



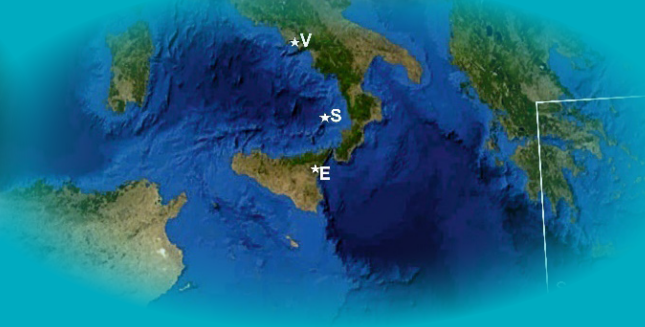
TMMOB  
JEOLOJİ MÜHENDİSLERİ ODASI YAYINIDIR

# Mavi Gezegem

Popüler Yerbilim Dergisi

Yıl 2022 • Sayı 30

ISSN: 1302-4108



- Çarpışan Kayaların (Rumeli Feneri-İstanbul) Üç Öyküsü
- İnsanın Fosil Kalıntılarından Öğrendiklerimiz: Geçmiş Aynada Görmek
- Taşlaşmış/Silileşmiş Ağaç Oluşumu: Türkiye'den ve Dünya'dan Örnekler
- Ege Denizi'nde Bir Denizaltı Volkanı mı Doğuyor?

**TMMOB  
JEOLOJİ MÜHENDİSLERİ ODASI  
Chamber of Geological Engineers of Turkey**

**YÖNETİM KURULU / EXECUTIVE BOARD**

Hüseyin ALAN	Başkan / <i>President</i>
M. Emre KIBRIS	İkinci Başkan / <i>Vice President</i>
Buket YARARBAŞ ECEMİŞ	Yazman / <i>Secretary</i>
Seçkin GÜLBUDAK	Sayman / <i>Treasurer</i>
Işık Şener AYDEMİR	Yayın Üyesi / <i>Member of Publication</i>
Hüseyin AKKUŞ	Mesleki Uygulamalar Üyesi / <i>Member of Professional Activities</i>
Özgür DEĞİRMENCİ	Sosyal İlişkiler Üyesi / <i>Member of Social Affairs</i>

**EDİTÖR**

Prof. Dr. Cüneyt ŞEN  
Karadeniz Teknik Üniversitesi  
Mühendislik Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü  
e-posta: csen@ktu.edu.tr

**YRD. EDİTÖRLER**

Prof. Dr. Raif KANDEMİR  
Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi  
Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi  
Jeoloji Mühendisliği Bölümü  
e-posta: raif.kandemir@erdogan.edu.tr

Dr. Tülay BAK  
Karadeniz Teknik Üniversitesi  
Mühendislik Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü  
e-posta: tulaybak@ktu.edu.tr

**Tasarım/Mizanpaj**

İlhan ULUSOY

**Yazışma Adresi**

TMMOB Jeoloji Mühendisleri Odası  
PK. 464 Yenışehir, 06410 Ankara  
Tel: (0312) 434 36 01  
Faks: (0312) 434 23 88  
E-Posta: jmo@jmo.org.tr  
URL: www.jmo.org.tr

**Yayın Türü**

: Yaygın Süreli Yayın

**Yayının Şekli**

: Yıllık

**Yayın Sahibi**

: TMMOB JMO Adına Hüseyin ALAN

**Sorumlu Yazı İşleri Müdürü**

: Hüseyin ALAN

**Yayının İdari Adresi**

: Hatay 2 Sokak No: 21 Kocatepe / Ankara Tel: 0 312 432 30 85 Faks: 0 312 434 23 88

**Baskı (Printed by)**

: ERS Matbaacılık Kazım Karabekir Cad. Altıntop İşhanı No: 87/7 İskitler / Ankara Tel: 0 312 384 54 88

**Baskı Tarihi**

: Aralık 2022

**Baskı Adedi**

: 500

**Yazarlar / Writers**

M. Namık Yalçın  
Serkan Angı  
Yıldırım Güngör  
Fadime Suata Alpaslan  
Güldemin Darbaş  
Sabah Yılmaz Şahin  
Burcu Çevik Üner  
Ünal Akkemik  
Halil Gürsoy  
Akın Kürçer  
Hilal Domaç Yalçın

**Yazı Değerlendirme /**



# İçindekiler



## **ÇARPIŞAN KAYALARIN (Rumeli Feneri-İstanbul) ÜÇ ÖYKÜSÜ**



## **Taşlaşmış/Silisleşmiş Ağaç Oluşumu: Türkiye'den ve Dünya'dan Örnekler**

5

21



## **İnsanın Fosil Kalıntılarından Öğrendiklerimiz: Geçmiş Aynada Görmek**



## **Ege Denizi'nde Bir Denizaltı Volkanı mı Doğuyor?**

15

31

# SUNUŞ

## Değerli Okurlar,

Yaşamın her alanını yakından ilgilendiren yerbilimleri, yerbilimleri ile yakın ilişkili diğer bilim dallarına ait bilgileri ve bu konudaki teknolojik gelişmeleri okuyucuya sunmayı hedefleyen dergimiz 1999 yılından günümüze misyonuna yakışır bir şekilde yayın hayatına devam etmektedir. Bu sayı ile beraber dergimizi 2012 yılından itibaren başarılı bir şekilde ileriye doğru taşıyan editörümüz Prof. Dr. Halil Gürsoy hocamız görevini bizlere devretti. Hocamıza, uzun yıllar bu görevi başarı ile yürüttüğü için teşekkür ediyoruz. Elinize, emeğinize sağlık Halil Hocam.

Bizlerse yerbilimleri ile ilgili popüler konuların meraklılarına ulaşması için heyecanla başladık çalışmaya. Öncelikle, Jeoloji Mühendisleri Odası Genel Merkez Yönetim Kurulu Başkanı Hüseyin Alan olmak üzere bizi bu göreve uygun bulan odamızın her kademedeki üyelerine şükranlarımızı sunarız. Amacımız Mavi Gezegen Dergisi'nin popülaritesini artırmak ve daha geniş bir okur kitlesine kavuşturmak. Önceliğimiz, Covid-19 pandemisi nedeniyle son iki yılda tek sayı olarak yayımlanan dergimizi 2023 yılından itibaren yılda iki sayıya çıkartmak. Bu konuda eli kalem tutan tüm yerbilimcilerden destek bekliyoruz.

Dergimizin bu sayısı birbirinden ilginç dört makaleden oluşuyor. Ülkemizin ve dünyanın en güzel deniz geçitlerinden biri olan İstanbul Boğazi'nin Karadeniz girişinde Rumeli Feneri'nin hemen açığında yer alan kayalıklar ilk makalenin konusu. Bu kayalığın, jeolojik oluşumu, mitolojisi ve arkeolojisine ait üç hikayesi anlatılıyor. Ülkemizde çok sayıda bulunan jeo-değerlerimizi nasıl tanıtacağımıza ve koruyacağımıza dair güzel bir örnek "**Çarpışan Kayaların (Rumeli Feneri- İstanbul) Üç Hikayesi**".

Antropoloji homininlerin 8 milyon yıllık tarihi geçmişiyle ilintili yaşadığı ortamlara dair tüm fiziksel, kimyasal ve biyolojik koşulları (paleoekolojisi), paleontoloji disiplininin çalışma yöntemleri içinde ele alarak inceleyen bilim dalıdır. İnsana, insanın evrimine odaklanır. "**Geçmişimizi Aynada Görmek**", Oligosen döneminde başlayıp, modern insanla devam eden bir yaşam mücadelesini anlatır. Çok özel bir fosil grubunu temsil eden taşlaşmış ağaçlar, milyonlarca yıllık yaşları, çok farklı doğal renkleri ve ağaç dokusunu içermeleri ile insanlık tarihi boyunca merak uyandırmışlardır. "**Taşlaşmış/Silisleşmiş Ağaç Oluşumu**" yerbilimleri ile botanik bilimlerinin kesiştiği alanda yapılmış örnek bir çalışmadır. Diğer tüm jeo-değerlerimiz gibi ülkemizdeki fosil ağaçların da korunması ve gelecek nesillere kültür mirası olarak aktarılması önemlidir.

Afrika Plakası'nın Ege Anadolu Plakacığı'nın altına doğru yitimi, Girit-Ege Yitim Hendeği'nin kuzeyinde volkanlar oluşturmuştur. Yitimin günümüzde de devam ediyor olması yeni volkanları oluşturma potansiyelinin olduğunu gösterir. "**Ege Denizi'nde Bir Denizaltı Volkanı mı Doğuyor?**", Datça Yarımadası'nın güney batısında kısa bir süre içinde kaydedilen yoğun mikro sismik etkinlik yeni bir volkanın doğuşu olarak algılanabilir mi? Sorusuna yanıt arıyor.

Sunuş yazımızı, dergimize yaklaşık on yıl emek vermiş değerli editörümüz Prof. Dr. Halil Gürsoy'un "Veda Ederken" yazısı ile bitiriyoruz.

**Editörler Kurulu**

## Veda ederken...

Meslek Odalarının başlıca görevlerinden birisi de meslekten kişilerin özlük haklarını korumanın ve kendilerini geliştirmelerine çeşitli yol ve yöntemlerle katkı sağlamanın yanı sıra, meslek dışındaki insanların da meslekle ilgili alan konularındaki merakını gidermeye, onları bilgilendirmeye katkı sağlamaktır.

Üzerinde yaşadığımız Yerküre'nin varlığından haberdar olmanın yollarından birisi de Yerbilimleri, Atmosfer, Çevre ve benzeri konularda popüler bilim diliyle yazılmış ve herkesin anlayacağı yazıların yayınlanması ve okur sayısının artırılmasından geçmektedir. Bu amaçla herkesin anlayabileceği popüler bilim diliyle yazılmış merak uyandıran yazılar içeren ilk yayına Türkiye Jeoloji Kurumu bünyesinde 1976'da yayımlanan "Yeryuvarı ve İnsan" dergisiyle başlanmıştır. Bunun devamı niteliğindeki TMMOB Jeoloji Mühendisleri Odası'nın 1999'da "Mavi Gezegen" adıyla daha geniş okur kitlelerine ulaştırmayı amaçlayan bu dergilerin tüm sayılarına bugün hem sanal ortamda erişilebilmekte hem de basılı yayınlarını sürdürmektedir.

2012'den bu yana 10 yıl boyunca Mavi Gezegen Dergisi'nin editörlüğü göreviyle beni onurlandıran Jeoloji Mühendisleri Odası Yönetim Kurullarına teşekkür eder, bu görevin bir bayrak yarışı olduğu düşüncesiyle yeni görev alan ekibe de her türlü yardım ve desteği vereceğimi belirterek başarılar dilerim.

**Prof. Dr. Halil Gürsoy**



# ÇARPIŞAN KAYALARIN (Rumeli Feneri-İstanbul) ÜÇ ÖYKÜSÜ

İason önderliğindeki elli kahraman, Salmydessos Kralı Phineus'un; "Burada rüzgârlar o kadar kuvvetli eser ki, boğazın iki tarafındaki kayalar rüzgârın şiddetine dayanamaz ve birbirlerine doğru hareket ederek çarpışırlar. Bu dar ve tehlikeli boğazı geminizle ezilmeden geçebilmeniz için; buraya yaklaştığınız zaman eğer rüzgâr çıkarsa, Çarpışan Kayaların bulunduğu yöne doğru bir güvercin uçurun. Eğer güvercin kayaların arasından ezilmeden geçerse, siz de geçebilirsiniz; hayır geçemez ve kayalar tarafından ezilirse, derhal geri dönün" uyarısını dikkate almışlar ve bu sayede, Çarpışan Kayaların arasından geçerek yolculuklarına devam edebilmişlerdir. Böylece "Argonoutlar ve Altın Post" efsanesi de başlamış olur.

**M. Namık Yalçın**

İstanbul Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği  
Bölümü Emekli Öğretim Üyesi

**Serkan Angı**

İstanbul Teknik Üniversitesi Maden Fakültesi  
Jeoloji Mühendisliği Bölümü

**Yıldırım Güngör**

İstanbul Üniversitesi Cerrahpaşa, Mühendislik  
Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü

İstanbul Boğazı'nın Karadeniz girişinde Rumeli Feneri, Boğaza giriş yapan gemilere ve köye gelen ziyaretçilere üzerinde bulunduğu tepelikten "hoş geldiniz" der. Gemiler Karadeniz'den Marmara'ya geçerken feneri görünce açıktan dönerler ki başlarına bir kaza gelmesin. İstanbul'un Avrupa yakasındaki bu fener ve adını verdiği küçük balıkçı köyünün hemen açığında ise bir grup kayalık, neredeyse hiç kimsenin dikkatini çekmeden, Boğaz'ın dalgalarına karşı koyar ve oluşan beyaz köpükler arasında milyonlarca, binlerce, yüzlerce yıllık öykülere ev sahipliği yaparlar. Milyonlarca yıllık öykü İstanbul'un vol-

kanik geçmişine ışık tutan İstanbul Volkanitleri'nin tipik aglomeraları, binlerce yıllık olanı Argonautlara ait mitolojik öyküdeki Çarpışan Kayalar (Symplegades) ve yüzlerce yıllık olanı da İstanbul'un ilk dikilitaşı olan Pompei Sütunu'nun öyküsüdür.

TMMOB Jeoloji Mühendisleri Odası İstanbul Şubesi'nde 2020 yılında oluşturularak çalışmalarına başlayan Kültürel Jeoloji ve Jeolojik Miras Çalışma Grubu hemen başlattığı bir dizi çalışma (Jeolojik Miras konusunda Çevrimiçi Konferanslar, Jeolojik Miras Eğitim Semineri ve Kitabı, vb.) kapsamında İstanbul'un jeo-değerleri için bilgilendirme panolarının hazırlanmasını da gündemine almıştır. Yerel yönetimlerle yapılacak işbirliğiyle bu panoların ilgili yerlere yerleştirilerek kamuoyunun dikkatine sunulması da öngörülmüştür. Bilgilendirme panolarıyla hem sahip olduğumuz jeo-değerlerinin tanıtılması, hem de kamuoyunda jeoloji, jeo-değer ve jeolojik miras konularında bir farkındalığın yaratılması amaçlanmaktadır. Böylece, bu değerlerin ve jeolojik mirasımızın korunması için bir bilincin oluşturulması çabalarına katkıda bulunulması misyonu da yerine getirilmiş olacaktır.

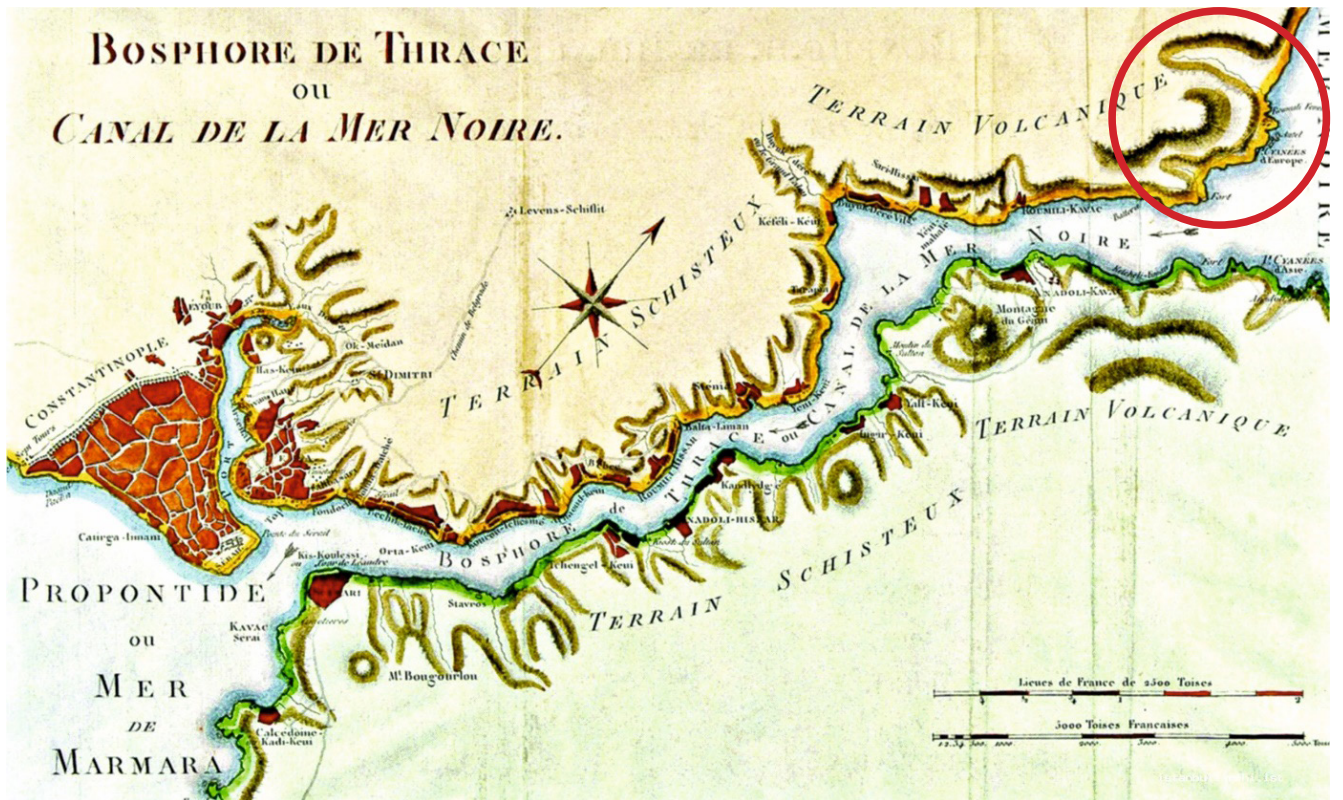
Ülkemizdeki jeo-değerlerimizin çeşitliliği, sayılarının çokluğu ve bunların çeşitli nedenlerle

ne yazık ki geri gelmeyecek şekilde kaybedildiği gözetildiğinde, benzeri bilgilendirme panolarının jeo-değerlerimizin korunmasına katkıda bulunacak hızlı ve kolay hazırlanabilen bir yaklaşım olduğu açıktır. Bu yazı, hazırlanan Çarpışan Kayalar ve Pompei Sütunu'nun kısaca tanıtılması ve panonun yerine yerleştirilmesi sürecinin paylaşılması yoluyla, benzeri çalışmalar yapacak meslektaşlarımıza yardımcı olmak, amacıyla hazırlanmıştır.

## ÖYKÜLER

İstanbul Boğazı'nın Karadeniz'e açılan ağzında, Avrupa ve Asya yakası kıyılarının açıklarında bulunan kaya adacıklar, antik dönemde; "Symplegades (Çarpışan Kayalar)" veya "Kyaneai (Koyu Mavi/Karanlık Kayalar)" olarak adlandırılmaktaydı (Şekil 1). Bu iki yakada bulunan ada kayacıklarından Asya kıyısının açıklarında bulunanların, bazı eski haritalarda ve yazılı eserlerde hiç yer almadığı, sonradan ortadan kalktığı veya hala var oldukları da ileri sürülmektedir (Ayrıntılar için [1]).

Avrupa yakası kaya adacıklarının büyük olanı, "Öreke Taşı", küçük olanı ise "Roke(t) Taşı" olarak adlanmaktadır. Günümüzde kıyıya bir mendirekle bağlanmış olan Öreke Taşı'nın üzerinde



**Şekil 1-** Jeolojik özelliklerinin de gösterildiği İstanbul Boğazı'nın haritası ve Çarpışan Kayalar'ın konumu (kırmızı daire) (Guillaume-Antoine Olivier [2]).



Pompei Sütununun kaide kısmı bulunmaktadır (Şekil 2).



**Şekil 2-** Çarpışan Kayalar Öreke Taşı'nın ve Pompei Sütunu'nun günümüzdeki görünümü.

## JEOLJİK ÖYKÜ

Çarpışan Kayaların da içerisinde yer aldığı volkanik kuşak, Yemişliçay Formasyonu [3] veya Sarıyer Grubu Garipçe Formasyonu [4] olarak adlandırılan bazalt ve andezit bileşimli volkanik breş, aglomera, tüf, lav ve diğer piroklastik kayalardan oluşmaktadır. O dönemde, bu coğrafyada bir volkanik dağ kuşağının var olduğu, dağ kuşağındaki volkanların ürünü olan lavların, lav breşlerinin ve piroklastik kayaların (aglomera, tüf, vb.), Boğazın her iki yakasının kuzey kesimlerinde Karadeniz'e kadar olan bir bölgede geniş alanlar kapladığı bilinmektedir. Çarpışan Kayalar başlıca bu volkanik kayalardan biri olan aglomeralardan oluşur (Şekil 3). Bu volkanitlerin oluşum yaşı da [5] tarafından Geç Kampaniyen (yaklaşık 75 milyon yıl) olarak belirlenmiştir.



