



GEÇ MESİNİYEN-ERKEN ZANKLEYAN DÖNEMİNDE ENEZ (EDİRNE) YÖRESİNİN BİTKİ ÖRTÜSÜNDEKİ DEĞİŞİMLER

*¹Demet BİLTEKİN , ²Namık ÇAĞATAY 

¹*İstanbul Teknik Üniversitesi, Avrasya Yer Bilimleri Enstitüsü, 34469, Maslak, İstanbul, TÜRKİYE*
²*İstanbul Teknik Üniversitesi, Maden Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Doğu Akdeniz Oşinografi ve Limnoloji Merkezi (EMCOL), 34469, Maslak, İstanbul, TÜRKİYE*
biltekin@itu.edu.tr, cağatay@itu.edu.tr

(Geliş/Received: 30.04.2019; Kabul/Accepted in Revised Form: 06.02.2020)

ÖZ: Polen taneleri eksin olarak adlandırılan dış duvarının dayanıklı olması nedeniyle tortullar içerisinde çok iyi muhafaza edilmektedir. Bu nedenle polenler jeolojik zaman boyunca meydana gelen vejetasyon ve iklim değişimlerini tayin etmede önemli bir araçtır. Bu çalışma geç Miyosen-erken Pliyosen yaşlı tortullarda yapılan polen analizlerinin verilerini içermektedir. Çalışma alanı başlıca Edirne ili'nde yer alan Enez Lagünü'ne kapsamaktadır. Geç Mesiniyen-erken Zankleyan'da (Mesiniyen Tuzluluk Krizinden sonra), Enez polen verileri başlıca otsul bitki ekosistemleri (örneğin; Poaceae, Amaranthaceae-Chenopodiaceae, Asteraceae Asteroideae, Asteraceae Cichorioideae) ile temsil edildiğini göstermektedir. Gölü çevreleyen yakın mesafede ise mezotermik ağaçlar yaprağını döken *Quercus*, *Carya*, *Pterocarya*, *Zelkova*, *Fagus*, *Alnus*, *Betula*, *Liquidambar orientalis* gibi bitkilerden oluşmaktadır. Geç Miyosen-erken Pliyosen'de Enez lagününde görülen otsu bitkilerdeki artış, bölgede soğuk ve kurak bir iklimin varlığına işaret etmektedir.

Anahtar Kelimeler: Polen analizleri, paleo-iklim, bitki örtüsü, Enez Lagünü, Miyosen

Vegetation Changes of Enez (Edirne) During the Late Messinian-Early Zanclean

ABSTRACT: Due to strong wall (exine) of the pollen grains, they can be well-preserved for a longtime in the sediments. Therefore, palynology is especially a special tool for assessing paleovegetation and paleoclimate throughout geological history. This study includes the late Miocene-early Pliocene sediments for pollen analysis. The study area corresponds to Enez Lagoon, located in the Edirne area. According to Enez pollen data, during the late Messinian (after Messinian Salinity Crisis)-early Zanclean, the vegetation was mainly dominated by herbs (i.e., Poaceae, Amaranthaceae-Chenopodiaceae, Asteraceae Asteroideae, Asteraceae Cichorioideae). Mesothermic trees are represented by deciduous *Quercus*, *Carya*, *Pterocarya*, *Zelkova*, *Fagus*, *Alnus*, *Betula*, and *Liquidambar orientalis*. The abundance of herbaceous plants during the late Miocene-early Pliocene indicates cold and dry climate in the area.

Keywords: Pollen analysis, paleoclimate, vegetation, Enez Lagoon, Miocene

GİRİŞ (INTRODUCTION)

Günümüzde, Anadolu *Liquidambar orientalis* (Anadolu Sığla Ağacı), *Parrotia persica* (İran Demir Ağacı), *Pterocarya fraxinifolia* (Kafkas Cevizi), *Zelkova crenata* (Kafkas Karaağacı) ve *Cedrus* (Sedir Ağacı) gibi relik (kalıntı) bitki türlerini içermektedir. Relikt bitkiler jeolojik zaman süresince çok geniş alanlarda yayılım gösteren ancak günümüzde çok dar bir alan sahip olan bitkilerdir (Anşin, 1982;

