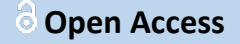




REVIEW ARTICLE



Türkiye’de tespit edilen fosil gymnosperm ağaçlarının mekânsal ve zamansal dağılımı

Spatial and temporal distribution of fossil gymnosperm trees identified in Türkiye

Ünal AKKEMİK^{a*}, Hakan ÇELİK^a

^a Orman Mühendisliği Bölümü, Orman Fakültesi, İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa, 34000, İstanbul, Türkiye

Article Info

©2022 Ali Nihat Gökyiğit Botanical Garden Application and Research Center of Artvin Coruh University.

*Corresponding author:

e-mail: uakkemik@istanbul.edu.tr

ORCID: 0000-0003-2099-5589

Article history

Received: March 28, 2022

Received in revised form: March 31, 2022

Accepted: March 31, 2022

Available online: March 31, 2022



This is an Open Access article under the CC BY NC ND license (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

Anahtar Kelimeler: Fosil odun, gymnosperm, petrifiye odun, silisleşmiş ağaç

Key Words: Fossil wood, gymnosperm, petrified wood, silicified tree

ÖZ

Son yıllarda giderek artan fosil çalışmalar, geçmişten günümüze odunsu bitki çeşitliliğinin değişimini ortaya koymakta ve günümüzle karşılaştırma olanağı sunmaktadır. Çalışmanın amacı, Türkiye’de fosil odunlarla ilgili makalelerde tespit edilen gymnosperm cins ve türlerinin zamansal ve alansal dağılımını irdelemektir. Ülkemizde varlığı tespit edilen en yaşlı gymnospermiler Orta Jura döneminden olup üç cinsten ikisi günümüzde temsilcileri bulunmayan *Xenoxylon* ve *Protelicoxylon*, biri de günümüzde Güney Yarımkürede temsilcileri olan *Agathoxylon* fosil cinsleridir. Bu üç fosil cins, Orta Jura döneminde Erzurum-Gümüşhane hattında karasal kıyı şeridinin varlığına da göstermektedir. En yaygın gymnospermiler ise Oligo-Miyosen dönemine ait olup bunlar *Pinuxylon*, *Cedrus*, *Taxodioxylon*, *Glyptostroboxylon*, *Cupressinoxylon*, *Ginkgoxylon*, *Juniperoxylon* ve *Podocarboxylon* fosil cinsleridir. Bu cinslerden bazılarının (*Pinus*, *Cedrus*, *Cupressus*, *Juniperus*) günümüzde temsilcileri bulunurken, diğerlerinin (*Glyptosrobos*, *Taxodium/Sequoia*, *Ginkgo* ve *Podocarpus*) temsilcileri Türkiye topraklarından uzaklaşmışlardır.

ABSTRACT

Increasing fossil studies in recent years reveal the change in woody plant diversity from past to present and offer the opportunity to compare with today. The aim of the study is to examine the temporal and spatial distribution of gymnosperm genera and species identified in fossil wood studies in Türkiye. The oldest of the gymnosperm fossil woods identified in our country are from the Middle Jurassic period, and two of the three genera are *Xenoxylon* and *Protelicoxylon*, which have no representatives today, and *Agathoxylon* fossil genus, one of which has representatives in the Southern Hemisphere today. These three fossil genera also indicate the existence of a terrestrial coastline on the Erzurum-Gümüşhane line during the middle Jurassic period. The most common gymnosperms belong to the Oligo-Miocene period, and these are the fossil genera *Pinuxylon*, *Cedrus*, *Taxodioxylon*, *Glyptostroboxylon*, *Cupressinoxylon*, *Ginkgoxylon*, *Juniperoxylon*, and *Podocarboxylon*. While some of these genera (*Pinus*, *Cedrus*, *Cupressus*, *Juniperus*) have representatives today, the representatives of others (*Glyptosrobos*, *Taxodium/Sequoia*, *Ginkgo*, and *Podocarpus*) have moved away from Türkiye.

Citation:

To cite this article: Akkemik Ü, Çelik H (2022). Türkiye’de tespit edilen fosil gymnosperm ağaçlarının mekânsal ve zamansal dağılımı. *Turk J Biod* 5(1): 57-66.

<https://doi.org/10.38059/biodiversity.1094302>

1. GİRİŞ

Geçmişte yeryüzünde yaşamış olan bitki ve hayvanları inceleyen bilim dalı olan Paleontolojinin paleobotanik alt dalındaki çalışmalar, ülkemizde Orman Mühendisliği-Orman Botaniği Anabilim Dalı ve Jeoloji Bölümünün paleontoloji alanlarında yürütülmektedir. Ülkemizde

paleobotanik çalışmaları kapsamında jeolojik çağlarda yaşamış olan ağaç ve çalıkların taşlaşmış odunları (Özgüven-Ertan, 1971, 1977, 1981, 1983; Aytug & Sanli, 1974; Eroskay & Aytuğ, 1982; Sanli, 1982; Selmeier, 1990, 2001; Kayacık vd., 1995; Acarca Bayam vd., 2018; Akkemik vd., 2005, 2009, 2016, 2017, 2018, 2019a, 2019b; 2020; Akkemik& Sakınc, 2013, Akkemik & Acarca

Bayam, 2019; Akkemik, 2019, 2020, 2021a, 2021b; Kutluk vd., 2012; Güngör vd., 2019; Iamandei vd., 2018; Polat vd., 2019; Çevik Üner vd., 2020), bitkilerin yaprak, çiçek, kozalak ve meyve gibi makfosilleri (Kasaplıgil, 1977; Denk vd., 2014, 2017a, 2017b; Güner & Denk, 2012; Güner vd., 2017) ve bitkilerin polen ve sporları gibi mikrofosilleri (Akgün vd., 2002, 2007; Karlıoğlu vd., 2009; Kayseri & Akgün, 2008; Akkiraz vd., 2011; Biltekin, 2017) ile ilgili önemli sonuçlara ulaşılmıştır. Sonuçlar, Miyosen döneminde yoğunlaşan bir tür çeşitliliğini ve jeolojik çağlardan günümüze önemli bir değişimin varlığını ortaya koymuştur.

Türkiye’nin günümüzdeki odunsu bitki çeşitliliğinin temellerinde de özellikle Miyosen dönemindeki odunsu bitki çeşitliliğinin etkisi olduğu söylenebilir. Eosen’den itibaren şekillenmeye başlayan Anadolu kara parçası, Miyosen döneminin sonlarında bugünkü yapısına yaklaşılmaya başlamış ve Pliyosen’de günümüzdeki şeklinde gelmiştir (Kazancı, 2012; Göncüoğlu, 2019). Bu oluşum süreci ve iklimde meydana gelen değişimler günümüz florasının şekillenmesine de katkı sağlamıştır.

Miyosen dönemi, volkanizma faaliyetlerinin en yoğun olduğu dönemlerden biri olarak belirtilmektedir (Wilson vd., 1997). Türkiye’de Batı Anadolu, Galatya, Orta Anadolu, Doğu Anadolu ve Karacadağ Volkanikleri olmak üzere beş büyük volkanik bölge bulunmakta olup günümüze ulaşan taşlaşmış ağaçların en yoğun olduğu yerler bu volkanik alanlarda bulunmaktadır (Wilson vd., 1997). Bunlar içerisinde en fazla fosil örneğin tespit edildiği volkanizma bölgesi ise Galatya Volkanik Provansidir. Bu volkanik alanlarda, özellikle Erken Miyosen ve Geç Miyosen’de yoğunlaşan volkanik faaliyetlerle taşlaşma süreçleri daha yoğun yaşanmış ve dönemin odunsu gövde parçalarından taşlaşanlar günümüze kadar ulaşmıştır.