**Şekil 3-** Çarpışan Kayaları oluşturan aglomeraların yakın plan görünümü

İstanbul'un kuzeyinde geniş alanlar kaplayan bu volkanik kayaların tipik mostralarının kentin volkanik geçmişinin belgeleri olarak korunması

gerekmektedir. Barındırdığı arkeolojik ve mitolojik değerler de gözetildiğinde, Çarpışan Kayaların bu amaca çok uygun olduğu açıktır.

## MİTOLOJİK ÖYKÜ

Yunan Mitolojisinde; İolkos kralı Aison tahtını üvey kardeşi Pelias'a kaptırır. Aios'u oğlu İason delikanlılık çağına gelince Pelias'ın karşısına çıkıp tahtı geri ister. Pelias da ondan kurtulmak için önce Colchis'e gidip Prijos'un orada bıraktığı Altın Postu getirmesini buyurur. Bunun üzerine İason da, Yunanistan'da ne kadar gözüpek ve atılgan yiğit varsa hepsini toplayarak 50 kişilik bir mürettebat oluşturur. Ardından "Argo" adında çok biçimli ve dalgaların üstünde hızla kayan meşhur gemiyi yaparlar. İason önderliğindeki bu elli kahramanın, İolkos'dan Colchis'e olan yolculuğunu anlatan "Argonautlar ve Altın Post Efsanesi" de böylece başlamış olur [6]. İolkos'dan (Yunanistan) yola çıkan Argonautlar, Colchis'e (Gürcistan) Altın Post'u aramaya giderken, Boğaz'ın Karadeniz çıkışına geldiklerinde Çarpışan Kayalar (Symplegades) nedeniyle duraklamak zorunda kalırlar (Şekil 4).



**Şekil 4-** Argonautlar'ın Altın Post'u aramaya giderken Boğaz'ın Karadeniz çıkışında güvercin uçurarak, Çarpışan Kayalar'ın geçişlerine izin verip vermeyeceğini test etmeleri (Gravür: Howard Davie[7]).

Çünkü Salmydessos Kralı Phineus'un; "Burada rüzgârlar o kadar kuvvetli eser ki, boğazın iki tarafındaki kayalar rüzgârın şiddetine dayanamaz ve birbirlerine doğru hareket ederek çarpışırlar. Bu dar ve tehlikeli boğazı geminizle ezilmeden geçebilmeniz için; buraya yaklaştığınız zaman eğer rüzgâr çıkarsa, Çarpışan Kayaların bulunduğu yöne doğru bir güvercin uçurun. Eğer güvercin kayaların arasından ezilmeden geçerse, siz de geçebilirsiniz; hayır geçemez ve kayalar tarafından ezilirse, derhal geri dönün" uyarısını dikkate almışlar ve bu sayede, Çarpışan Kayaların arasından geçerek yolculuklarına devam edebilmişlerdir.

Rumeli Feneri sahilinde bulunan bu kayalıkların Yunan mitolojisinin en ilginç öykülerinden birinin mekânı olarak korunması ve öyküsünün İstanbullular ile paylaşılması, kültürel mirasımızın korunması ve bunun için bir farkındalık yaratılması çabaları bağlamında özel bir öneme sahiptir.

## ARKEOLOJİK ÖYKÜ

M.S. II. yüzyılda, İstanbul Boğazı üzerine bir eser yazan Dionysios Byzantios'a göre [8] Çarpışan Kayalar'ın üzerinde bulunan "Apollon Sunağı", Romalılar tarafından oluşturulmuştur. Marmara Adası (Prokonnesos) beyaz mermerinden yapılmış ve alt kısmında diyagonal bir çatlağı olan bu sunak, günümüzdeki haliyle; yaklaşık 1.5 m yüksekliğinde, 90 cm çapında ve silindir şeklindedir. Üzerinde defne ağacı şeritleri, boğa başları ve güneş şeklinde kabartmalar bulunmaktadır (Şekil 5). Sunağın üzerinde bulunan ve mermere oyularak yazılmış Latince yazıtta ise; "Claudia klanından Lucius'un oğlu Lucius Annidius Fronto, Caesar Augustus için dikti" yazmaktadır [9].



**Şekil 5-** Çarpışan Kayalar üzerinde bulunan Apollon Sunağı'nın günümüzdeki görünümü

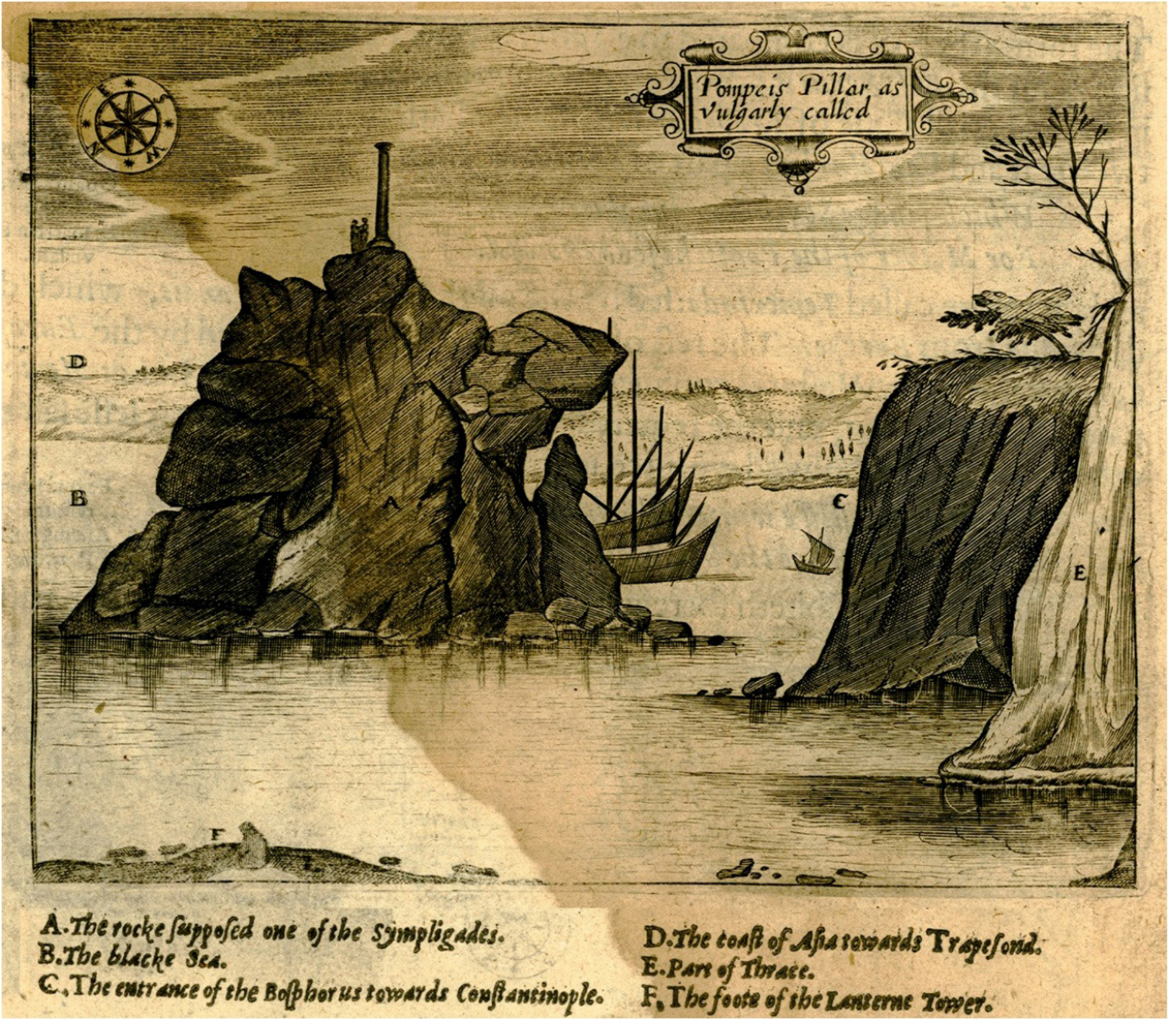
Sunağın buraya dikilme tarihinin, M.Ö. 27 ile M.S. 193 arasında olduğu tahmin edilmektedir. Bu sunak üzerine sonraları, bilinmeyen bir tarihte, muhtemelen denizcileri çarpışan kayalar ve etrafındaki sığılıklar nedeniyle uyarmak için, yaklaşık 3.5 m yüksekliğinde, Korint başlıklı, yekpare Marmara Adası (Prokonnesos) beyaz mermerinden yapılmış bir sütun dikilmiştir. Bu sütun; "Pompei Sütunu" olarak adlandırılmış ve burayı ziyaret eden Batılı seyyahlar tarafından da birçok kez resmedilmiştir (Şekil 6). İstanbul'un en eski "dikilitaşı" olan Pompei sütunu, 1680 yılında çıkan şiddetli bir fırtına sonucunda yıkılarak, kayalıklar üzerinden denize düşmüş ve sonradan da kaybolmuştur [10].

İstanbul'un en eski dikilitaşının Çarpışan Kayalar üzerinde bulunması da, bu kayalıkların hiç şüphesiz kültürel miras olarak korunması gerektiğinin bir diğer kanıtıdır.

## BİLGİLENDİRME PANOLARI

Yer bilimciler olarak; Yeryuvarının 4.6 milyar yıllık yaşam süresinin herhangi bir döneminde meydana gelmiş gerek oluşum, gerekse bulunuş şekli ile ender bir doğal anıt görünümünde olan ve korunmaya alınmazsa kısa sürede yok olacak bölge, kayaç, fosil, mineral ve yer şekilleri gibi oluşumları jeolojik miras olarak adlandırıyoruz. Bu oluşumlar yok edildiğinde Yeryuvarının geçmişiyle ilgili birçok bilgi de yok olmaktadır. Toplumla doğa kültürünü ve koruma bilincini kazandırmak için ise, Jeo-Değer/Jeolojik Miras olarak tanımladığımız bu oluşumlar için bir farkındalığın yaratılması gerekmektedir. İstanbul bu anlamda bir dizi jeolojik oluşuma ev sahipliği yapmaktadır [12, 13, 14, 15].

Bu jeo-değerlerin korunması bağlamında bilgilendirme panolarının önemli bir işlevi yerine getireceği inancından yola çıkılarak, Çarpışan Kayalar için yukarıda özetlenen öyküleri tanıtan bir pano TMMOB Jeoloji Mühendisleri İstanbul Şubesi Kültürel Jeoloji ve Jeolojik Miras Çalışma Grubu tarafından hazırlanmıştır. Panonun grafik tasarımı da bir ölçüde Çalışma Grubu tarafından oluşturulmuşsa da, son aşamada İstanbul-Sarıyer Belediye Başkanlığı uzmanlarından profesyonel yardım alınmıştır. Panoların yerleştirileceği seyir terasının oluşturulması, panoların açık hava koşullarına uygun olarak imalatı ve yerlerine yerleştirilmesi süreçleri yine Sarıyer Belediye Başkanlığı'nca sağlanmıştır (Şekil 7).



**Şekil 6-** Çarpışan Kayalar ve Pompei Sütunu'nun batlı seyyah George Sandys'nin Kitabı'nda (1610) [11] bulunan çizimi (A: Çarpışan Kayalar ve Pompei Sütunu).

Türkçe ve İngilizce olarak hazırlanan panoların (Şekil 8) açılışı 31 Ağustos 2022 tarihinde düzenlenen bir küçük törenle yapılmıştır. Törene Sarıyer Belediye Başkanı Şükrü Genç, Belediye üst düzey yöneticileri, Rumeli Feneri halkı ve JMO İstanbul Şube ile Kültürel Jeoloji ve Jeolojik Miras Çalışma Grubunun üyeleri katılmıştır.

Kültürel Jeoloji ve Jeolojik Miras Çalışma Grubu; daha önce İstanbul Beylikdüzü Belediye Başkanlığı sergi salonlarında İstanbulluların bilgilerine sunulan Silisleşmiş Ağaç Fosili'nin (Dilek Taşı) ardından, İstanbul'un jeolojik miras öğelerinden bir ikincisi için de bilgilendirme panolarının hazırlanması ve toplumun hizmetine sunulmasını başarmış olmanın kıvancıyla, İstanbul'un diğer jeo-değerleri için çalışmalarını sürdürmektedir.

## TEŞEKKÜR

Panoların hazırlanması sürecindeki değerli katkıları için Jeoloji Mühendisleri Odası İstanbul Şubesi Kültürel Jeoloji ve Jeolojik Miras Çalışma Grubu'nun diğer üyelerine, ilgili tüm süreçlerdeki sürekli desteği için İstanbul Şube Yönetim Kurulu Başkanı Sami Teymurtaş'a, panoların grafik tasarımı, imalatı, seyir terasının düzenlenmesi, panoların yerleştirilmesi süreçlerini koordine eden Sarıyer Belediyesi İletişim ve Basın Koordinatörü Önder Kömür'e, konunun ve destek talebinin kendisine iletiildiği ilk andan itibaren tüm imkânlarını sunarak, İstanbul kenti için bir ilk örnek oluşturan bu projenin hayata geçirilmesinin önünü açan Sarıyer Belediye Başkanı Şükrü Genç'e teşekkürlerimizi sunarız.



**Şekil 7-** Çarpışan Kayalar panolarının yerlerine yerleştirilmesi (A), oluşturulan seyir platformu (B), Sarıyer Belediye Bakanı Sayın Şükrü Genç'in katılımıyla 31 Ağustos 2022 tarihinde yapılan açılış (C) ve açılış törenine katılan JMO İstanbul Şube ile Kültürel Jeoloji ve Jeolojik Miras Çalışma Grubu üyeleri (D).

## KAYNAKLAR

- [1] Şengör, A. M. C., 2002, Is the 'Sympligades' Myth the Record of a Tsunami that Entered the Bosphorus? Simple Empirical Roots of Complex Mythological Concepts. *Mauerschau: Festschrift für Manfred Korfmann*, Hrsg. Rüstem Aslan, Stephan Blum, Gabrielle Kastl, Frank Schweizer, Diane Thumm. RemshaldenGrunbach: Greiner, 1-3, 1005-1028.
- [2] Guillaume-Antoine Olivier, 1806, [https://commons.wikimedia.org/wiki/File: Bosphore\\_de\\_Thrace\\_ou\\_Canal\\_de\\_la\\_Mer\\_Noire\\_-\\_Olivier\\_Guillaume\\_Antoine\\_-\\_1801.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Bosphore_de_Thrace_ou_Canal_de_la_Mer_Noire_-_Olivier_Guillaume_Antoine_-_1801.jpg)
- [3] Tüysüz, O., Aksay, A., Yiğitbaş, E., 2004, Batı Karadeniz Litostratigrafi Birimleri. *MTA Stratigrafi Komitesi Litostratigrafi Birimleri Serisi*, 1, 1-92.
- [4] Özgül, N., 2011, İstanbul İl Alanının Jeolojisi. İstanbul Büyükşehir Belediyesi, Planlama ve İmar Daire Başkanlığı, Zemin ve Deprem İnceleme Müdürlüğü, İstanbul, 305 s.
- [5] Erdem, M.E., Özcan, E., Yücel, A.O., Okay, A.I., Erbay, S., Kaygılı, S., Yılmaz, İ., 2021, Late Campanian larger benthic foraminifera from the Zekeriyaköy Formation (İstanbul, NW Turkey): taxonomy, stratigraphy, and paleogeography. *Turkish Journal of Earth Science*, 30, 1, 1-21. <https://doi.org/10.3906/yer-2007-9>.
- [6] Emir, O. 2009, Argonautlar Efsanesi: Bir Mitosun Ardındaki Gerçekler ve Kolkhis. *Uluslararası Karadeniz İncelemeleri Dergisi*, 6, 9-24.
- [7] Howard Davie, <https://en.wikipedia.org/wiki/Symplegades>
- [8] Yavuz, M.F., 2016, Anaploous Bosporu, (yazan



An engraving of the Clashing Rocks of the European Side from Abraham Ortelius, 1710

# ÇARPIŞAN KAYALAR ve POMPEİ SÜTUNU

## Kültürel ve Jeolojik Bir Miras



Clashing Rocks of the European Side



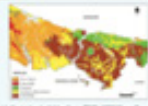
### MİTOLOJİK ÖYKÜ

Mythological story about the Clashing Rocks of the European Side. According to the Greek mythology, when King Aegeus was on his way to the island of Boeotia, he was attacked by the Clashing Rocks. He was saved by the Clashing Rocks and reached the island of Boeotia. The Clashing Rocks were named after the Clashing Rocks of the European Side.



Map of the Clashing Rocks of the European Side. The Clashing Rocks are located in the Black Sea east of the Bosphorus.

### JEOLOJİK ÖYKÜ



Geological story about the Clashing Rocks of the European Side. The Clashing Rocks are composed of igneous rocks. They are located in the Black Sea east of the Bosphorus. The Clashing Rocks are approximately 50 m long and 10 m high.



Photograph of the Clashing Rocks of the European Side. The Clashing Rocks are located in the Black Sea east of the Bosphorus.

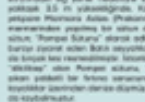
### ARKEOLOJİK ÖYKÜ



Archaeological story about the Clashing Rocks of the European Side. The Clashing Rocks are located in the Black Sea east of the Bosphorus. The Clashing Rocks are approximately 50 m long and 10 m high.



Archaeological story about the Clashing Rocks of the European Side. The Clashing Rocks are located in the Black Sea east of the Bosphorus. The Clashing Rocks are approximately 50 m long and 10 m high.



Photograph of the Clashing Rocks of the European Side. The Clashing Rocks are located in the Black Sea east of the Bosphorus.

Photograph of the Clashing Rocks of the European Side. The Clashing Rocks are located in the Black Sea east of the Bosphorus.

# CLASHING ROCKS (SYMPLEGADES) and THE POMPEII COLUMN

## A Cultural and Geological Heritage



An engraving of the Clashing Rocks of the European Side from Abraham Ortelius, 1710



Today's view of the Clashing Rocks



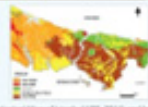
### MYTHOLOGICAL STORY

Mythological story about the Clashing Rocks of the European Side. According to the Greek mythology, when King Aegeus was on his way to the island of Boeotia, he was attacked by the Clashing Rocks. He was saved by the Clashing Rocks and reached the island of Boeotia. The Clashing Rocks were named after the Clashing Rocks of the European Side.



Map of the Clashing Rocks of the European Side. The Clashing Rocks are located in the Black Sea east of the Bosphorus.

### GEOLOGICAL STORY



Geological story about the Clashing Rocks of the European Side. The Clashing Rocks are composed of igneous rocks. They are located in the Black Sea east of the Bosphorus. The Clashing Rocks are approximately 50 m long and 10 m high.



Photograph of the Clashing Rocks of the European Side. The Clashing Rocks are located in the Black Sea east of the Bosphorus.

### ARCHAEOLOGICAL STORY



Archaeological story about the Clashing Rocks of the European Side. The Clashing Rocks are located in the Black Sea east of the Bosphorus. The Clashing Rocks are approximately 50 m long and 10 m high.



Archaeological story about the Clashing Rocks of the European Side. The Clashing Rocks are located in the Black Sea east of the Bosphorus. The Clashing Rocks are approximately 50 m long and 10 m high.



Photograph of the Clashing Rocks of the European Side. The Clashing Rocks are located in the Black Sea east of the Bosphorus.

Photograph of the Clashing Rocks of the European Side. The Clashing Rocks are located in the Black Sea east of the Bosphorus.

Şekil 8- Çarpışan Kayalar ve Pompei Sütunu için Türkçe ve İngilizce olarak hazırlanmış bilgilendirme panoları

Byzantios, D., çeviren M.F. Yavuz). Boğaziçi'nde Bir Gezinti, Yapı Kredi Yayınları, İstanbul, 72-74.

- [9] Yavuz, M.F., 2013, Kyaneai Kayasını Ziyaret Eden Batılı Seyyahlar, Diplomatlar ve Kaya Üzerindeki Sunak & Yazıt. İstanbul Araştırmaları Yıllığı, Ed.: Erkan Bora, İstanbul Araştırmaları Enstitüsü Yayını, İstanbul, 9-23.
- [10] Özkaya, A.S., 2019, İstanbul'un En Eski Dikilitaşı: Hayat Kurtaran Pompei Sütunu. İstanbul'un Simge Taşları, Haz.: Fatih Dalgacı, İBB Kültür A.Ş. Yayını, İstanbul, 69-95.
- [11] George Sandys, 1610, [https://en.wikipedia.org/wiki/George\\_Sandys#cite\\_note-:1-4](https://en.wikipedia.org/wiki/George_Sandys#cite_note-:1-4)
- [12] Ketin, İ., 1970, Türkiye'de Önemli Jeolojik Aflörmanların Korunması. Türkiye Jeoloji Bülteni, 13, 2, 90-93.

