



## Fossil Pollen Records According to Fossil Pollen Records

*Changes in Land Use and Vegetation in Anatolia in the Middle-Late Holocene According to Fossil Pollen Records*

Aziz Ören\*<sup>a</sup>

### Makale Bilgisi

Araştırma Makalesi

DOI:

10.33688/ auctd.959675

Makale Geçmişi:

Geliş: 29.06.2021

Kabul: 04.11.2021

Anahtar Kelimeler:

Paleovejetasyon değişimi

Paleoarazi kullanımı

Fossil pollen

Beyşehir iskân dönemi

Paleocoğrafya

### Öz

*Paleovejetasyon değişimleri ve paleoarazi kullanımı özelliklerinin belirlenmesinde en önemli veriler fossil pollen kayıtları ve bu kayıtlar içerisinde yer alan antropojenik göstergelerdir. Bu çalışmada fossil pollen kayıtlarından elde edilen diyagramlardaki göstergeler değerlendirilerek paleoarazi kullanım dönemleri ve paleovejetasyon değişimlerinin belirlenmesi ve paleocoğrafya araştırmacılarının kullanımına sunulması amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda Anadolu'da farklı lokasyonlarda gerçekleştirilen fossil pollen çalışmaları değerlendirilmiş ve üç farklı dönem belirlenmiştir; 1. Doğal vejetasyonun korunduğu dönemde yüksek rekabet yeteneğine sahip ağaç polenleri görülmüştür. 2. Orman tahribi ve yoğun tarım döneminde doğal ormanın tahribatı sonucunda istilacı vejetasyon gelişimini gösteren bitkilere ait polen taksonları ve antropojenik göstergeler yayılış göstermiştir. 3. Arazinin geçici olarak terk edilme döneminde antropojenik göstergeler ile ormanların tahrip edildiği sahalarda yayılış gösteren bitkiler belirgin şekilde azalırken, ikincil ormanların gelişimi görülmüştür.*

### Article Info

Research Article

DOI:

10.33688/ auctd.959675

Received: 29.06.2021

Accepted: 04.11.2021

Keywords:

Palaeovegetation change

Palaeoland use

Fossil pollen

Beyşehir occupation phase

Palaeogeography

### Abstract

*The most important data in determining palaeovegetation changes and palaeoland use characteristics are fossil pollen records and anthropogenic indicators included in these records. In this study, it is aimed to determine the palaeoland use periods and palaeovegetation changes by evaluating the indicators in the diagrams obtained from the fossil pollen records and to present them to the use of palaeogeography researchers. For this purpose, fossil pollen studies carried out in different locations in Anatolia were evaluated and three different periods were determined; 1. Tree pollens with high competitive ability were observed during the period when natural vegetation was preserved. 2. Pollen taxa and anthropogenic indicators of plants showing the development of invasive vegetation as a result of the destruction of the natural forest during the deforestation and intensive agriculture period have spread. 3. In the period of temporary abandonment of the land, anthropogenic indicators and the plants that spread in the areas where the forests were destroyed significantly decreased, while the development of secondary forest was observed.*

\*Sorumlu Yazar/Corresponding Author: azizoren@sdu.edu.tr

<sup>a</sup> Süleyman Demirel University, Faculty of Art and Science, Geography Department, Isparta, Turkey, <http://orcid.org/0000-0002-9256-7164>

## 1. Giriş

Kuvaterner'de meydana gelen iklim değişimleri ve bunun bir sonucu olarak vejetasyon değişimleri özellikle geç Holosen'de insan etkisinin yoğunlaşması sonucunda farklı bir boyut kazanmıştır (Bell ve Walker, 1992). Bu dönemde insanın vejetasyon üzerindeki etkisi orman tahribatı, tarım, otlatma ve yerleşme faaliyetleri gibi nedenlerle orman başta olmak üzere doğal bitki örtüsünü değiştirerek olmuştur (Bell ve Walker, 1992; Bottema ve Woldring, 1990; Kaniewski vd., 2007). Tüm bu faaliyetler arazide doğal vejetasyonun bozulması veya yok olmasına, yeni ve sahada doğal olarak yetişmeyen bitkilerin arazide yayılmasına neden olmuştur. Bunun sonrasında insan etkisinin arazide azalması veya ortadan kalkması ormanların arazide tekrar yayılmasına ve önemli vejetasyon değişimlerine neden olmuştur.

Geçmişte meydana gelen ortamsal değişimlerin belirlenmesinde fosil ağaçlar ile tohumlar gibi doğrudan kayıtlar ya da göl ve turba sedimanlarında günümüze kadar korunabilen polen, diatom ve alg gibi dolaylı ortam kayıtları kullanılmaktadır (Gaillard vd., 1992). Paleoortam çalışmalarında sıklıkla kullanılan fosil polen analizi çalışmaları ile bir yerin paleovejetasyonu ve paleoarazi kullanımı özellikleri belirlenebilmektedir (Bakker vd., 2013; Behre, 1990; Bottema ve Woldring, 1984; England vd., 2008; Kaniewski vd., 2007; Roberts vd., 2016). Bu tür çalışmalarda oluşturulan polen diyagramlarında antropojenik faaliyetlerin yorumlanması; odunsu ve otsu polenlerin oransal ilişkilerine, polen taksonlarının bileşimine ve insan faaliyetlerini gösterme potansiyeline sahip taksonların belirlenmesine dayanmaktadır (Behre, 1981; Birks, 1990; Iversen, 1941, 1949). Bu bağlamda insan etkisinin ve buna bağlı vejetasyon değişimlerinin belirlenmesi amacıyla fosil polen topluluklarının yorumlanmasında iki ana yaklaşım kullanılmaktadır. Bunlar, insan faaliyetlerinin tetiklediği polen taksonlarının tanınmasına dayalı olan “gösterge türleri” (antropojenik göstergeler) yaklaşımını (Behre, 1981; Birks, 1990; Brun vd., 2007; Hicks, 1988; Iversen, 1941, 1949, 1964; Vorren, 1986) ve güncel polen kayıtlarıyla fosil polen kayıtlarının kıyaslanmasına dayanan “karşılaştırmalı” yaklaşımı (Birks ve Gordon, 1985; Wright Jr, 1967) içermektedir. Gösterge türleri yaklaşımının değeri uzun zamandır bilinmektedir ve bugün hala güncel vejetasyon, paleovejetasyon ve ortamsal koşulların nitel yorumunda en yaygın kullanılan yöntemdir (Gaillard vd., 1992). Polen diyagramları ayrıca yarı nicel olarak yorumlanabilir. Bir başka ifadeyle polen diyagramlarından, farklı arazi kullanımının nispi yoğunluğundaki değişimler, tarım arazisi, mera arazisi, terk edilmiş arazi, tahrip edilmiş yerlerde yetişen (ruderal) topluluklar gibi farklı polen taksonları gruplarının yüzdelerindeki değişimlerden tespit edilebilmektedir (Berglund ve Ralska-Jasiewiczowa, 1986; Berglund, 1988).

Günümüze kadar gerçekleştirilen çalışmalarda (Bottema vd., 1986; Bottema ve Woldring, 1984; Bottema ve Woldring, 1990; Gaillard, 2007; van Zeist vd., 1975) elde edilen polen diyagramları, vejetasyonun doğal halinin korunduğu dönem ile arazi kullanımından etkilenen vejetasyon dönemi arasında belirgin farklılıklar olduğunu göstermiştir. Buna göre, vejetasyon değişim dönemleri yaygın antropojenik gösterge poleni taksonları temel alınarak etkili bir şekilde ayırt edilebilmektedir (Li vd., 2015). Bu doğrultuda Anadolu'da gerçekleştirilen çalışmalarda odunsu ve otsu polen taksonlarının oranları ile insan faaliyetleri sırasında ortaya çıkan ya da artış gösteren belirli gösterge polenlerin oran ve varlığının incelenmesi sonucunda bazı vejetasyon değişimi ve arazi kullanımı dönemleri

belirlenebilmektedir. Bu nedenle vejetasyon üzerindeki insan etkisinin belirlenmesi, insan faaliyetleriyle ilişkili polen tiplerinin, yani polen diyagramlarında antropojenik göstergelerin kullanılmasına dayanır. Bu göstergeler 1980'lerin başlarından beri, özellikle Behre'nin (1981, 1988, 1990) önerdiği sınıflandırmalar sayesinde yaygın olarak kullanılmaktadır (Ören, 2020). Behre (1981, 1990) tarafından önerilen bu yöntem, hububatlar, kültürel bitki ağaçları ve ruderal bitkiler gibi insan faaliyetleriyle ilişkili bitki taksonlarına ait polenlerin kullanılarak tanınmasına dayanır. Behre, bu türlerin güncel bitki topluluklarındaki dağılımını inceleyerek tarih öncesi zamanlardan bu yana bu topluluklardaki değişimleri tespit etmek için, çok sayıda fosil polen analizi ve makro fosil çalışmalarından elde edilen deneysel bilgiyi kullanmıştır. Behre (1981, 1990) böylece polen diyagramlarındaki ana antropojenik göstergelerin bir listesini ve bunların çeşitli tarım faaliyetleri sonucunda ortaya çıkma sınıflandırmalarını oluşturmuştur. Bu taksonlar arazideki güncel vejetasyon yapısının dikkate alınması koşuluyla insan faaliyetlerinin güçlü göstergeleri olarak düşünülmüş (Behre, 1990) ve Anadolu'da insan etkisinin belirlenmesi amacıyla oldukça yaygın olarak kullanılmıştır.

Anadolu'daki ormanlık ve açık alanların bileşimi ve dağılımındaki değişimlerin, özellikle orta Holosen'den beri doğrudan veya dolaylı insan faaliyetlerinin etkisi altında meydana geldiği bilinmektedir (Roberts vd., 2011; Zohary ve Hopf, 2000). Bu bölgelerdeki polen diyagramlarında, insan etkisi için en açık işaret, tahılların ve kültürel bitki ağaçlarının (birincil göstergeler, Behre, 1990) yayılması ve antropojenik etkiler sonucunda vejetasyon yapısı bozulmuş açık arazilerde büyüyen yabancı (sinantropik) bitkilerin (ikincil göstergeler, Behre, 1990) artan bolluğu ile görülür (Mercuri vd., 2013).

Karşılaştırmalı yaklaşım konusunda güncel polen araştırmalarının çoğu doğal vejetasyon tiplerini dikkate alsa da bazı araştırmalar insandan etkilenmiş vejetasyon üzerinde gerçekleştirilmiştir (Berglund vd., 1986; Gaillard vd., 1992, 1994; Greig, 1984; Groenman-van Waateringe, 1986; Hall, 1989; Hicks ve Birks, 1996; Hjelle, 1999a; Randall vd., 1986; Vuorela, 1973). Bu doğrultuda yapılan bu güncel polen çalışmaları bir polen tipinin hangi arazilerde ortaya çıktığını belirlemek amacıyla doğal vejetasyonun korunduğu arazi, mera arazisi, tarım arazisi ve geçici olarak terk edilmiş araziler gibi farklı arazi gruplarında gerçekleştirilmiştir. Böylece yapılan bu araştırmalar bitkiler ve polenler için gösterge taksonları arasındaki genel benzerliklerin yüksek olduğunu göstermiştir (Birks ve Gordon, 1985; Hjelle, 1999b; Wright Jr, 1967).