Özellikle Gökçeada (Güngör vd., 2019; Akkemik, 2021a, b) ve Galatya Volkanik Bölgesi (Akkemik vd., 2016, 2017; Acarca Bayam vd., 2018, Akkemik, 2019; Akkemik & Acarca Bayam, 2019) odunsu bitki çeşitliliği açısından zengin olup günümüzde yaşayan herdem yeşil meşeler (*Quercus Sect. Ilex*), dişbudaklar (*Fraxinus*), akçaağaç (*Acer*), karaağaç (*Ulmus*), sakız ağaçları (*Pistacia*), zerkova (*Zelkova*), sığla (*Liquidambar*), kavak (*Populus*), söğüt (*Salix*), sedir (*Cedrus*) gibi cinsler fosil türleriyle temsil edilmişlerdir. Günümüzde modern türleri bulunan bu cinslerin yanında Anadolu’dan yok olup başka bölgelere göç etmiş *Myrica*, *Sequoia*, *Taxodium*, *Glyptostrobus*,

Ginkgo, Lauraceae familyasının değişik cins/türleri de Miyosen odunsu florasını oluşturmuştur.

Bu makale kapsamında taşlaşmış ağaçlarla ilgili olan çalışmalardan elde edilen verilerin değerlendirilmesi, farklı illerden toplanan ve yayımlanan fosil ağaç cins/türlerinin zamansal ve bölgesel dağılımının irdelenmesi amaçlanmıştır.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

Çalışma kapsamında yayınlanmış makaleler (Özgülven-Ertan, 1971, 1977, 1981, 1983; Aytug & Sanli, 1974; Eroskay & Aytug, 1982; Sanli, 1982; Selmeier, 1990, 2001; Kayacık vd., 1995; Acarca Bayam vd., 2018; Akkemik vd., 2005, 2009, 2016, 2017, 2018, 2019a,b, 2020; 2022; Akkemik & Sakınc, 2013, Akkemik & Acarca Bayam, 2019; Akkemik, 2019, 2020, 2021a, b; Kutluk vd., 2012; Güngör vd., 2019; Polat vd., 2019; Çevik Üner vd., 2020) değerlendirilmiş ve tanımlanan türlerden gymnospermiler listelenerek bunların dönemleri ve Türkiye’de bulunduğu iller hem tablo hem de haritalar üzerine değerlendirilmiştir. Aynı zamanda fosil odun örneklerinin bulunduğu alanları içine alan ve günümüz Türkiye’nin jeolojik çağlardaki yerleri ile paleocoğrafik konumları ilgili kaynaklardan (Meulenkamp & Sissingh, 2003; Hesselbo vd., 2020) yararlanılarak sadeleştirilmiştir.

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

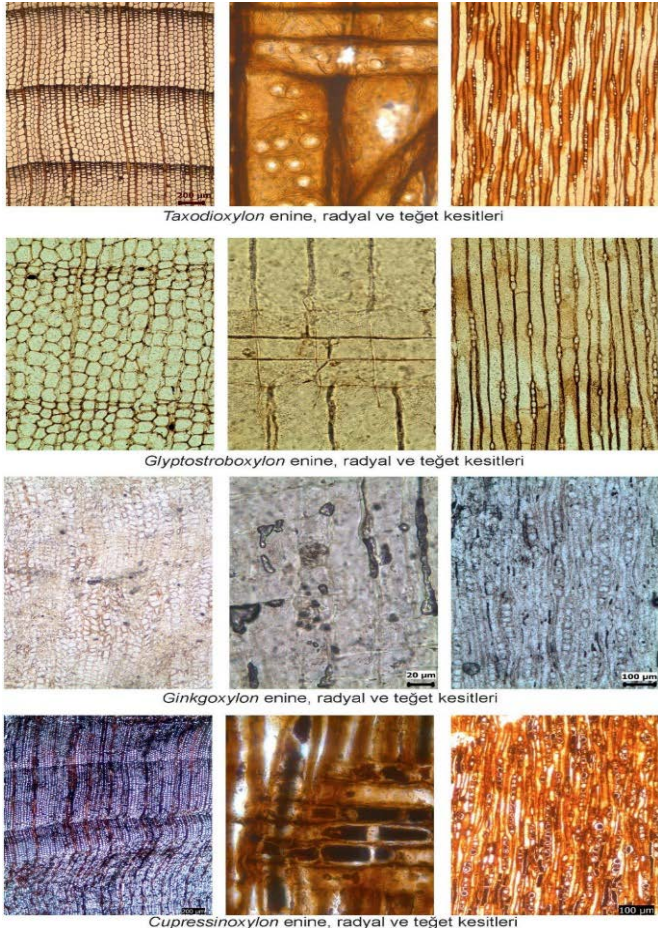
Taşlaşmış ağaçlardan gymnospermlere ait olan cins ve türleri ile bunların dönemleri ve buldukları fosil alanların Türkiye’ye dağılımı belirlenmiştir (Tablo 1). Tespit edilen gymnosperm cins ve türleri;

1. *Glyptostroboxylon rudolphii* Dolezych & van der Burgh, 2004
2. *Taxodioxyton gypsaceum* (Goepfert) Krausel, 1949
3. *Sequoioxyton egemenii* Özgülven-Ertan, 1971
4. *Juniperoxyton acarcaea* Akkemik, 2021
5. *Pinuxylon Knowlton*, 1900
6. *Lesbosoxyton* (=Pinuxylon) *kemaliyensis* Akkemik & Mantzouka, 2020
7. *Cedrus anatolica* Akkemik, 2021
8. *Cupressinoxyton pliocenica* Akkemik, 2019
9. *Cupressinoxyton matromnense* Grambast, 1952
10. *Cupressinoxyton akdiki* Özgülven-Ertan, 1977

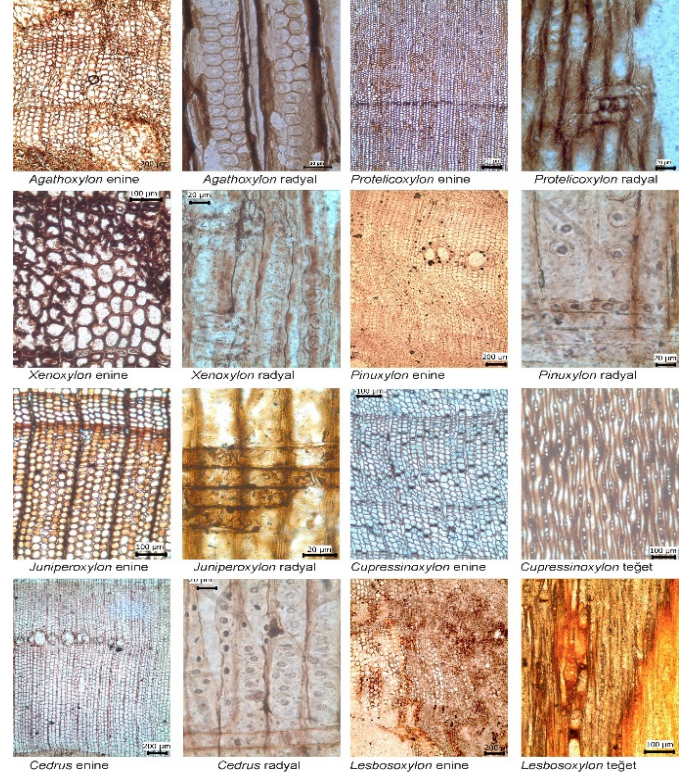
11. *Taxus L.*,
12. *Ginkgoxylon lesboense* Süss, 2003
13. *Agathoxylon* Hartig, 1848
14. *Protelicoxylon asiaticum* (Serra) Philippe, 1995
15. *Xenoxylon hopeiense* Chang, 1929

