



**YANGIN OLAYLARINDA BAZI TAKSONLARIN POLEN  
MORFOLOJİLERİNDEKİ DEĞİŞİKLİKLERİN SAPTANMASI**

**DETERMINATION OF CHANGES IN POLLEN  
MORPHOLOGIES OF SOME TAXA, IN FIRE CASE**

**ÖZGE TANYERİ**

**Yrd. Doç. Dr. CAHİT DOĞAN**  
**Tez Danışmanı**

Hacettepe Üniversitesi  
Lisansüstü Eğitim-Öğretim ve Sınav Yönetmeliğinin  
ADLİ BİLİMLER Anabilim Dalı İçin Öngördüğü  
YÜKSEK LİSANS TEZİ  
Olarak Hazırlanmıştır.

2017

ÖZGE TANYERİ'nin hazırladığı "Yangın Olaylarında Bazı Taksonların Polen Morfolojilerindeki Değişikliklerin Saptanması" adlı bu çalışma aşağıdaki jüri tarafından ADLİ BİLİMLER ANABİLİM DALI'nda YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Nur Münevver PINAR

Başkan



Yrd. Doç. Dr. Cahit DOĞAN

Danışman



Doç. Dr. Nurhan BÜYÜKKARTAL

Üye



Bu tez Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü tarafından YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak onaylanmıştır.

Prof. Dr. Menemşe GÜMÜŞDERELİOĞLU  
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

## YAYINLAMA VE FİKRİ MÜLKİYET HAKLARI BEYANI

Enstitü tarafından onaylanan lisansüstü tezimin/raporumun tamamını veya herhangi bir kısmını, basılı (kağıt) ve elektronik formatta arşivleme ve aşağıda verilen koşullarla kullanıma açma iznini Hacettepe üniversitesine verdiğimi bildiririm. Bu izinle Üniversiteye verilen kullanım hakları dışındaki tüm fikri mülkiyet haklarım bende kalacak, tezimin tamamının ya da bir bölümünün gelecekteki çalışmalarda (makale, kitap, lisans ve patent vb.) kullanım hakları bana ait olacaktır.

Tezin kendi orijinal çalışmam olduğunu, başkalarının haklarını ihlal etmediğimi ve tezimin tek yetkili sahibi olduğumu beyan ve taahhüt ederim. Tezimde yer alan telif hakkı bulunan ve sahiplerinden yazılı izin alınarak kullanması zorunlu metinlerin yazılı izin alarak kullandığımı ve istenildiğinde suretlerini Üniversiteye teslim etmeyi taahhüt ederim.

- Tezimin/Raporumun tamamı dünya çapında erişime açılabilir ve bir kısmı veya tamamının fotokopisi alınabilir.

(Bu seçenekle teziniz arama motorlarında indekslenebilecek, daha sonra tezinizin erişim statüsünün değiştirilmesini talep etmeniz ve kütüphane bu talebinizi yerine getirirse bile, tezinin arama motorlarının önbelleklerinde kalmaya devam edebilecektir.)

- Tezimin/Raporumun 15/09/2018 tarihine kadar erişime açılmasını ve fotokopi alınmasını (İç Kapak, Özet, İçindekiler ve Kaynakça hariç) istemiyorum.

(Bu sürenin sonunda uzatma için başvuruda bulunmadığım takdirde, tezimin/raporumun tamamı her yerden erişime açılabilir, kaynak gösterilmek şartıyla bir kısmı ve ya tamamının fotokopisi alınabilir)

- Tezimin/Raporumun ..... tarihine kadar erişime açılmasını istemiyorum, ancak kaynak gösterilmek şartıyla bir kısmı veya tamamının fotokopisinin alınmasını onaylıyorum.

- Serbest Seçenek/Yazarın Seçimi

15 /09 /2017

  
Özge TANYERİ

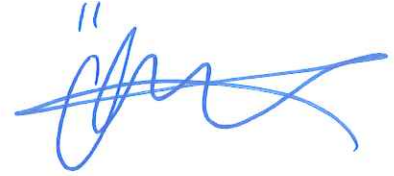
## ETİK

Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;

- tez içindeki bütün bilgi ve belgeleri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- görsel, işitsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçları bilimsel ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda ilgili eserlere bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunduğumu,
- atıfta bulunduğum eserlerin tümünü kaynak olarak gösterdiğimi,
- kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapmadığımı,
- ve bu tezin herhangi bir bölümünü bu üniversite veya başka bir üniversitede başka bir tez çalışması olarak sunmadığımı

beyan ederim.

15/09/2017



ÖZGE TANYERİ

## ÖZET

### **YANGIN OLAYLARINDA BAZI TAKSONLARIN POLEN MORFOLOJİLERİNDEKİ DEĞİŞİKLİKLERİN SAPTANMASI**

#### **ÖZGE TANYERİ**

**Yüksek Lisans, Adli Bilimler Anabilim Dalı**

**Tez Danışmanı: Yrd. Doç. Dr. CAHİT DOĞAN**

**Eylül 2017, 109 sayfa**

Yangın, meydana geldiği yerde ve yakın çevresinde fiziksel etkiler meydana getiren kimyasal bir reaksiyondur. Bu nedenle yangın araştırmacılarının bazı materyallerin fiziksel ve kimyasal özellikleri hakkında yeterli bilgi birikimine sahip olmaları gerekmektedir. Yangın, aynı zamanda oluşan pek çok kimyasal reaksiyonu kapsadığından, bu reaksiyonların hangi sırada ve nasıl meydana geldiğini anlamak içinde önemlidir. Yangının karmaşık bir yapısı olsa da, aslında birkaç basit tepkimeye dayanmaktadır. Bu tepkimeler; karbon, hidrojen, sülfür ile azotun oksitlenmesi ve yakıtların tutuşma ürünlerinin özelliklerine bağlı olarak ortaya çıkmaktadır.

Bu çalışmada, farklı ekzin tabakalanmasına sahip polenlerin morfolojik yapılarında, yangının süresi ve şiddetine bağlı olarak meydana gelen değişimler belirlenmiştir. Bu amaçla, tektum yapılarına göre, tektat polene sahip olan *Betula pendula*, *Acer negundo* ve *Pinus nigra*, semitektat polene sahip olan *Populus nigra* ve intektat polene sahip olan *Cucurbita pepo* taksonları üzerinde çalışmalar yapılmıştır.

Belirlenen taksonlara ait polenler kül fırınında 1, 3, 5, 10, 15, 30, 60, 90 ve 120 dakikalık sürelerle 100<sup>0</sup>C'den 500<sup>0</sup>C'ye kadar, sıcaklık her seferinde 100<sup>0</sup>C artırılabak şekilde, yakma işlemine tâbi tutulmuştur. Polenlerde, zaman ve sıcaklığa bağılı olarak meydana gelen morfolojik değişiklikler belirlenmiş ve ışık mikroskobu ile mikrofotoğrafları çekilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** *Acer negundo*, *Betula pendula*, *Cucurbita pepo*, *Pinus nigra*, *Populus nigra*, Polen, Yangın

## ABSTRACT

# DETERMINATION OF CHANGES IN POLLEN MORPHOLOGIES OF SOME TAXA IN FIRE CASE

ÖZGE TANYERİ

Master of Science, Department of Forensic Sciences

Supervisor: Assist. Yrd. Doç. Dr. CAHİT DOĞAN

September 2017, 109 pages

Fire is a chemical reaction that causes some physical effects in where it starts and close environments. Therefore fire investigators should know enough information about physical and chemical properties of some materials. Likewise, that is important for understanding reactions happen in which order and how due to the fact that fire includes so many chemical reactions at the same time. Although fire has a complicated structure, it actually depends on a few simple reactions. These reactions occur depending on oxidation of Carbon, Hydrogen, Sulfur and Nitrogen and features of fuels ignition products.

In this study, pollen morphology changes, have different exine stratifications, determined related by fire duration and intensity. For this purpose, due to tectum structure, studies were conducted for taxa of *Betula pendula*, *Acer negundo* and *Pinus nigra* which have tectate pollens, *Populus nigra* has semitectate pollens and *Cucurbita pepo* has intectate pollens. Pollens of these chosen taxa have been burned



into crematorium from 100<sup>0</sup>C to 500<sup>0</sup>C temperature, for 100<sup>0</sup>C ranges, during 1, 3, 5, 10, 15, 30, 60, 90 and 120 minutes. Changes on pollen morphology related to duration and temperature have been determined and microphotographed with light microscope.

**Keywords:** *Acer negundo*, *Betula pendula*, *Cucurbita pepo*, *Pinus nigra*, *Populus nigra*, Pollen, Fire

## TEŞEKKÜR

Tez çalışmamın her aşamasında değerli katkı ve eleştirileriyle yol gösteren, sonsuz sabırla beni her zaman çalışmaya teşvik eden ve güven veren değerli tez danışmanım Yrd. Doç. Dr. Cahit DOĞAN'a

Çalışma esnasında desteklerini her zaman yanımda hissettiğim Hacettepe Üniversitesi Fen Fakültesi Biyoloji Bölümü Palinoloji Laboratuvarı'ndan Arş. Gör. Dr. Edibe ÖZMEN BAYSAL, Doktora Öğrencisi Nihan ÇAKIR, Bilim Uzmanı Ceyda TEKÇEER ile Yüksek Lisans Öğrencisi Yusuf HÜSAMOĞLU'na,

SEM çalışmalarındaki yardımlarından dolayı Hacettepe Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeoloji Bölümü Elektron Mikroskobu Laboratuvarı'ndan Yrd. Doç. Dr. H. Evren ÇUBUKÇU ve Mehmet ÖZCAN'a,

Tez yazımı sürecine önemli yorum ve değerlendirmeleri ile katkıda bulunan Doç. Dr. Aslı ÖZKÖK ve Doç. Dr. Ömür GENÇAY ÇELEMLİ'ye

Tez çalışmam süresince maddi ve manevi olarak her zaman yanımda olan, başım sıkıştığı her an tükenmeyen sabırlarıyla beni destekleyen, sevgilerini, güvenlerini yanımda hissedip güç aldığım, çok sevgili aile bireylerimden; başta Dedem Süreyya İLDENİZ olmak üzere, Babam Korhan TANYERİ, Annem Melda TANYERİ ve Kardeşim Müge TANYERİ'ye

Tezimi kendi tezi gibi benimseyerek, zorlandığım anlarda yardımlarını esirgemeyen sevgili arkadaşım, Bilim Uzmanı Ahmet Cemil ÖZTURHAN'a,

Tezimin editörlüğünü yapan, tez çalışmam boyunca zorlandığım, bunaldığım her an büyük bir sabır ve sevgiyle yanımda olan, varlığıyla her zaman bana destek ve güç veren hayat arkadaşım Oğulcan ÇAVAŞ'a,

Çalışmam süresince yanımda olan canım arkadaşlarım Övgü ARAN, Kübra ÇAYLI ve adlarını yazamadığım bütün arkadaşlarıma içtenlikle, sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

# İÇİNDEKİLER

## Sayfa

ÖZET.....	i
ABSTRACT .....	iii
TEŞEKKÜR.....	v
İÇİNDEKİLER.....	vi
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	xi
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	xii
SİMGELER VE KISALTMALAR .....	xv
1. GİRİŞ.....	1
2. GENEL BİLGİLER.....	10
2.1. Yangın .....	10
2.1.1. Yanma .....	10
2.1.1.1. ....	12
2.1.1.1. Yanmanın Temel Kimyası .....	12
2.1.1.2. Yanma Çeşitleri .....	14
2.1.1.3. Isıl Bozunma (Piroliz) .....	15
2.1.1.4. Yanmanın Ürünleri .....	15
2.1.2. Yangın .....	15
2.1.2.1. Yangın Çeşitleri .....	16
2.1.2.2. Yangının Meydana Geliş Safhaları .....	18
2.1.2.2.1. Başlangıç Safhası .....	18
2.1.2.2.2. Alev Yayılma Safhası .....	19

2.1.2.2.3. Alevli Yanma Safhası.....	19
2.1.2.2.4. Sıcak Tütme Safhası.....	19
2.1.3. Yangının Dinamiği.....	20
2.1.4. Kundaklama.....	21
2.1.4.1. Kundaklama Nedenleri.....	22
2.1.4.1.1. Davranış Bozukluklarına Bağlı Kundaklamalar .....	22
2.1.4.1.2. Özel Suçluluk Durumlarına Bağlı Kundaklamalar .....	23
2.1.4.1.3. Siyasi ve Politik Nedenlere Bağlı Kundaklamalar.....	23
2.1.4.1.4. Çıkar Sağlamak İçin Yapılan Kundaklamalar .....	23
2.1.4.1.5. İntikam, Kin ve Kıskançlık Sebebiyle Yapılan Kundaklamalar .....	24
2.1.4.1.6.Vandalizm (Kötü Niyetli Zarar Verme) Sebebiyle Yapılan Kundaklamalar .....	24
2.1.4.1.7. Diğer Kundaklama Nedenleri .....	24
2.1.4.2. Kundakçı Profilleri .....	24
2.1.5. Bir Olayın Kundaklama Vakası Olduğunu Düşündüren Belirtiler .....	25
2.1.5.1. Pozitif Belirtiler .....	27
2.1.5.2. Negatif Belirtiler.....	27
2.1.6. Kundaklamanın Yasal Boyutu .....	27
2.2. Adli Bilimler .....	29
2.2.1. Kriminoloji .....	30
2.2.2. Kriminalistik.....	31
2.2.3. Olay Yeri .....	31
2.3. Polen ve Palinoloji .....	32
2.4. Adli Palinoloji .....	37

2.4.1. Adli Palinolojik Delillerin Toplanabileceği Yerler .....	39
2.4.2. Türkiye'de Adli Palinoloji.....	42
2.4.3. Yangın Olayları ve Adli Palinoloji .....	42
2.5. Çalışılan Taksonların Özellikleri.....	44
2.5.1. <i>Pinus nigra</i> J.F. Arnold.....	44
2.5.1.1. Genus: <i>Pinus</i> L. ....	45
2.5.1.1.2. Species: <i>Pinus nigra</i> Arn. subsp. <i>pallasiana</i> (Lamb.) Holmboe (Karaçam) .....	46
2.5.2. <i>Betula pendula</i> Roth .....	47
2.5.2.1. Genus: <i>Betula</i> L. (Huşlar) .....	47
2.5.3. <i>Acer negundo</i> L. ....	49
2.5.3.1. Genus: <i>Acer</i> L. (Akçaağaçlar).....	49
2.5.3.2. Species: <i>Acer negundo</i> L. (Kanada akçaağacı).....	50
2.5.4. <i>Populus nigra</i> L.....	51
2.5.4.1. Genus: <i>Populus</i> L. (Kavaklar) .....	52
2.5.5. <i>Cucurbita pepo</i> L.....	53
2.5.5.1. Genus: <i>Cucurbita</i> L. (Kabaklar) .....	54
3. GEREÇ VE YÖNTEMLER .....	55
3.1. Örneklerin Temini .....	55
3.2. Gliserin-Jelatin Hazırlanması .....	55
3.3. Bazik-Fuksinli Gliserin-Jelatin Hazırlanması .....	55
3.4. Preparatların Mikroskopta İncelenmesi.....	56
3.5. Polen Preparatlarının Hazırlanması .....	56
3.5.1. Asetoliz Yöntemi .....	56

3.5.2. Wodehouse Yöntemi.....	57
3.6. Polenlerin Yakılması .....	58
3.7. Polenlerin Ölçümleri ve Mikrofotoğraflarının Çekimleri .....	58
3.8. Polenlerin SEM (Taramalı Elektron Mikroskobu) ile İncelenmesi.....	59
4. BULGULAR .....	60
4.1. <i>Pinus nigra</i> .....	60
4.1.1. Polen morfolojisi .....	60
4.1.2. 100°C sıcaklıkta polen morfolojisinde meydana gelen değişiklikler .....	63
4.1.3. 200°C sıcaklıkta polen morfolojisinde meydana gelen değişiklikler .....	64
4.1.4. 300°C sıcaklıkta polen morfolojisinde meydana gelen değişiklikler .....	65
4.1.5. 400°C sıcaklıkta polen morfolojisinde meydana gelen değişiklikler .....	66
4.1.6. 500°C sıcaklıkta polen morfolojisinde meydana gelen değişiklikler .....	67
4.2. <i>Betula pendula</i> .....	68
4.2.1. Polen morfolojisi .....	68
4.2.2. 100°C sıcaklıkta polen morfolojisinde meydana gelen değişiklikler .....	70
4.2.3. 200°C sıcaklıkta polen morfolojisinde meydana gelen değişiklikler .....	71
4.2.4. 300°C sıcaklıkta polen morfolojisinde meydana gelen değişiklikler .....	72
4.2.5. 400°C sıcaklıkta polen morfolojisinde meydana gelen değişiklikler .....	73
4.2.6. 500°C sıcaklıkta polen morfolojisinde meydana gelen değişiklikler .....	74
4.3. <i>Acer negundo</i> .....	75
4.3.1. Polen Morfolojisi .....	75
4.3.2. 100°C sıcaklıkta polen morfolojisinde meydana gelen değişiklikler .....	77
4.3.3. 200°C sıcaklıkta polen morfolojisinde meydana gelen değişiklikler .....	78
4.3.4. 300°C sıcaklıkta polen morfolojisinde meydana gelen değişiklikler .....	79

4.3.5. 400°C sıcaklıkta polen morfolojisinde meydana gelen değişiklikler .....	80
4.3.6. 500°C sıcaklıkta polen morfolojisinde meydana gelen değişiklikler .....	80
4.4. <i>Populus nigra</i> .....	81
4.4.1. Polen Morfolojisi .....	81
4.4.2. 100°C sıcaklıkta polen morfolojisinde meydana gelen değişiklikler .....	83
4.4.3. 200°C sıcaklıkta polen morfolojisinde meydana gelen değişiklikler .....	84
4.4.4. 300°C sıcaklıkta polen morfolojisinde meydana gelen değişiklikler .....	85
4.4.5. 400°C sıcaklıkta polen morfolojisinde meydana gelen değişiklikler .....	86
4.4.6. 500°C sıcaklıkta polen morfolojisinde meydana gelen değişiklikler .....	86
4.5. Cucurbita pepo .....	87
4.5.1. Polen Morfolojisi .....	87
4.5.2. 100°C sıcaklıkta polen morfolojisinde meydana gelen değişiklikler .....	90
4.5.3. 200°C sıcaklıkta polen morfolojisinde meydana gelen değişiklikler .....	91
4.5.4. 300°C sıcaklıkta polen morfolojisinde meydana gelen değişiklikler .....	92
4.5.5. 400°C sıcaklıkta polen morfolojisinde meydana gelen değişiklikler .....	93
4.5.6. 500°C sıcaklıkta polen morfolojisinde meydana gelen değişiklikler .....	94
4.6. İncelenen Taksonlara Ait Polenlerde Meydana Gelen Renk Ve Morfolojik Değişikliklerin Karşılaştırılması .....	95
5. SONUÇ VE TARTIŞMA.....	98
6. KAYNAKLAR.....	104
ÖZGEÇMİŞ .....	109

## ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 4.1. <i>Pinus nigra</i> polenlerinin morfolojik gözlem ve ölçümleri .....	60
Çizelge 4.2. <i>Pinus nigra</i> polenlerinin morfolojik gözlem ve ölçümleri. ....	61
Çizelge 4.3. <i>Betula pendula</i> polenlerinin morfolojik gözlem ve ölçümleri .....	68
Çizelge 4.4. <i>Betula pendula</i> polenlerinin morfolojik gözlem ve ölçümleri .....	68
Çizelge 4.5. <i>Acer negundo</i> polenlerinin morfolojik gözlem ve ölçümleri .....	75
Çizelge 4.6. <i>Acer negundo</i> polenlerinin morfolojik gözlem ve ölçümleri .....	75
Çizelge 4.7. <i>Populus nigra</i> polenlerinin morfolojik gözlem ve ölçümleri .....	81
Çizelge 4.8. <i>Populus nigra</i> polenlerinin morfolojik gözlem ve ölçümleri .....	81
Çizelge 4.9. <i>Cucurbita pepo</i> polenlerinin morfolojik gözlem ve ölçümleri. ....	87
Çizelge 4.10. <i>Cucurbita pepo</i> polenlerinin morfolojik gözlem ve ölçümleri .....	88
Çizelge 4.11. İncelenen taksonlara ait polenlerde 100°C'de yapılan yakma işlemi sonucunda meydana gelen renk ve morfolojik değişiklikler .....	95
Çizelge 4.12. İncelenen taksonlara ait polenlerde 200°C'de yapılan yakma işlemi sonucunda meydana gelen renk ve morfolojik değişiklikler.....	96
Çizelge 4.13. İncelenen taksonlara ait polenlerde 300°C'de yapılan yakma işlemi sonucunda meydana gelen renk ve morfolojik değişiklikler .....	96
Çizelge 4.14. İncelenen taksonlara ait polenlerde 400°C'de yapılan yakma işlemi sonucunda meydana gelen renk ve morfolojik değişiklikler .....	97
Çizelge 4.15. İncelenen taksonlara ait polenlerde 500°C'de yapılan yakma işlemi sonucunda meydana gelen renk ve morfolojik değişiklikler .....	97



## ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1. Yanma üçgeni.....	10
Şekil 2.2. Yanma beşgeni.....	11
Şekil 2.3. Faegri-Iversen ve Erdtman'a göre ekzin tabakalanması.....	32
Şekil 3.1. Preparatta polen sayımları yapılırken izlenen tarama yöntemi. ....	56
Şekil 4.1. <i>Pinus nigra</i> 'nın polen mikrofotoğrafları .....	61
Şekil 4.2. <i>Pinus nigra</i> 'nın SEM polen fotoğrafları .....	62
Şekil 4.3. <i>Pinus nigra</i> 'nın çeşitli sürelerde 100°C'de yakılmış polen mikrofotoğrafları.....	63
Şekil 4.4. <i>Pinus nigra</i> 'nın çeşitli sürelerde 200°C'de yakılmış polen mikrofotoğrafları .....	64
Şekil 4.5. <i>Pinus nigra</i> 'nın çeşitli sürelerde 300°C'de yakılmış polen mikrofotoğrafları .....	65
Şekil 4.6. <i>Pinus nigra</i> 'nın çeşitli sürelerde 400°C'de yakılmış polen mikrofotoğrafları .....	66
Şekil 4.7. <i>Pinus nigra</i> 'nın çeşitli sürelerde 500°C'de yakılmış polen mikrofotoğrafları .....	67
Şekil 4.8. <i>Betula pendula</i> 'nın polen mikrofotoğrafları .....	69
Şekil 4.9. <i>Betula pendula</i> 'nın SEM polen fotoğrafları .....	69
Şekil 4.10. <i>Betula pendula</i> 'nın çeşitli sürelerde 100°C'de yakılmış polen mikrofotoğrafları .....	70
Şekil 4.11. <i>Betula pendula</i> 'nın çeşitli sürelerde 200°C'de yakılmış polen mikrofotoğrafları .....	71
Şekil 4.12. <i>Betula pendula</i> 'nın çeşitli sürelerde 300°C'de yakılmış polen mikrofotoğrafları .....	72

Şekil 4.13. <i>Betula pendula</i> 'nın çeşitli sürelerde 400°C'de yakılmış polen mikrofotoğrafları .....	73
Şekil 4.14. <i>Betula pendula</i> 'nın çeşitli sürelerde 500°C'de yakılmış polen mikrofotoğrafları. ....	74
Şekil 4.15. <i>Acer negundo</i> 'nun polen mikrofotoğrafları .....	76
Şekil 4.16. <i>Acer negundo</i> 'nun SEM polen fotoğrafları .....	76
Şekil 4.17. <i>Acer negundo</i> 'nun çeşitli sürelerde 100°C'de yakılmış polen mikrofotoğrafları .....	77
Şekil 4.18. <i>Acer negundo</i> 'nun çeşitli sürelerde 200°C'de yakılmış polen mikrofotoğrafları. ....	78
Şekil 4.19. <i>Acer negundo</i> 'nun çeşitli sürelerde 300°C'de yakılmış polen mikrofotoğrafları .....	79
Şekil 4.20. <i>Acer negundo</i> 'nun çeşitli sürelerde 400°C'de yakılmış polen mikrofotoğrafları. ....	80
Şekil 4.21. <i>Acer negundo</i> 'nun çeşitli sürelerde 500°C'de yakılmış polen mikrofotoğrafları. ....	80
Şekil 4.22. <i>Populus nigra</i> 'nın polen mikrofotoğrafları .....	82
Şekil 4.23. <i>Populus nigra</i> 'nın polen SEM fotoğrafları .....	82
Şekil 4.24. <i>Populus nigra</i> 'nın çeşitli sürelerde 100°C'de yakılmış polen mikrofotoğrafları. ....	83
Şekil 4.25. <i>Populus nigra</i> 'nın çeşitli sürelerde 200°C'de yakılmış polen mikrofotoğrafları. ....	84
Şekil 4.26. <i>Populus nigra</i> 'nın çeşitli sürelerde 300°C'de yakılmış polen mikrofotoğrafları .....	85
Şekil 4.27. <i>Populus nigra</i> 'nın çeşitli sürelerde 400°C'de yakılmış polen mikrofotoğrafları. ....	86

Şekil 4.28. <i>Populus nigra</i> 'nın çeşitli sürelerde 500°C'de yakılmış polen mikrofotoğrafları. ....	86
Şekil 4.29. <i>Cucurbita pepo</i> 'nun polen mikrofotoğrafları .....	88
Şekil 4.30. <i>Cucurbita pepo</i> 'nun polen SEM fotoğrafları .....	89
Şekil 4.31. <i>Cucurbita pepo</i> 'nun çeşitli sürelerde 100°C'de yakılmış polen mikrofotoğrafları. ....	90
Şekil 4.32. <i>Cucurbita pepo</i> 'nun çeşitli sürelerde 200°C'de yakılmış polen mikrofotoğrafları. ....	91
Şekil 4.33. <i>Cucurbita pepo</i> 'nun çeşitli sürelerde 300°C'de yakılmış polen mikrofotoğraflar. ....	92
Şekil 4.34. <i>Cucurbita pepo</i> 'nun çeşitli sürelerde 400°C'de yakılmış polen mikrofotoğrafları. ....	93
Şekil 4.35. <i>Cucurbita pepo</i> 'nun çeşitli sürelerde 500°C'de yakılmış polen mikrofotoğrafları .....	94

## SİMGELER VE KISALTMALAR

### Simgeler

°C: Santigrat derece

µl: Mikrolitre

µm: Mikrometre

m: Metre

m: Santimetre

g: Gram

m<sup>3</sup>: Metreküp

ml: Mililitre

mm<sup>3</sup>: Milimetreküp

### Kısaltmalar

btu: bir libre (453,6 g) suyun sıcaklığını 63 °F' den (17.2222 °C) 64 F°'ye (17.7778 °C) çıkarmak için gerekli olan enerji miktarıdır

A eksen: Polen uzunluğu

Amb: Polenin kutuptan görünüşünün dış sınırı

B eksen: Polen genişliği

b: *Populus* polenlerinde ekvatorial düşüşün en uzun eksen

c: *Populus* polenlerinde polar düşüşün boyu

Cl: Kolpus genişliği

Clg: Kolpus uzunluğu

d: *Populus* polenlerinde polar düşüşün eni

E: Polenin ekvatorial eksen

LM: Işık mikroskobu

M: Ortalama uzunluk

P: Polenin polar eksenini

Pa: Porun A eksenini

Pb: Porun B eksenini

Plt: Porun boyu

Plg: Porun genişliği

S: Standart sapma

SEM: Taramalı elektron mikroskobu (Scanning Electron Microscope)

TEM: Transmisyon elektron mikroskobu (Transmission Electron Microscope)

SPSS: Sosyal Bilimler İçin İstatistik Paketi (Statistical Package for the Social Sciences)

# 1. GİRİŞ

Yaşadığımız dönemde suç olaylarının giderek artması ve nitelik kazanması, tüm dikkatleri, sessiz tanıklar olan delillerin üzerine yoğunlaştırmaktadır. Olayın meydana geldiği yerden özel ekipler tarafından alınacak bu deliller, suç olaylarının daha hızlı ve daha doğru bir şekilde aydınlatılmasını sağlayacaktır. Böylece sessiz tanıklardan yola çıkılarak gerçek suçlulara ulaşılacaktır (delilden saniğe) ve masum insanların suçsuzluğu bu sayede kolayca kanıtlanabilecektir. Olayın meydana geldiği yerin incelenmesi ve soruşturulmasında delillerin titizlikle toplanması, korunması ve değerlendirilmesi ceza adalet sisteminin en önemli görevlerinden biri olarak karşımıza çıkmaktadır.

Adalet sisteminin düzgün işleyebilmesi için olayın meydana geldiği yerden alınabilecek delillerin nitel olarak çokluğu değil, çeşitliliğinin ön planda tutulması gerekmektedir. Böylece değişik tipteki deliller, herhangi bir olayın aydınlatılmasına farklı açılardan ışık tutulmasını sağlayacaktır. Dünyanın gelişmiş ülkelerinde olduğu gibi bizim ülkemizde de “serbest delil sistemi” uygulanmaktadır. Bu nedenle olayın meydana geldiği yerden, olayın yakın çevresinden, şüpheli kişilerden ve eşyalar üzerinden alınan materyaller (bardak, bıçak, böcek, çatal, deri, kaşık, kan, larva, mermi çekirdeği kovani, patlayıcı madde artıkları, polen, saç, sigara izmariti, silah, şişe, tükürük, vb.) delil olarak kullanılabilir. Bu materyaller içerisinde adli palinolojik örneklerde girmektedir. Palinoloji; genel anlamda taksonların spor ve polenlerinin yanında tek hücreli palinomorf ve mikrofosilleri de inceleyen bir bilim dalıdır.

Son yıllarda birçok ülkede olduğu gibi bizim ülkemizde de, adli vakaların çözümünde kişisel hak ve özgürlüklerin korunması göz önünde bulundurularak “suçludan yola çıkarak kanıtla ulaşmak değil, kanıttan yola çıkarak suçlulara ulaşmak” yöntemi kabul edilmiştir. Bu nedenle olayın meydana geldiği yerden toplanacak “maddi deliller” kolluk kuvvetlerinin adli vakaları çözmeye yardımcı olacaktır. Dünyanın gelişmiş ülkelerinde, kolluk kuvvetleri olay yerinden, şüpheli şahıslardan, mağdur kişilerden ve olaylarda kullanılmış olan eşyalar üzerinden toz, toprak, çamur ve bitki parçaları gibi materyalleri almaktadırlar. Botanik biliminin, bu materyaller içerisinde bulunan spor, polen, palinomorf ve mikrofosilleri inceleyen dalı “Adli Palinoloji” olarak bilinmektedir.

Çalışmamızın konusunu oluşturan polen, palinoloji ve adli palinolojinin geçmişten günümüze kadar olan gelişim dönemlerini aşağıda belirttiğimiz şekilde özetleyebiliriz.

Blackmore (2007), polenlerin mikroskopta ilk defa 1682 yılında Grew tarafından keşfedildiğini ve bu yapılara o dönemde “spermatik globüller” adının verildiğini belirtmiştir [1]. Bu keşif palinoloji biliminin başlangıcını oluşturmaktadır.

Hesse ve ark. (2009), tohumlu bitkilerin erkek üreme hücreleri için “Polen” teriminin ilk defa 1751 tarihinde Linné tarafından kullanıldığını açıklamışlardır [2]. Aynı araştırmacılar, 1766 yılında Koelreuter ve Sprengel tarafından böceklerin polinasyondaki öneminin ve polenlerin gelecek nesillerin karakterlerinin belirlenmesinde rol sahibi olduklarının saptandığını belirtmişlerdir. Yine polen duvarında bulunan por ve kolpus adı verilen apertürlerin 1793 yılında Sprengel, polen duvarının tabakaları olan ekzin ve intinin 1837 yılında Fritzsche tarafından keşfedildiği açıklanmıştır. Ayrıca Fritzsche'nin angiosperm bitki taksonlarının polen morfolojisi ile ilgili çalışmalar yaptığı belirtilmiştir. Polen karakterlerinin filogenetik önemlerinin İlk kez 1890 yılında Fischer tarafından açıklandığı vurgulanmıştır. Aynı eserde, uygulamalı bilimler alanındaki ilk adımın 1916 tarihinde Post tarafından ortaya atıldığı, polen verilerinin istatistiki olarak ifade edildiği ve polen diyagramlarının yayınlandığı belirtilmiştir. Bu gelişmelere bağlı olarak Post modern palinolojinin kurucusu olarak kabul edilmiştir [2].

Asetoliz yöntemi, Erdtman tarafından 1921 yılında yayınlanmış olup, polen morfolojisiyle ilgili çalışmaların ilerlemesinde yol gösterici olmuştur [3].

Polen morfolojisi çalışmalarının gelişiminde Wodehouse yönteminde önemi oldukça büyüktür [4].

Daha çok polen morfolojisi ve teşhisine dayalı olarak yapılan adli palinolojik çalışmaların ilk defa 1950'li yıllarda başladığı düşünülmektedir. Avusturya'da 1959 yılında meydana gelen bir cinayet davasında şüpheliye ait botlardaki çamur örnekleri incelenmiş, bu örnekte teşhis edilen polenlerin ait olduğu bitki taksonlarının yayılış gösterdiği alanların belirlenmesiyle cinayetin işlendiği yer tespit etmiştir. Yine aynı sene İsveç'teki bir cinayet vakasında, maktülün kıyafetlerinden elde edilen çamur örnekleri üzerinde yapılan palinolojik incelemeler sonucunda hem cinayetin işlendiği yer hemde

cinayetin işlendiği zaman belirlenmiştir. Bu iki çalışma, palinolojinin adli olaylarda çok etkin bir şekilde kullanılabilceğini göstermiştir [5-6].

Mildenhall (1990), İsviçre'de 1960'lı yıllardan itibaren meydana gelen pek çok adli vakanın adli palinoloji sayesinde çözüldüğünü belirtmiştir [6]. Bu örneklerin ilkinde, bir cinayet aletinin kullanım zamanı, aletin yağından elde edilen palinolojik bulgular ile tespit edilmiş ve suçlu ortaya çıkarılmıştır. Diğer örnekte ise üst düzey bir bürokratin evrakta yaptığı sahtecilik belirlenmiştir. Bu olayda belgeye atılan imzada kullanılan mürekkep içindeki polenler analiz edilerek evrağın hazırlandığı tarih saptamıştır [6]. Bu davaların ardından adli palinolojinin önemi dünya çapında anlaşılmiş olup, pek çok gelişmiş ülkede adli vakaların soruşturulmasında etkin bir biçimde kullanılmaya başlanmıştır.

Amerika'da 1970'li yıllarda Tarım Bakanlığı yerli bal üreticileri için bir teşvik programı yürürlüğe koymuştur. Bu programdan yararlanmak isteyen üreticilerden 75'inin bal örneği şüpheli bulunmuştur. Bu ballarda yapılan polen analizleri sonucunda %6'sının Meksika kökenli olduğu belirlenmiştir. Bu çalışma, dolandırıcılık olaylarının soruşturulmasında da palinolojinin kullanılabilceğini göstermiştir [7].

Yeni Zellanda'da ormanlık bir alanda Hint keneviri (*Cannabis sativa*) yetiştirildiği saptanmıştır. Belirlenen şüphelinin aracından elde edilen toprak örnekleri ile ormanın ilgili bölgesinden alınan toprak örneklerinin palinolojik analizleri karşılaştırılmıştır. Bunun sonucunda verilerin uyumlu olmasıyla şüpheli şahsın Hint kenevirini yetiştirdiği ortaya çıkarılmıştır [7].

Amerika'da parkta koşu yapan bir kadının kaçırılıp, tecavüz edilmesi ve ormanlık bir alanda ölü olarak bulunması olayında şüphelinin kıyafetlerindeki çamurdan ve maktul üzerinden alınan örneklerin palinolojik analizleri yapılmıştır. Her iki analizde de sadece cesedin bulunduğu ormanlık alanda birlikte bulunan iki taksona ait palinolojik verilerin örnekler üzerinde yoğun olarak saptanması sonucunda şüphelinin bu suçu işlediği kanıtlanmıştır [8]. Etiyopya'da 18. yüzyılın başlarında üretildiği söylenen ve Kanada Toronto'daki Ontario Kraliyet Müzesi'ne hediye edilen Gondar kiliminin müze yetkilileri tarafından orijinal olup olmadığının belirlenmesini istemiştir. Bu amaçla kilim üzerinde yapılan palinolojik incelemeler sonucu tespit edilen polenlerin Etiyopya florası'nda



bulunan taksonlara ait olduğu saptanmıştır. Böylece müze yönetimi kilimi orijinal olarak kabul etmiştir [8].

