

Anadolu sedir ormanlarının son buzul maksimumundan günümüze fosil ve güncel polen verilerine göre gelişimi

Mustafa Doğan^{a,*} 

Öz: Akdeniz Havzası, zengin biyoçeşitliliği ve kültürel zenginliğiyle farklı ekosistemlere ev sahipliği yapmaktadır. Bu bölge, orman tarihi ve kültürel önemi açısından Akdeniz Havzası'nın simge ağaç türlerinden biri olan sedir ormanlarının yaşam alanıdır. Akdeniz Havzası'nda yayılış gösteren sedir türleri arasında, günümüzde *Cedrus libani*'nin en geniş yayılış alanı Anadolu'dur. Bu çalışma, Anadolu'daki sedir ormanlarının tarihsel gelişimini ve polen analizlerindeki temsiliyetini incelemektedir. Fosil ve güncel polen verileri kullanılarak, SBM (Son Buzul Maksimumu) döneminden günümüze kadar sedir ormanlarının coğrafi yayılımı ve zaman içindeki değişimleri araştırılmıştır. Bu amaçla Anadolu'da yapılan fosil ve güncel polen çalışmaları derlenmiş, örnek noktaları belirlenmiş, çalışmalara ait sedir yüzdeleri toplanarak grafik haline getirilmiştir. Bulgular, sedir ormanlarının Anadolu'da yerel ve parçalı bir dağılıma sahip olduğunu, tarihsel dönemler arasında önemli değişimlerin yaşandığını ortaya koymaktadır. SBM döneminde uzun süreli sedir varlığını gösteren çalışmaların azlığına ek olarak, bu dönemde iklim koşullarıyla uyumlu düşük sedir varlığı tespit edilmiştir. SBM sonrası iklim değişikliklerine bağlı olarak sedir varlığı, lokasyonlara göre değişiklik gösterse de bazı bölgelerde önemli oranlarda temsil edilmiştir. Güncel polen çalışmalarında da sedir ormanlarının yerel ve parçalı bir dağılıma sahip olduğu, fosil polen verileriyle tutarlı bir şekilde gözlemlenmiştir. Bu çalışma, Anadolu'daki sedir ormanlarının tarihsel ekolojik dinamiklerini anlamak ve bölgesel değişimlerin jeo-ekolojik etkilerini değerlendirmek amacıyla geniş bir veri seti sunmaktadır. SBM'den günümüze kadar sedir ormanlarının coğrafi yayılımının büyük ölçüde değişmediği ve parçalı bir dağılım gösterdiği sonucuna varılmıştır.

Anahtar kelimeler: *Cedrus libani*, Sedir ormanı, Anadolu, Fosil polen, Güncel polen

Development of Anatolian cedar forests from the last glacial maximum to the present based on fossil and modern pollen data

Abstract: The Mediterranean region, known for its rich biodiversity and cultural heritage, encompasses a variety of ecosystems. This region is home to the iconic cedar forests, which hold significant historical and cultural value. Among the cedar species distributed in the Mediterranean, *Cedrus libani* has its largest range in Anatolia today. This study examines the historical development of cedar forests in Anatolia and their representation in pollen analyses. Fossil and modern pollen data were used to trace the geographical distribution and changes in cedar forests from the Last Glacial Maximum (LGM) to the present. For this purpose, fossil and modern pollen studies conducted in Anatolia have been compiled, sampling locations have been identified, and cedar percentages from these studies have been collected and visualized. The findings show that cedar forests in Anatolia have a local, fragmented distribution and have experienced significant historical changes. Due to the limited number of long-term studies indicating cedar presence during the LGM, results show low cedar presence during this period, consistent with global climate conditions. After the LGM, as climate conditions shifted, cedar presence varied by location but remained significant in some areas. Modern pollen studies also show a local and fragmented distribution of cedar forests, consistent with fossil pollen data. This study provides a comprehensive dataset to understand the historical ecological dynamics of cedar forests in Anatolia and assess the geo-ecological impacts of regional changes. The results suggest that the geographical distribution of cedar forests has not significantly expanded beyond their current range between the LGM and the present, maintaining a fragmented distribution.

Keywords: *Cedrus libani*, Cedar forest, Anatolia, Fossil pollen, Modern pollen

1. Giriş

Anadolu, Akdeniz Havzası ve Orta Doğu'nun, birçok endemik, ekonomik ve simgesel bitki türüne ev sahipliği yapmaktadır (Wazen vd., 2018). Bu türler arasında, kültüre alınmamış bir ağaç türü olan sedir ağacı da bulunmaktadır (Aertsen vd., 2010; Atalay, 1987; Boydak, 2014; Eler, 1992; Mayer ve Sevim, 1959). Dünyadaki dört sedir türünden üçü (*Cedrus libani* (A. Rich.), *C. brevifolia* (Hook. f.), *C. atlantica* (Manetti)) Akdeniz Havzası'nda, diğer türü (*Cedrus*

deodara (Roxb.)) ise Himalayalar'ın batısında yer almaktadır (Atalay, 1987; Boydak, 2003; Dagher-Kharrat vd., 2007; Jasińska vd., 2013; Linares vd., 2011; Sattout ve Nemer, 2008; Sevim, 1952; 1995; Yadav vd., 2014; Yaltırık, 1988). Bu verilere göre, Akdeniz Havzası'ndaki sedir alanları ile Himalayalardaki sedir alanları arasında yaklaşık 3.500 km uzaklık bulunmaktadır.

Akdeniz Havzası'nın doğal florasında önemli bir yere sahip olan *Cedrus libani* (Lübnan sediri), Anadolu, Lübnan ve Suriye'de yayılış göstermektedir ve en geniş dağılımını

✉ ^a Süleyman Demirel Üniversitesi, İnsan ve Toplum Bilimleri Fakültesi, Coğrafya Bölümü, Isparta, Türkiye

@ ^{*} **Corresponding author** (İletişim yazarı): mustafaadogan02@gmail.com

✓ **Received** (Geliş tarihi): 22.10.2024, **Accepted** (Kabul tarihi): 27.01.2025



Citation (Atf): Doğan, M., 2025. Anadolu sedir ormanlarının son buzul maksimumundan günümüze fosil ve güncel polen verilerine göre gelişimi. Turkish Journal of Forestry, 26(1): 105-119.

DOI: [10.18182/tjf.1571559](https://doi.org/10.18182/tjf.1571559)

Anadolu'da gerçekleştirilmektedir (Atalay, 1987; Boydak, 1986, 2014; Odabaşı, 1967; Saatçioğlu, 1956; Sattout ve Nemer, 2008; Sevim, 1952; 1995). *Cedrus libani*'nin Lübnan ve Suriye'deki popülasyonları 2.200 ve 255 hektarla sınırlıdır (İbrahim vd., 2015; 2021; Sattout ve Nemer, 2008) ve IUCN (International Union for Conservation of Nature-Doğa Koruma için Uluslararası Birlik) Kırmızı Listesi'nde "düşük riskli ve tehdit altında" (LR/nt) olarak sınıflandırılmaktadır (Hilton-Taylor, 2000). Sedir ormanlarının yok olma tehlikesi Lübnan ve Suriye için geçerli iken, Anadolu'da bu tehlike düşük seviyede de olsa ilerleyen yıllarda bir risk oluşturabilir (Hajar vd., 2010a; Özcan ve Çiçek, 2023). Anadolu'daki sedir ormanları 395.304 hektar normal, 110.111 hektar boşluklu kapalı orman olup toplam 505.415 hektar alanı kaplamaktadır (OGM, 2025). Belirtilen özelliklere ek olarak Toros Dağları'ndaki yüksek sedir varlığı nedeniyle, Lübnan sediri "Toros sediri" olarak adlandırılmıştır (Atalay, 1987; Boydak, 2014; Saatçioğlu, 1956). Anadolu aynı zamanda sedir ormanlarının kuzeydeki en uç yayılış alanını temsil etmektedir (Evcimen, 1962).

Sedir ormanları, sedir ağacının hafif, yumuşak, hoş kokulu ve dayanıklı olması nedeniyle tarih boyunca başta inşaat ve gemi yapımı olmak üzere farklı şekillerde kullanılmıştır (Atalay, 1987; Evcimen, 1962; Mayer ve Sevim, 1959; Rich, 2017). Arkeolojik ve tarihsel veriler, son 8 bin yılda özellikle de son 5.000 yılda sedir ormanlarının tahrip edildiğini göstermektedir (Boydak, 2014; Hajar vd., 2010b; Hancock, 2021; Mayer ve Sevim, 1959; Özcan ve Çiçek, 2023; Sevim, 1995; Sowada, 2009; Trethewey, 2017). Mısır, Fenike, Asur ve Roma dönemlerindeki Akdeniz'de sedir ticareti yapılmış ve birçok kutsal yapının inşasında kullanılmıştır (Atalay, 1987; Hancock, 2021; Mayer ve Sevim, 1959; Özcan ve Çiçek, 2023; Rich, 2017; Sowada, 2009; Trethewey, 2017). Tunç Çağı'ndan bu yana devam eden bu yoğun kullanım, sediri ihracat malı haline getirmiş ve günümüzde de sedir ormanları doğal ve insan kaynaklı etkilerle tahrip olmaktadır (Atalay, 1987; Boydak, 2014; Evcimen, 1962). Bu nedenle, sedir ormanlarının korunması ve sürdürülebilir yönetimi büyük önem taşımaktadır.

Sedirin ekolojik, tarihsel ve güncel durumu üzerine yapılan araştırmalara ek olarak polen analizleri, sedir ormanlarının geçmiş dağılımı hakkında bilgi sağlamaktadır. Anadolu'dan elde edilen 111 fosil polen çalışması (Doğan, 2022; 2024; Şenkul vd., 2024), sedir ormanlarının iklim değişikliklerine ve insan etkilerine verdiği tepkileri anlamamıza yardımcı olmaktadır. Sedirin güncel dağılım alanı (Atalay, 1987; Boydak, 1986, 2003; Sevim, 1952, 1995), geçmiş uygun ekolojik bölgeler (Özcan ve Çiçek, 2023; Xiao vd., 2022) ve bu bölgelerin dışından elde edilen fosil polen çalışmaları (Bottema vd., 1993; Bottema ve Woldring, 1984; Doğan, 2022; Eastwood vd., 1998; Miebach vd., 2016; Şenkul vd., 2018a, 2022; Şenkul ve Doğan, 2018; Shumilovskikh vd., 2016; Stock vd., 2020; Sullivan, 1989; van Zeist vd., 1975; Vermoere, 2004; Woldring, 2001) sedir ormanlarının Son Buzul Maksimumu'ndan (SBM) günümüze uzun dönemli gelişimini anlamamıza katkı sağlamaktadır. Fosil polen çalışmalarına ek olarak, Anadolu'daki önemli saf sedir ormanlarında gerçekleştirilen güncel polen çalışmaları (Şenkul vd., 2018b, 2018c; Şenkul ve Karloğlu Kılıç, 2019), sedirin güncel vejetasyon içindeki temsilietini anlamamıza ve fosil polen çalışmalarında elde edilen sedir yüzdelerinin yorumlanmasında önemli bir gösterge teşkil etmektedir. Sedir ormanlarındaki gelişim ve değişimi anlamak, bu ormanların iklim değişiklikleri ve insan

etkilerine karşı uzun vadeli ekolojik tepkilerini incelememize olanak sağlar. Sedir ormanlarının tarihsel dağılımı ve dayanıklılığına bakarak, bu ekosistemlerin geçmiş iklimsel değişimlere nasıl uyum sağladıklarını değerlendirebiliriz. Bu, devam eden iklim değişikliği karşısında nasıl tepki verebileceklerine dair öngörüler geliştirmemizi sağlar. Ayrıca, bu bulguların katkısı, geçmiş insan-çevre etkileşimlerinin anlaşılmasında ve arazi kullanımı değişikliklerinin incelenmesinde de önemli bir rol oynamaktadır. Bu bilgi, geçmiş peyzajların yeniden yapılandırılmasına yardımcı olmanın yanı sıra, özellikle iklim değişikliği ve doğal ekosistemler üzerindeki artan baskılar bağlamında, günümüzdeki arazi yönetimi stratejilerinin oluşturulmasında da faydalıdır.

Bu çalışmanın amacı, Anadolu'daki fosil ve güncel polen verilerini değerlendirerek, sedir ormanlarının SBM'den günümüze kadar olan gelişimini incelemektir. Bu inceleme, sedir ormanlarının tarihsel dağılımını, iklim değişikliklerine adaptasyonunu ve gelecekteki koruma stratejilerini anlamak için önemli veriler sunarak sedir ormanlarının korunması için stratejik planların geliştirilmesine katkı sağlanması hedeflenmektedir.

