



Fosil polen analizlerinde kullanılan antropojenik göstergelerin değerlendirilmesi ve arazi kullanım şekilleri

Evaluation of anthropogenic indicators used in fossil pollen analysis and land-use types

Aziz Ören ^{*a}

^a Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Coğrafya Bölümü, Isparta.

ORCID: A.Ö. 0000-0002-9256-7164

BİLGİ / INFO

Geliş/Received: 20.03.2020

Kabul/Accepted: 10.08.2020

Anahtar Kelimeler:

Antropojenik göstergeler
Fosil polen
Güncel polen
Arazi kullanım şekilleri
Paleocoğrafya

Keywords:

Anthropogenic indicators
Fossil pollen
Modern pollen
Land use types
Paleogeography

*Sorumlu yazar/Corresponding author:

(A. Ören) azizoren@sdu.edu.tr

DOI: 10.17211/tcd.706977

Atf/Citation:

Ören, A. (2020). Fosil polen analizlerinde kullanılan antropojenik göstergelerin değerlendirilmesi ve arazi kullanım şekilleri. *Türk Coğrafya Dergisi* (75), 163-172.
DOI: 10.17211/tcd.716914.

ÖZ / ABSTRACT

Paleocoğrafya araştırmalarında geçmişteki insan faaliyetleri ve insanın ortam üzerindeki etkilerinin belirlenmesi büyük bir öneme sahiptir. Göl ve bataklık sedimanlarından elde edilen fosil polen verileri arazi üzerindeki insan faaliyetlerinin belirlenmesinde kullanılan en yaygın dolaylı kayıtlardan biridir. Bu çalışmada fosil polen kayıtlarında insan etkisinin yorumlanmasında kullanılan ve belirli arazi kullanım şekillerini yansıtan antropojenik göstergelerin bir arada verilmesi ve bu alandaki araştırmacıların kullanımına sunulması amaçlanmıştır. Bunu gerçekleştirmek için güncel polen ve fosil polen analizi çalışmalarına ait bulgular ve değerlendirmeler ve bunların farklı lokasyonlarda yer alan fosil polen analizi bulgularına uyarlanması esas alınmıştır. Tarihsel süreçte insan faaliyetlerinin farklı şekilleri belirli dönemlerde farklı bitki türlerinin dolayısıyla farklı polen birliklerinin ortaya çıkmasına ya da yayılmasına neden olmuştur. Bu polen birliklerinin fosil polen diyagramlarında kullanılması sonucunda insan etkisi ve bazı arazi kullanım şekilleri belirlenebilmektedir. Şimdiye kadar gerçekleştirilen polen çalışmalarının değerlendirilmesi sonucunda tarım arazileri, terk edilmiş tarım arazileri, otlama ve tarım faaliyetlerinden etkilenen araziler, doğal ormanların tahrip edildiği araziler olmak üzere dört farklı arazi kullanım şekli ve bu arazileri işaret eden en yaygın antropojenik göstergeler belirlenmiştir.

In paleogeographical researches, determining the past human activities and the effects of human on the environment is of great importance. Fossil pollen data obtained from lakes and marsh sediments are one of the most common proxy records used in determining human activities on the land. In this study, it is aimed to give anthropogenic indicators together, which are used in the interpretation of the human impact in the fossil pollen records and reflect certain land-use types, and to be presented to the researchers in this field. To achieve this, the results and evaluations of modern pollen and fossil pollen analysis studies and their adaptation to fossil pollen analysis results in different location were based on. Different forms of human activities in the historical process have led to the emergence or spread of different plant species and therefore different pollen assemblages in certain periods. Using these pollen assemblages in fossil pollen diagrams, human impact and some types of land use can be determined. As a result of the evaluation of the pollen studies carried out so far, four different types of land use, namely agricultural lands, abandoned agricultural lands, lands affected by grazing and agricultural activities, deforested lands, and the most common anthropogenic indicators indicating these lands have been determined.

Extended Abstract

Introduction

Determining the past human activities and human effects on the environment are of great importance in palaeogeography studies. In the Quaternary period, especially in the Late Holocene, human impact intensified and the human impact on the

local vegetation in the settled lands was influenced by agriculture and grazing activities. Different methods and records are used in determining the environmental changes in the past. With fossil pollen analysis studies, which is one of the most

important methods used, paleovegetation and paleo land-use characteristics of a place can be determined. Fossil pollens obtained from peat and lake sediments can provide a record of vegetation changes and thus environmental changes over time. Also, these proxy records enable the determination of the human impact on the natural environment with the help of some taxa that have been proven in previous studies and point to human effect. These taxa, which enable the determination of human impacts on the land such as deforestation, agriculture, pastoralism, settlement and abandonment, are called anthropogenic indicators and it becomes possible to interpret fossil pollen diagrams by using them.

Data and Method

The studies conducted so far have been mainly based on determining the characteristics of modern pollen (pollens that are spread today) in a field and/or determining paleovegetation and paleoclimate characteristics with fossil pollen data (pollens that have spread in the past). Among these studies, there are many modern pollen studies in which the analysis results are given by determining the taxa that show a significant increase or decrease in the places where there is human impact, and there are many fossil pollen studies where the periods of human impact in the past are determined. On the other hand, there is no study in which these results and anthropogenic indicators were grouped and evaluated together. Lack of studies in which anthropogenic indicators, which are an important key in the interpretation of fossil pollen diagrams and determination of land use patterns in a field, are expressed together, made this study necessary. In this study, pollen taxa, which are anthropogenic indicator values, were brought together in the light of the results of studies carried out in different regions so far to evaluate anthropogenic indicators, and the land-use patterns they show were determined and presented systematically. Fossil and modern pollen studies and studies evaluating anthropogenic indicators were used to achieve this. Anthropogenic indicators including the results of the studies are given by generalization. In other words, the indicative values of these pollens and the land-use patterns they indicate may vary according to the modern floristic elements of the area under investigation, the distribution characteristics of their pollens and the historical background of the site. For this reason, these pollen indicators should be used by considering the local characteristics of the researched area.

Results and Discussion

In the fossil pollen diagram obtained from Beyşehir Lake in Southwest Anatolia, a period of increased was determined. It was observed that some pollen taxa exhibited the same changes during this period. Among these taxa, it has been reported that *Cerealia* type indicates grain cultivation; that *Juglans regia*, *Olea europaea*, *Castanea sativa*, *Vitis vinifera* and *Fraxinus ornus* indicate fruit cultivation; that *Plantago lanceolata*, *Sanguisorba minor*, *Chenopodiaceae*, *Poaceae*, *Artemisia*, *Juniperus* and *Quercus* (evergreen) indicate grazing activities

and vegetation disturbed by human impact. Subsequently, the existence of the same taxa was proved by the studies carried out in Pınarbaşı, Elmalı and Gölhisar in Southwest Anatolia, and this period was named as the Beyşehir Occupation Phase (BOP) for the first time because it was determined in the Beyşehir Lake pollen diagram. The existence of these anthropogenic indicators and additionally some new indicators determined in the BOP were also determined in the pollen diagrams obtained from different locations of Southwest Anatolia, North Anatolia, Northwest Anatolia, Western Anatolia, Central Anatolia, Eastern Anatolia, South Levant, Greece and Iran, although their rates varied.

In the light of all the data, it has been determined that the most common anthropogenic indicators are pollens showing agricultural lands, abandoned agricultural lands, areas affected by grazing and agricultural activities, and lands where natural forests have been destroyed, as they are the most common indicators in pollen diagrams. These anthropogenic indicators are *Cerealia* type, *Secale cereale*, *Triticum*, *Hordeum*, *Avena* showing cereal cultivation; *Vitis vinifera*, *Juglans regia*, *Olea europaea*, *Castanea sativa*, *Fraxinus ornus*, *Pistacia*, *Prunus* showing fruit cultivation; *Chenopodiaceae*, *Artemisia*, *Plantago lanceolata*, *Rumex acetosa*, *Rumex acetosella*, *Polygonum aviculare*, showing abandoned farmland; *Plantago lanceolata*, *Sanguisorba minor*, *Polygonum aviculare*, *Rumex acetosella*, *Chenopodiaceae* and *Centaurea solstitialis* showing land affected by grazing and agricultural activities; *Juniperus*, *Phillyrea* and *Quercus* (evergreen) showing lands where natural forests have been destroyed. It is seen that these anthropogenic indicators and the land-use patterns they represent can be used in fossil pollen evaluations as a result of careful evaluation of the data, especially since they have been identified in Anatolia and its surroundings during an agricultural period.