Stanley tarafından 1991 yılında yayınladığı bir uyuşturucu vakasında elde edilen marihuananın yerel üretim olup olmadığının tespiti için palinolojik analizler gerçekleştirilmiştir. Bunun sonucunda saptanan polenlerin şüphelinin yaşadığı bölgenin florasına ait bitkilerin polenleri ile uyumluluk göstermesi, ele geçirilen uyuşturucunun yerli üretim olduğunu ortaya koymuştur [8].

Stanley tarafından 1992 yılında yapılan bir çalışmada New York kentinde ele geçirilen bir miktar kokainin, üretildiği yer ve transfer yollarının tespiti için palinolojik analizler yapılmıştır. Buna göre üç farklı coğrafik bölgeye ait palinolojik verilere ulaşılmıştır. Böylece kokainin üretim yerinin Güney Amerika, işlendiği yerin Kuzey Amerika ve paketlenip satışa sunulduğunu yerin ise New York olduğu tespit edilmiştir [9].

Almanya'nın Magdeburg bölgesinde 1994 yılında yapılan bir inşaat kazısında 32 adet başlarının arkasından vurulmuş erkek iskeletinin bulunduğu bir toplu mezara rastlanmıştır. Belirtilen bölgede 1945 yılı baharında ve 1953 yılı yazında iki adet toplu katliam gerçekleşmiştir. Wiltshire ve Black (2006) tarafından iskeletlerin burun boşluklarından alınan örneklerde yapılan palinolojik incelemeler sonucunda, tespit edilen polenlerin yaz aylarında tozlaşan bitki taksonlarına ait olduğu belirlenmiştir. Bu cesetlerin 1953 yılı yaz aylarında katledilen Rus askerlere ait olduğu tespit edilmiştir [10]. Bu çalışma, adli palinolojinin ölüm zamanının tespitinde de kullanılabilirliğini ortaya koymaktadır.

Avustralya'da 1996 yılında Bruce ve Dettmann yüzey toprak örneklerinde palinolojik incelemeler yapmıştır. Böylece bölgelerin polen dağılımlarını tespit etmişlerdir. Bu çalışmanın adli vakalarda şüpheli ve olay yeri arasındaki bağlantının ortaya çıkarılmasında etkin bir rol oynayacağı ortaya konmuştur [11].

Amerika Birleşik Devletlerinin Illinois eyaletinde bir çiftçi ölü olarak bulunmuştur. Yapılan incelemelerde çiftçinin evine zorla girilerek kaçırıldığı, bankadan para çekmeye zorlandığı ve sonrasında öldürüldüğü anlaşılmıştır. Maktulün kamyoneti ise çiftliğin birkaç mil kuzeyinde bulunmuştur. Bunlara rağmen olayla ilgili herhangi bir şüpheli bulunamamıştır. İlerleyen zamanlarda bir zanlı içki çalarken yakalanmış ve hapse

atılmıştır. Mahkumun hücre arkadaşına kamyoneti çamura saplandığı için hapiste olduğunu anlatması, önceden işlenip şüphelisi aranan cinayet olayının da zanlısı olmasına neden olmuştur. Mahkum, sorgusunda o civarlarda hiç bulunmadığını söyleyerek cinayeti inkar etmiştir. Bunun üzerine mahkumun hapishaneye girerken üzerinde bulunan kıyafetlerinden örnekler alınarak palinolojik analizleri yapılmış ve bulunan sonuçlar cinayet yerinden, kamyonetin bulunduğu alandan, suçlunun hırsızlık yaptığı yerden ve bu 2 alan arasındaki yoldan alınan kontrol örnekleriyle karşılaştırılmıştır. Bunun yanı sıra kamyonetin bulunduğu yer ile anayola kadar olan alanın da mısır tarlası olduğu belirlenmiştir. Palinologlar tarafından yapılan incelemeler sonucunda suçlunun kıyafetlerinde bol miktarda *Zea mays* (mısır) polenleri saptanmış ve kontrol örneklerinden alınanlarla bu polenler birebir uyumuştur. Ortaya konan bu sonuçlara göre de zanlının bu bölgelerde bulunduğu anlaşılmıştır. Olayın aydınlatılmasında, *Zea mays* (mısır) poleni özellikle “şüpheli ile olay yerinin arasında” bağlantı kurulmasında kilit rol oynamıştır. Daha sonra ise kamyonette bulunan parmak izleri ve görgü tanıklarının da ifadesiyle olay tamamen çözülmüştür [12].

Avustralya'nın Queensland eyaletinin Noosa bölgesinde bir kadına ait ceset bulunmuştur. Kadına ait otomobil ise Gympie bölgesinde tespit edilmiştir. Olayla ilgili belirlenen şüphelinin kıyafetleri, olay yerinden alınan örnekler ve maktülün arabasının bulunduğu yerden alınan örnekler palinolojik olarak analiz edilmiş ve karşılaştırılmıştır. Bunun sonucunda şüphelinin her iki bölgede de bulunduğu ortaya çıkınca, şüpheli suçunu itiraf etmiştir. Bu olay sonucu şüpheliye ömür boyu hapis cezası verilmiştir [12]. Bu olaylarda şüpheli ve olay yeri bağlantısı kurulmasında adli palinolojiden yararlanılmıştır.

Birleşmiş Milletler Uluslararası Ceza Mahkemesi 1997-2002 yılları arasında Kuzeydoğu Bosna'da bulunan cesetleri incelemek üzere bir adli bilimci heyeti görevlendirmiştir. Heyetin hazırladığı rapor sonucunda Sırpların 1952 yılında katlettiği yüzlerce insanı yakarak, 7 ayrı toplu mezara gömdükleri anlaşılmıştır. Daha sonra cesetlerin bir kısmının ilk gömüldükleri yerden çıkarılarak başka bir toplu mezara nakledildiği raporlanmıştır. Bunun üzerine cesetlerden ve mezarlardan alınan örnekler palinolojik

olarak incelenmiştir. Böylece ikinci toplu mezarda bulunan cesetlerin ilk toplu mezardan getirildikleri saptanmıştır [13].

Horrocks ve arkadaşları tarafından 1998 yılında yayınlanan çalışmada Yeni Zelanda'nın değişik bölgelerinden alınan yüzey toprak örneklerinden palinolojik analizler yapılarak, bu örneklerin; kişi, nesne ve/veya olay yeri arasındaki bağlantıyı saptamada kullanılabilirliği ortaya konmuştur [14]. Yeni Zelanda'da meydana gelen bir tecavüz vakasında mağdure ve şüphelinin kıyafetlerinden alınan örnekler ile olay yerinden alınan örneklerin palinolojik analizleri yapılmıştır. Elde edilen verilerin birbirleriyle uyumlu oldukları, böylece şüphelinin suçlu olduğu tespit edilmiştir [15].

Bryant'ın 1998 yılındaki çalışmasında belirttiği bir olayda, sahilde yürüyüş yapmakta olan bir genç kız grubuna, rahatsızlık veren birkaç erkek, grubun tepkisi üzerine uzaklaşmışlardır. İlerleyen saatlerde bir motorsikletli, yol kenarında şuurunu yitirmiş ve hırpalanmış bir genç kıza rastlamış ve onu en yakın karakola götürmüştür. Kız ifadesinde erkeklerle yaşadıkları olayı, eve gitmek için gruptan ayrıldığı zaman sahilde erkek grubundan bir kişinin kendisine saldırdığını ve tecavüz ettiğini belirtmiştir. Bunun üzerine polis, şüpheli ve arkadaşlarının ifadesini almıştır. Şüpheli, kesinlikle o gece sahile gitmediğini, arkadaşları ise şüphelinin olayın gerçekleştiği zamanda olay yerinde olamayacağını ve tüm günü beraber geçirdiklerini belirtmişlerdir. Bunun üzerine şüpheli serbest bırakılmıştır. Ancak şüpheliye ait dairede yapılan araştırmalarda, temizlenmiş bir çift tenis ayakkabısının üzerinde kalan ufak bir çamur parçasından örnek alınmıştır. Bu çamur örneği ile yapılan palinolojik analizler sonucu tespit edilen spor ve polenlerin, sahil boyunca yetişen bitkilerin bireylerine ait polenlerle uyumluluk gösterdiği tespit edilmiştir. Ayrıca analizler sonucu tespit edilen dinoflagellat fosillerinin, olayın gerçekleştiği sahilde bulunan fosillerle aynı olduğu belirlenmiştir. Bu gelişmeler sonucu şüpheli suçunu itiraf etmiş ve tutuklanmıştır [16].

İskoçya Glasgow'da işlenen bir cinayette, olay yerinde parmak izine rastlanmamıştır. Ancak bir mendil ve ambalaj kağıdı bulunmuştur. Ambalaj kağıdı üzerinde kurbanın kanına rastlanmıştır. Mendil üzerinde yapılan palinolojik incelemeler sonucu yöreye özgü olmayan Malvaceae familyasından *Abutilon* taksonuna ait polenlere rastlanmıştır. Bu bitkinin bölgede sadece tek bir barda bulunduğu tespit edilmiştir. Bunun üzerine

yapılan soruşturma neticesinde bir bar çalışanı şüpheli bulunmuştur. Katilin suçunu itiraf etmesiyle olay çözülmüştür [16].

Ahırda bir kişi asılı bulunmuştur. Kişinin intihar mı ettiği yoksa cinayete mi kurban gitiğinin belirlenmesi için soruşturma başlatılmış ve öldürüldüğüne karar verilmiştir. Bu soruşturmada maktulü öldürebilme ihtimali olan 5 şüpheli saptanmıştır. Katilin ortaya çıkarılabilmesi için halat üzerinden örnekler alınmış ve palinolojik incelemeleri yapılmıştır. İncelemeler sonucunda sebze bahçelerinde bulunan polenler tespit edilmiş ve buna bağlı olarak da, 5 şüphelinin arasından sebze bahçesi olanın suçlu olduğu belirlenmiştir [16].

Avrupa'dan Asya'da bulunan bir ülkeye çeşitli makineler gönderilmek istenmiş, fakat gemi limana vardığında sandıklardan makineler yerine toprak yığınları çıkmıştır. Geminin izlediği güzergahta pek çok farklı liman bulunması nedeniyle hırsızlığın nerede gerçekleştirildiği saptanamamıştır. Sandıklardan toprak örnekleri alınarak palinolojik analizleri yapılmış olup bulunan polenlerin Güney Afrika florası bitkilerine ait olduğu saptanmıştır. Bunun üzerine yapılan araştırmada geminin Güney Afrika'da Cape Town limanında durduğu belirlenmiş ve burda yapılan incelemeler sonucu limana ait bir ambarda makineler bulunmuştur [16].

İskoç viskisi taşıyan bir gemi, ticaretin yapıldığı limana geldiğinde viski bulunması gereken kasalardan kireçtaşları çıkmıştır. Hem İskoçya'da hem de geminin ulaştığı limanda kireçtaşları bulunmakta olduğundan viskilerle kireçtaşlarının nerede değiştirildiği belirlenememiştir. Bunun üzerine kireç taşlarından örnekler alınarak palinolojik analizleri yapılmış ve taşların arasında İskoçya'daki dağlarda olan mikrofosiller bulunmuştur. Böylece viskilerin İskoçya'da gemiye yüklenmeden önce çalındığı anlaşılmıştır [16].

Walsh ve Horrocks 2001 yılında yayınladıkları çalışmada Yeni Zelanda'da gerçekleşen bir tecavüz olayında, olay yerinden ve şüphelinin kıyafetlerinden alınan örneklerin palinolojik analizlerini yapmışlardır. Yapılan karşılaştırma sonrasında şüphelinin olay yerinde olduğu saptanmıştır [17].

Türkiye’de Adli Palinoloji ile ilgili yapılan çalışmalar 2000’li yıllarda başlamış olup, Emniyet Genel Müdürlüğü ve Polis Akademisi’nde bu konuyla ilgili çeşitli dersler verilmeye başlanmıştır [18].

Ülkemizde adli palinoloji alanındaki ilk makale Doğan ve arkadaşları tarafından 2004 yılında yayımlanmıştır. Bu çalışmada, adli vakalarda palinolojinin önemi ve kullanımı hakkında bilgiler verilmiştir. Ayrıca adli palinolojinin tanımı ve kullanım alanları hakkında esaslar verilmiştir [19].

Doğan tarafından 2005 yılında yayınlanan çalışmada Ankara ili Elmadağ ilçesinden gönderilen koyun yünleri üzerinde yapılan palinolojik incelemeler ve karşılaştırmalar yer almıştır. Çalışmada teşhis edilen polenlerin isimleri ve örneklerde bulunma yüzdeleri tespit edilmiştir [20].

Türkiye’de adli palinoloji üzerine ilk tez çalışması Akçay tarafından 2005 yılında yapılmıştır. Araştırmacı, çalışmasında Çankırı ilinin Ilgaz, Yapraklı ve Eldivan ilçelerinden aldığı yüzey toprak örnekleri üzerinde palinolojik incelemeler yapmıştır. Bu ilçelerden alınan toprak örneklerinde bulunan spor ve polenlerin aylık miktarlarını tespit ederek, bunların bölge içi ve bölgeler arası standart sapmalarını hesaplayarak karşılaştırma yapmıştır. Bu çalışmada, ilgili bölgelerden alınan yüzey toprak örneklerinin içeriğindeki spor ve polen miktarlarının saptanarak elde edilen verilerin adli bilimlerde kullanılabilirliğini göstermek amaçlanmıştır [21].

Özcan tarafından 2006 yılında yapılan tez çalışmasında Ankara ilinin Kuru, Abidinpaşa ve Birlik mahallelerinin atmosferindeki polenler günlük olarak teşhis edilmiştir. Bölge atmosferlerinin polen konsantrasyonları karşılaştırılmıştır. Bu çalışmada, elde edilen verilerin olay yeri ve şüpheli arasında kurulacak olan bağlantıda kullanılabileceği sonucuna ulaşılmıştır [22].

Doğan ve Karakuş tarafından 2007 yılında yayınlanan çalışmaya göre, 2006 yılının Şubat ayında Sakarya’da meydana gelen bir hırsızlık olayında, şüpheliye ait giysilerden, olay yerindeki balkonun zeminindeki topraktan, şüphelinin tırmandığı düşünülen ağacın çevresindeki topraktan ve balkonun dış duvar cephesinden alınan örneklerin palinolojik analizleri yapılmıştır. Elde edilen verilerin karşılaştırılması sonucunda aralarında bir ilişki olmadığı görülmüştür. Özellikle ayakkabılarda teşhis

edilen polen verileri ile diğerk örneklerdeki verilerin arasında benzerlik olmaması nedeni ile şüphelinin olay yeri ile bağlantısı olmadığı kanısına varılmıştır. Ayrıca şüphelinin suçlu olduğuyula ilgili başka maddi delil bulunmaması ve şüpheliyi teşhis eden kişilerin kesin yargılarda bulunamaması nedeniyle şüpheli şahıs, suçu işlemediğine karar verilerek, serbest bırakılmıştır. Bu vaka, ülkemizde adli palinolojik verilerin delil olarak kullanılmasıyla çözülen ilk olay olarak literatüre geçmiştir [23].

Zorlu, 2007 yılında yaptığı bir çalışmada İstanbul ilinde Belgrad Ormanı, İstanbul Üniversitesi Botanik Bahçesi, Beşiktaş semtinde açık bir arazi ile Yıldız Parkı'nda dolaşmış, ayakkabılarıyla giysilerine bulaşan topraklar ve bölgelerden alınan yüzey toprak örnekleri üzerinde palinolojik analizler yapmıştır. Elde ettiği verileri kendi aralarında ve birbirleriyle karşılaştırarak elde edilen sonuçların şüpheli ve olay yeri arasında bağlantı kurulmasına yardım edebileceğini göstermiştir [24].

Balcioğlu (2011), şüpheli, mağdur ve olay yerinden alınan materyallerin palinolojik incelemeleri ile elde edilecek verilerin adli olaylarda maddi delil olarak kullanılabilirliğini araştırmıştır. Ayrıca adli palinolojik verilerin hangi materyallerden daha kolay elde edilebileceğininde tespit etmiştir. Bu araştırmada, palinolojik verilerin maddi delil olarak kullanımının; şüpheli, mağdur ve olay yeri arasındaki ilişkinin belirlenmesinde ve olay zamanının tespitinde kullanılabilirliği gösterilmiştir [25].

Tüm dünyada olduğu gibi bizim ülkemizde de her yıl çok sayıda (orman, bina, fabrika, araç, v.b.) yangın meydana gelmektedir. Bu yangınlara bağlı olarak hem çok sayıda insan hayatını kaybetmekte hem de milyarlarca lira maddi hasar oluşmaktadır. Çıkan bu yangınların hangi sıcaklıkta, ne kadar süre devam ettiğine ve çıkış sebebine ulaşabilmek oldukça büyük önem taşımaktadır. Bu problemin çözümü için çeşitli ekzin tabakalarına sahip polenlerde yangın sonrası meydana gelen morfolojik değişimler belirlenmeye çalışılmıştır.

## 2. GENEL BİLGİLER

### 2.1. Yangın

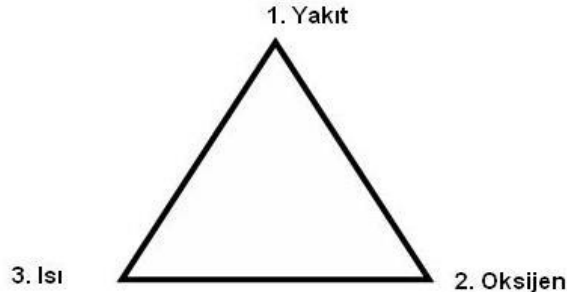
#### 2.1.1. Yanma

Yanma terimiyle ilgili literatürde pek çok farklı tanımlama yapılmıştır. “Yanma, hidrojen ve karbonun oksidasyonu sonucu ısı ve ışık yayılımı ile hızla gelişen ekzotermik kimyasal reaksiyonlardır” bu tanımlardan biridir [26]. Bir diğer tanım ise, “Maddenin ısı ve oksijen ile birleşmesi sonucu oluşan kimyasal bir olaydır veya hidrojen ve karbonun oksidasyonu sonucu ısı ve ışık yayılımı ile hızla gelişen ekzotermik kimyasal reaksiyonlardır” [27-28].

Yanma olayının meydana gelebilmesi için aşağıda belirtilen üç unsura gereksinim duyulmaktadır (Şekil 2.1). Bunlar; yeterli miktarda ısı, yanıcı madde (yakıt) ve yakıcı madde (oksijen)’dir.

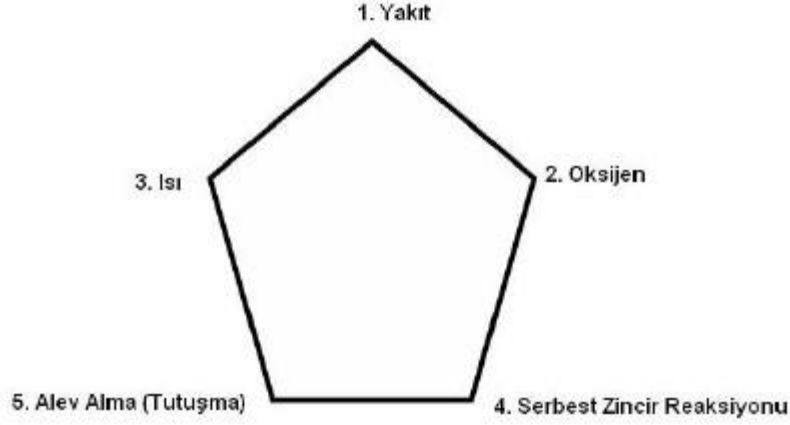
Formülize edecek olursak;

Yanma = Gerekli Miktarda Isı + Yakıcı Madde (oksijen) + Yanıcı Madde (yakıt)



Şekil 2.1. Yanma üçgeni

De Forest ve arkadaşları ise yangın prizmasından (tetrahedronundan) bahsetmektedir. Yangın prizmasına göre yangının süregelmesi için oksijen, yakıt ve ısıya ek olarak “Serbest Zincir Reaksiyonu”nun da olması gerekmektedir. Aynı çalışmada yangın beşgenine de değinilmiş ve yangının olabilmesi için “Tutuşma (Alev Alma)” etkeninin de gerekli olduğu belirtilmiştir (Şekil 2.2) [29].



Şekil 2.2. Yanma beşgeni

Yanma için gerekli olan unsurları sıralayacak olursak:

**Yanıcı maddeler (yakıtlar):** Yanıcı maddeler katı, sıvı ve gaz halde bulunabilirler. Aynı zamanda bu maddeler doğada element, bileşik veya karışım halinde de bulunabilmektedirler. Alkol, eter, petrol, metan ve doğal gaz yanıcı maddelere örnek olarak verilebilir.

**Yakıcı madde (oksijen):** Yakıcı madde yani oksijen canlıların temel yaşam kaynağıdır. Kokusuz, renksiz, tatsız bir gazdır. Oksijen, atmosferde %21.0 oranında bulunmaktadır. Alevli yanmanın devam edebilmesi için havadaki oksijen konsantrasyonunun minimum %15.0 oranında olması gerekir [30]. Havada yeterli miktarda oksijen olmazsa yanma bir süre sonra kendiliğinden söner.

**Isı:** Madde veya maddenin moleküler faaliyet sonucunda sahip olduğu enerjidir [31]. Başka bir ifadeyle ısı, yakıt buharlarını oluşturken aynı zamanda bu buharların tutuşmasını sağlayan minimum enerji miktarıdır [26]. Bunların yanı sıra ısı yanma sonucu oluşan ve diğer yanıcı maddelerin tutuşmasını sağlayan enerjidir.

**Serbest Zincir Reaksiyonu:** Günümüzde yanma üçgeni; "ışık yanma" olayını, yani herhangi bir yakıtın alev çıkarmadan yanmasını açıklamak amacıyla kullanılmaktadır. Bu sürecin bir diğer adı da katı fazdan gaz fazına geçiş tepkimesidir.

İşık yanmayı (alevli yanmayı) açıklayabilmek için ihtiyaç duyduğumuz bir diğer unsur da "kimyasal zincir reaksiyonu"dur. Bu reaksiyon, enerji ya da aynı tür reaksiyonların devamına neden olan maddeler üretmektedir.



Bu dört ögenin arasında olan ilişkiyi anlatmak için üçgen şekli yeterli olmamaktadır. Bu yüzden üçgen prizmadan yararlanılmaktadır.

**Tutuşma (Alev alma):** Yanmanın gerçekleşebilmesi için gereken ögelerden biri de tutuşmadır. Tutuşma, yanmaya başlama anlamına gelmektedir. Bu nedenle kimi kaynaklar bu ögeyi yanmanın beşinci elemanı olarak kabul etmektedir.

Buna göre yanma olayının formülü ise aşağıdaki şekilde olmaktadır:

Yanma = Isı + Oksijen + Yanıcı Madde+ Tutuşma+ Serbest Zincir Reaksiyonu

#### **2.1.1.1. Yanmanın Temel Terimleri**

**Ateşlenme derecesi:** Sıvıların, minimum sıvı derecesinde belli koşullarda sıvıların yüzeyinin üzerinde, dışarıdan ateşlenebilecekleri oranda hava-buhar oluşturdukları derecedir. Düşük ateşlenme derecesine sahip sıvılar, yüksek ateşlenme derecesine sahip sıvılara göre daha kolay tutuşurlar. Normal çevre dereceleri, yüksek ateşlenme derecesine sahip olan sıvıların yeterli oranda tutuşabilecek buhar-hava karışımı meydana getirebilmeleri için yeterli değildir. Bunun için ayrı bir ısı gerekmektedir.

**Isı enerjisi:** Katı maddeleri tutuşturabilmek için gerekli olan enerjidir. Katı halde bulunan maddelerin buhar ya da yanıcı gaz oluşturması ve parçalanabilmesi için gerekli olan enerji miktarı azaldıkça, bu maddelerin tutuşmaları da kolaylaşmaktadır.

**Yanma ısı:** Bir maddenin bütünüyle yanması sonucunda ortaya çıkan ısı miktarı yanma ısı'dır. Yanma ısısına ısı değeri ya da yanma değeri de denilmektedir. Yanma oranı ve yanma ısısının, yanma dereceleri üzerindeki etkisi büyüktür.

**Yanma oranı:** Bir maddenin belirli bir zaman içerisindeki yanma süresine verilen ad "yanma oranı"dır. Yanma oranı, bir maddenin belirli ölçülerdeki oksidasyon hızıdır. Yanma oranı ve ısı yalnızca yanma için değil tutuşma için de oldukça önemlidir [27].

#### **2.1.1.2. Yanmanın Temel Kimyası**

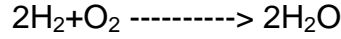
Yanma, zincirleme bir oksitlenme reaksiyonudur. Yangın için uygun yakıt ve oksijen gerekmektedir. Yakıt organik bir madde olup, oksijen ise atmosferden karşılanmaktadır. Yangının başlaması için, kullanılan yakıtın tutuşma sıcaklığının üzerinde bir sıcaklığa ulaştıracak ısıya gereksinim duyulmaktadır. Genellikle bu ısı alev veya kıvılcım ile

sağlanmaktadır [32]. Başlayan yangının sürekliliği ortama giren oksijen miktarıyla ilgilidir, yani yangının devam edebilmesi için ortama sürekli olarak oksijen girişi olması gerekmektedir [33].

Yanma, fiziksel etkiler meydana getiren kimyasal bir reaksiyondur. Bu nedenle yangın araştırmacılarının basit fizik ve kimya özelliklerine hakim olmaları gerekmektedir. Yangın, aynı zamanlarda oluşan pek çok kimyasal reaksiyonu kapsadığından, oluşan bu reaksiyonların hangi sırada ve nasıl oluştuğunu anlamak önemlidir. Yangının karmaşık bir yapısı olsa da, aslında birkaç basit tepkimeye dayanmaktadır. Karbon, hidrojen, sülfür ve azotun oksitlenmesi, yakıtların tutuşma ürünlerinin özelliklerini belirtir.

**Oksitlenme Tepkimesi:** Yangını oluşturan birçok kimyasal tepkime vardır ancak bir alevin içindeki en etkin tepkime oksitlenmedir. Bu sebeple yangın esas olarak bir oksitlenme tepkimesidir. Yanıcı bir maddenin içinde bulunan atomların oksitlenmesi, bu atomları havadaki oksijenle karışması anlamına gelmektedir. Oldukça etkili bir yanıcı olan hidrojen oksitlendiğinde, hidrojenin 2 atomlu molekülü, oksijenin 2 atomlu molekülü ile suyu meydana getirmek için birleşir.

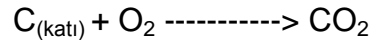
Bu tepkimenin kimyasal formülü aşağıdaki gibidir:



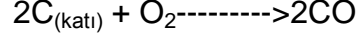
Saf hidrojen yandığında daha fazla ısı üretmesine rağmen, yangın sırasında kimyasal bağla bağlı olan yanıcıdaki hidrojenlerin su buharına dönüşümü yüksek ısı üretimine neden olmaktadır.

**Yanma Sonucu Oluşan Bazı Karbon Bileşikleri:** Yangın için önemli olan bir diğer element karbondur. Çünkü karbon da hidrojen gibi birçok yanıcının yapısında bulunmaktadır.

Yapısı nedeniyle karbon zor yanan bir elementtir. Örneğin, karbon kökenli odun ve kömür kolayca tutuşmaz. Ancak yandıklarında büyük bir ısı üretir ve yavaş bir oranda tükenirler. Karbonun oksitlenmesinde kullanılan kimyasal formül aşağıdaki gibidir:



Karbonlu maddelerin yanması sonucunda mutlaka karbondioksit (CO<sub>2</sub>) açığa çıkar. Pratikte tüm yangınlarda ikincil ya da oksijen miktarına bağlı olarak öncelikle meydana gelen tepkime ise karbonmonoksit oluşumudur.



Yukarıdaki tepkime sonucu oluşan karbonmonoksit (CO), ortamı oksijensiz bırakmaktadır. Çoğu yangında ortamda bulunan oksijen miktarı daha az olduğundan CO<sub>2</sub> yerine CO üretilmektedir.

### 2.1.1.3. Yanma Çeşitleri

Yanma çeşitleri dört başlıkta incelenebilir;

**1. Yavaş yanma:** Yanıcı maddenin kimyasal yapısı sebebiyle buhar veya gaz çıkışının olmadığı ve ortamda yeterince oksijen ve ısı olmaması durumunda oluşan yanmadır. Bu yanmada demirin paslanmasında ve canlılarda meydana gelen hücresel solunumda olduğu gibi ısı ve duman çıkışı görülmez.

**2. Hızlı yanma:** İki gruba ayrılmaktadır:

**Alevli yanma;** yanmanın bütün belirtilerinin görüldüğü duman, alev, ısı ve ışık meydana getiren yanma çeşididir. Maddeler yanarken farklı fazlara geçmektedirler. Bu maddelerden bazıları katı fazdan sıvı faza, daha sonra ise buhar fazına (mum, sulfur, vb.) geçerler. Bazılarında katı fazdan direkt olarak gaz fazına geçerken (naftalin, vb.), bazıları ise doğrudan yanabilen gazlar çıkarırlar (odun, kömür, vb).

**Korlaşma;** Bazı maddelerin sigara gibi yanması korlaşma şeklinde olmaktadır. Bu tarz yanmalarda yanan madde buharlaşmadığı için alevlenme görülmemektedir.

**3. Kendi kendine yanma:** Normal hava şartlarında bazı yanıcı maddelerin (beyaz fosfor, vb.) oksijenle gerçekleştirdiği yanma olayıdır. Bu yanma çeşidinde ortamda yeterli miktarda ısı bulunmaktadır.

**4. Parlama-patlama şeklinde yanma:** Parlama, buharlaşan yanıcı maddelerin oksijen ile birleşmesi sonucunda meydana gelen yanma olayına verilen addır. Patlama ise gazların veya kolay buharlaşabilen sıvı maddelerin oksijenle birleştiklerinde ısı kaynağı ile birlikte oluşturdukları ani yanma olaylarıdır. Buna örnek olarak LPG patlaması verilebilir. Ayrıca literatürde **detonasyon** diye tabir edilen patlayıcı maddelerin yanması da patlama şeklinde yanmalardandır [27].

#### **2.1.1.4. Isıl Bozunma (Pirroliz)**

'Pirroliz' kelimesi yunanca kökenli olup "pyro" (ateş) ve "lysis" (ayrışma) kelimelerinin bir araya getirilmesiyle meydana gelmiştir. Isıl bozunma, açığa çıkan ısı ile bir maddenin daha basit bileşiklere ayrışması olarak tanımlanabilmektedir. Bu tanıma ek olarak yakıtlar yandıklarında ürettikleri ısı miktarları da onların tutuşma ısıları olarak adlandırılmaktadır. Tutuşma ısı, yakıtın kilogram başına saldığı ısının joule ya da **btu** değerinin ölçümüne verilen addır. Bir katı yandığında yüzeyinin bir kısmı genelde akkor hale gelir. Fakat kızarmayan katı bölüm alevlerle çevrelenebilir ve onun da yandığı söylenebilir. Alevlenme evresi, genelde oksijenin bir kısmının sıcak katı yüzeye ulaştığı yerde katının pirolizinin büyük oranda yavaşladığı zaman meydana gelir [26].

#### **2.1.1.5. Yanmanın Ürünleri**

Yanma olayı sırasında ortamın sıcaklığına, oksijen miktarına ve yanan maddenin kimyasal yapısına bağlı olarak yangın gazları (karbonmonoksit, karbondioksit, amonyak, metan, formaldehit, fenol, vb.), duman ve is (kurum) oluşmaktadır. Yangın sırasında açığa çıkan gazların bir kısmı yangının şiddetini artırırken bir kısmı ise toksik etki gösterebilmektedir.

Duman, katı veya gaz durumdaki yanma ürünleri için kullanılan genel bir terimdir [28]. Ortamda tam yanmayı sağlayacak olan oksijenin yeterli miktarda bulunmaması nedeniyle, katı (kömür, kağıt, vb.) veya sıvı (petrol, vb.) hidrokarbonların, yanmamış durumda olan karbon partiküllerini ortama salmasıyla duman oluşmaktadır. Duman, yapısı itibarı ile yayılmaya müsaittir. Bu yayılma sırasında karşılaştığı cam, ahşap, kapı gibi katı yüzeylerde birikerek is (kurum) oluşturmaktadır. Bu şekilde is oluşumu, dumanın içindeki parçacıklara, dumanın yoğunluğuna ve yüzeye dokunma zamanına bağlı olarak gerçekleşmektedir [26].

#### **2.1.2. Yangın**

Kontrolümüz dışında meydana gelen yanma olaylarına "yangın" denilmektedir. Yanma olayı, her şeyden önce bir kimyasal reaksiyondur. Maddenin oksijen ve ısı ile birleşmesi sonucu ortaya çıkan kimyasal olaya yanma denilmektedir. Meydana gelen kimyasal olayın gözlenebilen kısmına ateş denilmektedir. Yangın ise ateşin kontrol dışı yanması olayıdır. Yangınlar (parlama ve patlama hariç ) başlangıçta şiddetli değildir. Yangınlara başladıkları anda müdahale edilemezse büyüklükleri ve şiddetleri artar [27].

Yangın araştırmalarında, doğru sonuca ulaşabilmek için yangının kimyasının bilinmesi, fiziksel incelemelerin tam ve eksiksiz yapılması gerekmektedir. Yangın incelemesi, çok disiplinli bir alandır. “Kimya, elektrik ve yapı bilgisi”, yangın araştırmalarında belirleyici etken olarak karşımıza çıkmaktadır [34].

Geleneksel olarak yangının, yanmada olduğu gibi üç unsurdan meydana geldiği ifade edilmektedir. Ancak her yangın olayı bir çeşit yanma iken her yanma olayı yangın değildir. Bununla birlikte, alevli yanma durumlarında gerek yakıt gerekse oksitleyici madde gaz halindedir ve gazlar arası bir tepkime söz konusudur. Diğer bir deyişle, bir madde katı, sıvı ya da gaz halde olsun, çeşitli istisnai maddeler hariç, bunların çıkardıkları yanıcı gazlar yeterli ısıyla yanmaktadır. Bu yanmanın devam edebilmesi, yani kontrol altına alınamayan bir yanma çeşidi olan yangının oluşabilmesi için zincirleme kimyasal reaksiyonlara ihtiyaç duyulmaktadır. Bu reaksiyonlar, enerji ya da aynı tür reaksiyonların devamına neden olan maddeler üretirler ve yangınlarda ardarda kontrol dışı gelişerek nlenemezler [35].

O'Connor, zincirleme kimyasal reaksiyonunu yangının kendi kendini sürdürebilmesi için gerekli görmekte ve bu reaksiyonu “kendi kendini sürdürebilen bir alevli yangının devamı için gerekli karmaşık olaylar dizisi” olarak tanımlamaktadır [31].

Sıvı halde bulunan yanıcı maddelerin yeterli ısıyı alarak gazlarının açığa çıkmaya başladığı dereceye “parlama noktası”, katı yanıcı maddeninkine ise “tutuşma noktası” denilmektedir. Bahsedilen noktada sıvı yanıcı maddeler yalnızca parlar ve yanmaya devam etmezler [35].

### 2.1.2.1. Yangın eşitleri

**A çeşitli yangınlar (Katı halde bulunan madde yangınları):** Katı, yanıcı madde yangınlarıdır (Kağıt, odun, kumaş, kömür, ot vb.) Kor oluşturmaları temel özellikleridir. Bu yangın çeşitinin temel söndürme maddesi su, söndürme prensibi ise soğutmadır. Tüm A çeşitli yangınlarda ısı verici kordur. Bu tip yangınlara müdahale etmek daha kolaydır. Böyle yangınlarda, yanmakta olan yüzeyin oksijenle temasının kesilmesi ve söndürücü madde ile kaplanması ve yeterli olabilmektedir.



**B çeşitli yangınlar (Sıvı halde bulunan madde yangınları):** Sıvı, yanıcı madde yangınlarıdır (yağlı boyalar, benzin, solvent, makine yağları, benzol, katran, vb.).

Korsuz ve alevli yanmaları temel özellikleridir. Bunların neden olduğu yangınların temel söndürme maddesi köpük, söndürme prensibi ise BC tipi kuru kimyevi toz ve boğmadır.



Sıvı yanıcı maddeler üç gruba ayırmaktadır. Birinci grup, su ile karışmayan boyalar, petrol, benzin vb. gibi sıvı yakıtların özgül kütleleri sudan daha hafif olduğundan suyun üzerine çıkarlar ve bu yüzden yanmaları su üzerinde gerçekleşmektedir. Bunların neden olduğu yangınlarda zincirleme reaksiyonların kırılması, seyreltme işlemi ya da yüzeyin oksitleyici ortamla ilişkisinin kesilmesi önem taşımaktadır.

