

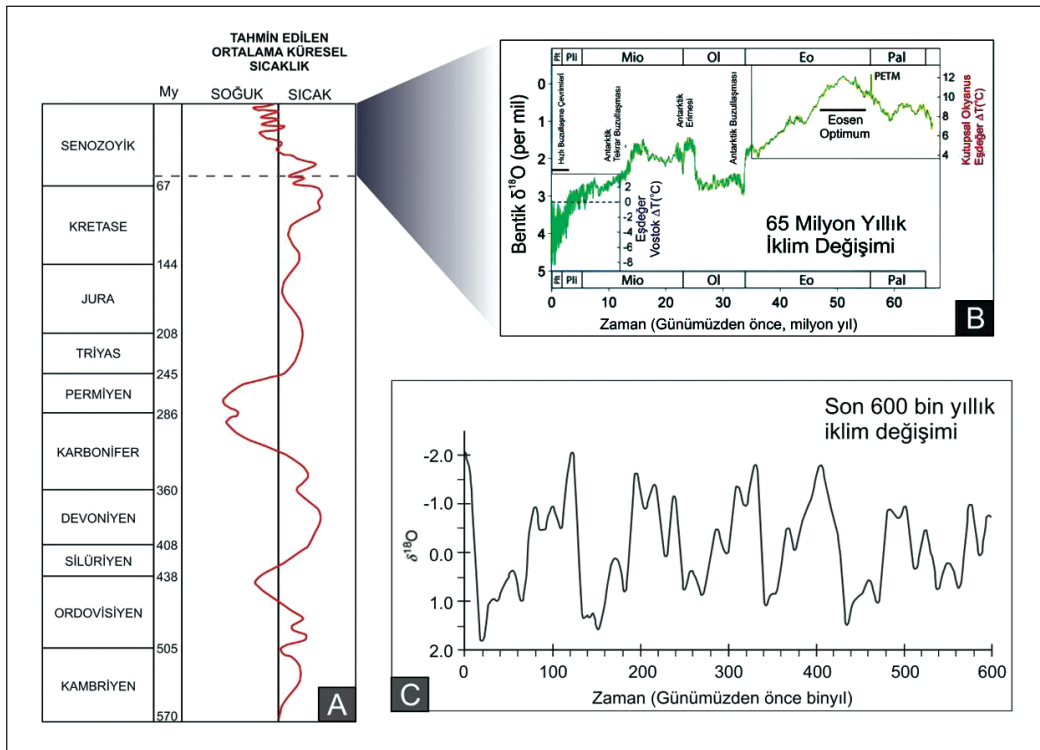
PALEOKLİM NEDENLERİ VE ARAŞTIRMA YÖNTEMLERİ

Serkan PALAS *

PALEOKLİM TANIMI VE İÇERİĞİ

İklim değişikliği, “nedeni ne olursa olsun iklimin ortalama durumunda ve/veya değişkenliğinde onlarca yıl ya da daha uzun süre boyunca gerçekleşen değişiklikler” biçiminde tanımlanmaktadır. Dünyamızın bugüne kadarki tarihi boyunca, yaklaşık 4,5 milyarlık bir periyotta iklim sisteminde, milyonlarca yıldan on yıllara kadar tüm zaman ölçeklerinde do-

ğal etmenler ve süreçlerle birçok değişiklik olmuştur. Jeolojik devirler boyunca iklimsel değişiklikler ısınma- soğuma ve yağışlı-kurak şeklinde birbirini takip eden ya da birbirleriyle etkileşim halinde olan atmosferik olaylar seyrini izlemiştir (Şekil 1). Jeolojik devirlerdeki iklim değişiklikleri, özellikle buzul hareketleri ve deniz seviyesindeki değişimler yoluyla yalnızca dünya coğrafyasını değiştirmekle kalmamış, ekolojik sistemlerde de kalıcı değişiklikler meydana getirmiştir. Çeşitli jeoloji devirleri boyunca, Yer'in yüzeyinde birbirini izleyen iklimleri belirlemeyi amaçlayan bilim dalına paleoklim veya paleoklimatoloji denir. İklimin güncel hallerinden çok geçmişteki hallerini inceleyen bilim adamlarına paleoklimatolog denir.



Şekil 1 - Jeolojik devirler boyunca ortalama küresel sıcaklık (Bradley, 1999).

* Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Deniz ve Çevre Araştırmaları Dairesi, Ankara. serkan.palas@mta.gov.tr

İklimi Etkileyen Başlıca Faktörler

Tarih süresince, volkanik patlamalar, Dünya'nın yörüngesindeki değişimler ve Güneş'ten gelen enerji miktarı Dünya'nın iklimini etkiledi. Ancak Sanayi Devrimi'yle gelen insan kaynaklı etkiler atmosferin yapısını değiştirdi, Dünya'nın ve bizim geleceğimizi de beraberinde etkileyerek değiştirdi. İklim sürecini etkileyen başlıca faktörleri özetleyecek olursak;

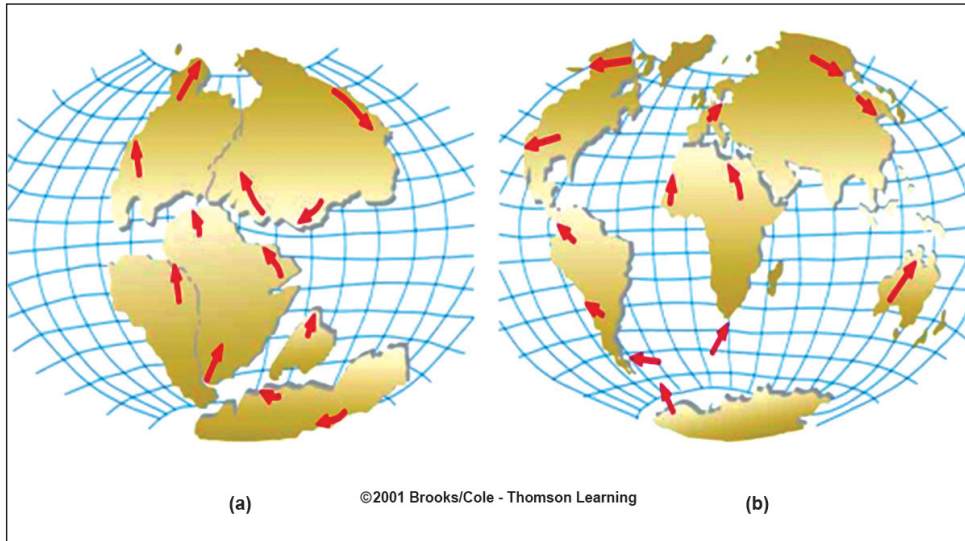
- Güneş (solar radyasyon)
- Sera Gazları
- Milankovitch döngüleri (Eksen eğikliği, yörüngesel değişim,)
- Volkanizma

- Kıtaların yer değiştirmesi ve
- Göktaşları

Jeolojik etkenler

Kıta Kaymaları (Kıtaların Yer Değiştirmeleri)

Kıta kaymaları sonucu (Wegener teorisi) okyanuslardaki akıntı sistemlerinin ve rüzgarların yönünün değişmesi iklim değişikliğinin nedenlerinden biri sayılmaktadır. Kıtaların birbirinden uzaklaşması ve etrafının su yüzeyleri ile kaplanması sonucunda kıtaların okyanusa açılmış kısımlarının iklimi değişime uğramaktadır (Şekil 2).



