

Ağaç Halkalarından Eskiye Okumak...

Dendrokronoloji

İçinde bulunduğumuz zaman buşağa ait birçok ağaç türünde, gövde yıl halkalarının incelenmesi ve izlenmesi, dendrokronoloji adı verilen yöntemin temelini oluşturur. Sözcük, Yunanca "dendro" (ağaç), "chrono" (zaman) ve "logia" (bilim)'nin biraraya getirilmesiyle oluşmuştur. Dendrokronoloji; farklı ağaçların yıl halkalarını karşılaştırmak yoluyla geçmişe uzanan kronolojilerin kurulmasının yanında, çevre tarihi ve arkeolojiyi ilgilendiren bilgiler sağlanmasını da olanaklı kılar.

Emel Oybak
HÜ Biyoloji Bölümü

KİŞ mevsiminde birçok ağaç türünün girmiş olduğu durgunluk dönemi, ilkbaharla birlikte yerini bir faaliyet dönemine bırakır. Çiçek ve yaprakların gelişmesi, bu dönemde gözlenebilen değişiklikler arasındadır. Ancak bu ağaçların gövdelerinde doğrudan gözlenemeyen birçok faaliyet de gerçekleşir. Örneğin, üretken dokuları yeni iletim boruları oluşturur. Besin ve suyu taşıyan bu boruların çapları geniş ve duvarları incedir. Yaz sonu ve sonbahar başında ise çapları ilkbahardakine göre daha dar ve duvarları daha kalın yeni iletim boruları gövdeye eklenmeye devam eder. Bunun sonucunda birbirini izleyen açık (ilkbahar odunu) ve koyu (son-

bahar odunu) renkli halkalar meydana gelir. İlkbahar ve sonbahar odunu, birlikte bir "yıl halkası"nı oluşturur; yıl halkası sayısı arttıkça ağaç gövdesi genişler. Bugün, yaşamakta olan bir ağacın gövdesinden enine kesit alınırsa, kabuk kısmından içeriye doğru ilk karşılaşılan halka, 1994 yılına aittir. Bunun altında ise 1993 yılının halkası yer alır. Halkaların bu şekilde merkeze doğru sayılmasıyla ağacın yaşı belirlenebilir.

Yıl halkalarının genişliği türden türe farklılık gösterir. Ağacın genetik özellikleri bu konudaki belirleyici faktörlerden biridir. İklim, toprak, ortamdaki su miktarı ve diğer bitkilerle olan rekabet gibi çevresel etmenler de yıl halkalarının genişliği üzerinde etkilidir. İklim koşulları, bunların içinde en önemlisidir. Olumsuz iklim koşullarında yaşamsal faaliyetler yavaşlar,

1893

1891

hatta durabilir. Bunun sonucunda yıl halkaları ya dar olur, ya da hiç gelişmez. Uygun koşullarda ise normal ya da daha geniş yıl halkaları oluşur. Yıl halkalarındaki bu çap değişimlerinin iklimle bağlantılı olarak ele alınması ve yorumlanması ise "dendroklimatoloji"nin kapsamına girer.

Geçmişe Uzanan Kronolojilerin Kurulması

Bu yöntem, belli bir bölgede aynı ya da değişik türden, farklı yaştaki ağaçların yıl halkalarının karşılaştırılması temeline dayanır. Seçilen bölge bir tepenin doruğu ile sınırlı kalabildiği gibi, yeryüzünün belli bir coğrafi bölgesini de kapsayabilir.

Ele alınacak gövde örneklerinde yıl halkalarının belirgin çap değişimleri göstermesi önemlidir. İlkbahar ve yaz aylarında bol yağış alan yerlerde yetişen ağaçlarda yıl halkalarının genişlikleri önemli değişiklikler göstermez. Bu tip yıl halkaları belli özellikleri yansıtmadığından karşılaştırma sırasında zorluklar ortaya çıkar. Dendrokronoloji ile ilgilenenler bu nedenle çok sıcak ve kurak ya da soğuk bölgelerde stres altında bulunan ağaçları tercih ederler. Bu özellikleri gösteren bölgelerde ağaç gövdeleri, çevre etmenlerine verilen yanıtları yansıtan halka serilerini taşırlar.

Kronolojilerin kurulması sırasında öncelikle yaşamını sürdürmekte olan yaşlı ağaçların yıl halkaları ele alınarak daha sonra ölü ağaçların yıl halkalarına geçilir. Uygun örnekler bulunduğunda, giderek daha eskiye doğru yol alınır. Arkeolojik kazılarda ortaya çıkarılan ve eski yapılardan alınan örnekler de bu zincire katılabilir.