[13] Kazancı, N., 2014, Şehircilikte Jeolojik Miras ve İstanbul Büyükşehirin Yokolan Jeo-değerleri. Genişletilmiş Bildiri Özleri Kitabı, İstanbul'un Jeolojisi Sempozyumu 4, 26-27-28 Aralık 2014, İstanbul, 125-129.

[14] Yalçın, M.N., 2017, İstanbul'un kaybolan değerlerine farklı bir örnek: Jeolojik Miras. Mimar.ist, 17, 58, 18-22. ISSN 1302-8219.

[15] Jeoloji Mühendisleri Odası, İstanbul Şubesi Kültürel Jeoloji ve Jeolojik Miras Komisyonu, 2020, İstanbul'un Jeolojik Miras Ögelerinin Tespiti ve Kültürel Jeoloji Yürüyüş Rotası Etkinliği Uygulama Projesi, 25-41. ISBN: 978-605-01-1378-5.



# İnsanın Fosil Kalıntılarından Öğrendiklerimiz: Geçmiş Aynada Görmek

**İnsanı diğer canlılardan ayırt eden fark ya da farklılıklar nelerdir? İnsanlar doğa içindeki konumlarını sorgulamaya ne zaman başladılar? Peki ya bir arada yaşamaya nasıl ve ne zaman karar verdiler? İnsanlık tüm zamanlardan beri var mıydı, yoksa yeryüzünde belli bir zamanda mı ortaya çıktı? Öyleyse bu süreç nasıl ilerledi? Bu ve buna benzer sorular, binlerce yıldır insan zihnini meşgul ediyor. Ancak sadece birkaç yüzyıldır bunlara anlamlı yanıtlar üretilebiliyor. Ana araştırma nesnesi “insan fosili” ve ürettiği her şeyi inceleyen “antropoloji” bilimi, insana, geçmişine ve kültürüne dair her şeyi bildiriyor.**

**Fadime Suata Alpaslan**  
İstanbul Üniversitesi Edebiyat Fakültesi  
Antropoloji Bölümü, İstanbul  
fadime.suataalpaslan@istanbul.edu.tr

**Güldemin Darbaş**  
KSÜ, Mühendislik Mimarlık Fakültesi  
Jeoloji Mühendisliği Bölümü  
guldemin@ksu.edu.tr

Modern insanın geçmişi 300 bin yıl öncesine tarihlendirilir. Ama aslında jeolojik süreçte bugünkü modern insana giden yol günümüzden yaklaşık 30 milyon yıl öncesine karşılık gelen ve jeolojik bir devir olan Oligosen dönemindeki levha ve mağma hareketlerine bağlı olarak gelişen Doğu Afrika Rift Vadisi'nin ortaya çıkmasıyla başlıyor [1]. Sonrasında milyonlarca yıllık bir öykü... Modern insanın ortaya çıktığı 300 bin yıl öncesi ve ondan sonra yaşananlar da destansı nitelikte... Örneğin, Homo sapiens ile eş zamanlı yaşayan ve düne kadar ayrı bir tür olduğu düşünülen Neanderthal'ler ve onların yeryüzündeki kısa yaşam öyküleri ve

sonrasında hala pek çok bilinmeyenli gizemli yok oluşları. İnsanın iki ayak üzerinde yürümeye başlaması, beynin gelişimi ve yine insanı diğer canlılardan ayırt eden önemli özelliklerden birisi "dil" in kullanımınıdır. Bunların yanı sıra alet yapımı, tarım devrimi, yerleşik yaşama geçişi, kentlerin oluşumu, yazının bulunuşu, tarihin yönünü değiştiren devrimlerdir...

İnsanı ve yarattığı kültürü anlama çabasında liste çok kabarıktır. Pek çok bilim bu çabada payına düşen işi gereğince yapıyor. Bilim o kadar ilerledi ki, ortak akıl ve disiplinler arası çalışmalar sayesinde, bugün kimsenin tahmin edemeyeceği bir noktadayız. Tüm bunların merkezinde insanın keskin zekâsı, olayları anlayabilme ve kontrol edebilme yeteneği yatıyor. Peki ya Yeryüzündeki her şeyi, her olayı araştırma nesnesi haline getiren insan ve yarattığı diğer her şey, araştırma nesnesi olursa ne olur?: Cevap: "Antropoloji" olarak bildiğimiz, pek çok disiplinden yararlanan ve onlara veri akışı sağlayan bir bilim dalı doğar (Şekil 1).



**Şekil 1:** Antropoloji, fosil kalıntılardan yola çıkarak insana kendi öyküsünü anlatır [2].

Diğer bilim dalları ile kıyaslandığında nispeten genç olan bu bilim dalına biraz daha yakından bakalım.

### Antropoloji nedir?

Antropoloji kelimesi, Latince, anthropos = insan, logos = bilim (İnsanbilimi) anlamında iki kelimeden türetilir. İnsanın Yerkürede ilk ortaya çıktığı günden bugüne kadar geçirmiş olduğu biyolojik çeşitliliğini ve kültürel değişimini geniş bir bakış açısı ile araştırır (Şekil 1). Milyonlarca canlı türleri içerisinde, diğerleri ile kıyaslandığında iddialı bir zekâyâ sahip olan ve içinde bulunduğu ortam

koşullarına uyum sağlayarak varlığını sürdürebilen tek canlı türü insandır [3]. Burada insanın "içinde bulunduğu ortam koşullarına uyum sağlar" cümlesini tırnak içine alarak vurgulamak gerek. 19. Yüzyılın ortalarına doğru birbirlerinden habersiz ve bağımsız olarak Darwin ve Wallace, türlerin tüm bu çevresel değişimlere yukarıda vurgulanmaya çalışılan "adaptasyon (uyum)" ile cevap verdiklerini söylerler. "Doğal seleksiyon" olarak tanımlanan bu olay, çevresel koşullar değiştikçe türlerin değişen ortam koşullarına karşı kendilerini uydurabilme ve kazandıkları bu yeni özellikleri bir sonraki nesile aktarabilme yeteneği olarak tanımlanır.

Tam olarak 4.6 Milyar yıl yaşında olan Yerküre, oluşumundan bu yana sayısız jeolojik olaylara şahit oldu. Örneğin pek çok kez Yeryüzü buzullarla kaplandı, levhalar bir yılda yaptıkları milimetrik hareketlerle, milyonlarca yılda yer değiştirdi, bazen birbirleriyle çarpışarak dağları, bazen da birbirlerinin altına dalarak volkanik ada yaylarını ya da dağ zincirlerini oluşturdu. Tüm bu olaylar, yeni kıtaların yeni okyanusların oluşumuna, küresel iklim değişimlerine, deniz seviyesinin alçalıp yükselmesine, küresel rüzgâr ve akıntılarının yön değiştirmesi gibi büyük değişimlere neden oldu. Elbette bu büyük değişimler, Yeryüzündeki makro ve mikro boyuttaki tüm canlıları etkiledi. Asıl soru bu küresel değişimlerin ne olduğu, ne zaman gerçekleştiği ve canlıları nasıl etkilediğidir? İnsanlık eşsiz zekâsı sayesinde ulaştığı teknolojik düzeyle pek çok sorunun gizemini çözebilecek bilgi birikimine sahip. Ama geçmişte gösterecek bir ayna henüz icat edilmedi. Yine de şanslı sayılırız, çünkü "geçmiş" onu keşfetmemiz için geride devasa izler bıraktı ve bu izler bizden sonrakilerin bizi anlayabilmesi için de bırakılmaya devam ediyor. Fosil olarak tanımladığımız bu izler, bir zamanlar yeryüzü sakinleri olan canlılardan geriye kalan sertleşmiş kalıntılardır. İşte bu kalıntılar Yeryüzünün milyarlarca yıllık öyküsünü anlatmakla kalmıyor, insanlığa, bir özne olarak kendisinin geçtiği milyonlarca yıllık dönemleri de gözler önüne seriyor. İşte bu nedenlerle Antropoloji bilimi insanlığın geçmişinin aynası niteliğindedir. O aynaya bakarak modern insanın ilk nerede ortaya çıktığı, hangi göç yollarını kullanarak nerelere ulaştığı, nerelerde konakladığı, hangi kültürleri oluşturdu ya da hangi koşullarda



yaşadığı, yaşamak ve türünü devam ettirmek için çevre koşullarıyla nasıl mücadele ettiği gibi pek çok soruya cevap verebilirsiniz (Şekil 2).



**Şekil 2:** Farklı Dönemlere Ait İnsan Kafatası İskeletleri [4]

### **Antropoloji, fosillerden nasıl yararlanır?**

Bir canlı olarak insan, diğer canlılarla ortak geçmişe sahiptir. Bu ortak geçmiş bize bugünden itibaren geçmişe doğru adım adım yüzlerce, binlerce hatta milyonlarca yıl geriye doğru giderek, insanların örneğin quadrupedal (dört ayağı üzerinde durmak) iken iki ayak üzerinde durmayı ne zaman öğrendiğini gösterebilir. Dikkatli gözler, bunun çevreye uyum süreci ile ilgili olan bir değişim olabileceğini sezebilir. O halde karşımıza cevaplamamız gereken başka bir soru çıkar: Milyonlarca yıl önce insansıları ağaçtan indirip, iki ayaküstünde durmalarını neden olan süreç ne olabilir? Bugünün teknolojik alt yapısıyla o dönemde küresel bir iklim değişimi yaşandığı ortaya konabilir. Eğer böyle bir iklim değişimi varsa o zaman bunun izlerini o dönemde yaşamış diğer canlılarda da, örneği bitki örtüsünde görmek mümkün. Bunu anlayabilmenin tek yolu ise fosil avcılığı yapmak. Döneme ait hem fosil hem de sedimanlar üzerinde yapılan izotopik çalışmalar bize jeolojik süreçlerle iklimin değiştiğini, iklim ile beraber bitki örtüsünün de bu değişimden etkilendiğini gösterir. Fiziki coğrafyanın değişmesi, üzerinde yaşayan pek çok diğer canlı türlerini de etkiler. Yeni çevresel koşullar beslenme ve üreme gibi dengeleri alt üst etmiş, içine rekabet, av-avcı ilişkisi gibi pek çok yeni parametre eklenince, değişim/evrim belki de bazı canlılar için kaçınılmaz olmuştur. Elbette tüm bunları sadece fosillerden öğrenmiyoruz. Uniformitarianizm olarak bilinen

“birörneklik” kuramı, bugün yaşayan canlılar üzerinden geçmişe dair çıkarımlar yapmamıza olanak sağlıyor. Bu noktada evrimsel biyoloji ve genetik gibi bilimler devreye girerek, bilim felsefesinde tümevarım dediğimiz, doğruya en yakın olan senaryoyu oluşturuyorlar. Bu çerçeveden baktığımızda, antropoloji bilimi, insanın, homininler dahil yaklaşık 8 milyon yıllık [5] geçmişine ilintili yaşadığı ortamlara dair tüm fiziksel, kimyasal ve biyolojik koşulları (paleoekolojisi), paleontoloji disiplininin çalışma yöntemleri içinde ele alarak inceler diyebiliriz, böylece insanın milyonlarca yıl eskiye giden kültürel ve biyolojik evrimi açıklanmaya çalışılır [6]. Bu araştırmayı da özellikle kafatası ve diş fosilleri ile yapar. Bu kapsamda paleoantropoloji, insan topluluklarının yaşlandırılması ve paleoekolojisinin aydınlatılması konusunda paleontolojinin kullandığı yöntemleri kullanır (Şekil 3).



**Şekil 3:** Kazı çalışmalarında çıkan bir insan iskeleti örneği [7]

### **Antropolojik çalışmaların hayatımıza kazandırdıkları**

Tanımından yola çıktığımızda, antropolojiye arkaik dönemlerinden bu yana insanın kendi öyküsüdür diyoruz. İyi de bu öyküyü bilmenin bugünkü hayatlarımıza katkısı nedir? İnsan atalarının bir zamanlar ağaçlarda yaşadığını ya da Afrika'dan tüm Dünya'ya yayıldıklarını, ya da modern insanın günümüzden 12.000 yıl kadar önce mağaralardan çıkarak yerleşik hayata geçtiğini, Tarım Devrimi başlattığını bilmek için onca zahmete girmeye değer mi? Aslında insanlar bu soruyu kendine asırlardan beri sorar: Tarihi bilmek neden önemlidir? Basit bir cevabı var. Geleceğe dair bir

vizyon geliştirmek için. Nasıl eski teknolojilere dair bilgiler olmadan üzerine yenisini inşaa edemiyorsak, jeolojik süreçlerdeki değişimleri ve bu değişimlerin insan üzerindeki etkilerini öğrenmeden kendimizi daha ileriye taşımamız mümkün değil. Çevresel ve toplumsal değişimlerin insan ve diğer canlılar üzerindeki etkilerini, yaratacağı avantaj ve dezavantajları (tahribatları) bilmek, geleceğe dair başat olasılıkları hesaplayabilme yetisi kazandırır, yani bir çeşit öngörü sağlar. Tür olarak zayıf ve güçlü yanlarımızı tespit etmek, hayatta kalmamızı ve genlerimizi sonraki kuşaklara aktarabilme konusunda bize önemli avantajlar sağlar.

Böylece insanın fosil kalıntılarında yola çıkarak, farklı ekolojik ortamlara nasıl uyum sağladığını, evrimsel süreçlerinin insanı nasıl şekillendirip, çeşitlendirdiğini ya da bugün olmayan hominid türlerinin nasıl yok olduğunu, hastalıklara ve erken ölümlere nelerin sebep olduğunu, Dünya genelinde insan toplumlarının nasıl farklılaştığını ve bu toplumlar arasındaki sosyo-kültürel açıdan benzerlik ve farklılıkların neler olduğunu anlarız.

Arkaik çağlarda farklı çevresel koşullarda yaşamış insanların fosilleşmiş diş ve iskelet kalıntıları incelendiğinde, sağlık durumları ve kültürel özellikleri öğrenilebilir ([8], Şekil 4). Bu insan topluluklarının cinsiyet ve yaş grupları belirlenerek paleodemografik (eski nüfus bilimleri) durumları ortaya çıkarılabilir ve hatta iskelet ve dişler üzerinde iz bırakan hastalıklar saptanabilir [9].



Şekil 4: Diş çürüğü [10].

Paleopatoloji bilimi yardımıyla eski dönemlerde yaşamış insanların vücutta iz ve bozukluk bırakan hastalıkları (sifilis, osteoporoz, verem, çiçek, hidrosefali, raşitizm, gut, çocuk felci, gibi) saptanarak bu hastalıkların toplumdaki dağılım oranları ve etkileri öğrenilebilir (Şekil 5). Paleopato-

loji biliminin verilerine göre, geçmişte var olan hastalıkların günümüzde de devam ettiği görülmektedir. Ancak bu hastalıkların her toplumdaki dağılımı, etkileri, görülme sıklıkları farklılık sunar. Farklılığın nedenini ise toplumların buldukları ortamın koşulları, besin bulma ve beslenme alışkanlıklarında aranmalıdır [3].



Şekil 5: Sifilis hastalığından kaynaklanan kaynaşma izi [11].

Geçmişte ölümlerini yakıp kül haline getiren toplumların sağlık ve kültürel durumları hakkında bilgi edinilemezken, ölümlerini mumyalayan (Mısırlılar gibi) ve özel çevre koşullarında çürümeden kalan (İnkalar gibi) cesetlerden kemik ve yumuşak dokular incelenerek hastalık izleri saptanabilir. Fosil iskeletler yardımıyla doğumsal hastalıklar olarak bilinen hidrosefali (büyük kafalı) ve kalça çıkıkları, günlük yaşantılarında birbirleriyle kavgaları ve avlanmaları sonucu oluşan kırılmalar ve kırılmanın neden olduğu aksaklıklar (travmatik rahatsızlıklar) hatta yaralanmanın hangi tür silahla (taş, el baltası, ok, kılıç, gibi) veya düşme sonucu mu olduğu öğrenilebilir ([12], Şekil 6).



Şekil 6: Kafatası travması.

Yapılan kazılar sonucunda yüzeye çıkarılan iskelet kalıntıları, bu iskeletlere ait insanların yaşadıkları ekolojik ortamın ve dönemin özelliklerini yansıtır. Dolayısıyla izlerine rastladığımız insan fosil kalıntıları sayesinde, bu insan topluluklarının günlük yaşam koşulları, nasıl beslendikleri, sağlık durumları ve kültürleri hakkında önemli bilgiler elde edebiliriz (Şekil 7).



**Şekil 7:** Zeytinli Ada (Balıkesir) arkeolojik kazı çalışmalarında ortaya çıkarılan iskelet örneğinin paleoantropolojik açıdan incelenmesi.

Anatomik ve fizyolojik açıdan kemiklerden farklılık gösteren dişler, vücudun en sert ve dayanıklı dokusunu oluşturmaktadır, dolayısıyla gömü sonrasında koşulların uygun olması durumunda milyonlarca yıl korunarak günümüze ulaşabilmektedir. Bu özelliği nedeniyle dişler paleontolojik, arkeolojik ve antropolojik kazılarda en fazla ele geçen insan kalıntılarını oluşturmaktadır. Dişler, toplumların biyolojik yapılarının tanımlanması, akrabalık ilişkilerinin saptanması ve yaşam biçimlerinin belirlenmesi çalışmalarında sağladığı veriler açısından oldukça önemlidir [3,13]. Dişler aynı zamanda büyüme esnasında karşılaşılan sağlık sorunları hakkında da önemli bilgiler sunmaktadır. Dişlerde gözlenen gelişimsel bozukluklar ve bu bozukluğun şiddeti, hem günümüz hem de eski insan topluluklarının genel sağlık yapıları ve sosyoekonomik düzeylerinin birbirlerine göre durumlarını da yansıtır. Tarımın başlaması ile birlikte diş ve çeneler gerek beslenme biçimini gerekse sağlık ve çevre ilişkilerini aydınlatacak verileri içermesi açısından kuşkusuz gerekli materyallerdir [3, 14]. Ağız ve diş sağlığı,

toplumların besin hazırlama teknikleri, beslenme alışkanlıkları, besin ekonomileri ve kültürel davranışlarından başka bireylerin doğum öncesinden ölümlerine kadar yaşamlarında karşılaştıkları fizyolojik stresleri de yansıtan özel bilgiler içerir (Şekil 8).



**Şekil 8:** Eski dönem toplumunda gündelik yaşam [15].

Sadece küçük bir fosil parçası bile pek çok şey ortaya koyabilir. Örneğin, Türkiye’de 2002 yılında Prof. Dr. M. Cihat Alçıçek (Pamukkale Üniversitesi) tarafından Denizli’de bir mermer ocağında bulunan kafatası üzerinde yapılan incelemelerde, bunun 1.2 milyon yıl önce yaşayan 20-40 yaşlarında Homo erectus olduğu anlaşılmıştır. Bu buluntu Homo cinsi için Türkiye’de şu ana değin bulunan en eski kalıntı, üstelik Anadolu’da Afrika’dan yayılım teorisini destekleyecek ilk bulgu. Bu yüzden oldukça değerli. Ayrıca bu kafatasında lezyonlara rastlandı. Bazı bilim insanları bu lezyonların tarihte bilinen ilk tüberküloz vakasına işaret ettiğini, koyu renkli olan bu adamın güneş ışığından yeteri kadar beslenemediği için D vitamini eksikliği yaşadığını düşünüyor [16].

### Son söz

Fosiller, Yerkürenin geçmişini önümüze taşır. Paleontoloji ve antropoloji bilimleri interdisipliner biçimde birlikte çalışarak, antropolojik kazı çalışmaları sırasında ortaya çıkarılan insan fosillerinin analiziyle, ister arkaik dönemlerde ister günümüze çok yakın dönemlerde, toplumların biyolojik ve kültürel değişimi-çeşitliliği, dünya üzerindeki coğrafik dağılımı, sağlık durumları, sosyal ve kültürel özelliklerinin saptanmasında önemli rol

oyunlar. Çalışmalar ilerledikçe, insan, geçmişine dair pek çok sırrı aydınlatmayı başarabilecek.