Şekil 2- Kıta Hareketleri (Brooks/Cole-Thomson Learning, 2001).

Yanardağ Patlamaları

Yanardağ patlamalarında ki periyodik aşırılık, patlamayla yükselen piroklastikler ve tozlar güneş ışınlarının geçişini engelleyen bir tabaka oluşturur ve sıcaklık düşer. 1991'de Filipinler'de Pinatuba Yanardağı'nın patlamasıyla Dünya'nın ortalama sıcaklığı 1°C civarında düşmüştür.

Volkan patlamaları sonucu açığa çıkan partiküller, aerosoller, kumlar ve çeşitli gazlar atmosferde uzun süre kalabilmek, bulutlar oluşturup Güneş ışınının yer yüzeyine ulaşmasını engellemektedir (Şekil 3). Ayrıca asit yağmurlarına ve dolu oluşumuna neden olmaktadır.

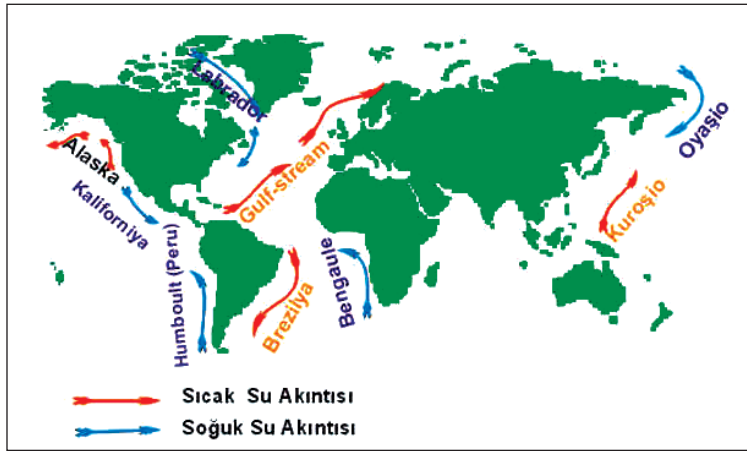


Şekil 3- Yanardağ patlaması sonucu ortaya çıkan kül, gaz ve aerosoller (Fotoğraf : FredJohnson, İzlanda).

Okyanus Akıntıları

Sıcak akıntılar, sıcak bölgeden, daha az sıcak olan bölgelere ilerleyerek oradaki ısıyı yükseltirler. Örneğin Japonya'da Kuro Şiyo sıcak su akıntısının etkisi ile kışlar, bulunduğu enleme göre olması gerektiğinden daha ılık ve nemlidir, yöre bu iklim sayesinde zengin bir doğal bitki örtüsüne sahiptir. Gulfstream sıcak su akıntısı ile Norveç yer aldığı enlem daire-sine göre daha ılık ve bol yağışlı kışlara sahiptir ve Arktik daire çevresinde yer almasına rağmen kıyılarında deniz buz tutmaz. Aynı biçimde İngiltere'de sıcaklıklar bulunulan enlem için beklenmeyecek ölçüde yüksektir (Gözenç S. 1993).

Soğuk akıntılarının bir kısmı ise soğuk bölgelerden veya yüzeye çıkan soğuk dip sularından kaynaklanırlar ve su sıcaklığı 15°C olmasına rağmen buldukları sıcak enlemlerde soğuk akıntı olarak hissedilirler. Bu nedenle sıcaklığı düşürürler ve havanın bunaltıcı etkisini azaltırlar. Örneğin sıcak Afrika'nın Namibya kıyıları boyunca kuzeye akan Benguala soğuk su akıntısı ısının önemli ölçüde düşmesine neden olurken, benzer etki Fas kıyıları boyunca Kanarya, Güney Amerika'da Peru'da ise Humbolt soğuk su akıntısına bağlı olarak meydana gelir (Şekil 4) (Gözenç S. 1993).



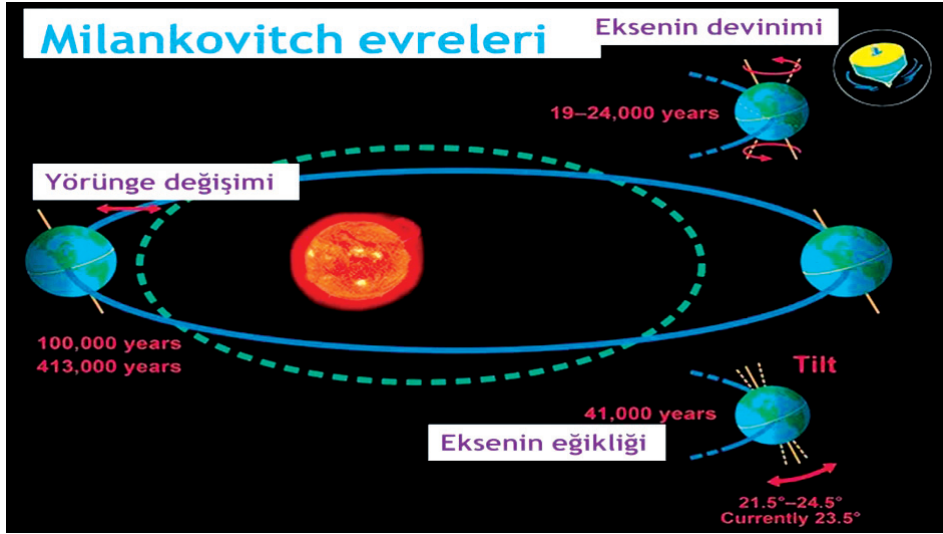
Şekil 4- Okyanus Ortası Akıntıları (NatGeo Türkiye, 2005).

Astronomik etkenler

Milankovitch Döngüleri

Sırp Matematikçi Milankovitch'in dünyanın güneş etrafında dönmesi ile ilgili geliştirdiği teorilerin iklimi etkilemesine dayanmaktadır (Şekil 5). Milankovitch teorisine göre Yer'in Güneş etrafındaki yörüngesi daima eliptik şekilde değildir. Yörünge'nin şekli 100.000 senede bir eliptikten dairesel döner. Daha sonra tekrar 100.000 sene sonra daireselden eliptiğe döner. Milankovitch'in diğer bir teori-

sine göre Dünya şu an $23,5^\circ$ eğik. Gerçekte ise Dünya'nın eğimi $24,5^\circ$ ile $22,5^\circ$ arasında salınım yapıyor. Dünya bu salınımı 41.000 senede yapar. Dünyanın eğimi onun güneşe maruz kaldığı alanı belirler. Dolayısıyla dünyaya gelen radyasyon enerjisi de dünyanın eğiminin değişmesiyle değişir. Bu da küresel iklim değişimine yol açar. Milankovitch'in üçüncü teorisine göre dünya 23 senede bir topaç hareketi yaparak güneş alan yüzeyini değiştiriyor. Dolayısıyla dünya yüzeyine gelen radyasyon enerjisi farklı alanları ısıtır. Dolayısıyla küresel iklimde değişim olur.