Şeklinde listelenmiş olup taşlaşmış ağaçlar üzerinde yapılan fosil odun tanımlarına dayalı araştırmalar ülkemizde toplamda 12 ağaç cinsine ait 15 farklı gymnosperm ağacının olduğunu ortaya koymuştur (Şekil 1-2).

Bu ağaçlar içerisinde 6’sının (*Sequoioxylon egemenii*, *Cupressinoxylon pliocenica*, *C. akdikii*, *Juniperoxylon acarcaea*, *Pinuxylon kemaliyensis* ve *Cedrus anatolica*) ilk tespitleri ülkemizde yapılmış olup dört tanesinin (*Cupressus pliocenica*, *Juniperus acarcaea*, *Pinuxylon kemaliyensis* ve *Cedrus anatolica*) tip örnekleri İÜC Orman Fakültesi Orman Botaniği Anabilim Dalı ISTO Herbaryumu Fosil Odun Koleksiyonunda bulunmaktadır.



Şekil 1. Bazı fosil gymnosperm odunlarının kesitleri



Şekil 2. Bazı fosil gymnosperm odunlarının kesitleri

Tespit edilen ve Tablo 1’de verilen gymnospermelerin dönemlerine ilişkin sonuçlar aşağıda Jura döneminden Pliosen dönemine doğru dönemsel olarak değerlendirilmiştir.

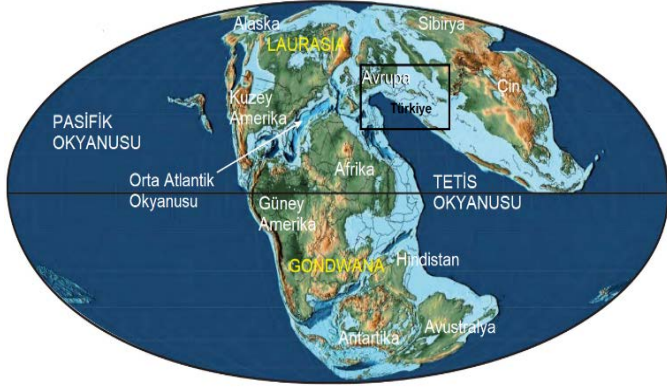
3.1. Jura Dönemi

Jura dönemi Anadolu’nun büyük oranda denizlerle kaplı ve karasal alanların az olduğu bir dönemdir (Şekil 3). Bu döneme ait fosil odun tanımları gymnospermeler olup henüz daha angiospermeler oluşmamıştır ve o nedenle de fosillerine rastlanmamaktadır. Ülkemizde bu döneme ait fosil örnekler Orta Jura döneminden olup Gümüşhane-Erzurum çevresinde bulunan Agathoxylon cinsi günümüzde Güney Yarımkürede farklı türlerle temsil edilmekte iken Protelicoxylon ve Xenoxylon cinsleri tümüyle yok olmuştur. Özellikle bu üç cins Orta Jura döneminde Erzurum-Gümüşhane çevresinde karasal bir ortamın varlığının kanıtıdır (Akkemik vd., 2022). Bu cinslerden Agathoxylon, dünya üzerindeki en yaygın, zamansal ve mekânsal dağılımı en yoğun fosillerden biri olup Akdeniz havzası çevresinde de oldukça yaygındır ve bu fosil cins 150’den fazla fosil türle temsil edilmektedir (Philippe vd., 2004, 2006; Röbber vd., 2014).

Tablo 1. Türkiye’de toplanan ve tanımlanan fosil gymnosperm odunlarının alansal ve zamansal dağılımları

Fosil Alan	Pliyosen	Miyosen	Oligosen	Eosen	Paleosen	Kretase	Jura
	1,8-5,3 myö	5,3-23 myö	23-33 myö	33-55 myö	55-65 myö	65-145 myö	145-199 Myö
Gökçeada ^{1,2}	-	<i>Cupressinoxylon pliocenicum</i> <i>Cupressinoxylon matromnense</i> <i>Taxodioxon gypsaceum</i> <i>Pinuxylon sp.</i>	-	-	-	-	-
Balıkesir ³	-	<i>Taxodioxon gypsaceum</i>	<i>Taxodioxon gypsaceum</i>	-	-	-	-
Trakya/ İstanbul ⁴⁻¹³	-	<i>Taxodioxon gypsaceum</i> <i>Sequoioxylon egemenii</i>	<i>Taxodioxon gypsaceum</i> <i>Glyptostroboxylon rudolphii</i> <i>Ginkgoxylon lesboense</i>	-	-	-	-
Adapazarı ¹⁴	-	<i>Taxodioxon Taxaceoxylon cf. rajmahalense</i> <i>Cedrus anatolica</i>	-	-	-	-	-
Bolu ¹⁵⁻¹⁷	-	<i>Juniperoxylon acarcaea</i> <i>Pinuxylon sp.</i> <i>Glyptostroboxylon rudolphii</i>	-	-	-	-	-
Ankara ¹⁸⁻²¹	-	<i>Taxodioxon gypsaceum</i> <i>Juniperoxylon acarcaea</i> <i>Cedrus anatolica</i> <i>Pinuxylon sp.</i> <i>Podocarpus sp.</i>	-	-	-	-	-
Çankırı ²²⁻²³	<i>Cupressinoxylon pliocenica</i> <i>Taxodioxon gypsaceum</i>	<i>Glyptostroboxylon rudolphii</i> <i>Taxodioxon gypsaceum</i>	-	-	-	-	-
Uşak ²⁴	-	<i>Taxodioxon gypsaceum</i>	-	-	-	-	-
Kütahya ²⁵	<i>Taxodioxon gypsaceum</i> <i>Pinuxylon sp.</i>	<i>Glyptostroboxylon rudolphii</i>	-	-	-	-	-
Manisa ²⁶	-	<i>Pinuxylon sp.</i> <i>Cupressinoxylon akdikii</i>	-	-	-	-	-
Tokat ²⁷	-	-	-	<i>Pinuxylon cf. Pinus tarnocziense</i>	-	-	-
Erzincan ²⁸	-	<i>Lesbosoxylon (=Pinuxylon) kemaliyensis</i>	-	-	-	-	-
Gümüşhane ²⁹	-	-	-	-	-	-	<i>Agathoxylon sp.</i>
Erzurum ³⁰⁻³⁰	-	-	-	-	-	-	<i>Agathoxylon sp.</i> <i>Xenoxylon hopeiense</i> <i>Protelicoxylon asiaticum</i>

