

ANADOLU'DAKİ POLEN ÇALIŞMALARI: MEKÂNSAL VE EKOLOJİK BİR YAKLAŞIM

Pollen Studies in Anatolia:
A Spatial and Ecological Approach

Dr. Mustafa DOĞAN



ANADOLU'DAKİ POLEN ÇALIŞMALARI: MEKÂNSAL VE EKOLOJİK BİR YAKLAŞIM

**Pollen Studies in Anatolia:
A Spatial and Ecological Approach**

Dr. Mustafa DOĞAN*

* Dr. Öğr. Üyesi, Süleyman Demirel Üniversitesi, İnsan ve Toplum Bilimleri Fakültesi, Coğrafya Bölümü,
Isparta-Türkiye
Süleyman Demirel Üniversitesi Anadolu Kuvaterner Uygulama ve Araştırma Merkezi (AQuaR)
mustafaadogann02@gmail.com
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0124-9866>



Anadolu'daki Polen Çalışmaları: Mekânsal ve Ekolojik Bir Yaklaşım
Pollen Studies in Anatolia: A Spatial and Ecological Approach
Dr. Mustafa DOĞAN

Genel Yayın Yönetmeni: Berkan Balpetek

Sayfa Tasarımı: Duvar DESIGN

Basım Tarihi: Mart 2026

Yayıncı Sertifika No: 49837

ISBN: 978-625-8572-78-0

© Duvar Yayınları

853 Sokak No:13 P.10 Kemeraltı-Konak/İzmir

Tel: 0 232 484 88 68

www.duvar yayinlari.com

duvarkitabevi@gmail.com

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ.....	v
TEŞEKKÜR	vi
1. GİRİŞ.....	1
2. POLEN ANALİZLERİNİN KURAMSAL ÇERÇEVESİ VE	3
TEMEL İLKELERİ	3
3. POLEN ANALİZLERİNİN TARİHSEL GELİŞİMİ	6
3.1. 1916 Öncesi: Doğuş Dönemi	7
3.2. 1916–1950: Öncü Faz	8
3.3. 1951–1973: Yapılanma Evresi	9
3.4. 1974–Günümüz: Olgunluk Evresi.....	10
4. MATERYAL VE YÖNTEM	12
5. ANADOLU’DA POLEN ÇALIŞMALARININ	16
TARİHSEL GELİŞİMİ.....	16
5.1. Fosil Polen Çalışmaları	16
5.2. Güncel Polen Çalışmaları.....	22
6. POLEN ÇALIŞMALARININ MEKÂNSAL DAĞILIM ÖZELLİKLERİ ...	27
6.1. İllere Göre Dağılışı.....	27
6.2. Bölgelere Göre Dağılışı.....	36
6.3. Fitocoğrafya Bölgelerine Göre Dağılışı	40
6.4. Havzalara Göre Dağılışı	43
7. POLEN ÖRNEKLEME ALANLARININ EKOLOJİK ÖZELLİKLERİ	47
7.1. Yükselti Özellikleri	47
7.3. İklimsel Özellikler.....	54
7.3.1. Sıcaklık.....	54
7.3.2. Yağış.....	57
7.3.3. Thornthwaite Yağış Etkinlik İndisi.....	60
7.3.4. Yağış Mevsimselliği	63
8. POLEN ÖRNEKLEME ALANLARININ VEJETASYON VE ARAZİ KULLANIMI ÖZELLİKLERİ.....	66
8.1. Ağaç Örtüsü Yoğunluğu	66
8.2. Polen Noktaları ile Orman Alanları Arasındaki İlişkiler	70

8.3. Polen Noktaları ile Ağaç Türleri Arasındaki İlişkiler	72
8.4. CORINE Arazi Örtüsü Verileri ile İlişkiler	76
8.4.1. Zeytin, Üzüm ve Tahıl Alanları.....	80
8.5. EarthEnv Arazi Örtüsü Verileri ile İlişkiler	83
8.5.1. Herdem Yeşil İğne Yapraklı Ağaçlar.....	83
8.5.2. Yaprak Döken Geniş Yapraklı Ağaçlar.....	86
8.5.3. Karışık/Diğer Ağaç Türleri	89
8.5.4. Otsu Bitki Örtüsü	92
8.5.5. Kültüre Alınan ve Yönetilen Bitki Örtüsü.....	95
9. SONUÇ.....	99
10. KAYNAKÇA.....	101

ÖNSÖZ

Anadolu, Akdeniz, Asya ve Avrupa ekolojik bölgelerinin kesişiminde yer alması ve bu bölgeler arasında geçiş özellikleri gösteren çeşitli ekolojik alanları barındırması nedeniyle, uzun dönemli ekolojik süreçlerin incelenmesi açısından özel bir konuma sahiptir. Özellikle Holosen boyunca şekillenen doğal ve kültürel süreçler, Anadolu’yu insan–çevre ilişkilerinin çok katmanlı biçimde izlenebildiği bir araştırma alanı hâline getirmiştir. Bu zenginlik, farklı disiplinleri ve metodolojik yaklaşımları bir araya getiren çalışmalarla daha görünür hâle gelmektedir. Bu araştırma alanlarından biri de polen analizleridir. Fosil ve güncel polen çalışmaları, Anadolu’nun uzun dönemli ekolojik değişimlerinin, güncel ekolojik süreçlerin ve insan etkilerinin anlaşılmasında önemli bir bilgi birikimi oluşturmuştur. Son yıllarda artan çalışmalarla birlikte paleovejetasyon, iklim değişimleri, arazi kullanımı ve tarımsal faaliyetlere ilişkin bulgular daha ayrıntılı biçimde ortaya konulmuştur. Güncel polen çalışmaları ise mevcut vejetasyon formasyonları ve arazi kullanım örüntülerinin polen dağılımına yansımaları değerlendirme imkânı sunmaktadır.

Polen verilerinden elde edilen bilgilerin hangi mekânsal ve ekolojik bağlamları temsil ettiği sorusu, en az elde edilen bulgular kadar önemlidir. Bu çalışma, fosil ve güncel polen veri setlerini birlikte ele alarak, Anadolu’daki polen noktalarının hangi ekolojik koşullar ve mekânsal örüntüler çerçevesinde şekillendiğini değerlendirmeyi amaçlamaktadır. Böylece, polen verilerinin yalnızca içerdiği paleoekolojik bilgiyi değil, aynı zamanda bu bilginin temsil sınırlarını da görünür kılmayı hedeflemektedir.

Günümüzde uydu ve uzaktan algılama sistemleri aracılığıyla üretilen küresel veri setleri, mekânsal çözünürlük ve veri çeşitliliği açısından önemli olanaklar sunmaktadır. Bu gelişmeler, polen verilerinin farklı çevresel parametrelerle ilişkilendirilmesini ve çeşitli mekânsal ölçeklerde değerlendirilmesini mümkün kılmaktadır. Ancak kullanılan analiz birimi, mekânsal ölçek ve veri temsil biçimi, elde edilen sonuçların yorumlanma çerçevesini doğrudan etkilemektedir. Bu çalışma, belirli bir mekânsal yaklaşım temelinde Anadolu’daki polen araştırmalarının ekolojik bağlamını değerlendirmekte ve yöntemsel tercihlerin sonuçlar üzerindeki rolüne dikkat çekmektedir. Böylece çalışma, yalnızca mevcut verileri analiz etmekle kalmayıp, farklı veri setleri ve değerlendirme biçimlerinin sonuçlar üzerindeki etkisini tartışmaya açan bir çerçeve sunmaktadır.

Bu kitabın, Anadolu’daki palinolojik araştırmaların ekolojik bağlamının daha bütüncül biçimde değerlendirilmesine katkı sağlaması ve gelecekte yapılacak araştırmalar için kavramsal ve analitik bir çerçeve sunması en temel temennimdir.

TEŞEKKÜR

Polen analizleri özelinde Anadolu'nun paleoekolojik geçmişinin ortaya çıkarılmasına ve aydınlatılmasına katkı sunan, yurt içi ve yurt dışından, farklı akademik düzeylerde emek veren adını belirtmediğim tüm araştırmacılara bir palinolog olarak en içten teşekkürlerimi sunarım. Bu alanda üretilen bilgi birikimi, kuşaklar boyunca süren bilimsel emeğin ürünüdür. Özellikle 1960'lı yıllardan itibaren, dönemin teknik ve lojistik koşullarının sınırlılıklarına rağmen Anadolu'nun farklı bölgelerinde yürüttükleri araştırmalarla palinoloji biliminin bu coğrafyada kurumsallaşmasına öncülük eden Prof. Dr. Willem van Zeist, Prof. Dr. Sytze Bottema ve Prof. Dr. Henk Woldring'e ayrıca teşekkür ederim. Ürettikleri eserler, aradan geçen zamana rağmen Anadolu paleoekolojisi ve Akdeniz havzası araştırmaları açısından temel başvuru kaynakları olmayı sürdürmektedir.

Aramızdan ayrılan Prof. Dr. Willem van Zeist ve Dr. Sytze Bottema'yı saygı ve minnetle anıyorum. Yalnızca Anadolu'da değil, Akdeniz ve Yakın Doğu'da yürüttükleri çalışmalarla bölgenin paleoekolojik ve paleoarazi kullanım süreçlerinin anlaşılmasına önemli katkılar sunmuşlardır. Tarımın kökeni ve yayılımı konusundaki kavramsal çerçeveleri, bugün de Anadolu'nun uzun dönemli insan-çevre ilişkilerini anlamamız açısından yol gösterici niteliktedir.

Yüksek lisans ve doktora tez danışmanım Sayın Prof. Dr. Çetin ŞENKUL'a (Süleyman Demirel Üniversitesi) teşekkürlerimi sunarım. Ayrıca Süleyman Demirel Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Coğrafya Anabilim Dalı doktora öğrencileri Yunus BOZKURT, Yasemin ÜNLÜ ve Yüksek Lisans öğrencisi Merve Sultan KARAKAYA'ya, Ahmet KÖSE (Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi) ve Seda KAYA KÖSE'ye katkı ve destekleri için teşekkür ederim. Bu süreç boyunca sabır ve anlayışlarıyla yanımda olan sevgili aileme de ayrıca çok teşekkür ederim.

*Sevgili Eşim Fatma Nur,
Canım Kızım Ela ve Canım Oğlum Kağan'a*

1. GİRİŞ

Ekosistemlerin mekânsal ve zamansal örüntüsünü anlamak, sürekli bir dönüşüm içinde olan doğal çevrenin geçmişine ilişkin kayıtların çözümlenmesini gerektirir. Bu kayıtlar, farklı ölçeklerde tekrar eden büyük ölçekli iklim değişimlerinin ve iklime bağlı olarak şekillenen ekolojik bileşenlerin izlerini barındıran doğal arşivlerde saklıdır. Geçmişe ait uzun süreli değişimleri anlamlandırabilmek ise, günümüz peyzajlarını ve ekolojik örüntülerini doğru biçimde gözlemlemeyi ve yorumlamayı zorunlu kılar.

Çevremizde işleyen ve ekolojik düzeni sağlayan doğal süreçlerin günümüzdeki durumunu, geçmişteki seyrini ve gelecekteki olası yönelimlerini anlamak, doğa bilimlerinin temel amaçlarından biridir. Bu bağlamda, yaklaşık son 300 yıllık dönem, birçok temel kavram ve ilkenin ortaya çıktığı bir zaman aralığını temsil etmektedir. Bu süreçte, küresel iklim değişimleri ile bu değişimlere bağlı olarak gelişen periyodik buzul (glasiyal) ve buzul arası (interglasiyal) dönemler; ayrıca bu dönemlerin yol açtığı morfolojik ve biyocoğrafik örüntü değişimleri, “Kuvaterner” kavramı çerçevesinde ele alınmış ve doğa bilimlerinin temel inceleme alanlarından biri hâline gelmiştir (Birks ve Birks, 1980; Bradley, 2015; Bronk Ramsey vd., 2015; Roberts, 2014). Biyocoğrafik örüntülere ilişkin temel kavramlar (Cox vd., 2016) ile insanlık tarihinin en önemli kuramsal çerçevelerinden olan evrim ve levha tektoniği gibi teorilerin ortaya çıkması ve bilim dünyasında kabul görmesi de bu zaman dilimi içerisinde gerçekleşmiştir. Günümüzde doğa bilimleri açısından artık ana hatları belirlenmiş ve genel kabul görmüş bilgiler ışığında, giderek derinleşen ve ayrıntılandırılan bir araştırma ve bilgi üretim süreci söz konusudur. Bu araştırma ve odaklanmanın merkezinde ise büyük ölçüde Kuvaterner dönemi yer almaktadır.

Kuvaterner dönemi, okyanuslar, buzullar, gölsel ortamlar ve çeşitli karasal sistemler gibi farklı doğal ortamlarda iyi tarihlendirilmiş, büyük ölçüde bozulmamış ve zengin veri arşivleri barındırmaktadır (Bradley, 2015; Elias ve Mock, 2013; Lowe ve Walker, 2015; Maher ve Thompson, 1999). Bu veri zenginliği, periyodik iklim değişimleri, iklimle ilişkili ekolojik bileşenler (flora, fauna, deniz seviyesi vb.) ve insanın evrimsel süreci açısından Kuvaterner’i benzersiz bir araştırma alanı hâline getirmektedir (Birks ve Birks, 1980; Bradley, 2015; Elias ve Mock, 2013; Lowe ve Walker, 2015; Maher ve Thompson, 1999). Dolaylı kayıtlar aracılığıyla geçmiş dönemlerin incelenmesinde karşılaşılan tarihlendirme, korunma, erişilebilirlik ve yorumlama sorunları (Bradley, 2015) ile Kuvaterner’in günümüz canlıları ve özellikle insan açısından taşıdığı kritik önem birlikte değerlendirildiğinde, bu döneme odaklanılması kaçınılmaz görünmektedir.

Kuvaterner araştırmalarında, söz konusu süreçlerin sonuçlarının boyutunu ve yapısını ortaya koymak, geçmişin yeniden yapılandırılması (rekonstrüksiyon) ilkesine dayanmaktadır. Rekonstrüksiyon süreci; stratigrafinin oluşturulması, proksi verilerin analizi, olayların kronolojik olarak inşa edilmesi (tarihlendirme), farklı bölgelerden elde edilen proksi kayıtlarının karşılaştırılması ve son aşamada tüm paleoçevresel verilerin sentezlenmesini kapsamaktadır (Lowe ve Walker, 2015). Güvenilir bir rekonstrüksiyon için modern ekolojik verilere ve günümüz ekosistemlerine ilişkin sağlam ampirik bilgilere ihtiyaç duyulmaktadır (Birks, 2013; Brewer vd., 2013; Eastwood, 1997; England, 2006; Herzschuh ve Birks, 2010; Poska, 2013; Roberts, 2014; Seppä, 2013; Soepboer vd., 2010). Bu nedenle modern ekolojik verilerin kullanımı, paleoekolojinin temel bileşenlerinden biri olarak kabul edilmektedir (Lowe ve Walker, 2015). Bu yaklaşım çerçevesinde kullanılan veri kayıtları genel olarak jeomorfolojik, litolojik ve biyolojik olmak üzere üç ana grupta toplanmaktadır (Lowe ve Walker, 2015). Her bir veri türünün uygulanabilirliği, veri elde etme biçimi, çözünürlüğü, güvenilirliği ile avantaj ve dezavantajları farklılık gösterse de; biyolojik kanıtlar (polen, diatom, bitki makrofosilleri, fosil böcek kalıntıları, denizel olmayan yumuşakça kalıntıları vb.) Kuvaterner ortamlarının yeniden yapılandırılmasında her zaman temel bir rol oynamıştır (Bell ve Walker, 2005; Bradley, 2015; Lowe ve Walker, 2015).

Biyolojik kanıtlar arasında polen analizleri (palinoloji), bitki örtüsü tarihinin ortaya konulması, doğal ortam üzerindeki insan etkilerinin değerlendirilmesi ve geçmiş iklim koşullarının yeniden yapılandırılması açısından karasal paleoekolojinin en temel ve en yaygın yöntemlerinden biri olarak kabul edilmektedir (Bradley, 2015; Lowe ve Walker, 2015; Roberts, 2014). Polen verileri sayesinde bir bölgenin vejetasyonunun zamansal değişimi izlenebilmekte, buzul ve buzul sonrası dönemler arasında biyolojik süreklilik kurulabilmekte ve yakın geçmişin ekolojik yapısı yorumlanabilmektedir (Birks ve Birks, 2000). Ayrıca, polen analizleri farklı mekânsal ve zamansal ölçeklerde floristik vejetasyon tarihinin, arazi kullanımının (insan etkisi) ve yerel ile bölgesel vejetasyon yapısının rekonstrüksiyonuna olanak tanımaktadır. Bu özellikleriyle polen analizleri; vejetasyon tarihi, bireysel bitki ekolojisi, paleoarazi kullanımı ve paleoiklim gibi birbiriyle ilişkili konularda çok ölçekli ve bütüncül veri üretme kapasitesine sahip olup, karasal paleoekolojinin temel yöntemlerinden biri olma niteliğini sürdürmektedir (Behre, 1990; Birks ve Birks, 2000; Bradley, 2015; Brewer vd., 2013; Elias ve Mock, 2013; Gaillard, 2013; Giesecke, 2013; Lowe ve Walker, 2015; Moore vd., 1991; Roberts, 2014; Seppä, 2013).

2. POLEN ANALİZLERİNİN KURAMSAL ÇERÇEVESİ VE TEMEL İLKELERİ

Polen ve sporların incelenmesi olan polen analizlerinin (Seppä, 2013) bilinleşmesi, yani palinolojinin bir bilim hâline gelmesi, 1916 yılı olarak kabul edilmektedir (Birks ve Berglund, 2017; Erdtman, 1943). Bu tarihten sonra polen analizleri, özellikle Kuvaterner dönemi ortam koşullarının yeniden yapılandırılmasına yönelik araştırmaların temel aracı olmuştur. Polen kayıtları denizler, göller, göletler, turbalıklar, toprak ve humus katmanları gibi çeşitli tortul ortamlardan elde edilebilir (Seppä, 2013). Ana başlıklar halinde paleovejetasyon değişimleri, paleoarazi kullanımı (tarımsal aktiviteler, orman açma) ve paleoklim değişimleri hakkında da bilgiler sağlar (Behre, 1990; Bottema ve Woldring, 1990; Brewer vd., 2013; Eastwood vd., 1998; Erdtman, 1943; Gaillard, 2013; Iversen, 1941; Lowe ve Walker, 2015; Moore vd., 1991; Poska, 2013; Roberts, 2014; Seppä, 2013; Vermoere vd., 2002; Von Post, 1916). Elde edilen bilgiler, diğer disiplinlerden (örneğin tarih ve arkeoloji) üretilen verilerle yan yana gelerek birlikte yorumlanabilmektedir (Broström vd., 2008; Gaillard, 2013). Ayrıca bu veriler farklı mekânsal ölçeklerde (yerel, bölgesel ve küresel) modellenebilmektedir (Brewer vd., 2002; Giesecke, 2013; Huntley ve Birks, 1983).

Bitkiler tarafından üretilen polenler sulak ortamlarda sedimentasyon sürecine katılır ve stratigrafik olarak depolanır. Bu nedenle sedimanın sürekli biriktiği alanlarda polenler kronolojik olarak kesintisiz elde edilebilir; bu durum da polen analizine zaman dilimi ve aralığı açısından metodolojik esneklik kazandırır (Seppä, 2013). Fosil polen analizi, temel olarak sediman örneklerinin karotlar şeklinde alınması, polen sayı ve yoğunluklarının belirlenmesi, diyagramlara dönüştürülmesi, tarihlendirme yapılması ve polen verilerinin zaman içindeki değişiminin değerlendirilmesi süreçlerini içerir. Aslında polene ait bu süreçlerin ortaya çıkması ve anlaşılması için polenin biyolojik rolünün anlaşılması gerekmektedir. Polenler bitkilerin erkek üreme yapıları olan anterlerde üretilen (Fægri ve Iversen, 1950), tek hücreli, mikroskobik (çoğunlukla 15 ila 100 µ) ve amacı üreme için tozlaşmayı sağlamak olan organlardır (Erdtman, 1943; Seppä, 2013). Bitkiler tozlaşmayı sağlamak adına her yıl milyarlarca polen üretir, atmosfere saçar ve polenler çeşitli ortamlara homojen şekilde dağılır (Erdtman, 1943; Seppä, 2013). Üretilen polen sayısı tozlaşma için ihtiyaç duyulan polen sayısından çok daha fazla olduğu için polenlerin çok büyük kısmı kara ve su yüzeylerine düşmektedir (Seppä, 2013). Polen üretim miktarı türler arasında ve yıllar içinde değişir. Polen tanelerinin küçüklüğü, rüzgâr ve diğer taşıma mekanizmaları sayesinde sedimentasyona farklı zamanlarda ve farklı yollarla

katılabilmesi, verilerin yorumlanmasında dikkate alınması gereken faktörlerdendir (Erdtman, 1943; Moore vd., 1991; Tauber, 1965).

Sedimentasyona katılan polenlerin korunabilmesi için düşük mikrobiyal aktivite ve oksijensiz ortam gereklidir; bu koşullar genellikle sulak alanlar ve bataklıklar tarafından sağlanır (Brewer vd., 2002; Seppä, 2013; Vermoere, 2004). Sedimentasyon sürecine dahil olan polenlerin korunması sürecinde de polenlerin yapısı belirleyici olur. Polen taneleri iki katmandan oluşur: dışta ekzin (exine) ve içte intin (intine). İntin fosil polenlerde çoğunlukla kaybolur ve geriye ekzin kalır (Seppä, 2013). Ekzin hem polenlerin tanımlanmasında kullanılan apertür ve ornamentasyonu içerir hem de oldukça dayanıklı olduğu için polenlerin korunmasını sağlamaktadır (Fægri ve Iversen, 1950; Moore vd., 1991; Straka, 1975). Her türün poleni kendine özgü yapı, apertür ve ornamentasyona sahiptir, bu sayede tanımlama mümkün olur. Fosilleşme sürecinde polen morfolojisi zarar görebilir; bu nedenle polen tanımlamasında yapı, apertür sayısı ve türü, ornamentasyon, polen büyüklüğü ve şekli gibi özellikler birlikte dikkate alınır (Erdtman, 1943; Fægri ve Iversen, 1950; Moore vd., 1991).

Polenlerin birikim alanlarının büyüklüğü polen analiz sonuçlarının yorumlanmasında değişimleri, nedenleri sonuçları değerlendirme süreçlerinde mekânsal ölçeği etkilemektedir. Uzun dönemi ve geniş alanları kapsayan palinolojik çalışmalar göllerde yapılabilirken, sulak alanlarda, su birikintisi niteliğindeki daha küçük ölçekli alanlarda yapılan araştırmalar sınırlı palinolojik bilgiler içermektedir (Roberts, 2014). Bunun dışında polen verileri yorumlanırken dikkat edilmesi gereken unsurlardan başında polenlerin taşınma özelliği (böceklerle-rüzgârla), türlerin polen üretim miktarları, bitki türlerinin örnek alınan noktaya uzaklığı, bitkinin kendi kendine tozlaşma durumu gibi özellikler gelmektedir (Brewer vd., 2002; Moore vd., 1991; Roberts, 2014; Vermoere, 2004).

Çevresel düzeni ve geçmişteki örüntülerini anlamak ve araştırmak için birçok veri kaynağı bulunsa da polen analizleri bu kaynaklar arasında ön plana çıkmaktadır. Polen kayıtları kullanılarak ulaşılan bilgilerden birisi de insan etkisi veya arazi kullanımıdır (Behre, 1981, 1990; Bottema ve Woldring, 1990; Doğan vd., 2025a, 2025b; Eastwood vd., 1998; Gaillard, 2013; Moore vd., 1991; Shumilovskikh vd., 2016; Vermoere vd., 2002). Polen diyagramlarındaki insan etkisi (arazi kullanımı), insan kaynaklı olan tarımsal ve hayvancılık aktivitelerinin neden olduğu değişimlerin belirlenmesi ve yorumlanmasıdır. Palinolojik çalışmalarda insanın vejetasyon üzerindeki müdahalesi sırasında ağaç polenlerinin azalmasına, çalıların ve otsuların polen yüzde değerlerinin artışı eşlik etmektedir. Bu durum da ormansızlaştırmayı göstermektedir. Ancak bunun sebebi kimi durumlarda iklimsel değişimler de olabilir. Fosil polen verileri ile

elde edilen vejetasyon listesi içerisinde bazı türler indikatör (gösterge) olarak belirlenmiştir. Doğal ortam üzerindeki etkiyi yani antropojenik aktiviteleri yansıtan ve Birincil-İkincil indikatörler olarak iki gruba ayrılan bu türler hakkında detaylı bilgiler çeşitli çalışmalarda sunulmuştur (Behre, 1990; Bottema ve Woldring, 1990; Eastwood vd., 1998; Gaillard, 2013; Vermoere vd., 2002).

3. POLEN ANALİZLERİNİN TARİHSEL GELİŞİMİ

Dünyada fosil polen analizlerinin bilimsel bir yöntem olarak ortaya çıkışı, günümüzde kullanılan yaklaşımın ilksel biçimiyle, von Post'un 1916 yılında yayımladığı ilk polen diyagramına dayanmaktadır (Birks ve Berglund, 2017; Von Post, 1916). Bu çalışma, polenlerin stratigrafik olarak değerlendirilmesi ve geçmiş vejetasyonların yeniden kurgulanması açısından bir dönüm noktası olmuş ve modern palinolojinin temelini oluşturmuştur. Bununla birlikte, polenlerin biyolojik varlıklar olarak tanınması ve bitkisel üreme ile ilişkilendirilmesi çok daha erken dönemlere, yaklaşık MÖ 2000'li yıllara kadar uzanmaktadır (De Klerk, 2018). Bu erken dönemde polenler, çiçeklerden yayılan toz benzeri bir madde olarak tanımlanmış ve bu maddenin bitkilerin üremesini kolaylaştırdığı bilinmekteydi (Egerton, 2001; Wodehouse, 1965). Ancak bu bilginin gözleme dayalı, sınırlı ve sistematik olmayan bir çerçevede kaldığı anlaşılmaktadır.

Polen tanelerinin bilimsel anlamda incelenebilmesi, ancak bu mikroskobik yapıları gözlemleyebilecek yeterlilikte mikroskopların geliştirilmesiyle mümkün olmuştur. Bu gelişme ile birlikte polene ilişkin çalışmalar 17. yüzyılda ivme kazanmış ve ilksel çalışmalar ile (Grew, 1682; Malpighi, 1687) polen morfolojisi ve polenin üremedeki rolü bilimsel olarak ele alınmaya başlanmıştır (De Klerk, 2018). Başlangıçta daha çok betimleyici nitelik taşıyan bu çalışmalar, zamanla polenlerin birbirinden morfolojik olarak ayrılabilmesini ve her bitki türünün kendine özgü polen özelliklerine sahip olduğunu ortaya koymuştur. Polenlere dair bilgi birikiminin artmasıyla birlikte, bu mikro fosillerin yalnızca bitki biyolojisi açısından değil, geçmiş dönemlerin vejetasyon yapısını ve çevresel koşullarını anlamada da önemli bir araç olduğu anlaşılmıştır (De Klerk, 2018). Bu kavramsal dönüşüm, 1916 yılında ilk fosil polen diyagramının yayımlanmasıyla birlikte sistematik ve nicel bir boyut kazanmıştır. Takip eden yıllarda polen analizleri hızla yayılmış; 1930'lu yıllara gelindiğinde Yeni Zelanda ve Amerika kıtası dâhil olmak üzere dünyanın birçok farklı bölgesinde uygulanmaya başlanmıştır (Birks ve Berglund, 2017). Sonraki süreçte yöntemsel yaklaşımların gelişmesi, sayım tekniklerinin standartlaşması ve kronolojik kontrolün güçlenmesiyle polen analizleri önemli bir bilimsel olgunluğa ulaşmıştır. Ortaya koyduğu yüksek çözünürlüklü çevresel kayıtlar sayesinde, polen analizleri biyolojik arşivler içerisinde Kuvaterner araştırmalarında en yaygın kullanılan yöntemlerden biri hâline gelmiştir. Bu tarihsel gelişim süreci 1916–1950: Öncü faz, 1951–1973: Yapılanma evresi ve 1974–günümüz: Olgunluk evresi olmak üzere üç ana aşamada ele alınmıştır (Birks ve Berglund, 2017). Bu çalışmada ise söz konusu sınıflandırmaya ek olarak, 1916 öncesi dönem “Doğuş evresi” olarak tanımlanmıştır.

3.1. 1916 Öncesi: Doğuş Dönemi

Tarih öncesi dönemlerde, yaklaşık MÖ 2000 yıllarında, bitkilerin çiçeklerinden yayılan toz benzeri bir madde ürettikleri ve bu maddenin bitkilerin üremesini kolaylaştırdığı yaygın olarak bilinmekteydi (De Klerk, 2018). Polene atfedilen bu işlevsel anlam, Asur Devleti'ne ait bazı kabartmalarda hurma ağacının elle tozlaştırılmasını betimleyen sahnelerde de açıkça görülmektedir (De Klerk, 2018; Egerton, 2001; Wodehouse, 1965). Ancak bitkilerin üreme yapılarının ve bu süreçlerin biyolojik mekanizmalarının ayrıntılı biçimde anlaşılması, 17. yüzyıla kadar mümkün olmamıştır. 17. yüzyılın başlarında mikroskobun icadıyla birlikte, gözleme dayalı olarak tanımlanan ve toz benzeri madde olarak tanımlanan polen taneleri incelenmeye başlamıştır. Polen üzerine yapılan öncü araştırmalar (Grew, 1682; Malpighi, 1687) ile polenin morfolojisi ve bitkisel üremedeki rolü anlaşılmaya başlanmıştır (De Klerk, 2018). Bu çalışmalar, polenin tanımlanabilir ve ayırt edilebilir bir biyolojik yapı olduğunu ortaya koymuştur.

Polenler için kullanılan “Toz benzeri madde” terimi, 1686 yılında John Ray tarafından “polen” olarak adlandırılmış ve bu kavram sonraki bilimsel çalışmalarda yerleşik hâle gelmiştir (De Klerk, 2018; Raio, 1686, 1688, 1704). Polen çalışmalarındaki bir diğer önemli aşama ise, 1836 yılında Göppert tarafından ilk fosil polenlerin tanımlanmasıyla gerçekleşmiştir (De Klerk, 2018; Göppert, 1836). 18. ve 19. yüzyıllar boyunca polenlerin morfolojisi ve üremedeki rolüne ilişkin bilgi birikimi giderek artmış; bu birikim, 19. yüzyılın sonu ve 20. yüzyılın başlarında polenlerin geçmiş dönem bitki örtüsünün yeniden yapılandırılmasında kullanılmasının önünü açmıştır. Bu bağlamda, 1885 yılında Fröh tarafından turbalık alanlarda polen, alg ve makro fosillerin birlikte değerlendirilmesiyle ilk paleoekolojik rekonstrüksiyon gerçekleştirilmiştir (De Klerk, 2018; Fröh, 1885). Sonrasında, ilk nicel palinolojik veriler sunulmuş ve orman örtüsündeki değişimlerin nedeni ilk kez iklim faktörleriyle ilişkilendirilmiştir (Weber, 1893). Bu gelişmeler, polen verilerinde gözlenen değişimlerin olası nedenlerini anlamaya yönelik günümüzde benimsenen yaklaşımların temellerini oluşturan önemli bir paradigma değişimine işaret etmektedir. Nitekim polen analizlerinin ortaya çıkışındaki temel motivasyon, geçmiş iklim değişimlerinin yeniden yapılandırılmasıdır. Bunu takiben, 1902 yılında Lagerheim kurutulmuş bitkilerden polen elde etmeye yönelik bir yöntem geliştirmiştir. Aynı dönemde, polen, alg, diyatom ve rizopodlar gibi farklı proksilerin birlikte ele alınması ve birbirleriyle entegre edilmesiyle paleoekolojik araştırmalarda yeni yaklaşımların ilk örnekleri ortaya konulmuştur (Lagerheim, 1902). Ayrıca farklı turbalıklara ait polen oranlarının oluşturulması mekânsal genişlemenin ilk örnekleridir (De Klerk, 2018). 1909 yılında ise von Post polen

bulgularını Meşe, Ladin ve Fındık gibi bitki gruplarına dayalı flora dönemleri şeklinde sınıflandırmıştır (De Klerk, 2018; Von Post, 1909). Çok geçmeden de polen analizlerinin bilimsel bir yöntem olarak kurumsallaşması ise von Post'un 1916 yılında yayımladığı ilk polen diyagramı ile gerçekleşmiştir (Von Post, 1916). Bu diyagramda, ağaçlara ait polen oranları ve bunlardaki zamansal değişimler ilk kez karşılaştırmalı ve grafiksel olarak sunulmuştur. Von Post, 1916 ve 1918 yıllarında katıldığı bilimsel toplantılarda, polen analizlerinin ormanların ortalama bileşiminin zamana bağlı değişimini ortaya koyabileceğini, vejetasyon ve iklim değişimlerinin yeniden yapılandırılmasında kullanılabileceğini ve polen birikiminin bölgesel orman vejetasyonunu yansıttığını vurgulayarak palinolojinin kuramsal temelini tartışmaya açmıştır (De Klerk, 2018).

3.2. 1916–1950: Öncü Faz

Polen analizleri, bilimsel bir yöntem olarak ilk kez İsveç'te geliştirilmiş ve kısa süre içerisinde başta Danimarka, Norveç ve Finlandiya olmak üzere Avrupa'nın farklı bölgelerine, ardından Kuzey Amerika'ya ve dünyanın diğer kesimlerine yayılmıştır (Birks ve Berglund, 2017). Polen analizlerinin bu hızlı yayılımı sonraki yıllarda "patlama" olarak tanımlanmıştır (Fægri, 1973). 1920'ler ve 1930'ların başları gibi erken bir dönemde dahi, dünya genelinde farklı kıtalarda interglasiyal sedimanlar üzerinde polen analizi çalışmalarının yürütülmüş olması yöntemin bilimsel yetkinliğinin önemli bir göstergesi olarak yorumlanmıştır (Birks ve Berglund, 2017). Öncü fazın en önemli katkılarından biri, polen verilerinin bölgesel paleoortamların sentezinde kullanılabileceğinin gösterilmesidir. Bu bağlamda, Danimarka'da yaklaşık son 13.000 yıllık dönemi kapsayan ilk bölgesel paleoçevre sentezi (Jessen, 1920) gerçekleştirilmiştir (Birks ve Berglund, 2017). Aynı yıllarda, Erdtman'ın Almanca yayımladığı çalışmalar (Erdtman, 1920, 1921) polen analizinin uluslararası bilim çevrelerinde tanınmasına ve bir araştırma yöntemi olarak yerleşiklik kazanmasına önemli katkı sağlamıştır (Birks ve Berglund, 2017).

Günümüzde polen analizlerin yoğun olduğu bölgelerden biri olan Kuzey Amerika'daki ilk palinolojik çalışma Auer (1927) tarafından Güneydoğu Kanada'daki bataklık alanlarda yürütülmüştür (Birks ve Berglund, 2017). Bu dönemde yalnızca fosil polenler değil, güncel polen birikimi de araştırma konusu hâline gelmiştir. Güncel polen yağışına ilişkin öncü çalışmalar (Aario, 1940, 1944; Firbas, 1934) modern polen–vejetasyon ilişkilerinin anlaşılması açısından temel bir referans oluşturmıştır (Birks ve Berglund, 2017). Ayrıca, Avrupa'da ilk günlük atmosferik polen sayımları Hyde ve Williams (1941) tarafından yapılmış, (Hyde ve Williams, 1943) böylece aeropalinoloji alanında da ilk sistematik veriler üretilmiştir (Edwards ve Pardoe, 2018). Öncü fazın sonuna doğru,

palinolojinin eğitimsel ve kuramsal altyapısını güçlendiren önemli yayınlar ortaya çıkmıştır. Kuvaterner palinologları için hazırlanan ilk ders kitaplarından biri olan *An Introduction to Pollen Analysis* (Erdtman, 1943) yayımlanmış; bunu takiben *The Textbook of Modern Pollen Analysis* (Fægri ve Iversen, 1950) yayımlanarak palinolojinin yöntemsel ve kavramsal çerçevesi büyük ölçüde standartlaştırılmıştır. Bu yayınlara birlikte, polen analizlerinin öncü fazı sona ermiş ve alan, daha sistematik ve kurumsal bir gelişim sürecine girmiştir (Birks ve Berglund, 2017).

3.3. 1951–1973: Yapılanma Evresi

1950’li yıllar, palinoloji açısından yöntemsel ve kavramsal açıdan iki temel kırılmaya sahne olmuştur. Bu dönemde meydana gelen gelişmeler, polen analizlerinin yalnızca betimleyici bir araç olmaktan çıkarak nicel, karşılaştırmalı ve zamansal olarak güvenilir bir araştırma yöntemi hâline gelmesini sağlamıştır. Bu gelişmelerden ilki, Willard Libby tarafından geliştirilen radyokarbon (^{14}C) tarihlendirme yöntemidir. Radyokarbon tarihlendirme sayesinde, polen dizileri güvenilir bir kronolojik çerçeveye oturtulabilmiş; geniş mekânsal ölçekte tür göçleri, yayılışlar ve vejetasyon değişimleri eşzamanlı ve zamansal olarak karşılaştırılabilir hâle gelmiştir (Birks ve Berglund, 2017). Bu durum, Kuvaterner paleoçevre araştırmalarında polen analizlerinin merkezî bir konum kazanmasına önemli katkılar sağlamıştır. İkinci temel gelişme ise elektron mikroskobu ve taramalı elektron mikroskobunun (SEM) kullanıma girmesiyle polen morfolojisi ve tanımlamasında sağlanan ilerlemelerdir (Birks ve Berglund, 2017). Bu teknolojik gelişmeler, polen tanelerinin ayrıntılı yüzey özelliklerinin incelenmesine olanak tanımış; taksonomik çözünürlük önemli ölçüde artmıştır (Birks ve Berglund, 2017).

Zaman içerisinde polen analizlerinin uygulandığı ortamlar çeşitlendiği için farklı sulak alanlar ve farklı sediman tipleri için uygun karotiyer ihtiyacı doğmuştur. Bu bağlamda çalışmaların turbalık tortularından gölsel tortullara yönelmesiyle birlikte, yeni hafif pistonlu karot alma sistemleri geliştirilmiştir (Cushing ve Wright, 1965; Livingstone, 1955; Wright, 1967, 1980, 1991). Diğer yandan polen metodolojindeki diğer bir süreç polen verilerinin temsiliyeti ve yorumlanmasına yönelik kuramsal çalışmaların yoğunlaşmasıdır. Polen–vejetasyon ilişkilerinin nicel olarak değerlendirilmesine yönelik polen temsil faktörleri ve R-değeri kavramı geliştirilmiş (Davis, 1963), bunu tortu birikim hızları ve polen konsantrasyonlarının hesaplanmasına yönelik çalışmalar izlemiştir (Davis, 1967, 1973; Davis ve Deevey, 1964). Aynı zamanda, güncel polenlerin yayılımı ve çökme süreçlerini açıklamaya yönelik modeller

geliştirilerek palinolojik yorumların fiziksel temelleri güçlendirilmiştir (Tauber, 1965, 1967, 1974, 1977).

Bu dönemin sonuna doğru, çok sayıda palinoloğun taphonomi, polen üretimi, taşınımı ve temsiliyeti gibi süreçlere odaklanması, alanın kuramsal derinliğini önemli ölçüde artırmıştır. Söz konusu araştırmaların *Quaternary Plant Ecology* (Birks ve West, 1973) adlı eserde bir araya getirilmesiyle, polen analizlerinin yapılanma evresi tamamlanmış ve palinoloji olgunlaşma sürecine girmiştir (Birks ve Berglund, 2017).

3.4. 1974–Günümüz: Olgunluk Evresi

Bu döneme kadar olan gelişmeler temel olarak; palinolojinin üç yüz yılı aşkın sürede bir bilim dalı olarak gelişimi, bilimsel bir disiplin olarak kabul görmesi, çok sayıda ilksel olgunun ortaya konması ve özellikle Kuvaterner ortamlarının yeniden yapılandırılmasında uluslararası ölçekte kabul edilen temel bir proksi hâline gelmesiyle karakterize edilir. Bu uzun gelişim sürecinin ardından tanımlanan olgunluk evresi, artan bilgi birikimi ile bilimsel ve teknolojik ilerlemelerin etkisiyle, önceki dönemlerde olduğu gibi yine durağan değil; aksine daha karmaşık, çok yönlü ve hızlı değişimlerin yaşandığı bir dönemdir. Bu dönemde palinolojide gözlenen başlıca gelişmeler; radyokarbon tarihlendirme tekniklerindeki ilerlemeler (özellikle hızlandırıcı kütle spektrometresi – AMS – kullanımının yaygınlaşması), ışık, elektron ve taramalı elektron mikroskopisindeki sürekli gelişmeler, kapsamlı modern referans polen koleksiyonlarının oluşturulması ve bilgisayar teknolojilerinin bilimsel analizlere entegrasyonu gibi genel olarak dışsal fakat belirleyici etkenler etrafında şekillenmiştir (Birks ve Berglund, 2017). Her ne kadar bu gelişmeler doğrudan polen analizinin içsel evrimiyle sınırlı olmasa da, palinolojinin yöntemsel ve kavramsal dönüşümünü önemli ölçüde etkilemiştir. Bununla birlikte, tamamen palinolojinin içsel süreçlerine yönelik çok sayıda gelişme de bu dönemde ortaya çıkmıştır. Bunlar; yöntemsel ve kavramsal ilerlemeler (daha gelişmiş sediman karot alma teknikleri, laboratuvar yöntemlerinin iyileştirilmesi, sayım prosedürleri ve istatistiksel yaklaşımlardaki gelişmeler), sedimanlardaki kömür (charcoal) konsantrasyonlarının tahminine yönelik tekrarlanabilir ve sağlam nicel yöntemlerin geliştirilmesi, polen temsili modelleri ve vejetasyon rekonstrüksiyon algoritmaları, polen tuzakları, polen-dışı palinomorflar (NPP'ler) ve modelleme yaklaşımları, laminasyonlu sedimanların polen analizi, mineral topraklarda polen analizi, çoklu-kayıt (multi-proxy) çalışmaları, paleolimnoloji ile ılıman ve tropikal bölgelerde arkeoloji ve peyzaj tarihi araştırmalarında palinolojinin artan rolü şeklinde özetlenebilir (Birks ve Berglund, 2017). Bu gelişmeler, palinolojinin yalnızca geçmiş bitki örtüsünü değil; aynı zamanda iklim

değişimleri, yangın rejimleri, insan-çevre etkileşimleri ve peyzaj dinamiklerini bütüncül bir çerçevede değerlendirebilen disiplinler arası bir bilim dalı hâline gelmesini sağlamıştır. Palinolojik çalışmalardan elde edilen doğrudan ve dolaylı verilerin, çoklu veri yaklaşımı kapsamında diğer bağımsız veri setleriyle birlikte değerlendirilmesi; yeni yorumların geliştirilmesine olanak tanımış, yöntemsel esneklik ve geniş uygulanabilirlik kazandırmış ve bu özellikler polen analizlerini Kuvaterner araştırmaları içinde, özellikle biyolojik arşivler arasında, temel ve vazgeçilmez bir konuma taşımıştır.

Polen analizlerinin tarihsel gelişimi incelendiğinde, bu sürecin kavramsal ve yöntemsel açıdan farklı dönemler altında değerlendirilebildiği görülmektedir. Birinci dönem, polenin “toz benzeri madde” olarak algılanmasından başlayarak, üreme biyolojisindeki rolünün anlaşılması, polen morfolojisinin tanımlanması ve temel yöntemsel gelişmelerle karakterize edilir. İkinci dönem, mekânsal örüntülerin keşfi, geçmiş iklim koşullarının yeniden yapılandırılması, tarih öncesi toplumların bitki örtüsü üzerindeki etkilerinin araştırılması ve güncel polen-vegetasyon ilişkilerinin ortaya konulmasına odaklanmıştır. Üçüncü dönem, Holosen ormanlarının içsel ekolojik süreçleri, mekânsal ölçek ve çözünürlük kavramları, geç buzul florası ve bitki örtüsü ile buzul-buzularası çevrimlerin anlaşılmasına yönelik çalışmaları kapsamaktadır. Dördüncü dönem ise biyomizasyon yaklaşımları, uluslararası projeler ve gelişmiş yazılım ve modelleme araçlarının kullanımı ve veri tabanlarının inşası ile özdeşleştirilebilir. Bu dönemler boyunca yaşanan kavramsal gelişmeler ve dönüşümler dikkate alındığında, polen analizlerine ilişkin şu çıkarım yapılabilir: Polen analizleri, ortaya çıktığı ilk dönemlerden itibaren yöntemsel olarak sürekli kendini geliştiren, eksikliklerini tanımlayan ve bunları bilimsel tartışmaya açan, çok yönlülüğünü artıran ve diğer disiplinlerle etkileşime açık bir araştırma alanı olmuştur. Bu özellikleri sayesinde polen analizleri, günümüzde Kuvaterner araştırmalarında en yaygın ve güvenilir yöntemlerden biri hâline gelmiştir.