Şekil 5- Milankovitch Teorileri ve Dünyanın Güneşe olan uzaklıklarının değişimi (www.universe.org).

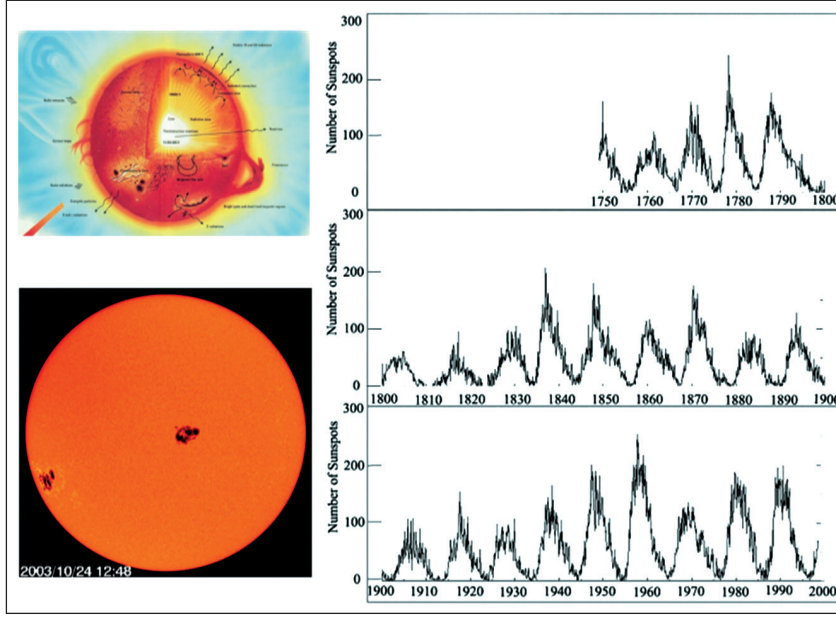
Güneş Lekeleri

Güneş lekeleri dünyanın aldığı enerji miktarını etkilemektedir. Güneşteki patlamalar güneş lekelerini oluşturmakta ve fazla ısı yayarak dünya iklimini etkileyebilmektedir. Güneş patlaması olduğunda Güneş'ten Dünya'ya gelen radyasyon enerjisi miktarı artar (Şekil 6). Bunun sonucu olarak az da olsa küresel iklimde değişim olur.

İnsan faktörü

Atmosferdeki insan kaynaklı sera gazı bi-

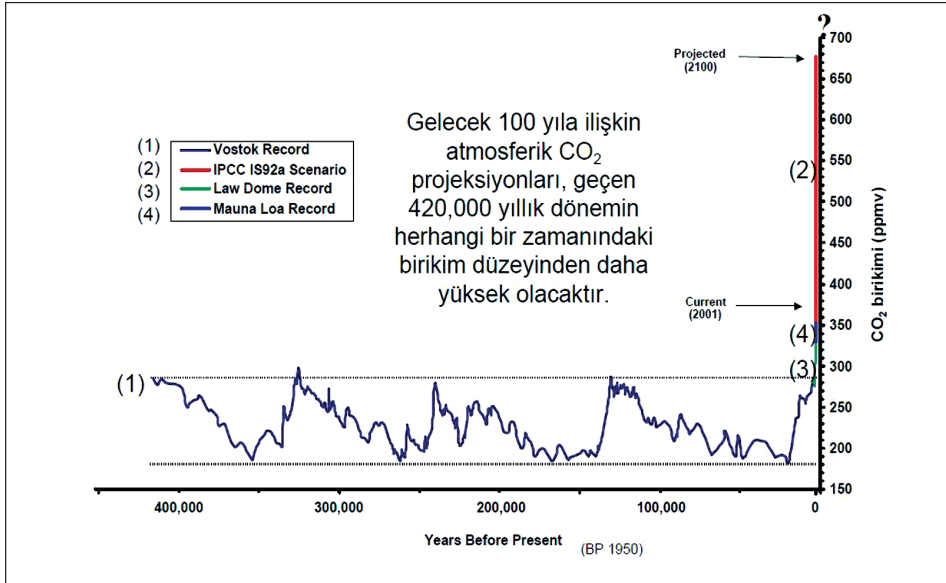
rikimlerinde Sanayi Devrimi'nden beri gözlenen artış sürmektedir. Özellikle atmosferdeki birikiminin büyüklüğü, artış hızı ve 50-200 yıl arasında değişen yaşam süresi dikkate alındığında, CO₂ nin önemi daha iyi anlaşılır. 1958 yılından beri yapılmakta olan Mauna Loa ölçümlerine göre, Yerküre atmosferindeki CO₂ birikimi çok hızlı bir biçimde artmaktadır. Yayımlanan son ölçüm sonuçları çözümlendiğinde, sanayi öncesinde yaklaşık 280 ppm ve 1958 yılında yaklaşık 315 ppm olan atmosferdeki yıllık ortalama CO₂ birikiminin, 420.000 yıllık kayıttaki doğal CO₂ birikimi değişimlerinin (yaklaşık 180-300 ppm arasında değişiyor) çok üzerindedir (Şekil 7). Sera gazı



Şekil 6- Yıllara göre güneş lekesi sayıları (http://calspace.ucsd.edu/virtualmuseum/climatechange2/06_3.shtml).

birikimlerindeki bu artışlar, Yerküre'nin uzun dalgalı ışınım yoluyla soğuma etkinliğini zayıflatarak, onu daha fazla ısıtma eğilimindeki bir pozitif ışınımsal zorlamanın oluşmasını sağlar. Bu yüzden, "Yerküre/atmosfer ortak sisteminin enerji dengesine yapılan pozitif katkı",

kuvvetlenen sera etkisi olarak adlandırılır. Bu ise, Yerküre atmosferindeki doğal sera gazları (su buharı, CO₂, CH₄, N₂O ve O₃) yardımıyla yüz milyonlarca yıldan beri çalışmakta olan doğal sera etkisinin kuvvetlenmesi anlamını taşır.



Şekil 7- 1950 öncesi geçmiş 420,000 yıllık döneme ilişkin buz sondaj verileri (Vostok) ile 1950-1990 dönemi Law Dome ve Mauna Loa ölçümlerine göre atmosferdeki CO₂ birikimindeki uzun süreli değişimler ve IPCC IS92a senaryosuna göre 1990-2100 dönemine ilişkin CO₂ projeksiyonları (IPCC, 2007).