İkinci grup, asfalt, gres, katran gibi ağır yağların neden olduğu yangınları içermektedir. Bunların neden olduğu yangınlarda da boğma, soğutma ve zincir reaksiyonlarının kırılmasına yönelik etkili söndürücüler kullanılmaktadır.

Üçüncü grup ise, alkoller gibi su ile karışabilen sıvı yakıtların yol açtığı yangınları içermektedir. Bu tip yangınlarda da boğma, soğutma, zincir reaksiyonlarını kırma ve konsantrasyonlarını düşürmeye yönelik etkili söndürücüler kullanılmaktadır. Sıvı yangınları söndürmek için en etkili olan söndürücü köpüktür. Bunun yanı sıra küçük çaplı yangınlarda kuru kimyevi toz ve CO<sub>2</sub> kullanılabilir.

**C çeşidi yangınlar (Gaz halde bulunan madde yangınları):** Yanıcı gaz (havagazı, LPG, metan, propan, bütan, hidrojen, asetilen, doğalgaz vb.) yangınlarıdır. Bu yangınlarda patlama temel özelliklerden biri olarak karşımıza çıkmaktadır. BC tipi kuru kimyevi toz temel söndürme maddesi, boğma ise söndürme prensibidir.



**D çeşidi yangınlar (Hafif metal yangınları):** Yanıcı hafif metal (lityum, kalsiyum, alüminyum, zirkonyum, magnezyum, potasyum, çinko, titanyum, sodyum vb.) yangınlarıdır. Alevsiz, korlu ve yüksek sıcaklıkta yanmaları temel özellikleridir. Bu yanma tipinde A, B, C tipi söndürücüler faydasız olup temel söndürme prensibi boğmadır. Bu tip yangınlara su ile müdahale edilmemektedir, bunun yerine özel D tipi söndürme tozları kullanılmaktadır.



D tozu bulunmadığı durumlarda ise bu yangınlar kuru kum yardımıyla söndürülmektedir. Böyle yanıcı maddelerin özellikle toz halleri daha tehlikelidir. Çünkü yanabilen metal tozlarının hava ile oluşturdukları karışımlar tutuşma sıcaklıklarını

yakaladıklarında güçlü patlamalara sebep olabilmektedir. Yanıcı olan bazı metallerin çok yüksek sıcaklık oluşturmaları su ve diğer söndürücü maddelerin etkilerini ortadan kaldırmaktadır. Çeşitli yanıcı metaller suyla reaksiyona girip asetilen ve hidrojen gazları üretmektedirler. Bu olay patlamalara ve yangınların şiddetinin artmasına sebep olmaktadır. D çeşidi yangınların genel olarak bir söndürme talimatı bulunmamaktadır. Yanıcı metallerin hepsinin oluşan yangını kontrol altına alabilecek özel söndürücüleri bulunmaktadır. Bu söndürücü maddeler yangını boğmaya ve yanan metali örtmeye yaramaktadır.

**E çeşidi yangınlar:** Elektrik sistem ve hatlarındaki kısa devre ve arklar nedeniyle meydana gelen yangınlardır.



**F çeşidi yangınlar (Yağ tavası yangınları):** Bu tür yangınlar hayvansal ve bitkisel pişirme yağlarının sebep olduğu yangınları kapsamaktadır. Bu tip yangınlar, toz söndürücüler ya da sulu kimyasal söndürücüler ile söndürülmektedirler [27].

### 2.1.2.2. Yangının Meydana Geliş Safhaları

Yangının oluşabilmesi ateş tetrahedronunun öğelerinin bir arada bulunmasına bağlıdır. Bir madde katı, sıvı ya da gaz halde olsun, çeşitli istisnai maddeler hariç, bu maddelerin yeterli ısıyla oluşturdukları yanıcı gazlar yanma özelliğine sahiptirler. Sıvı halde bulunan yanıcı maddelerin yeterli ısıyı alarak gazlarının açığa çıkmaya başladığı dereceye “parlama noktası”, katı yanıcı maddeninkine ise “tutuşma noktası” denilmektedir. Bu noktada sıvı yanıcı maddeler yalnızca parlar ve yanmaya devam etmezler. [28, 35].

#### 2.1.2.2.1. Başlangıç Safhası

Bu safhada oksijen ortamda yeterli miktarda bulunmasına rağmen yeteri kadar ısı olmadığından tam yanma olayı gerçekleşmemektedir. Bir süre sonra yarım yanmış gazlar uygun sıcaklık ve oksijen oranını buldukları yerde kısa süreli alev dili şeklinde yanmaktadırlar [28]. Bu safhada, havada bulunan oksijen miktarı fazla düşmemiş ve yangında karbonmonoksit, su buharı, sülfürdioksit ve diğer gazlar oluşmaya başlamıştır. Bu esnada bir miktar ısıda açığa çıkmaktadır. Açığa çıkan ısı yangın süresi boyunca artmaya devam etmektedir. Ortamın sıcaklığı 200 °C'nin üzerine çıkıncaya

kadar yangın yerindeki ısı sadece bir miktar artmaktadır [27]. Başlangıç safhası, yangının en kolay söndürülebileceği safhadır.

#### **2.1.2.2.2. Alev Yayılma Safhası**

Alev yayılma safhasında, ortamdaki oksijen bakımından zengin olan hava, alevlere (convection) doğru hareket etmektedir. Bu hareket ısınmış olan gazları kapalı ortamın üst noktalarına doğru taşımaktadır. Yüksek noktalara doğru hareket eden sıcak gazlar ortamda yayılıp altta kalan ve daha soğuk olan havayı aşağıya bastırarak farklı yerler aramaya itmektedir. Böylece bu sıcak gazlar yangının meydana geldiği yerin yüksek noktalarındaki yanıcı maddelerin tutuşmasına sebep olmaktadır. Çok sıcak olan böyle havaların insanlar tarafından solunmaması gerekmektedir. Bu şekilde aşırı sıcak havalardan solunacak tek nefes bile, ciğerlerin hemen zarar görüp kurummasına neden olmaktadır. Böyle ortamlardaki oksijen miktarı hızlı bir şekilde tükenmektedir [35]. Ayrıca bu safhada sıcaklığın aşırı artmasından dolayı ortamdaki cisimlerin birçoğunun ısı kendi tutuşma sıcaklığına ulaşarak, bu cisimlerin kendiliğinden tutuştuğu görülmektedir. Bu olay yangın başladıktan sonra yaklaşık olarak 4 ila 6 dakika içinde gerçekleşmektedir [28].

#### **2.1.2.2.3. Alevli Yanma Safhası**

Bu dönemde yangın, en kuvvetli, müdahalesi en zor safhasını sürmektedir [28]. Bu safhada ortamdaki tüm maddeler yangına katılmış ve her yer alevlerle kaplanmışır. Yanma reaksiyonu sonucunda ısı enerjisinin yanında karbonmonoksit, karbondioksit gibi gazların ortamdaki yoğunluğu artarken, oksijen ve azot gibi gazların yoğunluğu ise hızla azalmaktadır. Yangının ulaştığı bu safhada, yangının meydana geldiği yere oksijen giremez ise alev kaybolmakta ve yangın ışık saçan bir kor haline dönüşmektedir [35].

#### **2.1.2.2.4. Sıcak Tütme Safhası**

Yangının son dönemi olan bu safhada ortamdaki oksijen yoğunluğu %15'in altına düşmektedir. Ortam yanmamış karbonmonoksit ve karbon parçacıkları ile kaplanmışır. Bu esnada sıcaklık yaklaşık olarak 700-800 °C düzeyine inmektedir. Ortamdaki oksijen oranı azaldığı için yangın sönmüş gibi görünmekte ve hafif hafif bir tütme söz konusu olmaktadır. Yanma sonucunda oluşan sıcak duman gazlarının yükselip tavanda



toplanması ve ortamda bulunan oksijen miktarının azalması, yangın yerinin alt kısımlarında vakum etkisi meydana getirmektedir. Bunun gibi durumlarda alçakta bulunan cam, kapı veya çerçevelerin kesinlikle kırılmaması gerekmektedir. Alt taraflardan açılan delikler vakum etkisi sayesinde ortama oksijen girmesine sebep olurken, yeterli oksijen miktarına ulaşmış olan yanmamış gazların yeniden alevlenerek yanmasına da neden olmaktadır. Bu duruma **alev kapanı** adı verilmektedir. Böyle bir duruma mahal vermemek için açılacak deliğin üstte olması gerekmektedir. Bu şekilde duman gazlarının özgül ağırlık farkından dolayı atmosfere atılması önlenirken aynı zamanda oksijenin ortama girmesi de sağlanmış olmaktadır. Bu safhanın sonunda yanıcı maddelerin tümünün tükenerek kül olmasıyla yangın sona ermektedir [28].

### **2.1.3. Yangının Dinamiği**

Gazlar ve alevler havadan daha hafif oldukları için yükselirken, bu sırada çıkış noktasının yukarısındaki her türlü yakıt ve yanıcı maddeleri de ısıtırlar. Yeterince ısınan bu maddeler alev olarak sıcak gazların hacmini ve yukarı doğru yükselmesini hızlandırır. Böylece yukarı doğru yanma çok hızlı bir şekilde devam etmektedir. Aşağı ve yana doğru yanma ise yukarı doğru yanmaya göre daha yavaş gerçekleşmektedir. Bu tür yanmaların daha yavaş olmaları şu nedenlere bağlıdır:

1. Çıkış noktasından yukarıdaki yakıt kaynağının veya oksijenin tükenmesi,
2. Beklenmedik bir hava akımının yangını yönlendirmesi,
3. İleri derecede parlayıcı bir yakıtın (hızlandırıcının) yanma noktasının altında bulunması ve ateşlenmesi yangını aşağı ve yana doğru taşıyacaktır. Alevlerin önündeki yanıcı maddeler tutuşur ve böylelikle yangın büyüyerek yoğunlaşmaktadır. Yangın ne kadar yoğunlaşırsa (ısısı ne kadar artarsa) o kadar hızla yükselir ve yayılır.

İlk başlayan kıvılcımların yukarısında, yakınında tutuşacak yanıcı maddeler yoksa ya da kıvılcımlar yanıcı maddeyi tutuşturacak ısıya sahip değilse, yangın kendi kendine sönebilir. Alev kümesi odanın tavanına ulaşacak kadarsa odanın her yerine dağılabilmektedir. Çünkü kısa bir zaman diliminde yukarıdaki gaz tabakası, yakıcı dumanlarla yer değiştirebilmektedir. Böylece sıcak hava kütlesi çok yüksek sıcaklıklara erişerek büyük yangını tetikleyen kritik ısıya ulaşmaktadır. Yanıcı madde dolu bir oda ya da yapı, yangının büyümesi açısından çok önemlidir. Bu yanıcı madde yükü sadece yapı değil içindeki yangını besleyen ve yönlendiren mobilya, duvar, yer, tavan

kaplaması da olabilmektedir. Yukarı doğru dikey yayılma, baca türü bir yapı bulunduğu hızlanmaktadır. Merdiven, asansör, hava boşluğu ve duvar boşlukları başka yerdeki alevleri taşıyacak boşluklara sahiptir ve daha hararetli yanmaktadırlar. Aşağı doğru yayılma, alanda uygun bir yanıcı bulunduğu takdirde gerçekleşmektedir. Yanıcılığı olan duvar kaplamaları, özellikle paneller yangını dışa doğru yayacağı gibi aşağı doğru da yayabilmektedir.

Tavan ya da çatı kaplamalarının yanan kısımları, tutuşturma kapasitesi olan yanıcıların üzerine düşebilir ve yukarıdaki büyük yangına karışabilecek yeni yangınlar başlatabilirler. Belli bir uzaklıktan bile yukarıdaki alevler yer kaplamalarını, mobilyaları ve duvarları tutuşturabilir ve yangının büyümesine sebep olabilirler [32].

Yangın, çıktığı yerden yukarı ve dışarı doğru kolayca hareket edebilmektedir. Yangınlar doğal olarak rüzgara doğru hiç hareket etmezler, rüzgara doğru hareket ediyorsa bir hızlandırıcının varlığından şüphelenilmektedir. Yangınlar varlıklarını sürdürebilmek için oksijene ihtiyaç duymaktadırlar, bu sebeple kapalı alan yangınlarında eğer ortamda açık bir pencere varsa yangının hareketi muhtemelen başlangıç noktasından açık pencereye doğru olmaktadır [36].

#### **2.1.4. Kundaklama**

Kundaklama için çok çeşitli tanımlamalar yapılmaktadır. Underdown'un 1979 yılında yaptığı tanıma göre, kasten bir yapıya zarar vermek için bilerek ve isteyerek yangın çıkarmaktır. Kundaklamalar dünya genelinde ağır suç teşkil etmektedir. Bunun en önemli nedenleri mal ve can kayıplarına neden olmasıdır. Bunun yanı sıra sigorta şirketlerini dolandırmak amacıyla yapılan kundaklamalar ise dolandırıcılığın bir çeşidi olarak kabul edilmektedir. Kaza sonucu, istenmeden çıkarılan veya çocuklar tarafından çıkarılan yangınlar kundaklama teriminin içinde yer almazlar [37]. İncelenen her yangında, tersi kanıtlanıncaya kadar kundaklama olasılığı da mutlaka araştırılmalıdır. Kundaklama, mal ve can kaybı açısından trafik ile ilgili suçların hemen arkasından gelmektedir. Kundaklama sonucu bir yılda meydana gelen maddi kayıplar milyarlarca lira olarak tahmin edilmektedir. Yangının çıktığı yerdeki her şey yanıp kül olsa bile olayın anlaşılıp çözülmesini sağlayacak ipuçlarına ulaşılabilir [38]. Kundaklamada yangın farklı noktalarda ortaya çıktığından; tek bir sanık bu noktaların hepsinde aynı anda bulunamayacağı için genellikle suçun kanıtlanmasını

zorlaştırmaktadır. Bundan ötürü bazı ülkelerde (Ör: Norveç) sanığın olay yerinde bulunması, yangın sayısı, olay yerine mesafesi gibi etkenler matematiksel olarak formülize edilerek sanığın kundaklamayı gerçekleştirmiş olma ihtimali istatistiksel olarak belirtilebilmekte ve mahkeme bu sonucu yorumlayarak karar verebilmektedir. Bir diğer zorluk ise çıkan bir yangının kaza sonucu mu yoksa kundaklama sonucu mu meydana geldiğini ortaya çıkarmaktır. Bu alanda çalışan itfaiye personelleri çoğunlukla olayla ilgili ipuçlarını elektronik cihazlarla değerlendirerek bir sonuca varabilmektedirler. Ancak bu işlemde bazı durumlarda, özel eğitilmiş köpekler gelişmiş cihazlardan daha faydalı olabilmektedir. Yetiştirilmiş olan bu köpekler değişik cinslerde olabilse de K-9 türü olanlar en bilinenlerdendir. Yangının çıktığı yerde yapılan incelemelerde hızlandırıcı olarak değerlendirilen petrol kökenli yanıcı ve uçucu sıvı maddelerin tespit edilmesi, yangının kundaklama olarak nitelendirilmesi açısından önemlidir. Kundaklamalarda hızlandırıcı olarak en fazla kullanılan madde benzin olmakla birlikte, tiner, gazyağı ve çeşitli solventler de olabilmektedir. Yangın yerinde kundaklama analizlerinin sağlıklı yapılabilmesi için uzmanların olay yerine vakit kaybetmeden (en geç iki saat içinde) ulaşmış olmaları gerekmektedir. Bu hareket uçucu özelliği sahip olan hızlandırıcı maddelerin ortamdaki ısı sebebiyle buharlaşmadan tespit edilmeleri adına oldukça önem taşımaktadır [27].

İncelenen bir yangın olayında çok sayıda başlangıç noktasının bulunması, yangının kundaklama sonucu ortaya çıktığını gösteren önemli deliller arasında yer almaktadır. Kundakçılar, yangını birkaç yerden aynı anda başlatmayı tercih etmektedirler [39]. Kundaklama hakkında geniş bir alan çalışması yapıldığında, insanları kundakçılık yapmaya sürükleyen sayılamayacak kadar sebebin var olduğu görülmektedir.

#### **2.1.4.1. Kundaklama Nedenleri**

Kundaklama vakalarının meydana gelmesinde psikolojik, siyasi, kıskançlık ve kin duyguları, finansal etmenler, vandalizm vb. nedenler etkili olabilmektedir.

##### **2.1.4.1.1. Davranış Bozukluklarına Bağlı Kundaklamalar**

Bu grupta normal dışı davranışları olan veya ruhsal hastalığı bulunan kundakçılar bulunmaktadır. Kundaklama olaylarına katılan bu tür kişilerin çıkarmış oldukları yangından psikolojik bir dürtü neticesinde zevk aldıkları yapılan araştırmalarla tespit edilmiştir. Bazı araştırmacılar piromanilerin (yangın çıkarma hastalığı olanların) yangın

çıkarmaktan bir tür cinsel haz duyduklarını ileri sürmektedirler [31]. Ayrıca gazetelere yansıyan ve sigorta davalarına konu olan kundaklama olaylarına bakıldığında kundaklama nedeni olarak intikam, nefret, hoşnutsuzluk, can sıkıntısı, kendini kanıtlama isteği veya psikiyatrik hastalıkların gösterildiğini içeren rapor ve belgeleri görmek mümkündür [37].

Piromani, bir dürtü, kontrol bozukluğu olup, yangın çıkarma hastalığı olarak tanımlanmaktadır. Piromanik olan kişiler rahatlama amacıyla yangın çıkarırlar. Çıkardıkları yangınlardan her hangi bir maddi kazanım beklentileri yoktur. Piromanik kişilerin çoğunlukla etraftaki yangınları dikkatli bir şekilde takip ettikleri, yanlış yangın alarmları verdikleri, söndürmeyle ya da yangınla alakalı araçlara özel ilgi gösterdikleri belirtilmektedir [40].

#### **2.1.4.1.2. Özel Suçluluk Durumlarına Bağlı Kundaklamalar**

Her kundaklama olayı başlı başına bir suçtur ve bu gruba kundaklama suçunun yanında başka suçları da işlemiş kundakçılar girmektedir. Bu tür kişilerin yangın çıkarmalarındaki asıl amaç hırsızlık, cinayet veya işledikleri diğer suçları örtbas etmektir. Bahsedilen bu suçlar ferdi olarak işlenebildiği gibi bir organize grubun faaliyeti çerçevesinde de gerçekleşebilmektedir [37].

#### **2.1.4.1.3. Siyasi ve Politik Nedenlere Bağlı Kundaklamalar**

Bu gruptaki kundakçıların amacı baskı ve tehdit ortamı oluşturarak, devlete veya topluma kendi düşünce ve doktrinlerini yaymak veya kabul ettirebilmektir. Ayrıca bazı terör örgütleri kundakçılık yolu ile kendi reklamlarını yapma ve adlarını duyurma yoluna da gitmektedirler. Bununla birlikte, bu gruptaki kundakçılar kaide olarak kendi mallarına zarar vermeyen, bir yeraltı veya terör örgütüne bağlı olan sabotajcılardır [37].

#### **2.1.4.1.4. Çıkar Sağlamak İçin Yapılan Kundaklamalar**

Bu gruptaki bütün kundakçıların ortak özellikleri kundaklamayı bir çıkar veya menfaat elde etmek amacıyla yapmış olmalarıdır. Zimmete para ve mal geçirmek, rakiplerine zarar vermek, ücret karşılığında kundaklama yapmak, önemli bir davanın tanıklarını korkutmak ve işadamlarının gözünü korkutarak onlardan özel koruma ücreti almak gibi yöntemlerle hareket ederler. Ayrıca kendi mallarını ateşe vererek sigorta şirketlerini dolandırmaya çalışanlar da bu gruba dahil edilmektedirler [37].

#### **2.1.4.1.5. İntikam, Kin ve Kiskançlık Sebebiyle Yapılan Kundaklamalar**

Bu grupta, terkedilmiş sevgililer, uzun süredir düşman olan komşular, memnuniyetsiz çalışanlar, tartışan eşler, kandırılmış, sömürülmüş ve ırkçı veya dini düşmanlık taşıyan kişiler bulunmaktadır [41].

#### **2.1.4.1.6.Vandalizm (Kötü Niyetli Zarar Verme) Sebebiyle Yapılan Kundaklamalar**

Vandallar sadece eğlenmek için yangın çıkarmaktadırlar. Son yıllarda metruk binalarda çıkan yangınların pek çoğu vandallar tarafından gerçekleştirilmektedir. Vandallar ayrıca terkedilmiş arabalarda, çöp kutularında ve hurdalık alanlarda da yangın çıkartmaktadırlar. Vandalizm yangınları, son zamanlarda çok yüksek bir hızla artmaktadır [28].

#### **2.1.4.1.7. Diğer Kundaklama Nedenleri**

Yukarıda verilen nedenlerin dışında başka sebepler de kundaklama olaylarının meydana gelmesinde etkili olabilmektedir [42]. Bu nedenler aşağıdaki gibi sıralanabilmektedir:

- Mali sıkıntı,
- Kısa vadeli iş problemleri,
- Kanuni veya kanuna aykırı borç ödemesi,
- Bina tamirataı,
- Gayrimenkul entrikaları,
- Planlanmış iflas,
- İş rekabetinin ortadan kaldırılması,
- Haraç ödemelerinin sağlanması,
- İşçi-yönetim şikayetleri.

#### **2.1.4.2. Kundakçı Profilleri**

Kundaklama olaylarını gerçekleştiren şahıslar yaş, cinsiyet, psikolojik durum, kişisel özellikler gibi kriterlere göre sınıflandırılmaktadırlar. Buna göre başlıca kundakçı profilleri aşağıdaki gibi sıralanmaktadır [40-41].

1. Piromaniak Kundakçı
2. Şizofrenik Kundakçı
3. Kibirli veya Kahraman Kundakçı

4. Tipik Kadın Kundakçı
5. Çocuk Kundakçı
6. Genç Kundakçı

### **2.1.5. Bir Olayın Kundaklama Vakası Olduğunu Düşündüren Belirtiler**

Yangının kasıtlı olarak çıkarıldığını, yani olayın bir kundaklama vakası olduğunu işaret eden bazı önemli belirtiler bulunmaktadır. Bunlar kesin delil niteliği taşımaları bile yol gösterici olabilmektedirler [31, 36]. Bu belirtileri şu şekilde sıralayabiliriz:

1. Yangın yerinde bulunan bazı kişilerin kuşkulu davranışları,
2. Yangın alanına itfaiyecilerin dışında zorla girilmiş olduğunu gösteren işaretlerin bulunması,
3. Duvar, zemin ve çatıda önceden açılmış delikler,
4. Yangının birden fazla yerde aynı zamanda çıkması,
5. Aynı binada daha önce de yangınların çıkmış olması,
6. Yangının olağanüstü bir şekilde yayılmış olması,
7. Yangının aşırı şiddetli olması,
8. Şüpheli bir kokunun varlığının tespiti,
9. Yangının çıktığı yerin pahalı ekipman ve malzemelerin bulunduğu yerin yakınında olması,
10. Daha önceden aynı bölgede birden çok yangın meydana gelmiş olması
11. Aynı şahısın birden çok yangın olayına karışmış olması,
12. Fazla miktarda ısı üreten konteynir ya da cihaz gibi cisimlerin olması,
13. Yangının olağan dışı bir saatte çıkması,
14. Yangının çıkış noktasının alışlagelmişin dışında bir yerde olması,
15. Yangının meydana gelmesi için makul bir sebep bulunmaması,
16. İtfaiye müdahalesi esnasında beklenmedik zorluklarla karşılaşılması,
17. Yangından önce yangın önleme sistemleri ve alarmların devre dışı bırakılması,
18. Şirket kayıtlarının önceden meydana gelen ufak çapta bir yangında tahrip olması,
19. Şirketin mali sıkıntı içerisinde olması,
20. Binanın içindeki eşyaların yangın öncesinde başka eşyalar ile ikame edilmiş veya boşaltılmış olması,

21. Tesisin yahut tesisin içinde bulunan eşyaların sigorta tutarının yangından önce artırılmış olması,
22. Mülk sahibinin tahliye edilmiş olması,
23. Kolluk güçlerinin yangın olayına müdahalesinin ardından sigortadan bir talepte bulunulmaması,
24. Stok sayımı veya denetimden önce yangının meydana gelmesi,
25. Mülk sahibinin tesisten taşınmaya veya tesisi satmaya çalışıyor olması,
26. Mülk sahibinin soruşturmaya itirazda bulunması,
27. Yangının ardından delillerin tahrip edilmiş olması,
28. Binada bulunanların dışarı çıkmasının hemen ardından yangının başlaması,
29. İlgili tarafın olay yerine beklenenden çok daha kısa bir süre içerisinde intikal etmesi,
30. Mülk sahibinin davranışlarının normalin dışında olması (örneğin çok sakin olması),
31. Olay yerinde bulunan manevi değeri olan eşyaların veya hayvanların yangın başlamadan önce binadan çıkarılmış olmaları,
32. Mülk sahibinin sigortasının detaylarını beklenmedik bir şekilde iyi bilmesi ve çok iyi hazırlanmış olması
33. İlgili tarafın yangın yeri ve yangının meydana geldiği zamana dair kimsenin bilmediği detaylara hâkim olması,
34. Olay yerinde kişi/kişiler arasında bir mücadele olduğuna ilişkin delillerin olması,
35. Ölü olarak bulunan kişinin yangın başladığı sırada hayatta olduğuna ilişkin delillerin bulunmaması,
36. Ölen kişiye keyif verici madde verildiğine veya bu şahısın bağlandığına yönelik delillere ulaşılmaması,
37. Ölen kişinin vücudunda yangınla ilişkisi bulunmayan bazı yaraların tespit edilmesi,
38. Yangından sonra bazı kişilerin suçlanması,
39. Yangın öncesinde tehdit alınmış olması,
40. Yangın mahalinin, daha önceden siyasi eylemcilerin veya vahşet yanlısı kişiler tarafından hedef alınmış olması,
41. Görgü tanıklarının ifadelerinin birbirlerinden farklı veya çelişkili olmasıdır.

Yangın olayının gerçekleştiği yerde yapılan incelemeler sonucunda yangının isteyerek çıkarılmış olduğunu gösteren bazı temel belirtiler bulunmaktadır. Bu belirtiler pozitif ve negatif belirtiler olarak ikiye ayrılmaktadır.

#### **2.1.5.1. Pozitif Belirtiler**

Yangının kundaklama olduğunu net bir şekilde gözler önüne seren belirtilerdir. Örneğin, yangının çıkış noktasında, içinde hızlandırıcı, ağızda bez parçası bulunan şişe ve bunun gibi net kanıtlar bulunması durumunda başka ihtimallerin araştırılmasının anlamı yoktur [28].

#### **2.1.5.2. Negatif Belirtiler**

Bu tip belirtilerde, yangının çıkış nedeni tam olarak saptanamamaktadır ancak kendiliğinden çıktığını gösteren delillere de rastlanamamaktadır. Böyle durumlarda derinlemesine incelemeler yapılarak, yangının kundaklama olduğunu kanıtlayacak delillerin bulunması gerekmektedir [36].

#### **2.1.6. Kundaklamanın Yasal Boyutu**

Kundaklama vakaları Türk Ceza Kanunu'nda yer alan çeşitli maddelere göre değerlendirilerek, suçun niteliğine göre cezalandırılmaktadır. Buna göre 5237 sayılı Türk Ceza Kanunu ikinci kısım birinci bölümde [44];

“MADDE 82.

(1) Kasten öldürme suçunun; c) Yangın, su baskını, tahrip, batırma veya bombalama ya da nükleer, biyolojik veya kimyasal silâh kullanmak suretiyle işlenmesi hâlinde, kişi ağırlaştırılmış müebbet hapis cezası ile cezalandırılır.”

“MADDE 152.

(1) Mala zarar verme suçunun; b) Yangına, sel ve taşkına, kazaya ve diğer felaketlere karşı korunmaya tahsis edilmiş her türlü eşya veya tesis hakkında işlenmesi hâlinde, fail hakkında bir yıldan altı yıla kadar hapis cezasına hükmolunur.

(2) Mala zarar verme suçunun; a) Yakarak, yakıcı veya patlayıcı madde kullanarak, işlenmesi hâlinde, verilecek ceza iki katına kadar artırılır.”

“MADDE 170.



(1) Kişilerin hayatı, sağlığı veya malvarlığı bakımından tehlikeli olacak biçimde ya da kişilerde korku, kaygı veya panik yaratabilecek tarzda; a) Yangın çıkaran kişi, altı aydan üç yıla kadar hapis cezası ile cezalandırılır.

(2) Yangın, bina çökmesi, toprak kayması, çığ düşmesi, sel veya taşkın tehlikesine neden olan kişi, üç aydan bir yıla kadar hapis veya adlî para cezası ile cezalandırılır.”  
“MADDE 171.

(1) Taksirle; a) Yangına, b) Bina çökmesine, toprak kaymasına, çığ düşmesine, sel veya taşkına neden olan kişi, fiilin başkalarının hayatı, sağlığı veya malvarlığı bakımından tehlikeli olması hâlinde, üç aydan bir yıla kadar hapis cezası ile cezalandırılır.” ifadeleri bulunmaktadır.

Ayrıca 756 sayılı Türk Ceza Kanunu ikinci kitap yedinci bölümde ise;  
“MADDE 369.

Bir binaya ve sair inşaata ve henüz biçilmemiş veya biçilmiş mahsulata veya hububata ve erzak yığın veya ambarına ateş verip kısmen veya tamamen yakan kimse üç seneden altı seneye kadar ağır hapis cezasıyla cezalandırılır.

MADDE 370.

Süknaya mahsus bir binaya yahut ammeye müteallik binalara veyahut ammenin istimaline mahsus bir mahalle veya sanayi tezgahlarına ve tüccar ambarlarına iştiial ve infilakı kabil şeylerin mahzenlerine ve tersanelere ve şimendifer arabalarına ve madenlere (...) ateş verip kısmen veya tamamen yakanlar beş seneden ağır olmamak üzere ağır hapse mahkum olur. (Not: (...) içinde yer alan "ve ormanlara" ibaresi 4.7.1995 tarihli ve 4114 sayılı kanunun 5. maddesi ile metinden çıkarılmıştır.)

MADDE 371.

Yakılan hususi binalar ve mahsulat kıymetçe az olduğu surette fail 369. maddede üç aydan, 370. maddede altı aydan üç seneye kadar hapsolunur.

MADDE 381.

369 ve 370 ve 371 ve 372 ve 377nci maddeler ahkâmı, kendisine ait bina ve eşya hakkında geçen maddelerde yazılı olan fiillerden birini işleyip'te o maddelerde gösterilen surette başkasına şahsen veya malen zarara veya tehlikeye koyan kimse hakkında dahi tatbik olunur.

Eğer fiil sigorta bedelini yahut haksız bir menfaati ele geçirmek maksadına mübteni ise ceza altıda birden üçte bire kadar çoğaltılır.

MADDE 382.

(Değişik: 11/6/1939 - 3038/1 md.) 369, 370, 371, 372, 373, 376, 377, 378, 379, 380, 381'inci maddelerde yazılı olan fiiller bir şahsın hayatını tehlikeye koymuş olduğu takdirde muayyen olan ceza yarısı derecesinde arttırılır ve bu ceza kanunen muayyen olan cezanın azami haddini geçebilir. Ölümüne sebep olmuş ise ceza müebbed ağır haptir.

MADDE 383.

Bir kimse tedbirsizlik veya dikkatsizlik veya meslek ve sanatta tecrübesizlik veya nizam ve emir ve kaidelere riayetsizlik neticesi olarak bir yangına veya infilaka veya batmağa ve deniz kazasına veya umumi bir tehlikeyi mutazammın tahribat ta ve musibetlere sebebiyet verirse otuz aya kadar hapse ve yüz liraya kadar ağır cezayı nakdiye mahkum olur. Eğer bu fiilden bir şahsın hayatınca tehlike hasıl olursa altı aydan beş seneye kadar hapse ve elli liradan yüzelli liraya kadar ağır cezayı nakdiye ve bundan ölüm vukua gelirse beş seneden fazla olmamak üzere ağır hapse ve yüz liradan beşyüz liraya kadar ağır cezayı nakdiye mahkum olur.” ifadeleri yer almaktadır [28, 43, 44].

## **2.2. Adli Bilimler**

Adli bilimler, ‘pozitif bilimlerin adli vakalara uygulanması’ olarak tarif edilen çok disiplinli bir sistemler bütünüdür. Adli bilimlerle ilgili farklı kaynaklarda çeşitli tanımlar yapılmaktadır. Bu tanımlar:

Adli bilimler, doğa bilimlerinin hukuk alanına uygulanmasıdır. Adli bilimlerle ilgilenenler, bilimsel yöntemlerle geçmişte yaşanmış bir vakayı canlandırarak olayın hukuksal olarak değerlendirilmesine yardımcı olmaktadır [45].

Adli Bilimler, bilimsel gerçeklerin yasal sorunlara uygulanmasıdır. Adli süreçte adli bilimlerden yararlanılmaktadır ve her biri kendi alanında uzman kişiler tarafından mahkemelerde bilirkişilik yapılmaktadır [46].

Adli bilimler, suç ve suçluların belirlenmesinde bilimsel metodları kullanan bir bilim dalıdır [47].

Adli bilimler, Fen Bilimleri, Tıp ve Sosyal Bilimler alanlarıyla ilgili bilgileri adaletin hizmetine sunarak, adli olayların çözülmesine katkı sağlayan bir bilim dalıdır [48].

Günümüzde adli bilimler, çok geniş bir uygulama alanına sahiptir. Adli bilimlerden, mağdurun uğradığı saldırı, gasp, hırsızlık, adam kaçıрма, tecavüz, cinayet gibi olayların aydınlatılmasında kullanıldığı gibi, yiyeceklerin, içeceklerin pazarlanmasında, ilaçların üretilmesinde, besin koruyucularının kullanılmasında, içme sularında saflık normlarına uyulup uyulmadığına, kanunların veya düzenlemelerin ihlal edilip edilmediğinin anlaşılması gibi birçok alanda yararlanılmaktadır. Bunların yanı sıra dökümanlardaki sahteciliğin ve kalpazanlığın araştırılması gibi davalarda da adli bilimler etkin bir şekilde kullanılmaktadır. Adli bilimler, bu geniş uygulama alanı içinde patoloji (vücut dokuları ve sıvılarının incelenmesi), toksikoloji (narkotikler dahil olmak üzere zehirler üzerinde çalışma), odontoloji (dişler üzerinde çalışma), palinoloji, psikiyatri, antropoloji (insanlar ile ilgili çalışma), entomoloji, meteoroloji, astronomi, otomotiv, balistik, biyoloji, kimya ve fizik gibi birçok bilim dalı ile de çok sıkı bir ilişki içerisinde [49].

### **2.2.1. Kriminoloji**

Kriminoloji, Türkçe'de "Suç Bilimi" anlamına gelmektedir. Kriminoloji ile ilgili çeşitli tanımlar bulunmaktadır. Kriminolojinin, toplumu tüm yönleri ile inceleyen sosyoloji bilimine benzemesine rağmen diğer birçok bilim dalından da yararlanan bir sentez bilimi olması sebebiyle farklılık gösterdiği belirtilmiştir [50]. Kriminoloji, kanunun suç saydığı fiillerin faillerini soruşturmada, delillerden yararlanılarak bilimsel esaslarla açıklama getiren bir bilim dalıdır şeklinde tanımlanmaktadır [51]. Kriminoloji, 'Suçu, sosyal bir olay gibi ele alan bilgilerin bütünüdür' şeklinde de belirtilmiştir [52]. Bu bilim dalının içine, kanunları ihlal etmek, kanunları yapmak ve kanunların ihlâl edilmesine tepkide bulunma aşamaları da girmektedir. Bu anlamda kriminolojinin amacı suçu önlemeye, kanun sürecine ve suçlularla ilgili gerekli tedbirleri almaya ilişkin ilkeler ile diğer tipteki bilgilerin bütününe kapsamaktadır [52].

"Kriminoloji" sözcüğü ilk olarak Fransız hekim Topianard tarafından kullanılmıştır. Bu adı taşıyan ilk eser, 19. yüzyılda Garofalo tarafından yayımlanmıştır [52].

### **2.2.2. Kriminalistik**

Kriminalistik, adli bilimlerin bir alt dalıdır. Kriminalistik terimi ilk kez Gross tarafından 1891'de kullanılmıştır [53]. Dünyanın ilk kriminal laboratuvarı, Fransa'da Locard tarafından 1910 yılında Lyon Üniversitesi'nde kurulmuştur. Locard, 1. Dünya Savaşı'nda Fransız Gizli Servisi'nde çalışırken, esirlerin ve askerlerin kıyafetleri üzerindeki kalıntıları inceleyerek, bu kişilerin hangi ortamlarda bulunduğunu belirlemeye çalışmıştır.