Yahyaoğlu ve diğ., 1991). Bu nedenle Anadolu relik bitkiler için önemli bir yaşam alanıdır. Ayrıca Anadolu paleobotanik ve paleoklim çalışmaları açısından büyük ilgi çekmektedir. Geç Miyosen'de, megatermik (tropikal) ve mega-mezotermik (yarı tropikal) ağaçların sayısı çoğu iklimsel değişimden dolayı azalmıştır (Biltekin ve diğ., 2015). Ancak *Glyptostrobus* gibi bataklık ormanları ve diğer yarı tropikal ağaçlardan *Engelhardia*, Sapotaceae, *Nyssa* ve bazı mezotermik ağaçlar geç Pliyosen'de de varlıklarını sürdürmüşlerdir (Biltekin ve diğ., 2015). Anadolu'daki erken-orta Miyosen polen kayıtları, Avrupa'daki polen florası ile önemli farklılıklar göstermektedir. Erken Pliyosen'de Anadolu'da kuzey ve güney kıyılarında olmak üzere iki relik bitki alanı bulunmaktaydı. Bitki örtüsü sayısal modellemeleri, nemli alanların varlığının termofil/higrofil bitkilerin hem kuzey hem de güney kıyılarında korunabildiğini göstermektedir (François ve diğ., 2011; Arpe ve diğ., 2011). Geç Pliyosen'de ise aynı zamanda step türü bitkiler (*Artemisia*, *Ephedra*, *Hippophae rhamnoides*) çok fazla gelişmeyip, otsu bitki toplulukları arasında Amaranthaceae–Chenopodiaceae, Poaceae, Asteraceae Asteroideae, Asteraceae Cichorioideae ailelerine ait bitkiler yaygın hale gelmiştir. Bu durum geç Pliyosen'de soğuk ve kurak iklim koşullarının varlığını desteklemektedir. Erken Pliyosen'de (2.6 milyon yıl), Kuzey Kutbunda buzullaşmaların başlamasıyla, bazı türler (Taxodiaceae, *Glyptostrobus*, *Engelhardia*, Sapotaceae ve *Nyssa*) varlıklarını devam ettirmelerine rağmen mega-mezotermik (yarı tropikal) ağaçlar azalmıştır. Aynı zamanda, step ortamları güçlü bir şekilde genişlerken, mezotermik ağaçlarda da (yaprğını döken *Quercus*, *Betula*, *Alnus*, *Liquidambar*, *Fagus*, *Carpinus orientalis*, *Carpinus betulus*, *Tilia*, *Acer*, *Ulmus*, *Zelkova*, *Carya*, *Pterocarya*, vb.) azalma meydana gelmiştir (Biltekin ve diğ., 2015). Sonrasında *Artemisia* step bitkileri mezotermik (sıcak-ılıman) ağaçlardan daha uzun süre ve geçici aralıklarla buzul-buzularası döngüler boyunca gelişmiştir (Biltekin ve diğ., 2015). *Artemisia* step bitkilerinin geçici aralıklarla gelişimi buzularası (sıcak ve nemli iklim) dönemlerin buzul (soğuk-kurak iklim) dönemlerinden daha kısa süreli olduğunu göstermektedir. Ionian evresinin başlangıcından itibaren (1.8 milyon yıl), otsu ekosistemler (Amaranthaceae–Chenopodiaceae, Poaceae, Asteraceae Asteroideae, Asteraceae Cichorioideae, vb.) ve *Artemisia* stepleri günümüze kadar genişlemeye devam etmişlerdir. Bu gibi bir yayılım Ponto-Euxinian alanında erken Pliyosen'de gözlenmektedir (Biltekin ve diğ., 2015). Ancak *Artemisia* steplerinin Anadolu'daki en erken yerleşiminin Erken Miyosen'e (Akitaniyen) kadar uzandığı görülmektedir (Biltekin, 2010). *Artemisia* steplerinin Anadolu'daki gelişimi Tibet Platosunun yükselmesi nedeniyle meydana gelmiş olabilir. Ayrıca, *Carya*, *Carpinus orientalis*, *Pterocarya*, *Liquidambar orientalis*, *Zelkova* gibi relik bitkiler günümüze kadar varlığını devam ettirmiştir. Bu bitkilerin geçmişte nasıl bir dağılım gösterdikleri ve hangi iklimsel değişimlere maruz kaldıkları halen palinolojik çalışmaların araştırma konusudur. Doğu Akdeniz'de geç Miyosen devrinde önemli paleocoğrafik değişimler meydana gelmiştir (Rögl ve Steininger, 1983; Clauzon ve diğ., 2005; Popov ve diğ., 2006; Melinte-Dobrinescu ve diğ., 2009). Mesiniyen Tuzluluk Krizi ise hem karasal hemde denizel ekosistemi etkilemiştir (Melinte-Dobrinescu ve diğ., 2009). Mesiniyen erozyon yüzeyleri Akdeniz bölgesinde ve Karadeniz'in doğu kısmında da gözlenmiştir (Clauzon ve diğ., 1996). Mesiniyen Tuzluluk Krizi'nden sonra, Kuzey Ege'deki vejetasyon başlıca otsu bitki ekosistemleri ve mezotermik ağaçlardan (yaprğını döken *Quercus*, *Carya*, *Zelkova*, vb.) oluşmaktadır (Biltekin, 2010). Ayrıca yüksek enlem kozalaklı ağaçlardaki (*Cedrus*, *Tsuga*, *Abies* ve *Picea*) artış bölgesel masiflerin yükselmesini işaret etmektedir. Enez'de (Saros Körfezi'nin KB'si) Alçitepe Formasyonu (*Maetra* sp. fosilleri içeren kireçtaşı kesiti) 23 m kalınlığındadır ve üst bölümünde zengin kumtaşı ara katkıları içermektedir (Melinte-Dobrinescu ve diğ., 2009). Formasyon, Gelibolu Yarımadası'ndaki Conkbayırı Formasyonu'nun alüvyal yelpaze tortulları tarafından uyumsuz olarak örtülmektedir (Melinte-Dobrinescu ve diğ., 2009). Alçitepe Formasyonu, alt bölümünde çamurtaşı ve marn, Gelibolu ve Biga yarımadaı içinde marnlı biyoklastik ve oolitik kireçtaşları içermektedir ve Kirazlı Formasyonu üzerinde uyumsuz olarak yer almaktadır (Melinte-Dobrinescu ve diğ., 2009; Armijo ve diğ., 1999). Nannofosil verileri, Alçitepe Formasyonu'nun yaşının Mesiniyen Tuzluluk Krizinden daha genç olduğunu göstermektedir (Melinte-Dobrinescu ve diğ., 2009). Polen taneleri, eksin olarak adlandırılan dış duvarının dayanıklı olması nedeniyle sedimentlerde çok iyi muhafaza edilmektedir. Polen analizleri aynı zamanda yüksek çözünürlüklü iklim verileri de sağlamaktadır. Bu nedenle polenler jeolojik zaman boyunca meydana gelen vejetasyon ve iklim değişimlerini tayin etmede önemli bir

araştır. Son yıllarda Akdeniz'in doğusunda palinolojik amaçlı birçok çalışma yapılmıştır (Biltekin ve diğ., 2015; Yavuz Işık, 2007; Yavuz Işık, 2008; Akgün ve diğ., 2007; Yavuz-Işık ve Toprak, 2010; Akkiraz ve diğ., 2011; Kayseri-Özer, 2014; Jiménez-Moreno ve diğ., 2015; Üçbaş Durak ve Akkiraz, 2016; Yavuz ve diğ., 2017; Biltekin, 2018; Akkiraz ve diğ., 2018). Bu çalışmalar Doğu Akdeniz vejetasyonunda önemli değişimler meydana geldiğini göstermektedir. Bu nedenle bölge palinolojik araştırmalar açısından büyük ilgi çekmektedir. Bu çalışma geç Miyosen-erken Pliyosen yaşlı tortullarda yapılan polen analizlerini içermektedir. Bu çalışmanın amacı çalışılan zaman aralığında, çalışma alanlarındaki paleovejetasyon ve paleoklim koşullarını araştırmaktır.

ÇALIŞMA ALANI (STUDY AREA)