Şimdiye kadar Anadolu'da yapılan çalışmalar temel olarak bir sahadaki güncel polen özelliklerinin belirlenmesi ve/veya fosil polen verileriyle paleovejetasyon ve paleoiklim özelliklerinin belirlenmesi üzerine gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmalar içerisinde insan etkisinin olduğu yerlerdeki vejetasyon yapısının belirlenerek analiz sonuçlarının verildiği çok sayıda güncel polen çalışması ve geçmişte insan etkisinin yoğunlaştığı dönemlerin ve özelliklerinin belirlendiği çok sayıda fosil polen çalışması vardır. Buna karşın bu sonuçların ve paleoarazi kullanımı ile paleovejetasyon değişimlerinin bir arada verilerek bu değişimlerin tespit edilmesine yönelik belirgin özelliklerinin değerlendirildiği bir çalışma bulunmamaktadır. Bu konuda fosil polen diyagramlarının yorumlanmasında ve bir sahadaki paleovejetasyon ve paleoarazi kullanımı dönemlerinin belirlenmesinde kullanılan polen değişimleri ve bunların karakteristik özelliklerinin değerlendirildiği çalışmaların eksikliği bu çalışmanın yapılmasını gerekli kılmıştır. Bu amaç doğrultusunda bu çalışmada Güneybatı Anadolu (Bakker vd., 2012; Bottema ve Woldring, 1984; Eastwood vd., 1998; Kaniewski vd., 2007; Vermoere vd., 2002), Kuzey Anadolu

(Bottema vd., 1993-1994; Izdebski, 2013; Leroy vd., 2010), Kuzeybatı Anadolu (Leroy vd., 2002; Miebach vd., 2016), Batı Anadolu (Müllenhoff vd., 2004; Sullivan, 1988), Orta Anadolu (Eastwood vd., 2009; England vd., 2008; Ören, 2018; Roberts vd., 2016; Şenkul vd., 2018) ve Doğu Anadolu'da (Biltekin vd., 2018; Eriş vd., 2018) günümüze kadar gerçekleştirilen ve GÖ 5000-1000 yılları arasında kapsayan fosil polen analizleri çalışmalarının sonuçları ışığında insan etkisiyle ortaya çıkan paleoarazi kullanımı dönemleri ve bu dönemlerde meydana gelen paleovejetasyon değişimlerinin özellikleri bir arada verilmiştir. Böylece bu çalışmanın paleoortamsal değişimler üzerine çalışmalar yapan araştırmacıların fosil polen sonuçlarını yorumlamasına katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

## **2. Materyal ve Yöntem**

Paleoarazi kullanımı ve insan etkisine bağlı paleovejetasyon dönemlerinin değerlendirilmesi amacıyla günümüze kadar farklı bölgelerde gerçekleştirilen fosil polen çalışmalarına ait sonuçların ışığında doğal vejetasyonun korunduğu dönem; orman tahribi ve tarım dönemi; geçici olarak terk edilmiş araziler ve ormanın yeniden gelişimi dönemleri tespit edilerek sistematik şekilde sunulmuştur. Bu dönemlerin belirlenmesinde Anadolu'da pek çok bölgede tespit edilen yoğun insan etkisinin yaşandığı Beyşehir İskân Dönemi'ni ve bu dönem öncesi ve sonrasında meydana gelen polen taksonlarındaki değişimleri konu alan çalışmalara ait fosil polen bulguları kullanılmıştır. Bu bulgulara hızlı ve belirgin değişimlerin sergilenmesi amacıyla Beyşehir İskân Dönemi'nin sonlanmasının ardından meydana gelen ortamsal değişimlerde yalnızca ilk yüzyıllara ait veriler kullanılmış son bin yıla ait veriler çalışma kapsamı dışında tutulmuştur. Bunun yanı sıra meydana gelen ortamsal değişimlerin bütüncül olarak ortaya konulması amacıyla yalnızca Beyşehir İskân Dönemi öncesi, sırası ve sonrasında ait üç dönemi ele alan çalışmalar kullanılmış, bu dönemlerden herhangi birinin ve tarihlendirmenin bulunmadığı araştırmalar çalışma kapsamı dışında tutulmuştur. Ayrıca ele alınan araştırmalardaki fosil polen verilerinin değerlendirilmesinin araştırma sahasının güncel vejetasyon özellikleri dikkate alınarak gerçekleştirilmiş olması nedeniyle bu çalışma kapsamında ayrıca güncel vejetasyon özelliklerine değinilmemiştir. Bu çalışmalarda ortaya çıkan dönemlerin belirlenmesi amacıyla polen diyagramlarındaki odunsu ve otsu polen taksonlarının ve antropojenik gösterge polen taksonlarının zaman içerisindeki oransal değişimleri kullanılmıştır. Bununla birlikte paleoarazi ve paleovejetasyon dönemlerinin değerlendirilmesinde kullanılan antropojenik gösterge polen taksonları ve bunların özellikleri bir başka çalışmada (Ören, 2020) ayrıntılı olarak verildiği için bu çalışmada yalnızca bu taksonların zamansal değişiminden bahsedilmiştir.

Bu çalışmada Anadolu'daki çalışmalarda ortaya konulan bulgular ve değerlendirmeler kullanılarak insan etkisini temsil eden paleoarazi kullanım dönemleri ve paleovejetasyon dönemlerinin karakteristik özellikleri belirlenmiştir.

## **3. Bulgular ve Tartışma**

### **3.1. Vejetasyon Değişimi ve Arazi Kullanımı Dönemleri**

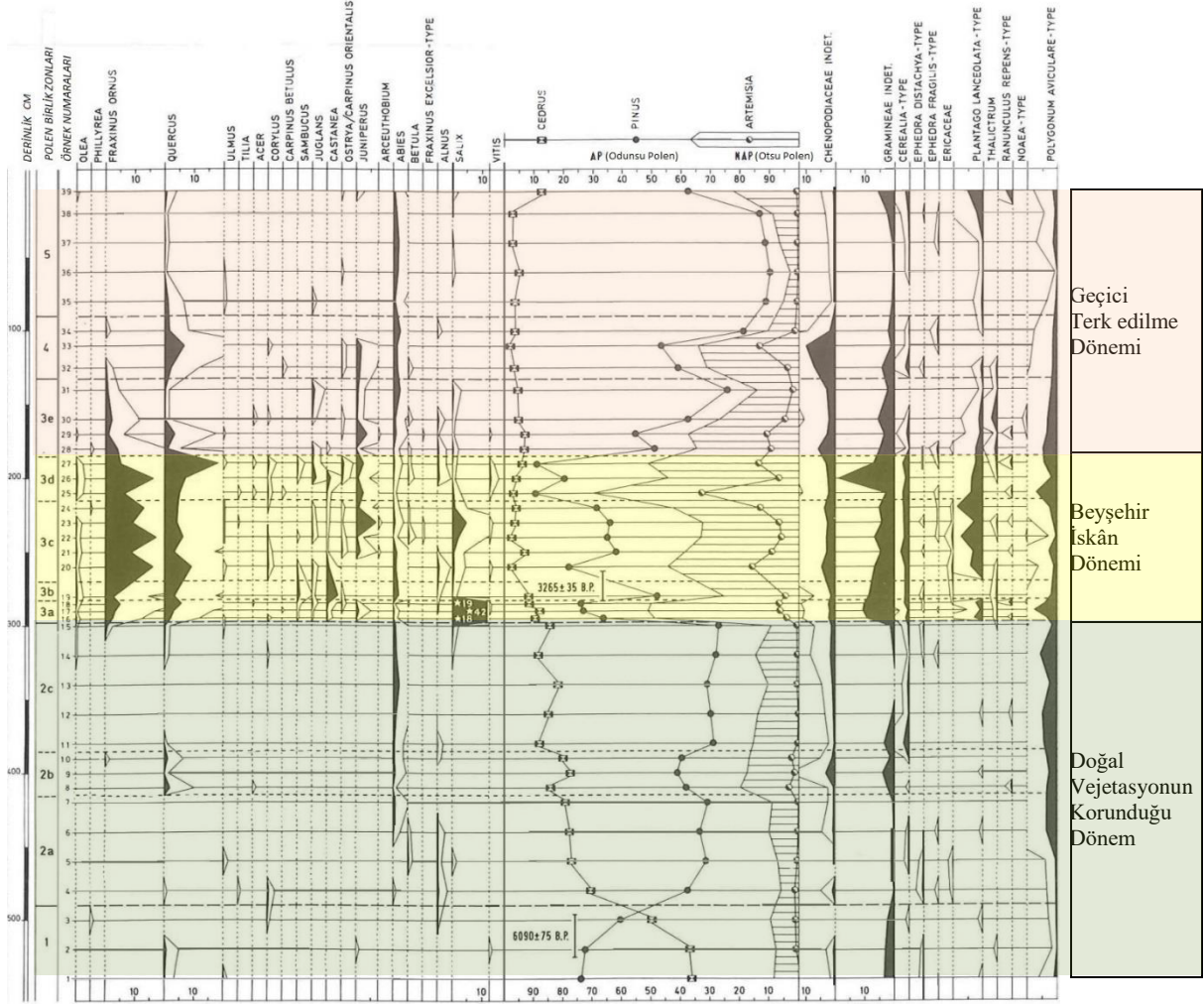
Polen kayıtları arazi üzerindeki insan etkisinin tüm ekolojik süreçlerini ortaya çıkartabilir. Bu süreçler; tarımsal faaliyetler için alan açmak amacıyla ormanların tahrip edilmesi, tarımsal faaliyetler, tarım arazilerinin geçici olarak terk edilmesi ve vejetasyonun yeniden gelişimidir. Süreçler farklı

aşamalara ayrılabilir ve insan etkisiyle meydana gelen vejetasyon süreçleri polen diyagramlarında tespit edilebilir (Li vd., 2008). Bu değişimler doğal vejetasyonun korunduğu dönem; orman tahribi ve tarım dönemi; geçici olarak terk edilmiş araziler ve ormanın yeniden gelişimi dönemleri olmak üzere temel olarak 3 aşamada görülebilir;

### 3.1.1. Doğal Vejetasyonun Korunduğu Dönem

Anadolu'daki Geç Kuvaterner palinolojik araştırmaları Son Glasyal dönemin sonrasında meydana gelen orman gelişimi sürecindeki vejetasyon dinamiklerini anlamamıza büyük oranda katkı sağlar. Holosen öncesinde *Artemisia* (pelinotu)-Chenopodiaceae (kazayağgiller) stebinin Anadolu'nun büyük bir kısmını kapladığı bilinmektedir (Bell ve Walker, 1992). Bu durum soğuk ve kurak bir iklimin sonucu olarak yorumlanmaktadır (van Zeist ve Bottema, 1991). Yapılan araştırmalarda Holosen'in başlamasıyla birlikte yağışların artmasına bağlı olarak Anadolu'nun büyük bir bölümünde doğal orman vejetasyonunun geliştiği ve böylece erken ve orta post-glasyal dönemler sırasında step vejetasyonunun yerini orman vejetasyonunun aldığı görülmüştür (Atalay, 1992; Love ve Walker, 2015; Roberts, 2014; Roberts ve Wright Jr, 1993; van Zeist ve Bottema, 1991).

Anadolu'nun farklı lokasyonlarından elde edilen fosil polen verilerine göre genel olarak GÖ 3200 yılı öncesinde arazide doğal vejetasyonun hâkim olduğu belirlenmiştir. Buna göre Güneybatı Anadolu'daki Beyşehir Gölü çevresinde *Pinus* (çam) ve *Cedrus* (sedir) ormanları (Şekil 1; Bottema ve Woldring, 1984), Gölhisar Gölü (Bottema ve Woldring, 1984; Eastwood vd., 1999) ve Söğüt Gölü'nde (Bottema ve Woldring, 1984; Roberts, 1990) *Pinus*, *Juniperus* (ardıç) ve *Quercus* (deciduous) (yaprağını döken meşe), Pınarbaşı Gölü'nde *Pinus* ve *Cedrus* (Bottema ve Woldring, 1984), Gravgaz Bataklığı'nda *Pinus*, *Cedrus*, *Abies* (gökmar) ve *Quercus* (deciduous) (Vermoere vd., 2000) ve Bereket Havzası'nda (Bakker vd., 2012; Bakker vd., 2013) *Pinus* ve *Cedrus* ormanları yayılış göstermekteydi.



Şekil 1. Beyşehir Gölü polen yüzde diyagramı

Kaynak: Bottema ve Woldring, 1984

GÖ 5000-3200 yılları arasında Kuzey Anadolu'da Melen Gölü'nde *Fagus* (kayın), *Pinus*, *Abies*, *Tilia* (ıhlamur), *Ulmus* (karaağaç), *Carpinus* (gürgen) ve *Ostrya carpinifolia* (gürgen yapraklı kayacık) (Bottema ve Woldring, 1990; Bottema vd., 1993-1994), Kaz Gölü'nde *Pinus* (Bottema vd., 1993-1994), Ladik Gölü'nde *Carpinus*, *Tilia*, *Corylus* (Fındık) ve *Quercus* (deciduous) (Bottema vd., 1993-1994), Çubuk Gölü'nde *Abies*, *Fagus*, *Pinus*, *Quercus* (deciduous), *Carpinus* ve *Alnus* (kızılağaç) (Bottema ve Woldring, 1990; Bottema vd., 1993-1994; Ocakoğlu vd., 2016), Yeniçağa Gölü'nde *Pinus*, *Fagus* ve *Carpinus betulus* (adı gürgen) (Bottema vd., 1993-1994) ormanları hâkimdi.

GÖ 4000-3200 yılları arasında Batı Anadolu'da Bafa Gölü çevresinde *Quercus* (deciduous) ve *Pinus* (Müllenhoff vd., 2004) ormanı hâkimken, Kuzeybatı Anadolu'da Manyas Gölü çevresinde *Pinus* ve *Quercus* (deciduous) (Leroy vd., 2002), İznik Gölü çevresinde *Quercus* (deciduous), *Fagus*, *Carpinus* ve *Pinus* (Miebach vd., 2016) ormanı hâkimdi.