2. Materyal ve yöntem

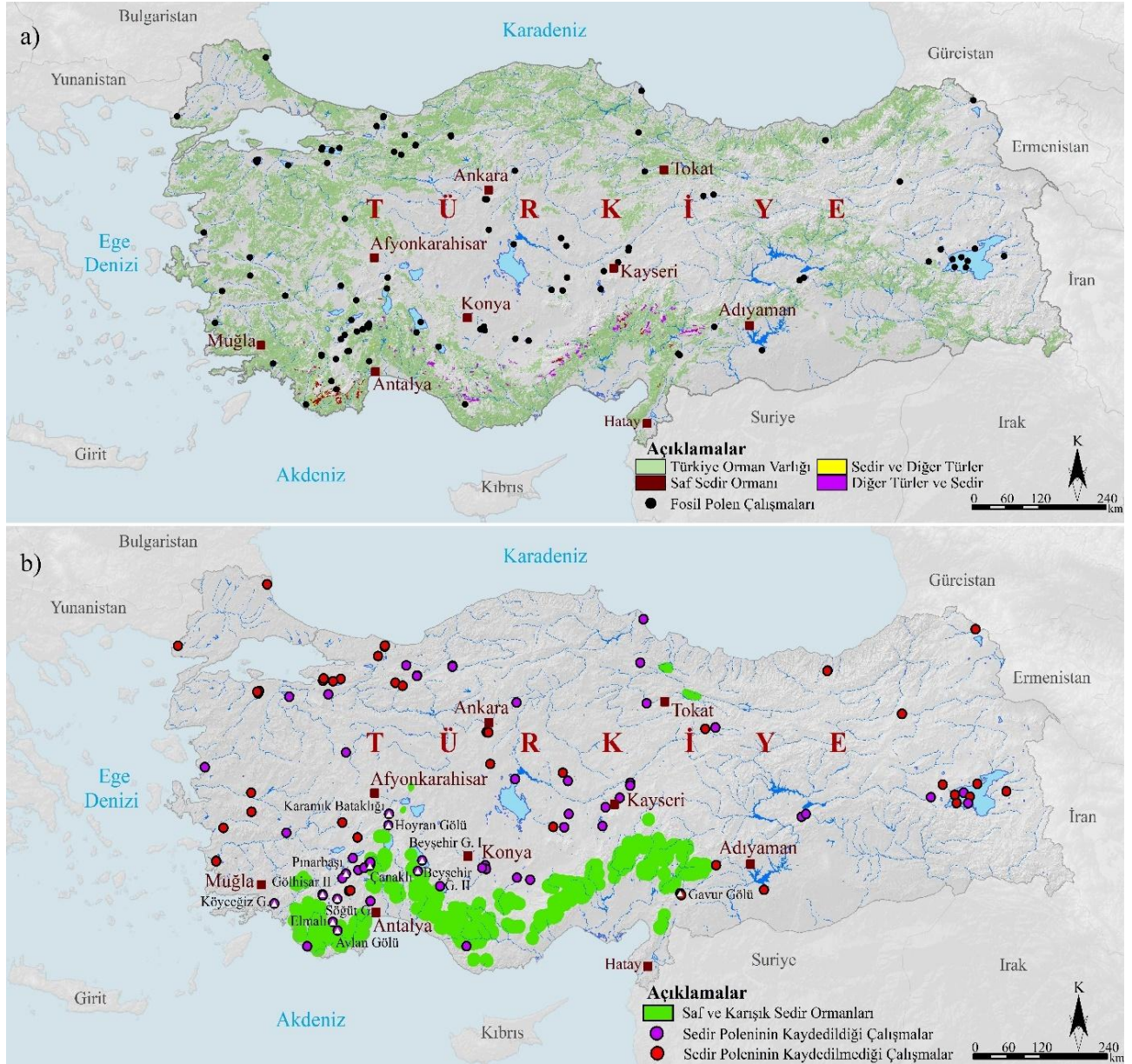
2.1. Anadolu orman varlığı ve sedir ormanlarının yayılışı

Anadolu'daki orman alanları uzun yıllar boyunca artış göstermiştir (OGM, 2021). 1973'te yaklaşık 20.2 milyon hektar olan orman alanı, Anadolu yüzölçümünün %26.1'ini oluştururken, 2023'te bu alan 23.363.071 hektara (~%29.4) ulaşmıştır (OGM, 2025). Ormanlar büyük ölçüde dağlık bölgelerde yayılış göstermektedir, özellikle Kuzey Anadolu Dağları ve Toros Dağları bu yayılımın merkezini oluşturmaktadır (Şekil 1a). Anadolu ormanlarının %47'si ibreli, %32'si geniş yapraklı, %21 ise karışık ağaçlardan oluşmaktadır (OGM, 2025). İbreli türlerden biri olan ve Toros Dağları ile karakterize olan Lübnan sediri, ekolojik ve tarihsel önemine rağmen (Boydak, 2014; Wazen vd., 2018) oransal olarak oldukça düşük bir paya sahiptir. Sedir ormanları Anadolu ormanlarının % 2.16'sını oluşturmaktadır (505.415 ha) (OGM, 2025). Sedir ormanları, tarla açma, yangın, kaçak kesim ve aşırı faydalanma gibi nedenlerle yakın dönemde büyük ölçüde tahrip olmuştur (Atalay, 1987; Boydak, 2014). Sedir ormanları, Anadolu orman varlığının küçük bir bölümünü oluşturmasına rağmen, büyük oranda Toros Dağları kuşağında (Şekil 1b) yayılım göstermektedir (Atalay, 1987; Boydak, 1986; Evcimen, 1962; Odabaşı, 1967; Özcan ve Çiçek, 2023; Saatçioğlu, 1956). Bu ormanlar, 500 ila 2400 metre arasında değişen yükseltilerde bulunur ve Akdeniz Bölgesi'nde batıda Bozdağ'dan doğuda Ahırdağı'na kadar uzanan bir alanda dağılım gösterir (Atalay, 1987; Boydak, 1986; 1996; 2014; Evcimen, 1962; Odabaşı, 1967; OGM, 2012; Sevim, 1952). Sedir ormanları, parçalı bir yayılışa sahip olup, farklı yükseltiler ve ekolojik koşullar altında gelişmektedir (Atalay, 1987). Toros Dağları dışında ise, Sultandağları'nda Deresinek ve Çaykışla-Emirdağı (Afyonkarahisar) çevresi ile Karadeniz Bölgesi'nde Erbaa-Çatalan ve Nıksar-Akincıköy (Tokat) gibi izole bölgelerde (Şekil 1b) de yayılış göstermektedir (Akıncı, 1963; Atalay, 1987; Boydak, 1986; 1996; Evcimen, 1962; Günay, 1990; OGM, 2012; Özcan ve Çiçek, 2023; Sevim, 1952; 1995; Varol, 1965). Ancak yapılan modelleme çalışmalarına göre günümüzde sedir için uygun iklim alanları (Özcan ve Çiçek,

2023; Xiao vd., 2022) değinilen alanlardan daha geniş coğrafyaları kapsamaktadır.

Sedir ormanları, Anadolu'da büyük oranda Toros Dağları'nda yayılış göstermektedir (Şekil 1). Ekolojik farklılıklar, sedir ormanlarının çeşitli bitki türleriyle karışık

olarak bulunmasına olanak tanımaktadır (Atalay, 1987; Boydak, 2014; OGM, 2012; Özcan ve Çiçek, 2023). Bu geniş yayılış alanı ve beraberindeki bitki çeşitliliği, sedirin Anadolu orman varlığı içindeki önemini vurgulamakta ve bu türün korunmasının gerekliliğini ortaya koymaktadır.



Şekil 1. (a) Anadolu'daki fosil polen çalışmaları ile sedir ormanlarının dağılışı, (b) sedir ormanlarının dağılışı (Toroslar'daki gösterim abartılmıştır) ile fosil polen çalışmalarında sedirin bulunma durumu (beyaz üçgen seçilen çalışmaları göstermektedir) Figure 1. (a) Fossil pollen studies in Anatolia and the distribution of cedar forests, (b) the distribution of cedar forests (exaggerated representation in the Taurus Mountains) and the presence of cedar in fossil pollen studies (white triangles indicate selected studies).

2.2. Fossil pollen çalışmaları

Bu çalışmada, Anadolu'nun ekolojik ve tarihsel açıdan önemli ağaç türlerinden olan sedir ormanlarının fossil pollen çalışmaları içindeki temsiliyeti ele alınmıştır. Bu kapsamda ilk çalışmalar 1967 yılında Konya-Süberde'de (Aytuğ, 1967), Abant Gölü ve Yeniçağa Gölü'nde yapılmıştır (Beug, 1967). Yaklaşık 60 yıllık süreçte, fossil pollen çalışmalarının sayısı artarak günümüzde 111 farklı fossil pollen diyagramı (Şekil 1) elde edilmiştir (Doğan, 2022; 2024; Şenkul vd., 2024). Bu diyagramların elde edildiği lokasyonlar, Google Earth yazılımı kullanılarak sayısallaştırılıp veri tabanına aktarılmıştır. Çalışmada, sedir pollenlerinin varlığına göre iki ana grup oluşturulmuştur: sedir pollenlerine rastlanan ve rastlanmayan çalışmalar. Sedir pollenlerinin bulunduğu çalışmalar ayrıca, devamlılık, tarihlendirme, çözünürlük ve sedir yüzdesi gibi kriterlere göre sınıflandırılmıştır. Bu sınıflandırma sonucu, sedir ormanlarının tarihsel gelişimini anlamak için 12 göl (Köyceğiz, Karamık Bataklığı, Gölhisar II, Avlan, Hoyran, Beyşehir I-II (I ve II; aynı göle ait iki farklı çalışmayı gösterir), Çanaklı, Elmalı, Pınarbaşı, Söğüt, Gavur) seçilmiştir (Şekil 1b). Bazı çalışmalar (Gölhisar II, Avlan, Çanaklı, Elmalı), düşük sedir yüzdesi ve tarihlendirme içermemesine rağmen, sedir ormanlarının gelişimi hakkında önemli bulgular sundukları için çalışmaya dahil edilmiştir (Bottema ve Woldring, 1984; Eastwood vd., 1998; Vermoere, 2004). OxCal version 4.4.4 kullanılarak, 9 gölün tarihlendirmeleri IntCal20 atmosferik eğrisi ile kalibre edilmiştir (Reimer vd., 2020). Biyostratigrafik yaklaşımla tarihlendirilmiş Avlan, Çanaklı ve Elmalı çalışmaları ise referans tarihlerle gösterilmiştir (Bottema ve Woldring, 1984; Vermoere, 2004).

2.3. Güncel pollen çalışmaları

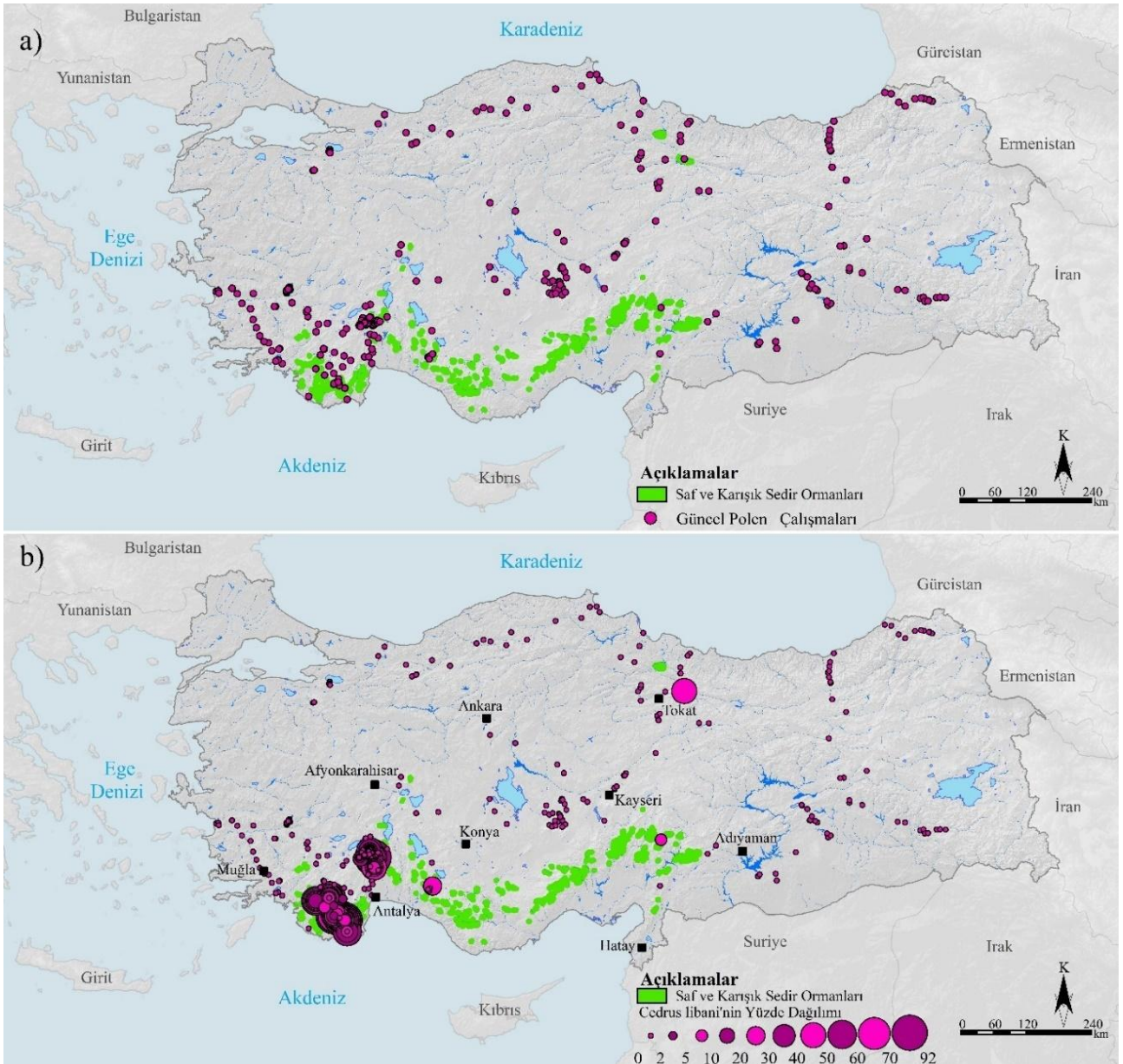
Bu çalışmada, Anadolu'daki sedir ormanlarının güncel pollen çalışmalarındaki temsiliyeti, 1968-2023 yılları arasında yayımlanan araştırmalar incelenerek değerlendirilmiştir. Yüzdesele sonuçları raporlanmamış çalışmalar bu kapsamın dışında tutulmuştur. Ulaşılan güncel pollen verileri (Bottema vd., 1993; 2001; Doğan, 2017; 2022; Doğan ve Şenkul, 2022; Eastwood, 1997; England, 2006; Kalıpçı, 2019; Kaniewski vd., 2007; Karlıoğlu Kılıç vd., 2019; Memiş, 2017; Şenkul, 2018; Şenkul vd., 2018b; 2018c; 2018d; Şenkul ve Doğan, 2018; Şenkul ve Kalıpçı, 2019; Şenkul ve Kılıç, 2019; Shumilovskikh, 2013; van Zeist vd., 1968; 1975; Vermoere, 2004; Vermoere vd., 2000; 2001; 2003; Woldring ve Bottema, 2002) kullanılarak sedir ormanlarının güncel pollen dağılımı analiz edilmiştir. Bu veriler alıntılanan araştırmacılar tarafından tuzak, yosun, gölssel yüzey sediman ve toprak yüzey örnekleri gibi farklı kaynaklardan elde edilmiştir. İlk olarak kaynaklar listelenmiş, ardından her örnek alan Google Earth ile sayısallaştırılmış ve sedir pollen yüzdeleri orijinal çalışmalardan elde edilerek ilişkilendirilmiştir. Sonuç olarak, toplamda 642 veri içeren bir veri seti oluşturulmuş ve veriler yeniden numaralandırılarak haritalandırılmıştır (Şekil 2a). Güncel pollen veri tabanının inşası hakkında daha fazla bilgi (Doğan, 2024) çalışmasında sunulmuştur.

