

Kapadokya Yöresi Geç Holosen Paleovejetasyon Koşullarının Fossil Polen Kayıtları ile Mekânsal ve Zamansal Bağlamda Rekonstrüksiyonu

Reconstruction of the late Holocene palaeovegetation conditions of the Cappadocia Region in spatial and temporal context with fossil pollen records

Çetin Şenkul^{1*}, Ahmet Köse¹

¹Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Coğrafya Bölümü, Doğu Kampüsü, Çünür, Isparta.

Öz: Bu çalışma, Kapadokya Yöresi'nde mevcut fossil polen kayıtlarını kullanarak paleo-ortam koşullarına yönelik yapılan yorumlamalar ve çıkarımlara metodolojik olarak yeni bir yaklaşım getirerek tüm kayıtlar üzerinden bütüncül bir bakış açısıyla bakabilmeyi amaçlamaktadır. Bu bağlamda seçilen paleo-ortam proksi kayıtları fossil polenlerdir. Bu kayıtlardan son 2000 yıllık döneme ait yaşlandırması bulunan ve diğer kayıtlarla ortak bitki taksonları barındıran kayıtlar çalışma kapsamına alınmıştır. Bu kayıtlara ait yaşlandırma verileri periyotlara ayrılmış, seçilen bitki taksonlarına ait polen yüzdeleri bu periyotlar için yeniden hesaplanmıştır. Amaca yönelik kullanılan yöntem ise izopolen haritaları üretim tekniğidir. Bu yöntem için Coğrafi Bilgi Sistemleri yazılım ve analizleri kullanılmıştır. Ters Mesafe Ağırlıklandırma tekniği ile yapılan mekânsal enterpolasyon sonucu taksonlara ait olası dağılış alanları değerlendirilmiştir. Bu yöntemle oluşturulan izopolen haritaları ile bitki taksonlarının paleovejetasyon şartlarında hem zamansal hem de mekânsal değişimleri irdelenmiştir. Bu değişimin hangi etki sonucunda oluştuğuna dair çıkarımlar yapılmıştır. Sonuç olarak fossil polen kayıtlarının değerlendirilmesinde ve yorumlanmasında katkı sağlayabilecek bir metot uygulaması gerçekleştirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Paleovejetasyon, Coğrafi Bilgi Sistemleri, Fossil Polen, İzopolen, Kapadokya Yöresi

Abstract: This study aims to make a new methodological approach to the interpretations and inferences about the paleo-environmental conditions by using the existing fossil pollen records in the Cappadocia Region and give a holistic perspective. Selected paleo-environmental proxies in this context are fossil pollen. These records include the records of the last 2000 years of ages and common species with other records. The aging data for these records are divided into periods, and pollen fractions of selected plant taxa are recalculated for these periods. The method used for the purpose is isopollen map production technique. Geographical Information Systems software and analysis are used for this method. Possible distribution areas of taxa were evaluated by spatial interpolation performed with the Inverse Distance Weighting method. The changes of temporal and spatial context in the paleovegetation conditions of the species were investigated with the isopollen map

* İletişim yazarı: Ç. Şenkul, e-posta: cetinsenkul@gmail.com

Bu makale; Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu (TÜBİTAK 1001 Programı: 114Y578 No'lu proje) ile Süleyman Demirel Üniversitesi Bilimsel Araştırmalar Koordinasyon Birimi (BAP: 4431-YL1-15 No'lu proje) tarafından desteklenen "Kapadokya Yöresi Geç Holosen Paleo-Ortam Koşullarının Fossil Polen Proksi Kayıtları Işığında CBS ile Rekonstrüksiyonu" isimli tezden üretilmiştir.

Makale Geliş Tarihi: 14.11.2018

Makale Basıma Uygun Tarihi: 29.03.2018

created by this method. As a result, method experiment was carried out which could contribute to the evaluation and interpretation of fossil pollen records.

Keywords: *Paleovegetation, Geographical Information Systems, Fossil Pollen, Isopollen, Cappadocia Region*

1. Giriş

Kuvaterner döneminde yaşanan iklim salınımları sonucu oluşan buzul ve buzularası periyotlar ortamsal değişimleri yaratan en önemli faktörlerden biri olmuştur (Bradley, 1999). Bu periyotlar bitki örtüsü değişimi, deniz seviyesi değişimleri, buzulların ilerlemesi ve gerilemesi gibi pek çok ortamsal değişiklik ile tanınabilmektedir (Lowe ve Walker, 2015). Bu dönemin bir diğer önemli özelliğini bu dönemde ortaya çıkan insan ve Erken Pleistosen'den itibaren doğal çevre ile olan ilişkilerinde yaşanan değişim süreçleri oluşturmaktadır (Burroughs, 2005). İnsanı diğer canlılardan ayıran düşünme, alet yapma ve kullanma ile toplumsal yaşama ve iş birliği kurma becerisi bu süreçlerin daha kompleks bir şekil almasına neden olmuştur. İlk zamanlarda doğaya bağımlı yaşayan insanın bu süreç boyunca doğaya uyum sağlama ve doğadan maksimum şekilde yararlanma şeklinde gelişen yaşam biçimi doğal ortam üzerinde bıraktığı izlerin artmasına da sebep olmuştur. Bu izler tarım devriminin gerçekleşmesiyle başlayıp kendini en çok bitki örtüsü üzerinde bıraktığı etkiyle göstermiştir (Roberts, 2014). Tarım devriminden sonra yerleşik yaşam düzenine geçip toplumsal ve kollektif bir yapı kuran insan, tarım kaynaklı olarak yerleşme, ulaşım, ticaret ve savaşlar gibi doğal ortama etki eden faaliyetlerini arttırmıştır (Seppa, 2007; Bottema vd., 1993-1994; Roberts, 2014; Allcock, 2017). Özellikle son 2000 yıldaki gelişmelerle günümüze gelindiğinde ise bu etkinin zirve noktasına eriştiği ve gelecekteki sonuçlarının nasıl olacağı bilimin temel konularından biri haline gelmiştir (Lowe ve Walker, 2015). Bu bağlamda doğal ortam şartlarının geçmişi bilmek en önemli noktalardan biri olarak karşımıza çıkarken buna yönelik yapılan çalışmaların önemi doğal ortama ait koşulların değişebilirlik özelliğiyle geçmişi ve günümüzü anlamak, geleceğe yönelik çıkarımlarda bulunabilmek üzerine şekillenmektedir. Rekonstrüksiyon ise doğal ortam insan etkileşimini değerlendirmeye yarayan bir kavram olarak karşımıza çıkmaktadır ve yeniden yapılandırma anlamına gelmektedir. Bu kavram coğrafya kapsamında herhangi bir mekândaki ve geçmiş zaman dilimindeki fiziki ve beşerî tüm coğrafi özelliklerin (Paleocoğrafya) yeniden yapılandırılmasını ifade etmektedir.

Doğal ortam şartlarının geçmişte nasıl olduğunu, süreç içerisinde nasıl değiştiğini ve bu değişimde insan faktörünün ne derecede etkili olduğunu bilmek doğrudan ve dolaylı kayıtlar yardımıyla mümkün hale gelmiştir (Lowe ve Walker, 2015). Bu kayıtlardan dolaylı kayıtlar içerisinde yer alan fosil polen kayıtları doğal ortama ait bu bilgileri ortaya koymak açısından önemli bir rol üstlenmektedir. Fosil polen kayıtları insanın doğal ortamda vejetasyon örtüsü ile yaşamış olduğu etkileşimi ortaya koyma olanağına da sahiptir (Roberts, 2014; Lowe ve Walker, 2015). Bu sebeple bu etkileşimi anlamak üzere kullanılan fosil polen kayıtları insanların yaşayışlarında hangi tarım ürünleri ile beslendiğini, doğal ortamda bulunan kaynaklardan nasıl yararlandığı, arazi kullanımını ne şekilde gerçekleştirdiği ve tüm bunların sonucunda doğal ortam üzerinde nasıl bir etki yarattığı gibi sorulara cevap verebilmektedir. Ayrıca paleovejetasyon çalışmalarında kullanılan fosil polen kayıtları ile bireysel bitki türlerinin ekolojisi, bitki örtüsü değişimi, orman ilerlemesi ve gerilemesi, vejetasyon formasyonlarının yapısı, iklim değişikliğinin ve iklim değişikliğine ait mekanizmaların belirlenmesi, doğal ortam üzerindeki insan etkisi, tarımın kökeni ve dağılımı, paleoarazi kullanım biçiminin tespiti mümkün olmaktadır (Şenkul, 2014a).

2. Önceki Çalışmalar

Palinolojik çalışmaların gelişmesiyle Anadolu'daki bitki örtüsünün gelişim ve değişimini ortaya koymaya çalışan ilk fosil polen analiz çalışmalarının geçmişi Aytuğ (1967) tarafından Konya-Süberde dolaylarında gerçekleştirilen ve Beug (1967) tarafından Abant ve Yeniçağa göllerinde

gerçekleştirilen çalışmalara kadar uzanmaktadır. Bu çalışmaların ardından 1970'li yıllarda van Zeist ve Bottema'nın ortaya koyduğu çalışmalarla polen analizlerinin sayıları artmaya başlamıştır (Şenkul, 2014b).

Anadolu'da lokal ölçekte yürütülen polen analizlerinin sayısının artarak devam etmesine bağlı olarak Anadolu'nun tamamındaki bitki örtüsü durumu ve iklim koşullarının değerlendirilmesine yönelik çalışmalara ihtiyaç duyulmuştur. Bu doğrultuda farklı lokasyonlara ait polen diyagramlarını bir arada değerlendirerek zamansal ve mekânsal entegrasyonla fosil polen verilerinde süreklilik sağlama gerekliliği doğmuştur. Bu kapsamda Anadolu'nun tamamına yönelik vejetasyon rekonstrüksiyonunun yapıldığı ilk ve tek çalışma van Zeist ve Bottema (1991) tarafından gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmada Anadolu'nun farklı bölgelerinden elde edilen polen diyagramları kullanılarak belirli periyotlarla (18-16 bin yıl, 12-11 bin yıl, 8 bin yıl ve 4 bin yıl önce) paleovejetasyon haritaları çizilmiştir. Fakat bu çalışma içerisinde herhangi bir Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS) temelli yaklaşım yer almamış, modelleme veya analiz tekniği kullanılmamıştır. Bu çalışma dışında sözü edilen yaklaşımla yapılan tek çalışma (McMillan, 2012) Akdeniz'de, Anadolu'nun güneybatı kıyılarında gerçekleştirilmiştir. Paleovejetasyon modellemesine dayalı disiplinler arası bir yaklaşıma sahip olan bu çalışma, CBS tabanlıdır ve modelleme teknikleri kullanmaktadır.

Uluslararası literatür incelendiğinde polen analizlerinin belirli periyotlardaki analitik sonuçlarını gösteren ilk haritaların Avrupa'da modern polen analizlerinin gelişmesinden yıllar sonra ortaya konulduğu görülmüştür (von Post, 1924; Rudolph, 1930; Szafer, 1935). Ulusal literatürde bir örneğine rastlanmayan gerçek anlamdaki ilk izopolen haritaları uluslararası literatürde ilk olarak Szafer (1935) tarafından üretilmiştir ve bu haritalarda buzul sonrası döneme ait Ladin (*Picea*) ve Kayın (*Fagus*) polen frekanslarının farklı zaman aralıklarında Polonya ve komşu ülkelerinde dağılımını gösteren izopolen eğrileri çizilmiştir. Bu gelişme sonucunda polen verilerinin kıtasal ölçekte sentezlenerek değerlendirilebilmesine başlanmıştır. 1983'te Huntley ve Birks, Avrupa için polen taksonlarının mekânsal dağılımındaki değişiklikleri yansıtan ve Son Buzul Maksimumu'yla günümüz arasında kalan süreci değerlendiren polen haritalarını içeren atlası yayınlamıştır (Huntley ve Birks, 1983). Birçok disiplini etkileyen ve onlardan etkilenen bu atlas ile vejetasyon dinamiklerinin zamansal ve mekânsal ölçekte değerlendirilmesine yarayan bir bakış açısı kazanılmıştır. Günümüze yakın dönemde yapılan ve bilgi teknolojileri ile bilgisayarın ağırlıklı olarak kullanıldığı görülen çalışmaların önemli olanlarından biri (Ralska vd., 2004) ise Polonya'nın Son Buzul Dönemi ile Holosen Dönemi vejetasyon tarihi çalışmasıdır. Bu çalışma izopolen haritaları üzerine temellenmiştir. Bir diğer çalışma ise Karpat'ların batı kesiminde yer alan Polonya topraklarında vejetasyon tarihini ortaya koymaktadır (Obidowicz vd., 2013). Bu çalışma da izopolen haritaları üzerine kurulmuştur. Bu iki çalışmada da izopolen haritalarının bilgisayar teknolojileri ile üretilmesini sağlayan yazılımlar üreten Nalepka ve Walanus'un (2004; 2013) da literatürde izopolen haritaları üretimine yönelik çalışmaları bulunmaktadır. Son olarak İrlanda'da ki Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.)'ın vejetasyon ekolojisini CBS yazılım ve analizlerini kullanarak değerlendiren (Roche, 2010) çalışma, yöntem itibarıyla Kapadokya Yöresi'nde gerçekleştirilen bu çalışmaya izopolen haritalarının üretimi konusunda metodolojik katkı sağlamıştır.