¹Güngör vd., (2019); ²Akkemik (2020); ³Akkemik vd., (2019a); ⁴Özgüven-Ertan (1971); ⁵Aytug & Sanli (1974); ⁶Eroskay ve Aytuğ (1982); ⁷Sanli (1982); ⁸Özgüven-Ertan, 1981 (1983); ⁹Kayacak vd., (1995); ¹⁰Akkemik & Sakıncı (2013); ¹¹Akkemik vd., (2005); ¹²Akkemik vd., (2019b); ¹³Çevik Üner vd., (2020); ¹⁴Selmeier (2001); ¹⁵Akkemik vd., (2016); ¹⁶Akkemik (2021a); ¹⁷Akkemik (2021b); ¹⁸⁻²⁰Akkemik vd., (2009, 2017, 2018); ²¹Acarca Bayam vd., (2018); ²²Akkemik (2019); ²³Akkemik & Acarca Bayam (2019); ²⁴Polat vd., (2019); ²⁵Akkemik vd., (2019a); ²⁶Özgüven-Ertan (1977); ²⁷Akkemik vd., (2021); ²⁸Akkemik vd., (2020); ²⁹Akkemik vd., (2022); ³⁰Kutluk vd., (2012).



Şekil 3. Orta Jura dönemi (158,4 milyon yıl önce). (Hesselbo vd., 2020’den sadeleştirilmiştir). Orta Jura döneminde Tetis Okyanusu ile kaplı olan Türkiye’nin bugünkü konumu (Dikdörtgen içerisinde). Adalar halindeki karasal alanlar görülebilmektedir.

Poole & Ataabadi (2005) İran’da *Xenoxylon* cinsinin varlığını tespit etmişlerdir. Bu cinsin bölgedeki bir örneği de (*Xenoxylon hopiense*) Erzurum-Oltu’da tespit edilmiştir (Akkemik vd., 2022). *Xenoxylon hopeiense* sahil kesimlerinin bir ağacı olarak değerlendirilmekte (Philippe vd., 2004, 2006) olup bölgenin denizel ortamının kıyılarında bu ormanların varlığından söz edilebilir.

3.2. Eosen Dönemi

Eosen dönemi Anadolu’da karasal alanların artmaya başladığı dönem olup (Şekil 4) büyük oranda tropikal ormanlara ve Indo-Atlantik mangrovlara benzer ormanların hâkim olduğu bir dönemdir (Briggs, 1995; Akgün vd., 2002; Akkiraz vd., 2007). Eosen dönemine ait bulgulara göre tek gymnosperm türü *Pinus tarnocziense* türüne benzer bir *Pinus* türü olarak tespit edilmiştir (Akkemik vd., 2021) (Şekil 5). Bu döneme ait bulgular oldukça sınırlıdır. Akkemik vd. (2021), bu çam türü ile birlikte belirlenen angiosperm türünün (*Actinodaphnoxylon zileensis* Akkemik & D.Mantzouka) Orta Eosen İklim Optimumu dönemine ait olduğunu belirtmişler ve dönemin orman yapısının subtropikal-tropikal yağmur ormanları olduğu ortaya koymuşlardır.

3.3. Oligosen Dönemi

Oligosen döneminde karasal alanlar daha da artmış (Şekil 4) ve bu dönemde turbalık alanların yaygın olduğu kısımlarda günümüze ulaşan kömür oluşumları başlamıştır. Oligosen dönemine ait örnekler genel olarak Geç Oligosen’e ait olup Trakya’da yaygındır. Bu dönemin en yaygın ağaçları *Taxodioxyton gypsaceum* türüdür. Bununla beraber *Ginkgoxylon lesboense*, *Glyptostroboxylon rudolphii* bu döneme ait diğer gymnosperm türleridir (Şekil 5 ve 6). Bu dönemde

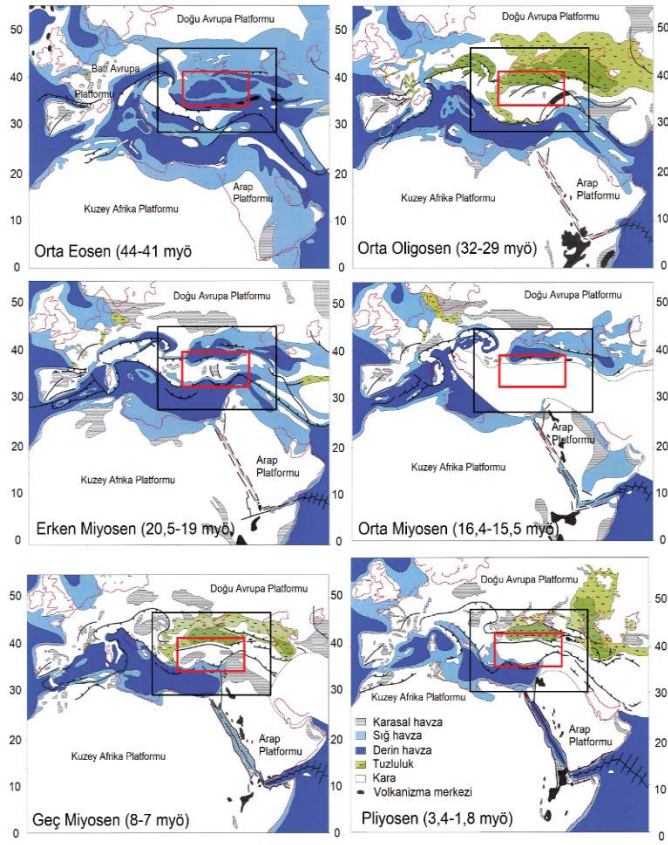
bataklıklar, sulak alanlar ve özellikle kömür oluşumunu sağlayan turbalıkların yaygındır. Batı (1996) ve Karlıoğlu vd. (2009), kömür ocaklarından aldıkları kil örneklerinde yoğun olarak *Sequoia* polenleri tespit ederek turbalık alanların önemli ağaçlarından birinin Taxodiaceae ağaçları olduğunu saptamışlardır.