GÖ 4800-1650 yılları arasında Orta Anadolu'da Nar Gölü'nde *Pinus* ve *Quercus* (deciduous) (Turner vd., 2008), Engir Gölü'nde *Pinus* (Ören, 2018; Şenkul vd., 2018) ormanı hâkimken, GÖ 4000-

3000 yılları arasında Doğu Anadolu’da Van Gölü çevresinde *Pistacia* (menengiç) makisi ve *Quercus* (deciduous) (Landmann vd., 1996; van Zeist ve Woldring, 1978; Wick vd., 2003), Hazar Gölü çevresinde *Quercus* (deciduous) (Biltekin vd., 2018) ormanı hâkimdi.

Tüm bu veriler ışığında bu bölgeler ve yakın çevrelerinde özellikle yoğun tarım döneminin başlaması (GÖ 3200 yılı) öncesinde doğal orman vejetasyonunun hâkim olduğu görülmektedir. Polen diyagramlarında odunsu polen oranları yüksek iken, otsu polen oranları düşüktür. Bunun yanı sıra polen diyagramlarında antropojenik göstergeler görülmez dolayısıyla bu dönemde vejetasyon üzerindeki insan etkisine dair belirgin bir kanıt yoktur (Çizelge 1).

**Çizelge 1.** Anadolu’da orta-geç Holosen dönemi paleovejetasyon ve paleoarazi değişim dönemleri

Dönemler	Karakteristik özellikler	Yaygın polen taksonları
Doğal vejetasyonun korunduğu dönem	Bölgenin coğrafi koşullarına uygun doğal vejetasyon örtüsü bulunur. Bu vejetasyonda genel olarak yüksek rekabet yeteneğine sahip ağaç polenleri görülür. Polen diyagramlarında odunsu polen oranları yüksek, otsu polen oranları düşüktür.	<i>Pinus, Cedrus, Quercus</i> (deciduous), <i>Carpinus, Fagus, Abies</i>
Beyşehir iskân dönemi	İstilacı vejetasyon gelişimini gösteren bitkilere ait polen taksonları görülür. Bunlar ağaç altında gelişen veya ormanların tamamen tahrip edildiği açık arazilerde gelişen bitkilere ait polen taksonlarından oluşur. Bu dönemin en önemli özelliği yoğun tarımsal faaliyetler nedeniyle tahıl polenleri, kültürel bitki polenleri ve antropojenik etkilerle ortaya çıkan ya da yayılımı artan odunsu ve otsu bitkilere ait polenlerin varlığıdır.	<i>Quercus</i> (evergreen), <i>Juniperus, Phillyrea, Artemisia, Poaceae</i>  <i>Olea europaea, Juglans regia, Fraxinus ornus, Castanea sativa, Vitis vinifera, Pistacia, Cerealia</i> type, <i>Sanguisorba minor, Plantago lanceolata, Polygonum aviculare, Rumex acetosella, Centaurea solstitialis</i>
Geçici terk edilme dönemi	Tahıl ve kültürel bitki polenleri belirgin şekilde azalır ve antropojenik göstergelerin yerini ikincil orman gelişimini gösteren ağaçlara ait polen taksonları alır. Polen diyagramlarında otsu polen oranları düşük, odunsu polen oranları yüksektir.	<i>Pinus</i>

### 3.1.2. Orman Tahribi ve Tarım Dönemi

Palinolojinin önem taşıdığı bir başka konu paleoortamsal kayıta insan etkisinin tanımlanmasıdır. İlk olarak Güneybatı Anadolu’ya ait polen diyagramları orta-geç Holosen’i kapsayan yoğun bir insan etkisi dönemini ortaya çıkarmıştır (Bottema vd., 1986; Bottema ve Woldring, 1990). Bu dönem genel olarak kültür bitkilerinin yayılımı, orman örtüsünün kademeli olarak tahribi ve ormanın yeniden gelişimi gibi aşamaların arazi üzerindeki antropojenik etkisinin en iyi korunmuş kaydı olarak kabul edilmektedir (Bottema vd., 1986; Eastwood vd., 1998; Roberts vd., 2018; Vermoore vd., 2002). Bu dönemin ana palinolojik özellikleri, ağaç vejetasyonuna ait polen yüzdelerinin özellikle de *Pinus* poleni yüzdelerinin azalması, yüksek *Artemisia* polen yüzdeleri ve *Olea europaea* (zeytin), *Fraxinus ornus* (çiçekli dişbudak) ve *Juglans regia* (ceviz) gibi kültür bitkilerini gösteren taksonların belirgin bir

şekilde yüksek oranlarla ortaya çıkmasıdır. Bu dönem, genel olarak bu yoğun antropojenik dönemin ilk kaydedildiği sediman karotunun Beyşehir Gölü'ne ait olması nedeniyle Beyşehir İskân Dönemi (BİD) olarak adlandırılmıştır (Şekil 1. Bottema vd., 1986; Bottema ve Woldring, 1984; Bottema ve Woldring, 1990; van Zeist vd., 1975).

BİD sırasında polen diyagramlarında belirgin bir artış gösteren ve bu dönemin gösterge taksonları olarak belirlenen polenler *Olea europaea*, *Juglans regia*, *Fraxinus ornus*, *Castanea sativa* (Anadolu kestanesi), *Vitis vinifera* (üzüm), *Pistacia*, Cerealia type (tahıllar) gibi birincil göstergeler ile *Sanguisorba minor* (küçük çayırduğmesi), *Plantago lanceolata* (dar yapraklı sinirotu), *Polygonum aviculare* (çoban değneği), *Rumex acetosella* (kuzukulağı) ve *Centaurea solstitialis* (zerdali diken) gibi ikincil göstergelerdir (Behre, 1990; Bottema vd., 1986; Bottema ve Woldring, 1984; Ören, 2020; van Zeist vd., 1975). Bununla birlikte BİD'de insan etkisini gösteren gösterge taksonlarının farklı ekolojik isteklerinden dolayı, bu dönemin, gösterge taksonlar üzerinden değerlendirilmesi bölgeden bölgeye farklılık gösterebilmektedir (Behre, 1990; Eastwood vd., 1999).

BİD Anadolu'da iç kesimlerden kıyıya kadar olan lokasyonlara ait polen diyagramlarında belirgin şekilde kaydedilen geniş bir yayılıma sahiptir (Eastwood vd., 1999). BİD başlangıçta, Güneybatı Anadolu'nun farklı sahalarından elde edilen polen kayıtlarında tanımlanmış (Bakker vd., 2012; Bottema ve Woldring, 1984; Eastwood vd., 1998; Kaniewski vd., 2007; Vermoere vd., 2002), sonrasında Kuzey Anadolu (Bottema vd., 1993-1994; Izdebski, 2013; Leroy vd., 2010), Kuzeybatı Anadolu (Leroy vd., 2002; Miebach vd., 2016), Batı Anadolu (Müllenhoff vd., 2004; Sullivan, 1988), Orta Anadolu (Eastwood vd., 2009; England vd., 2008; Ören, 2018; Roberts vd., 2016; Şenkul vd., 2018) ve Doğu Anadolu'dan (Biltekin vd., 2018; Eriş vd., 2018) elde edilen polen diyagramlarında da belirlenmiştir. BİD'nin tarihi bölgeden bölgeye değişmekle birlikte (Bottema ve Woldring, 1984, 1990; Eastwood vd., 1999; England vd., 2008; Roberts, 1990; van Zeist vd., 1975; Vermoere vd., 2000; Vermoere vd., 2002) radyokarbon tarihlendirme sonuçları bu dönemin genel olarak GÖ ~3200'de başladığını ve bazı lokasyonlarda en az GÖ ~1500'e kadar devam ettiğini ortaya koymuştur (Eastwood vd., 1998). Buna göre birçok yerde bu palinolojik dönemin başlangıç tarihi kabaca GÖ ~3000 yılına tarihlenmekle birlikte (England vd., 2008) bazı bölgelerde GÖ 1800-1300 yılları arasında BİD'nin daha geç bölümü görülmüştür (England vd., 2008; Ören, 2018; Şenkul vd., 2018).

Polen diyagramlarında BİD'de görülen belirgin özelliklerden biri orman tahribatına işaret eden orman ağacı taksonlarının belirgin olarak azalması veya ortadan kalkmasıdır. Orman tahribatı yoğun tarım döneminde tarımsal faaliyetler için alan elde etmek amacıyla uygulanan en etkili yollardan biridir (Behre, 1988; Edwards ve MacDonald, 1991; Vavrus vd., 2008; Yasuda vd., 2000). Bu doğrultuda yoğun tarım döneminde ormanların azalmasında tarım faaliyetlerinin yanı sıra hayvancılık faaliyetlerini gerçekleştirmek amacıyla otlama alanı açmak için ormanların yakılması ve ağaçların kesilmesi gibi insan faaliyetlerinin etkili olabileceği belirtilmiştir (Bottema ve Woldring, 1984). Bu nedenle polen diyagramları, tarımsal gelişme sonucunda meydana gelen paleovejetasyon değişimlerinin kanıtı için önemli sonuçlar sağlamaktadır (Birks vd., 1988; Brun, 2011; Shu vd., 2010; Song ve Sun, 1999; Yang vd., 2012).



Anadolu’da, ormanlık alanların tarım arazileri ve mera alanlarına dönüşmesi *Artemisia*, Poaceae (buğdaygiller), *Plantago lanceolata* ve *Sanguisorba minor* gibi yabancı ot polenlerinin artışı ve ağaç polenlerinin azalmasıyla işaretlenmiştir (Behre, 1981, 1990; Biltekin vd., 2018; Kaniewski vd., 2008). Dolayısıyla tarım yapılan arazilerde odunsu polen oranları hızlı bir şekilde düşerken, tahıl poleni oranları ve otsu bitkilere ait polen oranları yükselmekte ve otsu polen taksonları çeşitlenmektedir (Li vd., 2008). Antropojenik gösterge olarak kullanılan otsuların dışında çalı ve ağaçların bazıları insanlar tarafından birincil (doğal) ormanların bozulması sonucunda ortaya çıkar. Bunlar, *Quercus* (evergreen) (yaprağını dökmeyen meşe), *Juniperus* ve *Phillyrea*’yı (akçakesme) içerir. Elbette daha birçok takson vardır. Ancak bunlar polen dağılım özelliklerinin sınırlı olması nedeniyle polen analizlerinde kaydedilemezler (Behre, 1990).

Güneybatı Anadolu’da GÖ 3200-1300 yılları arasında Beyşehir Gölü (Şekil 1; Bottema ve Woldring, 1984), Gölhisar Gölü (Bottema ve Woldring, 1984; Eastwood vd., 1998; 1999), Söğüt Gölü (van Zeist vd., 1975), Gravgaz Bataklığı (Vermoere vd., 2000; 2002), Bereket Havzası (Bakker vd., 2013; Kaniewski vd., 2007) ve Pınarbaşı Gölü (Bottema ve Woldring, 1984) çevresinde BİD yaşanmış ve bu dönemde kültür bitkileri tarımı (*Olea europaea*, *Juglans regia*, *Pistacia*, *Castanea sativa*, *Vitis vinifera* ve *Fraxinus ornus*), tahıl tarımı (Cerealia type) ve hayvancılık/otlatma (*Centaurea solstitialis*, *Plantago lanceolata* ve *Sanguisorba minor*) faaliyetleri görülmüştür. Bu dönemde insan faaliyetlerinin artmasıyla aynı zamanda *Pinus* ormanlarında büyük oranda azalma olduğu belirlenmiştir (Bottema ve Woldring, 1984; Eastwood vd., 1999). Bununla birlikte bu dönemde *Quercus* (evergreen) ve *Juniperus* polenlerinde artış tespit edilmiştir. Bu ikisindeki artış *Pinus* ormanlarının yok edilmesinin bu türlerin yayılmasına imkân sağladığını göstermektedir. Behre (1990) bu konuda yaptığı çalışmalarında *Quercus* (evergreen) ve *Juniperus*’un doğal orman vejetasyonunun tahrip edilmesi sonucunda ortaya çıktığını belirlemiştir. *Quercus* (evergreen) genellikle *Pinus* ormanı altında çalılık olarak ortaya çıkar (Zohary, 1973), bu nedenle *Quercus* (evergreen), *Pinus*’un yeniden gelişmemesi, daha fazla ışığın mevcut hale gelmesi ve kesildikten sonra kesik kütüklerden filizlenmesi nedeniyle *Pinus*’un tahrip edilmesinden yararlanır (van Zeist vd., 1975). Dolayısıyla *Quercus* (evergreen) çalılıklarının oluşumu, bu dönemde *Pinus* ormanlarının gerilemesinin bir kanıtı olarak gösterilmektedir. Nitekim Anadolu’nun güneybatısında gerçekleştirilen çalışmalara göre *Quercus* (evergreen) bir vejetasyon bozulması döneminden sonra yeniden ortaya çıkan ilk ağaç taksonlarıdır ve bu nedenle öncü türler olarak hareket ederler (van Zeist vd., 1975; Vermoere ve Smets, 1996; Vermoere vd., 1999). *Juniperus* ise *Pinus* ağaçlarının tahrip edilmesinin ardından bu alanlarda yoğun otlatma faaliyetlerinin gerçekleştirilmesi sonucunda ortaya çıkabilmekte (Eastwood vd., 1999; van Zeist vd., 1975) dolayısıyla açık alanların istilacı bitkisi olarak nitelendirilmektedir (Ejarque vd., 2011). Bu tarım dönemi içerisinde ayrıca polen diyagramlarında *Artemisia*’nın varlığı ve hâkimiyetinin orman tahribatını işaret ettiği belirtilmiştir (Vermoere vd., 2002). Yüksek *Artemisia* poleni değerleri BİD’de yaygın olarak görülmekte ve bu da *Artemisia* poleninin tarımsal göstergelerle birlikte ortaya çıktığını göstermektedir (Vermoere vd., 2000). Şimdiye kadar yapılan çalışmalarda *Artemisia*’nın doğal ormanların tahrip edilmesi sonrasında arazide yayılış gösterdiği aynı zamanda insanlar tarafından ezilmiş topraklarda görülmesi nedeniyle tarımsal faaliyetlerin de göstergesi olabileceği ifade edilmiştir (Behre, 1981; Bottema ve Woldring, 1990; Ören, 2020).