4. MATERYAL VE YÖNTEM

Bu çalışmanın yöntemi, Anadolu’da gerçekleştirilen güncel ve fosil polen noktalarının yürütüldüğü alanların ekolojik karakterlerini ortaya koymak amacıyla kurgulanmıştır. Bu doğrultuda, ilk aşamada Anadolu’da yürütülmüş polen çalışmalarına ait bir veri tabanı, önceki çalışmalar temel alınarak (Doğan, 2024, 2025a, 2025b, 2025c) oluşturulmuştur. Mevcut veri tabanı bu çalışma kapsamında geliştirilmiş, kapsamı genişletilmiş, bu çalışma özelinde yeniden organize edilmiş ve güncellenmiştir.

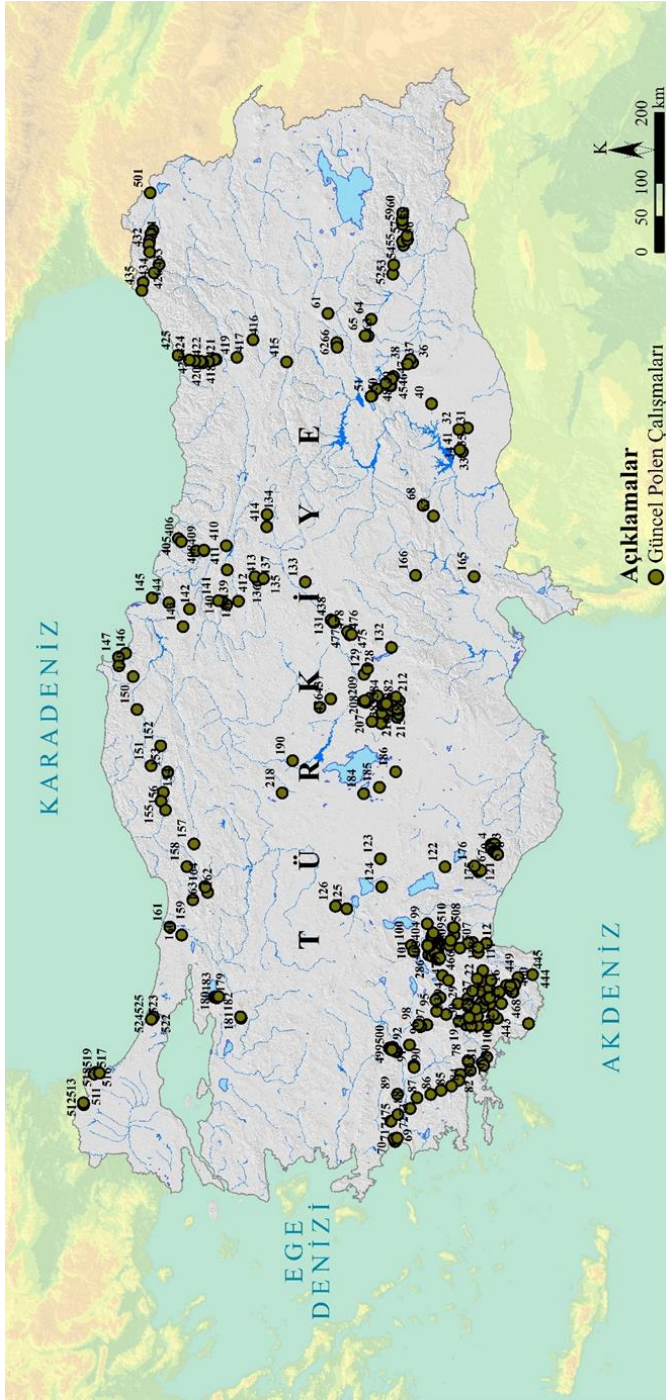
Bu çerçevede, 1968–2025 yılları arasında Anadolu’da gerçekleştirilen polen çalışmaları sistematik biçimde taranmış, her bir noktaya özgü bir kod atanmış ve bu kodlar aracılığıyla çalışmaların kimlik bilgileri veri tabanı içerisinde saklanmıştır. Ancak çalışma veri tabanı oluşturulup veriler üretilmeye başladıktan sonra yayımlanan bazı çalışmalar kapsam dışında kalmıştır. Polen verileri güncel ve fosil polen olmak üzere iki ana gruba ayrılmıştır (Şekil 1 ve 2). Polen noktalarının coğrafi konumları, Google Earth kullanılarak sayısal ortama aktarılmış; ardından coğrafi bilgi sistemleri (CBS) yazılımları aracılığıyla dağılış haritaları üretilmiştir. Bu noktalar, sayısal ortamda farklı ekolojik parametrelerle ilişkilendirilerek her bir polen noktasına ait ekolojik değerler elde edilmiştir.

Bu süreç sonucunda toplam 637 farklı polen noktasına ait bir veri seti oluşturulmuştur (Şekil 1 ve 2). Çalışmada kullanılan şekil ve grafiklerde, 1–525 kodlu noktalar güncel polen çalışmalarını (Şekil 1), 526–637 kodlu noktalar ise fosil polen çalışmalarını temsil etmektedir (Şekil 2). Güncel polen çalışmaları için aynı noktaya ait farklı yıllara ait veriler çalışmanın kapsamına girmemiş ve noktalar temsil ettiği farklı bir alan yaklaşımıyla seçilmiştir. Fosil polen verilerinin büyük ölçüde gölsel ortamlardan elde edilmesi nedeniyle, bazı ekolojik parametrelerin doğrudan temsil edilememesi söz konusu olmuş; bu nedenle nokta bazlı belirli sorgulama ve değerlendirmelerde fosil polen noktaları analiz kapsamı dışında bırakılmıştır. Ancak bunun yerine alan bazlı değerlendirme yapılmıştır.

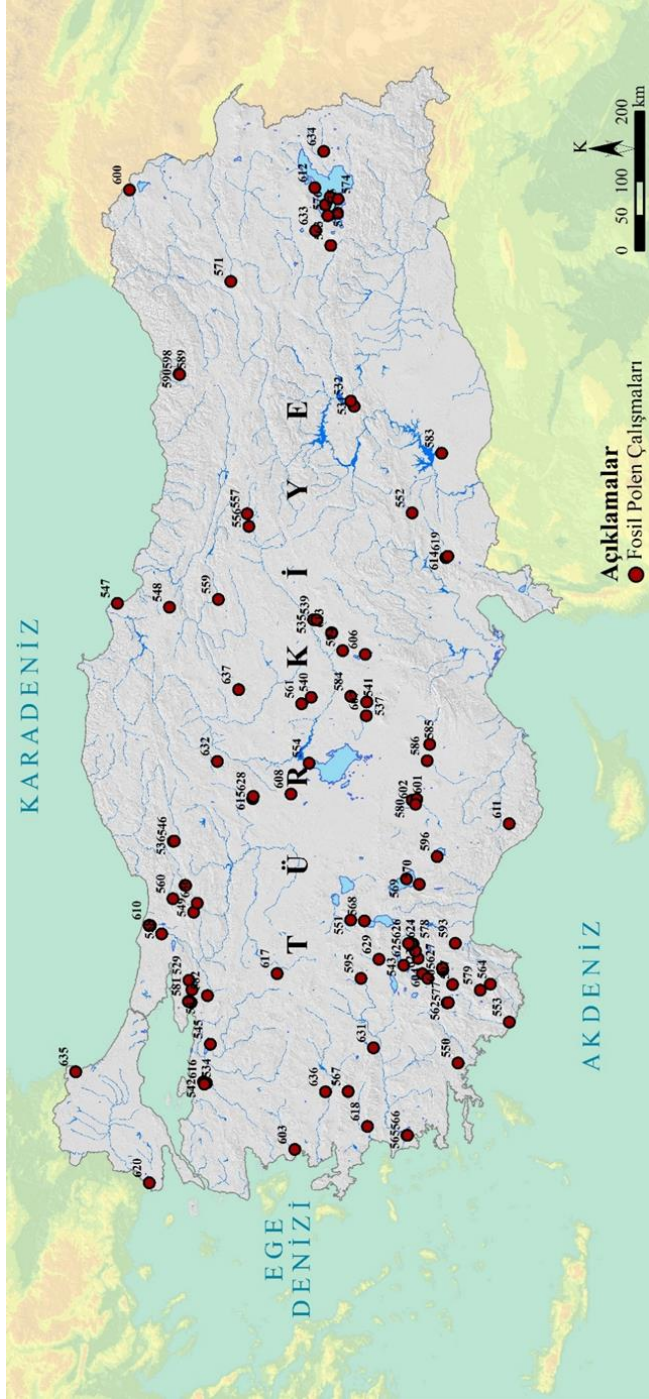
Polen noktalarının ekolojik karakterlerinin belirlenmesinde, polen sonuçlarını doğrudan etkileyebilecek vejetasyon, iklim, arazi kullanımı ve topoğrafik parametrelere öncelik verilmiştir. Bu kapsamda, yükselti verileri ve dağılış haritalarının üretilmesinde ASTER GDEM V2 verileri kullanılmıştır. Ağaç örtüsü yoğunluğu (Tree Canopy Density, TCD) verileri, Copernicus Land Monitoring Service (CLMS) kapsamında üretilen High Resolution Layer (HRL) ürünlerinden elde edilmiş olup, Sentinel-2 uydu görüntülerine dayalı olarak 10 m mekânsal çözünürlükte üretilmiştir (European Environment Agency, 2018a). Arazi

kullanımına ilişkin veriler, CORINE Land Cover 2018 veri setinden (European Environment Agency, 2018b) temin edilmiştir.

Vejetasyon bileşenleri kapsamında; herdem yeşil iğne yapraklı ağaçlar, yaprak döken geniş yapraklı ağaçlar, karışık/diğer ağaç türleri, otsu bitki örtüsü ile kültüre alınan ve yönetilen bitki örtüsü verileri EarthEnv veri setinden (Tuanmu ve Jetz, 2014) elde edilmiştir. Jeomorfolojik birimlere ilişkin veriler (Görüm, 2019) çalışmasından, yıllık ortalama sıcaklık ve yağış verileri WorldClim veri tabanından (Fick ve Hijmans, 2017) sağlanmıştır. Ayrıca, Thornthwaite yağış etkinlik indisi verileri Yılmaz ve Çiçek (2016) tarafından üretilen veri setlerinden alınmıştır. Son aşamada, polen noktalarına ait tüm ekolojik parametreler belirlenmiş; bu parametreler çeşitli grafikler ve görseller aracılığıyla sunulmuş ve mekânsal-ekolojik ilişkileri ortaya koymaya yönelik sorgulamalar gerçekleştirilmiştir.



Şekil 1. Anadolu'daki güncel polen noktalarının dağılım haritası (noktalar üzerindeki sayılar, örnek alan kodunu göstermektedir)



Şekil 2. Anadolu'daki fosil polen noktalarının dağılım haritası (noktalar üzerindeki sayılar, örnek alan kodunu göstermektedir)

5. ANADOLU'DA POLEN ÇALIŞMALARININ TARİHSEL GELİŞİMİ

5.1. Fosil Polen Çalışmaları

Anadolu'daki fosil polen çalışmalarının tarihsel gelişimi incelendiğinde (Şekil 3, 4 ve 5), bu araştırmaların belirli dönemler içerisinde farklı karakteristik özellikler kazandığı görülmektedir. İlk temel özellik, fosil polen çalışmalarının başladığı 1967 yılı ile 1995 yılı arasındaki döneme ilişkindir. Bu süreçte, çalışmaların daha çok kesintili, belirli yıllarda ve sınırlı sayıda araştırma faaliyeti şeklinde yürütüldüğü dikkat çekmektedir (Şekil 3). Buna karşılık, 1995 yılı ile 2007 yılı arasındaki dönem ve 2015 ve günümüz arasındaki dönemde fosil polen çalışmalarının büyük ölçüde süreklilik kazandığı, neredeyse her yıl yeni çalışmaların gerçekleştirildiği bir araştırma evresine girilmiştir. Ancak fosil polen çalışmalarının erken dönemde bu şekilde bir karakter kazanmasının temel nedeni, Anadolu'daki ilk çalışmaların 1967'den itibaren sınırlı sayıda araştırmacı tarafından yürütülmüş olmasıdır. Nitekim bu dönemde gerçekleştirilen çalışmaların büyük bir kısmı, tek bir araştırma kapsamında birden fazla gölden alınan karotlara ait fosil polen verilerinin birlikte değerlendirilmesi esasına dayanmaktadır. Bu yaklaşım, bireysel alanlardan ziyade daha geniş ölçekte bölgesel vejetasyon ve iklim tarihinin ortaya konulmasını amaçlamıştır. Bu duruma örnek olarak, van Zeist (1975) tarafından gerçekleştirilen ve Gölbaşı Gölü, Bozova, Köyceğiz Gölü, Karamık Bataklığı, Hoyran Gölü, Beyşehir Gölü I ve Söğüt Gölü gibi farklı alanlardan elde edilen fosil polen verilerinin tek bir yayın içerisinde sunulduğu araştırma gösterilebilir. Çalışmanın sonuçları *Late Quaternary Vegetation and Climate of Southwestern Turkey* başlığı altında yayımlanmış ve Güneybatı Anadolu'nun Geç Kuvaterner vejetasyon ve iklim dinamiklerine ilişkin bölgesel bir çerçeve sunmuştur (van Zeist vd., 1975).

Bölgesel yaklaşımın diğer bir örneği Bottema ve Woldring (1984) tarafından yürütülen çalışmada da görülmektedir. Ova Gölü, Avlan Gölü, Beyşehir Gölü II, Gölhisar Gölü I, Elmalı, Akgöl (Adabağ) ve Pınarbaşı alanlarından elde edilen fosil polen sonuçları, *Late Quaternary Vegetation and Climate of Southwestern Turkey Part II* başlığı altında değerlendirilmiştir (Bottema ve Woldring, 1984). Bu çalışmada da, birden fazla lokalitenin verilerini bir araya getirerek bölgesel ölçekte paleovejetasyon rekonstrüksiyonuna odaklanmıştır. Aynı metodolojik yaklaşım, 1993–1994 yıllarında gerçekleştirilen ve Abant Gölü II, Tuzla Gölü I, Yenicağa Gölü II, Tatlı Gölü, Ladik Gölü, Adatepe, Büyüköl, Demiryurt Gölü, Küçük Akgöl, Kaz Gölü, Melen ve Seyfe olmak üzere toplam 12 farklı gölden elde edilen fosil polen verilerinin tek bir çalışma kapsamında sunulduğu araştırmada da sürdürülmüştür (Bottema vd., 1993). Bu araştırma sonuçları, *Late Quaternary Vegetation History of Northern Turkey* başlığıyla yayımlanmış ve Kuzey Anadolu'nun Geç Kuvaterner

vejetasyon tarihinin anlaşılmasına yönelik bölgesel bir değerlendirme sunmuştur. Çalışmaların başlıkları ve ele alınan göllerin coğrafi dağılımı, bu erken dönem fosil polen araştırmalarının temel amacının, belirli bir alanın veya bölgenin uzun dönemli vejetasyon tarihini ortaya koymak olduğunu açıkça göstermektedir.

Fosil polen çalışmalarında 1995–2007 yılları arasında belirli bir süreklilik gözlenmekle birlikte, 1995 öncesinde yaygın olan “tek bir çalışmada birden fazla lokalitenin birlikte değerlendirilmesi” yaklaşımının bir süre daha devam etmiştir. Bu duruma örnek olarak, Çakırca, Gölyaka, Kuşçenneti II, Apolyont, Ilıpınar ve Yenişehir alanlarına ait fosil polen sonuçlarının *The Late Quaternary Vegetation History of Western Turkey* başlığı altında sunulduğu çalışma verilebilir (Bottema vd., 2001). Söz konusu çalışma, bir bölgenin genel vejetasyon karakterini anlamaya yönelik bu tür bölgesel sentezlerin son örneklerinden biri olarak değerlendirilebilir. 2000 yılı sonrasında ise tek bir çalışma kapsamında çok sayıda fosil polen verisinin sunulduğu araştırmalar belirgin biçimde azalmıştır. Bu bağlama istisna olarak değerlendirilebilecek çalışma günümüz Burdur ili Ağlasun sınırları içerisinde, Sagalassos Antik Kenti çevresinde gerçekleştirilen doktora çalışmasıdır (Vermoere, 2004). Ancak bu çalışmanın temel amacı, klasik anlamda bölgesel bir paleovejetasyon rekonstrüksiyonu yapmak değil; arkeolojik bir yerleşme olan Sagalassos Antik Kenti çevresinde tarımsal arazi kullanımı bağlamında paleoekolojik süreçleri derinlemesine anlamaktır. Bu nedenle çalışma kapsamında, klasik göl ve sulak alan ortamları dışında, arkeolojik alanlardan elde edilen fosil polen verileri de değerlendirilmiştir.

Fosil polen çalışmalarının gelişiminde 2000’li yıllar öncesinde gerçekleştirilen çalışmalar Anadolu’nun vejetasyon tarihinin ortaya konulmasında son derece kıymetli olup bu alandaki araştırmaların temelini oluşturmaktadır. Bu çalışmalar, Anadolu’nun uzun dönemli bitki örtüsü ve iklim dinamiklerinin anlaşılması açısından öncü nitelikte olmakla birlikte, dönemin yöntemsel ve teknik olanakları nedeniyle bazı ortak sınırlılıkları da bünyesinde barındırmaktadır. Bu erken dönem çalışmalarında sık karşılaşılan temel sınırlılıklardan biri, polen analizlerinin zamansal ve stratigrafik çözünürlüğünün düşük olmasıdır. Bazı alanlarda polen yoğunluğunun çok düşük olması ya da polenin hiç bulunamaması nedeniyle elde edilen kayıtlar, tam anlamıyla bir paleovejetasyon rekonstrüksiyonu sunamamaktadır. Bu duruma örnek olarak Adatepe, Büyükgöl, Ova Gölü, Tatlı Gölü ve Seyfe Gölü gibi alanlar (Bottema vd., 1993; Bottema ve Woldring, 1984) verilebilir. Benzer şekilde Ilıpınar, Çakırca, Kuş Cenneti II ve Gölyaka (Bottema vd., 2001) gibi lokalitelerde de polen çözünürlüğünün sınırlı olduğu kayıtlara örnektir. Bu durumun kısmen, erken dönem çalışmalarında benimsenen bölgesel ölçekli yaklaşımın bir sonucu olduğu söylenebilir. Nitekim birden fazla alanın tek bir çalışma kapsamında ele alınması, uzun karotların tercih edilmesine yol açmış; bu da özellikle uzun zaman aralıklarını

kapsayan sekanslarda örnekleme aralığının genişlemesine ve dolayısıyla çözünürlüğün düşmesine neden olmuştur. Bu bağlamda, Pınarbaşı, Söğüt Gölü, Karamık Bataklığı, Yeniçağa Gölü ve Abant Gölü gibi Geç Buzul ve daha erken dönemlere uzanan çalışmalarda (Beug, 1967; Bottema vd., 1993; Bottema ve Woldring, 1984; van Zeist vd., 1975), polen çözünürlüğünün görece düşük olduğu görülmektedir.

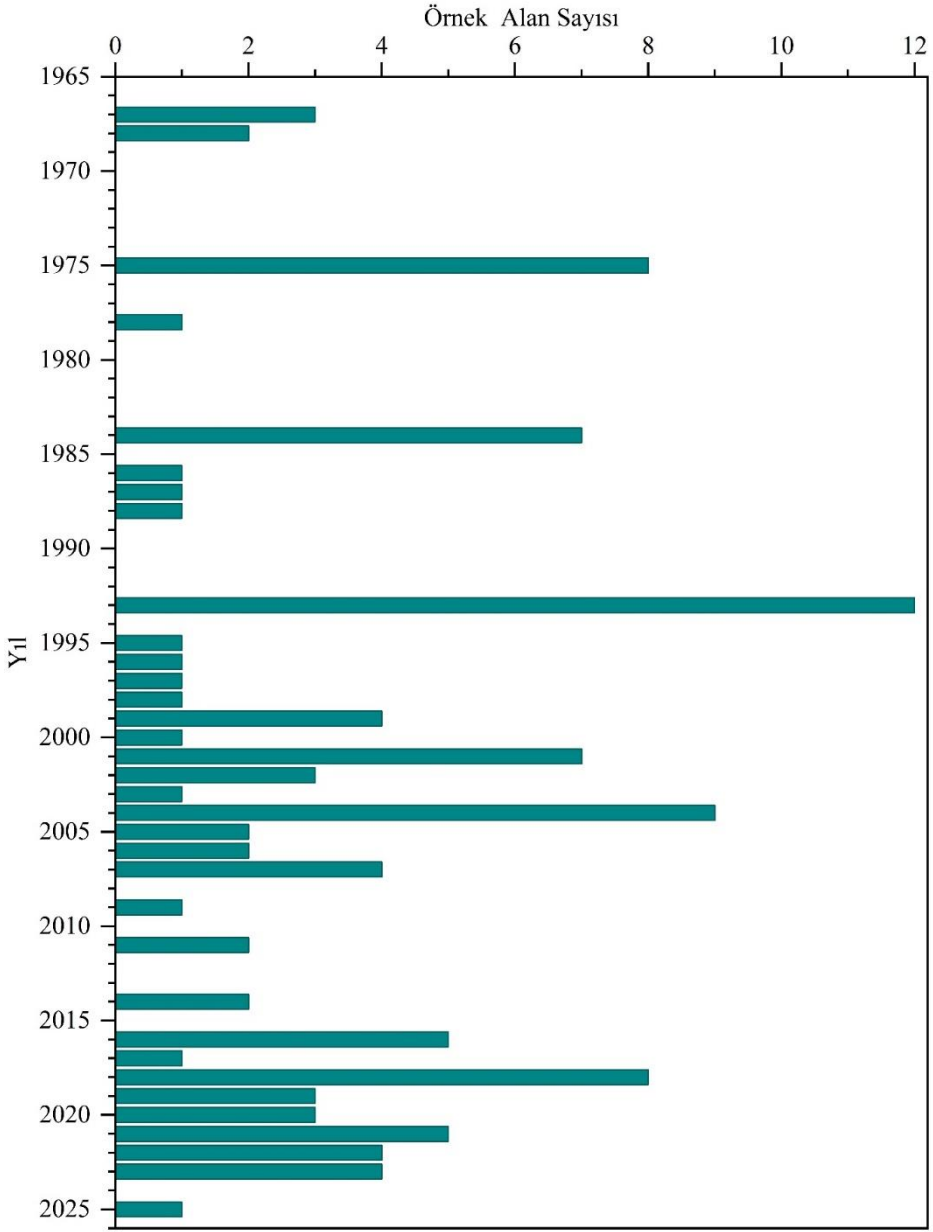
Erken dönem fosil polen çalışmalarında karşılaşılan bir diğer önemli sınırlılık ise tarihlendirme problemleridir (Şenkul vd., 2024). Bazı alanlarda radyokarbon tarihlendirmesi için uygun organik materyalin bulunamaması nedeniyle kronolojik çerçeve yeterince ayrıntılandırılmamıştır. Avlan Gölü, Elmalı, Tuzla Gölü ve Göllhisar Gölü I (Bottema vd., 1993; Bottema ve Woldring, 1984) gibi alanlarda bu durum belirgin olup, elde edilen fosil polen sonuçları doğrudan zamansal bir kronolojide yorumlanamamıştır. Bu eksiklik, söz konusu kayıtların vejetasyon değişimlerini ayrıntılı bir zamansal bağlam içerisinde değerlendirmesini sınırlandırmıştır.

Bir bölgenin paleovejetasyon ve paleoiklim özelliklerini açıklamayı amaçlayan erken dönem çalışmaların ardından, 2000’li yıllardan itibaren araştırmaların karakterinde belirgin bir değişim yaşanmıştır. Bu dönemde çalışmalar, daha çok belirli bir alanın paleovejetasyonu ve paleoiklimine odaklanmış; tek bir göl veya sulak alan özelinde yürütülen, bağımsız ve münferit araştırmaların yanı sıra ulusal ve uluslararası projeler kapsamında gerçekleştirilen çalışmaları da içermiştir (Biltekin vd., 2018; Şenkul vd., 2018c, 2023; Shumilovskikh vd., 2016). Söz konusu çalışmaların bir bölümü yurt içinde yürütülen lisansüstü araştırmalar kapsamında gerçekleştirilmiştir (Bozkurt, 2021; Doğan, 2017, 2022; Doğan vd., 2025b; Kalıpçı, 2019; Memiş, 2017; Şenkul vd., 2018e, 2018d, 2022; Şenkul ve Doğan, 2018; Şenkul ve Kalıpçı, 2019; Topuz vd., 2023). Bunun yanında, yurt dışı araştırmacılar tarafından gerçekleştirilen lisansüstü çalışmalar da önemli bir yer tutmaktadır (England, 2006; Miebach, 2016; Vermoere, 2004). Anadolu’da fosil polen çalışmalarının yabancı araştırmacılar tarafından lisansüstü kapsamında gerçekleştirilmesi önceki dönemlerde de mevcuttur (Eastwood, 1997; Sullivan, 1989). Kavramsal, mekânsal ve zamansal ölçeklerdeki bu odaklanma polen verilerinden elde edilen bazı olguların daha derinlemesine anlaşılmasına ve yeni çıkarımların ortaya konulmasına olanak sağlamıştır (Doğan vd., 2025a, 2025b; England vd., 2008; Miebach vd., 2016; Shumilovskikh vd., 2016; Vermoere vd., 2002).

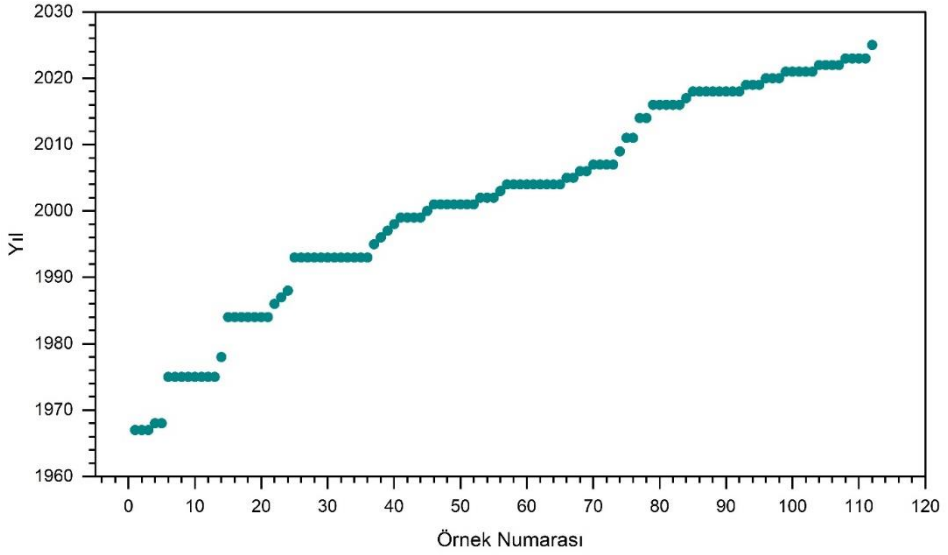
Anadolu’daki fosil polen çalışmaları açısından bir diğer önemli gelişme ise, yalnızca münferit polen verileri sunan araştırmaların ötesine geçilerek çoklu veri yaklaşımlarının yaygınlaşmasıdır. Bu kapsamda polen verileri; jeolojik, sedimantolojik, arkeolojik ve diğer paleoçevresel verilerle birlikte de

değerlendirilmiştir (Doğan, 2022; Dönmez vd., 2021; Miebach vd., 2016; Roberts vd., 2001, 2016; Shumilovskikh vd., 2016; Stock vd., 2020).

Sonuç olarak, Anadolu sahip olduğu zengin doğal ve kültürel miras nedeniyle fosil polen analizleri açısından önemli bir cazibe merkezi hâline gelmiştir. Günümüze kadar elde edilen yaklaşık 112 polen diyagramı (Şekil 4) sayesinde Anadolu'nun paleovejetasyonunun yeniden kurgulanması, ormanların ilerleme ve gerileme dönemlerinin belirlenmesi, vejetasyon üzerindeki insan etkisinin ortaya konulması ve polen analizleri yoluyla bölgenin paleoiklim özelliklerine ilişkin kapsamlı bilgiler elde edilmiştir.

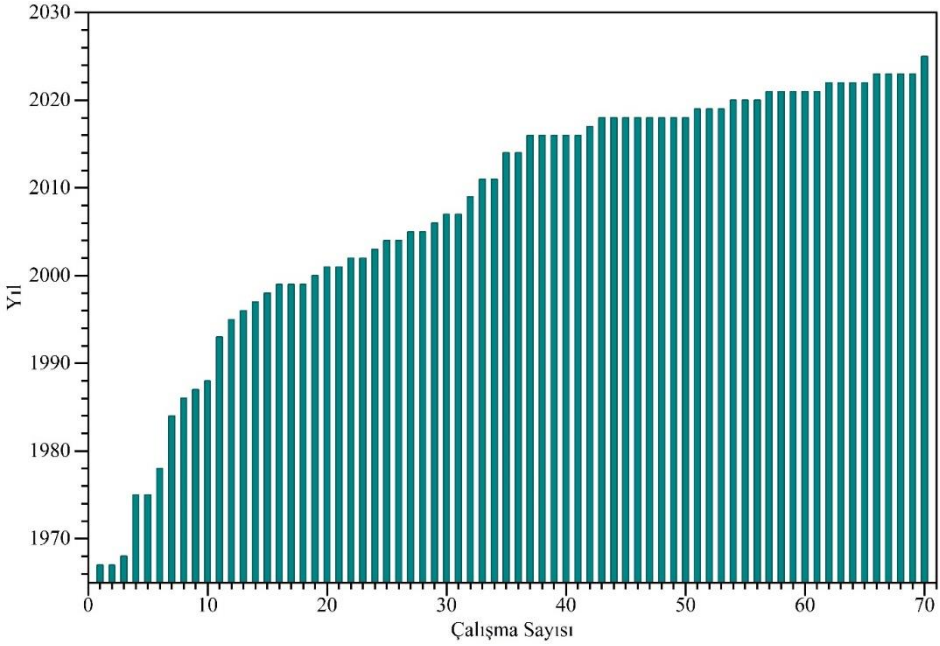


Şekil 3. Anadolu’da yayımlanan fosil polen diyagramlarının yıllara göre sayısı



Şekil 4. Anadolu'daki fosil polen diyagramlarının yıllara göre dağılımı

Fosil polen çalışmaları kapsamında değerlendirilen toplam 112 farklı polen diyagramı (Şekil 4), ait oldukları göl ve sulak alanların tarihsel gelişimlerinin yanı sıra, 70 farklı yayında yayımlanmıştır (Şekil 5). Bu değerlendirmeye, aynı örnek alanlara ait ikincil ve üçüncül nitelikteki yayınlar dâhil edilmemiştir. Anadolu'daki erken dönem çalışmalarda, birden fazla göle ait polen verisinin tek bir yayında birlikte sunulması (Beug, 1967; Bottema vd., 1993, 2001; Bottema ve Woldring, 1984; van Zeist vd., 1968), polen diyagramlarının yayımlanma biçimi açısından belirgin bir farklılık ortaya koymaktadır. Örneğin, 1960–1970 yılları arasında 5, 1970–1980 arasında 9, 1980–1990 arasında 10 ve 1990–2005 döneminde ise 45 farklı alana ait polen diyagramı yayımlanmıştır (Şekil 3, 4 ve 5). Bu çerçevede, 2005 yılı öncesinde sunulan toplam polen diyagramı sayısı 65 olup, bu değer tüm polen diyagramlarının yaklaşık %58'ine karşılık gelmektedir. Ancak söz konusu 65 polen diyagramı yalnızca 26 farklı yayında sunulmuştur ve bu sayı, toplam yayın sayısının yaklaşık %23'ünü oluşturmaktadır (Şekil 5). Bu durum, 2005 öncesi ve sonrasında gerçekleştirilen polen çalışmalarının karakterindeki değişimi açık biçimde ortaya koymaktadır. Erken dönem çalışmalar, daha çok çoklu örnek alanlarını tek bir yayın altında toplayan bölgesel yaklaşımlar sergilerken; sonraki dönemlerde polen araştırmalarının giderek daha münferit, alan-odaklı ve ayrıntılı yerel çalışmalara yöneldiğinin önemli bir göstergesi niteliğindedir.



Şekil 5. Anadolu'daki fosil polen diyagramlarının yer aldığı yayınların yıllara göre gelişimi

5.2. Güncel Polen Çalışmaları

Uluslararası alanda güncel polen determinasyonu, farklı biçimlerde tasarlanmış polen tuzakları, karayosunu örnekleri, gölsel veya sulak alanlardan elde edilen yüzey sedimanları ile karasal alanlardan alınan toprak örnekleri kullanılarak gerçekleştirilmektedir. Anadolu'daki güncel polen çalışmalarında da benzer şekilde, güncel polen verileri farklı örnekleme noktaları ve yöntemleri aracılığıyla elde edilmiştir. Anadolu'daki güncel polen çalışmalarının tarihsel gelişimine bakıldığında (Şekil 6, 7 ve 8), bu çalışmaların neredeyse fosil polen araştırmalarıyla eş zamanlı olarak başladığı görülmektedir. İlk fosil polen çalışmalarının yayımlandığı 1967 yılını takiben, “Studies of modern and Holocene pollen precipitation in southeastern Turkey” başlığıyla yayımlanan çalışmada (van Zeist vd., 1968), Güneydoğu Anadolu'nun hem güncel hem de paleovejetasyon yapısını anlamaya yönelik araştırmalar birlikte yürütülmüştür. Bu çalışma, Anadolu'daki güncel polen araştırmalarının başlangıcıdır. Bunu izleyen “Late Quaternary Vegetation and Climate of Southwestern Turkey” başlıklı çalışmada da benzer bir yaklaşımla hem fosil hem de güncel polen verileri değerlendirilmiştir (van Zeist vd., 1975). Aynı yaklaşım, “Late Quaternary vegetation history of northern Turkey” başlıklı çalışmada da sürdürülmüş ve fosil ile güncel polen verileri birlikte ele alınmıştır (Bottema vd., 1993).

Anadolu'daki ilk fosil polen çalışmalarına güncel polen araştırmalarının erken dönemde dâhil edilmesi, palinolojinin birinci evresi olarak tanımlanan nc Fazı (1916–1950) döneminin metodolojik yaklaşımının bir yansımasıdır. Her ne kadar ilk fosil polen diyagramı 1916 yılında ortaya konmuş olsa da, bu dönem aynı zamanda yöntemsel sorgulamaların, iyileştirmelerin ve sınırlılıkların yoğun biçimde tartışıldığı bir süreci temsil etmektedir. Nitekim von Post, yöntemini kamuoyu önünde ilk kez 10–15 Temmuz 1916 tarihleri arasında Kristiania'da (Oslo) düzenlenen 16. İskandinav Doğa Bilimcileri Konferansı'nda tanıtırken, polen analizine ilişkin temel metodolojik ilkeleri ayrıntılı biçimde ele almıştır (Birks ve Berglund, 2017; De Klerk, 2018; Von Post, 1918, 1967). Bu bağlamda von Post, güncel polen çalışmalarıyla ilişkili olarak; ağaç taksonlarının farklı yıllarda değişkenlik gösteren polen üretimine dikkat çekmiş, taksonlara ait polen üretkenliği bilinmediği sürece polen yüzdelerinin ormanlardaki gerçek takson oranlarına doğrudan evrilemeyeceğini vurgulamıştır. Ayrıca fosil polen diyagramlarının ayrıntılı biçimde yorumlanabilmesi için, öncelikle güncel polen dağılımının kapsamlı şekilde incelenmesi gerektiğini belirtmiştir (Birks ve Berglund, 2017; De Klerk, 2018). Dolayısıyla, güncel polen çalışmalarının yaygınlaştırılması ve fosil polen araştırmaları için bir önkoşul olarak ele alınması gerektiği yönündeki bu yaklaşım, dünya genelinde olduğu gibi (Birks ve Berglund, 2017) Anadolu'da da başarıyla uygulanmıştır.

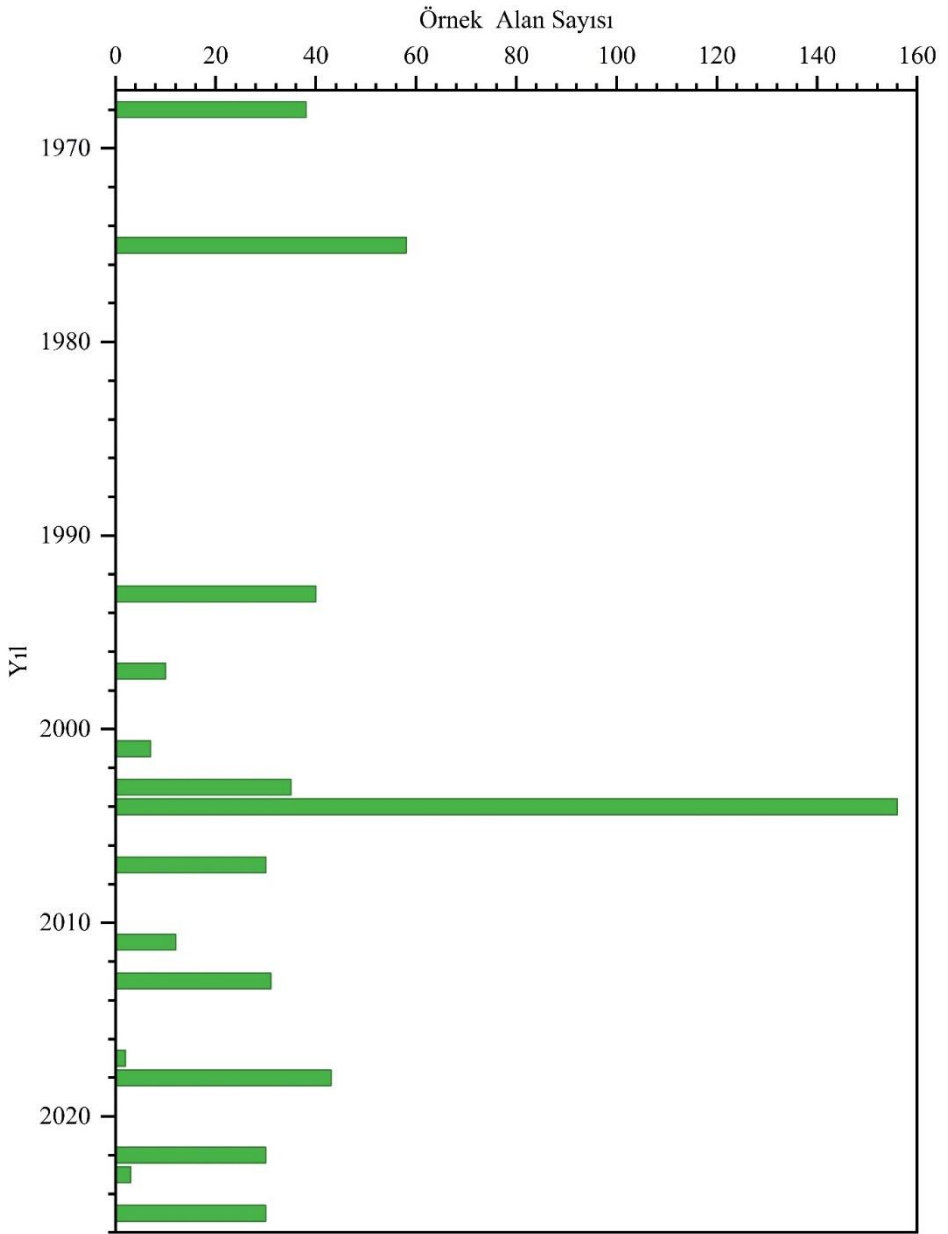
Anadolu'daki ilk dönem güncel polen çalışmalarında (Bottema vd., 1993; van Zeist vd., 1968, 1975) temel amaç, bir orman ya da bölgenin güncel polen dağılımını doğrudan belirlemekten ziyade, fosil polen verileri için bir karşılaştırma ve benzeşim zemini oluştırmaktır. Bu yaklaşım, bira istisna dışında, Anadolu'daki güncel polen çalışmalarında uzun süre boyunca benimsenmiştir. Güncel polen çalışmalarının başlangıcından Karlıoğlu'nun 2011 yılında gerçekleştirdiği çalışmaya kadar olan süreçte, bu çalışmalar genellikle aynı ya da yakın çevrede yürütülen fosil polen araştırmalarıyla ilişkili olarak yapılmıştır. Fosil polen verilerinden bağımsız olarak, bir alanın güncel polen dağılım özelliklerini belirlemeye yönelik ilk alışma, Istranca ve Belgrad ormanlarında gerçekleştirilmiştir (Karlıoğlu, 2011). Bunu izleyen dönemde, fosil polen çalışmalarıyla ilişkili güncel polen araştırmaları sürdürülmüş (Doğan, 2017; Memiş, 2017; şenkul ve Doğan, 2018; şenkul ve Kalıpi, 2019; Shumilovskikh, 2013), aynı zamanda belirli alanların güncel polen dağılımını ortaya koymaya yönelik ilk ulusal ölçekli güncel polen projeleri de hayata geçirilmiştir (şenkul vd., 2018b).

Genel olarak Anadolu'daki güncel polen çalışmalarının büyük bölümü tek yıllık güncel polen dağılımını belgelemeye odaklanmıştır (Bottema vd., 1993, 2001; Eastwood, 1997; England, 2006; Ergin vd., 2024; Kaniewski vd., 2007; şenkul ve Doğan, 2018; Shumilovskikh, 2013; van Zeist vd., 1968, 1975; Vermoere, 2004; Vermoere vd., 2000, 2001, 2003; Woldring ve Bottema, 2002). Buna karşın, tek yıllık

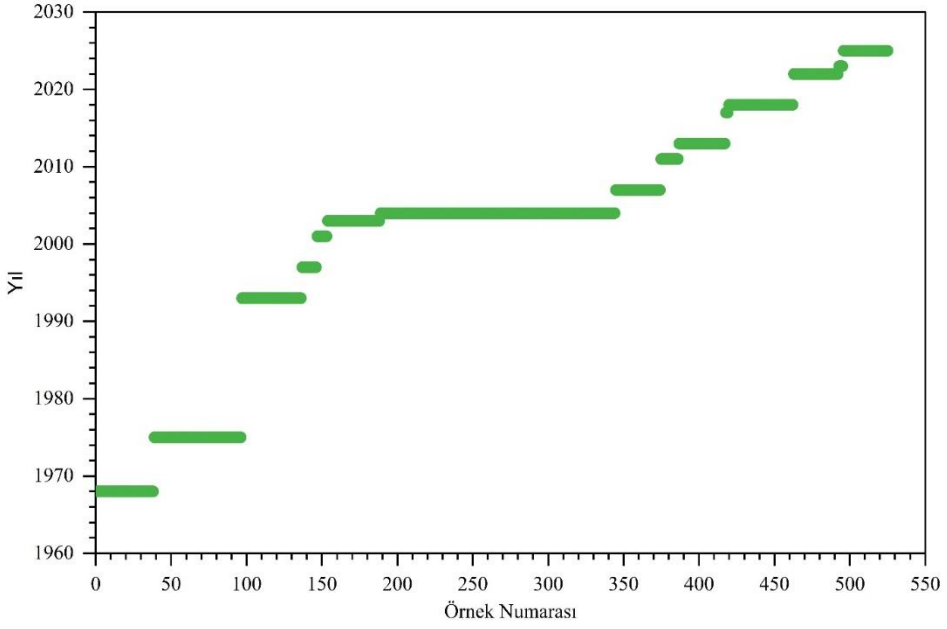
olmayan (çok yıllık) güncel polen çalışmaları literatürde azınlıkta olmakla birlikte son yıllarda yapılan çalışmalar sayesinde mevcuttur (Doğan ve Şenkul, 2022; Karlıoğlu Kılıç vd., 2019, 2022, 2023; Karlıoğlu, 2011; Şenkul vd., 2018c, 2018b, 2018a).