3.4. Miyosen Dönemi

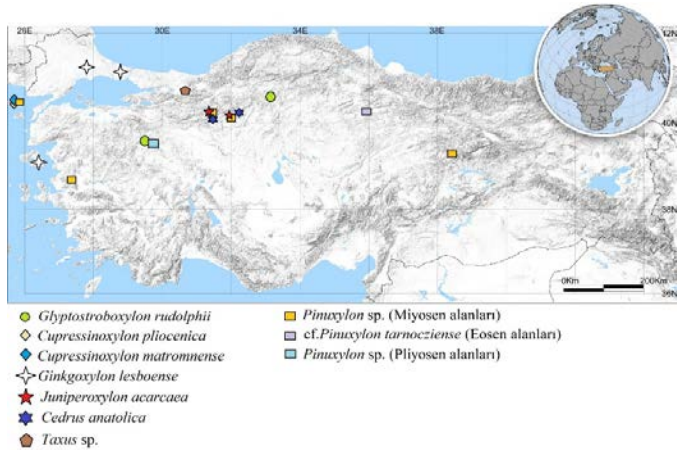
Elde edilen farklı bölge ve zamanlara ait bulgulara göre örneklerin en yaygın olduğu dönem Miyosen’dir. Karasal alanlar günümüze daha da yaklaşmış olmasına karşın hala Ege Denizi oluşmamış, Marmara Denizi bulunmamaktadır. Dönemin sonuna doğru Ege Denizi oluşmaya başlamıştır (Şekil 4). Bu döneme ait en yaygın tür olarak *Taxodioxyton gypsaceum* tanımı yapılmıştır (Şekil 6). Bu fosil türün varlığı subtropikal, nemli ve ılıman koşulların ve özellikle taban arazilerinin ve bataklık koşulların varlığının bir göstergesidir. Bu koşulların varlığı, taşlaşmış ağaçlarla birlikte, fosil yaprak izleri, kozalaklar ve fosil polenlerle de ortaya konmuştur. Fosil *Taxodioxyton gypsaceum* ağacının modern temsilcisi *Sequoia sempervirens* Endl. türüdür. Bu konuda önemli bir tartışma yaşanmış (van der Burgh & Meijer, 1996; Teodoridis & Sakala, 2008; Dolezych, 2011) ve bu tür *Quasisequoia couttsiae* Heer ile ilişkilendirmiştir (Teodoridis & Sakala, 2008). Bunun da en yakın akrabasının *Sequoia sempervirens* olduğu belirtilmiştir (Dolezych, 2011).

Bu türün de günümüzdeki yayılış alanı Kuzey Amerika-Kaliforniya sahilleri olup sıcak ve yağışın yüksek olduğu alanlardır. Fosil olan *Taxodioxyton gypsaceum*, akarsu kenarı ya da sulak alanlar için tipik bir tür olarak değerlendirilmektedir. Snyder (1992), *Sequoia* ağaçlarının serin, yağışlı kışlar ve ılık yazların hâkim olduğu alanlarda yetiştiğini belirtmiştir.

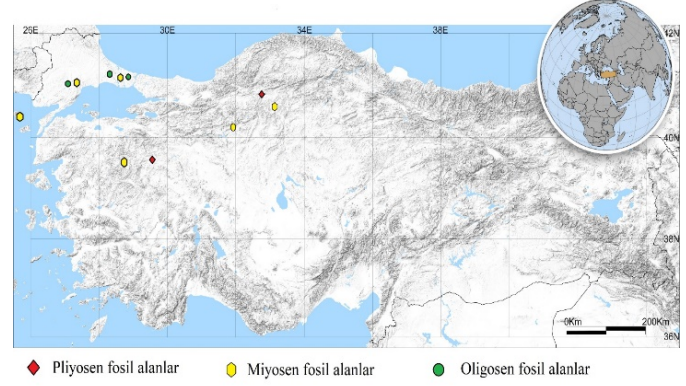
Miyosen dönemindeki en yaygın gymnosperm ağaçlarından diğeri *Glyptostroboxylon* (Şekil 5) olup günümüzdeki temsilcisi *Glyptostrobus* cinsidir. Monotipik bir cins olup günümüzde tek türü Çin’deki subtropikal sahil kesimlerde yetişen *Glyptostrobus pensilis* türüdür (Eckenwalder 2009; Farjon 2010). Satchell (1985), *Glyptostrobus* ormanlarının genellikle bataklık koşullarda bulunduğunu belirtmektedir. Bu cinsin *Taxodioxyton* ile birlikte bulunması bataklık ve sulak alan koşullarının varlığını daha da güçlendirmektedir.



Şekil 4. Anadolu (kırmızı dikdörtgen) ve çevresinin (siyah dikdörtgen) Eosen’den Pliyosen’e evrimi (Meulenkamp & Sissingh, 2003’ten sadeleştirilerek alınmış ve Türkçe’ye çevrilmiştir). Dikdörtgenlerin içindeki alanlar, Türkiye’nin bulunduğu koordinatlardaki ve çevresinin karasal ve denizel alanlarının zamansal değişimini göstermektedir.



Şekil 5. *Taxodiioxylon* cinsi dışındaki diğer Olio-Miyosen ve Pliyosen gymnosperm fosillerinin alansal ve zamansal dağılımı. Şekilde, *Pinuxylon* dışındaki tüm cins ve türler Oligo-Miyosen dönemine aittir. *Pinuxylon* ise Eosen’den Pliyosen’e kadar bulunmaktadır.



Şekil 6. Fosil *Taxodiioxylon gypsaceum* türünün farklı jeolojik çağlar ve bölgelerdeki yayılışı

Bugün, her iki cinsin (*Sequoia* ve *Glyptostrobus*) soğuğa dayanıklılık sınırı $-12.1\text{ }^{\circ}\text{C}$ ile $-6.7\text{ }^{\circ}\text{C}$ arasındadır (Bannister & Neuner 2001). Bu iki fosil ağaç türünün bataklık ormanlarında yetiştiği ve bataklık koşulların da sıcak-ılıman iklim etkisi altındaki alanlarla çevrelenmiş olduğu şeklinde bir paleocoğrafik yoruma gidilebilir. Aynı fosil alanlarda çam türleri, ardıç ve servi türlerinin bulunması bunun kanıtı olarak değerlendirilebilir. Ülkemizdeki makro ve mikrofosillere dayalı paleobotanik çalışmalar Miyosen döneminin ve özellikle bu türden ağaçların yaşadığı alanların (örn. Akgün vd., 2007; Akkiraz vd., 2011; Velitzelos vd., 2014; Akkemik vd., 2016; Bouchal vd., 2016, 2017; Güner vd., 2017; Denk vd., 2017a, b, c; Acarca Bayam vd., 2018) subtropikal, ılıman, yağışlı ve sıcaklığın yüksek olduğunu ortaya koymuşlardır. Bu alanlar günümüzde Ege Denizi ile ayrılmış olan ancak o dönemde tek kara parçası halinde Anadolu, Yunanistan ve Avrupa karasal kesimleri halinde birleşik olup subtropikal iklim hâkim olduğu dönemi yansıtmaktadır.

Bu alanlardaki bataklık koşullarını çevreleyen bölümlerdeki çam türleri, ardıçlar, serviler alçak yamaçlardaki potansiyel ormanları oluştururken daha yüksek kesimlerin ormanları çam ve sedir ağaçları olabileceği sonucuna ulaşılmıştır. Biltekin (2017) sedir polenlerine dayanarak subtropik koşulların devam ettiği Erken-Orta Miyosen döneminde daha kurak geçiş dönemlerinin olduğunu belirtmiştir. Akkemik vd. (2016), Acarca Bayam vd. (2018) ve Akkemik (2021) tarafından tespit edilen *Cedrus* fosilleri de bu görüşe bir kanıt olarak değerlendirilebilir.

Trakya kesiminde tespit edilen *Ginkgo* ağacı, Süss (2003) tarafından tanımlanan *Ginkgoxylon lesboense* türü olarak belirlenmiş (Çevik Üner vd., 2020) ve bunun varlığı

da özellikle Geç Oligosen-Erken Miyosen başlarında soğuğa dayanıklı türlerin de olduğu göstermiştir. Sanli (1982) tarafından da Trakya’da *Ginkgo*, *Podocarpus*, *Pseudotsuga*, *Cedrus* ve *Pinus* polenlerinin varlığı tespit edilmiştir.