Kuzey Anadolu'da yer alan Melen Gölü (Bottema vd., 1993-1994; Bottema ve Woldring, 1990), Kaz Gölü (Bottema vd., 1993-1994), Ladik Gölü (Bottema vd., 1993-1994), Çubuk Gölü (Bottema vd., 1993-1994; Bottema ve Woldring, 1990; Ocakoğlu vd., 2016) ve Yeniçağa Gölü'nde (Bottema vd., 1993-1994) BİD'de kültürel bitki tarımı (*Olea europaea*, *Vitis vinifera*, *Juglans regia*, *Castanea sativa*), tahıl tarımı (Cerealia type), hayvancılık (Poaceae, *Plantago lanceolata*, *Polygonum aviculare*, *Sanguisorba minor*, *Centaurea solstitialis*) faaliyetleri görülmüştür. Bu dönem içerisinde *Pinus*, *Quercus* (deciduous) ve *Carpinus* ormanlarının tahrip edildiği belirlenmiştir. Bu dönemde özellikle *Pinus* poleni oranının önemli miktardaki düşüşünün otlatma faaliyetlerini, kereste için ağaç kesimi ve yakma faaliyetlerini gösterdiği ifade edilmiştir. Yüksek orandaki Poaceae poleni değerleri ise orman tahribatı sonucunda ortamın açık saha haline geldiğinin kanıtı olarak belirtilmiştir (Bottema vd., 1993-1994). Poaceae taksonu *Artemisia* gibi doğal vejetasyonun tahrip edildiği sahalarda aynı zamanda insanlar tarafından ezilen topraklarda görüldüğü için tarım ve hayvancılık faaliyetlerinin de göstergesi olarak ifade edilmiştir (Behre, 1981; Bottema ve Woldring, 1984; Ören, 2020; van Zeist vd., 1975).

Batı Anadolu'da yer alan Bafa Gölü çevresinde GÖ 3200 yılında yoğun tarım faaliyetleri başlamış ve bunun sonucunda bölgedeki *Quercus* (deciduous) ve *Pinus* ormanları ile çalı formasyonları insan tahribatı sonucunda bozulmaya uğramıştır (Knipping vd., 2008; Müllenhoff vd., 2004). Yoğun tarım döneminde *Phillyrea*, *Cistus* (laden) ve Ericaceae (fundagiller) (Jahns, 1993) gibi maki elemanlarının yanı sıra kültürel bitki ağaçları (*Olea europaea*, *Castanea sativa*) göstergeleri (Behre, 1990; Bottema ve Woldring 1990) artış göstermiştir. Bunların dışında bu dönemde artış gösteren *Plantago lanceolata*, *Rumex acetosella* ve Chenopodiaceae'nin otlatma faaliyetlerini; *Artemisia*, *Juniperus*, *Quercus* (evergreen) ve *Phillyrea*'nın tahribatı sonucunda meydana gelen vejetasyon bozulmasını gösterdiği belirtilmiştir (Müllenhoff vd., 2004).

Kuzeybatı Anadolu'da Manyas Gölü (Leroy vd., 2002) ve İznik Gölü'nde (Miebach vd., 2016) BİD'de tahıl tarımı (Cerealia type), kültürel bitki yetiştiriciliği (*Olea europaea*, *Juglans regia*, *Vitis vinifera* ve *Castanea sativa*) ve hayvancılık faaliyetleri (*Plantago lanceolata* ve *Sanguisorba minor*) görülmüştür. Bu dönemde ormanlar (özellikle *Quercus* (deciduous) ve *Pinus*) azalmış ve orman tahribatı sonucunda *Juniperus*, *Artemisia* ve Poaceae artış göstermiştir (Leroy vd., 2002; Miebach vd., 2016).

Orta Anadolu'da yer alan Nar Gölü (England vd., 2008) ve Engir Gölü'nde (Ören, 2018; Şenkul vd., 2018) BİD geç tarihte başlamış ve GÖ 1800-1330 yılları arasında yaşanmıştır (England vd., 2008; Roberts vd., 2016). Bu dönemde kültürel bitki (*Olea europaea*, *Juglans regia*, *Castanea sativa*, *Vitis vinifera*) ve tahıl tarımı (Cerealia type, *Secale cereale* (çavdar), *Avena* (yulaf)/*Triticum* (buğday) ve *Hordeum* (arpa)) ile birlikte hayvancılık faaliyetleri (*Plantago lanceolata*, *Polygonum aviculare*, *Sanguisorba minor*, *Rumex acetosella* ve *Centaurea solstitialis*) yoğun olarak görülmüş ve *Quercus* (deciduous) ile birlikte özellikle *Pinus* ormanları önemli oranda tahrip edilmiştir (England vd., 2008; Ören, 2018; Şenkul vd., 2018). Bu dönem içerisinde *Pinus* başta olmak üzere odunsu polen oranlarındaki büyük oranlı düşüş ve aynı dönemde yoğun tarım faaliyetlerinin başladığını gösteren taksonların ortaya çıkışı, orman alanlarının ağaç kesimi ile büyük oranda ortadan kaldırıldığına işaret etmektedir. Bunun yanı sıra BİD sırasında *Artemisia* polen yüzdelilerinin yüksek değerler göstermesi bu dönemde

ormanların yok edilmesinin sahada *Artemisia*'nın yayılmasına yol açtığını göstermektedir (Bottema ve Woldring, 1990; Ören, 2018; Şenkul vd., 2018).

Doğu Anadolu'da Van Gölü (Kaplan ve Heumann, 2010; Litt vd., 2009; van Zeist ve Woldring, 1978; Wick vd., 2003) ve Hazar Gölü (Biltekin vd., 2018) çevresinde GÖ 3000-1700 yılları arasında tahıl tarımı (*Cerealia* type), kültürel bitki tarımı (*Juglans regia*) ve hayvancılık faaliyetleri (*Plantago lanceolata*, *Polygonum aviculare*, *Rumex acetosella*, *Sanguisorba minor*, *Scabiosa* (uyuzotu), Caryophyllaceae (karanfilgiller)) yoğunlaşmıştır. Bu dönemde *Quercus* (deciduous) ormanları tahribat nedeniyle azalırken (Landmann vd., 1996; Litt vd., 2009) *Artemisia*, Poaceae, *Juniperus* ve *Quercus* (evergreen) arazide yayılış göstermiştir (Biltekin vd., 2018; Kaplan ve Örcen, 2011; Litt vd., 2009; van Zeist ve Woldring, 1978; Wick vd., 2003).

Tüm veriler ışığında BİD'de kültürel bitki tarımı, tahıl tarımı ve hayvancılık faaliyetlerine işaret eden antropojenik gösterge polen taksonları artış gösterirken, ormanların tahrip edildiğine işaret eden odunsu polen taksonlarının önemli oranda azaldığı görülmüştür. Bunun yanı sıra tahrip edilen sahalarda yayılış gösteren *Artemisia* ve Poaceae gibi otsu taksonlar ile *Quercus* (evergreen), *Juniperus* ve *Phillyrea* gibi odunsu taksonlara ait polenlerin artış gösterdiği belirlenmiştir (Çizelge 1).

### 3.1.3. Geçici Olarak Terk Edilmiş Araziler ve Ormanın Yeniden Gelişimi

Terk edilmiş arazilerden elde edilen polen verileri, insan faaliyetinin sona ermesinden sonra insan kaynaklı vejetasyondan ikincil vejetasyona dönüşen arazinin ilk adımını yansıtmaktadır (Li vd., 2015; Shu vd., 2010). İnsan etkisi azaldığı ya da sonlandığı zaman vejetasyonun ikincil gelişimini gösteren ilk aşamada arazi çalı vejetasyonu tarafından kaplanır. Son olarak ise arazide ormanın hâkimiyeti görülür (Neumann vd., 2010; Tomaselli, 1977). Bu doğrultuda BİD'nin sonu, hâkim orman ağacı olan *Pinus* ile birlikte ormanların yeniden gelişimi ve antropojenik gösterge taksonlarının belirgin şekilde azalması veya ortadan kalkması ile işaretlenir (Eastwood vd., 1998; Roberts vd., 2018). Anadolu'dan elde edilen pek çok polen kaydında, BİD'nin sona ermesinin hemen ardından *Pinus* poleninde hızlı ve belirgin bir artış görülmektedir (Biltekin vd., 2018; Bottema vd., 1993-1994; England vd., 2008; Litt vd., 2009; Miebach vd., 2016; Ören, 2018; Şenkul vd., 2018; van Zeist vd., 1975). Bununla birlikte ormanın yeniden gelişimi döneminde *Pinus* ağaçları BİD öncesinde farklı türdeki diğer ağaçlar (ağaç türü bölgenin vejetasyon yapısına göre değişmektedir) ile genellikle ortak hâkimiyete sahipken, BİD sonrasında genellikle tek başına gelişim göstermiştir (Eastwood vd., 1998; Roberts vd., 2018).

Güneybatı Anadolu'daki Gölhisar Gölü çevresinde BİD'nin sona ermesinin ardından GÖ 1300-1000 yılları arasında *Pinus* poleninde yüksek yüzde oranları görülürken, *Olea europaea*, *Juglans regia*, *Castanea sativa*, *Pistacia*, *Cerealia* type gibi birincil antropojenik göstergeler ile *Plantago lanceolata* ve *Sanguisorba minor* gibi ikincil antropojenik göstergeler bu dönemde azalmış ya da ortadan kalkmıştır (Bottema ve Woldring, 1984). Ayrıca bu dönemde ormanın tahrip edildiği arazilerde yayılış gösteren *Artemisia* ve Poaceae poleni oranları da büyük oranda azalmıştır. Bu veri *Pinus* ormanının Gölhisar Gölü çevresinde GÖ 1300 yılından itibaren yeniden geliştiğini ve yayıldığını ve BİD'nin sona erdiğini göstermektedir (Bottema ve Woldring, 1984; Eastwood vd., 1999).