Ölü örnekler için genellikle tüm gövdeyi kapsayan enine kesitler alınır. Yaşayan ağaçlar ve tarihî yapılardan ise bir burgu yardımı ile, kabuk kısmından merkeze doğru 0.9 mm genişliğe ulaşabilen kesitler çıkarılır. Örneklerin yüzeyleri temizlenir ve düzleştirilir. Büyütme gücü olan optik aletler kullanılarak yıl halkalarının genişlikleri ölçülür. X ekseninde yılların, Y ekseninde halka çaplarının yer aldığı grafikler her örnek için ayrı ayrı çizilir; bunlar karşılaştırılarak eğrilerin benzerlik ve uyumlulukları

saptanır. Daha sonra farklı örneklerin aynı yıllara karşılık gelen halka çaplarının ortalaması alınarak çizilen yeni bir grafik, o bölge için temel kronolojiyi yansıtan ana grafikdir. Bölgede yaşı bilinmeyen yeni bir örnek bulunduğunda ana grafikte karşılaştırılarak yıl halkalarının hangi yıllara ait olduğu belirlenebilir.

Kurulan kronolojiler bizi yüzyıllar, hatta binlerce yıl öncesine götürebilir. ABD'deki Cornell Üniversitesi'nden P.I. Kuniholm ve ekibinin 1973 yılında başlattıkları dendrokronoloji projesi Türkiye'deki çeşitli orman, arkeolojik sit alanları ve tarihi yapılardan alınan örnekleri kapsamaktadır. Yunanistan ve İtalya gibi diğer Doğu Akdeniz ülkelerini de içine alan bu proje, 20 yıl sonunda Ege Bölgesi için, günümüzden yaklaşık 9.500 yıl öncesine uzanan bir kronolojinin kurulmasını sağlamıştır. Almanya'daki Hohenheim Dendrokronoloji

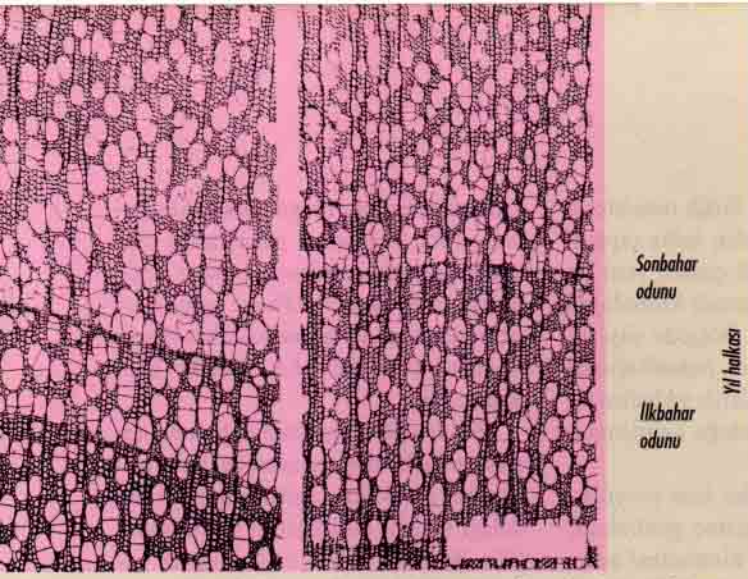
Laboratuvarı'nda 25 yıl süren çalışmalarla, Orta Avrupa'nın güneyinden toplanan meşe türleri (*Quercus robur* ve *Q. petraea*) ve sarıçam (*Pinus sylvestris*) odun örneklerine dayanarak hazırlanan kronoloji ise 11.400 yıllık bir süreci kapsamaktadır.

Kronolojilerin güvenilirliği, belli koşulların sağlanmış olmasına bağlıdır. Kuru ağaç gövdeleri çeşitli etmenlerden dolayı normal özelliklerini yitirmiş olabilir. Bunlarda kabuk ve kabuğa en yakın olan halka bulunmayabilir. Bu yüzden en dış halkası korunan örneklerin seçilmesi önemlidir.

Çeşitli çevre etmenlerine bağlı olarak (olumsuz iklim koşulları ya da böceklerin yol açtığı hastalıklar gibi) gövdede yeni halkalar oluşmayabilir. Bir diğer durumda ise yeni elemanlar gövdenin sadece bir bölümünde oluşur. Bunlara "yarım halkalar" denir. Kesit, gövdenin belli bir bölümünden alındıysa ya

ABD'de 1980 yılının Mayıs ayında yeniden faaliyete geçen St. Helens Dağı ve geride bıraktıkları





Kavak gövdesinde ilkbahar odunu ve sonbahar odunu. İletim boruları enine kesitte yukarıdan bakıldığında oval, yuvarlak ya da elips şeklinde açıklar olarak görülüyor.

da bütün olmayan kuru örnekle çalışılıyorsa yarım halkalar gözden kaçabilir. Bir gelişme döneminde birden fazla halka da oluşabilir. Bunlara "hatalı (yalancı) halka" denir. Ağaç gövdesindeki eksik ya da hatalı halkaların varlığı, aynı bölgedeki diğer ağaç gövdeleri ile yapılan karşılaştırmalar sonucunda anlaşılabilir. Eksiklik ya da hatalar daha sonra kopyalama (replikasyon) işlemi ile giderilir. Bunun ardından belli bir bölge için temel kronoloji kurulabilir. Ağaç yıl halkalarından elde edilen verilerle kurulan

malzemelerin ne zaman şekillendirildiği gibi geçmiş ile ilgili daha pek çok sorunun yanıtında bu ipuçlarından yararlanılmaktadır.