Kriminalistik, bilimsel yöntem-araçları kullanarak suçu aydınlatma ve suçluyu bulma tekniğidir. Günümüzde kriminalistik bilimi, fiziksel, kimyasal ve biyolojik bulguların aranması ve değerlendirilmesiyle çoğu olayda failerin kimliğine dair ipucu çıkaran bir noktaya ulaşmıştır. Failerin kimliklerinin tespitinin yanısıra, kriminalistiğin bir diğer hedefi de suçla ilgisi olmayan şahısların olayla ilişkilendirilmelerinin önlenmesidir [53].

### **2.2.3. Olay Yeri**

Olay yeri, suçların aydınlatılmasında kilit bir role sahiptir. Alanında uzman ekipler tarafından modern teknikler kullanılarak olay yeri incelendiğinde, çoğunlukla suç, mağdur ve sanıkla ilgili ipuçları elde edilebilmektedir. Bu deliller, soruşturmanın her aşamasına katkı sağlamaktadır.

Suç sonrası, suçu işleyenler tarafından olay yerinde bırakılan deliller, olayların çözülmesinde çok büyük rol oynamaktadır.

Hazırlık soruşturması yapan Cumhuriyet Savcısı için olay yerindeki deliller, suçlunun yakalanması, mahkeme aşamasında suçun aydınlatılması, suçsuz kişilerin aklanması ve suçluların ceza almasını sağlamada hayati öneme sahiptir.

Olay yerinin incelemesi ve soruşturulması sırasında maddi delillerin bozulmadan korunması, doğru şekilde toplanması ve değerlendirilmesi ceza adalet sistemimizin en önemli görevlerindendir [53]. Olay yerindeki gerekli incelemeler hâkim, savcı, polis, jandarma veya adli bilim uzmanı tarafından yapılmaktadır. Olay yerinde inceleme yapılırken steril çalışılmalı, ortama atık maddeler sokulmamalı, olay yeri fotoğraflanmalı ve eğer mümkün ise olay yerinin görüntüsü kameraya kaydedilmelidir [54].

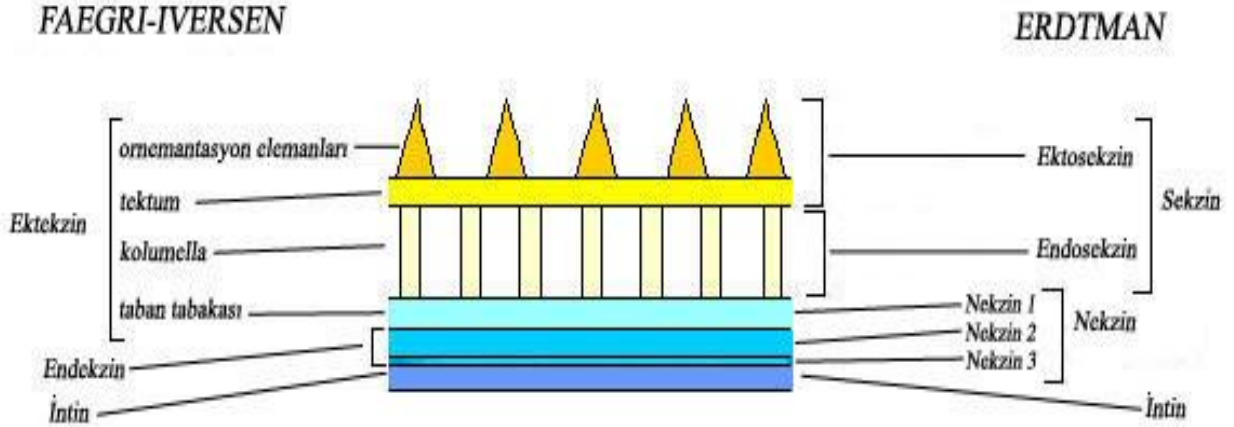
### 2.3. Polen ve Palinoloji

Tohumlu bitkilerin erkek üreme birimi olan polen ilk olarak Grew tarafından spermatik globüller olarak tanımlanmıştır. Polen terimi, ilk kez Carl von Linné tarafından 1751 yılında yayımlanan “Philosophia Botanica” adlı eserinde kullanılmıştır [7].

Polen şekilleri taksonlar arasında farklılık göstermektedir. Bu farklılık taksonların tozlaşma biçimlerine, buldukları çevreye, sporoderm tabakalarının yapısına, apertür çeşidine ve polenlerin ornamantasyonlarına göre değişiklik göstermektedir [55-58].

Polen çevresindeki duvar **sporoderm tabakası** olarak isimlendirilmektedir. Sporoderm tabakası kompleks bir yapıya sahip olup çeşitli katmanlardan oluşmaktadır.

Polenlerin dış yüzeyindeki tabaka **ekzin** tabakasıdır. Yüksek yapılı bitkilerin polenlerinde ekzin tabakalanması oldukça belirgindir ve bu tabakalara çeşitli araştırmacılar farklı isimler vermişlerdir (Şekil 2.3). Ekzin tabakalarının adlandırılmasında günümüzde kullanılan terminolojiler Erdtman ve Faegri&Iversen tarafından geliştirilmiştir [57].



Şekil 2.3. Faegri-Iversen ve Erdtman'a göre ekzin tabakalanması.

Erdtman terminolojisinde ekzin, **sekzin** ve **nekzin** olarak adlandırılan iki tabakadan meydana gelmektedir. Sekzin tabakasının dış kısmına **ektosekzin** ve iç kısmına **endosekzin** adı verilmektedir. Nekzin tabakası ise kendi içinde **nekzin 1**, **nekzin 2** ve **nekzin 3** olarak ayrılmıştır.

Faegri-Iversen terminolojisinde ekzin katmanı içte **endekzin ve** dışta **ektekzin** adı verilen iki katmandan oluşmaktadır. Bu terminolojiye göre ektekin, içten dışa **taban tabakası, kolumella** ve **tektum** olmak üzere üç katmandan oluşmaktadır.

Polenlerde tektum tabakası **intektat, semitektat** ve **tektat** olmak üzere üç şekilde bulunmaktadır. **İntektat polenlerin** ekzin yapılarında tektum tabakası bulunmamaktadır. **Semitektat polenler**, ekzin yapılarında parçalı, kesintiye uğramış tektum tabakası bulundurmaktadır. **Tektat polenler** ise ekzin yapılarında kesintisiz bir tektum katmanı bulundurmaktadırlar.

Polenlerde ekzin süslenmesini oluşturan ornemantasyon elemanları tektum yüzeyinde yer almaktadır. Ancak bazı polenlerde, ornemantasyon elemanları gerçek değildir. Bu polenler kendi içlerinde dörde ayrılmaktadır. Bunlar **psilat, foveolat, perforat** ve **fossulat** olarak sınıflandırılmaktadırlar. Psilat tip ornemantasyonda tektum yüzeyi düz, faveolat tipte tektum yüzeyi çapı 1 µm olan çukurlar ile kaplı, perforat tipte tektum yüzeyi çapı 1 µm'den küçük çukurluklar ile kaplı ve fossulat tipte ise tektum yüzeyi oluklar ile kaplıdır.

Ornemantasyon elemanları gerçek olan polenler ise kendi içlerinde yediye ayrılmaktadırlar. Tektumun üzerindeki çıkıntılar 3 µm'den uzun ve ucu sivri ise **spin** denilmektedir. Polen yüzeyi spinlerle kaplı olan ornemantasyon **ekinat** olarak adlandırılmaktadır. Tektumun üzerinde yer alan çıkıntılar 3 µm'den kısa ve ucu sivri ise **spinül** adını almaktadır. Polen yüzeyi spinüllerle kaplı olan ornemantasyon **skabrat** olarak tanımlanmaktadır. Tektum üzerinde bulunan siğil şeklindeki kabarcıklara **vart** denilmektedir. Polen yüzeyi vartlar ile kaplı ise bu ornemantasyon çeşidi **verrukat** olarak tanımlanmaktadır. Vart bazellerinin daralmasıyla **gemma** adı verilen yapılar meydana gelmektedir. Polen yüzeyi gemmalar ile kaplı olan ornemantasyon **gemmat** olarak tanımlanmaktadır. Tektumun üzerindeki çıkıntılar çubuk şeklinde ve uçları küt ise bunlara **bakulum** denir. Polen yüzeyi bakulumlarla kaplı olduğunda ornemantasyon **bakulat** adını almaktadır. Bakulaların baş kısmında meydana gelen ufak genişlemeler sonucu **klava** yapıları oluşmaktadır. Klavaların oluşturduğu ornemantasyon çeşidine ise **klavat** denilmektedir. Bakulaların baş kısımlarında meydana gelen değişiklikler tokmak biçiminde olduğu zaman **pilum** yapıları oluşmaktadır. Pilumların oluşturduğu

ornemantasyona ise **pilat** denilmektedir. Pilum iki kısımdan oluşmaktadır ve çubuk kısmı **bakulum**, baş kısmı ise **kapitulum** olarak tanımlanmaktadır. Polen yüzeyindeki pilumların birleşmeleriyle çeşitli ornemanyasyonlar meydana gelmektedir. Kapitulumların ağsı bir şekilde birleşmeleri **retikülat** olarak tanımlanan ornemantasyonu ortaya çıkarmaktadır. Kapitulumların sıralı bir şekilde birleşmesi sonucu oluşan duvar yapısı **murus (muri)**, oluşan bu duvar yapılarının arasında kalan boşluk ise **lümen** olarak adlandırılmaktadır. Murusların tam olarak birleşmediği ve retikülat ornemantasyona benzer bir yapıya sahip olan ornemantasyon çeşidi **retipilat** adını almaktadır. Kapitulumların birbirleriyle paralel ve uzun çizgiler oluşturacak şekilde birleşmesiyle ortaya çıkan ornemantasyon şekline **striat** denilmektedir. Ancak kapitulumlar kısa ve düzensiz sıralar oluşturacak şekilde birleşmişler ise bu ornemantasyona çeşidi **rugulat** olarak tanımlanmaktadır.

Bir polenin hangi taksona ait olduğunun tespitinde değerlendirilmesi gereken bir diğer palinolojik özellik ise **apertür yapısıdır**. Apertürler, ekzin tabakasının ince olduğu veya bulunmadığı yerler olup dişi çiçeğin tepeciğine gelmiş olan polenin çimlenmesi sırasında oluşturduğu polen tütünün polenden çıktığı yerlerdir. Polenlerde apertürler **kolpus** veya **por** olarak iki çeşide ayrılmaktadır. Kolpuslar, uzun bir yarık şeklinde olan, sivri ya da yuvarlak uçlu apertürlerdir. Kolpus şeklinde apertür bulunduran polenlere **kolpat** adı verilmektedir. Porlar ise, elips ya da yuvarlak şeklinde olan apertürlerdir. Sadece por şeklinde apertür ihtiva eden polenlere ise **porat** adı verilmektedir. Polenlerde, porlar ekvator çizgisi üzerinde veya tüm yüzeyde eşit aralıklarla dağılmış şekilde bulunurken, kolpuslar ise ekvator çizgisine dik şekilde bulunmaktadırlar. Bunun yanı sıra bazı polenlerde hem por hem de kolpus şeklindeki apertürler birlikte bulunmaktadır. Bu tip polenler ise **kolporat** adını almaktadır.

Polen morfolojisinde apertürün çeşidine göre iki por arasında kalan alana **mezoporiyum**, iki kolpus arasında kalan alana ise **mezokolpiyum** adı verilmektedir. Polenlerin kutuplarında apertür bulunmayan bir alan mevcuttur. Bu alan porlar ile sonlanmakta ise **apoporiyum**, kolpus uçları ile sonlanmakta ise **apokolpiyum** olarak adlandırılmaktadır.

Polen oluşumu sırasında meydana gelen tetrad yapıda, polenlerin tetradın iç kısmına bakan yüzeyleri **proksimal yüzey**, dış kısmına bakan yüzeyleri ise **distal yüzey** adını almaktadır. Proksimal yüzeyin kutup noktasına **proksimal kutup**, distal yüzeyin kutup noktasına ise **distal kutup** denilmektedir. Polen ve sporların distal ve proksimal yüzeylerini birleştiren düzleme **ekvatorial düzlem** adı verilmektedir. Bu düzlemin ölçülmesiyle polenin **ekvatorial çapını** hesaplanmaktadır. Distal ve proksimal kutupların arasında kalan mesafe ise **polar eksen** olarak adlandırılmaktadır. Polar eksen ekvatorial eksenine dik kesmektedir. Polen ve sporlar Işık Mikroskobu incelemelerinde iki çeşit görünüşte olabilmektedir. Eğer proksimal veya distal kutup gözlenmekte ise buna **polar görünüş**, ekvator bölgesi gözlenmekte ise **ekvatorial görünüş** olarak tanımlanmaktadır.

Polenlerin şekilleri, polar eksen (P) uzunluğunun, ekvatorial eksen (E) uzunluğuna bölünmesi (P/E) sonucu elde edilen sayıya göre belirlenmektedir. Polenin polar ekseninin, ekvatorial eksenine oranı 0.50'den daha az ise **peroblat**, oran 0.50-0.75 değeri arasında ise **oblat**, oran 0.75-0.88 değerleri arasında ise **suboblat**, oran 0.88-1.14 değerleri arasında ise **sferoid**, oran 0.88-1.00 değerleri arasında ise **oblat sferoid**, 1.00-1.14 değerleri arasında ise **prolat sferoid**, oran 1.14-1.33 değerleri arasında ise **subprolat**, oran 1.33-2.00 değerleri arasında ise **prolat** ve oran 2 katı ise **perprolat** olarak adlandırılmaktadır [5].

Palinoloji terimi Antik Yunanca'da πάλη (*pale*) "toz", παλύνω (*paluno*) "serpmek" ve λογία (*logia*) "bilim" kelimelerinden oluşturulmuştur [58]. Palinoloji spor, polen ve palinomorflarla ilgilenen bilim dalıdır. Kendi içinde aeropalinojisi, iatropalinojisi, polen morfolojisi, kapropalinojisi, kryopalinojisi, polen kimyası, melissopalinojisi, paleopalinojisi, adli palinojisi, farmakopalinojisi gibi alt bilim dallarına ayrılmaktadır.

**Polen Morfolojisi:** Palinotaksonomi, bitkilerin sınıflandırılmasında kullanılmaktadır. Bu bilim dalı aracılığıyla polenlerin ait olduğu taksona has özellikleri belirlenerek bitkilerin ailesi, cins veya tür düzeyinde sınıflandırılmasına önemli ölçüde katkı sağlanmaktadır.



**Aeropalinojji:** Atmosferdeki polen ve sporların tanımını, aylık, haftalık, günlük miktarlarını ve meteorolojik faktörlere göre havadaki değişimlerini inceleyen bilim dalıdır.

**Kapropalinojji:** Taşlaşmış ya da taze hayvan dışkısı içerisindeki palinomorfları araştıran bilim dalıdır. Kapropalinojji çalışmalarında amaç, araştırmaya konu olan hayvanın beslenme davranışını, yaşadığı ortamın iklim ve vejetasyonunu saptamaktır.

**Kryopalinojji:** Buzul katmanlarında bulunan palinomorfları inceleyen bilim dalına kryopalinojji denir. Özellikle spor ve polenler, bir bölgenin geçmiş dönemlerde sahip olduğu iklim ve vejetasyon hakkında önemli ipuçları ortaya koymaktadır.

**Polen Kimyası:** Polenlerin organik ve inorganik bileşiklerinin tespit edilmesine yardımcı olan bilim dalıdır.

**Paleopalinojji:** Polenler sıcaklığa, kuvvetli asitlere ve mikroorganizma etkilerine karşı son derece dayanıklıdır. Bu nedenle turbalık, bataklık ve toprakta biriken polenler jeolojik devirler boyunca özelliklerini kaybetmeden fosilleşebilmektedir. Fosilleşen bu spor, polen ve palinomorfları topraktan analiz ederek inceleyen bilim dalına paleopalinojji (jeopalinojji) denir. Paleopalinojji, stratigrafik, çevre, kuaterner ve arkeolojik palinojji olmak üzere dört bölümden oluşmaktadır.

**a. Stratigrafik palinojji:** Herhangi bir çağa ait sediment dizilerini birbiri ile karşılaştırmak ya da bu dizilerin kronolojik kontrollerini sağlamak için palinomorfları kullanan bilim dalıdır. Bu bilim dalının çalışmaları, kömür ve petrol yataklarının bulunmasında oldukça etkili sonuçlar vermektedir.

**b. Çevre palinojji:** Paleopalinojji çalışmalarından elde edilen verilerin sıklıkla kullanıldığı alanlardan biri de çevre palinojjisidir. Çevre palinojji, geçmiş dönemlerdeki vejetasyonun saptanmasına katkıda bulunan bilim dallarından biridir. Eski bir dönemdeki iklim (paleoklimatoloji), ekoloji (paleoekoloji), coğrafik yapı (paleocoğrafya) vb. konular ile ilgili pek çok ipucu, o zamana ait vejetasyonun bilinmesi ile sağlanmaktadır.

**c. Kuaterner palinojji:** Palinojinin bu altdalı, spor, polen ve benzer mikrofosillerin Kuaterner çağa ait toprak sedimentlerindeki kantitatif analizleri konu edinmektedir. Kuaterner çağı insanın gelişip doğaya hükmetmeye

başladığı zamanları kapsamaktadır. Bu nedenle, çevresel değişikliklerin insanlar üzerindeki etkileri ve insanların çevre üzerindeki etkileri kuaterner palinolojinin en önemli iki konu başlığını oluşturmaktadır.

**d. Arkeolojik palinoloji:** Arkeolojik kazılardan elde edilen örneklerde yapılan palinolojik araştırmaları konu edinmektedir. Arkeopalinolojik bulgular, tarih öncesi beslenme alışkanlığı, insanın vejetasyon üzerindeki etkisi, bitkilerin kültivasyonu ve ıslahı gibi konularda çeşitli bilgileri gün ışığına çıkarmaktadır. Palinolojik araştırmaların başarılı bir şekilde yürütülebilmesi için palinomorfaların doğru teşhis edilmeleri çok önemlidir. Bunun için kitaplar, referans preparatlar ve palinolojik veri tabanlarından yararlanılmaktadır. Günümüzde veri tabanları, güncel ve kolay ulaşılabilir bilgiler içerdiği için bilim adamları tarafından daha çok tercih edilmektedir.

**Adli Palinoloji:** Palinomorf, spor ve polenlerin kriminal olaylarda delil olarak kullanılmasına olanak sağlayan bir bilim dalıdır. Palinomorfolojik deliller, davayı çözümlenmede, suç mahalini tespit etmede, olayın meydana geldiği zamanı belirlemede ya da işlenmiş suçlarla ilgili fikir yürütmede önemli bilgiler vermektedir [19].

#### **2.4. Adli Palinoloji**

Adli palinoloji, şüpheli, mağdur, olay yeri ve olay zamanı arasında ilişki kurmak, suçun ispatını sağlamak, şüphelinin ifadesini doğrulamak, şüpheli sayısını azaltmak, vaka ile ilgili yapılan araştırmalarda kolluk kuvvetlerine yardımcı olmak, çeşitli dolandırıcılık ve narkotik suçların çözülmesinde polen, spor ve palinomorfaları kullanan bir bilim dalıdır [15, 19].

Bitkiler erkek üreme birimlerini çeşitli şekillerde etrafa yaymaktadırlar. Erkek üreme birimlerinin yayılışlarına göre bitkiler dört gruba ayrılmaktadır ve bu durum adli palinoloji açısından büyük öneme sahiptir. Sucul bitkiler genellikle suda yaşamaktadır ve bu taksonlar polenlerini suya bırakmaktadırlar. Böyle bitkilere **hidrogam** (sucul) bitkiler adı verilmektedir. Polenin bir çiçeğin anterinden, diğer bir çiçeğin stigmasına taşınması su dalgaları ile gerçekleşmektedir. Bu tozlaşma biçimi tesadüfi gerçekleşmektedir. Hidrogam bitkilerin polenlerine ait ekzin tabakası ya çok ince yapıdadır ya da tamamen yok olmuştur. Bu tip polenler, sudan çıkarıldıklarında hızlı bir şekilde oksitlenerek

yapıları deforme olduğundan adli palinolojik çalışmalar için çok fazla önem taşımamaktadırlar.

Polenleri rüzgâr ile yayılan bitkiler **anemogam** bitkilerdir. Tohumuz bitkiler, gymnospermlerin çoğu ve monokotil bitkiler bu grupta bulunmaktadır. Anemogamlar dölleme ihtimalleri düşük olduğundan basit hava akımlarıyla bile uzak mesafelere taşınabilen çok sayıda spor ya da polen üretmektedirler. Anemogamlar tarafından meydana getirilen milyonlarca polen/spor, atmosfere salınmakta ve çok geniş alanlara yayılmaktadırlar. Bu durum adli olayların bir kısmı için dezavantaj oluşturmaktadır.

Kendi kendilerini dölleyebilen bitkiler **otogam** bitkilerdir. Otogam bitkiler dölleme ihtimallerinin oldukça yüksek olması sebebiyle az sayıda polen üretmektedirler. Bu nedenle, otogam bitkilere ait polenler, kişi ya da nesnenin bitkiye doğrudan dokunması ya da çok yakınında bulunması ile bulaşabilmektedirler. Bu durum adli vakalarda olay yeri ve olay zamanının tespitinde önemli rol oynamaktadır

Polenlerini dişi organın tepeciğine hayvanlar aracılığıyla ulaştıran bitkiler **zoogam** bitkilerdir. Tozlaşmaya, arı, kuş, yarasa, kertenkele, küçük memeliler vb. hayvanlar aracılık edebilmektedir. Adli palinoloji çalışmaları açısından zoogam bitki polenleri en önemli grubu oluşturmaktadır. Adli palinolojik çalışmalar açısından zoogam bitki polenlerinin önemli olmasının iki sebebi vardır. Bunlardan ilki, bu polenlerin sporoderm tabakasının çok dayanıklı olmasıdır. Bu sebeple, diğer tozlaşma biçimlerini kullanan bitki polenlerine göre, yapıları bozulmadan doğada çok daha uzun süre kalabilmektedirler. İkincisi ise zoogam bitkilerin düşük miktarlarda polen üretmesidir. Bu durum da hazırlanan bir preparatta zoogam bitki polenlerinin bulunma ihtimalini düşürmektedir. Böylece adli palinolojik bir preparatta zoogam bitki polenine rastlanması doğrudan temasla bir bulaşma olduğu anlamına gelmektedir.

Bitkilerin tozlaşma biçimleri ve bu bitkilere ait polenlerin teşhisi adli bir olayın çözümünde oldukça önemlidir.

Adli palinolojik örneklerde bitkilerin tozlaşma şekillerinin dışında, tozlaşma dönemleri de oldukça önemlidir. Bitkilerin tozlaşma dönemlerinin başlangıç zamanı ve süresi birbirinden farklılık göstermektedir. Bu nedenle adli bir vakada, özellikle olay zamanı tespitinde bu farklılıkların göz önünde bulundurulması önem taşımaktadır.

Spor ve polenlerin yere düşme hızları, adli vakaların çözümünde kullanılacak diğer bir ayırt edici özelliktir. Hafif polenler yere çok yavaş düştüklerinden dolayı ana bitkiden çok uzak mesafelere taşınabilirken, ağır polenler yere hızlı bir şekilde düştükleri için ana bitkiden fazla uzaklaşmamaktadırlar. Bu nedenle ağır polenler adli vakalarda olay yerinin tespiti açısından daha kesin sonuçlara ulaşılmasını sağlamaktadırlar [19].

#### **2.4.1. Adli Palinolojik Delillerin Toplanabileceği Yerler**

Adli palinolojik deliller çok çeşitli kaynaklardan toplanabilmektedirler. Bunlardan bazıları:

- Aletler (olayda kullanıldığı düşünülen tabanca, tüfek, çatal, bıçak, kürek, tırmık, çapa gibi aletlerin üzerinde bulunan yağlı ya da topraklı kalıntılar.)

- Koli bantları ve ambalaj malzemeleri
- Ayakkabıların tabanlarındaki çamur ve toprak partikülleri
- Bal, balmumu, çam sakızı ve reçine gibi yapışkan maddeler
- Battaniye, halı, kilim gibi yaygılar
- Boyalar, boyalı ya da boyanmamış ahşap ya da benzeri malzemeler
- Cinayet olaylarında kadavra (solunum yolları, bağırsak ve mide içeriği, deri, el ve ayak parmak ya da tırnak araları)

- Çeşitli nesnelere üzerindeki lekeler, tozlar veya kağıtlar
- Çuval, torba ve poşetler
- Deri, deri postlar, hayvan kürkleri, yün ve bitki lifleri
- Duvar yüzeyi, benzeri yapılar, radyatörler ve tel örgüler
- Elbise, pantolon, çorap vb tekstil ürünleri üzerindeki kirler
- İp, halat ve sepetler
- Kağıt banknot ve bozuk paralar
- Kapı sürgüleri ve üzerindeki anahtar deliği gibi kısımlar
- Kuru meyveler (kuru kayısı, kuru üzüm vb.)

- Mantarlar, bitkiler ve bitkilerin dal, yaprak, meyve ve tohum gibi parçaları
- Mobilyaların köşelerinde, döşemelerinde birikmiş olan tozlar
- Mutfak malzemeleri (çay, ekmek, kahve, şeker gibi maddeler ve kaplar)
- Narkotik maddeler (afyon, eroin, esrar, kokain) ve tütün mamülleri
- Olay yeri ve çevresinden alınan toprak örnekleri
- Prezervatif
- Saçlar
- Taşıtların gaz, fren ve debriyaj pedalları, hava filtreleri gibi parçaları ve taşıt lastikleri üzerinde bulunan kir ve çamur partikülleri
- Yağlar ve yağ bulaşmış nesnelere

Olay yerinden polen ve spor örneklerinin doğru şekillerde toplanmaması ya da toplandıktan sonra iyi korunmayarak bozulması, örneklerin adli vakalarda delil olarak kullanılabilirliğini engellemektedir. Bu nedenle emniyet birimleri, bu örneklerin analiz için toplanması sürecinde adli palinologlar ile işbirliği yapmalıdır. Spor ve polen örnekleri adli palinoloji alanında bilgi sahibi olan bir uzman tarafından toplanmalıdır. Bu kişiler örnekleri doğru şekilde, yeterli miktarlarda, kontamine etmeden toplayıp, muhafaza edebilir ve analiz sürecinden geçirebilir.

Olay yerinden örnekler alınırken bazı ekipmanlara ihtiyaç duyulmaktadır. Bu ekipmanlar ise şu şekilde sıralanabilir:

- Küçük bir kürek ya da spatül
- Kıl fırça
- Küçük bir çapa ya da mala
- Plastik ya da metal pens
- Diseksiyon iğnesi
- % 70'lik etil alkol

- Gazlı bez
- Şarjlı minik elektrik süpürgesi
- Uçları pamuklu kulak temizleme çubuğu (Özellikle burun mukozasından ya da kulak yolundan örnek almak için kullanılacak ve bulaşmış materyali içeren bu çubuk delil poşetine konulacaktır.)

- Delil poşetleri

Olay yeri ekiplerinin adlı örnekleri toplarken dikkat etmesi gereken önemli noktalar vardır. Bunların başlıcaları şu şekildedir:

- Örnek toplamak için gerekli donanım ve ekipmana sahip olunmalıdır.
- Olay yerinin güvenliği ve izolasyonu sağlanmalıdır.
- Olay yerinden delilleri toplamak için bir giriş güzergahı belirlenmelidir.
- Delil toplamada kullanılan eldiven, pens, plastik kürdan ve spatüller, her örnek alımında kontaminasyonu engellemek için değiştirilmelidir.
- Delil toplamada kullanılan jilet, neşter, makas ve pensler de her örnek alımında % 70'lik alkol ile dezenfekte edilmeli ya da değiştirilmelidir.
- Deliller olay mahalinde birbirleriyle temas halinde bulunuyor olsalar da her örnek ayrı ayrı paketlenerek kontaminasyon engellenmelidir.
- Delil torbası ya da zarfının üzerine delilin ne olduğu, alındığı saat-tarih, nereden alındığı, hava-çevre şartları ve bunun gibi bilgiler mutlaka yazılmalıdır.
- Palinolojik delillerin daha kolay yorumlanabilmesi için çevredeki bitkilerin fotoğrafları, tanımlanabilecek şekilde çekilmeli ve isimleri birbirleri ile karışmayacak şekilde not edilmelidir.
- Palinolojik delil amacıyla olay yerinden alınan toprak numunesi, toprak yüzeyinden spatül kullanılarak 30-50 gram kadar alınmalıdır.

- Olay yerindeki kumaş, ayakkabı, tekerlek gibi çeşitli eşyaların üzerinden alınacak olan numuneler, plastik kürdan ve spatül yardımı ile kazınarak delil torbasına alınmalıdır.

- Olay yerindeki kıyafetler üzerinde çamur lekesi bulunuyorsa, bu bölge kesilerek veya kıyafet bütün olarak delil torbasına alınmalıdır [19].

#### **2.4.2.Türkiye’de Adli Palinoloji**

Türkiye’de adli palinoloji ile ilgili yapılan çalışmalar 2000’li yıllarda başlamıştır. Aynı yıllarda ülkemizde adli palinoloji ile ilgili çalışmalar, Emniyet Genel Müdürlüğü Asayiş Daire Başkanlığı bünyesinde yer alan, Suç Araştırma ve Soruşturması Eğitim Şube Müdürlüğünde (SASEM), daha sonra da Olay Yeri İnceleme ve Kimlik Tespit Şube Müdürlüğünün Kriminal Polis Laboratuvarları Daire Başkanlığına bağlanmasıyla beraber, yeni kurulan Kriminal Araştırma ve Teknik İncelemeler Eğitim Şube Müdürlüğü (KATEM) tarafından düzenlenen “Olay Yeri İnceleme ve Kimlik Tespit Temel Eğitim Kursu” bünyesinde verilen konferans ve seminerler şeklinde yürütülmektedir. Benzer eğitimler 2010 yılından itibaren T.C. Jandarma Genel Komutanlığı Kriminal Daire Başkanlığı bünyesinde de sürdürülmektedir. Bu eğitimlerden sonra ülkemizin değişik illerine dağılan olay yeri inceleme uzman ve yardımcısı personel tarafından olay yerinden toplanan palinolojik deliller, Hacettepe Üniversitesi Palinoloji Laboratuvarı’na spor ve polen analizi için gönderilmektedir.

#### **2.4.3.Yangın Olayları ve Adli Palinoloji**

Ülkemizde, çoğunluğu çiçekli ve kozmopolit olan yaklaşık 12.000 bitki türü doğal yayılış göstermektedir [59-61]. Çiçekli bitkilerin erkek üreme hücresi olan polenlerin dış yüzünü çevreleyen ekzin tabakalı bir yapıya sahiptir, LM (ışık mikroskobu) ya da TEM (Transmission elektron mikroskobu) ile incelendiğinde, tabakalar ayırt edilebilmektedir [62-63]. Polenler, ekzindeki tektum tabakasının varlığına göre tektat, semitektat ve intektat olarak üçe ayrılmaktadır. Bu çalışmada, farklı ekzin tabakalanmasına sahip polenlerin morfolojik yapılarında, yangının süresi ve şiddetine bağlı olarak meydana gelecek değişimler belirlenmiştir. Elde edilen bulguların adli vakalarda kullanıma uygun olup olmadığı belirlenmiş ve bu veriler adli yangın vakalarını inceleyecek ilgili kişilerin kullanımına sunulmuştur.

Bu konuyla ilgili olarak yapılan literatür araştırmasında çok az sayıda çalışmaya rastlanmıştır [64-66]. Son yapılan çalışmada monokotil bitkilerden, Zambak (*Lillium*), Nergis (*Narcissus*) ve Lale (*Tulipa*) taksonlarına ait polenler kullanılmıştır [66]. Bu araştırmada belirlenen sıcaklık ve süreler yangınlardan elde edilen verilere göre düzenlenmiştir. Bu taksonlardan Zambak (*Lillium*) ve Nergis (*Narcissus*) polenleri semitektat, Lale (*Tulipa*) polenleri ise tektat özellik göstermektedir. Yangının bu taksonlara ait polenler üzerinde nasıl bir morfolojik etki gösterdiği araştırılmıştır. Yanmaya bırakılan polenlerin 400°C sıcaklığa 30 dakikaya kadar dayanabildikleri tespit edilmiştir.

Yaptığımız bu çalışmada, monokotil taksonlar yerine gymnosperm ve angiospermilerden dikotil bitki taksonları tercih edilmiştir. Ayrıca bu taksonlara ait polenler üç tip farklı ekzin tabakalanması göstermektedirler. Belirlenen taksonlardan *Pinus nigra* (Karaçam), *Betula pendula* (Huş ağacı) ve *Acer negundo* (dişbudak yapraklı akçaağaç) tektat polenlere sahiptir. *Populus nigra* (karakavak) semitektat ve *Cucurbita pepo* (Kabak) ise intektat polen üretmektedirler.



## 2.5. Çalışılan Taksonların Özellikleri

Bu çalışmada polenleri materyal olarak kullanılan *Pinus nigra* (Karaçam), *Betula pendula* (Adi huş), *Acer negundo* (Dişbudak yapraklı akçaağaç), *Populus nigra* (Karakavak) ve *Cucurbita pepo* (Sakız kabağı) taksonlarının genel özellikleri aşağıda verilmiştir.

### 2.5.1. *Pinus nigra* J.F. Arnold

**Alem:** Plantea

**Altalem:** Tracheobionta

**Şube:** Coniferophyta

**Sınıf:** Pinopsida

**Takım:** Pinales

**Familya:** Pinaceae

**Cins:** *Pinus*

**Takson:** *Pinus nigra* J.F. Arnold

Pinaceae familyası Kuzey yarımkürede yayılış gösteren 9 cins (*Abies*, *Keteleeria*, *Tsuga*, *Pseudotsuga*, *Picea*, *Larix*, *Pseudolarix*, *Cedrus*, *Pinus*) ve 200 kadar tür ile temsil edilmektedir. Ülkemizde ise 4 cins (*Abies*, *Picea*, *Cedrus*, *Pinus*) ve bu cinslere ait 9 tür ile yayılış göstermektedir [67-68].

Familya üyeleri uzun boylu, herdem yeşil, genellikle ana gövdesi dallanmayan bir evcikli ağaçlardır. Sarmal dizilmiş yapraklar ince-uzun, tek ya da kısa sürgünlerde gruplar halinde çıkmakta, birkaç yıl sonra dökülmektedirler. Erkek kozalaklar, bir eksen etrafında dizilmiş olan mikrosporofillerden oluşmakta, her mikrosporofil 2-4 mikrosporangiyum (polen kesesi) içermektedir. Polenlerde hava kesesi bulunmaktadır. Dişi kozalaklar bir eksen etrafında sarmal dizilmiş örtü ve tohum pullarından meydana gelmektedirler. Her tohum pulunun (makrosporofil) üst yüzeyinde 2 adet tohum taslağı bulunmaktadır. Dişi gametofitin olgunlaşması, tozlaşmadan sonra 1 yıl içerisinde tamamlanmakta ve daha sonra dölllenme gerçekleşmektedir. Tohumların olgunlaşması için bir yıl daha geçmesi gerekmektedir. Bu nedenle bir birey üzerinde 3 tip dişi kozalak

bulunmaktadır. Bunlar yeni meydana gelen dişi kozalaklar, dölllenmiş dişi kozalaklar ve olgun tohumlu dişi kozalaklardır. Tohumlar kanatlı ya da kanatsız olabilmektedir.

Farklı bitkilerle birlikte oluşturdukları bitki örtüsü ile doğal güzellik kaynağı olan çamların odunları çok çeşitli amaçlarla kullanılmaktadır (kağıt sanayi, inşaat sektörü vb.) Bunların yanı sıra çamlar farklı amaçlarla da kullanılmaktadır. *Pinus pinea*'nın tohumları (çam fıstığı) yağlıdır ve yenir. *Pinus brutia* ve *Pinus halepensis*'in gövdesinden reçine (terebentin) elde edilmektedir. Reçinenin destilasyonu ile terebentin esansı (Oleum terebinthinae, neft yağı) ve kolofon (colophanium) elde edilmektedir. Bu maddeler ilaç ve boya sanayiinde kullanılmaktadır. Flaster yapımında, barsak parazitlerini düşürücü, bronşit ve solunum yolları hastalıklarının tedavisinde ekspektoran olarak, idrar yolları hastalıklarında diüretik olarak kullanılmaktadır.