3. Bulgular

3.1. Fossil pollen bulgularına göre anadolu'da sedir ormanlarının gelişimi

Anadolu'dan elde edilen fossil pollen çalışmaları, sedir pollenlerinin tarihsel gelişimini yüksek yüzdelik dilimlerle açıklayan ve yaş derinlik modeline sahip olanlar açısından sınırlıdır. Uzun dönemli fossil pollen analizleri ise daha da azdır. Anadolu'da sedir ormanlarının tarihsel gelişimini anlamak için Karamık Bataklığı, Beyşehir Gölü I ve Beyşehir Gölü II, Pınarbaşı, Söğüt Gölü, Gölhisar Gölü II, Hoyran Gölü, Köyceğiz Gölü, Gavur Gölü, Avlan Gölü, Elmalı Gölü ve Çanaklı Gölü gibi alanlar (Şekil 1b) ön plana çıkmaktadır (Bottema ve Woldring, 1984; Eastwood vd., 1998; Topuz vd., 2023; van Zeist vd., 1975; Vermoere, 2004). Bu çalışmalar farklı zaman dilimlerini kapsamakta olup (Şekil 3), Avlan, Elmalı ve Çanaklı gibi alanlarda doğrudan radyokarbon tarihlendirmesi bulunmamaktadır (Bottema ve Woldring, 1984; Vermoere, 2004). Ayrıca sedir yüzdesinin düşük olduğu Söğüt Gölü, Gölhisar Gölü, Köyceğiz Gölü ve Çanaklı'nın pollen verileri, sedir ormanlarının yayılımı açısından değerlidir. Güneybatı Anadolu'daki Söğüt Gölü fossil pollen çalışmasında (Şekil 3), yaklaşık 17.000 (Kal. GÖ; kalibre edilmiş yıl günümüzden önce) yıllık veri seti elde edilmiş ve sedir ormanları maksimum %6 ile temsil edilmiştir (van Zeist vd., 1975). Gölhisar Gölü II çalışması, tüm Holosen boyunca sedir varlığının %5'in altında olduğunu göstermiştir (Eastwood vd., 1998). Çanaklı verilerinde ise sedir %20'ye varan bir dağılım göstermiştir (Vermoere, 2004). Gölhisar, Söğüt Gölü ve Çanaklı pollen verileri, sedir ormanlarının lokal dağılışı göstermelerinin bir kanıtı olarak önemli görülmektedir. Dolayısı ile Gölhisar, Söğüt Gölü ve Çanaklı verileri (Şekil 3), sedir ormanlarının lokal dağılışı gösterdiğine dair önemli kanıtlar sunmaktadır.

Anadolu'da sedir ormanlarının paleovejetasyon içindeki varlığını anlamak için en önemli çalışmalardan biri, tarihlendirme analizi içermeyen Avlan ve Elmalı alanlarından elde edilmiştir (Bottema ve Woldring, 1984). Bu göller, günümüzdeki en önemli ve saf sedir ormanlarına ev sahipliği yapan Çıtlıkara Sedir Ormanı ile bağlantılıdır. Avlan Gölü'nden elde edilen verilerde (Şekil 3), sedir ormanlarının yaklaşık %70 gibi yüksek bir değere ulaşabileceği görülmüştür. Aynı alanda, Avlan Gölü'nün 15 km kuzeyinde bulunan Elmalı verileri (Şekil 3), tarihlendirme analizi içermese de sedir ormanlarının pollen temsiliyetini anlamak için önemlidir; burada sedir varlığı maksimum %28 ile temsil edilmiştir. Bu göllerde sedir ormanlarına yakınlığı nedeniyle önemlidir. Bulgular ve tartışma, her dönemin iklimsel ve ekolojik açıdan farklı dinamiklere sahip olması ve bu dinamiklerin sedir (*Cedrus libani*) pollenlerinin yayılımı, yoğunluğu ve ekolojik tepkileri üzerindeki etkilerinin daha net anlaşılmasını sağlaması gibi nedenlerden dolayı dönemlere göre oluşturulmuştur.



Şekil 2. (a) Anadolu'daki güncel polen çalışmaları ile sedir ormanlarının dağılışı, (b) güncel polen çalışmalarında sedir'in yüzdesel dağılımı

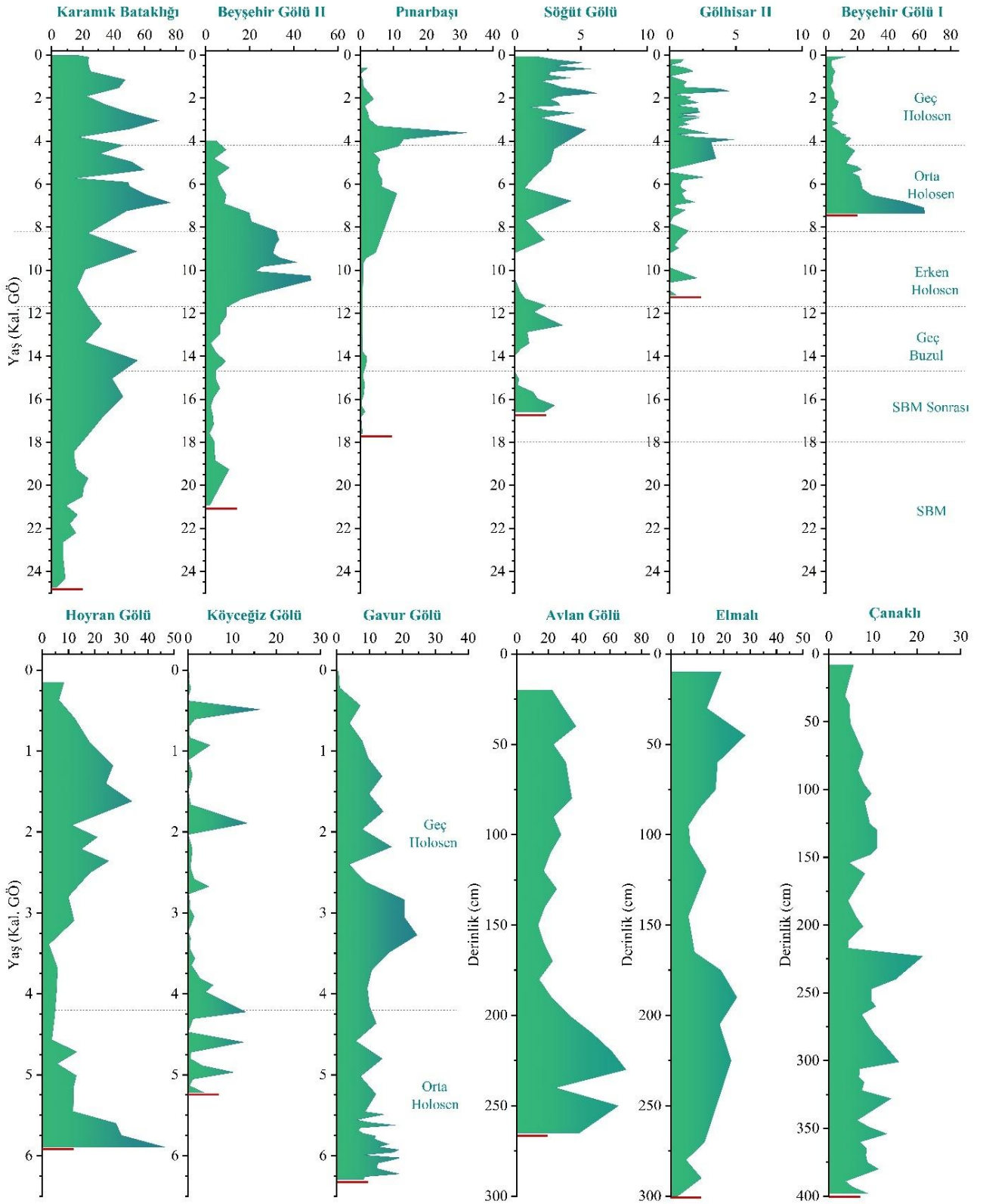
Figure 2. (a) Modern pollen studies in Anatolia and the distribution of cedar forests, (b) the percentage distribution of cedar in modern pollen studies

3.1.1. Son buzul maksimum (SBM) dönemi

SBM dönemine uzanan fosil polen çalışmaları oldukça sınırlıdır. Bu döneme ait polen verilerinin elde edildiği sınırlı alanlardan (Şekil 3) biri Karamık Bataklığıdır (van Zeist vd., 1975). Bu alanda SBM döneminde sedir varlığının yaklaşık %20'nin altında olduğu gözlemlenmiştir. Diğer bir çalışma olan (Şekil 3) Beyşehir Gölü II verilerine göre bu alanda sedir varlığı %10'un altındadır (Bottema ve Woldring, 1984). İncelenen diğer göller (Pınarbaşı, Söğüt, Gölhisar, Beyşehir I, Hoyran, Köyceğiz ve Gavur gölleri) ise SBM dönemine dair veri sunmamaktadır.

3.1.2. SBM sonrası dönemi

SBM Sonrası döneminde sedir ormanlarının gelişimi üzerine elde edilen verilere ek olarak, Pınarbaşı ve Söğüt göllerinden gelen veriler de bu döneme dair bilgi vermektedir (Şekil 3). Karamık Bataklığı'nda, SBM sonrası dönemde sedir varlığında önemli bir artış meydana gelmiş ve bu oran %50'yi aşmıştır. Beyşehir Gölü II çalışmasında ise bu dönemde sedir oranı %5'in altında kalmaya devam etmiştir. Pınarbaşı (Bottema ve Woldring, 1984) ve Söğüt (van Zeist vd., 1975) göllerinde (sırasıyla %2 ve 5'in altında) sedir varlığı, bu dönemde önemli bir değer gösteremeyecek kadar düşüktür.



Şekil 3. Fosil polen çalışmalarına göre sedirin iklimsel dönemlere göre yüzdesel gelişimi

Figure 3. The percentage development of cedar according to fossil pollen studies across climatic periods

3.1.3. Geç buzul dönemi

Geç Buzul dönemine uzanan çalışmalar (Karamık Bataklığı, Beyşehir Gölü II, Pınarbaşı ve Söğüt) SBM Sonrası dönemi ile aynıdır (Şekil 3). Karamık Bataklığı'nda sedir %30'lara kadar düşerken (van Zeist vd., 1975), Beyşehir Gölü II çalışmasında sedir oranı benzer bir şekilde %10'un altında kalmıştır (Bottema ve Woldring, 1984). Pınarbaşı'nda sedir varlığı %2 altında oldukça düşük seviyede kalmıştır (Bottema ve Woldring, 1984). Söğüt Gölü'nde ise %5'in altında ve dönem dönem artan bir sedir oranı kaydedilmiştir (van Zeist vd., 1975).