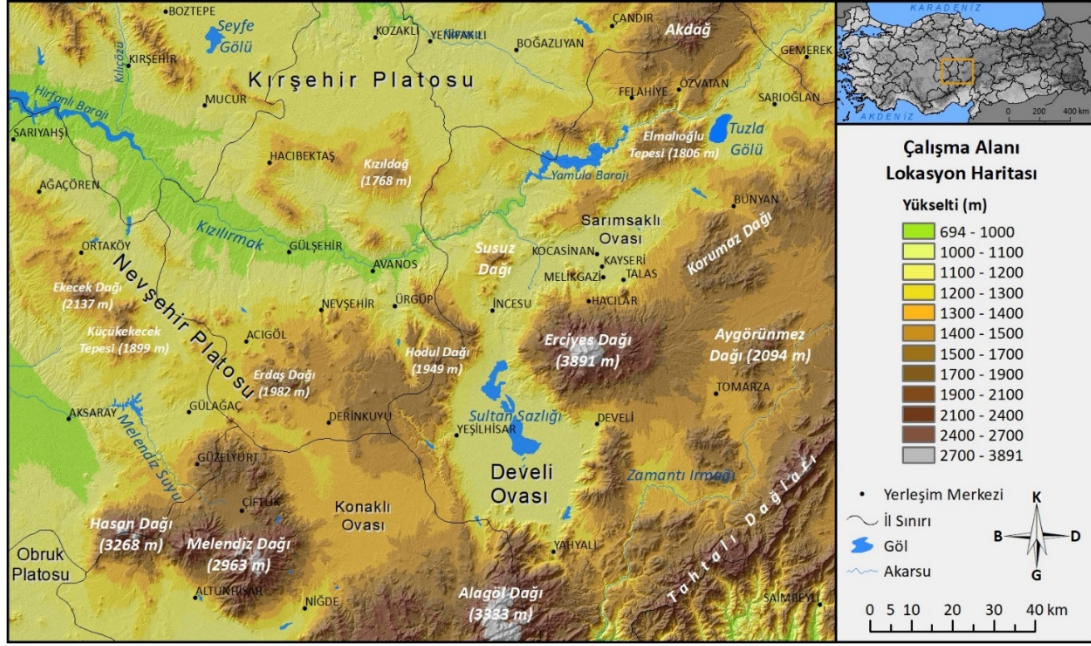
Anadolu'da Avrupa kıtasından sayısı itibarıyla nispeten daha az olan fosil polen çalışmaları uluslararası literatürde karşımıza çıkan mekânsal analiz ve modelleme teknikleriyle değerlendirilme noktasında da eksik kalmıştır. Uluslararası literatürde fosil polen çalışmalarının birbirine entegre edilerek büyük çapta alanları kapsayan rekonstrüksiyonlarda kullanılmaya çalışıldığı, zamansal ve mekânsal sürekliliği sağlamaya yönelik olarak kullanıldığı görülmektedir. Ancak Türkiye'deki fosil polen çalışmalarında bu tür yaklaşımların eksikliği hissedilmektedir. Özellikle çalışma konusu olarak seçilen paleovejetasyon çalışmalarında ve çalışmanın temel materyali olan fosil polen verilerinin

değerlendirilmesinde metodolojik olarak hissedilen bu eksiklik çalışmanın ana motivasyon kaynağını oluşturmaktadır.

3. Çalışma Alanı ve Özellikleri

Çalışma alanı doğal ve kültürel zenginlikleri ile İç Anadolu'da önemli bir yere sahip olan Kapadokya Yöresi olarak belirlenmiştir. Yöreyi şekillendiren Erciyes Dağı ile Kızılırmak Nehri bölgedeki en önemli doğal unsurlardır. Alan kuzeyde Seyfe Gölü ile Akdağ kütlesi, güneyde Alagöl Dağı, Melendiz ve Hasan Dağı ile sınırlandırılmıştır. Doğu kesiminde Tuzla Gölü ile Tahtalı Dağları, batı kesiminde ise Hasan Dağı ile Obruk Platosunun doğu kesimi çalışmanın diğer sınırlarını teşkil etmektedir. Çalışma alanının büyük bir bölümünün içinde yer aldığı İç Anadolu Bölgesi “step iklimi” özellikleri göstermekte ve bu iklim tipinin hâkim karakterini yarı kurak şartlar meydana getirmektedir (Erinç, 1984). Yazlar sıcak ve kurak, kışlar soğuk ve yağışlı iken yağışın yıl içindeki seyri Akdeniz Bölgesini andırsa da yağışın büyük bölümü ilkbaharda düşer (Erinç, 1984). Yağış rejimi itibariyle de İç Anadolu genelinde ve çalışma alanı özelinde ilkbahar yağışlarıyla karakterize edilen karasal yağış rejimi gözlemlenmektedir (Sarış vd., 2010). Sonuç olarak çalışma alanında sıcaklık farkının ve karasallığın fazla olması ile yağış koşullarında görülen düşük değerler vejetasyon koşullarını etkilemektedir. Sıcaklık değerlerinin yazın yüksek kışın ise çok düşük olması ile yağış koşullarının rölyefe göre değişkenlik göstermesi, çalışma alanındaki vejetasyon örtüsü üzerinde sınırlayıcı etki yaratmaktadır. Burası aynı zamanda içinde bulunduğu İran Turan Flora Bölgesinin step formasyonu ile Akdeniz Flora Bölgesinin orman formasyonunun karşılaşma noktasında yer almaktadır. Alanın büyük kısmı, İran-Turan Flora Bölgesine dahildir. Bu nedenle florası çoğunlukla İran-Turan orijinlidir (Ünaldı, 1996).

Çalışma alanının güncel bitki örtüsü koşulları arazi kullanımı ile değerlendirildiğinde, alanda orman varlığının az, tarım ve yerleşim alanları ile diğer alanların fazla olduğu görülür (CORINE, 2006). Orman varlığına ait taksonların Meşe (*Quercus*), Karaçam (*Pinus nigra*), Kızılçam (*Pinus brutia*), Ardıç (*Juniperus*), Sedir (*Cedrus*) ve Gökmar (*Abies*) taksonlarıyla temsil edildiği bu alanda taksonlar çalışma alanında Akdeniz Flora Bölgesine giren ve Akdeniz iklim özelliklerinin sokulduğu güneydoğu kesimlerinde yayılış göstermektedir. Çalışma alanındaki ağaç formasyonu detaylı incelendiğinde kuru ormanlar ile karakterize edilen taksonların varlığı görülmekle birlikte Erciyes Dağı ve etrafında karışık ormanlar şeklinde görülen başlıca cinsler Meşe, Kavak (*Populus*) ve Ardıç olmak üzere üç ana elemandan meydana gelmektedir (Ünaldı, 1996). Çalışma alanındaki ot formasyonu ise step sahalarında yıllık yağış miktarlarının çoğunlukla 250–300 m.'yi aşmadığı yerlerle temsil edilir. Bu alanlarda ağaçlar ve ormanlar coğrafi görünümünden kaybolur (Avcı, 2013). Bu alanlarda ormanların tahribi sonucu ortaya çıkan ve çok geniş alanlar kaplayan stepler doğal değil, ikincil (antropojen) step sahalar olarak karşımıza çıkmaktadır. Çalışma alanında yer alan steplerin bu formasyonda olanları, orman kalıntılarının ortaya çıktığı sahalardan Erciyes Dağı'nda yer alır ve yer yer Meşe ve Ardıç topluluklarıyla temsil edilir (Avcı, 2013). Bu alanlar dışında Tuz Gölü ve çevresinde doğal step sahaları içinde en yaygın alan kaplayan taksonların başında Yavşan otu (*Artemisia*) gelmektedir. Ayrıca Kazayağdıgiller (*Chenopodiaceae*) familyasına ait taksonlar da bu alanda mevcuttur (Avcı, 2013).



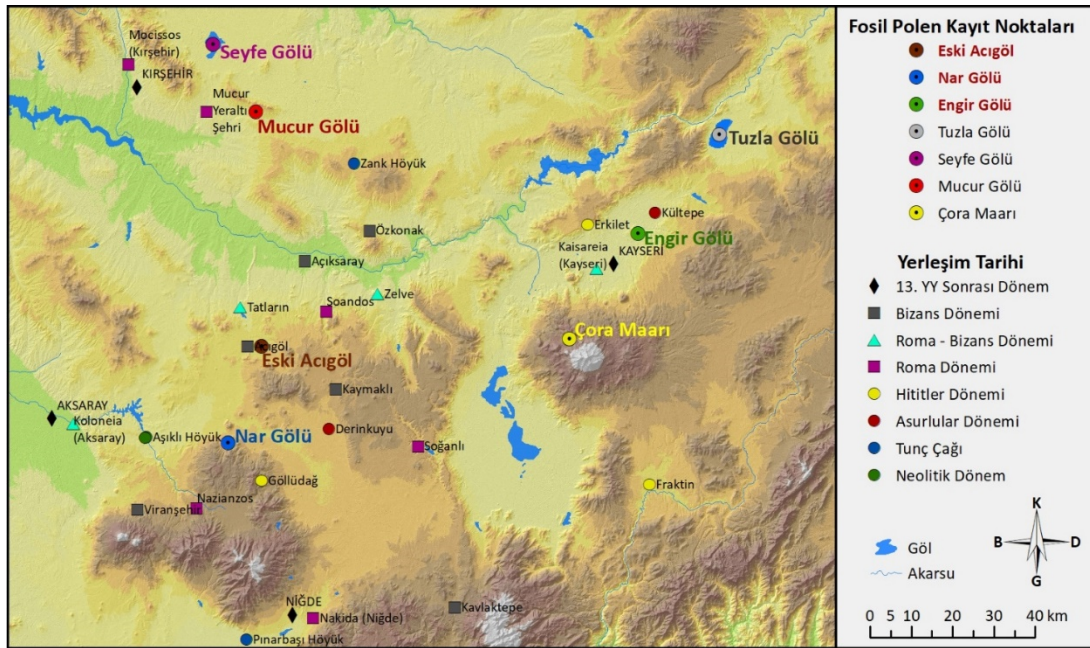
Şekil 1. Çalışma alanı lokasyon haritası (yüksekti verisi ASTER GDEM v2 sayısal yüksekti modelinden tekrar çizilmiştir)

Güncel bitki örtüsüne ait değerlendirmelerin yanı sıra çalışmaya konu olan paleovejetasyon koşullarını anlamak da önem arz etmektedir. Bilindiği gibi Dünyanın en eski yerleşim ve kültür merkezlerinden biri olan ve çalışma alanının da içinde yer aldığı İç Anadolu Bölgesi, M.Ö. 3000 yılından beri yoğun olarak iskâna uğramış ve insanların yakacak, kereste ihtiyacı, aşırı otlatma, tarım arazisi için orman açmaları gibi nedenlerle tahrip edilerek bugünkü halini almıştır. Örneğin eskiçağın ünlü coğrafyacısı Strabon, *Geographika* adlı eserinde Erciyes Dağı ve çevresinde yoğun ormanlardan bahsetmektedir. Ona göre o dönemdeki adı Argaios olan Erciyes Dağı'nın bütün çevresi ormanlarla kaplıdır ve böylece kolaylıkla kerestecilik yapılabilir (Strabon, 2000) durumdadır. Özellikle Meşe odunu, gayet sağlam ve dayanıklı olduğundan hem kullanmak hem de yakacak olarak değerlendirmek için en kıymetli odunlardan biridir. Ayrıca büyükbaş ve küçükbaş hayvanların Meşe yaprağını çok sevmeleri Meşe'nin otlatma için en uygun yerler olarak kabul görmesine neden olmuştur (Somuncu, 1993). Bu gibi bilgiler çalışma alanının paleovejetasyon koşulları hakkında oldukça önemli ipuçları vermektedir.