Anadolu'daki güncel polen çalışmalarının tarihsel gelişimi kapsamında değerlendirilen 525 örnekleme noktasına ait veri seti, toplam 22 farklı çalışmadan elde edilmiştir (Şekil 8). Aynı örnek alandan elde edilen ikincil veriler ya da farklı yıllara ait tekrar ölçümler kapsam dışı bırakılmış; yalnızca her bir alan için özgün olarak sağlanan veri setleri değerlendirmeye alınmıştır. Bu bağlamda, 525 noktaya ait veri setinin yalnızca 22 çalışmadan elde edilmiş olması (Şekil 8), fosil polen çalışmalarının sayısı (70 farklı çalışma) ile karşılaştırıldığında oldukça sınırlıdır. Bu 22 çalışmanın zamansal dağılımı incelendiğinde, 2000 yılı sonrasında belirgin bir artış olduğu görülmektedir. 2000 yılı öncesinde yalnızca 4 çalışmada güncel polen verisi elde edilmiştir. Toplam 525 noktanın yaklaşık %67'si 2003, 2004, 2007, 2013, 2018, 2022 ve 2025 yıllarında gerçekleştirilmiş çalışmalara aittir. Örnekleme noktası sayısı açısından değerlendirildiğinde, verilerin yaklaşık %29'u 2000 yılı öncesindeki 4 çalışmadan sağlanmıştır (bu çalışmalar toplam çalışma sayısının yaklaşık %18'ini oluşturmaktadır). Ayrıca, 525 noktaya ait verilerin yaklaşık %30'u, 2004 yılında Vermoere tarafından gerçekleştirilen çalışmadan elde edilmiştir. Çalışmaların yıllara göre dağılımı dikkate alındığında ise, en fazla güncel polen çalışmasının 2018 yılında gerçekleştirildiği görülmektedir.

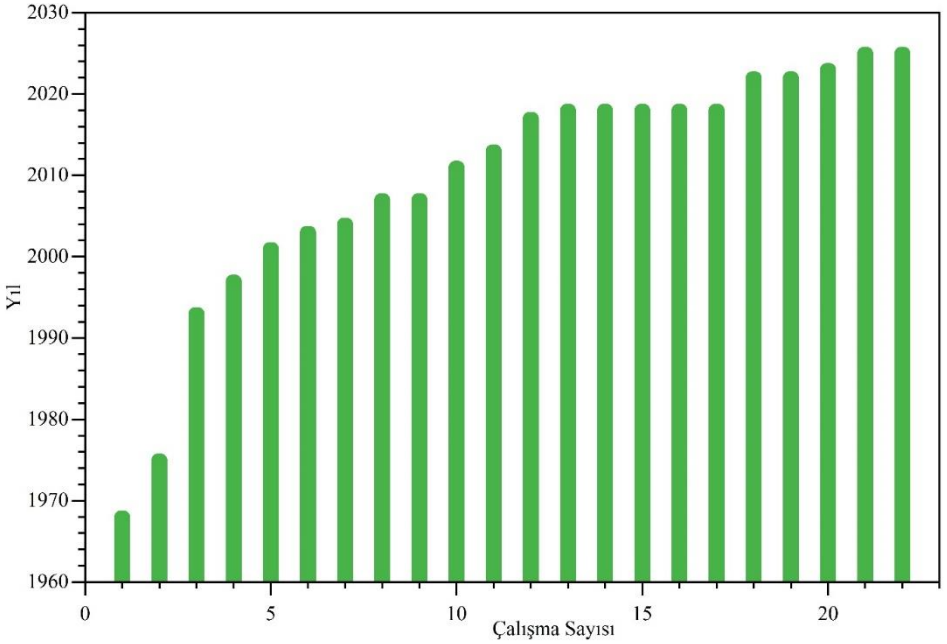
Sonuç olarak, Anadolu'daki güncel polen çalışmaları fosil polen çalışmalarıyla büyük ölçüde senkron bir biçimde başlamış ve zaman içerisinde Anadolu'nun farklı alan ve bölgelerine ait veriler sunmuştur. Güncel polen çalışmalarının büyük bölümü tek yıllık örneklemeye dayalı olup, ağırlıklı olarak yosun ve yüzey örnekleri kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Bu bağlamda, sistematik bir örnekleme yaklaşımı benimsenmesi; uzun yıllara yayılan çalışmaların yürütülmesi ve polen tuzaklarının da örnekleme stratejisine dâhil edilmesi, güncel polen dağılımının zamansal değişiminin daha sağlıklı biçimde izlenmesini sağlayacaktır. Böyle bir yaklaşım, kıtasal ölçekte veri setleri arasındaki senkronizasyonu artırırken, dönemsel hava olayları ya da diğer çevresel etkenler nedeniyle polen dağılım mekanizmalarında meydana gelen kısa süreli değişimlerin etkisini de minimize edecektir. Ayrıca, belirli ağaç türleri, arazi kullanımı tipleri, vejetasyon formasyonları ve farklı ekolojik ortamlardan elde edilecek güncel polen verileri, karakteristik alanlara özgü polen dağılım örüntülerinin daha iyi anlaşılmasına katkı sağlayacaktır. Bu durum, fosil polen kayıtlarının yorumlanmasında kullanılacak modern analogların güçlenmesine ve daha sağlam bir benzeşim ilişkisinin kurulmasına olanak tanıyacaktır.



Şekil 6. Anadolu’da güncel polen örnek noktalarının yıllara göre sayısı



Şekil 7. Anadolu'daki güncel polen örnek noktalarının yıllara göre dağılımı



Şekil 8. Anadolu'daki güncel polen örnek noktalarının yer aldığı yayınların yıllara göre gelişimi

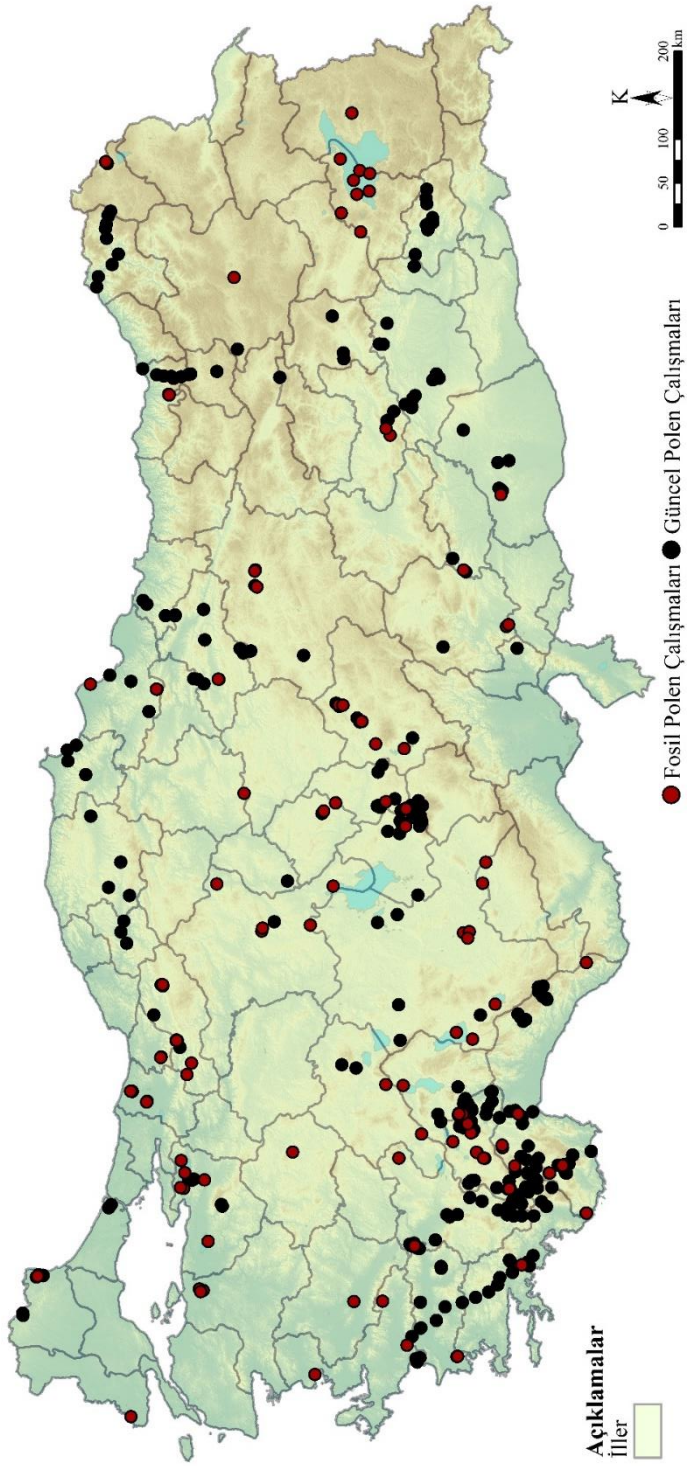
6. POLEN ÇALIŞMALARININ MEKÂNSAL DAĞILIM ÖZELLİKLERİ

6.1. İllere Göre Dağılışı

Anadolu'daki polen çalışmaları açısından bir diğer önemli özellik, fosil ve güncel polen noktalarını coğrafi dağılışı örüntüleridir (Şekil 9). Fosil ve güncel polen verilerinden elde edilen paleovejetasyon, paleoiklim, arazi kullanımı, insan etkisi ve modern vejetasyon-polen ilişkilerinin yorumlanmasında; göl karakteristikleri, çalışmanın yürütüldüğü alanın ekolojik özellikleri, örnekleme yöntemi ve örnekleme süresi gibi çok sayıda faktör polen sonuçları için temel bir arka plan oluşturmaktadır. Bu bağlamda, polen noktalarının coğrafi dağılışı yalnızca çalışma yoğunluğunu değil, aynı zamanda elde edilen bilginin mekânsal temsil gücünü de belirlemektedir. Bu nedenle, Anadolu'daki polen noktalarının dağılışı; iller, havzalar, fitocoğrafik bölgeler ve coğrafi bölgeler temelinde değerlendirilmiştir. Fosil ve güncel polen noktalarının alansal dağılışı karşılaştırıldığında, her iki veri seti için hem ortak hem de ayrıışan örüntüler ortaya çıkmaktadır.

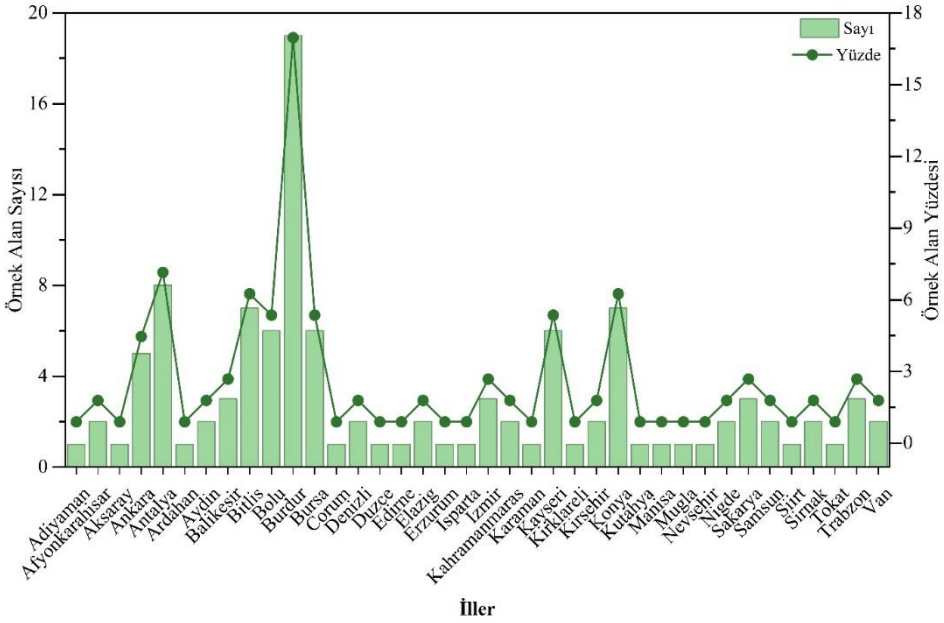
Fosil polen noktalarının dağılışında belirli bölgelerde belirgin bir yoğunlaşma (kümeleşme) görülmektedir. Bu odaklanmalar başlıca Güney Marmara ve çevresi, Van Gölü havzası, Orta Anadolu ve Güneybatı Anadolu'da yoğunlaşmaktadır. Güncel polen noktalarının dağılışı incelendiğinde ise, genel olarak fosil polen noktalarının yoğunlaştığı alanlara benzer bir örüntü izlendiği görülmektedir (Şekil 9). Daha önce de vurgulandığı üzere, ilk dönem güncel polen çalışmaları fosil polen çalışmalarıyla senkron bir şekilde başlamış ve çoğunlukla fosil polen çalışmalarının yürütüldüğü alanlarda modern polen dağılımının belirlenmesini amaçlamıştır. Bu nedenle, özellikle Güneybatı Anadolu ve Orta Anadolu, hem fosil hem de güncel polen noktaları açısından ortak yoğunlaşma alanları olarak öne çıkmaktadır. Bu alanları ikinci derecede Orta Karadeniz bölümü takip etmektedir. Bununla birlikte, güncel polen noktalarının alansal temsil gücü fosil polen noktalarına kıyasla daha geniştir. Bu durum, dağılışı haritaları üzerinde değerlendirildiğinde, fosil ve güncel polen noktalarının her zaman aynı noktalarda yoğunlaşmadığını ortaya koymaktadır. Örneğin, Güneydoğu Anadolu ve çevresinde fosil polen çalışmaları görece seyrek olmakla birlikte dar bir alansal dağılım sunarken, güncel polen noktaları bölgenin neredeyse tamamına yayılmış durumdadır. Benzer bir durum Batı Karadeniz çevresi için de geçerlidir; bu bölgede geniş alanları kapsayan güncel polen noktaları bulunmasına rağmen, bu çalışmalarla doğrudan ilişkilendirilebilecek yakın konumda fosil polen noktaları oldukça sınırlıdır.

Anadolu’da fosil polen çalışmaları açısından en önemli odak alanlarından biri olan Van Gölü havzası, ülkenin en uzun süreli karot kayıtlarını barındırmasına rağmen, bu alanın çevresinde güncel polen çalışmalarının bulunmamasıyla diğer bölgelerden ayrılmaktadır. Bu durum, fosil ve güncel polen verileri arasındaki modern analog ilişkisinin bu havza için sınırlı kalmasına neden olmaktadır. Bir diğer dikkat çekici rnek Doğu Karadeniz bölümüdür. Bu bölgede gerçekleştirilen güncel polen çalışmaları, büyük ölçüde Karadeniz denizel karotlarından elde edilen fosil polen verilerinin yorumlanmasına eşlik eden çalışmalar kapsamında yürütülmüştür (Shumilovskikh, 2013). Dolayısıyla Doğu Karadeniz’deki güncel polen çalışmaları, karasal fosil polen çalışma noktalarından bağımsız bir alansal dağılım sergilemektedir. Fosil polen çalışmalarının görece seyrek olarak yürütüldüğü bir diğer alan ise Güney Marmara ile Güneybatı Anadolu arasında yer alan Batı Anadolu’nun hem kıyı hem de i kesimleridir. Bu bölgede güncel polen çalışmalarının da sınırlı olması, modern–fosil polen karşılaştırmaları açısından önemli bir boşluk oluşturmaktadır. Tüm bu veriler birlikte değerlendirildiğinde, polen çalışmalarının farklı dönemleri temsil etmesine rağmen, bölgesel ölçekte Orta Anadolu ve Güneybatı Anadolu için güçlü bir fosil–güncel polen ilişkiselliği sunulduğu görülmektedir. Buna karşılık, diğer bölgelerde geçmiş–günümüz ilişkisine yönelik polen yoğunlukları bazı alanlarda fosil polen lehine, bazı alanlarda ise güncel polen lehine görece düşük düzeyde kalmaktadır.



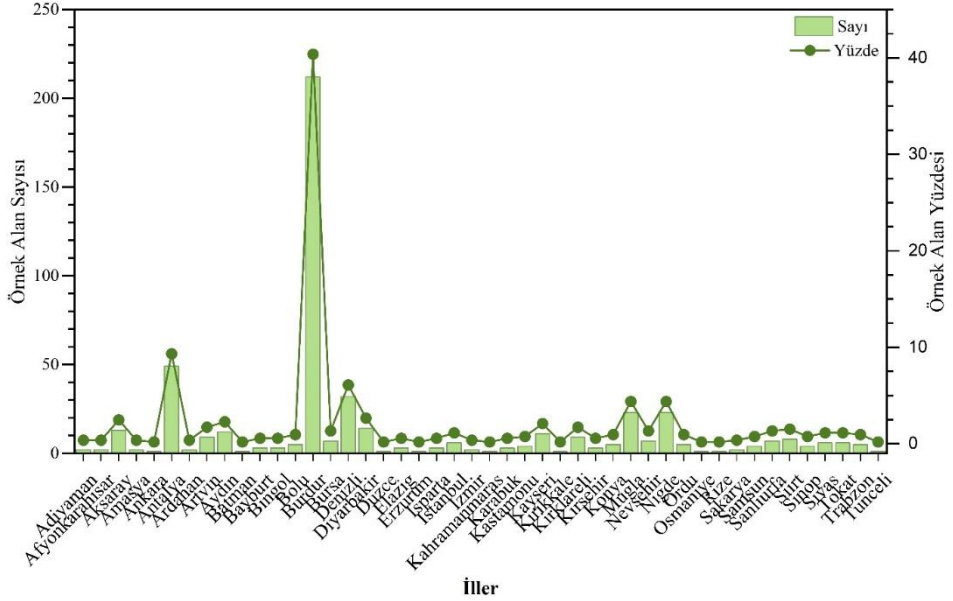
Şekil 9. Fosil ve güncel polen noktalarının il sınırlarına göre dağılım haritası

Fosil polen noktalarının illere göre dağılımı incelendiğinde (Şekil 10 ve 13), Anadolu genelinde 38 farklı il sınırları içerisinde fosil polen çalışması gerçekleştirilmiştir. Bu iller arasında, Güneybatı Anadolu'daki yoğunlaşmanın bir yansıması olarak Burdur (%16,9) ve Antalya (%7,1) fosil polen noktalarının en yoğun olduğu illerdir. Bu illeri, Van Gölü havzasını temsilen Bitlis (%6,2), Orta Anadolu'yu temsilen Konya (%6,2), Kayseri (%5,3) ve kısmen Ankara (%4,4), Güney Marmara ve çevresini temsilen ise Bolu (%5,3) ve Bursa (%5,3) izlemektedir. Diğer illerin büyük çoğunluğu ise fosil polen nokta oranı %2 ve %1'in altında kalan illerden oluşmaktadır.



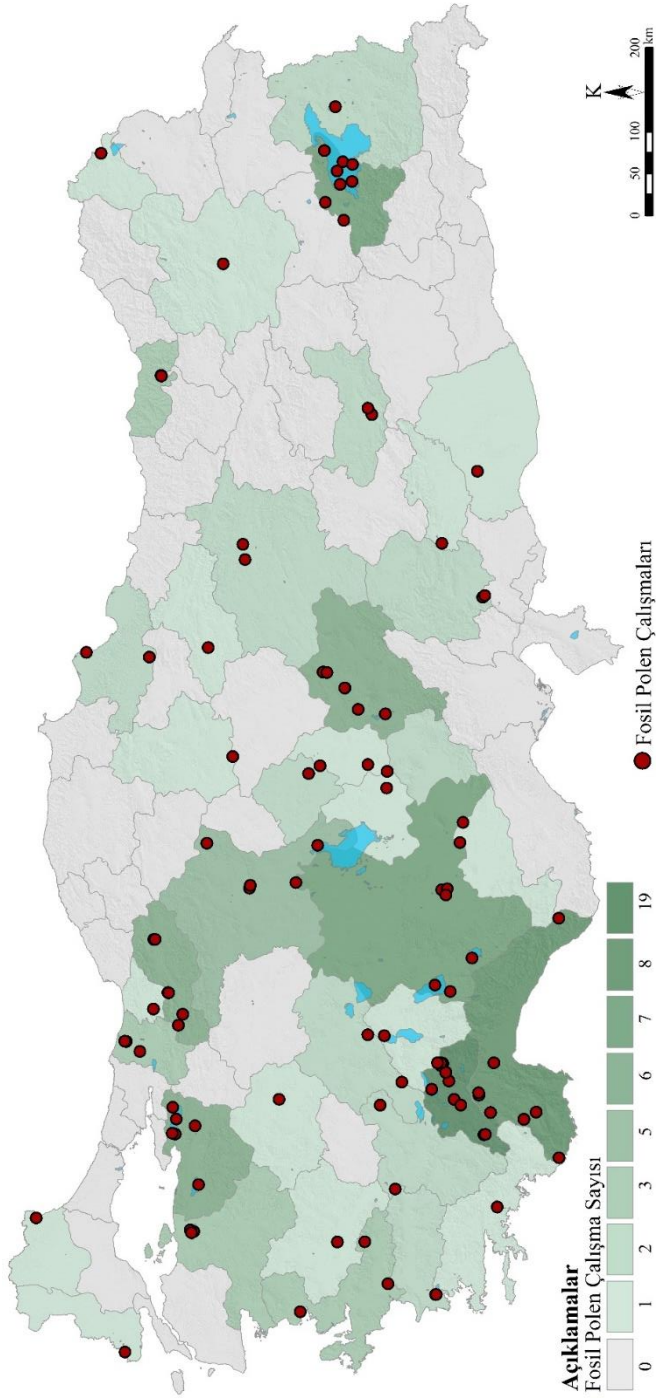
Şekil 10. İllere göre fosil polen noktalarının sayısı ve yüzdesel dağılımı

Anadolu'daki güncel polen çalışmalarının iller bazındaki dağılışı örüntüsü (Şekil 11 ve 14), fosil polen noktalarının dağılışıyla büyük ölçüde benzerdir. İller bazında güncel polen örnekleme noktalarının en yoğun olduğu il Burdur (%40,38) olup, bunu Antalya (%9,33) ve Denizli (%6,10) izlemektedir. Diğer öne çıkan iller Muğla (%4,38), Niğde (%4,38), Diyarbakır (%2,67), Aksaray (%2,48), Aydın (%2,29), Kayseri (%2,10), Artvin (%1,71), Kırklareli (%1,71), Siirt (%1,52), Bursa (%1,33), Nevşehir (%1,33), Şanlıurfa (%1,33), İstanbul (%1,14), Sivas (%1,14) ve Tokat (%1,14) olarak sıralanmaktadır. Güncel polen örnekleme noktalarının bulunduğu toplam 46 il belirlenmiş olup, 28 ilde bu oran %1'in altında kalmaktadır.

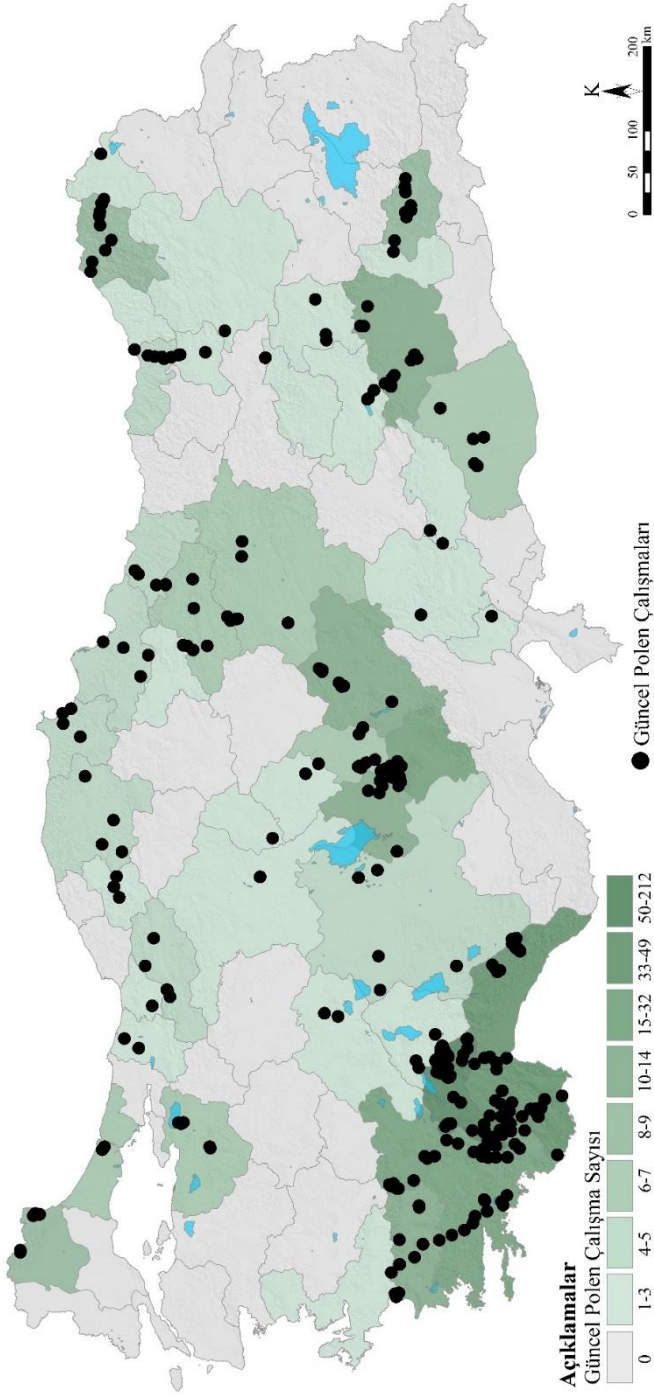


Şekil 11. İllere göre güncel polen örnekleme noktalarının sayısı ve yüzdesel dağılımı

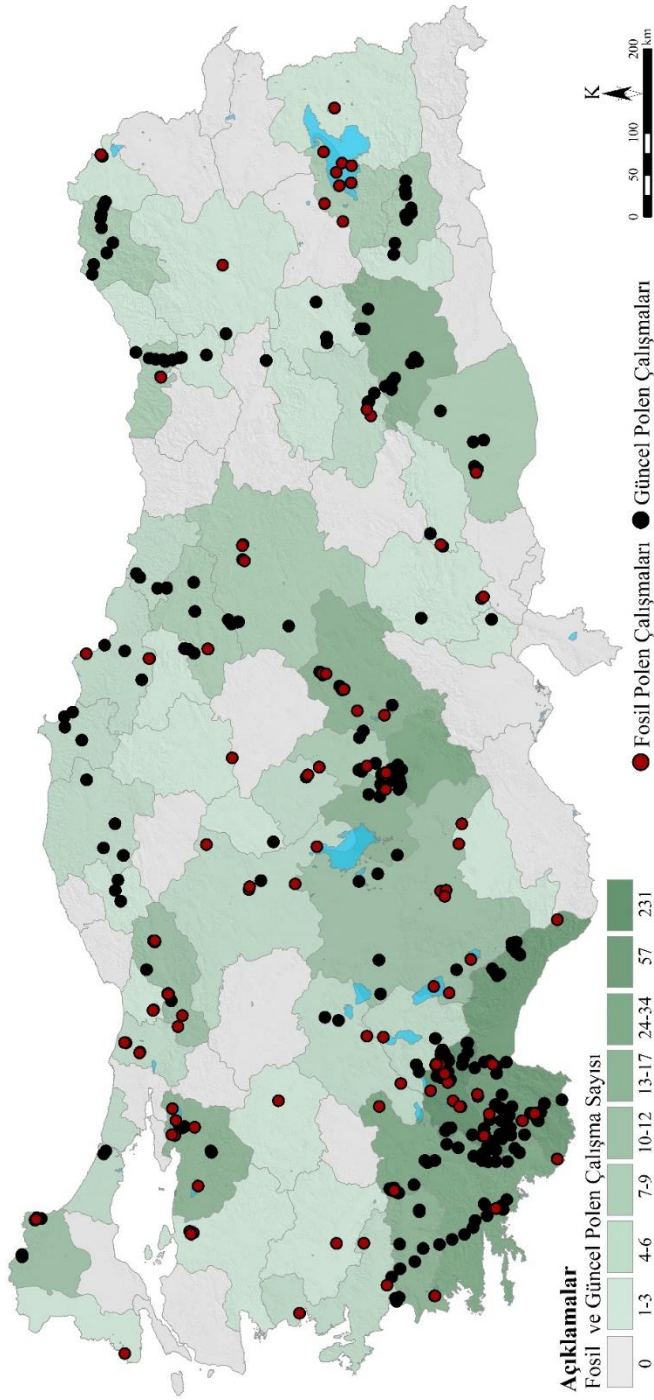
Kümülatif olarak fosil ve güncel polen noktalarının illere göre dağılımı değerlendirildiğinde (Şekil 12 ve 15), toplam 54 ilde en az bir polen çalışmasının gerçekleştirilmiştir. Polen çalışmasının yapıldığı il sayısındaki artış, bazı illerde yalnızca fosil polen çalışmalarının, bazı illerde ise yalnızca güncel polen çalışmalarının bulunmasından kaynaklanmaktadır. İller bazında değerlendirildiğinde, Burdur (%36,26) ve Antalya (%8,95) kümülatif dağılımda ilk sıralarda yer almaktadır. Bu illeri Denizli (%5,34), Niğde (%3,92), Muğla (%3,77), Kayseri (%2,67), Aksaray (%2,20), Aydın (%2,20) ve Diyarbakır (%2,20) izlemektedir. Toplam 54 il içerisinde, 11 ilin polen çalışma yoğunluğu %2'nin altında, 33 ilin yoğunluğu ise %1'in altında kalmaktadır. Toplam 54 il içerisinde illerin %81'inde polen nokta yoğunluğunun %2'nin altında kalması ya da başka bir ifadeyle, yalnızca 10 ildeki polen yoğunluğunun toplam polen sayısının yaklaşık %70'ini oluşturması, polen noktalarının belirli alanlarda belirgin biçimde kümелendiğini açıkça göstermektedir.



Şekil 13. İllere göre fosil polen noktalarının sayısal dağılım haritası



Şekil 14. İllere göre güncel polen noktalarının sayısal dağılım haritası



Şekil 15. İllere göre fosil ve güncel polen noktalarının sayısal dağılım haritası

6.2. Bölgelere Göre Dağılışı

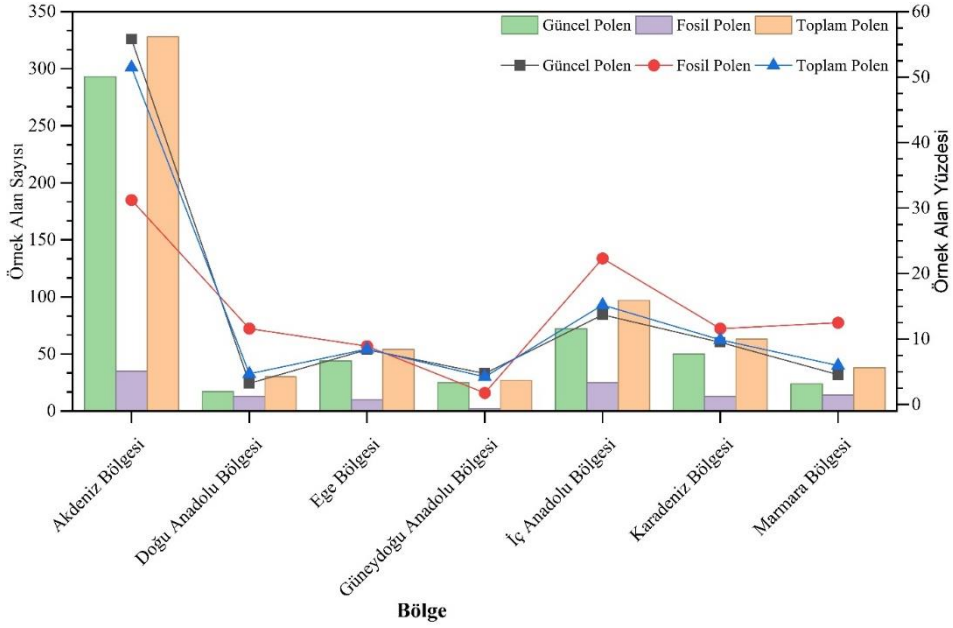
Polen noktalarının mekânsal dağılışı, herhangi bir idari ya da doğal sınır gözetilmeksizin genel örüntüleriyle değerlendirildikten sonra, il ölçeğinde sınıflandırılmış ve ardından Türkiye'nin yedi coğrafi bölgesi temel alınarak analiz edilmiştir. Bu yaklaşımın temel amacı, polen verilerinden elde edilen veya gelecekte üretilen bilgilerin hangi bölgelerde yoğunlaştığını, hangi bölgelerde polen temelli veri setlerinin sınırlı kaldığını ve bölgesel ölçekte dağılışın nasıl bir örüntü sergilediğini ortaya koymaktır. Bu kapsamda güncel polen verilerinin bölgelere göre dağılımı (Şekil 16 ve 17), Akdeniz (%55,8), İç Anadolu (%13,7), Karadeniz (%9,5), Ege (%8,3), Güneydoğu Anadolu (%4,7), Marmara (%4,5) ve Doğu Anadolu Bölgesi (%3,2) şeklindedir. Söz konusu oranlar, Akdeniz Bölgesi'nin güncel vejetasyona ait polen dağılışı özelliklerinin belirlenmesine yönelik oluşturulan veri seti açısından açık ara önde olduğunu göstermektedir. Başka bir ifadeyle, Akdeniz Bölgesi'ndeki güncel polen noktalarının oranı, diğer tüm bölgelerin toplamına (%44,2) kıyasla daha yüksektir.

Akdeniz Bölgesi'nde güncel polen verilerinin sayıca fazla olmasına karşın, bu örnekleme noktalarının bölge geneline homojen biçimde dağılmadığı dikkat çekmektedir. Güncel polen noktalarının büyük çoğunluğu Antalya Bölümü sınırları içerisinde yoğunlaşırken, Adana Bölümü'nde sınırlı sayıda örnekleme noktası bulunmaktadır. Benzer bir durum, güncel polen noktalarının ikinci sırada yoğunlaştığı İç Anadolu Bölgesi için de geçerlidir. Bu bölgede noktalar ağırlıklı olarak Kapadokya ve yakın çevresinde kümelenmiş olup, bölgenin kuzey ve batı kesimlerinde güncel polen verileri görece düşük düzeydedir ya da yok denecek kadar azdır.

Güncel polen noktalarının yoğunluk açısından üçüncü sırada yer aldığı Karadeniz Bölgesi'nde ise diğer bölgelere kıyasla daha dengeli bir mekânsal dağılım söz konusudur. Bölge doğu–batı doğrultusunda geniş bir alan kaplamasına rağmen, Batı, Orta ve Doğu Karadeniz bölümlerinin her birinden güncel polen verilerinin elde edilmiş olması, bu bölgeyi mekânsal temsil açısından görece daha homojen kılmaktadır. Ege Bölgesi'nden elde edilen güncel polen noktalarının dağılışı, genel örüntü bakımından Akdeniz Bölgesi ile benzerlik göstermektedir. Çalışmaların neredeyse tamamı Ege Bölümü sınırları içerisinde yer almakta olup, daha ayrıntılı bir mekânsal değerlendirme yapıldığında örnekleme noktalarının büyük ölçüde Büyük Menderes Vadisi ve bu vadinin güneyinde kalan alanlarda yoğunlaştığı görülmektedir. Bu durum, Antalya Bölümü ile Ege Bölgesi'nin güney kesiminin, Anadolu genelinde güncel polen örnek noktalarının en yoğunlaştığı alanları oluşturduğunu göstermektedir.

Güncel polen örnek noktalarının görece az olduğu Güneydoğu Anadolu, Marmara ve Doğu Anadolu bölgelerinde ise örnekleme sayısı oldukça sınırlıdır.

Marmara Bölgesi'nde güncel polen verileri birkaç noktada kümelenme gösterirken, Doğu ve Güneydoğu Anadolu bölgelerinde yer alan noktaların büyük bölümü, iki bölge arasındaki sınırı oluşturan Toros Dağlık Kuşağı üzerinde ya da bu kuşağın yakın çevresinde konumlanmaktadır. Bu durum, söz konusu alanlarda bölgesel temsilli bir güncel polen veri setinin oluşmadığını ortaya koymaktadır.



Şekil 16. Fosil ve güncel polen noktalarının coğrafi bölgelere göre sayısı ve yüzdesel dağılımı

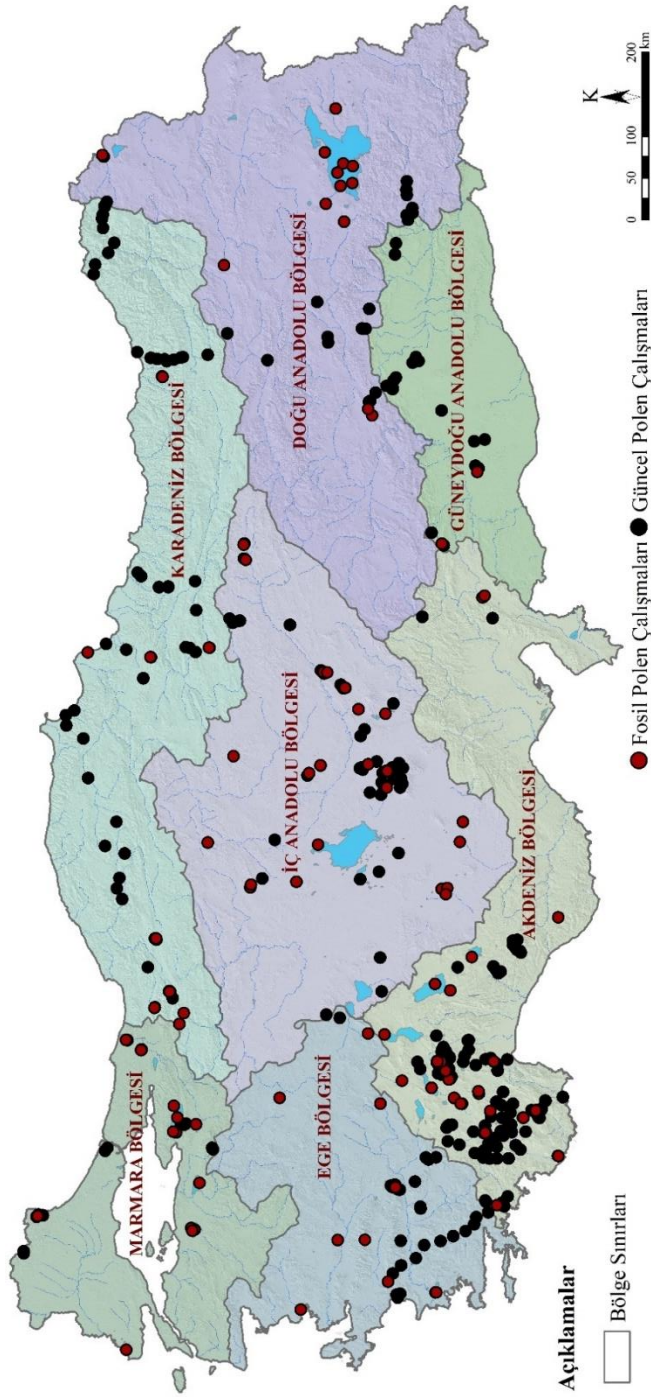
Anadolu'daki fosil polen noktalarının bölgelere göre dağılışı ile güncel polen noktalarının dağılışı büyük ölçüde benzerdir (Şekil 16 ve 17). Fosil polen verilerinin bölgesel dağılımı Akdeniz (%31,2), İç Anadolu (%22,3), Marmara (%12,5), Karadeniz (%11,6), Doğu Anadolu (%11,6), Ege (%8,9) ve Güneydoğu Anadolu Bölgesi (%1) şeklindedir. Bu dağılım, fosil polen noktalarının Anadolu genelinde güncel polen noktalarına kıyasla daha homojen bir mekânsal örüntü sunduğunu göstermektedir. Bununla birlikte, Akdeniz ve İç Anadolu bölgelerinde yer alan fosil polen noktalarının toplamı, Anadolu'daki fosil polen noktalarının yarısından fazlasını oluşturmaktadır.

Fosil polen noktalarının bölgesel dağılışı incelendiğinde, Akdeniz Bölgesi'nde elde edilen verilerin büyük ölçüde Antalya Bölümü'nde yoğunlaştığı ve bu bölümün bölgesel karakterizasyonu belirgin biçimde temsil ettiği görülmektedir. İç Anadolu Bölgesi'nde ise fosil polen noktaları bölgenin farklı

kesimlerine yayılmış olup, bölge geneline daha dengeli ve temsil gücü yüksek bir dağılım sergilemektedir. Marmara Bölgesi'ndeki fosil polen noktaları ağırlıklı olarak bölgenin güney kesimlerinde ve özellikle İznik Gölü çevresinde yoğunlaşmıştır.

Karadeniz Bölgesi'nde Batı, Orta ve Doğu Karadeniz bölümlerinin farklı kesimlerinden elde edilen fosil polen verileri sayesinde bölgesel karakterizasyon büyük ölçüde sağlanabilmiştir. Benzer şekilde, Ege Bölgesi de fosil polen noktaları açısından bölge geneline dair yorum yapılmasına olanak tanıyan bir dağılım örüntüsü sunmaktadır. Doğu Anadolu Bölgesi'ndeki fosil polen çalışmaları ise büyük ölçüde Van Gölü ve yakın çevresi ile sınırlı kalırken, Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde fosil polen çalışmaları oldukça düşük düzeydedir.

Fosil ve güncel polen verileri birlikte değerlendirildiğinde, Anadolu genelinde polen verilerinin bölgelere göre toplam dağılımı Akdeniz Bölgesi (%51,4), İç Anadolu Bölgesi (%15,2), Karadeniz Bölgesi (%9,8), Ege Bölgesi (%8,4), Marmara Bölgesi (%5,9), Doğu Anadolu Bölgesi (%4,7) ve Güneydoğu Anadolu Bölgesi (%4,2) şeklindedir. Bu bütüncül tablo, polen noktalarının hem fosil hem de güncel veriler açısından belirli bölgelerde yoğunlaştığını, buna karşın bazı bölgelerde temsiliyetin hâlen sınırlı kaldığını açık biçimde ortaya koymaktadır.