Conclusion

To evaluate the anthropogenic indicators correctly, it is necessary to determine the modern plant taxa in the study area and the distribution characteristics of their pollens. Because most of the plants belonging to this pollen find suitable conditions for development not only in habitats affected by humans but also in natural habitats. Therefore, in the selection and evaluation of anthropogenic indicators that point to certain forms of human impact, local natural conditions and the period in which paleo features are determined should be taken into account. Particularly attention should be paid to the use of taxa that show more than one land use pattern and their association with other taxa should be examined to determine the land use pattern. Also, fossil pollen data should be evaluated with the support of historical, archaeological data and micro-macro fossil data that can be obtained from the research field. To determine anthropogenic indicators and to increase their reliability, there is a need for more modern pollen studies in different locations and testing with fossil pollen studies in the areas where they were obtained.

1. Giriş

Kuvaterner döneminde iklim ve vejetasyon değişimleri kıtasal ölçekte meydana gelmiştir (Love ve Walker, 2015). Bu süreçte ortamsal değişimler de kısa süreli iklim değişimi ve insan etkisi gibi faktörler nedeniyle bölgesel ya da yerel ölçekte gerçekleşmiştir (Bell ve Walker, 1992). Özellikle Geç Holosen'de insan etkisi yoğunlaşmış ve iskân edilen arazilerdeki yerel vejetasyon üzerinde insan etkisi tarım ve otlatma faaliyetleri ile etkili olmuştur (Bottema ve Woldring, 1990; Bell ve Walker, 1992; Kaniewski vd., 2007).

Geçmişteki ortamsal değişimlerin belirlenmesinde farklı yöntemler ve kayıtlar kullanılmaktadır. Kullanılan önemli yöntemlerden biri olan fosil polen analizi çalışmaları ile bir yerin paleovejetasyonu ve paleoarazi kullanımı özellikleri belirlenmektedir (Bottema ve Woldring, 1984; Behre, 1990; Kaniewski vd., 2007; England vd., 2008; Bakker vd., 2013; Miebach vd., 2016; Roberts vd., 2016). Turba ve göl sedimanlarından elde edilen fosil polenler zaman boyunca meydana gelen vejetasyon değişimlerinin ve bu sayede de ortamsal değişimlerin bir kaydını sağlayabilirler (Behre, 1990; Bell ve Walker, 1992; Eastwood vd., 1998; Brewer vd., 2002). Ayrıca bu dolaylı kayıtlar önceki çalışmalarla varlığı kanıtlanan ve insan etkisine işaret eden bazı taksonların yardımıyla insanın doğal ortam üzerindeki etkisinin belirlenmesini sağlamaktadır (Eastwood vd., 1998; Roberts, 2002; Vermoere vd., 2002; Eastwood vd., 2007; Gaillard, 2007). Polen diyagramlarındaki antropojenik faaliyetlerin yorumlanması, genellikle odunsu ve otsu polenlerin ilişkilerine dayanmaktadır, ancak en önemlisi, polen taksonlarının bileşimi ve insan faaliyetlerini gösterme potansiyeline sahip taksonların tanınmasıdır (Iversen, 1941, 1949; Behre, 1981; Birks, 1990). Orman tahribi, tarım, hayvancılık, yerleşme ve yerleşmenin terk edilmesi gibi arazideki insan etkilerinin belirlenmesini sağlayan bu taksonlar antropojenik göstergeler (Behre, 1981) olarak adlandırılmakta ve bunlar kullanılarak fosil polen diyagramlarını yorumlamak mümkün hâle gelmektedir. Antropojenik göstergeler insan etkisi sonucunda arazide yayılış gösterebileceği gibi bölgede doğal olarak da bulunabilir. Bu nedenle bu taksonların kullanımında fosil polen verilerinin elde edildiği arazinin vejetasyon özellikleri ve ortamsal koşulları dikkate alınmalıdır.

İnsan etkisini gösteren polen taksonlarının belirlenmesine yönelik yapılan çalışmalar fosil polen (geçmiş dönemlerde yayılış gösteren polenlerin) ve güncel polen (günümüzde yayılış gösteren polenlerin) analizi sonuçlarının yorumlanmasına dayanmaktadır (Behre, 1981, 1990; Bottema ve Woldring, 1990; Gaillard vd., 1992; Hjelle, 1999a, 1999b; Court-Picon vd., 2006; Li vd., 2006, 2008; Brun, 2009, 2011; Ejarque vd., 2011; Giraudi vd., 2012). Güncel polen örnekleri ve örnekleme alanının çevresindeki bitki örtüsü arasındaki ilişkilerin anlaşılması paleovejetasyonu belirlemek için çok önemli bilgiler sunmaktadır (Brun vd., 2007). Günümüzde polen taksonlarının dağılışı, ortamda bulunma oranları ve yoğunlukları güncel polen analizleri yöntemiyle tespit edilerek arazi kullanım bölgelerine göre sınıflandırmalar yapılmaktadır. Bu sayede buradan elde edilen

veriler hangi taksonların hangi ortamları gösterdiği konusunda fikir vermektedir (Gaillard, 2007).

Güncel polen çalışmalarının ana amacı, çalışma sonuçlarını arkeolojik kazılarda, toprak profillerinde, göllerde ve turba sedimanlarında bulunan verilerle ilişkilendirmektir (Bottema ve Woldring, 1990; Brun vd., 2007). Şimdiye kadar gerçekleştirilen pek çok çalışma, polen topluluklarının vejetasyondaki genel yapıyı yansıttığını göstermiştir (Prentice, 1988; Domínguez-Vázquez vd., 2004). İnsan etkisine işaret eden bitki taksonlarını polen topluluklarıyla karakterize etmek ve doğal olarak veya insan etkisiyle gelişmiş olup olmadığını belirlemek için insan kaynaklı etkilere sahip çeşitli ortamları incelemek önemlidir. Bu nedenle vejetasyon ile polen temsili arasındaki nitel ve nicel ilişkileri keşfetmek için çeşitli yaklaşımlar kullanılmıştır. Bunlardan insan faaliyetlerinin tetiklediği taksonların tanınması (antropojenik göstergeler) en yaygın yaklaşım olmuştur (Iversen, 1941, 1949; Behre, 1981; Vorren, 1986; Hicks, 1988; Birks, 1990; Brun vd., 2007).

Antropojenik göstergeler yaklaşımı, tarım bitkileri, yabani otlar ile bozulmaya uğramış arazilerde yetişen doğal bitkiler gibi insan faaliyetleri ile yüksek oranda korelasyon gösteren belirli taksonların birlikteliğinin polen kayıtlarında görülmesine dayanır (Iversen, 1941, 1949; Behre, 1981, 1990; Birks, 1990; Bottema ve Woldring, 1990). Antropojenik göstergeler yaklaşımının değeri uzun zamandır bilinmektedir ve bugün hala geçmişteki bitki örtüsü, arazi kullanımı ve ortamın nitel yorumunda en yaygın kullanılan yöntemdir (Turner, 1964; Behre, 1981; Vorren, 1986; Hicks, 1988). Tarım arazisi, otlak arazisi, yerleşme, tahrip edilmiş orman arazileri ve ruderal arazi (insanlar tarafından, bitki yaşamına elverişsiz hale getirilmiş yol kenarları, atık alanları ve patikalar gibi arazilerde koloniler hâlinde yetişen bitki türlerinin yayılış gösterdiği sahalar) gibi arazilerin oluşumuna işaret eden polen göstergeleri yardımıyla fosil polen diyagramları nitel olarak yorumlanabilmektedir. Bu diyagramlar ayrıca farklı arazi kullanımlarının yoğunluğundaki değişimler ve farklı polen taksonları gruplarının yüzdelilerindeki dalgalanmaların belirlenmesiyle yarı nicel olarak da yorumlanabilmektedir (Berglund ve Ralska-Jasiewiczowa, 1986; Berglund, 1988). Belirli insan uygulamaları ile ilgili polen göstergelerinin belirlenmesi saha gözlemlerine (sahada doğal olarak bulunup bulunmadığı), ayrıntılı bir literatür taramasına, polen taksonlarının ayrıntılı incelenmesine ve taksonların ekolojisi hakkında iyi bir bilgiye sahip olunmasına dayanmaktadır (Gaillard, 2007). Böylece yapılan çalışmalarla bu antropojenik göstergeler çeşitli arazi kullanım şekilleri ile ilgili gösterge değerlerine göre gruplandırılmaktadır (Behre, 1981; Vorren, 1986; Hicks, 1988, 1992). Uzun zamandır insan etkisinde olan ve çeşitli medeniyetlere ev sahipliği yapan Anadolu ve çevresinde, insandan etkilenen arazilerin Holosen'in büyük bir kısmında baskın olması nedeniyle insan etkisinin yoğunlaştığı dönemlerin tespit edildiği çalışmalar özellikle önem taşımaktadır (van Zeist vd., 1975; Bottema ve Woldring, 1984; Bottema vd., 1986; Bottema ve Woldring, 1990; Eastwood vd., 1999; Leroy vd., 2002; Vermoere vd., 2002; Müllenhoff vd., 2004; England vd., 2008; Roberts vd., 2016; Ören, 2018; Şenkuş vd., 2018).