Paleoklimatolojide kullanılan yöntemler

Paleoiklimbilimciler (paleoklimatologlar) iklim koşullarının jeolojik geçmişteki hallerini nasıl anlayabiliyorlar? Aslında bu sorunun pek çok yanıtı var: buzullardan elde edilmiş karotlar (silindirik buz kesitleri), ağaç halkaları, polen fosilleri, mercanlar, göl ve okyanus tabanlarından elde edilmiş çökel karotları (dipteki kum-çamur malzemeden elde edilmiş silindirik kesitler), denizel canlıların fosilleri (sert-kabuk kısımları) ve gözle görülemeyen mikron boyutunda fosiller. Bir ağacın yıllık büyüme halkasındaki anormallik ya da bir buz karotunun içerisine hapsolmuş gazın bünyesindeki O18 izotopu geçmiş iklimleri anlamamız için birer veri hükmündedir. Tüm bu örnekler paleoiklimsel vekiller adı verilmektedir (İngilizcesi Proxy). İklimle bağlı gelişen, dolayısıyla iklimsel veri içeren doğal oluşumların tümün "proxy data" adı verilir. Geçmişteki iklimsel koşullar bu vekiller sayesinde, ayrıntılı şekilde ortaya konulabilmektedir.

- Paleoiklimsel Canlandırmalar için Proxy verilerin Başlıca Kaynakları (Bradley, 1999)
- Tüm tarihsel veriler
- Buzullardan elde edilmiş karotlar
- Ağaç halkaları (Dendrokronoloji)
- Doğal oluşumlu göller, deniz ve karasal ortamlardan alınan dip karot örneklerinin incelenmesi (Şekil 8)
- Kıyı toprak analizleri, taraça ve paleosol seviyelerinde örnekleme ve kesit analizleri
- Mağara Çökellerinin incelenmesi
- Hidrolojik değerlendirme.
- ICP, XRD, XRF analizleri gibi sedimantolojik değerlendirmeler
- İzotop jeolojisi ve hidrolojisi
- Palinolojik analizler

Kıyı ötesi alanlarda (deniz, okyanus ve göl tabanlarından) yapılan sondajlardan elde edilen örnekler (karotlar)

Doğal oluşumlu göller ve deniz ortamlarından alınan dip karot örneklerinin incelenmesi: her yıl okyanus ve göllere 6-11 milyar ton sediment depolanır. Havza tabanından sediment karotu alınır. Okyanus ve göl sedimanları, okyanus ve göllerde üretilmiş veya bu ortamlara yakın alanlarda yıkanmış materyaller içerir. Bu materyaller (korunmuş küçük fosiller ve kimyasal sedimentler) geçmiş iklimlerin yorumlanmasında kullanılabilir.

Sondajlardan elde edilen örnekler paleoiklim araştırmalarındaki vekil verilerden birisini oluşturmaktadır. Bu örneklerin kimyasal ve fiziksel özellikleri, fosil içerikleri gibi pek çok bileşeni geçmiş iklim koşullarını araştırmada kullanılmaktadır. Kıyı ötesi alanlarda biriken çökeller en alttan üste doğru yaşça gençleşmektedir. Bu çökellerin yaşını bildiğimiz zaman, bize onu aldığımız bölgenin düşey takvimini sunacaklardır. Her bir santimetre farklı bir zamana karşılık gelmektedir. Kaç santimetrenin hangi seneye denk düştüğü o bölgedeki çökellerin birikim hızı belirlenmektedir. Hangi seviyenin, hangi zamana denk geldiğini belirleyerek, o seviyeden elde edeceğimiz vekil verilerle hangi zamanda hangi iklim koşullarının hakim olduğunu da belirleyebiliriz.

İklim araştırmalarında alınan örneklerde kullanılan başlıca yöntemler aşağıdaki gibidir.

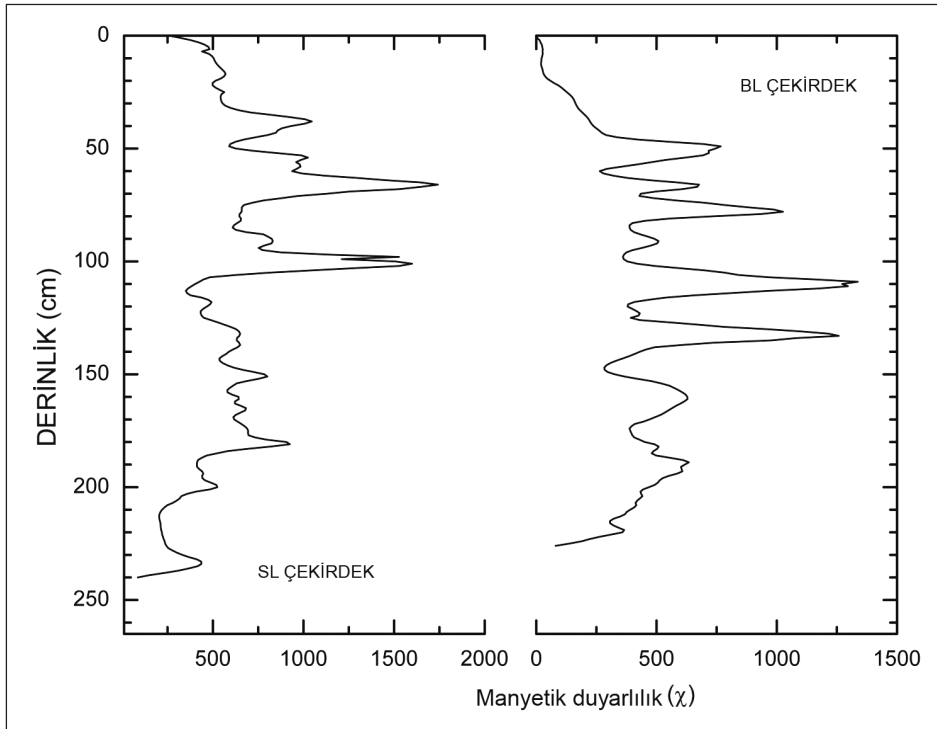


Şekil 8- Bir göl karotu ve mevsimsel laminalar (Holzer, 2008).

Manyetik Duyarlılık

Manyetik duyarlılık bir cismin ne ölçüde mıknatıslanma kazanabileceğinin ölçüsüdür. Organik seviyeler daha az yada eksik anamoli verirken, kırıntılı malzemeler (karasal kökenli) orta değerlerde, demirli malzemeler ise pozitif yönde anamoli verir. İklim çalışmalarında organik seviyeler yağışlı ve nemli dönemlere işaret eder. Organik madde ya olduğu gibi çöker ya da havzadan nehirlerle taşınır. Manyetik duyarlılık sonuçlarını jeokimyasal ya da paleoiklimsel proxydatalar ile korele etmek daha sağlıklı sonuçlar verir (Şekil 9).

tif yönde anamoli verir. İklim çalışmalarında organik seviyeler yağışlı ve nemli dönemlere işaret eder. Organik madde ya olduğu gibi çöker ya da havzadan nehirlerle taşınır. Manyetik duyarlılık sonuçlarını jeokimyasal ya da paleoiklimsel proxydatalar ile korele etmek daha sağlıklı sonuçlar verir (Şekil 9).

