

**T.C.  
KARABÜK ÜNİVERSİTESİ  
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ  
COĞRAFYA ANABİLİM DALI**

**PALİNOLOJİ VE COĞRAFYACILARIN KUATERNER  
ÇALIŞMALARI AÇISINDAN ÖNEMİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Hazırlayan  
Betül İLHAN**

**Tez Danışmanı  
Prof. Dr. Mücahit COŞKUN**

**KARABÜK**

**EYLÜL/2019**

**T.C.  
KARABÜK ÜNİVERSİTESİ  
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ  
COĞRAFYA ANABİLİM DALI**

**PALİNOLOJİ VE COĞRAFYACILARIN KUATERNER  
ÇALIŞMALARI AÇISINDAN ÖNEMİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Hazırlayan  
Betül İLHAN**

**Tez Danışmanı  
Prof. Dr. Mücahit COŞKUN**

**KARABÜK**

**EYLÜL/2019**

## İÇİNDEKİLER

İÇİNDEKİLER .....	1
TEZ ONAY SAYFASI.....	4
DOĞRULUK BEYANI .....	5
ÖNSÖZ .....	6
ÖZ.....	8
ABSTRACT.....	10
ARŞİV KAYIT BİLGİLERİ.....	11
ARCHIVE RECORD INFORMATION .....	12
KISALTMALAR .....	13
GİRİŞ .....	14
ARAŞTIRMANIN KONUSU .....	16
ARAŞTIRMANIN AMACI VE ALT AMAÇLARI .....	16
ARAŞTIRMANIN GEREKÇESİ, ÖNEMİ VE SINIRLILIKLARI .....	17
ARAŞTIRMANIN MATERYAL VE YÖNTEMİ.....	17
ARAŞTIRMA İLE İLGİLİ ÖNCEKİ YAPILAN ÇALIŞMALAR.....	18
1. BİRİNCİ BÖLÜM .....	26
1.1. PALİNOLOJİ’NİN TARİHSEL GELİŞİMİ .....	26
1.2. PALİNOLOJİ’NİN DİĞER DİSİPLİNLERLE İLİŞKİSİ .....	33
1.2.1.Paleoklimatoloji .....	33
1.2.1.1. Jeolojik Etkenler:.....	34
1.2.1.2. Atmosferik Etkenler: .....	34
1.2.1.3. İnsan Faktörü:.....	36
1.2.1.4. Paleoklimatoloji’de Kullanılan Yöntemler: .....	37
1.2.2. Paleocoğrafya .....	42
1.2.3.Paleontoloji .....	42
1.2.3.1. Makropaleontoloji .....	43
1.2.3.2. Mikropaleontoloji .....	43
1.2.4. Paleoekoloji.....	44
1.2.5. Paleobiyoloji .....	44

1.2.6. Paleohidroloji .....	45
2. İKİNCİ BÖLÜM.....	46
2.1. POLEN.....	46
2.2. POLEN YAPISI VE GELİŞİMİ .....	48
2.3. POLENLERİN DAĞILIŞI VE KORUNMASI.....	49
2.3.1. Polenlerin Geçmiş Dönemlerde ki Dağılışları .....	51
2.4. POLEN ANALİZLERİ VE ÖZELLİKLERİ.....	52
2.4.1.Fosil Polen Analizlerinde Uygulanan Yöntem ve Teknikler.....	53
2.4.1.1. Laboratuvarda Uygulanan Analiz Yöntemleri.....	54
2.4.2. Güncel Polen Analizlerinde Uygulanan Yöntem ve Teknikler.....	60
2.4.2.2. Laboratuvarda Uygulanan Analiz Yöntemleri .....	61
2.4.3. Aeropalinolojide Polen Analizleri Uygulanan Yöntem ve Teknikler .....	64
2.4.3.1. Gravimetrik Methot .....	65
2.4.3.2. Volumetrik Methot .....	66
2.5. POLEN ANALİZLERİNDE ARAZİ ÇALIŞMALARINDA DİKKAT EDİLMESİ GEREKEN HUSUSLAR.....	67
2.6. POLEN ANALİZLERİ LABORATUVAR ÇALIŞMALARINDA DİKKAT EDİLMESİ GEREKEN HUSUSLAR .....	70
2.7. POLEN DİYAGRAMLARININ OLUŞTURULMASI VE YORUMLANMASI.....	71
3. ÜÇÜNCÜ BÖLÜM.....	76
3.1. KUATERNER DÖNEMİ VE İKLİM DEĞİŞMELERİ .....	76
3.1.1. Pleistosen Devri .....	76
3.1.1.1. Pleistosen Stratigrafisi .....	77
3.1.2. Holosen Dönemi.....	78
3.2. KUATERNER DÖNEMİNDE PALİNOLOJİ.....	80
4. DÖRDÜNCÜ BÖLÜM.....	82
4.1. PALİNOLOJİ ALANINDAKİ SON GELİŞMELER .....	82
5. BEŞİNCİ BÖLÜM.....	84
SONUÇ VE ÖNERİLER.....	84
5.1. SONUÇ .....	84
5.2. ÖNERİLER .....	84
KAYNAKÇA.....	86

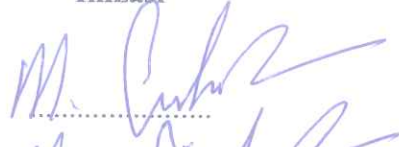
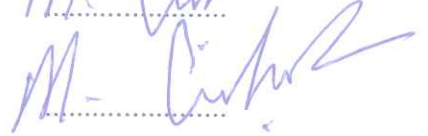

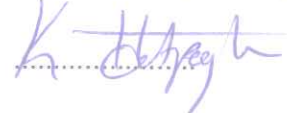
<b>FOTOĞRAFLAR LİSTESİ.....</b>	<b>95</b>
<b>ŞEKİLLER LİSTESİ .....</b>	<b>97</b>
<b>ÖZGEÇMİŞ .....</b>	<b>98</b>



## TEZ ONAY SAYFASI

### Karabük Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Müdürlüğü'ne

Betül İLHAN'a ait "Palinoloji ve Coğrafyacıların Kuaterner Çalışmaları Açısından Önemi" adlı bu tez çalışması Tez Kurulumuz tarafından Tezli Yüksek Lisans programı tezi olarak oybirliği / oyçokluğu ile kabul edilmiştir.

	Akademik Unvanı, Adı ve Soyadı	İmzası
Tez Kurulu Başkanı	: Prof. Dr. Mücahit COŞKUN	
Danışman Üye	: Prof. Dr. Mücahit COŞKUN	
Üye	: Dr. Öğr. Üyesi Öznur YAZICI	
Üye	: Dr. Öğr. Üyesi İlter Kutlu HATİPOĞLU	

Tez Sınavı Tarihi: 01/07/2019

## DOĞRULUK BEYANI

Yüksek lisans tezi olarak sunduğum bu çalışmayı bilimsel ahlak ve geleneklere aykırı herhangi bir yola tevessül etmeden yazdığımı, araştırmamı yaparken hangi tür alıntılarım intihal kusuru sayılacağını bildiğimi, intihal kusuru sayılabilecek herhangi bir bölüme araştırmamda yer vermediğimi, yararlandığım eserlerin kaynakçada gösterilenlerden olduğunu ve bu eserlere metin içerisinde uygun şekilde atıf yapıldığını beyan ederim.

Enstitü tarafından belli bir zamana bağlı olmaksızın, tezimle ilgili yaptığım bu beyana aykırı bir durumun saptanması durumunda, ortaya çıkacak ahlaki ve hukuki tüm sonuçlara katlanmayı kabul ederim.

Adı Soyadı: Betül İLHAN

İmza

: 

## ÖNSÖZ

Bu çalışmada, araştırmanın konusunu, Botanik biliminin bir alt dalı olan palinolojinin tarihsel gelişimi, araştırma teknikleri Kuaterner Dönemi- alt evreleri ve coğrafyacılara bu çalışma alanındaki yeri meydana getirmektedir.

Bu tezde, Türkiye’de coğrafyacılara Kuaterner çalışmaları alanında palinoloji ile ilgili çalışmaları artırması, ulusal literatüre yayın kazandırması ve palinolojik çalışmalarda coğrafi bakış açısının da alan yazına dahil edilmesi düşüncesiyle böyle bir araştırmanın hazırlanması amaçlanmıştır. Coğrafya biliminin palinoloji çalışmalarına vereceği katkı kadar palinoloji alanının da coğrafya alan yazınına yeni bir soluk getireceği düşünülmektedir.

Araştırma giriş kısmı dışında beş farklı bölümden oluşmaktadır. İlk bölümde Palinoloji biliminin tarihsel gelişim süreci ve Palinoloji’nin diğer disiplinlerle ilişkisi. İkinci Bölümde Polenlerin morfolojik yapısı, Polen Analizleri ve uygulama süreçleri, laboratuvar ve arazi çalışmalarında dikkat edilmesi gereken hususlar ele alınmıştır. Üçüncü bölümde ise Kuaterner Dönemi genel bir bakış açısı ile değerlendirilip Kuaterner Döneminin Palinoloji ile ilgisinden bahsedilmiştir. Dördüncü bölümde palinolojideki son ve güncel çalışmalara değinilerek beşinci bölüm ile birlikte sonuç ve önerilerde bulunulup tez çalışması tamamlanmıştır.

Lisans ve Yüksek Lisans Eğitimim boyunca deneyim ve tecrübesini benden hiç esirgemeyen tez danışman hocam, Prof. Dr. Mücahit COŞKUN’a maddi ve manevi anlamda desteğini her zaman yanımda hissettiğim değerli hocam Prof. Dr. Fatih AYDIN’a, elim bir hastalık sonucunda aramızdan ayrılan değerli hocam Dr. Öğr. Üyesi Ersin GÜNGÖRDÜ’ye ve üzerimde emeği olan diğer bütün hocalarıma, tez çalışmam boyunca her zaman yardımını esirgemeyen Muhammed ÖZTEKİNCİ’ye maddi ve manevi desteğiyle hep yanımda olan İbrahim Ethem CÜLÜC’e hayatım boyunca her zaman beni destekleyen, bugünlere kadar gelmemde emeği olan ve daima yanımda olan kıymetli AİLEME, TEŞEKKÜR EDERİM.



Palinoloji ve Coğrafyacıların Kuaterner Çalışmaları Açısından Önemi adlı bu yüksek lisans tezi, Karabük Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü tarafından desteklenen **17-YL-189** numaralı proje kapsamında hazırlanmıştır.

**Betül İLHAN**

**Karabük, 2019**



## ÖZ

Palinoloji, botanik biliminin bir alt dalı olup polen sporlarını incelemektedir. Son yıllarda Kuaterner çalışmalarında sıkça kullanılmaya başlanmış yöntemlerden birisi olup her geçen gün daha da dikkat çekmektedir.

Palinoloji; polen morfolojisi, polen analizleri, adli palinoloji, aeropalinoloji, polen kimyası, polen fizyolojisi gibi alt dallara ayrılıp coğrafi süreçlerin anlaşılabilmesi için önem taşımaktadır. Dünyadaki bitki türleri, dağılışı ve yapısı ile sadece botanik bilimi ilgilenmemektedir. Coğrafyacılarında bu sahada etkin rol aldığı bilinmektedir. Yapılan birçok bilimsel çalışmada coğrafyacılar palinolojiden destek almaktadır ve son yıllarda bilimsel toplantılarda yapılan çalışmaların arttığı gözlenmektedir. Ancak Türkiye’de palinoloji çalışmalarında coğrafyacıların alan yazına yeterli katkıyı sağlamadığı anlaşılmaktadır.

Tez çalışmasında, konu kapsamını kuaterner dönemi palinoloji çalışmaları ve coğrafya ile ilgisi oluşturmaktadır. İklim kayıt yöntemlerinden birisi olan palinoloji araştırmalarının coğrafya disiplini içerisinde literatüre katkı vereceği düşünülmektedir. Ayrıca coğrafyanın analitik bakış açısının ve sentezci yaklaşımının ise palinoloji alanında bir birikim zenginleşmesine yol açacağı beklenmektedir. Bu nedenle tezde, palinolojinin tarihsel gelişimi, palinolojinin diğer disiplinlerle ilişkisi, polen yapısı, polen analizleri ve kullandığı yöntemlerin açıklanması amaçlanmıştır. Tez çalışmasında araştırma yöntemi olarak Betimsel Tarama Modeli kullanılmıştır.

Tez içeriğinde, Kuaterner Dönemi iklim değişimleri ve bunun palinoloji ile ilişkisine, geçmişte yapılan bilimsel çalışmalara ve palinoloji alanında son yıllardaki güncel araştırma teknikleri ile palinolojinin, coğrafyacıların kuaterner çalışmalarına yapacağı katkılar üzerinde durulmuştur. Ulusal literatürde coğrafyacıların yaptığı sınırlı araştırmaların yaygınlaşması için palinoloji alanının geçmişten günümüze ilgi sahası ve kullandıkları yöntemlere tezde dikkat çekilmiş ve coğrafyacılar için derli toplu bir

kaynak özelliği taşınması istenmiştir. Tezin beklentisi araştırmacılara temel düzeyde palinoloji üzerine hazırlanmış düzenli bir kaynak oluşturmasıdır.

**Anahtar Kelimeler:** Palinoloji, Polen Analizleri, Kuvaterner Palinolojisi, Coğrafya.



## ABSTRACT

Palynology is a sub-branch of botanical science and examines pollen spores. It is one of the methods that have been used frequently in the Quaternary studies in recent years and is getting more and more attention.

Palynology; pollen morphology, pollen analysis, forensic palynology, aeropalynology, pollen chemistry, pollen physiology is important for understanding the geographical processes. Botanic science is not interested in plant species, distribution and structure in the world. We know that geographers are active in this field. In many scientific studies, geographers have received support from palynology and it has been observed that the studies conducted in scientific meetings have increased in recent years. However, it is noticeable that in Turkey, the geographers are found not much involved in palynology.

In this thesis, the historical development of palynology, the relationship between palynology and other disciplines, pollen structure, pollen analysis are given. In this study, Descriptive Screening Model was used as a research method. The main aim is to provide information about the climate changes in the Quaternary Period and its relationship with palynology, past-present scientific studies, and the current research techniques in the field of palynology, and the future of palynology.

The world's rich geological features a number of countries with less infrastructure as numerous studies in many parts Palynology field while Turkey. Therefore, the ground should be established for such studies in our country. When the relationship between geography and nature is taken into consideration, geographers should also take part in this matter.

**Key Words:** Palynology, Pollen Analysis, Quaternary Palynology, Geography.

## ARŞİV KAYIT BİLGİLERİ

<b>Tezin Adı</b>	Palinoloji ve Coğrafyacıların Kuvaterner Çalışmaları Açısından Önemi
<b>Tezin Yazarı</b>	Betül İLHAN
<b>Tezin Danışmanı</b>	Prof. Dr. Mücahit COŞKUN
<b>Tezin Derecesi</b>	Yüksek Lisans
<b>Tezin Tarihi</b>	01.07.2019
<b>Tezin Alanı</b>	Fiziki Coğrafya
<b>Tezin Yeri</b>	KBU/SBE
<b>Tezin Sayfa Sayısı</b>	98
<b>Anahtar Kelimeler</b>	Palinoloji, Polen Analizleri, Kuvaterner Palinolojisi, Coğrafya.

## ARCHIVE RECORD INFORMATION

<b>Name of the Thesis</b>	Importance of Palynology and Geographers for Quaternary Studies
<b>Author of the Thesis</b>	Betül İLHAN
<b>Advisor of the Thesis</b>	Prof. Dr. Mücahit COŞKUN
<b>Status of the Thesis</b>	Master's Degree
<b>Date of the Thesis</b>	01.07.2019
<b>Field of the Thesis</b>	Department of Geography
<b>Place of the Thesis</b>	KBU/SBE
<b>Total Page Number</b>	98
<b>Keywords</b>	Palynology, Pollen Analysis, Quaternary Palynology, Geography

## KISALTMALAR

<b>DNA</b>	: Deoksiribo Nükleik Asit
<b>RNA</b>	: Ribo Nükleik Asit
<b>IFPS</b>	: Uluslararası Palinoloji Dernekleri Federasyonu
<b>BKİ</b>	: Sentetik Değişkende Fazlalık Analizi
<b>MTA</b>	: Maden Tetkik Arama Kurumu
<b>CO<sup>2</sup></b>	: Karbondioksit
<b>Ppm</b>	: Parts-per notation
<b>XRD</b>	: X Işını Kristalografisi
<b>pH</b>	: Potansiyel Hidrojen
<b><sup>18</sup>O</b>	: Oksijen 18 izotopu
<b><sup>13</sup>C</b>	: Karbon 13 izotopu
<b>Sr</b>	: Stronsiyum
<b>Mg</b>	: Magnezyum
<b>HCl</b>	: Hidroklorik asit
<b>NaOH</b>	: Sodyum Hidroksit
<b>Na<sub>4</sub>P<sub>2</sub>O<sub>7</sub></b>	: Tetrasodyum Pirofosfat
<b>HF</b>	: Hidroflorik asit
<b>KOH</b>	: Potasyum Hidroksit
<b>μ</b>	: mikro
<b>AP</b>	: Orman vejetasyonu
<b>NAP</b>	: Orman altı vejetasyonu

## GİRİŞ

Dünya tarihinin son 2,6 milyon yılını kapsayan Kuaterner Dönemi, küresel iklimde buzullarla, buzullar arası dalgalanmalarla birlikte çarpıcı değişiklikler göstermiştir. Kuaterner, iklim değişikliğinin sık yaşandığı bir periyot olarak gözlenmektedir.

Çevre ve insan için ciddi bir tehdit olarak kabul edilen küresel iklim değişikliği, son yıllarda bilimsel ve politik tartışmaların merkezinde olmuştur. Çeşitli jeolojik, biyolojik, tarihi ve arkeolojik veriler, dünya ikliminin değiştiğine ve gelecekte bunun gösterimine çeşitli yollarla kanıt sağlamaktadır. Bunlar içerisinde palinoloji, bitki örtüsü temelli geçmiş iklim değişikliklerinin yeniden inşası için en güçlü biyolojik araçlardan biridir (Kar ve Quamar,2019).

Kuaterner Dönemi'ndeki yaşlandırma yöntemleri ve elde edilen sonuçların değerlendirilmesi son yıllarda Fiziki Coğrafya çalışmalarında ilk sırada yer almaktadır. Geçmiş dönemlerdeki verileri inceleyip, geleceğe dair çeşitli öngörülerde bulunabilmek amacıyla oluşturulan iklim modellerinde, bu yöntemler önem arz etmektedir.

Geçmiş iklim çalışmaları ile ilgili potansiyel kaynak olarak değerlendirilen, buzul örnekleri, okyanus tortulları, mercanlar, varvlar, karbonatlı mağara çökelleri, lösler, bitki makro fosilleri, ağaç halkaları (Dendrokronoloji) gibi yöntemler arasında palinolojide bulunmaktadır (Schulz vd., 1999; Akt; Avcı,2007).

Kuaterner çalışmalarını coğrafya disiplininin bir alt dalı olan Fiziki Coğrafya incelemektedir. Fiziki Coğrafya araştırmaları için Kuaterner çalışmalarında kullanılan yöntemlerden birisi de Palinoloji'dir. Palinoloji, kısaca polen sporlarının incelenmesi olarak tanımlanmaktadır. Polen ise, bitkinin erkek gametini dişi gamete taşıyan, bitkinin genetik şifresini barındıran ve kendi türünün dışındaki DNA ile birleştirip soyunu devam ettirmeye çalışan, dış etkenlere bağlı olarak çürüme ve bozulma olayına karşı çok dirençli bir taşıyıcı olmasıdır. Amacına ulaşamayan polenler ise değişik ortamlarda (turbalıklar, buzullar, bataklıklar, varvlar, mercanlar vs.) çökeller içinde dış yapısı bozulmadan korunabilmektedir.

Coğrafya biliminin çevre-insan ilişkisi anlayışı, yapılan palinoloji çalışmalarında Kuaterner Dönemi'nin bir alt dönemi olan Holosene odaklanmıştır (Hepbilgin,2010).



Holosen döneminde iklimde görülen değişmelerin ortaya konulmasında, Palinoloji sıkça kullanılan yöntemler arasındadır. Ancak palinoloji iklim çalışmalarının yanı sıra Fiziki Coğrafya çalışmalarında da kullanılan bir yöntemdir. Coğrafya sadece polen teşhisi yapıp bitki türlerini ayırmak ve bir mekân dahilinde dağılışlarını incelemekle yükümlü değildir. Bunun yanı sıra güncel ve fosil polen analizleri ile geçmiş iklim salınımlarını da ortaya koyarak çevre ve insan etkileşimine de değinmektedir.

Son yıllarda paleocoğrafya çalışmalarında kullanılan geçmişe dair kanıtlar sunan diğer yaşlandırma yöntemleri gibi Dünya’da palinoloji ile ilgili çok sayıda araştırma coğrafyacılar tarafından da yürütülmektedir. Ülkemizdeki coğrafyacıların bir kısmı bu konuda uzmanlaşmış olsalar bile, halen orman mühendisliği, biyoloji ve jeoloji bölümleri ile ortak yapılan projeler ile çalışmalarına destek aramaktadırlar.

Palinoloji, genç bir bilim alanıdır. Son 75 yılda Kuaterner çalışmalarında sıkça kullanılan araştırma yöntemleri arasındadır. İlk kez 1944 yılında H.A. HYDE tarafından ortaya atılmıştır.

Palinoloji alanındaki çalışmaların son yıllarda giderek artmasının sebeplerini şu şekilde sıralanabilir:

1. Bitki polenlerine ve sporlarına her yerde kolaylıkla rastlanabilmesi. (Örneğin; Eğreltilerde 30 milyondan fazla spor bulunması, Sarıçam (*Pinus silvestris*)’ın bir çiçek kurulunda 5.775.000 bir ağacında 12,5 milyar polen bulunması gibi).
2. Polenlerin zarlarının (ekzin) çok dayanıklı olması ve havasız ortamda milyonlarca yıl özelliklerini yitirmeden kalabilmeleri.
3. Günümüzde ve geçmiş jeolojik dönemlerde bitki örtüsü ve iklim koşulları hakkında bilgi edinilmesi.
4. Farklı bilim dallarına katkı sağlaması. Örneğin; botanik, bitki sosyolojisi, ekoloji, fitopatoloji, paleobotanik, paleoklimatoloji, silvikültür, agrikültür, apikültür, coğrafya, klimatoloji, meteoroloji, fenoloji, jeoloji, sedimantoloji, stratigrafi, oseonografi, aerobiyoloji, arkeoloji, sosyoloji, antropoloji, kronoloji, tıp bilimleri, eczacılık, kriminoloji vb. alanlarda kullanıldığı bilinmektedir (Aytuğ,1981).

Palinolojik çalışmaların gün geçtikçe önemi artmaktadır. Kuaterner dönemindeki Pleistosen ve Holosen evrelerinde yaşamış olan bitki, hayvan kalıntıları, örtü buzullarının genişlemesi ve gerilemesi, deniz seviyesindeki alçalma ve yükselme hareketleri ve daha birçok etken bizlere Kuaterner dönemi ve öncesinde yaşanmış olan birçok jeolojik devir hakkında bilgi vermektedir. Bu bilgiler ışığında Dünya'nın geçmiş iklimi ile ilgili bilgi sahibi olup gelecekteki Dünya iklimi ve küresel değişimler hakkında model analizler yapıp tahmin yürütmek daha da kolaylaşmaktadır.

## **ARAŞTIRMANIN KONUSU**

Dünya tarihinin son 2,6 milyon yılını kapsayan Kuaterner Dönemi, küresel iklimde buzullarla, buzullar arası dalgalanmalarla birlikte çarpıcı değişiklikler göstermiştir. İklim değişikliği günlük yaşamın her alanında etkisini göstermeye başlayan ve her geçen gün etkisini artıran bilimsel bir gerçektir. Dünya üzerinde bulunduğumuz konum nedeniyle ülkemizin iklim değişikliğinden önemli ölçüde etkileneceği öngörülmektedir.

Bu çalışmada, araştırmanın konusunu, Botanik biliminin bir alt dalı olan Palinoloji'nin tarihsel gelişimi, araştırma teknikleri Kuaterner Dönemi- alt evreleri ve Coğrafyacıların bu çalışma alanındaki yeri meydana getirmektedir. Araştırmanın konu başlığı "*Palinoloji ve Coğrafyacıların Kuaterner Çalışmaları Açısından Önemi*" olarak belirlenmiştir. Böyle bir konunun seçilmesinde analitik bakış açısına sahip ve sentezci bir bilim olan coğrafyanın palinoloji araştırmalarına yeni bir bakış açısı getireceği düşünülmektedir. Aynı zamanda palinoloji araştırma yöntemlerinin de coğrafya biliminde bir zenginleşme sağlayacağı anlaşılmaktadır.

## **ARAŞTIRMANIN AMACI VE ALT AMAÇLARI**

Son yıllarda Kuaterner çalışmalarında oldukça sık kullanılmaya başlanmış yöntemler arasında Palinoloji de bulunmaktadır. Palinoloji'ye dair yapılacak çalışmalarda, coğrafyacıların iyi bir botanik bilgisine ve bu alan ile ilgili iyi bir laboratuvar alt yapısına sahip olması gerekmektedir.

Bu tezde Türkiye'de coğrafyacılarında Kuaterner çalışmaları alanında ve palinoloji ile ilgili bilgi birikimine sahip olması, ulusal literatürdeki boşluğu doldurması ve palinolojik çalışmalara, analizlere daha çok katılıp coğrafyacılarında bu alan ile ilgili

bir alt yapı oluşturması amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda aşağıda bulunan alt amaçlara yönelik sorulara cevap aranacaktır;

- Kuaterner Dönemi araştırmalarında neden palinoloji yöntemleri kullanılmaktadır?
- Palinoloji'nin diğer disiplinlerle ilişkisi nedir?
- Polenler nasıl oluşur?
- Polen Analizleri nasıl yapılmaktadır?
- Polen Analizlerinde Arazi ve Laboratuvar alışmaları nasıl yapılmaktadır?
- Polen Diyagramları nasıl hazırlanır ve yorumlanabilir?
- Palinoloji'de fosil ve güncel polen analizleri nasıl yapılmaktadır?
- Palinolojideki yeni araştırma teknikleri nelerdir?
- Kuaterner Dönemi Palinoloji araştırmalarında Coğrafyacılardan rolü nedir?

## **ARAşTIRMANIN GEREKÇESİ, ÖNEMİ VE SINIRLILIKLARI**

Coğrafyacılardan ulusal alan yazında bu saha üzerine yaptığı araştırmaların sınırlı olması ve genç araştırmacılar için palinoloji alanında derli toplu, düzenlenmiş bilgilerden oluşan bir araştırmanın bulunmaması bu tez çalışmasının yapılmasına neden olmuştur.

Türkiye'de Kuaterner Dönemi ve Palinoloji ile ilgili yapılan çalışmalar da dünya genelinde bakıldığı zaman gerek kullanılan tekniklerin eski olması ve bilginin kısıtlı olmasından dolayı mevcut literatüre bağlı kalınmaktadır. Bundan dolayı Türkiye'de coğrafyacılardan bu alandaki eksikliğini tamamlayacak yönde kapsamlı bir çalışmanın olmayışı çalışmada kaynak eksikliğine yol açmaktadır. Ayrıca uluslararası yardımcı kaynakların genellikle makale bazında olması ve bu alanda yazılan temel kaynak kitaplarının tarihlerinin eski olması çalışmayı sınırlandıran faktörler arasındadır.

## **ARAşTIRMANIN MATERYAL ve YÖNTEMİ**

Araştırmanın iyi ve kapsamlı yapılabilmesi için öncelikle literatür taraması yapılmıştır. Araştırmayı daha verimli hale getirmek için yurtdışı ve yurtiçinde yapılmış

olan tezler, bildiriler, makaleler, kitap bölümleri, kitaplar taranarak incelenmiştir. Alan yazında yerli ve yabancı kaynaklardan yararlanarak bu tez çalışması oluşturulmuştur.

Çalışmada, araştırma yöntemi olarak “Betimsel Tarama Modeli” kullanılmıştır. Bu yöntemde bir konudaki var olan durum çeşitli kaynaklardan araştırılarak yorumlanmaktadır. Bu tür araştırmalar, olgular hakkında sistemli ve düzenli bilgiler elde edilerek yapılır. Betimleyici bir araştırmada herhangi bir koşulun varlığı veya yokluğu ya da durumu ortaya koyulmaya çalışılır. Betimleyici araştırmaların bulguları yer yer tablo ve grafiklerle yorumlanarak değişkenler arasındaki kolerasyonun varlığı veya yokluğu belirlenmek hedeflenir(Arseven,2001;Akt.; Coşkun,2017).

## ARAŞTIRMA İLE İLGİLİ ÖNCEKİ YAPILAN ÇALIŞMALAR

### Yurtdışında Yapılan Çalışmalar

**Königsson (1971)**, Mevcut literatürden bazı örnekleri, genel kullanıma yönelik tanımlama anahtarlarının güvenilirliği ile ilgili bir tartışma için kullanmıştır. Palinolojik verileri Biyolojik varyasyonun rolü ve Polen Analizleri vurgulamıştır.

**Terasmae ve Mott (1971)**, Sable Adası son buzul dönemi sırasında kalan takım adalardan biridir. Yapılan çalışma sonucu yüzey numuneleri ve atmosferik polen birikimine ek olarak yaşları 200 ile 11.000 arasında değişen bir dizi gömülü toprak ve turba horizonu palinolojik olarak incelenmiştir.

**Blackmore ve Claugher (1984)**, İyon demeti dağlama tekniğini palinolojik çalışmalara uyarlamışlardır.

**Mc Gregor (1987)**, Mc Gregor başkanlığını yaptığı (IFPS) “Uluslararası Palinoloji Dernekleri Federasyonu” hakkında bilgi verip dünya palinologları arasında iletişim ve işbirliğini teşvik etme ve diğer uluslararası bilimsel kurullarla ilişkileri hakkında bilgi vermiştir.