Çam kabukları tanen içermektedir. *Pinus brutia*'nın kabuklarından elde edilen tanen, deri sanayiinde kullanılmaktadır. *Pinus sylvestris*'in tomurcukları (Turio pini) diüretik ve ekspektoran olarak kullanılmaktadır. Yine bu türün odunlarından, kuru distilasyon ile elde edilen katran (Pix Liquida) haricen deri hastalıklarında kullanılır.

#### **2.5.1.1. Genus: *Pinus* L.**

*Pinus* genusu Kuzey Yarımküre'de 80-90 kadar tür ile temsil edilmektedir. Kuzeyde kar ve buz sınırına kadar yetişen çamlar "tayga" adı verilen ormanlar oluşturmaktadır. Güneyde sadece Sumatra'nın doğusunda bulunan Sunda Adası'ndan Ekvator'un güneyine geçerler. Türkiye'de 5 türü bulunmaktadır.

Herdem yeşil orman ağaçlarıdır. Uzun ve kısa sürgün bulundurmaktadır. Dallar ana gövdeden dairesel olarak çıkmaktadır, ileri yaşlarda dalların düzeni bozulmaktadır. Yapraklar kısa sürgünlerden 2 (Türkiye'dekiler), 3 ya da 5'li gruplar halinde çıkmaktadırlar. Yaprakların boyu iklime göre değişiklik göstermektedir. Soğuk iklimlerde kısa, sıcak iklimlerde ise uzun olmaktadır. Erkek kozalaklar genç sürgünlerden çıkmakta olup bir sap üzerinde çok sayıda puldan oluşmaktadır. Polenler iki adet hava kesesi bulundurmaktadır. Dişi kozalakların şekli silindirikten ovoide kadar değişmekte olup bir sap üzerinde sarmal dizilmiş örtü ve tohum pullarından oluşmaktadır. Her

tohum pulundan iki adet tohum taslağı (ovül) meydana gelmektedir. Tohumlar kanatlı ya da kanatsız olabilmektedirler.

**2.5.1.1.2. Species: *Pinus nigra* Arn. subsp. *pallasiana* (Lamb.) Holmboe (Karaçam)**

Uzun boylu orman ağaçlarıdır. Yapraklar 70-180x2 mm, koyu yeşil, sert, genellikle kıvrık yapıdadır. Erkek kozalaklar dal uçlarında gruplar halinde toplanmıştır. Dişi kozalaklar 4-10 cm, sapsız, ovoid, dik duruşludur. Tohumlar kanatlıdır.

Genel yayılışı Balkanlar, Kırım, Kafkaslar, Karpatlar, Anadolu, Kıbrıs ve Suriye olan karaçam, ülkemizin en geniş yayılışlı ağaç türüdür. 300-1.800 m'ler arasında yetişen karaçam, Toroslarda 1.000 m'nin altına inmez. 1.000 m'nin üzerinde saf ya da sedir, Toros köknarı ve bazı ardıç türleriyle karışık ormanlar oluşturmaktadır. Ege ve Marmara bölgelerinde 400 m'ye kadar inmekle birlikte kuzeyde üst sınırı 1.000 m'ye kadar düşmektedir [67-68].

## 2.5.2. *Betula pendula* Roth

**Alem:** Plantea

**Altalem:** Tracheobionta

**Şube:** Magnoliophyta

**Sınıf:** Mangoliopsida

**Altsınıf:** Hammemelidae

**Takım:** Fagales

**Familya:** Betulaceae

**Cins:** *Betula*

**Takson:** *Betula pendula* Roth

Betulaceae familyası üyeleri Kuzey yarımkürenin ılıman kuşağında oldukça yaygın olmakla birlikte Tropikal kuşağın dağlarında ve Güney yarımkürede ise And Dağları'nda yayılış göstermektedir. Dünya üzerinde 6 cins ve yaklaşık 170 tür ile temsil edilmektedirler. Ülkemizde ise 5 cinsi ve 12 türü bulunmaktadır [67-68].

Familya üyeleri herdem yeşil ya da yaprak döken ağaç ve çalılardır. Bol tanen ve antosiyanin içermektedirler. Yapraklar almaşlı, basit, düzenli veya düzensiz çift sıra dişli kenarlı yapıdadır. Stipül bulunmaktadır. Çiçekler, familyaya dâhil tüm türlerde tek eşeyli olup aynı bitkide bulunmaktadır. Erkek çiçekler karakteristik amentum durumunda toplanmıştır. Eğer varsa periant pulsu yapıdadır. Stamen sayısı türlere göre 2-12 arasında değişmektedir. Dişi çiçek, birleşik 2 karpelden oluşmaktadır. Ovaryum alt durumludur. Tozlaşma rüzgârla olmaktadır. Meyve genellikle 1 tohumlu nuks iken bazılarında samara (kanatlı nuks) şeklindedir.

Familya üyelerinin kerestesi değerlidir.

### 2.5.2.1. Genus: *Betula* L. (Huşlar)

Genus üyeleri yaprak döken ağaç ya da çalılardır. Yapraklar almaşlı, basit, çift sıra dişlidir. Çiçekler her brakte koltuğunda 3 tanedir. Erkek çiçekler 4 tepal ve 2 stamenli, sarkık amentum durumundadır. Meyve samara şeklindedir [67-68].

Kuzey Yarıkürede 40 tür ile yayılış gösteren cinsin ülkemizde Kuzeydoğu ve Doğu Anadolu'da yayılış gösteren 5 türü bulunmaktadır.

**2.5.2.2. Species: *Betula pendula* Roth**

*Betula pendula* Roth. cinsin ülkemizde en geniş yayılışa sahip olan taksonudur [67-68]. Ayrıca ülkemizdeki park ve bahçelerde süs bitkisi olarak yetiştirilmektedir.

### 2.5.3. *Acer negundo* L.

**Alem:** Plantea

**Altalem:** Tracheobionta

**Şube:** Magnoliophyta

**Sınıf:** Magnoliopsida

**Altsınıf:** Rosiidae

**Takım:** Spindales

**Familya:** Aceraceae

**Cins:** *Acer*

**Takson:** *Acer negundo* L.

Aceraceae familya üyeleri kozmopolit olup, Çin'de yoğunlaşmıştır. Dünyada 2 cins ve 110 tür ile temsil edilen familyanın ülkemizde 1 cins ve 12 türü yayılış göstermektedir [67-68].

Familya üyeleri ağaç ya da çalı formunda odunlu bitkilerdir. Dallar karşılıklı çıkmaktadır. Yapraklar karşılıklı, ayanın şekli oldukça değişkenlik göstermektedir. Stipül yoktur. Çiçekler düzenli, genellikle 5 serbest sepalli ve 5 serbest petalli olsalar da bazılarında petal bulunmamaktadır. Türler andromonoik (erkek ve biseksüel çiçekler aynı bitkide), androdioik (erkek ve biseksüel çiçekler ayrı bitkilerde) ya da dioiktirler (erkek ve dişi çiçekler ayrı bitkilerde). Erkek ve biseksüel çiçekler 4-10 (çoğunlukla 8) stamenli, erkek çiçekte körelmiş ve iz halinde (vestigal) ovaryum genellikle vardır. Ovaryum üst durumlu birleşik 2 karpellidir. Meyve tipik samara formundadır.

Birçok akçaağaç türü ornamental olarak yetiştirilir. Özellikle sonbaharda yaprakların renkleri çok güzeldir.

#### 2.5.3.1. Genus: *Acer* L. (Akçaağaçlar)

Adını açık renkli odunundan alan akçaağaçlar, yaprak döken veya nadiren herdem yeşil ağaç ve çalılarıdır. Yapraklar basitten palmat parçalıya kadar değişkendir. Kuzey Amerika, Avrupa, Asya ve Kuzey Afrika'da yaklaşık 110 türü yayılış göstermektedir. Ülkemizde 12 türü doğal olarak yetişmektedir.

### **2.5.3.2. Species: *Acer negundo* L. (Kanada akçaağacı)**

Doğal yayılış alanı Kuzey Amerika'dır. Bu bitkiler çok süsleyici olmamakla birlikte soğuğa ve kuraklığa olan dayanıklılığı ve hızla büyümeleri nedeniyle diğer bitkilerin yetişmediği park ve bahçelerde yetiştirilmektedir. Hızlı büyüyen, 20 metreye kadar boylanabilen, dioik, yaprak döken ağaçlardır. Yaprakları 3-5 bazende 7-9 yaprakcıklı pinnattır, yaprakcıkların üstü parlak, alt yüzü soluk yeşildir. Sarımsı-yeşil çiçekler aşağıya sarkan kurullar şeklinindedir. Meyvenin kanatları arasındaki ağı dardır [67-68].

#### 2.5.4. *Populus nigra* L.

**Alem:** Plantea

**Altalem:** Tracheobionta

**Şube:** Magnoliophyta

**Sınıf:** Magnoliopsida

**Altsınıf:** Dilleniidae

**Takım:** Salicales

**Familya:** Saliceae

**Cins:** *Populus*

**Takson:** *Populus nigra* L.

Salicaceae familyası üyeleri, kuzey ılıman kuşakta yoğunlaşmıştır [67-68]. *Salix* L. (söğütler) ve *Populus* L. (kavaklar), hem doğal olarak yaygındır hem de çok fazla yetiştirilmektedirler. Söğütlerin çoğu çalı ya da küçük ağaç formunda olup çok azı orman ağacıdır ve ekolojik olarak baskındır. Türlerin çoğu sulak alanlarda, dere boylarında bulunmaktadır. Kavaklar genellikle yaprak döken ormanlarda yaygın olarak bulunan uzun boylu ağaçlardır. Diğer cins *Chosenia* Nakai [*Chosenia arbutifolia* (Pall.) A.K. Skvortsov] Kuzeydoğu Asya'da doğal olarak bulunmaktadır. Dünya üzerinde 3 cins ve yaklaşık 350 tür ile temsil edilen familyanın 2 cins ve 27 türü ülkemizde yayılış göstermektedir.

Familya üyeleri çalı ve ağaç formunda odunlu bitkilerdir. Yapraklar almaşlı, bazen karşılıklı, basit, stipüllü olup sonbaharda dökülmektedir. Çiçekler bir eşeyli ve amentum durumundadır. Erkek ve dişi çiçekler ayrı bitkilerde bulunmaktadır. Çiçekler erken ilkbaharda yapraklardan önce veya yapraklarla birlikte çıkmaktadır. Çiçekler, küçük braktelerin koltuğundan çıkmaktadır. Sepal ve petal yoktur. Erkek çiçeklerde, türlere göre, 2-30 serbest ya da birleşik stamen vardır. Dişi çiçekler 2 karpelli, sinkarp, 1 lokuslu olup ovaryum üst durumludur. Ovüller çoktur, anatrop, plasentalanma parietal ya da bazal olmaktadır. Tüm familya üyelerinde meyve, çok sayıda tohum içeren, 2-4 valfle açılan küçük kapsül şeklindedir. Kapsüller ve tohumlar beyaz tüylü olduğundan,



ilkbaharın sonlarında tohumlar dağılırken ağaçların etrafını pamuksu bir görünüm almaktadır. Söğütler ve kavaklar arasında melezleşme çok yaygındır. Hibridizasyon yapay olarakta gerçekleştirilmektedir.

Tozlaşma *Salix* ve *Populus* taksonlarında farklılık göstermektedir. *Populus* taksonu bireylerinde amentum sarkık ve kokusuzdur. Tozlaşma rüzgar ile gerçekleşir. Nektaryum yoktur. Ancak her çiçeğin tabanında, görevi bilinmeyen, fincan şeklinde bir çanak vardır. *Salix* taksonu bireylerinde ise amentum düz ve kısadır. Her çiçeğin tabanında yumru şeklinde 1 veya 2 tane salgı bezi vardır. Bu salgı bezleri böcekler için çok çekici olan tatlı nektar salgılar. Tozlaşma arılarla ve kelebeklerle sağlanmaktadır.

Söğütler ve kavakların odunu yumuşak olduğu için mobilyacılık gibi endüstrilerde kullanımları yaygın değildir. Ancak hızlı büyüyor olmaları endüstriyel alanda bunları avantajlı hale getirmektedir. Kerestesi kibrit, kağıt hamuru, kutu yapımında ve inşaat sektöründe, dalları ise sepet yapımında kullanılırken, bahçe ve parklarda ornamental olarak da değerlendirilirler. Özellikle *Populus* cinsine ait türler, su kenarlarında veya suyun bol bulunduğu yerlerde bu amaçlar için genellikle daldırma yöntemiyle vejetatif olarak çoğaltılıp yerleştirilmektedirler.

#### **2.5.4.1. Genus: *Populus* L. (Kavaklar)**

Genellikle düzgün gövdeli, beyaz kabuklu, 30-40 metre kadar boylanan ağaçlardır. Yaprakları genellikle ovat ya da rombiktir. Rüzgârla tozlaşan çiçekler yapraklardan önce açmakta ve amentumları ince ve sarkık durmaktadır.

Genellikle Kuzey Yarıküre'nin ılıman bölgelerinde yaygın olarak bulunan 40-50 kadar türü vardır. Ülkemizde 4 tür ile temsil edilmektedir. Bu türler *Populus alba* L. (Akkavak), *Populus euphratica* Oliv. (Fırat kavağı), *Populus tremula* L. (Titrekkavak) ve *Populus nigra* L. (Karakavak) taksonlarıdır [67-68].

### 2.5.5. *Cucurbita pepo* L.

**Alem:** Plantea

**Altalem:** Tracheobionta

**Şube:** Magnoliophyta

**Sınıf:** Magnolopsida

**Altsınıf:** Dilleniidae

**Takım:** Violales

**Familya:** Cucurbitaceae

**Cins:** *Cucurbita*

**Takson:** *Cucurbita pepo* L.

Cucurbitaceae familyası üyeleri, sıcak bölgelerde, eski ve yenedünyanın nemli tropiklerinde, özellikle Güney Amerika'nın yağmur ormanlarında yoğunlaşmıştır. Asya ve Kuzey Amerika'da az bulunmaktadır Dünya üzerinde yaklaşık 90 cins ve yaklaşık 700 tür ile temsil edilen familyanın 4 cinsi ve 8 türü ülkemizde yayılış göstermektedir [67-68].

Familya üyeleri, genellikle çok yıllık, bazıları tek yıllık, tırmanıcı ve sürünücü ot veya çalılardır. Familyanın en önemli özelliklerinden biri gövdelerinde bikolateral iletim doku demeti bulunmasıdır. Yapraklar almaşlı, basit, palmat loblu ya da palmat parçalıdır. Her yaprağın tabanında basit ya da dallanmış tendril vardır. Çiçekler yaprak koltuğunda kimoza durumda ya da tek tek çıkar, alt durumlu, aktinomorf, simetrik ve bir eşeylidir. Erkek ve dişi çiçekler aynı (monoik) ya da ayrı (dioik) bitkilerde bulunmaktadır. Periant pentamer ve birleşiktir. Sepal ve petal genişlemiş reseptakulumun ucundan çıkmaktadır. Erkek çiçeklerde çoğunlukla 5 stamen vardır. Dişi çiçekler birleşik 3 karpelli, 1 lokuslu, çok ovül olup ovaryum alt durumludur. Meyve üzüksü, peponidyum ya da kapsül formundadır.

Cucurbitaceae taksonları Tropikal, Subtropikal ve Ilıman Kuşak ülkelerinde önemli tarım bitkileri ve besin kaynağıdır. *Cucurbita* L. (kabaklar), *Cucumis* Eckl.& Zeyn

(hıyarlar), *Citrullus* L. (karpuzlar) ve ÷lkemizde tanınmayan diğer cinslere ait pek çok t÷r÷n tarımı yapılmaktadır.

#### **2.5.5.1. Genus: *Cucurbita* L. (Kabaklar)**

Anavatanı Tropikal Amerika olan ve 10 t÷r÷ bulunan kabaklar, s÷r÷n÷c÷, k÷şeli ve uzun gövdeli, palmat yapraklı otsu bitkilerdir.

*Cucurbita pepo* L. (sakız kabağı), *Cucurbita maxima* Duch. (helvacı kabağı, kestane kabağı) ve *Cucurbita moschata* (Duch. ex Lam.) Duch. ex Poir. (bal kabağı) gibi t÷rler, sebze olarak ÷lkemizde de yetiştirilmektedir.

Kabak çekirdeğinin, idrar söktür÷c÷ ve idrar tutukluğunu giderici, mide ve bağırsakları yumuşatıcı, kabızlığı giderici, böbrek ve mesane iltihaplarını temizleyici etkileri vardır. Ayrıca, prostat büyümesinden kaynaklanan idrar zorluğuna karşı tıbbi tedaviyi destekleyici etkisi de bulunmaktadır [67-68].

### 3. GEREÇ VE YÖNTEMLER

#### 3.1. Örneklerin Temini

Kullandığımız türlerden *Pinus nigra*, *Betula pendula*, *Acer negundo* ve *Populus nigra* polenleri Hacettepe Üniversitesi Beytepe Kampüsü'nden toplanmıştır. İlgili ağaçlardan alınan çiçekli dallar laboratuvara getirilerek, altlarına kurutma kağıtları serilmiş, su dolu beherlerin içine yerleştirilerek polenlerini salmaları beklenmiştir. Polenlerin birbirlerine karışmamaları ve kontaminasyonun önlenmesi için bitkiler farklı dönemlerde toplanmış, birbirlerinden bağımsız yerlere yerleştirilmiştir. Oda sıcaklığında bekletilen bitkilerin polenlerini salmaya başlamasıyla birlikte, dalların altına yerleştirilen kurutma kağıtlarının üzerine dökülen polenler toplanarak 250 µm'lik gözenekli piring elekten geçirilmiş ve petri kaplarına aktararak kurutulmuştur.

*Cucurbita pepo* ise laboratuvar ortamında saksılara ekilerek yetiştirilmiş ve polenleri aynı yol izlenerek elde edilmiştir.

#### 3.2. Gliserin-Jelatin Hazırlanması

Bir miktar jelatin, yumuşaması için ılık distile su içinde 2-3 saat süreyle bekletilmiştir. Yumuşamış olan 1.5 ölçü gliserin, 1 ölçü jelatin, ile karıştırılmıştır. Hazırlanan karışımın üzerine küflenmesini önlemek için %2-3 oranında asit fenik eklenmiştir.[69]. Hazırlanan karışım, 80°C'ye kadar ısıtılarak hava kabarcıklarının oluşması önlenmiş ve belirli ölçülerde petri kaplarına dökülüp oda sıcaklığına gelinceye kadar beklenmiştir.

#### 3.3. Bazik-Fuksinli Gliserin-Jelatin Hazırlanması

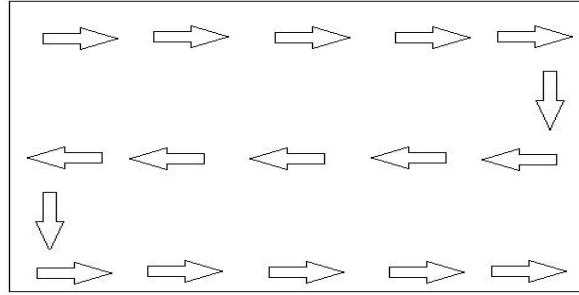
10 gram jelatin, şişmesi için 60 ml ılık distile su içerisinde 2-3 saat kadar bekletilmiştir. Yumuşamış jelatine 55 ml gliserin eklenmiş ve daha sonra 50°C'lik sıcak su banyosunda 10-15 dakika karıştırılmıştır. Bu karışıma 2 g fenol dezenfektan olarak eklenmiş ve eriyene kadar beklenmiştir.

Hazırlanan karışıma polenleri boyamak için belirlenen oranda (1-2 ml) bazik-fuksin eklenmiştir. Bu son karışım, sıcaklığını kaybetmeden, cam pamuğundan süzülmüştür. Böylece erimeyen jelatin partikülleri ortamdaki uzaklaştırılmıştır [70-71].

Karışım içerisinde hava kabarcığı oluşumunu engellemek adına 80°C'ye ulaşıncaya kadar ısıtılmış ve belirli miktarlarda petri kaplarına dökülerek oda sıcaklığına gelene kadar beklenmiştir. Bunun ardından 4°C'de buzdolabına aktarılmıştır.

### 3.4. Preparatların Mikroskopta İncelenmesi

Hazırlanan preparatlar Şekil 3.1'de gösterildiği gibi mikroskopta taranarak, polenler incelenmiştir.



Şekil 3.1. Preparatta polen sayımları yapılırken izlenen tarama yöntemi. Polenler Olympus CX41 marka ışık mikroskobu ile morfolojik olarak incelenmiştir.

### 3.5. Polen Preparatlarının Hazırlanması

Çalışmamız kapsamındaki taksonların polen morfolojileri ışık mikroskobunda Wodehouse ve Asetoliz yöntemleri ile incelenmiştir [72-74].

#### 3.5.1. Asetoliz Yöntemi

Taksonlara ait polenler belirli miktarlarda alınarak 15 cc.'lik dereceli santrifüj tüpleri içine konulmuştur. Tüplerde bulunan polenlerin üzerine %10'luk soğuk KOH eklenmiş ve ardından 20 dakika bekletilmiştir. Daha sonra tüpler, kaynama sıcaklığına ulaşmış olan su banyosu içine alınmış, sterilize edilmiş bir cam baget ile sık sık karıştırılarak 5 dakika süreyle tutulmuştur. Daha sonra tüpler 20 dakika süre ile santrifüj edilip üzerlerindeki KOH çözeltisi dökülmüştür. Tüp dibine çöktürülen materyal, önce iki defa distile suyla daha sonra ise glasiyel asetik asitle santrifüj edilerek yıkanmıştır.

Asetoliz karışımı hazırlamak için, 9 hacim anhidrik asetik asit ile 1 hacim derişik sülfürik asit birbirine damla damla ilave edilmiştir. Hazırlanan bu karışım, yıkanmış olan polenlerin üzerine eklenmiştir. Bu tüpler su banyosu içerisine alınarak suyun kaynama

sıcaklığına ulaşana kadar beklenmiştir. Daha sonra her bir tüp ayrı bir cam bagetle 4 dakika süreyle sıkça karıştırılmıştır. Bu süre sonunda tüpler tekrar santrifüj edilmiş ve içerisindeki asetoliz karışımı dökülmüştür.

Asetoliz karışımı döküldükten sonra tüplerin üzerine distile su ilave edilip tekrar santrifüj edilmiştir. Daha sonra tüp içerisine %50'lik gliserin eklenerek bir gece süresince beklenmiştir. Bunun ardından tüpler santrifüj edilerek üzerindeki gliserin dökülmüştür. Tüpler hem içindeki sıvının süzülmesi hem de kontamine olmaması adına ters çevrilerek filtre kağıdı üzerinden yerleştirilmiş ve 24 saat süresince oda sıcaklığında bekletilmiştir. Böylece polenler preparasyon işlemi için hazır hale gelmişlerdir.

Preparasyon işleminde sterilize edilmiş diseksiyon iğnesi ile toplu iğne başı kadar büyüklükte gliserin-jelatin alınarak, tüpün dibinde bulunan materyale bulaştırılmıştır. Daha sonra bu jelatin parçası lam üzerine konularak, 30-40°C'deki ısıtıcıda erimesi sağlanmıştır. Isıtma işlemi sırasında gliserin-jelatin içinde hava kabarcıklarının oluşmaması için kaynama noktasına gelmemesine dikkat edilmiştir. Daha sonra diseksiyon iğnesi ile lam üzerindeki erimiş gliserin-jelatin karıştırılarak polenlerin homojen bir şekilde dağılması sağlanmış ve üzerine 24x24 mm boyutlarında lamel kapatılmıştır. Hazırlanan preparat, stand üzerine ters çevrilerek konulmuştur. Böylece polenlerin lamel yüzeyine yaklaşması ve mikroskobik inceleme sırasında daha net bir görüntü elde edilmesi sağlanmıştır. Gliserin-jelatin donduktan sonra lamel dışına taşan montaj malzemeleri jilette kazınmıştır. Daha sonra preparatlar gerekli bilgileri içerecek şekilde etiketlenmiştir [5, 73].

### **3.5.2. Wodehouse Yöntemi**

Temiz bir lam üzerine incelenen taksonlara ait polenler konmuş ve %96'lık etil alkolden üzerine 2-3 damla damlatılmıştır. Damlatılan alkol sayesinde polenlerin üzerinde bulunan reçine ve yağların çözülmesi sağlanmıştır. Alkolün buharlaşması için lam 30-40°C'lik ısıtıcıda ısıtılmıştır. Isıtma sırasında polenlerin ekzin ve intin tabakalarının birbirinden ayrılmamasına dikkat edilmiştir. Alkol buharlaştıktan sonra lamelin büyüklüğüne göre 1-2 mm<sup>3</sup>lük bazik-fuksinli gliserin-jelatin lam üzerine konmuştur. Lam 30-40°C'lik ısıtıcıda ısıtılarak, bazik-fuksinli gliserin-jelatin eritilmiştir. Erimiş bazik-fuksinli gliserin-jelatin iğne ile karıştırılarak lam üzerindeki polenlerin homojen bir

biçimde dağılması sağlanmıştır. Sonra üzerine lamel kapatılmış ve polenlerin lamel yüzeyine yaklaşması için preparatlar birbirine paralel iki cam baget üzerine ters çevrilerek bırakılmıştır. Preparatlardaki bazik-fuksinli gliserin-jelatin donuncaya kadar bekletilmiş ve preparatların üzerlerine gerekli bilgiler yazılmıştır [4, 72].

### 3.6. Polenlerin Yakılması

Toplanan polenlerden belirli miktarlarda alınıp seramik dibeklere konulmuş ve bu dibekler UNI-A04 marka kül fırınına yerleştirilmiştir. Dibeklere yerleştirilmiş olan polenler kül fırınında 1, 3, 5, 10, 15, 30, 60, 90 ve 120 dakikalık sürelerle 100°C'den başlayarak 500°C'ye kadar, sıcaklık her seferinde 100°C artırılarak yakma işlemine tâbi tutulmuştur. Uygulanan her sıcaklık ve dakikada dibekler fırından alınarak bazik-fuksinli gliserin-jelatin yardımıyla polen preparatları hazırlanmıştır.

### 3.7. Polenlerin Ölçümleri ve Mikrofotograflarının Çekimleri

Polenlerin morfolojik incelenmesi, Olympus CX41 marka binoküler ışık mikroskobu ile yapılmıştır. Bu inceleme sırasında apochromatic oil immersion objektif (100x) ve mikrometrik periplan oküler (10x) kullanılmıştır. Kullanılan mikrometrik cetvelin bir aralığı 1 µm olarak hesaplanmıştır. Polen morfolojisi çalışılan her taksonun polenleri yapılarına uygun olan kriterler açısından değerlendirilmiş ve Gausse eğrisi elde edinceye kadar en az 100 defa ölçülmüştür. Palinolojik karakterlerle ilgili elde edilen sayısal veriler Sokal and Rohlf'a göre aşağıdaki formüllere göre hazırlanmış SPSS paket programında değerlendirilmiştir [75].

Polen çapı ve ekzin ortalamaları;  $M = m + a \frac{1}{n} \sum xy$

Standart sapma;  $S = \pm a \sqrt{\frac{1}{n} \sum x^2 y - u^2}$   $(u = \frac{1}{n} \sum xy)$

M= Ortalama değer u= varyasyon S= Standart sapma

Işık mikroskobuna (LM) bağlı Olympus E330 görüntüleme sistemi ile polenlerin mikrofotografları çekilerek, taksonlara ait palinolojik özellikler belirlenmiştir.

Polen morfolojilerinin tanımlanmasında Erdtman, Faegri ve Iversen, Punt ve ark.'nın terminolojilerinden yararlanılmıştır [5, 57, 76].

### **3.8. Polenlerin SEM (Taramalı Elektron Mikroskobu) ile İncelenmesi**

SEM çalışmalarına hazırlık aşamasında polenler asetonla temizlenmiş tüplere alınmış ve üzerlerine %70'lik etanol çözeltisi eklenmiştir. Tüpler 10 dakika boyunca su banyosunda tutulmuş ve arasına cam baget yardımıyla karıştırılmıştır. Daha sonra tüpler 20 dakika boyunca santrifüj edilmiş ve üzerindeki etanol dökülmüştür. Tüpün dibinde kalmış olan polenler cam pastör pipetiyle alınarak lamel üzerine aktarılmıştır. Alkolün uçması için lameller ısıtıcı üzerinde düşük sıcaklıkta kısa bir süre bekletilmiştir. Daha önceden üzerine çift taraflı karbon bantlar kaplanmış olan stablar lamel üzerine hafifçe bastırılarak polenlerin stablara yapışması sağlanmıştır [77].

Hazırlanan stablar Hacettepe Üniversitesi Jeoloji Bölümü Elektron Mikroskobu Laboratuvarı'na götürülmüştür. Burada stablar saf altın ile 2 dakika boyunca kaplanmıştır. Altınla kaplanmış olan polenler ZEISS EVO 50 elektron mikroskobu ile analiz edilmiş ve polenlerin ekzin ornemantasyonu belirlenmiştir. Ayrıca her bir taksona ait polen mikrofotografaları çekilmiştir.



## 4. BULGULAR

### 4.1. *Pinus nigra*

#### 4.1.1. Polen morfolojisi

Polen gövdesinin boyu 60,18  $\mu\text{m}$ , polen gövdesinin eni 50,94  $\mu\text{m}$ , B 50,47  $\mu\text{m}$ , b 37,96  $\mu\text{m}$ , be 14,01  $\mu\text{m}$ , h 35,55  $\mu\text{m}$ , P 31,18  $\mu\text{m}$ , cm 2,76  $\mu\text{m}$ , p 22,75  $\mu\text{m}$  ve Ex.b 4,29  $\mu\text{m}$  olarak tespit edilmiştir (Asetoliz yöntemi) (Çizelge 4.1, Şekil 4.1-2).

Polen gövdesinin boyu 50,55  $\mu\text{m}$ , polen gövdesinin eni 42,14  $\mu\text{m}$ , B 34,80  $\mu\text{m}$ , b 30,02  $\mu\text{m}$ , be 12,16  $\mu\text{m}$ , h 38,72  $\mu\text{m}$ , P 26,88  $\mu\text{m}$ , cm 2,28  $\mu\text{m}$ , p 19,98  $\mu\text{m}$ , Ex.b 4,12  $\mu\text{m}$  ve intin 1,13  $\mu\text{m}$  olarak tespit edilmiştir (Wodehouse yöntemi) (Çizelge 4.2, Şekil 4.1-2).

Polenler her iki yöntemde de vesikulat ve inaperturattır. Strüktürü tektattır. Polen gömleğinin girinti ve çıkıntıları çok belirgindir. Balonların ornemantasyonu düzenlidir, kapalı adacık ve kanalcıklardan meydana gelmiştir.

Çizelge 4.1. *Pinus nigra* polenlerinin morfolojik gözlem ve ölçümleri ( $\mu\text{m}$ ) (Asetoliz yöntemi).

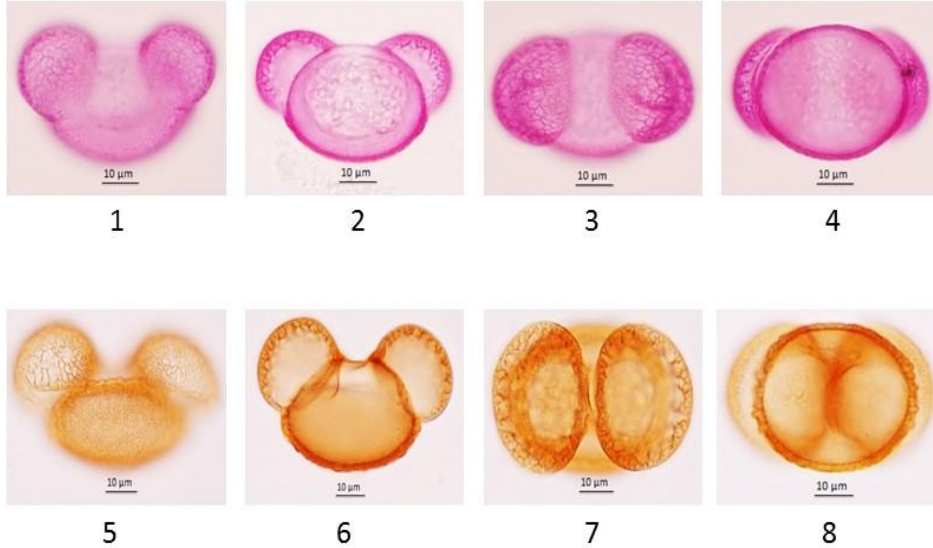
Polenlerin Morfolojik Karakterleri	Polen Gövdesinin Boyu	Polen Gövdesinin Yüksekliği	B	b	be
Ortalama ( $\mu\text{m}$ )	60,18	50,94	50,47	37,96	14,01
Standart sapma ( $\pm$ )	3,4153	2,5219	3,5829	3,5927	2,6761
Minimum ( $\mu\text{m}$ )	50,00	45,00	45,00	27,00	9,00
Maksimum ( $\mu\text{m}$ )	68,00	58,00	60,00	42,00	20,00

Polenlerin Morfolojik Karakterleri	h	P	cm	P	Ex.b
Ortalama ( $\mu\text{m}$ )	35,55	31,18	2,76	22,75	4,29
Standart sapma ( $\pm$ )	4,1836	3,3886	0,7801	2,9003	1,0569
Minimum ( $\mu\text{m}$ )	25,00	25,00	1,00	15,00	2,00
Maksimum ( $\mu\text{m}$ )	44,00	40,00	4,00	29,00	7,00

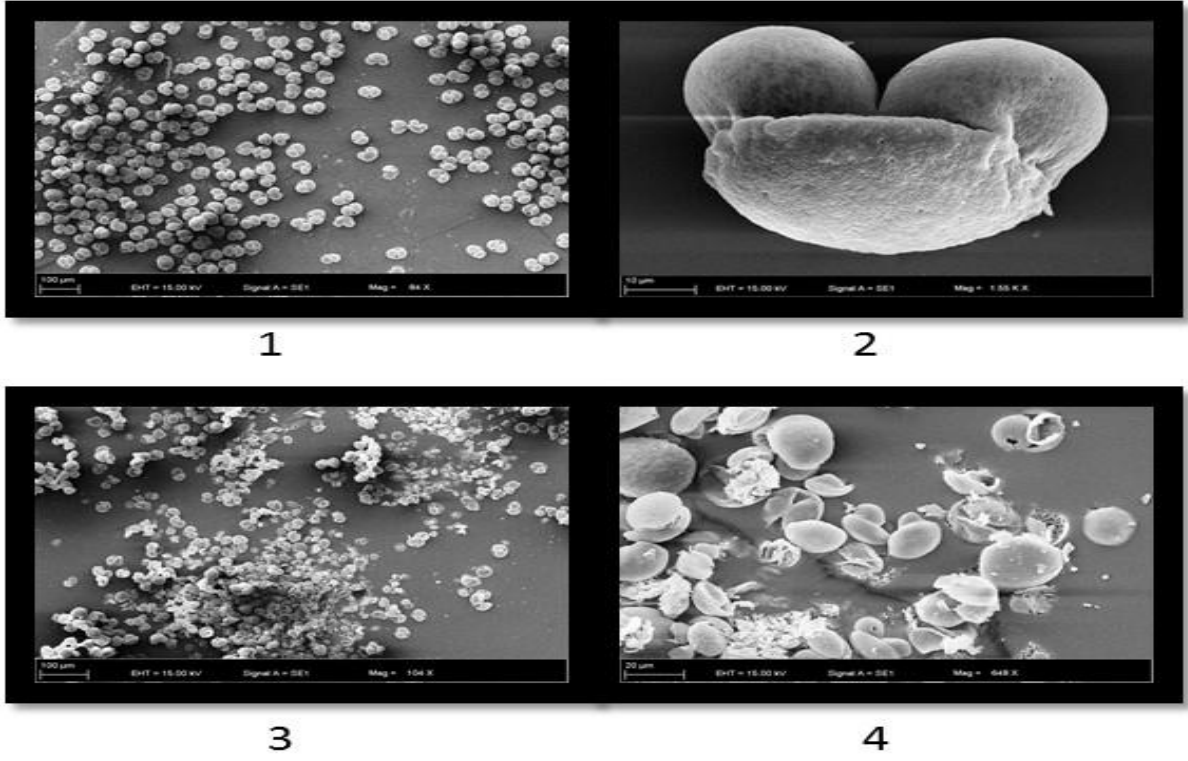
Çizelge 4.2. *Pinus nigra* polenlerinin morfolojik gözlem ve ölçümleri ( $\mu\text{m}$ ) (Wodehouse yöntemi).