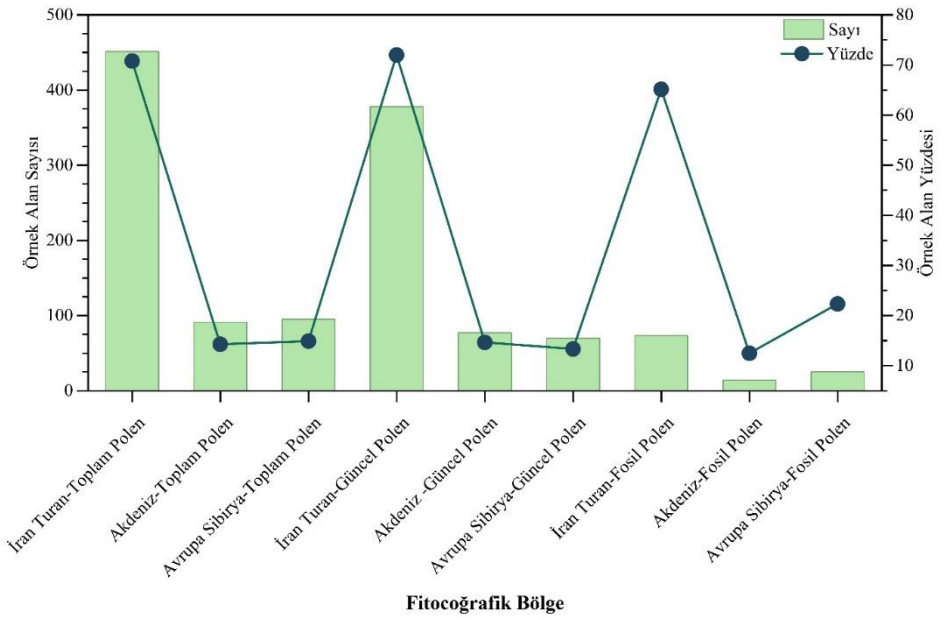


Şekil 17. Fossil ve güncel polen noktalarının coğrafi bölgelere göre mekânsal dağılımı

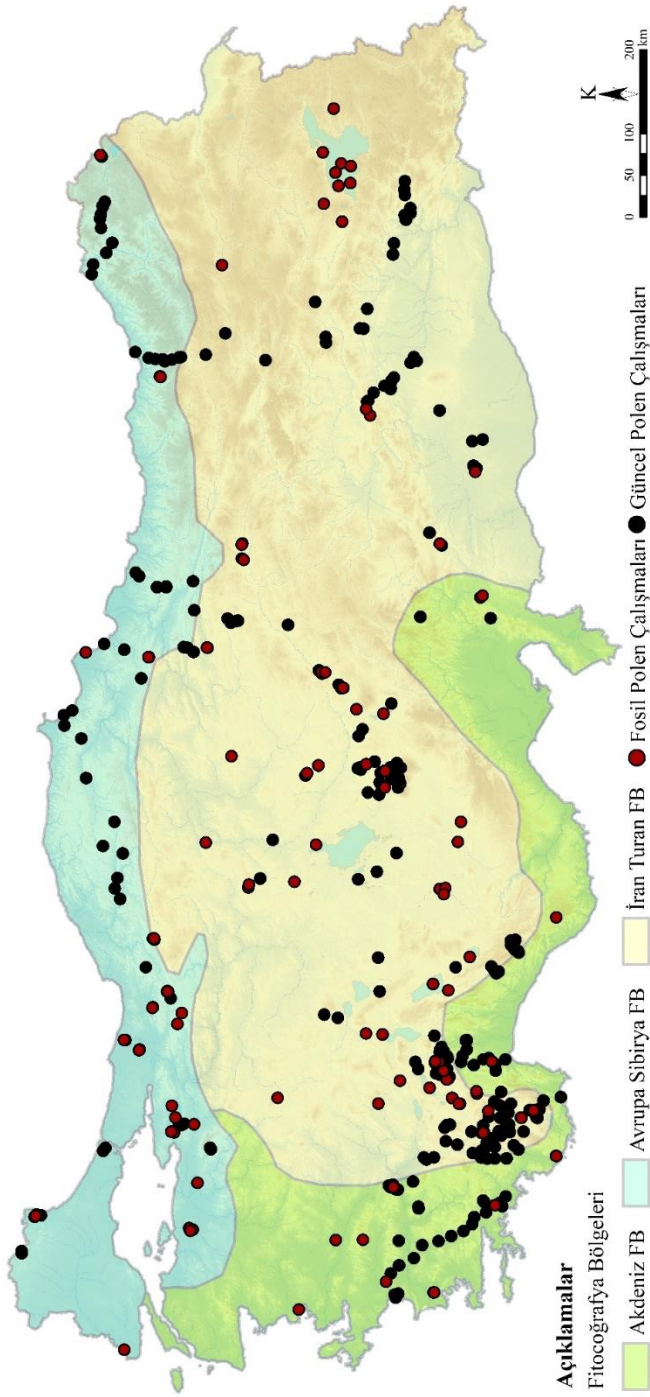
6.3. Fitocoğrafya Bölgelerine Göre Dağılışı

Anadolu’da tanımlanan üç ana fitocoğrafik bölgenin yaklaşık alansal dağılımı İran–Turan Fitocoğrafya Bölgesi (%64,6), Avrupa–Sibiryası Fitocoğrafya Bölgesi (%18,6) ve Akdeniz Fitocoğrafya Bölgesi (%16,6) şeklindedir. Bu dağılım, İran–Turan Fitocoğrafya Bölgesi’nin Anadolu’nun önemli bir bölümünü kapladığını açıkça göstermektedir (Şekil 19). Polen noktalarının fitocoğrafik bölgelerle olan ilişkisi incelendiğinde (Şekil 18 ve 19), güncel polen noktalarının fitocoğrafik bölgelere göre dağılımının İran–Turan Fitocoğrafya Bölgesi (%72), Akdeniz Fitocoğrafya Bölgesi (%14,6) ve Avrupa–Sibiryası Fitocoğrafya Bölgesi (%13,3) şeklinde olduğu görülmektedir. Fosil polen noktalarının dağılımı ise İran–Turan Fitocoğrafya Bölgesi (%65,1), Avrupa–Sibiryası Fitocoğrafya Bölgesi (%22,3) ve Akdeniz Fitocoğrafya Bölgesi (%12,5) olarak belirlenmiştir. Güncel ve fosil polen verilerinin birlikte değerlendirildiği toplam polen noktalarının fitocoğrafik bölgelere göre dağılımı ise İran–Turan Fitocoğrafya Bölgesi (%70,8), Avrupa–Sibiryası Fitocoğrafya Bölgesi (%14,9) ve Akdeniz Fitocoğrafya Bölgesi (%14,2) şeklindedir.

Polen noktalarının fitocoğrafik bölgelere göre dağılım sonuçlarında, güncel, fosil ve toplam polen verilerinin tamamında ilk sırayı İran–Turan Fitocoğrafya Bölgesi almaktadır. Ayrıca İran–Turan Fitocoğrafya Bölgesi’nin oranı, her üç kategoride de diğer iki fitocoğrafik bölgenin toplamından daha yüksektir. Güncel polen noktalarında ikinci sırayı Akdeniz Fitocoğrafya Bölgesi alırken, fosil polen ve toplam polen kategorilerinde ikinci sırada Avrupa–Sibiryası Fitocoğrafya Bölgesi yer almaktadır. İlk bakışta bu dağılımın fitocoğrafik bölgelerin alansal büyüklükleri ile doğru orantılı olduğu düşünülebilir. Ancak bu durumun ortaya çıkmasındaki temel etken, coğrafi bölgeler ile fitocoğrafik bölgelerin sınırlarının birebir örtüşmemesidir. Özellikle İran–Turan Fitocoğrafya Bölgesi sınırlarının, Akdeniz Bölgesi içerisinde yer alan ve palinolojik veri setlerinin en yoğun şekilde oluşturulduğu alanlardan biri olan Burdur ve Güneybatı Anadolu’nun iç kesimlerini kapsayacak biçimde genişlemesi ve güneye doğru uzanması, bu tabloyu belirleyici biçimde etkilemiştir. Sonuç olarak, mevcut veriler ışığında hem fosil hem de güncel polen noktaları açısından İran–Turan Fitocoğrafya Bölgesi, Anadolu genelinde en yoğun örneklenen fitocoğrafik bölge konumundadır.



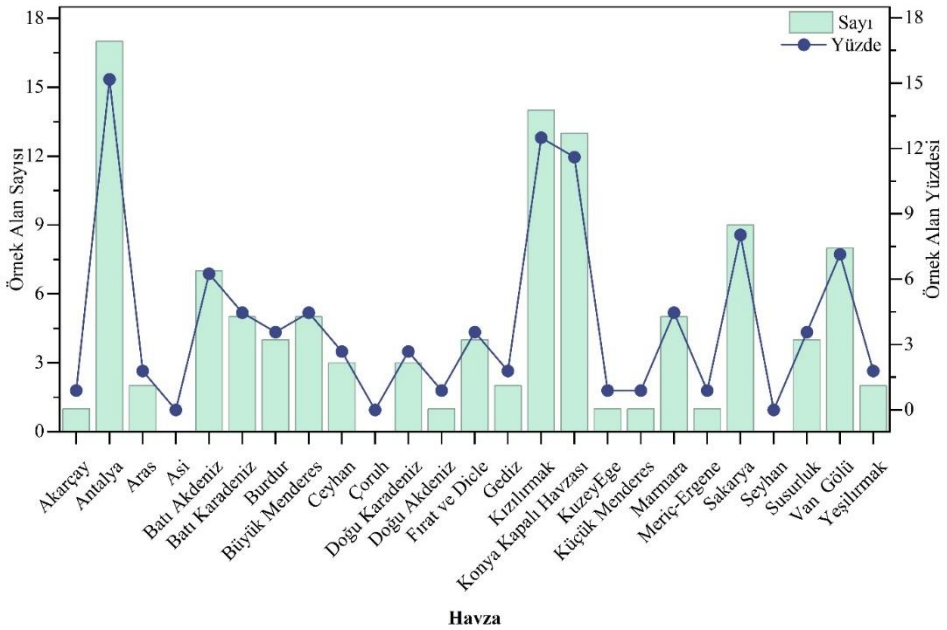
Şekil 18. Fosil ve güncel polen noktalarının fitocoğrafik bölgelere göre sayısı ve yüzdesel dağılımı



Şekil 19. Fossil ve güncel polen noktalarının fitocoğrafik bölgelere göre mekânsal dağılımı

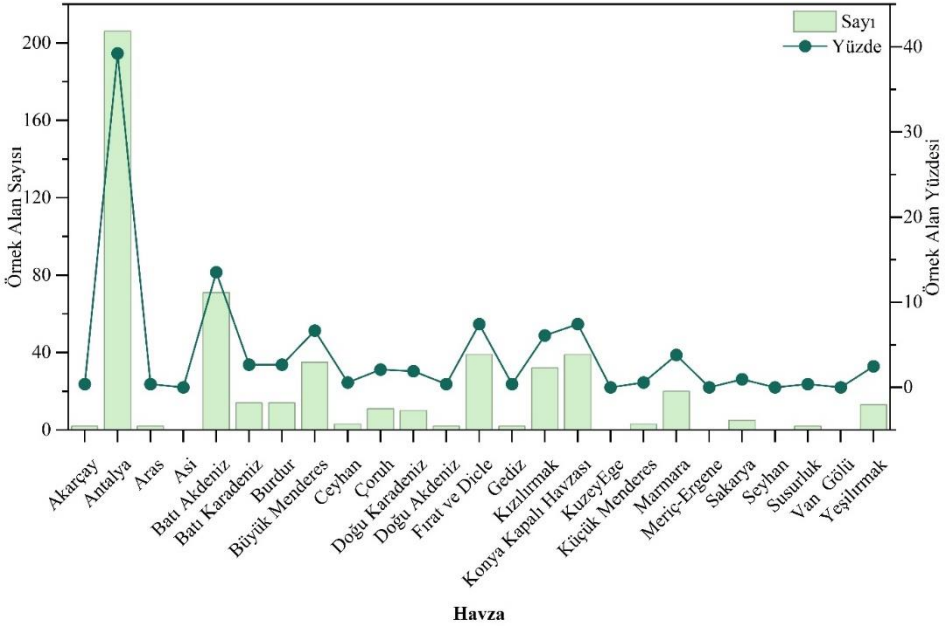
6.4. Havzalara Göre Dağılıf

Anadolu'daki polen noktaları, 25 ana akarsu havzası ölçeğinde değeriendirilmiştir (Şekil 20-23). Fosil polen verilerinin havzalara göre dağılımı incelendiğinde (Şekil 20 ve 23), en yüksek oranlara sahip havzalar sırasıyla Antalya (%15,1), Kızılırmak (%12,5), Konya Kapalı Havzası (%11,6), Sakarya (%8), Van Gölü (%7,1) ve Batı Akdeniz (%6,2) havzalarıdır. Bunları yaklaşık %4 oranlarıyla Batı Karadeniz, Büyük Menderes ve Marmara havzaları; yaklaşık %3 oranlarıyla ise Burdur, Fırat-Dicle ve Susurluk havzaları izlemektedir. Diğer havzalarda fosil polen noktaları daha düşük oranlarda temsil edilirken, Asi, Çoruh ve Seyhan havzalarında herhangi bir fosil polen noktasına rastlanmamıştır.



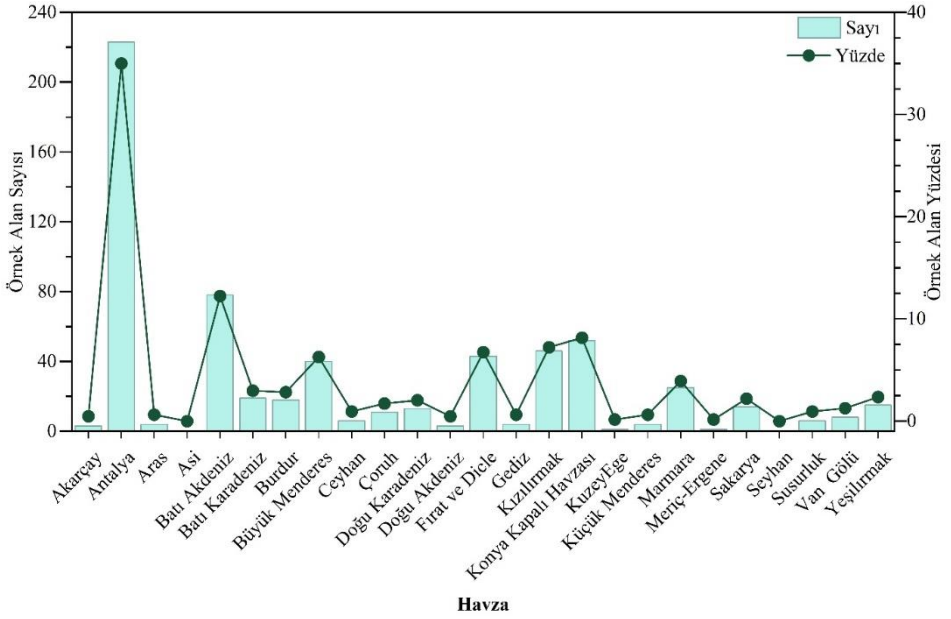
Şekil 20. Fosil polen noktalarının ana akarsu havzalarına göre sayısı ve yüzdesel dağılımı

Güncel polen noktalarının havzalara göre dağılımında ise belirgin bir yoğunlaşma söz konusudur (Şekil 21 ve 23). Bu kapsamda Antalya Havzası (%39,2) açık ara ilk sırada yer almakta, bunu Batı Akdeniz (%13,5), Fırat-Dicle (%7,4), Konya Kapalı Havzası (%7,4), Büyük Menderes (%6,6), Kızılırmak (%6) ve Marmara (%3,8) havzaları izlemektedir. Sakarya, Ceyhan, Küçük Menderes, Akarçay, Aras, Doğu Akdeniz, Gediz ve Susurluk havzalarında güncel polen noktaları %1'in altında kalırken; Asi, Kuzey Ege, Meriç-Ergene, Seyhan ve Van Gölü havzalarında güncel polen noktası bulunmamaktadır.



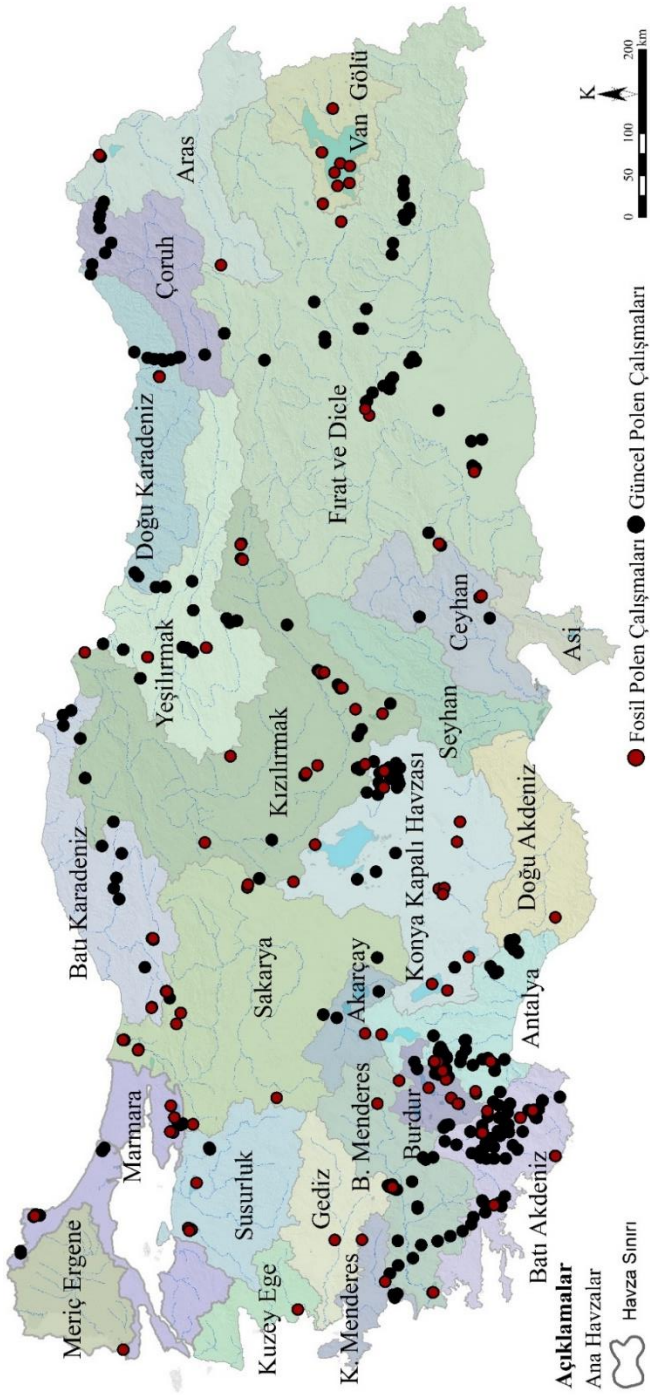
Şekil 21. Güncel polen noktalarının ana akarsu havzalarına göre sayısı ve yüzdesel dağılımı

Toplam polen verileri dikkate alındığında (Şekil 22 ve 23), en yüksek veri setine sahip havzalar Antalya (%35), Batı Akdeniz (%12,2), Konya Kapalı Havzası (%8,1), Kızılırmak (%7,2), Fırat–Dicle (%6,7) ve Büyük Menderes (%6,2) havzalarıdır. Marmara, Batı Karadeniz, Burdur, Yeşilırmak, Sakarya, Doğu Karadeniz, Çoruh ve Van Gölü havzalarında polen oranları %1–4 arasında değişmektedir. Buna karşılık, birçok havzada (Ceyhan, Susurluk, Aras, Gediz, Küçük Menderes, Akarçay, Doğu Akdeniz, Kuzey Ege, Meriç–Ergene) polen analiz noktaları %1’in altında kalmış, Asi ve Seyhan havzalarında ise herhangi bir polen veri seti oluşturulmamıştır.



Şekil 22. Fossil ve güncel polen noktalarının ana akarsu havzalarına göre sayısı ve yüzdesel dağılımı

Havzalara göre polen noktalarının dağılımı, önceki başlıklarda tanımlanan mekânsal örüntüleri büyük ölçüde yansıtmaktadır. Örneğin, Akdeniz Bölgesi'nin Adana Bölümü'nde polen noktalarının sınırlı olması, Ası ve Seyhan havzalarında polen noktalarının bulunmamasıyla açık biçimde örtüşmektedir. Benzer dağılış rntleri Kuzey Ege, Van Gölü ve Gediz havzaları için de gözlenmektedir. Fossil, güncel ve toplam polen kategorilerinin tamamında Antalya Havzası ilk sırada yer alırken, onu ağırlıklı olarak Güneybatı Anadolu ve Orta Anadolu'yu kapsayan havzalar izlemektedir. Fossil ve güncel polen noktalarının yoğunlaştığı havzalar mekânsal olarak büyük ölçüde örtüşse de, sıralama ve grel önem bakımından farklılıklar göstermektedir. Bu durum, havza ölçeğinde elde edilen dağılış örüntülerinin, diğer mekânsal sınıflandırmalar altında gözlenen örnekleme eğilimlerinin bir başka düzlemdeki yansıması olduğunu ortaya koymaktadır.



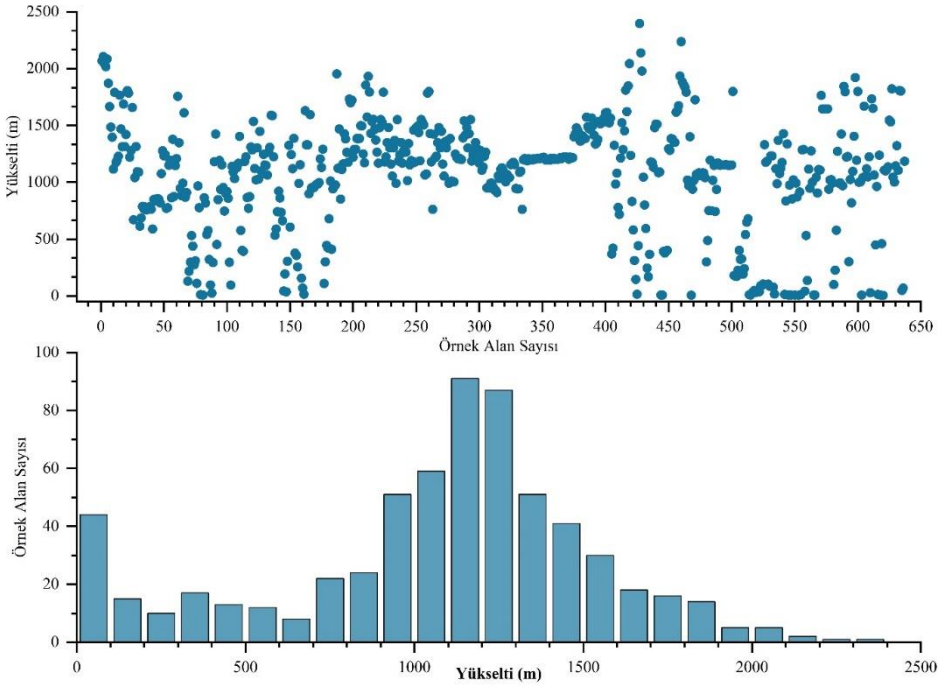
Şekil 23. Fosil ve güncel polen noktalarının ana akarsu havzalarına göre mekânsal dağılımı

7. POLEN ÖRNEKLEME ALANLARININ EKOLOJİK ÖZELLİKLERİ

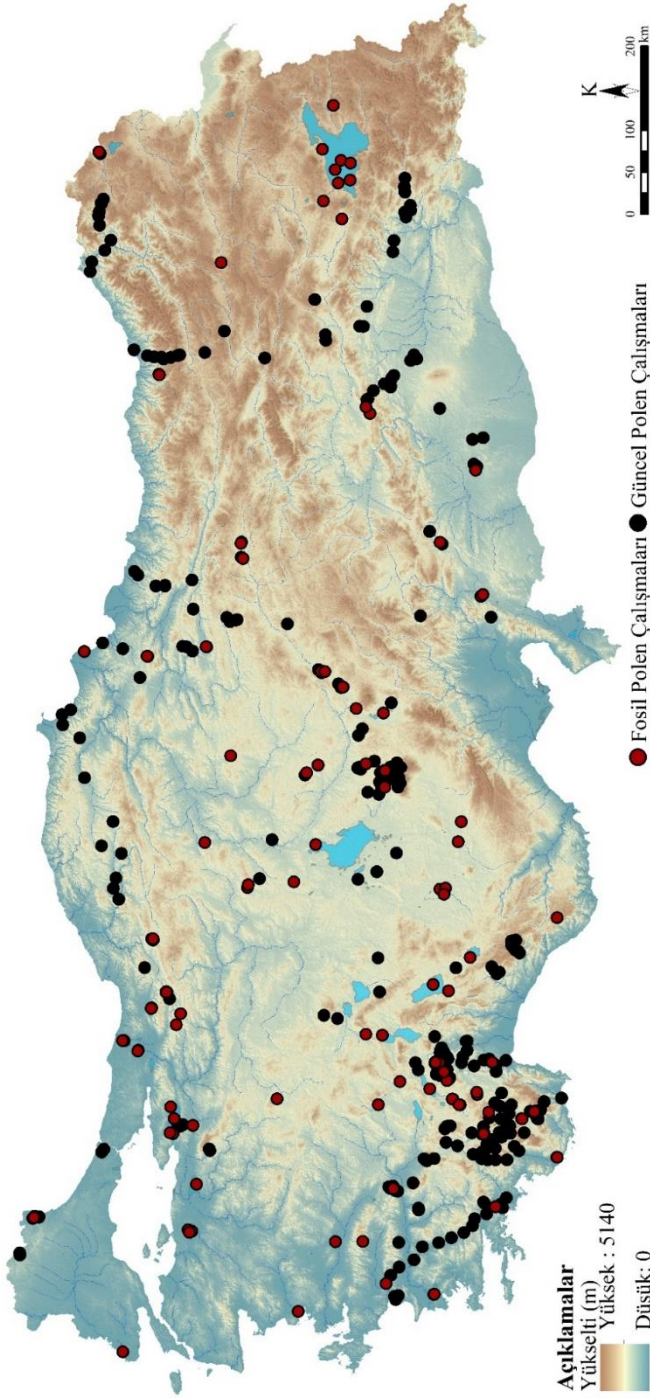
7.1. Yükselti Özellikleri

Polen noktalarının mekânsal dağılımının yanı sıra ekolojik karakterlerini değerlendirmek için ilk ele alınan parametre, noktaların yükselti değerleridir (Şekil 24 ve 25). Ülkemizin ortalama yükselti değerleri ve yükselti basamaklarının alansal dağılımı polen noktalarının genel yükselti profilini etkiler. Ancak polen noktaları ile yükselti arasındaki ilişkinin doğru şekilde anlaşılması, mevcut özelliklerin detaylı incelenmesini gerektirir. Anadolu'dan elde edilen polen analiz noktalarının ülkemizin her bölgesine yayılmış olması, geniş dağlık alanların bulunması ve ölçümlerin farklı yükselti dilimlerinde yapılması, morfolojik çeşitlilik nedeniyle yükselti değerlerinin de farklılık göstermesine yol açmaktadır.

Anadolu'dan elde edilen polen analiz noktalarının yükselti değerleri yaklaşık 6–2400 m arasında değişmektedir (Şekil 24 ve 25). Anadolu yaklaşık 5000 metre yükselti içermesine rağmen polen noktaları bu seviyenin yarısına kadar çıkabilmiştir. Polen analiz noktalarının genel ortalama yükseltisi yaklaşık 1063 m'dir. Bu değer Türkiye'nin ortalama yükseltisinin bir anlamda temsilidir. Güncel polen verileri için yükselti aralığı yaklaşık 7–2400 m olup ortalama değer 1085 m'dir. Fosil polen verileri ise yaklaşık 6–1950 m arasında yer almakta ve ortalama yükselti 958 m olarak hesaplanmıştır. Polen noktalarının dağılımına göre, analiz noktalarının büyük çoğunluğunda farklı yükselti kademelerini temsil etmekte durumu çeşitlidir. Bununla birlikte, 219–404 numaralı örnek alanlar arasındaki polen noktaları özellikle 1000–1200 m yükselti bandında yoğunlaşmaktadır. Bu örneklerin ortalaması 1261 m olup bu noktaların aynı coğrafik bölgeden elde edilmiş olması (Kaniewski vd., 2007; Vermoere, 2004) bu durumu ortaya çıkarmıştır. Yükselti basamaklarına göre yapılan değerlendirme, polen noktalarının gruplaşmasının yükseltinin artışıyla birlikte arttığını, ancak Türkiye ortalama yükseltisi ve yakın çevresi olarak kabul edilen 1100–1300 m bandından sonra bu eğilimin tersine dönerek yükselti artışına bağlı olarak azaldığını göstermektedir (Şekil 24). Bu bağlamda, 1100–1300 m yükselti aralığında yer alan örnek alanlar toplam polen çalışma noktalarının yaklaşık %28'ini oluşturmaktadır. Yüz metrelik yükselti basamakları temelinde değerlendirildiğinde, örnek alanların en yoğunlaştığı sınıfların sırasıyla 1000-1100 m (%9,3), 1100-1200 m (%14,3) ve 1200-1300 m (%13,7) aralıkları olduğu görülmektedir. Bunları 900-1000 m ve 1300-1400 m yükselti aralıkları, her biri yaklaşık %8 oranıyla izlemektedir. Elde edilen sonuçlara göre minimum ve maksimum değerler açısından (6–2400 m) düşük yükseltideki alanların daha fazla örneklendiği ortaya çıkmıştır.



Şekil 24. Fosil ve güncel polen noktalarının yükselti ile ilişkisi ve 100 m’lik yükselti basamaklarına göre dağılımı

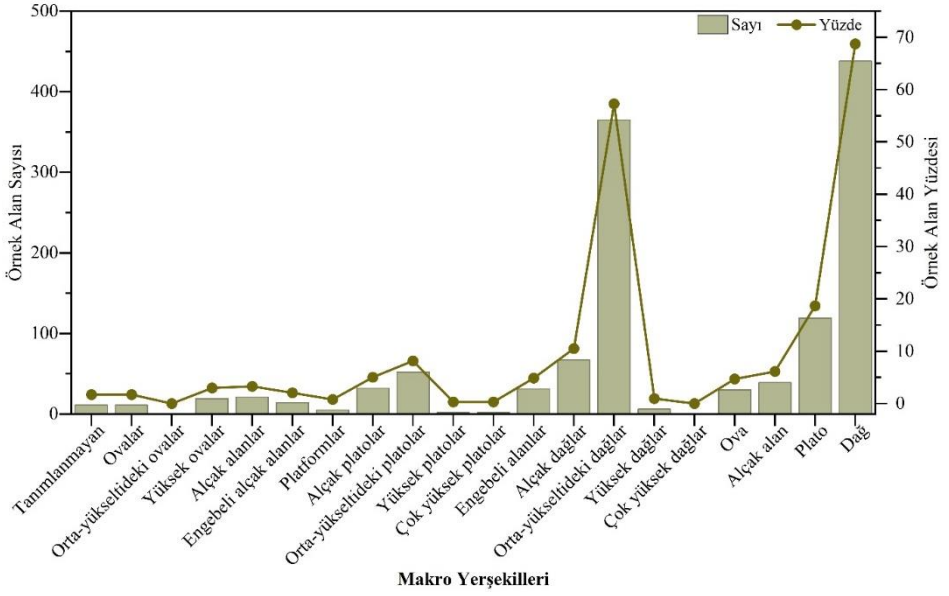


Şekil 25. Fosil ve güncel polen noktalarının yükseltiye göre mekânsal dağılımı

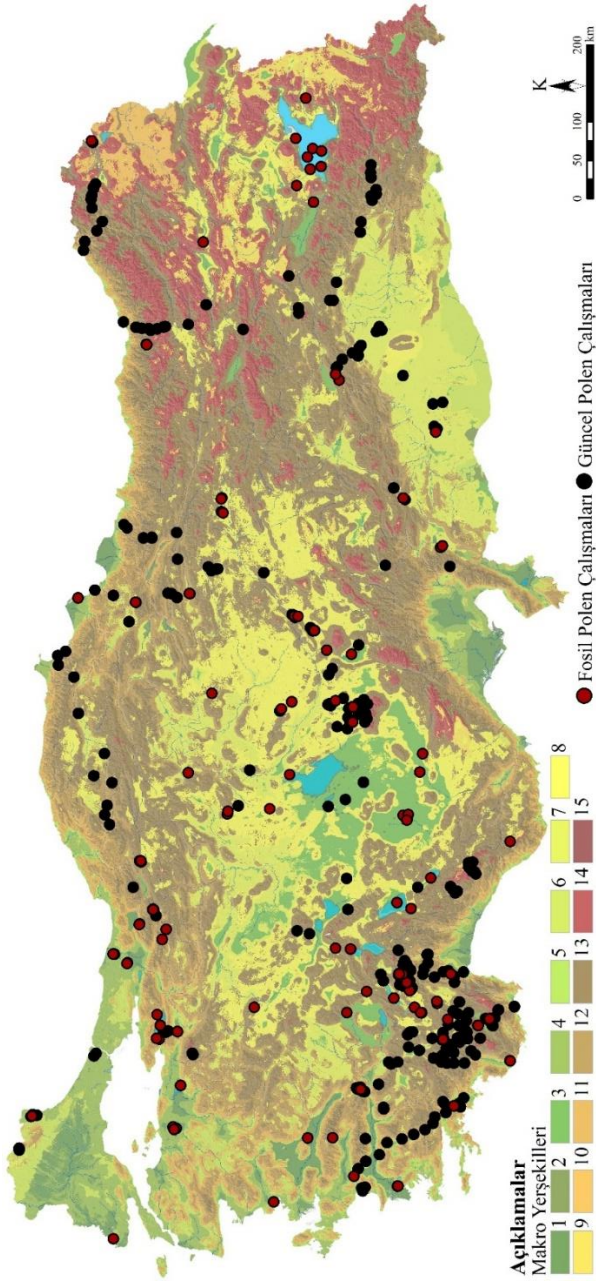
7.2. Yer Şekilleri

Polen noktalarının ilişkilendirildiği bir diğer parametre makro yer şekilleridir. Yapılan makro yer şekilleri sınıflandırmasına göre (Şekil 26, 27 ve 28), Anadolu'daki polen noktalarının yer aldığı alanların yaklaşık %57'si orta yükseltideki dağlar sınıfında yer almaktadır. Bunu, %10,5 ile alçak dağlar ve %8 ile orta yükseltideki platolar izlemektedir. Güncel polen çalışmalarında da benzer bir dağılım görülmekte olup, polen noktalarının %62'si orta yükseltideki dağlar ile temsil edilmektedir. Bunu %12,3 ile alçak dağlar ve %6,6 ile platolar izlemektedir. Fosil polen noktaları açısından en geniş alanı yine orta yükseltideki dağlar sınıfı oluşturmaktadır. Bu sınıf ve diğer önemli sınıflara düşen fosil polen nokta oranları sırasıyla; orta-yükseltideki dağlar %35,7, orta-yükseltideki platolar %15,1 ve yüksek ovalar %11,6 şeklindedir.

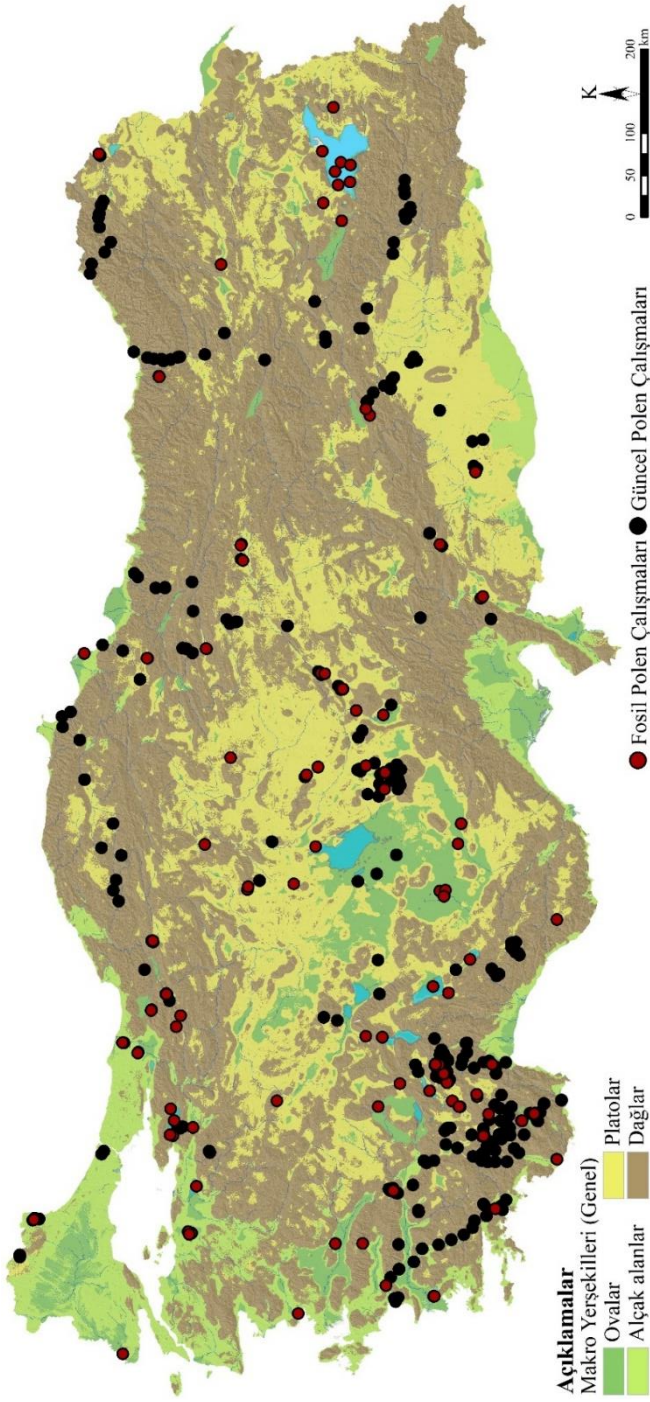
Çalışmada yer şekilleri ovalar, alçak alanlar, platolar ve dağlar olmak üzere dört ana sınıf altında değerlendirilmiştir. Bu sınıflandırmaya göre polen noktalarının 438'i (%69) dağlık alanlarda, 119'u (%19) platolarda ve %4,7'si ovalarda yer almaktadır (Şekil 26). Genel olarak, Anadolu polen çalışmalarının morfolojik karakteri, ülkenin morfolojik yapısıyla uyumlu olarak ağırlıklı şekilde dağlık alanlardan oluşmaktadır. Fosil polen noktalarının ana morfolojik birimlere göre dağılımı dağlar (%37,5), platolar (%25,8), ovalar (%19,6), alçak alanlar (%7,1) ve tanımlanamayan alanlar (%9,8) şeklindedir. Güncel polen noktalarında ise dağılım dağlar (%75,4), platolar (%17,1), alçak alanlar (%5,9) ve ovalar (%1,5) şeklinde gerçekleşmektedir. Bu veriler, fosil polen noktalarının morfolojik birimlere göre daha dengeli dağıldığını, güncel polen noktalarının ise özellikle dağlarda kümелendiğini göstermektedir. Fosil polen noktalarında görülen dengeli dağılım fosil polen noktalarının yaygın olduğu Orta Anadolu ile Marmara, Güneydoğu ve Batı Anadolu gibi diğer bölgelerin morfolojik çeşitliliğine bağlıdır. Bu alanlarda dağlarla birlikte diğer yer şekilleri de önemli ölçüde temsil edilmektedir. Anadolu'daki dağlık alanların dağılımı, özellikle Karadeniz ve Batı Toroslar'da yoğun olup, bu bölgelerde yer alan güncel polen noktalarının çokluğu, güncel polen noktalarının da ağırlıklı olarak dağlık alanlarda yer almasını sağlamıştır.



Şekil 26. Anadolu'daki fosil ve güncel polen noktalarının makro yer şekillerine göre dağılımı ve yüzdesel karşılığı



Şekil 27. Fossil ve güncel polen noktalarının makro yer şekillerine göre mekânsal dağılımı (1; Ovalar, 2; Orta yükseltideki ovalar, 3; Yüksek ovalar, 4; Alçak alanlar, 5; Engbeli alçak alanlar, 6; Platformlar, 7; Alçak platolar, 8; Orta yükseltideki platolar, 9; Yüksek platolar, 10; Çok yüksek platolar, 11; Engbeli alanlar, 12; Alçak dağlar, 13; Orta yükseltideki dağlar, 14; Yüksek dağlar, 15; Çok yüksek dağlar)



Şekil 28. Fossil ve güncel polen noktalarının genelleştirilmiş makro yer şekillerine göre mekânsal dağılımı

7.3. İklimsel Özellikler

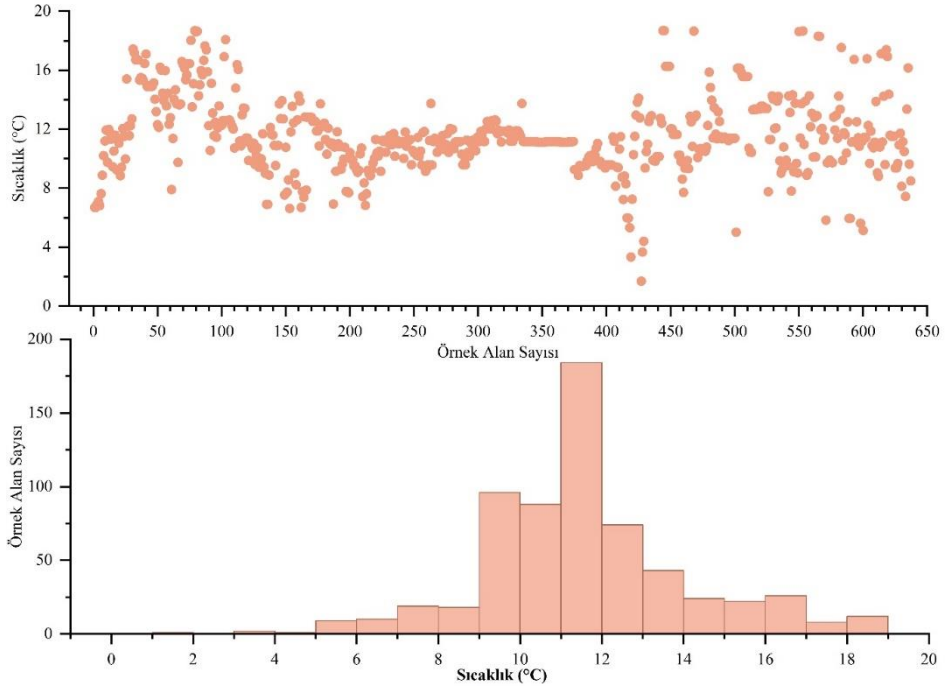
Polen noktalarının ilişkilendirildiği bir diğer veri seti iklim verileridir. Bu kapsamda, temel iklim değişkenleri olan yıllık ortalama sıcaklık, yıllık ortalama yağış, Thornthwaite yağış etkinlik indisi değerleri ve yağışın mevsimselliği verileri polen örnekleme noktaları ilişkilendirilmiştir.

7.3.1. Sıcaklık

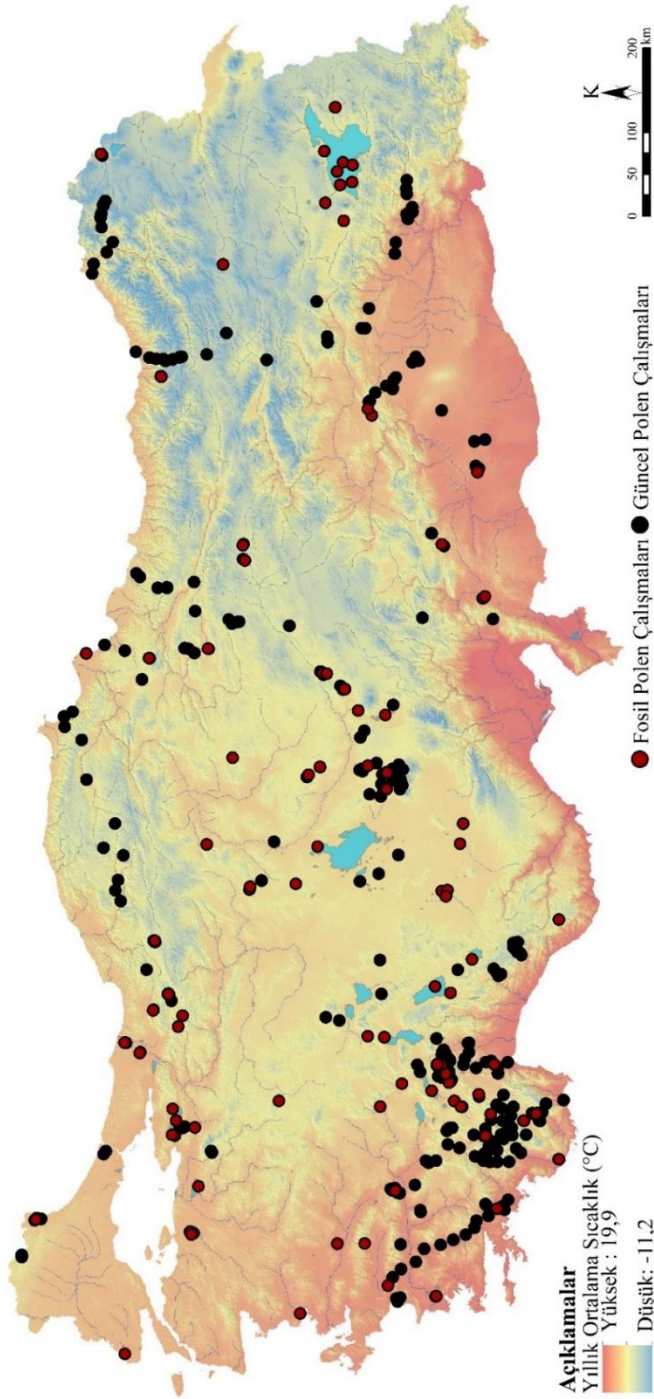
Anadolu'dan elde edilen fosil ve güncel polen verileri dikkate alındığında, analiz noktalarına ait sıcaklık değerleri 1,6–18,6 °C arasında değişmekte olup ortalama sıcaklık 11,5 °C'dir (Şekil 29 ve 30). Güncel polen verileri için de sıcaklık aralığı ve ortalama değerler benzer şekilde 1,6–18,6 °C ve 11,5 °C olarak belirlenmiştir. Fosil polen verilerinde ise sıcaklık değerleri 5–18,6 °C arasında değişmekte, ortalama sıcaklık 11,6 °C'ye ulaşmaktadır. Polen analiz noktalarının ortalama sıcaklığa göre dağılımı incelendiğinde, bir bütün halinde fosil polen verilerinin elde edildiği alanların sıcaklık değişkenliğinin genel olarak daha yüksek olduğu görülmektedir. Güncel polen verilerindeki en düşük sıcaklıklar Doğu Karadeniz'in yüksek kesimlerinden elde edilirken (Shumilovskikh, 2013), en yüksek sıcaklıklar ise Teke yarımadasında elde edilmiştir (Şenkul vd., 2018b). Ayrıca güncel polen noktaları çoğu örnekte birbirine yakın alanlardan örneklendiği için güncel polen noktalarının sıcaklık değerlerinin saçılımı daha düşüktür. Bu kapsamda, 0–400 numaralı örnek alanlar arasında (özellikle 200–400 nolu örnek alanlarda) yer alan polen noktalarının sıcaklık dağılımı daha belirgin bir kümelenme sergilemektedir. Bu durum, söz konusu alanların ekolojik açıdan birbirine daha benzer koşullara sahip olduğunu göstermektedir. Fosil polen çalışmalarında ise en yüksek sıcaklıklar Köyceğiz Gölü, Ova Gölü ve Bafa Gölü gibi kıyı alanlarından elde edilirken, en düşük sıcaklıklar Doğu Karadeniz ve Doğu Anadolu'daki alanlara aittir.