BİD, tarımsal faaliyetler süresince ormanların tahrip edilmesinden arazinin terk edilmesine ve ormanların ikincil gelişimine kadar tam bir döngüyü içerir (Bottema ve Woldring, 1990; Roberts, 1990). Buna karşın, bu ormanların tür kompozisyonu BİD öncesi ve sonrasında oldukça farklıdır (Eastwood vd., 1998). Özellikle, BİD öncesinde Gölhisar Gölü çevresinde *Pinus* ve *Quercus* (deciduous) ortak bir hâkimiyete sahipken, orman tahribatı neticesinde belirgin bir düşüş gösteren *Pinus*, çoğunlukla rejenerasyondan sonra gelişen ikincil orman içerisinde baskın polen tipine dönüşmüştür. Benzer durum diğer Güneybatı lokasyonlarında da ortaya çıkmaktadır. Örneğin, Beyşehir Gölü (*Cedrus*) (Şekil 1; Bottema ve Woldring, 1984), Söğüt Gölü (*Quercus* (deciduous), *Juniperus*) (van Zeist vd., 1975), Pınarbaşı Gölü (*Cedrus*) (Bottema ve Woldring, 1984), Bereket Havzası (*Cedrus*) (Bakker vd., 2013) ve Gravgaz Bataklığı (*Cedrus*, *Quercus* (deciduous), *Abies*) (Bakker vd., 2013; Vermoere vd., 2000, 2002) çevresinde orta Holosen başlarında belirtilen türler *Pinus* ile ortak bir hâkimiyete sahip olmuştur, ancak *Pinus* haricinde bu türler BİD'den hemen sonra meydana gelen ikincil ormanlık alanlarda neredeyse hiç bulunmamıştır (Roberts, 1990). *Pinus*, terk edilmiş tarım arazilerindeki ikincil orman gelişiminin öncüleridir ve kuru ortamlarla başa çıkabilen mücadeleci bir özelliğe sahiptir (Ne'eman vd., 2004; Neumann vd., 2007). Bu nedenle bazı çalışmalar bir bitki popülasyonun azalması sonucunda arazinin *Pinus* ormanları tarafından hızlı bir şekilde kaplandığını ifade etmektedir (England vd., 2008; Kaniewski vd., 2007; Neumann vd., 2007). Bazı çalışmalar ise yüksek *Pinus* poleni yüzdelerinin, aşırı otlatma nedeniyle doğal vejetasyonun tahrip edilmesi sonucunda meydana geldiğini öne sürmektedir (Bottema ve Woldring, 1995; Knipping vd., 2008; Vermoere vd., 2000). Bununla birlikte *Pinus*'un yüksek oranda polen üretme özelliklerine sahip olması nedeniyle polen diyagramlarında *Pinus*'un varlığının değerlendirilmesi aşamasında güncel vejetasyon özelliklerinin dikkate alınması gerekmektedir (Vermoere vd., 2002).

Kuzey Anadolu'da yer alan Melen Gölü (Bottema ve Woldring, 1990), Kaz Gölü (Bottema vd., 1993-1994), Lâdik Gölü (Bottema vd., 1993-1994), Çubuk Gölü (Ocakoğlu vd., 2016) ve Yeniçağa Gölü (Bottema vd., 1993-1994) çevresinde GÖ 1500 yılından itibaren tarım döneminin bitmesinin ardından antropojenik göstergeler azalmış ve *Pinus* ormanlarının geliştiği görülmüştür. *Pinus* poleninin artışının diğer ağaç taksonlarının ortadan kalkmasının bir sonucu olarak meydana geldiği belirtilmiştir (Bottema vd., 1993-1994). Dolayısıyla antropojenik göstergeler azalırken, ortamdaki insan etkisinin azalması nedeniyle *Pinus* ormanlarının ikincil gelişimi görülmüştür. *Pinus*'ta artış olmasına rağmen yaprağını döken ağaç taksonlarında artış olmamasının nedeni olarak BİD sonrasında yoğun tarımsal faaliyetler bitmesine rağmen otlatma faaliyetlerinin kısmen devam etmesi ve otlatma faaliyetlerinin vejetasyon üzerindeki tahrip edici etkisi nedeniyle yaprağını döken ağaç taksonlarının gelişimini engellemesi olarak belirtilmiştir (Bottema vd., 1993-1994).

Batı Anadolu'da yer alan Bafa Gölü çevresinde BİD'nin ardından (GÖ 1300) antropojenik göstergelerde büyük oranlı azalma kaydedilmiştir (Knipping vd., 2008; Müllenhoff vd., 2004; van Zeist vd., 1975). Bu dönemde özellikle antropojenik göstergelerden *Olea europaea* oranları düşerken *Pistacia* birlikleri ve *Pinus* oranlarında meydana gelen artışın terk edilmiş arazide maki vejetasyonu içerisindeki *Pistacia* birlikleri ve *Pinus* ormanının yayılışını gösterdiği belirtilmiştir (Jahns, 1993; Müllenhoff vd., 2004).

Kuzeybatı Anadolu'da yer alan Manyas Gölü (Leroy vd., 2002) ve İznik Gölü'nde (Miebach vd., 2016) GÖ 1300 yılında insan etkisinin azalması sonucunda antropojenik göstergelerin azalmasıyla *Pinus* poleni önemli derecede artmış, dolayısıyla *Pinus* ormanları tekrar gelişim göstermiştir. Her iki sahada da BİD öncesinde *Quercus* (deciduous) ve *Pinus* ormanı hâkimken BİD'nin hemen sonrasında yalnızca *Pinus* ormanı gelişebilmiştir.

Orta Anadolu'da yer alan Nar Gölü (Eastwood vd., 2009; England vd., 2008) ve Engir Gölü (Ören, 2018; Şenkul vd., 2018) çevresinde GÖ 1300 yılından itibaren tarım ve hayvancılığı gösteren polen taksonlarında azalma hatta ortadan kalkma görülürken *Pinus* polenlerinde belirgin bir artış görülmüştür. Dolayısıyla bu, *Pinus* ormanlarının alandaki ikincil gelişimini göstermektedir. Bunun yanı sıra belirgin bir şekilde, bu dönemde *Artemisia* oranlarındaki azalma daha önce ormanların tahrip edilmesi ve otlatma faaliyetleri nedeniyle step vejetasyonunun yayıldığı alanların ormanlar tarafından tekrar işgal edildiğini gösterir (Eastwood vd., 2009; Ören, 2018; Şenkul vd., 2018).

Doğu Anadolu'da yer alan Van Gölü (Litt vd., 2009) ve Hazar Gölü'nde (Biltekin vd., 2018) GÖ 1500 yılından itibaren yoğun tarım dönemi sonrasında tarım göstergelerinin azaldığı ve *Pinus* ormanlarının gelişim gösterdiği belirtilmiştir. Her iki sahada da BİD öncesinde *Quercus* (deciduous) ormanları yaygınken BİD'nin hemen sonrasında *Quercus* (deciduous)'un yanı sıra *Pinus* ormanları da gelişim göstermiştir.

Tüm verilere göre BİD'nin sonu, ikincil orman gelişimini gösteren özellikle *Pinus* başta olmak üzere odunsu polen değerlerinde belirgin bir artış ve *Olea europaea*, *Juglans regia*, *Fraxinus ornus*, *Castanea sativa*, *Vitis vinifera*, *Cerealia type* gibi birincil göstergelerin ve *Sanguisorba minor*, *Plantago lanceolata*, *Polygonum aviculare*, *Rumex acetosella* ve *Centaurea solstitialis* gibi ikincil antropojenik göstergelerin azalması veya ortadan kalkması ile karakterizedir. Ayrıca bu dönemde *Artemisia* poleni oranlarının büyük miktarda düşmesi hatta ortadan kalkması ikincil orman gelişimini kanıtlar niteliktedir (Çizelge 1).

#### 4. Sonuç

Orta ve geç Holosen'e ait tüm fosil polen verilerinin değerlendirilmesi sonucunda Anadolu'da görülen paleovejetasyon ve paleoarazi değişimlerinin başlıca üç ayrı döneme ayrıldığı belirlenmiştir. Bu dönemler Anadolu'da yaygın olarak görülen Beyşehir İskân Dönemi (BİD) öncesindeki doğal vejetasyon dönemi, BİD sırasında görülen doğal ormanın tahrip edilmesi ile yoğun tarımsal faaliyetler ve son olarak arazinin geçici olarak terk edilmesi ve ikincil orman vejetasyonunun gelişimidir.

Doğal vejetasyon döneminde arazinin coğrafi koşullarına uygun olan vejetasyon tiplerine ait polenlerin oranları oldukça yüksek değerler gösterirken, bu dönemde belirgin bir antropojenik gösterge polenine rastlanmamıştır. Bu dönemde Anadolu'da yaygın olarak *Pinus*, *Cedrus*, *Quercus* (deciduous), *Carpinus*, *Fagus*, *Abies* gibi yüksek rekabet yeteneğine sahip ağaç polenleri görülür. Dolayısıyla polen diyagramlarında odunsu polen oranları yüksek, otsu polen oranları düşüktür.

BİD sırasında antropojenik gösterge taksonları ortaya çıkmakta ve doğal vejetasyona ait polen taksonları belirgin şekilde azalma göstermektedir. Bu dönem sırasında yaygın olarak görülen birincil antropojenik göstergeler *Olea europaea*, *Juglans regia*, *Fraxinus ornus*, *Castanea sativa*, *Vitis vinifera*,

*Pistacia*, *Cerealia* type; ikincil antropojenik göstergeler *Plantago lanceolata*, *Rumex acetosella*, *Polygonum aviculare*, *Sanguisorba minor* ve *Centaurea solstitialis*'tir. Bu dönemde ayrıca doğal ormanın tahribatı sonucunda *Quercus* (evergreen), *Juniperus* ve *Phillyrea* gibi ağaç ve çalı taksonları ile *Artemisia* ve Poaceae gibi otsu taksonları yayılış göstermiştir.

BİD sonrasında yani arazinin terk edilme döneminde antropojenik göstergeler ile ormanların tahrip edildiği sahalarda yayılış gösteren *Artemisia* belirgin şekilde azalırken, ikincil ormanların gelişimi görülmüştür. Bununla birlikte bu ormanların tür kompozisyonu BİD öncesi ve sonrasında farklılık göstermiştir. BİD öncesinde bölge koşullarına uygun doğal vejetasyon türleri görülürken BİD sonrasında özellikle *Pinus* ormanları hâkim duruma geçmiştir. Bu dönemde polen diyagramlarında otsu polen oranları düşük, odunsu polen oranları yüksektir.

Polen diyagramlarında paleovejetasyon ve paleoarazi kullanımı dönemlerinin belirlenmesi ve diyagramların doğru bir şekilde yorumlanması amacıyla araştırma yapılan bölgenin doğal coğrafi koşulları ve güncel vejetasyon yapısı mutlaka dikkate alınmalıdır. Bunun yanı sıra polen diyagramlarında özellikle yoğun insan etkisine işaret eden dönemin varlığı ve bu dönemde gerçekleştirilen insan faaliyetleri tarihsel, arkeolojik ve mikro-makro fosil verileriyle karşılaştırılmalıdır. Böylece yerleşme, tarım, hayvancılık ve yerleşmenin terk edilmesi gibi insan faaliyetleri kronolojik olarak diğer verilerle desteklenebilir.

Paleovejetasyon ve paleoarazi kullanımı dönemlerinin Anadolu genelinde daha bütüncül ve alan olarak daha yüksek çözünürlükte değerlendirilebilmesi için Anadolu'nun farklı bölgelerinde özellikle orta-geç Holosen dönemini kapsayan daha fazla sayıda fosil polen çalışmaları gerçekleştirilmesine ihtiyaç vardır.



# Changes in Land Use and Vegetation in Anatolia in the Middle-Late Holocene According to Fossil Pollen Records

Aziz Ören\*<sup>a</sup>

Submitted: 29.06.2021

Accepted: 04.11.2021

## EXTENDED ABSTRACT

### 1. Introduction

The palaeovegetation and palaeoland use characteristics of a site can be determined by fossil pollen analysis studies, which are frequently used in palaeoenvironment studies (Bakker et al., 2013; Behre, 1990; Bottema and Woldring, 1984; England et al., 2008; Kaniewski et al., 2007; Roberts et al., 2016). By means of the pollen diagrams obtained in the studies carried out to date, vegetation change periods can be effectively distinguished on the basis of common anthropogenic indicator pollen taxa (Behre, 1981, 1988, 1990; Li et al., 2015).

Among the studies carried out in Anatolia so far, there are many modern and fossil pollen studies, where the vegetation structure in the places where human influence is present and the results of the analysis are given. On the other hand, there is no study in which these results and the changes in palaeoland use and palaeovegetation are given together and the distinctive features of these changes are evaluated. The lack of studies evaluating the pollen changes and their characteristic features used in the interpretation of fossil pollen diagrams and determining the periods of palaeovegetation and palaeoland use in a field made this study necessary. For this purpose, in this study, in the light of the results of the fossil pollen analysis studies carried out in Southwest Anatolia (Bakker et al., 2012; Bottema and Woldring, 1984; Eastwood et al., 1998; Kaniewski et al., 2007; Vermoere et al., 2002), North Anatolia (Bottema et al., 1993-1994; Izdebski, 2013; Leroy et al., 2010), Northwest Anatolia (Leroy et al., 2002; Miebach et al., 2016), Western Anatolia (Müllenhoff et al., 2004; Sullivan, 1988), Central Anatolia (Eastwood et al., 2009; England et al., 2008; Ören, 2018; Roberts et al., 2016; Şenkul et al., 2018) and Eastern Anatolia (Biltekin et al., 2018; Eriş et al., 2018) covering the years 5000-1000 BP, the periods of palaeoland use that emerged with human influence and the characteristics of the palaeovegetation changes that took place in these periods are given together.