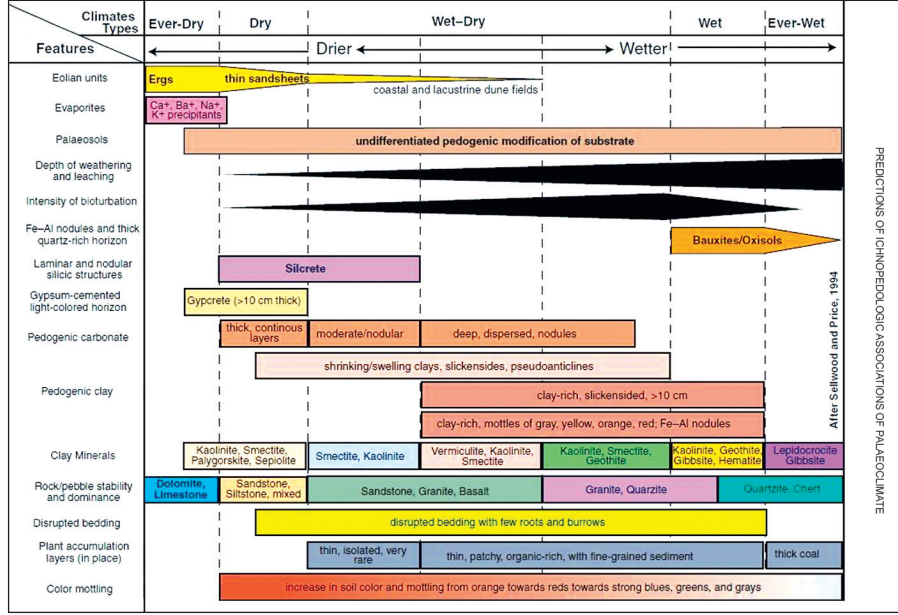


Şekil 9 - Derinliğe karşılık manyetik geçirgenlik grafiği (Yiğit vd., 2013).

Minerolojik Bileşim

XRD incelemelerinin sonucunda her minarelin ayrı pik yaptığı görülür. Kil fraksiyonu

ile illit, simektit, kaolonit, klorit gibi minarellerin yüzdeleri ortaya çıkar. Mineral çeşitleri ve kil fraksiyonu iklimsel yorumlamalarda kullanılır (Şekil 10).

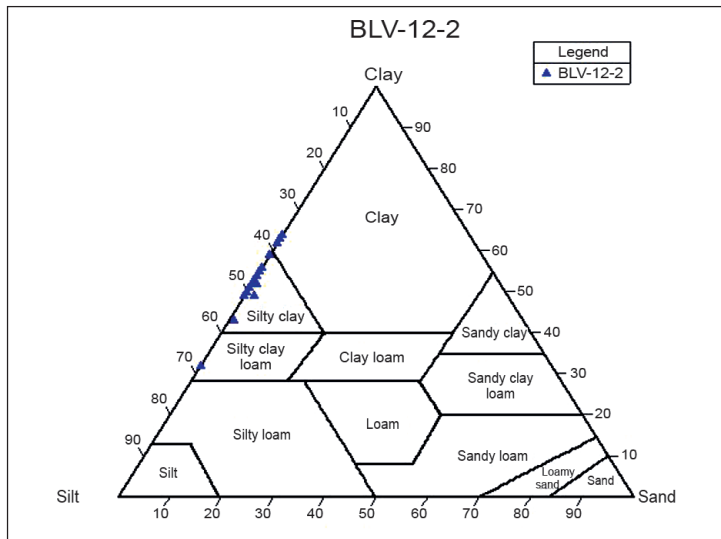


Şekil 10- Bazı minerallerin paleoklimatolojik indikatör olarak kullanımı (Bradley, 2009).

Tane Boyu Analizi

Kullanılan farklı yöntemlerle ince ve kaba silt, kil, kum ve çakıl boyu malzemenin yüzdesi belirlenir (Şekil 11). Bu sayede taşınım

süreçleri ortaya konur. Yoğun yağış altındaki bölgelerde kimyasal ayrışma fazla olur. Kurak bölgelerde ise daha çok fiziksel ayrışma ön plandadır.



Şekil 11- Görsel bir karotdan elde edilmiş tane boyu yüzdeleri ve sınıflaması (Yiğit vd., 2013).

Ostrakod Çalışmaları

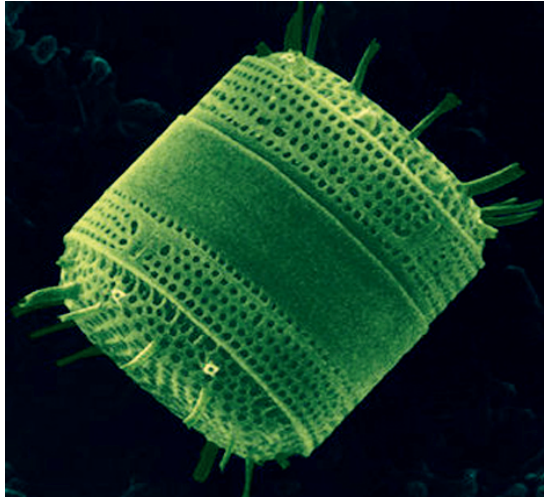
Ostrakodlar denizde ve tatlı sularda yaşayan küçük canlılardır. Paleocoğrafyanın tanıtılmasında mühim rol oynarlar. Genel olarak bentonik yaşayan ostrakodlar ışıklı sakin zeminleri seçerler. Ostrakodların kabuk yapıları buldukları ortama göre değişir. Tatlı su formları genel olarak düz, ince ve hafiftir. Denizel olanların kabuk yapıları çok sağlamdır. Jeolojide mühim olan ne tip kayalardan ostrakod etüdüne ve bunlardan kavkının nasıl elde edileceğidir. Örnek vermek gerekirse konglemeraostrakod bakımından çok fakir kayalardır. İyi bir ostrakod etüdü için kumlu, killi kalkerler, yumuşak kalkerler, marnlar çok elverişlidir.

Ostrakodlar aynı diatomlarda olduğu gibi farklı sıcaklık, Ph, tuzluluğa sahip ortamlarda farklı türlerde bolluk gösterirler. Bu türlerin bilinmesiyle çevresel değişkenliğin yani iklimin yorumlanmasına gidilir.

Diyatom Çalışmaları

Diatomlar, sudaki değişimlere (suyun fiziko-kimyasal şartları veya örnekleme alanındaki kirlilik vb.) çok çabuk tepki verirler. Bu nedenle diatomlar, çevresel değişkenlerin belirlenmesi için iyi bir araçtır. Başta sıcaklık ve yağış olmak üzere çevresel değişimler ile diatomtaksonlarının bollukları arasındaki ilişkiler iklimsel değişikliğin yorumlanmasında birer araçtır. Geçmiş dönem diatom türleri ile ilgili yapılan sayım sonuçları ve türlerin ekolojik özelliklerine göre; araştırılan gölün tatlısu, acısu özelliği olduğu, nötr ya da hafif alkali düzeyde pH ve organik madde miktarının az ya da çok olduğu ve buna bağlı olarak ötrofik, oligotrofik, distrofik gibi göl ortamına sahip olduğu yorumlamalarına gidilir (Şekil 12).

Diyatom faunası soğuk ve kurak dönemlerde bentik; sıcak ve yağışlı dönemlerde Plantonikdiyatomi oranı artar.