Şimdiye kadar 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 yerlerde belirgin artış veya azalış gösteren taksonların belirlenerek analiz sonuçlarının verildiği çok sayıda güncel polen çalışması ve geçmişte insan etkisinin yoğunlaştığı dönemlerin belirlendiği çok sayıda fosil polen çalışması vardır. Buna karşın bu sonuçların ve antropojenik göstergelerin bir arada verilerek gruplandırıldığı ve değerlendirildiği bir çalışma bulunmamaktadır. Bu konuda fosil polen diyagramlarının yorumlanmasında ve bir sahadaki arazi kullanımı şekillerinin belirlenmesinde önemli bir anahtar olan antropojenik göstergelerin birlikte ifade edildiği çalışmaların eksikliği bu çalışmanın yapılmasını gerekli kılmıştır. Bu amaç doğrultusunda bu çalışmada önceki çalışmalarda belirlenen antropojenik göstergeler birleştirilmiş ve bunlar gruplar halinde sunularak verilmiştir. Böylece bu çalışmanın palinologların fosil polen sonuçlarını yorumlamasına katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

2. Veri ve Yöntem

Antropojenik göstergelerin değerlendirilmesi amacıyla günümüze kadar farklı bölgelerde gerçekleştirilen çalışmaların sonuçlarının ışığında antropojenik gösterge değeri olan polen taksonları bir araya getirilmiş ve bunların gösterdiği arazi kullanım şekilleri tespit edilerek sistematik şekilde sunulmuştur. Bunu gerçekleştirmek için fosil ve güncel polen çalışmaları ve antropojenik göstergelerin değerlendirildiği çalışmalar kullanılmıştır. Çalışmaların sonuçlarını içeren antropojenik göstergeler genelleme yapılarak verilmiştir. Yani bu polenlerin gösterge değerleri ve işaret ettiği arazi kullanımı şekilleri araştırılan sahanın güncel floristik unsurları, bunlara ait polenlerin dağılım özellikleri ve sahanın tarihsel geçmişine göre değişiklik gösterbilir. Bu nedenle bu polen göstergelerinin araştırılan sahanın yerel özellikleri dikkate alınarak kullanılması gerekmektedir.

Bu çalışmada öncelikle içerisinde antropojenik göstergelerin olduğu çalışmaların sonuçları sistematik olarak verilmiş ve sonrasında bu çalışmalarda belirlenen taksonlar ve değerlendirmeler kullanılarak en yaygın antropojenik göstergeler ile bunların işaret ettiği arazi kullanımı şekilleri belirlenmiştir.

3. Bulgular ve Tartışma

Antropojenik göstergeler, polen diyagramlarından insan faaliyetlerinin yorumlanmasında önemli olsa da (Fægri ve Iversen, 1975; Birks ve Birks, 1980; Behre, 1981), maalesef bu konuda az sayıda çalışma gerçekleştirilmiştir (Hjelle, 1997). Şimdiye kadar Anadolu ve çevresinde yapılan çalışmalarda çoğunlukla paleovejetasyon ve paleoiklim özelliklerinin belirlenmesi üzerine odaklanılmıştır. Bu çalışmalar sonucunda elde edilen polen diyagramlarında insan faaliyetlerinin yoğunlaştığı dönemler olduğu görülmüştür. Bu dönemlerde tahılların, zeytin-ceviz gibi meyve ağaçlarının ve otsu taksonların varlığında bir artış meydana geldiği ve arazinin terk edilmesi sonucunda ise bu taksonlara ait polenlerin azaldığı hatta ortadan kalktığı tespit edilmiştir (van Zeist vd., 1975; Bottema ve Woldring, 1984; Bottema vd., 1986; Bottema ve Woldring, 1990; Eastwood vd., 1999; Leroy vd., 2002; Vermoere vd., 2002; Müllenhoff vd., 2004; England vd., 2008; Roberts vd., 2016; Ören, 2018; Şenkul vd., 2018). Polen analizleri alanındaki önemli araştırmacılardan olan Beh-

re insan etkisi ve arazi kullanımının bir göstergesi olarak çeşitli polen taksonlarının kullanımı üzerine çok etkili bir makale yayınlamıştır (Behre, 1981). Behre bu yayında antropojenik göstergeleri tarım göstergeleri; çayır ve otlama yapılan arazilerin göstergeleri; ruderal ve çiğnenmiş arazilerin göstergeleri olmak üzere üç gruba ayırmıştır. Tarım göstergeleri olarak tahılları (*Cerealia type*, *Secale cereale*, *Hordeum*, *Triticum* ve *Avena*), *Centaurea cyanus*, *Fallopia convolvulus*, *Spergula arvensis*, *Sclearanthus annuus*, *Rumex acetosa*, *Rumex acetosella*, *Polygonum* ve *Brassicaceae*'yi; Çayır ve otlama yapılan arazilerin göstergeleri olarak *Plantago lanceolata*, *Plantago major*, *Rumex acetosa*, *Poaceae*, *Ranunculaceae*, *Calluna*, *Cichorioideae*, *Asteroidae*, *Ranunculus acris*, *Trifolium repens*, *Campanula*, *Apiaceae* ve *Succisa*'yı; Ruderal ve çiğnenmiş arazilerin göstergeleri olarak *Chenopodiaceae*, *Artemisia* ve *Urtica*'yı belirtmiştir.

Güneybatı Anadolu'da Beyşehir Gölü'nden elde edilen fosil polen diyagramında insan etkilerinin arttığı bir dönem belirlenmiştir (van Zeist vd., 1975). Bu dönemde bazı polen taksonlarının aynı değişimleri sergilediği görülmüştür. Bu taksonlardan *Cerealia type*'in tahıl tarımını; *Juglans regia*, *Olea europaea*, *Castanea sativa*, *Vitis vinifera* ve *Fraxinus ornus*'un meyve tarımını; *Plantago lanceolata*, *Sanguisorba minor*, *Chenopodiaceae*, *Poaceae*, *Artemisia*, *Juniperus* ve *Quercus* (evergreen)'in (herdem yeşil/yaprağını dökmeyen meşe) otlama faaliyetlerini ve insan etkisiyle bozulmuş vejetasyonu gösterdiği belirtilmiştir (van Zeist vd., 1975; Bottema ve Woldring, 1984). Sonrasında Güneybatı Anadolu'da Pınarbaşı, Elmalı (Bottema ve Woldring, 1984; Bottema vd., 1986) ve Gölhisar'da (Bottema ve Woldring, 1984; Eastwood vd., 1999) gerçekleştirilen çalışmalarda da bu dönem içerisinde aynı taksonların varlığı kanıtlanmış ve bu dönem ilk defa Beyşehir Gölü polen diyagramında belirlenmesi nedeniyle Beyşehir İskân Dönemi (BİD) olarak adlandırılmıştır (van Zeist vd., 1975; Bottema ve Woldring, 1984; Bottema vd., 1986; Bottema ve Woldring, 1990).

Behre 1990 yılında yayınladığı çalışmada çeşitli polen taksonlarının gösterge değerlerini anlamak için fosil polen verilerinin değerlendirilmesi üzerine deneysel bir yaklaşım uygulamıştır. Bu amaçla, Güneybatı Anadolu'daki farklı lokasyonlara ait polen diyagramlarında çok belirgin olarak tespit edilen BİD'yi ve bu dönemde belirgin değişimler sergileyen polen taksonlarını, antropojenik göstergelerin değerlendirilmesi için bir anahtar olarak seçmiştir. Behre bu çalışmada antropojenik göstergeleri daha net değerlendirmeler yapmak amacıyla birincil ve ikincil antropojenik göstergeler olarak iki gruba ayırmıştır. Buna göre birincil antropojenik göstergeler meyve ve tahıl gibi ürünlerin tarımının yapıldığını yani insanın doğrudan etkisini gösterirken, ikincil antropojenik göstergeler ise insanın tarım ve hayvancılık yaparak doğal ortamı etkilemesi sonucunda yayılış gösteren çoğunlukla otsu türleri yani insan faaliyetlerinin dolaylı etkisini göstermektedir (Behre, 1981, 1990).