### 2. Methodology

In the light of the results of the fossil pollen studies carried out in different regions until today in order to evaluate the palaeoland use and palaeovegetation periods, the period in which natural vegetation was preserved; deforestation and agricultural period, temporarily abandoned lands and forest

\* **Corresponding Author:** azizoren@sdu.edu.tr

<sup>a</sup> Süleyman Demirel University, Faculty of Art and Science, Geography Department, Isparta, Turkey, <http://orcid.org/0000-0002-9256-7164>

regeneration periods were determined and presented systematically. In the determination of these periods, the fossil pollen findings of the studies on the Beyşehir Occupation Phase (BOP), which is the period when intense human influence was experienced in many regions in Anatolia, and the changes in pollen taxa that occurred before and after this period were used. In order to exhibit rapid and significant changes in these findings, only the data of the first centuries were used in the environmental changes that occurred after the end of the BOP, and the data of the last millennium were excluded from the scope of the study. In addition, in order to reveal the environmental changes that took place in a holistic approach, only studies dealing with the three periods before, during and after the BOP were used, studies in which there is no one of these periods and no dating are found were excluded from the scope of the study. In order to determine the emerging periods in these studies, the proportional changes of woody and herbaceous pollen taxa and anthropogenic indicator pollen taxa over time were used in the pollen diagrams. However, since the anthropogenic indicator pollen taxa used in the evaluation of palaeoland and palaeovegetation periods and their characteristics were given in detail in another study (Ören, 2020), only the temporal variation of these taxa was mentioned in this study.

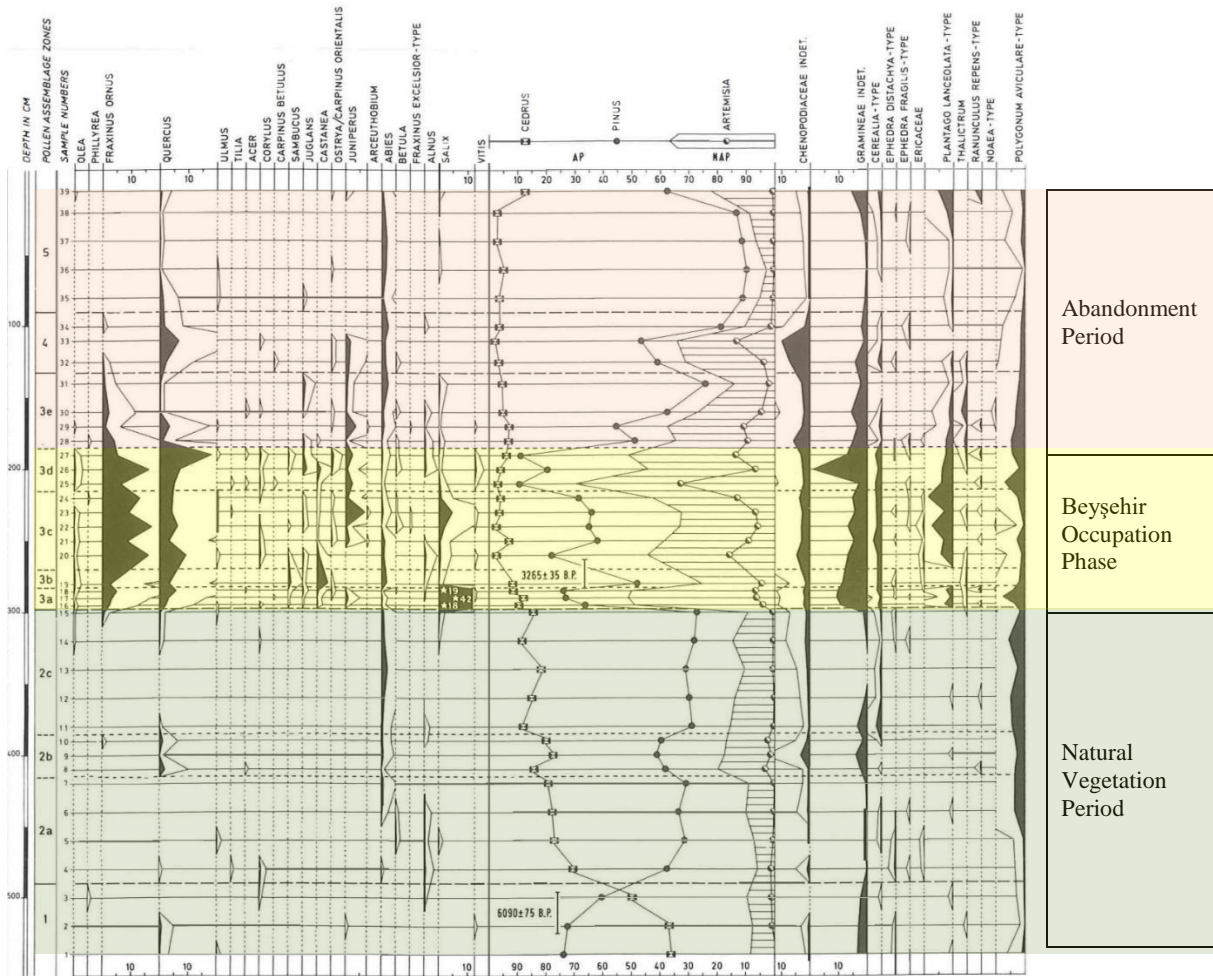
### **3. Result and Discussion**

#### **3.1. Vegetation Change and Land Use Periods**

##### *3.1.1. Period in which Natural Vegetation is Conserved*

According to the fossil pollen data obtained from different locations in Anatolia, between 5000-3200 BP in Southwest Anatolia (Figure 1; Bakker et al., 2012; Bakker et al., 2013; Bottema and Woldring, 1984; Eastwood et al., 1999; Roberts, 1990; Vermoere et al., 2000) and North Anatolia (Bottema and Woldring, 1990; Bottema et al., 1993-1994; Oçakoğlu et al., 2016), between 4000-3200 BP in Western Anatolia (Müllenhoff et al., 2004) and Northwest Anatolia (Leroy et al., 2002; Miebach et al., 2016), in Central Anatolia between 4800-1650 BP (Ören, 2018; Şenkul et al., 2018; Turner et al., 2008) and in Eastern Anatolia between 4000-3000 BP (Biltekin et al., 2018; Landmann et al., 1996; van Zeist and Woldring, 1978; Wick et al., 2003), it is seen that natural forest vegetation was dominant before the beginning of the intensive agriculture period. In this period, while woody pollen rates are high in pollen diagrams, herbaceous pollen rates are low. In addition, there is no clear evidence of human influence on vegetation during this period (Table 1).





**Figure 1.** Percentage pollen diagram from Beyşehir Lake  
**Source:** Bottema and Woldring, 1984

**Table 1.** Middle-late Holocene palaeovegetation and palaeoland change periods in Anatolia

Periods	Characteristic features	Common pollen taxa
Natural vegetation period	There is a natural vegetation cover suitable for the geographical conditions of the region. Tree pollens with high competitive ability are generally seen in this vegetation In pollen diagrams, woody pollen rates are high and herbaceous pollen rates are low.	<i>Pinus</i> , <i>Cedrus</i> , <i>Quercus</i> (deciduous), <i>Carpinus</i> , <i>Fagus</i> , <i>Abies</i>
Beyşehir Occupation Phase	Pollen taxa of plants showing invasive vegetation development are seen. These consist of pollen taxa of plants growing under trees or growing in open areas where forests have been completely destroyed.  The most important feature of this period is the presence of grain pollen, cultural plant pollen due to intensive agricultural activities, and pollen of woody and herbaceous plants that emerged or increased due to anthropogenic effects.	<i>Quercus</i> (evergreen), <i>Juniperus</i> , <i>Phillyrea</i> , <i>Artemisia</i> , Poaceae  <i>Olea europaea</i> , <i>Juglans regia</i> , <i>Fraxinus ornus</i> , <i>Castanea sativa</i> , <i>Vitis vinifera</i> , <i>Pistacia</i> , Cerealia type, <i>Sanguisorba minor</i> , <i>Plantago lanceolata</i> , <i>Polygonum aviculare</i> , <i>Rumex acetosella</i> , <i>Centaurea solstitialis</i>
Abandonment period	Grain and cultural plant pollen is markedly reduced, and anthropogenic indicators are replaced by tree pollen taxa that indicate secondary forest development. Herbaceous pollen rates are low and woody pollen rates are high in pollen diagrams.	<i>Pinus</i>

### 3.1.2. Deforestation and Agricultural Period

The agricultural period was named the Beyşehir Occupation Phase (BOP) because the sediment core, in which the intense anthropogenic period was first recorded, belongs to Beyşehir Lake (Figure 1; Bottema and Woldring, 1984; Bottema et al., 1986; Bottema and Woldring, 1990; van Zeist et al., 1975).

In Southwest Anatolia, between 3200-1300 BP (Figure 1; Bakker et al., 2013; Bottema and Woldring, 1984; Eastwood et al., 1998, 1999; Kaniewski et al., 2007; van Zeist et al., 1975; Vermoere et al., 2000, 2002), in North Anatolia (Bottema and Woldring, 1990; Bottema et al., 1993-1994; Oçakoğlu et al., 2016), Western Anatolia (Müllenhoff et al., 2004; Knipping et al., 2008) and Northwest Anatolia (Leroy et al., 2002; Miebach et al., 2016) in 3200 BP, in Central Anatolia between 1800-1330 BP (England et al., 2008; Roberts et al., 2016; Ören, 2018; Şenkul et al., 2018) and in Eastern Anatolia between 3000-1700 BP (van Zeist and Woldring, 1978; Landmann et al., 1996; Wick et al., 2003; Litt et al., 2009; Kaplan and Heumann, 2010; Kaplan and Örçen, 2011; Biltekin et al., 2018) BOP was experienced and while anthropogenic indicator pollen taxa indicating cultural plant agriculture, grain farming and pastoralism activities increased, woody pollen taxa indicating deforestation decreased significantly. In addition, it was determined that the pollen of taxa such as *Artemisia*, Poaceae, *Quercus* (evergreen), *Juniperus* and *Phillyrea*, which spread in the destroyed areas, increased (Table 1).

Behre (1990) determined in his studies on this subject that *Quercus* (evergreen) and *Juniperus* emerged as a result of the destruction of natural forest vegetation. *Quercus* (evergreen) often occurs as

a shrub under *Pinus* forest (Zohary, 1973), so it benefits from *Pinus* destruction as *Pinus* fails to regrow, more light becomes available and sprouts from cut logs after cutting (van Zeist et al., 1975). *Juniperus* can emerge as a result of intense grazing activities after the destruction of *Pinus* trees (van Zeist et al., 1975; Eastwood et al., 1999), so it is described as an invasive plant of open areas (Ejarque et al., 2011). It has also been stated that the existence and dominance of *Artemisia* and Poaceae in this agricultural period occurred as a result of the destruction of natural forests (Behre, 1981; Bottema and Woldring, 1984; Bottema and Woldring, 1990; Bottema et al., 1993-1994; Ören, 2020; van Zeist et al., 1975;).

### 3.1.3. Temporarily Abandoned Lands and Forest Regeneration

After the end of BOP, between 1300-1000 BP in Southwest Anatolia (Bottema and Woldring, 1984), after 1500 BP in North Anatolia (Bottema and Woldring, 1990; Bottema et al., 1993-1994; Oçakoğlu et al., 2016), after 1300 BP in Western Anatolia (Knipping et al., 2008; Müllenhoff et al., 2004; van Zeist et al., 1975), Northwest Anatolia (Leroy et al., 2002; Miebach et al., 2016) and Central Anatolia (Eastwood et al., 2009; England et al., 2008; Ören, 2018; Şenkul et al., 2018) and after 1500 BP in Eastern Anatolia (Biltekin et al., 2018; Litt et al., 2009) high percentages of *Pinus* pollen have been observed, while anthropogenic indicators were decreased or disappeared during this period. In addition, the decrease in the rates of *Artemisia* and Poaceae pollen, which spread in the areas where the forest was destroyed, is evidence of secondary forest development (Table 1; Bottema and Woldring, 1984; Eastwood et al., 1999).