3.1.4. Erken holosen dönemi

Erken Holosen döneminde de sedir ormanlarının lokasyonel dağılımında belirgin bir değişiklik gözlemlenmemiştir. Diğer çalışmalar gibi Göller Yöresi'nde bulunan Gölhisar Gölü, bu döneme dair ek veriler sunsa da sedir varlığı %3'ün altında kalmıştır (Eastwood vd., 1998). Benzer şekilde, Pınarbaşı (%5'in altında) ve Söğüt göllerinde (maksimum %3) de kayda değer bir sedir varlığı gözlemlenmemiştir. Erken Holosen döneminde sedir ormanlarının yoğun olarak temsil edildiği lokasyonlar arasında Karamık Bataklığı ve Beyşehir Gölü II öne çıkmaktadır (Şekil 3). Karamık Bataklığı'nda bu dönemde sedir yüzdesi yaklaşık %55 gibi yüksek bir değere ulaşırken Beyşehir Gölü II'de ise sedir yüzdesi %50'ye yaklaşmıştır (Şekil 3). Erken Holosen dönemine geçişle birlikte orman varlığındaki artışa paralel olarak sedir ormanlarının geliştiği yerlerin başında Beyşehir Gölü II lokasyonu gelmektedir (Şekil 3). Örneğin, Karamık Bataklığı'nda Genç Buzul dönemi boyunca sedir varlığı %55 seviyelerine kadar ulaşmıştır. Ancak Beyşehir Gölü II verilerinde Erken Holosen öncesinde sedir varlığı maksimum %10'un altında kalırken, bu döneme geçişle birlikte iklim değişimlerine bağlı olarak sedir oranı ~%48'e kadar artmıştır (Şekil 3).

3.1.5. Orta holosen dönemi

Orta Holosen'e geçişle birlikte Karamık Bataklığı, Pınarbaşı, Söğüt ve Gölhisar göllerinde genel olarak sedir oranında artış gözlemlenmiştir (Şekil 3). Erken Holosen'de ~%50'ye ulaşan sedir oranı (Şekil 3), Beyşehir Gölü II çalışmasında ~%10'a kadar düşmüştür (Bottema ve Woldring, 1984). Orta Holosen'e uzanan Beyşehir Gölü I ve Hoyran Gölü ve Karamık Bataklığı'nda (van Zeist vd., 1975) Anadolu'daki en yüksek sedir oranları kaydedilmiştir (Şekil 3); Beyşehir Gölü I'nde %60'ın üzerinde, Hoyran Gölü'nde ise ~%46 oranında ve Karamık Bataklığı'nda %50'yi aşan bir oranda sedir tespit edilmiştir (van Zeist vd., 1975). Pınarbaşı'nda SBM Sonrası döneminden itibaren düşük kalan sedir varlığı, dönemin sonunda %5 seviyelerine ulaşmıştır. Söğüt Gölü'nde sedir oranı %5'in altında kalmış, Gölhisar'da da benzer şekilde %5'in altında gözlemlenmiştir (Şekil 3). Köyceğiz Gölü'nde sedir oranı maksimum ~%13 olarak kaydedilmiştir (van Zeist vd., 1975). Güneybatı Anadolu'da yer alan çalışmalara ek olarak sedir yetiştirme ortamının doğusunda yer alan Gavur Gölü'nde sedir oranı maksimum ~%20 gibi bir değer göstermiştir (Topuz vd., 2023). Bu değer Anadolu'da sedirin temsil edildiği yüzdelere göre yüksek sayılabilecek bir değer olup, sedirin devamlılığı ve diğer çalışmalardan farklı olarak sedir yetiştirme ortamının doğu kısmında yer alması bakımından oldukça önemlidir.

3.1.6. Geç holosen dönemi

Geç Holosen döneminde sedir ormanlarının gelişimi ile ilgili veriler, Karamık Bataklığı, Beyşehir Gölü, Pınarbaşı, Söğüt, Köyceğiz, Gölhisar ve Gavur göllerinden elde edilmiştir (Şekil 3). Karamık Bataklığı'nda sedir varlığı %70 seviyelerine ulaşırken, Beyşehir Gölü I'de %10'un altında kalmıştır (van Zeist vd., 1975). Pınarbaşı'nda ise sedir varlığı geç Holosen döneminde %35'e kadar yükselmiş, ardından %1'e düşmüştür. Söğüt Gölü'nde %5'in altında bir sedir oranı kaydedilmiştir. Köyceğiz ve Gölhisar göllerinde de sedir varlığı %5'in altında kalmış, dönem dönem küçük artışlar gözlemlenmiştir. Hoyran Gölü'nde geç Holosen döneminde %35'e varan bir sedir varlığı tespit edilmiş, dönemin sonunda %10'un altına düşmüştür. Gavur Gölü'nde ise bu dönemde sedir varlığı yaklaşık %25'e ulaşmış, dönem sonunda %16 seviyesine gerilemiştir. Bu veriler, Anadolu'da sedir ormanlarının SBM'den itibaren çeşitli dönemlerdeki gelişimini ve değişimini ortaya koymaktadır.

3.2. Güncel polen bulguları

Anadolu'dan elde edilen 642 güncel polen verisine göre, sedir polenleri %0 ile %92 arasında değişiklik göstermektedir (Şekil 2b). Akdeniz Bölgesi dışındaki alanlarda, sedir oranı genellikle %0 ile %2 arasında değişmektedir (Şekil 2b). Bu alanlardaki polen örneklerinin çoğunda sedir ya %0 ya da %1'dir (Bottema vd., 1993; 2001; Doğan, 2017; 2022; Doğan ve Şenkul, 2022; England, 2006; Memiş, 2017; Şenkul ve Doğan, 2018; Shumilovskikh, 2013; van Zeist vd., 1968; Woldring ve Bottema, 2002). 642 verinin %61.5'inde sedir yüzdesi 1'den düşüktür (Şekil 2b ve Şekil 4). Bu durum, sedir polenlerinin taşınma kabiliyetinin düşük olduğunu göstermektedir. Dolayısıyla, yüksek sedir polen yüzdesi, yakındaki bir sedir ormanının varlığını belirlemede etkili bir gösterge olarak kabul edilmektedir. Sedir ormanlarının polen dağılımında iki önemli bölge bulunmaktadır (Şekil 2b). Bunlardan ilki, Gravgaz Bataklığı ve çevresidir (Vermoere, 2004; Vermoere vd., 2000; 2001; 2003). Diğeri, Teke Yarımadası'nda yer alan Çıtlıkara Sedir Ormanı'nı da kapsayan çalışmadır (Karlıoğlu Kılıç vd., 2019; Şenkul, 2018; Şenkul vd., 2018b; 2018c; Şenkul ve Kılıç, 2019). Bu bölgede sedir yüzdesi düşük değerlerden %92'ye kadar değişmektedir (Karlıoğlu Kılıç vd., 2019; Şenkul, 2018; Şenkul vd., 2018b; 2018c; Şenkul ve Kılıç, 2019). Bu çalışmada sedir yüzdeleri güncel polen çalışmaları içerisindeki en yüksek değerleri içermektedir. Ayrıca, Güneybatı'da yapılan bir çalışmada (Şekil 2b) sedir %86.2'ye ulaşmıştır (Vermoere, 2004). Bu alanlarda yapılan güncel polen analizleri, özellikle sedir ormanlarından elde edilmiştir. 642 nokta arasında sedir yüzdesinin %10 ve üzeri olduğu 138 noktanın neredeyse tamamı bu iki alandan (Karlıoğlu Kılıç vd., 2019; Şenkul, 2018; Şenkul vd., 2018b, 2018c; Şenkul ve Kılıç, 2019; Vermoere, 2004) özellikle de Şenkul vd., (2018c) tarafından yapılan çalışmadan elde edilmiştir (Şekil 2b ve Şekil 4). Teke Yarımadası sedir ormanlarının bulunduğu alandan elde edilen diğer bir çalışmada (Şekil 2b) sedir oranı %25'e kadar artış gösterebilmiştir (van Zeist vd., 1975). Güncel polen verileri içinde 642 farklı noktada %1'in altındaki sedir polen yüzdeleri de değerlendirilmiştir (Şekil 4). Bu veriler, sedir polenlerinin taşınma kabiliyetinin düşük olması nedeniyle, sedir ormanlarının yakın çevresindeki alanlarda polen varlığını önemli bir gösterge olarak sunmaktadır. Ayrıca, bu noktalar, sedir polenlerinin

yayımlını ve çevresel değişimlere nasıl tepki verdiğini anlamamıza katkı sağlamaktadır.

Diğer alanlarda ise sedir oranının görece yüksek çıktığı üç örnek bulunmaktadır (Şekil 2b). Akdeniz Bölgesi'nde, Toroslar'dan elde edilen bir çalışmada sedir ~%26.7 (Eastwood, 1997), Toroslar'ın doğu sınırındaki başka bir çalışmada ise ~%8 olarak temsil edilmiştir (Bottema vd., 1993). Tokat-Niksar Akıncı Köyü çevresinde yapılan bir çalışmada sedir polen yüzdesi ~%42 gibi yüksek bir oranda bulunmuştur (Shumilovskikh, 2013). Tokat-Niksar Akıncı Köyü çevresindeki yüksek sedir yüzdesi, sedir polenlerinin taşınımı ve temsiliyeti konusunda iyi bir örnek teşkil etmektedir. Ancak, bu çalışmada çevredeki yoğun vejetasyona rağmen Tokat-Niksar Akıncı Köyü ve Tokat Erba Çatalan alanlarında sedir polenine rastlanmamıştır.

Anadolu'dan elde edilen 642 güncel polen verisine göre sedir %60 ve üzeri olduğu lokasyonların toplam sayısının oranı %4.9'dur. Anadolu'daki 642 polen çalışmasında sedir %0 ile %92 arasında bir dağılım göstermektedir. Ancak, bu noktaların ortalama sedir değeri yaklaşık %9.9 olarak hesaplanmıştır. Bu noktalardan ~%78.3'ünde sedir %0 ile %10 arasında değişmektedir. Her %10'luk dilimde yüksek sedir yüzdesine sahip örnek alan sayısı düşüktür; %60 ve üzeri örnek alanların oranı ise %4.9'dur.

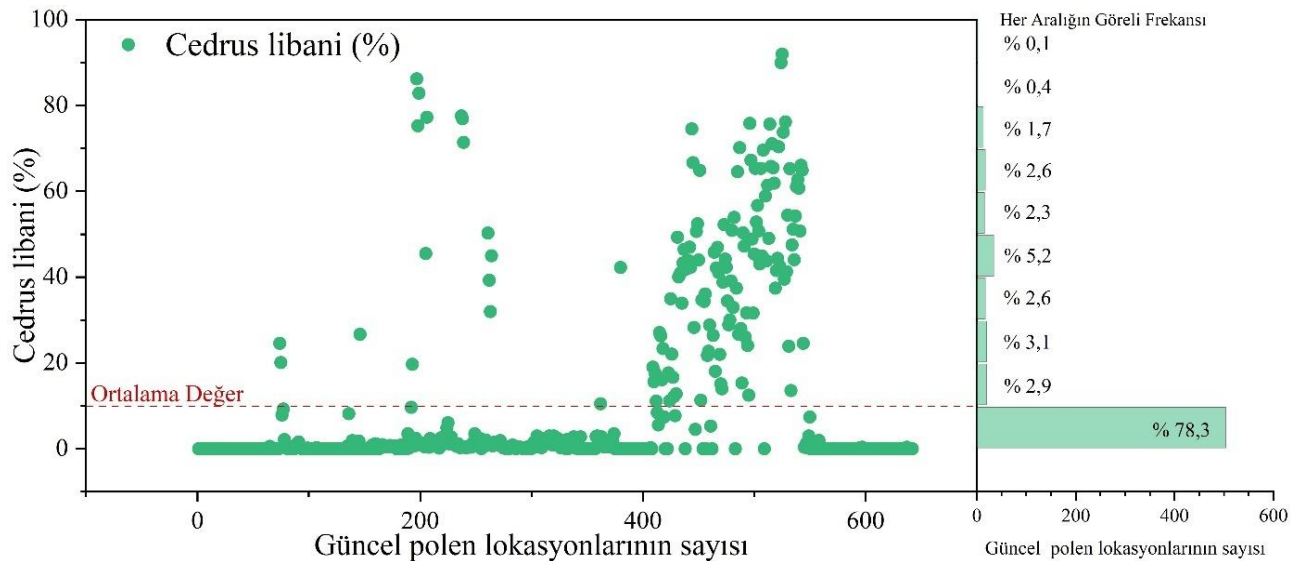
4. Tartışma

Anadolu'dan elde edilen fosil ve güncel polen çalışmaları, sedir ormanlarının polen saçılım özelliklerini ve tarihsel gelişimini büyük ölçüde ortaya koymuştur. Ancak sedir ormanlarının tarihsel gelişimini açıklarken bazı zorluklar vardır. Bunlardan biri, uzun dönemli fosil polen çalışmalarının azlığıdır. Diğer bir sorun ise sedir polenlerinin uzun mesafeli taşınım kapasitesinin sınırlı olmasıdır (Hajar vd., 2010a). Bu durum sedir ormanlarının yoğun olduğu bölgelerden uzak yerlerde, sedir polenin düşük oranlarda veya eser miktarda bulunmasına neden olmaktadır. Ancak sedirin polen taşınım özellikleri, yüksek sedir varlığına sahip alanların yakın çevresinde önemli sedir ormanlarının bulunduğunu göstermektedir. Yapılan araştırmalar, sedir

polen taneciklerinin %5'in üzerindeki oranlarda temsil edilmesinin, sedirin bölgeye yakın bir yerde bulunduğunu ortaya koyduğunu göstermektedir (Hajar vd., 2010a).