**Labouriau (1991)**, Son 13.000 yılı kapsayan yedi stratigrafik bölümden Venezuela, Mérida Andes, palinolojik analizlerin sonuçları, iklim ve bitki örtüsünün yorumlanması, yüksek dağlık bitki örtüsünün ve irtifa konumunun bileşiminin Geç

Kuvaterner'de sabit olmadığını, Pleistosen sonunda değişen iklimin ve Holosen sırasında küçük salınımların olduğunu gösteren bir çalışma yapmıştır.

**Hicks ve Birks (1996)**, Finlandiya'nın Hailuoto adasındaki ana vejetasyon birimlerinden (hem doğal hem de antropojenik) modern polen grupları 29 yüzey yosunu örneğini inceleyip, toplam 59 polen ve spor taksonu kaydedilmiştir. Polen veri seti, genel olarak adada arazi kullanımıyla ilgili farklı temel ekolojik durumları (kum, humus, orman, tarla, ormansız, ağaçsız) tanımlayan altı dış sentetik değişkenle fazlalık analizi (BKİ) ile belirlenmiş olup BKİ grafiği, modern polen düzeneklerindeki en güçlü özelliklerin, kuru kumlu topraklardan gelen spektrumlar ile daha organik içerikli amortisörlü topraklardan gelenler ile ormanlık ve ormansız alanlardan oluşan düzenekler arasındaki kontrast olduğunu göstermiştir.

**Birks (2004)**, Fennoskandiyen ülkelerindeki Kuaterner polen analizindeki metodolojik ve kavramsal gelişmelere odaklanılmıştır. Kavramsal gelişmeler arasında buzullar arası ilişkiler döngüsü, geç buzullar ve bitki örtüsünün doğası, erken Holosen orman gelişimini etkileyen ekolojik süreçler, insan etkisinin önemi, mineral toprakların polen analizi ve polen stratigrafik verilerin son 50 yıllık yorumu yapılmıştır.

**Eisawi ve Schrank (2008)**, Sudan'ın güneydoğusundaki Melut havzasında üst Kreatese yaşlı ve Neojen yaşlı deniz mavisi palinojisini incelemişlerdir.

**Gutiérrez , Balarino, vd. (2010)**, Uruguay'ın kuzeyindeki sondaj deliklerinden ve fosillerden elde edilen Permiyen Tres Islas ve Melo formasyonlarının palinolojik içerikleri rapor edilmiştir. Parana havzasındaki bu Permiyen çökeltilerinde yeni taksonlar dahil olmak üzere 147 tür teşhis edilmiştir.

**Terasmae (2010)**, Son elli yıl boyunca Kuaterner palinolojisi'nin kapsamının önemli ölçüde genişleyip, polen ve sporların dışında mikrofosil türü çalışma alanında genişleyip modern yöntemlerle araştırıldığına değinmiştir.

**Clapham (2010)**, Oklahoma Permiyeninden gelen belirli bir palinolojik soruna birkaç farklı İstatiksel yaklaşımı karşılaştırarak çeşitli yöntemlerin avantaj ve dezavantajlarını ortaya koymuştur.

**Steele ve Warny (2013)**, Palinoloji'nin öneminden ve Antarktika'da ki buzul sondajları sonucunda elde edilen bilgiler ışığında eski iklimleri yeniden inşaa etmek için lise öğrencilerini araştırmaya teşvik etmeye çalışan bir çalışma hazırlamışlardır.

**Babcock ve Warny (2014)**, Palinoloji bilimini tanımlayıp, mikroskobik polen ve sporların adli davaların çözümünde nasıl kullanılabileceğini ortaya koymuşlardır.

**Akyüz ve Warny (2015)**, ABD'nin Utah bölgesinde yapılan çalışmalarda geniş çökeltme ortamlarını geliştirmek, iklimsel ortamı değerlendirmek, biyostratigrafik ve palinolojik çerçeve oluşturmak için palinolojik analizlerin kullanılması üzerinde durmuşlardır. Çalışma sahasında tortulolojik ve sekans stratigrafik çalışmalar yapılmış ancak bu saha palinolojik yönden hiç değerlendirilmediği için bu eksikliği gidermek adına bu çalışmayı yapmışlardır.

**Na, Manchester ,vd. (2015)** İç Moğolistan'da Chifeng şehrindeki Daohugou bölgesinde paleontolojik veriler tespit edilmiş, mega fosil bitkilerden örnekler topanarak Paleokolojik ve Paleocoğrafik açıdan değerlendirilip 44 cins ve 87 tür polinomorf tespit edilmiştir.

**(Wiltshire, 2016)** Wiltshire bu çalışmasında Adli Palinoloji üzerinde durarak İngiltere, İrlanda, Yeni Zelanda ve ABD'de sayısız cezai ve hukuki soruşturmaya katkıda bulunmuştur.

**Edwards ve Pardoe (2018)** Yapmış oldukları çalışmada Palinoloji'nin tarihsel gelişimi ve Polen Analizleri Genelgesi hakkında bilgi vermişlerdir.

**Apolito, Caminha, vd. (2018)**, Brezilya'da yapılmış olan bu çalışmada Amazon merkezindeki Negro nehrinden ince bir tortulun detaylı palinolojik araştırması yapılmıştır. Nehir boyunca iyi korunmuş zengin polen ve spor topluluğuna ulaşılmıştır. Kuzey ve Güney Amerika boyunca yayılmış 95 tür tespit edilmiştir ve bunların biyoçeşitlilik açısından önemi vurgulanmıştır.

**Tablo 1.** Yurtdışında Yapılmış Olan Çalışmalar.

Yazar	Yıl	Konu Başlığı
<b>Eserler</b>		
Königsson	1971	Palynology, Biological Variation and Pollen Analysis
Hesse and Waha	1987	A new look at the Acetolysis Method
MacDonald	1987	Methods in Quaternary Ecology 2 Palynology
McGregor	1987	Palynology- The International Connection
Labouriau	1991	Palynology of the Venezuelan Andes
Hicks & Birks	1996	Numerical analysis of modern and fossil pollen spectra as a tool for elucidating the nature of fine -scale human activities in boreal areas
Tonkov	2003	Aspects of palynology and palaeoecology
Beaudoin & Head	2004	The palynology and Micropalaeontology of Boundaries
Birks	2005	Fifty years of Quaternary pollen analysis in Fennoscandia 1954-2004
Traverse	2007	Paleopalynology (Second Edition)
Eisawi & Schrank	2008	Upper Cretaceous to Neogene Palynology of the Melut Basin, Southeast Sudan
Demchuk & Riding	2010	A history and overview of the American association of stratigraphic palynologists (AASP)
Schols, Dessein vd.	2010	CARNOY: A new digital measurement tool for palynology
Griesecke, Fontona vd.	2010	From early pollen trapping experiments to the Pollen Monitoring programme
Gutiérrez, Balarina & Beri	2010	Palynology of the Lower Permian of Parana Basin, Uruguay
Steele & Warny	2013	Reconstructing Earth's Past Climates: The Hidden Secrets of Pollen
Babcock & Warny	2014	Forensic Palynology as Classroom Inquiry
Na, Manchester vd.	2015	The Middle Jurassic Palynology of the Daohugou area, Inner Mongolia China and Its implications for Palaeobiology and Palaeogeography
Bradley	2016	Paleoclimatology (3rd edition)
Wiltshire	2016	Protocols for forensic palynology
Nunes de Jesus & Souza	2017	Comparative pollen morphological analysis in the subgenera passiflora and Decaloba
Edwards	2017	Pollen, women, war and other things: reflections on the history of palynology
Broothaerts, Lopez vd.	2018	Reconstructing past arboreal cover based on modern and fossil pollen data: A statistical approach for the Gredos Range (Central Spain)
Edward & Pardoe	2018	How palynology could have been paepalology: the naming of a discipline
D'Apolito, Caminha vd.	2019	The Pliocene- Pleistocene Palynology of the Negro River, Brazil

## Yurtiçinde Yapılan Çalışmalar

**Aytuğ (1981)**, Palinoloji'nin Yerbilimlerine uygulanma sürecine değinip, Palinoloji'nin tarihçesine ve Palinoloji hakkında literatür taraması yaparak çalışmasını oluşturmuştur.

**Caner (1994)**, Yapmış olduğu Doktora Tezi çalışmasında İstanbul'un giderek kalabalık bir hal alıp artan nüfusun ve çarpık kentleşmenin ekosistemi olumsuz yönde etkilediğine değinmiştir. Bu çalışmasında Dendrokronoloji ve Palinoloji yöntemleri ile İstanbul'un orman örtüsünün nasıl değişime uğradığını göstermeyi amaçlamıştır.

**Akyol (2003)**, Bayat'a bağlı Emirşah ve Karakaya dolayında bulunan kömürlerin içerdiği Eosen mikroflorası, yeni türleriyle birlikte tanımlanmıştır. Böylece daha önce yapılmış çalışmalarla saptanmış spor ve pollen türlerine ek olarak, Eosen mikroflorasının zenginliğini belgeleyen diğer türleri de tanımak olanağı elde edilmiştir.

**Akkemik, Efe, vd. (2006)**, Akdeniz bölgesindeki endemik odunsu "Rosaceae" taksonları üzerinde morfolojik ve palinolojik çalışmalar yapmışlardır.

**Hepbilgin (2010)**, "Paleocoğrafya Çalışmalarında Polen Analizi" adlı çalışmasıyla palinoloji alanında ve polen analizlerinin ana hatları hakkında bilgi vermek amacıyla teorik bir çalışma hazırlamıştır.

**Karlıoğlu (2011)**, çalışma sahası olan İstanbul Belgrad ormanlarına 6 Tauber tipi polen tuzağı ve Kırklareli-İğneada Longoz ormanlarına 6 adet polen tuzağı kurarak önemli odunsu ve otsu cinslerin polenlerinin teşhisi yapılarak cm<sup>2</sup>'ye düşen aylık polen yoğunluğunu belirlemiştir.

**Akçer-Ön (2011)**, Küçükçekmece Lagünü, Yeniçağa, Uludağ Buzulu ve Bafa Gölleri'nin Avrupa ve Ortadoğu iklim kayıtları ile karşılaştırılmasını konu alan çalışmasında şunlara değinmiştir; göllerden çökel karotları alınmış, Çökeller 50 mm aralıklarla örneklenerek toplam inorganik organik karbon analizleri yapılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre Batı Türkiye'de Küçük Buzul Çağının ilk evresi kurak, son evresi ise yağışlı olduğu sonucuda varılmıştır.

**Kaplan (2012)**, "Van Gölü Geç Holosen Polenleri" adlı çalışmasında Geç Holosen boyunca Van gölü çevresinde hakim olan step orman vejetasyonuna ait polenleri sınıflandırmış ve botanik olarak adlandırmıştır.

**Üçbaş (2013)**, tez kapsamında, Yenice-Kalkım havzasında yüzlek veren Soma Formasyonu'nun palinolojisi, paleoekolojisi ve palinofasiyesi çalışılmıştır.



**Karhoğlu, Caner, Erginal vd. (2016)**, yapmış olduğu “Aktaş Gölü Geç Holosen Çökellerinde Palinolojik Analizler” adlı çalışmada Türkiye Kuvaterner Sempozyumunda (TURQUA) ele alınmıştır. Bu çalışma ile gölden alınan karot numunelerinde 50 cm'nin altındaki seviyelerde odunsu bitki polenlerine 50 cm'nin üzerindeki seviyelerde otsu bitkilerin polenlerinin fazla olduğuna rastlanmıştır. Bu durum daha geniş yayılışa sahip orman ekosistemlerinin antropojenik etkiyle yok olduğunu göstermiştir.

**Yavuz (2016)**, “Orta Anadolu'dan Yüksek Çözünürlüklü Polen ve  $\Delta 13 C$  Kayıtları; Vejetasyon ve İklim Bulguları” adlı çalışmasında ortalama polen yoğunluğu değerini iklimsel koşullara bağlamıştır. Polen yoğunluğunun arttığı dönemlerde iklim koşullarında da iyileşme olduğu görülmüştür.

**Şenkul, Eastwood, Doğan, Karhoğlu vd. (2016)**, “Kültepe (Kayseri) Çevresinin Fosil ve Güncel Polen Analizleri Işığında Holosen Ortamsal Değişimi” adlı çalışmalarında araştırma sahasının paleovejetasyon özelliklerinin Holosen dönemi boyunca yeniden kurgulanmasını ve fosil polen diyagramlarının daha doğru değerlendirilmesi için Engir Gölü çevresindeki güncel polenlerin birim toprak ve su yüzeyine ne kadar düştüğünü hesaplayıp; Kültepe'den elde edilen Arkeolojik verilerle denkleştirilerek insan faaliyetlerinin doğal ortam ve doğal ortamın insan yaşamı üzerindeki etkisi ortaya koymuşlardır.

**Şenkul, Karhoğlu ve Eastwood (2016)**, Teke Yarımadası Ormanlarında Güncel Polen Dağılımı ve Mikro İklim Koşullarının Belirlenmesi amaçlanmış 16 farklı lokasyona ait polen diyagramının yorumlanması temel bir kaynak oluşturmuş. Böylelikle geçmiş-günümüz ve gelecek perspektifi dikkate alınarak, bitki örtüsü ve iklim koşullarında meydana gelen güncel polen determinasyonunun belirlenmesi amaçlanmıştır.

**Akkemik, Arslan vd. (2016)**, Bolu'nun Seben ilçesi yakınlarında Miosen arazisinde Türkiye'nin ilk fosil ormanları ile ilgili çalışma yapmışlardır.

**Şenkul (2018)**, “Abies cilicica Ormanının (Karlık Dağı/Burdur-Bucak) Güncel Polen Dağılımı: Polen Tuzakları, Kara Yosunu Örnekleri ve Yüzey Sediman Örneği Arasındaki İlişkiler” adlı çalışmasında Abies cilicica ormanının güncel polen dağılımı özelliklerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Elde edilen güncel polen verileri hem kendi aralarındaki karşılaştırılması yapılmış hem de sıcaklık ve nemlilik parametreleriyle ilişkilendirilmiştir.

**Şenkul ve Doğan (2018)**, Fosil ve güncel polen analizleri işiğında Mucur Obruk Gölü evresinin paleovejetasyon değişimlerini incelemişlerdir. Çalışmanın amacına fosil polen ve güncel polen analizleri sonucunda varılmıştır. Polen analizlerinden elde edilen bulgulara göre, Küçük Buzul ağı'nın etkisi çalışma alanında vejetasyon yapısındaki gelişim ve değişimi sınırlı oranda etkilemiştir.

**Topuz, Karhoğlu ve Karabulut (2018)**, Gavur Gölü (Kahramanmaraş) Fosil polen analizlerine dayalı paleoiklim araştırmalarının amacı; kurumuş dip sedimanları içerisine hapsolmuş fosil polenler üzerinden gl ve yakın çevresinin paleocoğrafik özelliklerinin araştırılmıştır.

**Şenkul, Memiş, Karhoğlu ve Caner (2018)**, yapmış oldukları çalışmalarda 1967-2018 yılları arasındaki Türkiye Kuvaterner dönemindeki polen analizlerinin önemini açıklamaya çalışmışlardır. Çalışmanın amacı; Türkiye'de 1967'den günümüze kadar olan dönemde gerçekleştirilen polen çalışmalarının tarihsel gelişiminin belirlenerek dönemselleştirmeye gidilmesi ve Türkiye Kuvaterner paleoekolojisine katkılarının neler olduğunun belirlenmesi amaçlanmıştır.

Dünyada ve Türkiye'de Palinoloji alanında yapılan çalışmalar sadece bunlarla sınırlı kalmayıp her geçen gün bir yenisini eklenmektedir. lkemizde de son yıllarda Palinoloji alanına yönelik yoğun çalışmalar sürdürülmeye devam etmektedir.

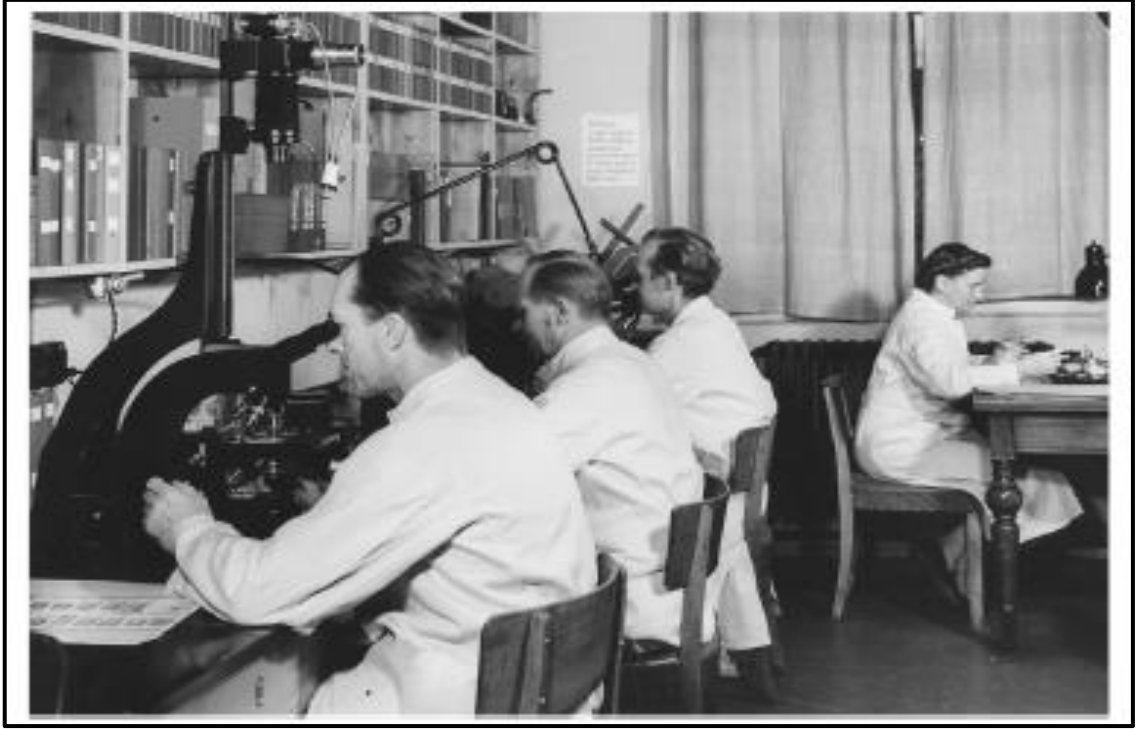
**Tablo 2. Yurtiçinde Yapılmış Olan Çalışmalar.**

Yazar	Yıl	Konu Başlığı
<b>Eserler</b>		
Aytuğ	1964	Polen Morfolojisi ve Türkiye'nin Önemli Gymnospermeleri Üzerine Palinolojik Araştırmalar
Akyol	1964	Palinoloji Nedir ve Tatbikatı
Ağralı ve Erol	1966	Hazro Kömürlerinin Palinolojik İncelemesi ve Permo- Karboniferdeki Gösel Horizonların Yaşı Hakkında Düşünceler
Akyol	1969	Bayat (Çorum) Eoseninin Palinolojik İncelemesi ve Karakaya Emirşah Kömürleri Arasında Deneyim Denemesi
Akyol	1973	Palinoloji Numunesi Alımı Hakkında Not
Ediger	1980	Palinoloji: Düni- Bugüni- Yarını
Aytuğ	1981	Palinoloji ve Yerbilimlerdeki Uygulamaları
Akgün, Akyol, vd.	1986	Soma Neojen Stratigrafisine Palinolojik bir yaklaşım
Akgün ve Akyol	1987	Akhisar (Çatak) Çevresi Kömürlerinin Palinolojik İncelemesi
Kayan	1996	Yeni Yaklaşımlarla Türkiye'nin Pliokuaterner Paleocoğrafyası
Pınar, Akgül ve Tuğ	2003	Palinoloji Laboratuvar Kılavuzu
Gökçen	2003	Ostrakod'lara Giriş
Akkemik, Efe vd.	2006	Akdeniz Bölgesi Endemik Oduşu <i>Rosaceae</i> Taksonlarının Morfolojik ve Palinolojik Özellikleri
Bıçakçı, Altınoğlu, vd.	2009	Türkiye'nin Atmosferik Polenleri
Taşkın ve İnce	2009	Burdur Yöresi Ballarının Polen Analizi
Kaplan ve Örcen	2011	Van Gölü Kuzey Havzasının Geç Holosen Paleoflorası
Bülbül	2011	Kırşehir İli Atmosferindeki Polenlerin Araştırılması
Kaplan	2012	Van Gölü Geç Holosen Polenleri
Karlıoğlu ve Akkemik	2012	İ.Ü. Orman Fakültesi Araştırma Ormanlarında Eylül 2007- Ağustos 2009 Dönemi Güncel Polen Dağılımı
Toker, Özkul ve Özer	2013	Kocabaş (Denizli) Travertenlerinde Sedimantolojik Palinolojik ve Paleoklimsel Çalışmalar
Kapsız	2013	Palinolojik Verilerin Paleocoğrafya Rekonstrüksiyonlarında Kullanılması: Bornova Örneği
Avcı	2014	"Paleocoğrafya", Resimli Türkiye Florası Cilt 1
Şenkul	2014	Polen Analizlerinin Temel Prensipleri ve Kuaterner Ortam Koşullarının Yeniden Yapılandırılmasındaki Önemi
Palas	2015	Paleoklim Nedenleri ve Araştırma Yöntemleri
Şenkul ve Doğan	2018	Fosil ve Güncel Polen Analizleri Işığında Mucur Obruk Gölü çevresinin paleovejetasyon değişimleri
Şenkul	2018	<i>Abies cilicica</i> Ormanının (Karank Dağı/ Burdur- Bucak) Güncel Polen Dağılımı: Polen Tuzakları Kara Yosunu Örnekleri ve Yüzeysel Sediman Örneği arasındaki ilişkiler
<b>Doktora Düzeyindeki Çalışmalar</b>		
Caner	1994	İstanbul'da Kentleşmenin Doğal Orman Alanlarına Etkilerinin Dendrokronoloji ve Palinoloji Yöntemleri ile Belirlenmesi
Kaplan	2010	Van Gölü kuzey Havzasının Geç Holosen Palinolojisi
Karlıoğlu	2011	Istirana ve Belgrad Ormanlarında Güncel Polen Dağılımının İncelenmesi
Şenkul	2011	Güneybatı Anadolu'nun Holosen Paleocoğrafyası
Vardar	2013	Küçük Menderes Havzası Doğu Bölümünün Fiziki Coğrafyası ve Ödemiş Ovasında Paleocoğrafya Araştırmaları
Ören	2018	Kültepe (Kayseri) Çevresinin Fosil Polen Analizleri Işığında Holosen Paleocoğrafyası
<b>Yüksek Lisans Düzeyindeki Çalışmalar</b>		
Akkemik	1994	Türkiye'nin doğal karaağaç ( <i>Ulmus L.</i> ) taksonlarının morfolojik ve palinolojik özellikleri
Paksoy	1995	Kahramanmaraş yöresinin doğal dışbudak taksonlarının morfolojik ve palinolojik özellikleri
Kılıçarslan	2003	Karabük il'inde doğal yayılış yapan ardıç ( <i>Juniperus</i> ) taksonları üzerinde dış morfolojik ve palinolojik araştırmalar
Hepbilgin	2010	Paleocoğrafya Çalışmalarında Polen Analizi
Hüsamoğlu	2017	Hırsızlık olaylarında adli palinolojinin kullanımı ve yararları
Yaman	2018	Urfa K.yn Düzüğü'nün Paleocoğrafyası ve Limantepe-Klazomenai (Urfa-İzmir) Arkeolojisi üzerine Sedimantolojik- Paleontolojik Katkılar
Ersin	2018	Aktaş Gölü ve çevresinin geç holosen dönemi vejetasyonunun palinolojik analizlerle belirlenmesi

## 1. BİRİNCİ BÖLÜM

### 1.1. PALİNOLOJİ'NİN TARİHSEL GELİŞİMİ

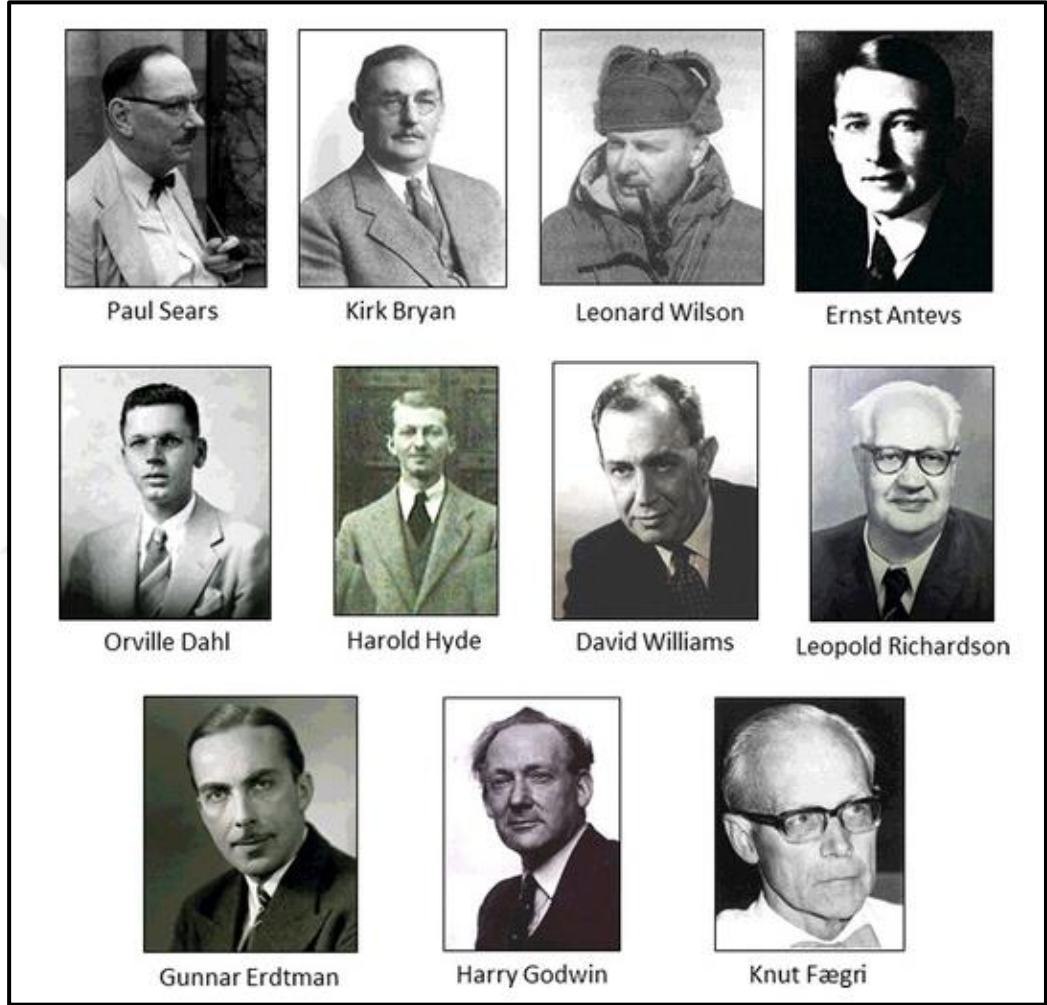
Polenler ve sporlar ile ilgili çalışmalar çok eskiden mikroskobun bulunmasıyla başlamıştır. Bu çalışmalar Botanik, Sporoloji ve Sedimantoloji bilim dallarını kapsamaktadır. Günümüzdeki araştırmaların temel yapıtlarını 1832 yılında Fritzsche, 1834'de Mohl, 1885'te Duchatre, 1890'da Fischer, 1901'de Gagnepain, 1902'de Crie vermiştir.



**Fotoğraf 1.** Ulusal Müzeler Bog Laboratuvarı'ndaki mikroskoplarda Troels-Smith, Svend Jorgensen ve Bent Fredskild . Bunların arkasında sayım listelerini yeniden yazan ve polen yüzdelerini hesaplayan sekreter görülmektedir (Smith, Jessen, vd., 2018).

1900'lü yılların başında Lagerheim İsveç'te turbalıklarda analizler yapmıştır. 1916-1918 yılları arasında Von Post ve öğrencileri ilk modern polen analizi örnekleri vermiştir. 1935'te de Wodehouse Amerika da modern palinoloji çalışmaları gerçekleştirmiştir (Aytuğ,1981).

Palinoloji terimi etimolojik olarak eski Yunancadan gelmektedir. “Polynos” hava içerisinde ki toz, “Paluna” serpmek, dağıtmak anlamındadır. “Polen” latince toz, un Yunanca “Pale” kelimesinden gelmektedir (Aytuğ,1981). Palinoloji genç bir bilimdir. Botanik biliminin bir alt dalıdır ve polen sporlarını araştırır. Palinoloji terimi ilk kez 1944 yılında H.D. Hyde, 1945 yılında H.D. Hyde ve D. Williams tarafından ortaya atılmıştır. Hyde ve Williams palinolojiyi, polen ve diğer sporların incelenmesi ,dağılması ve bunların uygulanmaları olarak tanımlamışlardır.



**Fotoğraf 2.** Polen Analizi Genel Kurultay’ına katılan bilim insanları (Edwards ve Pardoe, 2017).

Lennart von Post, Temmuz 1916’da Oslo’daki 16. İskandinav Doğa Bilimcileri Toplantısı’nda, polen şemalarının sunumu ile birlikte nicel polen analizlerinin ilk gösterimini sunduğunda çalışmasını “polen analizi” olarak adlandırmıştır (Smith, Jessen vd., 2018). Von Post, İsveç’in buzul sonrası devirlere ait spor ve polenleri üzerine

yapmış olduğu çalışmasında, o bölgede bulunan kayaçların yaşını ve eski döneme ait olan bitki topluluğunu ortaya çıkarmayı başarmıştır. Bu çalışması Von Post'a büyük bir ün kazandırmıştır ve birçok bilim insanı tarafından uygulamalı palinoloji'nin başlangıcı olarak kabul edilmiştir (Ediger,1980).