Halkalardaki Yanardağ Patlamaları!

Yanardağ patlamaları sonucunda açığa çıkan asidik sülfat aerosoller, stratosfer tabakasına ulaşarak iklim koşullarının değişmesine yol açar. Sıcaklığın

kronolojiler çevre tarihçileri, sanat tarihçileri ve arkeologlara önemli ipuçları verir. Bir yanardağın ne zaman aktifleştirdiği, bir nehrin ne zaman yatağını genişlettiği ya da değiştirdiği, belli bir bölgede ağaçların neden azaldığı ya da öldüğü, eski bir uygarlığa ait ağaç

düşmesi sonucunda ağaçlar ya halka geliştiremez ya da çok dar halkalar oluşur. Colorado Üniversitesi'nden D.K. Yamaguchi, ABD'nin batısında yetişen Çamgiller'den *Pseudotsuga menziesii* türüne ait türlerin gövdelerinde görülen oldukça dar halkaların, MS 1480 yılı ile 1482 yılı başına karşılık geldiğini, bazı ağaçların bu dönemde hiç halka geliştirmediklerini belirleyerek, bu özelliklerin kuzeybatıda yer alan ve volkanik bir dağ olan St. Helens'in faaliyeti ile bağlantılı olabileceğini ileri sürdü.

Okyanüs ötesinden daha yakınıma, Ege'ye uzanırsak, Girit Adası'nın hemen kuzeyinde, geçmişte gerçekleşen büyük bir volkanik patlamayla mitolojideki Atlantis Efsanesi'ne konu olduğu sanılan Santorini'yi bulabiliriz. Santorini Adası, bugün doğal güzellikleri ve arkeolojik kalıntıları ile birçok turistin yanı sıra değişik bilim dallarından araştırmacıları da kendisine çekmektedir. Adada, çeşitli yöntemlerle MÖ 1626-1628 yılları arasında meydana geldiği saptanan patlamanın şiddetini yansıtan, sadece geride kalan derin krater değildir. ABD'nin çeşitli bölgelerinde ve Kuzey İrlanda'da incelenen örneklerde bu yıllara karşılık gelen ağaç yıl halkalarının darlığı ile Grönland'ın doğusundaki buz kütlelerinin yine bu yıllara karşılık gelen tabakalarında asit içeriğinin artmış olması; Santorini'deki patlamanın çok uzak bölgeleri etkilemiş olabileceği şeklinde değerlendiriliyor. Bu değerlendirme kuşkusuz daha çok kanıtın bir araya getirilmesi ile kesinlik kazanabilecek.

Orman Tarihi ve Dendrokronoloji

Bataklık, göl ve nehir sedimentlerinde bulunan organik parçalar, geçmiş canlılara ait çeşitli kısımlardır. Bunlar geçmişte ya o çevrenin elemanı olmuşlardır ya da çeşitli etmenlerle (rüzgar, su, vb.) uzaklardan sürüklenerek

birikmişlerdir. Ağaç kütükleri ise hafif olmadıklarından genellikle bulundukları ortamda kalırlar.

Bir ağacın hangi türe ait olduğu, dışarıdan gözlenebilen özelliklerin-

Dendroklimatoloji

Cemal Özkan
KTÜ Orman Fakültesi

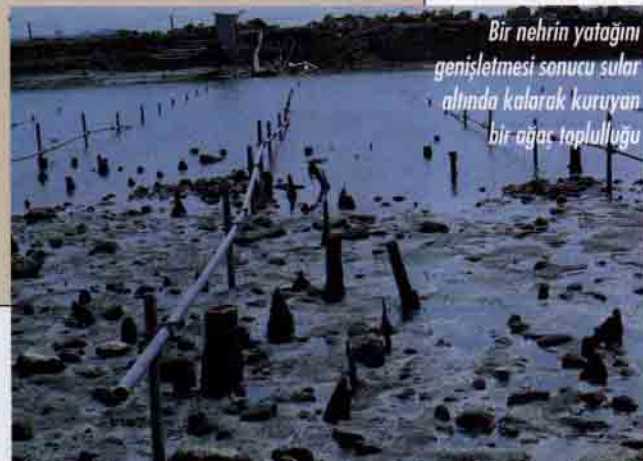
Dendroklimatoloji; ağaçlarda büyüme ve gelişmeyi gösteren yıllık halkalar ile iklimsel değerler arasındaki ilişkiyi inceleyen bir bilim olarak tanımlanmaktadır.

Ülkemizde iklimin çok eski yıllardan beri gelişimini incelemeye olanak tanıyacak uzun bir meteorolojik gözlemler serisi bulunmamaktadır. Türkiye'de sistematik meteorolojik serilerin uzunluğu 70 yıl civarındadır; bu nedenle uzun süreli iklimsel bilgiler, sadece tarihsel kaynaklara başvurularak elde edilebilmektedir. Bunlar iklimsel bilgileri taşıyan biyolojik ve jeolojik verilerdir.