Polen noktalarının 1 °C'lik sıcaklık basamaklarına göre dağılımı incelendiğinde, örnek alanların özellikle 9–13 °C aralığında yoğunlaştığı görülmektedir. En yüksek örnek sayısı, 11–12 °C aralığında yer almakta olup, bu basamakta toplam 184 örnek alan (%28,8) bulunmaktadır. Bunu sırasıyla 9–10 °C (96 örnek alan; %15), 10–11 °C (88 örnek alan; %13,8) ve 12–13 °C (74 örnek alan; %11,6) sıcaklık aralıkları izlemektedir. Dolayısıyla, tüm örnek noktalarının dörtte biri tek bir sıcaklık basamağında yer alırken, toplam örneklerin yaklaşık %70'i dört sıcaklık basamağında toplanmıştır. Sıcaklık basamaklarına göre polen noktalarının dağılım eğiliminde, 9 °C'ye kadar kademeli bir artış, 9–10 °C aralığında bir kırılma, 11–12 °C aralığında bir sıçrama ve ardından kademeli bir azalış gözlemlenmiştir. Elde edilen yıllık ortalama sıcaklık değerlerine göre, Anadolu'da sıcaklık yaklaşık -11 °C ile 20 °C arasında değişmektedir. Bu verilere

dayanarak, polen çalışmalarının yıllık ortalama sıcaklığın 0 °C'nin altında olduğu alanlarda ya hiç yapılmadığı ya da oldukça sınırlı olduğu görülmektedir. Nitekim mevcut veri setlerinde 5 °C'nin altındaki alanlara ait sadece 4 örnek noktası bulunmaktadır. Bu durum, Anadolu'da polen örneklemesinin ağırlıklı olarak sıcak karakterli alanlarda gerçekleştirildiğini, soğuk alanlarda ise polen örneklemesinin neredeyse yapılmadığını ortaya koymaktadır.



Şekil 29. Fossil ve güncel polen noktalarının yıllık ortalama sıcaklık ile ilişkisi ve 1 °C'lik sıcaklık basamaklarına göre dağılımı.



Şekil 30. Fosil ve güncel polen noktalarının yıllık ortalama sıcaklığa göre mekânsal dağılımı

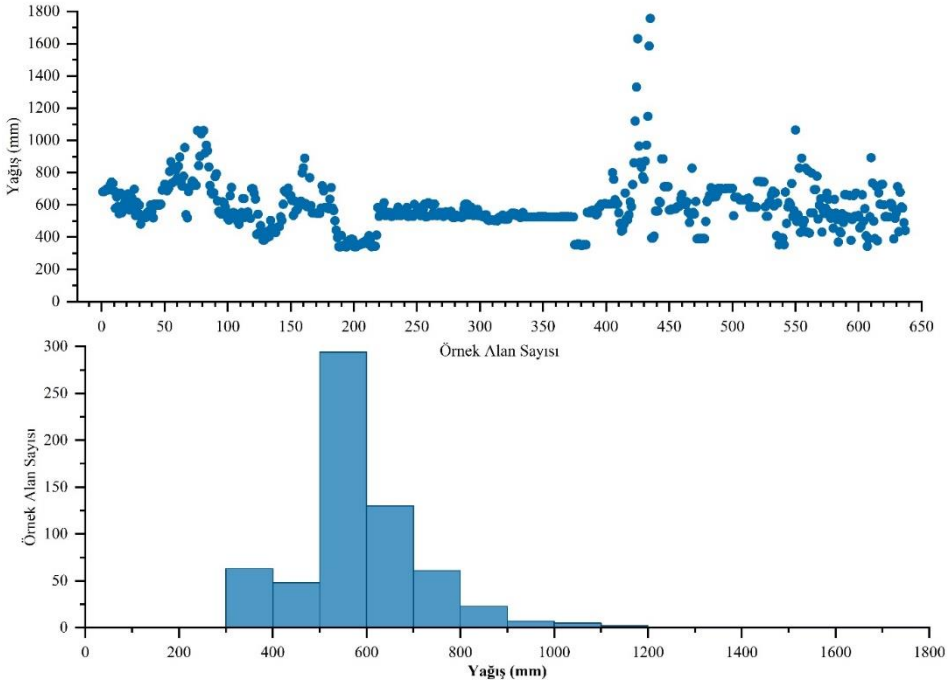
7.3.2. Yağış

Polen verileri ile yıllık ortalama yağış değerleri arasındaki ilişkiye göre toplam polen örnekleme noktalarının yıllık yağış miktarları 339 mm ile 1757 mm arasında değişmekte ve ortalama 585 mm civarındadır (Şekil 31 ve 32). Güncel polen çalışmalarına ait örnek alanlar da benzer bir yağış dağılımı sergilemekte olup, aynı minimum ve maksimum değerler ile yaklaşık 590 mm'lik bir ortalama sahiptir. Fosil polen verilerinin elde edildiği alanlarda ise yağış miktarları daha dar bir aralıkta (343–1065 mm) toplanmakta ve ortalama yağış değeri 568 mm olarak hesaplanmıştır. Fosil, güncel ve toplam polen örneklerine ait yıllık ortalama yağış değerleri birbirine yakın olup, 560–590 mm aralığında yer almaktadır. Ortalama değerin (560–590 mm) altında kalan alanlar başlıca Orta Anadolu, Güneydoğu Anadolu ve Teke Yarımadası'nın iç kesimleridir. Toplam, fosil ve güncel polen örnek noktalarının yaklaşık %52'si ortalamanın altında, %37'si ise ortalamanın üzerinde yer almaktadır. Örnek noktalarının yaklaşık %10'u ise ortalama değer aralığında (560–590 mm) bulunmaktadır. Bu veriler yağış değerleri açısından daha kurak bölgelerin polen çalışmalarıyla daha fazla incelendiğini göstermektedir. Bu verilere göre yağış özellikleri büyük ölçüde güncel polen örnek noktalarının dağılımı ekseninde şekillenmiştir. Polen noktalarına ait yağış değerlerinin güncel polen verileri doğrultusunda belirginleşmesinde, güncel polen çalışmalarına ait örnekleme alanlarının sayıca daha fazla olması etkili olmuştur. Ancak asıl neden yıllık yağış değerlerinin görece düşük olduğu Orta Anadolu koşullarının Teke Yarımadası'nın iç kesimlerine sokulduğu; Isparta, Burdur ve Antalya'nın Elmalı ilçesi çevresinde yoğunlaşan güncel polen çalışmalarının varlığı da bu dağılım üzerinde belirleyici olmuştur.

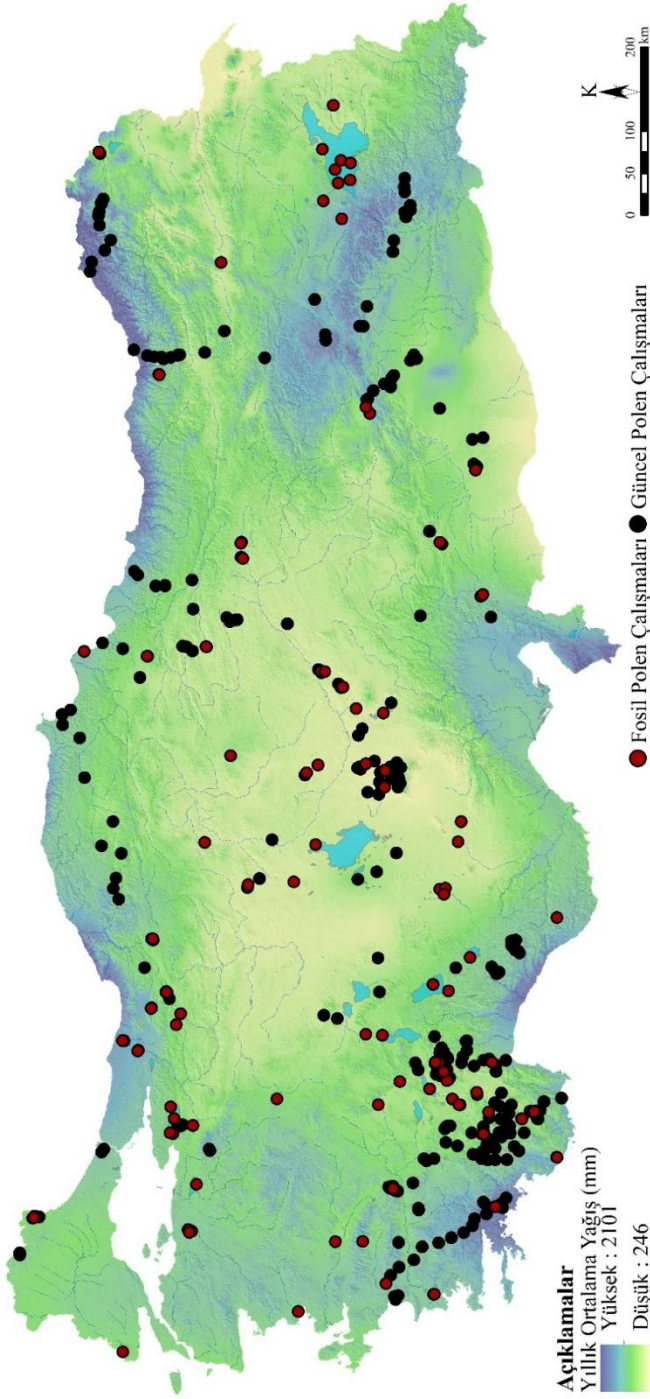
Yağış değişkenine göre yapılan mekânsal değerlendirme, fosil polen örneklerinin bulunduğu alanlarda yağış değerlerinin daha heterojen bir dağılım gösterdiğini ortaya koymaktadır. Bu durumun aksine, 200–400 numaralı örnek alanlar arasında yer alan polen noktalarının yağış koşullarında daha belirgin olmak üzere genel olarak genel olarak güncel polen çalışmalarında da yağış değerleri kümelenme göstermektedir. Güncel polen noktalarına ait yüksek ve genel eğilimin dışına ait veriler sıcaklıkta olduğu gibi yine Doğu Karadeniz'den elde edilmiştir (Shumilovskikh, 2013).

Yağış değerleri 100 mm'lik sınıflar hâlinde ele alındığında, örnek alanlar belirgin biçimde 500–700 mm aralığında yoğunlaşmaktadır (Şekil 31). Özellikle 500–600 mm yağış basamağı, 294 örnek alan ile en yüksek temsil oranına sahiptir. Bunu 600–700 mm aralığı izlemekte olup bu sınıfta 130 örnek alan bulunmaktadır. Genel dağılım dikkate alındığında, 500–700 mm yağış bandı toplam örnek alanların yaklaşık üçte ikisini (%66) kapsamaktadır.

Elde edilen yağış verilerinin minimum ve maksimum değerleri (yaklaşık 250–2100 mm) dikkate alındığında, polen örnekleme noktalarının özellikle düşük yağış değerlerini temsil etme oranının daha yüksek olduğu; ancak yağışın uç (ekstrem) alt ve üst değerlerini yeterince temsil etmediği görülmektedir. Nitekim 1000 mm'nin üzerindeki alanları temsil eden polen örnekleme noktası sayısı yalnızca 11'dir. Buna karşılık, 350 mm'nin altındaki yağış değerleri Orta Anadolu'da, Şanlıurfa ve Iğdır çevresinde oldukça sınırlı alanlarda görülmektedir. Benzer şekilde, 1000 mm'nin üzerindeki yağış alanları da Antalya, Muğla, Hatay ve bazı lokal alanlar ile Batı ve Doğu Karadeniz bölümlerinde dar bir coğrafi dağılıma sahiptir. Bu nedenle, uç yağış değerleri sınırlı ölçüde temsil edilmekle birlikte, Anadolu'daki polen örnekleme noktalarının genel yağış rejimini büyük ölçüde yansıttığı söylenebilir.



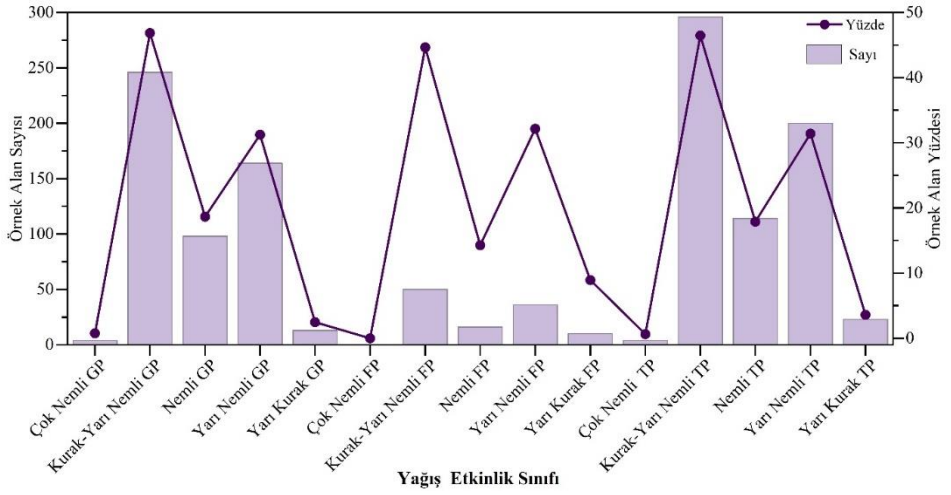
Şekil 31. Fossil ve güncel polen noktalarının yıllık ortalama yağış ile ilişkisi ve 100 mm'lik yağış basamaklarına göre dağılımı



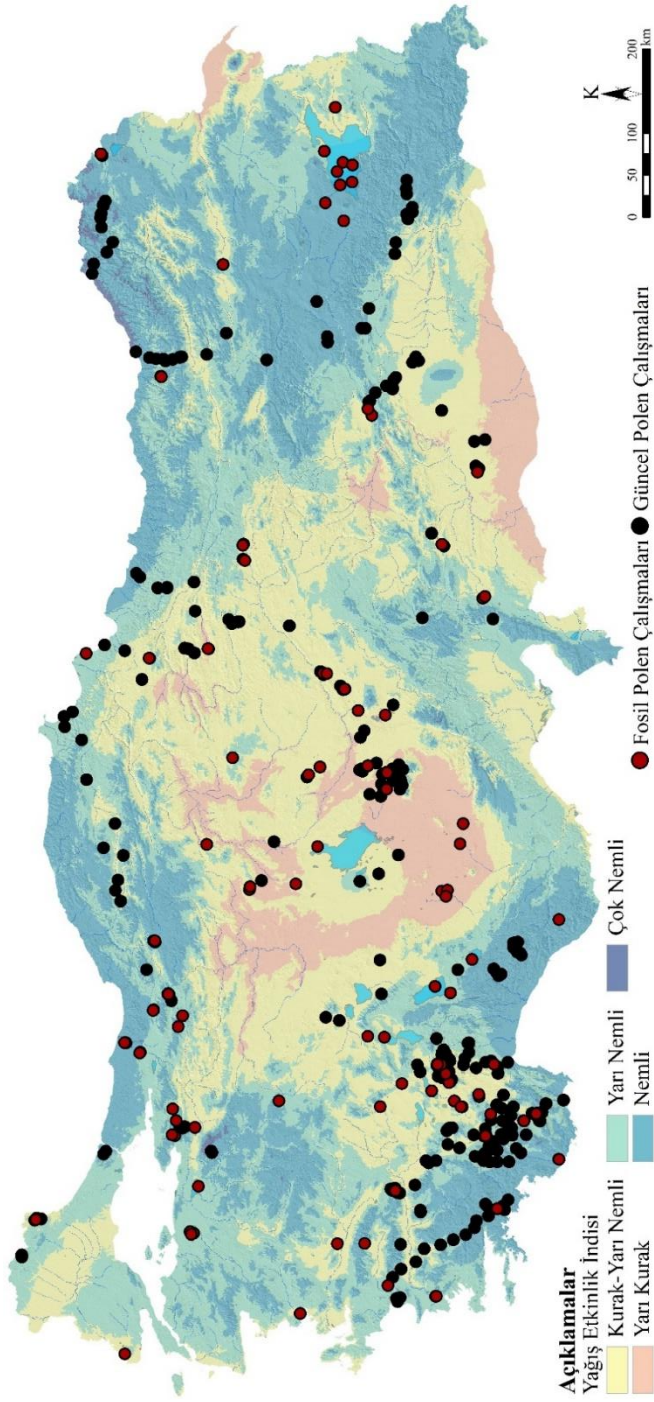
Şekil 32. Fosil ve güncel polen noktalarının yıllık ortalama yağışa göre mekânsal dağılımı

7.3.3. Thornthwaite Yağış Etkinlik İndisi

Polen analiz noktalarının Thornthwaite yağış etkinlik sınıflarına göre dağılımı değerlendirildiğinde (Şekil 33 ve 34), çok nemli, nemli, yarı nemli, kurak–yarı nemli ve yarı kurak sınıfları arasında belirgin bir örüntü ortaya çıkmaktadır. Buna göre, güncel, fosil ve tüm polen verileri birlikte ele alındığında, örnek alanların büyük bir bölümü kurak–yarı nemli sınıfında toplanmaktadır. Bu ana yoğunlaşmayı, yarı nemli sınıfı izlemektedir. Nicel dağılım incelendiğinde (Şekil 33), güncel polen analiz noktalarının yaklaşık %47’si kurak–yarı nemli yağış etkinlik sınıfında yer almaktadır. Diğer sınıfların dağılımı ise yarı nemli (%31,2), nemli (%18,6), yarı kurak (%2,4) ve çok nemli (%0,7) şeklindedir. Fosil polen noktalarının dağılımı kurak–yarı nemli (%44,6), yarı nemli (%32,1), nemli (%14,2), yarı kurak (%8,9) ve çok nemli (%0) olarak belirlenmiştir. Toplam polen verisi değerlendirildiğinde ise dağılım kurak–yarı nemli (%46,4), yarı nemli (%31,3), nemli (%17,8), yarı kurak (%3,6) ve çok nemli (%0,6) şeklindedir. Üç veri grubunda da polen noktalarının yağış etkinlik sınıflarına göre sıralaması aynı olup, farklılıklar esas olarak oransal düzeydedir. Yıllık ortalama yağış dağılımında olduğu gibi, Orta Anadolu, Güneydoğu Anadolu ve Teke Yarımadası’nın iç kesimleri yarı kurak ve kurak–yarı nemli sınıfların baskın olduğu alanlardır. Çok nemli sınıf ise genel olarak Doğu Karadeniz Bölümü’nde ve sınırlı bazı lokal alanlarda görülmektedir. Yağış dağılımı ile uyumlu biçimde, uç sınıflara (yarı kurak ve çok nemli) ait alanların mekânsal yayılımı sınırlı olup, bu alanlara karşılık gelen polen örnekleme noktalarının oranı da düşüktür. Thornthwaite yağış etkinlik sınıflarının Anadolu’daki toplam yayılım alanları dikkate alındığında, polen noktalarının Anadolu’yu daha çok orta nemlilik düzeylerine karşılık gelen kategorilerde yüksek oranda temsil etmiştir. Bu durum, veri setinin özellikle kurak–yarı nemli ve yarı nemli kuşaklarda yoğunlaştığını, buna karşılık ekstrem nemlilik koşullarının hem mekânsal hem de örnekleme yoğunluğu bakımından sınırlı kaldığını göstermektedir.



Şekil 33. Fossil, güncel ve toplam polen noktalarının Thornthwaite yağış etkinlik sınıflarına göre dağılımı ve yüzdesel karşılığı (GP: Güncel polen, FP: Fossil polen, TP: Toplam polen)

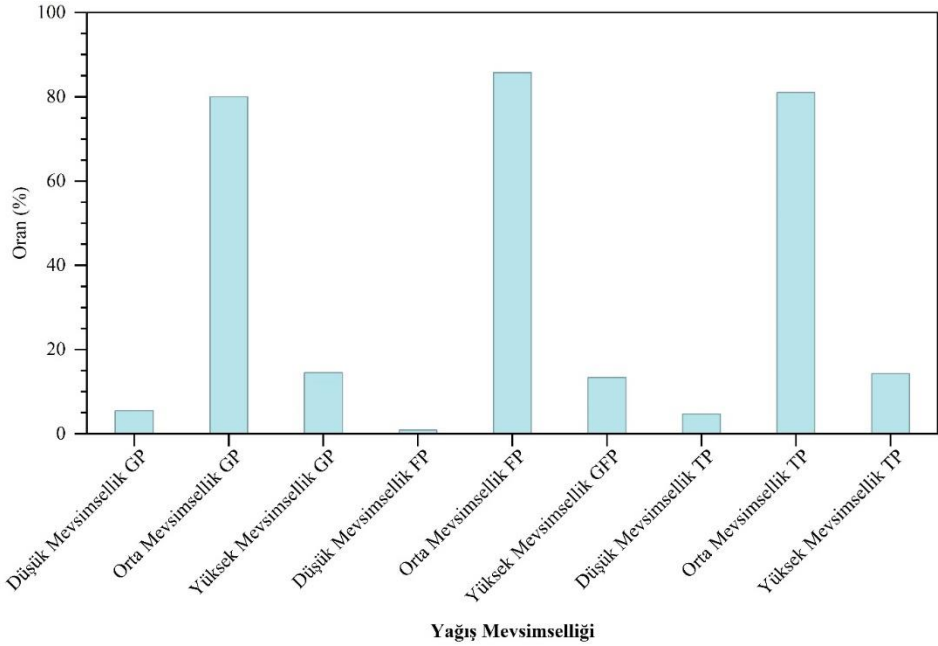


Şekil 34. Fossil ve güncel polen noktalarının Thornthwaite iklim sınıfına göre mekânsal dağılımı

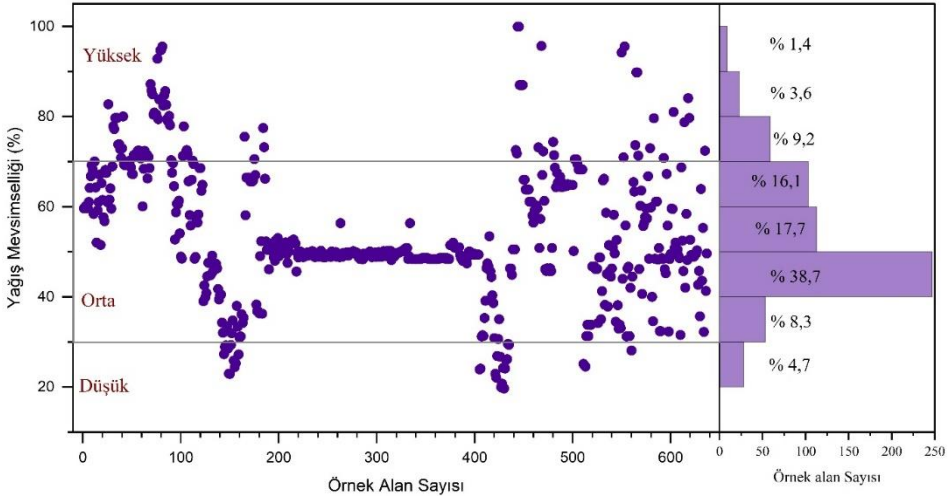
7.3.4. Yağış Mevsimselliği

Polen sonuçlarının değerlendirilmesinde, günümüz ekolojik koşullarının geçmişte de büyük ölçüde benzer olduğu varsayımıyla, fosil polen sonuçlarını etkileyebilecek önemli veri setlerinden biri yağışın mevsimselliğidir. Yağış mevsimselliğinin düşük olduğu alanlar, genel olarak nemli koşulları, düşük su stresini ve özellikle nemi seven bitki türlerini destekleyen bir çevresel yapıyı temsil eder. Buna karşılık, yağışın belirgin biçimde mevsimsel olduğu alanlarda mevsimsel su stresi artmakta, kurak dönemlerin uzaması nedeniyle polen üretiminin azalabileceği koşullar ortaya çıkmaktadır. Yağış mevsimselliğinin yüksek olduğu dönemler ve alanlar ise, kuraklığa dayanıklı türlerin yaygın olduğu bir ekolojik ortamı karakterize eder. Bu nedenle yağış mevsimselliği, polen üretimi, tür çeşitliliği ve belirli bir taksonun polen diyagramlarındaki temsili açısından, diğer iklimsel parametrelerle birlikte değerlendirildiğinde önemli bir gösterge niteliği taşımaktadır. Anadolu genelinde yağış mevsimselliğinin alansal dağılımına bakıldığında (Şekil 37), Karadeniz Bölgesi ve Istanca çevresinde mevsimselliğin düşük, Akdeniz, Ege ve Güneydoğu Anadolu'da yüksek, diğer bölgelerde ise orta düzeyde olduğu görülmektedir. Bu alansal dağılım polen analiz noktalarının dağılım sonuçları doğrudan belirlemiştir (Şekil 35 ve 36). Güncel polen noktalarının yaklaşık %80'i orta mevsimsellik sınıfında yer alırken, yüksek mevsimsellik %14,4, düşük mevsimsellik ise %5,5 oranındadır (Şekil 35 ve 36). Aynı sınıflandırma fosil polen verileri için değerlendirildiğinde, sonuçların yaklaşık %86'sı orta, %13'ü yüksek ve %1'i düşük mevsimsellik sınıfında toplanmaktadır. Güncel ve fosil verilerin birlikte değerlendirildiği toplam polen sonuçlarında da benzer bir dağılım gözlenmekte; verilerin %81'i orta, %14'ü yüksek ve %5'i düşük mevsimsellik sınıfında yer almaktadır (Şekil 35 ve 36).

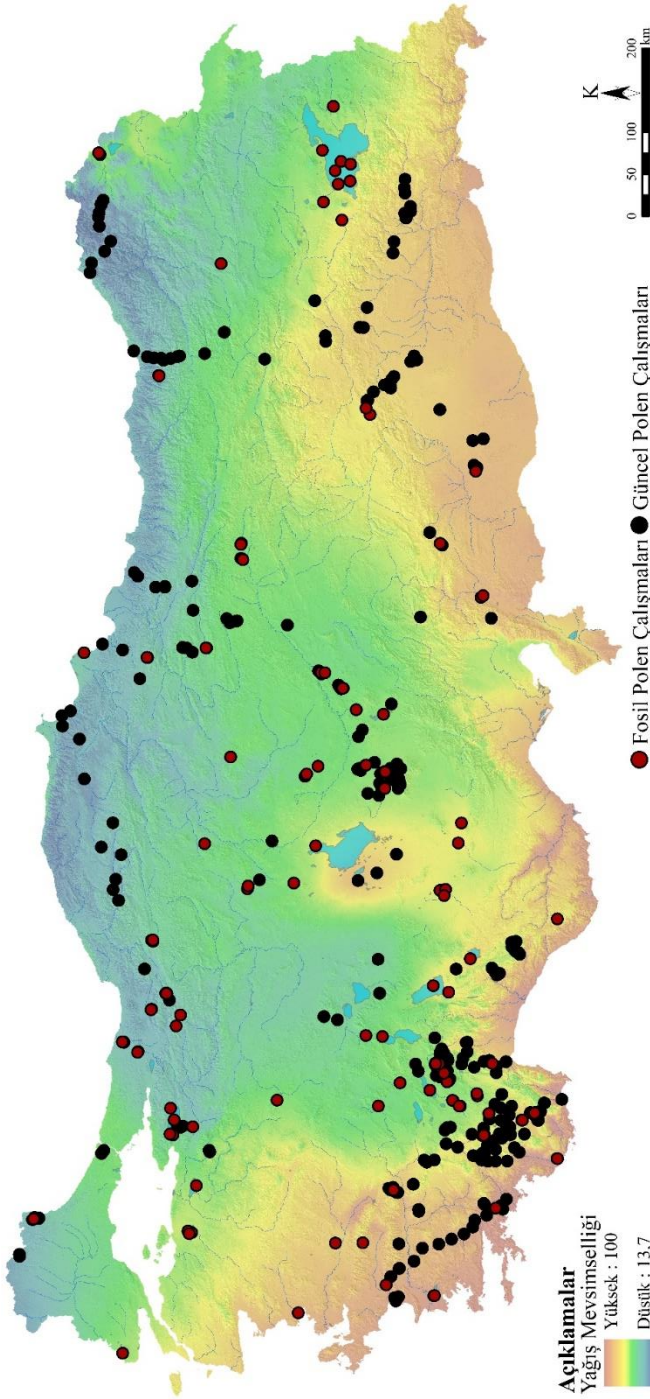
Polen noktalarının yağış mevsimselliğinin düşük, orta ve yüksek ana sınıflarına göre dağılımı bu şekilde olmakla birlikte, yağış mevsimselliğinin %'lik (0–100) değer aralığı içindeki dağılımı daha karmaşık bir örüntü sunmaktadır (Şekil 36). Aynı alanlardan elde edilen polen noktalarına bağlı olarak belirli değer aralıklarında yerel kümelenmeler gözlenirse de, 0–100 aralığının 10 birimlik sınıflar hâlinde dağılımı incelendiğinde en yüksek yoğunluğun yaklaşık %39 ile 40–50 mevsimsellik değer aralığında toplandığı görülmektedir. Diğer sınıfların oranları ise birbirine oldukça yakın değerler göstermektedir. Bütüncül dağılım dikkate alındığında, belirli bir tekil aralığın baskın olmadığı; aksine farklı mevsimsellik değerlerinin temsil edildiği görece dengeli bir dağılım örüntüsünün bulunduğu anlaşılmaktadır.



Şekil 35. Fosil ve güncel noktalarının yağış mevsimselliği sınıflarına göre dağılımı (GP: Güncel polen, FP: Fosil polen, TP: Toplam polen)



Şekil 36. Fosil ve güncel polen noktalarının yağış mevsimselliğine göre dağılımı ve 10 birimlik (%) sınıflara göre sayısal–yüzdesel karşılıkları



Şekil 37. Fosil ve güncel polen noktalarının yağış mevsimselliği sınıfına göre mekânsal dağılımı

8. POLEN ÖRNEKLEME ALANLARININ VEJETASYON VE ARAZİ KULLANIMI ÖZELLİKLERİ

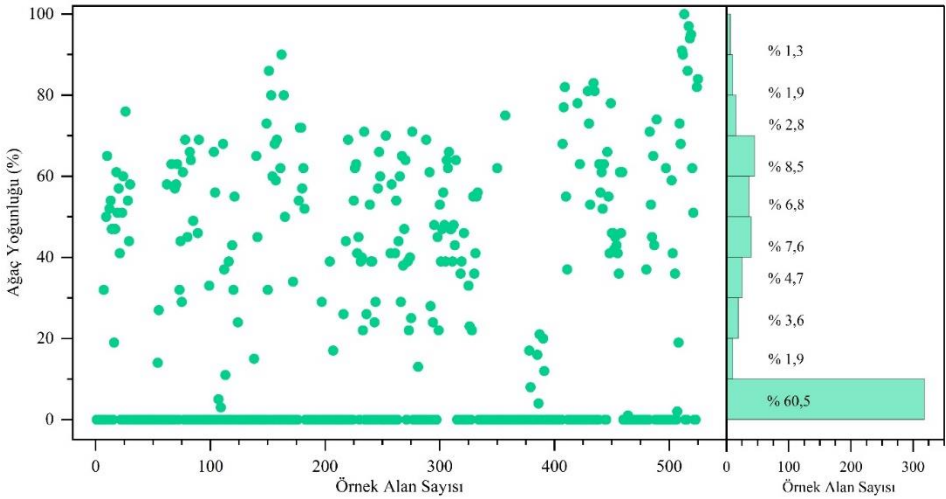
8.1. Ağaç Örtüsü Yoğunluğu

Polen verilerinin güncel bitki örtüsüyle ve arazi kullanımı ile karşılaştırılmasında, kullanılan verilerin örnekleme ortamları ve temsil gücü çeşitli farklılıklar içermektedir. Bu nedenle, farklı veri setleri birlikte değerlendirilmiş; hem nokta bazlı hem de alansal analizler yapılmıştır. Böylece, polen örnekleme noktaları ile güncel vejetasyon arasındaki ilişki kurulurken, veri setine bağlı olarak ortaya çıkabilecek yanlış ilişkilerin azaltılması amaçlanmıştır. Bu kapsamda ilişki kurulan ilk veri seti ağaç yoğunluğudur (Şekil 38,39 ve 40). Polen analiz noktalarının ağaç yoğunluğu ile ilişkisi kurulurken, nokta bazlı değerlendirmede fosil polen analizleri bu sorgulamanın dışında tutulmuştur. Bunun temel nedeni, fosil polen verilerinin genellikle sulak alanlardan, kurumuş göl tabanlarından, günümüzde büyük ölçüde kuruyan gölsel ortamlardan ya da bu alanların kenarlarından alınan karotlara dayanmasıdır. Bu nedenle, fosil polen verilerinin güncel ağaç yoğunluğu ile doğrudan nokta bazlı olarak ilişkilendirilmesi çoğu durumda anlamsız sonuçlar vermektedir. Bunun yerine, fosil polen verilerinin elde edildiği sahalar ile ağaç yoğunluğu arasındaki ilişkiyi ortaya koyabilmek adına fosil polen noktalarının 10 km çevresinde bulunan ortalama ağaç yoğunluğu verileri elde edilmiş ve değerlendirilmiştir (Şekil 39).

Güncel polen noktalarının ağaç yoğunluğu ile olan ilişkisine bakıldığında (Şekil 38 ve 40), 525 analiz noktasının dağılımında örneklerin büyük bir bölümünün görece düşük ağaç yoğunluğu değerlerinde kümелendiği, bununla birlikte %40–70 aralığındaki ağaç yoğunluğu değerleri de belirli bir ağırlık kazanmıştır (Şekil 38). Nokta bazlı verilerde, ağaç yoğunluğunun her %10'luk dilimindeki dağılıma göre; %0–10 aralığında yer alan örnek alanlar toplam örneklerin %60,5'ini oluştururken, %40–50 bandı %7,6, %50–60 bandı %6,8 ve %60–70 bandı ise %8,5 oranında temsil edilmektedir. Sonuç olarak, bu dört grup birlikte değerlendirildiğinde, tüm örnek alanların yaklaşık %83'ünü kapsamaktadır.

Nokta yerine alan bazlı değerlendirme yapıldığında, güncel polen örnekleme noktalarının 10 km tampon alanı içinde hesaplanan ortalama ağaç yoğunluğu değerlerinin %0 ile %76 arasında değiştiği görülmektedir. Güncel polen noktalarının 10 km çevresine ait ortalama değerleri 10'luk (%) dilimlere göre şu şekilde dağılım göstermektedir: %0–10 aralığı %25,3; %10–20 aralığı %9,7; %20–30 aralığı %15; %30–40 aralığı %27,8; %40–50 aralığı %12,7; %50–60 aralığı %6,1; %60–70 aralığı %1,5 ve %70–80 aralığı %1,7.

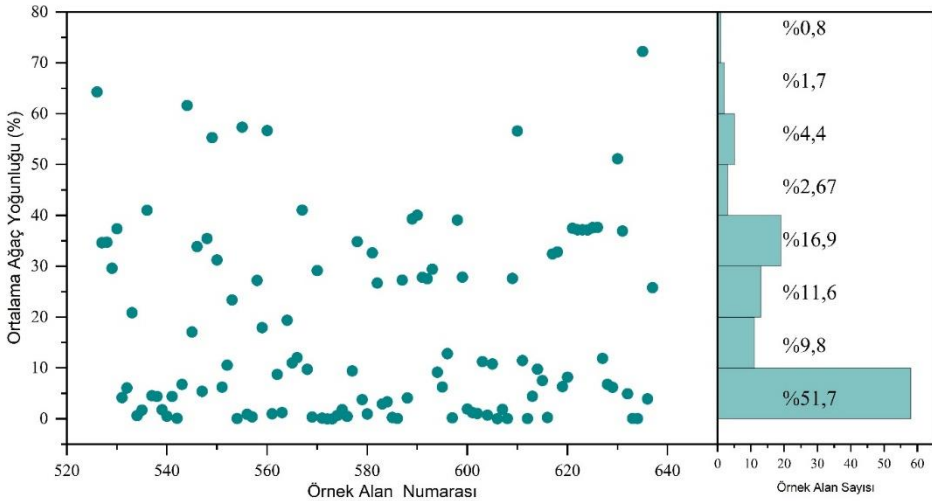
Karşılaştırma zemini oluşturmak amacıyla nokta bazlı değerlendirme ile kıyaslandığında, nokta bazlı analizde %0–10 aralığında yer alan örnekler toplamın %60,5’ini oluştururken; aynı eşik alan bazlı ortalama değere uygulandığında ortalama ağaç yoğunluğu %0–10 arasında olan örneklerin oranı yaklaşık %25’e düşmektedir. Benzer biçimde, nokta bazlı değerlendirmede tüm örneklerin yaklaşık %83’ünü kapsayan ilk dört sınıfın alan bazlı karşılığı yaklaşık %45 düzeyindedir. Dolayısıyla güncel polen sonuçlarında nokta bazlı veriler ile alan bazlı ortalama değerlere dayalı veriler farklı örüntüler ortaya koymaktadır. Güncel polen örneklerinin yakın çevredeki bitki örtüsünden güçlü biçimde etkilendiği dikkate alındığında, nokta bazlı veriler polen kompozisyonunu doğrudan etkileyen lokal bitki örtüsünü yansıtırken, alan bazlı veriler örnekleme noktalarının peyzaj ölçeğindeki vejetasyon bağlamını ortaya koymaktadır. Nitekim orman alanlarına uzaklık analizinde de benzer bir sonuç elde edilmiş ve örneklerin büyük bölümü orman alanlarına görece yakın mesafede konumlanmıştır.



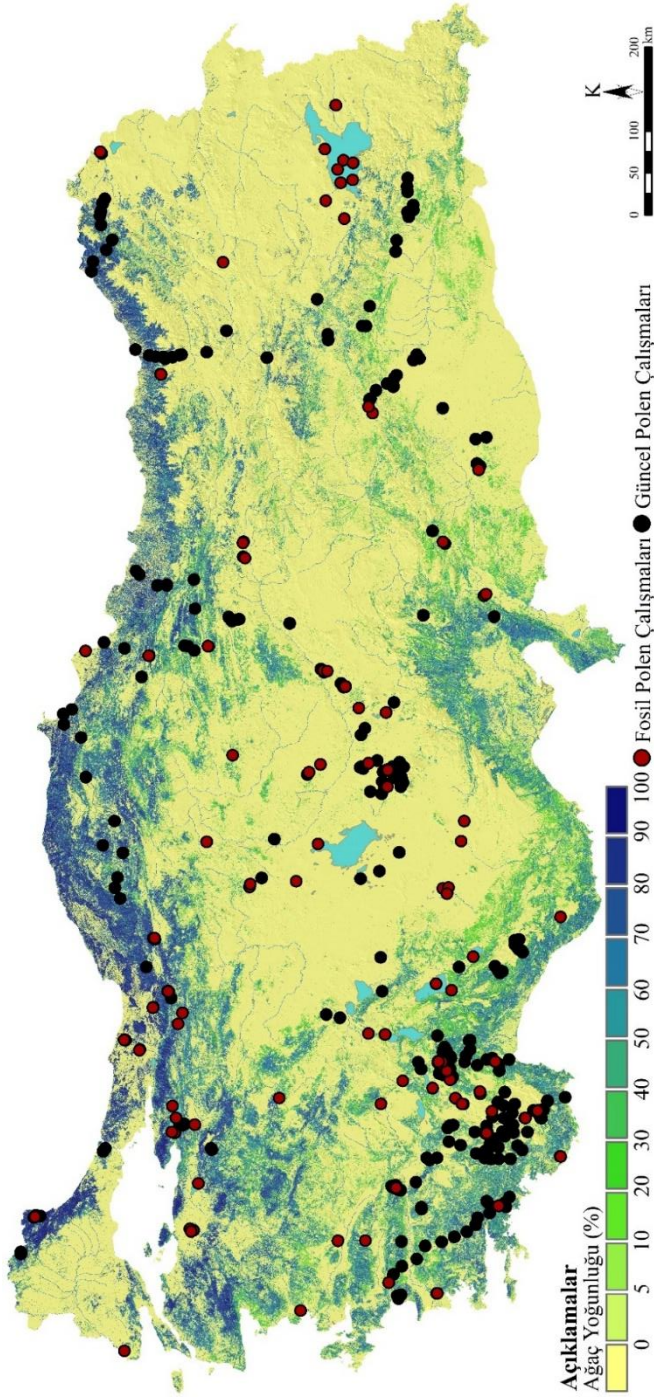
Şekil 38. Güncel polen noktalarının ağaç yoğunluğuna göre dağılımı ve 10 birimlik (%) sınıflara göre sayısal–yüzdesel karşılıkları

Fosil polen verilerinin ağaç yoğunluğu ile ilişkisine göre haritadaki mekânsal dağılım incelendiğinde, fosil polen noktalarının yer aldığı sahalar arasında Van Gölü çevresi, İç Anadolu ve Teke Yarımadası’nın iç kesimleri ve bazı lokal alanlarda orman yoğunluğu düşüktür (Şekil 40). Fosil polen noktalarının 10 km çevre alanı içinde hesaplanan ortalama ağaç yoğunluğu değerlerine göre (Şekil 39), örnek alanların yaklaşık yarısının 10 km çevresindeki ortalama ağaç yoğunluğu %0–10 aralığında değişmektedir. Ayrıca ağaç yoğunluğunun %40’ın

altında olduğu alanlara düşen fosil polen noktalarının oranı yaklaşık %90'dır. Dolayısıyla, güncel polen nokta bazlı örneklerinde olduğu gibi fosil polen çalışmalarının da önemli bir kısmı düşük ağaç yoğunluğuna sahip alanlarda gerçekleştirilmiştir; çok yüksek ağaç yoğunluğuna sahip sahalar ise yeterli düzeyde örneklenmemiştir. Polen noktalarının çok yüksek ağaç yoğunluğu ile olan ilişkisi değerlendirildiğinde, Anadolu'da ağaç yoğunluğunun %70 ve üzeri olduğu alanların aslında kayda değer bir mekânsal büyüklüğe sahip olduğu anlaşılmaktadır. Buna karşın, polen noktalarının bu alanları düşük düzeyde temsil etmesi, yüksek ağaç yoğunluğu alanlarının sınırlı yayılış göstermesinden değil; örnekleme noktalarının bu alanlarda yeterince konumlanmamış olmasından kaynaklanmaktadır.