Çalışma alanının paleovejetasyon şartlarını değerlendirmede göz ardı edilemeyecek bir öneme sahip olan yerleşme tarihi, paleo-ortam üzerinde görülen insan etkisini yorumlayabilmek için çok önemlidir. Anadolu'da görülen tarih öncesi ve tarihi yerleşmelerden en önemlileri çalışma alanında yer almaktadır (Şekil 2). Bu yerleşmeler günümüze kadar kesintilere uğrayarak da olsa varlıklarını sürdürmüşlerdir. Kronolojik olarak Neolitik çağ ile Tunç çağından başlayıp Asur, Hitit, Roma ve Bizans dönemlerinde devam eden ve yoğunlaşarak günümüze kadar ulaşan bir yerleşme dokusu mevcuttur (Şekil 2). Çalışma alanı ayrıca burada bulunan Kültepe'de 1948 yılından beri sistemli olarak devam eden arkeolojik kazılar nedeniyle ve bulunan ilk yazılı tabletler (Albayrak, 2005) ile önemli bir alandır. Ayrıca burası Dünya'nın ilk organize ticaret merkezidir. Kültepe, Osmanlı ve Selçuklu dönemlerinde İpek Yolu'nun önemli bir parçası olmuştur. Kültepe tabletlerinden elde edilen bilgiler, Anadolu'nun yerli halkının, tarım ve hayvancılık yaparak geçimini sağladığını göstermiştir (Öz, 2011).

4. Çalışmanın Amacı

Bu çalışma, paleo-ortam insan ilişkisini konu edinen ve paleo-ortama ait paleovejetasyon koşullarını ortaya koymaya yarayan fosil polen kayıtlarının, CBS yazılımları ve araçlarıyla mekânsal bir analizle ve bölgesel ölçekte yeniden değerlendirilerek yorumlanmasına katkıda bulunmayı amaçlamaktadır. Bu amaç doğrultusunda Kapadokya Yöresi'nde mevcut fosil polen kayıtlarının uygun olanlarını belirlemek ve verilerini kullanmak, bu verileri zamansal ve mekânsal yönüyle birbirine entegre etmek, ortaya çıkan sonuçları CBS yazılımları yardımıyla mekânsal analizlere tabi tutarak mekânsal süreklilik yaratmak, periyodik dönemlerle değişimi göstermek ve bölgesel ölçekte değerlendirme yapılmasına olanak sağlamak hedeflenmiştir. Ayrıca bu amaç ve hedefler dışında Kapadokya Yöresi özelinde gerçekleştirilen bu çalışma ile ulusal literatürde fosil polen verilerinin mekânsal ve zamansal analizi noktasında bulunan eksikliği gidermek, bu yolla Anadolu'da mevcut diğer fosil polen çalışmalarının yorumlanmasına katkıda bulunmak için metodolojik olarak yeni bir yaklaşım sunmak amaçlanmıştır.



Şekil 2. Çalışma alanı yerleşim tarihi ile fosil polen kayıt noktaları haritası (Yerleşme noktaları Aktif Tektonik Araştırma Grubu (ATAG) Yerbilimleri Veri Kataloğu datalarından yeniden çizilmiştir)

Çizelge 1. Kapadokya yöresinde tarihi dönemler

Tarih	Periyot	Önemli refah dönemleri	Önemli kriz dönemleri
1923 - bugün	Türkiye Cumhuriyeti	20. yy.'ın ikinci yarısında yoğun tarım	-
~1450 - 1923	Osmanlı Dönemi	15. yy. sonları ve 16. yy. genel olarak refah içinde ve düzenli	19. yy. ve 20. yy. başları Osmanlı'nın çöküşüne yol açıyor - 17. yy. tarımsal kriz
1308 - 1450	Yerel yönetim	-	15. yy. başlarında Timur istilalarını takiben kriz (1402) 14. yy. Selçuklu sonrası düzen
1080 - 1308	Selçuklu	13. yy. ilk yarısı yol ve inşaa çalışmalarında yükselme	Moğol istilaları 1243 - 12. yy. tarım krizi
950 - 1080	Orta Bizans	10. yy. sonları, 11. yy. ve 12. yy. başları altın çağ; Hristiyan duvar resimleri sanatının doruk dönemi	1125'ten sonra düşüş, Bizans, 1071 Malazgirt Savaşı ile yıkıldı. Yüksek yağış ya da kuraklıkta azalma, tarımsal uygunluk
~670 - 950	Geç Antik (Karanlık Çağ)	-	Bizans ve Araplar arasındaki sürekli savaşlar arasında Kapadokya askeri sınır haline geldi
~330 - 670	Erken Bizans	Roma döneminin sonundan 7. yy. ortalarına kadar yüksek refah; 5. ve 6. yy.'da büyük kiliseler inşa edildi	Justinian salgını (540-542) yüksek yağış ya da kuraklıkta azalma, tarımsal uygunluk - Tekrar eden salgınlar

Kaynak: (England vd., 2008)

5. Materyal ve Metot Seçimi

Çalışmada kullanılan materyalleri belirlemek amacıyla ilk olarak çalışma sahası ve etrafındaki tüm fosil polen kayıtları tespit edilmiştir. Bu kayıtlardan radyokarbon yaşlandırma verisine sahip olan Engir Gölü (Şenkul vd., 2018), Nar Gölü (England, 2006) ve Eski Acıgöl (Woldring, 2001) ile çalışma sahası dışındaki Demiryurt Gölü ile Akgöl Adabağ (Bottema vd., 1993-1994) kullanılmak üzere seçilmiştir. Çalışma sahası içerisinde kalan Engir Gölü, Nar Gölü ve Eski Acıgöl fosil polen çalışmalarının verileri ilgili literatürden, Demiryurt Gölü ile Akgöl Adabağ çalışmalarının verileri Avrupa Fosil Polen Veri tabanından elde edilmiştir. Ayrıca fosil polen verileri üzerinde analiz ve modelleme aşamasına geçebilmek amacıyla birtakım işlemler uygulanmıştır. Bu işlemler ilk olarak modellemeye konu olacak taksonların belirlenmesi ile başlamış ve bu taksonlara ait polen yüzdelerinin polen diyagramında otsu (Non Arboreal Pollen - NAP) - odunsu (Arboreal Pollen - AP) taksonlar olmak üzere ikiye ayrılan ilgili grup içerisinde tekrar oranlaması gerçekleştirilmiştir. Ardından kronolojik olarak birbirleriyle uyumlu oldukları dönemler tespit edilmiş, bu dönemlere ait polen yüzdesi olmayan taksonların polen yüzdeleri istatistiksel yöntemlerle oluşturulmuştur. Belirlenen taksonlar ve kronolojik olarak sahip oldukları polen yüzdeleri CBS yazılımları ve araçları yardımıyla ara değer üretme metodu olan enterpolasyon tekniği kullanılarak mekânsal olarak sürekli hale getirilmiştir. Bu yöntemle izopolen adı verilen ve fosil polen verilerinin zamansal ve mekânsal dağılımını kronolojik seri haritalarla gösterebilen haritalar üretilmiştir.

5.1. Fosil Polen Çalışmaları

Bu çalışmada birbiriyle entegrasyona uygun veriye sahip olan ve Kapadokya Yöresi'ni temsil yetisi barındıran Engir (Şenkul vd., 2018), Nar Gölü (England, 2006) ve Eski Acıgöl (Woldring, 2001) ile Akgöl Adabağ ve Demiryurt (Bottema vd., 1993-1994) göllerine ait fosil polen kayıtları kullanılmıştır. Akgöl Adabağ ve Demiryurt gölleri çalışma alanının dışında olmasına rağmen çalışmada gerçekleştirilen metodolojik rekonstrüksiyona dahil edilmişlerdir. Böylece bu göllere ait fosil polen kayıtlarının verileri de kullanılarak çalışmanın daha doğru sonuçlara ulaşmasına katkı sağlanmıştır. Çalışmaya dahil edilen bu kayıtların ortak özellikleri radyokarbon yaşlandırmasına sahip olmaları ve son 2000 yıllık kronolojiyi kapsayabilmeleri ile ortak taksonları içermeleridir. Yaşlandırmaya sahip olmaları kronolojik izopolen haritaları üretmek ve tarihsel süreçle ilişkilendirmek için gereklidir. Bunların dışında Kapadokya Yöresi'nde bulunan ve kullanılmayan diğer fosil polen çalışmalarından Seyfe, Tuzla ve Mucur Obruk Gölü ile Çora Maar'ındaki çalışmaların verileri uygunluk ve temin sıkıntısından dolayı kullanılamamıştır.

Çalışma kapsamına alınan bu kayıtlardan Nar Gölü, İç Anadolu Bölgesinde, Kapadokya'da bulunan bir krater gölüdür ve deniz seviyesinden 1363 m. yükseklikte -26 m. derinliğe (England vd., 2008) sahiptir. Bu çalışmada Nar Gölü'ndeki sedimanlardan elde edilen polen, durağan izotoplar ve kömür gibi kayıtlar, belgesel ve arkeolojik kayıtlarla karşılaştırılarak değerlendirilmiştir. Bu yönüyle çoklu kayıt içeren bu çalışma Geç Antik Dönem'den (M.S. 300'den) bugüne kadar ki ortamsal değişimleri ve nedenlerini ortaya koymuştur. Nar Gölü'nün çevresindeki arazi kullanım değişimi polen kompozisyonunda rahatça görülebilmeye olsa da bu polen kayıtları aslında Kapadokya'nın büyük bölümüne dair paleo-ortam şartlarını yansıtabilmektedir (England vd., 2008). Engir Gölü'nde ise Kültepe ve çevresinin paleovejetasyon koşullarını ortaya koymak üzere 393 cm uzunluğundaki sediman serisi üzerinde polen analizleri gerçekleştirilmiş ve sonuç olarak alanın G.Ö. 2300-300 yıl arasındaki döneminin değerlendirilmesi yapılmıştır (Şenkul vd., 2018). Nevşehir'in 20 km güneybatısında bulunan Eski Acıgöl'den de 1992 yılında yaklaşık 15 m. uzunluğunda bir sediman dizisi alınmış ve daha sonra alınan sediman dizisinde ise yaklaşık 20 m. derinlikte benzersiz bir taban yüzeyi ortaya çıkarılmıştır (Kuzucuoğlu vd., 1998). Üzerinde fosil polen analizleri gerçekleştirilen bu sedimanlar ile şu ana kadar sadece İç Anadolu'nun güneyinde Konya Ovası'ndaki Akgöl-Adabağ'dan ve Eski Acıgöl'den elde edilen fosil polen diyagramları Erken Holosen dönemine kadar ulaşabilmektedir. Çalışma sahasının kuzeydoğusunda yer alan Demiryurt Gölü'nde de benzer bir palinolojik çalışma yapılmıştır (Bottema vd., 1993-1994). Demiryurt Gölü'nden 411 cm uzunluğunda sediman dizisi alınmıştır. 337-344 cm arasındaki kısmına radyokarbon tarihlmesi yapılmış ve yaşı G.Ö. 1940±60 çıkmıştır. Çalışma sahasının kuzeybatısında yer alan fakat çalışma kapsamına dahil edilmeyen Seyfe Gölü'nde palinolojik bir çalışma yapılmıştır (Bottema vd., 1993-1994). Seyfe Gölü'nden 464 cm uzunluğunda sediman dizisi alınmış, düşük polen konsantrasyonu ve zayıf koruma nedeniyle üst 120 cm de sadece 7 spektrum analiz edilebilmiştir. Kuzeydoğuda yer alan Tuzla Gölü'nden ise (Bottema vd., 1993-1994) 381 cm uzunluğunda sediman dizisi alınmış, sonuç olarak elde edilen diyagram 3 ayrı zona ayrılmıştır. Bu iki çalışmada da radyokarbon tarihlendirmesi elde edilememiş, yorumlama esnasında civarda bulunan ve yaşlandırmaya sahip olan diğer çalışmalar ile ilişkilendirilip yorumlanmaya çalışılmıştır.