Yetmiş yıllık meteorolojik veriler, ağaç ve ağaç malzemelerden elde edilecek yüzlerce yıllık verilerle birleştirildiğinde; iklimimizin sıcağı mı yoksa soğuğu doğru mu gittiği, uzun süreli değişmelerin olup olmadığı, rüzgar ve basınç alanlarında ortaya çıkan değişmelerin neler oldukları gibi birçok soruya daha ayrıntılı cevaplar verilebile-

cektir. Burada yaşlı ağaçlar ve dendroklimatoloji için içine girmektedir.

İklimsel verileri çok eski yıllara kadar götürecek yaşlı anıt ağaçların ülkemizde çok fazla bulunmamasına karşın, Artvin-Otingo ormanlarında 630 yıllık, Torul-Örümcek ormanlarında 900 yıllık Doğu Ladini (*Picea orientalis*); Toroslarda Elmalı-Koççukuru mevkiinde 850 yıllık, Mersin-Çokaldere ormanlarında 950-1000 yıllık, Antalya-Çıgılkara bölgesinde 1120 yıllık Toros Sediri (*Cedrus libani*); Elmalı yakınlarında 650-700 yıllık Kokulu Ardıç (*Juniperus foetidissima*); Zonguldak-Yenice ormanlarında 500-550 yıllık Meşe (*Quercus sp.*); Giresun-Bulancak Ambardağ anıt ormanında 300-400 yıllık Doğu Kayını (*Fagus orientalis*) gibi anıt ağaçlar bilinmektedir.





Karadeniz bölgesindeki geleneksel ahşap mimariye bir örnek



den yararlanarak saptanabilir. Belirli bir türü diğerlerinden ayıran bazı özellikler vardır; örneğin, yaprakları ve çiçekleri farklıdır. Eğer sadece gövde, yani ağaç kütüğü söz konusuysa, teşhise yardımcı olacak nitelikler odunda aranır. Odunda bulunan elemanlar farklı türlerde değişik özellik ve düzenlenme biçimleri gösterir. Mikroskopla yapılan incelemeler, kütüklerin hangi ağaç türlerine ait olduklarını ortaya koyabilmektedir.

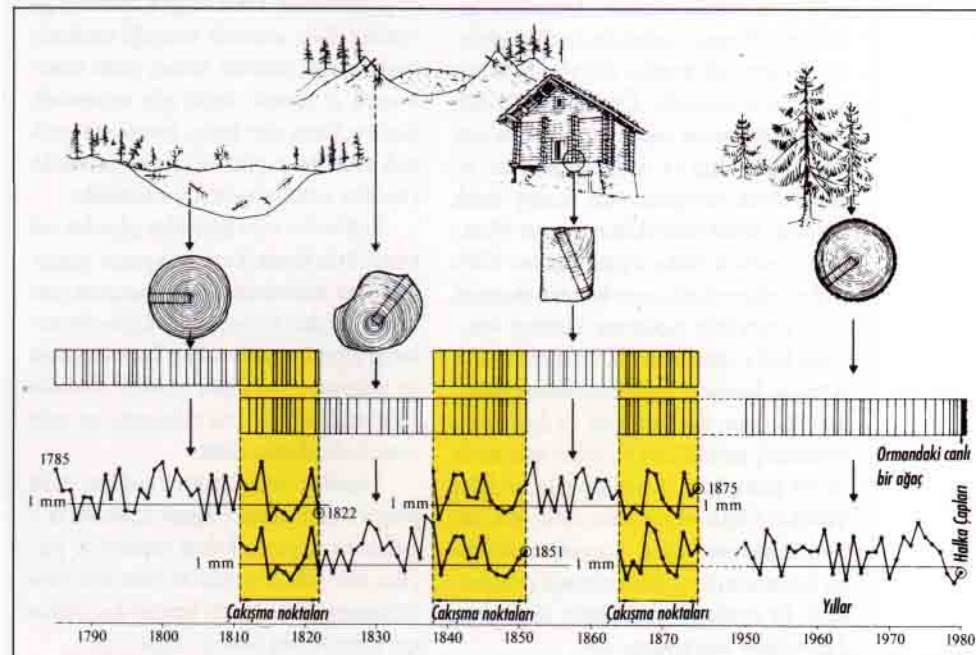
Yüzlerce ya da binlerce yıl önce pek çok ağacı barındıran bir vadi tabanı, oluşan iklim değişiklikleri ile yağışın artması sonucu bataklığa dönüşebilir. Bu değişimden etkilenen ağaçlar, yaşamsal faaliyetlerini sürdüremeyerek ölürler. Eğer bu bataklığın çevresindeki canlı ağaçların, ardından da bataklığa gömülmüş kütüklerin yıl halkalarının incelenmesine dayanan kronolojiler kurulabilirse, bu değişimin ne zaman gerçekleştiği yaklaşık olarak saptanabilir. Kütüklerdeki en dış yıl halkaları ortam koşullarındaki değişimler öncesinde ya da başında, yani değişim ağaç faaliyetini etkileyecek düzeye henüz ulaşmadığı dönemde meydana gelmiştir. Değişim tolere edilemeyecek boyuta ulaştığında yıl halkaları gelişmeyecektir. Böylece ağaçların ölüm tarihi, en dış halkalarının karşılık geldiği yıla yakın bir tarih olacaktır.