Bu dönemden sonra kömür içerisinde bol miktarda bulunan spor ve polenler paleobotanikçiler ve kömür petroğraflarının dikkatini çekmiştir. Kömür içerisinde bulunan spor ve polenler kömür endüstrisinin ilgisini çektiği kadar petrol endüstrisinin de ilgisini çekmeye başlamıştır. 1930'lu yıllarda Royal Dutch / Shell şirketi bir palinoloji laboratuvarı kurarak bu işe öncülük etmiştir. Gerçek anlamdaki uygulamalar ise II. Dünya savaşı sonrasında Shell ve Standard Oil of New Jersey adlı petrol şirketleri tarafından başlatılmıştır. Shell şirketi Venezuela'daki petrol arama çalışmalarında palinoloji yöntemlerini kullanarak Maracaibo Baseninde uzun süren araştırmalar bilim insanları tarafından yapılmıştır. Yapılan araştırmalar 1955 yılında yayınlanmıştır. Palinolojinin geçmişten günümüze kadar petrol şirketlerinin ayrılmaz bir parçası olmasının nedeni Shell şirketine milyarlarca dolar kazandıran bu çalışmanın yapılmasıdır (Ediger,1980).

Palinolojik anlamdaki bu çalışmalar akademik araştırmalara da öncü olmuştur. Bu çalışmalar ilk zamanlarda petrol şirketlerinin destekleriyle yürütölmeye başlanmıştır. Birçok ölkede yüzlerce bilim insanı kitap ve dergilerde çok sayıda makale yayınlamıştır. Günümüzde Rusya, ABD, Çin, Almanya, Fransa, İngiltere, Hindistan, Avustralya, İspanya, Macaristan, Romanya, Bulgaristan, İskandinav ölkeleri başta olmak üzere hemen her ölkede yoğun olarak çalışmalar sürdürölmektedir. Ölkemizde ise palinoloji alanındaki çalışmaların başlangıcı olumlu iken, gelişimin ise daha yavaş olduğunu görmekteyiz. Cumhuriyetin ilk yıllarında bilim insanına olan ihtiyaç son derece fazlaydı. Bunun için Avrupa ölkelerine özellikle Almanya'ya akademik çalışmalar yapmak üzere devlet desteği ile Türk öğrenciler gönderilmiştir. Bu dönemde Almanya paleobotanik ve paleopalinoloji alanında önemli bir merkez konumundaydı. Almanya'da yürütölen çalışmalar tüm dünyada modern palinolojinin önderi sayılan ve bir palinolog olan R. Potonie tarafından yürütölmekteydi. R. Potonie'nin beş cilt olarak yayınladığı "Synopsis"adlı eseri bu camiada büyük ilgi uyandırmıştır (Ediger,1980).

R. Potonie ile çalışan İbrahim A.C. Okay ölkemiz açısından büyük bir kazançtır. Potonie'nin Paleozoik ve Mesozoik palinolojisinde halen kullanılan "Turma Sistemi"nin

temelleri İbrahim A.C. Okay'ın destek ve düşünceleri üzerine kurulmuştur (Traverse,1974; akt., Ediger,1980).

### ***Bilimsel Örgüt ve Toplantılar:***

Palinoloji biliminin modern bilim düzeyine ulaştığı 1900'lü yılların başında bilimsel örgütler, toplantılar ve yayınların sayısı oldukça azdı. Bu dönemin bilim insanları bu alan ile ilgili çalışmalarını birazda olsa ilgi alanına dahil olan toplantılara katılarak çalışmalarını buralarda yayınlardı. Bu örgütler genellikle jeoloji ve botanik kuruluşlarıydı. Bu kuruluşlara örnek olarak Almanya'daki paleontoloji dergilerini, Kuzey Amerika'da *PSBSA (Paleobotanical Section of the Botanical Society of America)* ve *GSA (Geological Society of America)* sayılabilir (Ediger,1980).

Bilimsel örgüt ve toplantıların sayısı yeterli düzeye ulaştığında, ilk palinoloji konferansı 1962 yılında ABD'de Tucson kentinde gerçekleştirilmiştir. İkincisi 1966'da Hollanda'nın Utrecht şehrinde, üçüncüsü 1971'de SSCB'nin Novosibirsk, dördüncüsü ise 1976'da Hindistan'ın Lucknow şehirlerinde gerçekleştirilmiştir. Günümüzün en önemli ulusal palinoloji örgütü *AASP (American Association of Stratigraphic Palynologist)*'dir. AASP, her ülkeden yüzlerce bilim insanının üye olduğu bir örgüttür. Diğer önemli bir örgüt ise Paleozoik palinolojisini konu edinen *CIMP (Commision Internationale de Microflere du Paleozoique)*'dir. Üçüncü Uluslararası Palinoloji konferansında ise *ICP (International Commission for Palynology)* kurulmuştur (Ediger,1980).

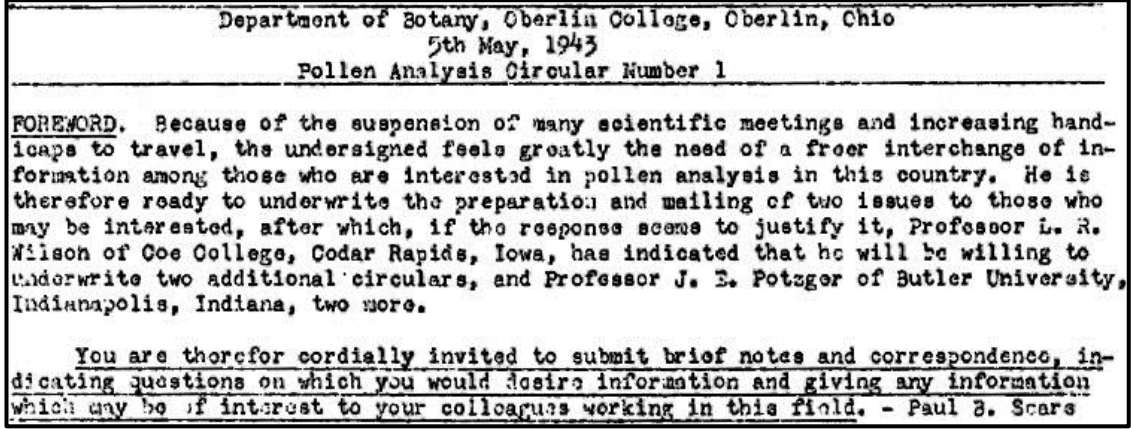
**Tablo 3.** Palinoloji alanında çalışma yapan periyodik dergiler listesi.

<b>PALİNOLOJİ ALANINDA ÇALIŞMA YAPAN YAYINLAR</b>	
<b>PERİYODİK DERGİLER</b>	
<b>Kurucu Kişi ve Kurum</b>	<b>Dergi Adı</b>
<b>G. Erdtman</b>	Grana Palynologica (1954)
<b>B. Gullvag</b>	Grana (1970)
<b>Madeline Van Campo</b>	Pollen et Spores
<b>AASP</b>	Palynology
	Review of Paleobotany and Palynology
	Paleontographica
	Paleontology
	Lethia
	Micropaleontology
	Revue de Micropaleontologie
	Revista Espanola de Micropaleontologie
	Paleogeography- Paleoecology- Paleoclimatology
	Journal of Paleontology
	Geobios
	Paleobotanist

**Tablo 4.** Palinoloji alanında yazılan kitap ve kataloglar listesi.

<b>PALİNOLOJİ ALANINDA ÇALIŞMA YAPAN YAYINLAR</b>		
<b>KİTAP VE KATALOGLAR</b>		
<b>Yazar</b>	<b>Yıl</b>	<b>Eser Adı</b>
<b>Wodehouse</b>	<b>1935</b>	Pollen Grains
<b>Erdtman</b>	<b>1943</b>	Introduction to Pollen Analysis
<b>Fægri &amp; Iversen</b>	<b>1950</b>	Textbook of Modern Pollen Analysis
<b>R. Potonie</b>	<b>1956</b>	Synopsis der Gattungen der Sporae Dispersae
<b>G.O.W. Kremp &amp; W. Spackman</b>	<b>1957</b>	Catalog of Fossil Spores and Pollen
<b>J. Jonsonius &amp; L.V. Hills</b>	<b>1966</b>	Genera File of Fossil Spore and Pollen
<b>Krutzsch</b>	<b>1967</b>	Atlas of Tertiary spore and Pollen of Europe
<b>Tschudy&amp;Scott</b>	<b>1969</b>	Aspects of Palynology





**Fotoğraf 3.** 1 No'lu " Polen Analizi Genelgesi'nin" ön başlığı ve başlangıcı (Edwards ve Pardoe,2017).

1944'ten bu yana gelişmeler gösteren palinoloji, polen morfolojisi, polen kimyası, aeropalinoloji, adli palinoloji, polen fizyolojisi, polen analizleri gibi farklı dallara ayrılmıştır.

**Polen Morfolojisi:** Polenlerin dış görünüşü ve yapısıyla ilgilenmektedir.

**Polen Kimyası:** Polenin içinde bulunan vitamin, mineral, aminoasit ve proteinleri inceler.

***Aeropalinoloji:** Alerjik reaksiyonlara neden olan polenlerin yakalanmasını ve hangi bitki türüne ait olduğunu  $cm^2$  ve  $m^3$  deki miktarını günlük, haftalık, aylık ve yıllık değişimlerini inceleyen bilim dalıdır (Bülbül,2011).*

***Adli Palinoloji:** Adli olgularda, polen ve sporların tespit edilmesi, tiplendirilmesi ve karşılaştırılarak davalarda delil olarak kullanılmasını sağlayan polen, spor polinomorfaların kullanılarak olayların nerede ve ne zaman meydana geldiğini açıklamaya çalışan bir bilim dalıdır (URL1).*

**Polen Analizi:** Farklı fiziki ortamlarda (turbalıklar, denizler, göller, buzullar, hava, bal, kömür vb.) polenlerin araştırılmasıdır.

Geçmişten günümüze palinoloji alanında dünyanın birçok yerinde birçok bilim insanı ve araştırmacı palinolojik verilere dayanarak araştırmalar yapmaktadır. Yapılan bu araştırmalar temel bilgi birikimini ortaya koymuş ve bu alanda çeşitli kitap, makale, bildiri metni, polen ve spor atlasları, dergiler yayımlanmasını sağlamıştır.

Palinoloji alanındaki çalışmaların son yıllarda giderek artmasının sebeplerini şu şekilde sıralayabiliriz:

1. Bitki polenlerine ve sporlarına her yerde kolaylıkla rastlanabilmesi.(Örneğin; Eğreltilerde 30 milyondan fazla spor bulunması, Sarıçam (Pinus silvestris)'ın bir çiçek kurulunda 5.775.000 bir ağacında 12,5 milyar polen bulunması gibi).
2. Polenlerin zarlarının (ekzin) çok dayanıklı olması ve havasız ortamda milyonlarca yıl özelliklerini yitirmeden kalabilmeleri.
3. Günümüzde ve geçmiş jeolojik dönemlerde bitki örtüsü ve iklim koşulları hakkında bilgi edinilmesi.
4. Farklı bilim dallarına katkı sağlaması. Örneğin; Botanik, Bitki Sosyolojisi, Ekoloji, Fitopatoloji, Paleobotanik, Paleoklimatoloji, Silvikültür, Agrikültür, Apikültür, Coğrafya, Klimatoloji, Meteoroloji, Fenoloji, Jeoloji, Sedimentoloji, Stratigrafi, Oseonografi, Aerobiyoloji, Arkeoloji, Sosyoloji, Antropoloji, Kronoloji, Tıp Bilimleri, Eczacılık, Kriminoloji vb. alanlarda kullanıldığını bilmekteyiz (Aytuğ,1981).

Son yıllarda Türkiye'de palinoloji alanında çalışmalar yaparak yayımlanmış birçok eser varken coğrafyacıların bu alanda yeterli çalışmalar yapmadığını görüyoruz. Çeşitli kuruluşlarda, bireysel araştırmalarda palinoloji'nin Türkiye'de yeterince gelişmediğini bilmekteyiz. Türkiye'de bu alanda bugün MTA, İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi, Türkiye Petrolleri Araştırma Merkezi, Ege Üniversitesi ve birçok üniversitemizdeki Biyoloji, Jeoloji bölümleri ve Orman Fakültelerinde ki Laboratuvarlarda sürekli çalışmalar yapılmaktadır. Ancak doğa bilimlerinden biri olan Coğrafyanın bu alanda eksik kaldığını ve son yıllarda bu alanla ilgili çalışmalara yeni yeni başladığını görüyoruz.

Bugün Dünya'da 360.000'den fazla bitki taksonunun varlığı bilinmektedir. Palinoloji, bugün ve geçmişten günümüze ulaşamayan bitki ve polen sporlarını inceleyerek Dünya'nın geçmişte yaşadığı değişimler hakkında bizleri aydınlatmaktadır.

Jeolojik devirlere baktığımızda, Türkiye'de sadece Karbonifer ve Tersiyer alanlarının öneminden bahsedilmiştir. Son yıllarda yapılan fosil ve güncel polen analizi çalışmaları ile diğer jeolojik devirlere ait verilerde incelenmektedir. Jeologların genelde

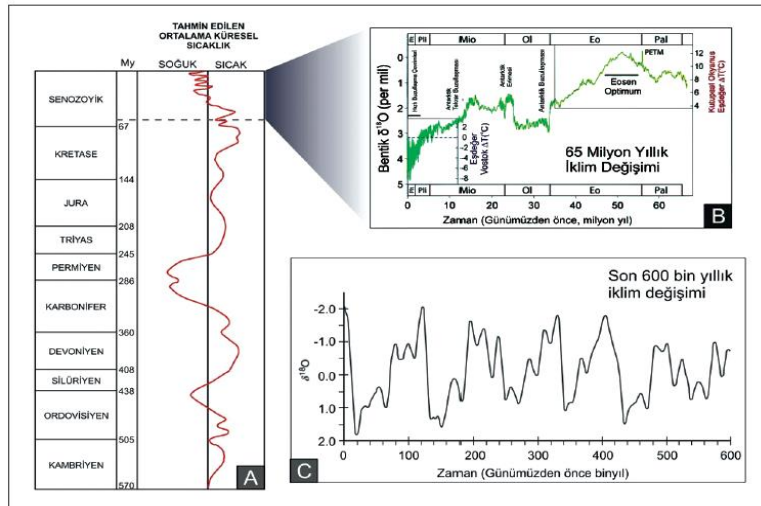
Kuaterner Dönemi ile ilgili çalışmaları kısıtlıdır, Coğrafyacılar bu alandaki eksikliği kapatabilecek bilgi birikimine sahiptir.

Bugün Dünya’da bilinen ünlü petrol kuruluşları (Shell, BP vb.) ileri düzey palinoloji laboratuvarlarında araştırmalar yapmaktadır. Türkiye’nin geçmişte yaşadığı Jeolojik Devir ve bitki türü çeşitliliğinin fazla olduğunu varsayarsak palinoloji ile ilgili çalışma yapan kurum ve kuruluş sayısını arttırmalı, yeni Palinolojistler yetiştirmek için yurtdışı eğitimlerine öğrenciler gönderilmeli, teşvik edilmeli ve gereken duyarlılık gösterilmelidir.

## 1.2. PALİNOLOJİ’NİN DİĞER DİSİPLİNLERLE İLİŞKİSİ

### 1.2.1.Paleoklimatoloji

Paleoklimatoloji, Dünya’nın geçmiş dönemlerdeki iklim koşullarının araştırılmasını sağlayan bilim dalıdır. İklimin günümüzdeki halinden çok geçmişteki hallerini inceleyen bilim adamlarına “Paleoklimatolog” denir. Paleoklimatoloji, buzullar, ağaç halkaları, kayaç tortulları, mercanlar ve turbalıklardan örnekler alarak eski dönemlerdeki iklim koşullarını araştırır. Paleoklimatik veriler geçmiş iklimlerin yeniden inşası için temel sağlar ve iklim değişikliğinin nedenleri hakkında hipotezler ortaya atarak gelecekteki iklimsel değişmelerin tahminleri hakkında bilgi vermektedir (Bradley, 2015).



**Şekil 1.** Jeolojik Devirler boyunca ortalama küresel sıcaklık (Bradley,1999; Akt; Palas,2015).

İklimi etkileyen başlıca faktörler şunlardır;

1. Güneş (Solar radyasyon)
2. Sera gazları
3. Milankovitch döngüleri
4. Volkanizma
5. Kıtaların yer değiştirmesi ve Göktaşları

#### **1.2.1.1. Jeolojik Etkenler:**

##### **a. Kıtaların Yer Değiştirmesi:**

Alfred Wegener teorisine göre kıtaların yer değiştirmesi okyanus akıntıları ve rüzgarlarında yer değiştirerek iklim değişikliğine zemin hazırlamıştır.

##### **b. Yanardağ Patlamaları:**

Yanardağ patlamaları sıklıkla meydana gelirse volkanlardan çıkan partiküller, aerosoller, kumlar ve çeşitli gazlar atmosferde uzun süre kalarak bir toz bulutu oluşturur. Güneş ışınlarının yeryüzüne gelmesini engelleyen bu bulutlar. Dünya'nın ortalama sıcaklığını düşürür. Ayrıca asit yağmurları ve dolu oluşumlarına da neden olmaktadır.

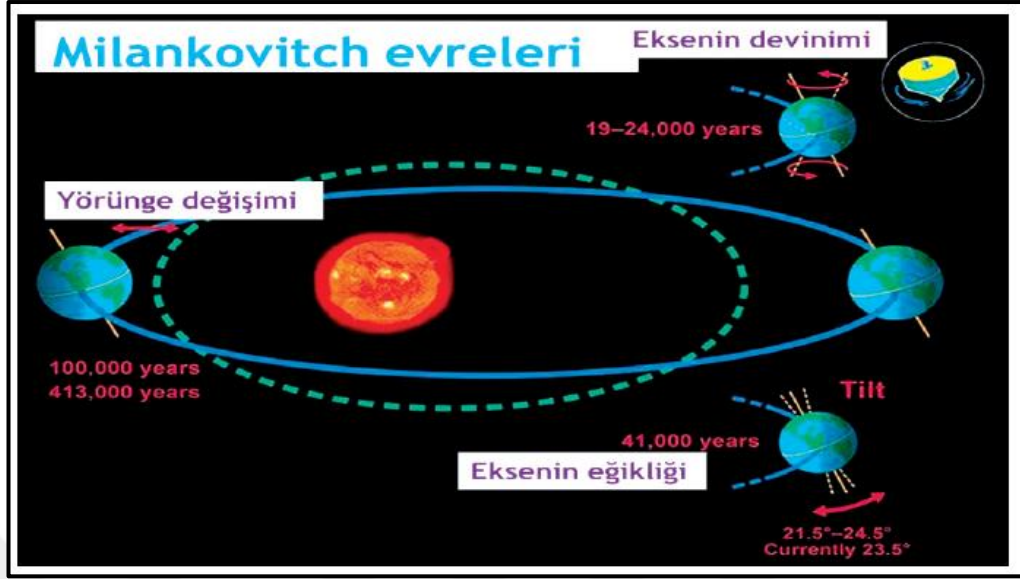
#### **1.2.1.2. Atmosferik Etkenler:**

##### **a. Okyanus Akıntıları:**

Okyanus akıntıları kaynağını sıcak bölgelerden alıyorsa ulaştıkları bölgenin iklimini ılımanlaştırabilir. Örneğin; İngiltere yüksek enlemlerde yer alan bir ülke olmasına rağmen Gulf stream sıcak su akıntısı bu ada ülkenin iklimini ılımanlaştırıp bol yağış almasına sebep olmaktadır. Yine Arktik saha içerisinde yer alan bölgelerde deniz buz tutmamaktadır.

Soğuk okyanus akıntıları ise kaynağını soğuk bölgelerden ya da yüzeye çıkan soğuk dip sularından almaktadır. Örneğin; Afrika'daki Namibya kıyıları, Antarktika üzerinden gelen Bengula soğuk su akıntısının etkisinde kalarak burada Namib çölünün oluşumuna neden olmuştur. Yine Güney Amerika'da Peru'da Humbolt, Faskıyılarındaki Kanarya soğuk su akıntıları burada ısının önemli ölçüde düşmesine neden olmaktadır.

## b.Milankovitch Döngüleri:



Şekil 2. Milankovitch Döngüsü (URL 2).

Sırp Matematikçi Milankovitch'e göre, Yerin Güneş etrafındaki yörüngesi daima ekliptik düzlem şeklinde değildir. Dünya'nın yörüngesinin şekli 100.000 yılda bir ekliptikten dairesele, sonra 100.000 senede tekrar daireselden ekliptiğe döner.

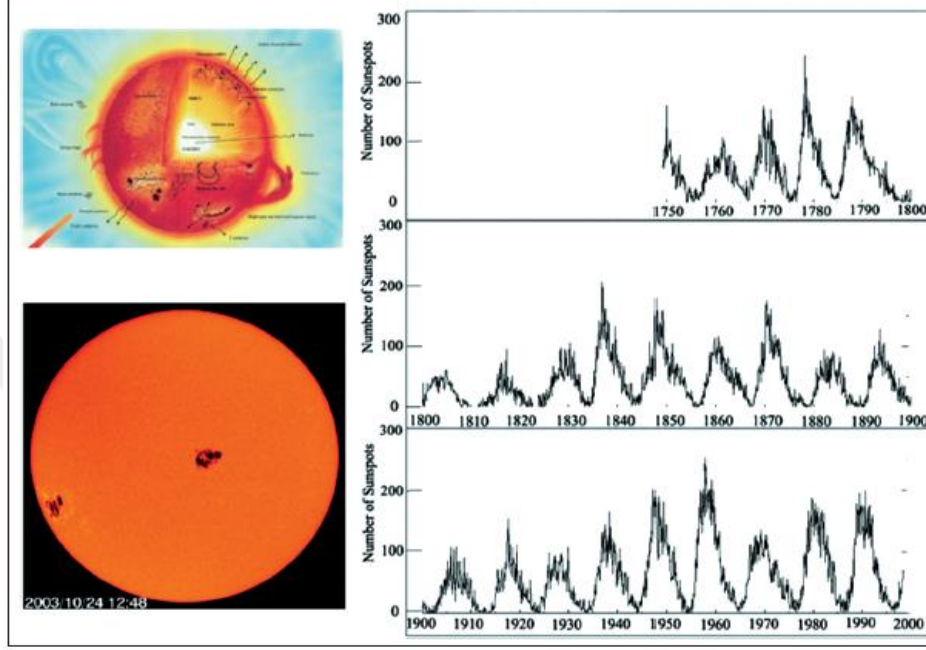
Milankovitch'in bir diğer teorisi ise Dünya'nın 23,5° eğik açısı gerçekte 24,5° ile 22,5° arasında değişmektedir. Dünya bu salınımı 41.000 yılda yapar. Bu durumda Dünya'ya gelen güneş radyasyonu, dünya'nın eğiminin değişmesiyle değişerek küresel ikliminde değişmesine neden olmaktadır.

Milankovitch'in son teorisi Dünya'nın 23 000 yılda bir topaç (yalpalama) hareketi yaparak güneşin alan yüzeyini değiştirmesinde Dünya Güneş'ten gelen radyasyonla enerjisini alarak farklı alanları ısıtır. Bu durumda küresel iklim değişmesine neden olmaktadır (Palas,2015).

Coşkun;(2019). "İklim değişmelerinde; gezegendeki yörüngesel değişmeler, eksen eğikliğindeki değişmeler yeryuvarının presesyon (yalpa) hareketi olarak bilinen bu olaylar "Milankovitch Döngüleri'nin üç etmenidir". Dünya ya güneşten gelen radyasyon miktarındaki farklılaşma Milankovitch döngüleri olarak adlandırılan doğal yörünge kaynaklı salınımlarca yönetilmektedir".

### c. Güneş Lekeleri:

Güneşte meydana gelen patlamalar güneş lekelerini oluşturmakta ve gelen radyasyon enerjisi'nin miktarını artırarak azda olsa küresel iklimde değişmelere neden olmaktadır.



Şekil 3. 1750-2000 yılları arası güneş lekesi sayıları (URL 3).

Coşkun; (2019) “İklim değişmelerine neden olan doğal şartların başında, güneşten gelen enerji miktarını değiştiren güneş lekeleri gelmektedir. Güneşin dış çepere olan fotosferde çeşitli büyüklüklerde görülen koyu renkli alanlar güneş lekelerini oluşturmaktadır. Bu lekelerin sıcaklığı çevresine göre daha düşük derecelere sahiptir. Büyüklükleri ise 800-80 000 km çapa sahip olup gözle görülebilmektedir. Güneş lekeleri sayısal olarak fotosferde zaman zaman artış ya da azalış göstermektedir. Lekelerin artması radyo dalgalarına, manyetik fırtınalara ve kutup ışıklarını meydana getirmektedir”.

#### 1.2.1.3. İnsan Faktörü:

Atmosferdeki insan kaynaklı sera gazı birikimi Sanayi Devrimi ile artış göstermiştir. 1958 yılından beridir yapılan Mauna Loa (Hawaii) ölçümlerine göre 420.000 yıllık kayıtlardaki CO<sub>2</sub> birikimi son yıllarda 180-300 ppm çok üzerindedir. Sera birikimi yer yüzünün uzun dalga ışınım yoluyla soğumasını zayıflatarak pozitif ışınımsal zorlamanın oluşmasını sağlar. Bu durum sera etkisini artırarak doğal sera etkisinin kuvvetlenmesine neden olur (Palas,2015).

#### 1.2.1.4. Paleoklimatoloji’de Kullanılan Yöntemler:

##### a. Deniz, Okyanus, Göl Tabanlarında Yapılan Sondajlar:

Her yıl okyanus ve göllerde 6-11 milyar ton sediment depolanır. Bu sahalarda alınan karot örnekleri geçmiş iklimlerin yorumlanmasında kullanılabilir. Kıyı ötesi alanlarda birikim gösteren çökeller alt katmandan üst katmanlara doğru gençleşir. Bu çökellerin yaş tayini yapıldıktan sonra o bölgenin takvimini ortaya çıkacaktır. Kaç cm’nin hangi seneye denk geldiği o bölgedeki çökellerin birikim hızını belirlemektedir. Hangi seviyede olup hangi zaman dilimine denk geldiği o bölgenin geçmişte yaşadığı iklim değişmelerini ortaya çıkarmaktadır.



**Fotoğraf 4.** Karot Örneği (URL 4).

##### b. Manyetik Duyarlılık:

Manyetik duyarlılık cismin ne ölçüde mıknatıslanma özelliği kazanabileceğinin ölçüsüdür. Organik maddeler daha az, kırıntılı malzemeler orta değerde, metal ağırlıklı malzemeler ise yüksek yönde manyetik duyarlılık gösterir.

### c. Minerolojik Bileşim:

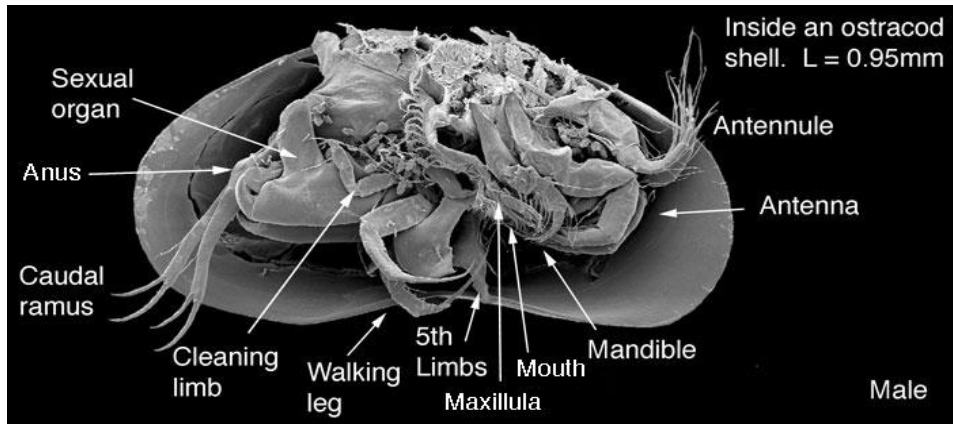
XRD incelemeleri sonucunda her mineral ayrı bir özellik göstermektedir. Kil fraksiyonu ile illit, simektit, kaolonit, klorit gibi minerallerin yüzdeleri ortaya çıkarak, minerallerin çeşitlenmesi iklimsel yorumlamalarda kullanılabilir.

### d. Tane Boyu Analizi:

Farklı yöntemlerle kullanılan malzemelerin yüzdesi belirlenir. Bu malzemelerin taşınım süreçleri ortaya konur. Yağışı bol olan bölgelerde kimyasal ayrışma fazlayken, kurak bölgelerde ise Fiziksel çözülme ön plandadır (Palas, 2015).

### e. Ostrakod Çalışmaları:

Ostrakodlar denizlerde ve tatlı sularda yaşayan küçük canlılardır. Kabuk yapıları buldukları ortama göre değişkenlik göstermektedir. Tatlı sularda ince kabuk oluştururken, tuzlu deniz suyunda daha sağlam kabuklar oluşturmaktadırlar. İyi bir ostrakod etüdü için; kumlu, killi, yumuşak kalkerler ve marnlar oldukça elverişlidir. Farklı sıcaklık, pH ve tuzluluğa sahip olmaları iklimsel değişimlerin yorumlanması için elverişlidir (Gökçen, 1964).

