkça erozyon daha güçlü olmak zorundadır yani hız azaldıkça erozyon da azalır. Bu durumda erozyon, mekanik veya fizikokimyasal faktörlere (zeminin ayrışması) bağlı olsun ya da olmasın tüm koşullarda doğrudur. Bu yüzden de, akarsu yamacındaki akım hızı gradyanının daha büyük olmasına etkiyen koşulların önemi artmaktadır.

Hızdaki azalma nedeniyle ortaya çıkan asimetri⁽³⁾, daha sonra dolaylı olarak bahsedilecek olan, dairesel hareketten kaynaklanmaktadır.

Herkesin kolaylıkla uygulayabileceği küçük bir deneyle anlatılacak olursa; düz tabanlı ve tamamen dolu bir çay kupası düşünelim. Tabanında bir miktar çay yaprağı bulunmaktadır. Çünkü bu yapraklar, yerini aldıkları sıvıdan daha ağırdır. Eğer sıvı kaşıkla karıştırılırsa, yapraklar kısa zamanda kupanın tabanından merkeze doğru toplanırlar. Bu durumun açıklaması şu şekildedir; sıvının döndürülmesi kendisi üzerinde bir merkezkaç kuvvetinin oluşmasına neden olur. Ancak, eğer sıvı katı bir kütle gibi dönseydi sıvının akışında bir değişiklik oluşmazdı. Bununla birlikte, sıvının hareketi kupanın duvarı dolayında sürtünmeden dolayı engellenmekte ve böylece sıvının dönmesini sağlayan açısız hız, duvar yakınlığında merkeze yakın diğer kesimlere oranla daha düşük olmaktadır. Özellikle, tabandaki açısız dönüş hızı ve merkezkaç kuvveti yukarı kesimlere oranla daha küçük olmaktadır. Bu durumun sonucu olarak sıvının, sürtünme etkisiyle durağanlaştırılana dek sürekli artmaya devam eden dairesel hareketi olacaktır (Şekil 1). Çay yaprakları dairesel hareket ile sürekli olarak merkeze doğru süpürülür ve bu sürecin bir kanıtı olarak davranırlar.

İşte bu tür hareketler ve oluşumlar, menderesli akarsularda da gerçekleşmektedir (Şekil 2). Akarsu yatağının kıvrıldığı her kesitte bir merkezkaç kuvveti, kıvrımın dışına doğru etkili olur (A'dan B'ye). Bu kuvvet, akıntı hızının sürtünme nedeniyle azaldığı tarafta yüzeye göre daha küçüktür. Bu durumda, şekilde gösterilen biçimde dairesel bir harekete neden olur. Akarsu yatağında bir kıvrım olmaması durumunda bile, Şekil 2'de gösterilen dairesel hareket, küçük ölçekli olmasına karşın, yerkürenin dönmesinden dolayı yine de etkili olmaktadır. Yerkürenin dönmesi, akıntı yönüne çapraz olarak etkiyen bir Coriolis kuvveti⁽⁴⁾ oluşturur. Bu kuvvetin sağ yatay bileşeninin büyüklüğü; v akıntı hızı, Ω yerkürenin dönme hızı ve ϕ coğrafi enlem olmak üzere sıvının birim kütlesi başına, $2v\Omega\sin(\phi)$ 'ye eşittir. Sürtünme, Coriolis kuvvetinin tabana doğru azalmasına neden olduğundan bu kuvvet dairesel bir hareketi oluşturur (Şekil 2).