Bolu'daki Abant Gölü'ne yolunuz düştüğünde, yaklaşık 50 km. daha yol yapmayı göze alabilirseniz, denizden 1050 m yükseklikteki Sülük Gölü'ne varırsınız. Jeologlar, eskiden sülüklerle dolu olduğu ve hastaların şifa bulmak için geldiği rivayet edilen bu gölün, heyelan ve çökme sonucu oluştuğunu belirtiyorlar. Özellikle yaz sonunda su seviyesinin azalmasıyla, göldeki kuru ağaç gövdeleri ortaya çıkıyor. Bu ağaçların, yaşamlarını neden ve ne

zaman yitirdikleri sorularına getirilecek yanıt; aynı zamanda heyelan ve çökmenin, dolayısıyla gölün oluşum tarihini yaklaşık olarak verebilir. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi'nden B. Aytağ ve A. Kılıç da işte bu sorulara yanıt bulmak için, gölden çıkarılan Uludağ Göknaarı (*Abies bornmülleriana*), Karaçam (*Pinus nigra*) ve Meşeye ait gövdelerin yıl halkalarını, çevrede yaşamını sürdüren yaşlı ağaçların yıl halkalarıyla karşılaştırdılar. Gölden çıkarılan bir Meşe gövdesine dayanarak çizilen spektrumun, göl çevresindeki canlı Meşe örneklerini de içine alarak kurulan ve 1620 yıl öncesine uzanan kronoloji ile karşılaştırılmasıyla, ağaçların ölüm tarihleri belirlenebildi. Buna göre kuru Meşe ağacının son yıl halkası 1703 yılına karşılık geliyordu. Bir zamanlar ormanın içinde yükselen ve soluyan bu ağaçlar, büyük bir olasılıkla yaklaşık olarak 1703-1704 yıllarında, "doğanın bir cilvesiyle" oluşan çöküntünün içinde kalarak sulara gömülmüş ve yaşamlarını yitirmişlerdi. Arkeolojik kazılarda ortaya çıkarılan kalıntılar

ve tarih sahnesinde kendini gösteren uygarlıklardan geriye kalan eserlerde, ağaçtan yapılmış materyallere de rastlıyoruz. Yapıtların, ait oldukları uygarlıkların hangi dönemine karşılık geldikleri, yapıldıkları tarihler, onarılmışlarsa bu işlemin ne zaman gerçekleştirildiği gibi soruların yanıtları yine dendrokronolojiyi gündeme getiriyor. Bu durumda uygun kalıntı örnekleri ve eserlerin yıl halkaları incelenerek sonuçlar, daha önce kurulmuş (canlı ve kuru örneklerin karşılaştırılmasıyla) temel kronolojiye ait verilerle karşılaştırılıyor. Daha sonra uyumluluğun olduğu noktalara karşılık gelen zaman aralıkları belirleniyor.

Anadolu'da tarih öncesi ve tarihî dönemlere ait çok sayıda yapıt bu şekilde ele alınmıştır. İncelenen ağaç malzemelerin alındığı kaynaklar arasında tümülüs mobilyaları, kaleler, kiliseler, gemi kalıntıları ve camiler sayılabilir. Bunlardan Dardanos Tümülüsü'ndeki ağaç malzemelerin MÖ 4. yüzyıldan 1. yüzyıla kadar oldukça fazla kullanıldığı saptanmıştır. İstanbul'daki Hagia





Ahşap üzerine yapılmış ve tarihsiz bir resim, dendrokronoloji yöntemiyle 1109 yılına tarihlendirilmiştir.

Eirene (Aya İrini) kilisesi'nin kubbealtı kirişlerinin tümünde kullanılan ağaç malzemenin Meşe olduğu bulunmuştur. Ağaçların ne zaman kesildiği bilinmemekle beraber, kesim tarihi ile kirişlerin yapım tarihi arasındaki sürenin kısa olduğu belirlenmiştir. Malzemedeki yıl halkaları ile kurulan kronoloji, MS 593 yılından 440 yılına kadar olan süreyi kapsamaktadır.

Radyokarbon ve Dendrokronoloji

Eskinin tarihlenmesinde en sık başvurulan yöntemlerden biri radyokarbon (C-14) tarihlenmesidir. Bu yöntemin dayandığı varsayım geçmişten günümüze atmosfer ve canlılardaki C-14 derişiminin değişmeden kalmış olduğudur. Ancak dendrokronolojinin de dahil olduğu

çeşitli yöntemlerle, zaman içinde C-14 derişiminin değiştiği gösterilmiştir. Dendrokronoloji gerçek yaşları verir ve kesin bir kronometrik çizgi oluşturur. Dendrokronolojik olarak tarihlenen ağaçlar, radyokarbon yöntemi ile de tarihlenirse her iki yöntemin ortaya çıkardığı yaşlar karşılaştırılabilir. Radyokarbon yaşlarının gerçek yaşlardan gösterdiği sapmalar, C-14 derişiminde zaman içinde oluşan değişimleri yansıtır. Bu konuda Cumhuriyet Üniversitesi'nden R. Güler'in Eskişehir - Mihalıççık - Çatacık Ormanı ve Antalya - Elmalı - Çıglıkara Ormanı'ndan aldığı ağaç örneklerine dayalı çalışması dikkate değer. Güler'in araştırması, MS 1300-1970 yıllarını kapsayan zaman diliminde 1525, 1700 ve 1950 yıllarında Batı Anadolu'da C-14 derişiminin değiştiğini göstermiştir.