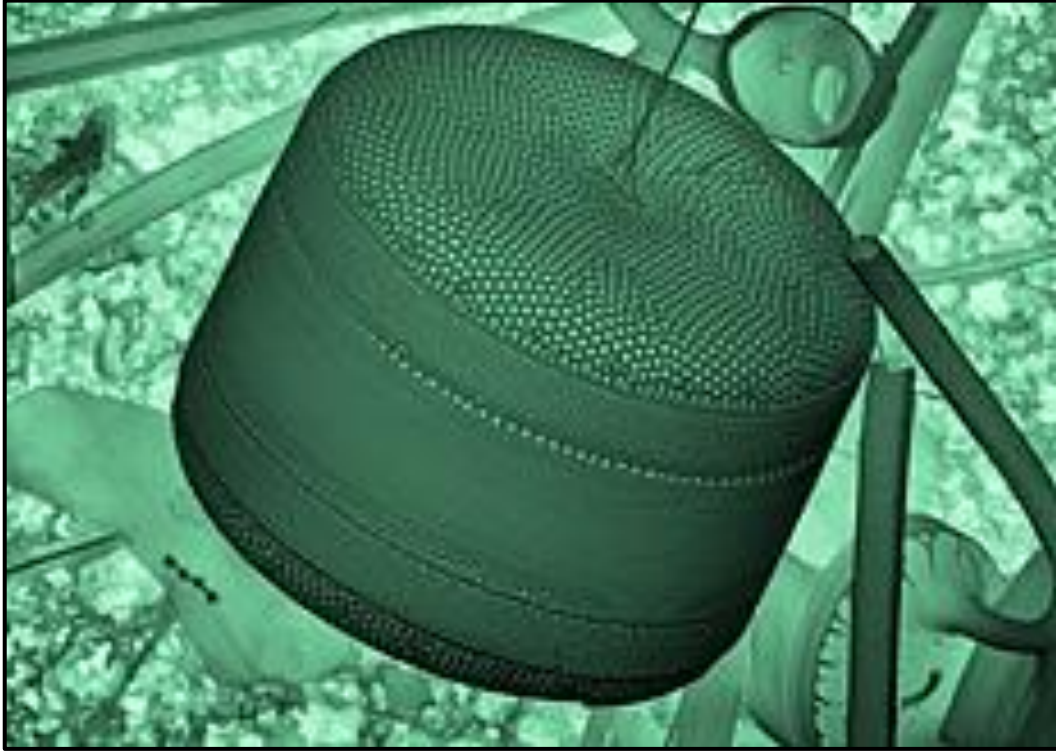


**Fotoğraf 5.** Ostracod Anatomik Yapısı (URL 5).



#### **f. Diyatom Çalışmaları:**

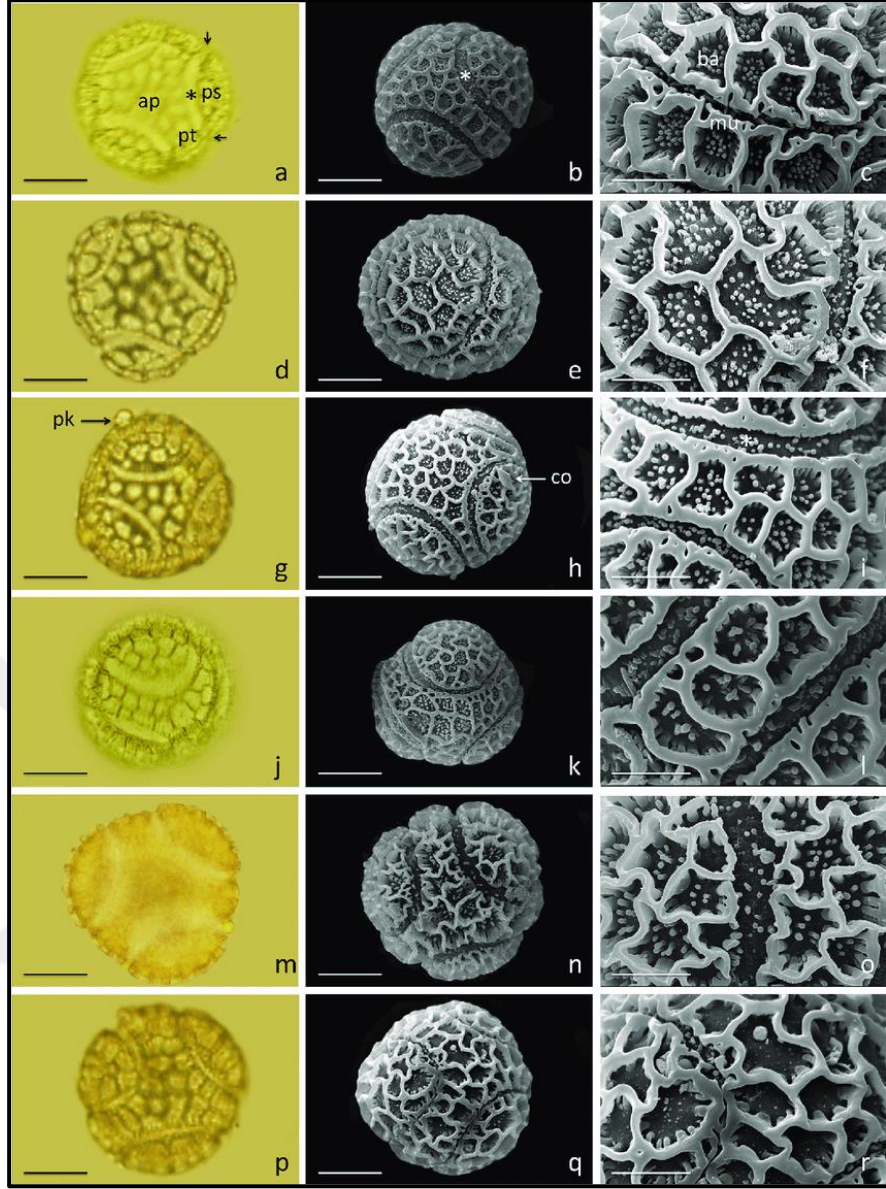
Diyatomlar sudaki kimyasal ve fiziksel değişmelere çok çabuk tepki verirler. Çevresel değişkenlerin belirlenmesinde önemli rol oynarlar. Sıcaklık ve yağıştaki değişmeler, diyatomlarında artmasına ya da azalmasına bağlı olarak iklimsel değişmelerin kullanılmasında görev almaktadır.



**Fotoğraf 6.** Diatom Örneği (URL 6).

#### **g. Polen Çalışmaları:**

Polen diyagramlarının oluşturulmasıyla farklı iklim dönemlerinde yaygınlık gösteren bitkilerin polen yüzdeleri hesaplanıp, polenlerin hangi bitkilere ait olduklarının belirlenmesi, tanınması ve yönetimine palinoloji denmektedir. Palinoloji, paleoekoloji, poleoklimatoloji dışında arkeoloji çalışmalarında da kullanılır.



**Fotoğraf 7.** Miroskobik Polen Görüntüsü (Soares ,vd., 2017.)

### **h. Jeokimyasal Yorumlar:**

Element ve bileşiklerin birbirine olan oranları vasıtasıyla paleoiklimsel çalışmalar yapılabilir.

### **1. İzotopik Yorumlar:**

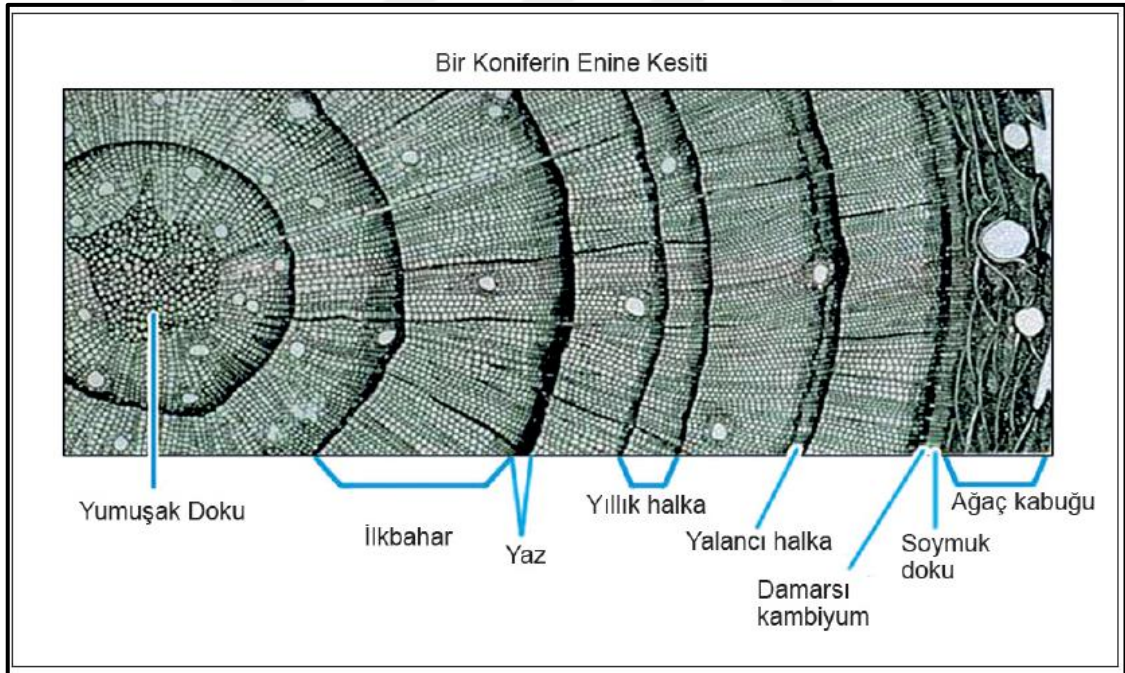
$^{18}\text{O}$  izotopunun bolluk oranı negatif sapmalarda soğuk dönemlere karşılık gelir. Sıcak dönemlerde ise  $^{18}\text{O}$  pozitif değerlere denk gelir.

### i. Mağara Çökelleri:

<sup>18</sup>O ve <sup>13</sup>C izotop içerikleri ve iz element (Sr, Mg) içeriklerindeki değişimler iklim yorumlamaları için önem taşır. Mağaralarda en iyi örnek dikitlerden alınır ve seçilecek mağara ya da bölge önemlidir.

### j. Dendrokronoloji:

Dendrokronoloji ağaçlardaki yıllık halkaların tarihlendirilmesi olarak tanımlanır ve iklim çalışmalarında da kullanılan yöntemlerden biridir (Avcı,2012). Ağaçlar sadece boyuna değil çapa doğru da büyüme gerçekleştirir. Ağaçların yıllık halkaları ise eski iklimlere dair çok değerli kaynaklar oluşturmaktadır. Bu veriler gelecek ile ilgili öngörülerde bulunarak kuraklık ve doğal afetlerin tahminlerinde de kullanılmaktadır (Avcı,2007), (Palas,2015).



Şekil 4 .Ağaç Halkaları Kesiti (Avcı,2007).

### 1.2.2. Paleocoğrafya

Paleocoğrafya, (Yunanca palaios: eski, ge: dünya, graphis: tarz) geçmiş çağların coğrafyasını araştıran bilim dalıdır. Paleocoğrafya çok genel ve geniş bir sözlük anlamına sahiptir. Örneğin; jeolojlar, paleocoğrafya kavramını daha çok fasiyes anlamında kullanırlar. Bir bölgedeki stratigrafik yapılara bakıp bunların oluşum ortamına göre coğrafi yorumlar yaparlar. Bunun sonucunda jeolojik gelişmeyi paleocoğrafya olarak adlandırırılar, prehistoryacı ve arkeologlar ise paleocoğrafyayı tam ifade etmeseler bile Holosen dönemi ile sınırlandırırılar (Kayhan,1996).

*Coğrafya ise; Yeryüzünün doğal ve beşeri görünümünü araştıran, inceleyen, ve açıklayan bir bilimdir. Ne, Nerede, Neden ve Nasıl sorularını cevaplayan coğrafya doğal ve kültürel çevrenin değişimini, yerelden küresele kadar farklı ölçeklerde araştıran, analiz eden ve haritalayan bir bilimdir (Doğanay ve Sever, 2011).*

Paleocoğrafya ya belirli bir sınır koymaya gerek yoktur. Bu sınır ilgilenilen konuya göre çok değişkenlik gösterebilir. Paleocoğrafya çalışmaları Kıtaların Kayması ve İklim Değişiklikleri ile de ilgilenmektedir. Örneğin; Türkiye Jeomorfolojisi'nde Miosen dönemine kadar gidilebilir ya da İklimsel çalışmalar için Holosen dönemine getirilebilir (Kayhan,1996).

### 1.2.3.Paleontoloji

Paleontoloji, fosillerin (taşlaşmış kalıntıların) geçmiş jeolojik zamanlarda en ilkelinden, günümüzde ki en gelişmiş olanına değin geçirmiş oldukları değişim, çeşit ve şekilleri, yaşam ortamlarını, ortaya çıkışlarını ve yok oluşlarını zaman ve mekan dahilinde araştıran bir bilim dalıdır (İnan,2009).

Paleontoloji, fosillere yalnızca fiziksel yönden değil Biyoloji, Stratigrafi, Sedimentoloji, Paleoekoloji ve Paleocoğrafya disiplinleri ile de etkileşim halindedir (Öner ve Karadaş, 2011).

Paleontoloji, yaşamın içinden ve bir doğa bilimi oluşu milattan önceden itibaren felsefe ve teolojik çatışmalara da neden olmuştur. 1950'li yıllarda ilerleyen tekniklerle ve Petrol sondajlarının artmasıyla mikropaleontoloji uygulamaları çeşitlenmiş ve buna bağlı olarak objektif temellere dayanan bir bilim haline gelmiştir.

Paleontoloji, 21. Yüzyılda gelişen aletsel teknoloji, Biyoloji ve Genetik Bilimi sayesinde daha da yorumlanabilir bir hal almıştır. Ayrıca paleontoloji, Botanik ve Zooloji ile de yakından ilgilidir. Bu alanlarda kullanılan yöntemler paleontoloji tarafından da kullanılmaktadır (İnan, 2009).

Paleontoloji; Bitkisel Paleontoloji (Phytopaleontology) ve Hayvansal Paleontoloji (Paleozoology) olmak üzere ikiye ayrılır. Boyutlarına göre ise Mikropaleontoloji ve Makropaleontoloji olmak üzere ikiye ayrılmaktadır.

### **1.2.3.1. Makropaleontoloji**

Bitki ve hayvan kalıntılarının bir büyütücü kullanmadan incelenenlerine makrofosil, paleontoloji'nin makrofosilleri konu alan bölümüne ise makropaleontoloji adı verilir.

Makropaleontoloji çok hücreli canlıların (Metazoa) fosillerini inceler. Çok hücrelilerin hücreleri tek tek veya kümeler halinde birçok hücrenin bir araya gelmesiyle oluşmuştur. Her hücre birbirinden bağımsızdır, hücreler doğar, gelişir ve ölürler (İnan,2009).

### **1.2.3.2. Mikropaleontoloji**

Genellikle mikron boyutunda bulunan fosillerin bir mikroskop yardımıyla büyütülüp incelenmesine mikrofosil, paleontoloji'nin mikrofosilleri inceleyen dalına da mikropaleontoloji denir. Genellikle 100 mikrondan daha küçük boyuttadırlar. Mikrofosiller mikron düzeyinde bulunmalarından dolayı özel metotlarla toplanıp incelenmektedir.

Mikro fosillerin kısa ömürlü, dar zaman aralığında ve geniş coğrafik alanlara yayılmış olmaları paleontolojik, stratigrafik ve sedimantolojik olarak önem kazanmalarını sağlamıştır. Ayrıca petrol jeolojisi içinde önemlerini arttırmıştır (İnan, 2009)

#### **1.2.4. Paleoekoloji**

Paleoekoloji, geçmiş organizmaların geçmiş çevreleriyle ilgili çalışmalarını ifade eder. Modern ekoloji ile benzerlik yaparak, fiziksel, kimyasal, jeolojik ve biyolojik bilimlerin yönlerini içerir. Dünyada yaşamın var olduğu herhangi bir zaman aralığını kapsar. Modern ekoloji, modern organizmaların ve günümüz çevresinin gözlemlenmesi ve analiz edilmesiyle çalışılsa da, paleoekolojik çalışmalar korunmuş geçmiş organizmalara ve fosil ortamının korunduğu kayıtlara dayanmalıdır. Seçici koruma, ulaşım ve yeniden konumlandırma sınırlamaları, paleoekoloğun sürekli olarak bilmesi gereken sınırlardır.

Paleoekoloji'nin ilgi çekici olmasının birincil nedeni, tarihsel bir perspektiften insanların bugünkü dünyasını daha iyi anlayabilmemizdir. Örneğin, geçmişin hızlı iklim değişikliklerinin bitkileri ve hayvanları nasıl etkilediğini keşfedebiliriz, bu da bize tepki zamanları ve yok olmalarına dair ipuçları verir (Petee, 1999).

#### **1.2.5. Paleobiyoloji**

Paleobiyoloji, paleontoloji'nin yöntem ve bulgularını kullanarak oluşan bir disiplindir. Bazen jeobiyoloji olarakta adlandırılmaktadır. Paleobiyolojik araştırmalar moleküler evrim ve yaşamın evrimsel tarihini araştırarak var olan biyolojik yapıların ve milyonlarca yıllık fosillerin biyolojik araştırmalarında kullanılır. Bu araştırmalar yapılırken makrofosiller, mikrofosiller, iz elementleri analiz edilir. 21. Yüzyılda fosillerin DNA ve RNA örnekleri ve biyokimyasal analizleri yapılarak geçmişte yaşamış organizmaların evrimi hakkında paleobiyoloji kaynak oluşturmaktadır.

Paleobotanik ve paleozooloji, paleobiyoloji'nin alt dallarıdır. Paleobotanik; paleobiyoloji'nin prensip ve yöntemlerini kullanarak yeşil bitkiler, mantarlar ve deniz yosunları ile ilgili çalışmalar yapmaktadır. Paleozooloji ise; paleobiyoloji'nin prensip ve yöntemlerini kullanarak omurgalı ve omurgasız canlılar ile ilgili çalışmalar yapmaktadır (URL 7).

### 1.2.6. Paleohidroloji

Paleohidroloji, Yer'in jeolojik geçmişindeki hidrolojik sistemlerin araştırılmasını konu edinen bilim dalıdır. Hidrolojik koşullardaki değişimler geçmiş dönemlerden kalma kayalardaki dönüşüm, çökelme ve aşınma düzenlerine bakılarak belirlenir. Paleohidroloji, hidrolojik değişimlerden etkilenen bitki ve hayvan topluluklarında ortaya çıkan değişimleri de inceler.

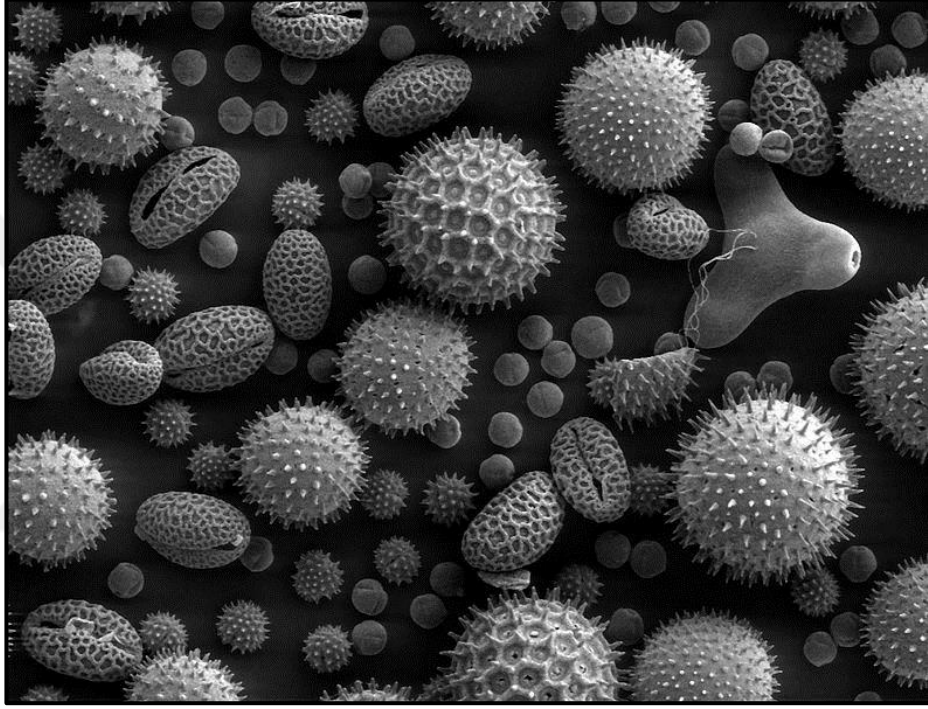
Paleohidroloji , flüviyal süreçlerin ve bunların hidrolojik etkilerinin incelenmesi olarak da tanımlanmaktadır.

Flüviyal paleohidrolojideki ana zorluklar arasında küresel değişime verilen yanıtın ölçülmesi bulunmaktadır: ikinci akış ve deşarj rejimi ; sediment taşınımı ve depolanması; ve aşırı taşkınlar. Son teknolojik gelişmeler artık sediman ve akış rejimi verilerinin alüvyonlu tortul arşivlerde, özellikle kombine stratigrafik ve modelleme yaklaşımlarıyla, alüvyonlu tortul arşivlerde deşifre edilmesine olanak tanıyan çeşitli mekansal ve zamansal ölçekler üzerinde nicelendirilmesi ve entegrasyonunu mümkün kılmaktadır (Thorndycraft, 2013).

## 2. İKİNCİ BÖLÜM

### 2.1. POLEN

Polen, bitkinin erkek gametini dişi gamete taşıyan, bitkinin genetik şifresini barındıran ve kendi türünün dışındaki DNA ile birleştirip soyunu devam ettirmeye çalışan, dış etkenlere bağlı olarak çürüme ve bozulma olayına karşı çok dirençli bir taşıyıcıdır.



**Fotoğraf 8.** Elektron mikroskopu ile görüntülenmiş polen türleri (URL 8).

Bitkilerin birçoğu tohumla, soğanla, sürgün veren kök yapısı ve kimisi de polenlerle çoğalırlar. Polenler çok küçük ve mikroskobik boyuttadır. Polenler rüzgarlar sayesinde kilometrelerce geniş bir alana yayılır ve yağmurlarla birlikte yeryüzüne düşer (Erlat,2014).

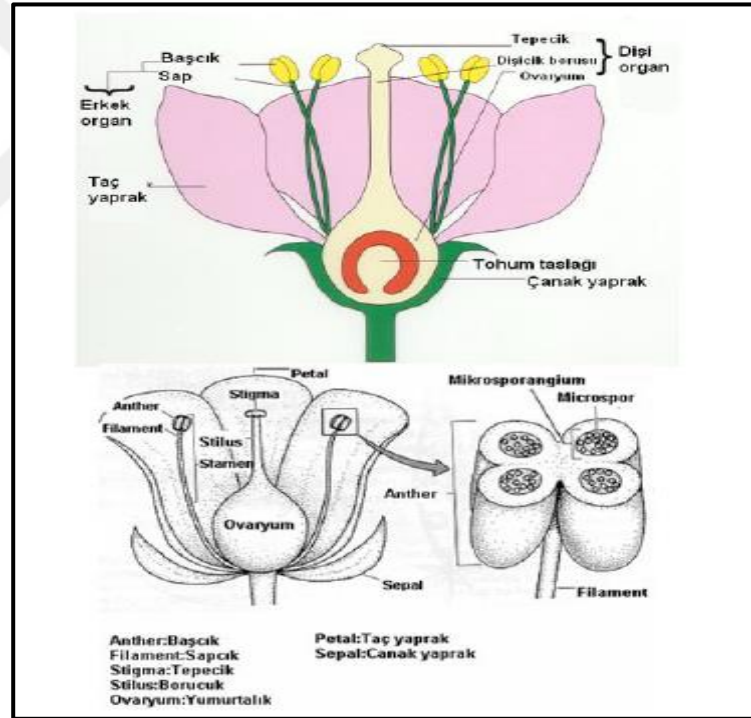
*Coşkun (2019) Çiçekli bitkilerin çiçeklerindeki polenler rüzgarlar, kuşlar, böcekler vasıtasıyla taşınır ve sulak alanlardaki sedimanlara karışarak birikmektedir. Binlerce yıl birikimine devam eden çeşitli bitki polenleri sulak alanlarda polenlerin bitki türleri hakkında bilgi bankasıdır. Bitki polenleri yavaş bozulmakta ve mikroskopla hangi bitkinin poleni olduğu ayırt edilebilmektedir. Geçmişte yaşayan bitkilerin bugün sahada olup olmadığı belirlenmekte iklim isteklerine göre iklimin değişip değişmediği hakkında fikir verebilmektedir. Polenlerle ilgili çalışmalar yapan bilim alanı **Palinoloji**'dir. Palinolojik yöntemler geçmiş iklimlerle ilgili önemli çevresel kayıtlar arasında yer almaktadır.*



Bitkiler eşeyli ve eşeysiz üreme gerçekleştirmektedir. Eşeyli üreme; bitkinin çiçek kısımlarında bulunan erkek ve dişi üreme organları ile gerçekleşir. Her çiçeğin DNA yapısı farklıdır, görevleri üreme hücrelerini üretmek, hazır hale getirmek ve dağıtmaktır. Bunun sonucunda kendisine gelen üreme hücresi ile çoğalırlar.

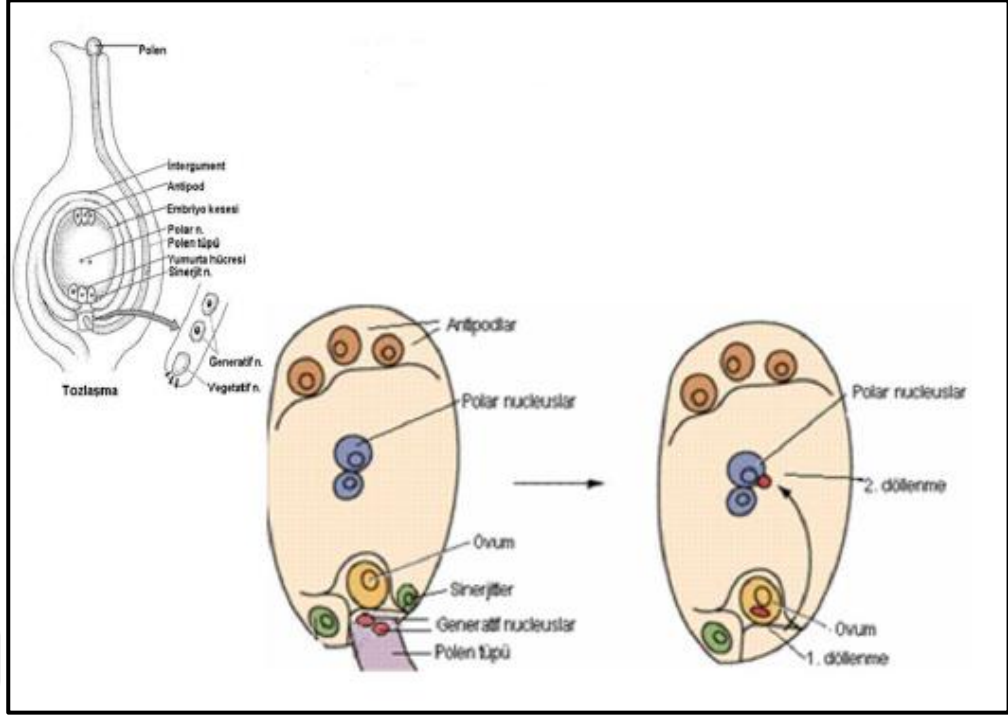
Eşeysiz üreme ise; Bitkilerde cinsiyet farkı olmadan tek bir cinsin çoğalmasıyla ürerler. Bu tür bitkilerde bitkinin tamamına ait DNA şifresi bulunduğundan kendini tekrar kopyalayabilmektedir.

Polen tanelerini bir sperm hücresi gibi görmek yanlış bir kanıdır. Polenler eşeyli üreme sonucu bir çiçeğin baş kısmında oluşur. Bitkinin DNA şifresinin yarısını oluşturur ve bunu kendi türünün DNA'sı ile birleştirir. DNA birleşimi sonucunda döllenme meydana gelerek tohum oluşur. Tohumda filizlenip büyür ve bitki oluşur. Üremenin sağlıklı bir şekilde gerçekleşebilmesi için çiçeğin erkek organı anter'den çiçeğin dişi organı olan pistil'den stigmaya ulaşması gerekmektedir.



Şekil 5. Çiçek Anatomik Yapısı (URL 9).

Stigmaya ulaşan polen tanesi polen tüpünden geçerek polen'nin genetik şifresi yumurtalık içindeki genetik şifreyle birleşir ve tohumlama ardında da yeni bir bitkiye dönüşecektir (Hepbilgin,2010).



Şekil 6. Bitkilerde Üreme (URL 10).

## 2.2. POLEN YAPISI VE GELİŞİMİ

Her bitkinin kendisine ait morfolojik bir yapısı vardır, bu yapı şekil ve boyut bakımından farklılıklar barındırmaktadır. Polenlerin boyutları 10-150  $\mu\text{m}$  arasında değişir (Bradley,1999). Bir polen tanesi mikroskop altında incelendiğinde üç farklı katmandan oluştuğu gözlemlenmiştir.

İlk katman exine'dir. Exine polenlerdeki en dış katmanı oluşturur. 300°C ısıtıldığında ve asitte bile bozulmadığı gözlemlenmiştir. Organik dünyanın en dayanıklı maddelerinden biri olarak bilinmektedir. Exine şekil veren “sporpolen” dir. Spor polenler selüloz içermez. Exine mikroskop altında incelendiğinde sexine ve nexine olmak üzere iki alt tabakaya ayrılır. Nexine homojen bir yapıya sahipken Sexine kendi içerisinde de üç tabakaya ayrılmaktadır. En dıştaki katman: tectum ardından collumellae ve en alt katmanda “foot layer” bulunmaktadır.

Polen yüzeyinin büyük bir kısmını tectum kaplıyorsa tane “tectate”, tectumu olmayan tanelere “intectate” ve tectum tanesi kısmen görülebiliyorsa buna da “semitectate” polen tanesi adı verilmektedir.

Polenler çok karmaşık bir yapıya sahip olmalarından dolayı bunların sadece bir kısmı mikroskop altında incelenebilmektedir. Polenlerin yüzeyleri boşluklarla dolu olduğu

için bunlara “apertür” denir. Apertür polen tüpünün çıktığı yerde oluşmaktadır. Açık tohumlu bitkilerin kapalı tohumlu bitkilere nazaran apertürleri daha az belirginlik gösterir (Hepbilgin , 2010).

Polen tanelerinin özellikle üç özelliğine dikkat edilmesi gerekir:

1. Taneler üzerinde bulunan boşluklu yapı ve yapının durumu
2. Apertürlerin ve porların durumu
3. Exine zarının üzerindeki süs yapısı (ornementasyon).

Polen süsleri böcek ve kuşlarla polenleşen türlerde dikenli ve uzun çıkıntılı olarak görülebilmektedir. Rüzgarlarla polenleşen türlerin yüzeyleri pürüzsüz olmaktadır. Polen tanelerinin dış yüzeyi iğne yapraklılarda (koniferlerde) büyüktür. Koniferler bu özellikleri ile sınıflandırılmaktadır (Dığlak, 2002).