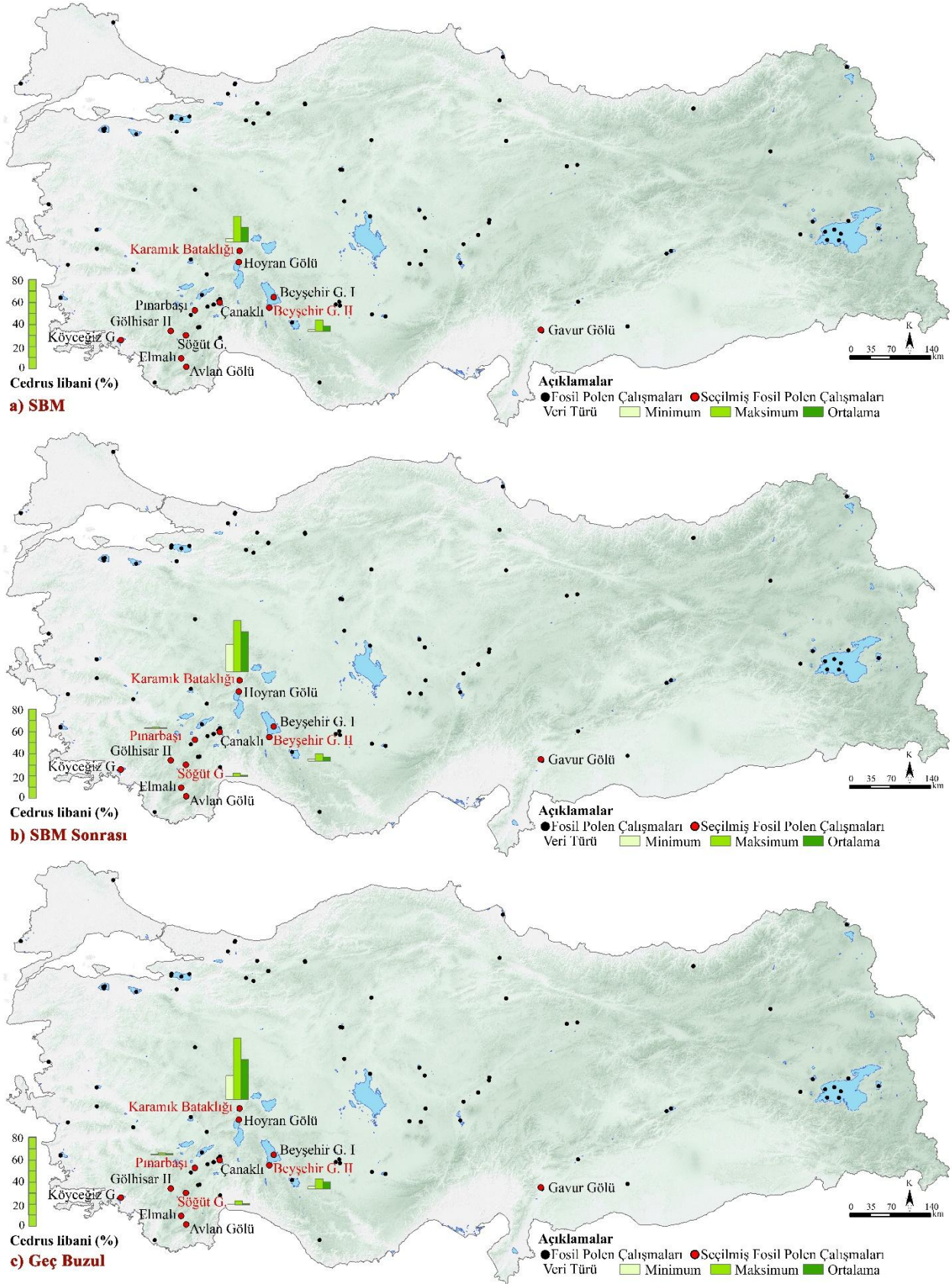
4.1. SBM dönemi

Sedir için yapılan uygun alan modellerine göre, günümüz Orta Holosen ve SBM dönemleri için en geniş alansal uygunluk SBM dönemine aittir (Özcan ve Çiçek, 2023; Xiao vd., 2022). Bu dönemde, Toros Dağlık Kuşağı ve Akdeniz Bölgesi'nin neredeyse tamamı, sedir için 1. derecede en uygun habitatlar olup, Batı Anadolu'da da önemli ölçüde uygun alanlar bulunmaktadır (Özcan ve Çiçek, 2023; Xiao vd., 2022). Anadolu'da SBM dönemine uzanan fosil polen çalışmaları sınırlıdır. Ancak Van Gölü (Litt vd., 2009), İznik Gölü (Miebach vd., 2016), Sağlık II (Şekeryapan vd., 2020) Yelten Sazlığı (Bozkurt, 2021) ve Buldan Yayla Gölü (Doğan, 2022) gibi çalışmalar, sedir poleninin ya kayda girmediğini ya da çok düşük oranda temsil edildiğini göstermektedir. Van Gölü, günümüz ve geçmişte sedir uygunluk alanının dışında; İznik Gölü, uygun habitatın sınırında; Sağlık II, Yelten Sazlığı ve Buldan Yayla Gölü ise bu alanın merkezinde yer almaktadır. Bu göllerdeki sedir oranının çok düşük temsili uygun habitat olmasına rağmen önemli bir sedir varlığını desteklememektedir. SBM dönemine ait çalışmalarda (Şekil 3 ve 5), Karamık Bataklığı'nda maksimum ~%24 ve ortalama ~%13 değerinde sedir varlığı kaydedilmiştir (van Zeist vd., 1975). Beyşehir Gölü II çalışmasında ise (Şekil 3 ve 5) maksimum ~%11, ortalama ~%5 sedir oranı saptanmıştır (Bottema ve Woldring, 1984). SBM döneminde Karamık Bataklığı ve Beyşehir Gölü II verilerindeki toplam orman varlığı (AP; Arboreal Polen) düşük olup, AP içinde sedir yüzdesinin bu değerleri önemlidir. Bu polen bulguları, sedir uygun alan modelleri ile uyumlu sonuçlar vermektedir (Özcan ve Çiçek, 2023; Xiao vd., 2022). Sonuç olarak, fosil polen verileri (Şekil 3 ve 5), SBM döneminde sedir ormanlarının yayılımının uygun habitat alanının büyüklüğüne rağmen oldukça sınırlı olduğunu ve belirli bölgelerde düşük oranlarda temsil edildiğini göstermektedir.



Şekil 4. Güncel polen çalışmalarına göre 642 farklı verinin ortalama değeri ve yüzdesel dilimlere göre dağılımı

Figure 4. The average value of 642 different data points and their distribution across percentage intervals according to modern pollen studies



Şekil 5. Seçilmiş göllere ait sedir yüzdesinin minimum, ortalama ve maksimum değerleri (a) SBM, b) SBM Sonrası ve c) Geç Buzul Dönemleri)

Figure 5. The minimum, average, and maximum values of cedar percentage for selected lakes (a) LGM, b) Post-LGM, and c) Late Glacial periods)

4.2. SBM sonrası dönemi

SBM Sonrası dönemini kapsayan çalışmaların sayısı artsa da (Şekil 3 ve 5), sedir ormanları bu çalışmalarda önemli bir değer olarak kaydedilmemiştir. Ancak Eski Acıgöl (Roberts vd., 2001; Woldring, 2001), Ladik Gölü ve Akgöl Adabağ (Bottema vd., 1993) çalışmaları, sedir ormanlarının coğrafi yayılış alanlarının diğer alanlara (Doğu Anadolu, Batı Anadolu, Kuzeybatı Anadolu, Akdeniz Bölgesi'nin doğusu) ek olarak Orta Anadolu ve Orta Karadeniz alanlarında da önemli bir sedir varlığının bulunmadığını göstermiştir. SBM Sonrası dönemine uzanan ve günümüzde sedir ormanlarının coğrafi yayılış sınırları içinde kalan Söğüt Gölü (van Zeist vd., 1975) ve Pınarbaşı (Bottema ve Woldring, 1984) çalışmalarında, sedir yüzdesi sırasıyla ortalama \sim 1.5 ve \sim 0.1 ile, maksimum \sim 3 ve \sim 1.2 gibi düşük değerlerle temsil edilmiştir (Şekil 3 ve 5). Bu dönemde Beyşehir Gölü II çalışmasında da (Şekil 3 ve 5) maksimum \sim 6.4 olan sedir ortalama değeri \sim 3.6 ile SBM'ye göre azalmıştır (Bottema ve Woldring, 1984). Karamık Bataklığı'nda ise (Şekil 3 ve 5) sedir yüzdesi SBM'ye göre önemli ölçüde artarak \sim 24.5 ila \sim 46 arasında değişmiş ve ortalama \sim 35.8 olarak kaydedilmiştir (van Zeist vd., 1975). Bu değer, Anadolu'daki fosil polen çalışmaları içerisinde bu dönem için kaydedilen en yüksek sedir yüzdesidir. Bu veriler (Şekil 3 ve 5), SBM Sonrası döneminde Anadolu'nun çeşitli bölgelerinde sedir ormanlarının genel olarak sınırlı kaldığını, ancak Karamık Bataklığı gibi belirli alanlarda önemli bir artış gösterdiğini ortaya koymaktadır. Ayrıca, sedir ormanlarının yayılışının parçalı bir dağılım göstermesi, bu döneme ait bir diğer özelliktir.

4.3. Geç buzul dönemi

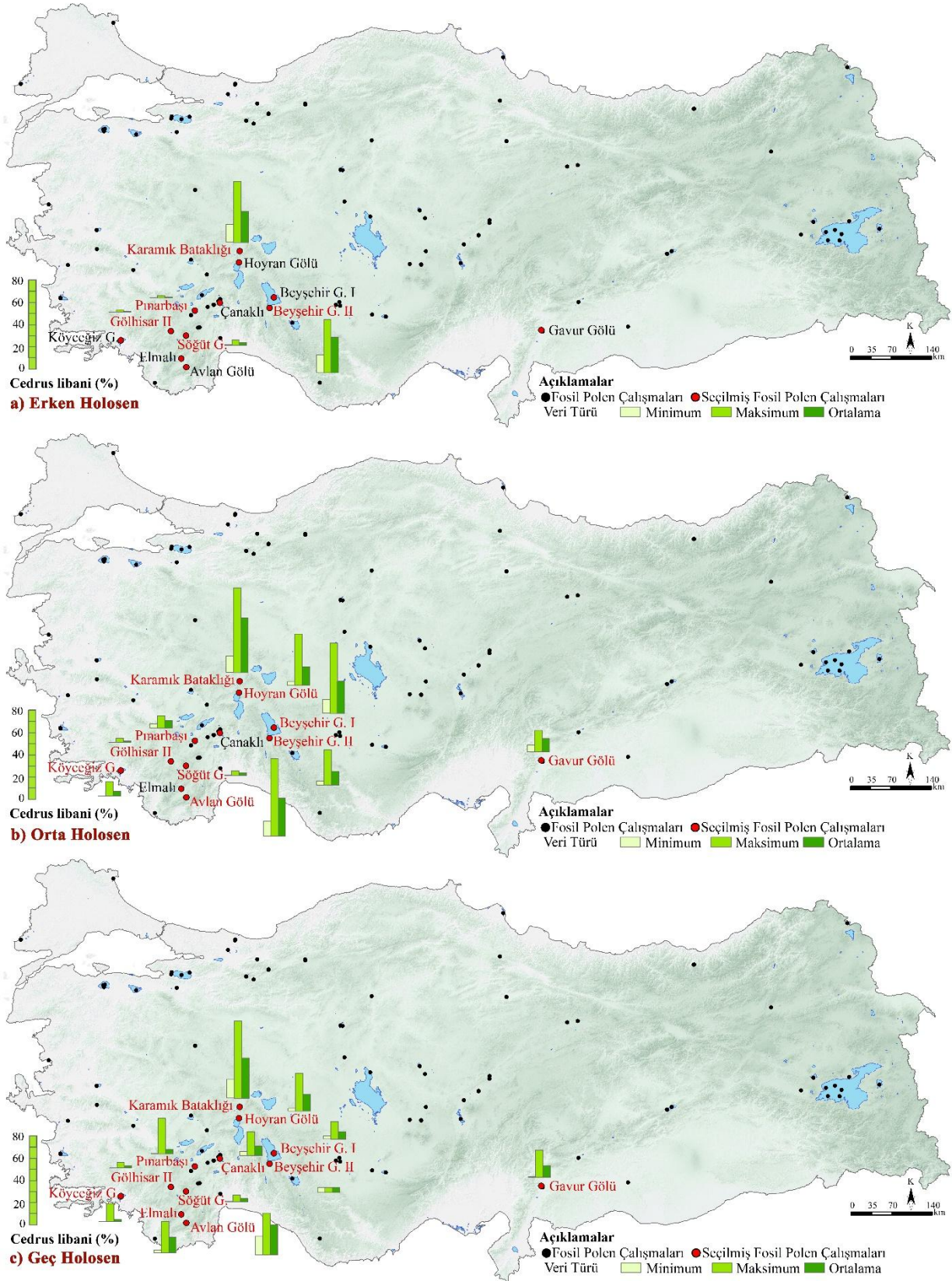
Geç Buzul Dönemi hakkında bilgi veren çalışmaların sayısı ve coğrafi alanları önceki dönemlere göre çeşitlilik göstermektedir (Şekil 3 ve 5). Bu döneme uzanan çalışmalarda önemli bir sedir varlığı bulunmamaktadır (Biltekin vd., 2018; Bottema vd., 1993; Bottema ve Woldring, 1984; Bozkurt, 2021; Doğan, 2022; Litt vd., 2009; Miebach vd., 2016; Roberts vd., 2001; Şekeryapan vd., 2020; Wick vd., 2003; Woldring, 2001). Karamık Bataklığı'ndaki sedir varlığı (Şekil 3 ve 5), bu dönem için bilgi veren önemli bir çalışmadır ve ortalama \sim 36.4 değerine ulaşmıştır (van Zeist vd., 1975). Karamık Bataklığı'ndaki sedir yüzdesi maksimum \sim 55.4 iken toplam orman varlığının (AP; \sim 65) neredeyse tamamı sedir ormanlarından oluşmuştur. Söğüt Gölü (van Zeist vd., 1975), Beyşehir Gölü II ve Pınarbaşı (Bottema ve Woldring, 1984) lokasyonlarında sedir yüzdesi, önceki dönemlere benzer bir gelişim göstermiştir (Şekil 3 ve 5). Bu bulgular, Geç Buzul Dönemi'nde Anadolu genelinde sedir ormanlarının yayılımının sınırlı olduğunu ortaya koymaktadır. Toroslar ile karakterize edilen sedir ormanlarının en kuzeyindeki Karamık Bataklığı'ndaki yüksek sedir varlığı, Beyşehir Gölü II, Pınarbaşı ve Söğüt Gölü'nün sırasıyla yaklaşık 70, 120 ve 170 km güneyde yer alması, Anadolu'daki sedir ormanlarının lokal yayılış sisteminin iyi bir örneğini sunmaktadır.