Birincil antropojenik göstergeler arazide tarımı yapılan tahıl ve meyve gibi bitkilerin polen taksonlarını ifade etmektedir (Behre, 1990; Eastwood vd., 1998, 1999; Leroy vd., 2002; Vermoere vd., 2002; Eastwood vd., 2009; Bakker vd., 2011, 2013; Miebach vd., 2016).

Tahıl (*Cerealia type*) taksonları içerisinde yer alan *Secale cereale*, rüzgârla tozlaşan bir türdür. Bu takson, yüksek polen üretimi ve iyi bir dağılım kapasitesine sahip olması nedeniyle

tarımın en güzel göstergeleri arasında yer alır (Behre, 1990). Diğer tahıl taksonları *Triticum*, *Hordeum* ve *Avena* polenleri ise kendi poleniyle tozlaşmaktadır ve bu nedenle sınırlı bir dağılıma sahiptir (Behre, 1981; Behre, 1990; Court-Picon vd., 2006; Li vd., 2006; Brun vd., 2007; Li vd., 2008). Dolayısıyla bu taksonlar polen kayıtlarında ya az bulunurlar ya da hiç görülmezler (Behre, 1981). Bu nedenle fosil polenlerin yorumlanması sırasında bu özellikler dikkate alınmalıdır.

Meyve tarımını gösteren taksonlar içerisinde *Vitis vinifera*, *Juglans regia*, *Olea europaea*, *Castanea sativa*, *Fraxinus ornus* ve *Prunus* bulunmaktadır. Bunlar insanlar tarafından ürün elde etmek amacıyla yetiştirilmiş olan tarım bitkileridir (Maguire, 1983; Behre, 1990; Bottema ve Woldring, 1990; Eastwood vd., 1998, 1999; Vermoere vd., 2002). Böylece bu bitkilere ait polenlerin fosil polen diyagramlarındaki varlığı bu ürünlerin arazideki tarımını gösterebilir.

İnsan etkisini gösteren taksonlardan bir diğer grup ikincil antropojenik göstergelerdir (Behre, 1990). Bunlar insanın doğrudan faaliyetlerini değil insanların tarım, hayvancılık ve orman tahribi gibi faaliyetleri sonucunda dolaylı olarak ortaya çıkan taksonları temsil ederler. İnsanlar bu bitkileri yetiştirmezler, bu bitkiler insanların faaliyetlerinin etkisiyle arazinin bozulması sonucunda ortaya çıkarlar (Behre, 1981, 1990; Eastwood vd., 1998, 1999; Leroy vd., 2002; Vermoere vd., 2002; Eastwood vd., 2009; Bakker vd., 2011, 2013; Miebach vd., 2016). Bunlar çayır ve otlak elemanlarını, tarım faaliyetlerinden sonra ortaya çıkan otları, ruderal bitkileri ve verimsiz toprakta yetişen taksonları içerir (Behre, 1986).

İkincil antropojenik göstergeler grubundaki polenler, otsu taksonlardan *Plantago lanceolata* (Behre, 1981; Berglund ve Ralska-Jasiewiczowa, 1986; Vorren, 1986; Behre, 1990; Berglund, 1991; Koff, 1995; Eastwood vd., 1999; Li vd., 2008), *Sanguisor-*

ba minor, Chenopodiaceae, *Polygonum aviculare*, *Polygonum cognatum*, *Rumex acetosella*, *Centaurea solstitialis*, *Matricaria*, *Mercurialis annua*, *Eryngium campestre*, Poaceae ve Brassicaceae'yi içermektedir (Behre, 1990; Bottema ve Woldring, 1990; Eastwood vd., 1999; Müllenhoff vd., 2004; Li vd., 2008; Miebach vd., 2016; Ören, 2018). Bunlardan *Plantago lanceolata* otlatma faaliyetleri için en güvenilir gösterge olarak alınır. Bu takson başka nedenlerle de ortaya çıkabilmesine rağmen, bunun yayılışının otlaklar tarafından kesinlikle tetiklendiği belirtilmiştir (Behre, 1990; Bottema ve Woldring, 1990). Ayrıca *Artemisia* da bazı yazarlar tarafından ikincil antropojenik gösterge olarak belirtilmiştir (Bottema ve Woldring, 1990; Vermoere vd., 2002; Lawson vd., 2004; Müllenhoff vd., 2004).

Antropojenik gösterge olarak kullanılan otsu taksonların dışında, bazı çalı ve küçük ağaç taksonları da insanlar tarafından doğal ormanların bozulması sonucunda ortaya çıkarak yayılış gösterir. Bunlar, *Juniperus* ve *Phillyrea*'yı içerir (Behre, 1990; Eastwood vd., 1999; Müllenhoff vd., 2004; Bakker vd., 2013; Miebach vd., 2016).

BİD'de tespit edilen bu antropojenik göstergelerin ve ek olarak bazı yeni göstergelerin varlığı, oranları değişmekle birlikte sonrasında Güneybatı Anadolu'nun farklı lokasyonlarında (Bottema ve Woldring, 1984; Roberts vd., 1997; Eastwood vd., 1998, 1999; Vermoere vd., 2002; Kaniewski vd., 2007, 2008; Bakker vd., 2011, 2013), Kuzey Anadolu (Bottema vd., 1993-1994; Bottema vd., 2001; Leroy vd., 2010; Izdebski, 2013), Kuzeybatı Anadolu (Leroy vd., 2002; Miebach vd., 2016), Batı Anadolu (van Zeist vd., 1975; Sullivan, 1988; Müllenhoff vd., 2004), Orta Anadolu (England vd., 2008; Eastwood vd., 2009; Roberts vd., 2016; Ören, 2018; Şenkul vd., 2018), Doğu Anadolu (Biltekin vd., 2018; Eriş vd., 2018), Güney Levant (Neumann vd., 2007, 2010), Yunanistan (Lawson vd., 2004) ve İran'dan (Djamali vd., 2009) elde edilen polen diyagramlarında da belirlenmiştir.

Tablo 1. En yaygın görülen antropojenik göstergeler
Table 1. The most common anthropogenic indicators

Arazi		Polen birliği özellikleri	Antropojenik göstergeler
Tarım arazileri	Tahıl tarımı	Tarımın yoğun olarak yapıldığı alanlarda odunsu bitkilere ait polen oranları düşük, tahıl polen oranları yüksek, otsu bitkilere ait polen taksonları çok çeşitli ve yüksek oranlarda görülür.	Cerealia type, <i>Secale cereale</i> , <i>Triticum Hordeum</i> , <i>Avena</i>
	Meyve tarımı	Tarımın yoğun olarak yapıldığı alanlarda odunsu bitkilere ait polen oranları düşük, meyve ağacı poleni yüksek oranlarda görülür.	<i>Olea europaea</i> , <i>Juglans regia</i> , <i>Castanea sativa</i> , <i>Vitis vinifera</i> , <i>Fraxinus ornus</i> , <i>Pistacia</i> , <i>Prunus</i>
Terk edilmiş tarım arazileri (Ruderal araziler)		Tarımsal bitkilere ait polen taksonlarının büyük oranda azaldığı hatta ortadan kalktığı görülür. Otsu polen taksonlarında artış görülür.	Chenopodiaceae, <i>Artemisia</i> , <i>Plantago lanceolata</i> , <i>Rumex acetosa</i> , <i>Rumex acetosella</i> , <i>Polygonum aviculare</i> , <i>Urtica</i> , <i>Galium</i>
Otlatma ve tarım faaliyetlerinden etkilenen araziler		Odunsu bitkilere ait polenler düşük oranlarda ve otsu bitkilere ait polenler yüksek oranlarda görülür. İnsan ve hayvanların çiğnemesine karşı dayanıklı bitkilerin ve nitrofil bitkilerin polenleri görülür.	<i>Plantago lanceolata</i> , <i>Sanguisorba minor</i> , <i>Polygonum aviculare</i> , <i>Rumex acetosa</i> , <i>Rumex acetosella</i> , <i>Centaurea solstitialis</i> , Chenopodiaceae
Doğal ormanların tahrip edildiği araziler		Tarım dönemi öncesinde görülen doğal orman taksonları tarım dönemi sırasında görülmez. Farklı orman ve/veya çalı vejetasyonuna ait polenler görülür.	<i>Juniperus</i> , <i>Phillyrea</i> , <i>Quercus</i> (evergreen)

Bu çalışmaların büyük bölümünde tahıl tarımı göstergelerinden *Cerealia type*, *Secale cereale*, *Hordeum*, *Triticum*, *Avena*; meyve tarımı göstergelerinden *Olea europaea*, *Juglans regia*, *Castanea sativa*, *Vitis vinifera*, *Fraxinus ornus*, *Pistacia* ve *Prunus*; tarım arazileri-ruderal arazileri ve özellikle otlama arazilerini gösteren *Plantago lanceolata*, *Sanguisorba minor*, *Polygonum aviculare*, *Rumex acetosa*, *Rumex acetosella*, *Centaurea solstitialis*, *Chenopodiaceae*, *Artemisia*, *Poaceae* ve *Phillyrea* taksonları belirlenmiştir (Tablo 1). BİD'de bu taksonların artış göstererek orman taksonlarının azaldığı (orman tahribatı), BİD'nin ardından ise antropojenik göstergelerin ortadan kalktığı ve orman taksonlarının tekrar artış gösterdiği (orman gelişimi) belirlenmiştir.