Polen tanelerinde ikinci katman “intin”dir. %2-3’ü selülozdan diğer kalan kısmında izotopik bileşiklerden oluşmaktadır.

Polen tanesinin iç kısmı yaşam sahası olan hücredir. Bu hücre stigmaya (bitkinin tepelik kısmı) ulaştığında üreme başalar ve polen tüpü oluşur (Hepbilgin,2010).

### **2.3. POLENLERİN DAĞILIŞI VE KORUNMASI**

Polenler doğal ortamda rüzgarlar, yağmurlar ve hayvanlar vahıstasıyla mikrometrelerden kilometrelere kadar taşınabilirler. Suyun altında polenleşen türler polen analizlerinde önem taşımaktadır ve fosilleştiklerinde çok sayıda bulunabilmektedir, bu türlerin exinlerinin olmadığı düşünülmektedir (Iversen, 1964; Akt.; Hepbilgin,2010).

Zoogamous polenler, böcekler, arılar, kuşlar vs. gibi hayvanlar vahıstasıyla taşınmaktadır. Entomofilis (hayvanlarla taşınan polenler) bitkilerin yüzeyleri yapışkanlı ve çıkıntılıdır. Böylece taşıyıcı hayvana kolaylıkla yapışabilirler. Bir arı 250 bin ile 6 milyon polen taşıyabilmektedir. Böceklerin polen tanelerini taşıması polen analizleri için güvenilir değildir.

Ihlamur (*Tilia*) ve süpürge çalısı (*Calluna*) bitkileri entomofilis özellikte olmalarına rağmen polen bırakabilirler (Iversen, 1964).

Anemophilous rüzgarlarla taşınan bitkilerdir. Rüzgarlarla taşınan polenlerin yüzeyleri pürüzsüz olur ve kilometrelerce uzağa taşınabilir. Çam (*Pinus*), Kızılağaç (*Alnus*), Huş (*Betula*), Kayın (*Fagus*) gibi bitkiler polenlerini rüzgarlarla başka yerlere taşıyabilmektedir. Kendir (*Connabis sativa*) bir anterinde 70.000 polen içermektedir. Bu

bitki 500 milyondan fazla polen bırakabilir. Orman ağaçları büyük bir oranda polen üretirler. 10 yıllık bir ağaç dalı 28 milyondan fazla polen üretebilmektedir. Yine Huş, Meşe gibi ağaçlar 100 milyondan fazla Çam türleri 350 milyondan fazla polen üretebilmektedir. (Iversen, 1964).

Orman bitkilerinin çiçeklenmesine bağlı olarak polen düzeyinde artış ya da azalış olabilmektedir. Orman bölgelerindeki orman altı florada ikinci dereceden polen kaynağını oluşturmaktadır. Orman örtüsü yok olursa ışık seven türler Çavdar (*Secale*), Gürgen (*Carpinus*), m<sup>2</sup> daha fazla polen saçar. Süpürge çalısı (*Calluna*) Sarıçam'ın (*Pinus Sylvestris*) göre daha fazla polen üretmektedir. Bu ilişki orman örtüsü ile orman altı örtüsü arasında yoğun bir ilişkinin göstergesi olarak görülmektedir (Iversen,1964).

“Mean dispersal distance” yani polenlerin ortama yayılma mesafesi 50-100 km arasındadır. Polen tanelerinin saçılmasında hava akımlarının rolü çok büyüktür. Rüzgarların hızlı ya da yavaş esmesi polenlerin taşınmasında önemli bir etkidir. Polenler yükselici hava hareketleri ile üst katmanlara çıkıp, alçalıcı hava hareketleriyle de değişik ortamlara dağılabilir ya da havanın alçak katmanlarında asılı halde de bulunabilirler.

Polen taneleri kümülüs bulutları ve dalgalarla da başka mesafelere taşınabilirler (Iversen, 1964). Örneğin; Kanada'nın Arktik Bölgesinde 3000 km mesafeye taşınan çam ve ladin polenleri olağandışı bir durumu meydana getirerek tarihi kayıtlara geçmiştir (Campbell, vd., 1999).

Rüzgarlarla taşınan polenlerde bitki atmosferde yayıldıktan sonra bir kısmı ölecek suya ve toprağa karışır. Polen tanesinin dış ve iç katmanları olan exine ve intin biyolojik aktivitelerle hızlı bir şekilde çürür, eğer oksijensiz bir ortamda depolanırsa bozulmadan milyonlarca yıl kalabilirler. Polen ve sporlar; denizel, görsel, buzullar, mağara çökelleri, bataklık ve turbalık ortamlarda elde edilebilirler (Mac Donald,1988).

Polen ve sporlar atmosferik bir ortamda yayılış gösterdiği gibi sulak ortamlarda da bulunabilirler. Polenlerin su içerisinde tane boyları değişkenlik gösterebilmektedir. Küremsi şekle sahip polenler bataklıklarda büyük olanlara göre daha kolay süzülebilirler. Çam türlerine ait polenler görsel ortamlarda daha iyi depolanabilirler. Göllere daha yakın olan bitkilerin polenleri çevredeki diğer bitkilerin polenlerine nazaran daha çok istiflenirler (MacDonald, 1988).

### 2.3.1. Polenlerin Geçmiş Dönemlerde ki Dağılımları

Bitkilerin geçmiş dönemlerdeki dağılımları sığ sularda, turbalık sahalarda, lagünlerde bitki kalıntıları halinde bulunmaktadır. Bunlar yaprak, odun, kütük, kabuk ve tohumlar, makrofosilleri oluştururken, spor ve polenler de mikrofosilleri oluşturmaktadır. Ancak makro ve mikrofosillere bakılarak sağlıklı veriler elde etmek pekte mümkün olmamaktadır. Fosiller uzak mesafelere taşınabilecekleri için küçük sahaların vejetasyonu hakkında yeterli kanıt oluşturamamaktadırlar.

Bunun dışında çiçekli bitkilerin dağılışı sadece rüzgarlar vasıtasıyla değil, böceklerinde etkili olduğu bilinmektedir. Bir ortamda polenlerin az kalması o ortamın vejetasyonu hakkında bizleri doğru bilgiye ulaştıramayabilir. Bazen ifade edilmesi güç durumlar ortaya çıkabilir. Örneğin; Londra havzasında Eosen dönemine ait bataklıklarda tropikal yağmur ormanlarına ait bitkilerin bol miktarda kalıntıları bulunmaktadır. Bu bitki türleri günümüzdeki Malaya sahilindeki vejetasyonla benzerlik göstermektedir (Atalay,1990).

Anadolu'daki duruma baktığımızda yeterli çalışmaların olmadığını bilmekteyiz. Anadolu'daki vejetasyona bakıldığında Tersiyer dönemindeki bitki örtüsünün bugünkünden daha gür olduğunu görmekteyiz. Miyosen döneminde oluşmuş olan kırmızı renkteki depolarda Anadolu tropikal ve subtropikal şartlar geçirmiştir. Pliyosen döneminde Anadolu'nun serin-sıcak ve nemli iklim şartlarına girdiğinde omurgalı hayvanların yaşadığı bilinmektedir. Bu döneme ait omurgalı hayvan fosilleri görülmektedir (Atalay,1990).

*Anadolu'nun neojen kömür havzalarında ki yapılan palinolojik çalışmalarda Soma (Manisa), Yatağan (Muğla), Denizli, Aydın ve Uşak çevrelerinde Abies (Göknar), Cedrus (Sedir), Larix (Melez), Pinus (Çam), Acer (Akçaağaç), Alnus (Kızılağaç), Betula (Huş), Sambucus (Mürver), Cornus (Kızılcık), Vaccinium (Ayı üzümü), Castanea (Kestane), Fagus (Kayın), Quercus (Meşe), Laurus (Defne), Cercis (Keçiboynuzu), Carya (Cevizgillere ait bir ağaç), Junglas (Ceviz), Pterocarya, Ficus (İncir), Fraxinus (Dişbudak), Clemites (Orman asması), Farngula, Populus (Kavak), Salix (Söğüt), Tilia (Ihlamur), Zelkova, Pragmaiutes (Çoban Değneği), Cryptomeria (Kriptomerya), Cinnomophyllum (Tarçın) gibi türlerin mevcut olduğu anlaşılmıştır (Gemici, vd.;akt., Atalay,1990).*

Kuaterner döneminde iklim şartları hızlı bir şekilde değiştiği için Tersiyer vejetasyonu parçalanmıştır. Kuaternerin Glasiyal (Buzul) döneminde subtropikal bitkiler Akdeniz'in güneyinde kuytu ve korunaklı yerlere çekilmiştir. Kuzey Anadolu'da ise nemli ve soğuk iklim şartlarına adapte olmuş bitkiler bu sahalardaki korunaklı vadi içlerinde toplanmıştır. Kuzey Anadolu'daki bitki türleri daha çok çamlardan oluşmaktadır. İnterglasiyal (Buzullararası) dönemde ılımanlaşan iklim koşullarının etkisiyle Akdeniz'deki bitki türleri kuzeye doğru yayılmaya başlamıştır. Günümüzdeki Anadolu vejetasyonunun mirası Tersiyer dönemindeki bitkilerden gelir ve Kuaterner dönemindeki iklim değişmelerinin etkisiyle bitkiler mutasyona uğrayıp tür çeşitliliğinin başlamasına neden olmuştur (Atalay,1990).

Kuaterner dönemindeki iklim değişmeleri hızlı bir şekilde olmuştur. Örneğin; İç Anadolu Bölgesi'ndeki Tuz Gölü havzasının Kuaterner dönemi palinolojik araştırmalarda 5000-6000 yıllık sürede otsu vejetasyonun odunsu vejetasyona göre daha çok olduğu gözlemlenmiştir.

Bitki fosillerine dayanarak geçmişteki vejetasyonun durumu, yayılışı ve özellikleri hakkında önemli bilgiler elde edilerek geçmişte günümüz arasında bir bağ kurmak mümkün olabilmektedir (Atalay,1990).

## **2.4. POLEN ANALİZLERİ VE ÖZELLİKLERİ**

Polen analizleri fosil polen ve güncel polen analizleri olmak üzere ikiye ayrılır. Polen analizleri ile ilgili çalışma yapan bilim dalına "Palinoloji" bu işle uğraşan bilim insanlarına da "Palinolojist" denir.

Polen Analizleri alt fosil ve modern polen ve sporlarının araştırılmasını incelemektedir. Polenler çeşitli ortamlarda (özellikle anaerobik -oksijensiz ortamlarda, deniz, göl çamurları ve çökeltlerinde, asidik topraklarda, arkeolojik tabakalarda görülmektedir. Polen tanelerinin tanımlanabilmesi bölgenin vejetasyonu hakkında bilgi vermektedir.

Göller veya bataklık sahalardaki polenlerin bolluğu dikey stratigrafik polenleri ve değişen bitki örtüsü ve çevrenin geçmişi hakkında veri sağlamaktadır (Edwards, vd.,2017).

Polen analizleri 1916 yılında İsveçli jeolog Ernst Jakob Lennart Von Post tarafından metodolojik bir hal almaya başlamıştır. Von Post ilk kez 1918 yılında yayımlamış olduğu makalesinde polen diyagramlarını tanıtmış, sayım istatistiklerini,

polen taşınımı ve muhafazasını, bireysel taksonların temsili dahil olmak üzere polen analizlerinin metodolojisi hakkında bilgiler vermiştir (Edwards, vd., 2017).

#### **2.4.1. Fossil Polen Analizlerinde Uygulanan Yöntem ve Teknikler**

Geçmiş dönemlere ait bitki örtüsünün değişikliklerini ölçmek ve yeniden yapılandırabilmek, insan-çevre etkileşimini tam olarak anlayabilmek için polen analizlerine ihtiyaç duyulur. Fossil polen kayıtları, geçmiş bitki örtüsü değişikliklerini yeniden anlayabilmek ve antropojenik etkilerin arazi örtüsünü ne boyutta değiştirdiğini ölçebilmek için önemli bir araçtır (Brothaerts, vd., 2018).

Fossil polen sahaları eski göl tabanları deniz ve okyanusal ortamda biriken tortullar, mağara çökelleri, turbalıklar, bataklıklar, mercan sahaları, buzullar, bitki mikro ve makrofosilleri vb'dir.

Kuaterner Dönemi Palinoloji Çalışmalarında Uygulanan Fossil Polen Metotları Şunlardır:

***İzopolen Haritaları Metodu:*** Bu haritaların oluşturulabilmesi için değişik yerlerden birçok karot elde edilmelidir.

***Radyokarbon Tarihlendirme Metodu:*** Polen stratigraflerinin kronolojik sıralamaya göre kontrolünü elde etmek için kullanılmaktadır.

***Matematik Transfer Fonksiyonları :*** Bitki türlerinin yoğunluğuna bakılıp, sayısal tahminde bulunup, iklimsel koşulları ortaya koyabilmek için kullanılmaktadır.

***Polen Konsantrasyon ve Birikim Hızlarını Hesaplama Metodu*** günümüzde yoğun bir şekilde kullanılmaktadır (MacDonald, 1988; Akt.; Hepbilgin, 2010).

### 2.4.1.1. Laboratuvarda Uygulanan Analiz Yöntemleri

#### a. Troels- Smith Analizleri

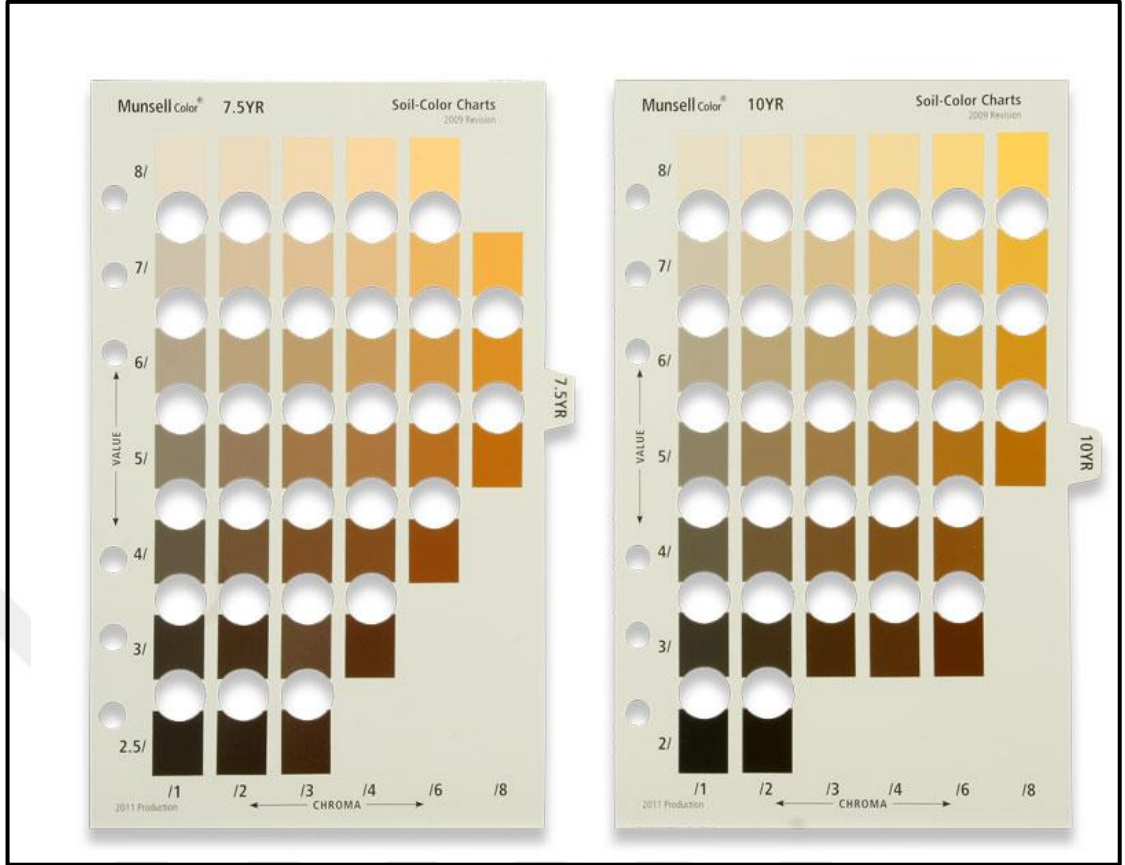
Sedimanların fiziksel ve içeriksel yapısını belirlemek amacıyla sediman karotları farklı litolojik birimlerden alınır. Elde edilen veriler Troels-Smith Terminolojisine göre sunulur.

**Tablo 5.** Troels- Smith Sediman Tanımlama Tablosu (Ören,2018).

Kodu	Karşılığı
Tl	Odunsu bitkilerin kök, gövde ve dalları
Th	Otsu bitkilerin kök ve yaprakları
Dl	>2 mm odunsu bitki parçaları
Dh	>2 mm otsu bitki parçaları
Dg	<2mm >0.1 mm odunsu ve otsu bitki parçaları
Ld	Bitki ve hayvan kalıntıları <0.1 mm diyatom hariç, silisli iskelet parçaları, humus maddesi
Lso	<0.1 mm silisli organik madde
Lc	<0.1 mm marn, kalker, tufa
As	<0.002 mm kil parçaları
Ag	0.06-0.002 mm silt parçaları
Ga	0.25-0.06 mm ince kum
Gs	2-0.25 mm kaba kum
Gg	60-2 mm çakıl

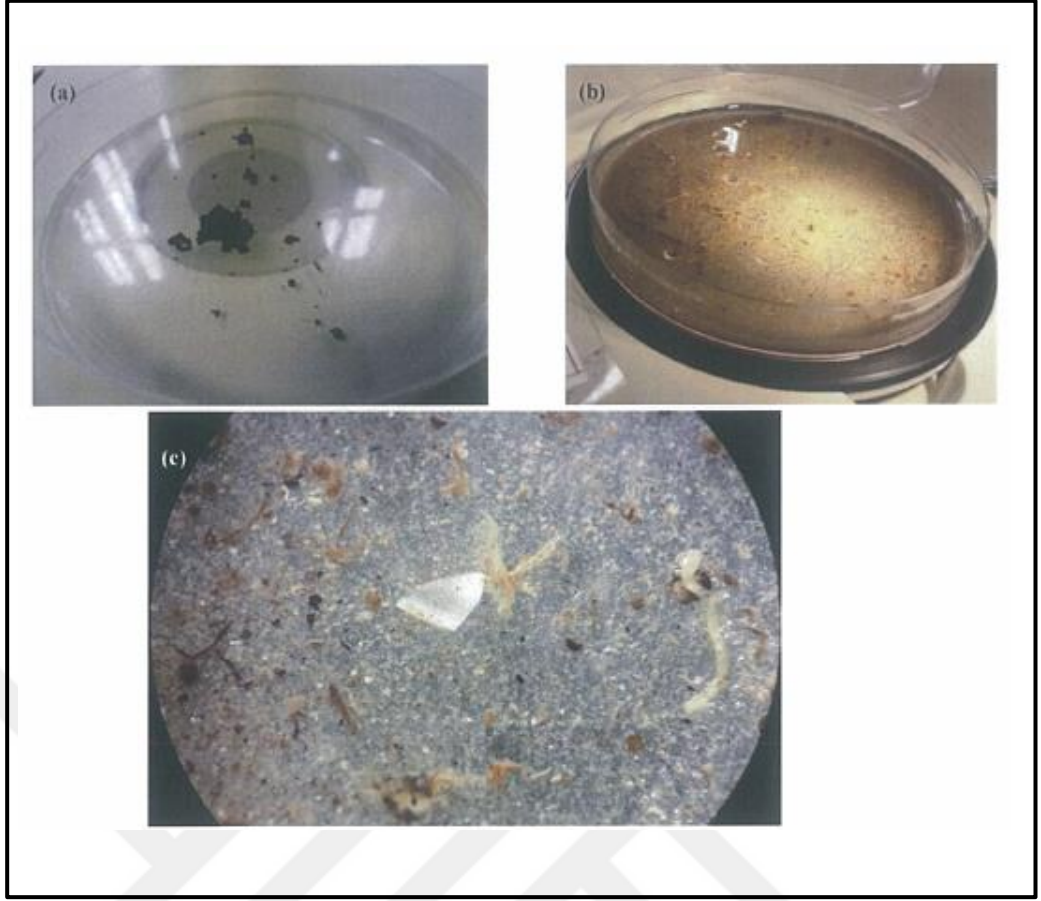
Sediman Analizleri yapıldıktan sonra numuneden örnek alınıp Munsell Toprak Rengi Çizelgesine göre toprak renk sınıfı karşılaştırılarak uygun olan renk koduna göre kaydedilir.





Şekil 7. Munsell Toprak Renk Kataloğu (URL 11).

Sedimanın özelliklerini belirlemek için alınan numune örneği petri kutusuna konularak içindeki karbonat miktarını belirlemek amacıyla % 10 oranında (1-2 damla) seyreltilmiş HCl damlatılır. Daha sonra pisetle örneğe az miktarda su eklenir ve örneğin kutunun tabanına yayılması sağlanır. Işık mikroskobu kullanılarak numunenin içindeki organik ve inorganik içerikler belirlenir (Ören,2018).



**Fotoğraf 9.**Troels -Smith Analizleri; a) Sediman Örneği, b) Sediman örneğinin su ile karıştırılarak petri kutusu içerisinde yayılması c) Sediman içeriğinin ışık mikroskobundaki görüntüsü (Ören,2018).

Örneğin; Petersen ve Bradshaw, *The selection of small forest hollows for pollen analysis in boreal and temperate forest regions* adlı çalışmalarında küçük orman boşluklarının, polen analizleri için özel bir alan olduğunu vurgulamışlardır. Polen analizi için en uygun küçük orman boşluklarının nasıl seçileceğini belirleyerek, yer seçimi sırasında oyuk büyüklüğünü, yer topografyasını, sediment tipini, drenaj yönlerini ve belirli oyukların bozulma özelliklerini dikkate almışlardır. Troels- Smith yöntemini palinolojik analizlerde kullanarak küçük orman boşluklarının ana hatlarını belirleyen kılavuzlar geliştirmişlerdir (Petersen ve Bradshaw,2011).

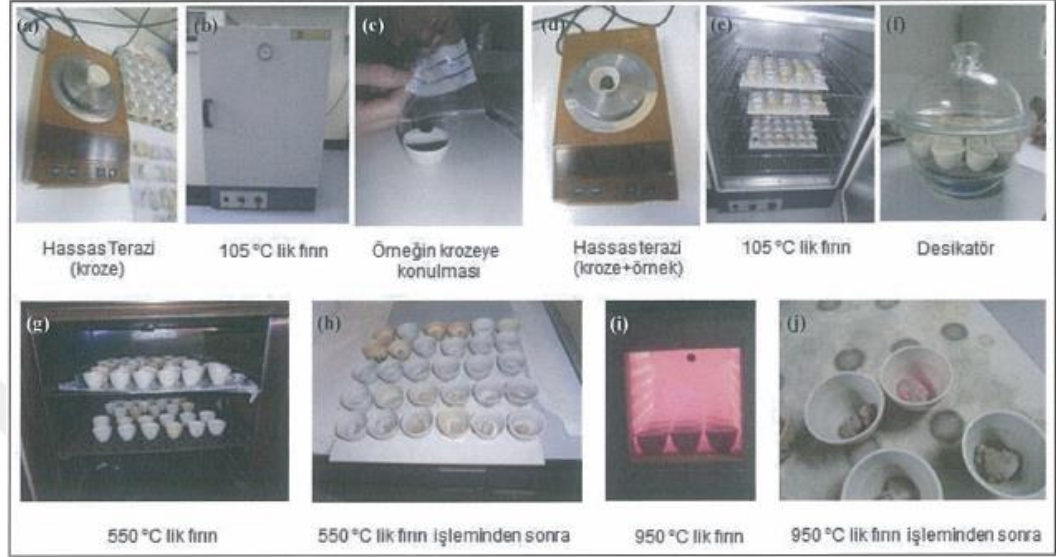
Ivanov ve Lazarova, *Past climate and vegetation in southeast Bulgaria- a study based on the late Miocene pollen record from the Tundza Basin*, adlı çalışmalarında Tundzha Havzası'nın (Güneydoğu Bulgaristan), geç Miyosen tatlı su yataklarındaki palinolojik çalışmaların sonuçlarını değerlendirilmiş. Tundzha Havzası'ndaki

sedimanların yaşı, memeli ve diyatom fosillerine dayanarak geç Miyosen ile Pliyosen arasında değiştiği gözlemlenmiştir. Fosil bitki örtüsünün bileşimi ve yapısı hakkında bilgi edinmeyi amaçlayan dört çekirdekli ve bir üst kattaki kömür yataklarıyla birleştirilen killi çökeltilerin palinolojik bir analizi yapılarak, ana bitki unsurları ile fosil bitki örtüsünün bileşimi arasındaki oranlar paleoekolojik açıdan incelenip tartışılmıştır. Çeşitli bitki örtüsü paleo toplulukları kaydedilmiştir: bataklık ormanları, karışık mezofitik, su bitkileri toplulukları ve otsu palaeokojenler bitki örtüsü ve bitki çeşitliliğindeki değişimleri tanımlamaktadır. Paleoiklim analizi, mevsimsel kuruma koşulları olmadan, yüksek yağışlı ve ılıman kış sıcaklıklarına sahip ılık sıcaklık iklimini göstermiş olup Pontian adlı bölgede ilk ikliminin, bugün olduğundan daha sıcak, yağmur yağışlarının bugünden en az 300 mm daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Flora ve kantitatif paleoiklim verilerinin paleoekolojik analizinin sonuçlarına göre, Güneydoğu Bulgaristan'daki iklimin hafif soğutma ve biraz kuruma yönünde iklim değişikliğine işaret ettiğini göstermektedir. Bu olay, Elhovo Formasyonu'nun üst, bölünmemiş bölümünün birikme dönemi ile tutarlılık göstermiş. Paleoiklim analizi sonucunda ,mevsimsel kuruma koşulları olmadan, yüksek yağışlı ve ılıman kış sıcaklıklarına sahip ılık sıcak iklimin özelliklerini göstermiştir. Flora ve kantitatif paleoiklim verilerinin paleoekolojik analizinin sonuçlarına göre, Güneydoğu Bulgaristan'daki iklimin hafif soğutma ve biraz kuruma yönünde iklim değişikliğine işaret ettiğini göstermektedir (Ivanov ve Lazarova,2019).

## **b. Loss- on- Ignition Analizleri**

Sediman içerisinde bulunan organik maddeler, mineral madde, karbonat içeriği ve marn bulabilmek için bu yöntem kullanılmaktadır. 8 cm aralıklarda 2 cm<sup>3</sup> hacimli karotlarla örnek alınır. Bu analizler esnasında yüksek ısıya dayanıklı (kroze) kaplar kullanılır. Alınan örneği kurutmak için 1 saat boyunca yüksek sıcaklık gösteren fırınlara konulur. Bu işlem bittikten sonra kroze kaplar hassas tartılara konularak tartılır ve ağırlıkları kaydedilir. Sediman örneklerinden 1-2 gram alınarak kroze içerisine konulur ve kodlanarak kaydedilir. Bir gece bekletilir ve 105 °C 'lik fırına konulur. Alınan örnek nemden etkilenmesin diye nem çeker içerisine konulur ve soğutulur. Soğuma işlemi tamamlanınca örnekler alınıp hassas terazide tartılır ve ağırlıkları kaydedilir. Sonra aynı örnekler organik maddeden ayrılması amacıyla bu sefer 2 saat 550° C'lik ısıdaki fırına

konulur. Bu işlemden sonra da soğumaya bırakılıp hassas terazide tartılıp ağırlık kaydedilir. Son olarak CaCO<sub>3</sub> ayrışması için 1 saat 950 °C 'deki fırına konulur ve nem çeker (desilatöre) konulur, soğutulur ve hassas terazide tartılır (Ören,2018).



**Fotoğraf 10.** Loss -on-İgnition Süreci (Ören,2018).

Ören, *Kültepe (Kayseri) Çevresinin Fosil Polen Analizleri Işığında Holosen Paleocoğrafyası* adlı doktora tezinde, çalışma sahasında yer alan Engir Gölü'nden Livingstone sondaj ekipmanlarıyla iki ayrı karottan AMS tarihlendirme yaparak elde edilen sonuçlara göre son 5600 yılı kapsayan polen ve sediman verileri elde etmiştir. Sediman karotları üzerindeki polen analizleri sonucu toplam 83 takson belirlenmiştir. Göl ortamı ve havza hakkında değerlendirme yapmak amacıyla Troels- Smith, organik madde miktarını belirlemek içinde Loss-on İgnition analizlerini kullanmıştır. Elde edilen verilere göre vejetasyonda 100 yıllık döngüler halinde önemli değişmelerin gerçekleştiğini vurgulamıştır (Ören,2018).

### c. Radyokarbon AMS (Accelerator Mass Spectrometry) Tarihlendirmesi

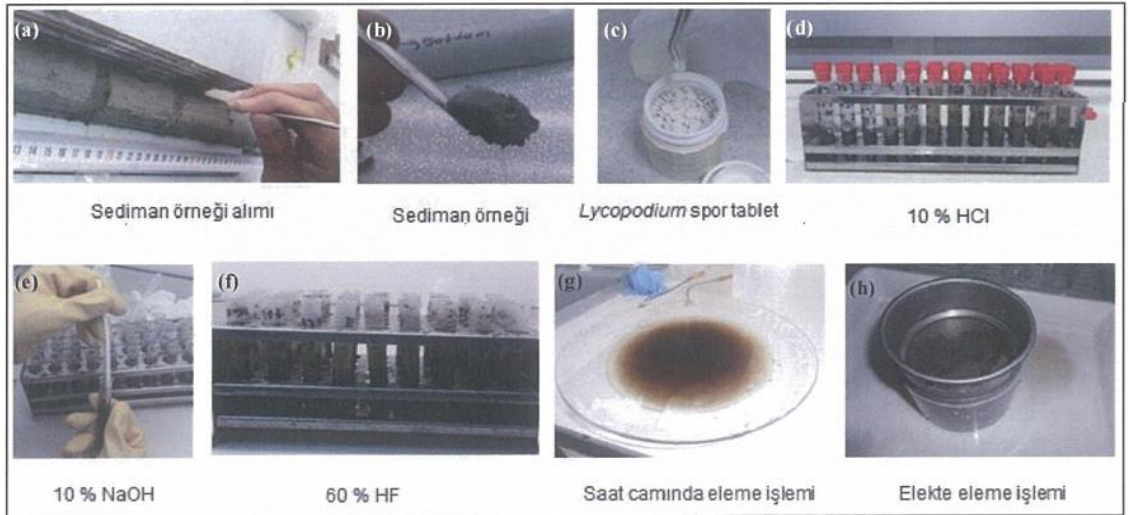
Sediman karotlarının tarihlendirme işleminin yapılabilmesi için Loss-on-İgnition analizleri sonucundan çıkan verilerin kullanılması gerekir. Tarihlendirme işlemi için ne kadar çok farklı alanda örnek alınırsa daha doğru sonuçlar elde edilebilir.