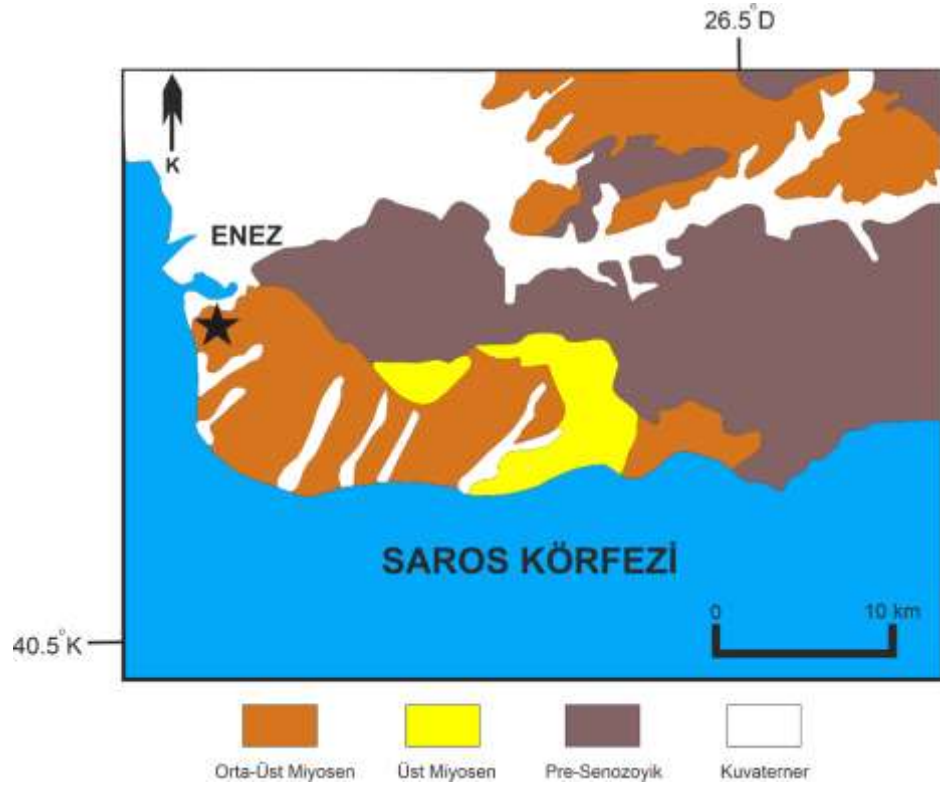
Çalışma alanı Edirne ili'nde yer alan Enez Lagün'ünün doğu kıyılarında bulunmaktadır (40°46'24" K, 26°04' D; Şekil 1). Enez lagününün bulunduğu Meriç Deltası bölgesindeki iklim koşulları Akdeniz iklimi ve orta Avrupa kara iklimi arasında geçiş göstermektedir. Enez'in, ılıman bir iklimie sahip olmasının yanında kış mevsimleri oldukça soğuk geçmektedir (Ceylan, 2009). Yazları daha kısa sürmekte ve 2 ay ile sınırlı kalmaktadır (Ceylan, 2009). Seçmen ve Leblebici (1991), Meriç Deltasında yer alan Enez Lagün'ü, Büyük ve Küçük Gala Gölleri, Pamuklu Gölü, ve Sığırcı Gölü'nde toplam 90 bitki taksası tespit etmişlerdir. Göllerin kenarlarında *Salvinia natans* (Su Eğreltisi), *Trapa natans* (Su Kestanesi), *Nymphoides peltata* (Küçük Nilüfer), *Vallisneria spiralis* (Saz bitkisi) gibi türler kaydedilmiştir (Seçmen ve Leblebici, 1991).



Şekil 1. Enez Lagünü lokasyon haritası. Kırmızı yıldız örnekleme alanını göstermektedir. Şekildeki haritalar, Türkiye haritası üzerinde çalışma alanını ve Enez Lagünü'nün fotoğrafını göstermektedir.

Figure 1. Location map of Enez Lagoon. Red star indicates sampling area. Maps in the figure indicate map of Turkey and photography of Enez Lagoon.

Çalışma alanı Alçıtepe Formasyonu'nu üstleyen Meriç Nehrin'in delta çökelleri ile örtülmüştür (Sakınç ve diğ., 1999). Üst Neojen çökelleri bölgede iyi bir şekilde yüzeylenmektedir (Şekil 2). Enez lagünü civarından alınan örneklerdeki *Triquetrorhabdulus rugosus* ve *Ceratolithus acutus* gibi nanofosillerinin NN12b nanofosil zonuna ait olduğu ve Mesiniyen sonu-erken Zankleyan olduğu önceki çalışmalardan bilinmektedir (Melinte-Dobrinescu ve diğ., 2009).

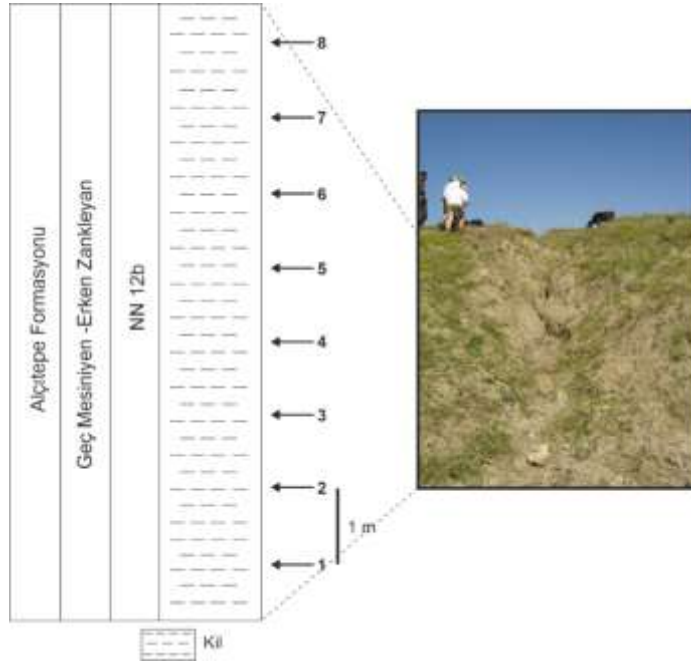


Şekil 2. Çalışma alanı jeoloji haritası (Melinte-Dobrinescu ve diğ. (2009)'den sadeleştirilerek alınmıştır). Siyah yıldız çalışma alanını göstermektedir.

Figure 2. Geological map of the study area (modified from Melinte-Dobrinescu et al.,(2009)). Black star indicates the study area.

MATERYAL ve YÖNTEM (MATERIAL and METHOD)

Mesiniyen sonu-erken Zankleyan yaşlı, toplam 8 örnek polen analizleri için hazırlanmıştır. Örneklerin çoğu polen açısından zengindir. Sadece 1 tane örnekte (2 nolu örnek) çok az sayıda polen tanımlanabilmiştir. Bu yüzden bitki örtüsündeki değişimlerin sağlıklı değerlendirilebilmesi için bu örnek diyagramlara eklenmemiştir. Uygun stratigrafik kesitten alınan kil örnekleri Alçıtepe Formasyonundan 1 m aralıklarla alınmıştır (Şekil 3). Polen analizi için örnekler standart polen hazırlama yöntemine uygulanmıştır (Cour, 1974). Her bir örnek için yaklaşık 20 gram civarında sediman kullanılmıştır. Örneklerdeki karbonat ve silis içeriğini ortadan kaldırmak için ilk olarak HCl (35%) ve HF (70%) asitleri eklenmiştir. Palinomorfları ayırmak için $ZnCl_2$ (yoğunluk >2.0) kullanılmıştır. Kalan sediman örneği 200 μm ve 10 μm 'luk eleklerden geçirildikten sonra, cam lamellerin üzerine bir miktar gliserin konularak mikroskop slaytları hazırlanmıştır. Slaytlar ışık geçirgenli mikroskopta (Zeiss), Claude Bernard Lyon1 Üniversitesi laboratuvarlarında, farklı objektiflerde (x400 ve x1000) imersiyon yağı kullanılarak analiz edilmiştir. Polen tanımlamada, polen taneleri minimum 150-300 oluncaya kadar *Pinus* hariç tutularak sayılmıştır. Çünkü *Pinus* genellikle fazla miktarda polen ürettiğinden, suda ve havada kolay taşıyıp yayılabildiğinden, örneklerde fazla miktarda bulunmaktadır. Bu nedenle, *Pinus* tüm polen toplamından ayrı olarak sayılmaktadır.