Bir polen taksonu birkaç arazi kullanım şeklini gösterebilir bu da arazi kullanım gruplarına sınıflandırmayı ve ortamı yorumlamayı zorlaştırmaktadır (Gaillard vd., 1992). Bu zorluğa rağmen birincil ve ikincil antropojenik göstergeler sınıflamasının yanı sıra bazı antropojenik göstergelerin birlikteliği insan etkisinin şeklinin belirlenmesine de yardımcı olması amacıyla gruplara ayrılmış ve bazı özellikleri belirtilmiştir (Gaillard, 2007; Li vd., 2008; Mercuri vd., 2013).

Tarım yapılan arazilerde bazı tarım alanları ormanlık alandaki ağaçların kesilmesi veya yakılmasıyla elde edilir (Gaillard, 2007). Ormanlık arazinin yakıldığını gösteren uygun bir antropojenik gösterge yoktur, ancak göl veya bataklık sedimanı içeriğinde yüksek miktarlarda mikroskobik ve makroskobik odun kömürü parçaları ile birlikte tahılların polen bulguları, bu uygulamanın araştırılan bölgede meydana geldiğine dair önemli göstergelerdir (Vuorela, 1986; Lagerås, 1996, 2000). Örneğin, Güneybatı Anadolu'da Bereket Havzası'nda (Kaniewski vd., 2007, 2008) ve Orta Anadolu'daki Nar Gölü'nde tarım döneminde odun kömürü parçaları ile birlikte tahılların ve meyve ağacı bitkilerine ait polenlerin arttığı gözlenmiştir (Eastwood vd., 2009). Tarım yapılan arazilerde odunsu polen değerleri düşük, tahıl polen oranları yüksek ve otsu bitkilere ait polen taksonları çok çeşitli ve değerleri oldukça yüksektir (Tablo 1). Öyle ki bu değerler polen diyagramlarında % 80'e kadar çıkabilir (Li vd., 2008). Tarımın antropojenik göstergeleri; *Cerealia type*, *Secale cereale*, *Hordeum*, *Triticum* ve *Avena* (Behre, 1981; Court-Picon vd., 2006; Brun vd., 2007; Kaniewski vd., 2007; England vd., 2008; Li vd., 2008; Ören, 2018), *Fagopyrum*, *Linum* (Behre, 1981; Berglund ve Ralska-Jasiewiczowa, 1986; Berglund, 1991; Koff, 1995), *Poaceae* (Kaniewski vd., 2008; Biltekin vd., 2018; Eriş vd., 2018), *Rumex acetosa* (Lawson vd., 2004; Li vd., 2006, 2008; Djamali vd., 2009), *Chenopodiaceae* (Lawson vd., 2004), *Polygonum aviculare*, *Galium*, *Convolvulus*, *Epilobium*, *Cruciferae*, *Portulaca*, *Lactuceae*, *Spergula*, *Ranunculaceae*, *Caryophyllaceae*, *Trifolium*, *Ambrosia* (Li vd., 2006, 2008), *Fallopia* (Behre, 1981), *Cerastium* (Vorren, 1986), *Euphorbia*, *Valerianella* (Behre, 1981; Vorren, 1986; Hicks, 1988), *Spergula arvensis* (Behre, 1981; Hicks, 1988, 1992; Hicks ve Birks 1996; Hjelle, 1999b; Overland ve Hjelle, 2009), *Polygonum persicaria* (Behre, 1981; Makohonienko vd., 1998), *Centaurea cyanus* (Behre, 1981; Berglund ve Ralska-Jasiewiczowa, 1986; Berglund, 1991; Koff, 1995) *Papaver rhoeas* ve *Brassicaceae*'dir (Behre, 1990; Bottema ve Woldring, 1990; Court-Picon vd., 2006; Miebach vd., 2016).

Tarım alanı açmak için ormanların yok edilmesi insanın vejetasyon üzerindeki en önemli ve en açık göstergelerindedir. Ancak insanlar bu arazileri uzun dönemler boyunca kullandıktan sonra toprağın verimsizleşmesi veya güvenlik problemleri nedeniyle bir süre sonra terk etmişlerdir. Bunun sonucunda arazide otsu bitki türleri yayılış göstermiştir (Tablo 1). Böyle bir arazi ve burada yayılış gösteren ruderal bitkilere ait taksonlar yalnızca vejetasyonun yeniden gelişimini değil, bunun yanı sıra çiftçilerin başka arazilere göç ettiğini de göstermesi bakımından önem arz etmektedir (Behre, 1981, 1990; Chapman ve Peat, 1996; Vermoere vd., 2002). Şimdiye kadar yapılan çalışmalarda belirlenen ruderal gösterge taksonlar; *Chenopodiaceae*, *Artemisia* (Vermoere vd., 2002; Müllenhoff vd., 2004; Kaniewski vd., 2008; Bakker vd., 2013), *Plantago lanceolata* (Müllenhoff vd., 2004; England vd., 2008), *Plantago major/media*, *Rumex acetosa*, *Rumex acetosella* (England vd., 2008; Kaniewski vd., 2008), *Polygonum aviculare* (Vermoere vd., 2002; Kaniewski vd., 2008), *Urtica*, *Linum*, *Ranunculaceae* ve *Galium*'dur (Behre, 1981; Vorren, 1986; Berglund, 1991; Berglund ve Ralska-Jasiewiczowa, 1986; Koff, 1995).

Otlamaya maruz kalan arazilerde düşük oranlarda odunsu bitkilere ait polenler ve bol miktarda otsu taksonlara ait polenler görülür (Tablo 1). Bu otsu bitkiler çoğunlukla insan ve hayvanların çığnemesine karşı dayanıklı bitkilerin ve nitrofil bitkilerin (nitrojenli topraklarda yetişen bitkilerin) polenlerinden meydana gelir. Otlamaya maruz kalan arazileri ifade eden odunsu bitkilere ait antropojenik gösterge *Juniperus* (Gaillard vd., 1992; Müllenhoff vd., 2004; Court-Picon vd., 2006; Li vd., 2008; Biltekin vd., 2018; Eriş vd., 2018) ve *Corylus*'tur (Aaby, 1986; Vera, 2000; Li vd., 2006). Otsu bitkilere ait antropojenik göstergeler ise *Plantago lanceolata* (Müllenhoff vd., 2004; Court-Picon vd., 2006; Li vd., 2006, 2008; Miebach vd., 2016; Ören, 2018), *Rumex acetosa* (Gaillard vd., 1992; Prøsch-Danielsen, 1993; Li vd., 2008; Biltekin vd., 2018), *Rumex acetosella* (Gaillard vd., 1992; England vd., 2008; Roberts vd., 2016; Ören, 2018), *Potentilla* (Gaillard vd., 1992; Court-Picon vd., 2006), *Urtica* (Court-Picon vd., 2006; Ejarque vd., 2011; Mercuri vd., 2013), *Plantago major/media*, *Trifolium*, *Lotus*, *Onobrychis* (Court-Picon vd., 2006), *Centaurea* (Bottema ve Woldring, 1990; Brun vd., 2007; Ören, 2018), *Serratula* (Behre 1981; Gaillard vd., 1992, 1994), *Calluna*, *Genista*, *Trifolium repens* (Gaillard vd., 1992), *Polygonum*, *Lactuceae*, *Pteridium aquilinum*, *Poaceae*, *Artemisia*, *Chenopodiaceae* (Eastwood vd., 1999; Müllenhoff vd., 2004; Li vd., 2008), *Cirsium*, *Rosaceae*, *Solanum* (Court-Picon vd., 2006; Li vd., 2006, 2008), *Ranunculaceae* ve *Rubus*'tur (Li vd., 2008). *Cyperaceae* de sulak alanlar ve ıslak çayırlardaki otlamanın göstergesi olarak belirtilmektedir (Ejarque vd., 2011).