Tarihlendirmede çıkan sonuçlara bakılarak “Tilia2.0.41 programı vahıstasıyla doğrusal interpolasyon yöntemi uygulanır ve Loss- on- İgnition ve polen diyagramlarının kronolojik sıralaması oluşturulur (Ören,2018).

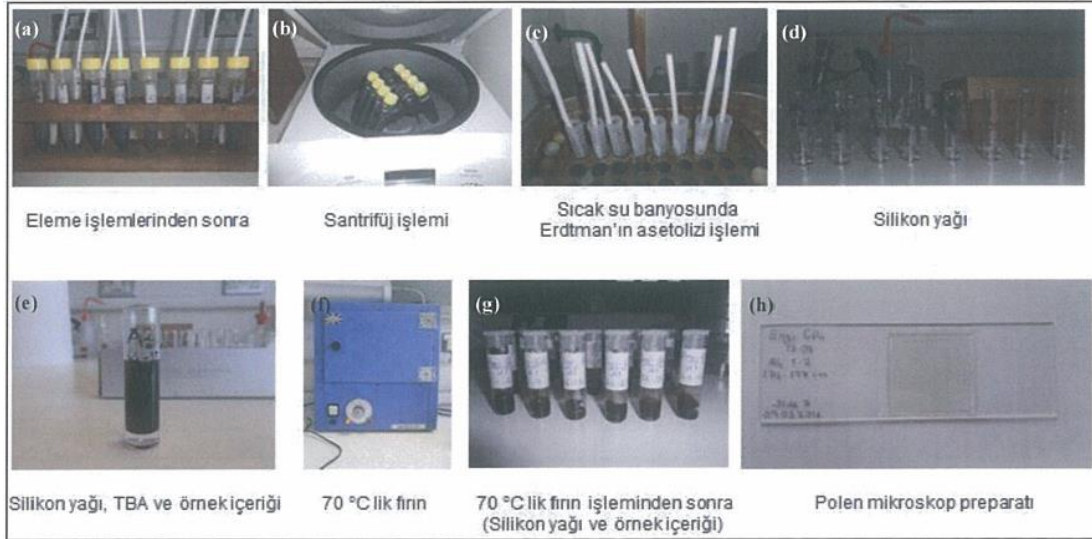
#### d. Fosil Polen Analizleri

Fosil polen analizleri için sediman karotlarından 16 cm arayla ve 8 cm<sup>3</sup> hacminde örnekler alınır, kodlanır ve yer isimleri kaydedilerek paketlenir. Örneklerin hacimleri mezur yardımıyla ölçülüp kaydedilir. Daha sonra örnekler %10 seyreltilmiş olan HCl (Hidroklorik asit) %10 seyreltilmiş NaOH (Sodyom hidroksit) uygulanır. Kil oranı fazla olan örnek %5 seyreltilir Na<sub>4</sub>P<sub>2</sub>O<sub>7</sub> uygulanır. Önce saat camı üzerinde çökeltilme işlemi yapılır 10-180 mikronluk elekler kullanılarak eleme işlemi yapılır.

Mineralli örneklerde, asetaliz işleminden önce %60 oranında seyreltmek için HF uygulanır. Polen yoğunluklarını hesaplamak amacıyla her örnek için 1 adet "Lycopodium" spor tabletleri 10 ml su ve %10 seyreltilmiş HCl yardımıyla eritilip örneklerle eklenir.



**Fotoğraf 11.** Fosil Polen Analizi; örnek alımı işleme süreci (Ören,2018).



**Fotoğraf 12.** Fosil Polen Analizlerinde Asetoliz İşlemi (Ören,2018).

Asetoliz aşamasında öncelikle 9 hacimlik asetik anhidrit ve 1 hacim sülfürik asitle asetoliz karışımı hazırlanır. Hemen ardından küçük cam şişelere örnekler etiketlenir ve her biri içerisine 1 mm derinliğinde olacak şekilde silikon yağı eklenir. Santrifüj tüplerindeki polen örneklerine az miktarda TBA konular karıştırılır ve küçük cam şişe örneklerine aktarılır. Alkolün buharlaşması için örnekler bir gece bekletilir ve 70 °C fırına konular. Örnekler daha sonra lam ve lamelle kapatılır. Bu preparatlama işleminde örneklerin kodları, seviye derinlikleri ve mikroskop slayt numaraları yazılır. Polen teşhis ve sayım işlemi için artık hazırdır (Ören,2018).

*Teşhis edilen polenler tür, cins ve familya bazında sayılıp değerleri polen sayım çizelgelerine kaydedilir. Fosil polen analizleri sonucunda elde edilen veriler ve rakamsal değerler Tilia 2.0.41 yazılımı kullanılarak veri girişi dosyalarına kaydedilir. Ham sayısal polen verilerinden polen yüzde, polen yoğunluğu, polen birikimi oranı (akış) ve polen korunma verileri üretilir. Bu veriler üzerinde çalışılarak polen yüzde (< % 1 polenlerin verilerininide içerir ve + işareti ile gösterilir) polen yoğunluğu, polen birikim miktarı (akış) ve polen korunma diyagramları oluşturulur (Ören,2018).*

#### 2.4.2. Güncel Polen Analizlerinde Uygulanan Yöntem ve Teknikler

Bitkileri tanımak ve sınıflandırmak bugün onların morfolojik, anatomik, kimyasal ve sitolojik özelliklerini incelemekle ispatlanamaz. Bunun için palinolojik özelliklerinde kullanılması gerekir. Polen morfolojisi ile bitkilerin sistematik

kategorisini tanımlarken palinolojinin bitki sistematığına katkısı güncel palinolojik çalışmalarla mümkündür. Güncel palinoloji daha çok günümüzde yaşayan bitkilere ait spor ve polenlerin ışık mikroskobunda incelenmesinde kullanılmaktadır.

Bitki sistematığına güncel polen analizlerinin iki tane önemli katkısı bulunmaktadır. Bunlar:

- Sistematikte yerleri belli olmayan taksonların bulunmasına yardımcı olmak.
- Dış morfolojik yapıları gereği birbirinden ayrılmasında zorluk çekilen bitkilerin birbirinden ayrılmasında katkıda bulunması (Pınar,2018).

#### **2.4.2.2. Laboratuvarda Uygulanan Analiz Yöntemleri**

##### **a. Wodehouse Yöntemi (1935)**

1. Anterden alınan polenlerle temiz bir lam üzerine yerleştirilir.
2. Üzerindeki yabancı maddeleri temizlemek için 2-3 damla (%96) alkol damlatılır.
3. Preparatlar ısıtılır ve üzerindeki alkol uçana kadar bekletilir.
4. Gliserin jelatininden bir miktar alınır ve polenlerin üzerine konularak eritilir.
5. Polenlerin birbirine yapışmasını engellemek için temiz bir iğne ile karıştırılma işlemi yapılır.
6. Üzerine lamel kapatılarak şeffaf bir oje ile lam ve lamel birleştirilir. Wodehouse yöntemiyle hazırlanan preparatlarda polenlerin intini ve protoplazması bulunmaktadır.
7. Lamaların üzerine preparatlar hazırlandıktan sonra hangi bitkiye ait olduğu nerede toplandığı ve tarih yazılarak etiketlendirmeler yapılır.

*Gliserin- Jelatin Hazırlanması için:*

1. Jelatin plaklar destile su içinde tutulur (2-3 saat) kadar.
2. 1 ölçek yumuşak jelatin ve 1,5 ölçek gliserin ile karıştırılır.
3. Küflenmeyi önlemek için %2-3 oranında asit fenik eklenir.

4. Karışım 80°C sıcaklığa kadar ısıtılır.

5. Karışım temiz bir petriye dökülür ve yavaş yavaş, katı hale gelmesi beklenir (Pınar, vd.,2003).

D'Apolito ve Caminha, vd., *The Pliocene-Pleistocene Palynology of the Negro River, Brazil* adlı çalışmalarında Amazonia merkezindeki Negro Nehri'nden ince bir tortul tabaka üzerinde detaylı palinolojik çalışmalar yapmıştır. Wodehouse yöntemi kullanılarak Flüvyal kalıntıların nehir kanalı boyunca 81.8 km boyunca uzandığı tespit edilmiştir. 25'i yeni dikilmiş toplamda 95 türün Kuzey ve Güney Amerika'daki yayılışlarında dikkat edilerek tespit edildiği görülmektedir. Ayrıca polinomorfaların Amazonia merkezindeki tabakalar ile ilişkilendirilmeleri ve biyoçeşitlilik çalışmalarına kaynaklık edeceği vurgulanmıştır (D'Apolito ,Caminha, vd.,2019).

#### **b. Asetoliz (Erdtman) Yöntemi (1960)**

Gunnor Erdtman tarafından başlatılan asetoliz yöntemi, palinolojide hala çok kullanılan yöntemlerden biridir. Bununla birlikte, asetoliz, dış polen duvarını dış kısmı oluşturan sporopolenlerinin dışında tüm polen malzemelerini tahrip eder. Bitki sistematigi ve filogenesine uygulanmasında modern palinoloji, yalnızca atık alanları değil tüm sporoderm karakterlerini dikkate alır. Hem asetolize edilmiş hem de asetolize edilmemiş polenlerin araştırılması polen yapısı ve fonksiyonunun dengeli bir şekilde görülmesi için zorunludur (Hesse ve Waha,1989).

##### *Asetoliz İşleminin Yapılışı;*

1. Anterden polen elde etmek için 10 cc'lik dereceli santrifüj tüpleri alınır.
2. %10'luk soğuk KOH eklenerek 20 dakika bekletilir. Amaç polenleri yumuşatıp serbest bırakmaktır.
3. Santrifüj tüpleri kaynamakta olan suda 5 dakika bekletilir.
4. Polenli karışımlar 250µ'luk süzgeçlerden geçirilir ve polenlerle çiçek parçaları birbirlerinden ayrılır.
5. Polenlerin üzerine asetoliz çözeltisi dökülür. Sülfirik asit, anhidrik astik asidin üzerine damla damla eklenir. Tüpler kayma noktasına kadar ısıtılır ve her



tüp 7 dakika boyunca sık sık karıştırılır. Bu işlem çeker ocakta yapılmak zorundadır. Aksi halde kimyasal gazların solunması ciddi sağlık problemlerine neden olabilir. Daha sonra tüplere satrifüj yapılır ve asetoliz dökülür.

6. Tüplere destile su eklenir tekrar santrifüj yapılır.

7. Tüplerin dibinde kalan polenlerin üzerine %50'lik gliserin konular ve 10 dakika bekletilir.

8. Tüplerin üzerine filtre kağıdı konular ve 24 saat oda sıcaklığında bekletildikten sonra gliserin- jelatin yapılarak preparatlar hazırlanır (Pınar, vd., 2003)

#### *Preparat Hazırlanması:*

1. Toplu iğne ucu başı kadar gliserin-jelatin alınarak tüpün dibine kadar bulaştırılır.

2. Polenli gliserin- jelatin lam üzerine konular, lam hafif ısıtılarak, gliserin jelatin eritilir.

3. Polenlerin dağılması için iğne yardımıyla karıştırılır ve üzerine lamel kapatılır.

4. Gliserin- jelatin yayıldıktan sonra boşluk kalan yerler parafinle doldurulur ve lam hafifçe ısıtılır.

5. Lamlar cam çubuk üzerinde 5 cm ara ile ters çevrilerek yerleştirilir. Gliserin- jelatin donuncaya kadar bekletilir.

6. Lamler üzerine etiketler yapıştırılarak bitkinin familyası, adı, herbaryum numarası ve preparatın yapım tarihi yazılır (Pınar, vd.,2003).

Şenkul, *Abies cilicica Ormanının (Karlık Dağı/Burdur-Bucak) Güncel Polen Dağılımı: Polen Tuzakları, Kara Yosunu Örnekleri ve Yüzey Sediman Örneği Arasındaki İlişkiler* adlı çalışmasında *Abies cilicica* ormanının güncel polen dağılım özelliklerinin belirlenmesini amaçlamıştır. Çalışma alanında polen tuzakları, kara yosunu örnekleri ve yüzey sediman örneğine ait güncel polen yoğunluğunu belirleyip, güncel polen yoğunlukları arasındaki ilişkilere değinmiştir. *Abies cilicica* ormanının ekolojik istekleri

(sıcaklık ve nemlilik), *Abies cilicica* türünün yüzde polen değeri ile fosil polen analizleri için yorumlama anahtarı oluşturulmuştur. Tuzaklar için iki yıllık, kara yosunu örnekleri için üç yıllık ve yüzey sediman örneği için bir yıllık güncel polen verisi elde edilmiştir. Elde edilen güncel polen verilerinin hem kendi aralarındaki karşılaştırılması yapılmış hem de sıcaklık ve nemlilik parametreleriyle ilişkilendirilmiştir. Bu çalışma ile Güneybatı Anadolu'da daha önce yapılmış fosil polen çalışmalarını daha iyi anlayabilmek için *Abies cilicica*'nın güncel polen özellikleri üzerine bir veri tabanı oluşturulmuştur (Şenkul,2018).

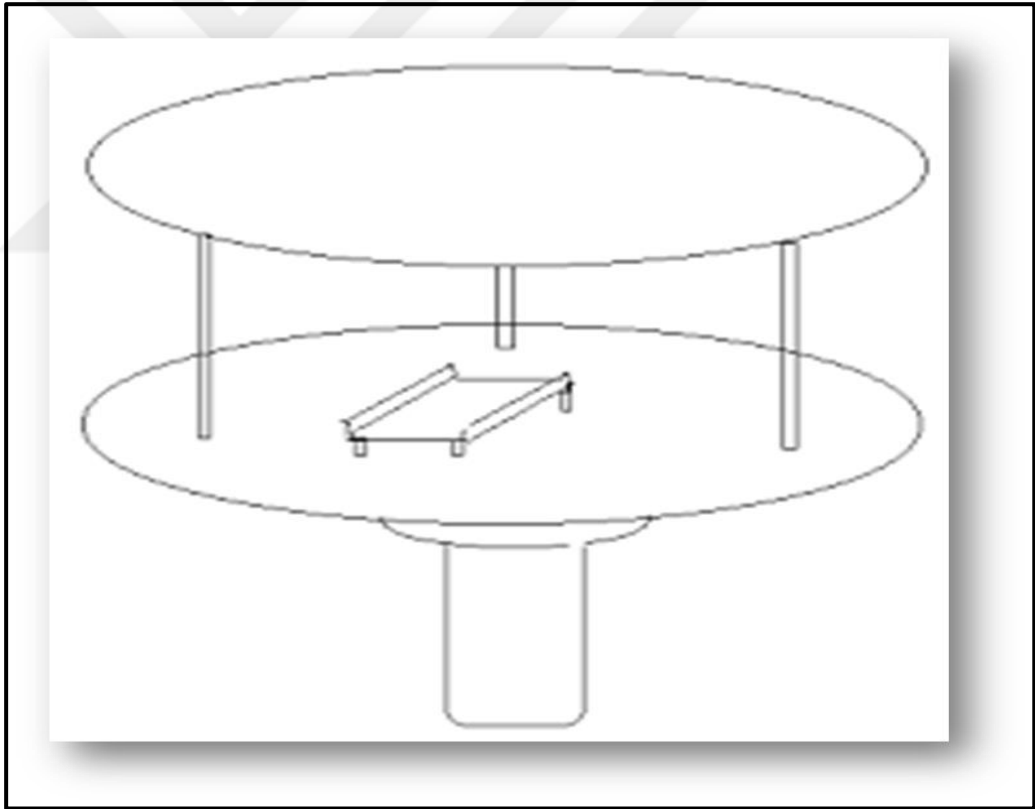
Karlıoğlu, *Istranca ve Belgrad Ormanlarının Güncel Polen Dağılımının İncelenmesi* adlı doktora tezinde diğer çalışmalardan farklı olarak belirli bir birim toprak yüzeyine aylık olarak düşen polenlerin yoğunluğunu hesaplamıştır. Istranca ve Belgrad ormanlarına toplam 12 adet Tauber tipi polen uzağı kurarak toprağa düşen polen yoğunluğu dağılımını 2 yıl boyunca izleyerek, bu süre boyunca toprağa düşen polen yoğunluğunun çoğunluğunu hangi odunsu ve otsu taksonların oluşturduğunu, hangi aylarda bu bitkilerin polen yoğunluğunun en yüksek seviyeye çıktığını veya hangi aylarda en düşük olduğunu inceleyerek, polen yoğunluğundaki değişimi etkileyen meteorolojik parametrelerin (aylık toplam yağış, aylık ortalama sıcaklık vs.) neler olduğu ve bu parametrelerin polen yoğunluğunu 2 yıl boyunca nasıl etkilediğini araştırarak ve aylara bağlı olarak değişen polen yoğunluğunu meteorolojik parametrelerle karşılaştırmalı olarak analiz etmiştir (Karlıoğlu,2011).

#### **2.4.3. Aeropalinolojide Polen Analizleri Uygulanan Yöntem ve Teknikler**

Atmosferik polenin analizi, anemofil (rüzgarla tozlaşmış) bitkilerin sergilediği periyodik döngüler (fenoloji) hakkında bilgi sağlar. Ayrıca mahsul veriminin tahmin edilmesine yardımcı olur, iklim değişikliğinin hem yerel hem de bölgesel ölçekte flora üzerindeki etkilerinin değerlendirilmesine yardımcı olmaktadır. Anemofilli bitkiler polenlerini dağıtmak için rüzgâr kullanırlar ve biyolojik çeşitliliği ve sürdürülebilirliği korumak için büyük miktarda polen üretirler. Bununla birlikte, rüzgar kaynaklı polenler insanlarda ve hayvanlarda alerjik reaksiyonlara neden olabilir ve son 30 yılda polen alerjileri belirgin şekilde artmıştır (Kiared, Bessedik, vd.,2017).

### 2.4.3.1. Gravimetrik Method

Atmosferdeki polenlerin günlük olarak toplanması Durham polen toplama aracı ile yapılır. Durham polen toplama aracı basit ve ucuz olduğu için aeropalinolojik araştırmalarda kullanılmaktadır. Gravimetrik metodun uygulama aracı Durham tarafından geliştirildiği için bu isim verilmiştir (Durham,1946). Durham polen toplama aracı, çapları 22.7 cm olan iki diskin aralarında 8-10 cm kalacak şekilde yerleştirilmesinden oluşur. Alttaki diskin ortasında (merkezinde) 2.5 cm yüksekliğinde bir lam taşıyıcı bulunur. Üstteki disk lamı, güneş, yağmur, kar ve rüzgar gibi etkilerden korur. Alttaki diskin altında 7-8 cm çapında ve 1 m boyunda olan silindir şeklinde bir sap bulunur. Araç istenilen yüksekliğe ayarlandıktan sonra sıkıca bir yere tutturulur (Albayrak,2001).



şekil 8. Durham Polen Toplama Aracı (Durham,1946).

### 2.4.3.2. Volumetrik Methot

Hirst (Burkard) tipi sensörler günlük ve saatlik veri almak için tasarlanmıştır. 20 km'lik bir numune kapsama alanına sahiptir. Bu tip sensörlerden elde edilen veriler son derece hassas, titiz ve doğru sonuçlar verir.



**Fotoğraf 13.**Hirst (Burkard) Tipi Sensör (URL 12).

Matyasovszky, Makra, vd. *A new approach used to explore associations of current Ambrosia pollen levels with current and past meteorological elements* adlı makalelerinde Güneydoğu Macaristan'daki en büyük yerleşim bölgesi olan Szeged şehrindeki atmosferik polen dağılımını incelemişlerdir. Mevcut bir polenin sadece mevsiminde meteorolojik değişkenlerinin günlük değerlerini almayı, geçmişteki meteorolojik koşulları da ele almışlardır. 19 yıllık bir veri setinden elde ettikleri sonuçları, fito-fizyolojik süreçler ve meteorolojik elementler arasındaki etkileşimlere odaklanarak değerlendirmişlerdir. İki rastgele değişken arasındaki doğrusal ilişkinin gücünü ölçen bir kolerasyon yerine, rastgele vektörler arasındaki her türlü ilişkiyi ölçen genelleştirilmiş bir kolerasyon kullanmışlardır. Mevcut polen sezonu için, en önemli altı değişken, iki sıcaklık değişkeni (ortalama ve minimum sıcaklık), iki nem değişkeni (çiğ noktası çökmesi ve yağış) ve havanın karışmasını karakterize eden iki değişkendir

(rüzgar hızı ve gezegen sınır katmanının yüksekliği). Mevcut polen mevsiminden önceki en önemli altı meteorolojik değişken, dört sıcaklık değişkenini (ortalama, maksimum, minimum sıcaklık ve toprak sıcaklığı) ve büyük ölçekli hava modellerini (deniz seviyesi basıncı ve gezegensel sınır tabakasının yüksekliği) karakterize eden iki değişken içermektedir. Mevcut polen mevsiminden önceki geçmişlerde meteorolojik değişkenlerin kilit dönemleri tanımlanmıştır. Bu tür bir analizin önemi, geçmiş meteorolojik koşullarla ilgili bir bilginin yaklaşmakta olan polen mevsiminin daha iyi tahmin edilmesine katkıda bulunabileceğinin göstergesidir (Matyasovszky, Makra, vd., 2014).

Kiared ve Bessedik, *The aeropalynology of Es-Sénia airport, Oran, northwest Algeria* adlı çalışmalarında 2004 ve 2006 yılları arasında Oran şehri, kuzeybatı Cezayir'de hava poleni toplamak için bir Cour cihazı kullanılarak elde edilen veriler haftalık ortalama değerlerle kaydedilmiştir. Bu, havadaki polen spektrumunun ve takvimin bu iki yıllık aralık için belirlenmesini sağlamıştır. Oran'daki endemik bitki örtüsü ile havadaki polen arasında iyi bir sonuç benzerlik bulunmuştur. İlk yıldaki polen hasadı (2004-2005), ikinci yılına kıyasla (2005-2006) çok daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Kuzeybatı Cezayir'deki Oran kenti yakınlarındaki Es-Sénia havaalanında yıllık hava polen spektrumunu belirleyerek, havadaki polenlerin miktar ve çeşitliliğini, ana taksonların tozlaşma dönemlerini, polen emisyonlarının yoğunluğunu ve havadaki polen ile bölgedeki bitki örtüsü arasındaki ilişki ele alınmıştır (Kiared, Bessedik, vd., 2017).

## **2.5. POLEN ANALİZLERİNDE ARAZİ ÇALIŞMALARINDA DİKKAT EDİLMESİ GEREKEN HUSUSLAR**

Arazi çalışmaları için polen analizleri son derece önem arz etmektedir. Arazi çalışmalarında amaç en temiz, saf örneği elde edebilmektir. Bunun içinde örnek alınacak sahanın arazi yapısı, jeolojik geçmişi ve iklim koşullarının iyi bilinmesi gerekir. Bu yüzden örnek alınacak noktalar iyi tespit edilmelidir. Örnek alınacak sahalarda göl depoları, turbalıklar, bataklıklar, mağara çökelleri, buzullar, varırlar vb. tercih edilmelidir. Göl deposundan örnek alınacağı zaman gölün küçük olmaması yaklaşık 5000 m<sup>2</sup> büyüklükte olması gerekir. Geniş bataklıklar ve donmuş göllerden iyi örnek elde edilir (Iversen, 1964).

Fosil polen analizlerinde göl içerisindeki sedimanlardan karotla örnek alabilmek için “Mackeret derin su örnek alıcısı” ve “Motorlu örnek alıcı” gerekmektedir. Bunun dışında göle uygun bir bot kullanılmalıdır. Bataklık ortamlar lifli bir yapıya sahip oldukları için Rus tipi örnek alıcılar ve “Livingstone” örnek alıcılar kullanılır. Bu örnek alıcılar lifli olmayan marn, kil, çamur depolarındaki sedimentler için uygundur. Karotları sedimenlerden çıkarırken sorunların yaşanmaması için küçük çaplı karotlar tercih edilmelidir (Hepbilgin, 2010).

Bataklık ve göl alanlardaki en iyi örnekler dip kısımlarından alınır çünkü sedimanlar zamanla dipte üst üste istiflenme gösterecektir. En iyi stratigrafiyi elde edebilmek için birkaç örnek alınıp bunlar içerisinde en iyi olanı seçilmelidir. Sedimanların analizi arazide de yapılabilir ancak ortamsal şartlar ve oksijensiz ortamda milyonlarca yıl kalan sediman oksijenle temas ettiğinde renk değişikliğine uğrayabilir. Bunun için en uygun şartlar laboratuvar şartlarıdır. Sedimentlerin nemini ve biyolojik faaliyetlerini koruyabilmesi için alınan örneklerin plastik koruma kabı içerisinde serin ve karanlık bir ortamda muhafaza edilmesi gerekmektedir (Iversen,1964).

Güncel polen analizlerinde ise atmosferik şartlar ön plandadır. Polenlerin günlük, aylık ve yıllık olarak  $cm^2/$  ay düşen toplam polen yoğunluğu hesaplanmaktadır. Atmosferde yapılan polen analizi çalışmalarında Hirst Spore, Burkard veya Lanzoni tipi polen tuzakları yerleştirilir (Karlıoğlu,2011).

Atmosferde bulunan polen içeriğini belirlemek amacıyla geçmişten günümüze kadar birçok çalışma yapılmıştır. Bu çalışmalardan ilkinin Blackley vermiştir. Blackley (1873) çatılı bir forma sahip olan polen tuzağına mikroskop lamı yerleştirerek lamın üzerinde bulunan yapışkanı rüzgara karşı dönebilmemesi için bir pervane eklemiştir. Bu çalışma ile çiçeklenme döneminde atmosferde polen varlığını ortaya koyan ilk kişi olmuştur.

Durham (1928), mikroskop lamının üzerini yapışkan bir maddeyle kaplayıp iki yatay metal diskin arasına koyarak basit bir örnek alıcı elde etmiştir. Bu çalışmasıyla ilk standart örnekleme yayınlamıştır. Durham polen tuzağı en çok Amerika’da kullanılmıştır. Avrupa ülkelerinde de buna benzer modeller kullanılmıştır.

Hirst (1952), hacimsel ölçüm yapan polen tuzağı geliştirerek Burkard firması tarafından patentlenmiştir. Daha sonraları bu polen tuzağı “Burkad polen tuzağı veya

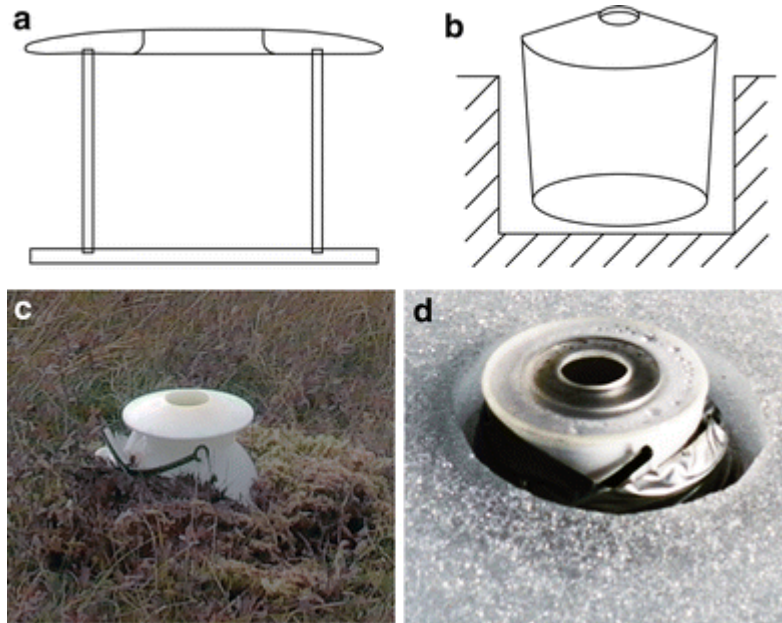
“Hirst Polen Tuzağı” olarak adlandırılmıştır. Bu polen tuzağı Avrupa’da en çok kullanılan polen tuzağı olmuştur.

Von Post (1918) ve Hesselman (1916), bir bölgede üretilen polenlerin uzak mesafelerden gelen polenlerle nasıl ayrıştırılabileceğini bulmuşlardır.

Erdtman (1954), atmosferde taşınan ve toprakta biriken polenlerin izleme çalışmalarını yapmıştır (Karlıoğlu,2011).

Kuaterner dönemi çalışmaları özellikle Geç Kuaterner sedimanlarında radyokarbon tarihlendirme ve polen birikme oranlarının elde edilmesiyle ilgi çekmiştir.

H. Tauber (1974), aynı tür polen tuzaklarını kullanarak polen birikiminin geniş halli bir modelini oluşturmuş ve polen tuzaklarını farklı noktalara yerleştirerek farklı vejetasyon hakkında da bilgi alınabileceğini ortaya koymuştur. Tauber, polen çalışmaları için en fazla kullanılan kapan türünü geliştirmiştir. Tauber tipi polen tuzağı Kuaterner dönemi palinologları için en fazla kullanılan yöntem olmuştur (Karlıoğlu,2011).



**Şekil 9.** Tauber Tipi Polen Tuzağı: a) Tauber tipi polen tuzağının ilk tasarımı, b) Avrupa Polen İzleme Sistemi tarafından kullanılan model, c) Polen tuzağının arazideki fotoğrafı, d) Kapak kısmını gösteren fotoğraf ( Giesecke, vd.,2010).