Polenlerin Morfolojik Karakterleri	Polen Gövdesinin Boyu	Polen Gövdesinin Yüksekliği	B	b	be	h
Ortalama ( $\mu\text{m}$ )	50,55	42,14	34,80	30,02	12,16	38,72
Standart sapma ( $\pm$ )	4,7660	2,8285	3,0017	2,9024	1,9629	2,0004
Minimum ( $\mu\text{m}$ )	42,00	36,00	30,00	25,00	9,00	35,00
Maksimum ( $\mu\text{m}$ )	61,00	49,00	43,00	38,00	17,00	43,00

Polenlerin Morfolojik Karakterleri	P	cm	p	Ex.b	İntin
Ortalama ( $\mu\text{m}$ )	26,88	2,28	19,98	4,12	1,13
Standart sapma ( $\pm$ )	2,5713	0,8298	2,3049	0,9564	0,1829
Minimum ( $\mu\text{m}$ )	23,00	1,00	15,00	2,00	0,75
Maksimum ( $\mu\text{m}$ )	34,00	4,00	26,00	6,00	1,50



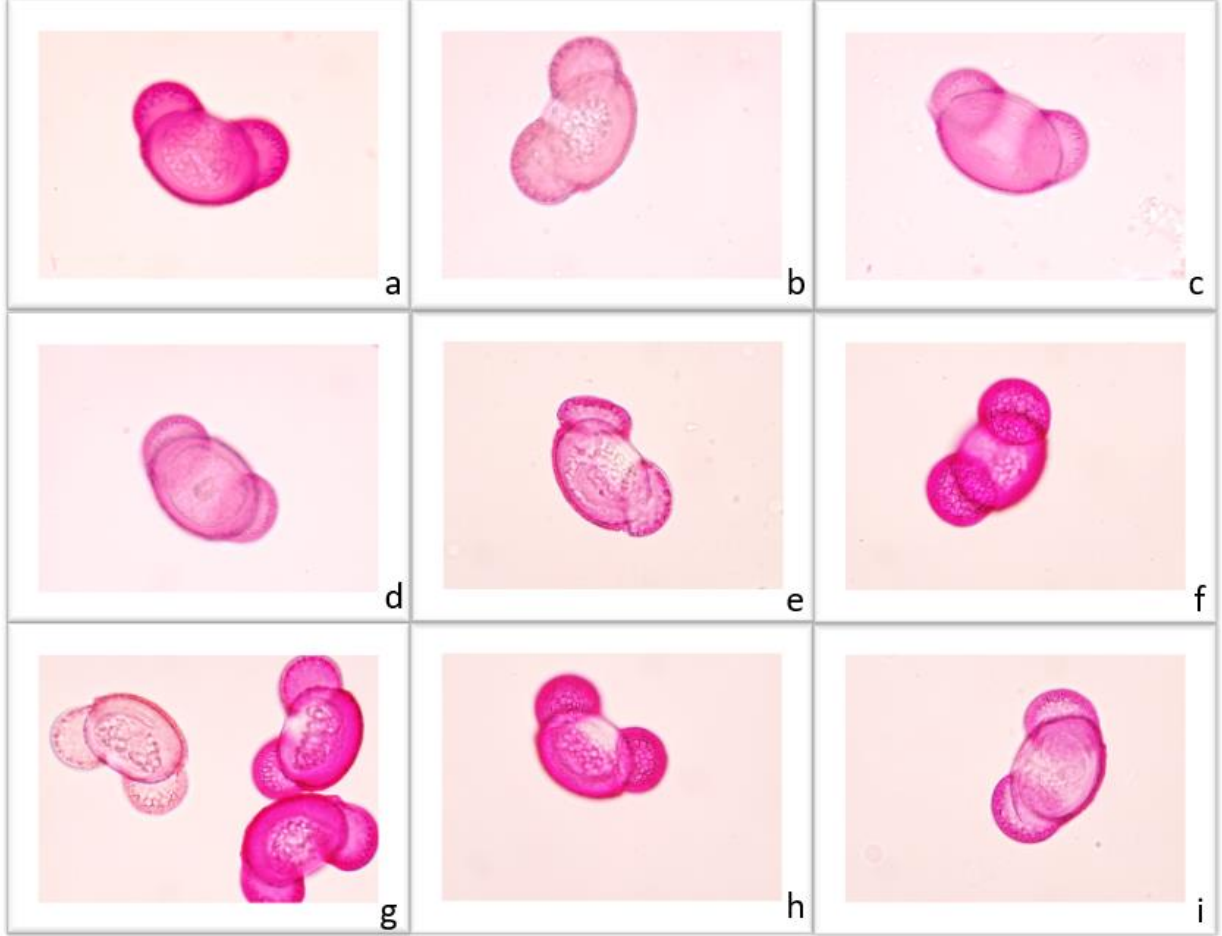
Şekil 4.1. *Pinus nigra*'nın polen mikrofotografaları (1-4: Wodehouse yöntemi; 5-8: Asetoliz yöntemi)



Şekil 4.2. *Pinus nigra*'nın SEM polen fotoğrafları (1-2: Yakılmamış polen; 3-4: Yakılmış polen).

#### 4.1.2. 100°C sıcaklıkta polen morfolojisinde meydana gelen değişiklikler

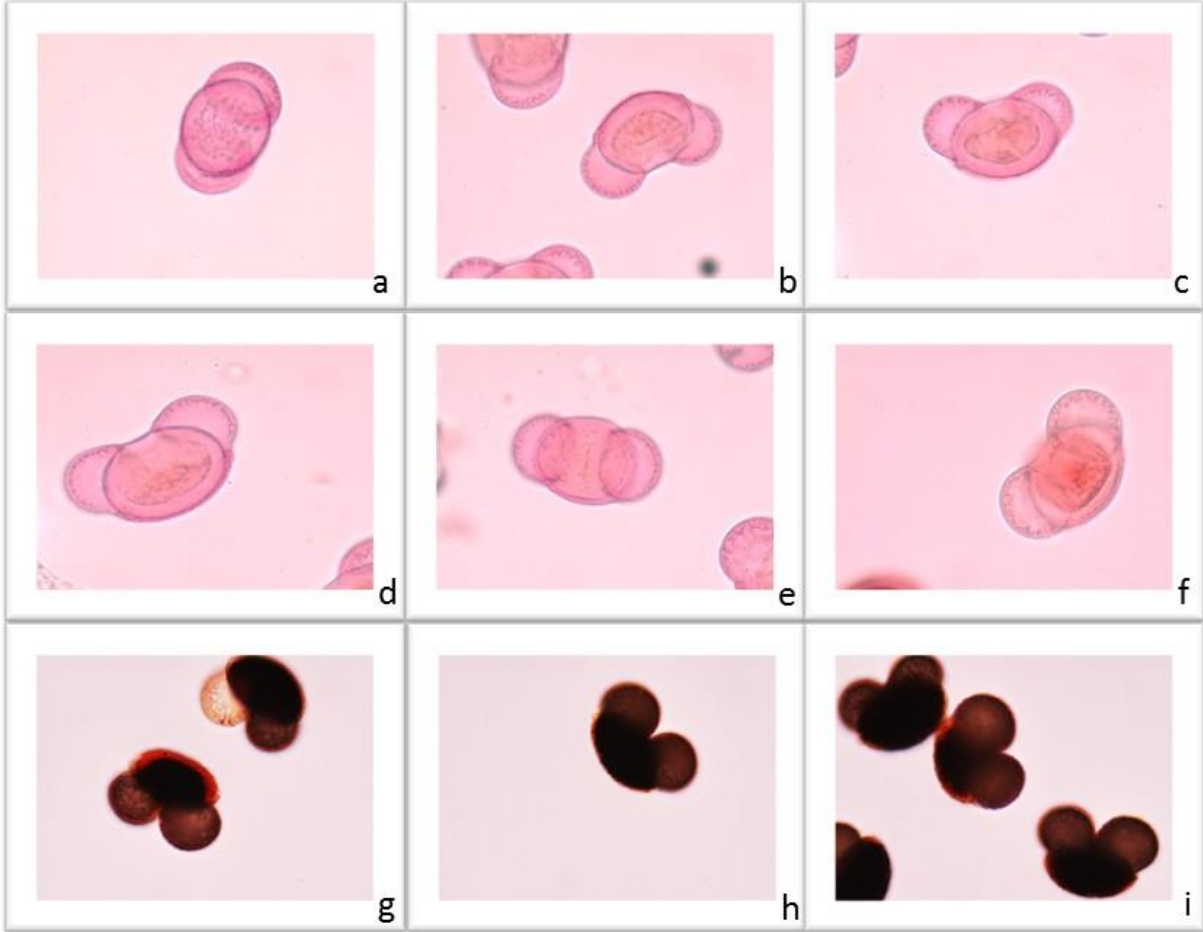
*Pinus nigra*'ya ait polenlerin 100°C sıcaklıkta 1, 3, 5, 10, 15, 30, 60, 90 ve 120. dakikalarda yakılması sonucu renklerinde ve morfolojilerinde meydana gelen değişiklikler Şekil 4.3'te gösterilmiştir. Bu taksonun polenlerinin renklerinde ve morfolojik yapılarında 100°C sıcaklıkta muamele edilen tüm zaman dilimlerinde herhangi bir değişiklik gözlenmediği tespit edilmiştir.



Şekil 4.3. *Pinus nigra*'nın çeşitli sürelerde (süre: dakika; a: 1, b: 3, c: 5, d: 10, e: 15, f: 30, g: 60, h: 90, i: 120) 100°C'de yakılmış polen mikrofotoğrafları.

#### 4.1.3. 200°C sıcaklıkta polen morfolojisinde meydana gelen değişiklikler

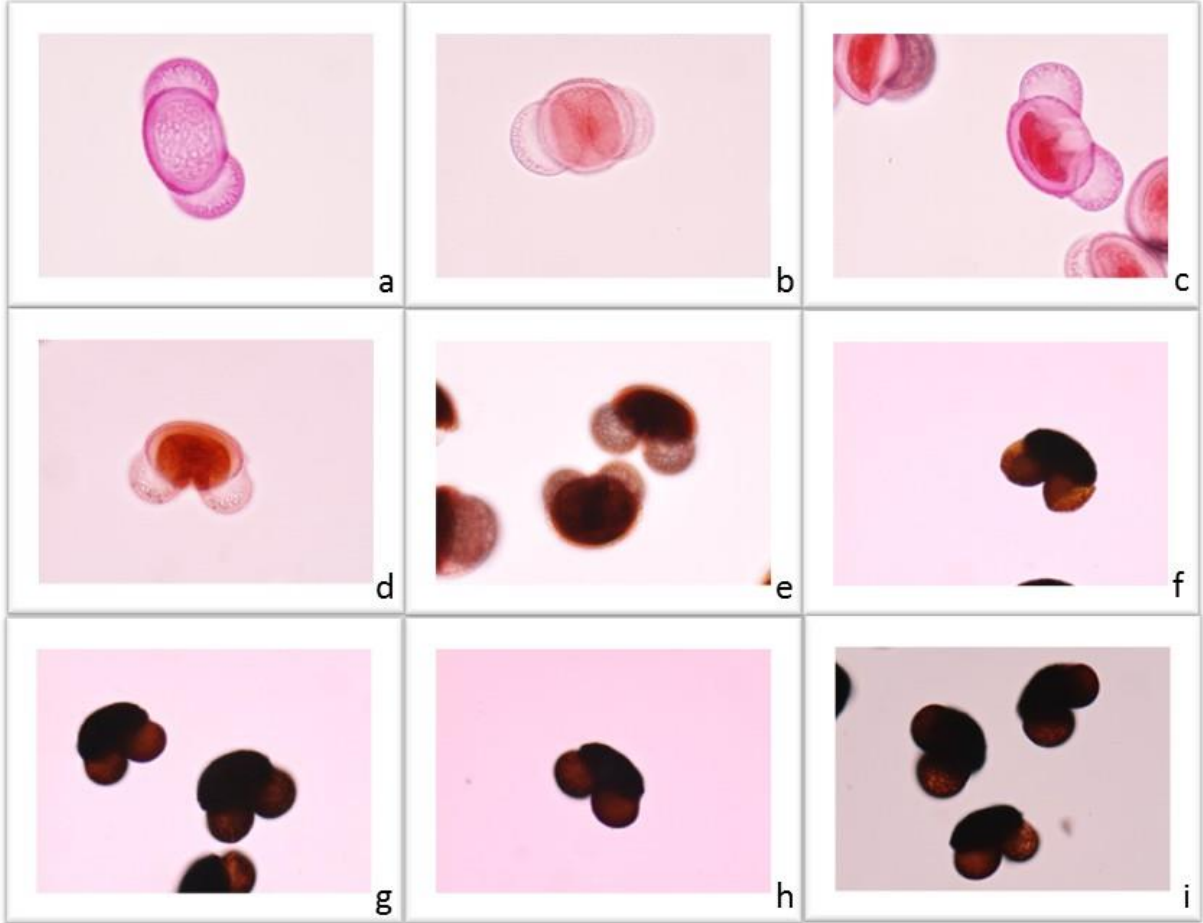
Yakma işleminin ikinci aşaması olan 200°C sıcaklıkta 1, 3, 5, 10, 15, 30, 60, 90 ve 120. dakikalarda ilgili taksonun polenlerinde meydana gelen renk ve morfolojik değişiklikler Şekil 4.4'de gösterilmiştir. Bu safhanın 1, 3, 5, 10, 15 ve 30. dakikalarında polenlerde herhangi bir renk ve morfolojik değişiklik meydana gelmemiş ancak polenlerin renk tonu 60. dakikadan itibaren siyahlaşmaya başlamıştır.



Şekil 4.4. *Pinus nigra*'nın çeşitli sürelerde (süre: dakika; a: 1, b: 3, c: 5, d: 10, e: 15, f: 30, g: 60, h: 90, i: 120) 200°C'de yakılmış polen mikrofotografaları

#### 4.1.4. 300°C sıcaklıkta polen morfolojisinde meydana gelen değişiklikler

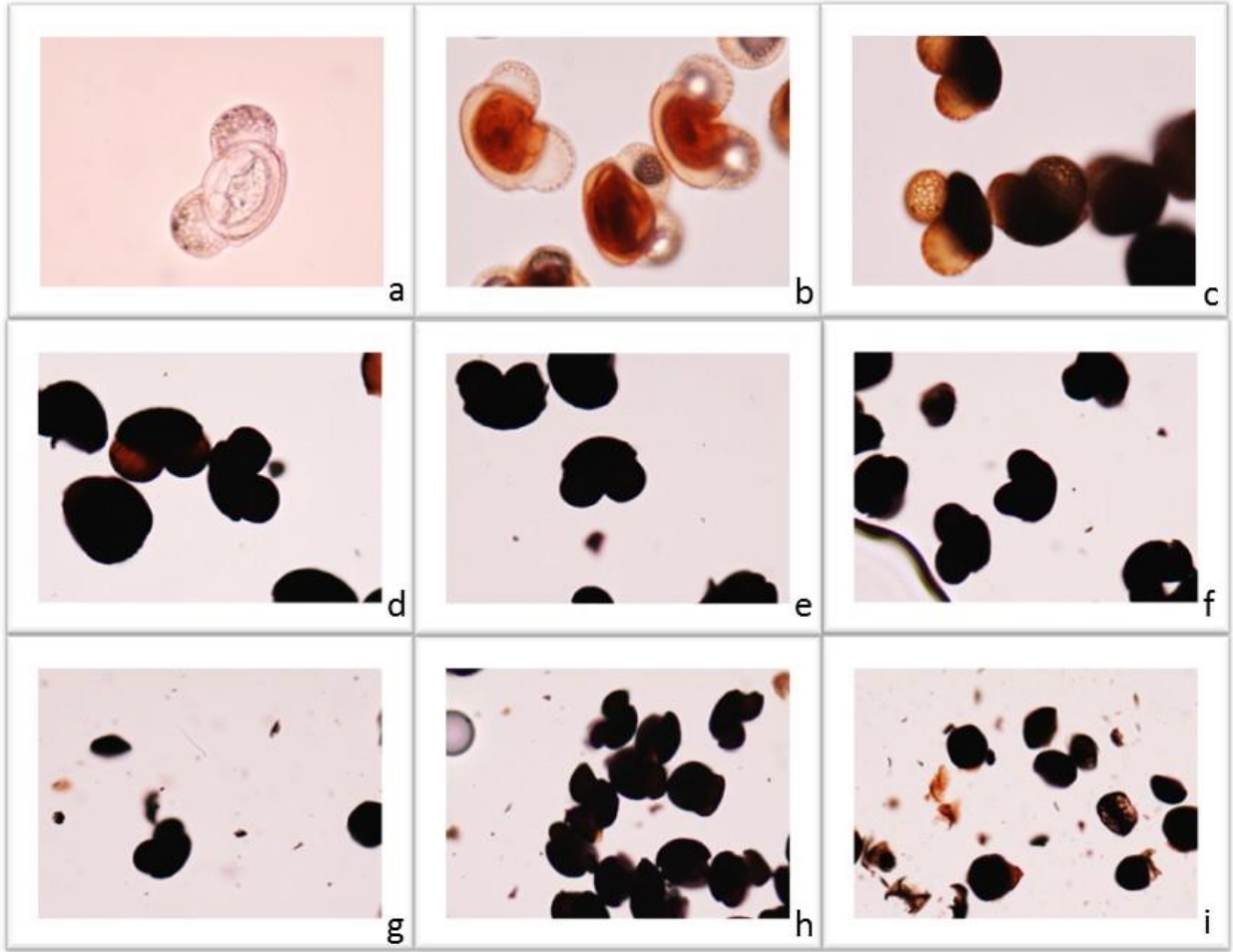
*Pinus nigra*'ya ait polenlerin 300°C sıcaklıkta 1, 3, 5, 10, 15, 30, 60, 90 ve 120. dakikalarda yakılması sonucu renk ve morfolojilerinde meydana gelen değişiklikler Şekil 4.5'de gösterilmiştir. İlgili taksonun polen renginde 300°C sıcaklıkta 1, 3 ve 5. dakikalarda herhangi bir değişiklik gözlenmemiştir. Polenlerin aynı sıcaklığın 10. dakikasından itibaren renk değişimine uğradığı tespit edilmiştir. Polenlerin morfolojik yapılarında bir farklılaşma görülmemiştir.



Şekil 4.5. *Pinus nigra*'nın çeşitli sürelerde (süre: dakika; a: 1, b: 3, c: 5, d: 10, e: 15, f: 30, g: 60, h: 90, i: 120) 300°C'de yakılmış polen mikrofotografaları

#### 4.1.5. 400°C sıcaklıkta polen morfolojisinde meydana gelen değişiklikler

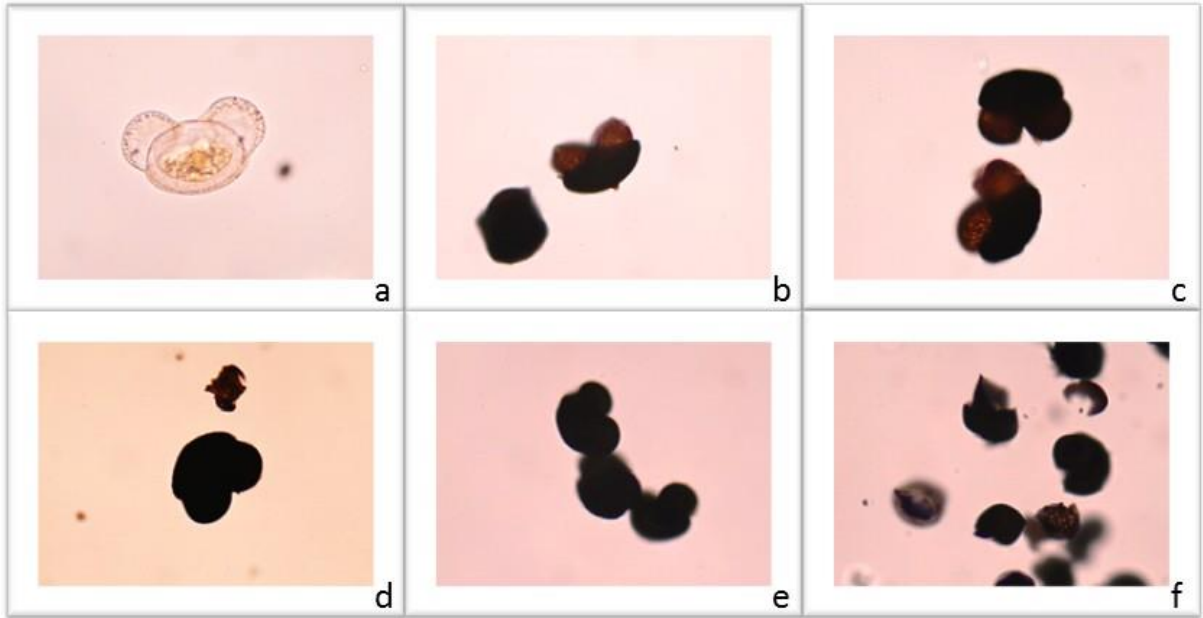
*Pinus nigra*'ya ait polenlerin 400°C sıcaklıkta 1, 3, 5, 10, 15, 30, 60, 90 ve 120. dakikalarda yakılması sonucu renk ve morfolojilerinde meydana gelen değişiklikler Şekil 4.6'da gösterilmiştir. İlgili taksonun polenlerinde 1. dakikada herhangi bir renk değişimi gözlenmemiştir. Polenlerdeki renk değişimi aynı sıcaklıkta 3. dakikadan itibaren başlamıştır. Polen morfolojilerinde 90. dakikaya kadar şekil bozukluğu gözlenmemiştir. Polenler 120. dakikada tamamen parçalanmış olup teşhis edilemez hale gelmişlerdir.



Şekil 4.6. *Pinus nigra*'nın çeşitli sürelerde (süre: dakika; a: 1, b: 3, c: 5, d: 10, e: 15, f: 30, g: 60, h: 90, i: 120) 400°C'de yakılmış polen mikrofotografaları

#### 4.1.6. 500°C sıcaklıkta polen morfolojisinde meydana gelen değişiklikler

*Pinus nigra*'ya ait polenlerin 500°C sıcaklıkta 1, 3, 5, 10, 15 ve 30. dakikalarda yakılması sonucu renk ve morfolojilerinde meydana gelen değişiklikler Şekil 4.7'te gösterilmiştir. Polenlerde bu sıcaklığın 1. dakikasında herhangi bir renk değişikliği gözlenmemiş, renk tonunun değişimi 3. dakikadan itibaren başlamıştır. Polenlerin morfolojilerinde bu sıcaklıkta 15. dakika sonuna kadar bir değişiklik görülmemiştir. Aynı sıcaklığın 30. dakikasında polenlerin morfolojileri tamamen bozuldukları için teşhis edilmelerinin olanaksız hale geldiği tespit edilmiştir.



Şekil 4.7. *Pinus nigra*'nın çeşitli sürelerde (süre: dakika; a: 1, b: 3, c: 5, d: 10, e: 15, f: 30, g: 60, h: 90, i: 120) 500°C'de yakılmış polen mikrofotografaları



## 4.2. *Betula pendula*

### 4.2.1. Polen morfolojisi

Polar eksen 22,25  $\mu\text{m}$ , ekvatorial eksen 28,59  $\mu\text{m}$  olup, P/E oranı 0,78, Plg 3,10  $\mu\text{m}$ , Plt 2,15  $\mu\text{m}$ , t 23,63  $\mu\text{m}$ , annulus 1,05  $\mu\text{m}$ , Amb 25,64  $\mu\text{m}$  ve ekzin kalınlığı 0,99  $\mu\text{m}$  olarak saptanmıştır. (Asetoliz yöntemi) (Çizelge 4.3, Şekil 4.8-9).

Polar eksen 27,36  $\mu\text{m}$ , ekvatorial eksen 29,34  $\mu\text{m}$  olup, P/E oranı 0,93, Plg 3,00  $\mu\text{m}$ , Plt 2,92  $\mu\text{m}$ , t 24,90  $\mu\text{m}$ , Amb 27,42  $\mu\text{m}$ , annulus 1,10  $\mu\text{m}$ , ekzin kalınlığı 1,16  $\mu\text{m}$  ve intin kalınlığı 0,65  $\mu\text{m}$  olarak saptanmıştır (Wodehouse yöntemi) (Çizelge 4.4, Şekil 4.8-9).

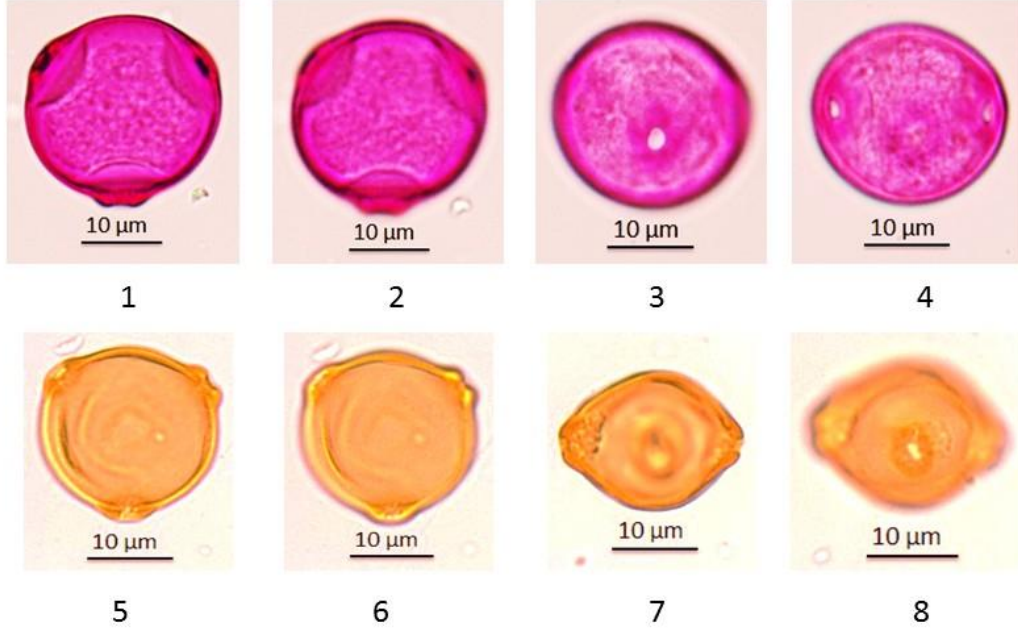
Polen şekli Asetoliz yönteminde suboblat, Wodehouse yönteminde ise oblat sferoid ve triporat'tır. Strüktürü tektattır. Ekzin ölçümlerinde sekzin-nekzin ayırımı yapılamamıştır. Ekzin ornemantasyonu granülattır.

Çizelge 4.3. *Betula pendula* polenlerinin morfolojik gözlem ve ölçümleri ( $\mu\text{m}$ ) (Asetoliz yöntemi).

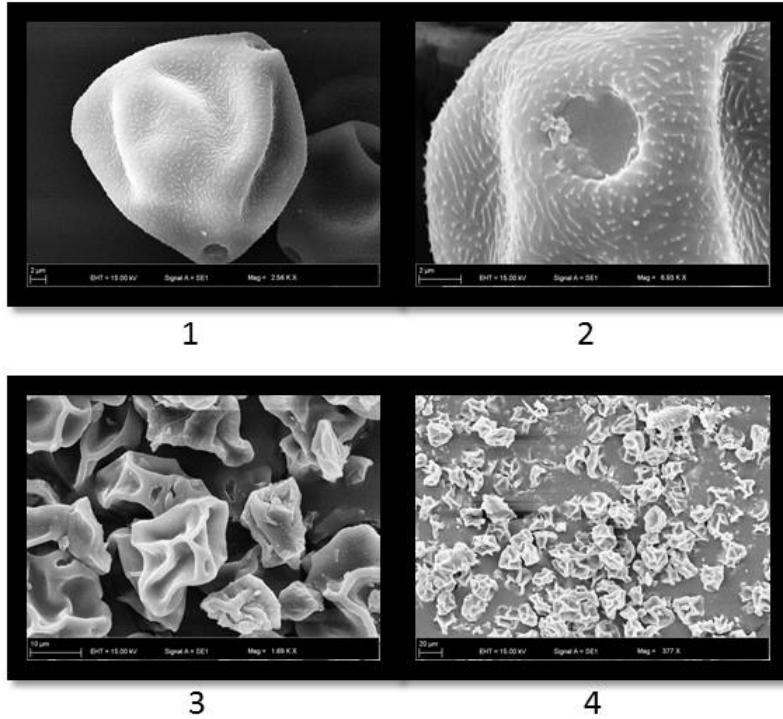
Polenlerin Morfolojik Karakterleri	Polar Eksen	Ekvatorial Eksen	Plg	Plt	t	Amb	Annulus	Ekzin
Ortalama ( $\mu\text{m}$ )	22,25	28,59	3,10	2,15	23,63	25,64	1,05	0,99
Standart sapma ( $\pm$ )	1,7717	1,6823	0,7035	0,8919	1,9626	1,9202	0,2338	0,2941
Minimum ( $\mu\text{m}$ )	20,00	25,00	2,00	1,00	20,00	21,00	0,50	0,50
Maksimum ( $\mu\text{m}$ )	27,00	32,00	4,00	4,00	29,00	30,00	1,50	1,50

Çizelge 4.4. *Betula pendula* polenlerinin morfolojik gözlem ve ölçümleri ( $\mu\text{m}$ ) (Wodehouse yöntemi).

Polenlerin Morfolojik Karakterleri	Polar Eksen	Ekvatorial Eksen	Plg	Plt	t	Amb	Annulus	Ekzin	İntin
Ortalama ( $\mu\text{m}$ )	27,36	29,34	3,00	2,92	24,90	27,42	1,10	1,16	0,65
Standart sapma ( $\pm$ )	2,6724	2,6788	0,8165	0,849	3,0501	2,3449	0,219	0,4431	0,2241
Minimum ( $\mu\text{m}$ )	23,00	24,00	1,0	1,0	20,00	23,00	0,75	0,50	0,25
Maksimum ( $\mu\text{m}$ )	34,00	35,00	5,0	5,0	32,00	32,00	1,75	2,00	1.25



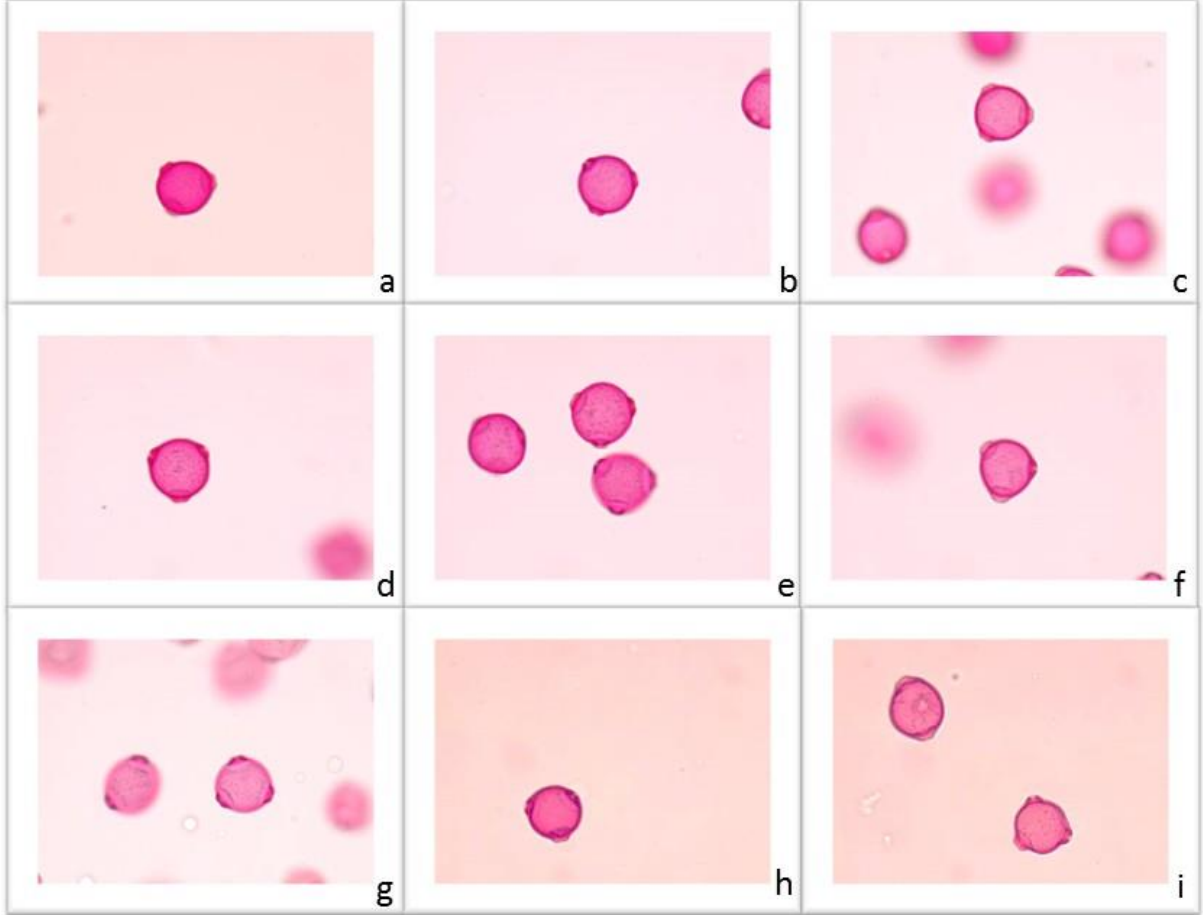
Şekil 4.8. *Betula pendula*'nın polen mikrofotografaları (1-4: Wodehouse yöntemi; 5-8: Asetoliz yöntemi).



Şekil 4.9. *Betula pendula*'nın SEM polen fotoğrafları (1-2: Yakılmamış polen; 3-4: Yakılmış polen).

#### 4.2.2. 100°C sıcaklıkta polen morfolojisinde meydana gelen değişiklikler

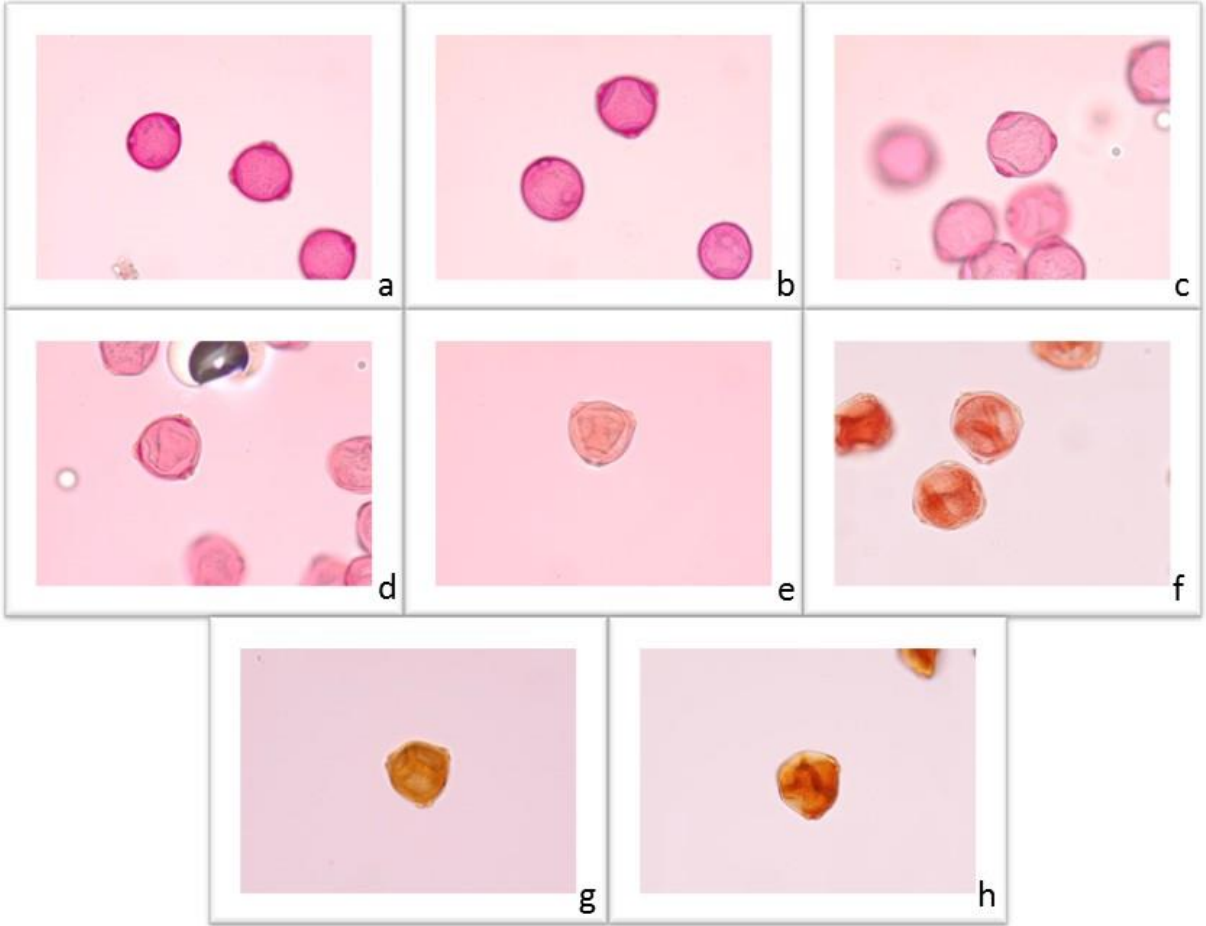
*Betula pendula*'ya ait polenlerin 100°C sıcaklıkta 1, 3, 5, 10, 15, 30, 60, 90 ve 120 dakikalarda yakılması sonucu renklerinde ve morfolojilerinde meydana gelen değişiklikler Şekil 4.10'da gösterilmiştir. Bu taksonun polenlerinin renklerinde ve morfolojik yapılarında 100°C sıcaklıkta muamele edilen tüm zaman dilimlerinde herhangi bir değişiklik gözlenmediği tespit edilmiştir.