Şekil 3. Örneklenen Alçitepe Formasyonu profili ve litolojisi. Numaralar polen analizi için örneklenen seviyeleri göstermektedir.

Figure 3. Lithological log of the Alçitepe Formation. Numbers show sampling levels for pollen analysis.

Botanik sınıflandırmada ise polen tanelerinin morfolojik karakterlerine ve günümüzde yaşayan aynı aileye ait olan polenlerle karşılaştırılarak yapılmaktadır. Polen tanelerinin tanımlanmasında birçok polen atlaslarından yararlanılmıştır (Huang, 1972; Reille, 1992). Çalışılan örneklerde 52 polen taksası tanımlanmıştır. Genellikle, polen verileri iki diyagramda (detaylı ve sentetik) gösterilmektedir. Ayrıntılı polen diyagramları tüm polen spektrumlarını ve polen analizinde tespit edilen hemen hemen tüm taksaları içermektedir (Ermolli, 2000). Sentetik (synthetic) polen diyagramlarında ise bitkiler, modern temsilcilerinin ekolojik önemine ve/veya polen diyagramlarındaki davranışlarına göre gruplandırılmaktadır (Suc, 1984). Bu çalışmada ayrıntılı polen diyagramı (Grimm, 1994) tarafından geliştirilen TILIA programı kullanılarak oluşturulmuştur. Diyagramda sucül bitkiler (*Potamogeton*, *Sparganium* ve Cyperaceae) hariç tutulmuştur. Polen zonları Poaceae ve *Pinus*'taki değişimlere bakılarak belirlenmiştir (Şekil 4). Sentetik polen diyagramı ise MATLAB programı kullanılarak çizilmiştir (Şekil 5). Bu tür sentetik polen diyagramlarında farklı polen türleri, ekolojik önemlerine göre 12 farklı gruba (Nix, 1982) ayrılarak sınıflandırılmıştır. Buna göre Enez polen kayıtlarında tespit edilen başlıca bitki grupları şunlardır:

- Mega-mezotermik (yarı-tropikal) ağaçlar: çoğunlukla Taxodiaceae, *Engelhardia*, Ginkgoaceae, *Loropetalum*, *Distylium*, *Arecaceae*, and *Sapotaceae*
- *Cathaya* (günümüzde Çin'in güney bölgelerinde yaşayan, Pinaceae ailesine ait olan kozalaklı ağaç)
- Mezotermik (sıcak-ılıman) ağaçlar: yaprağını döken *Quercus*, *Populus*, *Buxus sempervirens*, *Aceraceae*, *Oleaceae*, *Alnus*, *Pterocarya*, *Carpinus orientalis*, *Zelkova*, *Juglans*, *Corylus*, *Fagus*, *Betula*, *Ulmus*, *Tilia*, *Carya*, *Fraxinus*, *Carpinus betulus*, *Liquidambar orientalis*, *Ilex*
- *Pinus* (Çam)
- Mezo-mikrotermik (orta enlem) ağaçlar: *Cedrus* ve *Tsuga*
- Mikrotermik (yüksek enlem) ağaçlar: *Abies* ve *Picea*
- önemli olmayan ağaç grupları (non-significant): Rosaceae gibi kozmopolitan ve yaygın olarak bulunan bitkiler
- Cupressaceae (Servigiller)

- Akdeniz kurakçılıları (xerophytes): *Olea*
- otsu bitkiler: Poaceae, Asteraceae Asteroideae, *Potamogeton*, *Sparganium*, *Centaurea*, Ericaceae, Brassicaceae, Caryophyllaceae, Asteraceae Cichorioideae, Plumbaginaceae, Amaranthaceae–Chenopodiaceae, Solanaceae, *Scabiosa*, Papavareceae, Cyperaceae
- stepler: *Artemisia*

BULGULAR ve TARTIŞMA (RESULTS and DISCUSSIONS)

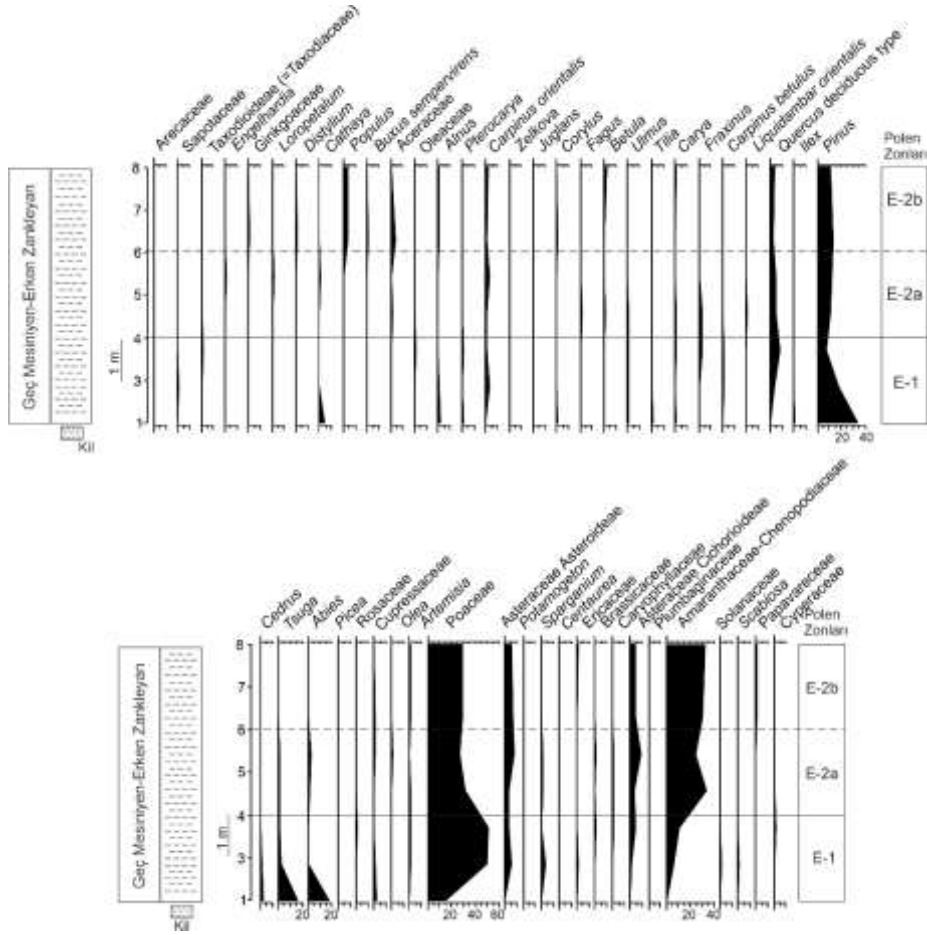
Polen Analizleri (Pollen Analysis)