Erozyon üzerinde, kontrol edici etken olan akarsu kesiti⁵ üzerindeki hız dağılımına bakıldığında, öncelikli olarak hızların türbülanslı⁶ dağılımının nasıl geliştiğini ve korunduğunu bilmek gerekir. Başlangıçta durağan olan sıvı, aniden her kesimine eşit olarak dağılan (etkiyen ÇN) hızlandırıcı kuvvetin etkisi altına sokulduğunda, akım kesiti üzerindeki hızların

Albert Einstein⁽¹⁾

Çeviren:

Serdar Bayarı

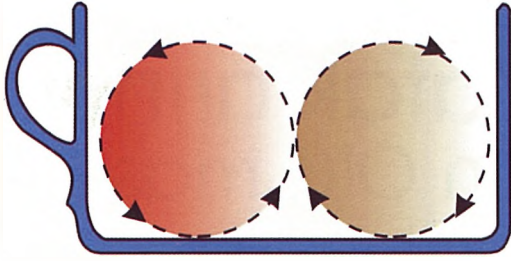
Hacettepe Üniversitesi

Mühendislik Fakültesi

Jeoloji Mühendisliği Bölümü

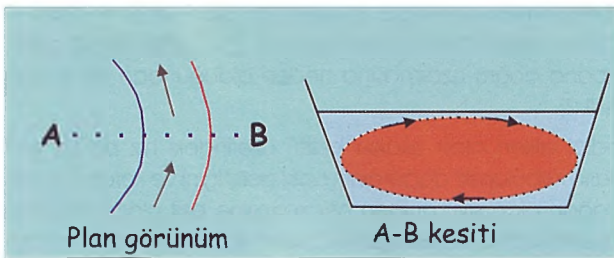
Ankara

serdar@hacettepe.edu.tr

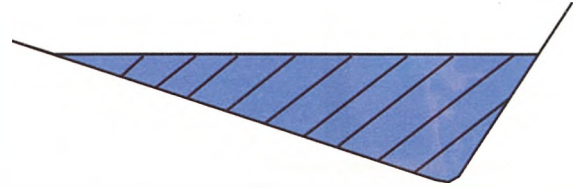


dağılımı da (her yerde, ÇN) aynı olacaktır. Akışı sınırlayan duvarlardan akım kesitinin merkezine doğru kademeli olarak artan hız dağılımı ise, duvarlardaki sürtünmeden dolayı bir süre sonra kendiliğinden oluşacaktır. Akım kesiti üzerindeki durağan hız dağılımına uygulanan herhangi bir etki, sürtünme kuvvetinden dolayı aynı şekilde bir süre sonra yeni bir durağan hız dağılımının oluşmasını sağlayacaktır.

Hydrodinamik, durağan hız dağılımı boyunca oluşturulan bu resmi aşağıdaki biçimde özetler. Bir düzlem (potansiyel) akımında tüm girdap-iplikcikleri duvarlarda yoğunlaşır. İplikcikler birbirlerinden ayrılarak, gittikçe artan kalınlığa sahip bir tabaka üzerinde kendilerini dağıtarak, akarsu kesitinin merkezine doğru yavaşça hareket eder. Böylece duvarlardaki hız gradyanı zamanla yok olur. Sıvının içsel sürtünme etkisiyle, akım kesitinin iç kesimindeki girdap iplikcikleri kademeli olarak sönümlenir ve bunların yeri duvarlarda oluşan yeni iplikcikler tarafından doldurulur. Böylece, yarı⁷ durağan bir hız dağılımı oluşmuş olur. Bizim için önemli olan, hız dağılımının durağanlaşmasının "yavaş bir süreç" olmasıdır. Bu durum, bağıl (büyükük ÇN) olarak önemsiz, (fakat ÇN) süreklilik gösteren süreçlerin akım kesiti hız dağılımını önemli düzeyde etkilemesinden kaynaklanmaktadır. Bu aşamada, Şekil 2'de gösterildiği gibi, Coriolis kuvveti ya da akarsu kıvrımından kaynaklanan dairesel hareketin akarsu kesitindeki hız dağılımı üzerinde ne tür bir etkide bulunduğu incelenecek olursa; çok hızlı biçimde hareket eden sıvı parçacıkları duvarlardan en uzak noktada, yani taban merkezi üzerine karşılık gelen su yüzeyinde bulunacaklardır. Suyun bu en hızlı kısımları sirkülasyondan dolayı sağ duvara doğru sürüklenirken sol duvar, tabana yakın bölgeden su alıp, belirgin biçimde düşük akım hızına sahip olacaktır. Böylece, Şekil 2'de gösterilen biçimde sağ duvardaki erozyon, sol duvardaki erozyondan daha güçlü olur. Ancak, bu açıklamanın esas olarak suyun yavaş dolaşım hareketinin hız dağılımı üzerinde önemli bir etkisi olduğu gerçeğine dayandığına dikkat edilmelidir. Çünkü suyun dairesel hareketine karşı koyan içsel sürtünme ile hızların ayarlanması da çok yavaş bir süreci tanımlar.