## Kaynaklar

- [1] <https://bilimveutopya.com.tr/insana-ulasma-da-dev-adim-dogu-afrika-rift-vadisi>
- [2] <https://www.sozcu.com.tr/2020/saglik/antropoloji-nedir-szcu2-5815824/>
- [3] Suata Alpaslan, F., 2019. Paleontoloji, Paleoantropoloji ve Paleoekoloji, Sonçağ Akademi Yayınları, s. 1-166.
- [4] [https://anthro.utah.edu/\\_images/banners/1500x750/bioanth%20skulls.jpg](https://anthro.utah.edu/_images/banners/1500x750/bioanth%20skulls.jpg)
- [5] Başoğlu, O., 2010. Evrimsel Gelişim Sürecinde İnsan Ailesinin Paleodemografik Yapısı, Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi, 9, 32, s. 341-349.
- [6] Kaya, F., 2016. Çevresel ve Paleoklimsel Faktörlerin Etkisinde Doğu Afrika'da İnsanın Evrimi, Kebikeç, vol. 41, 23, s. 259-281.
- [7] <https://www.fieldmuseum.org/science/research/area/anthropology-biological-anthropology/biological-anthropology>
- [8] Gözlük Kırmızıoğlu, P., Başoğlu, O., Pehlivan, C., Eser, E., Kocaoğlu, B., Topdemir, H. ve Torun, N., 2016. Tarsus (Makam Cami) İnsanlarında Ağız ve Diş Sağlığı, Hitit Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 9 (1), s. 99-118.
- [9] Başoğlu, O., 2012. Nevşehir/Camihöyük Helenistik-Roma Dönemi İnsanlarının Sağlık Sorunları, Olba, Sayı 20, s. 1-27.
- [10] Suata Alpaslan, F., Bıçak, S., Gözlük Kırmızıoğlu, P., 2018. Zeytinli Ada (Balıkesir-Erdek) Toplumunda Diş Çürüğü, Hitit Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi Anarsan Sempozyumu Özel Sayısı, Cilt 11, Sayı 2, s. 859-876.
- [11] Suata Alpaslan, F. ve Bekmez M. S., 2015. Zeytinli Ada (Erdek-Balıkesir) Topluluğundan Erken Bizans Dönemi'ne Ait Bir Sifilis (Frengi) Örneği. Cumhuriyet Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Sosyal Bilimleri Dergisi, 39/1, s. 11-20.
- [12] Akın, G., 2011. Antropoloji ve Antropoloji Tarihi, Tiydem Yayıncılık, s.1-247.

- [13] Emiroğlu, K. ve Aydın, S., 2003. Antropoloji Sözlüğü, Bilim ve Sanat Yayınları, s. 228-232.
- [14] Suata Alpaslan, F. ve Uz, B., 2017. Kirazlıdere İskelet Topluluğunun Çene Ve Diş Patolojisi Açısından İncelenmesi, Cumhuriyet Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Sosyal Bilimleri Dergisi, 41/2, s. 1-19.
- [15] <https://io9.gizmodo.com/how-farming-almost-destroyed-human-civilization-1659734601>
- [16] <https://www.gazeteduvar.com.tr/bilim/2018/12/26/kocabas-fosili-bize-neler-anlatiyor>

# Taşlaşmış/Silisleşmiş Ağaç Oluşumu: Türkiye'den ve Dünya'dan Örnekler

**Sabah Yılmaz Şahin**

İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa, Mühendislik  
Fakültesi, Jeoloji Müh. Bölümü, 34500  
Büyükcemece-İstanbul  
sabahys@iuc.du.tr

**Burcu Çevik Üner**

İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa, Mühendislik  
Fakültesi, Jeoloji Müzesi, 34500  
Büyükcemece-İstanbul  
bcevik@iuc.edu.tr

**Ünal Akkemik**

İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa, Orman  
Fakültesi, Orman Müh. Bölümü, 34473  
Bahçeköy-İstanbul  
uakkemk@iuc.edu.tr



Jeolojide, “Günümüz bilimsel gözlemlerimizde işleyen aynı doğal yasaların ve süreçlerin, geçmişte evrende her zaman işlediği ve her yerde uygulandığı”<sup>\*</sup> varsayımından yola çıkarak; farklı jeolojik dönemlerde, volkanizma ve gömülme gibi süreçlerin etkisinde nadiren ve sınırlı alanlarda oluşan taşlaşmış ağaçlar, buldukları bölgenin paleocoğrafik, paleobotanik ve paleoklimatolojik özelliklerini yansıtır. Çok özel bir fosil grubunu temsil eden taşlaşmış ağaçlar, milyonlarca yıllık yaşları, çok farklı doğal renkleri ve ağaç dokusunu içermeleri ile insanlık tarihi boyunca merak uyandırmışlardır.

<sup>\*</sup><https://tr.wikipedia.org/wiki/%C3%9Cniformitaryanizm>

Taşlaşmış ağaçlar, volkanlardan ve çevre ortamlardan gelen çeşitli boylarda kırıntılı malzeme, çamur ve kül katmanlarının altına gömülerek oluşurlar. Sürecin başlaması için, fosilleşmenin en önemli şartlarından olan oksijensiz/anaerobik bir ortamın oluşması ve gömülen ağaçlara havanın temas etmemesi gereklidir. Böylece, oksijen olmadan ağaçta çürüme süreci başlamaz ve ağacın dokularında yer alan organik maddelerin (hemiselüloz, selüloz, lignin) çok yavaş bir şekilde tümü veya bir kısmı çözülerek bozulmaya başlar. Bozuldukça boşluklar oluşur ve binlerce yıl boyunca bu boşluklar yavaş yavaş ortamdaki başta silis olmak üzere, su içerisinde yer alan diğer inorganik maddeler (karbonat, fosfat, demir, bakır vb.) ile dolarak taşlaşırlar. Birkaç farklı mekanizma ile gerçekleşen taşlaşma (petrifikasyon), en sık görülen silisleşme süreci olup, karbonatlaşma, karbonlaşma (kömürleşme), fosfatlaşma, floritleşme, manganlaşma ve piritleşme gibi süreçlerle de gerçekleşebilir [1, 2, 3]. Bu şekilde oluşan fosil ağaçlarda, odun yapısına ait hücre dokular kısmen veya tamamen korunarak tür tayinleri yapılabilir. Taşlaşmış ağaçlar, olduğu dönemdeki ağaç ve bitki türlerini, iklim ve coğrafik yapıyı ortaya koyması ve günümüzle karşılaştırma olanağı yaratması bakımından önemli tarihsel kayıtlar olarak değerlendirilebilirler. Bilimsel değerlerinin yanı sıra, milyonlarca yıllık yaşları, ağaç dokusunu bazı örneklerde neredeyse tamamen, bazılarında ise kısmen korumuş olmaları, oldukça sert ve farklı renkler sunan albenisi ile insanların ilgisini uyandırmaktadırlar.

Ağaçlarda önemli bir bölümü oluşturan odun dokusu, oldukça dayanıklı bir yapıya sahip olan bir komplekstir[4] ve uğradığı değişim, organik yapıları (büyük oranda selüloz, hemiselüloz ve lignin) fosile dönüştüren karmaşık bir süreçtir [5, 6, 7]. Bu süreç, iki veya daha fazla benzer ya da farklı sürecin kombinasyonu olarak oluşabilir [8, 9].

Türkiye’de fosil ağaçlar, öncelikle Ankara ve Bolu civarında Miyosen yaşlı sedimanter kayaçlar içerisinde tespit edilmiştir. Günümüzde ise, Türkiye’nin Trakya Bölgesi’nde (Çanakkale, Edirne, Tekirdağ, İstanbul), Batı Anadolu’da (Balıkesir, Manisa, Kütahya, Uşak), İç Anadolu’da (Yozgat, Amasya, Tokat), Karadeniz’de (Gümüşhane) ve

Doğu Anadolu Bölgesi’nde (Erzincan, Erzurum) Jura’dan Miyosen-Pliyosen’e kadar çeşitli yaşlara ait sedimanter kayaçlar içerisinde fosilleşmiş ağaçlara rastlanmaktadır [10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17]. Dünyada pek çok yerde fosil ağaçlar bulunmaktadır, ancak bu ağaçların sedimanlar içerisinde belli seviyelerde olduğu ve çok sınırlı alanlarda bulunduğu göz önünde bulundurulmalıdır. Yunanistan (Midilli), Amerika, Endonezya, Mısır, Almanya, Çekya, Japonya ve İran’da Permiyen’den - Pliyosen’e kadar farklı yaşlarda fosil ormanlara rastlanmaktadır. Amerika Arizona’da bulunan fosil ağaç ormanları en renkli ve en ünlü olanıdır [1, 2, 3, 18, 19].

### Taşlaşma/Fosilleşme Süreci

Taşlaşmış/Fosilleşmiş ağaçlar farklı isimlerle anılmaktadır. Bunlardan en yaygın olarak kullanılanı “silisleşmiş ağaç” başta olmak üzere, petrifikasyon sürecini de tanımlayan “petrifiye ağaç” ve/veya “taşlaşmış ağaç” ile “fosil ağaç” tanımlamalarına da sıklıkla rastlanmaktadır (Şekil 1).

Ağaçlarda taşlaşma mekanizması, esas olarak çökelme ortamı ve odunun durumu tarafından kontrol edilen multiparametrik bir süreçtir [20]. Çevresel parametreler, ortamın Eh ve pH değerleri, gömülme sıcaklığı ve süresi ile içinde yer aldığı sedimanın kimyasal ve hidrolik özelliklerini (porozite, permabilite vb gibi) içerir [20]. Ağaç ile ilgili değişkenler ise, odunun geçirgenliği, yoğunluğu, nem içeriği ile anatomik farklılıklarıdır [20]. Taşlaşma sürecinde rol oynayan temel faktörleri şu şekilde sıralanır [1];

- |  |                        |
|--|------------------------|
| ➔ Sedimentlerin fiziksel karakterleri                | ➔ Çevre koşulları      |
| ➔ Su, SiO <sub>2</sub> ve diğer minerallerin varlığı | ➔ Sıcaklık             |
| ➔ Basıncı  | ➔ Sıvıların aktivitesi |
| ➔ Sedimanların mineral bileşimi                      | ➔ Ağacın cinsi         |
| ➔ Tektonik   | ➔ Zaman                |

Bu kadar farklı etkenin rol oynadığı bir süreçte, aynı ağaç parçası içinde farklı mineralizasyon modelleri meydana gelebilir ve birkaç mineral fazı mevcut olabilir. Ayrıca, iki aşamalı perminalizasyon yolu ile bir mineral hücre çeperi katmanlarına yerleşirken, diğer bir mineral ise lümeni (hücre içi boşluk) doldurabilir. Örneğin hücre çeperleri ilk önce kuvars ile doldurulurken, ikinci aşamada, lümen başka bir mineral olan kalsit ile

dolabilir ([8, 21], Şekil 3). Sonuç olarak, fosilleşmiş ağaçlar çok çeşitli taşlaşma modellerinde oluşabilir (Şekil 2) ve değişik mineralojik bileşimler içerebilir [20].

Bir ağacın fosile dönüştürülmesinde fiziko-, biyo- ve jeokimyasal koşullara bağlı olarak, kömürleşme (coalification, carbonisation), mumyalaşma (mummification) ve taşlaşma (petrification) olmak üzere üç ana mekanizma ortaya çıkmaktadır ([4, 22, 23, 24], Şekil 2).



**Şekil 1.** a) Beylikdüzü-İstanbul'daki tuf ara katkılı birim içerisinde silisleşmiş ağaç mostrası [25]; b) Tavşanlı-Kütahya bölgesindeki silisleşmiş ağaç parçası [26].

1. Kömürleşme; Ağacın kömürleşmesi, odunu kısımların turbaya (turbalaşma) ve ardından aerobik ve anaerobik reaksiyonlar ile linyite dönüştürüldüğü biyokimyasal süreçle başlar. Yüksek sıcaklık ve basınç koşullarında linyitin antrasite dönüşmesiyle, jeokimyasal süreçlerle kömürleşme gerçekleşir [1, 7]. Mineralizasyon ve kömürleşme, fosilleşmenin herhangi bir aşama-

sında birlikte gerçekleşmekte ve böylelikle aynı fosil oluşumunda dokusu korunmuş mineralize odun kısımları ile kömürleşmiş kısımlar birlikte bulunabilmektedir ([8, 27], Şekil 2). Bu ortak süreçte, odun dokusunun mineralizasyonunun kömürleşmeden önce gerçekleştiği, aksi takdirde taşlaşmak için yeterli odun dokusunun kalmayacağı kabul edilmektedir [8].

2. Mumyalaşma; Hüresel boyuttaki selüloz, hemiselüloz ve karbonhidratların tahrip edilip yerlerine lignin polimerlerinin geçtiği ve yumuşak dokunun korunduğu bu süreç [24] oldukça karmaşık bir yapıda olup, diğer süreçler gibi detaylı olarak henüz çalışılmamıştır ([25], Şekil 2).

3. Taşlaşma (Petrifikasyon); Fosil ağaçların en sık rastlanan oluşum mekanizması olan ve Yunanca 'petro (taş)' kelimesinden gelen taşlaşma (petrifikasyon), bir organizmanın organik kısmının mineralize olduğu ve orijinal yapısının üç boyutlu olarak korunduğu bir süreçtir ([25], Şekil 2). Petrifikasyon temel olarak iki şekilde gerçekleşir. Bunlar;

1) İnorganik maddeler (silis, karbonat, fosfat, vb) ile organik malzemenin yer değiştirmesi (replacement);

2) İnorganik malzemelerin dokular içine gömülerek yeniden kristallenmesidir (permineralization) [2, 3, 8, 20, 28, 29].

Taşlaşma (petrification) süreçleri içinde en yaygın olanı silisleşme sürecidir. Yüzey koşullarına yakın basınç ve sıcaklıklarda, düşük pH değerlerinde silis çökeler, yüksek pH değerlerinde ise kalsit çökeler. Ortamda her iki element de mevcut olduğunda, kararlılık aralıklarına bağlı olarak fosilleşmiş ağaçlarda kuvars polimorfları ile kalsit olacak şekilde, her iki mineralin de içerilmesi mümkün olmaktadır. Kalsit dışında, pirit ve pirotit gibi sülfidlerin çökmesi için kükürt (S), vivianit çökeli için de fosfor gerekmektedir [30]. Dolayısıyla taşlaşmış ağaçlarda ortamda bulunan elementlerin türüne göre silisleşme ve karbonatlaşmanın yanı sıra fosfatlaşma, floritleşme, piritleşme ve manganlaşma türü oluşumları da görmek mümkündür (Şekil 2).



**Şekil 2.** Fossilize edilmiş/taşlaşmış ağaçların farklı fosilleşme süreçleri.

Bunlar içerisinde en yaygın gerçekleşen silisleşmiş ağaçların oluşabilmesi için;

- Bölgede aktif bir volkanizma,
- Hidrotermal çözelti,
- Hızlı gömülme (oksijensiz ortam),
- Uygun sedimanlar,
- Fosilleşmeye uygun ağaç gerekmektedir.

Silisleşmiş ağacın petrifikasyonunda rol oynayan elementler, çoğunlukla odun dokularına uyumlu bir şekilde mineral oluşumları meydana getirirler [31]. Bu olay sonucu oluşan, opal, opal-CT, kalsedon ve kuvars gibi silis polimorflerinin ayrıntılı mineralojik-petrografik ve jeokimyasal incelemeleri ile, volkanik aktivitenin etkileri ve silisleşme mekanizmasının işleyişi hakkında yorumlar yapılabilmektedir [1, 20]

Silisleşme, doğal koşullar altında çok kompleks bir süreçtir ve henüz çok iyi anlaşılamayan pek çok fiziksel, termodinamik ve biyolojik faktörlerden etkilenir. Silisleşmeyi etkileyen iki anahtar faktör;

a) Silisleşme için gerekli silika kaynağı ( $\text{SiO}_2$  veya silisik asit,  $\text{H}_4\text{SiO}_4$ ) [32],

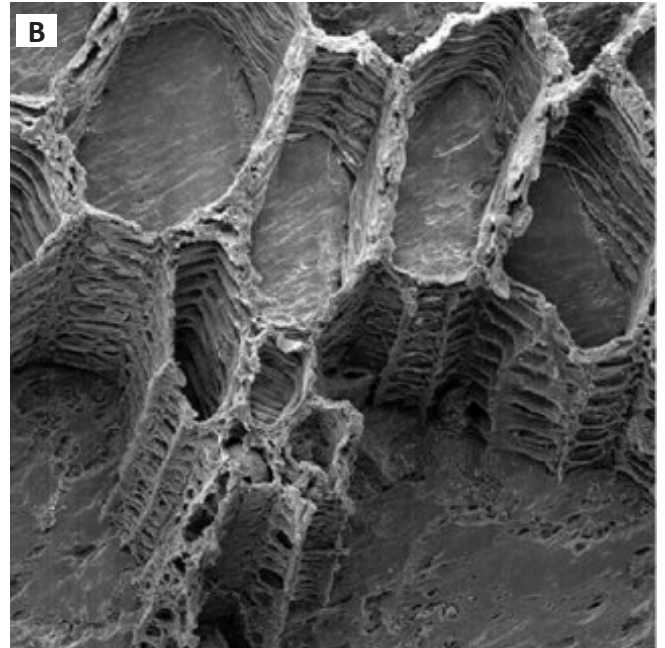
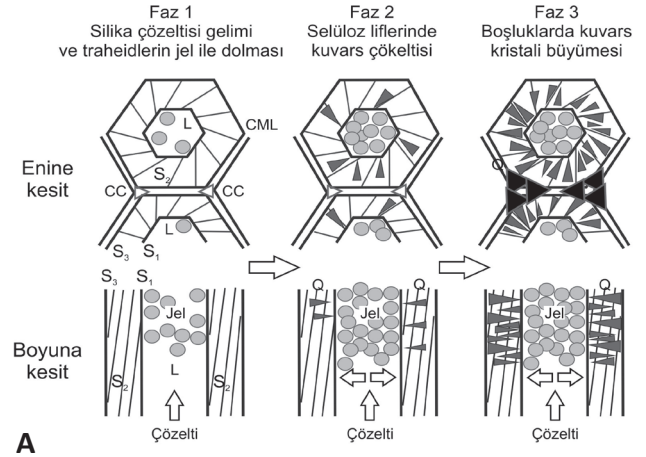
b) Sedimanter / tortul ortamın karakteridir.

Silis, su ile reaksiyona girerek çözeltideki silisik asidi oluşturur;



Silisik asit çözeltide doymun hale geldiğinde ise jelatinimsi görünüşlü amorf silis lümene ve karbonu çözererek hücre çeperlerine çökmeye başlar (Şekil 3).

Silisleşme sürecinde; silika solüsyonu veya kolloid, ağaçtaki hücre çeperlerinin gözeneklerine nüfuz eder; hücre çeperlerinin aşamalı olarak çözünmesi, ağaç yapısının şablonunu oluşturarak mineral bir çerçeve oluşturur. Öncelikle boşluklarda çökelen silika, daha sonra hücreler arası boşluklarda ve son olarak hücre lümeninde birikir. Sonrasında ise su kaybedildikçe taşlaşma meydana gelir (Şekil 3).



**Şekil 3.** a) Silisifikasyon aşamalarının şematik gösterimi (CC: hücre köşeleri, CML: orta lamel birleşimleri, L: lümen, Q: sütunsal kuvars kristalleri, S1, S2, S3: ikincil duvar katmanları) [31'den değiştirilerek alınmıştır]; b) Silisleşmiş ağaç dokusunun elektron mikroskop görüntüsü [19].

Çökelen amorf silis, zamana bağlı olarak kristallenir (Şekil 5). Silika, bir formdan diğerine şu şekilde dönüşebilir:



## Opal-A → Opal-CT → Kalsedon → Kuvars

Silisleşmiş ağaçlarda, silisin yarı kararlı polimorfu olan moganit de yaygın görülebilir.