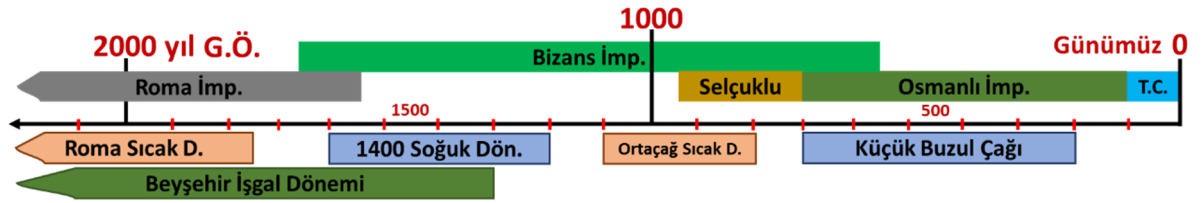
5.2. Bitki Taksonları ve Kronolojik Sınırlama

Çalışma alanında bulunan fosil polen kayıtları içerisinde seçilen bitki taksonları paleo-ortama ait paleovejetasyon, paleoiklim ve insan etkisine dair koşulları ortaya koyabilen ve özellikleri itibarıyla indikatör (gösterge) olarak nitelendirilen Çam, Meşe, Zeytin (*Olea*), Yavşan otu ve Kazayağıgillerdir (Şenkul, 2011). Ayrıca bunlar Anadolu'da Kuvaterner dönemi için yapılan fosil polen çalışmalarında sıkça karşılaşılan en önemli taksonlar (Şenkul, 2014b) olarak bilinmektedir. Bu

taksonların indikatör olarak kullanılmasını sağlayan veri ise fonksiyonel bitki tiplerinden (FBT) (Prentice vd., 1996) elde edilmiştir. Vejetasyon modellerinin temelini oluşturan bu kavram bitkilerin geniş bir sınıflamada; yapısını (ağaç/çalı-funda), yaprak şeklini (geniş yapraklı-iğne yapraklı) fenolojik durumunu (her daim yeşil/yapraklarını döken) ve iklim adaptasyonunu ortaya koymaktadır (Prentice vd., 1996). Bu sınıflandırma modelleme çalışmalarında özellikle doğal ortamı yansıtması açısından önemlidir. Bunlar vejetasyonun var olma ve çoğalma durumları, toplam ağaç ve ot formasyonlarının birbirleri ile oranları, ortam koşullarının belirlenmesi adına belirleyici olmaktadır. FBT'lerinin dağılımını ve hakimiyetini belirleyen ana iklimik faktörler ise; kış soğukluğu, vejetasyon dönemi sıcaklık isteği ve kuraklık toleransı olarak belirlenmiştir (Woodward, 1987).

Çalışma alanında bulunan fosil polen kayıtlarının yaşlandırma verilerine dayanarak oluşturulan ve CBS'ye dayalı rekonstrüksiyona konu olan kronolojinin seçilmesinde kayıtların ulaştığı yaşlandırmalarla Kapadokya Yöresi'ndeki yerleşim tarihi ve ortamsal tarihe yönelik bilgiler belirleyici olmuştur. Bu bağlamda son 2000 yıllık periyodun seçilmesinde Anadolu genelinde ve çalışma alanı olan Kapadokya Yöresi özelinde Osmanlı, Selçuklu, Bizans ve Roma dönemlerinin görülmesinin yanı sıra Roma Sıcak Dönemi, 1400 Soğuk Dönemi, Ortaçağ Sıcak Dönemi ile Küçük Buzul Çağı gibi iklimsel değişim gösteren sıcak-soğuk dönemlerin görülmesi etkili olmuştur (Şekil 3). Çalışmaya konu olan ve Anadolu kronolojisinden çalışma alanının tarihine paralel olarak seçilen son 2000 yıllık dönem, belirli köşe taşlarına sahiptir. Bu periyotta hem Anadolu'da hem de çalışma alanında hüküm süren bazı medeniyetler ve olaylar mevcuttur. Son 2000 yıllık süreç içerisinde yaşanan dönemler ve hüküm süren medeniyetler içerisinde uygulanan bir kronoloji ile çalışma konusu 5 ayrı döneme ayrılmış, paleo-ortamsal rekonstrüksiyon bu dönemler üzerinden gerçekleştirilmiş ve yorumlanmıştır. Kapadokya Yöresi'nde bu süreçler içerisinde toplumsal ve siyasal yapı ile birlikte ortamsal koşullar da değişim göstermiştir. Çalışma kapsamındaki bu kronoloji ile seçilen dönemlerin içerikleri (Şekil 3);

- **G.Ö. 2000 yıl** - Roma İmparatorluğu - Beyşehir İskân Dönemi - Roma Sıcak Dönemi
- **G.Ö. 1600 yıl** - Roma İmparatorluğu Sonu - Bizans İmparatorluğu Başlangıcı - Beyşehir İskân Dönemi - 1400 Soğuk Döneminin Başı
- **G.Ö. 1200 yıl** - Bizans İmparatorluğu - 1400 Soğuk Döneminin Sonu
- **G.Ö. 800 yıl** - Selçuklu - Bizans İmparatorluğu - Ortaçağ Sıcak Döneminin Sonu
- **G.Ö. 400 yıl** - Osmanlı İmparatorluğu - Küçük Buzul Çağı'ndan oluşmaktadır.



Şekil 3. Anadolu'da son 2000 yıllık kronoloji (Erlat, 2009; Gümüüşü vd., 2015; Eastwood, 1997'den derlenerek tekrar oluşturulmuştur)

5.3. İzopolen Haritalarının Üretimi

İzopolen haritaları üretim tekniği von Post (1924) döneminden beri sürekli gelişen Kuvaterner palinolojisinin metotlarından biri olmuştur. Polen analizlerinin son aşamalarında birden çok polen diyagramının birlikte değerlendirilmesiyle gerçekleştirilen ve sonuçların sunumu açısından önemli olan bu teknik ilk olarak Szafer (1935) tarafından ortaya atıldığından beri uluslararası literatürde geniş oranda kullanılmaktadır. Polen verilerinin harita üzerinde sunulmasının en basit yolu (Nalepka ve

Walanus, 2004) olan bu yöntem farklı lokasyonlardaki toplam polenlerin içinden belirli bir polen türünün eşit oranda temsil edildiği çizgiler (izopol) ile ifade edilmektedir (Szafer, 1935). Polen dağılım tahminini gösteren izopolen haritaları, vejetasyonda yaşanan mekânsal ve zamansal değişiklikler ile bunun üzerindeki insan aktivitesinin etkisini gösterebilir (Yoon vd., 2012). Büyük ve kapsamlı polen verilerini özetlemede ve sunmada en etkili yöntemlerden biri olan (Birks vd., 1975) izopolen haritalarının ortaya konulabilmesi için bir bölgede değişik yerlerden pek çok karot kullanılmalıdır (MacDonald, 1988). Genel olarak paleovejetasyonun zamansal ve mekânsal yapısını anlamak için önemli olan bu yöntemde izopolen haritalarını üretmek için polen yüzdeleri gereklidir. Polen analizlerinin sonuçları da genellikle yüzdeyle ifade edilir (Prentice ve Webb, 1986). Ayrıca izopolen haritaları üretebilmek için tüm polen kayıtlarının benzer türler içermesi ve coğrafi koordinatlarının bilinmesi gerekir (Nalepka ve Walanus, 2003). Son olarak polen analizlerinde karşılaşılan vejetasyon dağılışının kompleks yapıya sahip oluşu ve mekânsal heterojenlik barındırması gibi özelliklerden dolayı palinolojik analizlerin mekânsal olmayan metodlarla sınırlı kalmış olduğu görülmektedir. Bu nedenle CBS, paleovejetasyon dağılışını mekânsal boyutuyla birden çok polen kaydıyla bölgesel olarak yeniden oluşturan bir araç olarak karşımıza çıkmaktadır (Fyfe, 2006; Flantua vd., 2007).

Bu kapsamda, çalışmada CBS ortamında izopolen haritalarının oluşturulması amacıyla Kapadokya Yöresi'nde mevcut Eski Acıgöl, Engir ve Nar Gölü fosil polen kayıtları ile Akgöl Adabağ ve Demiryurt polen kayıtlarına ait polen sayılarından faydalanılmıştır. Bu kayıtlardan seçilen taksonlara ait polen sayılarının AP ve NAP olarak ilgili grubu içinde yüzdelik dilimi hesaplanmıştır. İzopolen haritalarının üretilmesinde direkt olarak kullanılan taksonlara ait bu yüzdelik değerler belirlenen kronoloji ile aynı dönemleri kapsayacak şekilde birbirine entegre edilmiştir. Bu entegrasyon gerçekleştirilirken polen kayıtlarına ait verilerde örnek alımı ve polen sayısı bulunmayan bu kronolojiye ait seviyelerdeki, bir diğer yönüyle yaşlardaki polen yüzdeleri, istatistiksel kayıp değer analizi ile lineer enterpolasyon metodu kullanılarak üretilmiştir. Bu metot ile girdi olarak kullanılan veri setinde bulunan ve lineer olarak artış veya azalış gösteren yaş/derinlik değerleri ile bu değerlere karşılık gelen polen yüzdeleri, tüm veri seti değerlendirilerek lineer olarak görülen artış veya azalışa uygun olarak üretilmiştir. İstatistiksel bir yöntem olan bu hesaplama polen kayıtlarında görülen polen sayılarının artış veya azalışına lineer oluşu itibarıyla benzerlik göstermektedir. Bu sebeple polen yüzdesi bilinmeyen seviyelerdeki değerleri hesaplamak için uygun görülen bu yöntemle son 2000 yıl için 400'er yıllık ara ile yapılan hesaplamayla bu değerler üretilmiştir (G.Ö. 2000-1600-1200-800-400 yıl). Ardından elde edilen bu yüzdelik değerler polen kayıtlarından alınarak belirlenen kronolojiye göre gruplanmıştır. Bu gruplama ile coğrafi koordinatı bilinen fosil polen kayıtlarına ait taksonlar ve kronolojik polen yüzdeleri, CBS ile mekânsal olarak analiz edilmek üzere coğrafi veri tabanına eklenmeye hazır hale getirilmiştir.

Son aşama olarak oluşturulan bu veri tabanından izopolen haritalarının üretildiği mekânsal analizler, CBS yazılımları kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Bu aşamada ara değer üreticisi (enterpolatör) olan ters mesafe ağırlıklı enterpolasyon yöntemi (Inverse Distance Weighting - IDW) tercih edilmiştir. Bu yöntem fosil polen kaydının alındığı sondaj noktasında sedimantasyona uğrayan polenlerin çevreden taşınmış olmasıyla bu süreci tersten ifade etmek şeklinde değerlendirilebilir. Bu yöntemle polen kayıt noktasında bulunan polen yüzdelerinin diğer kayıtlarla karşılaştırılarak ve kronolojik olarak tekrar mekâna dağıtılması gerçekleştirilmiştir. Bu yönüyle fosil polen yüzdelerinin mekânsal dağılımını tahmin etmek ve kronolojik değişimin göstermek için polenlerin doğasına uygun bir yöntem olduğu belirlenmiştir. Ters mesafe ağırlıklı enterpolasyon yöntemi, noktaların birbirine olan mesafelerini ağırlık hesabında kullanarak, bilinmeyen noktaların tahminini gerçekleştirir. Ters mesafe ağırlıklı enterpolasyon yöntemi enterpole edilecek yüzeyde yakındaki noktaların uzaktaki noktalara göre daha fazla ağırlığa sahip olması esasına dayandırılır. Verilerin sadece yerel olarak değerlendirilip karşılaştırılması yapılmaktadır. Ters mesafe ağırlıklı enterpolasyon yöntemi ile üretilen