4.4. Erken Holosen

Erken Holosen dönemini kapsayan çalışmaların sayısı artsa da sedir ormanlarının yüksek yüzdelere temsil edildiği coğrafi alanlar değişerek diğer dönemlerle benzer bir durum bulunmaktadır (Şekil 3 ve 6). Önceki dönemlerde bahsedilen göllerde yine düşük sedir yüzdesi gözlemlenmiştir (Şekil 6). Geç Buzul dönemi çalışmalarına ek olarak Gölçük Gölü-Batı Anadolu (Sullivan, 1989) ve Kaz Gölü (Tokat)-Orta Karadeniz (Bottema vd., 1993) çalışmalarında düşük sedir yüzdeleri kaydedilmiştir. Eski Acıgöl özelinde, Orta Anadolu'da Erken Holosen dönemine geçişle birlikte düşük yüzdesel değerlerde anlamlı bir artış gözlemlenmiştir (Roberts vd., 2001; Woldring, 2001). Güneybatı Anadolu'daki (Şekil 3 ve 6) Söğüt Gölü (\sim 0.9), Pınarbaşı (\sim 2.3) ve Gölhisar Gölü II (\sim 0.5) alanlarında ortalama düşük sedir yüzdeleri tespit edilmiştir (Bottema ve Woldring, 1984; Eastwood vd., 1998; van Zeist vd., 1975). Erken Holosen döneminde sedir oranının en yüksek olduğu yerlerden biri (Şekil 6) Karamık Bataklığı'dır (van Zeist vd., 1975). Burada sedir yüzdesi \sim 16.4 ile \sim 54.8 arasında değişirken ortalama değer Geç Buzul'a göre \sim 36.4'ten \sim 27.9'a gerilemiştir (Şekil 3 ve 6). Erken Holosen döneminde en yüksek sedir oranı (Şekil 6), Beyşehir Gölü II lokasyonunda gözlemlenmiştir (Bottema ve Woldring, 1984). Beyşehir Gölü II verilerine göre, bu dönemde sedir yüzdesi \sim 16.1 ile \sim 48 arasında değişip ortalama \sim 32.1 değerine ulaşmıştır (Şekil 3 ve 6). Ayrıca, ortalama sedir değeri \sim 6.5'ten \sim 32.1'e çıkarak bu dönemde en fazla sedir ormanlarının gelişimi bu alanda gözlemlenmiştir.

4.5. Orta Holosen

Yaklaşık 111 fosil polen çalışmasında (Doğan, 2022; 2024 Şenkul vd., 2024), Orta Holosen'e odaklanan araştırmaların sayısı artmıştır. Ancak, sedir ormanlarının gelişimiyle ilgili yüksek veri sunan çalışmalar sınırlıdır (Şekil 6). Bu döneme ait sedir yüzdeleri, sedir ormanlarının genişlemediğini göstermektedir. Güneybatı Anadolu'daki Toros Dağları, bu dönemde öne çıkmaktadır. Modelleme çalışmaları, Orta Holosen'de sedir uygunluk alanlarının günümüz ve SBM dönemine göre daha sınırlı olduğunu ve uygun alanların, Batı Toroslar'ın doğusundan batısına kaydığını göstermektedir (Özcan ve Çiçek, 2023; Xiao vd., 2022). Model verileri ile uyumsuz olarak Karamık Bataklığı, Beyşehir Gölü I ve Hoyran Gölü, bu dönemde dikkat çeken göllerdir (Şekil 3 ve 6). Karamık Bataklığı'nda sedir yüzdesi \sim 15.2 ile \sim 76.5 arasında değişerek ortalama \sim 49.3 değerine ulaşmıştır (Şekil 3 ve 6). Beyşehir Gölü I'de sedir yüzdesi başlangıçta yüksek iken, dönem ilerledikçe azalma göstermiştir (van Zeist vd., 1975); bu alanda yüzde \sim 12.6 ile \sim 63.4 arasında değişmiş ve ortalama \sim 29 olarak kaydedilmiştir (Şekil 3 ve 6). Hoyran Gölü'nde ise sedir yüzdesi \sim 3.6 ile \sim 46.6 arasında değişirken, ortalama \sim 16.8 olarak belirlenmiştir (Şekil 3 ve 6). Bu gölde de sedir yüzdesi dönem ilerledikçe düşüş göstermiştir. Avlan Gölü, Çıglıkara Sedir Ormanı'nın sınırında yer alarak \sim 13.4 ile \sim 70 arasında değişen bir sedir oranına sahip olmuş ve ortalama \sim 34.6 göstermiştir (Bottema ve Woldring, 1984). Bu değerler (Şekil 6), Karamık Bataklığı, Beyşehir Gölü I ve Hoyran Gölü'ndeki bulgularla sedir ormanlarının yapısını anlamada bir benzeşim oluşturabilir.



Şekil 6. Seçilmiş göllere ait sedir yüzdesinin minimum, ortalama ve maksimum değerleri (a) Erken Holosen, b) Orta Holosen ve c) Geç Holosen Dönemleri)

Figure 6. The minimum, average, and maximum values of cedar percentage for selected lakes (a) Early Holocene, b) Middle Holocene, and c) Late Holocene periods).

Beyşehir Gölü II'de (Bottema ve Woldring, 1984), Beyşehir Gölü I ve Hoyran Gölü'nde de (van Zeist vd., 1975) sedir yüzdesi dönem sonuna doğru azalan bir trend izlemiştir (Şekil 3 ve 6). Beyşehir Gölü II'de sedir yüzdesi ~%3.8 ile ~%32 arasında değişerek ortalama ~%12.6 olmuştur. Toros Dağları kuşağındaki diğer göllerde ise sedir yüzdesi genellikle düşüktür (Şekil 3 ve 6); örneğin, Köyceğiz Gölü'nde ortalama ~%4.2, Gölhisar Gölü'nde ~%1, Pınarbaşı'nda ~%6.9, Söğüt Gölü'nde ~%2.1 ve Gavur Gölü'nde ~%12.1 gözlemlenmiştir (Bottema ve Woldring, 1984; Eastwood vd., 1998; Topuz vd., 2023; van Zeist vd., 1975). Fosil polen çalışmalarında, Orta Holosen döneminde Karamık Bataklığı, Beyşehir Gölü ve Hoyran Gölü gibi lokasyonların yüksek sedir oranlarıyla dikkat çektiği görülmektedir (Şekil 3 ve 6). Gavur Gölü de (~%19) bu gruba dâhil edilebilir (Topuz vd., 2023). Bu lokasyonlar, güncel veya Orta Holosen sedir uygun alan sınırları içinde veya yakınında bulunmaktadır (Özcan ve Çiçek, 2023; Xiao vd., 2022). Ancak uygun alan olmasına rağmen Batı Anadolu'daki Buldan Yayla Gölü, Belevi Gölü ve Elaia Limanı verilerinde sedir önemsiz değerlerle temsil edilmiştir (Doğan, 2022; Shumilovskikh vd., 2016; Stock vd., 2020). Bu nedenle, Buldan Yayla Gölü, Belevi Gölü ve Elaia Limanı gibi yerlerde yüksek sedir yüzdesi gözlemlenmemesi, sedir ormanlarının yerel ve parçalı bir yayılım gösterdiğini ortaya koymaktadır. Ayrıca, Pınarbaşı, Söğüt Gölü ve Gölhisar Gölü gibi birbirine yakın lokasyonlar, fosil polen verilerine göre, SBM Sonrası döneminden günümüze kadar önemli bir sedir ormanı habitatu sağlamamıştır.

4.6. Geç Holosen

Geç Holosen dönemindeki fosil polen verileri, sedir oranlarında belirgin değişimlere işaret etmektedir (Şekil 6). Karamık Bataklığı, Hoyran Gölü ve Gavur Gölü gibi önemli lokasyonlarda yüksek sedir oranları (Şekil 3 ve 6) tespit edilmiştir (Topuz vd., 2023; van Zeist vd., 1975). Göreceli tarihlendirme verilerine göre Avlan Gölü (%17-37.9, ortalama %27.4) ve Elmalı (%2.5-28.2, ortalama %14), önemli sedir alanları arasındadır (Bottema ve Woldring, 1984). Bu iki lokasyon, Anadolu'nun ve dünyanın en büyük saf sedir ormanlarından biri olan Çığlıkara Sedir Ormanı'na (Atalay, 1987; Evcimen, 1962; OGM, 2012) sırasıyla 0 km ve 17 km mesafede bulunmaktadır. Bu lokasyonlarda sedir polenlerinin %50 oranında azalması, sedir polenlerinin uzak mesafelere taşınmadığını ve %5'in üzerindeki oranların çevrede sedir ormanı varlığına işaret ettiğini gösteren önceki bulgularla uyumludur (Hajar vd., 2010a). Bu nedenle, bu alanlar sedir ormanlarının dağılımını anlamak için önemlidir. Göreceli tarihlendirme verisine sahip diğer bir lokasyon olan Çanaklı'da (Şekil 3 ve 6) sedir oranı %3.6-21.3 arasında olup, ortalama %8.4 olarak kaydedilmiştir (Vermoere, 2004). Her ne kadar çok yüksek sedir oranlarına sahip olmasa da, sedir ormanlarının bölgedeki varlığını izlemek açısından önem taşır.

Karamık Bataklığı'nda ise (Şekil 3 ve 6) sedir oranı ~%17.2 ile %69 arasında değişmiş, ortalama %36.2 olarak oldukça yüksek seyretmiştir (van Zeist vd., 1975). Hoyran Gölü'nde (Şekil 3 ve 6) sedir oranı ~%2.5-34 arasında, ortalama ~%15 ulaşmıştır (van Zeist vd., 1975). Gavur Gölü'nde ise (Şekil 3 ve 6) maksimum ~%24.4, ortalama %10.8 olarak kaydedilmiştir (Topuz vd., 2023). Buna karşılık, Güneybatı Anadolu'daki Söğüt Gölü'nde (Şekil 3 ve 6) ortalama %3.3, Pınarbaşı'nda ise ~%5.3 olarak

kaydedilmiştir, ancak Pınarbaşı'nda dönemsel olarak ~%32'ye varan sedir oranları gözlemlenmiştir (Bottema ve Woldring, 1984; van Zeist vd., 1975). Köyceğiz Gölü'nde ortalama ~%1.8, Gölhisar Gölü II'de ~%1.6, Beyşehir Gölü I'de ise ~%6.6 oranında sedir tespit edilmiştir (Eastwood vd., 1998; van Zeist vd., 1975). Beyşehir Gölü II'de Geç Holosen'e dair yeterli veri bulunmamasıyla birlikte, bu bölge SBM'den günümüze sedir ormanlarının gelişimi hakkında önemli bilgiler sunmaktadır (Bottema ve Woldring, 1984). Bu veriler (Şekil 3 ve 6), sedir ormanlarının Geç Holosen'deki bölgesel dağılımını ve yoğunluğunu anlamaya katkı sağlamaktadır. Özellikle Çığlıkara gibi sedir ormanlarına yakın alanlarda polen yüzdelilerindeki azalma, sedir ormanlarının bölgesel sınırlılıklarını ve polen taşınım kapasitesini göstermektedir.