## Silisleşmiş/Taşlaşmış Ağaçların İnceleme Yöntemleri

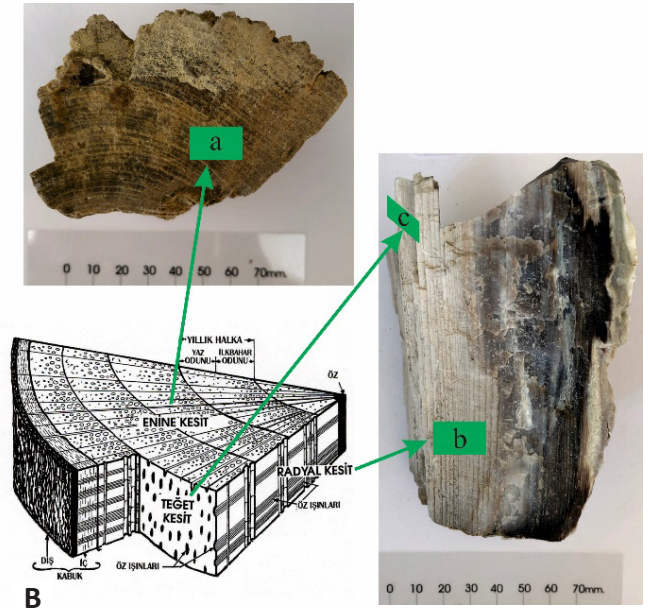
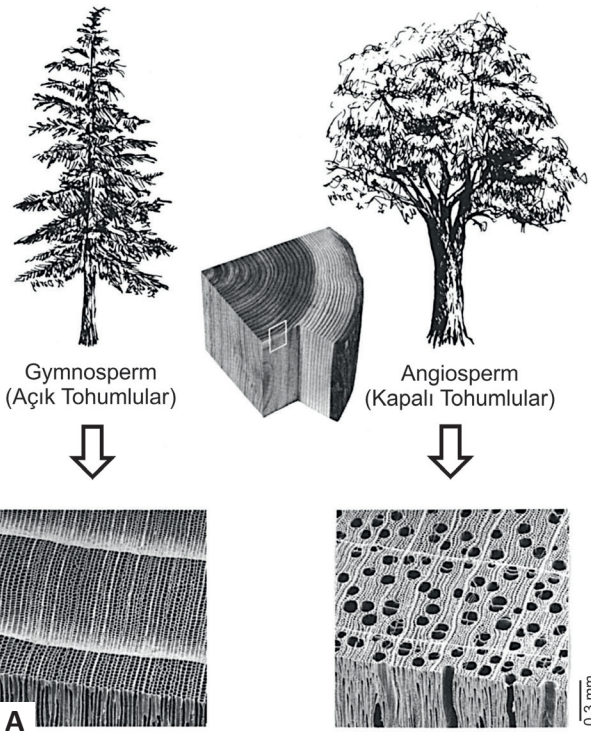
Silisleşmiş ağaçların botanik, mineralojik-petrografik, jeokimyasal, izotop ve jeokronolojik olarak pek çok inceleme yöntemleri vardır. Ancak burada sınırlı birkaç yöntemden bahsedilecektir. Bunlar, paleobotanik, mineralojik-petrografik ve gemolojik incelemelerdir.

### 1. Botanik İncelemeler

İnsanlık tarihinden çok daha eski bir dönem olan Geç Devoniyen dönemde (370 My) damarlı bitkiler suyu ağacın üst bölgelerine taşıyabilmek için ikincil bir büyümenin ardından ksilem üretmeye başlamışlardır [33]. Ağaçların odun kısımları oluşturan ksilem dokusu fosilleşmeye uygundur ve fosil odun dünya çapında yalnızca Devoniyen sonrası istiflerde yer almaktadır [7, 34]. Fosil ağaçlar jeolojik zamanlarda yaşamış olsalar da, günümüz ağaçlarına benzer odun anatomisine sahiptirler. Maruz kaldıkları farklı fosilleşme mekanizmaları (silisleşme, kömürleşme vb.) olsa da, sonuç olarak anatomik dokularını tamamen veya kısmen koruyabilirler. İster günümüz ağaçlarından olsun, isterse fosil ağaçlar olsun fark etmeksizin ağaçlar mikroskopik olarak incelendiklerinde farklı anatomik özellikler sunan iki ana gruba ayrılırlar ([35], Şekil 4a).

Gymnospermler (açık tohumlular, iğne yapraklılar (Çam, Ladin, Sekoya gibi),

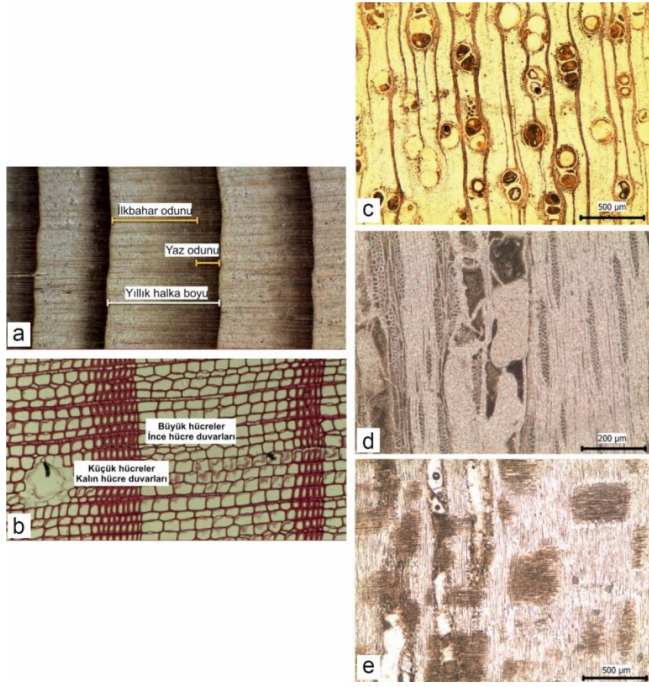
Angiospermler (kapalı tohumlular, geniş yapraklılar (Meşe, Kayın, Kavak gibi)



**Şekil 4.** a) Anatomik özelliklerine göre, açık ve kapalı tohumlular olarak iki ana gruba ayrılan odun dokularının şematik görünümü [35'den değiştirilerek alınmıştır]; b) Mikroskopik incelemeler için enine, radyal ve teğet kesit alım yönleri [25].

Botanik çalışmalar kapsamında fosil ağaç örneğinden odun anatomisine uygun bir şekilde enine, radyal ve teğet yönlerde ince kesitler alınır (Şekil 4b). Yıllık halkaların durumları ile birlikte trahe, traheid, öz ışın, paranzim, reçine kanalı, yağ hücreleri gibi çeşitli yapıların boyutları, formları ve sıklıkları incelenmektedir. Tüm veriler ışığında örneğin yukarıda bahsi geçen hangi ağaç

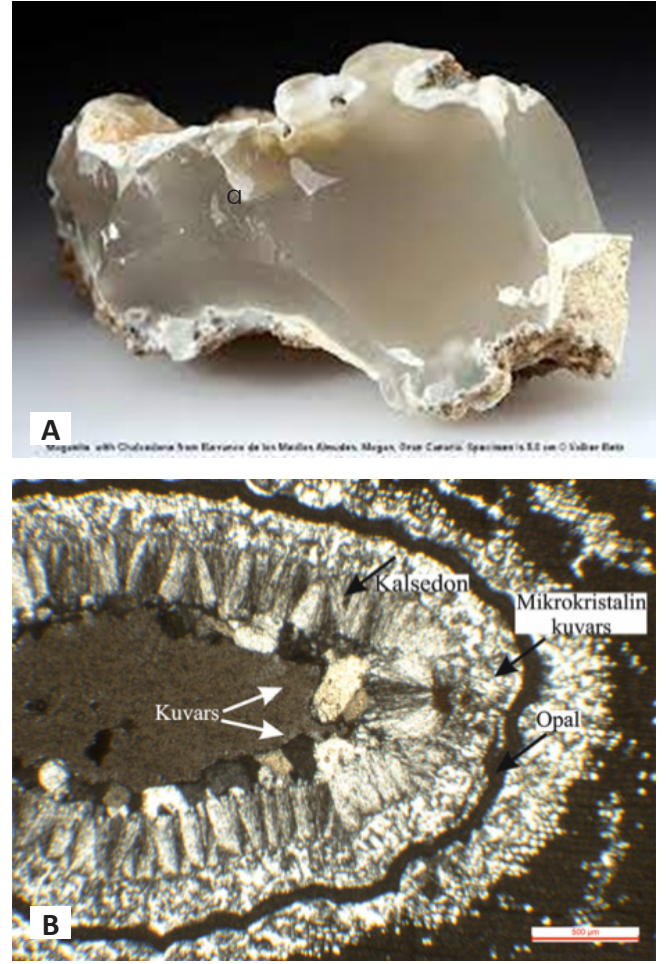
grubuna ait olduğu cins/tür mertebesinde tayin edilir (Şekil 5).



**Şekil 5.** Güncel iğne yapraklı ağaca ait kesitte ilkbahar - yaz odunu ile yıllık halka boyunun (a) ve hücrelerin yapısal farklılıklarının görünüşleri (b). Silisleşmiş (opalleşmiş) ağaç örneğinin enine (c), teğet (d), radyal kesit (e) görünüşleri (Beylikdüzü-İstanbul, G4 numaralı).

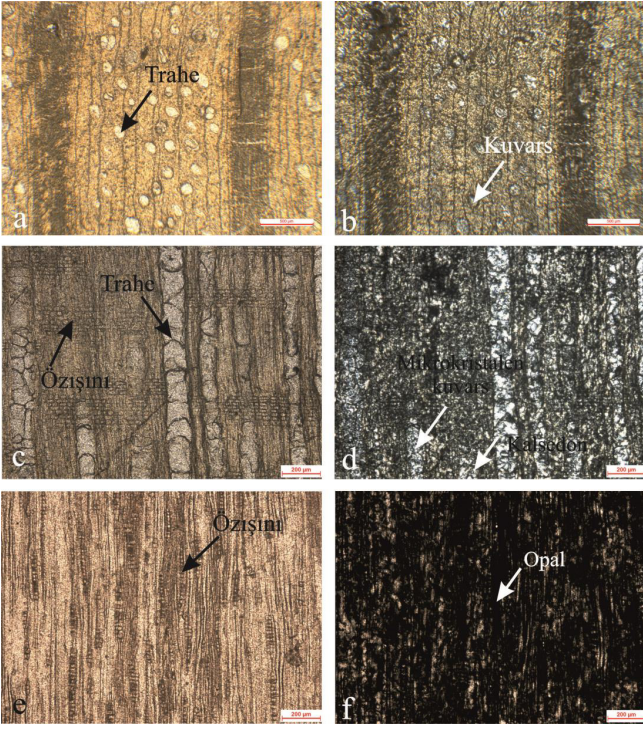
## 2. Mineralojik-Petrografik İncelemeler

Botanik mikroskopta incelenen kesitler aynı zamanda polarizan mikroskop altında da çalışılarak, taşlaşmış ağaçların mineralojik-petrografik incelemeleri gerçekleştirilir. Çeşitli araştırmalarda ağaç örneklerinin odun dokusuna yerleşen silisin, dört farklı polimorfu olan opal, Opal-CT, kalsedon ve kuvars tespit edilmiştir (Şekil 6a). Metastable (yarı kararlı) formları kuvarstan farklı stokiyometriye sahiptir. Moganit,  $\text{SiO}_2$ 'nin kendine özgü yarı kararlı bir polimorfudur ve lifli, sferülitik, mikrokristalin özelliklidir (Şekil 6b). Gri kalsedon olarak, ilk olarak Mogan'dan (Güney Gran Canaria, İspanya) ignimbritte tanımlanmıştır. Silisleşmiş ağaçların polarizon mikroskopta incelenmesi sonucu, odun dokusuna ait trahe, traheid, özışını gibi çeşitli hücre yapıları incelenmekte ve bu yapılardan hücre çeperlerinde ve lümenlerinde, ayrıca hücreler arası boşluklar kuvars, kalsedon ve amorf silis (opal) tarafından doldurulmaktadır. ([9], Şekil 6a, 7).



**Şekil 6.** Silisin polimorflarından; a) Bir boşluk yapısında gelişen opal, kalsedon, kuvars oluşumlarının enine kesitteki görüntüleri (Tavşanlı (Kü9) örneği; Çift nikol; 25), b) Yarı kararlı Moganit polimorfu.

Kristalin kuvarslar inceden iri taneliye kadar geniş bir aralık sunmakta olup, kalsedon oluşumları ve daha az miktarda amorf silis gözlenmektedir. Tek nikol altında tespit edilen odun dokusunun korunduğu örneklerde, silisin polimorflarının yanı sıra bir miktar organik madde varlığı da tanımlanmaktadır (Şekil 7).



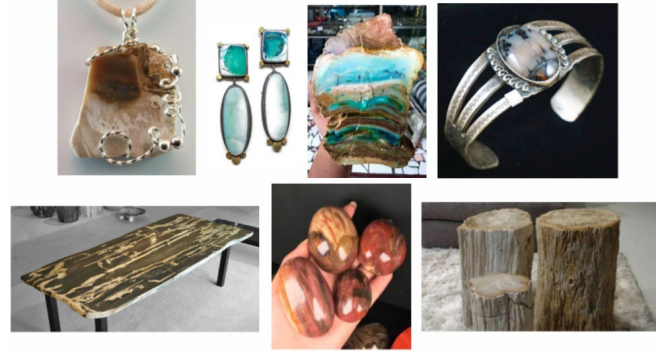
**Şekil 7.** Batı Anadolu silisleşmiş ağaçlarından alınan bir örnekte (Tavşanlı-Kü11) odun dokusu (trahe ve özışını) görünümü ile uyumlu gelişmiş kuvars, mikrokristalen kuvars ve opal oluşumlarının tek nikolde (a,e,c) ve çift nikolde (b,d,f) görünüşleri. (a,b) enine kesit, (b,c) radyal kesit, (d,e) teğet kesit).

Mineralojik-petrografik incelemeler kapsamında, silisleşmiş ağaçlarda ayrıca, X-Işınları Difraktometresi, Konfokal Raman Spektroskopisi ve FT-IR analizleri yapılarak, silisin polimorflarına ait tayinler yapılabilmektedir.

### 3. Gemolojik İncelemeler

Silisleşmiş ağaçların renkli ve opalleşmiş olanları gemolojik çalışmalar için de kullanılmaktadır (Şekil 8). Sundukları desen çeşitliliği ve renk geçişleri nedeniyle yüksek görsellik değerine sahip ağaçlar, sert malzemeler olmaları nedeniyle de tercih edilmektedirler (Şekil 8). Takı, süs objesi, dekoratif amaçlı ve hatta mobilya yapımında kullanılan fosil ağaçlar, olumlu olarak görülen özelliklerinin yanı sıra kırık ve çatlaklara sahip olmaları, odun anatomisinden ve farklı silis polimorflarından kaynaklanan zayıf zonlarının olması, işlem sonunda elde edilecek desenin tahmin edilememesi, güzel cila almaması gibi çeşitli olumsuzluklar da gösterebilmektedir. Özellikle opalden oluşan

silisleşmiş ağaçların gemolojik işlemler sırasında meydana gelen ısıya karşı oldukça hassas olmaları, istenmeyen sonuçlar oluşturmaktadır.

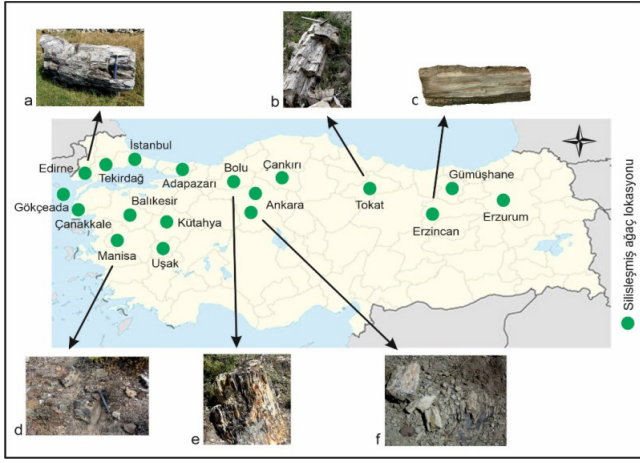


**Şekil 8.** Silisleşmiş ağaçların takı ve dekoratif amaçlı kullanımına örnekler.

### Türkiye’de Taşlaşmış /Silisleşmiş Ağaçlar

Türkiye’de fosil ağaçlar, günümüzde modern hale dönüşmüş herdem yeşil meşe, bataklık serisi, çam, defnegiller, selvi, sekoya, sığla, söğüt, palmiye, gibi türlerin atalarını oluşturmaktadır. Türkiye’deki fosil orman alanları, farklı yaşlara sahiptir. Bunlardan Trakya ve Batı Anadolu’da olan silisleşmiş ağaçlar, geç Oligosen - Orta Miyosen yaş aralığındadır. Güncel çalışmalarda, Beypazarı-Ankara bölgesindeki fosil ağaçların Erken-Orta Miyosen (18-23 My) öncesine kadar bir yaşa sahip olabileceği; Tokat - Zile’de yaklaşık 41 My (geç Eosen) öncesinde yaşamış olan tropik yağmur ormanlarının fosil ağaçları ile Erzurum ve Gümüşhane arasında 160 My (Orta-Geç Jura) öncesine ait arokarya ağacına ait taşlaşmış ağaçlar tespit edilmiştir ([36], Şekil 9).

Türkiye’deki Miyosen volkanizmasıyla ilişkili silisleşmiş ağaç ormanları, Bolu-Seben, Ankara-Çamlıdere ile Trakya bölgesinde Ergene havzasında Edirne-Malkara-Keşan, Çanakale-Gökçeada, Batı Anadolu’da Manisa-Osmancalı, Kütahya-Tavşanlı, Uşak-Banaz yörelerinde saptanmıştır. Son yıllarda yapılan çalışmalar ile oldukça dikkat çekici hale gelen silisleşmiş ağaçların önümüzdeki zamanlarda daha detay çalışacağı ve farklı yaş ve türlerde fosil ormanların ortaya konulacağı öngörülmektedir.

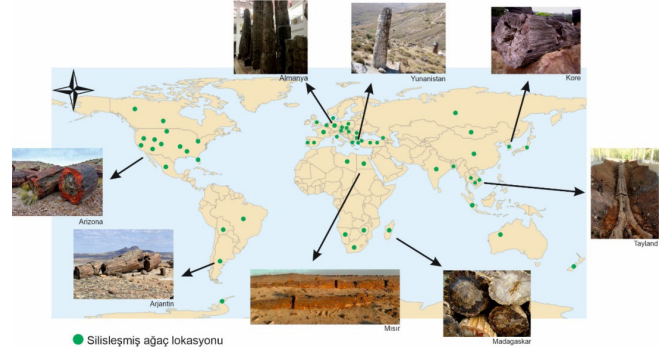


**Şekil 9.** Türkiye'de bulunan bazı ağaç lokasyonlarının dağılımları (a. [25]; b. [37]; c. [38]; d. [14]; e. [39]; f. [40]).

### Dünyadaki Taşlaşmış/Silisleşmiş Ağaçlar

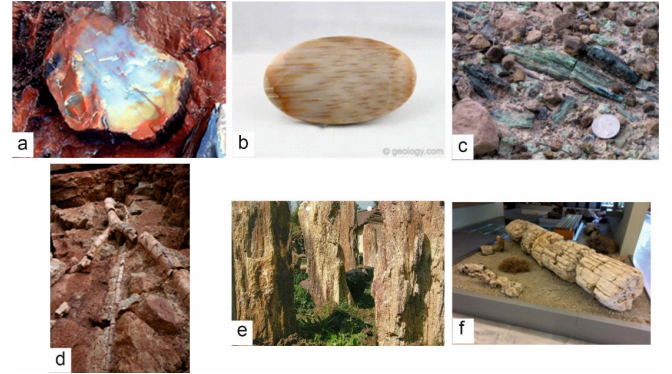
Yapılan Literatür çalışmasına göre, dünyadaki en yaşlı taşlaşmış ağaçlar Permien (251-299 My) yaşlı olup bunlar, Brezilya, Çin, Amerika Birleşik Devletleri, Almanya ve Çekoslavakya'da tespit edilmiştir (Şekil 10).

Dünya'da en renkli ve en tanınmış olan Arizona-USA'daki silisleşmiş ağaçlar, 225 My (Triyas) yaşlı, genellikle 5-10 m uzunlukta, 1-2 m çapta olup, iz elementlerden Fe, Mn, Cu ve Li elementleri içermesiyle çok renkli taşlaşmış ağaçları oluşturmaktadırlar (Şekil 11a, b). Oklohoma'daki Permien yaşlı silisleşmiş ağaçlarda, mavi renk tonlarında malahit-azurit oluşumları gözlenmiştir (Şekil 11c). Permien yaşlı Matfield Seyli içinde, Malahit ve azurit ile sıvanmış taşlaşmış ağaç Pawnee yakınlarında Wolfcampian'de bulunmuştur ([18], Şekil 11c). Almanya-Chemnitz bölgesindeki Permien yaşlı taşlaşmış ağaçlar, 15 m uzunluğunda ağaç dalına sahip olması ile dünyanın en uzun taşlaşmış ağacını oluşturmaktadır (Şekil 11d). Triyas (201 - 251 My) yaşlı olanlar ise, Amerika Birleşik Devletleri, Brezilya Madagaskar'da bulunmuştur. Kretase dönemine ait verilere (210-145 My) Amerika Birleşik Devletleri'nde, Belçika'da ve Güney Afrika'da rastlanmıştır. Tersiyer zamanının farklı jeolojik dönemlerinde oluşan taşlaşmış orman alanları oldukça yaygın olarak bulunmaktadır.