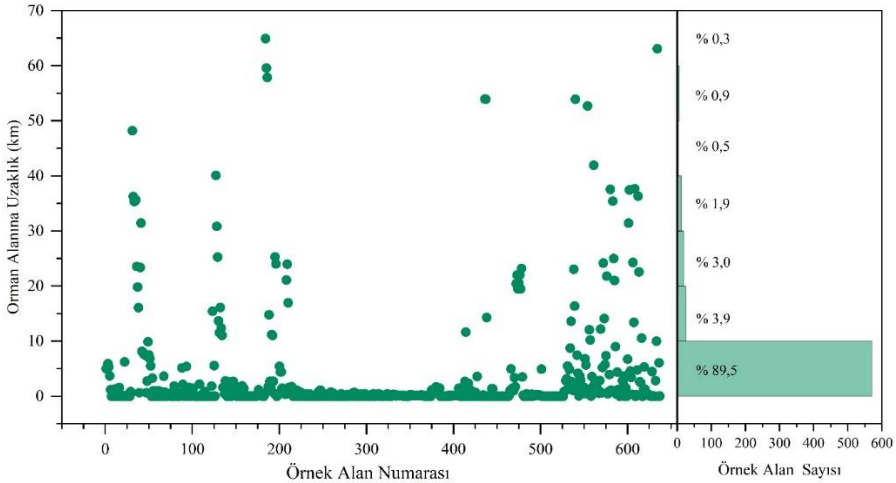
Şekil 39. Fosil polen noktalarının 10 km çevresindeki ortalama ağaç yoğunluğu değerlerinin dağılımı ile 10 birimlik (%) sınıflara göre sayısal-yüzdesel karşılıkları



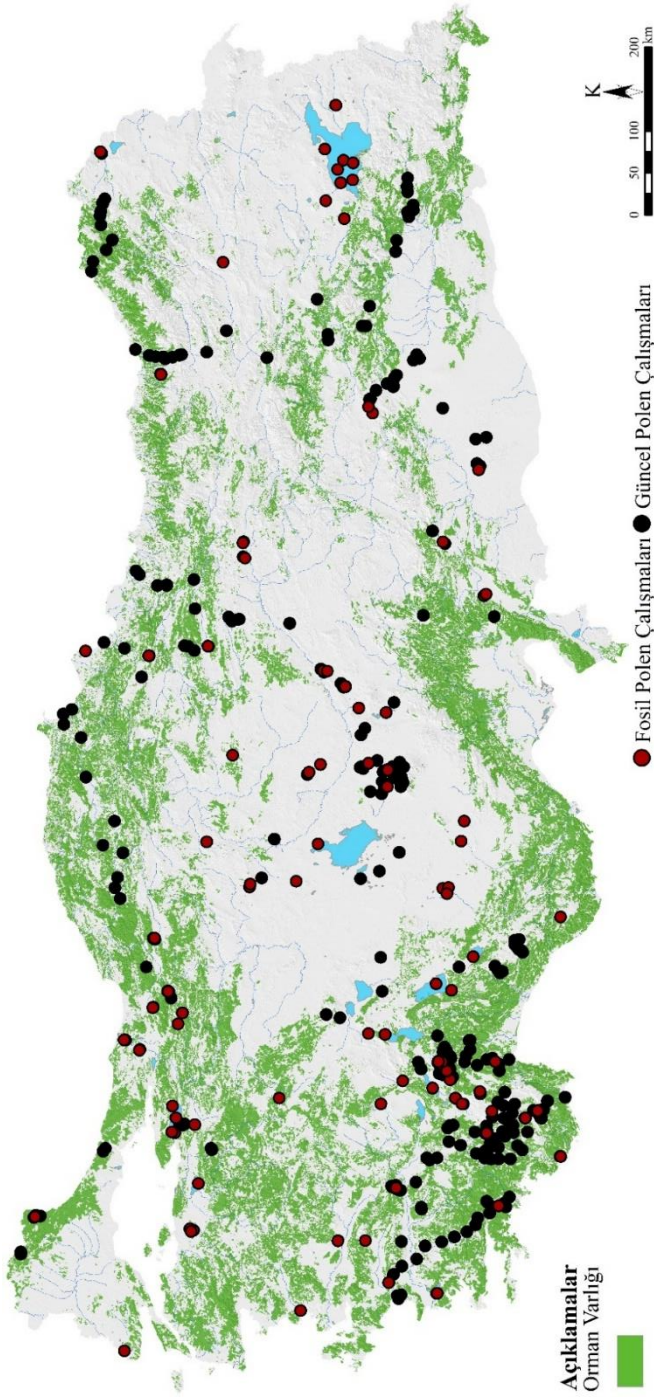
Şekil 40. Fosil ve güncel polen noktalarının ağaç örtüsü yoğunluğuna göre mekânsal dağılımı

8.2. Polen Noktaları ile Orman Alanları Arasındaki İlişkiler

Polen noktaları ile orman alanları arasındaki ilişki değerlendirildiğinde, örnek noktalarının noktasal ölçekte orman alanlarına uzak bir dağılım sergilediği izlenimi oluşsa da, yapılan analizler polen sonuçlarının genel olarak orman alanlarını karakterize ettiğini göstermektedir (Şekil 41 ve 42). Buna göre, polen noktalarının yaklaşık %90'ı orman alanlarına 0–10 km mesafede yer almaktadır (Şekil 41). Orman alanlarına olan uzaklık arttıkça örnek noktalarının oranı belirgin biçimde azalmaktadır; 10–20 km uzaklıktaki örnek alanların oranı %3,9, 20–30 km uzaklıktakilerin %3, 30–40 km uzaklıktakilerin ise %1,9'dur. Orman alanlarına 40 km'den daha uzak konumlanan örnek alanların oranı ise %2'nin altındadır. Bu bulgular, polen örnekleme noktalarının büyük ölçüde orman alanlarına yakın konumlardan seçildiğini ortaya koymaktadır. Polen noktalarının orman alanlarına olan uzaklığının fosil ve güncel polen verileri açısından dağılımı incelendiğinde, her iki veri grubunda da 0–10 km bandında belirgin bir yoğunlaşma olduğu görülmektedir. Nitekim fosil polen noktalarının %76,7'si, güncel polen noktalarının ise %92,1'i bu mesafe aralığında yer almaktadır. Bununla birlikte, verilerin elde edilmiş biçimi örnek noktalarının herhangi bir orman alanına olan yakınlığını esas aldığı için, bu sonuçların Şekil 40 ve 42'de sunulan mekânsal dağılım verileriyle birlikte değerlendirilmesi gerekmektedir. Özellikle Güneydoğu Anadolu ve Orta Anadolu'daki bazı örnek alanların, yoğun ormanlık sahalara görece daha uzak konumlandığı dikkat çekmektedir. Bu nedenle, söz konusu alanlardaki polen örneklerinin orman örtüsünden ziyade otsu vejetasyonu daha güçlü biçimde temsil ettiği söylenebilir.



Şekil 41. Fosil ve güncel polen noktalarının orman alanlarına olan uzaklığa göre dağılımı ve 10 birimlik (km) sınıflara göre sayısal–yüzdesel karşılıkları



Şekil 42. Fossil ve güncel polen noktalarının orman varlığına göre mekânsal dağılımı

8.3. Polen Noktaları ile Ağaç Türleri Arasındaki İlişkiler

Anadolu'daki polen çalışmalarının vejetasyon ile ilişkisini değerlendirmede, orman alanlarının ne ölçüde örneklediği temel göstergelerden biridir. Bununla birlikte, yalnızca orman alanlarının örneklenme oranı değil, hangi orman türlerinin örneklediği de en az bu kadar önemli bir veri setidir (Şekil 43). Türkiye orman varlığı içerdiği yaklaşık 187 ağaç türü (BGCI, 2026), tür çeşitliliği bakımından zengin olmakla birlikte, alansal olarak büyük ölçüde sınırlı sayıda ağaç türü tarafından temsil edilmektedir. Mevcut istatistiklere göre (OGM, 2021) Türkiye ormanlarının yaklaşık %30'u Meşe (*Quercus* sp.), %22'si Kızılçam (*Pinus brutia*), %18'i Karaçam (*Pinus nigra*), %8'i Kayın (*Fagus* sp.), %6'sı Ardıç (*Juniperus* sp.), %6'sı Sarıçam (*Pinus sylvestris*), %2'si Gökmar (*Abies* sp.), %2'si Sedir (*Cedrus* sp.) ve %1,6'sı Ladin (*Picea* sp.) ormanlarından oluşmaktadır. Bunlara ek olarak, Kestane (*Castanea* sp.), Gürgen (*Carpinus* sp.) ve Kızılağaç (*Alnus* sp.) gibi ağaçlar da Türkiye orman ekosistemleri içerisinde ekolojik ve bölgesel açıdan önemli yer tutmaktadır. Bu çalışma kapsamında, Anadolu'da yürütülen güncel ve fosil polen araştırmaları söz konusu ağaç türleri ile ilişkilendirilmiş ve bu türlerin oluşturduğu ormanların ne ölçüde örneklediği değerlendirilmiştir (Şekil 43).

Anadolu'daki asli ağaç türlerinden Ardıç ormanlarının dağılımı incelendiğinde, bu ormanlar ağırlıklı olarak Toros Dağları ile Anadolu'nun iç ve yüksek kesimlerinde parçalı bir şekilde yayılım gösterir (Şekil 43). Batı Toroslar ve yakın çevresinde yer alan Ardıç ormanlarının hem güncel hem de fosil polen çalışmalarıyla görece iyi temsil edildiği söylenebilir. Diğer alanlarda bu temsiliyet görece zayıftır. Gürgen ormanları Anadolu'da oldukça parçalı ve sınırlı bir dağılım sergilediğinden, bu ormanların doğrudan örneklenmesi daha spesifik ve hedefli araştırmalar gerektirmektedir. Mevcut veri setleri dikkate alındığında, gürgen ormanlarının polen dağılımına ilişkin güncel ve fosil verilerin görece zayıf kaldığı görülmektedir. Kestane ve Kızılağaç ormanları ise başlıca Doğu Karadeniz Bölümü ve Küçük Menderes Havzası'nda yayılım göstermektedir (Şekil 43). Bu bölgelerde polen çalışmaları bulunmakla birlikte, hem Kestane hem de Kızılağaç ormanlarının yeterli düzeyde örneklenemediği ve bu türlerin hâlen araştırılması gereken orman grupları arasında yer aldığı söylenebilir. Kayın ormanları genel olarak Karadeniz Bölgesi, Istranca Dağları ve kısmen Güney Marmara'da yayılım göstermekte olup, bu alanlarda güncel ve fosil polen çalışmaları mevcuttur (Şekil 43). Ancak, Kayın ormanlarının polen saçılımı ve dağılımını yüksek temsil gücüyle ortaya koyabilecek örneklem yoğunluğuna henüz ulaşamamıştır.

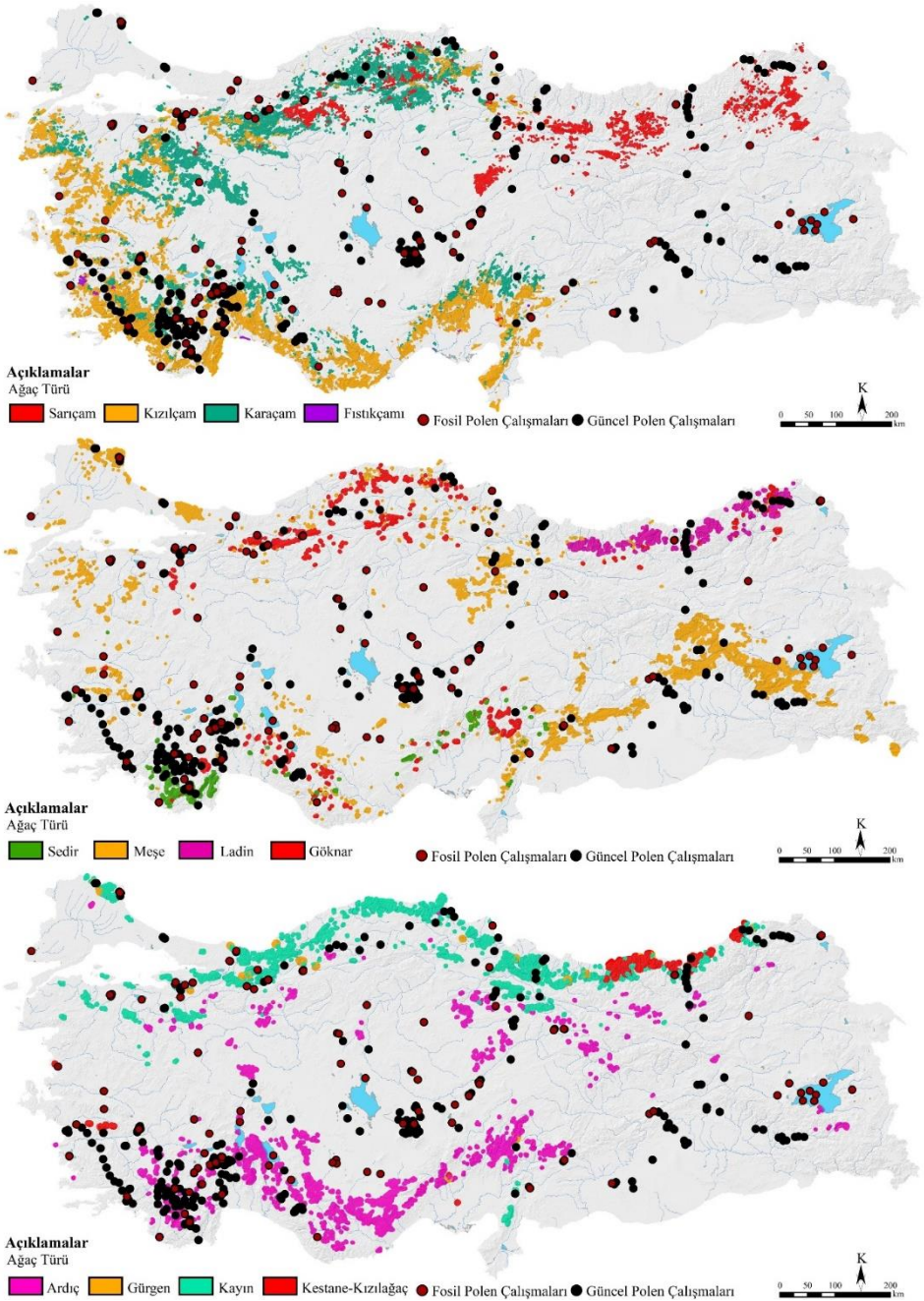
Türkiye orman varlığı içerisinde önemli bir yere sahip olan Sedir ormanları, büyük ölçüde Toroslar ile karakterize olup özellikle Batı Toroslar'da

yoğunlaşmaktadır (Şekil 43). Teke Yarımadası, Elmalı ve Avlan Gölü çevresinde gerçekleştirilen güncel ve fosil polen çalışmaları (Bottema ve Woldring, 1984; Şenkul vd., 2018b; van Zeist vd., 1975), Sedir ormanlarının palinolojik geçmişine ve güncel dağılımına ilişkin önemli veriler sunmaktadır. Bununla birlikte, Sedir ormanlarının tarihsel ve ekolojik önemi göz önüne alındığında (Doğan, 2025c), bu türün Anadolu genelinde daha yoğun ve yaygın biçimde örneklenmesine ihtiyaç olduğu açıktır. Ladin ormanları, Kestane ve Kızılağaç gibi ağırlıklı olarak Doğu Karadeniz Bölümü'nde yayılış göstermektedir (Şekil 43). Bu bölgede sınırlı sayıda güncel polen çalışması bulunmakla birlikte (Shumilovskikh, 2013), Ladin ormanlarının polen üretimi, saçılım karakteri ve uzun dönemli ortalamalarını temsil edecek bütüncül bir palinolojik veri seti henüz oluşturulamamıştır. Diğer bir tür olan Gökmar ormanları Türkiye'de dört farklı tür ile temsil edilmekte (OGM, 2009) ve farklı coğrafi bölgelerde yayılış göstermektedir (Şekil 43). Doğu Karadeniz Gökmarı, Ladin ormanlarında olduğu gibi sınırlı düzeyde örneklenmişken; Uludağ Gökmarı ve yayılış gösterdiği Batı Karadeniz'de, hem güncel hem de fosil polen çalışmaları sayesinde görece daha iyi temsil edilmektedir. Benzer şekilde, Toroslar'da yayılış gösteren Toros Gökmarı ormanlarının polen saçılımına ilişkin yakın ve uzak mesafe etkilerini değerlendirmeye olanak tanıyan çalışmalar da mevcut olup bu çalışmalar Batı Toroslar'dan elde edilmiştir. Türkiye ormanlarının en yaygın ve kültürel açıdan en önemli ağaç gruplarından biri olan meşeler, Anadolu'nun hemen hemen tüm bölgelerinde yayılış göstermekte (Şekil 43) ve son 20.000 yıllık vejetasyon tarihinde belirleyici bir rol oynamaktadır (Doğan vd., 2025b). Günümüzde de Türkiye orman varlığı içerisinde en yüksek paya sahip ormanları oluşturan meşeler, Anadolu'nun farklı bölgelerinden elde edilen güncel ve fosil polen verileri sayesinde geçmiş ve günümüz dağılımları açısından görece iyi karakterize edilebilmektedir (Şekil 43). Bununla birlikte, özellikle izole ve saf Meşe ormanlarının bulunduğu alanlarda gerçekleştirilecek hedefli güncel polen çalışmaları, Meşe polenin saçılım ve birikim özelliklerinin daha ayrıntılı biçimde anlaşılmasına önemli katkılar sunacaktır.

Anadolu ormanlarının polen sonuçlarını en güçlü biçimde etkileyen ağaç türlerinden biri de çam ormanlarıdır. Sarıçam, Kızılçam, Karaçam ve Fıstıkçamı türleri, farklı ekolojik koşullarda ve farklı yoğunluklarda yayılış göstermektedir (Şekil 43). Fıstıkçamı ormanları küçük ve izole alanlarla sınırlı olup, bu türün polen saçılımına yönelik özel bir veri seti henüz oluşturulamamıştır. Sarıçam ormanları ise Kuzey Anadolu, İç Anadolu ve Batı Karadeniz'in iç bölgelerinde yayılış göstermektedir. Batı Karadeniz'deki fosil ve güncel polen çalışmaları Sarıçam varlığını yansıtabilmekle birlikte, Karaçam ve Kızılçam ormanlarının baskınlığı bu türün ayırt edilmesini zorlaştırmaktadır. Bu nedenle, Orta Anadolu

ve Orta–Doğu Karadeniz ve Doğu Anadolu’daki Sarıçam ormanlarında yapılacak palinolojik çalışmalar, Sarıçam poleninın dağılım özelliklerini daha net ortaya koyacaktır. Kızılçam ve Karaçam ormanları, hem alansal hem de yüzdesel olarak Türkiye orman varlığının en önemli bileşenlerini oluşturmaktadır. Akdeniz, Ege ve Batı Karadeniz bölgeleri büyük ölçüde bu iki çam türü ile karakterize edilir. Türkiye genelinde gerçekleştirilen güncel ve fosil polen çalışmaları, Kızılçam ve Karaçam ormanlarının polen saçılımı ve dağılım özelliklerini ortaya koyabilecek düzeyde yoğun bir veri seti sunmaktadır. Türlerin görelı baskınlığı dikkate alındığında, Akdeniz ile Ege Bölgesi’ndeki çalışmalarda Kızılçam ormanlarının; Güney Marmara ve Batı Karadeniz’de ise Karaçam ormanlarının daha yoğun biçimde örneklendiğı görölmektedir. Bu bağlamda, Kızılçam ve Karaçam ormanlarının Türkiye’de palinolojik açıdan en iyi temsil edilen ağaç türleri arasında yer aldığı söylenebilir.

Genel olarak değerlendirildiğinde, Türkiye’deki önemli orman alanlarının büyük bir bölümünde palinolojik çalışmalar yapılmış olsa da, özellikle güncel polen çalışmalarının; ekolojik, kültürel ve tarihsel açıdan önemi yüksek olan bazı ağaç türleri için daha uzun süreli, daha yoğun ve farklı coğrafi bölgeleri kapsayacak biçimde genişletilmesine ihtiyaç duyulmaktadır.



Şekil 43. Fossil ve güncel polen noktalarının önemli aslı ağaç türlerinin saf orman alanlarına göre mekânsal dağılımı

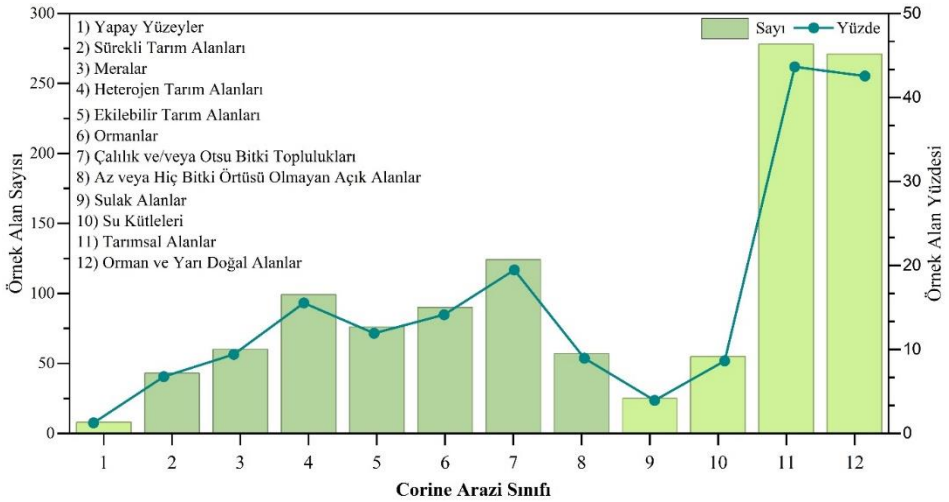
8.4. CORINE Arazi Örtüsü Verileri ile İlişkiler

Anadolu'daki polen analiz noktaları, CORINE arazi kullanımı/arazi örtüsü (European Environment Agency, 2018b) sınıfları ile ilişkilendirilerek değerlendirilmiştir. CORINE veri setinin farklı ayrıntı düzeylerinde (seviye 1–3) arazi sınıfları içermesi nedeniyle, analizlerin karşılaştırılabilirliğini ve yorumlanabilirliğini artırmak amacıyla sınıflar seviye 1 ve 2 baz alınarak yeniden organize edilmiştir (Şekil 44). Bu kapsamda, polen verileriyle doğrudan ilişkilendirilmek üzere arazi örtüsü sınıfları yapay yüzeyler, tarımsal alanlar, orman ve yarı doğal alanlar, sulak alanlar ve su kütleleri olmak üzere beş ana kategori altında toplanmıştır (Şekil 44 ve 45). Ancak arazi örtüsünün mekânsal dağılışını daha ayrıntılı ve açıklayıcı biçimde sunabilmek amacıyla hazırlanan dağılış haritasında, orman ve yarı doğal alanlar sınıfı; ormanlar, çalılık ve/veya otsu bitki toplulukları ile az veya hiç bitki örtüsü olmayan açık alanlar olmak üzere üç alt sınıfa ayrılarak gösterilmiştir (Şekil 45). Buna karşılık, CORINE verisinin alan istatistiklerine dayalı olarak Excel ortamında düzenlenen ve grafikleştirilen tablosal verilerde, beş ana sınıf korunmuş; bu sınıfların alt bileşenleri ayrıca değerlendirilmiştir. Bu bağlamda tarımsal alanlar sınıfı; sürekli tarım alanları, ekilebilir tarım alanları, heterojen tarım alanları ve meralar olmak üzere dört alt sınıf altında ele alınmıştır. Orman ve yarı doğal alanlar sınıfı ise ormanlar, çalılık ve/veya otsu bitki toplulukları ile az veya hiç bitki örtüsü olmayan açık alanlar şeklinde üç alt sınıf altında değerlendirilmiştir (Şekil 44).

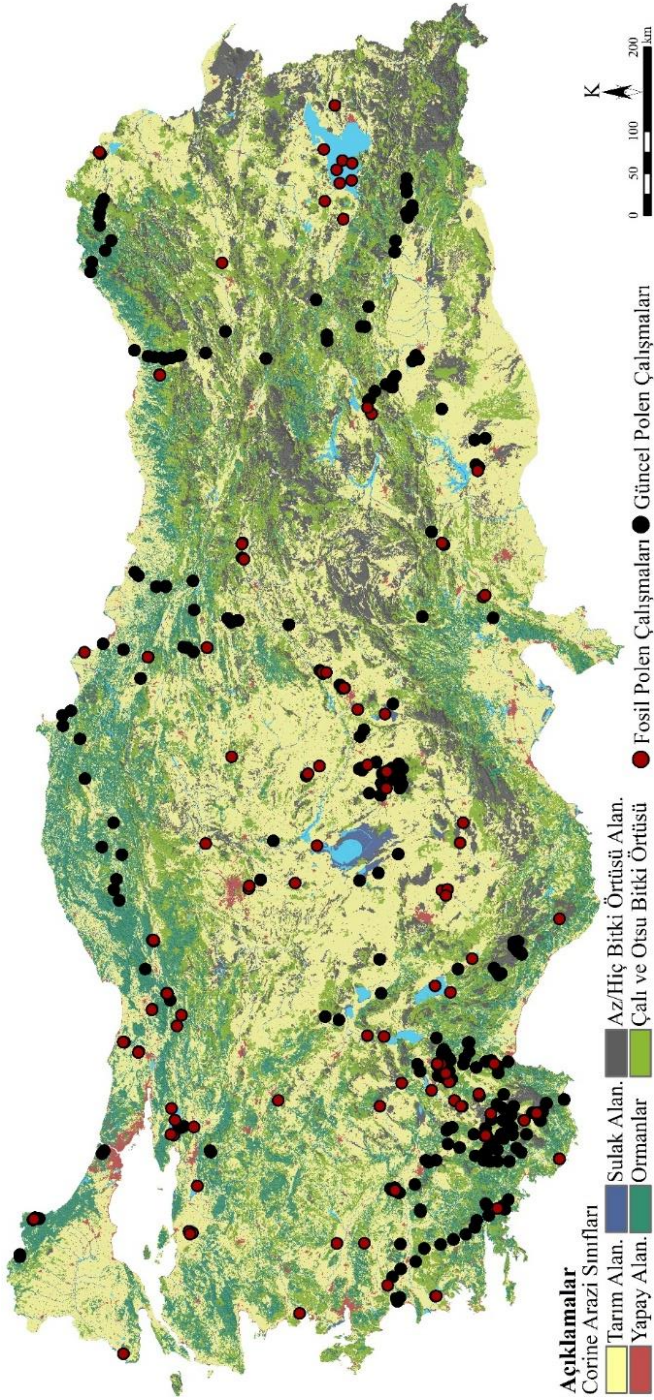
Örneklerin CORINE Seviye 3 sınıflarına göre daha ayrıntılı organizasyonunda ise analizler, tarımsal alanlar ve orman ve yarı doğal alanlar olmak üzere iki temel veri seti üzerinden yürütülmüştür (Şekil 46). Bu kapsamda tarımsal alanlar sınıfı; sulama yapılmayan ekilebilir arazi, sürekli sulanan tarım alanları, meyve ağaçları ve meyve bahçeleri, zeytinlikler, meralar, karmaşık tarım desenleri ve doğal vejetasyon içeren tarım alanları olmak üzere yedi alt sınıfa ayrılmıştır. Orman ve yarı doğal alanlar sınıfı ise geniş yapraklı ormanlar, iğne yapraklı ormanlar, karışık ormanlar, doğal çayırlar, sert yapraklı (sklerofil) vejetasyon, geçiş niteliğindeki orman–çalılık alanlar, seyrek bitki örtülü alanlar ve diğer alanlar olmak üzere sekiz alt sınıf altında değerlendirilmiştir. Bu çok ölçekli sınıflandırma yaklaşımıyla (Şekil 46), CORINE arazi örtüsü verilerinin polen verileriyle mekânsal ve istatistiksel olarak daha ayrıntılı, karşılaştırılabilir ve anlamlı biçimde ilişkilendirilmesi amaçlanmıştır.

CORINE Seviye 1 ana sınıflandırmasına göre polen noktalarının büyük bölümü tarımsal alanlar (%43,6) ve orman ve yarı doğal alanlar (%42,5) içerisinde yer almakta olup, bu iki sınıfın temsil oranları birbirine oldukça yakındır. Bununla birlikte, tarımsal alanların oranı sınırlı da olsa daha yüksektir. Alt sınıflar bazında değerlendirildiğinde, polen analiz noktalarının yüzdelik

dağılımları CORINE 1 seviye sınıflarına göre yeniden organizasyonunda çalılık ve/veya otsu bitki toplulukları (%19,4), heterojen tarım alanları (%15,5), ormanlar (%14,1), ekilebilir tarım alanları (%11,9), meralar (%9,4), az veya hiç bitki örtüsü olmayan açık alanlar (%8,9) ve sürekli tarım alanları (%6,7) şeklinde bir dağılım ortaya çıkmıştır (Şekil 44). Bu dağılım, polen noktalarının karakterinin başlıca çalılık ve/veya otsu bitki toplulukları, heterojen tarım alanları ve orman alanlarının temsiline dayandığını göstermektedir. Fosil polen noktalarının büyük ölçüde sucül sistemleri karakterize etmesi (%12,5) ortaya çıkan bu dağılım aynı zamanda ağırlıklı olarak güncel polen verilerini yansıtmaktadır. Güncel polen noktalarının fosil polen verileri için bir yorumlama anahtarı oluşturma işlevi dikkate alındığında, özellikle geçmiş arazi kullanımı ve tarımsal faaliyetlerin değerlendirilmesi açısından sürekli tarım alanlarının yalnızca %6,75 oranında temsil edilmesi, bu arazi kullanım sınıfının daha ayrıntılı biçimde araştırılması gerektiğini ortaya koymaktadır.

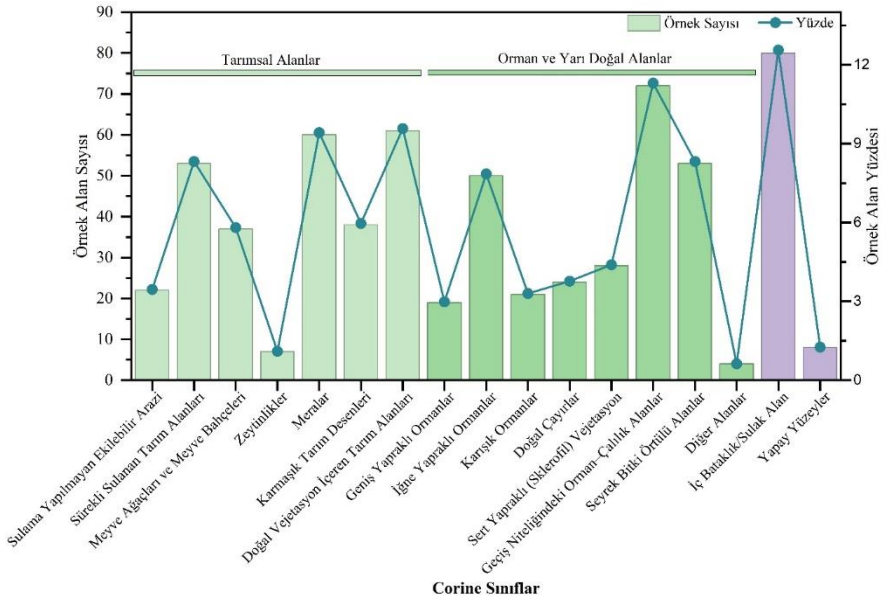


Şekil 44. Fosil ve güncel polen noktalarının CORINE arazi kullanım seviye 1 ve 2 sınıflarına göre sayısı ve yüzdesel dağılımı



Şekil 45. Fossil ve güncel polen noktalarının CORINE arazi kullanım sınıflarına göre mekânsal dağılımı

Örneklerin CORINE seviye 3 sınıflarına göre dağılımında (Şekil 46), tarımsal alanlar içerisinde polen analiz noktalarının en yoğun olarak doğal vejetasyon içeren tarım alanları (%9,5) ve meralar (%9,4) sınıflarında yer aldığı görülmektedir. Bunu sürekli sulanan tarım alanları (%8,3), karmaşık tarım desenleri (%5,9), meyve ağaçları ve meyve bahçeleri (%5,8), sulama yapılmayan ekilebilir arazi (%3,4) ve zeytinlikler (%1) izlemektedir. Tarımsal alanlara ilişkin sonuçlar, belirli tarımsal faaliyetlerin ve ürün desenlerinin polen verileriyle ilişkisini ortaya koymaya yönelik araştırmaların hâlen sınırlı olduğunu düşündürmektedir. Orman ve yarı doğal alanlar kapsamında (Şekil 46) ise polen noktalarının en yüksek oranda geçiş niteliğindeki orman-çalılık alanlar (%11,3) ve seyrek bitki örtülü alanlar (%8,3) içerisinde yoğunlaşmıştır. Bu sınıfları sırasıyla iğne yapraklı ormanlar (%7,8), sert yapraklı (sklerofil) vejetasyon (%4,3), doğal çayırlar (%3,7), karışık ormanlar (%3,2), geniş yapraklı ormanlar (%2,9) ve diğer alanlar (%0,6) takip etmektedir. Bu dağılım, Anadolu'da gerçekleştirilen polen çalışmalarının özellikle geçiş niteliğindeki yarı doğal alanlar ile iğne yapraklı ormanlar üzerinde yoğunlaştığını, buna karşın geniş yapraklı ormanlar ve bazı özgül tarımsal arazi türlerinin (özellikle zeytinlikler) görece daha sınırlı düzeyde temsil edildiğini göstermektedir. Bu durum hem orman hem de tarım alanlarının modern polen karakterizasyonunun daha dengeli ve temsil gücü yüksek bir veri setiyle desteklenmesi gerektiğine işaret etmektedir.



Şekil 46. Fosil ve güncel polen noktalarının CORINE arazi kullanım Seviye 3 sınıflarına göre sayısı ve yüzdesel dağılımı

8.4.1. Zeytin, Üzüm ve Tahıl Alanları

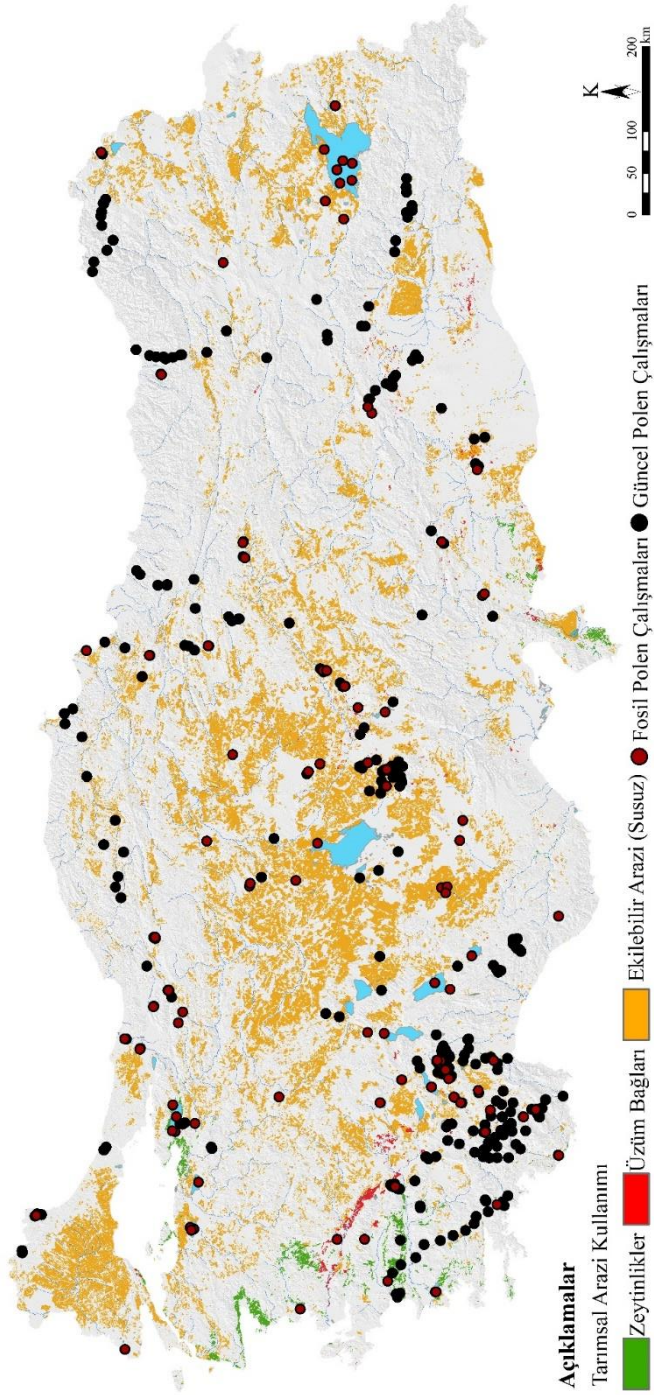
Anadolu özelinde, Akdeniz dünyasında uzun dönemli geçmiş arazi kullanımı ve tarımsal faaliyetlerin en önemli göstergeleri ile günümüz tarımının temel bileşenleri ve aynı zamanda simgesel ürünleri zeytin, üzüm ve tahıllardır (Bacilieri vd., 2013; Behre, 1981, 1990; Besnard vd., 2018; Bottema ve Woldring, 1990; Carrión vd., 2010; De Lorenzis vd., 2019; Doğan, 2024, 2025a, 2025b; Dong vd., 2023; Eastwood vd., 1998; Gaillard, 2013; Grassi ve De Lorenzis, 2021; Langgut vd., 2019; McGovern, 2003; Mercuri vd., 2013; Moriondo vd., 2013; Roberts, 2018; Vermoere vd., 2002; Woodbridge vd., 2019; Zohary vd., 2012; Zohary ve Spiegel-Roy, 1975). Bu kapsamda, CORINE arazi kullanımı verileri içerisinde zeytin, üzüm ve tahıllara ilişkin sınıflar temelinde, üç ürüne yönelik karşılaştırmalı bir perspektif sunulmuştur.

Anadolu'daki zeytinliklerin (Şekil 47) yayılış alanları (Güney Marmara, Büyük Menderes Vadisi, Güneybatı Anadolu, Hatay ve Gaziantep çevresi) ile güncel polen çalışmalarının noktasal dağılımı karşılaştırıldığında, yoğun zeytinlik alanlar ile güncel polen noktalarının yüksek düzeyde örtüşmediği görülmektedir (Doğan, 2025b). Güney Marmara, Büyük Menderes Vadisi, Güneybatı Anadolu ve bu alanlar arasında kalan bazı bölgelerde güncel polen çalışmaları gerçekleştirilmiş olsa da (Bottema vd., 2001; Doğan ve Şenkul, 2022; van Zeist vd., 1975), bu çalışmaların sayısı, mekânsal yoğunluğu ve kapsamı, zeytinin güncel vejetasyon içerisindeki temsiliyetini ortaya koymak için yeterli düzeyde değildir (Doğan, 2025b). Özellikle zeytinliklerin en yoğun olduğu alanlardan biri olan Ege Bölgesi'nin kuzey kesimleri ile Hatay çevresinde güncel polen analizlerine dayalı çalışmaların bulunmaması, bu bölgelerdeki zeytin varlığının polen kayıtlarıyla desteklenmesini zorlaştırmaktadır (Doğan, 2025b). Güncel polen çalışmalarının zeytinlik alanlarla olan uyumunun yanı sıra fosil polen çalışmaları incelendiğinde (Şekil 47), fosil polen kayıtları ile zeytinliklerin güncel dağılışı arasında da tam bir mekânsal örtüşme bulunmamaktadır. Bu uyumsuzluk özellikle Hatay, Gaziantep ve Kuzey Ege'deki zeytinlik alanlarda belirgindir. Buna karşın, Batı Anadolu'da Belevi Gölü, Bafa Gölü, Buldan Yayla Gölü ve Elaia Limanı gibi alanlardan elde edilen fosil polen verileri, zeytinin geçmişteki dağılışı ve yetiştiriciliği hakkında önemli bilgiler sunmaktadır (Doğan vd., 2025a, 2025b; Knipping vd., 2008; Müllenhoff vd., 2004; Shumilovskikh vd., 2016; Stock vd., 2020). Bu araştırmalar hem güncel hem de fosil polen verilerinin birlikte değerlendirilmesine olanak tanıyan güncel–geçmiş sentezleri açısından büyük önem taşımaktadır. Benzer şekilde, Güney Marmara'da İznik Gölü ve çevresinde yürütülen fosil polen çalışmalarının, zeytinliklerin coğrafi dağılışı ile oldukça uyumlu sonuçlar sunmuştur (Miebach vd., 2016). Bu çerçevede, fosil polen çalışmaları ile güncel polen çalışmaları arasındaki temel

fark, güncel polen çalışmalarının belirli ve hedeflenmiş alanlarda planlanabilme ve uygulanabilme potansiyelinin çok daha yüksek olmasıdır. Bu nedenle, zeytinlikler özelinde planlanacak ve uzun yıllara yayılan güncel polen çalışmaları, zeytin gibi önemli bir tarımsal ürüne ait güçlü ve sürekliliği olan bir veri setinin oluşturulmasına katkı sağlayacaktır.

CORINE verilerine göre bağ alanları Anadolu’da özellikle Batı Anadolu, Orta Anadolu ve Güneydoğu Anadolu’da yoğunlaşmaktadır (Şekil 47). Güncel polen noktaları ile bağ alanlarının yayılışı birlikte değerlendirildiğinde, üzüm özelinde güncel polen çalışmalarının, tarımsal faaliyetlerin yoğun olduğu alanlarla büyük ölçüde uyumlu olduğu görülmektedir. Ancak Anadolu’daki en yoğun güncel üzüm bağlarının bulunduğu Gediz Grabeni ve çevresinde güncel polen çalışmalarının eksikliği dikkat çekicidir (Doğan, 2024). Fosil polen çalışmalarının mekânsal dağılışı ile üzüm bağlarının dağılışı arasındaki ilişki de, güncel polen verileriyle benzer bir örüntü sergilemektedir. Orta ve Güneydoğu Anadolu’daki fosil polen çalışmaları, üzüm bağlarıyla yüksek düzeyde ilişkili olmakla birlikte, üzüm bağlarının görece sınırlı alansal yayılışı (2023 yılında 378 bin hektar ve toplam tarım alanları içerisindeki payının %0,98 olması) (Doğan, 2024) ve üzümün düşük polen üretim kapasitesi (Eastwood, 1997; Roberts, 2018), üzüm poleninin polen kayıtlarındaki temsiliyetinin anlaşılmasındaki temel sınırlılıklar olarak öne çıkmaktadır.

Anadolu’daki tahıl tarımı ile ilişkilendirilebilecek olan sulama yapılmayan ekilebilir arazilerin (non-irrigated arable land) dağılışı, neredeyse tüm Anadolu ölçeğinde yaygındır (Şekil 47). Bu kapsamda Orta Anadolu ve Güneydoğu Anadolu’dan elde edilen fosil ve güncel polen verileri, tahıl tarımına ilişkin görece iyi bir temsiliyet sunmaktadır. Bu alanların dışında, Güneybatı Anadolu’da Göller Yöresi, Van Gölü çevresi ve bazı münferit sahalarda yürütülen çalışmalarda da tatmin edici bir temsil düzeyi bulunmaktadır. Ancak alansal dağılımın genişliği ve ekolojik uygunluğuna rağmen, üzümde olduğu gibi tahılların polen kayıtlarındaki temsiliyetine ilişkin bazı temel sınırlılıklar söz konusudur. Özellikle *Triticum* sp. ve *Hordeum* sp. gibi kendine döllen tahılların düşük polen üretim kapasitesi, bu türlerin polen kayıtlarında zayıf temsil edilmesine neden olmaktadır (Bottema, 1992; Eastwood vd., 2018; van Zeist vd., 1975; van Zeist ve Bottema, 1991; Zohary, 1999; Zohary vd., 2012). Bu durum, tahılların geçmiş tarımsal faaliyetlerin göstergesi olarak kullanımında önemli bir sınırlılık oluşturmaktadır. Bununla birlikte, detaylı, kapsamlı ve tahıllara özgü hedeflenmiş örnekleme stratejileriyle gerçekleştirilecek güncel polen çalışmaları tahılların temsiline yönelik önemli veri setleri oluşturacaktır (Doğan, 2025a).