Geçmiş ile günümüz arasında bağ kuran dendrokronoloji, diğer bilim dallarına da yeni boyutlar kazandırmaktadır. Dendrokronolojiden yararlanan arkeoloji, sanat tarihi ve çevre tarihi; bu şekilde, ele aldıkları konulara çok yönlü bir yaklaşımda bulunabilmektedirler.

Analiz İçin Örnek Nasıl Alınır?

Peter Ian Kuniholm
Cornell University, Ithaca, NY

Genellikle Meşe, Çam, Ladin, Gürgen, Ardıç veya Sedir örneklerinin 50 veya daha fazla yıllık halkası olanları, kronolojisi belirlenmiş döneme rastlarsa, tarihlenebilirler. Mükemmel örnekler 100 veya fazla halkası olan örneklerdir. Örneğin büyüklüğü değil, halka sayısı önemlidir. Anadolu'nun Orta Tunç Çağı'na rastlayan Kültepe ve Acemhöyük yerleşimlerinde yanmış olarak bulunan temel tomrukların çevresi 40cm., dir ve bunların halka sayısı 250'den 430'a kadar değişmektedir; aynı kazıdan ele geçen diğer örneklerin çaplarının yalnızca 4cm., yıllık halka sayılarının 150 tane olmasına rağmen, bunların tarihlendirilmesi mümkün olmuştur. Kazı sırasında iyi durumdaki yanmamış tomrukların çevreleri ipe sarılır ve bir kesit alınır. Kesiti çevreleyen ipler yapışkan bantla birkez daha sarılır. Bu, kesitin dağılmasını önler. Tomruklar arkeolojik buluntularda yapıldığı gibi açıkça etiketlenir. *Bu arada her düşen halka ile bir yılın kaybedildiği unutulmamalıdır.*

Karbonize veya yarı karbonize örnekler için, ip sarılması en iyi koruma yöntemidir, ayrıca yanık odunların avantajı çürümemeleleridir. Her odun kömürü parçası ipe koruyucu bir ambalaj içinde bulundurulmalıdır. Aksi takdirde, örnek halka kaybedilebilir veya parçalanabilir. Örnek, naylon torbaya konulmalı ve açıkça etiketlenmelidir. Parçanın daha iyi korunabilmesi için pamukla çevrelenmesi gerekir. Bu işlem, *laboratuvara gönderilecek örnekler için özellikle gereklidir*. Kazı sırasında tomruğa rastlandığında, ortaya çıkan kısmın etrafı temizlenmeli ve tomruk derhal ipe sarılmalıdır. Sarılmış kısım elle kırılıp tomruktan ayrılmalı ve derhal naylon torbaya konulmalıdır. Örnekler ayrıca güneşten korunmalıdır.

Sualtıdan veya çamurdan çıkarılan çok nemli örneklerin kurutulmaması şarttır. Böyle bir tomruktan kesilen parçanın yine derhal naylon torbaya konulması ve torbanın ağzının bantla sıkıca kapatılıp hava ile irtibatının kesilmesi gerekir. Torbalar sabit mükrekkeple etiketlenmeli ve serin yerde bulundurulmalıdır.

Yerinden oynatılmaması gereken odun parçalarından, artım burgusu kullanılarak 9 milimetre çapında kalem biçiminde parçalar alınabilir. Bu şekilde odunlara zarar verilmemiş olur. Ancak kesitler her zaman için kalemlerden daha iyi ölçüm verir.