**Şekil 10.** Taşlaşmış/silisleşmiş ağaçların Dünyadaki bazı lokasyonlardaki dağılımları [41].

Örneğin; Bulgaristan ve Mısır'da (Şekil 11e) Oligosen döneminde, Peru'da ve Kanada'da Eosen döneminde; Tersiyer-Miyosen döneminde oluşan taşlaşmış orman alanları özellikle Amerika Birleşik Devletleri, Yunanistan ve Türkiye'de yaygın bir şekilde gözlenmektedir. Amerika Birleşik Devletleri'nde Washington eyaletinde, Miyosen volkanizmasıyla ilişkili Ginkgo taşlaşmış orman alanı, Yunanistan'da Midilli adasında Miyosen volkanizmasıyla ilişkili Lesvos taşlaşmış orman alanı yer almaktadır (Şekil 11f).



Şekil 11. a) Arizona Taşlaşmış Ormanından çok renkli, opalleşmiş silisleşmiş ağaç örneği, b) Louisiana palm ağacı, kabaşon kesilmiş örnekte vezüküler yapının görünüşü; c) Oklohoma'daki Permien yaşlı Matfield Şeyli içinde, malahit ve azurit ile sıvanmış taşlaşmış ağaç (Wolfcampian; 18); d) Almanya-Chemnitz bölgesindeki Taşlaşmış ağaç ormanındaki dünyadaki en uzun Calamite (Arthropitys bistriata) ağacı (bir dalının uzunluğu 15 m'nin üzerindedir); e) Mısır'ın konuşan ağaçları; f) Midilli Taşlaşmış Ağaç Ormanı.

### Taşlaşmış/Silisleşmiş/ Fosilleşmiş Ağaç Alanları Nasıl Korunmalı?

Taşlaşmış/ silisleşmiş ağaçlar "2863 Sayılı Kültür ve Tabiat Varlıklarını Koruma Kanunu" kapsamında değerlendirildiğinden, bunların korunması ta-

şınır ve taşınmaz kültür ve tabiat varlıkları kapsamına girmektedir. Jeolojik ortam ve paleobotanik yorumlamalara kazandırdıkları katkıları, ender bulunmaları, yerlerine yenisinin konulamaması, özellikleri ve güzellikleri bakımından, ayrıca da gelecek nesillere aktarılmalari açısından korunması gerekli değerlerdir. Ülkemizde, ilk tanımlanan Ankara (Çamlıdere) ve Bolu (Seben) civarındaki silisleşmiş ağaç ormanları başta olmak üzere, yeni tanımlanan pek çok fosilleşmiş ağaç alanları, çok nadiren rastlanan oluşumlar olup, bilimsel anlamı ve görsel özelliklerinden dolayı, korunmaları gereken “jeolojik miras” alanları olarak tanımlanmalıdır. Türkiye, Dünya üzerinde ender görülen «jeositler» bakımından çok zengin bir konuma sahiptir. UNESCO’nun koruma listesinde bulunan Göreme Milli Parkı ve Kapadokya (1985) ve Hierapolis (Pamukkale) (1988) gibi pek çok alanlar, hem kültürel hem de doğal miras olarak korunma altına alınmıştır. Dünya jeolojik mirası olarak listelere girebilecek «Taşlaşmış/Silisleşmiş Ağaç Ormanları» da mutlaka koruna altına alınmalı ve UNESCO Global Jeopark Ağı’na dahil edilmelidir. Türkiye’de, konunun son dönemlerdeki takipçisi olan Türkiye Jeolojik Mirası Koruma Derneği (JEMİRKO), 2005 yılından beri taşlaşmış/silisleşmiş ağaçlar konusunda da girişimlerde bulunmuş olup, bu konuya ayrı bir önem vermektedir.

## KAYNAKLAR

- [1] Matysová, P., 2016, Study of fossil wood by modern analytical methods: case studies. Doktora Tezi, Charles University in Prague, Faculty of Science Institute of Geology and Palaeontology, 61 s.
- [2] Mustoe, G.E., 2017, Wood Petrification: A New View of Permineralization and Replacement. *Geosciences*, 7, 119.
- [3] Viney, M., Hickey, R. D. ve Mustoe, G.E., 2019, A Silicified Carboniferous Lycopod Forest in the Colorado Rocky Mountains, USA. *Geosciences*, 9, 1-18.
- [4] Poole, I., van Bergen, P.F., Kool, J., Schouten, S. ve Cantrill, D.J., 2004, Molecular isotopic heterogeneity of fossil organic matter: implications for delta (13)C-biomass and delta (13) C-palaeoatmosphere proxies. *Org. Geochem.*, 35, 1261-1274.
- [5] Dernbach, U., Herbst, R., Jung, W., Selmeier, A., Scharnschmidt, F. ve Velitzelos, E., 1996, Versteinerte Wäl-

der, D’Oro, 188 s.

- [6] Jones, T.P. ve Rowe, N.P., 1999, *Fossil Plants and Spores: Modern Techniques*, London, Geological Society of London, 137, 396 p.
- [7] Taylor, T.N., Taylor, E.L. ve Krings, M., 2009, *Paleobotany, The Biology and Evolution of Fossil Plants*. second ed., Elsevier, Oxford, UK, 1252 s.
- [8] Sweeney, I.J., Chin, K., Hower, J.C., Budd, D.A. ve Wolfe, D.G., 2009, Fossil wood from the middle Cretaceous Moreno Hill Formation: unique expressions of wood mineralization and implications for the processes of wood preservation. *Int. J. Coal Geol.* 79, 1-17.
- [9] DiMichele, W.A. ve Falcon-Lang H., 2011, Fossil forests in growth position (T0 assemblages): origin, taphonomic biases and palaeoecological significance. *Journal of the Geological Society, London*, 168, 585-605.
- [10] Selmeier, A., 2001, Silicified Miocene woods from the North Bohemian Basin (Czech Republic) and from Kuzuluk, district Adapazarı (Turkey). *Mitt. Bayer. Staatslg. Palaont. Hist. Geol.*, 41, 111-144.
- [11] Kutluk, H., Kır, O. ve Akkemik, Ü., 2012, First Report of Araucariaceae wood (Agathoxylon sp.) from the Late Cretaceous of Turkey. *International Association of Wood Anatomists*, 33, 319-326.
- [12] Kaydu Akbudak, İ., Başbüyük, Z. ve Gürbüz, M., 2017, Zile Silisleşmiş Ağaçlarının Mineralojik ve Gemolojik İncelemesi, Tokat-Türkiye. 70. Türkiye Jeoloji Kurultayı Bildiri Kitabı, 136-137.
- [13] Polat, S., Güney, Y., Ege, İ. ve Akkemik, Ü., 2019, Banaz’da (Uşak) Yeni Bulunan Petrifiye Alanı ile İlgili İlk Bulgular. *Coğrafi Bilimler Dergisi*, 17, 384-402.
- [14] Yurtseven, N., 2018, Osmanlı (Manisa) Köyünde Taşlaşmış Ormanlar Üzerine Coğrafi İnceleme. TÜCAUM 30. Yıl Uluslararası Coğrafya Sempozyumu Bildiri Kitabı, 875-892.
- [15] Çevik Üner, B., Akkemik, Ü. ve Yılmaz Şahin, S., 2020, Malkara-Keşan (GB Trakya) çevresinde bulunan silisleşmiş ağaçların türlerinin tespiti ve mineralojik-petrografik özellikleri. *Eurasian Journal of Forest Science*, 8, 309-337.
- [16] Çevik Üner, B., Yılmaz Şahin, S. ve Akkemik, Ü., 2022a, Mineralogical and paleobotanical investigations of Oligo-Miocene petrified wood from the southwest of Thrace Basin (NW Turkey). *Turkish Journal of Earth Sciences*. 31, 49-70.
- [17] Akkemik, Ü. ve Çelik, H., 2022, Türkiye’de tespit edilen fosil gymnosperm ağaçlarının mekânsal ve zaman-sal dağılımı. *Turkish Journal of Biodiversity*, 5, 57-66.

- [18] Suneson, N.H., 2010, Petrified Wood In Oklahoma. Oklahoma Geological Survey, Information Series 14.
- [19] Mustoe, G.E., 2015, Late Tertiary Petrified Wood from Nevada, USA: Evidence of Multiple Silicification Pathways. *Geosciences*, 5, 286-309.
- [20] Bardet, M. ve Pournou, A., 2017, NMR Studies of Fossilized Wood, Annual Reports on NMR Spectroscopy. In: Graham, W. (ed.), Chapter 2, Elsevier, United Kingdom, 1-203.
- [21] Nowak, J., Florek, M., Kwiatek, W., Lekki, J., Chevalier, P., Zieba, E., Mestres, N., Dutkiewicz, E.M. ve Kuczumow, A., 2005, Composite structure of wood cells in petrified wood. *Mater. Sci. Eng. C Biomim. Supramol. Syst.*, C25, 119-130.
- [22] Schopf, J. M., 1975, Modes of fossil preservation. *Rev. Palaeobot. Palynol.* 20, 27-53.
- [23] Blackwell, W.H. ve Marak, J.H., 1989, The scientific investigation of fossil wood. *Miss. Geol.* 10, 1-11.
- [24] Spicer, R.A., 1991, Plant taphonomic processes. in: D.E.G.B. Peter, A. Allison (ed.), *Taphonomy: Releasing the Data Locked in the Fossil Record*, Plenum Press, New York, NY, 71-113.
- [25] Üner, B., 2022, Trakya ve Batı Anadolu Bölgeleri Silislemiş Ağaçlarının Jeolojik, Jeokimyasal ve Gemolojik Özelliklerinin Karşılaştırılması. Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, 223 s.
- [26] Çevik Üner, B., Yılmaz Şahin, S. ve Akkemik, Ü., 2022b, Batı Anadolu'da Silislemiş Ağaç Türlerinin Bazı Mineralojik ve Gemolojik Özellikleri. *Türkiye Jeoloji Bült.*, 65, 217-232.
- [27] Sen, J., 1963, Fine structure in degraded, ancient and buried wood, and in other fossilized plant derivatives. II, *Bot. Rev.*, 29, 230-242.
- [28] Mustoe, G.E., 2008, Mineralogy and Geochemistry of Late Eocene Silicified Wood from Florissant Fossil Beds National Monument. *The Geological Society of America Special Paper, Colorado*, 127-140.
- [29] Mustoe, G.E. ve Viney, M., 2017, Mineralogy of Paleocene Petrified Wood from Cherokee Ranch Fossil Forest, Central Colorado, USA. *Geosciences*, 7, 1-22.
- [30] Mustoe, G.E., 2018, Non-Mineralized Fossil Wood. *Geosciences*, 8, 223.
- [31] Dietrich, D., Lampke, T. ve Röhl, R., 2013, A microstructure study on silicified wood from the Permian Petrified Forest of Chemitz. *Paläontologische Zeitschrift*, 87, 814-834.
- [32] Ash, R.S. 1998. *Petrified Forest, The story behind the scenery*. Tenth Printing, Petrified Forest Museum Association, Las Vegas.
- [33] Schweingruber, F. H., Börner, A. ve Schulze, E. D., 2006, *Atlas of Woody plant stems. Evolution, Structure, and Environmental Modification*. Springer-Verlag, Berlin.
- [34] Falcon-Lang, H.J., 2005, Intra-tree variability in wood anatomy and its implications for fossil wood systematics and palaeoclimatic studies. *Palaeontology*, 48, 171-183.
- [35] Parham, R.A. ve Gray, R.L., 1984, Formation and Structure of Wood, *The Chemistry of Solid Wood. Advances in Chemistry*, 207, 3-56.
- [36] Akkemik, Ü., Kandemir, R., Philippe, M., Güngör, Y. ve Köroğlu, F., 2022, Palaeobiogeographical implications of the first fossil wood flora from the Jurassic of Turkey. *Acta Palaeontologica Polonica*, 67, 745-766.
- [37] Akkemik, Ü., Mantzouka, D., Tunç, U. ve Koçbulut, E., 2021, The first paleoxylotomical evidence from the Mid-Eocene Climate Optimum from Turkey. *Review of Paleobotany and Palynology*, 285, 104-356.
- [38] Akkemik, Ü., Mantzouka, D. ve Kiran Yıldırım, D., 2020, The first report of *Lesbosoxylon Süss&Velitzelos* from the early-middle Miocene of eastern Anatolia. *Geodiversitas*, 42, 427-441.
- [39] Akkemik, Ü., Arslan, M., Poole, I., Tosun, S., Köse, N., Karlıoğlu Kılıç, N. ve Aydın, A., 2016, Silicified woods from two previously undescribed early Miocene forest sites near Seben, northwest Turkey. *Review of Paleobotany and Palynology*, 235, 31-50.
- [40] Akkemik, Ü., Atıcı, G., Poole, I. ve Çobankaya, M., 2018, Three new silicified woods from a newly discovered earliest Miocene forest site in the Haymana Basin (Ankara, Turkey). *Review of Paleobotany and Palynology*, 254, 49-64.
- [41] <https://www.mindat.org/min-8018.html>

# Ege Denizi'nde Bir Denizaltı Volkanı mı Doğuyor?

Bir süreden beri (Nisan 2020-Ekim 2022 arası) Datça Yarımadası açıklarında Ege Denizi içindeki bir volkanik ada olan Nisiros'un hemen güneyinde 1700 km<sup>2</sup>'lik alanda Kandilli Rasathanesi Deprem Araştırma Enstitüsü (KRDAE) kayıtlarına girmiş sayıları 7000'e yakın yoğun bir mikro deprem fırtınası gerçekleşmiştir. Acaba bu mikro depremler bölgede deniz tabanındaki yeni ya da mevcut bir volkanın yeniden faaliyetinin habercisi bir volkanik-tektonik kökenli deprem kümelenmesi mi ...?

Volkanlarla ilgili depremlerin birçoğu hissedilemeyecek ölçekte çok küçüktür ve genellikle yüzeyden itibaren yerkabuğunun sığ derinliğinde (yaklaşık 10 km'lik kısmında) yüzlerce hatta binlercesi bir kümelenme oluşturur. Çoğu kümelenmeler genellikle volkanik patlamalara yol açmaz, bununla birlikte çoğu patlamadan önce de o bölgede bir kümelenme gözlenir. Ancak 1700 km<sup>2</sup>'lik bu alanda dairesel kümelenme gösteren 7000'e yakın mikro deprem verisi dışında, volkanik faaliyeti gösterir kayıt altına alınmış başka bir veri olmaması, bölgenin volkanik etkinlik potansiyeli olmadığı anlamına da gelmemektedir. Özellikle volkan sismolojisi ile ilgilenen araştırmacılarca bölgede kaydedilmiş sismik verilerin dalga türleri, alansal, derinlik vb özelliklerinin bu bakış açısıyla incelenmesinin yararlı olacağı düşünülmektedir.

## Halil Gürsoy

Cumhuriyet Üniversitesi Mühendislik  
Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü  
58140, Sivas  
gursoy@cumhuriyet.edu.tr

## Akın Kürçer

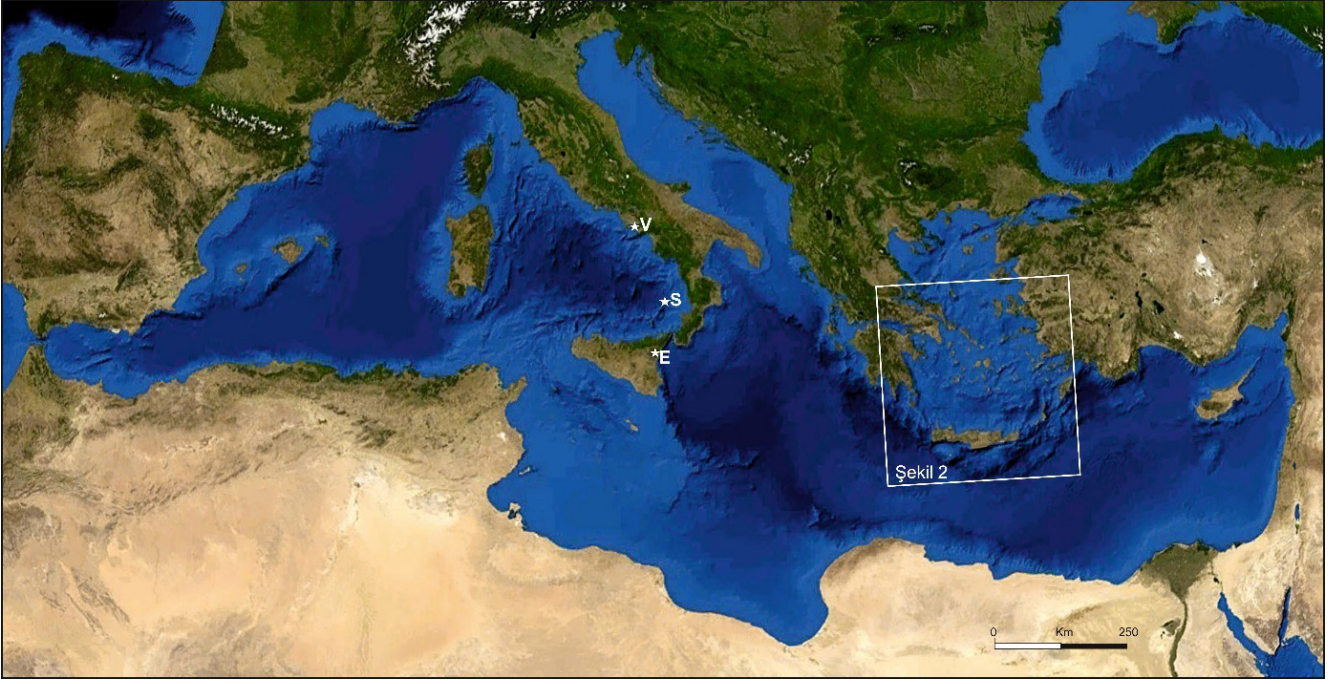
MTA Genel Müdürlüğü Jeolojik Araştırmalar  
Dairesi Balgat, Ankara  
akurcer@gmail.com

## Hilal Domaç Yalçın

Parametre Araştırma, Bilişim, Planlama Ltd.  
Şti., Büyükdere Caddesi, Hukukçular Sitesi,  
No: 24, Daire: 20, 34360, Mecidiyeköy,  
İstanbul  
hilal.yalcin@parametre.com

## Giriş

Akdeniz Havzası, Akdeniz ve Ege Denizi'ni de içine alan yaklaşık 2.5 milyon km<sup>2</sup>'lik büyüklüğü ile dünyanın en büyük iç havzasıdır [1]. Bu havzanın kuzey kesimini kapsayan Ege Denizi Asya ve Avrupa kıtalarının kara parçaları olan Türkiye ve Yunanistan arasında kalmaktadır. Akdeniz'in 5000 metreye ulaşan derinliğine karşın Ege Denizi'nin ise ortalama derinliği 1350 metre olup, taban topografyası göreceli olarak daha düzgün ve daha sığdır ([2], Şekil 1). Türkiye ve Yunanistan arasında bulunan irili ufaklı 3000 kadar ada ve ada görünümündeki kayalık/kara parçalarını da içine alan bu deniz, "Aegeis [3]" ya da "Egeid" adı verilen bir kara parçasının, büyük bir bölümünün sular altında kalmasıyla oluşmuştur. Üstündeki adaların çokluğu



**Şekil 1:** Akdeniz Havzası ve çevresinin batimetrisi ve fiziki coğrafyasının uydu görüntüsü ([2], V: Vezüv, E: Etna, S:Stromboli aktif volkanları)

nedeniyle “Adalar Denizi” diye de adlandırılır [4, 5]. Anadolu Yarımadası’nın batı kıyılarının çok fazla girintili ve çıkıntılı olması ve bu kıyılara çok yakın konumda çok sayıda ada bulunması, Ege Denizi’nin daha önce büyük bir kara parçası olduğu düşüncesini doğrular niteliktedir. Ege Denizi içindeki Kiklad adaları grubu ve çevresindeki diğer birçok adada gözlenen temel kayaların hem Türkiye hem de Yunanistan anakaralarında yüzeyleyen temel kayalara benzer olması da bunu doğrulamaktadır.

Akdeniz Havzası’nın deniz tabanı topografyasını (batimetrisini) denetleyen en önemli faktör, hiç kuşkusuz bölgede günümüzde de halen etkinliğini sürdüren deprem ve volkanizma gelişimini de kontrol eden Avrasya ile Afrika kıtaları arasındaki yitim şeklinde gelişen plaka hareketlerine bağlı jeodinamik olaylardır. Havzada bulunan Vezüv, Etna ve Stromboli volkanları dünyaca bilinen ve günümüzde de zaman zaman faaliyetlerini sürdüren büyük aktif volkanlara en iyi örneklerdendir (Şekil 1). Bu volkanlardan Stromboli en son 9 Ekim 2022’de tekrar lav püskürtmüştür.