Miyosen boyunca yayılış yapan diğer cins ve türler *Pinuxylon*, *Cupressinoxylon* ve *Juniperoxylon acarcaea* ağaçlarıdır. *Taxus* ve *Podocarpus* cinsleri de birer alandan tespit edilmiştir (Şekil 4). Fosil *Taxus* örneği, Adapazarı’nın Orta-Geç Miyosen döneminden, *Podocarpus* örneği de Ankara’nın Erken Miyosen döneminden tanımlanmıştır. *Taxus* cinsinin ülkemizde doğal yayılış yapan günümüzdeki temsilcisi (*Taxus baccata* L.) Karadeniz Bölgesi boyunca dağlık kesimlerde orman içerisinde karşımıza girmektedir. Yaşam ortamları genellikle nemli koşullardır.

3.5. Pliyosen Dönemi

Bu dönem Anadolu ve çevresinin şekillendiği ve günümüzdeki formuna en yakın hale geldiği dönemdir. Bu dönemde Ege Denizi oluşmuş, karalar günümüzdeki konumuna yaklaşmış ve Hazar Denizi ve Karadeniz ayrılmış iki ayrı deniz haline gelmeye başlamıştır (Şekil 4). Pliyosen dönemine ait gymnosperm bulguları Çankırı (Akkemik, 2019) ve Kütahya (Akkemik vd., 2019a) illerinden olup Çankırı’da *Cupressinoxylon pliocenica* ve *Taxodioxylon gypsaceum* tespit edilirken Kütahya’dan *Taxodioxylon gypsaceum* ve *Pinuxylon* tanımlanmıştır. Bunlar içerisinde *Taxodioxylon* Pliyosen döneminden sonra görülmezken *Cupressinoxylon* cinsinin modern temsilcisi *Cupressus sempervirens* en geniş yayılışını Akdeniz havzasında yapmaktadır; günümüzde Çankırı’da doğal yetişmemektedir. Çankırı’da servi ağaçlarının varlığı ve bunlarla birlikte bulunan erguvan (*Cercioxylon zeynepiae* Akkemik) (Akkemik, 2019), bölgenin Pliyosen döneminde Akdeniz ikliminin yaşandığının bir göstergesi olarak değerlendirilebilir.

4. SONUÇ

Ülkemizde yapılan silisleşmiş örneklerle dayalı paleobotanik çalışmalar sonucunda Orta Jura döneminden Pliyosen’e kadar geniş bir zaman aralığında farklı dönemler ve farklı alanlardan 15 farklı gymnosperm örneğinin varlığı bulunmuştur. Mezozoik dönemde karasal ortamların oldukça sınırlı olduğu Anadolu’da sınırlı sayıda fosil gymnosperm cinsi (*Agathoxylon*, *Protelicoxylon* ve *Xenoxylon*) tespit edilirken, Senozik dönemde çeşitlilik artmış ve bu dönemin özellikle Miyosen kısmında önemli bir

çeşitliliğin olduğu tespit edilmiştir. Aslında bu çeşitliliğin nedeni, volkanizma faaliyetleri ve fosilleşmenin bu dönemde diğer dönemlere oranla daha yüksek olması olabilir.

Günümüzde Anadolu ve çevresinden tümüyle yok olan *Taxodium*, *Sequoia* ve *Glyptostrobus* cinslerinin varlığı Oligosen döneminden Geç Miyosen-Pliyosen’e kadar gelmekte olup uzun bir zaman aralığında bu bölgede yaşadıkdan sonra çekilmişlerdir.

Diğer yandan günümüzde Toros Dağları ve Tokat, Niksar-Erbaa’da lokal yayılış yapan *Cedrus* cinsi ağaçları erken Miyosen döneminde Bolu-Ankara çevresinde de yaşamış ve sonrasında asıl yayılış alanı olarak Toros Dağları boyunca geniş ormanlar oluşturmuştur.

Çamların Anadolu ve çevresindeki varlığı yapılan çalışmaların sonucuna göre Orta Eosen dönemine kadar gitmektedir. *Taxodium* ve *Glyptostrobus* gibi ağaçlar Anadolu’yu terk ederken çamların farklı türleri zamanla bölgeye gelmiş ya da bu bölgede türleşerek günümüze ulaşmışlardır.

Silisleşmiş ağaçlar, makrofosiller ve mikrofosillerin sonuçları birlikte değerlendirildiğinde Miyosen dönemindeki nemli, ılıman ve subtropik iklim ve bu iklim etkisi altında gelişen odunsu floranın günümüzdeki temsilcileri büyük oranda Uzak Asya’nın (Çin-Hindistan) ve Kuzey Amerika’nın subtropik ormanlarına benzediği görülmüştür. Söz konusu olan çalışmalarda zamansal çözünürlük milyon yıllar olduğundan subtropik dönem içerisinde zaman zaman daha kurak geçişlerin ya da coğrafi koşullardan kaynaklı kurakçıl alanların da varlığından söz etmek mümkündür. Bu sonuçlarla ilgili daha detaylı bilgiler yapılacak ve devam etmekte olan yeni çalışmalarla daha da zenginleşecektir.

KAYNAKLAR

- Acarca Bayam NN, Akkemik Ü, Poole I, Akarsu F (2018). Further Contributions to the early Miocene forest vegetation of the Galatean Volcanic Province, Turkey. *Palaeobotanica Electronica*, 21.3.40A 1-42. DOI: 10.26879/816.
- Akgün F, Akay E, Erdoğan B (2002). Terrestrial to shallow marine deposition in Central Anatolia: a palynological approach. *Turkish Journal of Earth Sciences* 11, 1-27.
- Akgün F, Kayseri MS, Akkiraz MS (2007). Palaeoclimatic evolution and vegetational changes during the Late Oligocene–Miocene period in western and central Anatolia (Turkey). *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 253: 56-90.