## **2.6. POLEN ANALİZLERİ LABORATUVAR ÇALIŞMALARINDA DİKKAT EDİLMESİ GEREKEN HUSUSLAR**

Laboratuvar çalışmalarında polen analizleri işlemleri yapılmadan önce gerekli prosedürler ve el kitapları bulundurulmalıdır. Polen analizleri işlemlerinde kimyasal madde kullanımının fazla olması nedeniyle solunum yollarına deri ve cilt rahatsızlıklarına neden olmaması için çeker ocak, kimyasal ekipman başlıkları ve aksesuarları kullanılmalıdır. Cilde temas eden kimyasal maddeler tahriş ve kızarıklıklara neden olabileceği için cilt bol su ile yıkanmalıdır.

Laboratuvarda kullanılan musluk suları polen ve diatom içerebilir buda polenin yapısında bozulmalara neden olabilir. Bu yüzden polen analizleri esnasında filtrelenmiş su kullanılmalıdır (Iversen,1964).

Polen saçılımının yoğun olduğu bahar aylarında laboratuvar ortamı polen tanelerine maruz kalabilir ve bu polen taneleride örneklere karışabilir. Laboratuvara kullanılan ekipmanlar kirlendiği zaman bakteriyolojik standartlara göre uygun temizlenmelidir, aksi halde yapılan işlemler hatalı sonuç verebileceği gibi geri dönüştürülmeside imkansız olur (Iversen,1964).

Polen analizlerinde kullanılacak olan mikroskoplar oldukça önemlidir. Mikroskobun ışık kaynağı iyi olmalıdır. Her yapılan çalışmada ışık ayarı yapılmalıdır. Faz-kontrat merceği kullanılarak daha ayrıntılı ve detaylı incelemeler yapmak mümkündür (Iversen,1964).

Polen analizlerine başlayan araştırmacı eğer bu işte yeniyse gerek saha da gerekse de laboratuvardaki çalışmalarını uzman kişiden öğrenmelidir. Analizler ve polen sayımları esnasında önemli notlar tutulmalı ve uygulamalara dahil olunmalıdır. İyi bir polen koleksiyonu elde etmekte fayda vardır. Bir sonraki çalışmalarda polen tanıma işleminde yarar sağlayacaktır, çünkü polen tanelerini sadece resimlerle tanımak çok zordur (Iversen,1964)



## 2.7. POLEN DİYAGRAMLARININ OLUŞTURULMASI VE YORUMLANMASI

Polen diyagramları, bir bölgedeki belirli zaman aralıklarında vejetasyon değişimlerini göstermektedir. Polen türleri analiz sonuçlarına göre yüzde (%) olarak açıklanır ve sunulur.

Polen diyagramları polen analiz aşamasının son evresidir. Polen diyagramları anlaşılabilirlik ve karşılaştırılabilirlik açısından ele alınır. Bu duruma göre polen diyagramları için farklı türler gerekmektedir (Iversen,1964).

Polen diyagramlarında kullanılan bazı terimler şunlardır:

**Polen Yoğunluğu:** Polen yoğunluğu sedimentin 1 cm<sup>3</sup>'ündeki tane sayısıdır. Tanınmış polinomorflar ve ekzotik polen taneleri ile hesaplanır. Bu diyagramlar, geçmiş bitki örtüsünün yoğunluğunu ve nasıl değiştiğini inceler.

**Polen Birikim Hızı:** Radyometrik yıl başına sedimentin 1 cm<sup>2</sup>'sine net düşen polen sayısıdır. Radyo karbon dışında Kurşun-210 ve Sezyum-137 ölçülebilir.

**Polen Spekturum:** Bir örnekte bulunan her bir polen türü yüzdesi ile ifade edilir.

**Polen Diyagramları:** Bir karotun farklı derinliklerinden alınan örnekleri polen diyagramlarını oluşturur. Polen diyagramları geçmiş vejetasyonun değişimini yansıtır.

**Polen Eğrileri:** Bir polen sınıfının, karotun baştan sona doğru yüzde serileri o sınıfın polen eğrisini verir.

**Polen Yüzde Diyagram:** Polen analizleriyle yapılan geçmişte yaşamış bitki türlerinin değişimini oluşturan diyagramdır (Hepbilgin,2010).

Polen analizlerini oluşturan diyagramlar yatay ve düşey katlıdır. Yatay katlar spekturum seviyesini düşey katlar yüzdelik aralığını gösterir. AP diyagramlar orman ağaçlarının değişimini gösterirken, NAP diyagramlar ormanlık olmayan alanların vejetasyon değişimini gösterir. NAP diyagramlar AP diyagramlara göre çok daha

karmaşıktır, çok dikkatli bölümlendirilmeli ve diyagram homojen bir sediment örneğinden olmalıdır (Iversen,1964).

Polen eğrisinin eğimi diyagram için önemlidir. Diyagram zonlamadan zonlamaya temelden başlanmalıdır. Bir zon içerisinde bitki türlerinin eğrisi maksimuma ulaşmış sonra düşüyorsa yüksek eğri, doruk nokta ve düşen eğri olarak üç gruba ayrılır (Iversen,1964).

Bugün bilgisayarlarda otomatik zonlama işlemi yapılmaktadır. Bu işlem zaman ve hız kazandırmak, birkaç yöntemde aynı diyagramında kullanılmasını mümkün kılar (Birks,1980; Akt.; Hepbilgin,2010).

Polen diyagramları yorumlanırken, söz konusu olan vejetasyonu anlaşılır ve karşılaştırılabilir hale getirmektir. Diyagramların yorumlanabilmesi için iyi bir botanik bilgisine sahip olmak gerekir. Polen diyagramları sadece çiçekli bitkileri kaydeder (Iversen,1964).

Aynı bölgedeki diyagramlar toprak faktörü nedeni ile de farklılık gösterebilir. Toprak tipi farklıysa bu doğal olarak vejetasyona da yansır vejetasyonda da farklılıklar görülecektir. Buna bağlı olarak diyagramlarda farklılık gösterecektir. Polen diyagramlarında yükselti faktörü de etkilidir. Yüksek yerlerdeki bitkiler daha az polen üretir, bu yüzden dağlık ve yüksek bölgeler kirlenmeye karşı daha duyarlıdır. Bu yüzden diyagramlar yorumlanırken sadece matematiksel işlemlere başvurulmaz. Bölgedeki tarımsal faaliyetler, yangınlar, erozyon ve iklimsel değişimlerde diyagramları etkiler.

Bir bitki türüne ait polen sayısı o bölgede ne kadar fazlaysa yayılış gösteren vejetasyon türünü ortaya çıkarmaktadır. Polen diyagramlarında yüzde hesabı bazı sorunlara neden olur. Bu hataları en aza indirebilmek için Iversen sayısal indirgeme modeli oluşturmuştur. Bu model fazla polen üreten, orta miktarda polen üreten ve az miktarda polen üreten şeklinde farklı bir biçimde gruplandırılmıştır. Polen diyagramlarının gerçek vejetasyonunu bulabilmek için fazla polen üreten grubu hesaba katmak gerekir (Iversen,1964).

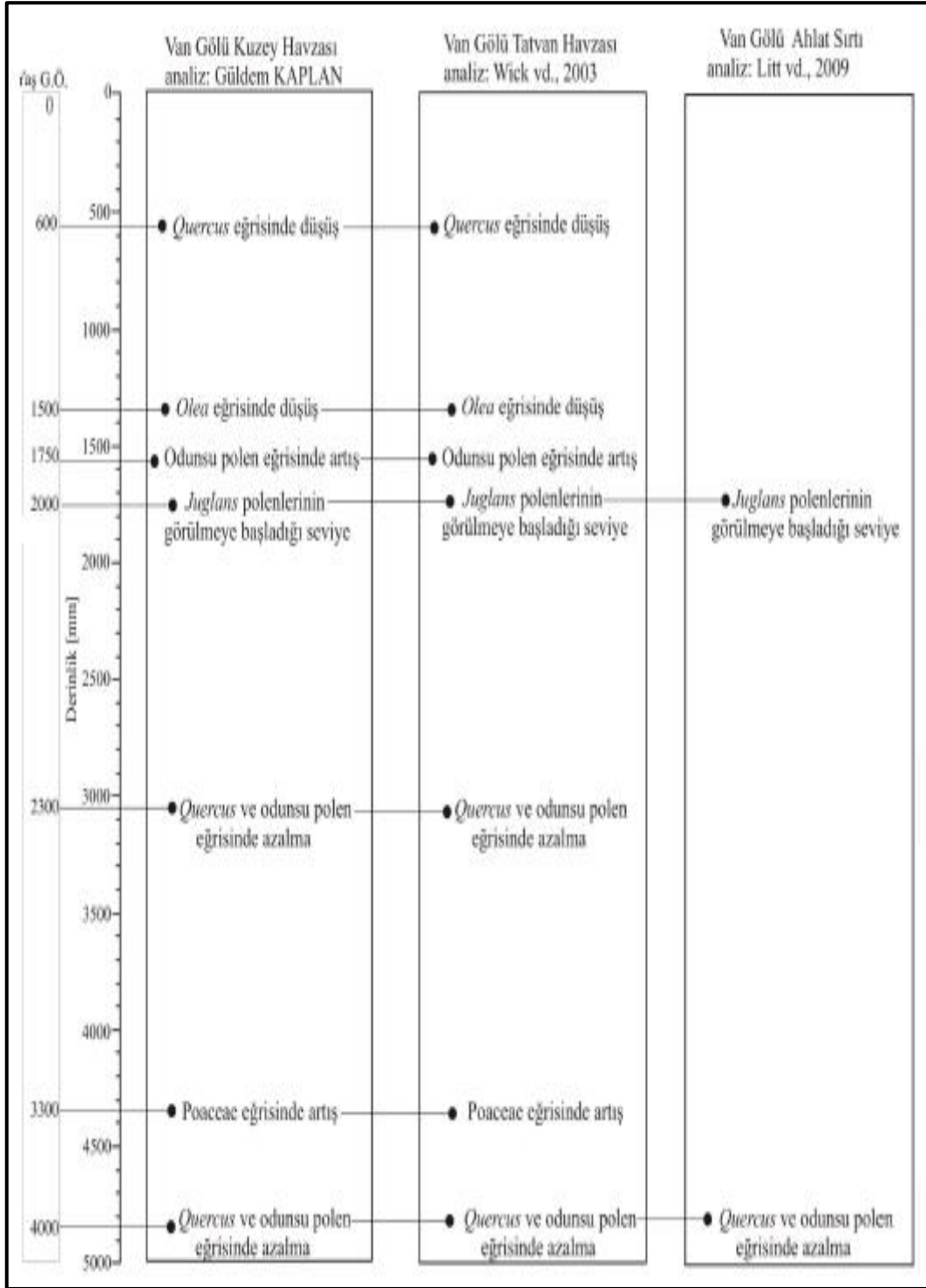
Polen diyagramları yorumlanırken polen türlerinin suda yüzme durumu ve özellikleri ile rüzgarın esiş yönü de önemlidir. Bitkilerin erkek ve dişi çiçek arasındaki oranda diyagram yorumu açısından önemlidir. Son olarak diyagram yorumlamalarında

bitkilerin göç etmesinden bahsetmekte fayda vardır. Özellikle glasiyel ve erken Holosen dönemlerinde iklimsel salınımlardan dolayı ormanlar doğru şekilde kanıt vermeyebilir (Iversen,1964).

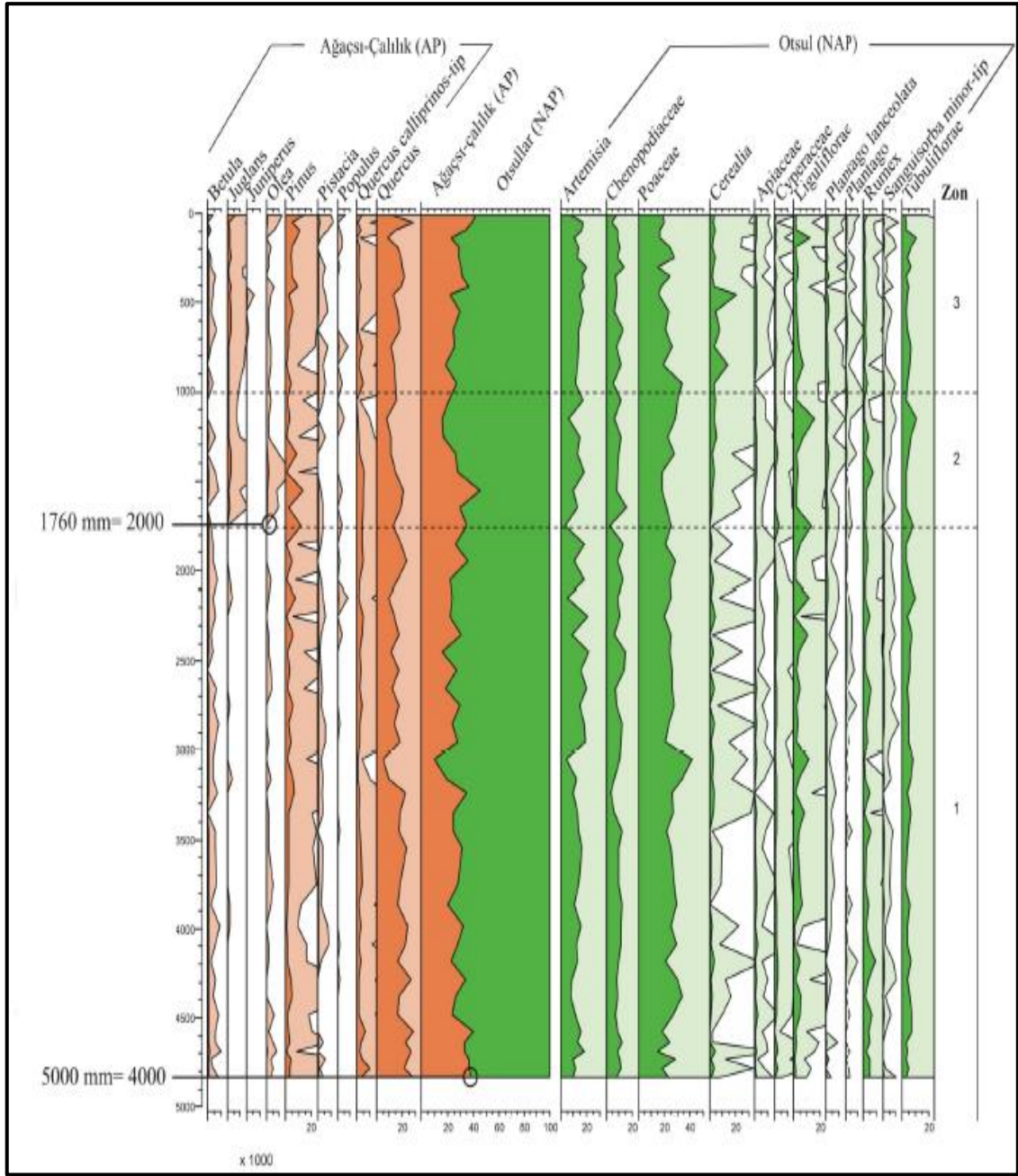
**Tablo 6.** Tatvan Havzası ve Ahlat sırtı (Van Gölü) taban çökellerinin varv yaşlandırmaları ve polen zonu karşılaştırması (Kaplan ve Örçen,2011).

Polen zonu (van Zeist ve Woldring, 1978)	Polen zonu (Wick vd., 2003)	Polen zonu (Litt vd., 2009)	Açıklamalar
8	V-9	4a	İnsan etkisinde artış (Wick vd., 2003)
350	2100	2000	<i>Plantago lanceolata</i> eğrisinin başlangıcı (Wick vd., 2003)
7	V-8	4b	<i>Juglans</i> eğrisinin başlangıcı (Wick vd., 2003; Litt vd., 2009)
1050	3050	4000	Orman-step vejetasyonunun maksimum yayılımı (Wick vd., 2003)
6	V-7	HOLOSEN	Step-orman yayılımı, <i>Quercus</i> , <i>Pistacia</i> baskın (Wick vd., 2003)
3400	6250		Gramineae baskın step vejetasyonu (Wick vd., 2003)
5	V-6		Chenopodiaceae ve Gramineae baskın çöl stebi (Wick vd., 2003)
4700	8250	3	<i>Artemisia</i> ve Chenopodiaceae baskın çöl stebi (Wick vd., 2003)
4	V-5	11580	Çöl benzeri koşullar, yüksek yüzdede <i>Ephedra distachya</i> - tip (Wick vd., 2003)
6400	10100		Yarı çöl periyot, <i>Artemisia</i> , Chenopodiaceae baskın (Litt vd., 2009)
3	V-4	Younger Dryas	2b
7300	10460	Lateglacial Interstadial	2a
2	V-3	14500	Ağaçsı-çalılık polen yüzdesinde hafif bir artış (Litt vd., 2009)
8100	V-2	Pleniglacial	1
1	V-1	20000	Soğuk ve yarı çöl step vejetasyonu, <i>Artemisia</i> , Chenopodiaceae baskın (Litt vd., 2009)
9600	12700		

**Tablo 7.** Kuzey Havzası, Tatvan Havzası ve Ahlat Sırtı polen diyagramlarının karşılaştırılması ve yaşlandırılması (Kaplan ve Örçen,2011).



**Tablo 8.** Van Gölü Kuzey Havzasının seçilmiş taksonlardan oluşan polen diyagramı (Kaplan ve Örçen,2011).



## 3. ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

### 3.1. KUATERNER DÖNEMİ VE İKLİM DEĞİŞMELERİ

Jeolojik devirler içerisinde Kuaterner dönemi 2 milyon yıl kadar sürmüştür. Pleistosen ve Holosen olmak üzere iki alt devire ayrılır. Pleistosen devri 2 milyon yıl ve 10 bin yıl öncesini, Holosen ise 10 bin yıl öncesinden günümüze kadar olan dönemdir (Erlat,2014).

Jeolojik zamanlar yönünden diğer dönemlere göre daha kısadır ancak Dünya üzerindeki etkileri yönünden oldukça önemlidir. Kuaterner de iklim değişimleri sık sık yaşanmış ve pleistosenin sonlarına doğru insanoğlu yeryüzüne yayılmaya başlamıştır (Atalay,2012).

#### 3.1.1. Pleistosen Devri

Kuaterner döneminde güneşten gelen radyasyonun azalması dünya ikliminin soğuk ve kurak bir döneme girmesine neden olmuştur. Son buzul döneminde özellikle Kuzey Yarım Küre'de 50. Kuzey paralelinde Kuzeybatı Avrupa ve Amerika'da örtü buzulları yayılmış dağların yüksek kesimleri takke buzulları ile kaplanmış, deniz seviyesi bugünkünün 125 m altına inmiştir. İklimin yumuşamaya ve güneş radyasyonunun artmaya başladığı dönemlerde örtü buzulları geri çekilip dağların üst kısımlarındaki takke buzulları erimiştir. Deniz seviyesi yükselmiş bugünkü kapalı havzalar ve çöl bölgeleri göllerle işgal edilmiştir (Atalay,2012).

Derin deniz sondajları sırasında yapılan çalışmalarda oksijen izotop analizleri Pleistosendeki buzul ve buzullar arası dönemlerin aynı olmayıp zaman içerisinde değiştiğini göstermiştir. Günümüzden 3 milyon yıl ve 800 bin yıl öncesi aralığında dünyanın ekseninin eğikliğindeki değişimlere paralel olarak 41 bin yıllık döngüler şeklinde tekrarlanmıştır (Erlat,2014).

Son buzul çağının diğer önemli olaylarından biride rüzgarların şiddetlenmesidir. Kuraklık ve soğuk iklim koşullarına bağlı olarak karaların iç kesimlerine doğru bozkır sahası genişlemiştir. Bugünkü çöl sahaları da buzul döneminde genişlemiştir. Rüzgarların aşındırma ve biriktirme faaliyetlerine bağlı olarak kumul örtüleri Orta kuşağa kadar sokulmuştur.

Son buzul döneminde yağışların azalmasına bağlı olarak kuraklık artmış orman örtüsü yerini, bozkır ve çölümsü sahalara bırakmıştır. Avrupa ve Asya'nın kuzey kesimlerindeki tayga ormanları daha da güneye inmiştir.

Günümüzden 15 000 yıl önceden itibaren iklim yavaş yavaş ılımanlaşmaya başlamıştır. Isınma ve yağış artışına bağlı olarak buzullarla kaplı olan sahalara erimeye başlamıştır. Deniz seviyesindeki yükselmeler devam etmiş. Buzulların çekildiği sahalara soğuk olmasından dolayı iğne yapraklı (konifer) bitkiler yerleşmeye başlamıştır. Anadolu'da ise bozkırın hakim olduğu sahalara ağaçlı step formasyonu ile kaplanmıştır. Ormanlar dağların yüksek kesimlerine ve Anadolu'nun içlerine doğru yükselmeye başlamıştır (Atalay,2012).

### 3.1.1.1. Pleistosen Stratigrafisi

**Tablo 9.** Pleistosen Evresi buzul Dönemleri (Şüküroğlu,2015).

	ABD		ALPLER		KUZEY AVRUPA
Genç	Wisconsin	↔	Würm	↔	Vistulian
	Illinonian	↔	Riss	↔	Saalian
	Kansan	↔	Mindel	↔	Elsterian
Yaşlı	Nebraskan	↔	Günz	↔	Menapian

**Günz (Elster) Buzul Dönemi:** Günümüzden önce 1.180-0,820 milyon yıl aralığında yaşanmıştır.

**Mindel (Saale) Buzul Dönemi:** Günümüzden önce 730-429 bin yıl periyodunda görülmüştür.

**Riss (Warthe) Buzul Dönemi:** Günümüzden önce 347-248 bin yılları arasında yaşanmıştır.

**Würm (Weichsel) Buzul Dönemi:** Günümüzden önce 110.000 – 10.000 yıl aralığını kapsamaktadır (Şüküroğlu, 2015).

### 3.1.2. Holosen Dönemi

Holosen, buzul çağının sona ermesiyle ortaya çıkmıştır. Dünya jeolojik tarihinin en genç dönemdir ve halen devam etmektedir. Günümüzden yaklaşık 10.000- 10.500 yıl kadar önce atmosfer günümüzdeki halini almaya başlamış ve iklim şartları günümüzdeki gibi etkili olmaya başlamıştır.

Grönland alınan buzul karot örneklerine göre buzul ve buzullar arası dönemden ziyade Holosenin iklimik olarak durağan bir dönem olduğu bilinmektedir. Bu dönemdeki doğal çevre şartları yeryüzünü değişikliğe uğratarak, Neolitik Dönemin başlamasıyla tarım yapılmış ve yerleşik hayata geçilmiştir.

Holosen daha çok Kuzey Yarım Küre'yi etkilemiş örtü buzullarının erimesine bağlı olarak tatlı su açığa çıkmış ve bu durum Kuzey Atlantik termohalin değişimine neden olmuş ve atmosfer dolaşımını yeniden düzenlemiştir. Kıtalararası örtü buzullarının erimesiyle bölgesel iklim farklılıkları ortaya çıkmıştır. Orta Holosen dönemindeki iklim koşulları Dünya'nın yörüngesel hareketlerine göre farklılıklar oluşturmuş Geç Holosen dönemine göre ortalama sıcaklık daha yüksek ve buna bağlı olarak Orta Holosen döneminde Kuzey Yarım Küre'ye gelen Güneş radyasyonundaki artış Geç Holosen'de azalmıştır. Bu durum sıcaklıkların tekrardan azalmasına neden olmuştur.

Holosende geçmişte sıcaklıklarda artışa neden olan durum sera gazlarındaki değişimlerdir. Atmosferdeki sera gazının artmasının temel nedeni okyanuslardaki su sıcaklığının artmasına bağlı olarak sudaki çözünmüş karbondioksitin atmosfere geri verilmesi ile açıklanmaktadır. Atmosferdeki sera gazlarının en önemlilerinden biride metandır. Holosen döneminde en düşük metan seviyesinin Orta Holosen döneminde görülmesinin sebebi, bu gazın atmosferdeki oranının esas olarak alçak enlemlerdeki hidrolojik döngü ile ilişkili olduğunun göstergesidir (Erlat,2014).

Holosen günümüzden 10 bin yıl önce başlamıştır ve iklim koşulları bakımından alt bölümlere ayrılmaktadır. Bölgesel iklim koşullarını belirlemek için polen ve bitki makrofosillerine dayanan çalışmalar yapılmıştır. Çalışmaların daha çok Avrupa'nın kuzeyi ve İskandinavya'da olduğu bilinmektedir. Blytt Sernander Kronolojisi Holoseni dört döneme ayırmıştır. Bunun dışında Holosen; Preboreal, Atlantik ve Subboreal olmak üzere üç döneme ayrılmıştır.



Preboreal dönemi, Dünya'nın dönme eksenine ve yeryüzünün Güneş radyasyonunun arttığını göstermektedir. Atlantik dönemi ise, Kuzey yarım küredeki sıcaklık artışının orta ve yüksek enlemlerde de arttığını göstermektedir. Subboreal dönem yüksek enlemlerdeki sıcaklık azalması ve dağ buzullarının tekrar ilerlemesiyle oluşan dönemdir (Erlat,2014).

Son yıllarda Holosen iklim çalışmaları üzerinde yoğunlaşma artmıştır. Artan bu yoğunlaşmanın temel sebebi 19. Yüzyılda Sanayi Devrimi'nin ortaya çıkmasıyla insan etkisinin Küresel iklim sistemleri üzerinde nasıl değişmeye başladığının sorusuna cevaplar aranmaktadır.

Günümüzün son 1000 yıllık iklim değişmesi 950-1250 yılları arasında gerçekleşmiştir. *Küçük Klimatik Optimum* olarak bilinen bu iklim döneminde sıcaklık fazla ve deniz seviyesi yüksektir. Bu dönem ile ilgili yapılan araştırmalarda 9. Yüzyılda Vikinglerin çayırarla kaplı ve yeşil ülke anlamına gelen Greenland yani Grönland'a yerleştikleri bilinmektedir. İlerleyen dönemlerde iklimde bir önceki döneme göre soğuma başlamış ve İzlanda nüfusu gitgide azalma göstermiştir, bu dönemde yetiştirilen taneli bitkiler üretilmemeye başlanmıştır. Gittikçe soğuyan bölgede 1550-1700 yılları arasında gerçekleşen *Küçük Buzul Çağı* denilen soğuk bir döneme geçilmiştir. Bu dönemde örtü buzullarının kapladığı alanlar daha da ilerleyerek Avrupa Alplerindeki bazı köylere kadar inip çok şiddetli kışların geçmesine neden olmuştur (Atalay,2012).

1815 yılında Endonezya'daki Tambora Yanardağının patlamasıyla, 1816 yılının yazı "Yazsız Yıl" olarak tarihe geçmiştir. Son 500 yılda iklimde üç defa salınımlar meydana gelmiştir. Sıcaklıklarda belirli oranda artışlar yaşanmış sıcaklık en az tropikal bölgelerde, en fazlada bulutlu ve denizel ortamlarda etkisini göstermiştir.

19. yüzyılın sonlarına doğru iklimde ılımanlaşma meydana gelmiştir. 20. Yüzyılın sonlarına gelindiğinde sıcaklığın arttığını 1998 yılı yazının çok sıcak olduğu kayıtlara geçmiştir. 2000'li yılların başından itibaren de küresel bir ısınmanın başladığı belirtilmektedir (Atalay,2012).

### 3.2. KUATERNER DÖNEMİNDE PALİNOLOJİ

Kuaterner, jeolojik zamanların en sonuncusudur. Bu zaman yaklaşık 2.5 milyon yıl önce başlamıştır. İnsanın bu zamanda ortaya çıkması, yani insanlık tarihinin bu zamanda başlaması bakımından önemli bir zamandır. Arkeolojik çalışmalarda geçmiş hakkında belirli zamanlara inilmektedir. Geçmiş hakkındaki yazılı kaynaklar ise çok daha geridir. Oysa geçmişteki bitki örtüsünün bilinmesi insanın ortaya çıkışından önceki ve sonraki tarih hakkında bilgilerimizi artırmaktadır. Çünkü insan yaşamı büyük oranda bitkilere bağlıdır. Geçmiş devirdeki bitkileri bilmemiz yöreye insanların ne zaman gelmeye başladığı tarım hayatına geçişin zamanımızdan kaç yıl önceye dayandığı ve tarım ekonomileri konusunda çok yararlı bilgiler verebilir. Ayrıca geçmiş devirlerdeki bitki örtüsünün bilinmesi eski dönemlerdeki iklim (paleoklimatoloji), ekoloji (paleoekoloji) ve coğrafik yapı (paleoğrafya) vb. konular ile ilgili pek çok ipucu sağlar.

Spor ve polence zengin havzalar; göl tabanı çökeltileri, turba, bataklıklar, buzul çökelleridir. Bu ortamlardan yüzeyden derine doğru dikey şekilde örnekler alınıp, incelenirse geçmişten günümüze doğru bitki örtüsünün değişimi hakkında bilgi edinebiliriz (Pınar,2018).

Son elli yıl boyunca, Kuaterner palinolojisinin kapsamı önemli ölçüde genişlemiştir. Polen ve sporların yanı sıra diğer birçok mikrofosil türü çalışma alanına dahil edilmektedir. Modern veri işleme yöntemlerinin ve taramalı elektron mikroskopunun kullanımı, palinolojinin yeni yöntemleri hakkında son eklenenlerdir. Fosil polenin otofloransı üzerine yapılan araştırmalar, polenlerin yeniden konumlandırılmasıyla ilgili bir palinologlar için mevcut olan yeni tekniklerden biridir. Kuaterner palinoloji, jeolojik çalışmalarda sedimanter havzalardaki farklı fasiyesleri palinomorf toplulukları ve sedimantolojik özellikler açısından tanımlamak için kullanılmaktadır. Bu Kuaterner modeller daha sonra Kuaterner öncesi ortamların yorumlanmasında kullanılmaktadır. Ancak, ciddi eksiklikler vardır. Mevcut palinomorf morfolojisi ve dağılım, biriktirme ve korunma konusundaki bilgilerimizle ilgili olarak Fosil palinomorf toplulukları ve onları üreten ana topluluklar arasındaki ilişkiler yeterince bilinmemektedir. Kuaterner palinolojisinin gerçek potansiyeli açıktır, ancak temel palinoloji ile ilgili gerekli bilgiler ortaya çıkana kadar tam olarak

kullanılmaz. Kuaterner palinolojisindeki sorunlarımıza direkt cevaplar bulmak yerine, uzun vadeli ve ayrıntılı çalışmaların yapılması gerektiği bilinmektedir (Terasmae,1968).