Plantago antropojenik etkiye maruz kalmış sahaların tüm tiplerinde görülen bir cinstir (Brun, 2011) ve ezilme nedeniyle sıkışmaya maruz kalmış topraklarla kumlu topraklarda görülür. Sıkışma toprak porozitesinin azalmasına ve toprağın üst tabakalarında daha fazla nem tutulmasına sebep olur (Noë ve Blom, 1981). Bu ekolojik özellikler büyük oranda insanların ve otçul hayvanların arazideki varlığına bağlıdır. Gaillard vd. nin (1992) *Plantago lanceolata*, *Rumex acetosa* ve *Rumex acetosella* polenlerinin gösterge değerleri konusundaki ayrıntılı incelemeleri sonucunda bu polenlerin otlama faaliyeti ile güçlü

bir pozitif ilişkiye sahip olduğu belirlenmiştir (Groenman-van Waateringe, 1986; Gaillard vd., 1992). *Plantago major/media* ise çığnenmiş arazilerle birlikte fakir topraklı arazilerin bir göstergesi olarak ifade edilmiştir (Westhoff, 1967; Oberdorfer, 1970; Liddle ve Greig-Smith, 1975; Blom vd., 1979; Behre, 1981). Ayrıca, polen diyagramlarında yüksek oranlarda *Urtica*, *Plantago major/media*, *Potentilla* (Hicks ve Birks, 1996; Makohonienko vd., 1998; Hjelle, 1999a; Mazier vd., 2006), *Juniperus* ve *Trifolium*'un (Gaillard vd., 1992; Makohonienko vd., 1998; Müllenhoff vd., 2004) görülmesi otlatmayla birlikte toprağın çığnenmesi ve vejetasyon tipinin nitrofil karakteriyle ilişkilendirilir (Court-Picon vd., 2006).

Yerleşmenin görüldüğü alanlarda Poaceae'nin yüksek oranlarıyla birlikte çeşitli otsu bitkilere ait polen taksonları görülür. Bu otsu bitkiler bol miktarda insan etkisine işaret eden polen taksonları ve genellikle nitrofil bitkilerinin polen taksonları ile temsil edilir (Li vd., 2008). Bu polen taksonlarının polen diyagramlarındaki varlığı tarihsel dönemlerde arazide yerleşmelerin yoğunlaştığını gösterebilir. Otsu bitkilere ait antropojenik göstergeler Poaceae, *Urtica* (Gaillard vd., 1992), *Polygonum aviculare*, *Plantago major/media*, *Rumex acetosa* (Li vd., 2008), *Rumex acetosella* (Hicks ve Birks, 1996; Mazier vd., 2006), *Carduus*, *Epilobium*, *Artemisia*, Chenopodiaceae (Hicks ve Birks, 1996; Li vd., 2008), *Xanthium*, *Portulaca*, *Ambrosia*, *Ranunculus*, Cruciferae, *Trifolium* ve Caryophyllaceae'dir (Hjelle, 1999a; Li, 2001; Li vd., 2008). Bununla birlikte bazı çalışmalarda *Trifolium*, otlatma yapılan sahaların (Mercuri vd., 2013), *Urtica* poleni ise hem otlatma yapılan sahaların (Court-Picon vd., 2006; Brun, 2011; Ejarque vd., 2011) hem de yerleşme sahalarının (Li vd., 2008; Giraudi vd., 2012) bir göstergesi olarak belirtilmiştir. Ayrıca *Artemisia*, Chenopodiaceae ve bazı alanlarda Poaceae genellikle step göstergeleri olarak kabul edilir (Behre, 1990; Wick vd., 2003; Eastwood vd., 2009). Bu nedenle bu taksonlar tek başına değerlendirilmemeli bunların yanında diğer antropojenik göstergelerin ve diğer dolaylı kayıtların da değişimine bakılmalıdır. Anadolu ve çevresinde yapılan çalışmalarda yerleşme arazilerini gösterdiği belirtilen bir polen çalışması henüz bulunmamaktadır. Bu nedenle en yaygın taksonlar arasında değerlendirilmemiştir.

4. Sonuç

Tüm verilerin ışığında polen diyagramlarında en yaygın olarak belirlenen göstergeler olmaları nedeniyle tarım arazileri, terk edilmiş tarım arazileri, otlatma ve tarım faaliyetlerinden etkilenen araziler ve doğal ormanların tahrip edildiği arazileri gösteren polenlerin en temel ve en yaygın antropojenik göstergeler olduğu belirlenmiştir. Bu antropojenik göstergeler tarım arazileri göstergelerinden tahıl tarımını gösteren Cerealia type, *Secale cereale*, *Triticum*, *Hordeum*, *Avena*; meyve tarımını gösteren *Vitis vinifera*, *Juglans regia*, *Olea europaea*, *Castanea sativa*, *Fraxinus ornus*, *Pistacia*, *Prunus*; terk edilmiş tarım arazilerini gösteren Chenopodiaceae, *Artemisia*, *Plantago lanceolata*, *Rumex acetosa*, *Rumex acetosella*, *Polygonum aviculare*; otlatma ve tarım faaliyetlerinden etkilenen arazileri gösteren *Plantago lanceolata*, *Sanguisorba minor*, *Polygonum aviculare*, *Rumex acetosella*, Chenopodiaceae ve *Centaurea solstitialis*; doğal ormanların tahrip edildiği arazileri gösteren *Juniperus*, *Phillyrea* ve *Quercus* (evergreen)'dir. Bu antropojenik göstergelerin ve temsil ettiği arazi kullanımı şekillerinin

özellikle Anadolu ve çevresinde belirli bir tarım dönemi içerisinde tanımlanmış olması nedeniyle verilerin dikkatli değerlendirilmesi sonucunda fosil polen değerlendirmelerinde kullanılabileceği görülmektedir.

Antropojenik göstergelerin doğru değerlendirilebilmesi için araştırma yapılan sahadaki güncel bitki taksonları ve bunlara ait polenlerin dağılışı özelliklerinin belirlenmesi gerekmektedir. Fosil polen diyagramlarının değerlendirilmesinde antropojenik göstergelerin değeri yerden yere değişiklik gösterebilir. Çünkü bu polenlere ait bitkilerin çoğu sadece insanlar tarafından etkilenen habitatlarda değil, doğal habitatlarda da gelişim için uygun koşullar bulmaktadır. Bu nedenle, insan etkisinin belirli şekillerine işaret eden antropojenik göstergelerin seçilmesi ve değerlendirilmesinde yerel doğal koşullar ve paleo özelliklerinin belirlendiği dönem dikkate alınmalıdır. Özellikle birden fazla arazi kullanım şeklini gösteren taksonların kullanımında dikkat edilmeli ve arazi kullanım şeklinin belirlenmesi için diğer taksonlarla birlikteliği incelenmelidir. Bunun yanı sıra fosil polen verilerinin araştırma sahasından elde edilebilecek tarihsel, arkeolojik veriler ve mikro-makro fosil verileriyle de desteklenerek değerlendirilmesi gerekmektedir.

Antropojenik göstergelerin belirlenmesi ve güvenilirliğinin artırılması için farklı lokasyonlarda daha çok sayıda güncel polen çalışmasına ve bunların elde edildiği sahalarda fosil polen çalışmalarlarıyla test edilmesine ihtiyaç vardır.

Kaynakça

- Aaby, B. (1986). Trees as anthropogenic indicators in regional pollen diagrams from eastern Denmark. In: Behre K-E. (Eds.) *Anthropogenic indicators in pollen diagrams* (p. 73–93). Rotterdam: Balkema.
- Bakker, J., Paulissen, E., Kaniewski, D., De Laet, V., Verstraeten, G. ve Waelkens, M. (2011). Man, vegetation and climate during the Holocene in the Territory of Sagalassos, Western Taurus mountains, SW Turkey, *Veg. Hist. Archeobot.* 21: 249–266.
- Bakker, J., Paulissen, E., Kaniewski, D., Poblome, J., De Laet, V., Verstraeten, G. ve Waelkens, M. (2013). Climate, people, fire and vegetation: new insights into vegetation dynamics in the Eastern Mediterranean since the 1st century AD. *Clim. Past* 9: 57–87.
- Behre, K.E. (1981). The interpretation of anthropogenic indicators in pollen diagrams. *Pollen et Spores* 23: 235–247.
- Behre, K.E. (1986). *Anthropogenic indicators in pollen diagrams*. Rotterdam: A.A. Balkema.
- Behre, K.E. (1990). Some reflections on anthropogenic indicators and the record of prehistoric occupation phases in pollen diagrams from the Near East. Bottema, S., Entjes-Nieborg, G., van Zeist, W. (Eds.), *Man's Role in the Shaping of the Eastern Mediterranean Landscape* (p. 219–230). Rotterdam: A. A. Balkema.
- Bell, M. ve 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. Birks, HH., Birks, HJB., Kaland, PE., Moe, D. (Eds.), *The Cultural Landscape - Past, Present and Future*. (p. 241–254). Cambridge: Cambridge University Press.
- Berglund, B.E. (Ed.) (1991). *The Cultural landscape during 6000 years in southern Sweden*. Ecological Bulletins 41 (496 pp.). Copenhagen: Publisher Munksgaard.