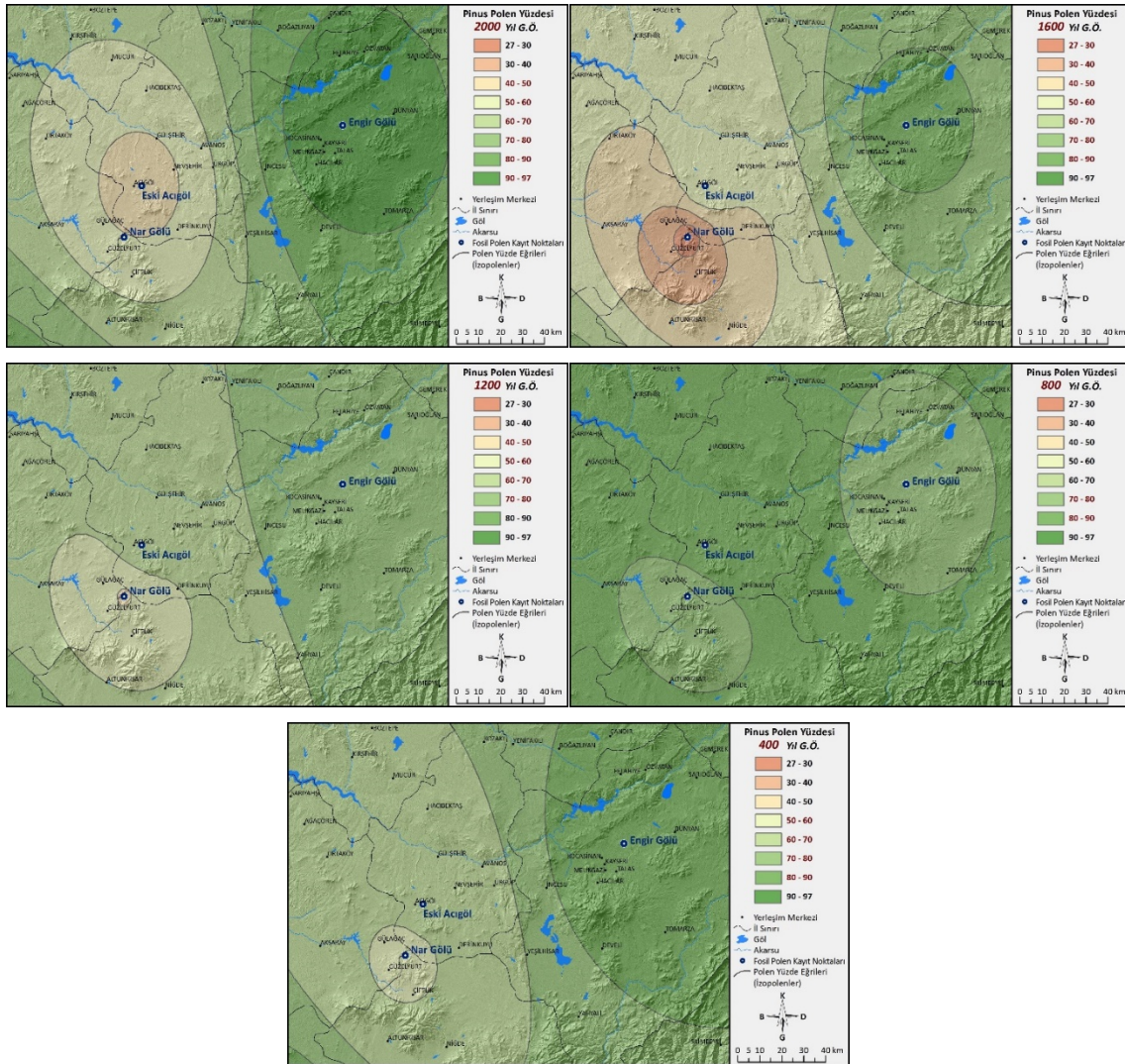
izopolen haritaları sunum aşaması için aynı kartografik düzende oluşturulmuştur. Her taksona ait kronolojik seri haritaların lejantlarında içerdikleri yüzde değerleri ve renk skalaları değişimi anlayabilmek adına aynı gösterilmiştir. Son olarak CBS kullanılarak yapılan ve mekânsal enterpolasyon teknikleri ile oluşturulan izopolen haritaları etkili ve objektif olmanın yanı sıra taksonların zamansal ve mekânsal dağılımlarını anlamak için hipotez üretme konusunda standart yaklaşımlardan daha etkili (Roche, 2010) olduğu değerlendirilmektedir.

6. Bulgular

6.1. *Pinus* (Çam) Cinsi İzopolen Haritaları

Bu cinse ait paleovejetasyon dağılımını ortaya koymak için fosil polen yüzdeleri kullanılarak izopolen haritaları çizilmiştir. Bu haritalarla Çam'ın son 2000 yıl içerisindeki kronolojik dönemlere ayrılmış olası dağılım alanları ile bu dağılımda yaşanan artış ve azalışlara bağlı değişimler görsel olarak ortaya konulmuştur. İzopolen haritalarında görülen polen eğrileri ile (izopol) Çam cinsine ait bitkilerin paleovejetasyon şartlarında dağılmış olabileceği olası alanlar değerlendirilebilmiştir. Ayrıca birden çok komşu polen kaydında ve aynı kronolojide bulunan Çam polen yüzdelerinin birlikte değerlendirilmesiyle cinse ait değişimler bölgesel ölçekte ortaya konulmuş, değişimin nedenleri hakkında çıkarımlar yapılabilmektedir. Bu süreç ve yöntem, diğer bitki taksonları için de geçerlidir ve paleovejetasyon şartlarını yorumlamada kullanılmıştır.

Bu bilgiler ışığında izopolen haritaları yorumlanarak cinse ait çizilen polen eğrileri ile içerisinde kalan alanlar değerlendirilmiştir. Çam'ın polen yüzdelerinin alanın tamamında % 27'lerden % 97'lere kadar büyük bir değişimle dağıldığı görülmüştür. Çam ormanlarının günümüzden 1930 yıl önce maksimum seviyeye ulaştığı (Şenkul vd., 2018) ve bu dönemden sonra bu cinsin dağılımında önemli değişimler yaşandığı tespit edilmiştir. Günümüzden 2000 yıl önce Engir Gölü ve etrafında cinsin olası dağılımı en yüksek seviyedeysen Eski Acıgöl ve Nar Gölü'ne doğru bu dağılımın azalmış olabileceği belirlenmiştir. İzopolen haritalarının üretildiği bir sonraki dönem olan günümüzden 1600 yıl öncesinde, 2000 yıl öncesine nazaran Çam oranının azaldığı, hatta çalışma alanında görülen en düşük seviyeye gerilediği görülmüştür. Roma döneminin sonu, Bizans döneminin başına karşılık gelen bu dönemde Nar Gölü ve Eski Acıgöl'de Çam'ın dağılımının minimuma inmiş ve tarım indikatörü Zeytin'in dağılımının maksimuma çıkmış olması, Beyşehir İskân Dönemi'nin Kapadokya Yöresi'nde de yaşanmış olabileceğine işaret etmektedir. Günümüzden 1200 yıl önce Bizans döneminde de Çam'ın alanda dağılımının maksimum seviyesinden gerileyişi sürmüştür. Günümüzden 800 yıl öncesine gelindiğinde ise Ortaçağ Sıcak döneminin son bulmasının ardından Küçük Buzul Çağı dönemine girilmesi ile çalışma alanı olan Kapadokya Yöresi'nin tamamında Çam'ın dağılımının önemli ölçüde arttığı görülmektedir.

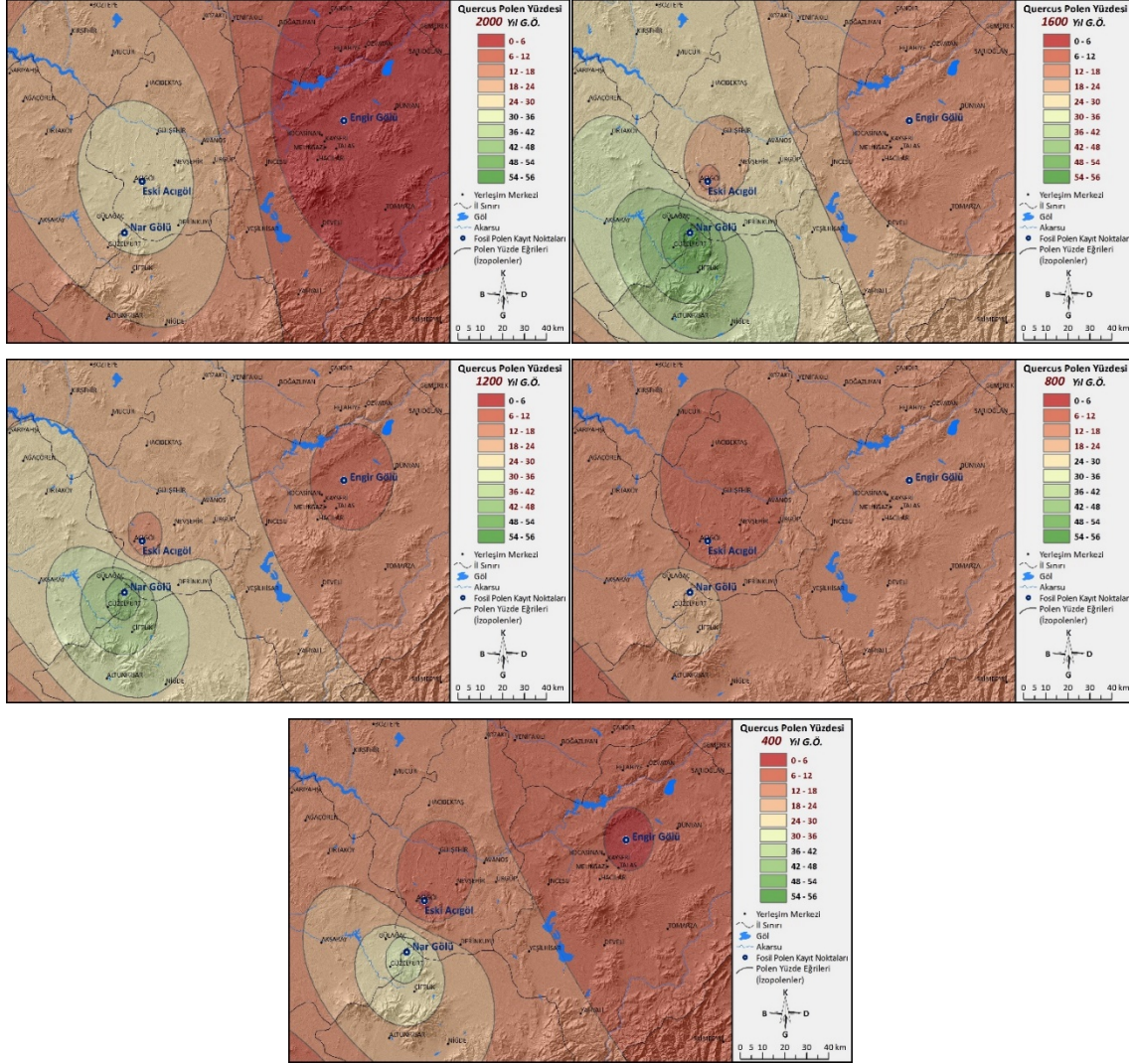


Şekil 4. *Pinus* (Çam) cinsine ait izopolen haritaları (G.Ö. 2000, 1600, 1200, 800, 400 yıl).

6.2. *Quercus* (Meşe) Cinsi İzopolen Haritaları

Kapadokya Yöresi'ndeki fosil polen çalışmalarında Nar Gölü'nde Saçlı Meşe (*Quercus cerris*) ile temsil olan Meşe cinsi modern polen birikim çalışmalarına göre yörede bol miktarda üretilmesine karşın ormanlık alandan çok uzaklara dağılmamaktadır (England vd., 2008). Bu bilgiler ışığında cinse ait paleovejetasyon dağılışını ortaya koymak için üretilen izopolen haritalarının güvenilirlik seviyesinin arttığı düşünülmektedir. Fosil polen kayıtlarında günümüzden 1600 yıl önce % 56 ile Nar Gölü'nde en yüksek seviyesine ulaşan Meşe'ler, günümüzden 400 yıl önce ve 2000 yıl önce de minimum değerlerde dağılış göstermiştir. Günümüzden 2000 yıl önce Eski Acıgöl ve çevresinde % 30'lara ulaşan bir polen yüzdesiyle dağılış gösteren Meşe, bu dönemde Anadolu'da Roma Sıcak Dönemi'nin yaşanmasıyla da beraber günümüzden 1600 yıl öncesine yaklaşıldığında % 56'lık bir yüzdeyle maksimuma ulaşmıştır. Aynı dönemde bu alanda Çam'ın dağılışında da düşüş yaşanmıştır. Günümüzden 1200 yıl öncesinde bir önceki dönemle benzer bir dağılışa sahip olduğu anlaşılan Meşe'ler, günümüzden 800 yıl önceki dönemde çok seyrek bir dağılışla temsil edilmiştir. Günümüze

en yakın dönem olan son 400 yıl öncesinde ise Meşe'lerin dağılımlarında nispeten biraz artış olduğu tahmin edilmektedir.