*Pinus* are pioneers of secondary forest development in abandoned agricultural lands and have a combative nature that can cope with dry environments (Ne'eman et al., 2004; Neumann et al., 2007). For this reason, some studies state that the land is quickly covered by *Pinus* forests as a result of a plant population decline (England et al., 2008; Kaniewski et al., 2007; Neumann et al., 2007). Other studies suggest that high *Pinus* pollen percentages result from destruction of natural vegetation due to overgrazing (Bottema and Woldring, 1995; Knipping et al., 2008; Vermoere et al., 2000). However, because *Pinus* has high pollen production characteristics, modern vegetation characteristics should be taken into account when evaluating the presence of *Pinus* in pollen diagrams (Vermoere et al., 2002).

## 4. Conclusions

As a result of the evaluation of all fossil pollen data belonging to the mid-late Holocene, it was determined that the palaeovegetation and palaeoland changes in Anatolia were divided into three main periods.

While the rates of pollen belonging to the vegetation types suitable for the geographical conditions of the land in the natural vegetation period showed very high values, no significant anthropogenic indicator pollen was found in this period.

During BOP, anthropogenic indicator taxa emerge and natural vegetation taxa show a significant decrease. In this period, tree and shrub taxa such as *Quercus* (evergreen), *Juniperus* and *Phillyrea* and herbaceous taxa such as *Artemisia* and Poaceae spread as a result of the destruction of the natural forest.

After the BOP, that is, during the abandonment period, anthropogenic indicators and *Artemisia*, which spread in the areas where the forests were destroyed, decreased significantly, while the development of secondary forests was observed.

In order to determine the palaeovegetation and palaeoland use periods in the pollen diagrams and to interpret the diagrams correctly, the natural geographical conditions and modern vegetation structure of the research area must be taken into account. In addition, the presence of the period indicating intense human influence and the human activities carried out in this period in the pollen diagrams should be compared with historical, archaeological and micro-macro fossil data. Thus, human activities such as settlement, agriculture, pastoralism and abandonment of the settlement can be supported chronologically by other data.

In order to evaluate the palaeovegetation and palaeoland use periods in Anatolia in a more holistic and with higher resolution in terms of area, more fossil pollen studies are needed to be carried out in different regions of Anatolia, especially covering the mid-late Holocene period.

### Referanslar/References

- Atalay, İ. (1992). *The paleogeography of the Near East (from late Pleistocene to early Holocene) and human impact*. İzmir: Ege University Press.
- Bakker, J., Paulissen, E., Kaniewski, D., De Laet, V., Verstraeten, G., Waelkens, M. (2012). Man, vegetation and climate during the Holocene in the Territory of Sagalassos, Western Taurus mountains, SW Turkey. *Vegetation History and Archaeobotany*, 21 (4), 249-266. doi: 10.1007/S00334-011-0312-4
- Bakker, J., Paulissen, E., Kaniewski, D., Poblome, J., De Laet, V., Verstraeten, G., Waelkens, M. (2013). Climate, people, fire and vegetation: new insights into vegetation dynamics in the Eastern Mediterranean since the 1st century AD. *Climate of the Past*, 9 (1), 57-87. doi: 10.5194/cp-9-57-2013
- Behre, K. E. (1981). The interpretation of anthropogenic indicators in pollen diagrams. *Pollen et Spores*, 23 (2), 225-245.
- Behre, K. E. (1988). The role of man in European vegetation history. Huntley, B. W., Webb, T. III (Ed.), *Vegetation history* (633-672). Dordrecht: Springer. doi: 10.1007/978-94-009-3081-0\_17
- Behre, K. E. (1990). Some reflections on anthropogenic indicators and the record of prehistoric occupation phases in pollen diagrams from the Near East. In Bottema, S., Entjes-Nieborg, G., van Zeist, W. (Eds.), *Man's Role in the Shaping of the Eastern Mediterranean Landscape* (219-230). Rotterdam: A. A. Balkema.
- Bell, M., Walker, M. J. C. (1992). *Late Quaternary Environmental Change: Physical and human perspectives*. Harlow: Longman Group UK Limited.
- Berglund, B. E. (1988). The cultural landscape during 6000 years in South Sweden-an interdisciplinary study. In Birks, H. H., Birks, H. J. B., Kaland, P. E., Moe, D. (Eds.), *The Cultural Landscape: Past, Present and Future* (241-254). Cambridge: Cambridge University Press.
- Berglund, B. E., Emanuelsson, U., Persson, S., Persson, T. (1986). Pollen/vegetation relationships in grazed and mowed plant communities of South Sweden. Behre, K. E. (Eds.), *Anthropogenic Indicators in Pollen Diagrams* (37-51). Rotterdam: Balkema.
- Berglund, B. E., Ralska-Jasiewiczowa, M. (1986). Pollen analysis. Berglund, B. E. (Ed.), *Handbook of Holocene Palaeoecology and Palaeohydrology* (455-484). Chichester: Wiley.
- Biltekin, D., Eriş, K. K., Çağatay, M. N., Akçer Ön, S., Bal Akkoca, D. (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. doi: 10.1002/jqs.3037
- Birks, H. H., Birks, H. J. B., Kaland, P. E., Moe, D. (1988). *The Cultural Landscape: Past, Present, and Future*. London: Cambridge University Press.
- Birks, H. J. B. (1990). Indicator values of pollen types from post-6000 B.P. pollen assemblages from southern England and southern Sweden. *Quaternary Studies in Poland*, 10, 21-31.

- Birks H. J. B., Gordon, A. D. (1985). *Numerical Methods in Quaternary Pollen Analysis*. London: Academic Press.
- Bottema, S., Woldring, H. (1984). Late Quaternary vegetation and climate of Southwestern Turkey. Part II. *Palaeohistoria*, 26, 123-149.
- Bottema, S., Woldring, H. (1990). Anthropogenic indicators in the pollen record of the Eastern Mediterranean. In Bottema, S., Entjes-Nieborg, G., van Zeist, W. (Eds.), *Man's Role in the Shaping of the Eastern Mediterranean Landscape* (231-264). Rotterdam: Balkema.
- Bottema, S., Woldring, H. (1995). The environment of classical Sagalassos: a palynological investigation. *Sagalassos III, Report on the fourth excavation campaign of 1993, Acta Archaeologica Lovaniensia Monographiae* 7 (327-340). Leuven: Leuven University Press.
- Bottema, S., Woldring, H., Aytuğ, B. (1986). Palynological investigations on the relations between prehistoric man and vegetation in Turkey: The Beyşehir Occupation Phase. In Demiriz, H., Özhatay, N. (Eds.), *Proceedings of the 5th Optima Congress* (315-328). September, 1986, İstanbul.
- Bottema, S., Woldring, H., Aytuğ, B. (1993-1994). Late Quaternary vegetation history of northern Turkey. *Palaeohistoria*, 35/36, 13-72.
- Brun, C. (2011). Anthropogenic indicators in pollen diagrams in eastern France: a critical review. *Vegetation History and Archaeobotany*, 20 (2), 135-142.
- Brun, C., Dessaint, F., Richard, H., Bretagnolle, F. (2007). Arable-weed flora and its pollen representation: a case study from the eastern part of France. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 146 (1-4), 29-50. doi: 10.1016/j.revpalbo.2007.02.001
- Eastwood, W. J., Gümüüşçü, O., Yiğitbaşıoğlu, H., Haldon, J. F., England, A. (2009). Integrating Palaeoecological and Archaeo-Historical records: Land use and Landscape change in Cappadocia (central Turkey) since late Antiquity. In Vorderstrasse, T., Roodenberg, J. (Eds.), *Archaeology of The Countryside in Medieval Anatolia* (45-69). Pihans.
- Eastwood, W. J., Roberts, N., Lamb, H. F. (1998). Palaeoecological and archaeological evidence for human occupation in southwest Turkey: the Beyşehir occupation phase. *Anatolian Studies*, 48, 69-86. doi: 10.2307/3643048
- Eastwood, W. J., Roberts, N., Lamb, H. F., Tibby, J. C. (1999). Holocene environmental change in southwest Turkey: a palaeoecological record of lake and catchment-related changes. *Quaternary Science Reviews*, 18 (4-5), 671-695. doi: 10.1016/S0277-3791(98)00104-8
- Edwards, K. J., MacDonald, G. M. (1991). Holocene palynology: II human influence and vegetation change. *Progress in Physical Geography*, 15 (4), 364-391. doi: 10.1177/030913339101500402
- Ejarque, A., Miras, Y., Riera, S. (2011). Pollen and non-pollen palynomorph indicators of vegetation and highland grazing activities obtained from modern surface and dung datasets in the eastern Pyrenees. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 167 (1-2), 123-139. doi: 10.1016/j.revpalbo.2011.08.001
- 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*, 18 (8), 1229-1245. doi: 10.1177/0959683608096598
- Eriş, K. K., Arslan, T. N., Sabuncu, A. (2018). Influences of Climate and Tectonic on the Middle to Late Holocene Deltaic Sedimentation in Lake Hazar, Eastern Turkey. *Arabian Journal for Science and Engineering*, 43 (7), 3685-3697. doi: 10.1007/s13369-017-3021-1
- Gaillard, M. J. (2007). Archaeological Applications. In Elias, S., Mock, M. (Eds.), *Encyclopedia of Quaternary Science* (2570-2595). Second Edition-Elsevier.
- Gaillard, M. J., Birks, H. J. B., Emanuelsson, U., Berglund, B. E. (1992). Modern pollen/land-use relationships as an aid in the reconstruction of past land-uses and cultural landscapes: an example from south Sweden. *Vegetation History and Archaeobotany*, 1 (1), 3-17. doi: 10.1007/BF00190697
- Gaillard, M. J., Birks, H. J. B., Emanuelsson, U., Karlsson, S., Lageras, P., Olausson, D. (1994). Application of modern pollen/land-use relationships to the interpretation of pollen diagrams- Reconstructions of land-use history in South Sweden, 3000-0 BP. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 82 (1-2), 47-73. doi: 10.1016/0034-6667(94)90019-1
- Greig, J. (1984). The palaeoecology of some British hay meadow types. In van Zeist, W., Casparie, W. A. (Eds.), *Plants and Ancient Man* (213-226). Rotterdam: Balkema.
- Groenman-van Waateringe, W. (1986). Grazing possibilities in the Neolithic of the Netherlands based on palynological data. Behre, K. E. (Ed.), *Anthropogenic Indicators in Pollen Diagrams* (187-202). Rotterdam: Balkema.