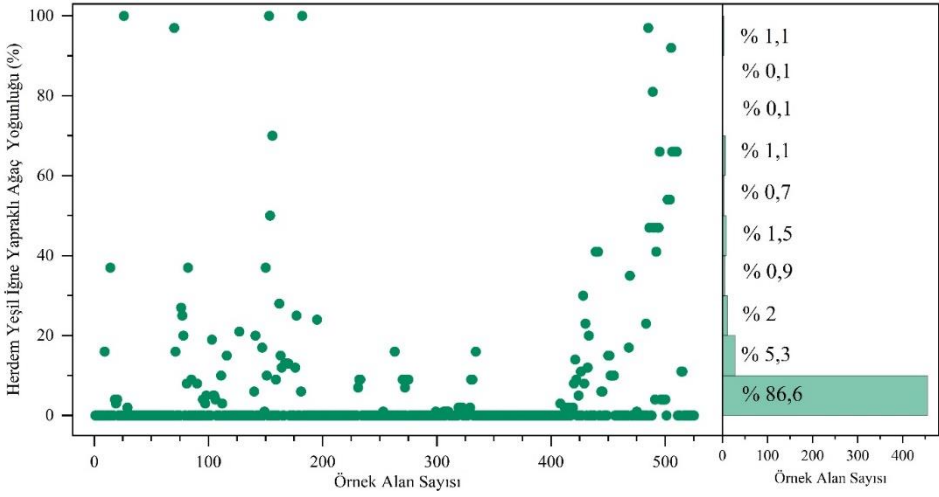
Şekil 47. Fosil ve güncel polen noktalarının zeytinlikler, üzüm bağları ve sulama yapılmayan ekilebilir arazi sınıflarına göre mekânsal dağılımı

8.5. EarthEnv Arazi Örtüsü Verileri ile İlişkiler

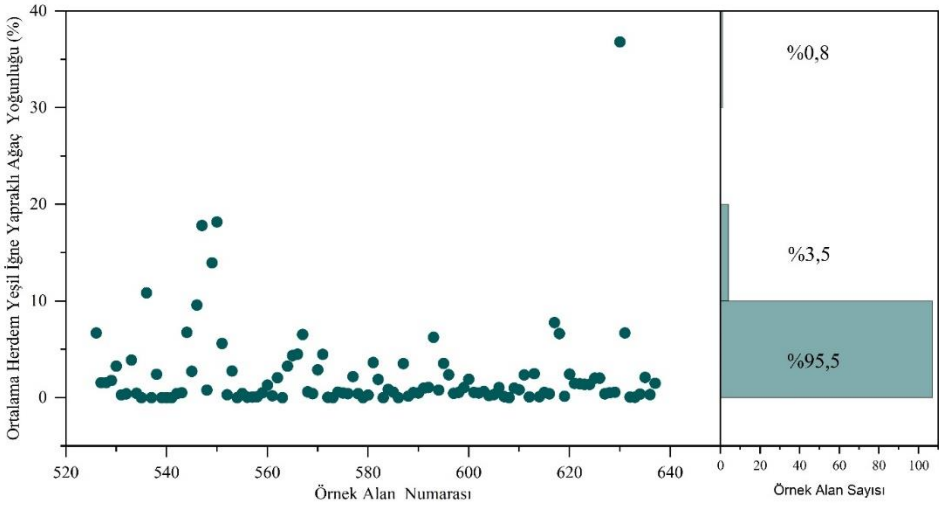
8.5.1. Herdem Yeşil İğne Yapraklı Ağaçlar

Anadolu'daki herdem yeşil iğne yapraklı ağaçların oluşturduğu ormanlar, genel olarak Toroslar, Batı Anadolu, Batı Karadeniz'in dağlık alanları ile Doğu Karadeniz ve ardı dağlık kesimlerinde, ayrıca yer yer münferit farklı bölgelerdeki dağlık kütleler üzerinde yoğunlaşmaktadır (Şekil 50). Bu dağılım, Anadolu orman karakterinin bir yansıması olarak, yaprak döken geniş yapraklı ağaçlara kıyasla daha homojen ve daha geniş bir yayılım alanı sunmaktadır. Polen çalışmalarının noktasal dağılımı incelendiğinde hem fosil hem de güncel polen noktalarının büyük ölçüde orman alanları ya da yakın çevresinde yer aldığı söylenebilir (Şekil 50). Ancak nokta bazlı veri setleri özelinde durum kısmen farklılık göstermektedir. Güncel polen çalışmalarına ait nokta bazlı değerlendirmede güncel polen noktalarının yaklaşık %87'sinin, herdem yeşil iğne yapraklı ağaç oranının %10'un altında olduğu alanlarda yer aldığı görülmektedir (Şekil 48). Bu sonuç, nokta bazlı güncel polen çalışmalarının herdem yeşil iğne yapraklı ağaçları görece düşük düzeyde temsil ettiğini göstermektedir. Nitekim, herdem yeşil iğne yapraklı ağaç oranının %40 ve üzerinde olduğu alanlarda yer alan güncel polen noktalarının oranının yaklaşık %5 olduğu belirlenmiştir. Güncel polen örnekleme noktalarının 10 km çevresindeki ortalama herdem yeşil iğne yapraklı ağaç oranı %0–43 arasında değişmektedir. Üst sınır değeri yüksek olmamakla birlikte, örneklerin %33'ünde bu oran %1'in altında, %41'inde ise %1–5 aralığındadır. Buna göre, polen noktalarının %74'ünde herdem yeşil iğne yapraklı ağaç oranı %5'in altında kalmaktadır. Ayrıca, örneklerin %91'inde ağaç yoğunluğu %10'un altındadır.

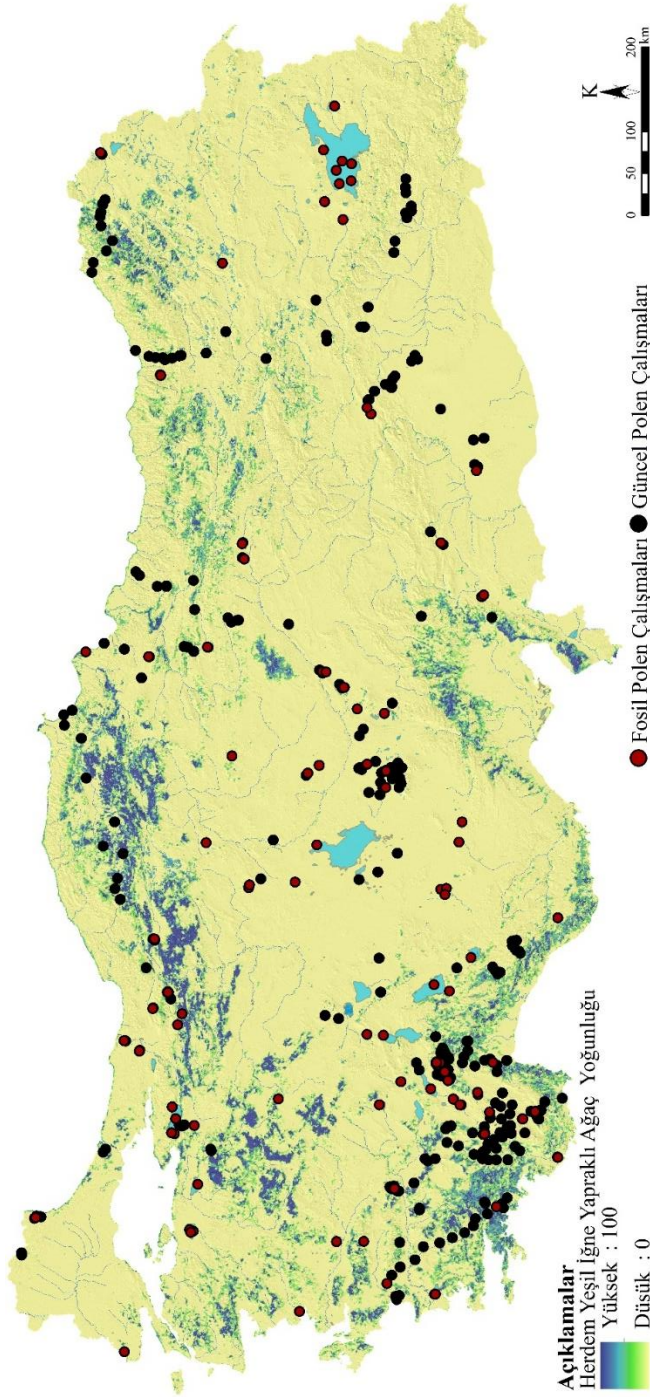
Fosil polen çalışmalarında, başta Batı Karadeniz, Güney Marmara, Batı Anadolu ve Güneybatı Anadolu olmak üzere, herdem yeşil iğne yapraklı ağaçlar bu bölgelerde ya da yakın çevrelerinde gerçekleştirilen sınırlı sayıdaki çalışma ile temsil edilmektedir (Şekil 50). 10 km çapındaki alan bazlı değerlendirmeye göre, fosil polen noktalarının bulunduğu alanların çevresindeki herdem yeşil iğne yapraklı ağaç oranı %0–36 arasında değişmektedir. Ancak %36 değeri uç bir örnek olup, dağılımın büyük kısmı %20'nin altındadır. Nitekim örneklerin %95'inde herdem yeşil iğne yapraklı ağaç oranı %10'un altındadır (Şekil 49).



Şekil 48. Güncel polen noktalarının herdem yeşil iğne yapraklı ağaç yoğunluğuna göre dağılımı ve 10 birimlik (%) sınıflara göre sayısal–yüzdesel karşılıkları



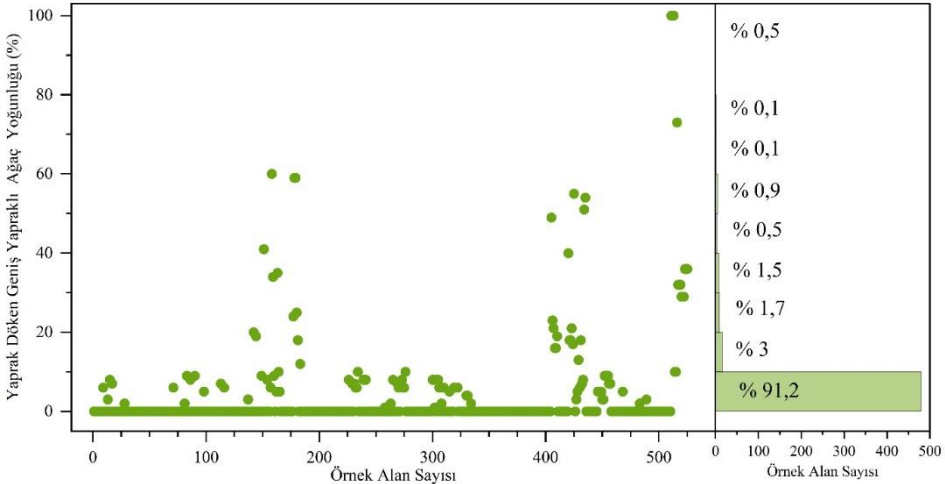
Şekil 49. Fosil polen noktalarının 10 km çevresindeki ortalama herdem yeşil iğne yapraklı ağaç yoğunluğu değerlerinin dağılımı ile 10 birimlik (%) sınıflara göre sayısal–yüzdesel karşılıkları



Şekil 50. Fossil ve güncel polen noktalarının herdem yeşil iğne yapraklı ağaçlar sınıfına göre mekânsal dağılımı

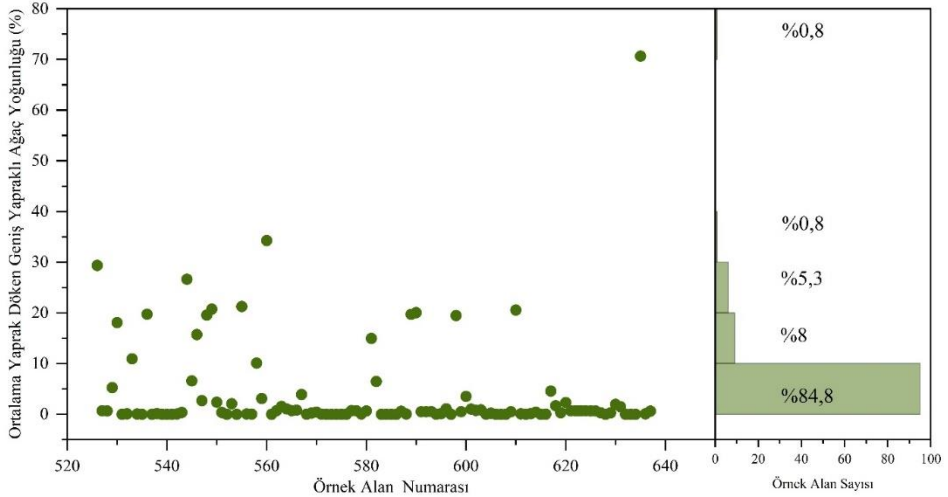
8.5.2. Yaprak Döken Geniş Yapraklı Ağaçlar

Anadolu'daki polen noktalarının yaprak döken geniş yapraklı ağaçlar sınıflarına göre dağılımı değerlendirildiğinde, yaprak döken geniş yapraklı ağaçların büyük oranda Karadeniz Bölgesi'nde ve bu bölge içerisinde özellikle kıyı etkisinin belirgin olduğu kesimlerde yoğunlaşmıştır (Şekil 53). Batı Anadolu ve Toroslar ve diğer alanlarda da yaprak döken geniş yapraklı türler bulunmakla birlikte, bu alanlardaki bulunma yoğunlukları görece düşüktür. Dolayısıyla, polen noktalarının yoğunlaştığı Güneybatı Anadolu ve çevresi, Orta Anadolu ile Güneydoğu ve Doğu Anadolu'daki polen nokta, yaprak döken geniş yapraklı ağaçların ana dağılım alanlarına büyük ölçüde uzaktır (Şekil 53). Harita üzerindeki dağılımın ortaya koyduğu bu durum, güncel polen için oluşturulan noktalara ait dağılım grafikleri ve yoğunluk basamaklarına göre yapılan değerlendirmelerde de açık biçimde görülmektedir. Buna göre, güncel polen noktalarının yaklaşık %91'inin bulunduğu alanlarda yaprak döken geniş yapraklı ağaçların oranı %10 ve altındadır (Şekil 51). Ayrıca, yaprak döken geniş yapraklı ağaç yoğunluğunun %40'ın üzerinde olduğu alanlarda bulunan güncel polen noktalarının oranı yaklaşık %2,5 düzeyindedir. Bu özellikler alan bazlı değerlendirmede de görülmektedir. Güncel polen noktalarının 10 km çevresinde yaprak döken geniş yapraklı ağaçların ortalama oranı %0–78 arasında değişmekle birlikte, örneklerin %60'ında bu oran %1'in altında, %87'sinde ise %5'in altındadır.

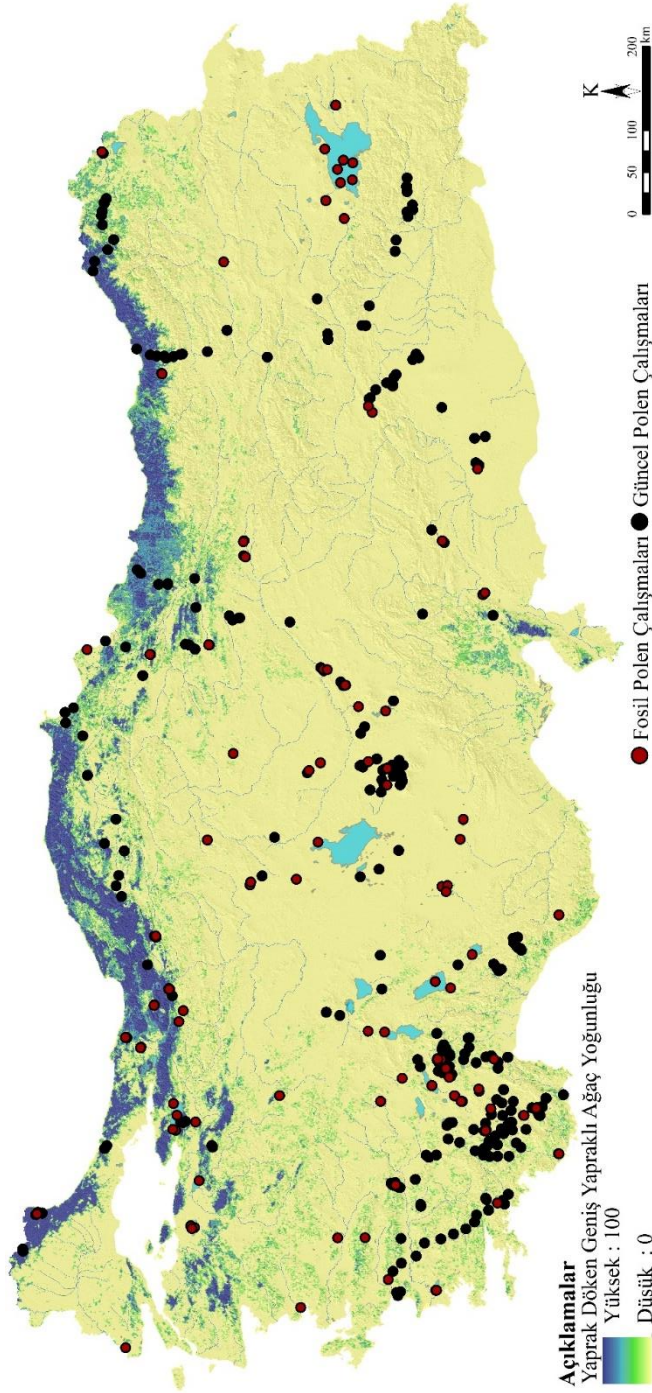


Şekil 51. Güncel polen noktalarının yaprak döken geniş yapraklı ağaçlar yoğunluğuna göre dağılımı ve 10 birimlik (%) sınıflara göre sayısal-yüzdesel karşılıkları

Fosil polen verileri için noktasal ölçekte doğrudan bir değerlendirme yapılamamakta birlikte, fosil polen çalışmalarının yaklaşık dörtte birinin yaprak dökten geniş yapraklı ağaçların yoğun olarak bulunduğu bölgelerde ya da bu bölgelerin yakın çevresinde yer aldığı görülmektedir (Şekil 53). Ancak alan bazlı değerlendirmeye göre, fosil polen noktalarının 10 km çevresindeki yaprak dökten geniş yapraklı ağaçların ortalama oranı %70,6'ya kadar çıkmakla birlikte, örneklerin büyük çoğunluğunda bu oran %40'ın altındadır. 10'luk sınıflandırmaya göre ise fosil polen noktalarının yaklaşık %85'inin bulunduğu alanların çevresinde yaprak dökten geniş yapraklı ağaç oranı %10'un altındadır (Şekil 52). Elde edilen bu veriler gerek güncel polen gerekse fosil polen noktalarının, yaprak dökten geniş yapraklı ormanların günümüz ve geçmişteki dağılımını doğrudan temsil etme açısından düşük bir temsil gücüne sahip olduğunu göstermektedir.



Şekil 52. Fosil polen noktalarının 10 km çevresindeki ortalama yaprak dökten geniş yapraklı ağaç yoğunluğu değerlerinin dağılımı ile 10 birimlik (%) sınıflara göre sayısal-yüzdesel karşılıkları



Şekil 53. Fosil ve güncel polen noktalarının yaprak döken geniş yapraklı ağaçlar sınıfına göre mekânsal dağılımı

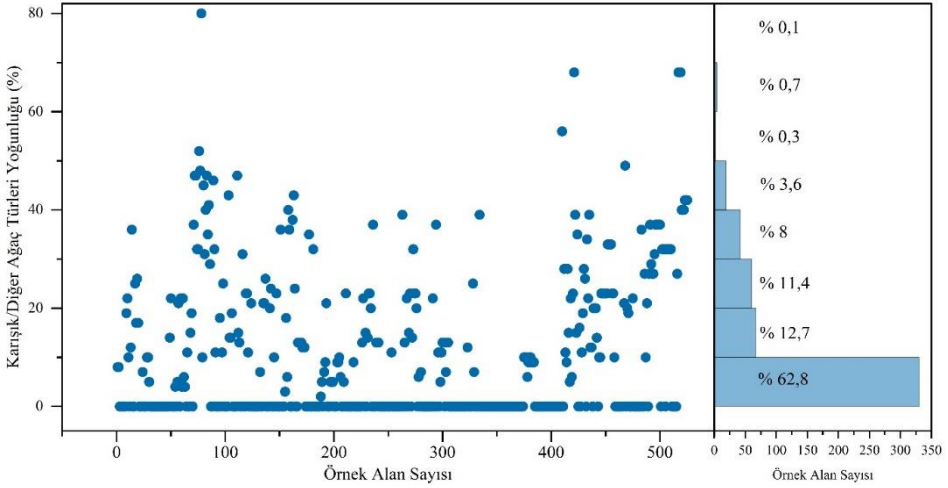
8.5.3. Karışık/Diğer Ağaç Türleri

Anadolu'daki ormanların saf ve karışık olma durumuna ilişkin resmî verilere göre, saf ormanlar %59, karışık ormanlar ise %41 oranındadır (OGM, 2021). EarthEnv veri setinde yer alan herdem yeşil iğne yapraklı ağaçlar ve yaprak döken geniş yapraklı ağaçlar sınıfları, sırasıyla iğne yapraklı ve geniş yapraklı türlerin baskın olduğu orman alanlarını temsil etmektedir. Bu sınıflar mutlak anlamda saf ormanları tanımlamasa da genel olarak saf ormanlara karşılık gelmektedir. Anadolu'daki ormanların alansal miktarı, resmî verilerde saf ormanların daha yüksek bir orana sahip olduğunu göstermesine karşın, EarthEnv veri setine göre Anadolu ormanlarının mekânsal yaygınlığı ve bölgesel dağılımı, karışık/diğer ağaç türleri niteliğinin baskın bir karakter sunduğunu ortaya koymaktadır (Şekil 56). Nitekim elde edilen bulgular, karışık/diğer ağaç türlerinin hemen hemen tüm bölgelerde yer aldığını ve Türkiye orman varlığını karakterize edebilecek yaygın bir dağılım sergilediğini göstermektedir (Şekil 56).

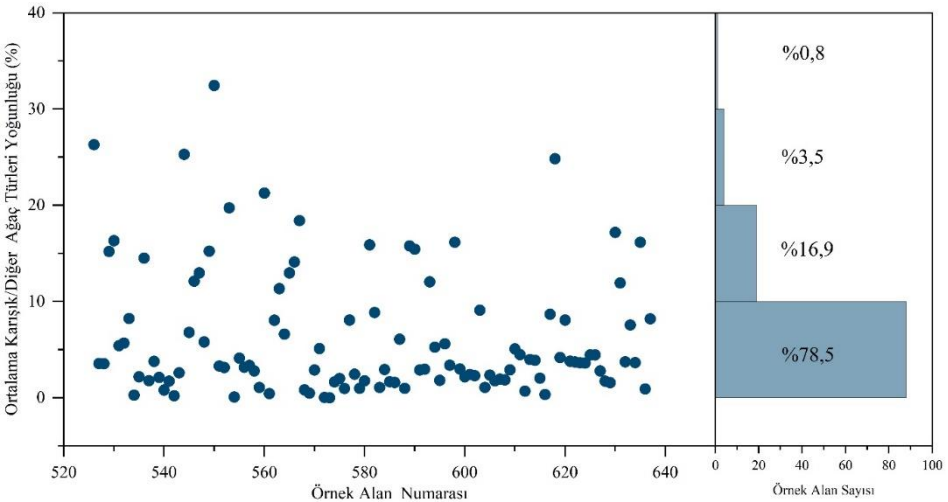
Karışık/diğer ağaç türlerinin alansal yaygınlığı, nokta bazlı güncel polen verilerine de yansımıştır. Nitekim güncel polen noktalarının yaklaşık %86'sı ve %91'inin bulunduğu alanlarda, sırasıyla herdem yeşil iğne yapraklı ve yaprak döken geniş yapraklı ormanların yoğunluğu %10'un altındadır (Şekil 54). Bu oran, karışık/diğer ağaç türleri için yapılan sınıflamada yaklaşık %63'e düşmektedir. Karışık/diğer ağaç türleri oranının %40 ve üzerinde olduğu alanlarda yer alan güncel polen noktalarının oranı yaklaşık %5 olup, bu değer diğer orman gruplarında olduğu gibi oldukça düşüktür. Polen noktalarının ayrıştığı temel husus, bu üç tür orman (herdem yeşil, yaprak döken ve karışık/diğer ağaç türleri) sınıfında, orman oranı düşük alanlardaki temsiliyetin farklılık göstermesidir. Buna karşılık, orman oranının yüksek olduğu alanlarda gerçekleştirilen güncel polen çalışmalarının oranı oldukça sınırlıdır. Güncel polen noktalarının çevresinde yer alan karışık/diğer ağaç türlerinin ortalama yoğunluğu, nokta bazlı verilerle uyumlu olarak %0–44 arasında değişmektedir. Güncel polen noktalarının yaklaşık %65'inde karışık/diğer ağaç türlerinin ortalama yoğunluğu %10'un altındadır. Örneklerin %21'i ise karışık/diğer ağaç türleri oranının %10–20 arasında olduğu alanlarda yer almaktadır. Sonuç olarak nokta ve alan bazlı dağılımda güncel polen noktalarının karışık/diğer ağaç türleri yoğunluğuyla ilişkisi düşük yoğunluk değerlerinin temsil edilmesiyle ilişkilidir.

Fosil polen çalışmalarında karışık/diğer ağaç türlerinin temsili, herdem yeşil iğne yapraklı ormanlarda olduğu gibi, Batı Karadeniz, Güney Marmara, Batı Anadolu ve Güneybatı Anadolu'da karışık/diğer ağaç türleri yoğunluğunun yüksek olması nedeniyle görece daha fazladır (Şekil 56). Bu doğrultuda, söz konusu bölgelerde ve yakın çevrelerinde yer alan fosil polen noktaları karışık/diğer ağaç türlerini bölgesel ölçekte daha iyi karakterize etmektedir.

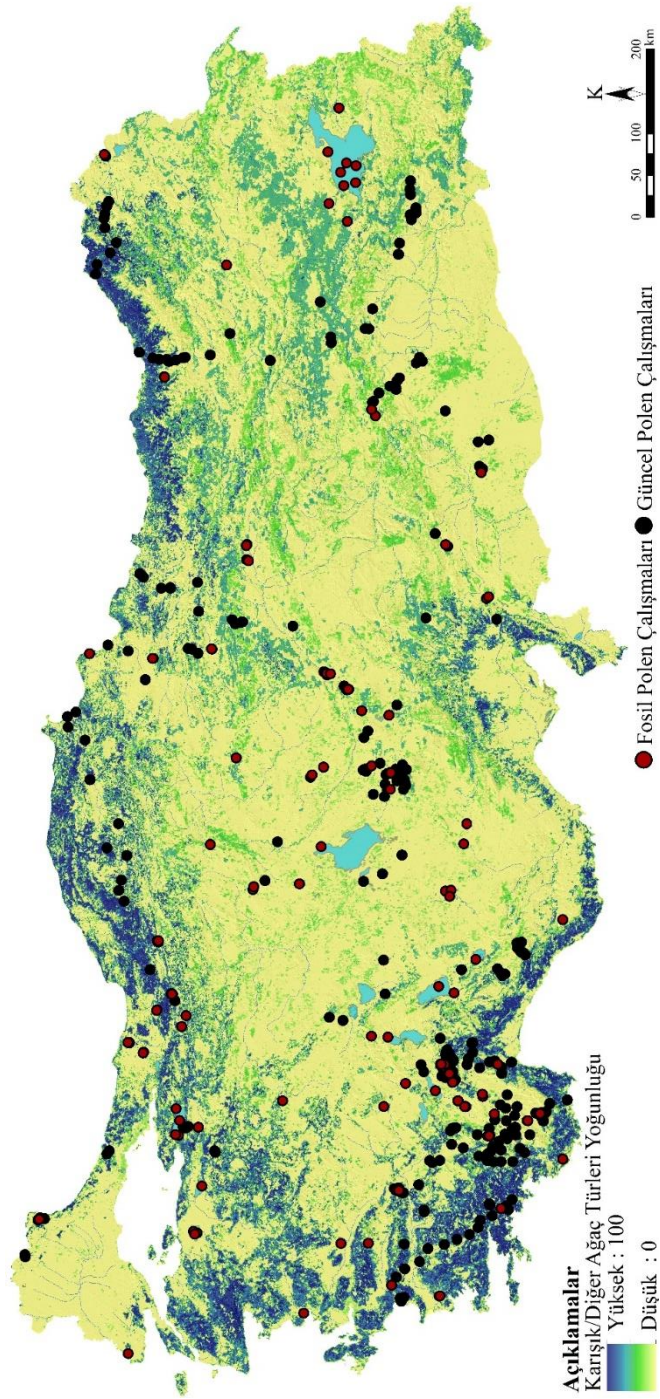
Ancak alan bazlı değerlendirmeye göre, fosil polen noktalarının 10 km çevresindeki karışık/diğer ağaç türlerinin ortalama yoğunluğu yaklaşık %0–35 arasında değişmektedir (Şekil 55). Örneklerin yaklaşık %80’inin çevresinde karışık/diğer ağaç türleri yoğunluğu %10’un altındadır (Şekil 55). Bununla birlikte, Anadolu genelinde karışık/diğer ağaç türlerinin fosil polen çalışmalarıyla temsil edilme düzeyi, diğer iki orman tipine kıyasla daha yüksektir.



Şekil 54. Güncel polen noktalarının karışık/diğer ağaç türleri yoğunluğuna göre dağılımı ve 10 birimlik (%) sınıflara göre sayısal–yüzdesel karşılıkları



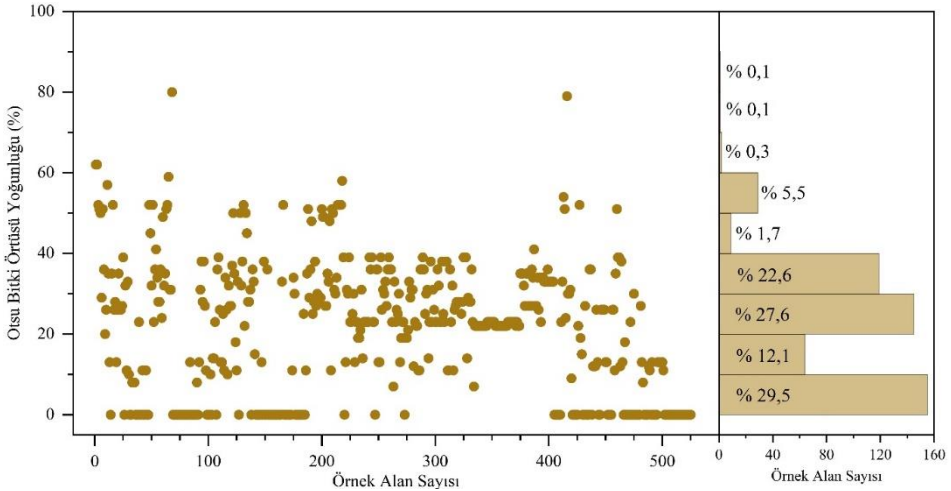
Şekil 55. Fosil polen noktalarının 10 km çevresindeki ortalama karışık/diğer ağaç türleri yoğunluğu değerlerinin dağılımı ile 10 birimlik (%) sınıflara göre sayısal–yüzdesel karşılıkları



Şekil 56. Fossil ve güncel polen noktalarının karışık/diğer ağaç türleri sınıfına göre mekânsal dağılımı

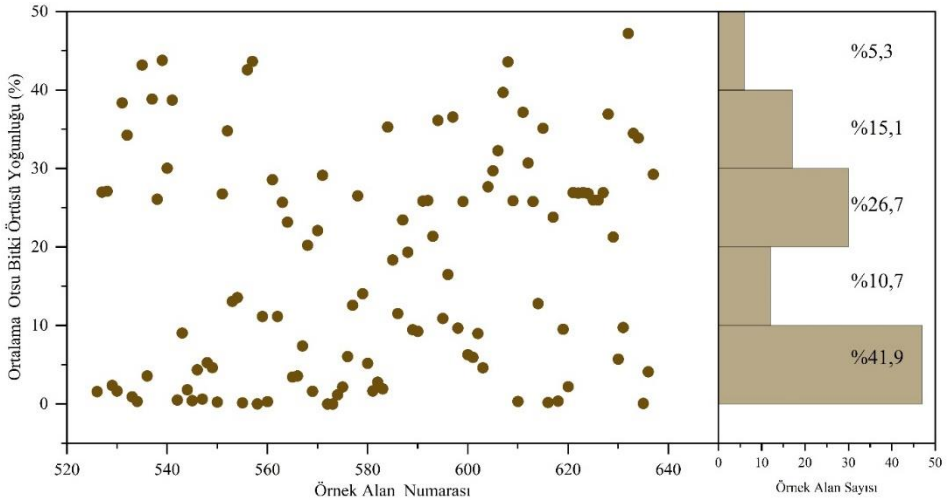
8.5.4. Otsu Bitki Örtüsü

Polen noktalarının ilişkilendirildiği bir diğer veri seti otsu bitki örtüsüdür (Şekil 57, 58 ve 59). Otsu bitki örtüsü, özellikle iç kesimlerde ve yüksek dağlık bölgelerde genel olarak yüksektir (Şekil 59). Elde edilen dağılım grafiği ile örnek alanların 10 birimlik (%) yoğunluk basamaklarına göre dağılımı incelendiğinde, güncel polen noktalarının yaklaşık %30'u otsu vejetasyon oranının %10'un altında olduğu alanlardan elde edilmiştir (Şekil 57). Bunun yanı sıra, noktaların yaklaşık %12'si otsu vejetasyon oranının %10–20 aralığında olduğu alanlarda, %27'si %20–30 aralığında olduğu alanlarda ve %22'si ise %30–40 aralığında olduğu alanlarda gerçekleştirilmiştir. Bu veriler, nokta bazlı veri setine göre güncel polen çalışmalarının büyük çoğunluğunun otsu vejetasyonun bulunduğu alanlardan elde edildiğini, ancak bu alanlarda otsu vejetasyon oranının görece düşük (%40'ın altında) olduğunu göstermektedir. Otsu vejetasyon oranının %40'ın üzerinde olduğu alanlara ait güncel polen noktalarının oranı ise yalnızca %8'dir. Alan bazlı değerlendirmede, güncel polen örnek noktalarının 10 km yarıçaplı çevresindeki ortalama otsu bitki örtüsü yoğunluğu en fazla %53,5 olarak hesaplanmıştır. Onluk (%) sınıflandırmaya göre örneklerin yaklaşık %43'ü %20–30 aralığında yoğunlaşmaktadır. Otsu bitki örtüsü yoğunluğunun %0–10 aralığındaki polen noktalarının oranı %24, %10–20 aralığının oranı %12,3 ve %30–40 aralığının oranı ise %14,6'dır. Genel olarak değerlendirildiğinde, örneklerin yaklaşık %95'i otsu bitki örtüsü yoğunluğunun %40 ve altında olduğu alanlarda yer almaktadır. Bu sonuçlar nokta bazlı bulgular ile de uyumludur.

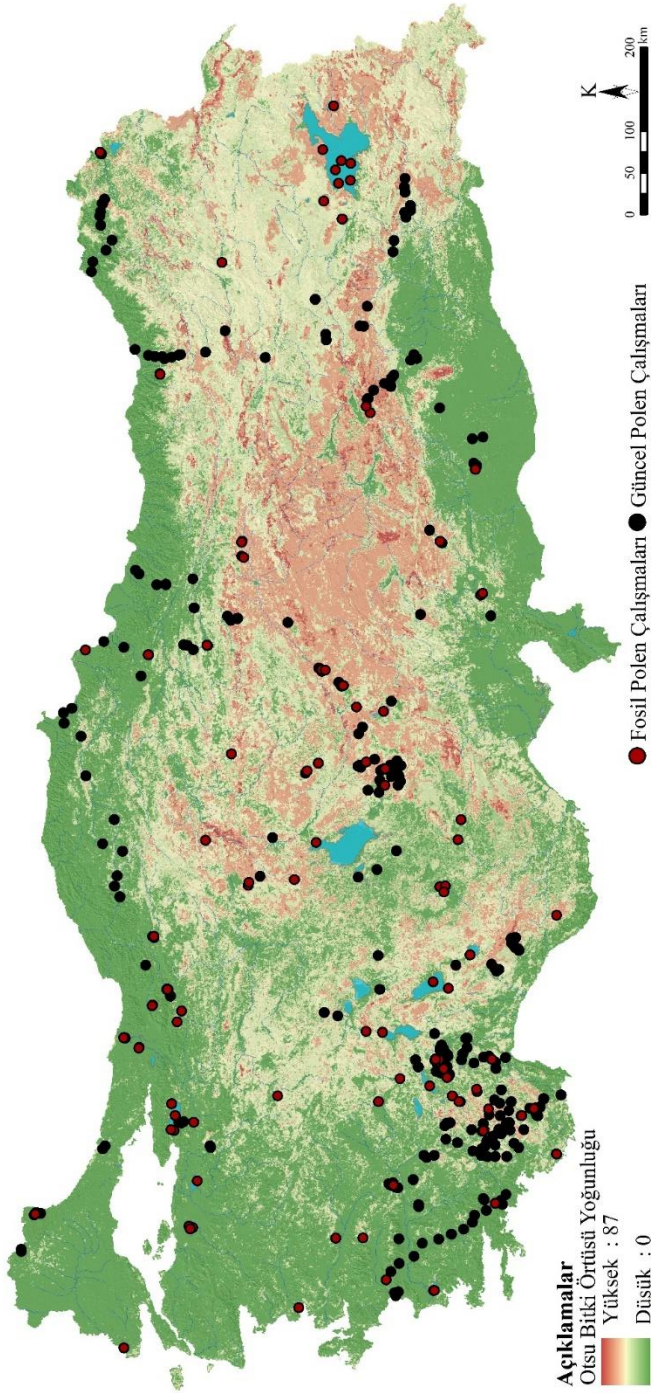


Şekil 57. Güncel polen noktalarının otsu bitki örtüsü yoğunluğuna göre dağılımı ve 10 birimlik (%) sınıflara göre sayısal–yüzdesel karşılıkları

Fosil polen noktaları ile otsu bitki örtüsünün dağılımı birlikte değerlendirildiğinde (Şekil 59), özellikle Teke Yarımadası'nın iç kesimleri, Orta Anadolu, Beyşehir–Eğirdir Gölleri çevresi ve Van Gölü havzasında otsu vejetasyon yoğunluğunun yüksek olduğu ve bu alanların aynı zamanda fosil polen noktalarının yoğunlaştığı bölgeler olduğu görülmektedir. Dolayısıyla, otsu vejetasyonun yüksek oranlarda yayılış gösterdiği alanlarda, geçmiş dönem vejetasyonunun temsiline yönelik fosil polen çalışmaları için önemli bir altlık oluşturulmuştur. Alan bazlı değerlendirmede, fosil polen noktalarının 10 km yarıçaplı çevresindeki ortalama otsu bitki örtüsü yoğunluğu en fazla %47,2 olarak hesaplanmıştır (Şekil 58). Yoğunluk sınıflarına göre örneklerin yaklaşık %42'sinin çevresinde otsu bitki örtüsü oranı %0–10 aralığında değişmektedir. Her ne kadar fosil polen noktalarının önemli bir bölümü %0–10 basamağında yer alsa da, herdem yeşil iğne yapraklı, yaprak döken geniş yapraklı, karışık/diğer ağaç türleri ve ağaç yoğunluğu verilerinde fosil polen noktalarının belirli yoğunluk aralıklarında kümелendiği görülmektedir. Buna karşılık, otsu bitki örtüsünde 10 birimlik yoğunluk sınıflarına düşen fosil polen noktalarının dağılımı daha homojen bir görünüm sergilemektedir (Şekil 58). Bu durum, fosil polen çalışma alanlarının otsu bitki örtüsü yoğunluğu açısından daha geniş bir çevresel aralığı temsil ettiğini göstermektedir.



Şekil 58. Fosil polen noktalarının 10 km çevresindeki ortalama otsu vejetasyon yoğunluğu değerlerinin dağılımı ile 10 birimlik (%) sınıflara göre sayısal–yüzdesel karşılıkları



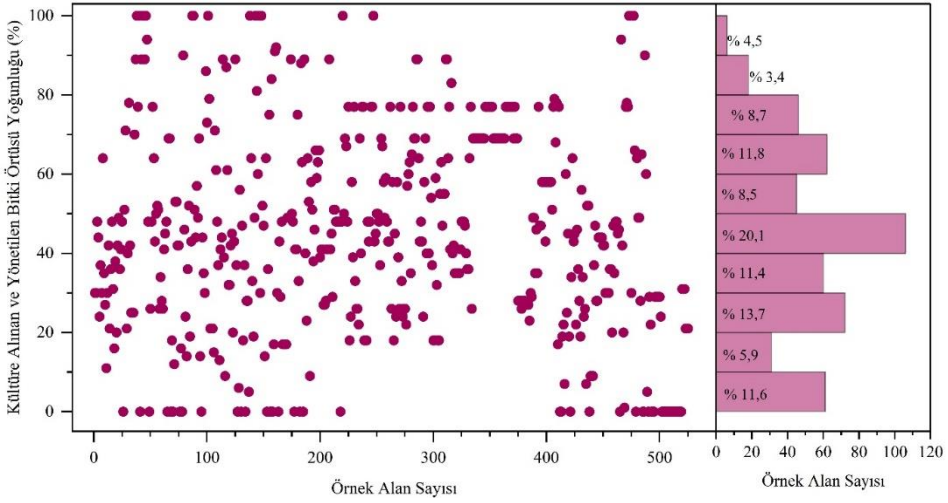
Şekil 59. Fossil ve güncel polen noktalarının otsu bitki örtüsü sınıfına göre mekânsal dağılımı

8.5.5. Kültüre Alınan ve Yönetilen Bitki  rt s 

EarthEnv veri setinde yer alan kültüre alınan ve yönetilen bitki örtüsü sınıfı; tarım alanları, plantasyonlar ve insan müdahalesiyle yönetilen bitki örtüsünü kapsamakta olup, doğal vejetasyon tiplerinden ayrıışan antropojenik alanları temsil etmektedir. Anadolu'nun güncel ekolojik yapısında, bu alanlar dağlık kesimlerde görece düşük oranlarda bulunmasına karşın, ülke genelinde oldukça geniş bir yayılış alanı sunmaktadır (şekil 62). Bu kapsamda, hem güncel hem de fosil polen çalışmaları açısından, kültüre alınan ve yönetilen alanların temsiliyetine yönelik alanlar ile polen noktaları arasında önemli bir örtüşme bulunmaktadır (şekil 62).

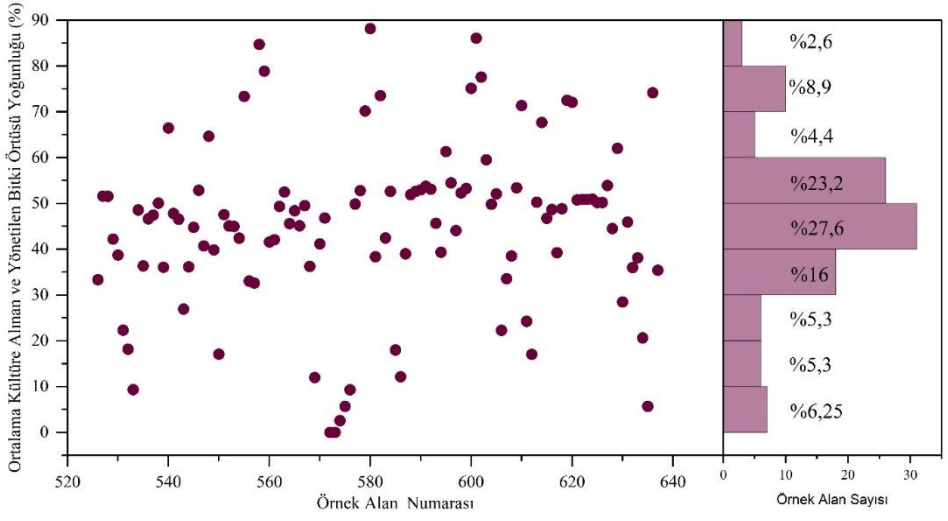
Güncel polen noktalarıyla kültüre alınan ve yönetilen bitki örtüsünün mekânsal dağılımı incelendiğinde (şekil 60 ve 62), genel olarak homojen bir dağılım sergilediği söylenebilir. Bununla birlikte, nicel değerler değerlendirildiğinde, bu sınıfın oranının %50 düzeyine kadar kademeli bir artış gösterdiği, bu eşik değerden sonra ise %100'e doğru kademeli bir azalış sergilediği görülmektedir. %10'luk sınıflar esas alındığında, en yüksek temsil oranlarının %20,1 ile %40–50 sınıfında ve %13,7 ile %20–30 sınıfında yoğunlaştığı belirlenmiştir. Buna karşılık, kültüre alınan ve yönetilen bitki örtüsünün %80 ve üzeri olduğu sınıfların toplam oranı %5'in altında kalmaktadır. Diğer arazi örtüsü sınıflarında, oranı %10 ve altında olan alanlarda güncel polen noktalarının temsil oranı oldukça yüksek iken, kültüre alınan ve yönetilen bitki örtüsü sınıfında bu durum farklılık göstermektedir. Beş farklı veri seti dikkate alındığında, %10'un altında kalan sınıflarda güncel polen nokta sayısının en düşük olduğu sınıf, kültüre alınan ve yönetilen bitki örtüsü olarak öne çıkmaktadır.