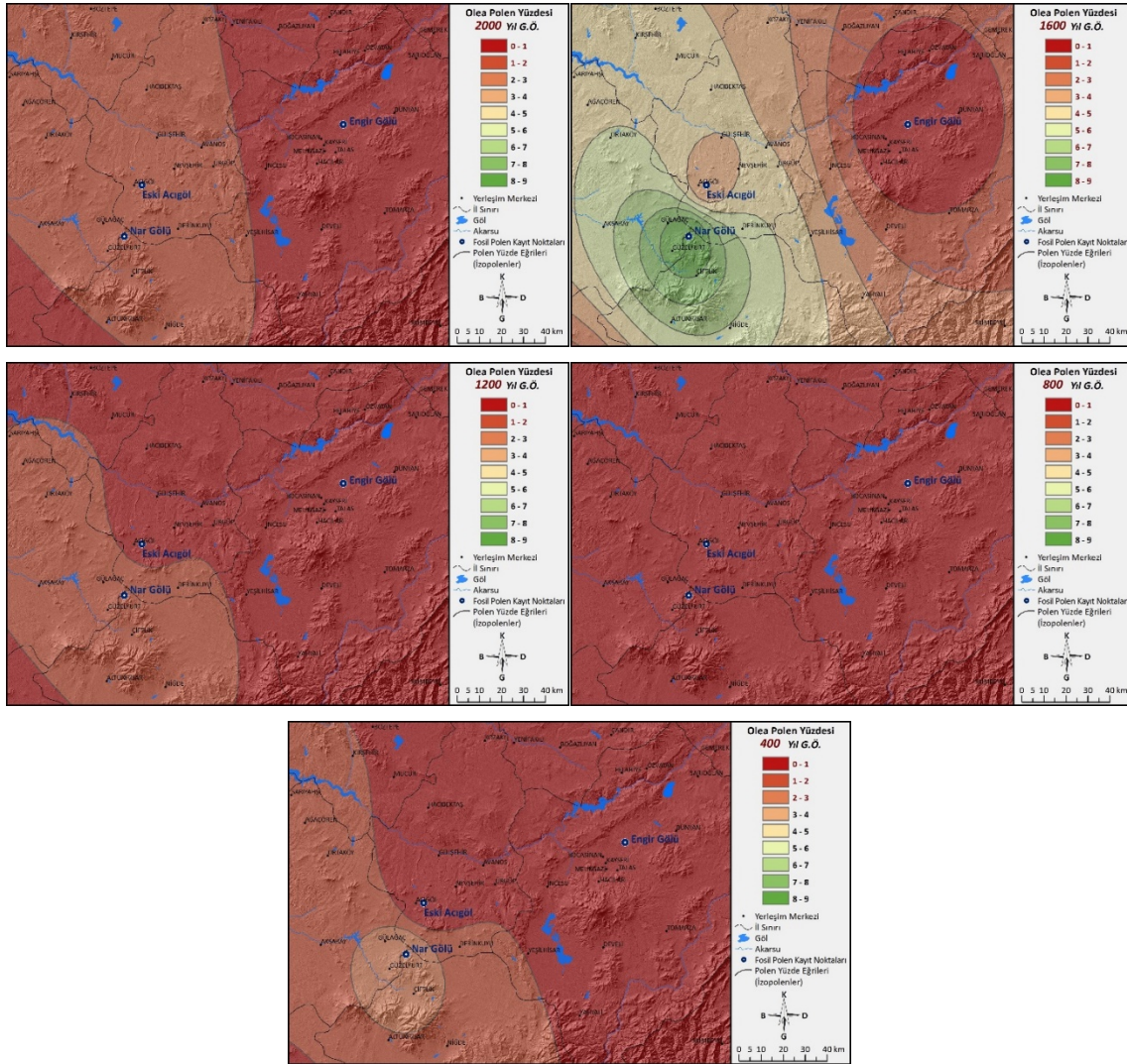


Şekil 5. *Quercus* (Meşe) cinsine ait izopolen haritaları (G.Ö. 2000, 1600, 1200, 800, 400 yıl).

6.3. *Olea* (Zeytin) Cinsi İzopolen Haritaları

Çalışma kapsamında izopolen haritası üretilen son AP cinsi olan Zeytin, Kapadokya Yöresi fosil polen çalışmalarından Engir ve Eski Acıgöl'de *Olea europaea* türü ile temsil edilmektedir. Polen analizleri içerisinde özellikle önemli olan, vejetasyon ve iklim açısından indikatör niteliği taşıyan türlerin başında gelmektedir. Bu cinse ait izopolen haritalarında görülen dağılımlar ise günümüzden 1600 yıl öncesi hariç % 2-3 oranında kalmaktadır. Günümüzden 1600 yıl öncesi değerlendirildiğinde Roma döneminin sonu ile Bizans döneminin başlangıcına karşılık gelen bu periyotta Zeytin polenlerinin % 9'larla dağılımının maksimumlara ulaştığı görülür. Bu periyot aynı zamanda Beyşehir İskân Dönemi'ni de içermektedir. Kapadokya Yöresi fosil polen kayıtlarında bu dönemde Çam cinsine ait polen yüzdesinin izopolen haritalarındaki dağılımının minimum seviyeye düştüğü de bilinmektedir. Aynı dönemde bir tarım indikatörü olan Zeytin oranlarında yaşanan maksimum dağılım, izopolen haritalarının karşılaştırılmasında da açıkça görülerek insan etkisine dair bir işaret içermektedir. Fakat

güncel vejetasyon çalışmalarında Zeytin'in burada yetişmek için elverişli ortamının olmadığı ve Zeytin poleninin uçarak taşınmaya müsait olduğu bilgisi bu durumu tartışmalı kılmaktadır. Bu nedenle kayıtlardaki Zeytin poleni de uzak kesimlerden, Nar Gölü'nden yaklaşık 160 km güneyinde Toros Dağları'nın güney eteklerinde Kilikya kıyılarından taşınmış olabilir. Zira Kilikya, Geç Antik Dönemde Küçük Asya'nın en önemli zeytinyağı üreticilerinden biri olmuştur (Mitchell, 2005). Bu dönem dışında Zeytin polenlerinin % 0 ile 1 seviyesine düştüğü günümüzden 800 yıl öncesi, Anadolu'ya yapılan istilalarla ve tarımsal krizlerle tanınmaktadır.

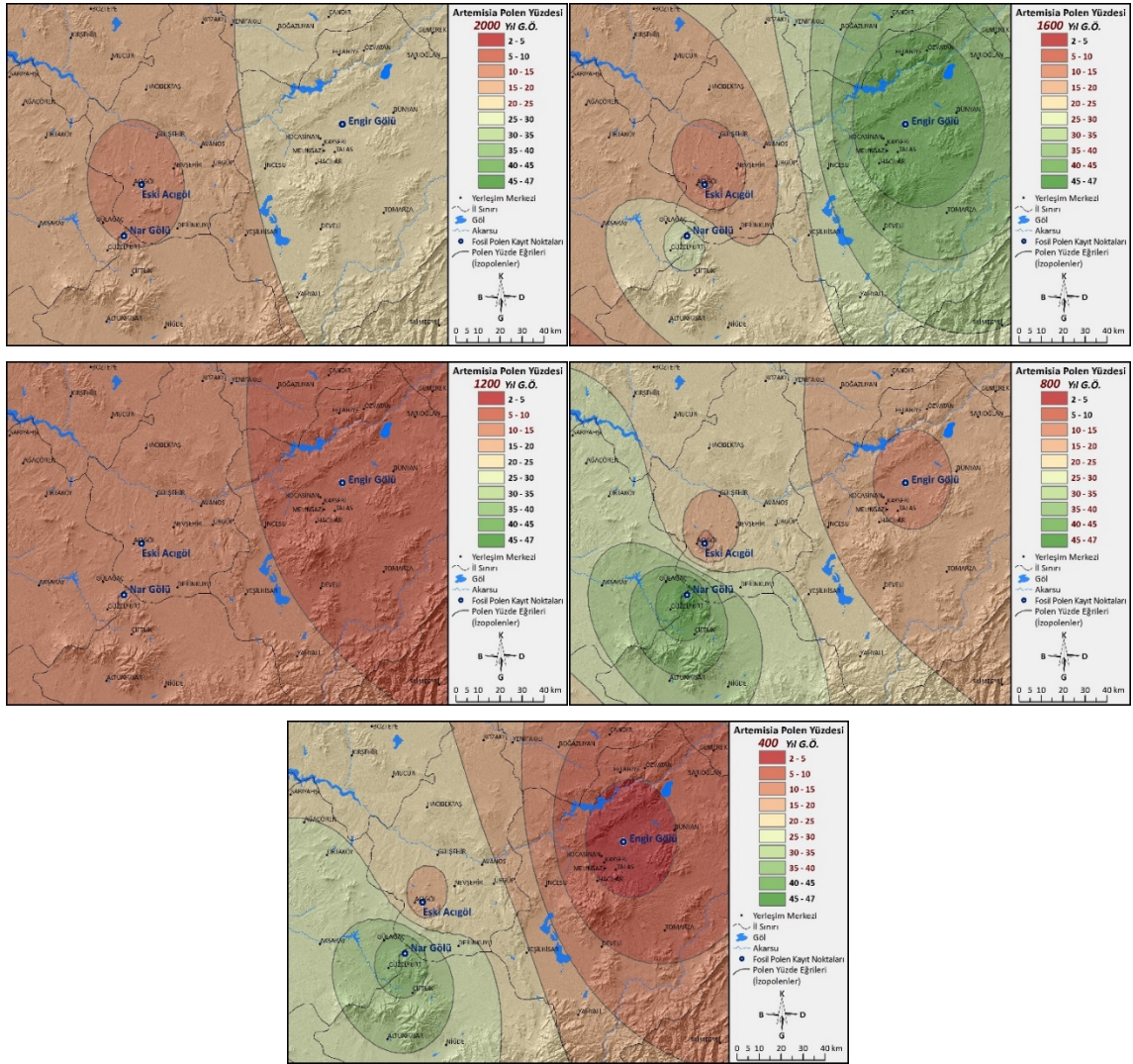


Şekil 6. *Olea* (Zeytin) cinsine ait izopolen haritaları (G.Ö. 2000, 1600, 1200, 800, 400 yıl).