- Kaynaklar**
Aytuğ, B. Palinoloji, Ksiloloji, Dendroklimatoloji, Dendrokronoloji Bilimlerinin Arkeolojide Uygulamaları. TÜBİTAK Arkeometri Ünitesi Bilimsel Toplantı Bildirileri III (24-27 Mayıs 1982) 1983.
Aytuğ, B., Kılıç, A. Contribution d'une Étude Dendrochronologique à la Constatation de l'Âge du lac Sütlü. Proceedings of the 5th Optima Meeting, İÜ Fen Fak. 1993.
Baillie, M.G., Munro, M.A.R. Irish tree rings, Santorini and volcanic dust veils. *Nature*, 332, 1988.
Becker, B., Kromer, B. The continental tree-ring record - absolute chronology, 14C calibration and climatic change at 11 ka. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 103, 1993.
Güler, R. Batı Anadolu'nun Biyosferindeki C-14 Derişiminin son 650 yıldaki Değişimi ve Bunun Radyokarbon Tarihlenmesi Üzerindeki Etkisi. HÜ Doktora Tezi, 1980.
Kuniholm, P.I. Long tree-ring chronologies for the Eastern Mediterranean, 29th International Symposium on Archaeometry, 9-14 May, Ankara, 1994.
Lamarque, V.C. Jr., Hirschboeck, K.K. Frost rings in trees as records of major volcanic eruptions. *Nature*, 307, 1994.
Lowe J.J., Walker, M.J.C. Reconstructing Quaternary Environments. Essex, 1987.
Munaut, A.V. Dendrochronology applied to mire environments. In B.E. Berglund (ed.) *Handbook of Holocene Palaeoecology and Palaeohydrology*, 1986.
Schweingruber, F.H. Anatomy of European woods, Almanya, 1990.
Schweingruber, F.H., Schoch, W.H. Holz, Jahrringe und Weltgeschehen, Isvicre 1991.
Scuderi, L.A. Tree-ring evidence for climatically effective volcanic eruptions. *Quaternary Research*, 34, 1990.
Yamaguchi, D.K. Tree-ring evidence for a two-year interval between recent prehistoric explosive eruptions of Mount St. Helens. *Geology*, 13, 1985.
Yamaguchi, D.K., Filion, L., Savage, M. Relationship of temperature and light ring formation at subarctic treeline and implications for climate reconstruction. *Quaternary Research*, 39 1993.

Ege Dendrokronoloji Projesi

Geçmişte olanlar, bir zaman dizini içinde yerlerini almazlarsa çok da iyi anlaşılabilirler. Arkeolojinin en önemli sorunlarından birini de kronoloji oluşturmaktadır. Kral Listelerinin yanı sıra ve klasik dönemdeki bazı örnekler dışında benzeşimler üzerine kurulmuş seramik kronolojileri yardımı ile uzun, orta ve kısa olmak üzere üç farklı kronoloji oluşturulmuştur. Bunların içerisinde orta kronoloji daha çok kabul görmüştür. Ayrıca üç tane radyokarbon (düzeltilmemiş 5568 yıl yarılanma sürelili - düzeltilmemiş 5570 yıl yarılanma sürelili ve düzeltilmiş olan) kronolojisi vardır.

Ege Dendrokronoloji Projesi, kronoloji sorununa kısmen de olsa bir çözüm getirmek için 1973 yılında Cornell Üniversitesi'nden P.I. Kuniholm tarafından başlatıldı. Hâla devam eden bu proje aynı zamanda bölgede karşılaştırılmalı tarihlendirilmenin yapılabilmesi için coğrafi sınırları saptamak; bölgesel kronoloji oluşturmak ve geliştirmek; tek tek yapıları ve yerleşimleri tarihllemek; Ege ve komşu bölgelerde dendrokronolojik yöntemin doğruluğunu sınamak; kronolojik problemlerin çözümü için karşılaştırmalı tarihlendirme malzemesi sınırları içerisinde yeni sonuçları değerlendirmek gibi amaçlarla ortaya çıkmıştır.

Çalışma alanı doğudan batıya, Türkiye'nin doğu sınırı Kars'tan İtalya'da Calabria'ya kadar 2270 km; kuzeyden güneye Avusturya'nın Tyrol kentinden, Kıbrıs'ın Karlıdağları'na (Troodos Dağları) kadar 1280 km'lik bir alanı kapsar. Meşe, Şimşir, Lübnan Sediri, Çam ve Ardıç gibi özellikle 50 veya daha fazla yıllık halkası olan yanmış ve yanmamış örneklerden alınan veriler sayesinde günümüzden MÖ 7200'lere kadar giden bir kronolojinin yaklaşık üçte ikilik bölümü oluşturulmuştur.

Bu kronoloji içerisinde, MÖ 2259 ± 37 den başlayıp MÖ 757 ± 37 yılları arasını kapsayan 1503 yıllık Demir ve Tunç Çağı kronolojisi, özellikle seçilmiş 18 halka grubu üzerinde yapılan radyo-karbon testi sonucu ± 37'lik bir hata payı ile belirlenmiştir. Bu kronolojinin ikinci ve diğer bir bölümü 135 Orta Çağ yapısından alınan örnekler yardımı ile kesin olarak MS 864 ile 1992 yılları arasındaki 1128 yılı kapsamaktadır.

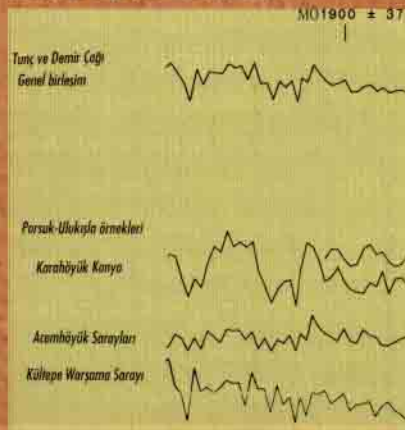
Değerlendirme sırasında; yapılardan alınan odun örnekleri kabuklu ise -genel sapma hariç- daha kesin bir tarih vermek mümkün iken, kabuksuz örneklerde en az bir halkanın kayıp olduğu bilindiği için daha az kesinlikte tarih verilebilmektedir. Fakat bu durum kabuksuz örnekleri daha değersiz kılmaz.