5. Sonuç

Bu çalışma, Anadolu'daki sedir ormanlarının SBM'den günümüze kadar olan ekolojik ve coğrafi değişimlerini inceleyerek, fosil ve güncel polen verilerine dayanarak bu ormanların tarihsel gelişimini gözler önüne sermiştir. Bulgular, sedir ormanlarının tarih boyunca parçalı ve yerel bir dağılım gösterdiğini ortaya koymaktadır. Örneğin, Avlan ve Elmalı gölleri, sedir polenlerinin yerel dağılımını anlamak için önemli veriler sunmaktadır. SBM döneminde sedir varlığı oldukça sınırlı olup, SBM Sonrası ve özellikle Holosen dönemlerinde küresel olarak iklimin daha nemli ve sıcak olması ile ormanların genişlediği görülmüştür. Fosil polen analizleri, Karamık Bataklığı, Beyşehir Gölü ve Hoyran Gölü gibi lokasyonlarda, sedir ormanlarının Holosen boyunca önemli genişlemeler yaşadığını göstermektedir. Özellikle Erken ve Orta Holosen'de sedir ormanlarının daha yoğun temsil edildiği anlaşılmaktadır. Ancak, Orta ve Geç Holosen'de yerel bazda sedir varlığında azalmalar tespit edilmiştir. Güncel polen verileri ise sedir ormanlarının modern dönemde de parçalı bir dağılıma sahip olduğunu ve fosil polen sonuçlarıyla benzerlik gösterdiğini doğrulamaktadır. Teke Yarımadası ve Çığlıkara çevresindeki ormanlarda sedir polen oranı %90'a kadar çıkarken, diğer bölgelerde bu ormanların daha izole olduğu gözlemlenmiştir.

Sedir ormanlarının tarih boyunca iklim değişimlerine verdiği tepkiler, gelecekte bu ekosistemlerin korunması için önemli ipuçları sunmaktadır. SBM'den sonra düşük sedir varlığına sahip olan Anadolu ormanları, iklim koşullarının iyileştiği dönemlerde genişlemiş, ancak Holosen'deki iklim değişiklikleri ve insan etkileri nedeniyle bazı bölgelerde daralmıştır. Fosil ve güncel polen verilerinin birlikte değerlendirilmesi, sedir ormanlarının korunması ve yeniden ormanlaştırma süreçlerinde dikkate alınması gereken faktörleri ortaya koymaktadır. Özellikle Güneybatı Anadolu'daki yoğun sedir ormanlarının korunması, ekolojik denge için hayati önem taşımaktadır. Polen verileri, sedir ormanlarının uygun alanlarının belirlenmesi için iklim verilerine ek olarak iklim ve su (yıllık yağış miktarı, sıcaklık), topografya (rakım, eğim), jeoloji ve toprak (toprak ve kayaç tipi), biyocoğrafya (bitki rekabeti, hayvan otlatması) ve insan (tarım faaliyetleri, orman yangınları) gibi ana ve bu ana parametrelere ait alt parametrelerin birlikte modele dahil edilmesi gerektiğini göstermektedir. Sonuç olarak, bu çalışma, Anadolu'daki sedir ormanlarının tarihsel gelişimini fosil ve güncel polen verileri ışığında incelemiş ve bu ormanların parçalı ve yerel bir yayılım gösterdiğini ortaya koymuştur. Geçmişteki iklim değişikliklerinin orman

dağılımı üzerindeki etkilerini anlamak, bu ekosistemlerin sürdürülebilirliği için kritik bir rol oynayacaktır.

Kaynakça

- Aertsen, W., Kint, V., van Orshoven, J., Özkan, K., Muys, B., 2010. Comparison and ranking of different modelling techniques for prediction of site index in Mediterranean mountain forests. *Ecological Modelling*, 221: 1119–1130. <https://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2010.01.007>
- Akıncı, M., 1963. Doğu Karadeniz mntikası (*Cedrus libani*) sedir meşcereleri. İstanbul Üniversitesi, Orman Fakültesi Dergisi, XIII B(1), 104-113.
- Atalay, İ., 1987. Sedir (*Cedrus libani* A. Rich) ormanlarının yayılış gösterdiği alanlar ve yakın çevresinin genel ekolojik özellikleri ile sedir tohum transfer rejyonlaması. Tarım Orman ve Köy İşleri Bakanlığı Orman Genel Müdürlüğü Yayını.
- Aytuğ, B., 1967. Konya-Süberde dolaylarında Neolitik çağ florasının incelenmesi. İstanbul Orman Fakültesi Dergisi Seri A, 17 (2): 98-110.
- Beug, H., 1967. Contribution to the Postglacial vegetational history of northern Turkey. In: Quaternary paleoecology (Ed: Cushing, E., Wright, H.), Yale University Press, New Haven, pp. 349–356.
- Biltekin, D., Eriş, Çağatay, M.N., Akçer-Ön, S., Akkoca, D.B., 2018. Late Pleistocene–Holocene environmental change in eastern Turkey: multi-proxy palaeoecological data of vegetation and lake-catchment changes. *Journal of Quaternary Science*, 33(5): 575–585. <https://doi.org/10.1002/jqs.3037>
- Bottema, S., Woldring, H., 1984. Late Quaternary vegetation and climate of Southwestern Turkey Part II. *Paleohistoria*, 26: 123–149.
- Bottema, S., Woldring, H., Aytuğ, B., 1993. Late Quaternary vegetation history of northern Turkey. *Paleohistoria*, 35(36): 12–72.
- Bottema, S., Woldring, H., Kayan, İ., 2001. The late Quaternary vegetation history of western Turkey. The Ilıpınar Excavations II, 327–357.
- Boydak, M., 1986. Lübnan (Toros) sedirinin (*Cedrus libani* A. Rich.) yayılışı, ekolojik ve silvikültürel nitelikleri, doğal ve yapay gençleştirme sorunları (Occurrence, ecological and silvicultural characteristics of *Cedrus libani* A. Rich. and its natural and artificial and regeneration problems). *Ormançılık Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 32(2): 7–56.
- Boydak, M., 1996. Toros sediri'nin (*Cedrus libani* A. Rich.) ekolojisi, silvikültürü ve doğal ormanlarının korunması. Orman Bakanlığı Yayın No.12, 78, Ankara.
- Boydak, M., 2003. Regeneration of Lebanon cedar (*Cedrus libani* A. Rich.) on karstic lands in Turkey. *Forest Ecology and Management*, 178: 231–243.
- Boydak, M., 2014. Toros sedirinin ekolojisi, doğal gençleştirilmesi ve bu türle karstik alan ağaçlandırmaları. II. Ulusal Akdeniz Orman ve Çevre Sempozyumu, Akdeniz Ormanlarının Geleceği: Sürdürülebilir Toplum ve Çevre, 22-24 Ekim, Isparta, s. 1-25.
- Bozkurt, Y., 2021. Fosil polen analizlerine dayalı Yelten Sazlığı ve çevresinin paleovejetasyonu. Yüksek lisans tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Sosyal Bilimleri Enstitüsü, Isparta.
- Dagher-Kharat, M. B., Mariette, S., Lefèvre, F., Fady, B., Grenier-De March, G., Plomion, C., Savouré, A., 2007. Geographical diversity and genetic relationships among *Cedrus* species estimated by AFLP. *Tree Genetics and Genomes*, 3(3): 275–285. <https://doi.org/10.1007/s11295-006-0065-x>
- Doğan, M., 2017. Fosil ve güncel polen analizleri ışığında Mucur çevresinin geç Holosen paleovejetasyonu. Yüksek lisans tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Sosyal Bilimleri Enstitüsü, Isparta.
- Doğan, M., 2022. Son buzul maksimumu'ndan günümüze Yayla Gölü (Büyük Menderes-Denizli) ve çevresinin paleoekolojisi. Doktora tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Sosyal Bilimleri Enstitüsü, Isparta.
- Doğan, M., 2024. Anadolu'nun temel tarımsal ürünleri: üzümün güncel ve fosil polen çalışmalarındaki temsili ve mevcut arazi kullanım durumu. *Coğrafi Bilimler Dergisi*, 22(2): 666-688.
- Doğan, M., Şenkul, Ç., 2022. Yayla Gölü (Buldan-Denizli) ve çevresinin güncel polen dağılımının tuzak, yosun ve yüzey sediman örnekleri ile incelenmesi. *Coğrafya Dergisi*, 0(45): 125–144.
- Eastwood, W. J., 1997. The Palaeoecological record of Holocene environmental change in southwest Turkey. PhD Dissertation, University of Wales, Birmingham, United Kingdom.
- Eastwood, W. J., Roberts, N., Lamb, H. F., 1998. Palaeoecological and archaeological evidence for human occupation in southwest Turkey: the Beyşehir occupation phase. *Anatolian Studies*, 48(1998): 69–86. <https://doi.org/10.2307/3643048>
- Eler, Ü., 1992. Sedir. Ormançılık Araştırma Enstitüsü Yayınları Muhelif Yayınlar Serisi: 66.
- England, A., 2006. Late Holocene palaeoecology of Cappadocia (Central Turkey): An investigation of annually laminated sediments from Nar Gölü crater lake. PhD Dissertation, School of Geography, Earth and Environmental Sciences The University of Birmingham, Birmingham.
- Evcimen, B. S., 1962. Türkiye sedir ormanlarının ekonomik önemi ve amenajman esasları. *Journal of the Faculty of Forestry Istanbul University*, 27-65.
- Günay, T., 1990. Afyon-Emirdağ Yukarı Çaykılla vadisinde stepe geçiş kuşağında yeni tespit edilen bir sedir (*Cedrus libani* A. Rich.) kalıntı meşceresi ve ekolojik özellikleri. Uluslararası Sedir Sempozyumu, 22-27 Ekim, Antalya, s. 53.
- Hajar, L., François, L., Khater, C., Jomaa, I., Déqué, M., Cheddadi, R., 2010a. *Cedrus libani* (A. Rich) distribution in Lebanon: past, present and future. *Comptes Rendus - Biologies*, 333: 622–630. <https://doi.org/10.1016/j.crvi.2010.05.003>
- Hajar, L., Haïdar-Boustani, M., Khater, C., Cheddadi, R., 2010b. Environmental changes in Lebanon during the Holocene: man vs. climate impacts. *Journal of Arid Environments*, 74: 746–755. <https://doi.org/10.1016/j.jaridenv.2008.11.002>
- Hancock, J. F., 2021. Spices, scents and silk: catalysts of world trade. CABI, Wallingford.
- Hilton-Taylor, C., 2000. 2000 IUCN red list of threatened species. IUCN. UCN, Gland, Switzerland and Cambridge, UK.
- Ibrahim, A., Koubaily, E., Thabeet, A., 2015. Monitoring the response of natural stands of *Cedrus libani* A. Richard in Syria to climatic variables by MODIS NDVI. *Tishreen University Journal of Studies and Scientific Research Series: Biological Sciences*, 37(6): 20.
- Ibrahim, A., Koubaily, E., Thabeet, A. 2021. Modeling the natural regeneration of *Cedrus libani* A. Richard in Slenfeh, Syria, using binary logistic regression. *Modeling Earth Systems and Environment*, 7(1): 41–55. <https://doi.org/10.1007/s40808-020-00939-y>
- Jasińska, A. K., Boratyńska, K., Sobierajska, K., Romo, A., Ok, T., Kharat, M. B. D., Boratyński, A., 2013. Relationships among *Cedrus libani*, *Cedrus brevifolia* and *Cedrus atlantica* as revealed by the morphological and anatomical needle characters. *Plant Systematics and Evolution*, 299(1): 35–48. <https://doi.org/10.1007/s00606-012-0700-y>
- Kalıpçı, E. 2019. Karataş Gölü ve yakın çevresinin paleovejetasyonu. Yüksek lisans tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Sosyal Bilimleri Enstitüsü, Isparta.
- Kaniewski, D., De Laet, V., Paulissen, E., Waelkens, M., 2007. Long-term effects of human impact on mountainous ecosystems, western Taurus Mountains, Turkey. *Journal of Biogeography*, 34(11): 1–23. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2699.2007.01753.x>