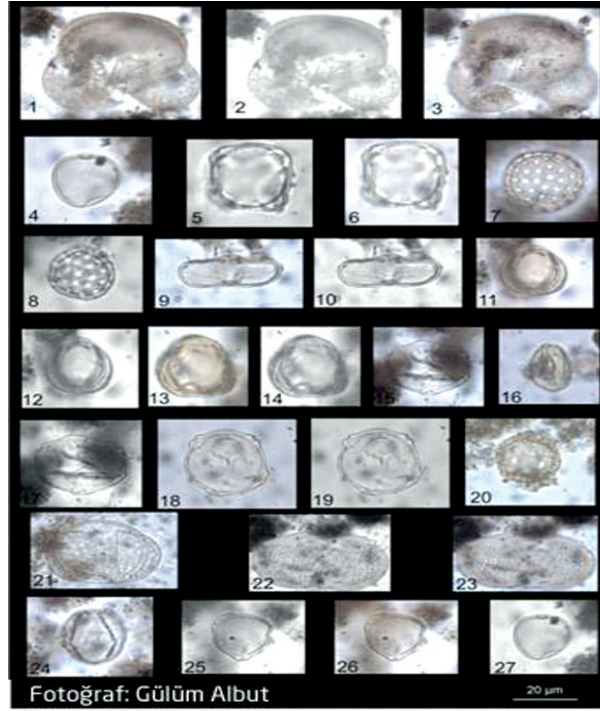


Şekil 12 - Diatom (Fotoğraf : DeeBreger, 2001).

Polen Çalışmaları

Polen diyagramı yardımıyla her biri ayrı iklimlerde yaygınlık gösteren Pinus, Quercus, Fagus gibi polenlerin yüzdeleri hesaplanır. Polenlerin türlerinin, yapılarının ve hangi bitkilere ait olduklarının belirlenmesi ve tanımlanması yöntemine palinoloji adı veriliyor. Palinoloji,

paleoekoloji ve paleoiklim çalışmalarında kullanılan bir dal olduğu gibi, arkeolojik çalışmalarda da kullanılabilir. İnsanların yetiştirdiği buğday, zeytin, fıstık gibi bitkilerin yoğun olarak yetiştirildiği bölge ve zaman dilimleri geçmiş dönemlerde insanların tarım kültürlerine ve yerleşim düzenlerine dair bilgiler sunar (Şekil 13).

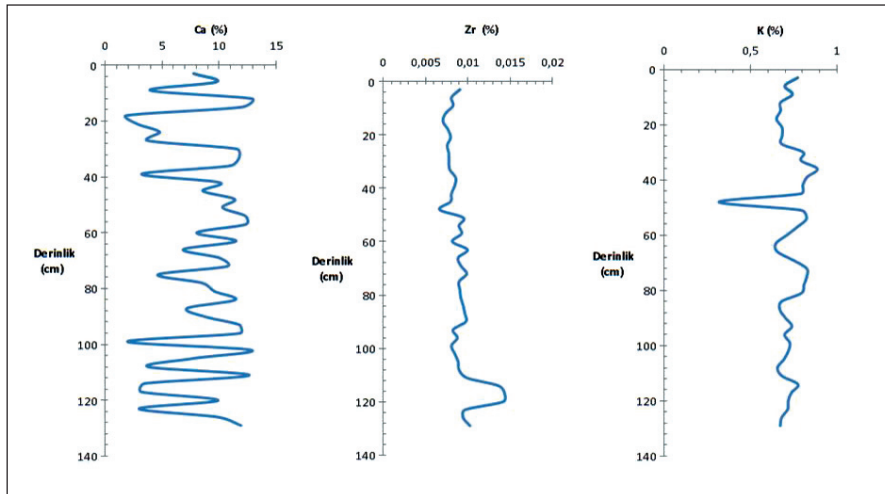


Şekil 13- Çeşitli Polen formları (Foto: Gülüm Abut, 2011).

Jeokimyasal Yorumlar

Element ve bileşiklerin birbirlerine olan oranları vasıtasıyla paleoklim yorumlamalarına gidilir (Şekil 14). Örnek vermek gerekirse yağışlı bölgelerde akarsuların Alüminyumca zengin sodyumca fakir olduğu belirlenmiştir. Potasyum ve kalsiyum miktarları, ılık ve ku-

rak bölgelerde eşit oranda bulunurlar. Kırıntılı malzeme miktarını tahmin etmek için ve kurak ortamda rüzgar süreçlerinin etkisini ortaya koymak için Sr/Ba oranı kullanılır. Ni/Al oranı indirgen koşulların var olduğunun göstergesidir. Yine mangan oranının yükselmesi oksik taban suyu koşullarına işaret eder. P/Al ise biyolojik üretkenlik göstergesidir (Ismael, 2009).

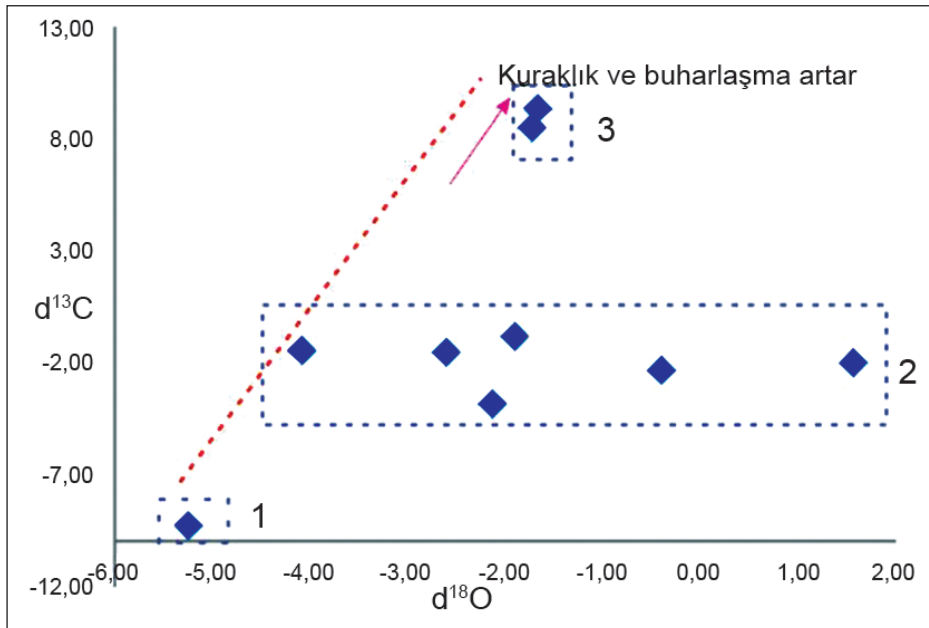


Şekil 14- Bir Göl karotuna ait kimyasal elementlerin yüzde olarak düşey yönde dağılımı (Yiğit vd., 2013).