- Akkemik Ü, Köse N, Poole I (2005). Sequoioideae (Cupressaceae) woods from the upper Oligocene of European Turkey (Thrace), *Phytologia Balcanica*, 11 (2), 119-131.
- Akkemik Ü, Türkoğlu N, Poole I, Çiçek İ, Köse N, Gürgen G (2009). Wood of a Miocene petrified forest near Ankara, Turkey, *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 33 (1), 89-97.
- Akkemik Ü, Sakınç M (2013). *Sequoioxylon* petrified woods from the Mid to Late Oligocene of Thrace (Turkey). *IAWA Journal* 34 (2): 177-182.
- Akkemik Ü, Arslan M, Poole I, Tosun S, Kose N, Kılıç NK, Aydın A (2016). Silicified woods from two previously undescribed early Miocene forest sites near Seben, northwest Turkey, *Review of Palaeobotany and Palynology* 235, 31-50.
- Akkemik Ü, Acarca NN, Hatipoğlu M (2017). The first *Glyptostroboxylon* from the Miocene of Turkey. *IAWA Journal*, 38(4): 561-570.
- Akkemik Ü, Atıcı G, Poole I, Çobankaya M (2018). Three new silicified woods from a newly discovered earliest Miocene forest site in the Haymana Basin (Ankara, Turkey), *Review of Palaeobotany and Palynology*, 254, 49-64.
- Akkemik Ü (2019). New fossil wood descriptions from the Pliocene of central Anatolia and the presence of *Taxodioxylon* in Turkey from the Oligocene to Pliocene, *Turkish Journal of Earth Sciences*, 28(3): 398-409.
- Akkemik Ü, Acarca Bayam NN (2019). The First *Glyptostroboxylon* and *Taxodioxylon* Descriptions from the Late Miocene of Turkey and Palaeoclimatological Evaluation. *Fossil Imprint*, 75(2): 268-280.
- Akkemik Ü, Yıldırım DK, Sakala J, Akkılıç H, Altınışık A (2019a). New petrified wood descriptions from west-central Anatolia: contribution to the composition of the Neogene forest of Turkey, *Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie-Abhandlungen*, 292(1): 57-71.
- Akkemik Ü, Akkılıç H, Güngör Y (2019b). Fossil wood from the Neogene of the Kilyos coastal area in Istanbul, Turkey. *Palaeontographica Abteilung B*, 299 (1-6): 133-185.
- Akkemik Ü (2020). Some fossil conifer species descriptions from the Paleogene to Pliocene of Turkey and their evaluations. *Eurasian Journal of Forest Science* 8(3): 244-257.
- Akkemik Ü, Mantzouka D, Kiran Yıldırım D (2020). The first report of a new *Lesbosoxylon* species from the early–middle Miocene of eastern Anatolia. *Geodiversitas*. 42 (23): 427-441.
- Akkemik Ü (2021a). A. new species of *Juniperoxylon* from the early Miocene of northwestern Turkey. *Acta Palaeontologica Romaniae* 17 (1): 15-26.
- Akkemik Ü (2021b). A new fossil *Cedrus* species from the early Miocene of northwestern Turkey and its possible affinities. *Palaeoworld* 30, 746-756.
- Akkemik Ü, Kandemir R, Philippe M, Güngör Y, Köroğlu F (2022). Palaeobiogeographical implications of the first fossil wood flora from the Jurassic of Turkey. *Acta Palaeontologica Polonica*. In press.
- Akkiraz MS, Sezgül Kayseri M, Akgün F (2007). Palaeoecology of Coal-Bearing Eocene Sediments in Central Anatolia (Turkey) Based on Quantitative Palynological Data. *Turkish Journal of Earth Sciences* 17, 317-360.
- Akkiraz MS, Akgün F, Utescher T, Bruch AA, Mosbrugger V (2011). Precipitation gradients during the Miocene in Western and Central Turkey as quantified from pollen data. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 304: 276-290.
- Aytug B, Sanli I (1974). Foret de la fin du Tertiaire aux environs du Bosphore. *Istanbul Univ. Orman Fak. Derg.*, 24: 64-78.
- Bannister P, Neuner G (2001). Frost resistance and the distribution of conifers. – In: Bigras F.J., Colombo S.J. (eds.), *Conifer cold hardiness*. Dordrecht, Kluwer Academic Publishers. pp.3-22.
- Batı Z (1996) Palynostratigraphy and Coal Petrography of the Upper Oligocene Lignites of the Northern Thrace Basin, NW Turkey. PhD. Thesis. Middle East Technical University, p. 341.
- Biltekin D (2017). Palaeovegetational and palaeoclimatic changes during the early Miocene in central Taurus, Turkey. *Bulletin of the Earth Sciences Application and Research Centre of Hacettepe University* 38: 101-114.
- Bouchal JM, Zetter R, Grímsson F, Denk T (2016). The middle Miocene palynoflora and palaeoenvironments of Eskişehir (Yatağan Basin, southwestern Anatolia): a combined LM and SEM investigation. *Botanical Journal of Linnean Society* 182, 14–79. <https://doi.org/10.1111/boj.12446>
- Bouchal JM, Mayda S, Zetter R, Grímsson F, Akgün F, Denk T (2017). Miocene palynofloras of the Tınaz lignite mine, Muğla, southwest Anatolia: Taxonomy, palaeoecology and local vegetation change. *Review of Palaeobotany and Palynology*. 243: 1-36. <https://doi.org/10.1016/j.revpalbo.2017.02.010>
- Briggs JC (1995). *Global Biogeography*. Elsevier Science B.V. The Netherlands.
- Çevik Üner B, Akkemik Ü, Yılmaz Şahin S (2020). Malkara-Keşan (GB Trakya) çevresinde bulunan silisleşmiş ağaçların türlerinin tespiti ve mineralojik-petrografik özellikleri, *Eurasian Journal of Forest Science*, 8-4: 309-337.
- Denk T, Güner HT, Grimm G (2014). From mesic to arid: Leaf epidermal features suggest preadaptation in Miocene dragon trees (*Dracaena*), *Review of Palaeobotany and Palynology*, 200: 211-228.