Alan bazlı değerlendirmede, güncel polen örnek noktalarının 10 km yarıçaplı çevresindeki kültüre alınan ve yönetilen bitki örtüsü yoğunluğu %3,4 ile %96,8 arasında değişmektedir. Onluk (%) yoğunluk sınıflarına göre güncel polen noktalarının dağılımı, nokta bazlı verilerle büyük  l de benzerlik göstermektedir. Buna göre, %0–10 aralığında %1,9; %10–20 aralığında %5,1; %20–30 aralığında %8; %30–40 aralığında %16,4; %40–50 aralığında %31,8; %50–60 aralığında %30,5; %60–70 aralığında %2,9; %70–80 aralığında %2,3; %80–90 aralığında %1,1 ve %90–100 aralığında %0,2 oranında güncel polen noktası bulunmaktadır. Bu sonuçlara göre güncel polen noktalarının büyük çoğunluğu (yaklaşık %62), kültüre alınan ve yönetilen bitki örtüsü yoğunluğunun orta düzeyde olduğu (%40–60) alanlarda yer almaktadır.

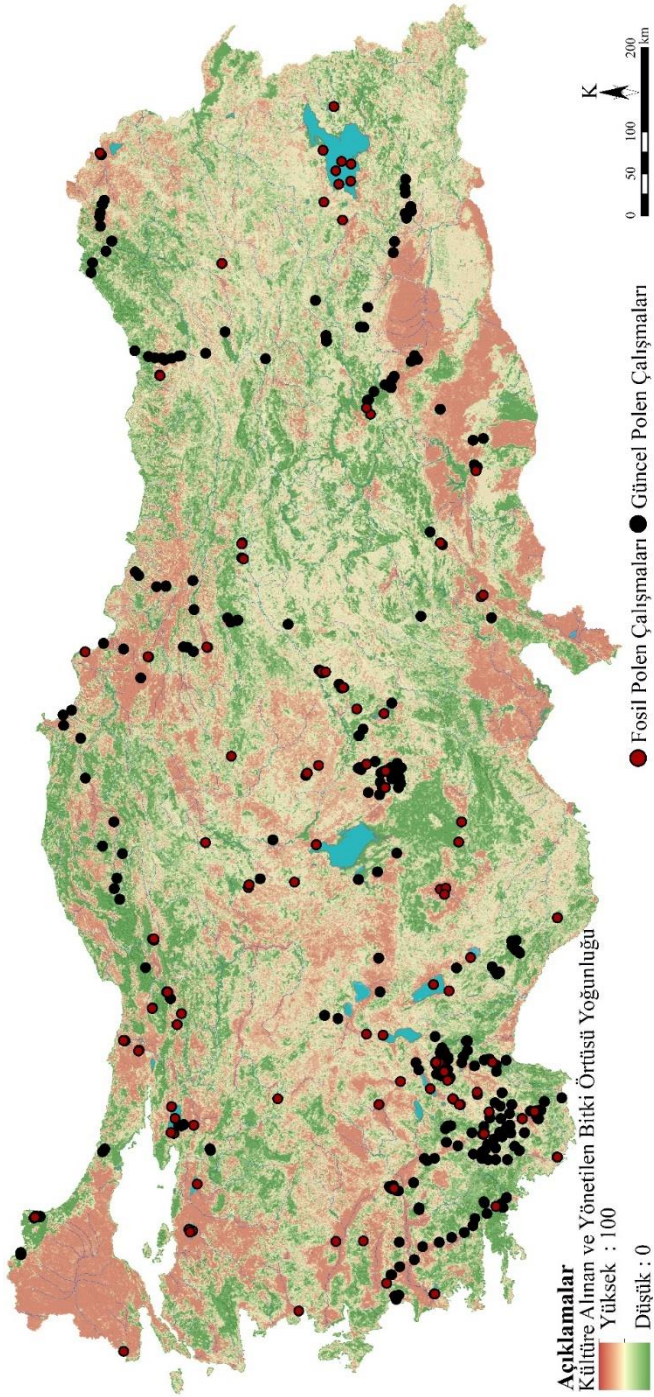


Şekil 60. Güncel polen noktalarının kültüre alınan ve yönetilen bitki örtüsü yoğunluğuna göre dağılımı ve 10 birimlik (%) sınıflara göre sayısal–yüzdesel karşılıkları

Alan bazlı değerlendirmede, fosil polen noktalarının 10 km yarıçaplı çevresindeki kültüre alınan ve yönetilen bitki örtüsü yoğunluğu, güncel polen verileriyle benzer biçimde, en fazla %88'e ulaşmaktadır (Şekil 61). Onluk (%) yoğunluk sınıflarına göre fosil polen noktalarının dağılımı da güncel polen noktalarıyla büyük ölçüde paralellik göstermektedir. Düşük yoğunluk sınıflarında (%0–10 aralığında %6,2; %10–20 aralığında %5,3; %20–30 aralığında %5,5) fosil polen noktalarının oranı görece düşüktür (Şekil 61). Buna karşılık, en yüksek oranlar kültüre alınan ve yönetilen bitki örtüsü yoğunluğunun orta düzeyde olduğu sınıflarda (%30–40 aralığında %16; %40–50 aralığında %27,6; %50–60 aralığında %23,2) kaydedilmiştir. Fosil polen noktalarının kültüre alınan ve yönetilen bitki örtüsü yoğunluğunun görece yüksek olduğu alanları temsil etmesi ise ağırlıklı olarak Orta Anadolu, Marmara, Batı Anadolu ve Orta Karadeniz bölgelerinde yer alan çalışma alanlarından kaynaklanmaktadır (Şekil 62).



Şekil 61. Fosil polen noktalarının 10 km çevresindeki ortalama kültüre alınan ve yönetilen vejetasyon yoğunluğu değerlerinin dağılımı ile 10 birimlik (%) sınıflara göre sayısal–yüzdesel karşılıkları



Şekil 62. Fossil ve güncel polen noktalarının kültüre alınan ve yönetilen bitki örtüsü sınıfına göre mekânsal dağılımı

9. SONUÇ

Bu çalışmada, Anadolu'nun güncel ve geçmiş bitki örtüsüne ilişkin bilgi sunan fosil ve güncel polen verileri birlikte değerlendirilmiş; polen örnekleme noktalarının temsil ettiği coğrafi ortamlar ve ekolojik karakterler mekânsal bir çerçevede analiz edilmiştir. Bu doğrultuda iklim, topoğrafya, arazi kullanımı ve vejetasyon gibi temel ekolojik parametreler ile polen noktalarının dağılışı örüntüleri ele alınmıştır. Seçilen veri setleri kullanılarak polen analizlerinin ekolojik karakterizasyonu tanımlanmaya çalışılmış; palinolojik bütünlük sağlamak amacıyla fosil ve güncel veriler birlikte değerlendirilmiştir. Nokta bazlı analizlere dayanan bulgular, polen örneklerinin konumlarıyla doğrudan ilişkilidir. Mekânsal olarak yakın alanlar arasında genel benzerlikler gözlenmekle birlikte, kullanılan çevresel veri setlerinin mekânsal çözünürlüğü ve hücresel yapısı gereği, mikro-ölçekli konumsal farklılıklar parametre değerlerinde sınırlı değişimlere yol açabilmektedir. Bu çalışma kapsamında farklı çevresel veri setleri polen noktalarıyla nokta ve alan bazlı ayrı ayrı ilişkilendirilmiş; veri setleri arasındaki doğrudan karşılaştırmadan ziyade, her bir parametrenin polen örneklerinin ekolojik bağlamını nasıl temsil ettiği değerlendirilmiştir.

Anadolu'da gerçekleştirilen fosil polen çalışmaları, bölgesel ve yerel ölçekte paleovejetasyon dinamikleri, orman ilerleme ve gerilemeleri, iklim koşulları ve arazi kullanımı açısından Anadolu ve Akdeniz ölçeğinde önemli bir bilgi birikimi sunmaktadır. Bununla birlikte, çalışmaların sayıca sınırlı olması ve örnekleme noktalarının belirli bölgelerde yoğunlaşması, tanımlanan ekolojik karakterlerin belirli çevresel koşullar çerçevesinde şekillenmesine yol açmıştır. Fosil polen çalışmalarının Güneybatı Anadolu, Güney Marmara ve Orta Anadolu çevresinde kümelenmesi, bu bölgelerin çevresel özelliklerinin ekolojik karakterler üzerinde belirleyici olmasına neden olmuştur. Akdeniz ikliminin ve geçiş özellikleri gösteren iklim tiplerinin Marmara çevresinde de etkili olması, fosil polen verilerinde Akdeniz ekolojik karakterinin baskın biçimde temsil edilmesiyle ilişkilidir. Benzer bir örnekleme örüntüsü güncel polen çalışmaları için de gözlenmektedir; özellikle Teke Yarımadası ve Batı Anadolu çevresinde yoğunlaşan örnekleme noktaları bu bölgelerin temsil ağırlığını artırmıştır.

Güncel polen çalışmalarının görece daha geniş bir mekânsal dağılım sunduğu görülmekle birlikte, Doğu Anadolu, Güneydoğu Anadolu ve bazı kıyı ve iç kesimlerde örnekleme yoğunluğunun düşük olduğu dikkat çekmektedir. Fosil polen çalışmalarında doğal sınırlayıcı faktörler mekânsal kapsamı sınırlandırırken, güncel polen verileri daha geniş alanları temsil edebilme potansiyeline sahiptir. Ayrıca, bahçe bitkileri, tarım alanları, belirli ağaç türleri ve farklı orman tiplerine ilişkin polen saçılım özelliklerinin konu odaklı çalışmalarla

daha ayrıntılı biçimde ele alınması, bölgesel yorumların çeşitlenmesine katkı sağlayacaktır. Çalışmada farklı veri setlerinin kullanılması, sonuçların parametre ölçeğinde değişkenlik göstermesine yol açabilmekle birlikte, temel yaklaşım tek bir veri setine bağlı kalınmasından kaynaklanabilecek yanlılığı azaltmaya yöneliktir. Sonuç olarak bu çalışma, Anadolu'daki fosil ve güncel polen verilerinin ekolojik bağlamının, mekânsal örnekleme örüntüleri ve kullanılan çevresel veri setleri çerçevesinde nasıl şekillendiğini bütüncül bir yaklaşımla yeniden değerlendirilmesine katkı sağlamayı hedeflemektedir.

10. KAYNAKÇA

- Aario, L. (1940). Waldgrenzen und subrezentten Pollen-spektren in Petsamo, Lapland. *Ann Acad Sci Fennicæ A*.
- Aario, L. (1944). Über die pollenanalytischen Methoden zur Untersuchung von Waldgrenzen. *Geologiska Föreningen i Stockholm Förhandlingar*, 66(3), 337–354. <https://doi.org/10.1080/11035894409445682>
- Auer, V. (1927). Stratigraphical and morphological investigations of peat bogs of southeastern Canada. *Communicationes ex Instituto Quaestionum Forestalium Finlandiae Editae*, 12, 1–62.
- Bacilieri, R., Lacombe, T., Le Cunff, L., Di Vecchi-Staraz, M., Laucou, V., Genna, B., Péros, J. P., This, P., ve Boursiquot, J. M. (2013). Genetic structure in cultivated grapevines is linked to geography and human selection. *BMC Plant Biology*, 13(1), 1–14. <https://doi.org/10.1186/1471-2229-13-25>
- Behre, K.-E. (1981). The interpretation of anthropogenic indicators in pollen diagrams. 23, 225–245.
- Behre, K.-E. (1990). Some reflections on anthropogenic indicators and the record of prehistoric occupation phases in pollen diagrams from the Near East. İçinde S. Bottema, G. Entjes-Nieborg, ve W. van Zeist (Ed.), *Man's Role in the Shaping of the Eastern Mediterranean Landscape* (ss. 219–230).
- Bell, M., ve Walker, M. J. C. (2005). *Late Quaternary Environmental Change Physical and Human Perspectives*. (Second Edi). Pearson Education Limited.
- Besnard, G., Terral, J. F., ve Cornille, A. (2018). On the origins and domestication of the olive: A review and perspectives. *Annals of Botany*, 121(3), 385–403. <https://doi.org/10.1093/aob/mcx145>
- Beug, H. (1967). Contribution to the Postglacial vegetational history of northern Turkey. İçinde E. J. Cushing ve H. E. Wright (Ed.), *Quaternary paleoecology* (ss. 349–356). Yale University Press, New Haven.
- BGCI. (2026). GlobalTree Portal. Botanic Gardens Conservation International. Richmond, U.K. <https://www.bgci.org/resources/bgci-databases/globaltree-portal/>.
- Biltekin, D., Eriş, Çağatay, M. N., Akçer-Ön, S., ve 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>
- Birks, H. H. B., ve Birks, H. J. B. (2000). Future uses of pollen analysis must include plant macrofossils. *Journal of Biogeography*, 27, 31–35.

- Birks, H. J. B. (2013). Numerical analysis methods. İçinde S. A. Elias ve C. J. Mock (Ed.), *Encyclopedia of Quaternary Science: Second Edition* (ss. 821–830). Elsevier.
- Birks, H. J. B., ve Berglund, B. E. (2017). One hundred years of Quaternary pollen analysis 1916–2016. *Vegetation History and Archaeobotany*, 27(2), 271–309. <https://doi.org/10.1007/s00334-017-0630-2>
- Birks, H. J. B., ve Birks, H. H. B. (1980). *Quaternary Palaeoecology*. Edward Arnold Limited.
- Birks, H. J. B., ve West, R. G. (1973). Quaternary plant ecology. İçinde H. J. B. Birks ve R. G. West (Ed.), *Proceedings of the 14th symposium of the British Ecological Society*. Blackwell.
- Bottema, S. (1992). Prehistoric cereal gathering and farming in the Near East: the pollen evidence. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 73, 21–33.
- Bottema, S., ve Woldring, H. (1984). Late Quaternary Vegetation and Climate of Southwestern Turkey Part II. *Paleohistoria*, 26, 123–149.
- Bottema, S., ve Woldring, H. (1990). Anthropogenic indicators in the pollen record of the Eastern Mediterranean. İçinde Bottema, S., G. Entjes-Nieborg, ve W. van Zeist (Ed.), *Man's Role in the Shaping of the Eastern Mediterranean Landscape* (ss. 231–264).
- Bottema, S., Woldring, H., ve Aytuğ, B. (1993). Late Quaternary vegetation history of northern Turkey. *Paleohistoria*, 35(36), 12–72.
- Bottema, S., Woldring, H., ve Kayan, İ. (2001). The Late Quaternary Vegetation History of Western Turkey. *The Ilıpınar Excavations II*, 327–357.
- Bozkurt, Y. (2021). *Fosil Polen Analizlerine Dayalı Yelten Sazlığı Ve Çevresinin Paleovejetasyonu*. Süleyman Demirel Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü. Yüksek Lisans Tezi.
- Bradley, R. S. (2015). *Paleoclimatology Reconstructing Climates of the Quaternary* (Third Edit). Elsevier.
- Brewer, S., Cheddadi, R., Beaulieu, J. L. D., Reille, M., ve Data contributors. (2002). The spread of deciduous *Quercus* throughout Europe since the last glacial period. *Forest Ecology and Management*, 156, 27–48.
- Brewer, S., Guiot, J., ve Barboni, D. (2013). Use of Pollen as Climate Proxies. İçinde S. A. Elias ve C. J. Mock (Ed.), *Encyclopedia of Quaternary Science: Second Edition* (ss. 805–815). Elsevier.
- Bronk Ramsey, C., Albert, P. G., Blockley, S. P. E., Hardiman, M., Housley, R. A., Lane, C. S., Lee, S., Matthews, I. P., Smith, V. C., ve Lowe, J. J. (2015). Improved age estimates for key Late Quaternary European tephra horizons in the RESET lattice. *Quaternary Science Reviews*, 118, 18–32. <https://doi.org/10.1016/j.quascirev.2014.11.007>

- Broström, A., Nielsen, A. B., Gaillard, M.-J., Hjelle, K., Mazier, F., Binney, H., Bunting, J., Fyfe, R., Meltsov, V., Poska, A., Räsänen, S., Soepboer, W., von Stedingk, H., Suutari, H., ve Sugita, S. (2008). Pollen productivity estimates of key European plant taxa for quantitative reconstruction of past vegetation: a review. *Vegetation History and Archaeobotany*, 17, 461–478. <https://doi.org/10.1007/s00334-008-0148-8>
- Carrión, Y., Ntinou, M., ve Badal, E. (2010). *Olea europaea* L. in the North Mediterranean Basin during the Pleniglacial and the Early-Middle Holocene. *Quaternary Science Reviews*, 29(7–8), 952–968. <https://doi.org/10.1016/j.quascirev.2009.12.015>
- Cox, C. B., Moore, P. D., ve Ladle, R. J. (2016). *BIOGEOGRAPHY - An Ecological and Evolutionary Approach*. Wiley-Blackwell.
- Cushing, E. J., ve Wright, H. E. (1965). Hand-operated corers for lake sediments. *Ecology*, 46, 380–384.
- Davis, M. B. (1963). On the theory of pollen analysis. *American Journal of Science*, 261, 897–912.
- Davis, M. B. (1967). Pollen deposition in lakes as measured by sediment traps. *Bulletin of the Geological Society of America*, 78, 849–858.
- Davis, M. B. (1973). Redeposition of pollen grains in lake sediment. *Limnology and Oceanography*, 18, 44–52.
- Davis, M. B., ve Deevey, E. S. (1964). Pollen accumulation rates: estimates from late-glacial sediment of Rogers Lake. *Science*, 145, 1293–1295.
- De Klerk, P. (2018). The roots of pollen analysis : the road to Lennart von Post. *Vegetation History and Archaeobotany*, 27, 393–409. <https://doi.org/10.1007/s00334-017-0626-y>
- De Lorenzis, G., Mercati, F., Bergamini, C., Cardone, M. F., Lupini, A., Mauceri, A., Caputo, A. F., Abbate, L., Barbagallo, M. G., Antonacci, D., Sunseri, F., ve Brancadoro, L. (2019). SNP genotyping elucidates the genetic diversity of Magna Graecia grapevine germplasm and its historical origin and dissemination. *BMC Plant Biology*, 19(7), 1–15. <https://doi.org/https://doi.org/10.1186/s12870-018-1576-y>
- Doğan, M. (2017). Fosil ve Güncel Polen Analizleri Işığında Mucur Çevresinin Geç Holosen Paleovejetasyonu. Süleyman Demirel Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi.
- Doğan, M. (2022). Son Buzul Maksimumu’ndan Günümüze Yayla Gölü (Büyük Menderes-Denizli) Ve Çevresinin Paleoeкологи. Süleyman Demirel Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Doktora Tezi.
- Doğan, M. (2024). Anadolu’nun Temel Tarımsal Ürünleri: Üzümün Güncel ve Fosil Polen Çalışmalarındaki Temsili ve Mevcut Arazi Kullanım Durumu.

- Coğrafi Bilimler Dergisi Turkish, 22(2), 666–688.
<https://doi.org/10.33688/aucbd.1528545>
- Doğan, M. (2025a). Anadolu’da zeytinin güncel polen kayıtlarındaki temsiliyeti üzerine bir değerlendirme. *International Journal of Geography and Geography Education*, 56, 372–394.
<https://doi.org/https://doi.org/10.32003/igge.1682988>
- Doğan, M. (2025b). Anadolu sedir ormanlarının son buzul maksimumundan günümüze fosil ve güncel polen verilerine göre gelişimi. *Turkish Journal of Forestry | Türkiye Ormancılık Dergisi*, 26, 105–119.
<https://doi.org/10.18182/tjf.1571559>
- Doğan, M. (2025c). Modern and Historical Representation of Cereal Agriculture in Anatolia: Insights from Pollen Records. *Yuzuncu Yıl University Journal of Agricultural Sciences*, 35(3), 517–532.
<https://doi.org/https://doi.org/10.29133/yyutbd.1645005>
- Doğan, M., Fiołna, S., Duman, B., Eastwood, W. J., Haldon, J., Izdebski, A., ve Şenkul, Ç. (2025). Environmental change and globalization dynamics in Roman Anatolia: Stabilizing an accelerating system. *Science Advances*, 11 eadt710, 1–10. <https://doi.org/10.1126/sciadv.adt7107>
- Doğan, M., ve Şenkul, Ç. (2022). Yayla Gölü (Buldan-Denizli) ve Çevresinin Güncel Polen Dağılımının Tuzak, Yosun ve Yüzey Sediman Örnekleri ile İncelenmesi. *Coğrafya Dergisi / Journal of Geography*, 0(45), 125–144.
<https://doi.org/10.26650/jgeog2022-1102758>
- Doğan, M., Şenkul, Ç., ve Woodbridge, J. (2025). Environmental history in Western Anatolia (Turkey) since the Last Glacial Maximum. *Quaternary Science Reviews*, 356, 109296.
<https://doi.org/10.1016/j.quascirev.2025.109296>
- Dong, Y., Duan, S., Xia, Q., Liang, Z., Dong, X., Margaryan, K., Musayev, M., Goryslavets, S., Zdunić, G., Bert, P. F., Lacombe, T., Maul, E., Nick, P., Bitskinashvili, K., Bisztray, G. D., Drori, E., De Lorenzis, G., Cunha, J., Popescu, C. F., ... Chen, W. (2023). Dual domestications and origin of traits in grapevine evolution. *Science*, 379(6635), 892–901.
<https://doi.org/10.1126/science.add8655>
- Dönmez, E. O., Ocakoğlu, F., Akbulut, A., Tunoğlu, C., Gümüş, B. A., Tuncer, A., Görüm, T., ve Tün, M. (2021). Vegetation record of the last three millennia in central Anatolia: Archaeological and palaeoclimatic insights from Moagn Lake (Ankara, Turkey). *Quaternary Science Reviews*, 262, 106973. <https://doi.org/10.1016/j.quascirev.2021.106973>

- Eastwood, W. J. (1997). The Palaeoecological Record of Holocene Environmental Change in Southwest Turkey. University of Wales. Ph.D. thesis.
- Eastwood, W. J., Fairbairn, A., Stroud, E., Roberts, N., Lamb, H., Yiğitbaşıoğlu, H., Şenkul, Ç., Moss, A., ve Turner, R. (2018). Comparing pollen and archaeobotanical data for Chalcolithic cereal agriculture at Çatalhöyük, Turkey. *Quaternary Science Reviews*, 202, 4–18. <https://doi.org/10.1016/j.quascirev.2018.11.012>
- Eastwood, W. J., Roberts, N., ve 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>
- Edwards, K. J., ve Pardoe, H. S. (2018). How palynology could have been paepalology: the naming of a discipline. *PALYNOLOGY*, 42(1), 4–19. <https://doi.org/https://doi.org/10.1080/01916122.2017.1393020>
- Egerton, F. N. (2001). A history of the ecological sciences, part 2: Aristotle and Theophrastos. *Geological Society of America Bulletin*, 149–152.
- Elias, S. A., ve Mock, C. J. (2013). *Encyclopedia of Quaternary Science*, Second Edition (S. A. Elias ve C. J. Mock (ed.)). Elsevier.
- England, A. (2006). Late Holocene Palaeoecology Of Cappadocia (Central Turkey): An Investigation Of Annually Laminated Sediments From Nar Gölü Crater Lake. School of Geography, Earth and Environmental Sciences The University of Binningham, Ph.D. thesis.
- England, A., Eastwood, W. J., Roberts, C. N., Turner, R., ve Haldon, J. F. (2008). Historical landscape change in Cappadocia (central Turkey): A palaeoecological investigation of annually laminated sediments from Nar lake. *Holocene*, 18(8), 1229–1245. <https://doi.org/10.1177/0959683608096598>
- Erdtman, G. (1920). Einige geobotanische Resultate einer pollenanalytischen Untersuchung von südwest-schwedischen Torfmooren. *Svensk botanisk tidskrift*, 14, 292–299.
- Erdtman, G. (1921). Pollenanalytische Untersuchungen von Torfmooren und marinen Sedimenten in Südwest-Schweden. *Archiv für Botanik*, 17, 1–173.
- Erdtman, G. (1943). *An Introduction to pollen analysis*. Chronica Botanica Company Waltham.
- Ergin, E., Marquer, L., Mazier, F., Bisson, U., ve Dalfes, H. N. (2024). Relative Pollen Productivity Estimates for Mediterranean Plant Taxa : A New Study

- Region in Turkey. *Land*, 13(591), 1–21. <https://doi.org/10.3390/land13050591>
- European Environment Agency. (2018a). CORINE Land Cover, 2018. <https://land.copernicus.eu/pan-european/corine-land-cover/clc2018>
- European Environment Agency. (2018b). Tree Cover Density 2018 (raster 10 m, 100 m), Europe, yearly. Copernicus Land Monitoring Service. <https://doi.org/10.2909/e677441e-fb94-431c-b1f4-304f10e4dfd8>. https://land.copernicus.eu/en/products/high-resolution-layer-forests-and-tree-cover/tree-cover-density-2018-raster-10-m-100-m-europe-yearly?utm_source=chatgpt.com
- Fægri, K. (1973). In memoriam O. Gunnar E. Erdtman 1897–1973. *Pollen Spores*, 15, 5–12.
- Fægri, K., ve Iversen, J. (1950). Text-book of modern pollen analysis.
- Fick, S. E., ve Hijmans, R. J. (2017). WorldClim 2: new 1-km spatial resolution climate surfaces for global land areas. *International Journal of Climatology*, 37(12), 4302–4315. <https://doi.org/10.1002/joc.5086>
- Firbas, F. (1934). Über die Bestimmung der Walddichte und der Vegetation waldloser Gebiete mit Hilfe der Pollenanalyse. *Planta*, 22, 109–145.
- Früh, J. (1885). Kritische Beiträge zur Kenntnis des Torfes. *Jahrbuch der k.k. geologische Reichsanstalt*, 35, 677–726.
- Gaillard, M. J. (2013). Archaeological Applications. İçinde S. Elias ve C. Mock (Ed.), *Encyclopedia of Quaternary Science*, Second Edition (ss. 880–904). Elsevier.
- Giesecke, T. (2013). Changing Plant Distributions and Abundances. İçinde S. A. Elias ve C. J. Mock (Ed.), *Encyclopedia of Quaternary Science*, Second Edition (ss. 854–860). Elsevier.
- Göppert, H. R. (1836). *De floribus in statu fossili commentatio*. *Nova Acta Leopoldina*, 18, 547–572.
- Görüm, T. (2019). Tectonic, topographic and rock-type influences on large landslides at the northern margin of the Anatolian Plateau. *Landslides*, 16(2), 333–346. <https://doi.org/10.1007/s10346-018-1097-7>
- Grassi, F., ve De Lorenzis, G. (2021). Back to the origins: Background and perspectives of grapevine domestication. *International Journal of Molecular Sciences*, 22(4518). <https://doi.org/10.3390/ijms22094518>
- Grew, N. (1682). The anatomy of plants with an idea of a philosophical history of plants and several other lectures, read before the Royal Society. W. Rawlins.
- Herzschuh, U., ve Birks, H. J. B. (2010). Evaluating the indicator value of Tibetan pollen taxa for modern vegetation and climate. *Review of Palaeobotany*

- and Palynology, 160, 197–208.
<https://doi.org/10.1016/j.revpalbo.2010.02.016>
- Huntley, B., ve Birks, H. J. B. (1983). An Atlas of Past and Present Pollen Maps for Europe 0–13000 Years Ago. Cambridge University Press.
- Hyde, H. A., ve Williams, D. A. (1943). A census of atmospheric pollen. *Nature*, 151, 82–83.
- Iversen, J. (1941). Land Occupation in Denmark's Stone Age. *Danm. Geol. Unders. II.*, 66.
- Jessen, K. (1920). Moseundersøgelser i det nordøstlige Sjælland. *Danm. Geol. Unders II*, 34, 1–268.
- Kalıpçı, E. (2019). Karataş Gölü Ve Yakın Çevresinin Paleovejetasyonu. Süleyman Demirel Üniversitesi, Sosyal Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi.
- Kaniewski, D., De Laet, V., Paulissen, E., ve 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>
- Karlioğlu Kılıç, N., Şenkul, Ç., Memiş, T., ve Doğan, M. (2019). Salurtepe Dağı (Elmalı-Antalya) Ardıç Ormanında Güncel Polen Dağılımının İncelenmesi. *Journal of Geography*, 0(38), 11–22.
<https://doi.org/10.26650/jgeog2019-0007>
- Karlioğlu Kılıç, N., Yılmaz Dağdeviren, R., ve Yıldırım, E. A. (2023). Kirazpınar kayın ormanlarının 2014-2017 yılları arasındaki güncel polen dağılımının incelenmesi (Kırklareli, Türkiye). *Anadolu Orman Araştırmaları Dergisi*, 9(1), 104–110. <https://doi.org/10.53516/ajfr.1247128>
- Karlioğlu Kılıç, N., Yılmaz Dağdeviren, R., Yıldırım, E. A., ve Berberoğlu, E. (2022). Kargı Köyü Sığla ormanında (Burdur, Türkiye) güncel polen dağılımının incelenmesi. *Anadolu Orman Araştırmaları Dergisi*, 8(2), 80–88. <https://doi.org/10.53516/ajfr.1200364>
- Karlioğlu, N. (2011). Istanca ve Belgrad ormanlarında güncel polen dağılımının incelenmesi. İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi.
- Knipping, M., Müllenhoff, M., ve Brückner, H. (2008). Human induced landscape changes around Bafa Gölü (western Turkey). *Vegetation History and Archaeobotany*, 17(4), 365–380. <https://doi.org/10.1007/s00334-007-0132-8>
- Lagerheim, G. (1902). Metoder för pollenundersökning. *Bot Notiser*, 75–78.
- Langgut, D., Cheddadi, R., Carrión, J. S., Cavanagh, M., Colombaroli, D., Eastwood, W. J., Greenberg, R., Litt, T., Mercuri, A. M., Miebach, A., Roberts, C. N., Woldring, H., ve Woodbridge, J. (2019). The origin and

- spread of olive cultivation in the Mediterranean Basin: The fossil pollen evidence. *Holocene*, 29(5), 902–922.
<https://doi.org/10.1177/0959683619826654>
- Livingstone, D. A. (1955). A Lightweight Piston Sampler for Lake Deposits. *Ecological Society of America*, 36(1), 137–139.
<http://www.jstor.org/stable/1931439> .
- Lowe, J., ve Walker, M. (2015). *Reconstructing Quaternary Environments*, Third Edition. Routledge, Taylor & Francis Group.
- Maher, B. A., ve Thompson, R. (1999). *Quaternary Climates, Environments and Magnetism*. Cambridge University Press.
- Malpighi, M. (1687). *Opera omnia, seu thesaurus locupletissimus botanico-medico anatomicus, viginti quatuor tractatus complectens et in duos tomos distributus, quorum tractatum seriem videre est dedicatione absolutâ*. Petrus van der Aa, Lugdunum Batavorum (Leiden).
- McGovern, P. E. (2003). *Ancient wine : the search for the origins of viniculture*. Princeton University Press.
- Memiş, T. (2017). *Fosil Polen Analizleri Işığında Tuzla Gölü Çevresinin Geç Holosen Paleovejetasyonu*. Süleyman Demirel Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi.
- Mercuri, A. M., Bandini Mazzanti, M., Florenzano, A., Montecchi, M. C., ve Rattighieri, E. (2013). Olea, Juglans and Castanea: The OJC group as pollen evidence of the development of human-induced environments in the Italian peninsula. *Quaternary International*, 303, 24–42.
<https://doi.org/10.1016/j.quaint.2013.01.005>
- Miebach, A. (2016). *Climate- and Human-Induced Vegetation Changes in Northwestern Turkey and the Southern Levant since the Last Glacial*. der Rheinischen Friedrich-Wilhelms-Universität, Ph.D. thesis.
- Miebach, A., Niestrath, P., Roeser, P., ve Litt, T. (2016). Impacts of climate and humans on the vegetation in northwestern Turkey: Palynological insights from Lake Iznik since the Last Glacial. *Climate of the Past*, 12(2), 575–593. <https://doi.org/10.5194/cp-12-575-2016>
- Moore, P. D., Webb, J. A., ve Collinson, M. E. (1991). *Pollen Analysis*. Blackwel.
- Moriondo, M., Trombi, G., Ferrise, R., Brandani, G., Dibari, C., Ammann, C. M., Lippi, M. M., ve Bindi, M. (2013). Olive trees as bio-indicators of climate evolution in the Mediterranean Basin. *Global Ecology and Biogeography*, 22(7), 818–833. <https://doi.org/10.1111/geb.12061>
- Müllenhoff, M., Handl, M., Knipping, M., ve Brückner, H. (2004). The evolution of Lake Bafa (Western Turkey) - Sedimentological, microfaunal and palynological results. *Coastline Reports*, 1, 55–66.

- OGM. (2009). Asli Ağaç Türleri. T.C. ORMAN VE SU İŞLERİ BAKANLIĞI. <https://www.ogm.gov.tr/tr/e-kutuphane-sitesi/Yayinlar/AsliTurleri.pdf> Ağaç Türleri.pdf
- OGM. (2021). 2020 Türkiye Orman Varlığı. T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı Orman Genel Müdürlüğü, Orman İdaresi ve Planlama Dairesi Başkanlığı.
- Poska, A. (2013). Surface Samples and Trapping. İçinde S. A. Elias ve C. J. Mock (Ed.), Encyclopedia of Quaternary Science, Second Edition (ss. 839–845). Elsevier.
- Raio, R. (1686). *Historia plantarum species hactenus editas aliasque insuper multas noviter inventas & descriptas complectens, in qua agitur primò de plantis in genere, earúmque partibus, accidentibus & differentiis; deinde genera omnia tum summa tum subalterna ad species.* Maria Clark.
- Raio, R. (1688). *Historiæ plantarum tomus secundus: cum duplici indice; generali altero nominum & synonymorum præcipuorum; altero affectuum & remediorum: accessit nomenclator botanicus anglolatinus.* Maria Clark.
- Raio, R. (1704). *Historiæ plantarum tomus tertius qui est supplementum duorum præcedentium: species omnes vel omissas, vel post volumina illa evulgata editas, præter innumeras fere novas & indictas ab amicis communicatas complectens: cum synonymis necessariis, et usibus i.* Smith & Walford.
- Roberts, N. (2014). *The Holocene An Environmental History* (Third edit). Wiley Blackwell.
- Roberts, N. (2018). Revisiting the Beyşehir Occupation Phase: Land-Cover Change and the Rural Economy in the Eastern Mediterranean During the First Millennium AD. İçinde A. Izdebski ve M. Mulryan (Ed.), *Environment and Society in the Long Late Antiquity* (Late Antique Archaeology 11) (C. 11, Sayı 1, ss. 53–68). <https://doi.org/10.1163/22134522-12340052>
- Roberts, N., Allcock, S. L., Arnaud, F., Dean, J. R., Eastwood, W. J., Jones, M. D., Leng, M. J., Metcalfe, S. E., Malet, E., Woodbridge, J., ve Yiğitbaşıoğlu, H. (2016). A tale of two lakes: a multi-proxy comparison of Lateglacial and Holocene environmental change in Cappadocia, Turkey. *Journal of Quaternary Science*, 31(4), 348–362. <https://doi.org/10.1002/jqs.2852>
- Roberts, N., Reed, J. M., Leng, M. J., Kuzucuoğlu, C., Fontugne, M., Bertaux, J., Woldring, H., Bottema, S., Black, S., Hunt, E., ve 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>

- Şenkul, Ç., Bozkurt, Y., ve Ünlü, Y. (2022). Fosil Polen ve Jeokimyasal (μ -XRF) Analizler Işığında Yelten Sazlığı (Antalya-Korkuteli) ve Çevresinin Son 2.100 Yıllık Paleovejetasyon ve Paleoiklimi. *Türk Coğrafya Dergisi*, 81, 141–156. <https://doi.org/10.17211/tcd.1158654>
- Şenkul, Ç., ve Doğan, M. (2018). Fosil 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., Doğan, M., Karlıoğlu Kılıç, N., ve Eastwood, W. J. (2018). 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/ejef.495687>
- Şenkul, Ç., ve Kalıpçı, E. (2019). Güneybatı Anadolu'dan Yeni Bir Paleoekolojik Değerlendirme: Karataş Gölü ve Çevresinin Geç Holosen Paleovejetasyon Değişimleri ve İklim ile İlişkileri. *Journal of Geography*, 0(38), 35–47. <https://doi.org/10.26650/jgeog2019-0006>
- Şenkul, Ç., Karlıoğlu Kılıç, N., ve Kargıoğlu, M. (2018). Teke Yarımadası Ormanlarında Güncel Polen Dağılımının ve Mikro İklim Koşullarının Belirlenmesi., TÜBİTAK Proje No: 214O249, Isparta.
- Şenkul, Ç., Karlıoğlu Kılıç, N., Kargıoğlu, M., Kulakoğlu, F., Eastwood, W. J., ve Doğan, U. (2018). Kültepe (Kayseri) Çevresinin Fosil ve Güncel Polen Analizleri Işığında Holosen Ortamsal Değişimi. TÜBİTAK Proje No: 114Y578.
- Şenkul, Ç., Memiş, T., Eastwood, W. J., ve Doğan, U. (2018). Mid-to late-Holocene paleovegetation change in vicinity of Lake Tuzla (Kayseri), Central Anatolia, Turkey. *Quaternary International*, 486(December 2017), 98–106. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2018.05.026>.
- Şenkul, Ç., Ören, A., Doğan, U., ve Eastwood, W. J. (2018). Late Holocene environmental changes in the vicinity of Kültepe (Kayseri), Central Anatolia, Turkey. *Quaternary International*, 486, 107–115. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2017.12.044>
- Şenkul, Ç., Bozkurt, Y., Doğan, M., ve Ünlü, Y. (2023). Göller Yöresinin Orta Holosenden Günümüze Paleovejetasyon Tarihi: Karakuyu Bataklığı ve Çevresi. *SDÜ Fen-Edebiyat Fakültesi Sosyal Bilimler Dergisi* 58(April): 144–160.
- Şenkul, Ç., Gürboğa, Ş., Doğan, T., Doğan, M., Ünlü, Y., ve Bozkurt, Y. (2024). Problems in dating results on lake sediments: Türkiye. *Bulletin of the Mineral Research and Exploration* 1(early vi: 1-1.: [doi:https://doi.org/10.19111/bulletinofmre.1440145](https://doi.org/10.19111/bulletinofmre.1440145).

- Seppä, H. (2013). Pollen Analysis, Principles. Encyclopedia of Quaternary Science: Second Edition, 794–804. <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-53643-3.00171-0>
- 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), Ph.D. thesis.
- Shumilovskikh, L. S., Seeliger, M., Feuser, S., Novenko, E., Schlütz, F., Pint, A., Pirson, F., ve 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>
- Soepboer, W., Sugita, S., ve Lotter, A. F. (2010). Regional vegetation-cover changes on the Swiss Plateau during the past two millennia: A pollen-based reconstruction using the REVEALS model. Quaternary Science Reviews, 29, 472–483. <https://doi.org/10.1016/j.quascirev.2009.09.027>
- Stock, F., Laermanns, H., Pint, A., Knipping, M., Wulf, S., Hassl, A. R., Heiss, A. G., Ladstätter, S., Opitz, S., Schwaiger, H., ve 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. <https://doi.org/10.1016/j.quascirev.2020.106418>
- Straka, H. (1975). Pollen-und Sporenkunde: eine Einführung in die Palynologie. Fischer.
- Sullivan, D. G. (1989). Human-induced vegetation change in western Turkey: Pollen evidence from central Lydia. University of California, Ph.D. thesis.
- Tauber, H. (1965). Differential Pollen Dispersion and the Interpretation of Pollen Diagrams. Danm. Geol. Unders II, 89, 1–69.
- Tauber, H. (1967). Investigations of the mode of pollen transfer in forested areas. Review of Palaeobotany and Palynology, 3, 277–286.
- Tauber, H. (1974). A Static Non-Overload Pollen Collector. New Phytologist, 3, 359–369.
- Tauber, H. (1977). Investigations of Aerial Pollen Transport in a Forested Area. Dansk Botanisk Arkiv, 32, 1–121.
- Topuz, M., Karlıoğlu Kılıç, N., Yılmaz Dağdeviren, R., ve 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.

- Tuanmu, M. N., ve Jetz, W. (2014). A global 1-km consensus land-cover product for biodiversity and ecosystem modelling. *Global Ecology and Biogeography*, 23, 1031–1045. <https://doi.org/10.1111/geb.12182>
- van Zeist, W., ve Bottema, S. (1991). Late Quaternary Vegetation of the Near East. *Tübinger Atlas des Vorderen Orients (TAVO)* Number: 18.
- van Zeist, W., Timmers, R. W., ve Bottema, S. (1968). Studies of modern and Holocene pollen precipitation in southeastern Turkey. *Palaeohistoria*, 14, 19–39.
- van Zeist, W., Woldring, H., ve Stapert, D. (1975). Late Quaternary Vegetation and Climate of The Southwestern Turkey. *Paleohistoria*, 17, 53–143.
- Vermoere, M. (2004). Holocene vegetation history in the territory of Sagalassos (southwest Turkey): a palynological approach. İçinde Waelkens M (ed.) (Ed.), *Studies in eastern Mediterranean archaeology*. Turnhout: Brepols Publishers.
- Vermoere, M., Bottema, S., Vanhecke, L., Waelkens, M., Paulissen, E., ve Smets, E. (2002). Palynological evidence for late-Holocene human occupation recorded in two wetlands in SW Turkey. *Holocene*, 12(5), 569–584. <https://doi.org/10.1191/0959683602hl568rp>
- Vermoere, M., Smets, E., Waelkens, M., Vanhaverbeke, H., Libreht, I., Paulissen, E., ve 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., ve 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., ve 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>
- Von Post, L. (1909). Stratigraphische Studien über einige Torfmoore in Närke. *Geol Fören Stockh Förh*, 31, 629–706.
- Von Post, L. (1916). Einige Südschwedischen Quellmoore. *Bulletin of the Geological Institution of the University of Upsala*, 15, 219–278.

- Von Post, L. (1918). Skogsträdpollen i sydsvenska torvmosselagerföljder. *Forhandlingar ved de Skandinaviske Naturforskeres 16. Møde i Kristiania den 10.-15. Juli*, 432–468.
- Von Post, L. (1967). Forest tree pollen in south swedish peat bog deposits. Translation by Davis MB, Fægri K; introduction by Fægri K, Iversen J. *Pollen Spores*, 9, 375–401.
- Weber, C. A. (1893). Über die diluviale Vegetation von Klinge in Brandenburg und über ihre Herkunft. *Beiblatt zu den Botanischen Jahrbücher*, 17(40), 1–20.
- Wodehouse, R. P. (1965). Pollen grains. Their structure, identification and significance in science and medicine (facsimile of the edition of 1935). Hafner Publishing Company.
- Woldring, H., ve Bottema, S. (2002). The vegetation history of East-Central Anatolia in relation to archaeology: the Eski Acigöl pollen evidence compared with the Near Eastern environment. *Palaeohistoria*, 43/44, 1–34.
- Woodbridge, J., Roberts, C. N., Palmisano, A., Bevan, A., Shennan, S., Fyfe, R. M., Eastwood, W. J., Izdebski, A., Çakırlar, C., Woldring, H., Broothaerts, N., Kaniewski, D., Finne, M., ve Labuhn, I. (2019). Pollen-inferred regional vegetation patterns and demographic change in Southern Anatolia through the Holocene. *Holocene*, 29(5), 728–741. <https://doi.org/10.1177/0959683619826635>
- Wright, H. E. (1967). A square-rod piston sampler for lake sediments. *J Sediment Petrol*, 37, 975–976.
- Wright, H. E. (1980). Cores of soft lake sediments. *Boreas*, 9, 107–114.
- Wright, H. E. (1991). Coring tips. *J Paleolimnol*, 6, 37–49.
- Yılmaz, E., ve Çiçek, İ. (2016). Türkiye Thornthwaite iklim sınıflandırması. *Journal of Human Sciences*, 13(3), 3973–3994. <https://doi.org/10.14687/jhs.v13i3.3994>
- Zohary, D. (1999). Monophyletic vs. polyphyletic origin of the crops on which agriculture was founded in the Near East. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 46(2), 133–142.
- Zohary, D., Hopf, M., ve Weiss, E. (2012). Domestication of Plants in the Old World, The origin and spread of domesticated plants in south-west Asia, Europe, and the Mediterranean Basin (Fourth Edi). Oxford University Press.
- Zohary, D., ve Spiegel-Roy, P. (1975). Beginnings of Fruit Growing in the Old World: Olive, grape, date, and fig emerge as important Bronze Age additions to grain agriculture in the Near East. *Science*, 187, 319–327.