- Berglund, B.E. ve Ralska-Jasiewiczowa, M. (1986). Pollen analysis. Berglund, B.E. (Eds.), *Handbook of Holocene Palaeoecology and Palaeohydrology* (p. 455–484). Chichester: Wiley.
- Biltekin, D., Eriş, K.K., Çağatay, M.N., Akçer Ön, S. ve 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* 274: 88-101.
- 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. ve Birks, H.H. (1980). *Quaternary Palaeoecology*. (289 pp.). London: Edward Arnold.
- Blom, C.W.P.M., Husson, L.M.F. ve Westhoff, V. (1979). Effects of trampling and soil compaction on the occurrence of some Plantago species in coastal dunes. IV. The vegetation of two dune grasslands in relation to physical soil factors. *Proceedings of the Koninklijke Nederlandse Akademie van Wetenschappen (Series C)* 82: 245-273.
- Bottema, S. ve Woldring, H. (1984). Late Quaternary vegetation and climate of Southwestern Turkey II. *Palaeohistoria*, 26, 123-149.
- Bottema, S. ve Woldring, H. (1990). Anthropogenic indicators in the pollen record of the Eastern Mediterranean. Bottema, S., Entjes-Nieborg, G., Van Zeist, W. (Eds.), *Man's Role in the Shaping of the Eastern Mediterranean Landscape* (p. 231-264). Rotterdam: Balkema.
- Bottema, S., Woldring, H. ve Aytuğ, B. (1986). Palynological investigations on the relations between prehistoric man and vegetation in Turkey: the Beyşehir Occupation Phase. Demiriz, H., Özhatay, N. (Eds.), *Proceedings of the 5th Optima Congress* (p. 315-328). September 1986, Istanbul.
- Bottema, S., Woldring, H. ve Aytuğ, B. (1993-1994). Late Quaternary vegetation history of northern Turkey. *Palaeohistoria* 35/36: 13-72.
- Bottema, S., Woldring, H. ve Kayan, İ. (2001). The Late Quaternary Vegetation History of Western Turkey. J.J. and Thissen, L.C., (Ed.), *The Ilipinar Excavations II, Roodenberg* (p. 327–354). Leiden: Nederlands Instituut voor het Nabije Oosten.
- Brewer, S., Cheddadi, R., Beaulieu, J.L. de Reille, M. (2002). The spread of deciduous Quercus throughout Europe since the last glacial period. *Forest Ecology and Management* 156: 27-48.
- Brun, C. (2009). Biodiversity changes in highly anthropogenic environments (cultivated and ruderal) since the Neolithic in eastern France. *The Holocene* 19 (6): 861-871.
- Brun, C. (2011). Anthropogenic indicators in pollen diagrams in eastern France: a critical review. *Vegetation History and Archaeobotany* 20: 135-142.
- Brun, C., Dessaint, F., Richard, H. ve 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.
- Chapman, G.P. ve Peat W.E. (translated by Wang Y.R.) (1996). *An Introduction to the Grasses (Including Bamboos and Cereals)*. Beijing: Science Press.
- Court-Picon, M., Buttler, A. ve Beaulieu J-L de. (2006). Modern pollen/vegetation/land-use relationships in mountain environments: an example from the Champsaur valley (French Alps). *Vegetation History and Archaeobotany* 15: 151–168.
- Djamali, M., de Beaulieu, J-L., Andrieu-Ponel, V., Berberian M., Miller, N.F., Gandouin, E., Lahijani, H., Shah-Hosseini, M., Ponel, P., Salimian, M. ve Guiter, F. (2009). A late Holocene pollen record from Lake Almalou in NW Iran: evidence for changing land-use in relation to some historical events during the last 3700 years. *Journal of Archaeological Science* 36: 1364–1375.
- Domínguez-Vázquez, G., Islebe, G.A. ve Villanueva-Gutiérrez, R., (2004). Modern pollen deposition in Lacandon forest, Chiapas, Mexico. *Review of Palaeobotany and Palynology* 131(1-2): 105–116.
- Eastwood, W.J., Gümüşçü, O., Yiğitbaşıoğlu, H., Haldon, J.F. ve England, A. (2009). Integrating Palaeoecological and Archaeo-Historical records: Land use and Landscape change in Cappadocia (central Turkey) since late Antiquity. Vorderstrasse, T., Roodenberg, J. (Ed.), *Archaeology of The Countryside in Medieval Anatolia* (p.45-69). Pihans.
- Eastwood, W.J., Roberts, N. ve Boyer, P. (2007). Pollen analysis at Çatalhöyük. Hodder, I. (Ed.), *Excavations at Çatalhöyük: the 1995-1999 Seasons* (p. 573-580). Ankara: Monograph of the McDonald Institute and the British Institute of Archaeology (BIAA).
- Eastwood, W.J., Roberts, N. ve Lamb, H.F. (1998). Palaeoecological and archaeological evidence for human occupation in southwest Turkey: the Beyşehir occupation phase. *Anatol. Stud.* 48: 69-86.
- Eastwood, W.J., Roberts, N., Lamb, H.F. ve Tibby, J.C. (1999). Holocene environmental change in southwest Turkey: a palaeoecological record of lake and catchment-related changes. *Quat. Sci. Rev.* 18: 671-695.
- Ejarque, A., Miras, Y. ve 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: 123-139.
- England, A., Eastwood, W.J., Roberts, C.N., Turner, R. ve Haldon, J.F. (2008). Historical landscape change in Cappadocia (central Turkey): a palaeoecological investigation of annually-laminated sediments from Nar lake. *The Holocene* 18 (8): 1229-1245.
- Eriş, K.K., Arslan, T.N. ve 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: 3685–3697.
- Fægri, K. ve Iversen, J. (1975). *Textbook of Pollen Analysis* (3rd ed.). New York: Hafner.
- Gaillard, M.J. (2007). Archaeological Applications. Elias, S., Mock, M. (Eds.), *Encyclopedia of Quaternary Science* (p. 2570-2595). Second Edition-Elsevier.
- Gaillard, M.J., Birks, H.J.B., Emanuelsson, U. ve 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: 3-17.
- Gaillard, M.J., Birks, H.J.B., Emanuelsson, U., Karlsson, S., Lageras, P. ve 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: 47–73.
- Giraudi, C., Mercuri, A.M. ve Esu, D. (2012). Holocene palaeoclimate in the northern Sahara margin (Jefara Plain, northwestern Libya). *The Holocene* 23(3): 339-352.
- Groenman-van Waateringe, W. (1986). Grazing possibilities in the Neolithic of the Netherlands based on palynological data. Behre, K.E. (Eds.), *Anthropogenic Indicators in Pollen Diagrams* (p. 187-202). Rotterdam: Balkema.
- 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. (Eds.) *The cultural landscape—past, present and future* (p. 189–207). Cambridge: Cambridge University Press.