## 4. DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

### 4.1. PALİNOLOJİ ALANINDAKİ SON GELİŞMELER

Günümüzde palinolojik araştırmalarda bitki örtüsü ve iklimdeki değişmeleri geçmişten günümüze kadar yorumlayıp yeni modeller geliştirmeye çalışan bilim insanları farklı metotlarla bu alana katkıda bulunmuşlardır. Bu metotlardan biri Biyomizasyon metodudur. Bu metotta kullanılan temel veri polen kayıtlarıdır. Bitkiler geniş bir sınıflandırmaya tabii tutulur. Bitki; yapı, yaprak şekli, fenolojik durum ve iklim adaptasyon sürecine göre sınıflandırılır. Bu modelleme doğal ortam koşullarını gösterebilmek için iklimik faktörler başta kullanılmaktadır. Örneğin, kış dönemi ortalama düşük sıcaklığı, vejetasyon dönemi ise, sıcaklık isteği ve kuraklık toleransını belirlemektedir. Bir diğer metot ise, güncel polen analizleri ve sedimantasyon süreçlerinin tespit edilmesidir (Şenkul,2014).

Palinolojik çalışmaların günümüzde daha rahat bir şekilde yorumlanabilmesi için bilgisayar teknolojisi ve çeşitli yazılım programları da geliştirilmiştir. Bunlardan biri Carnoy'dur. Kantitatif veriler palinolojik araştırmalarda önemli bir rol oynamaktadır. Işık ve elektron mikroskopisinde dijital görüntülemenin ortaya çıkmasıyla, palinologlar artık her zamankinden daha hızlı ve daha hassas ölçümler yapma şansına sahiplerdir. Bu görevler için hali hazırda çeşitli görüntü analiz yazılım paketleri bulunmaktadır, ancak bunlar genellikle pahalıdır, kullanımı zor veya palinologların özel ihtiyaçlarına adapte edilmemişlerdir. Bir palinologun günlük iş akışını inceledikten sonra, palinoloji ve morfolojide kullanılmak üzere sıfırdan yazılmış bir görüntü analiz uygulaması olan Carnoy tasarlanmıştır. Carnoy, ölçümü kolay ve hızlı hale getirmek için kullanımı kolay bir ara yüz ve çeşitli özellikler sunmaktadır. Program ölçümleri daha fazla analiz için hemen hemen diğer tüm yazılım paketlerine aktarabilir ve internette ücretsiz olarak kullanılabilir (Schols vd.,2010).

Palinoloji alanında kullanılan bir diğer bilgisayar yazılım programı da Kaross'tur. Kaross: Düşük karoo stratigrafik palinolojisi için bilgisayar destekli saklama ve geri alma sistemidir. Kaross, Aşağı Karoo (Afrika Permiyen kayaları) stratigrafik palinolojisi hakkında bilgi bankası için bilgisayar destekli bir bilgi depolama ve geri alma sistemidir. Bilgi bankası ana bilgisayar kurulumundan veya uzak terminalden sorgulanabilir. Alma programları, bir mikrofloral bazik analiz projesinin

genel ihtiyaçlarına cevap vermek için tasarlanmıştır. Kaross tarafından özölen problem türleri şunlardır: (a) bir veya daha fazla değişkene bir veya daha fazla başka birini listeleyen; ve (b) belirli bir formatta bir veya daha fazla değişken verilen, belirli veriler için (belirtilen) kodları kullanarak, İkinci ıkış modu, istatistiksel veya Calcomp izici programlarına doğrudan giriş sağlamaktadır (Hart ve Fiehler, 2010).

*Palinolojik iyot demeti aşınması:* İyot demeti dağlama tekniğinin palinolojiye uygulanması anlatılmış ve tartışılmıştır. Tekniği kullanarak suda farklı seviyelerdeki yapılar taramalı elektron mikroskobu ile incelenebilir. Elde edilen sonuçlar polen türüne göre değişiklik gösterir ve bazı durumlarda taneler eşit şekilde aşınarak üretilmektedir. Diğerlerinde tektum aşınabilir ve kolumella aşırı hasar görmeyebilir. Sonuçlar daha sonra ışık mikroskobunda belirli odak seviyelerinde elde edilebileceklerle karşılaştırılabilir, ancak daha yüksek özünörlük avantajları ve taramalı elektron mikroskobu ile elde edilen görüntü tipide kullanılabilir (Blackmore ve Claugher,2009).

## 5. BEŞİNCİ BÖLÜM

### SONUÇ VE ÖNERİLER

#### 5.1. SONUÇ

Palinoloji, botanik biliminin bir alt dalı olup polen sporlarını incelemektedir. Son yıllarda Kuvaterner çalışmalarında sıkça kullanılmaya başlanmış yöntemlerden birisi olup her geçen gün daha da dikkat çekmektedir.

Palinoloji; polen morfolojisi, polen analizleri, adli palinoloji, aeropalinoloji, polen kimyası, polen fizyolojisi gibi alt dallara ayrılıp coğrafi süreçlerin anlaşılabilmesi için önem taşımaktadır. Dünyada ki bitki türleri, dağılışı ve yapısı ile sadece botanik bilimi ilgilenmemektedir. Coğrafyacıların da bu sahada etkin olduklarını biliyoruz. Yapılan birçok bilimsel çalışmada coğrafyacılar palinolojiden destek almaktadır ve son yıllarda bilimsel toplantılarda yapılan çalışmaların arttığı gözlenmektedir. Ancak Türkiye’de palinoloji çalışmalarından coğrafyacıların uzak kaldığı dikkat çekmektedir.

Bu tezde palinolojinin tarihsel gelişimi, palinolojinin diğer disiplinlerle ilişkilerinden bahsedilip, interdisipliner bir alan olmasıyla dikkat çekilmek istenmiş ve ortak çalışma sahalarına değinilmiştir, polen yapısı, polen analizleri, geçmişte-günümüzde yapılan bilimsel çalışmalara ve palinoloji alanında son yıllardaki yapılan güncel araştırma teknikleri ile geleceği hakkında bilgi verilip, palinolojinin, coğrafyacıların kuvaterner çalışmalarına yapacağı katkılar üzerinde durulmuş ve bu tezde bu alandaki eksikliği gidermek için kaynak niteliği taşımaktadır.

#### 5.2. ÖNERİLER

Palinoloji, coğrafya dışında farklı bilim dallarının da Kuvaterner dönemi araştırmalarında kullandığı popüler bir yöntemdir. Bu nedenle palinoloji fiziki coğrafyacılar arasında da giderek önemini arttırmıştır. Son yıllarda coğrafya camiasında yapılan araştırmalar, sempozyum, bildiri metinlerinde ve konuyla ilgili yapılan araştırma sayısının giderek artacağını göstermektedir.

Son yıllarda etkisini giderek gösteren Küresel İklim Değişikliği ile ilgili yapılan çalışmalarda Palinolojiden oldukça fazla yararlanılmaktadır. İnterdisipliner bir çalışma sahası olan palinolojiye coğrafyacılarında gereken ilgiyi göstererek yapacakları çalışmalarla bu alanı desteklemeleri beklenmektedir.

Türkiye’de fiziki coğrafyacıların, yer bilimcilerin ve klimatologların Kuaterner dönemiyle ilgili çalışmalarının dışında palinolojiden de destek alarak yapacakları çok sayıda araştırma konusu ve teknik yöntemin olduğunu özellikle coğrafyacılarında bu sahaya gereken hassasiyet ve ilgiyi göstermeleri Coğrafya bilimi açısından oldukça büyük bir kazanç olacağını belirtmekte fayda vardır.



## KAYNAKÇA

AKÇER-ÖN, S., (2011). **Küçükçekmece Lagünü, Yeniçağa, Uludağ, Buzul ve Bafa Gölleri'nin (Batı Türkiye) Geç Holosendeki İklim Kayıtları: Avrupa ve Orta Doğu İklim Kayıtları ile Karşılaştırılması.** (Yayımlanmış Doktora Tezi). YÖK Ulusal Tez Merkezi Veri Tabanından Elde Edildi. İstanbul Teknik Üniversitesi, Avrasya Yer Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

AKKEMİK, Ü., ARSLAN, M., POOLE, I., TOSUN, S., KÖSE, N., KILIÇ, N., AYDIN, A., (2016). Silicified woods from two previously undescribed early Miocene forest sites near Seben, northwest Turkey. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 253, (31-50)

AKYOL, E., (2003). Bayat (Çorum) Eoseninin Palinolojik İncelemesi ve Karakaya Emirşah Kömürleri Arasında Deneştirme Denemesi. Ege Üniversitesi Yer Bilimleri Fakültesi, İzmir.

AKYÜZ, I., WARNY, S., FAMUBODE, O., BHATTACHARYA, J., (2016). Palynology of the Upper Cretaceous (Turonian) Ferron Sandstone Member, Utah, USA: Identification of Marine flooding surfaces and Milankovitch cycles in subtropical, ever

ALBAYRAK, G. (2001). **Ispartadaki Tuzak Yükseklikleri ve Hava Değişkenlerinin Ölçülen Polen Konsantrasyonuna Etkisi.** Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta.

ARSEVEN, A.D., (2001). **Alan Araştırma Yöntemi (İlkeler- Teknikler- Örnekler).** Gündüz Eğitim ve Yayıncılık. Ankara.

ATALAY, İ. (1990). *Vejetasyon Coğrafyasının Esasları.* (1.Baskı). İzmir: Dokuz Eylül Üniversitesi Basımevi.

ATALAY, İ. (2012). *Genel Fiziki Coğrafya.* (7. Baskı). İzmir: Meta Basım ve Matbaacılık.



AVCI, M., (2007). Dendrokronoloji ve Coğrafyacıların Kuvaterner Çalışmaları Açısından Önemi. *TURQUA -VI*, (116-134).

AVCI, M., (2012). **Dendrokronoloji. İçin: Kuvaterner Bilimi**, Ankara Üniversitesi Yayınları No:350, (.493-522).

AYTUĞ, B., (1981). Palinoloji ve Yer Bilimlerindeki Uygulamaları. *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 31:2, (57-67).

BABCOCK, S., WARNY, S., (2014). Forensic palynology as classroom Inquiry. *Science Activities*, 51:4, (116-128).

BİRKS, H., (2005). Fifty years of Quaternary pollen analysis in Fennoscandia 1954-2004, *Grana*, 44:1, (1-22).

BLACKMORE, S., CLAUGHER, D., (1984). Ion bean etching in palynology. *Grana*, 23:2, (85-89).

BRADLEY, R., (2015). **Paleoclimatology Reconstructing Climates of the Quaternary (Third Edition)**, <https://www.researchgate.net/publication/291344323>.

BROOHAERTS, N., LOPEZ, S., SCHAAD, D., DÍAZ, S., SANCHEZ, F., LAUTENSCHLAEGER, R., GLAİS, A., SAEZ, J., (2018). Reconstructing past arboreal cover based on modern and fossil pollen data: A statistical approach for the Gredos Range (Central Spain). *Review of palaeobotany and palynology*. 255, (1-13).

CANER, H., (1994).**İstanbul'da Kentleşmenin Doğal Orman Alanlarına Etkilerinin Dendrokronoloji ve Palinoloji Yöntemleri ile Belirlemesi** (Yayımlanmış Doktora Tezi) YÖK Ulusal Tez Merkezi Veri Tabanından Elde Edildi. İstanbul Üniversitesi, Deniz Bilimleri ve İşletmeciliği Enstitüsü, İstanbul.

COŞKUN,M.,GÖK, M., COŞKUN,S.(2017). Climate Characteristics of Safranbolu (Karabuk) and Saffron Cultivation. *International Journal of Geography and Geology*.58-69.

COŞKUN,M., (2019). *İklim Değişmeleri ve Küresel Isınma*. Yer Bilimi. 12. Bölüm. Editörler: Alim ve Doğanay, Pegem Akademi, Ankara.

D'APOLITO, C., CAMINHA, S., JARAMILLO, C., DİNO, R., SOARES, E., (2019). The Pliocene- Pleistocene Palynology of the Negro River, Brazil. *Palynology*, 43:2 (223-243).

DIĞLAK, M., İLÇİM, A., (2002). Sistematığın Esasları, Sütçü İmam Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü.

DURHAM, O.C. (1946). A proposed standart method of gravity sampling counting and volumetric interpolation of results. *Journal of Allergy*.

EDİGER, V. (1980). Palinoloji: Dünü- Bugünü-Yarını, *Yeryuvarı ve insan*, (21-28).

EDWARDS, K., FYFE, R., JACSON, S.(2017). The First 100 Years of Pollen Analysis . *Nature Plants* 3, 17001.

EDWARDS, K., PARDOE, H.(2018). How Palynology could have been paepalology: the naming of a discipline. *Palynology*, 42:1, (4-19).

EFE, A., AKKEMİK, Ü., KAYA, Z., (2006). Akdeniz Bölgesi Endemik Odunsu Rosaceae Taksonlarının Morfolojik ve Palinolojik Özellikleri. *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 56:1, (9-35).

EİSAWİ, A., SCHRANK, E., (2008). Upper Cretaceous to Neogene Palynology of the Melut Basin, Southeast Sudan. *Palynology*, 32:1 (101-129).

ERLAT, E. (2014). **İklim Sistemi ve İklim Değişmeleri**. (5. Baskı). İzmir: Ege Üniversitesi Basımevi.

GIESECKE, T., FONTANA, S., KNAAP, W., PARDOE, H., PİDEK, I., (2010). From early pollen trapping experiments to the pollen monitoring programme. *Vegetation History and Archaeobotany*. 19,(247-258).

GÖKÇEN, N.,(2003). **Ostrakod'lara Giriş**. Maden Tetkik ve Arama Enstitüsü, Ankara.

GUTİERREZ, P., BALARİNO, M., BERİ, A., (2010). Palynology of The Lower Permian of Parana Basin, Uruguay. *Journal of Systematic Palaeontology*, 8:4, (459-502).

HART, G., FİEHLER, J., (2010). KAROSS: A computer- aided storage and retrieval system for lower karroo stratigraphic palynology. *Palynology*, 3, (1).

HEPBİLGİN, B.,(2010). **Paleocoğrafya Çalışmalarında Polen Analizi**. (Yayımlanmış Yüksek Lisans Tezi). YÖK Ulusal Tez Merkezi Veri Tabanından Elde Edildi. Ankara Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara.

HESSSEN, M., WAHA, M.,(1989). A new look at the acetolysis method. *Plant Systematic and Evolution*, 163, (147-152).

HİCKS, S., BİRKS, H., (1996). Numerical analysis of modern and fossil pollen spectra as a tool for elucidating the nature of fine- scolle human activities in boreal areas. *Vegetation History and Archaeobotany*, 5, (257-272).

IVERSEN, F., (1964). **Textbook of Pollen Analysis**, Blackwell Scientific Publications, Oxford.

IVANOV, D., LAZAROVA, M. (2019). Past Climate and vegetation in Southeast Bulgaria- a study based on the late Miocene pollen record from the Tundzha Basin. *Journal of Palaeogeography*, 8:3, (1-25).

İNAN, N., (2009). **Paleontoloji (Fosil Bilim)**. (2. Baskı). Ankara : Seçkin Yayıncılık.

KAPLAN, G., (2012). Van Gölü Geç Holosen Polenleri. *Yerbilimleri*, 34:1, (37-52).

KAPLAN, G., ÖRÇEN, S.,(2011). Van Gölü Kuzey Havzasının Geç Holosen Paleoflorası. *Yerbilimleri*, 32:2, (139-150).

KAR, R., QUAMAR, M., (2019). Pollen- based Quaternary Palaeoclimatic Studies in India: an overview of recent advances. *Palynology*, 43:1, (76-93).

KARLIOĞLU, N., (2011). **Istıranca ve Belgrad Ormanlarında Güncel Polen Dağılımının İncelenmesi**. (Yayımlanmış Doktora Tezi). YÖK Ulusal Tez Merkezi Veri Tabanından Elde Edildi. İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

KAYHAN, İ., (1996). **Yeni Yaklaşımlarla Türkiye'nin Plio- Kuaterner Paleocoğrafyası. 21. Yüzyıla Doğru Türkiye Sempozyumu**. Ankara Üniversitesi, Dil ve Tarih, Coğrafya Fakültesi, Ankara.

KİARED, G., BESSEDİK, M.,vd. (2017). The aeropalynology of Es-Sénia airport, Oran, Northwest Algeria. *Palynology*, 41:1, (121-131).

KÖNİGSSON, L., (1971). Palynology, Biological Variation, and Pollen Analysis. *Grana*, 11:3, (180-185).

LABOURIAU, M., (1991). Palynology of the Venezuelan Andes. *Grana*,30:2, (342-349).

MACDONALD, G., (1987). Methods in Quaternary Ecology, Palynology. *Geoscience Canada*, 15:1, (29-41).

MC GREGOR, D., (1987). Palynology – The International Connection. *Grana*, 26:1, (5-10).

MATYASOVSKY, I., MAKRA, L., vd. (2014). A new approach used to explore associations of current *Ambrosia* pollen levels with current and past meteorological element. *International Journal of Biometeorology*, 59:9. (1179-1188).

NA, Y., MANCHESTER, S., SUN, C., ZHANG, S., (2015). The Middle Jurassic Palynology of the Daohugou area, Inner Mongolia, China, and Its implications for palaeobiology and Paleogeography. *Palynology*, 39:2, (270-287).

ÖNER, E., KARADAŞ, A., (2011). **Fiziki Coğrafyada Paleontolojik Analiz Laboratuvarı Oluşturulması**. Ege Üniversitesi, Edebiyat Fakültesi . (Proje No: 2010-EDB-002).

ÖREN, A., (2018). **Kültepe (Kayseri) Çevresinin Fosil Polen Analizleri Işığında Holosen Paleocoğrafyası** (Yayımlanmış Doktora Tezi). YÖK Ulusal Tez Merkezi Veri Tabanından Elde Edildi. Ankara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara.

PALAS, S., (2015). **Paleoiklim Nedenleri ve Araştırma Yöntemleri**, *Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Deniz ve Çevre Araştırmaları Dairesi, Ankara*.

PINAR, M., (2018). Palinolojiye Giriş (2). Ders Sunumundan Alınmıştır.

PINAR, M., AKGÜL, G., TUĞ, G., (2003). **Palinoloji Laboratuvar Kılavuzu**. *Ankara Üniversitesi Fen Fakültesi Döner Sermaye İşletmesi Yayınları, No: 66, (1-71)*.

PETERSEN, M.V.O., BRANDSHAW, R. (2011). The Selection of small forest hollows for pollen analysis in boreal and temperate forest regions. *Palynology*, 35:4, (146-153).

SCHOLS, P., DESSEIN, S., D'HONDT, C., HUYSMANS, S., SMENTS, E., (2002). CARNOY: A new digital measurement tool for palynology. *Grana*, 41:2, (124-126).

SMITH, J., MORTENSEN, C., (2018). Modern Pollen Analysis and Prehistoric beer- A lecture by Jorgen Toroels- Smith, March 1977. *Review of Palaeobotany and Palynology*. 259, (10-20).

STEELE, A., WARNY, S., (2013). Reconstructing Earth's Past Climates: The Hidden Secrets of Pollen. *Science Activities*, 50:2, (62-71).

ŞENKUL, Ç., (2014). Polen Analizlerinin Temel Prensipleri ve Kuvaterner Ortam Koşullarının Yeniden Yapılandırılmasındaki Önemi. *Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi* 7:1, ( 33-41).

ŞENKUL, Ç., (2018). Abies cilicica Ormanının (Karlık Dağı/ Burdur-Bucak) Güncel polen Dağılımı: Polen Tuzakları, Kara Yosunu Örnekleri ve Yüzey Sediman Örneği Arasındaki İlişkiler. *SDÜ Fen Edebiyat Fakültesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 45, (205-226).

ŞENKUL, Ç., DOĞAN, M., (2018). Fosil ve Güncel Polen Analizleri Işığında Mucur Obruk Gölü Çevresinin Paleovejetasyon Değişimleri. *Türk Coğrafya Dergisi*, 70, (19-28).

ŞENKUL, Ç., KARLIOĞLU, N., EASTWOOD, W., (2016). Teke Yarımadası Ormanlarında Güncel Polen Dağılımının ve Mikroiklim Koşullarının Belirlenmesi. *TURQUA*, (95-96).

ŞÜKÜROĞLU, H., (2015). **Buzullar ve Kuvaterner Buzul Dönemleri**. Maden Tetkik Arama Genel Müdürlüğü, Deniz ve Çevre Araştırmaları Dairesi Başkanlığı, Ankara.

TERASMAE, J., (1968). Quaternary Palynology- Its scope , problems and potential uses. *Proceedings of the Annual Meeting. Association of stratingraphic palynologists*, 1, (23-27).

THORNDYCRAFT, V. (2013). Paleohydrology. *Earth Systems and Enviromental Sciences*, (253-258).

WENTWORTH, B., (2010). Numerical Analysis and Group Formation in Palynology. *Palynology*, 4, (1).

WİLTSHİRE, P., (2016). Protocols for forensic palynology. *Palynology*, 40:1,(4-24).

YAVUZ, N.,(2016). Orta Anadolu'dan Yüksek Çözünürlüklü Polen ve  $\Delta^{13}C$  Kayıtları: Vejetasyon ve İklim Bulguları, *TURQUA*, (81-82).

#### **Yararlanılan İnternet Kaynakları**

**URL 1 :** Adli Palinoloji. **Erişim Tarihi:** 10.07.2019  
<http://www.adlientomoloji.com/adli-palinoloji-nedir-kriminalistikteki-yeri/>

**URL 2:** [https://www.windows2universe.org/earth/climate/cli\\_sun.html](https://www.windows2universe.org/earth/climate/cli_sun.html)  
**Erişim Tarihi:** 12.07.2019

**URL 3:** [calspace.ucsd.edu](http://calspace.ucsd.edu)  
**Erişim Tarihi:** 30.08.2019

**URL 4:** <http://www.jeomesa.com/projects/jeoteknik>  
**Erişim Tarihi:** 20.07.2019

**URL 5:** [https://www.biwahaku.jp/smith/ostracod\\_carapace.html](https://www.biwahaku.jp/smith/ostracod_carapace.html)

**Erişim Tarihi:** 21. 06.2019

**URL 6:** [http://www.anbg.gov.au/abrs/Marine\\_Diatoms/index.html](http://www.anbg.gov.au/abrs/Marine_Diatoms/index.html)

**Erişim Tarihi:** 25.06.2019

**URL** **7:**

[https://www.cambridge.org/us/search?iFeelLucky=false&site=&query=palynology&searchSubmitProducts=Search&currentTheme=Academic\\_v1](https://www.cambridge.org/us/search?iFeelLucky=false&site=&query=palynology&searchSubmitProducts=Search&currentTheme=Academic_v1)

**Erişim Tarihi:** 01.08.2019

**URL 8:** <http://remf.dartmouth.edu/images/botanicalPollenSEM/source/12.html>

**Erişim Tarihi:** 23.07.2019

**URL** **9:**

[https://acikders.ankara.edu.tr/pluginfile.php/5711/mod\\_resource/content/0/%2B3.%20ve%20%204.%20Hafta-Biyolojik%20%C3%96zellikler-Tozlanma-D%C3%B6llenme.pdf](https://acikders.ankara.edu.tr/pluginfile.php/5711/mod_resource/content/0/%2B3.%20ve%20%204.%20Hafta-Biyolojik%20%C3%96zellikler-Tozlanma-D%C3%B6llenme.pdf)

**Erişim Tarihi:** 15.08.2019

**URL** **10:**

[https://acikders.ankara.edu.tr/pluginfile.php/5711/mod\\_resource/content/0/%2B3.%20ve%20%204.%20Hafta-Biyolojik%20%C3%96zellikler-Tozlanma-D%C3%B6llenme.pdf](https://acikders.ankara.edu.tr/pluginfile.php/5711/mod_resource/content/0/%2B3.%20ve%20%204.%20Hafta-Biyolojik%20%C3%96zellikler-Tozlanma-D%C3%B6llenme.pdf)

**Erişim Tarihi:** 15.08.2019

**URL 11:**

<https://www.torso.de/en/Color-Standards/Munsell-Colors/Munsell-Scientific-Colors/Munsell-Soil-Color-YR-Kit::417.html>

**Erişim Tarihi :** 30.07.2019

**URL 12:** [http://www.uco.es/aerobiologia/metodologia/captacion\\_e.html](http://www.uco.es/aerobiologia/metodologia/captacion_e.html)

**Erişim Tarihi:** 30.07.2019



## FOTOĞRAFLAR LİSTESİ

<b>Fotoğraf 1.</b> Ulusal Müzeler Bog Laboratuvarı'ndaki mikroskoplarda Troels-Smith, Svend Jorgensen ve Bent Fredskild . Bunların arkasında sayım listelerini yeniden yazan ve polen yüzdelerini hesaplayan sekreter görülmektedir (Smith, Jessen, vd., 2018). ....	26
<b>Fotoğraf 2.</b> Polen Analizi Genel Kurultay'ına katılan bilim insanları (Edwards ve Pardoe, 2017). ....	27
<b>Fotoğraf 3.</b> 1 No'lu “ Polen Analizi Genelgesi'nin” ön başlığı ve başlangıcı (Edwards ve Pardoe,2017).....	31
<b>Fotoğraf 4.</b> Karot Örneği (URL 4).....	37
<b>Fotoğraf 5.</b> <i>Ostracod Anatomik Yapısı (URL 5).</i> ....	38
<b>Fotoğraf 6.</b> Diatom Örneği (URL 6). ....	39
<b>Fotoğraf 7.</b> Miroskobik Polen Görüntüsü (Soares ,vd., 2017.) ....	40
<b>Fotoğraf 8.</b> Elektron mikroskobu ile görüntülenmiş polen türleri (URL 8). ....	46
<b>Fotoğraf 9.</b> Troels -Smith Analizleri; a) Sediman Örneği, b) Sediman örneğinin su ile karıştırılarak petri kutusu içerisinde yayılması c) Sediman içeriğinin ışık mikroskobundaki görüntüsü (Ören,2018). ....	56
<b>Fotoğraf 10.</b> Loss -on-İgnition Süreci (Ören,2018).....	58
<b>Fotoğraf 11.</b> Fosil Polen Analizi; örnek alınıp işlenme süreci (Ören,2018).....	59
<b>Fotoğraf 12.</b> Fosil Polen Analizlerinde Asetoliz İşlemi (Ören,2018).....	60
<b>Fotoğraf 14.</b> Hirst (Burkard) Tipi Sensör (URL 12).....	66

## TABLÖLAR LİSTESİ

<b>Tablo 1.</b> Yurtdışında Yapılmış Olan Çalışmalar.....	21
<b>Tablo 2.</b> Yurtiçinde Yapılmış Olan Çalışmalar.....	22
<b>Tablo 3.</b> Palinoloji alanında çalışma yapan periyodik dergiler listesi. ....	30
<b>Tablo 4.</b> Palinoloji alanında yazılan kitap ve kataloglar listesi.....	30
<b>Tablo 5.</b> Troels- Smith Sediman Tanımlama Tablosu (Ören,2018).....	54
<b>Tablo 6.</b> Tatvan Havzası ve Ahlat sırtı (Van Gölü) taban çökellerinin varv yaşlandırmaları ve polen zonu karşılaştırması (Kaplan ve Örcen,2011). ....	73
<b>Tablo 7.</b> Kuzey Havzası, Tatvan Havzası ve Ahlat Sırtı polen diyagramlarının karşılaştırılması ve yaşlandırılması (Kaplan ve Örcen,2011).....	74
<b>Tablo 8.</b> Van Gölü Kuzey Havzasının seçilmiş taksonlardan oluşan polen diyagramı	75
<b>Tablo 9.</b> Pleistosen Evresi buzul Dönemleri (Şüküroğlu,2015).....	77

## ŞEKİLLER LİSTESİ

<b>Şekil 1.</b> JeolojikDevirler boyunca ortalama küresel sıcaklık (Bradley,1999; Akt; Palas,2015). .....	33
<b>Şekil 2.</b> Milankovitch Döngüsü (URL 2). .....	35
<b>Şekil 3.</b> 1750-2000 yılları arası güneş lekesi sayıları (URL 3). .....	36
<b>Şekil 4.</b> Ağaç Halkaları Kesiti (Avcı,2007).....	41
<b>Şekil 5.</b> Çiçek Anatomik Yapısı (URL 9). .....	47
<b>Şekil 6.</b> Bitkilerde Üreme (URL 10). .....	48
<b>Şekil 7.</b> Munsell Toprak Renk Kataloğu (URL 11). .....	55
<b>Şekil 8.</b> Durham Polen Toplama Aracı (Durham,1946).....	65
<b>Şekil 9.</b> Tauber Tipi Polen Tuzağı: a) Tauber tipi polen tuzağının ilk tasarımı, b) Avrupa Polen İzleme Sistemi tarafından kullanılan model, c) Polen tuzağının arazideki fotoğrafı, d) Kapak kısmını gösteren fotoğraf ( Giesecke, vd., 2010). .....	69

## ÖZGEÇMİŞ

Betül İLHAN, 1991 yılında İstanbul'un Silivri ilçesinde dünyaya geldi. 2005 yılında Nurullah Baldöktü İlköğretim okulundaki öğrenimini, 2009 yılında Silivri Lisesi'nde orta öğretimini tamamladı. 2010 yılında lisans eğitimine başlamış olduğu Karabük Üniversitesi Coğrafya Bölümü'nden 2015 yılında mezun oldu. Aynı yıl Karabük Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Coğrafya Anabilim Dalı'nda yüksek lisans eğitimine başladı. Halen 2017 yılından bu yana İstanbul'da Özel Ortaöğretim kurumunda Coğrafya Öğretmeni olarak çalışmaya devam etmektedir.