### Depremler ve volkanizma arasındaki ilişkiler

Dünya’da meydana gelen depremlerin büyük çoğunluğu tektonik kökenli olmasına karşın, volka-

nizma ile eşzamanlı gelişen volkanik depremler de çok yaygındır. Volkanik depremler, yerkabuğu içindeki magmanın ve bünyesindeki volkanik gazların yukarı doğru yüzeye çıkması sırasında, kırılğan/katı kabukta önemli stres değişikliklerine bağlı kırılmalar sonucunda oluşur. Bu şekilde gelişen depremler volkanik-tektonik depremler olarak adlandırılır. Bunlar daha çok yerkabuğunda tektonik ve volkanik faaliyetlerin yoğun olduğu bölgelerde çok farklı büyüklükte çok sık aralıklı mikro deprem fırtınası şeklinde de gelişebilmektedir.

Doğu Afrika Rifti örneğinde olduğu gibi yerkabuğunu derine doğru boydan boya kesen büyük ölçekli kırık zonları üzerinde rift yapısına paralel volkanizma ve depremler gelişebilmektedir. Koni yapıları Meksika’daki Colima volkanı [6], Akdeniz havzası içindeki Vezüv, Etna, Stromboli gibi aktif volkanlar çevresinde oluşan depremlerin dağılımı bir dairesel alan sunabilmektedir.

Bir volkanın çevresindeki püskürme öncesi evresinde çoğunlukla küçük ölçekli bu depremlerin alansal dağılımının yeryüzü üzerinde yoğunlaştığı dairesel geometrisinin yanı sıra yerkabuğunda meydana geldikleri odak derinlikleri ve zamansal değişimi de son derece önemlidir. Hem karasal hem de denizel alanlarda aktif faylar ve/veya volkanik çıkış merkezleri çevresinde yoğun sismik

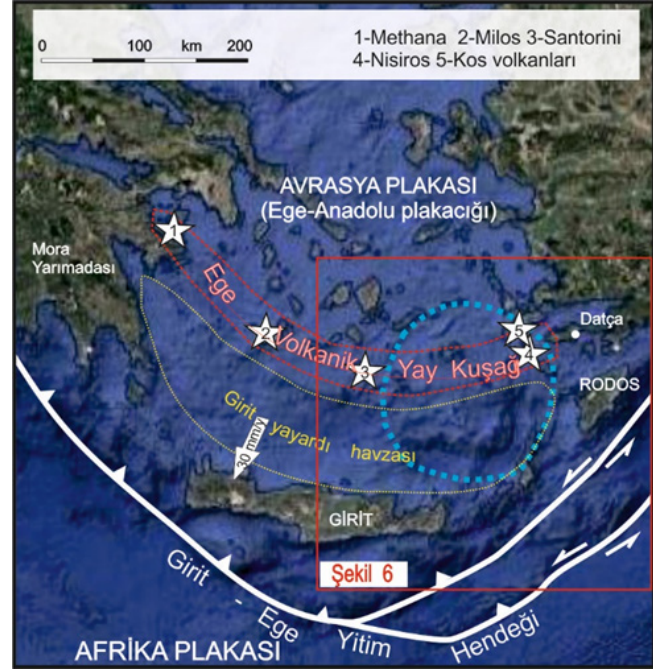


ağlar kurularak depremler ve volkanik faaliyetler, gelişmiş sismik kayıt cihazlarıyla büyüklük, derinlik ve yerleri hassas biçimde saptanabilmektedir. Volkanla ilgili depremlerin birçoğu hissedilemeyecek ölçekte çok küçüktür ve genellikle yüzeyden itibaren kabuğun sığ derinliğinde (yaklaşık 10 km'lik kısmında) yüzlercesi hatta binlercesi bir kümelenme oluşturur. Çoğu kümelenmeler genellikle volkanik patlamalara yol açmaz, bununla birlikte çoğu patlamadan önce de o bölgede bir kümelenme gözlenir [7]. Bu nedenle, bir volkandaki sismik aktivitenin arttığı bir dönemde, özellikle volkanlar konusunda uzman sismolog ve volkan bilimciler bir patlamanın meydana gelip gelmeyeceğini belirlemek amacıyla sismik aktivitenin türü, yeri, derinliği ve yoğunluğundaki en küçük değişiklikleri saptamak için günün her saatinde volkanları izlemeye alırlar [7]. Özellikle karadaki bir volkanın aktivitesi takip ediliyorsa sismik kayıt takiplerine ek olarak mutlaka diğer jeodezik ölçüm teknikleri de kullanılır. Son 50 yıllık dönem içinde en büyük patlamasını 18 Mayıs 1980'de gerçekleştiren St. Helen Yanardağı (ABD), uzun süreden beri faaliyetleri yoğun takip altına alınmış bir volkandır. Belirli aralıklarla faaliyete geçen bu volkanda 1989-1991 yıllarında bazı küçük volkanik patlamalarla bağlantılı çok sayıda sismik faaliyet kaydedilmiştir. Ancak 1995, 1998 ve 2001 yıllarından bir yığın deprem kaydedilmesine karşın volkanik patlama gerçekleşmemiştir [8, 9].

### Ege Denizi içindeki aktif volkanlar

Bilimsel çalışmalara göre [10, 11] Afrika Plakası, Girit Adası'nın güneyinden geçen Girit-Ege Yitim Hendeği boyunca kuzey yönünde Avrasya Plakası'nın (Ege-Anadolu Plakacığı'nın) altına doğru dalıp batmakta, Ege-Anadolu Plakacığı 30 mm/yıl hızla Afrika Plakası'nın üzerine doğru bindirmektedir (Şekil 2). Ege-Anadolu Plakacığı altına dalan Afrika Plakası'nın kayaları çok büyük derinliklerde aşırı basınç ve sıcaklık koşullarında eriyerek magmaya karışmaktadır. Girit-Ege Yitim Hendeği'nin 240-250 km kuzeyinde Yunistan'ın Mora Yarımadası'nın doğusundaki Saronik Körfezi'nden başlayarak güneye doğru bir yay şeklinde 20-40 km genişliğinde yaklaşık 490 km uzunluğunda Datça Yarımadası

güneyine kadar uzanan bu zon, Ege Volkanik Yay Kuşağı olarak adlandırılır. Methana, Milos, Santorini, Nisiros ve Kos (İstanköy) volkanik adaları Ege Volkanik Yay Kuşağı üzerinde bulunmaktadır (Şekil 2).

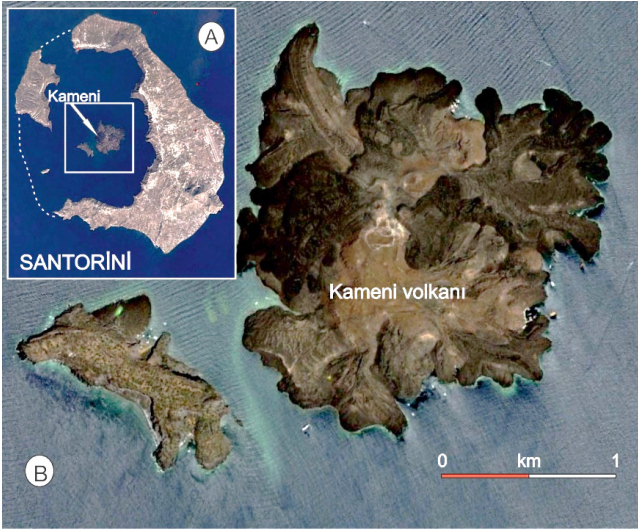


**Şekil 2:** Ege Denizi'nin yalınlaştırılmış ana tektonik yapısı ve Ege Volkanik Yay Kuşağı

Bu adalar, Girit-Ege Yitim Hendeği'nin kuzeyinde kalan Ege Volkanik Yay Kuşağı'nın bir kısmının Ege Denizi içindeki volkanik faaliyetleri sonucu bugün su üstüne çıkmış volkanik kökenli adalardır. Ancak Ege denizi içerisindeki deniz tabanı topografyasını (batimetrisini) yansıtan bazı bilimsel yayınlardan da bilindiği üzere henüz su üstüne çıkmamış ama deniz tabanında kaldera ve koni şeklinde birçok küçük volkanik çıkış merkezinin var olduğu da bilinmektedir [12 ve içerdiği kaynaklar].

Jeomorfolojik ve jeolojik özellikleriyle kaldera tipi bir volkan yapısı sunan Santorini Adası'nın ortası bir yanardağ patlamasıyla sulara gömülmüştür (Şekil 3A). Santorini Adası'nı oluşturan kalderanın içinde kalan Kameni Adaları'nın (Şekil 3B), yakın jeolojik ve tarihsel geçmişinde birçok kez volkanik etkinlik sonucunda su yüzüne kadar yükseldiği ve yüzölçümü gittikçe büyüyen bir ada konumunu kazandığı saptanmıştır. Kameni Ada-

ları tarihsel dönemde son 2400 yılda (M.Ö. 197 ve M.S. 46-47, 726, 1570-1573, 1707-1711, 1866-1870, 1925-1928, 1939-1941, 1950 yılları) 9 volkanik patlama sonucunda aşama aşama su üstüne çıkararak bugünkü morfolojisini kazanmıştır [13]. Bu ada üzerindeki sismik faaliyetler ve yerkabuğundaki jeodezik hareketler, kaplıcaların sıcaklığı ve su kimyasını ölçen birçok aletsel ağ ile sürekli izlenmektedir [13]. Santorini Adası'nın en son volkanik faaliyetleri bazı kartpostallar ve gravür çizimleriyle de belgelenmiştir. Bu adanın sakinleri 15 Aralık 1949'da ve 10, 11, 13 ve 16 Ocak 1950'deki patlamadan önceki günlerde ve patlama sırasında depremlerin meydana geldiğini ifade etmişlerdir. Ancak o dönemlerde hassas aletsel sismik izleme olmadığından dolayı sadece depremlerden en büyük üçünün kaydedildiği belirtilmektedir [14]. Günümüzdeki volkanizma/deprem ilişkilerinden de bilindiği üzere, adada bu 3 depremin dışında kuşkusuz çok daha küçük depremler de gerçekleşmiş olmalıdır.



**Şekil 3:** A) Santorini Adası Kalderası B) Kaldera içindeki Kameni Adası'nın en genç lav akıntılarının Google Earth uydusu görüntüsü.

Ayrıca Santorini ana kalderasının 7 km kuzeydoğusunda henüz su üstüne çıkamamış Kolumbo Denizaltı Yanardağı'nda M.S. 1650'de meydana gelen son patlama, yakındaki adalarda hasara ve can kaybına neden olmuştur [15]. Benzer şekilde koni biçimindeki küçük volkanik çıkış merkezleri, Kos Adası güneydoğusunda denizaltındaki bir kalderada ve çevresinde batimetrik veriler yardımıyla görüntülenmiştir [16]. Girit'te kuruluşu

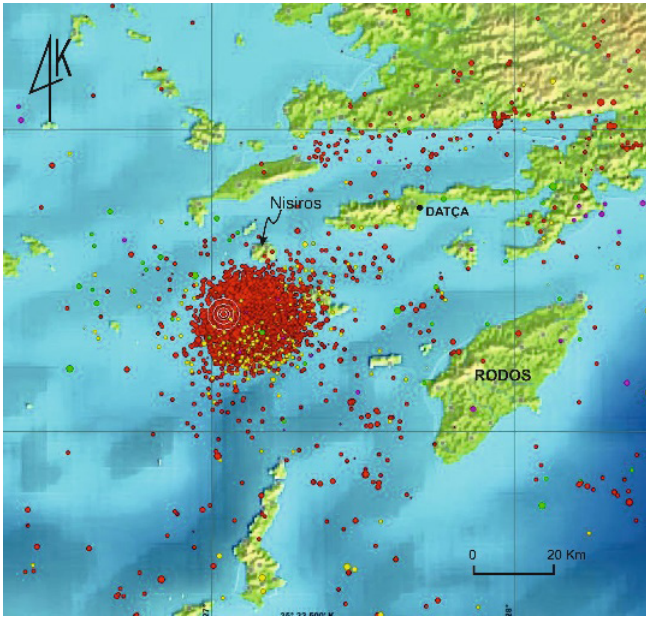
Tunç Çağı'na kadar geriye giden Minos Uygarlığı, adadan 110 km kuzeyde bulunan Thera (bugünkü Santorini) Volkanı'nın M.Ö. yaklaşık 1613'de patlamasıyla büyük oranda tahrip olmuştur [17]. Minos Patlaması olarak adlandırılan bu patlama Ege ve Akdeniz kıyılarında tsunamiye ve Anadolu'nun iç kesimlerine kadar tüf/kül taşınmasına neden olmuştur. Nitekim Çeşme-Bağlararası'ndaki arkeolojik kazıda bu patlamadan türemiş malzeme birikimine ve tsunamiye ait izler saptanmıştır [18]. Atmosfere yayılan büyük miktarlarda kül ve kültür dioksitin neden olduğu sıcaklıklardaki düşüş, daha sonra bölgede birkaç yıl süren soğuk ve yağışlı yazlara yol açarak bu coğrafyadaki tarımsal hasadı olumsuz etkilemiştir. Minos Patlaması, Dünya'da bilinen son 10.000 yıllık dönemdeki en büyük Pliniyen Patlamalar'dan biri olarak kabul edilmektedir. Mesozoyik yaşlı kireçtaşlarıyla çevrili Muğla'nın "Karabağlar Yaylası"nın tabanındaki çukurluğu dolduran alüvyon çökellerinde açılan Dügerek paleosismoloji hendeğinde yaklaşık 50 cm kalınlığında beyaz renkli asidik karakterli tüf malzemesinin içinden ve üst kesiminden sırasıyla  $3298 \pm 27$  ve  $3258 \pm 30$  yıl C14 yaşlar elde edilmiştir [19]. Nitekim Datça Yarımadası üzerindeki Çeşmeköy ve Cumalı köyleri ve yakın dolayındaki çukurluk alanlarda korunmuş olarak kalınlığı 30 metreyi bulan asidik karakterli tüf ve kayalar parçaları gözlenmektedir [20]. Yarımada çevresinde gözlenen bu volkanik kayalar tamamen Ege Volkanik Yay Kuşağı üzerindeki volkanik adalardaki püskürmelerden yayılan ürünlerdir. Nitekim Gökova Körfezi ve Datça Yarımadası sahillerinin bazı kesimlerinde, hafif olması nedeniyle yüzerek kıyıya ulaşmış halk arasında topuk taşı, köpük taşı ve nasır taşı gibi adlar verilen süngerimsi dokulu, özgül ağırlığı düşük, değişik renkli, gözenekli çeşitli volkanik kayalar parçacıkları da gözlenmektedir.

### Ege Denizi güneydoğusundaki sismik etkinliğin anlamı nedir?

Türkiye ve Yunanistan arasında kalan Ege Denizi Akdeniz havzası içinde sismik etkinliğin en yoğun olduğu bölgelerden biridir. Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı (AFAD) verilerine göre Ege Denizi ve kara kıyılarının bir kısmını da içine alan

bölgede 2020 takvim yılında 1’den büyük 7841, 2021 yılında ise 9564 deprem oluşmuştur. Bu depremlerin çoğunluğu sığ depremler olup, genelde aktif faylanma bölgelerinin ana doğrultularına paralel şekilde yoğunlaşmaktadır. Afrika-Avrasya plakaları sınırına yakın kısımlarda Girit-Ege Yitim Hendeği çevresinde bu depremlerin derinlikleri göreceli olarak artmakta ve 123 km’ye kadar inmektedir.

Kandilli Rasathanesi Deprem Araştırma Enstitüsü’nün (KRDAE) kaydettiği deprem verilerini kullanan Deprem Monitörü programı üzerinde Nisan-Ağustos 2021 ayları arasında 5 aylık dönemdeki depremlerin alansal dağılımının Datça Yarımadası açıklarında Nisiros Volkanı’nın hemen güneybatısındaki bölgede çok belirgin biçimde dairesel bir geometri sunduğu gözlenmiştir (Şekil 4). Bu alansal dağılımın tek başına tektonik kökenli bir deprem serisinden daha çok volkanik-tektonik kökenli bir mikro deprem kümelenmesi olabileceği düşüncesiyle bu yazı hazırlanmıştır.

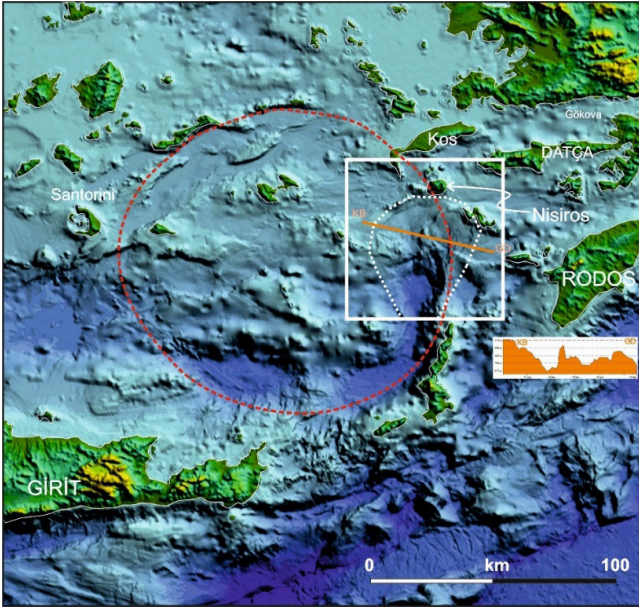


**Şekil 4:** Datça Yarımadası güneybatısındaki Nisan – Ağustos 2021 arasındaki 5 aylık mikro sismik etkinliğin Deprem Monitörü programı üzerindeki alansal dağılımı.

Bu bölgenin deniz tabanı batimetrisinin çözünürlüğü çok iyi olmamakla birlikte, Google Earth görüntüsü üzerinde yaklaşık 120 km çaplı, kalderayı (?) andıran dairesel çöküntü içinde ve diğer birçok alanda küçük ölçekli konicik ve kalderaların morfolojik olarak varlığı izlenebilmek-

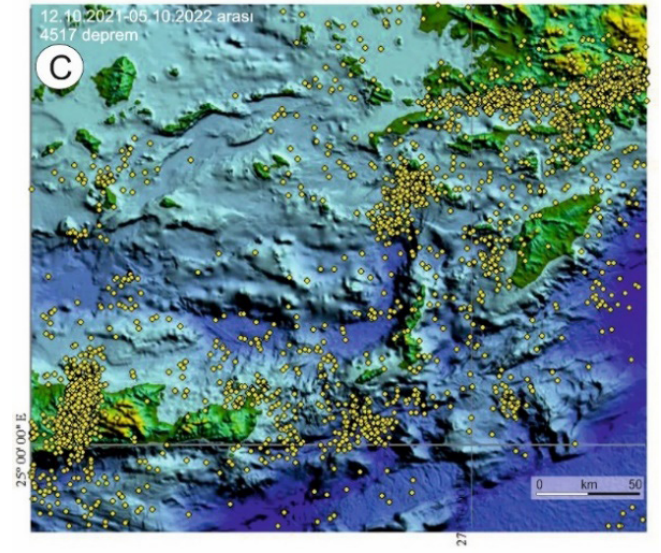
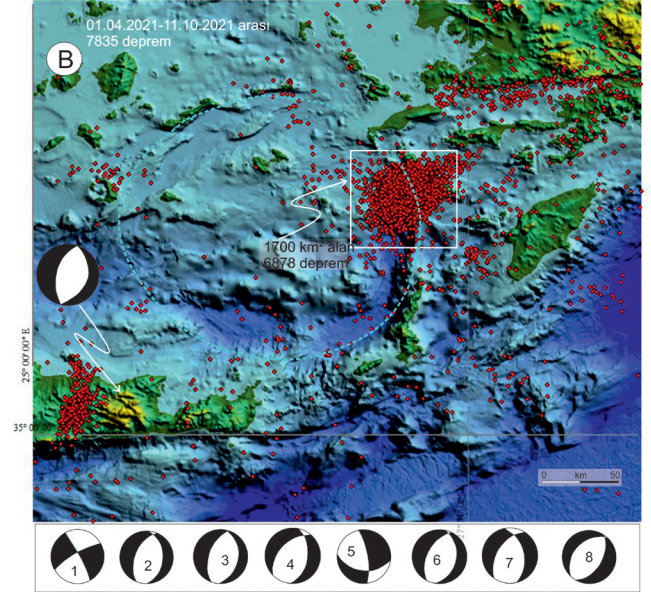
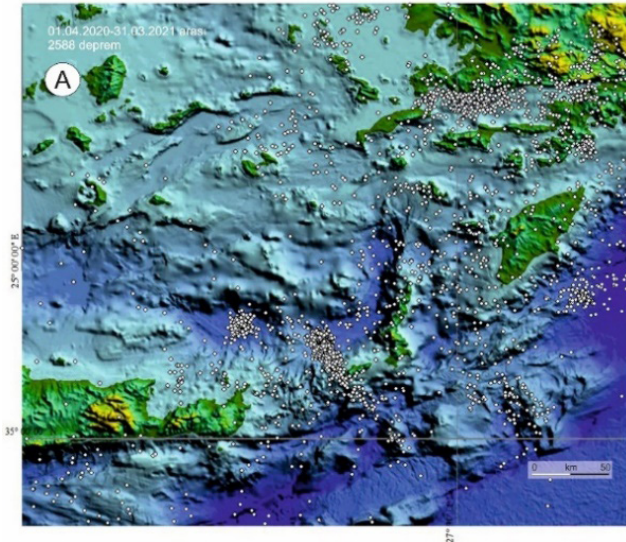
tedir. Ancak bu büyük çaplı kaldera (?) görünümü yapının ortasındaki bazı adalarda karbonatlı, ultrabazik ve aşırı derecede başkalaşıma uğramış daha yaşlı kayalar gözlenmektedir. Çember şeklindeki bu yapının içinde kalan bazı adalarda bu tür kayaların gözlenmesi, bu yapının çok büyük bir patlamaya neden olmadan dom şeklinde kabarıp daha sonra içe doğru çökmüş eski bir volkan kalderasının sınırı olma olasılığını akla getirmektedir. Ancak bu çember yapının bir kaldera olup olmadığının daha somut olarak ortaya konulabilmesi için -eğer var ise- bölgenin daha detaylı görüntülenebildiği batimetri haritasını incelemek gereklidir.