E-1 polen zonu (1–4 m):

Bu zon başlıca Poaceae ve *Pinus* ile karakterize edilmektedir. Poaceae değerleri zonda artış gösterirken *Pinus* değerleri zonun üst seviyelerine doğru azalmaktadır. Otsu bitki topluluğu içerisinde görülen diğer belirgin bitkiler Amaranthaceae–Chenopodiaceae, Asteraceae Asteroideae, Asteraceae Cichorioideae ailelerine ait polenlerdir. Odunsu bitkiler ise *Cathaya*, *Carpinus orientalis*, yaprağını döken *Quercus*, *Tsuga* ve *Abies* formlarından oluşmaktadır (Şekil 4).

E-2 polen zonu (4–8 m):

Bu zon, iki alt zona ayrılabilir (E-2a ve E-2b). E-2a zonu 4–6 m'ler arasında, E-2b ise üstteki 6–8 m'ler arasına karşılık gelmektedir (Şekil 4). E-2a polen zonunda otsu bitkilerden Poaceae ve Amaranthaceae–Chenopodiaceae yaygındır. Amaranthaceae–Chenopodiaceae bu zonda artış göstermektedir. Diğer otsul bitkiler Asteraceae Asteroideae, Asteraceae Cichorioideae familyalarıdır. Ağaç formasyonları içerisinde ise belirgin olarak kaydedilen ağaçlar *Carpinus orientalis*, *Fraxinus* ve yaprağını döken *Quercus* görülmektedir. Taxodioideae (Taxodiaceae) ve *Loropetalum* polen taksaları sadece bu zonda bulunmuştur. E-2b polen zonunda ise otsu bitkiler ve yüksek-orta enlem kozalaklı ağaçlar azalırken *Cathaya* artmaktadır. Ginkgoaceae sadece bu zonda kaydedilmiştir. Diğer ağaç formasyonları içerisinde *Populus* artarken, yağrağını döken *Quercus* sıklıkla kaydedilmiştir.



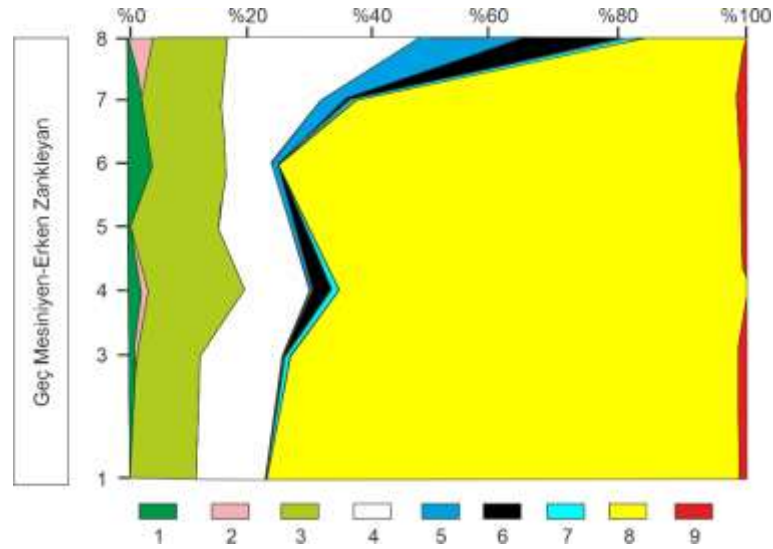
Şekil 4. Enez çalışma alanında tanımlanan Mesiniyen-Erken Zankleyan yaşlı polen taksalarını gösteren detaylı polen diyagramı. *Potamogeton*, *Sparganium* ve *Cyperaceae* gibi sucul bitkilerin yüzdesi toplamdan hariç tutularak belirlenmiş, fakat yüzdesi toplam polen miktarına göre hesaplanmıştır. Polen profili için büyütme (magnification) $\times 10'$ dur.

Figure 4. Late Messinian-Early Zanclean detailed pollen diagram of Enez Lagoon. Aquatics including *Potamogeton*, *Sparganium* and *Cyperaceae* were excluded, but calculated according to total pollen sum. Exaggerations for the pollen curves are $10\times$.

Bitki Örtüsü ve İklim (Vegetation and Climate)

Tanımlanan polen tanelerinin bolluğu ve çeşitliliği günümüzdeki bitki ekosistemleriyle güvenilir bir karşılaştırma yapılmasına olanak sağlamaktadır. Bitki örtüsünü kontrol eden en önemli parametreler sıcaklık ve yağış, bir diğer tanımlama ile iklimdir. Bu nedenle, bu çalışmada polen verilerine göre tanımlanan bitki örtüsü, Miyosen Avrupa florası için en yakın yaşayan örnek olan (Suc, 1984; 30. Axelrod ve diğ., 1996; Jiménez-Moreno, 2005; Jiménez-Moreno ve diğ., 2005; Jiménez-Moreno ve diğ., 2010), güneydoğu Çin'deki günümüz ormanlarının çeşitli yüksekliklerde bulunan vejetasyon gruplarıyla karşılaştırılabilmektedir (Wang, 1961). Enez polen kaydı başlıca otsu bitkiler ile karakterize edilmektedir (Şekil 5). Otsul bitkilerin miktarları %75'lere kadar ulaşmaktadır. Bunların içerisinde en yaygın olan polen taksaları Poaceae, Amaranthaceae–Chenopodiaceae, Asteraceae Asteroideae, Asteraceae Cichorioideae bitkileridir. Bunların dışında daha az sayıdaki otsu bitkiler arasında Caryophyllaceae, Plumbaginaceae, Solanaceae, *Scabiosa*, Papavareceae, *Centaurea* gibi formlar örnek gösterilebilir. Ayrıca bu topluluk içerisinde ayrıca *Potamogeton* ve *Sparganium* gibi sucul bitkilerde bulunmaktadır. Enez polen kaydında otsu bitkilerin bolluğu geç Mesiniyen-erken Zankleyan'da bölgede soğuk ve kurak bir iklimin

olduğuna işaret etmektedir. Ormanlar genellikle mezotermik ağaçlar (sıcak-ılıman) ve *Pinus* ile karakterize edilmektedir (Şekil 5).