- Hicks, S. (1992). Modern pollen deposition and its use in interpreting the occupation history of the island Hailuoto, Finland. *Vegetation History and Archaeobotany* 1: 75–86.
- Hicks, S. ve 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: 257-72.
- Hjelle, K.L. (1997). Relationships between pollen and plants in human-influenced vegetation types using presence-absence data in western Norway. *Review of Palaeobotany and Palynology* 99: 1–16.
- Hjelle, K.L. (1999a). Modern pollen assemblages from mown and grazed vegetation types in western Norway. *Rev Palaeobot Palynol* 107: 55–81.
- 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. *Nor Arch Rev* 32: 19–39.
- 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: Dan. Geol. Unders. II, 2 (66): 20-68.
- Iversen, J. (1949). *The influence of prehistoric man on vegetation*. Række: Dan. Geol. Unders., 3 (6): 25.
- 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.
- Kaniewski, D., De Laet, V., Paulissen, E. ve Waelkens, M. (2007). Long-term effects of human impact on mountainous ecosystems, western Taurus Mountains, Turkey. *Journal of Biogeography* 34: 1-23.
- Kaniewski, D., Paulissen, E., De Laet, V. ve Waelkens, M. (2008). Late Holocene fire impact and post-fire regeneration from the Bereket basin, Taurus Mountains, southwest Turkey. *Quaternary Res.* 70: 228–239.
- Koff, T. (1995). Human impact on the development of the vegetation of the Kurtna Kame Field in North-East Estonia. *PACT* 51: 421–439.
- Lagerås, P. (1996). *Vegetation and Land-use in the Småland Uplands, Southern Sweden, During the Last 6000 Years*. Lundqua Thesis 36. Lund University. ISSN 0293- 3146.
- Lagerås, P. (2000). Järnålderns odlingssystem och landskapets långsiktiga förändring-Hamnedas röjningsröseområden i ett paleoekologiskt perspektiv (Iron Age farming and long-term landscape change in Hamneda, southern Sweden-Clearance cairn areas in a palaeoecological perspective. Lagerås, P. (Eds.), *Arkeologi och Paleoekologi i Sydvästra Småland* (p. 167–230). Sweden: Riksantikvarieämbetet.
- Lawson, I., Frogley, M., Bryant, C., Preece, R. ve Tzedakis, P. (2004). The Lateglacial and Holocene environmental history of the Ioannina basin, north-west Greece. *Quaternary Science Reviews* 23: 1599–1625.
- Leroy, S., Kazancı, N., İlleri, Ö., Kibar, M., Emre, O., McGee, E. ve Griffiths, H.I. (2002). Abrupt environmental changes within a late Holocene lacustrine sequence south of the Marmara Sea (Lake Manyas, N-W Turkey): possible links with seismic events. *Marine Geology* 190: 531-552.
- Leroy, S.A.G., Schwab, M.J. ve Costa, P.J.M. (2010). Seismic influence on the last 1500-year infill history of Lake Sapanca (North Anatolian Fault, NW Turkey). *Tectonophysics* 486: 15–27.
- Li, Y.Y. (2001). *Study on ecological background of ancient civilization and anthropogenic indicator of pollen taxa in Western Liaohe River Basin*. Postdoctoral Research Report (in Chinese). Peking University.
- Li, Y.Y., Willis, K.J., Zhou L.P. ve Cui, H.T. (2006). The impact of ancient civilization on the northeastern Chinese landscape: palaeoecological evidence from the Western Liaohe River Basin, Inner Mongolia. *The Holocene* 16 (8): 1109-1121.
- Li, Y.Y., Zhou, L.P. ve Cui, H.T. (2008). Pollen indicators of human activity. *Chinese Science Bulletin* 53 (9): 1281-1293.
- Liddle, M.J. ve Greig-Smith, P. (1975). A survey of tracks and paths in a sand dune ecosystem. II. *Vegetation. Journal of Applied Ecology* 12: 209-930.
- Love, J.J. ve Walker, M.J.C. (2015). *Reconstructing Quaternary Environments* (3rd Edt). Oxon: Routledge.
- Maguire, D.J. (1983). The identification of agricultural activity using pollen analysis. Jones, M. (Eds.), *Integrating the subsistence economy* (p.5-18). British Archaeological Reports, 181.
- Makohonienko, M., Gaillard, M.-J. ve Tobolski, K. (1998). Modern pollen/land-use relationships in ancient cultural landscapes of northwestern Poland, with an emphasis on mowing, grazing, and crop cultivation. Gaillard, M.-J., Berglund, B.E., Frenzel, B., Huckriede, U. (Eds.), *Quantification of land surfaces cleared of forests during the Holocene—Modern pollen/vegetation/landscape relationships as an aid to the interpretation of fossil pollen data* (p. 85–101). Paläoklimaforschung/Palaeoclimate Research 27. Fischer, Stuttgart,
- Mazier, F., Galop, D., Brun, C. ve Buttler, A. (2006). Modern pollen assemblages from grazed vegetation in the western Pyrenees, France: a numerical tool for more precise reconstruction of past cultural landscapes. *Holocene* 16: 91–103.
- Mercuri, A.M., Bandini Mazzanti, M., Florenzano, A., Montecchi, M.C. ve Rattighieri E. (2013). Olea, Juglans and Castanea: the OJC group as pollen evidence of the development of human-induced environments in the Italian peninsula. *Quaternary International* 303: 24-42.
- Miebach, A., Nierstrath, P., Roeser, P. ve Litt, T. (2016). Impacts of climate and humans on the vegetation in northwestern Turkey: palynological insights from Lake Iznik since the Last Glacial. *Clim. Past* 12: 575-593.
- Müllenhoff, M., Handl, M., Knipping, M. ve Brückner, H. (2004). The evolution of Lake Bafa (Western Turkey)-Sedimentological, microfauanal and palynological results. G. Schernewski und T. Dolch (Hrsg.): *Geographie der Meere und Küsten, Coastline Reports* 1:55-66.
- Neumann F.H., Kagan E.J., Leroy S.A.G. ve 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: 756–764.
- Neumann, F., Schölzel, C., Litt, T., Hense, A. ve Mordechai, S. (2007). Holocene vegetation and climate history of the northern Golan heights (Near East). *Veget. Hist. Archaeobot.* 16: 329– 346.
- Noë, R. ve Blom, C.W.P.M. (1981). Occurrence of three *Plantago* species in coastal dune grasslands in relation to pore-volume and organic matter content of the soil. *Journal of Applied Ecology* 19: 177-182.
- Oberdorfer, E. (1970). *Pflanzensoziologische Exkursionsflora für Süddeutschland und die angrenzenden Gebiete*. Stuttgart: Verlag Eugen Ulmer.
- Overland, A. ve Hjelle, K.L. (2009). From forest to open pastures and fields: cultural landscape development in western Norway inferred from two pollen records representing different spatial scales of vegetation. *Veget Hist Archaeobot* 18: 459-476.
- Ören, A. (2018). *Kültepe (Kayseri) Çevresinin Fosil Polen Analizleri Işığında Holosen Paleocoğrafyası*. (Yayımlanmamış doktora tezi). Ankara Üniversitesi/Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara.

- Prentice, I.C. (1988). Records of vegetation in time and space: the principles of pollen analysis. Huntley, B., Webb III, T. (Eds.), *Vegetation History* (p. 17–42). Kluwer: The Hague.
- Prøsch-Danielsen, L. (1993). Prehistoric agriculture revealed by pollen analysis, plough-marks and sediment studies at Sola, south-western Norway. *Veget Hist Archaeobot* 2: 233-244.
- Roberts, N. (2002). *The Holocene: an environmental history* (2nd edition). Oxford: 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. ve Yiğitbaşıoğlu, H. (2016). A tale of two lakes: a multi-proxy comparison of Lateglacial and Holocene environmental change in Cappadocia, Turkey. *J. Quat. Sci.* 31 (4): 348-362.
- Roberts, N., Eastwood, W.J., Lamb, H.F. ve Tibby, J.C. (1997). The age and causes of Mid- Late Holocene environmental change in southwest Turkey. Nüzhet Dalfes, H., Kukla, G., Weiss, H. (Ed.), *Third Millennium BC Climate Change and Old World Collapse* (p. 410-429). Berlin: NATO ASI Series, vol. 1.
- Sullivan, D.G. (1988). The Discovery of Santorini Minoan Tephra in Western Turkey, *Nature Publishing Group* 333: 552-554.
- Şenkul, Ç., Ören, A., Doğan, U. ve Eastwood, W.J. (2018). Late Holocene environmental changes in the vicinity of Kültepe (Kayseri), Central Anatolia, Turkey. *Quaternary International* 486, 107-115.
- Turner, J. (1964). The anthropogenic factor in vegetational history I. Tregaron and Whixall Mosses. *New Phytol* 63: 73-90.
- van Zeist, W., Woldring, H. ve Stapert, D. (1975). Late Quaternary vegetation and climate of the southwestern Turkey. *Paleohistoria* 17: 53-143.
- Vera, F.W.M. (2000). *Grazing ecology and forest history*. Wallingford: CABI Publishing.
- Vermoere, M., Bottema, S., Vanhecke, L., Waelkens, M. ve Smets, E. (2002). Palynological evidence for late Holocene human occupation recorded in two wetlands in southwest Turkey. *The Holocene* 12 (5): 569-584.
- Vorren, K.D. (1986). The impact of early agriculture on the vegetation of Northern Norway. A discussion of anthropogenic indicators in biostratigraphical data. Behre, K.E. (Eds.), *Anthropogenic Indicators in Pollen Diagrams* (p. 1–18). Rotterdam: Balkema.
- Vuorela, I. (1986). Palynological and historical evidence of slash-and-burn cultivation in South Finland. Behre, K.E. (Eds.), *Anthropogenic Indicators in Pollen Diagrams* (pp. 53–64). Rotterdam, Boston: Balkema A.A.
- Westhoff, V. (1967). The ecological impact of pedestrian, equestrian and vehicular traffic on vegetation. *Proceedings and Papers of IUCN 10th Technical Meeting* 7: 218-223.
- Wick, L., Lemcke, G. ve 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.