- Karhoğlu Kılıç, N., Şenkul, Ç., Memiş, T., Doğan, M., 2019. Salurtepe Dağı (Elmalı-Antalya) ardıc ormanında güncel polen dağılımının incelenmesi. *Journal of Geography*, 0(38): 11–22. <https://doi.org/10.26650/jgeog2019-0007>
- Linares, J. C., Taiqui, L., Camarero, J. J., 2011. Increasing drought sensitivity and decline of atlas cedar (*Cedrus atlantica*) in the moroccan middle atlas forests. *Forests*, 2(3): 777–796. <https://doi.org/10.3390/f2030777>
- Litt, T., Krastel, S., Sturm, M., Kipfer, R., Örcen, S., Heumann, G., Franz, S. O., Ülgen, U. B., Niessen, F., 2009. “PALEOVAN”, international continental scientific drilling program (ICDP): site survey results and perspectives. *Quaternary Science Reviews*, 28(15–16): 1555–1567. <https://doi.org/10.1016/j.quascirev.2009.03.002>
- Mayer, H., Sevim, M., 1959. Lübnan sediri, Lübnan’daki 5000 yıllık tahribatı, Anadolu’daki bugünkü yayılış sahası ve bu ağaç türünün Alplere tekrar getirilmesi hakkında düşünceler. *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 9(2): 111–142.
- Memiş, T., 2017. Fossil pollen analizleri ışığında Tuzla Gölü çevresinin geç Holosen paleovejetasyonu. Yüksek lisans tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Sosyal Bilimleri Enstitüsü, Isparta.
- Miebach, A., Niestrath, P., Roeser, P., Litt, T., 2016. Impacts of climate and humans on the vegetation in northwestern Turkey: palynological insights from Lake İznik since the Last Glacial. *Climate of the Past*, 12(2): 575–593. <https://doi.org/10.5194/cp-12-575-2016>
- Odabaşı, T., 1967. Lübnan Sediri (*Cedrus Libani* Loud.)’nin kozalak ve tohumu üzerine araştırmalar. *Journal of the Faculty of Forestry Istanbul University*. <https://doi.org/https://doi.org/10.17099/jffiu.11789>
- OGM., 2012. Türkiye Ormanları. Orman Genel Müdürlüğü, Dış İlişkiler, Eğitim ve Araştırma Dairesi Başkanlığı, Ankara.
- OGM., 2021. 2020 Türkiye orman varlığı. Orman Genel Müdürlüğü, Ankara, <https://www.ogm.gov.tr/tr/ormanlarimiz/Turkiye-Orman-Varligi>, Erişim:20.01.2025.
- OGM., 2025. Ormanlık istatistikleri 2025. Resmi istatistik programı kapsamındaki ormanlık istatistikleri, Orman Genel Müdürlüğü, Ankara, <https://www.ogm.gov.tr/tr/e-kutuphane/resmi-istatistikler>, Erişim:15.01.2025.
- Özcan, A. U., Çiçek, K., 2023. How long do we think humans have been planting forests? A case study with *Cedrus libani* A. Rich. *New Forests*, 54: 49–65. <https://doi.org/10.1007/s11056-021-09900-y>
- Reimer, P. J., Austin, W. E. N., Bard, E., Bayliss, A., Blackwell, P. G., Bronk Ramsey, C., ... Talamo, S. 2020. The IntCal20 Northern Hemisphere Radiocarbon Age Calibration Curve (0-55 cal kBP). *Radiocarbon*, 62(4), pp. 725–757. <https://doi.org/10.1017/RDC.2020.41>
- Rich, S. A. 2017. Cedar Forests, Cedar Ships: Allure, Lore, and Metaphor in the Mediterranean Near East. *Archaeopress, Archaeopress, Oxford*.
- Roberts, N., Reed, J. M., Leng, M. J., Kuzucuoğlu, C., Fontugne, M., Bertaux, J., Woldring, H., Bottema, S., Black, S., Hunt, E., Karabiyikoğlu, M., 2001. The tempo of Holocene climatic change in the eastern Mediterranean region: new high-resolution crater-lake sediment data from central Turkey. *Holocene*, 11(6): 721–736. <https://doi.org/10.1191/09596830195744>
- Saatçioğlu, F., 1956. Lübnan sedirinin (*Cedrus libani* Barr.) tohumu üzerine araştırmalar. *Journal of the Faculty of Forestry Istanbul University*. 35-64.
- Sattout, E. J., Nemer, N., 2008. Managing climate change effects on relic forest ecosystems: A program for Lebanese cedar. *Biodiversity*, 9(3–4): 122–130. <https://doi.org/10.1080/1488386.2008.9712917>
- Şekeryapan, C., Streurman, H. J., van der Plicht, J., Woldring, H., van der Veen, Y., Boomer, I., 2020. Late Glacial to mid Holocene lacustrine ostracods from southern Anatolia, Turkey: A palaeoenvironmental study with pollen and stable isotopes. *Catena*, 188: 104437. <https://doi.org/10.1016/j.catena.2019.104437>
- Şenkul, Ç., 2018. *Abies cilicica* ormanının (Karlık Dağı/Burdur-Bucak) güncel polen dağılımı: polen tuzakları, kara yosunu örnekleri ve yüzey sediman örneği arasındaki ilişkiler. Süleyman Demirel Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Sosyal Bilimler Dergisi, 45:205–226.
- Şenkul, Ç., Doğan, M., 2018. Fossil ve güncel polen analizleri ışığında Mucur Obruk Gölü çevresinin paleovejetasyon değişimleri. *Türk Coğrafya Dergisi*, 70(70): 19–28. <https://doi.org/10.17211/tcd.342955>
- Şenkul, Ç., Memiş, T., Eastwood, W. J., Doğan, U., 2018a. Mid-to late-Holocene paleovegetation change in vicinity of Lake Tuzla (Kayseri), Central Anatolia, Turkey. *Quaternary International*, 486: 98–106. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2018.05.026>
- Şenkul, Ç., Doğan, M., Karhoğlu Kılıç, N., Eastwood, W. J., 2018b. Modern pollen distribution of the Teke Peninsula forests: The case of the Ördübek Highland. *Eurasian Journal of Forest Science*, 6(4): 58–75. <https://doi.org/10.31195/ejejfs.495687>
- Şenkul, Ç., Karhoğlu Kılıç, N., Kargioğlu, M., 2018c. Teke Yarımadası ormanlarında güncel polen dağılımının ve mikro iklim koşullarının belirlenmesi. TÜBİTAK Proje No: 214O249, Isparta.
- Şenkul, Ç., Karhoğlu Kılıç, N., Kargioğlu, M., Kulakoğlu, F., Eastwood, W. J., Doğan, U., 2018d. Kültepe (Kayseri) çevresinin fosil ve güncel polen analizleri ışığında Holosen ortamsal değişimi. TÜBİTAK Proje No: 114Y578.
- Şenkul, Ç., Kalıpçı, E., 2019. Güneybatı Anadolu’dan yeni bir paleoekolojik değerlendirme: Karataş Gölü ve çevresinin geç Holosen paleovejetasyon değişimleri ve iklim ile ilişkileri. *Journal of Geography*, 0(38): 35–47. <https://doi.org/10.26650/jgeog2019-0006>
- Şenkul, Ç., Karhoğlu Kılıç, N., 2019. Modern pollen distribution of Çıglıkara *Cedrus libani* forest (Southwest of Turkey). *Comptes Rendus de L’Academie Bulgare des Sciences*, 72(6): 758–767. <https://doi.org/10.7546/CRABS.2019.06.08>
- Şenkul, Ç., Bozkurt, Y., Ünlü, Y., 2022. Fosil polen ve jeokimyasal (μ -xrf) analizler ışığında yelten sazlığı (Antalya-Korkuteli) ve çevresinin son 2.100 yıllık paleovejetasyon ve paleoklimi. *Türk Coğrafya Dergisi*, 81: 141–156. <https://doi.org/10.17211/tcd.1158654>
- Şenkul, Ç., Gürboğa, Ş., Doğan, T., Doğan, M., Ünlü, Y., Bozkurt, Y., 2024. Problems in dating results on lake sediments: Türkiye. *Bulletin of the Mineral Research and Exploration*, 175: 125-148. <https://doi.org/https://doi.org/10.19111/bulletinofmre.1440145>
- Sevim, M., 1952. Lübnan sedirinin (*Cedrus libani* Barr.) Türkiye’deki tabii yayılışı ve ekolojik şartları. *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, A, II (2): 19-46.
- Sevim, M., 1995. Batı Toroslar’da arazi şekli ve kalker topraklarının ağaç yetiştirme değerleri hakkında bazı müşahadelere. *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, İstanbul., A, 5 (1): 39-45.
- Shumilovskikh, L. S. 2013. Vegetation, climate and environmental dynamics of the Black Sea/Northern Anatolian region during the last 134 ka obtained from palynological analysis. *der Georg-August University School of Science (GAUSS)*, Göttingen, Germany.
- Shumilovskikh, L. S., Seeliger, M., Feuser, S., Novenko, E., Schlütz, F., Pint, A., Pirson, F., Brückner, H., 2016. The harbour of Elaia: A palynological archive for human environmental interactions during the last 7500 years. *Quaternary Science Reviews*, 149: 167–187. <https://doi.org/10.1016/j.quascirev.2016.07.014>
- Sowada, K. N., 2009. Egypt in the Eastern Mediterranean During the Old Kingdom: An Archaeological Perspective. *Fribourg, Switzerland/Göttingen, Germany: Academic Press/Vandenhoeck Ruprecht*.

- Stock, F., Laermanns, H., Pint, A., Knipping, M., Wulf, S., Hassl, A. R., Heiss, A. G., Ladstätter, S., Opitz, S., Schwaiger, H., Brückner, H., 2020. Human-environment interaction in the hinterland of Ephesos-As deduced from an in-depth study of Lake Belevi, west Anatolia. *Quaternary Science Reviews*, 244: 106418. <https://doi.org/10.1016/j.quascirev.2020.106418>
- Sullivan, D. G., 1989. Human-induced vegetation change in Western Turkey: Pollen evidence from central Lydia. PhD Dissertation, University of California, California, USA.
- Topuz, M., Karlıoğlu Kılıç, N., Yılmaz Dağdeviren, R., Karabulut, M., 2023. The vegetation history of Lake Gâvur and surrounding areas during the last 4400 years BP (Kahramanmaraş, Türkiye). *Türk Coğrafya Dergisi*, 84: 97–103.
- Trethewey, K., 2017. *Ancient Lighthouses*. Jazz-Fusion Books, Gravesend, UK.
- van Zeist, W., Timmers, R. W., Bottema, S., 1968. Studies of modern and Holocene pollen precipitation in Southeastern Turkey. *Palaeohistoria*, 14: 19–39.
- van Zeist, W., Woldring, H., Stapert, D., 1975. Late Quaternary vegetation and climate of the Southwestern Turkey. *Paleohistoria*, 17: 53–143.
- Varol, M., 1965. Erbaa-Çatalan ve Niksar-Akincıköy sedir meşcereleri ve alınması gerekli silvikültürel tedbirler hakkında bazı tavsiyeler. *Ormançılık Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 11(2): 50-63.
- Vermoere, M., 2004. Holocene Vegetation history in the territory of Sagalassos (Southwest Turkey): a palynological approach. *Studies in eastern Mediterranean archaeology*, Brepols Publishers, Turnhout.
- Vermoere, M., Smets, E., Waelkens, M., Vanhaverbeke, H., Librecht, I., Paulissen, E., Vanhecke, L., 2000. Late Holocene environmental change and the record of human impact at Gravgaz near Sagalassos, Southwest Turkey. *Journal of Archaeological Science*, 27(7): 571–595. <https://doi.org/10.1006/jasc.1999.0478>
- Vermoere, M., Vanhecke, L., Waelkens, M., Smets, E., 2001. Modern pollen studies in the territory of Sagalassos (Southwest Turkey) and their use in the interpretation of a late Holocene pollen diagram. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 114(1–2): 29–56. [https://doi.org/10.1016/S0034-6667\(00\)00072-5](https://doi.org/10.1016/S0034-6667(00)00072-5)
- Vermoere, M., Vanhecke, L., Waelkens, M., Smets, E., 2003. Modern and ancient olive stands near Sagalassos (South-west Turkey) and reconstruction of the ancient agricultural landscape in two valleys. *Global Ecology and Biogeography*, 12(3): 217–235. <https://doi.org/10.1046/j.1466-822X.2003.00014.x>
- Wazen, N., Garavaglia, V., Picard, N., Besacier, C., Fady, B., 2018. Geographic Distribution of 24 Major Tree Species in the Mediterranean and Their Genetic Resources. *FAO and Plan Bleu, General Technical Report*.
- Wick, L., Lemcke, G., Sturm, M., 2003. Evidence of Lateglacial and Holocene climatic change and human impact in eastern Anatolia: High-resolution pollen, charcoal, isotopic and geochemical records from the laminated sediments of Lake Van, Turkey. *Holocene*, 13(5): 665–675. <https://doi.org/10.1191/0959683603hl653rp>
- Woldring, H., 2001. Climate change and the onset of sedentism in Cappadocia. *Central Anatolian Neolithic e-Workshop: The Neolithic of Central Anatolia*, 23-24 Kasım, İstanbul, Turkey, pp. 59- 66.
- Woldring, H., Bottema, S., 2002. The vegetation history of East-Central Anatolia in relation to archaeology: the Eski Acigol pollen evidence compared with the Near Eastern environment. *Palaeohistoria*, 43/44: 1–34.
- Xiao, S., Li, S., Wang, X., Chen, L., Su, T., 2022. *Cedrus* distribution change: past, present, and future. *Ecological Indicators*, 142: 109159. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2022.109159>
- Yadav, R. R., Misra, K. G., Kotlia, B. S., Upreti, N., 2014. Age of Himalayan cedar outside its natural home in the Himalayas. *Current Science*, 106(7): 932–935. <https://doi.org/10.1016/j.revpalbo.05.002.16>
- Yaltırık, F., 1988. *Dendroloji Ders Kitabı I. Gymnospermae (Açık Tohumlular)*. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları 3443/386, İstanbul.