Bu tanımlamalarla, mendereslerin oluşmasına etkiyen süreçlerin yanı sıra, bazı ayrıntılar da bu verilerden hareketle ortaya konabilir. Erozyon sadece sağ yamaçta değil aynı zamanda akarsu tabanının sağ tarafında da bağıl olarak daha etkili olacak ve böylece bir yatak profilinin oluşmasına doğru bir eğilim gösterecektir (Şekil 3). Dahası, yüzeydeki su sol duvardan gelecek ve böylece tabanın sol tarafına göre daha düşük hızla hareket edecektir. Ayrıca, dairesel hareketin bir momente sahip olduğu da dikkate alınmalıdır. Bu yüzden, (daireysel ÇN) dolaşım maksimum etkisine yalnızca en büyük eğriliğe sahip olan kesimin ötesinde (akış aşağısında ÇN) ulaşacak ve doğal olarak aynı etki erozyon asimetrisinde de gözlenecektir. Böylece, erozyonun gerçekleşme sürecinde menderes oluşumunun dalga-boyundaki ilerleme, akıntı yönünde oluşmaya zorlanır. Son olarak, akarsu kesiti büyüdükçe dairesel hareket, sürtünme kuvveti tarafından daha yavaş biçimde sönümlenecek ve bu yüzden menderes oluşumunun dalga boyu akım kesitindeki artışla birlikte artacaktır.



Dip Notlar

- (1) Albert Einstein'in 7 Ocak 1926'da Prusya Akademisi'nde yaptığı, Die Naturwissenschaften, 1926'da yayımlanan konuşmasının "Ideas And Opinions, Albert Einstein, The Modern Library, New York, 1994, s. 272-276'da basılan "The cause of the formation of meanders in the courses of rivers and of the so-called Baer's Law" adlı İngilizce çevirisinden dilimize aktarılmıştır.
- (2) ÇN: akarsu yatağının sağ ve sol tarafları akış yönüne göre tanımlanır.
- (3) ÇN: sağ ve sol yamaçların aşınma miktarındaki farklılık.
- (4) ÇN: Coriolis kuvveti yerkürenin dönmesinden kaynaklanan merkezkaç nedeniyle oluşan kuvvettir. Bu nedenle, örneğin kuzey yarıkürede hava akımları sağa, güney yarıkürede ise sola dönme eğilimindedirler.
- (5) ÇN: akarsuyun akış yönüne dik kesiti.
- (6) ÇN: İnce tabakalı (laminer) akıştan farklı olarak türbülanslı (düzensiz) akışta akış taneciklerinin oluşturduğu iplikcikler birbirine paralel ve aynı yöndeki yörüngelerde hareket etmezler.
- (7) Sözcük, İngilizce "quasi" karşılığı olarak kullanılmıştır.

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, Yenisehir 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 ağırdaki cümlelerden olabildiğince 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
- Değinilen Belgeler
- 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 tutularak aşağıda verilen örneklere uygun olarak hazırlanmalıdır.

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

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

Yazıların Değerlendirilmesi

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

Gönderilen yazılar Mavi Gezegen'de yayımlansın ya da yayımlanmasın, yazarlara iade edilmez.



TMMOB JEOLOJİ MÜHENDİSLERİ ODASI
Bayındır Sokak 7/11
06410 yenişehir - ANKARA