Bu kronolojiyi oluşturan veriler:

MÖ 1849 ± 37: Kültepe-Kaniş'te ki Warsama sarayında ana yapıım evresine ait yirmi tane-den fazla örnek bulunmuştur. Kabuğun korunmuş bu örneklerden biri 17 yıl, diğeri 61 yıl sonrasında yapının onarımı için kesilmiş olmalıdır. Bu veriler bize yapının, yıkılmadan önce 61 yıl kullanıldığını göstermektedir.

MÖ 1791 ± 37: Acemhöyük, Sarıkaya ve Haupler tepesi yapılarında otuzdan fazla odundan örnek alınmıştır. Bulunan örnekler kabukludur. Bu güne dek daha önceki yapılarda MÖ 10. yüzyıla ait Samsı-adad dönemi ve Yakın Batı ile ilgili bazı bullalar bulunmuştur, fakat yeni veriler yardımıyla Asur Kral listeleri ile de bağlantı kurulabilmektedir.

MÖ 1785 ± 37: Konya-Karahöyük'teki örnek kabuksuzdur, yapının inşası belirlenen tarihten bir kaç yıl sonra olmalıdır.



MÖ 1621 ± 37: Porsuk-Ulukışla/Niğde, odunlar batı şehir duvarları içerisinde bulunmuştur. Kabuk korunmuştur.

MÖ 1619 ± 37: Mikenai 5 no'lu Kuyu Mezarı'nda bulunan ağaç kase (Atina Ulusal Müzesi Env. 890, Kara 891) oyulmuş bir nesne olduğu için bütününe kaç halkalı olduğu bilinmiyor.

MÖ 1590 ± 37: Porsuk-Ulukışla/Niğde batı şehir duvarları içerisinde bulunmuştur. Kabuk korunmuştur.

MÖ 1392 ± 37: Maşat Höyük'te bulunan örnek, kabuk korunmamıştır.

MÖ 757 ± 37: Gordion Midas Tümülüğü'nden alınan örneklerin büyük çoğunluğu kabukludur.

Görüldüğü gibi dendrokronoloji artık diğerlerinden bağımsız, kendi başına bir kronoloji olma yolundadır.

Kronoloji çalışmaları sırasında kesitler incelenirken ağacın büyümeye başladığı dönem ile kesilmesine kadar geçen süre içerisindeki iklim

koşulları hakkında da dolaylı bir bilgiye sahip olabilmekteyiz. Grafikte her köşe bir yılı temsil ederken, yukarıdaki noktalar büyüme yüzdesinin fazla, aşağıdaki noktalar ise azlığını göstermektedir. Her örnek için hazırlanan bu grafikler birer imza gibi birbirlerinden farklı iken aynı zamanda birbirlerine çok yakın iklim kuşaklarında olmaları nedeni ile benzerlikler gösterirler. Doğal yaşantı için belirleyici olan iklimin, özellikle tarıma dayalı toplumlardaki etkisi daha çarpıcı bir şekilde kendini göstermektedir. Böylesine bir durum için örnek olabilecek bir olay 1874 yılında Ankara'nın Keskin ilçesinde yaşanmıştır ve kuraklık nedeni ile tüm yaşam felce uğramıştır. Sığırların %81'i, koyunların %97'si ölmüştür. 52 000'lik nüfusun, 7000'i bölge dışına taşınmış ve 20 000 kişi ölmüştür. Seyyah C. Naumann, Kastamonu, Ankara ve Kayseri illerinde 150 000 kişinin ve 100 000 baş hayvanın öldüğünü belirtiyor. Bu olayların yaşandığı 11 bölgeden alınan örneklerde ağaç halkalarının büyüme grafikleri 1873-1874 yılları için alışılmadık bir durum göz-

termektedir, ayrıca bunu izleyen dört yılda bu durum devam etmiştir.

Şehir	1873 büyüme indeksi (%)	1874 büyüme indeksi (%)
Mühürçük	25.2	20.8
Çelikköy	23.0	54.2
Çanakkale	46.7	87.8
Hamidiyeköy	54.6	85.7
Yozgat	60.1	67.7
Öncek	66.3	73.9
Gündül	74.4	69.6
Kemikçiköy	70.9	70.0
Beğlüm	59.4	94.1
Yatağan	69.1	95.1
Çaralık	84.6	87.1

Bu, Türkiye'de ağaçların halkalarının her zaman dar olduğu anlamına gelmez. Dar halkaların, kıtlık felaketine yol açan böylesine bir zaman dilimi ile çakışmış olması çok da rastlantısal olmasa gerek Ege bölgesi için daha karmaşık paleoklimatolojik anormallikleri açıklamayı başarabileceğimizi ümit ediyoruz.

Macit Tekinalp

Kaynaklar:
Kuniholm, P.I., "A Date List For Bronze Age Anatolia", Nimet Özgüç'e Armağan, Ankara, 1993
Kuniholm, P.I., "Archaeological Evidence, Non-Evidence For Climatic Change", Phil. Trans. R. Soc., Londra, 1990