Bu bölgede yaklaşık 1700 km<sup>2</sup>'lik bir alanda sayısı 7000'e varan ve büyüklüğü Mw 1-5.7 arasında değişen depremler, Google Earth deniz tabanı topografyası görüntüsünde yaklaşık 120 km çaplı bir kalderayı andıran bu dairesel çöküntünün (Şekil 5) doğu kıyısında ve aynı zamanda KKD-GGB gidişli bir denizaltı kanyonuna benzer bir deniz tabanı topografik yapısı üzerinde yoğunlaşmıştır (Şekil 5 ve 6). Bu kanyonun KD ucunun başlangıç kısmı bir denizaltı heyelan bölgesini de andıran morfolojisi vardır (Şekil 5). Ancak buradan alınan KB-GD gidişli bir batimetrik topografik profili duvar şeklinde yükselmiş bir volkanik sokulumun daha çok tahrip olmuş yapısına benzemektedir. GB Ege bölgesinde deniz tabanında ve volkanların çevresinde küçük ölçekli koni, krater ve kalderaların yanı sıra graben ve oluk biçimli denizaltı kanyonlarının varlığı çeşitli bilimsel araştırmalarda da saptanmıştır [12, 15, 21].



**Şekil 5:** Datça Yarımadası-Girit arasının Google Earth batimetri haritası ve kaldera benzeri daire biçimli çöküntü alanı (Beyaz çerçeve Şekil 4'deki mikro sismik etkinlik alanı, beyaz kesikli çizgi tahrip olmuş denizaltı kanyonu)

Ancak 1 Nisan 2020 – 5 Ekim 2022 tarihleri arasında oluşan 14940 mikro sismik etkinliğin belirli bölgelerde deprem fırtınası şeklinde yoğunlaşmış olduğu dikkat çekmektedir (Tablo 1) (Şekil 6A, B, C). Bu sismik etkinliklerin aynı alanda 3 farklı periyottaki (Şekil 6A, B, C) dağılım yoğunlukları da belirgin farklılıklar göstermektedir.



Şekil 6 A, B, C: Datça Yarımadası-Girit arasındaki 3 farklı periyottaki mikro deprem etkinliğin alansal dağılımı

Girit Yarımadası Havzasının (Şekil 2) en doğu kesiminde Girit-Rodos yükselim ekseninde KB-GD yönünde ve havzanın en güneyindeki bir çukur alanda 1 Nisan 2020-31 Mart 2021 aralığında 2588 adet mikro sismik etkinlik belirli bir dağılım/kümelenme sunmaktadır (Şekil 6A). Bunun dışında diğer sismik etkinlik Ege Bölgesine özgü rastgele saçılmış bir dağılım sunmaktadır. 1 Nisan 2021-11 Ekim 2021 aralığında 7835 mikro sismik etkinlik Şekil 6B'deki gibi 2 belirgin alanda kümelenmeli dağılım sunmaktadır. Bunlardan ilki Girit adasının orta kesiminde, yaklaşık K10°D gidişli bir hat üzerinde olup, 27.09.2021 tarihli Mw 6 büyüklüğündeki depremin odak mekanizması çözümü ise normal faylanmayı işaret

etmektedir [22]. Aynı zamanda bu yazının ana gerekçesini oluşturan diğer kümelenme alanı ise Ege Volkanik Yayının en doğu ucunda Nisiros volkanının hemen güneyindeki bölgedir (Şekil 4, 5, 6B). Bu bölgede Nisan 2020-Ekim 2022 ayları arasında sayıları 7000'e varan adeta bir deprem fırtınası gelişmiştir.

Şekil 5'deki batimetri haritasında, çözünürlük zayıf da olsa, Nisiros Volkanı'nın hemen güneyindeki bu büyük kalderanın (?) doğu kenarında beyaz kare çerçeve içinde parçalanmış-dağılmış bir kaldera/kanyon morfolojisi dikkat çekmektedir. Şekil 6B'de Datça Yarımadası'na doğru uzanan ve Nisiros Volkanı'na komşu bölgedeki dairesel/elips şeklindeki kümelenme, olasılıkla henüz faaliyete geç(e)memiş bir denizaltı volkanının ana gövdesi midir? Bu ana gövde alanında büyüklüğü (Mw) 1 ile 5.7 arasında değişen toplam 6878 adet deprem meydana gelmiştir. Ege Denizi'nin Şekil 6'daki alanı içindeki bu depremlerin derinliklerine göre sayısal dağılımı Tablo 1'de verilmektedir.

İncelenen zaman aralığındaki tüm depremlerin %59'u kırılğan kabuk olarak nitelendiğimiz ilk 10 km'lik kısımda meydana gelmiştir. Olası volkan ana gövdesi olarak nitelenebilecek 1700 km<sup>2</sup>'lik alandaki katı kabuğun ilk 10 km'lik kısmında mikro sismik etkinliğin %55'i, ikinci 10 km'lik (10.1-20 km) kısmında ise %30'u meydana gelmiştir. Ayrıca derinlik arttıkça kabukta sismik açıdan kırılğanlığın azalmasına paralel olarak olası volkan ana gövdesi altında deprem sayısı azalmış ve odak derinliği 70-123 km arasında değişen 12 mikro deprem kaydedilmiştir (Tablo 1). Bu

12 depremin büyüklüğü 1.5-2.9 arasında değişmektedir. Şekil 6B'de Ana gövde olarak adlandırılabilir kümelenme içindeki depremlerden 8 adedinin odak mekanizması çözümleri yapılmış ve bunlardan 1 ve 5 Nolu depremler doğrultu atımlı bir faylanmayı işaret etmektedir (Tablo 2). Diğer 6 depremin odak çözümü ise Nisiros volkanına doğru uzanan vadinin genel geometrisine uygun K10°-30°D gidişli normal faylanmayı göstermektedir (Şekil 6B).

Sonuç olarak tüm verileri değerlendirmek gerekirse; yoğun mikro sismik faaliyetler sırasında bu bölgede deniz içerisinde herhangi bir gaz çıkışı ve/veya beraberinde deniz suyunun sıcaklığında ya da su kimyasında bir değişim olduğuna dair herhangi bir bilgi kamuoyuna ulaşmamıştır. Ancak bu türden bilgi olmamasının bir nedeni, gerçekten bu türden lav/gaz çıkışının ve su sıcaklığında bir değişimin gerçekleşmemiş olmasıdır. Diğer bir neden de bu tür gaz/lav çıkışına sebep olacak sıcak magmanın ısıtıcı bir kaynak olarak kabuğun iç kesimine kadar henüz yeterince yükselmediğini, ancak bu kadar çok mikro deprem üretecek derecede kabuğa stres yüklemiş olabileceğini de işaret edebilir. Ayrıca yoğun mikro sismik etkinliğin yoğunlaştığı bu alanda denizin -2500 metreye kadar varan bu derinliğinde kılcal da olsa kırık sistemlerinin geliş(e)memesi ve bu yüzden gaz/lav çıkışı olmamasının da nedeni olabilir. Bu bölgenin aşırı rüzgar alan bir açık deniz olması, belki de gaz çıkışına yönelik böyle bir gözlemi de olumsuz olabilir. Deniz tabanında bu açıdan herhangi gözlem olmaması da göz ardı edilmemelidir.

**Tablo 1:** Şekil 5'deki çerçeve içinde kalan Ege Denizi'ndeki depremlerin derinliklerine göre sayısal dağılımı

Derinlik (km)	İlk evre (2588 kayıt) (01.04.2020-31.03.2021)	Ana evre (7835/6878 kayıt) (01.04.2021-11.10.2021)	Son evre (4517 kayıt) 12.1.2021-05.10.2022
1-10	1551 (%59.9)	4269 (%54.5) 3787 (%55)	3021 (%66.9)
10.1-20	672 (25.9)	2394 (%30.6) 2068 (%30)	1111 (%24.6)
20.1-30	181 (%7)	1099 (%14) 1002 (%14,9)	247 (%5.46)
30,1-40	16 (%0,7)	5 (%0,07) 1 (%0,06)	9 (%0,2)
40.1-70	100 (%3.9)	33 (%0,4) 8 (%0,12)	50 (%1,10)
70 den büyük	68 (%2.6)	35 (%0,43) 12 (%0,17)	79 (%1.74)
<b>Toplam</b>	14940 kayıt (*1700 km <sup>2</sup> 'lik olası volkan ana gövdesi ve yakın çevresi Nisan 2020-Ekim 2022 arası)		

**Tablo 2:** Bazı depremlerin odak mekanizması çözümleri (İlk 8 çözüm Şekil 6B'deki beyaz çerçeve içindeki 9. nolu çözüm ise Girit Adası üzerindeki depremdir).

No	Tarih	Enlem	Boylam	Derinlik	Büyükük	Doğ.	Eğim	Yan yatım	Doğ.	Eğim	Yan yatım
1	19.08.2021	36.44	27.08	10	4.7	332	83	-167	240	77	-6
2	7.08.2021	36.33	26.97	10	5	203	52	-77	2	39	-106
3	3.08.2021	36.38	26.98	10	5.2	199	54	-85	12	35	-95
4	1.08.2021	36.4	27.07	10	5.6	225	48	-64	9	47	-116
5	24.07.2021	35.23	25.25	10	4.9	351	73	-44	96	47	-157
6	22.07.2021	36.42	27.01	10	4.6	208	52	-79	12	38	-102
7	21.06.2021	36.3	26.97	10	5.5	213	52	-58	349	47	-123
8	17.04.2021	36.44	27.09	10	4.9	222	38	-83	34	51	-94
9	13.04.2021	36.5	27.08	10	5.3	337	73	-175	245	85	-16

Dünya'da denizde meydana gelen ve ada oluşumuna neden olan en son volkanik faaliyet Avustralya'nın doğusunda Pasifik Okyanusu'ndaki 170 adadan oluşan Tonga Krallığında Ocak 2022'de meydana gelmiştir [23, 24]. Okyanuslardaki bu tür volkanik faaliyetlerle oluşan adalarda büyük oranda lav püskürmediği durumlarda tüf/kül türü malzemeler dalgalar tarafından kolayca aşındırılmaktadır.

2012 yılı Aralık ayında Bozburun Yarımadası (Marmaris) ile Simi Adası arasında 1 ay gibi kısa bir sürede 2340 mikro sismik etkinliğin gelişmesi üzerine ulusal basında [25] çıkan haberde Prof. Dr. Ahmet Ercan ve ekibi bölgeye sismik ölçer cihazlar yerleştirmiş "kıyıda 150 metre açıkta denizde yüksek sıcaklıkların ölçüldüğünü, 25 metre derinlikte bir yanardağ ağzının tespit edildiğini" açıklamıştır. Bozburun bölgesindeki bu çalışma sırasında araştırma ekibine yaklaşan bir balıkçı "burada birkaç gün önce fıskırmalar oldu ve su da çok sıcak" diye beyanda bulunmuştur.

Ege Denizi'nde su üstüne çıkmış volkanlardan oluşan adaların genç jeolojik ve tarihsel geçmişinin yanı sıra deniz tabanının -zayıf da olsa- mevcut batimetrisinde birçok küçük koni, krater ve kalde-raların saptanmış olması hem denizaltının hem de volkanik adaların volkanizma açısından halen potansiyel aktif bir bölge olduğunu göstermektedir. Bölgede özellikle 1700 km<sup>2</sup>'lik alanda dairesel kümelenme gösteren 6878 mikro sismik veri dışında volkanik faaliyete yönelik başka herhangi bir veri olmaması, bölgenin volkan etkinlik potansiyeli olmadığı anlamına da gelmemektedir. Özellikle volkan sismolojisi ile ilgilenen araştırmacılarca bölgede kaydedilmiş sismik verilerin dalga türleri, alansal, derinlik vb özelliklerinin bu bakış açısıyla incelenmesinin yararlı olacağı düşünülmektedir.

Deprem, volkanizma ve bununla yakından ilişkili tsunami gibi jeolojik kökenli doğal afetler açısından yüksek potansiyel taşıyan Ege Denizi'nin Türkiye ve Yunanistan arasında bilimsel amaçlı ayrıntılı ortak bir batimetri haritasının hazırlanması ve deniz jeolojisi araştırmalarının yapılması, her iki ülke arasındaki uluslararası siyasi ve jeopolitik nedenlerden kaynaklanan sorunların da çözümüne kısmen bir katkı sağlayabilir. Bu türden doğal afetler birbirine komşu ülkelerin milliyetlerini ayırt etmeksizin, politik ülke sınırlarını tanımaksızın herkesi bir şekilde etkilediği bilimsel bir gerçektir. 30 Ekim 2020'de meydana gelen İzmir'de şiddetli yıkıma neden olan Mw=6.9 büyüklüğündeki Sisam Depremi buna en son somut örnektir.

## Değınilen Belgeler

- [1] <https://tr.wikipedia.org/wiki/Akdeniz>
- [2] [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Mediterranean\\_Sea\\_16.61811E\\_38.99124N.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Mediterranean_Sea_16.61811E_38.99124N.jpg)
- [3] Philipson, A., 1910-1915, Reisen und Forschungen im Westlichen Kleinasien. Peterm. Mittl. Eg. Hefte: 167, 172, 177, 180, 183, Gotha, 1910-1915
- [4] [https://tr.wikipedia.org/wiki/Ege\\_Denizi#Kaynak%C3%A7a](https://tr.wikipedia.org/wiki/Ege_Denizi#Kaynak%C3%A7a)
- [5] <https://web.archive.org/web/20080530061852/http://www.dzkk.tsk.mil.tr/turkce/BunlariBiliyormuydunuz/EgeDenizininOrjinalAdi.asp>
- [6] Zobin, V.M., M. Gonzalez Amezcua, G.A. Reyes-Davila, T. Dominguez, J.C. Cerda Chacon and J.M. Chavez Alvarez, 2002, The 284 References comparative characteristics of the 1997-1998 seismic swarms preceding the

- November 1998 eruption of Volcan de Colima, Mexico, *J. Volcanol. Geotherm. Res.* 117, 47-60.4
- [7] <https://www.usgs.gov/programs/VHP/monitoring-volcano-seismicity-provides-insight-volcanic-structure>
- [8] Zhang, H, Glasgow, M., Schmandt, B., Thelen, W.A., Moran, S.C. Thomas, A.M. 2022, Revisiting the depth distribution of seismicity before and after the 2004–2008 eruption of Mount St. Helens, *Journal of Volcanology and Geothermal Research Volume* 430, 107629
- [9] [https://tr.wikipedia.org/wiki/St.\\_Helens\\_Yanarda%C4%9F%C4%B1](https://tr.wikipedia.org/wiki/St._Helens_Yanarda%C4%9F%C4%B1)
- [10] Hollenstein, Ch., Müller, M.D., Geiger, A. Kahle, H.-G. 2008, Crustal motion and deformation in Greece from a decade of GPS measurements, 1993–2003, *Tectonophysics*, 449, 1., 1–4, 17-40
- [11] Reilinger, R., McClusky, aS., Paradissis D, Ergintav S, Vernant P., 2010, Geodetic constraints on the tectonic evolution of the Aegean region and strain accumulation along the Hellenic subduction zone, *Tectonophysics*, V 488, 1 1–4, 22-30
- [12] Nomikou, P. Papanikolaou, D., 2010, The morphotectonic structure of Kos-Nisyros-Tilos volcanic area based on onshore and offshore data, *Scientific Annals, School of Geology, Aristotle University of Thessaloniki Proceedings of the XIX CBGA Congress, Thessaloniki, Greece Special volume* 99, 557-564
- [13] <https://santorinivolcano.gr/el/>
- [14] <https://www.volcanodiscovery.com/de/santorini/1950-eruption.html>
- [15] Konstantinou, K.I. 2020, Magma chamber evolution during the 1650 AD Kolumbo eruption provides clues about past and future volcanic activity. *Sci Rep* 10, 15423
- [16] Nomikou, P.; Krassakis, P.; Kazana, S.; Papanikolaou, D.; Koukouzas, N. 2021, The Volcanic Relief within the Kos-Nisyros-Tilos Tectonic Graben at the Eastern Edge of the Aegean Volcanic Arc, Greece and Geohazard Implications. *Geosciences*, 11, 231.
- [17] <http://www.antiktarih.com/2019/05/02/minos-uygarligi-avrupanin-ilk-medeniyeti/>
- [18] Şahoğlu, V., Sterba, J.H., Katz, T., Çayır, Ü., Gündoğan, Ü., Tyuleneva, N., Tuğcu, İ., Bichler, M., Erkanal, H., Goodman-Tchernov, B.N., 2021, Volcanic Ash, Victims, and Tsunami Debris from the Late Bronze Age Thera Eruption discovered at Çeşme-Bağlararası (Turkey), *PNAS (Proceedings National Academy of Sciences of the United States of America)*, 119, 1-8
- [19] Kürçer, A., Gürsoy, H. Avcu, İ., 2022, Muğla Fayı, Yatağan Fayı, Milas Fayı ve Gökova Fayı zonunun aktif tektonik ve paleosismolojik özellikleri, *MTA Rap. No: 14022*
- [20] Ercan, T., Günay, E., Baş, H., Can, B., 1984, Datça Yarımadasındaki Kuvaterner yaşlı volkanik kayaların stratigrafisi ve yapısı, *MTA Derg.*, 97-98, 45-46
- [21] Tur H., Yalıtırak C., İrem Elitez İ, Sarıkavak, K.T., 2015, Pliocene–Quaternary tectonic evolution of the Gulf of Gökova, southwest Turkey, *Tectonophysics*, 638, 158-176
- [22] Vassilakis, E.; Kaviris, G.; Kapetanidis, V.; Papageorgiou, E.; Fomelis, M.; Konsolaki, A.; Petrakis, S.; Evangelidis, C.P.; Alexopoulos, J.; Karastathis, V.; Voulgaris, N.; Tselentis G.A. 2022, The 27 September 2021 Earthquake in Central Crete (Greece)—Detailed Analysis of the Earthquake Sequence and Indications for Contemporary Arc-Parallel Extension to the Hellenic Arc. *Appl. Sci.* 12, 2815.
- [23] <https://bilimgenc.tubitak.gov.tr/makale/volkan-patlama-sonucunda-yeni-bir-ada-olustu>
- [24] <https://www.science.org/doi/abs/10.1126/science.abo4076>
- [25] <https://www.hurriyet.com.tr/gundem/marmariste-deniz-altinda-yanardag-22195111>

# Mavi Gezegem



tmmobjmo



tmmobjmo



jeolojimuhendisleriodasi



tmmob-jeoloji-muhendisleri-odasi



[www.youtube.com/c/JeolojiMuhendisleriOdasi](http://www.youtube.com/c/JeolojiMuhendisleriOdasi)



**TMMOB  
JEOLJİ MÜHENDİSLERİ ODASI**

Meşrutiyet Cad. Hatay Sokak No. 21 Kocatepe/ANKARA

Tel: (+90) 312 432 30 85

Faks:(+90) 312 434 23 88

[www.jmo.org.tr](http://www.jmo.org.tr)

e-posta: [jmo@jmo.org.tr](mailto:jmo@jmo.org.tr)