Şekil 5. Enez polen kaydının sintetik (synthetic) polen diyagramı. 1) Mega-mesotermik ağaçlar (yarı tropikal), 2) *Cathaya*, 3) Mezotermik ağaçlar (sıcak-ılıman), 4) *Pinus*, 5) Mezo-mikrotermik ağaçlar (orta enlem), 6) Mikrotermik ağaçlar (yüksek enlem), 7) Cupressaceae, 8) Otsul bitkiler, 9) Stepler

Figure 5. Synthetic pollen diagram of Enez. 1) Mega-mesothermic trees (sub-tropical), 2) *Cathaya*, 3) Mesothermic trees (warm-temperate), 4) *Pinus*, 5) Meso-microthermic trees (mid-altitude), 6) Microthermic trees (high altitude), 7) Cupressaceae, 8) Herbs, 9) Steppes

Yaprağını döken *Quercus* bu orman içerisinde belirgindir (maksimum %8, örnek 4). Diğer mezotermik bitkiler *Alnus*, *Carya*, *Pterocarya*, *Liquidambar orientalis*, *Corylus*, *Zelkova*, *Ulmus*, *Carpinus orientalis*, *Juglans*, *Buxus sempervirens* ile temsil edilmektedir. Ayrıca *Tsuga*, *Abies*, *Cedrus*, ve *Picea* gibi orta-yüksek enlem ağaçlarda belirgin bir şekilde gözlenmektedir. Enez polen kaydında, mega-mesotermik ağaçlar (yarı tropikal) fazla miktarda değildir ve Taxodiaceae, *Engelhardia*, *Ginkgo*, *Loropetalum* ve *Distylium* formları ile temsil edilirler. *Ginkgo* (gymnosperm) sadece polen zonu E-2b'de bulunmaktadır. Bu ağaç Avrupa'dan 1.7-2.7 milyon yıl önce yok olmuştur. Günümüzde Çin'in güneyinde yaşamaktadır (Gong ve diğ., 2008). Ginkgoaceae familyasının Anadolu florasındaki en erken kaydı Seyitömer Havzası'nda erken-orta Miyosen zamanında bulunmuştur (Yavuz-Işık, 2007). Ayrıca, Ginkgoaceae familyasına ait yaprak fosilleri erken-geç Pliyosen'de Macaristan'ın batısında kaydedilmiştir (Hably ve Kvaček, 1998). *Cathaya* ağacı ise, E-2b zonundaki 1 nolu örnekte %4'e ulaşmaktadır. *Pinus* E-1 zonunun alt seviyelerinde yaygınken, zonun üst bölümlerine doğru azalmaktadır. Ancak bu bitki çok miktarda polen ürettiğinden ve uzak mesafelere taşınma kapasitesi olduğunda genellikle çok miktarda bulunmaktadır (Traverse, 1988; Suc ve Drivaliari, 1991). Cupressaceae ise E-1 ve E-2a polen zonlarında belirgindir. Cupressaceae ailesine ait polen tanelerinin morfolojik tür tayini yapılması zor olduğu için iklim yorumlamalarında formun diyagramdaki eğrinin değişimine bakılır. Eğer eğri otsu bitkiler ve yüksek enlem ağaçlarla beraber artış gösteriyorsa iklimin soğuk ve kurak olduğu, eğer yarı-tropikal ve sıcak-ılıman ağaçlar ile birlikte artış göstermekteyse Cupressaceae familyasında sıcak ve nemli iklimi gösteren polen taksonlarının varlığını göstermektedir. Enez polen kaydında Cupressaceae eğrisi otsu bitkiler, stepler, ve orta-yüksek enlem ağaçlarla artış göstermektedir. Bu durum sıcaklıkta düşüş olduğunu göstermektedir. Günümüz ve fosil Cupressaceae (*Thuja*) ailesine ait bitkiler üzerine yapılan araştırmalar, bu taksanın soğuk ve donma şartlarında yaşayabileceğini göstermektedir (Le Page, 2003). Çanakkale bölgesindeki İntepe, Eceabat ve Burhanlı polen kayıtlarına baktığımızda (Biltekin, 2010), özellikle İntepe kesitinde Mesiniyen Tuzluluk Krizinden sonra Enez'de ki gibi otsu bitkiler ve yüksek-orta enlem kozalaklı ağaçlarda artış meydana geldiği

görülmektedir. Sakıncı (2007), geç Miyosen-Pliyosen yaşlı Trakya'da bulunan silisli ağaçları incelemiştir. Bu ağaç topluluğu içerisinde Podocarpaceae, Anacardiaceae, Fagaceae, Juglandaceae, *Engelhardia*, Lauraceae, Fabaceae Caesalpinoideae, Fabaceae Mimosoideae, Rosaceae, Prunoideae (*Prunus*), Asteraceae formları gözlenmiştir. Bu çalışma sonuçları aynı zamanda Enez polen verileriyle uyumludur. Enez sentetik (synthetic) polen diyagramının üst bölümlerinde (örnek 6'dan sonra) otsu bitkilerde ve orta-yüksek enlem kozalaklı ağaçlarda azalma görülmektedir. Bu dönemde aynı zamanda *Cathaya* artarken, sıcak-ılıman ağaçlarda (mezo-mezotermik) belirgin bir şekilde kaydedilmiştir. *Cathaya*, Pinaceae ailesine ait olan kozalaklı bir ağaç olup, günümüzde Çin'in güney bölgelerinde varlığını devam ettirmektedir (Wang, 1961). Çin'deki *Cathaya argyrophylla* popülasyonları yüksek sıcaklık aralıklarında (yıllık ortalama sıcaklık: 13.4-18 °C) yayılım göstermektedir (Fang ve diğ., 2011). *Cathaya*'nın sıcak-ılıman ağaçlarla (örneğin, yaprağını döken *Quercus* ve *Carpinus orientalis*) birlikte Enez polen kaydının üst bölümlerindeki artışı bu dönemde iklim koşullarının değiştiğini, sıcak ve yağışlı iklim koşullarına geçtiğini göstermektedir. *Cathaya* ağacının Pleyistosen dönemine kadar Anadolu'daki varlığı devam ederken, bu dönemden sonra Anadolu'nun kuzeyinden insan etkisi nedeniyle yok olmuştur (Biltekin ve diğ., 2015).