- Hall, V. A. (1989). A study of modern pollen rain from a reconstructed 19th century farm. *The Irish Naturalists' Journal*, 23 (3), 82-92.
- Hicks, S. (1988). The representation of different farming practices in pollen diagrams from northern Finland. Birks, H. H., Birks, H. J. B., Kaland, P. E., Moe, D. (Ed.), *The cultural landscape-past, present and future* (189-207). Cambridge: Cambridge University Press.
- Hicks, S., Birks, H. J. B. (1996). Numerical analysis of modern and fossil pollen spectra as a tool for elucidating the nature of fine-scale human activities in boreal areas. *Vegetation History and Archaeobotany*, 5 (4), 257-272. doi:10.1007/bf00195295
- Hjelle, K. L. (1999a). Modern pollen assemblages from mown and grazed vegetation types in western Norway. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 107 (1-2), 55-81. doi: 10.1016/S0034-6667(99)00015-9
- Hjelle, K. L. (1999b). Use of modern pollen samples and estimated pollen representation factors as aids in the interpretation of cultural activity in local pollen diagrams. *Norwegian Archaeological Review*, 32 (1), 19-39. doi: 10.1080/002936599420885
- Iversen, J. (1941). *Land occupation in Denmark's Stone age. A pollen-analytical study of the influence of farmer culture on the vegetational development*. Række: *Danmarks Geologiske Undersøgelse II*, 2 (66), 20-68.
- Iversen, J. (1949). *The influence of prehistoric man on vegetation*. Række: *Danmarks Geologiske Undersøgelse*, 3 (6), 1-25.
- Iversen, J. (1964). Plant indicators of climate, soil, and other factors during the Quaternary. Rep VI Int Congr Quater Warsaw 1961, Sect 2, 421-428.
- Izdebski, A. (2013). *A Rural Economy in Transition: Asia Minor from Late Antiquity into the early Middle Ages*. Journal of Juristic Papyrology supplement 18. Warsaw: Raphael Taubenschlag Foundation.
- Jahns, S. (1993). On the Holocene vegetation history of the Argive Plain (Peloponnese, southern Greece). *Vegetation History and Archaeobotany*, 2 (4), 187-203. doi: 10.1007/BF00198161
- Kaniewski, D., De Laet, V., Paulissen, E., Waelkens, M. (2007). Long-term effects of human impact on mountainous ecosystems, western Taurus Mountains, Turkey. *Journal of Biogeography*, 34 (11), 1975-1997. doi: 10.1111/j.1365-2699.2007.01753.x
- Kaniewski, D., Paulissen, E., De Laet, V., Waelkens, M. (2008). Late Holocene fire impact and post-fire regeneration from the Bereket basin, Taurus Mountains, southwest Turkey. *Quaternary Research*, 70 (2), 228-239. doi: 10.1016/j.yqres.2008.04.002
- Kaplan, G., Heumann, G. (2010). Van Gölü Kuzey Havzası'nın Son 1000 Yıllık polen Profili: İlk Sonuçlar. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 15 (2), 115-120.
- Kaplan, G., Örcen, S. (2011). Late Holocene Paleoflora of Lake Van Northern Basin. *Bulletin of the Earth Sciences Application and Research Centre of Hacettepe University*, 32 (2), 139-150.
- Knipping, M., Müllenhoff, M., Brückner, H. (2008). Human induced landscape changes around Bafa Gölü (western Turkey). *Vegetation History and Archaeobotany*, 17 (4), 365-380. doi: 10.1007/s00334-007-0132-8
- Landmann, G., Reimer, A., Lemcke, G., Kempe, S. (1996). Dating Late Glacial abrupt climate changes in the 14,750 yr long continuous record of Lake Van, Turkey. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 122 (1-4), 107-118.
- Leroy, S., Kazancı, N., İlleri, Ö., Kibar, M., Emre, O., McGee, E., Griffiths, H. I. (2002). Abrupt environmental changes within a late Holocene lacustrine sequence south of the Marmara Sea (Lake Manyas, NW Turkey): possible links with seismic events. *Marine Geology*, 190 (1-2), 531-552. doi: 10.1016/S0025-3227(02)00361-4
- Leroy, S. A. G., Schwab, M. J., Costa, P. J. M. (2010). Seismic influence on the last 1500-year infill history of Lake Sapanca (North Anatolian Fault, NW Turkey). *Tectonophysics*, 486 (1-4), 15-27. doi: 10.1016/j.tecto.2010.02.005
- Li, M., Xu, Q., Zhang, S., Li, Y., Ding, W., Li, J. (2015). Indicator pollen taxa of human-induced and natural vegetation in Northern China. *The Holocene*, 25 (4), 686-701. doi: 10.1177/0959683614566219
- Li, Y. Y., Zhou, L. P., Cui, H. T. (2008). Pollen indicators of human activity. *Chinese Science Bulletin*, 53 (9), 1281-1293. doi: 10.1007/s11434-008-0181-0
- Litt, T., Krastel, S., Sturm, M., Kipfer, R., Örcen, S., Heumann, G., Franz, S. O., Ülgen, U. B., Niessen, F. (2009). 'PALEOVAN', International Continental Scientific Drilling Program (ICDP): site survey results and perspectives. *Quaternary Science Reviews*, 28 (15-16), 1555-1567. doi: 10.1016/j.quascirev.2009.03.002
- Love, J. J., Walker, M. J. C. (2015). *Reconstructing Quaternary Environments* (3rd edition). Oxon: Routledge.

- Mercuri, A. M., Bandini Mazzanti, M., Florenzano, A., Montecchi, M. C., 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. doi: 10.1016/j.quaint.2013.01.005
- Miebach, A., Niestrath, P., Roeser, P., 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. doi: 10.5194/cp-12-575-2016
- Müllenhoff, M., Handl, M., Knipping, M., Brückner, H. (2004). The evolution of Lake Bafa (Western Turkey)-Sedimentological, microfaunal and palynological results. *G. Schernewski und T. Dolch (Hrsg.): Geographie der Meere und Küsten, Coastline Reports*, 1, 55-66.
- Ne'eman, G., Goubitz, S., Nathan, R. (2004). Reproductive traits of Pinus halepensis in the light of fire-a critical review. *Plant Ecology*, 171 (1), 69-79. doi: 10.1023/B:VEGE.0000029380.04821.99
- Neumann F. H., Kagan E. J., Leroy S. A. G., Baruch U. (2010). Vegetation History and Climate Fluctuations on a Transect along the Dead Sea West Shore and their Impact on Past Societies over the last 3500 years. *Journal of Arid Environments*, 74 (7), 756-764. doi: 10.1016/j.jaridenv.2009.04.015
- Neumann, F., Schölzel, C., Litt, T., Hense, A., Stein, M. (2007). Holocene vegetation and climate history of the northern Golan heights (Near East). *Vegetation History and Archaeobotany*, 16 (4), 329-346. doi: 10.1007/s00334-006-0046-x
- Ocakoğlu, F., Oybak Dönmez, E., Akbulut, A., Tunoğlu, C., Kır, O., Açıkalm, S., Erayık, C., Yılmaz, İ. Ö., Leroy, S. A. G. (2016). A 2800-year multi-proxy sedimentary record of climate change from Lake Çubuk (Göynük, Bolu, NW Anatolia). *The Holocene*, 26 (2), 205-221. doi: 10.1177/0959683615596818
- Ören, A. (2018). *Kültepe (Kayseri) Çevresinin Fosil Polen Analizleri Işığında Holosen Paleocoğrafyası*. Ankara Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yayınlanmamış Doktora Tezi, Ankara. <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezSorguSonucYeni.jsp> adresinden edinilmiştir.
- Ören, A. (2020). Fosil polen analizlerinde kullanılan antropojenik göstergelerin değerlendirilmesi ve arazi kullanım şekilleri. *Türk Coğrafya Dergisi*, 75, 163-172. doi: 10.17211/tcd.706977
- Randall, R. E., Andrew, R., West, R. G. (1986). Pollen catchment in relation to local vegetation: Ceann Ear, Monach Isles N.N.R., Outer Hebrides. *New Phytologist*, 104 (2), 271-310. doi: 10.1111/j.1469-8137.1986.tb00651.x
- Roberts, N. (1990). Human-induced landscape change in South and Southwest Turkey during the later Holocene. In Bottema, S., Entjes-Nieborg, G., van Zeist, W., (Eds.), *Man's Role in the Shaping of the Eastern Mediterranean Landscape* (53-66). Rotterdam: Balkema.
- Roberts, N. (2014). *The Holocene: an environmental history* (3rd edition). Oxford: Wiley Blackwell.
- 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., 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. doi: 10.1002/jqs.2852
- Roberts, N., Cassis, M., Doonan, O., Eastwood, W., Elton, H., Haldon, J., Izdebski, A., Newhard, J. (2018). Not the End of the World? Post-Classical Decline and Recovery in Rural Anatolia. *Human Ecology*, 46 (3), 305-322. doi: 10.1007/s10745-018-9973-2
- Roberts, N., Eastwood, W. J., Kuzucuoğlu, C., Fiorentino, G., Caracuta, V. (2011). Climatic, vegetation and cultural change in the eastern Mediterranean during the mid-Holocene environmental transition. *The Holocene*, 21 (1), 147-162. doi:10.1177/0959683610386819
- Roberts, N., Wright Jr, H. E. (1993). Vegetational, lake level and climatic history of the Near East and Southwestern Asia. In Wright Jr, H. E., Kutzbach, J. E., Webb III, T., Ruddiman, W. F., Street-Perrott, F. A., Bartlein, P. J. (Eds.), *Global climates since the Last Glacial Maximum* (53-67). Minneapolis: University of Minnesota Press.
- Shu, J., Wang, W., Jiang, L., Takahara, H. (2010). Early Neolithic vegetation history, fire regime and human activity at Kuahuqiao, Lower Yangtze River, East China: New and improved insight. *Quaternary International*, 227 (1), 10-21. doi:10.1016/j.quaint.2010.04.010
- Song, C. Q., Sun, X. J. (1999). Advances in studies of Quaternary Palynology in China. *Advances in Earth Science*, 14 (4), 401-406.
- Sullivan, D. G. (1988). The Discovery of Santorini Minoan Tephra in Western Turkey. *Nature*, 333 (6173), 552-554. doi:10.1038/333552a0
- 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*, 486, 107-115. doi:10.1016/j.quaint.2017.12.044

- Tomaselli, R. (1977). The degradation of the Mediterranean maquis. *Ambio*, 6 (6), 356-362.
- Turner, R., Roberts, N., Jones, M. D. (2008). Climatic pacing of Mediterranean fire histories from lake sedimentary microcharcoal. *Global and Planetary Change*, 63 (4), 317-324. doi:10.1016/j.gloplacha.2008.07.002
- van Zeist, W., Bottema, S. (1991). Late Quaternary vegetation of the Near East. In Reihe, A. (Ed.), *Atlas des vorderen Orients (Naturwissenschaften no. 18)* (156 pp). Wiesbaden: Beihefte zum Tübingen.
- van Zeist, W., Woldring, H. (1978). A postglacial pollen diagram from Lake Van in east Anatolia. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 26 (1-4), 249-276. doi:10.1016/0034-6667(78)90015-5
- van Zeist, W., Woldring, H., Stapert, D. (1975). Late Quaternary vegetation and climate of the southwestern Turkey. *Palaeohistoria*, 17, 53-143.
- Vavrus, S., Ruddiman, W. F., Kutzbach, J. E. (2008). Climate model tests of the anthropogenic influence on greenhouse-induced climate change: The role of early human agriculture, industrialization, and vegetation feedbacks. *Quaternary Science Reviews*, 27 (13-14), 1410-1425. doi:10.1016/j.quascirev.2008.04.011
- Vermoere, M., Bottema, S., Vanhecke, L., Waelkens, M., Smets, E. (2002). Palynological evidence for late-Holocene human occupation recorded in two wetlands in SW Turkey. *The Holocene*, 12 (5), 569-584. doi:10.1191/0959683602hl568rp
- Vermoere, M., Degryse, P., Paulissen, E., Vanhecke, L., Waelkens, M., Smets, E. (1999). Pollen analysis of two travertine sections in Basköy (southwestern Turkey): implications for environmental conditions during the early Holocene. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 105 (1-2), 93-100. doi:10.1016/s0034-6667(98)00068-2
- Vermoere, M., Smets, E. (1996). Palynological investigations of travertine deposits in Basköy (southwest Turkey). *Biologisch Jaarboek-Dodonaea*, 64, 160-175.
- Vermoere, M., Smets, E., Waelkens, M., Vanhaverbeke, H., Librecht, I., Paulissen, E., Vanhecke, L. (2000). Late Holocene environmental change and the record of human impact at Gravgaz near Sagalassos, Southwest Turkey. *Journal of Archaeological Science*, 27 (7), 571-595. doi:10.1006/jasc.1999.0478
- Vorren, K. D. (1986). The impact of early agriculture on the vegetation of Northern Norway. A discussion of anthropogenic indicators in biostratigraphical data. In Behre, K. E. (Ed.), *Anthropogenic Indicators in Pollen Diagrams* (1-18). Rotterdam: Balkema.
- Vuorela, I. (1973). Relative pollen rain around cultivated fields. *Acta Botanica Fennica*, 102, 1-27.
- Wick, L., Lemcke, G., Sturm, M. (2003). Evidence of Lateglacial and Holocene climatic change and human impact in eastern Anatolia: high-resolution pollen, charcoal, isotopic and geochemical records from the laminated sediments of Lake Van, Turkey. *The Holocene*, 13 (5), 665-675. doi:10.1191/0959683603hl653rp
- Wright Jr, H. E. (1967). The use of surface samples in Quaternary pollen analysis. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 2 (1-4), 321-330. doi: 10.1016/0034-6667(67)90162-5
- Yang, S., Zheng, Z., Huang, K., Zong, Y., Wang, J., Xu, Q., V Rolett, B., Li, J. (2012). Modern pollen assemblages from cultivated rice fields and rice pollen morphology: Application to a study of ancient land use and agriculture in the Pearl River Delta, China. *The Holocene*, 22 (12), 1393-1404. doi:10.1177/0959683612449761
- Yasuda, Y., Kitagawa, H., Nakagawa, T. (2000). The earliest record of major anthropogenic deforestation in the Ghab Valley, northwest Syria: A palynological study. *Quaternary International*, 73/74, 127-136. doi:10.1016/s1040-6182(00)00069-0
- Zohary, M. (1973). *Geobotanical Foundations of the Near East*. (Vol. 2, 738 pp.). Stuttgart: Fischer.
- Zohary, D., Hopf, M. (2000). *Domestication of Plants in the Old World* (3rd edition). New York: Oxford University Press.