Şekil 4.10. *Betula pendula*'nın çeşitli sürelerde (süre: dakika; a: 1, b: 3, c: 5, d: 10, e: 15, f: 30, g: 60, h: 90, i: 120) 100°C'de yakılmış polen mikrofotografaları

#### 4.2.3. 200°C sıcaklıkta polen morfolojisinde meydana gelen değişiklikler

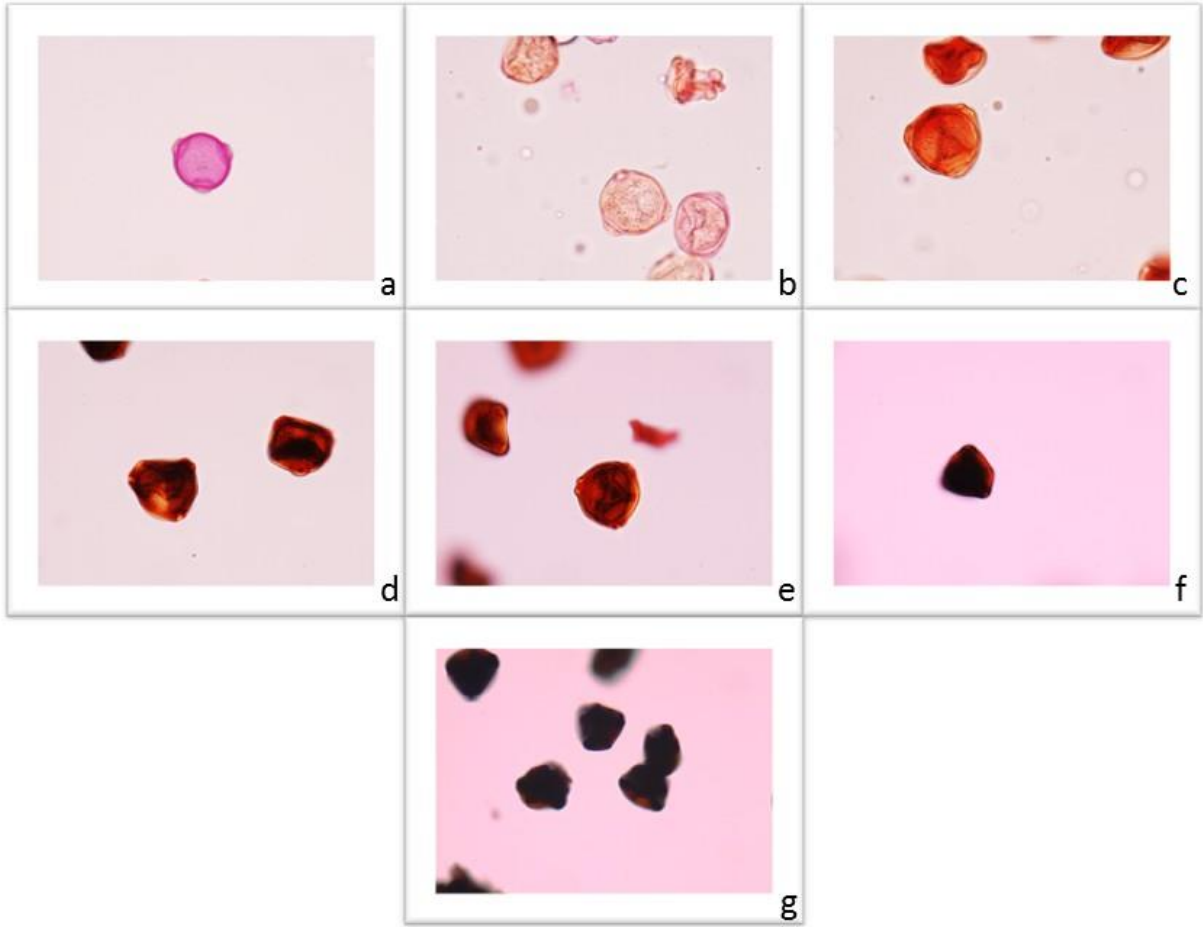
*Betula pendula*'ya ait polenlerin 200°C sıcaklıkta 1, 3, 5, 10, 15, 30, 60 ve 90. dakikalarda yakılması sonucu renklerinde ve morfolojilerinde meydana gelen değişiklikler Şekil 4.11'de gösterilmiştir. Bu taksonun polenlerinin renklerinde ve morfolojilerinde yakma işleminin 1, 3, 5, 10 ve 15. dakikalarında bir değişim gözlenmemiştir. Bu sıcaklıktaki yakma işleminin 30. ve 60. dakikasından itibaren polenlerin renk tonunda bir koyulaşma başladığı tespit edilmiştir. Bu safhanın 90. dakikasında polen morfolojilerinin tamamen bozulduğu ve teşhislerinin mümkün olmadığı görülmüştür.



Şekil 4.11. *Betula pendula*'nın çeşitli sürelerde (süre: dakika; a: 1, b: 3, c: 5, d: 10, e: 15, f: 30, g: 60, h: 90) 200°C'de yakılmış polen mikrofotografaları

#### 4.2.4. 300°C sıcaklıkta polen morfolojisinde meydana gelen değişiklikler

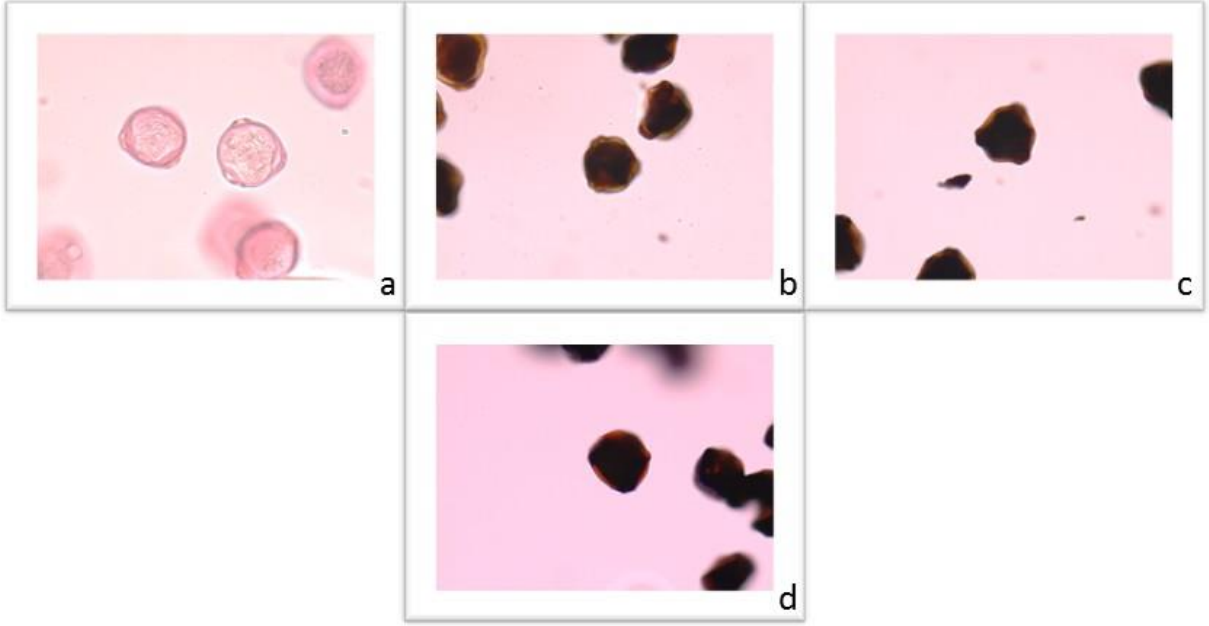
*Betula pendula*'ya ait polenlerin 300°C sıcaklıkta 1, 3, 5, 10, 15, 30 ve 60. dakikalarda yakılması sonucu renk ve morfolojilerinde meydana gelen değişiklikler Şekil 4.12'de gösterilmiştir. İlgili taksonun polen renginde ve morfolojisinde 1. dakikada herhangi bir değişim görülmemiştir. Polenlerin rengindeki koyulaşma ve morfolojik bozuklukların 3. dakikadan itibaren başladığı saptanmıştır. Polenlerin renginin koyulaşması ve morfolojilerinin bozulması sebebiyle 5. dakikada teşhis zorlaşmış, 15. dakikadan itibaren ise tanımlanamaz hale gelmişlerdir.



Şekil 4.12. *Betula pendula*'nın çeşitli sürelerde (süre: dakika; a: 1, b: 3, c: 5, d: 10, e: 15, f: 30, g: 60) 300°C'de yakılmış polen mikrofotografaları

#### 4.2.5. 400°C sıcaklıkta polen morfolojisinde meydana gelen değişiklikler

*Betula pendula*'ya ait polenlerin 400°C sıcaklıkta 1, 3, 5 ve 10. dakikalarda yakılması sonucu renk ve morfolojilerinde meydana gelen değişiklikler Şekil 4.13'de gösterilmiştir. İlgili taksonun polenlerinde 1. dakikada herhangi bir değişim gözlenmemiştir. Polenlerin renginin 3. dakikadan itibaren siyah olduğu ancak apertür yapılarının bozulmadığı ve seçilebilir olduğu gözlenmiştir. Ancak 5. dakikadan itibaren polen morfolojilerinin teşhis edilemeyecek şekilde bozulduğu tespit edilmiştir.



Şekil 4.13. *Betula pendula*'nın çeşitli sürelerde (süre: dakika; a: 1, b: 3, c: 5, d: 10 ) 400°C'de yakılmış polen mikrofotografaları

#### 4.2.6. 500°C sıcaklıkta polen morfolojisinde meydana gelen değişiklikler

*Betula pendula*'ya ait polenlerin 500°C sıcaklıkta 1, 3 ve 5. dakikalarda yakılması sonucu renk ve morfolojilerinde meydana gelen değişiklikler Şekil 4.14'de gösterilmiştir. Polenlerde bu sıcaklığın 1. dakikasında rengin sarardığı ancak morfolojik bir bozulmanın meydana gelmediği görülmüştür. Ancak 3. dakikadan itibaren polenlerin renginin siyahlaştığı ve morfolojilerinin tamamen bozulduğu belirlenmiştir. Bu sıcaklıkta yakma işleminin 5. dakikası sonunda ise polenlerin tamamen parçalandığı tespit edilmiştir.



Şekil 4.14. *Betula pendula*'nın çeşitli sürelerde (süre: dakika; a: 1, b: 3, c: 5) 500°C'de yakılmış polen mikrofotografaları

### 4.3. *Acer negundo*

#### 4.3.1. Polen Morfolojisi

Polar eksen 27,02  $\mu\text{m}$ , ekvatorial eksen 23,66  $\mu\text{m}$  olup, P/E oranı 1,14, Clg 21,88  $\mu\text{m}$ , Clt 2,99  $\mu\text{m}$ , t 4,46  $\mu\text{m}$ , Amb 23,49  $\mu\text{m}$  ve ekzin kalınlığı 1,42  $\mu\text{m}$  olarak saptanmıştır (Asetoliz yöntemi) (Çizelge 4.5, Şekil 4.15-16).

Polar eksen 27,54  $\mu\text{m}$ , ekvatorial eksen 19,72  $\mu\text{m}$  olup, P/E oranı 1,40, Clg 21,46  $\mu\text{m}$ , Clt 3,10  $\mu\text{m}$ , t 5,64  $\mu\text{m}$ , Amb 26,08  $\mu\text{m}$ , ekzin kalınlığı 1,39  $\mu\text{m}$  olarak saptanmıştır (Wodehouse yöntemi) (Çizelge 4.6, Şekil 4.15-16).

Polen şekli Asetoliz yönteminde subprolat, Wodehouse yönteminde ise prolat ve trikolpat'tır. Strüktürü tektattır. Ekzin ölçümlerinde sekzin-nekzin ayırımı yapılamamıştır. Ekzin ornemantasyonu striattır.

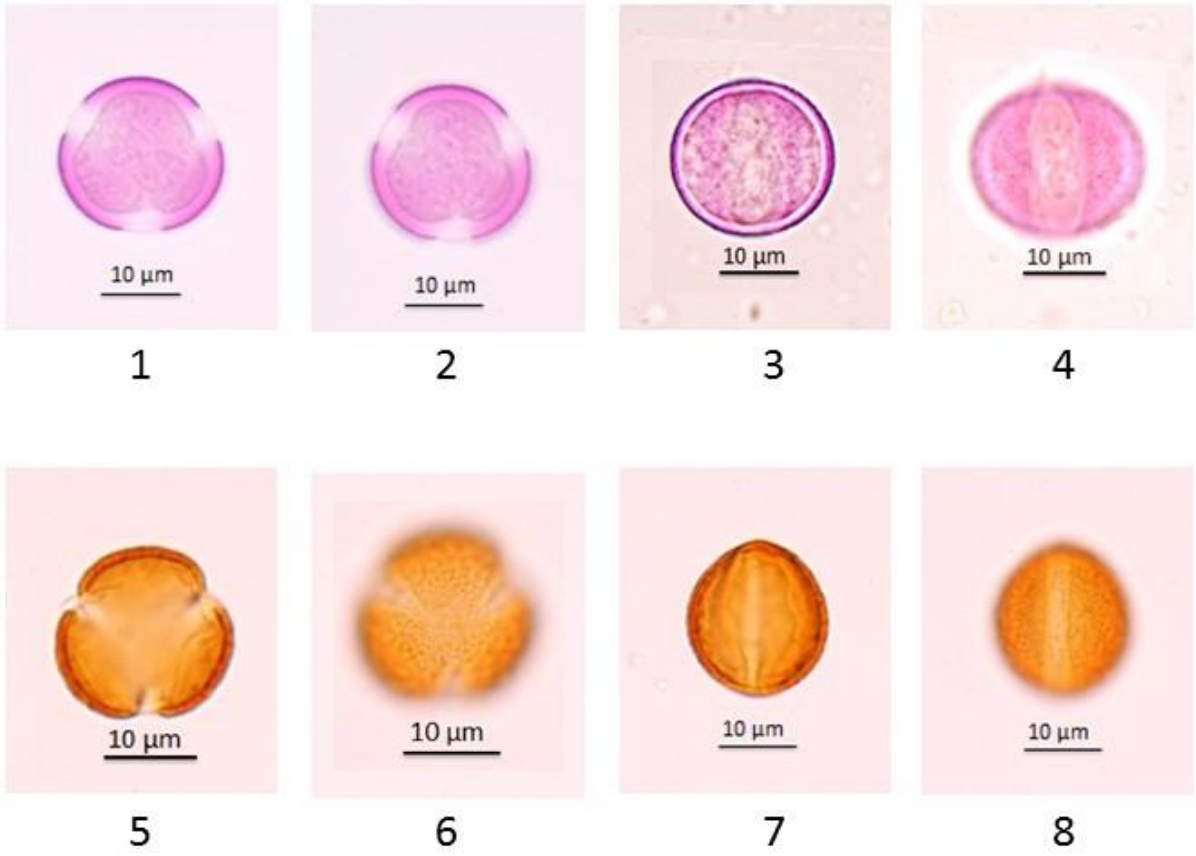
Çizelge 4.5. *Acer negundo* polenlerinin morfolojik gözlem ve ölçümleri ( $\mu\text{m}$ ) (Asetoliz yöntemi).

Polenlerin Morfolojik Karakterleri	Polar Eksen	Ekvatorial Eksen	Clg	Clt	t	Amb	Ekzin
Ortalama ( $\mu\text{m}$ )	27,02	23,66	21,88	2,99	4,46	23,49	1,42
Standart sapma ( $\pm$ )	1,9694	2,1283	2,1333	0,8102	1,0192	1,4460	0,3601
Minimum ( $\mu\text{m}$ )	22,00	18,00	18,00	1,00	2,00	20,00	1,00
Maksimum ( $\mu\text{m}$ )	31,00	28,00	29,00	5,00	6,00	27,00	2,00

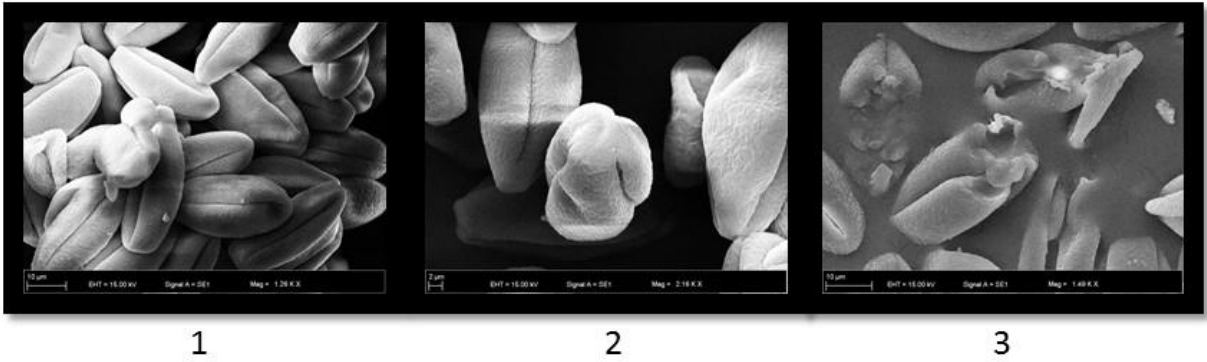
Çizelge 4.6. *Acer negundo* polenlerinin morfolojik gözlem ve ölçümleri ( $\mu\text{m}$ ) (Wodehouse yöntemi).

Polenlerin Morfolojik Karakterleri	Polar Eksen	Ekvatorial Eksen	Clg	Clt	t	Amb	Ekzin
Ortalama ( $\mu\text{m}$ )	27,54	19,72	21,46	3,10	5,64	26,08	1,39
Standart sapma ( $\pm$ )	3,6581	2,3010	2,6340	0,9266	0,9377	1,7272	0,4056
Minimum ( $\mu\text{m}$ )	20,00	15,00	16,00	2,00	4,00	22,00	1,00
Maksimum ( $\mu\text{m}$ )	33,00	25,00	26,00	5,00	8,00	29,00	2,00





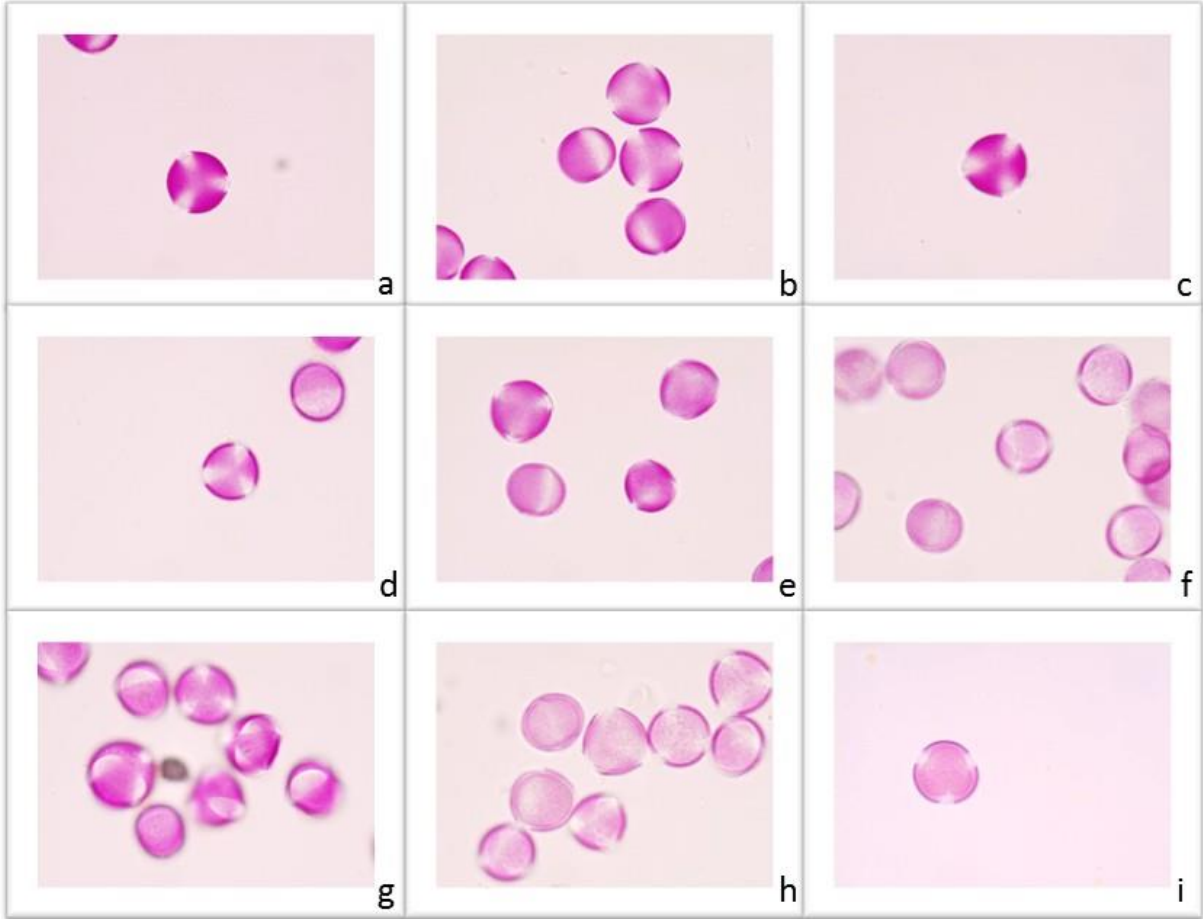
Şekil 4.15. *Acer negundo*'nun polen mikrofotografaları (1-4: Wodehouse yöntemi; 5-8: Asetoliz yöntemi)



Şekil 4.16. *Acer negundo*'nun SEM polen fotoğrafları (1-2: Yakılmamış polen; 3: Yakılmış polen).

#### 4.3.2. 100°C sıcaklıkta polen morfolojisinde meydana gelen değişiklikler

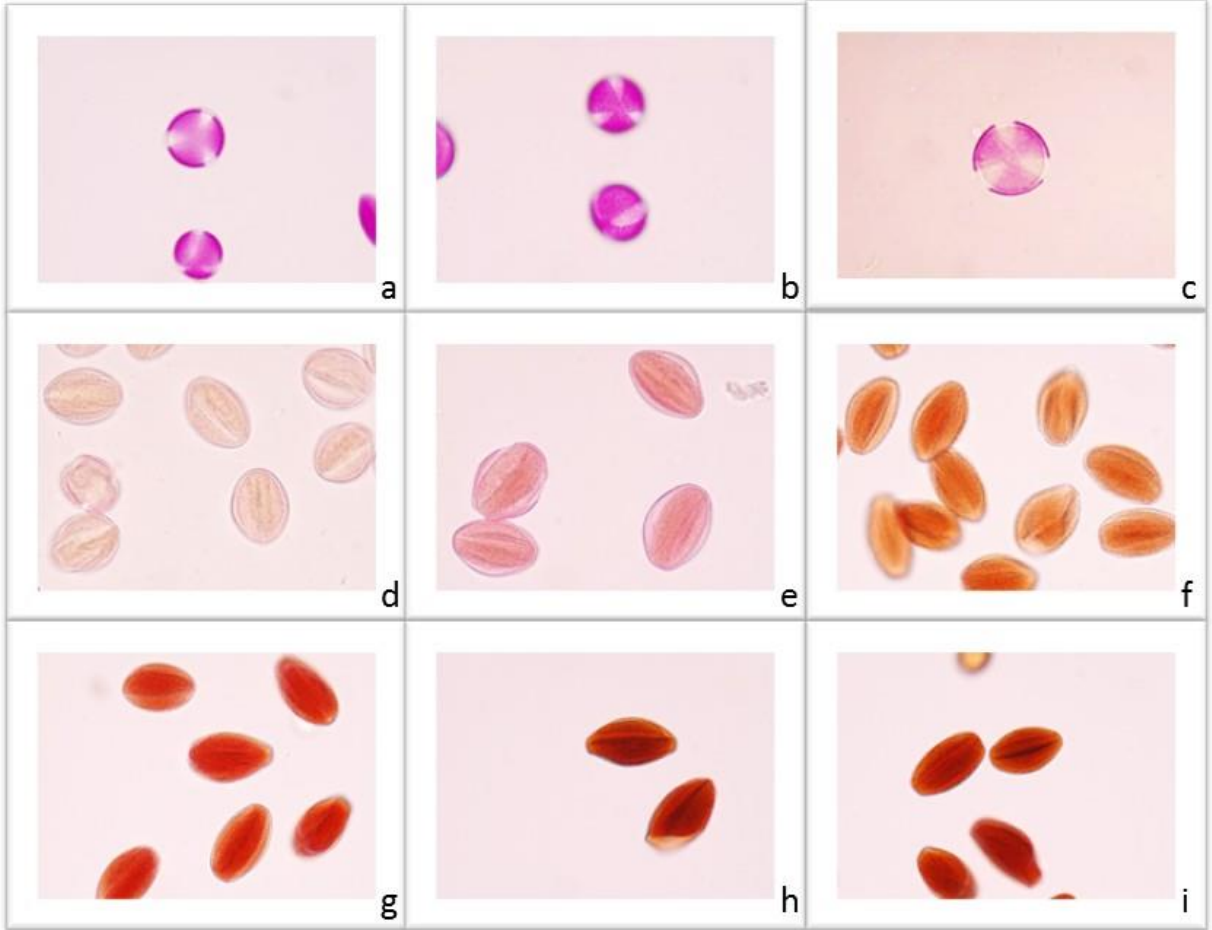
*Acer negundo*'ya ait polenlerin 100°C sıcaklıkta 1, 3, 5, 10, 15, 30, 60, 90 ve 120. dakikalarda yakılması sonucu renklerinde ve morfolojilerinde meydana gelen değişiklikler Şekil 4.17'de gösterilmiştir. Bu taksonun polenlerinin renklerinde ve morfolojik yapılarında 100°C sıcaklıkta muamele edilen tüm zaman dilimlerinde herhangi bir değişiklik gözlenmediği tespit edilmiştir.



Şekil 4.17. *Acer negundo*'nun çeşitli sürelerde (süre: dakika; a: 1, b: 3, c: 5, d: 10, e: 15, f: 30, g: 60, h: 90, i: 120) 100°C'de yakılmış polen mikrofotografaları

#### 4.3.3. 200°C sıcaklıkta polen morfolojisinde meydana gelen değişiklikler

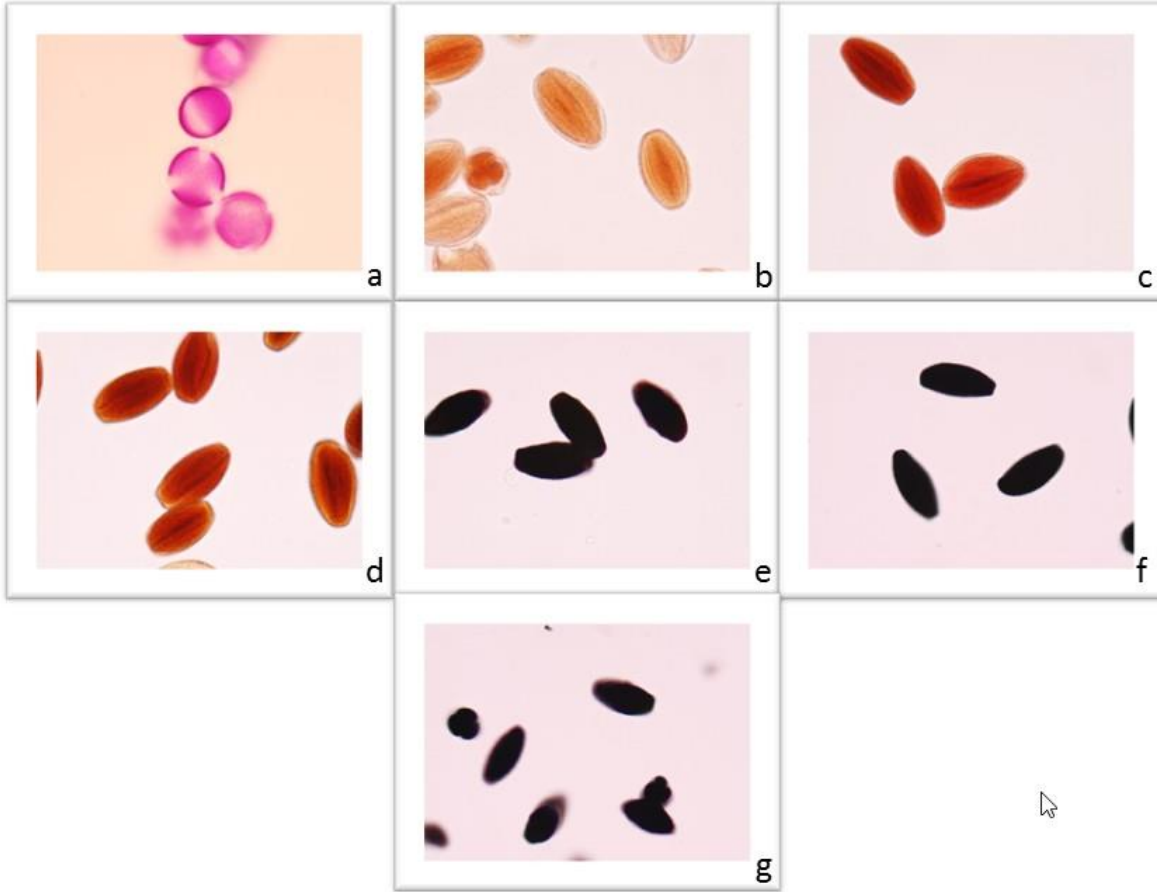
*Acer negundo*'ya ait polenlerin 200°C sıcaklıkta 1, 3, 5, 10, 15, 30, 60, 90 ve 120. dakikalarda yakılması sonucu renklerinde ve morfolojilerinde meydana gelen değişiklikler Şekil 4.18'de gösterilmiştir. Bu taksonun polenlerinin renklerinde ve morfolojilerinde yakma işleminin 1, 3 ve 5. dakikalarında bir değişim gözlenmemiştir. Bu sıcaklıktaki yakma işleminin 10. dakikasından itibaren polenlerin renk tonunda koyulaşma ve şekillerinde yuvarlaktan elipse doğru bir geçiş olduğu görülmüştür. Bu safhanın devamındaki 15, 30, 60, 90 ve 120. dakikalarda ise renkteki koyulaşmanın kademeli olarak artış gösterdiği ve polen şeklinin daha da incelererek, elipse döndüğü tespit edilmiştir.



Şekil 4.18. *Acer negundo*'nun çeşitli sürelerde (süre: dakika; a: 1, b: 3, c: 5, d: 10, e: 15, f: 30, g: 60, h: 90, i: 120) 200°C'de yakılmış polen mikrofotografaları.

#### 4.3.4. 300°C sıcaklıkta polen morfolojisinde meydana gelen değişiklikler

*Acer negundo*'ya ait polenlerin 300°C sıcaklıkta 1, 3, 5, 10, 15, 30 ve 60. dakikalarda yakılması sonucu renk ve morfolojilerinde meydana gelen değişiklikler Şekil 4.19'da gösterilmiştir. İlgili taksonun polen renginde ve morfolojisinde 1. dakikada herhangi bir değişim görülmemiştir. Polenlerin renginde koyulaşma ve şeklinin elipse dönmesi durumunun kademeli olarak 3. ve 5. dakikalardan itibaren başladığı saptanmıştır. Bu safhanın 15. dakikasından itibaren ise polenlerin elips şeklinde ve siyah renkli oldukları tespit edilmiştir.



Şekil 4.19. *Acer negundo*'nun çeşitli sürelerde (süre: dakika; a: 1, b: 3, c: 5, d: 10, e: 15, f: 30, g: 60) 300°C'de yakılmış polen mikrofotografaları

#### 4.3.5. 400°C sıcaklıkta polen morfolojisinde meydana gelen değişiklikler

*Acer negundo*'ya ait polenlerin 400°C sıcaklıkta 1, 3 ve 5. dakikalarda yakılması sonucu renk ve morfolojilerinde meydana gelen değişiklikler Şekil 4.20'de gösterilmiştir. İlgili taksonun polenlerinde 1. dakikada herhangi bir değişim gözlenmemiştir. Ancak 3. dakikadan itibaren polenlerin renginin siyah ve şeklinin elips olduğu tespit edilmiştir.



Şekil 4.20. *Acer negundo*'nun çeşitli sürelerde (süre: dakika; a: 1, b: 3, c: 5 ) 400°C'de yakılmış polen mikrofotografaları.

#### 4.3.6. 500°C sıcaklıkta polen morfolojisinde meydana gelen değişiklikler

*Acer negundo*'ya ait polenlerin 500°C sıcaklıkta 1, 3 ve 5. dakikalarda yakılması sonucu renk ve morfolojilerinde meydana gelen değişiklikler Şekil 4.21'de gösterilmiştir. İlgili taksonun polenlerinde 1. dakikada rengin koyu sarı ve şeklin elips olduğu, 3. dakikada ise renginin siyah olduğu gözlenmiştir. Bu sıcaklıkta yakma işleminin 5. dakikasından itibaren ise polenlerin parçalandığı tespit edilmiştir.



Şekil 4.21. *Acer negundo*'nun çeşitli sürelerde (süre: dakika; a: 1, b: 3, c: 5) 500°C'de yakılmış polen mikrofotografaları.

#### 4.4. *Populus nigra*

##### 4.4.1. Polen Morfolojisi

Polenlerin b eksenini 24,14  $\mu\text{m}$ , c eksenini 23,83  $\mu\text{m}$ , d eksenini 24,00  $\mu\text{m}$ , A eksenini 25,35  $\mu\text{m}$  ve B eksenini uzunluğu (b, c ve d değerlerinin ortalaması alınarak bulunmuştur) 23,99  $\mu\text{m}$  olup, A/B oranı 1,06. Ekzin kalınlığı 0,97  $\mu\text{m}$  olarak saptanmıştır (Asetoliz yöntemi) (Çizelge 4.7, Şekil 4.22-23).

Polenlerin b eksenini 25,60  $\mu\text{m}$ , c eksenini 25,72  $\mu\text{m}$ , d eksenini 24,70  $\mu\text{m}$ , A eksenini 27,46  $\mu\text{m}$  ve B eksenini uzunluğu 25,34  $\mu\text{m}$  olup, A/B oranı 1,08. Ekzin kalınlığı 1,17  $\mu\text{m}$  olarak saptanmıştır (Wodehouse yöntemi) (Çizelge 4.8, Şekil 4.22-23)

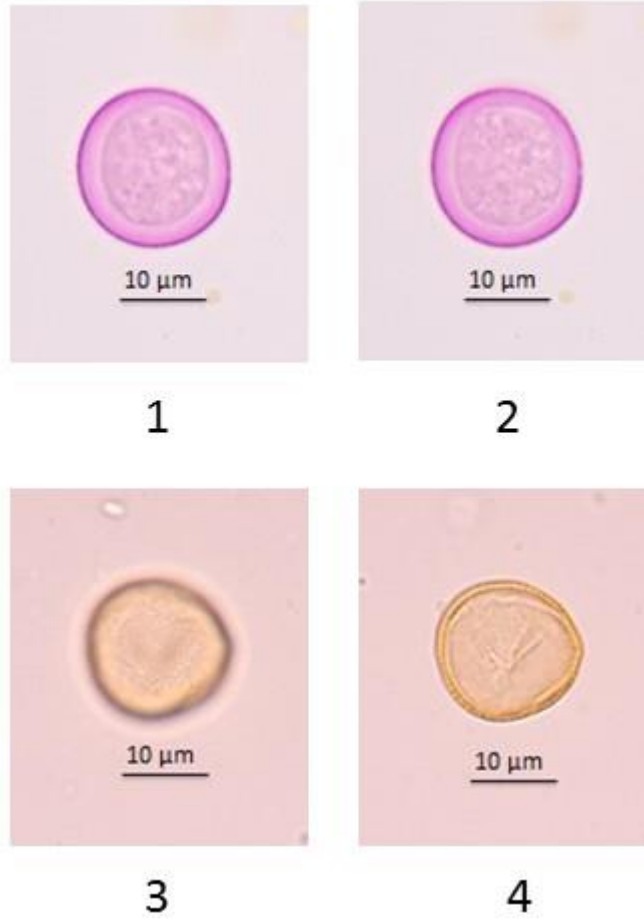
Polen şekli her iki yöntemde de prolat sferoid ve inapertürattır. Strüktürü semitektattır. Ekzin ölçümlerinde sekzin-nekzin ayırımı yapılamamıştır. Ekzin ornemantasyonu granülattır.