SONUÇLAR (CONCLUSIONS)

Elde edilen sonuçlar aşağıdaki gibi özetlenebilir:

- Mesiniyen Tuzluluk Krizi'nden sonra Enez polen kaydında otsu bitkiler yaygın olarak gözlenmiştir. Otsular başlıca Poaceae, Amaranthaceae–Chenopodiaceae, Asteraceae Asteroideae, Asteraceae Cichorioideae bitkilerinden oluşmaktadır.
- Orman topluluğu ise başlıca mezotermik (sıcak-ılıman) ve az miktarda bulunan mega-mezotermik (yarı tropikal) ağaçlar ile temsil edilmektedir. Sıcak-ılıman orman topluluğu içerisinde *Alnus*, *Carya*, *Carpinus*, *Liquidambar* gibi ırmak kenarı (riparian) topluluğunda bulunmaktadır.
- Enez polen kaydındaki otsu bitkilerin fazla miktarda kaydedilmiş olması geç Mesiniyen-erken Zankleyan süresince bölgede soğuk ve kurak bir iklimin olduğunu ve bitki örtüsünün açık alan bitki örtüsü ile karakterize edildiğini göstermektedir.
- Enez polen kaydının üst bölümlerinde *Cathaya* polen taksasındaki artış ve yine sıcak-ılıman ağaçların varlığı bu dönemde iklimin sıcak ve yağışlı olduğunu göstermektedir.

KATKI BELİRTME (ACKNOWLEDGEMENT)

Bu çalışma İTÜ-EMCOL ve ANR EGEO Projesi (ANR-06-BLAN-0156 CSD 6, Fransa) katkısı ile gerçekleştirilmiştir.

KAYNAKLAR (REFERENCES)

- Akgün, F., Kayseri, M.S., and Akkiraz, M.S. 2007. Palaeoclimatic evolution and vegetational changes during the Late Oligocene–Miocene period in Western and Central Anatolia (Turkey). *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 253, 56–90.
- Akkiraz, M.S., Akgün, F., Utescher, T., Bruch, A.A., ve Mosbrugger, V. 2011. Precipitation gradients during the Miocene in Western and Central Turkey as quantified from pollen data. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 304, 276–290.
- Akkiraz, M.S., Kangal, Ö., Özgen Erdem, N., BüyükmERIC, Y., Doğruöz, C., 2018. Palaeontological evidence and sedimentary facies in a lower Miocene (Aquitaniyan) succession from the Bingöl minibasin (Sivas Basin), Central Anatolia. *Turkish Journal of Earth Sciences*, 27, 329–348.
- Anşin, R., 1982. Endemizm ve Dolu Karadeniz BiiJ-gesinde Yetigen Endemik Bitki Taksonları (Endemism and Endemic Plants of The East Black Sea Region). KÜ. Orman Fakültesi Dergisi 5 (2) Trabzon, Türkiye, 311-326.

- Armijo, R., Meyer, B., Hubert, A., Barka, A., 1999. Westward propagation of the North Anatolian fault into the northern Aegean: timing and kinematics. *Geology*, 27, 267–270.
- Arpe, K., Leroy, S.A.G., Mikolajewicz, U., 2011. A comparison of climate simulations for the last glacial maximum with three different versions of the ECHAM model and implications for summer-green tree refugia. *Climate of the Past*, 7, 91–114.
- Axelrod, D.I., Al-Shehbaz, I., Raven, P., 1996. History of the modern flora of China. In: Zhang, Aoluo, Wu, Sugong (Eds.), *Floristic Characteristics and Diversity of East Asian Plants*. In Springer-Verlag, Berlin, pp. 43–55.
- Biltekin, D., 2010. Vegetation and climate of North Anatolian and North Aegean region since 7 Ma according to pollen analysis. PhD Thesis, Istanbul Technical University and University Claude Bernard-Lyon 1, 136 pp.
- Biltekin, D., Popescu, S.M., Suc, J.P., Quézel, P., Jiménez-Moreno, G., Yavuz, N., ve Çağatay, M.N., 2015. Anatolia: a long-time plant refuge area documented by pollen records over the last 23 million years. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 215: 1–22.
- Biltekin, D., 2018. Palynomorphs from a lacustrine sequence provide evidence for palaeoenvironmental changes during the early Miocene in Central Anatolia, Turkey. *Canadian Journal of Earth Sciences*, 55, 505–513.
- Ceylan, S., 2009. Enez (Edirne) İlçesi'nin Turistik Çekicilikleri ve Sürdürülebilir Turizm Açısından Değerlendirilmesi. Ankara Üniversitesi, Türkiye Coğrafyası Araştırma ve Uygulama Merkezi (TÜCAUM), V. Ulusal Coğrafya Sempozyumu (16–17 Ekim 2008), Bildiriler Kitabı, Ankara. s. 403–419.
- Clauzon, G., Suc, J.-P., Gautier, F., Berger, A., Loutre, M.-F., 1996. Alternate interpretation of the Messinian salinity crisis: Controversy resolved? *Geology*, 24 (4), 363–366.
- Clauzon, G., Suc, J.-P., Popescu, S.-M., Marunteanu, M., Rubino, J.-L., Marinescu, F. ve Melinte, M. C., 2005. Influence of the Mediterranean sea-level changes over the Dacic Basin (Eastern Paratethys) in the Late Neogene. The Mediterranean Lago Mare facies deciphered. *Basin Research*, 17, 437–562.
- Cour, P., 1974. Nouvelles techniques de détection des flux et de retombées polliniques: étude de la sédimentation des pollens et des spores à la surface du sol. *Pollen et Spores* 16 (1), 103–141.
- Ermolli, E.R., 2000. Pollen analysis of the Acerno palaeo-lacustrine succession (Middle Pleistocene, southern Italy). *Geological Society, London, Special Publications*, 181, 151–159.
- Fang, J., Wang, Z., Tang, Z. (Eds.), 2011. *Atlas of Woody Plants in China. Distribution and Climate vol. 2*. Springer (1902 pp.).
- François, L., Utescher, T., Favre, E., Henrot, A.-J., Warnant, P., Micheels, A., Erdei, B., Suc, J.-P., Cheddadi, R., Mosbrugger, V., 2011. Modelling Late Miocene vegetation in Europe: results of the CARAIB model and comparison with palaeovegetation data. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 304, 359–378.
- Gong, W., Chen, C., Dobeš, C., Fu, C.X., Koch, M., 2008. Phylogeography of a living fossil: Pleistocene glaciations forced *Ginkgo biloba* L. (Ginkgoaceae) into two refuge areas in China with limited subsequent postglacial expansion. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 48, 1094–1105.
- Grimm, E., 1994. TILIA and TILIAGRAPH pollen diagramming program. Illinois State Museum, Springfield, IL
- Hably, L. ve Kvaček, Z., 1998. Pliocene mesophytic forests surrounding crater lakes in western Hungary. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 101, 257–269.
- Huang, T.C., 1972. Pollen flora of Taiwan. (Taipei) National Taiwan University, Botany Dept. Press, Taipei, Taiwan.
- Jiménez-Moreno, G., 2005. Utilización del análisis polínico para la reconstrucción de la vegetación, clima y estimación de paleoaltitudes a lo largo de arco alpino europeo durante el Mioceno (21–8 Ma). Thesis, Univ. Granada and C. Bernard – Lyon 1, 311 p.