İzotopik Yorumlar

^{18}O izotopunun bolluk oranından yola çıkarak negatif sapmalar yağışın bolluğundan ziyade soğuk dönemlere karşılık gelir. Sıcak dönemlerde ise ^{18}O pozitif değerlere sahiptir. Yine ^{18}O negatif sapmaları oksidasyon koşullarının sertleşmesi ve kırıntılı getirimindeki artışa işaret eder. Dengeli bir çökelpmenin olduğunu varsayarsak, karbonatlara ait ($^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$) oranı, içerisinde çökdikleri suyun izotopik bileşimini ve sıcaklığını yansıtır. Göllerin izo-

topik bileşimi; çökelpmenin izotopik bileşimine, drenaj havzasının hidrolojisine, yağış/buharlaşıma oranına ve su kütlesinin konaklama süresine (residence time) bağlı olarak değişir (Kelts ve Talbot, 1990). Göl ve deniz suları, yüksek $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$ değerlerine sahiptir ve bu durum düşük P/E (yağış/buharlaşıma) oranlarının göstergesidir. Yağmur suları ve bu suların oluşturduğu yüzey ve yer altı suları düşük $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$ değerine sahiptir (Ocakoğlu vd., 2011).



Şekil 15- Bir göl karotundan elde edilmiş $^{18}\text{O}/^{13}\text{C}$ korelasyonu.

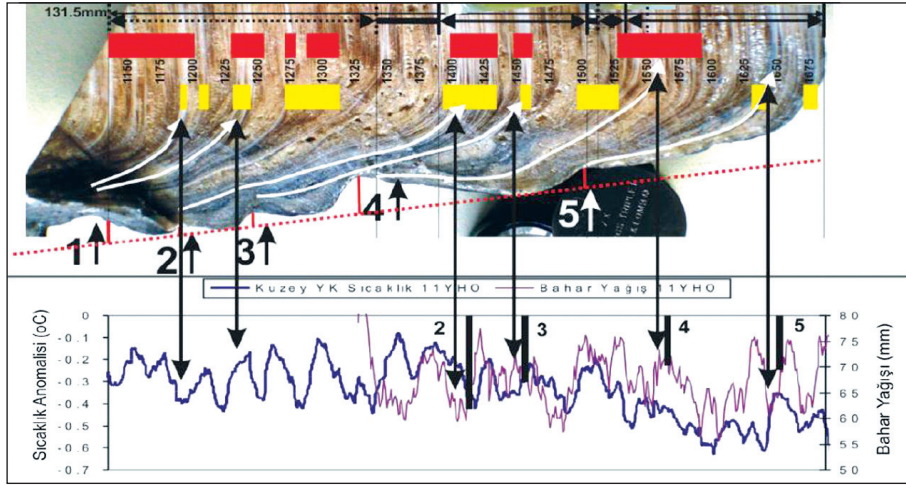
Mağara Çökelleri

^{18}O ve ^{13}C izotop içerikleri ve iz element (Sr,Mg) içeriklerindeki değişimlerden iklim yorumlamasına gidilir. Seçilecek mağara ve bölge önemlidir. Dikitlerden daha sağlıklı veri elde edilir (Şekil 16). Mağara dışı iklim koşullarındaki değişim ve hidrojeolojik koşullar çökelpnin içinde duraksamaya neden olabilir. Mağara çökellerinin içerdiği geçmiş ortam göstergelerinden birisi de bu çökellerdeki karbonat anyonu yapısında bulunan oksijen elementinin ^{18}O izotopik içeriği olup, bu değer çökelpmin gerçekleştiği suyun ^{18}O içeriğine ve çökelpim sıcaklığına bağlıdır. Yaklaşık 10 °C

sıcaklıkta gerçekleşen bir çökelpim sonucunda çökelp ^{18}O içeriği çökelpmin gerçekleştiği suya göre +32‰ oranında zenginleşmektedir (Clarkand Fritz, 1997). Bu durumda, farklı çökelp laminalarının oksijen-18 izotopik içeriği kullanılarak, bunların oluşum dönemine ait ortam/ yer altı suyu sıcaklığı hakkında öngörülerde bulunulabilmektedir (McDermott, 2003). Diğer yandan, $^{87}/^{86}\text{Sr}$ ve $^{24}/^{26}\text{Mg}$ gibi izotop oranları yardımıyla çökeli oluşturan yeraltısuyunda anılan elementlere kaynak oluşturan kayaların türlerinin belirlenmesi de mümkündür (Verheyden vd., 2000; Galy vd., 2002). Herhangi bir laminanın kalınlığı iklimsel olarak anlam içermektedir (Şekil 17).



Şekil 16- Mağara çökellerine örnek olarak sarkıt- diktler ve laminalar (Şenoğlu, 2006).

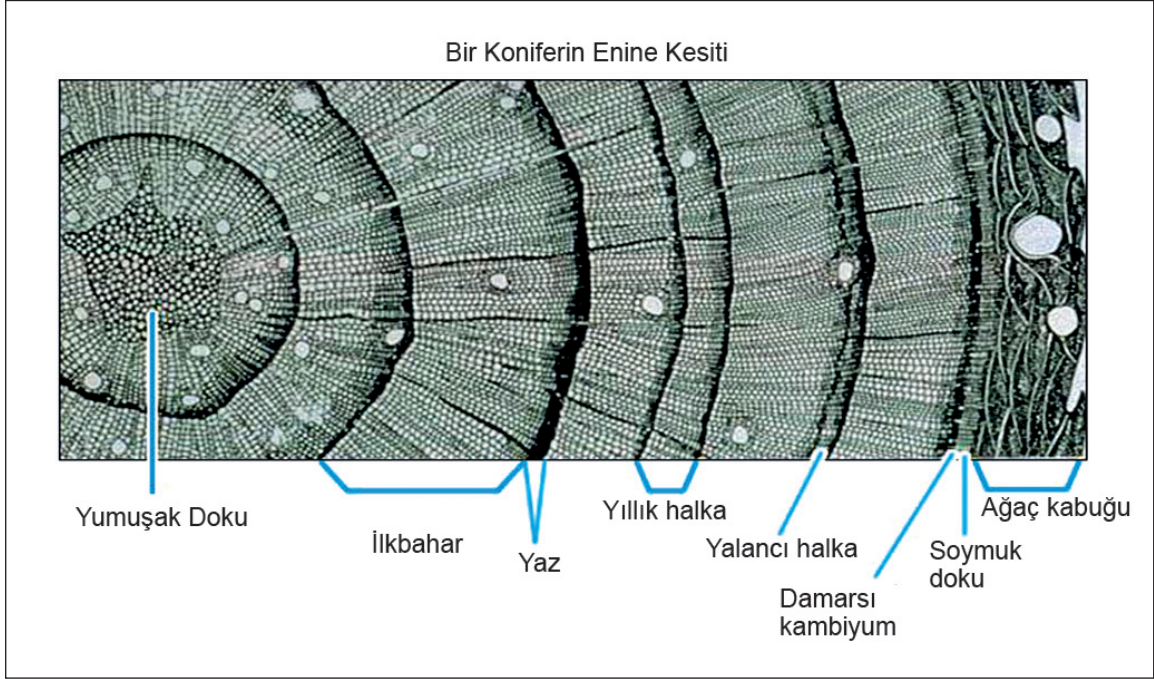


Şekil 17- Bir mağara çökeline lamina kalınlığı ve sıcaklık-bahar yağışı ilişkisi (Şenoğlu, 2006).