- Denk T, Güner TH, Kvaček Z, Bouchal MJ (2017a). The early Miocene flora of Güvem (Central Anatolia, Turkey): a window into early Neogene vegetation and environments in the Eastern Mediterranean. *Acta Palaeobotanica* (monograph), 57(2): 237-338.
- Denk T, Velitzelos D, Güner T, Bouchal JM, Grimsson F, Grimm GW (2017b). Taxonomy and palaeoecology of two widespread western Eurasian Neogene sclerophyllous oak species: *Quercus drymeja* Unger and *Q. mediterranea* Unger. *Review of Palaeobotany and Palynology*. 241: 98-128.
- Denk T, Grimm GW, Manos PS, Deng M, Hipp A (2017c). An updated infrageneric classification of the oaks: review of previous taxonomic schemes and synthesis of evolutionary patterns. In: Gil-Peregrin, E., Peguero-Pina, J.J., Sancho-Knapik, D. (eds) Oaks Physiological Ecology. Exploring the Functional Diversity of Genus *Quercus*. Tree Physiology 7, pp. 13-38. Springer Nature, Cham, Switzerland.
- Dolezych M (2011). Taxodiaceous woods in Lusatia (Central Europe), including curiosities in their nomenclature and taxonomy, with a focus on *Taxodioxylon*. *Japanese Journal of Historical Botany*, 19(1-2): 25-46.
- Eroskay O, Aytuğ B (1982). Doğu Ergene Çanağının Petrifiye Ağaçları, İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi, A, 32, 2, 7-21.
- Eckenwalder JE (2009). Conifers of the World. Portland, OR: Timber Press. ISBN 978-0-88192-974-4.
- Farjon A (2010). A Handbook of the World’s Conifers. Volume I, II, Brill, Leiden, Boston.
- Göncüoğlu MC (2019). A review of the geology and geodynamic evolution of tectonic terranes in Turkey. In: Pirajno F, Ünlü T, Dönmez C, Bahadır Şahin, M. (editors). *Modern Approaches in Solid Earth Sciences*. 16: 19-72. Springer Nature.
- Güner TH, Denk T (2012). The genus *Mahonia* in the Miocene of Turkey: taxonomy and biogeographic implications, *Review of palaeobotany and palynology*, 175, 32-46.
- Güner TH, Bouchal JM, Köse N, Göktaş F, Mayda S, Denk T (2017). Landscape heterogeneity in the Yatağan Basin (southwestern Turkey) during the middle Miocene inferred from plant macrofossils., *Palaeontographica B*, 296(1-6): 113-171.
- Güngör Y, Akkemik Ü, Kasapçı C, Başaran E (2019). Geology and woods of a new fossil forest from the early Miocene of Gökçeada (Turkey). *Forestist* 69 (1), 22-34.
- Hesselbo SP, Ogg JG, Ruhl M (2020). The Jurassic Period. Şu Eserde: Geologic Time Scale 2020. Chapter 26: 955-1021.
- Iamandei S, Iamandei E, Akkemik Ü (2018). Neogene *Palmoxyton* of Turkey. *Acta Palaeontologica Romaniaia* 14 (1): 31-45.
- Karlıoğlu N, Akkemik Ü, Caner H (2009). Detection of some woody plants in Late Oligocene forests of Istanbul. *Turk. J. Agric. For.*, 33: 577-584.
- Kasaplıgil B (1977). A Late-Tertiary Conifer-Hardwood Forest From The Vicinity Of Güvem Village, Near Kızılcahamam, Ankara. *Bulletin of the Mineral Research and Exploration Institute of Turkey*, 88, 25-56.
- Kayacık H, Aytuğ B, Yaltrık F, Şanlı I, Efe A, Akkemik Ü, Inan M (1995) *Sequoiadendron giganteum* (Lindl) Buchh. trees living near Istanbul in Late Tertiary, I. Ü. *Orman Fakültesi Dergisi*, 45: 15-22.
- Kayseri MS, Akgün F (2008). Palynostratigraphic, palaeovegetational and palaeoclimatic investigations on the Miocene deposits in Central Anatolia (Çorum Region and Sivas Basin). *Turkish Journal of Earth Sciences* 17: 361-403.
- Kazancı N (2012). Geological background and three vulnerable geosites of Kızılcahamam-Çamlıdere Project in Ankara, Turkey. *Geoheritage*, 4: 249-261.
- Kutluk H, Kir O, Akkemik Ü (2012). First Report of Araucariaceae wood (*Agathoxylon* sp.) from the Late Cretaceous of Turkey. *International Association of Wood Anatomists* 33(3): 319-326.
- Meulenkamp JE, Sissingh W (2003). Tertiary palaeogeography and tectonostratigraphic evolution of the Northern and Southern Peri-Tethys platforms and the intermediate domains of the African^Eurasian convergent plate boundary zone. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 196: 209-228.
- Özgülven-Ertan K (1971). Sur un bois fossile de Taxodiaceae dans la flore Neogene d'Istanbul (Turquie d'Europe): *Sequoioxylon egemeni* n.sp. *Rev Fac Sci l'Université d'Istanbul* 36 (B): 89-114.
- Özgülven-Ertan K (1977). La stucture D'une Cupressaceae fossile appartenant au Miocene Trouvee dans la region D'eege en Turquie: *Cupressinoxylon akdiki* n.sp. *Istanbul Uni Fen Fak Mec* 42 (B1-2): 1-15.
- Özgülven-Ertan K (1981 (1983)). *Sequoioxylon gypsaceum* (Göeppert) Greguss bois fossile du Tertiaire D'Ankara – Beypazarı (Turquie). *Istanbul Univ Fen Fak Mec* 46 (B): 21-28.
- Philippe M, Bamford M, Mcloughlin S, Da Rosa Alves LS, Falcon-Lang H, Gnaedinger S, Ottone E, Pole M, Rajanikanth A, Shoemaker RE, Torres T, Zamuner A (2004). Biogeography of Gondwanan terrestrial biota during the Jurassic - Early Cretaceous as seen from fossil wood evidence. *Review of Palaeobotany and Palynology* 129: 141-173.
- Philippe M, Barbacka M, Gradinaru E, Iamandei E, Iamandei S, Kázmér M, Popa M, Szakmány G, Tchoumatchenco P, Zatoń M (2006). Fossil wood and Mid-Eastern Europe terrestrial palaeobiogeography during the Jurassic-Early Cretaceous interval. *Review of Palaeobotany and Palynology* 142: 15-32.
- Poole I, Ataabadi MM (2005). Conifer woods of the middle Jurassic Hojedk formation (Kerman Basin) Central Iran.

- International Association of Wood Anatomists Journal* 26: 489-505.
- Polat S, Güney Y, Ege İ, Akkemik Ü (2019). Banaz’da (Uşak) Yeni Bulunan Petrifiye Alanı ile İlgili İlk Bulgular. *Coğrafi Bilimler Dergisi*, 17(2), 384-402.
- Rößler R, Philippe M, van Konijnenburg-Van Cittert JHA, Mcloughlin S, Sakala J, Zijlstra G, Bamford M, Booi M, Brea M, Crisafulli A, Decombeix AL, Dolezych M, Dutra T, Esteban LG, Falaschi P, Feng Zhuo, Gnaedinger S, Guerra Sommer M, Harland M, Herbst R, Iamandei E, Iamandei S, Jiang Hongen, Kunzmann L, Kurzawe F, Merlotti S, Naugolnykh S, Nishida H, Noll R, Oh C, Orlova O, Palacios De Palacios P De, Poole I, Pujana RR, Rajanikanth A, Ryberg P, Terada K, Thevenard F, Torres T, Vera E, Zhang W, Zheng S (2014). Which name(s) should be used for *Araucaria*-like fossil wood? Results of a poll. *Taxon* 63: 177-184.
- Sanli I (1982). Recherches xylologiques sur la flore du Tertiaire de la Thrace Turque. *Istanbul Univ. Orman Fak. Derg.*, 32: 84-138.
- Selmeier A (1990). *Dichrostachyoxylon zirkelii* (Felix), Mimosoideae, a silicified wood from Miocene sediments of Küçük Çekmece Lake (Turkey), Mitt. Bayer. Staatsslg. *Paläont. Hist.Geol.* 30: 121-135.
- Selmeier A (2001). Silicified Miocene woods from the North Bohemian Basin (Czech Republic) and from Kuzuluk, district Adapazari (Turkey), Mitt. Bayer. Staatsslg. *Palaont. Hist.Geol.* 41: 111-144.
- Satchell LS (1985). Climate and depositional environment of *Glyptostrobus* forest swamps that formed thick low-ash coals in the Paleocene Powder River Basin. – In: 2nd Annual Meeting Abstracts, The Society for Organic Petrology (TSOP), p. 11.
- Snyder JA (1992). The ecology of *Sequoia sempervirens*: An Addendum to “On the edge: Nature’s last stand for coast redwoods”; Master thesis. – MS, Faculty of the Department of Biological Sciences, San Jose State University, San Jose, CA, USA. (copy available on-line).
- Süss H (2003). Zwei neue fossile Hölzer der Morphogattung *Ginkgoxylon* SAPORTA emend. SÜSS aus tertiären Schichten der Insel Lesbos, Griechenland, mit einer Übersicht über Fossilien mit ginkgoaler Holzstruktur. *Feddes Repertorium*, 114 (5-6): 301-319.
- Teodoridis V, Sakala J (2008). Early Miocene conifer macrofossils from the Most Basin (Czech Republic). *Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie, Abh.*, 250(3): 287-312.
- van der Burgh J, Meijer JF (1996). *Taxodioxylon gypsaceum* and its botanical affinities. *Current Science*, 70(5): 373-378.
- Velitzelos D, Bouchal JM, Denk T (2014). Review of the Cenozoic floras and vegetation of Greece. *Review of Palaeobotany and Palynology*. 204: 56-117.
- Wilson M, Tankut, A. Guleç N (1997). Tertiary volcanism of the Galatia Province, NW Central Anatolia, Turkey. *Lithos*, 42: 105-121.