6.4. *Artemisia* (Yavşan Otu) Cinsi İzopolen Haritaları

Kapadokya Yöresi fosil polen kayıtlarından Eski Acıgöl'de *Artemisia herba* türü ile temsil edilen Yavşan Otu, izopolen haritalarıyla diğer kayıtlarla entegre edilerek değerlendirildiğinde, kronolojik olarak % 2 ile % 47 arasında önemli değişimler içeren bir süreç yaşadığı görülmüştür. Günümüzden 800 yıl önce maksimum orana ulaşmış Nar Gölü ve etrafında yaygın olduğu anlaşılan bu cins, minimum seviyesine hemen ardından gelen dönemde günümüzden 400 yıl önce düşmüştür. Çalışma alanı olan Kapadokya Yöresi'nde yoğun bir yayılış gösterdiği tahmin edilen dönemlerde bile

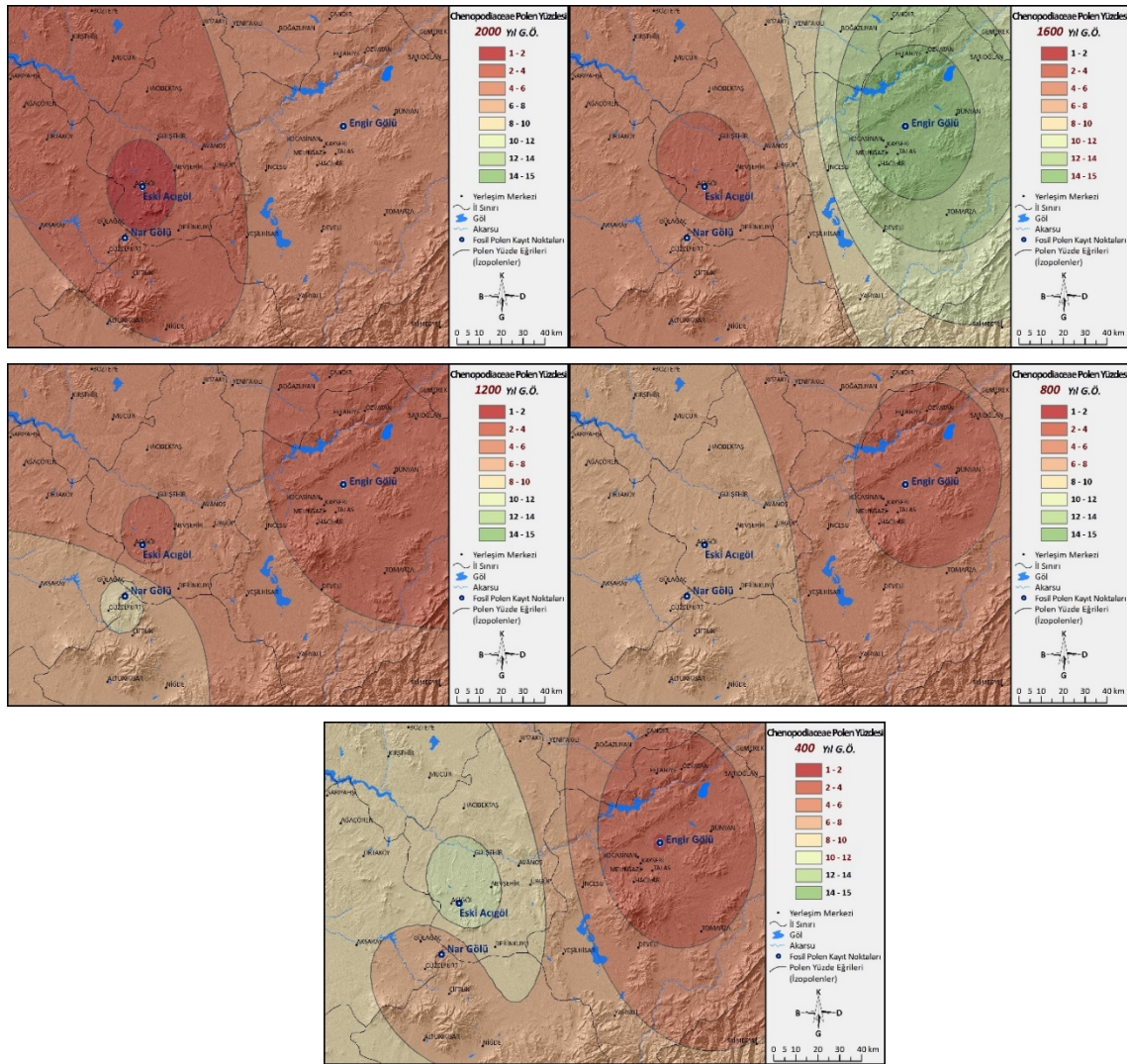
% 10 gibi az bir oranda minimum dağılış gösteren bu cins, fosil polen kayıtları arasında değişken bir orana sahiptir. Yavşan Otu'nun, günümüzden 2000 yıl önce Çam dağılışının en yoğun olduğu Engir Gölü ve çevresinde sahip olduğu % 10 ile 20 oranında polene bakarak düşük bir yayılış gösterdiği tahmin edilmektedir. Aynı dönemde Meşe cinsi de en düşük polen yüzdelere sahiptir. Bu dönem izopolen haritaları değerlendirildiğinde orman formasyonuna ait Çam cinsinin yoğunlukta olduğu ve tahrip edilmesi durumunda ortaya çıkabilen Yavşan Otu ve Meşe gibi taksonların az olduğu görülmektedir. Bu durum bu dönemde paleovejetasyon üzerinde insan etkisinin sınırlı olduğu yönünde yorumlanabilir. Günümüzden 1600 yıl öncesinde ise Yavşan Otu polenlerinin önemli bir artış yaptığı gözlemlenmektedir. Hemen ardından belirlenen günümüzden önce 1200 yılda ise bu durumun tersi görülmektedir. Bu dönem ve sonrasında NAP cinsi olan Yavşan Otu'nun azalmasıyla Çam cinsinin tüm alanda yoğun bir yayılış gösterdiği tahmin edilmektedir. Günümüzden 800 ve 400 yıl öncesinde ise bu cinse ait polen yüzdelere Nar Gölü ve Eski Acıgöl çevresi yoğun bir yayılış tahminine sahip olmakla birlikte hemen hemen aynı seyrettiği görülmektedir.



Şekil 7. Artemisia (Yavşan Otu) cinsine ait izopolen haritaları (G.Ö. 2000, 1600, 1200, 800, 400 yıl).

6.5. Chenopodiaceae (Kazayağıgiller) Familyası İzopolen Haritaları

İzopolen haritaları çizilen bir diğer NAP ise fosil polen kayıtlarında familia düzeyinde temsil gören ve genelde tuzcul ortamların indikatör taksonu olan (Moslimany, 1990; Seçmen vd., 2000) Kazayağigiller'dir. Yavşan Otu'na göre daha az nemlilik ihtiyacı duyan (Singh vd., 1973; Moslimany, 1990) bu familyanın izopolen haritalarına bakıldığında Yavşan Otu ile benzerlik gösterdiği anlaşılmaktadır. Yetiştirme ortamı ve karakterlerine bakıldığında bu iki taksonun izopolen haritalarıyla hem kronolojik olarak hem de yayılış gösterdiği mekânsal boyut olarak bir paralelliğin mevcut olduğu görülmektedir. Çalışma alanı olan Kapadokya Yöresi'nde genel olarak % 1 ile 15 arasında bir polen yüzdesine sahip olan bu familia, bu oranla Yavşan Otu ile benzer bir yayılış ve değişim göstermesine karşın yoğunluk açısından daha az bir değere sahip olduğu anlaşılmaktadır. Günümüzden 2000 yıl önce maksimum % 6'larda görülen polen oranı, günümüzden 1600 yıl öncesine gelindiğinde %15'lere doğru artmıştır. İzopolen haritalarında görülen bu artışın mekânsal dağılımı Yavşan Otu ile benzer bir yapı göstermektedir. Yavşan Otu'nda olduğu gibi Engir Gölü ve çevresinde günümüzden 1600 yıl öncesinde görülen yüksek polen yüzdeleri, günümüzden 1200 yıl öncesi dönemde düşüş yaşamıştır. Günümüzden 800 ve 400 yıl öncesinde Engir Gölü ve çevresindeki düşük polen yüzdesi ve dağılışı devam etmiş, buna karşılık Eski Acıgöl ve çevresinde nispeten bir artış yaşanmıştır.



Şekil 8. Chenopodiaceae (Kazayağigiller) familyasına ait izopolen haritaları (G.Ö. 2000, 1600, 1200, 800, 400 yıl).

7. Tartışma

Fosil polen kayıtlarına dayalı modelleme ve mekânsal analiz çalışmalarında paleovejetasyon ve arazi kullanımı değişimlerinin doğru ve sağlıklı belirlenebilmesi için mümkün olduğunca fazla sayıda ve farklı lokasyonda yapılmış fosil polen kaydına ihtiyaç duyulmaktadır. Bu sebeple çalışmada kullanılan fosil polen kayıtlarının Kapadokya Yöresi'ni temsil kabiliyet durumları önemlidir. Bunun yanında bu kayıtların sayısının artması, kapsadıkları dönemlerin birbirine uygun olarak uzun periyotlara karşılık gelmesi ile birlikte bu tarz çalışmaların çözünürlüğünün artırılması ve ortamsal değişimlerin daha doğru yorumlanabilmesi sağlanabilir. Bu bağlamda uluslararası literatürde yapılan çalışmalara bakıldığında Son Buzul Maksimumu'na kadar ulaşan çalışmaların varlığı ile kullanılan fosil polen kayıt ve analiz edilen tür sayısında önemli değerler görülmektedir. Kapadokya Yöresi'nde yapılan bu çalışmada ise 5 ayrı fosil polen kayıt noktasına ait veriler kullanılarak bölgesel ölçekte bir değerlendirme yapmak amacıyla izopolen haritaları üretilmiştir. Çalışma kapsamında kullanılan fosil polen kayıtlarının ortaya koyabildikleri zaman aralıklarının farklı olması ve mekânsal olarak birbirine göre uzak ve düzensiz dağılmasının entegrasyon ve modelleme açısından olumsuz yönde etki yapmasına rağmen bölgesel ölçekte bakıldığında kronolojik bir uyum ve süreç gözlemlenmiştir. Bu bağlamda kronolojik olarak belirlenen periyotlarda taksonların dağılımında yaşanan değişimler ortaya konulmuş, paleo-ortam koşulları ile üzerinde yaşanan insan etkisi tartışılmıştır. Buna göre günümüzden 2000 yıl önce başlayan kronolojide, Roma döneminden beri Kapadokya'daki ortamsal değişiminin en önemli etkenlerinden biri, elbette insan faaliyetleridir (England vd., 2008). Strabon'un Kapadokya'yı ağaçsız olarak tanımladığı bu dönemde, Erciyes Dağı'nın tamamen orman kaplı olduğu ve Çam'ın en yüksek seviyesine yine bu dönemde ulaştığı bilinmektedir. Bu dönemde AP taksonlarında Meşe ve tarım indikatörü Zeytin ile NAP taksonlarındaki Yavşan Otu ve Kazayağigiller'in nispeten az bir yayılış tahmini içerisinde görülmesi bu durumu desteklemektedir. Günümüzden 1600 yıl öncesine gelindiğinde Roma döneminin sonu ile Bizans döneminin başına denk gelen bu dönem, karışık kültürel bir arazi kullanımı sunmaktadır. Bazı bölgelerde Meşe vejetasyonunun baskın olmasıyla diğer bölgelerde Yavşan Otu ile Kazayağigiller'in geniş yayılış gösterdiği tahmin edilmektedir. Bu dönemde Zeytin, gibi birincil antropojenik göstergeler bulunmaktayken, Çam'daki azalma da bunu desteklemektedir. Günümüzden 1200 yıl öncesinde 1600 yıl öncesindeki dönem ile arada yaşanan 1400 soğuk dönemi ile sıcak karakterli NAP taksonları olan Yavşan Otu ile Kazayağigiller'de görülen azalma dışında AP taksonlarındaki değişim de önemlidir. Bu dönemde azalan antropojenik göstergelerden özellikle Zeytin ile bunu karşısında artan orman örtüsüne ait Çam ve AP artışı ile yeni bir ağaçlanma dönemi ifade edilebilmektedir. Günümüzden 800 ile 400 yıl öncesi dönemlerde ise Kapadokya'da antropojenik etkinin gelişmeye başladığı düşünülmektedir. Çam'da görülen nispi azalış ile NAP taksonlarındaki artış bunu desteklemektedir. Bunun yanında son 150 yıl içinde Türkiye'de step alanlar üzerinde tahıl tarımının yaygınlaştığı da söylenebilir (England vd., 2008). Kapadokya Yöresi'ndeki tüm dönemlere genel olarak bakıldığında NAP taksonlarının artışlarında ve azalışlarında izopolen haritalarıyla mekânsal olarak bir paralellik olduğu söylenebilir. Paleovejetasyona ait belirlenen taksonların paleo-ortamda yayılış göstermiş olabileceği durumlar ve kronolojik değişimleri izopolen haritaları ile görsel olarak sunulmuştur. Bu yöntemle polen diyagramlarından elde edilen sonuçlar birlikte değerlendirilmiş, zamansal ve mekânsal boyut ile birlikte değişim perspektifiyle yorumlanmıştır.