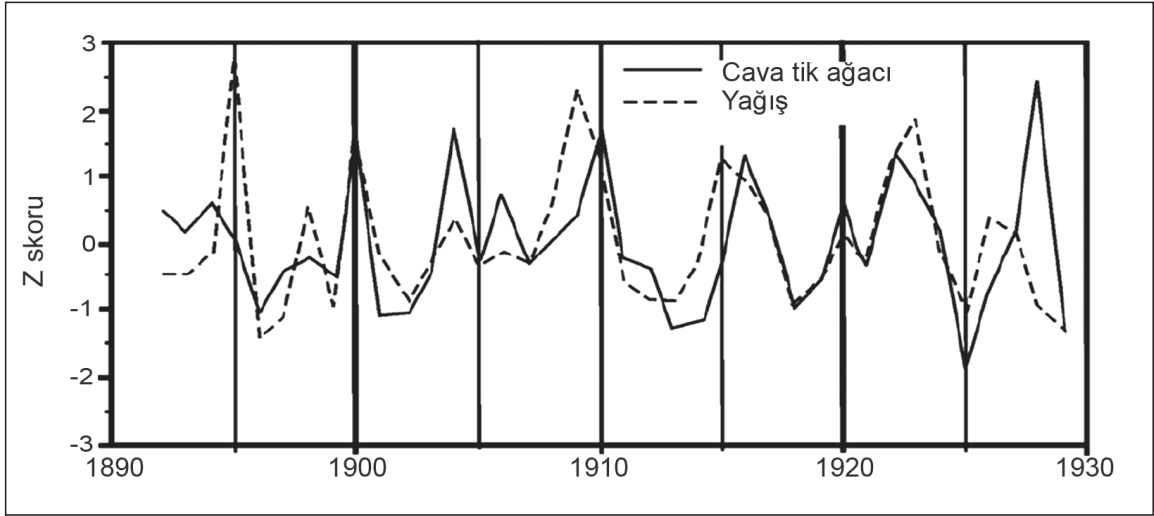
Dendrokronoloji

Güncel iklim özellikleri ile geçmişteki iklim koşullarının dendrokronolojik yöntemlerle araştırılması dendroklimatoloji, aynı özelliklerin haritalanması amacıyla yıllık halka analizlerinin kullanılması da dendroklimatografi olarak tanımlanmaktadır. Ağaçların yıllık halkaları, onları eski iklimlere ait bilgiler için çok değerli kaynak haline getiren özelliklere sahiptir. Ağaçların yıllık halka genişliklerinin, yıl serileri ile devamlılık göstermesi, bu nedenle de kolayca ölçülebilmesi ve bu ölçümlerin iklim verileri ile uyumlandırılabilmesi; halkaların oluştuğu belirli zaman içerisinde tarihlenip, iklim verilerinin zaman içinde kesin olarak ta-

rihlenmelerine imkân sağlaması bu özelliklerin başında gelmektedir (Şekil 18). Yıllık halka verileri, iklimde meydana gelen yıllık değişimlerin rekonstrüksiyonunda kullanılabilir (Şekil 19). Bu rekonstrüksiyonlar iklim verilerini zamanda geriye doğru uzatabilmekte ve iklim serilerinin uzunluğu sayesinde de iklim çeşitliliğine dayanan istatistikler geliştirilebilmektedir. Söz konusu özellikler geçmişte meydana gelmiş olan iklim salınımlarının anlaşılmasına ve gelecekle ilgili öngörülerde bulunmaya yardımcı olmaktadır. Bu veriler gelecekte örneğin uzun süren kuraklıklar gibi, iklimin neden olacağı doğal afetlerin tahmininde de kullanılabilir (Fritts, 2001) (Avcı, 2007).



Şekil 18- Ağaç halkalarının (Konifer) bölümleri (NOAA , 2009).



Şekil 19- Berlage tarafından 1931 yılında oluşturulan Cava tik ağacı yıllık halkaları ve doğu muson yağışları arasındaki ilişkiyi gösteren kronoloji (Jacoby, 1989).

DEĞİNİLEN BELGELER

- Akbulut, A., Ocakoğlu, F., Kır, O., Açıkalın, S., Erayık, C., Dönmez, E.O., Tunođlu, C., Yılmaz, İ.Ö. 2012. Çubuk Gölü (Göynük, Bolu) çökellerinde son 1400 yılın diatom analizi, 65.Türkiye Jeoloji Kurultayı.
- Akman Y. 1993 Biyocođrafya, Palme yayınları, Ankara.
- Altınşaçlı, S. 2001. Antik Eflatunpınar'ın (Beyşehir, Konya, Türkiye) Ostrakod (Crustacea, Ostracoda) Faunası. Çev-Kor Ekoloji Dergisi 14, 54, 13-19, İstanbul.
- Avcı, M. 2007. Dendrokronoloji ve Coğrafyacıların Kuvaterner Çalışmaları Açısından Önemi, Türkiye Kuvaterner Sempozyumu TURQUA-VI.
- Bradley F. Murphy. 2011. Evaluation of the South Pacific Convergence Zone in IPCC AR4 Climate Model Simulations of the Twentieth Century. Journal of Climate 24:6, 1565-1582.
- Gözenç, S. 1993. Orta ve Güney Amerika Ülkeler Coğrafyası, İstanbul Üniversitesi Edebiyat Fakültesi, yayınları No: 3744, İstanbul.
- Gözenç, S. 1995. Afrika Ülkeler Coğrafyası, İstanbul Üniversitesi Edebiyat Fakültesi, yayınları No:3913, İstanbul.
- Gürel, A. Kapadokya Volkanik Provensi (KVP, Orta Anadolu) Neojen Serilerinin Projesi, Kariyer programı, YDABCAG-104Y070 proje, 235, 2009. kil mineralojisi: sediman-paleosollerin kaynağı ve paleoklim değişimi, TÜBİTAK
- Ismael, T. M. 2009. Işıklı Göl (Çivril, Denizli) Tortullarının Sedimentolojik İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Jacoby, G.C. 1989. "Overview of tree ring analysis in tropical regions", IAWA Bülteni 10: 99-108
- Ocakoğlu, F., Tunođlu C., Dönmez E.O., Açıkalın S. 2011. Çubuk Gölünün (Bolu, KB Anadolu) Sedimentolojik, Jeokimyasal ve Paleoekolojik Araçlarla Paleoklimsel İncelemesi, TÜBİTAK Araştırma Projesi, No: 109Y353
- Sürmelihindi, E.G. 2008. Hazar Gölü (Elazığ) Çökellerinde Holosen' deki İklim Kayıtları, Yüksek Lisans Tezi, İ.T.Ü Avrasya Yer Bilimleri Enstitüsü.
- Şenoğlu, G. 2006. Mağara Çökellerinin İz Element İçeriğinden Paleoklim Koşullarının Belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- <http://www.bilim.org/paleoklimatoloji-ve-polenler.html>
- <http://www.ncdc.noaa.gov/>
- http://www.windows2universe.org/earth/climate/cli_sun.html
- http://calSPACE.ucsd.edu/virtualmuseum/climatechange2/06_3.shtml
- <http://skepticalscience.net>