- Jiménez-Moreno, G., Rodríguez-Tovar, F.J., Pardo-Igúzquiza, E., Fauquette, S., Suc, J.P., Müller, P., 2005. High-resolution palynological analysis in late early-middle Miocene core from the Pannonian Basin, Hungary: Climatic changes, astronomical forcing and eustatic fluctuations in the Central Paratethys. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 216 (1-2), 73-97.
- Jiménez-Moreno, G., Fauquette, S., Suc, J.P., 2010. Miocene to Pliocene vegetation reconstruction and climate estimates in the Iberian Peninsula from pollen data. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 162, 403-415.
- Jiménez-Moreno, G., Alçiçek, H., Alçiçek, C.M., van den Hoek Ostende, L., ve Wesselingh, F.P. 2015. Vegetation and climate changes during the late Pliocene and early Pleistocene in SW Anatolia, Turkey. *Quaternary Research*, 84, 448-456.
- Kayseri-Özer, M.S. 2014. Spatial distribution of climatic conditions from the Middle Eocene to Late Miocene based on palynoflora in Central, Eastern and Western Anatolia. *Geodynamica Acta*, 26, 122-157.
- Le Page, B. A., 2003. A new species of Thuja (Cupressaceae) from the Late Cretaceous of Alaska: implications of being evergreen in a polar environment. *American Journal of Botany*, 90, 167-174.
- Melinte-Dobrinescu, M. C., Suc, J.-P., Clauzon, G., Popescu, S.-M., Armijo, R., Meyer, B., Biltekin, D., Çağatay, M. N., Ucar kuç, G., Jouannic, G., Fauquette, S., Çakır, Z., 2009: The Messinian Salinity Crisis in the Dardanelles region: Chronostratigraphic constraints. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 278, 24-39.
- Nix, H., 1982. Environmental determinants of biogeography and evolution in Terra Australis. In: Barker, W.R., Greenslade, P.J.M. (Eds.), *Evolution of the Flora and fauna of Arid Australia*. Peacock Publishing, Frewville, 47-66.
- Popov, S. V., Shcherb, I. G., Ilyina, L. B., Nevesskaya, L. A., Paramonova, N. P., Khondkarian, S. O., Magyar, I., 2006. Late Miocene to Pliocene palaeogeography of the Paratethys and its relation to the Mediterranean. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 238, 91-106.
- Reille, M., 1992. *Pollen et spores d'Europe et d'Afrique du Nord*. Laboratoire de botanique historique et de palynologie, 543 pp., Marseille, France.
- Rögl, F., ve Steininger, F. F., 1983. Vom Zerfall der Tethys zu Mediterran und paratethys. Die neogene Paläogeographie und Palinspastik des zirkum-mediterranean Raumes. *Ann. Naturhist. Mus. Wien*, 85, A : 135-163.
- Sakıncı, M., Yalıtırak, C., Oktay, F. Y., 1999. Palaeogeographical evolution of the Thrace Neogene Basin and the Tethys-Paratethys relations at northwestern Turkey (Thrace). *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 153, 17-40.
- Sakıncı, M., 2007. Trakya Tersiyer'inin silisleşmiş ağaçları. Proje no: 103Y137. İstanbul Teknik Üniversitesi.
- Seçmen, Ö., Leblebici, E., 1991. Aquatic flora of Thrace (Turkey). *Willdenowia*, 20, 53-66.
- Suc J.P., 1984. Origin and evolution of the Mediterranean vegetation and climate in Europe. *Nature*, 307, 5950, 429-432.
- Suc, J.P., ve Drivaliari, A., 1991. Transport of bisaccate coniferous fossil pollen grains to coastal sediments: an example from the earliest Pliocene Orb Ria (Languedoc, Southern France). *Review of Palaeobotany and Palynology*, 70, 247-253.
- Traverse, A., 1988. *Paleopalynology*. Allen and Unwin, Boston, MA
- Üçbaşı Durak, S.D., ve Akkiraz, M.S. 2016. Late Oligocene-Early Miocene palaeoecology based on pollen data from the Kalkım-Gönen Basin (Northwest Turkey). *Geodynamica Acta*, 28, 295-310.
- Wang, C.W., 1961. *The forests of China with a survey of grassland and desert vegetation*. Maria Moors Cabot Foundation, vol. 5. Harvard University, Cambridge, Massachusetts.
- Yahyaoglu, Z., Demirci, A., Genç, M., 1991. Relikt (Paleo-endemik) Bir Tür: Doğu Ladini (*Picea orientalis* (L.) Link.). *Bildirisi*, 1. Uluslararası Çevre Koruma Sempozyumu, 8 Haziran 1991, 2. Cilt, Ed. Ayvaz, Z., Ege Üniversitesi, İzmir, Türkiye, 769-779.

- Yavuz Işık, N., 2007. Pollen analysis of coal-bearing Miocene sedimentary rocks from the Seyitömer Basin (Kütahya), Western Anatolia, *Geobios*, Volume 40, Issue 5, 701–708.
- Yavuz Işık, N., 2008. Vegetational and climatic investigations in the Early Miocene lacustrine deposits of the Güvem Basin (Galatean Volcanic Province), NW Central Anatolia, Turkey. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 150, 130–139.
- Yavuz-Işık, N., ve Toprak, V. 2010. Palynostratigraphy and vegetation characteristics of Neogene continental deposits interbedded with the Cappodocia ignimbrites (Central Anatolia, Turkey). *International Journal of Earth Sciences*, 99, 1887–1897.
- Yavuz, N., Culha, G., Demirer, S.S., Utescher, T., ve Aydın, A. 2017. Pollen, ostracod and stable isotope records of palaeoenvironment and climate: Upper Miocene and Pliocene of the Çankırı Basin (Central Anatolia, Turkey). *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 467, 149–165.