8. Sonuç

Türkiye'de yapılmış çok sayıda fosil polen çalışması bulunmaktadır ve bunlara zamanla yenileri de eklenmektedir. Bu çalışmada fosil polen çalışmalarına katkı sağlamak amacıyla ulusal literatürde henüz çıktısı olmayan bu konuda metodolojik bir uygulama gerçekleştirilmiştir. Polen

çalışmalarının hem polen çalışmaları gerçekleştirenler hem de diğer disiplinlerdeki farklı alanlarda çalışan araştırmacılar için daha rahat görülebilir, tartışılabilir, kıyaslanabilir görsel nitelikte bulgular ile ortaya konulması sağlanmıştır. Fosil polenlerin yorumlanmasına mekânsal boyut kazandırılmış, birden çok polen kaydıyla rahatlıkla bölgesel ölçekte değerlendirme yapma imkânı sağlanmıştır. Çalışmada birbiriyle entegrasyona uygun veriye sahip olan Engir, Nar Gölü ve Eski Acıgöl ile Akgöl Adabağ ve Demiryurt göllerine ait fosil polen kayıtları kullanılarak CBS ile metodolojik bir rekonstrüksiyon uygulaması gerçekleştirilmiştir. Bu uygulama von Post döneminden beri sürekli gelişen Kuvaterner palinolojisinin metodlarından biri olan izopolen haritaları üretimi yöntemiyle gerçekleştirilmiştir. Çalışma alanında bulunan fosil polen kayıtları içerisinde paleo-ortama ait paleovejetasyon, paleoklim ve insan etkisine dair koşulları ortaya koyabilen taksonlar ile (Çam, Meşe, Zeytin, Yavşan Otu ve Kazayağıgiller) bu özelliklerin kronolojik olarak son 2000 yıllık periyotta yaşadığı değişimleri ortaya koyabilecek dönemler seçilmiştir. Polen analiz sürecinin en önemli kısmı analizden elde edilen verilerden hazırlanan diyagramların yorum kısmıdır. Bu aşamada polen tanelerinin üretim ve dağılım mekanizmalarına yönelik yorumlamalar yapmak, bitki taksonlarının paleovejetasyon dağılımlarına mekânsal ve kronolojik bir boyut katmak çalışmanın temel kazanımlarını oluşturmaktadır.

Referanslar

- Albayrak, İ. (2005) "Kültepe'den bir toplu kayıt belgesi", *Türkiye Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 9, 137-147.
- Allcock, S. L. (2017) "Long-term socio-environmental dynamics and adaptive cycles in Cappadocia, Turkey during the Holocene", *Quaternary International*, 446:66-82.
- Avcı, M. (2013) "Dünya'da ve Türkiye'de step formasyonu", İçinde Öner, E. (ed.), *Prof. Dr. Asaf Koçman'a Armağan, Ege Üniversitesi Yayınları, Ege Üniversitesi Yayınları Edebiyat Fakültesi*, Yayın No:180, İzmir, 112-131.
- Aytuğ, B. (1967) "Konya-Süberde dolaylarında neolitik çağ florasının incelenmesi", *İstanbul Orman Fakültesi Dergisi*, Seri A, Cilt 17, Sayı 2, ss. 98-110.
- Beug, H.J. (1967) "Contributions to the postglacial vegetational history of northern Turkey, In Cushing", E. J. Cushing.; H. E. Wright Jr. (ed), *Quaternary Palaeoecology*, 7, New Haven: Yale University Press, ss. 349-356.
- Birks, H.J.B.; Deacon, J.; Peglar, S. (1975) "Pollen maps for the British isles 5000 years ago", *Proceedings Of The Royal Society Of London*, 189B, 87- 105.
- Bottema, S.; Woldring, H.; Aytuğ, B. (1993-1994) "Late quaternary vegetation history of northern Turkey", *Palaeohistoria* 35/36, ss.13-72.
- Bradley, R.S. (1999) *Paleoclimatology: reconstructing climates of the Quaternary*, Academic Press, San Diego, 610pp.
- Burroughs, W.J. (2005) *Climate change in prehistory the end of the reign of Chaos*, Cambridge: Cambridge University Press, 372 pp.
- CORINE, 2006. (2007) *European Environment Agency, Corine Land Cover 2006 technical guidelines*, EEA Technical report 17/2007, European Environmental Agency, Copenhagen.
- Eastwood, W.J. (1997) *The palaeoecological record of holocene environmental change in southwest Turkey*, Unpublished PhD thesis, University of Wales, 330 pp.
- England, A. (2006) *Late holocene palaeoecology of Cappadocia (central Turkey): an investigation of annually laminated sediments from Nar gold crater lake*, Unpublished PhD thesis, University of Birmingham.
- England, A.; Eastwood, W.J.; Roberts, C.N.; Turner, R.; Haldon, J.F. (2008) "Historical landscape change in Cappadocia (central Turkey): a palaeoecological investigation of annually laminated sediments from Nar lake", *The Holocene*, N.18, 8,1229-1245.
- Erinç, S. (1984) *Klimatoloji ve metotları*, İstanbul Üniversitesi, Yayın No. 3278, İstanbul.
- Erlat E. (2009) *İklim Sistemi ve İklim Değişimleri*, Ege Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Yayınları No: 155, İzmir.
- Flantua, S.G.A.; van Boxel, J.H.; Hooghiemstra, H.; van Smaalen, J. (2007) "Application of GIS and logistic regression to fossil pollen data in modelling present and past spatial distribution of the colombian savanna", *Climate Dynamics*, 29, 697-712.
- Fyfe, R. (2006) "GIS and the application of a model of pollen deposition and dispersal: a new approach to testing landscape hypotheses using the pollandcal models", *Journal of Archaeological Science* 33, 483-493.
- Gümüşçü, O., Şenkul, Ç., Yılmaz, H. H. (2015) *Tarihi Coğrafya*, Yeditepe Yayınevi, İstanbul.
- Huntley, B.; Birks, H.J.B. (1983) *An atlas of past and present pollen maps for Europe 0-13,000 years ago*. Cambridge University Press, Cambridge.

- Kuzucuoğlu, C.; Roberts, N. (1998) "Evolution of the environment in Anatolia from 20 000 to 6000 bp". *Paleorient* 23(2), 7-24.
- Lowe, J. J.; Walker, M. (2015) *Reconstructing Quaternary Environments* (3rd edition), Routledge, 568 pp.
- Macdonald, G. M. (1988) "Methods in quaternary ecology, palynology", *Geoscience Canada*, S. 15, S.29-42.
- McMillan, A. (2012) *A GIS approach to palaeovegetation modelling in the Mediterranean the case study of southwest Turkey*, School of Geographical, Earth and Environmental Sciences, Ph.D. thesis, University of Birmingham.
- Mitchell, S. (2005) "Olive cultivation in the economy of Roman Asia Minor", In Mitchell, S.; Katsari, C. (ed.), *Patterns in the Economy of Roman Asia Minor*, The Classical Press Of Wales, 83-113.
- Moslimany, A.P. (1990) "Ecological significance of common nonarboreal pollen: examples from drylands of the Middle East", *Review of Palaeobotany and Palynology*, 64:343-350.
- Nalepka, D.; Walanus, A. (2003) "Data processing in pollen analysis". *Acta Palaeobotanica* 43(1):125-134.
- Nalepka, D.; Walanus, A. (2004) "Integration of late glacial and holocene pollen data from Poland", *Annales Societatis Geologorum Poloniae*, 74:285-294.
- Nalepka, D.; Walanus, A. (2013) "Regional maps of rate of change of pollen percentage as a tool for climate change visualization", *Geological Quarterly* 57(2):353-356.
- Obidowicz, A.; Madeyska, E.; Turner, C. (2013) *Postglacial history of vegetation in the Polish part of western Carpathians based on isopollen maps*, W. Szafer Institute of Botany, Polish Academy of Sciences, Hardcover.
- Öz, E. (2011) "Kültepe tabletlerine göre Asur ticaret kolonileri döneminde Anadolu'da üzüm yetiştiriciliği ve bağcılık", *Akademik Bakış*, Cilt 5, Sayı 9, 285-294.
- Prentice, I.C.; Cramer, W.; Harrison, S.P.; Leemans, R.; Monserud, R.A.; Solomon, A.M. (1992) "A global biome model based on plant physiology and dominance, soil properties and climate". *Journal of Biogeography* 19:117-134.
- Prentice, I.C.; Guiot, J.; Huntley, B.; Jolly, D.; Cheddadi, R. (1996) "Reconstructing biomes from palaeoecological data: a general method and its application to European pollen data at 0 and 6 ka", *Climate Dynamics*, 12:185-194.
- Prentice, I.C.; Webb III, T. (1986) "Pollen percentages, tree abundances and the fagerlind effect", *Journal of Quaternary Science*, 1:35-43.
- Ralska-Jasiewiczowa, M.; Latalowa, M.; Wasylkowa, K.; Tobolski, K.; Madeyska, E.; Wright, H.E.; Jr.; Turner, C. (2004) "Late glacial and Holocene history of vegetation in Poland based on isopollen maps", *W. Szafer Institute of Botany, Polish Academy of Sciences, Krakow*.
- Roberts, N. (2014) *The Holocene an environmental history* (3rd edition), John Wiley & Sons, 376 pp.
- Roche, J. (2010) *The vegetation ecology and native status of Scots pine (Pinus sylvestris L.) in Ireland*, Thesis submitted for the degree of doctor of philosophy, Department of Botany, School of Natural Sciences, University of Dublin.
- Rudolph, K. (1930) "Grundzüge der nacheiszeitlichen waldgeschichte mitteleuropas", *Beihefte zum Botanisches Centralblatt*, 47:111-176.
- Sarış, F.; Hannaha, D. M.; Eastwood, W. J. (2010) "Spatial variability of precipitation regimes over Turkey", *Hydrological Sciences Journal*, 55: 2, 234-249.
- Seçmen, Ö.; Gemici, Y.; Leblebici, E.; Görk, G.; Nekat, L. (2000) *Tohumlu bitkiler sistematigi (Systematics of Spermatophyta)*, Ege Üniversitesi, Fen Fakültesi Kitaplar serisi No: 116, Bornova, İzmir.
- Seppa, H. (2007) "Pollen analysis principles", *Encyclopedia of Quaternary Science*, Elsevier, 2486-2497.
- Singh, G.; Chopra, S.; Singh B. (1973) "Pollen-rain from the vegetation of northwest India", *The New Phytologist*, 72:191-206.
- Somuncu, M. (1993) *Kayseri-Sarımsaklı ovası ile çevresinin beşeri ve iktisadi coğrafyası*, Ankara Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü Coğrafya Anabilim Dalı, (Basılmamış Doktora Tezi).
- Strabon, (2000) *Geographika, Antik Anadolu Coğrafyası Kitap XII, XIII ve XIV* (çev. A Pekman), Arkeoloji ve Sanat yayımları, İstanbul.
- Szafer, W. (1935) "The significance of isopollen lines for the investigation of the geographical distribution of trees in the post-glacial period", *Bulletin De l'Academie Polonaise Des Sciences*, 1935B, 235-239.
- Şenkul, Ç. (2011) *Güneybatı Anadolu'nun holosen paleocoğrafyası*, Afyon Kocatepe Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Basılmamış Doktora Tezi, Afyonkarahisar.
- Şenkul, Ç. (2014a) "Polen analizlerinin temel prensipleri ve Kuvaterner ortam koşullarının yeniden yapılandırılmasındaki önemi", *Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi* 7 (1): ss. 33-41.
- Şenkul, Ç. (2014b) "Anadolu ve yakın çevresindeki polen analizleri ve Anadolu'nun Kuvaterner paleocoğrafyasına katkıları", *Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi* 7 (1), 7-17.
- Şenkul, Ç., Ören, A., Doğan, U., Eastwood, W. J. (2018) "Late Holocene environmental changes in the vicinity of Kültepe (Kayseri), central Anatolia, Turkey", *Quaternary International*, In Press, Corrected Proof, <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2017.12.044>.
- Ünalı, Ü. E. (1996) *Erciyes Dağı'nın fiziki coğrafyası*, Çantay Kitapevi.

- van Zeist, W.; Bottema, S. (1991) "Late Quaternary vegetation of the Near East", *Beihefte zum Tübinger Atlas Des Vorderen Orients Reihe A (Naturwissenschaften)* Nr. 18, Dr. Ludwig Reichert Verlag: Wiesbaden.
- von Post, L. (1924) "Ur de Sydsvenska Skogarnas Regionala Historia Under Postarktisk Tid", *Geologiska Föreningens Förhandlingar*, 46, 83-128.
- Woldring, H. (2001) "Climate change and the onset of sedentism in Cappadocia", In Gerard, F.; Thissen, L. (ed.), *The Neolithic of Central Anatolia*, British Institute of Archaeology, Ankara, pp. 59-66.
- Woodward, F. I. (1987) "Climate and plant distribution", *Cambridge Studies in Ecology*, Cambridge University Press.
- Yoon, S-O.; Kim, H.R.; Hwang, S.; Choi, J. (2012) "Holocene vegetation and climatic change inferred from isopollen maps on the Korean peninsula", *Quaternary International*, 254:58-67.