Çizelge 4.7. *Populus nigra* polenlerinin morfolojik gözlem ve ölçümleri ( $\mu\text{m}$ ) (Asetoliz yöntemi).

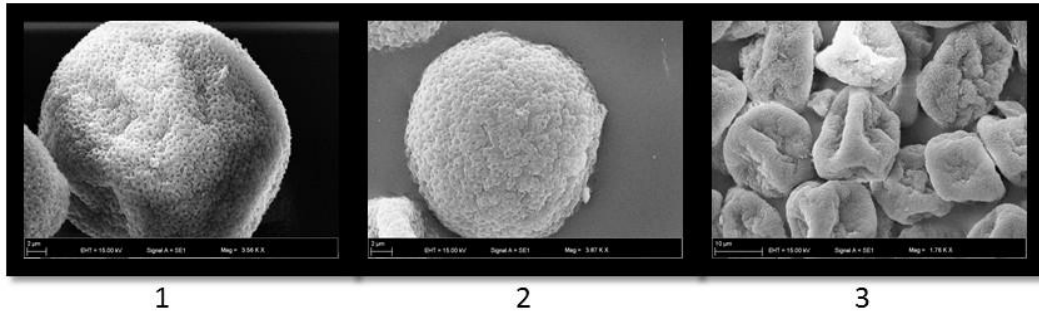
Polenlerin Morfolojik Karakterleri	A	b	c	d	Ekzin
Ortalama ( $\mu\text{m}$ )	25,35	24,14	23,83	24,00	0,97
Standart sapma ( $\pm$ )	2,0664	1,9176	1,6518	1,5110	0,3000
Minimum ( $\mu\text{m}$ )	21,00	21,00	20,00	20,00	0,50
Maksimum ( $\mu\text{m}$ )	30,00	30,00	28,00	28,00	1,50

Çizelge 4.8. *Populus nigra* polenlerinin morfolojik gözlem ve ölçümleri ( $\mu\text{m}$ ) (Wodehouse yöntemi).

Polenlerin Morfolojik Karakterleri	A	b	c	d	Ekzin
Ortalama ( $\mu\text{m}$ )	27,46	25,60	25,72	24,70	1,17
Standart sapma ( $\pm$ )	1,5336	1,9488	1,8967	2,2496	0,4336
Minimum ( $\mu\text{m}$ )	25,00	22,00	22,00	21,00	0,50
Maksimum ( $\mu\text{m}$ )	32,00	30,00	30,00	30,00	2,00



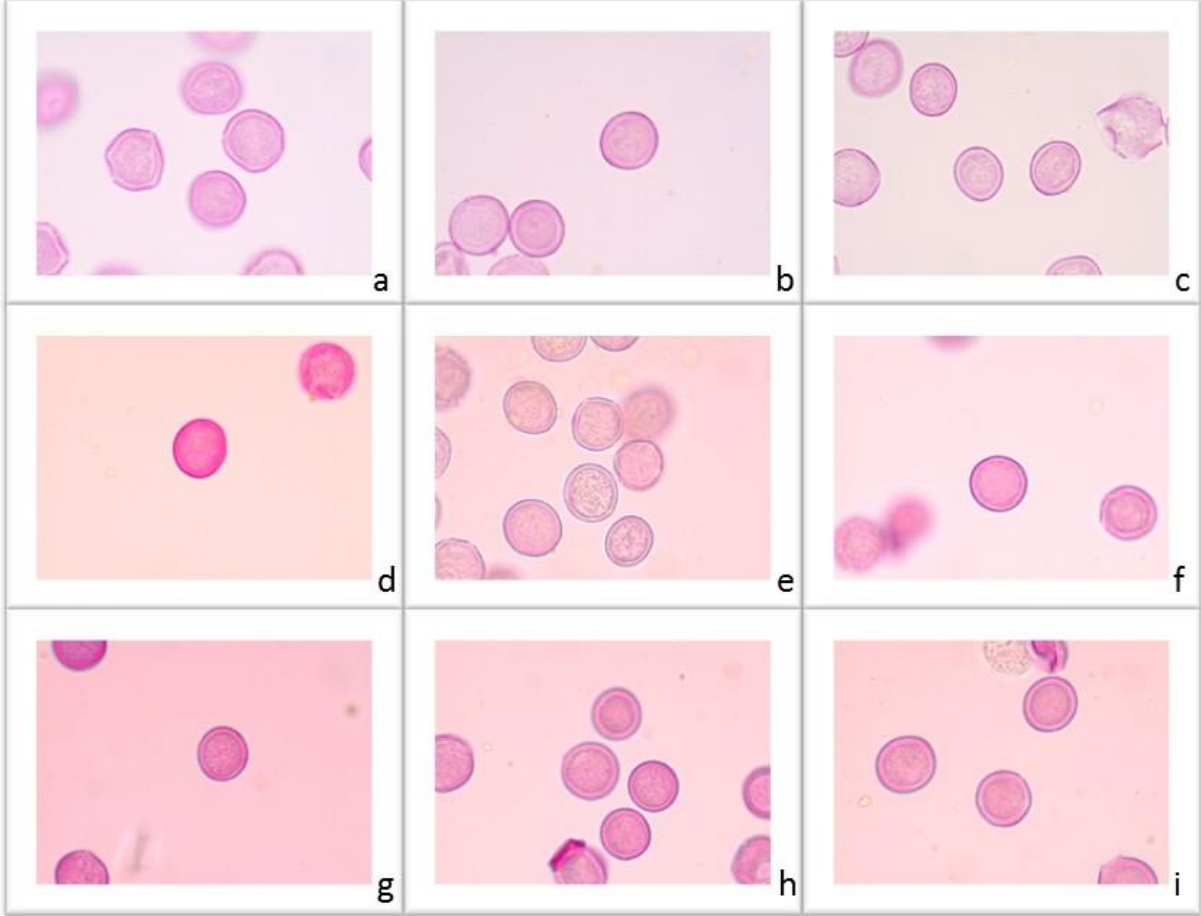
Şekil 4.22. *Populus nigra*'nın polen mikrofotografaları (1-2: Wodehouse yöntemi; 3-4: Asetoliz yöntemi)



Şekil 4.23. *Populus nigra*'nın polen SEM fotoğrafları (1-2: Yakılmamış polen; 3: Yakılmış polen).

#### 4.4.2. 100°C sıcaklıkta polen morfolojisinde meydana gelen değişiklikler

*Populus nigra*'ya ait polenlerin 100°C sıcaklıkta 1, 3, 5, 10, 15, 30, 60, 90 ve 120 dakikalarda yakılması sonucu renk ve morfolojilerinde meydana gelen değişiklikler Şekil 4.24'de gösterilmiştir. Bu taksonun polenlerinin renklerinde ve morfolojik yapılarında 100°C sıcaklıkta muamele edilen tüm zaman dilimlerinde herhangi bir değişiklik gözlenmediği tespit edilmiştir.

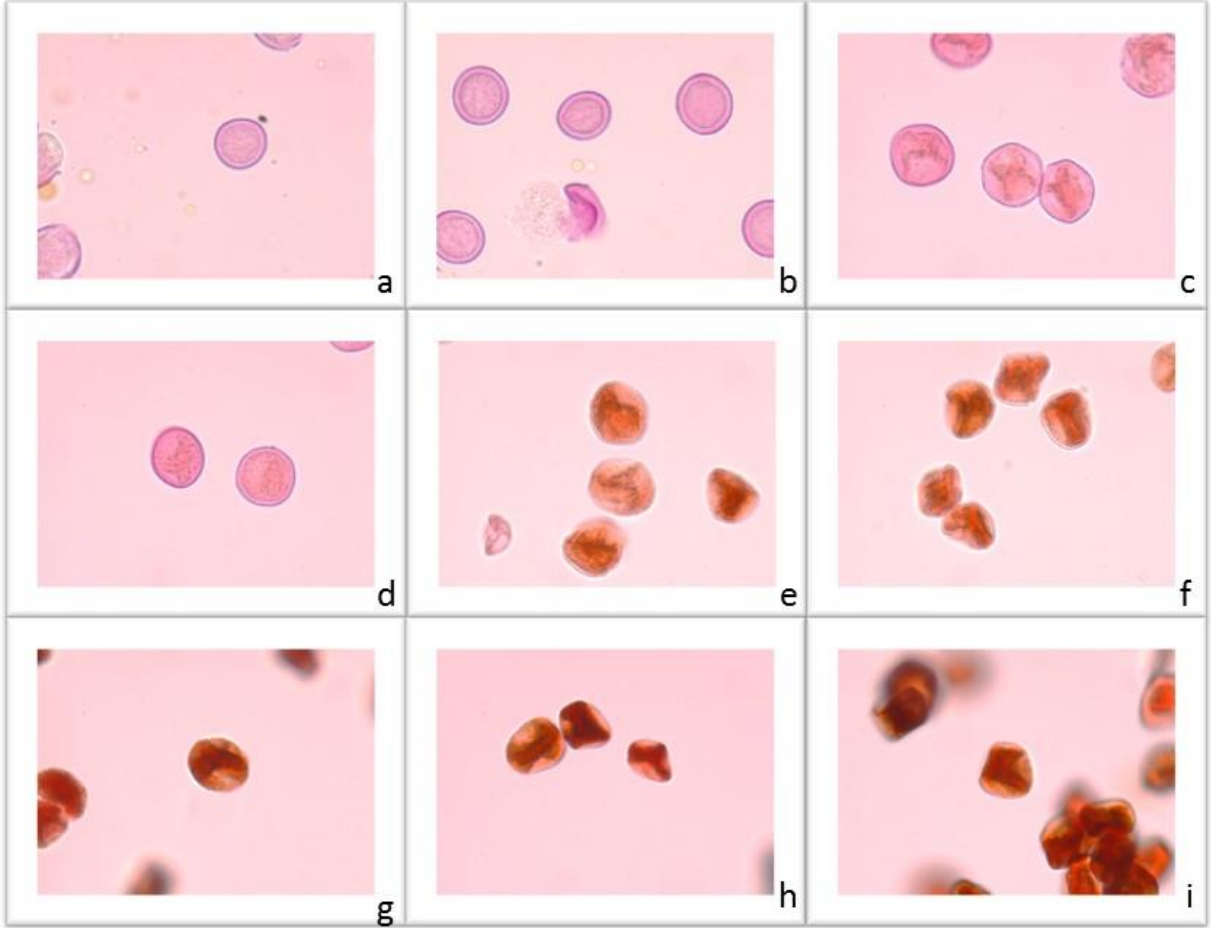


Şekil 4.24. *Populus nigra*'nın çeşitli sürelerde (süre: dakika; a: 1, b: 3, c: 5, d: 10, e: 15, f: 30, g: 60, h: 90, i: 120) 100°C'de yakılmış polen mikrofotografaları.



#### 4.4.3. 200°C sıcaklıkta polen morfolojisinde meydana gelen değişiklikler

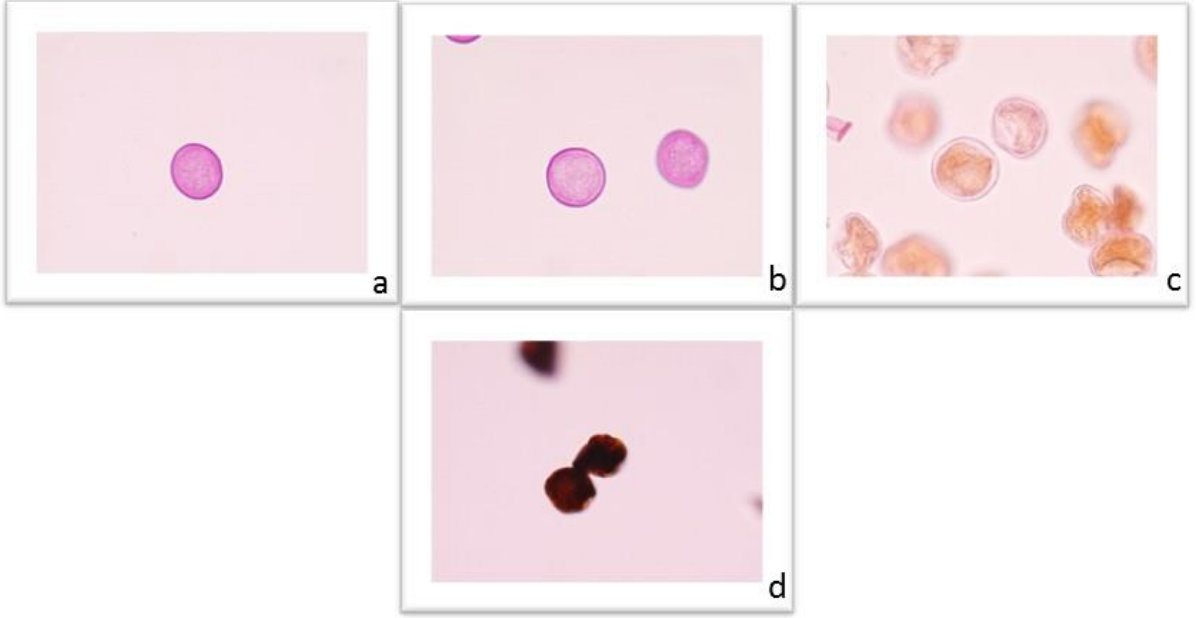
*Populus nigra*'ya ait polenlerin 200°C sıcaklıkta 1, 3, 5, 10, 15, 30, 60, 90 ve 120. dakikalarda yakılması sonucu renk ve morfolojilerinde meydana gelen değişiklikler Şekil 4.25'de gösterilmiştir. Bu taksonun polenlerinin renklerinde ve morfolojilerinde yakma işleminin 1, 3, 5 ve 10. dakikalarında bir değişim gözlenmemiştir. Bu safhanın 15. dakikasından itibaren ise polen morfolojilerinin bozulduğu ve renklerinin değiştiği tespit edilmiştir.



Şekil 4.25. *Populus nigra*'nın çeşitli sürelerde (süre: dakika; a: 1, b: 3, c: 5, d: 10, e: 15, f: 30, g: 60, h: 90, i: 120) 200°C'de yakılmış polen mikrofotografaları.

#### 4.4.4. 300°C sıcaklıkta polen morfolojisinde meydana gelen değişiklikler

*Populus nigra*'ya ait polenlerin 300°C sıcaklıkta 1, 3, 5 ve 10. dakikalarda yakılması sonucu renk ve morfolojilerinde meydana gelen değişiklikler Şekil 4.26'da gösterilmiştir. İlgili taksonun polen renginde ve morfolojisinde 1. ve 3. dakikada herhangi bir değişiklik gözlenmemiştir. Polenlerin renginde ve morfolojilerinde değişiminin 5. dakikadan itibaren başladığı ve yapılarının bozulduğu tespit edilmiştir.



Şekil 4.26. *Populus nigra*'nın çeşitli sürelerde (süre: dakika; a: 1, b: 3, c: 5, d: 10) 300°C'de yakılmış polen mikrofotografaları

#### 4.4.5. 400°C sıcaklıkta polen morfolojisinde meydana gelen değişiklikler

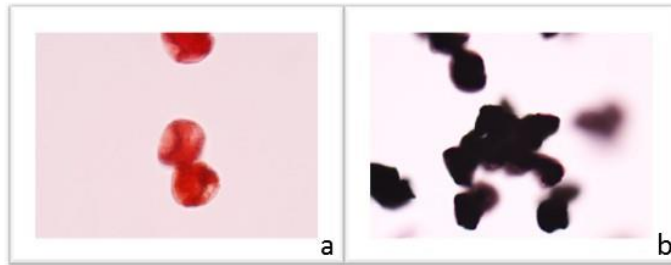
*Populus nigra*'ya ait polenlerin 400°C sıcaklıkta 1, 3 ve 5. dakikalarda yakılması sonucu renk ve morfolojilerinde meydana gelen değişiklikler Şekil 4.27'de gösterilmiştir. İlgili taksonun polenlerinde 1. dakikada morfolojik bir değişim gözlenmemiştir. Polenlerin renklerinde ve morfolojik yapılarında değişimin 3. dakikadan itibaren başladığı ve polen morfolojilerinin teşhis edilemeyecek şekilde bozulduğu tespit edilmiştir.



Şekil 4.27. *Populus nigra*'nın çeşitli sürelerde (süre: dakika; a: 1, b: 3, c: 5) 400°C'de yakılmış polen mikrofotografaları.

#### 4.4.6. 500°C sıcaklıkta polen morfolojisinde meydana gelen değişiklikler

*Populus nigra*'ya ait polenlerin 500°C sıcaklıkta 1 ve 3. dakikalarda yakılması sonucu renk ve morfolojilerinde meydana gelen değişiklikler Şekil 4.28'de gösterilmiştir. Bu taksonun polenlerinde 1. dakikadan itibaren renk ve morfolojik yapılarında büyük değişiklikler olduğu ve yapılarının tespit edilemeyecek şekilde bozulduğu tespit edilmiştir.



Şekil 4.28. *Populus nigra*'nın çeşitli sürelerde (süre: dakika; a: 1, b: 3) 500°C'de yakılmış polen mikrofotografaları.

## 4.5. Cucurbita pepo

### 4.5.1. Polen Morfolojisi

Polar eksen (A) 60,83  $\mu\text{m}$ , ekvatorial eksen (B) 58,47  $\mu\text{m}$  olup, A/B oranı 1,04, S 4,02  $\mu\text{m}$ , S/t 1,69  $\mu\text{m}$ , Oa 9,07  $\mu\text{m}$ , Ob 6,60  $\mu\text{m}$ , Oa iç 6,10  $\mu\text{m}$ , Ob iç 5,08  $\mu\text{m}$ , ekzin kalınlığı ise 0,83  $\mu\text{m}$  olarak tespit edilmiştir (Asetoliz yöntemi) (Çizelge 4.9, Şekil 4.29-30).

Polar eksen (A) 78,52  $\mu\text{m}$ , ekvatorial eksen (B) 76,13  $\mu\text{m}$  olup, A/B oranı 1,03, S 3,89  $\mu\text{m}$ , S/t 1,54  $\mu\text{m}$ , Oa 14,34  $\mu\text{m}$ , Ob 11,39  $\mu\text{m}$ , Oa iç 7,64  $\mu\text{m}$ , Ob iç 7,85  $\mu\text{m}$ , ekzin kalınlığı 1,31  $\mu\text{m}$  ve K/ekzin 5,62  $\mu\text{m}$  olarak tespit edilmiştir (Wodehouse yöntemi) (Çizelge 4.10, Şekil 4.29-30).

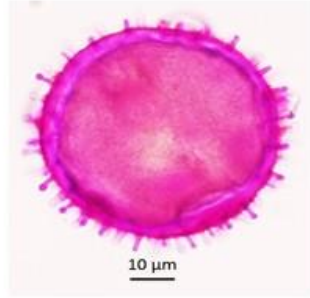
Polen şekli Asetoliz ve Wodehouse yöntemlerinin ikisinde de prolat sferoid ve poliporat'tır. Strüktürü intektattır. Ekzin ölçümlerinde sekzin-nekzin ayırımı yapılamamıştır. Ekzin ornemantasyonu bakulattır.

Çizelge 4.9. *Cucurbita pepo* polenlerinin morfolojik gözlem ve ölçümleri ( $\mu\text{m}$ ) (Asetoliz yöntemi).

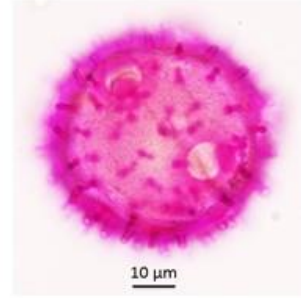
Polenlerin Morfolojik Karakterleri	A	B	S	S/t	Oa	Ob	Oa iç	Ob iç	Ekzin
Ortalama ( $\mu\text{m}$ )	60,83	58,47	4,02	1,69	9,07	6,60	6,10	5,08	0,83
Standart sapma ( $\pm$ )	0,2523	0,2607	0,0651	0,0347	0,1200	0,0899	0,0810	0,0691	0,0311
Minimum ( $\mu\text{m}$ )	54,00	51,00	3,00	1,00	6,00	5,00	5,00	4,00	0,50
Maksimum ( $\mu\text{m}$ )	66,00	64,00	5,00	2,50	12,00	9,00	8,00	7,00	1,50

Çizelge 4.10. *Cucurbita pepo* polenlerinin morfolojik gözlem ve ölçümleri ( $\mu\text{m}$ )  
(Wodehouse yöntemi).

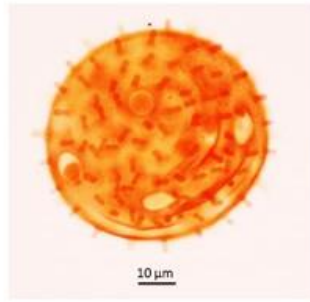
Polenlerin Morfolojik Karakterleri	A	B	S	S/t	Oa	Ob	Oa iç	Ob iç	Ekzin	K/ekzin
Ortalama ( $\mu\text{m}$ )	78,52	76,13	3,89	1,54	14,34	11,93	7,64	7,85	1,31	5,62
Standart sapma ( $\pm$ )	0,3631	0,3778	0,0886	0,0315	0,2046	0,1565	0,1283	0,1019	0,0353	0,0930
Minimum ( $\mu\text{m}$ )	70,00	67,00	2,00	1,00	10,00	8,00	5,00	6,00	1,00	4,00
Maksimum( $\mu\text{m}$ )	87,00	86,00	6,00	2,00	19,00	16,0	11,00	10,00	1,00	4,00



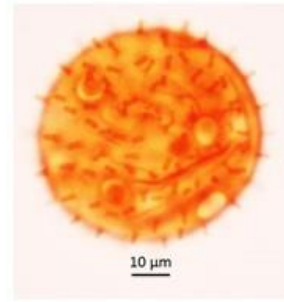
1



2

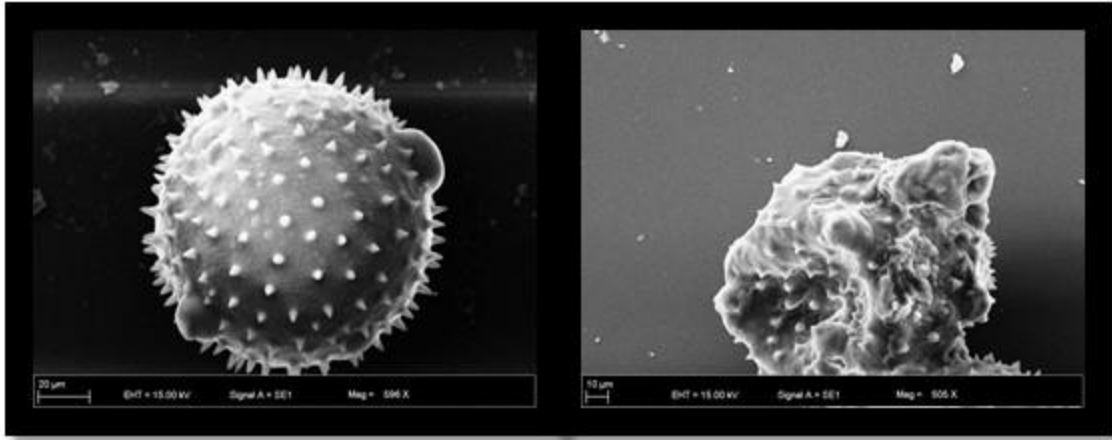


3



4

Şekil 4.29. *Cucurbita pepo*'nun polen mikrofotografaları (1-2: Wodehouse yöntemi; 3-4: Asetoliz yöntemi)



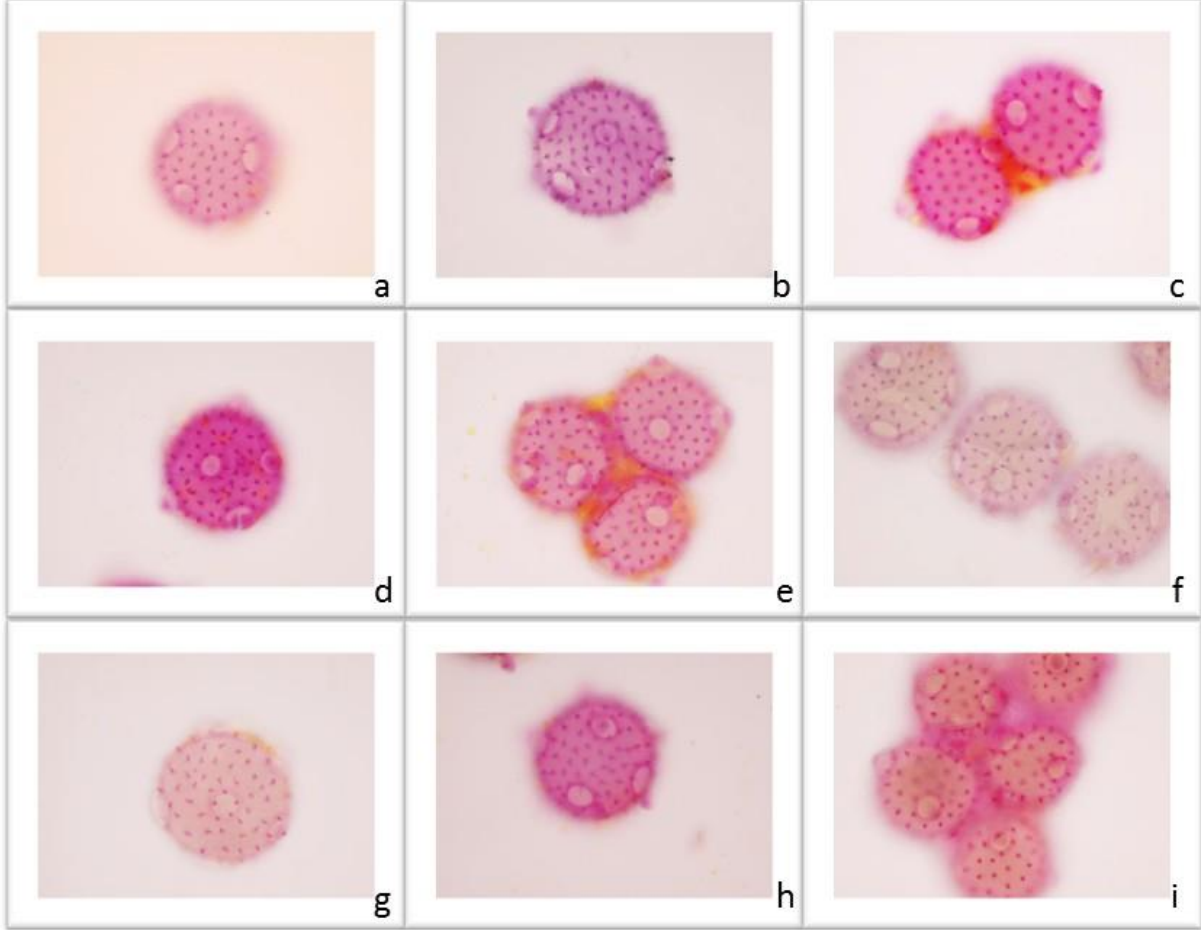
1

2

Şekil 4.30. *Cucurbita pepo*'nun polen SEM fotoğrafları (1: Yakılmamış polen; 2: Yakılmış polen)

#### 4.5.2. 100°C sıcaklıkta polen morfolojisinde meydana gelen değişiklikler

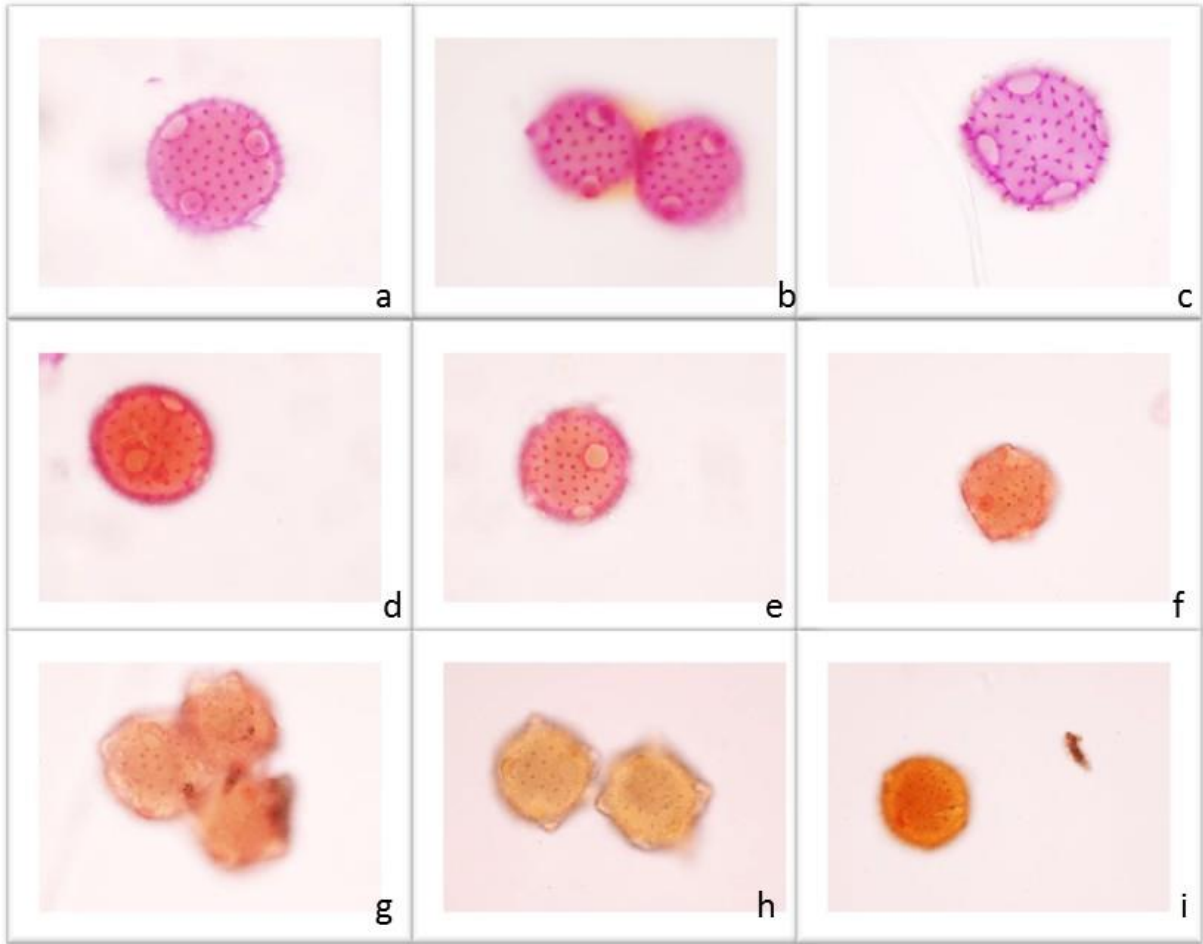
*Cucurbita pepo*'ya ait polenlerin 100°C sıcaklıkta 1, 3, 5, 10, 15, 30, 60, 90 ve 120 dakikalarda yakılması sonucu renk ve morfolojilerinde meydana gelen değişiklikler Şekil 4.31'de gösterilmiştir. Bu taksonun polenlerinin renklerinde ve morfolojik yapılarında 100°C sıcaklıkta muamele edilen tüm zaman dilimlerinde herhangi bir değişiklik gözlenmediği tespit edilmiştir.



Şekil 4.31. *Cucurbita pepo*'nun çeşitli sürelerde (süre: dakika; a: 1, b: 3, c: 5, d: 10, e: 15, f: 30, g: 60, h: 90, i: 120) 100°C'de yakılmış polen mikrofotoğrafları.

#### 4.5.3. 200°C sıcaklıkta polen morfolojisinde meydana gelen değişiklikler

*Cucurbita pepo*'ya ait polenlerin 200°C sıcaklıkta 1, 3, 5, 10, 15, 30, 60, 90 ve 120. dakikalarda yakılması sonucu renk ve morfolojilerinde meydana gelen değişiklikler Şekil 4.32'de gösterilmiştir. Bu taksonun polenlerinin renklerinde ve morfolojilerinde yakma işleminin 1, 3, ve 5. dakikalarında herhangi bir değişim gözlenmemiştir. Polenlerin renklerinin yakma işleminin 10. dakikasından itibaren değişmeye başladığı, 60. dakikadan itibaren ise morfolojik yapılarının bozulduğu tespit edilmiştir.

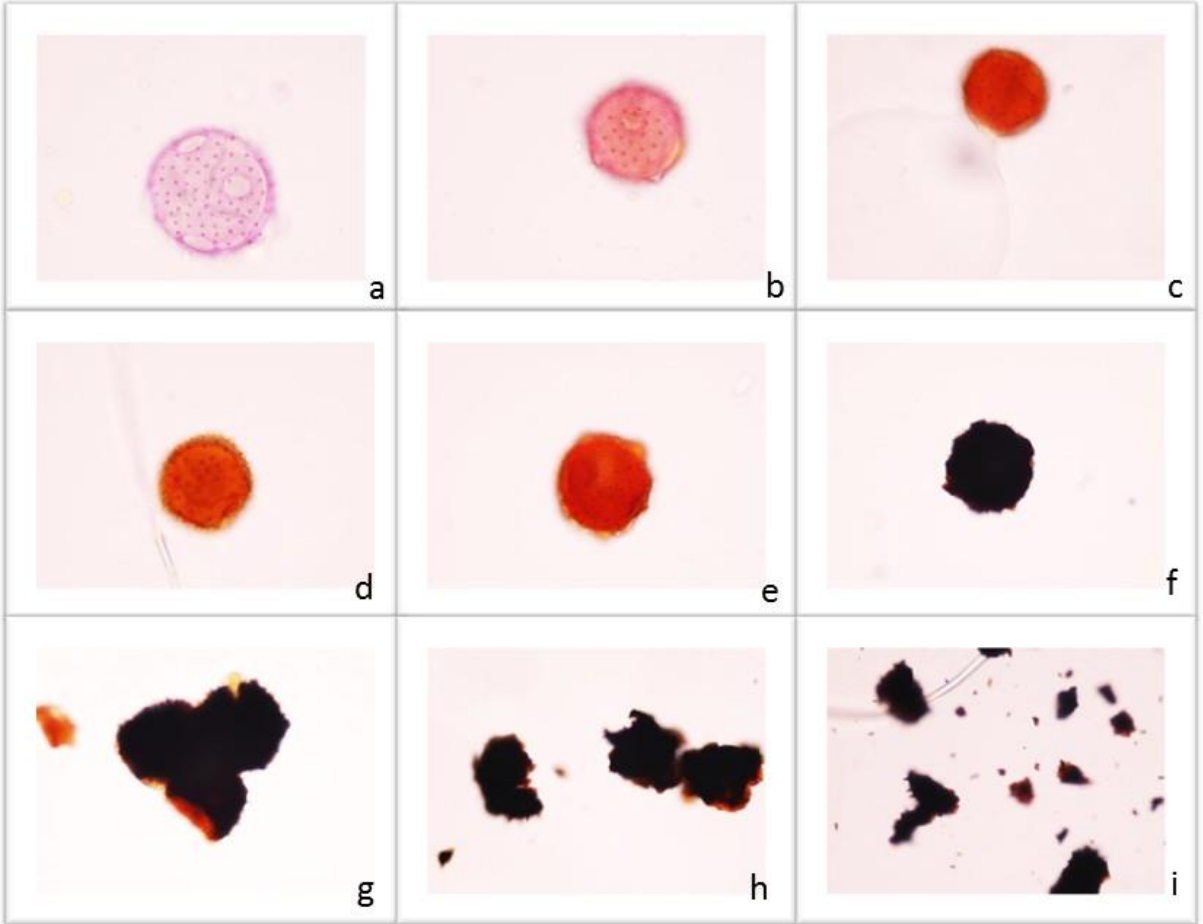


Şekil 4.32. *Cucurbita pepo*'nun çeşitli sürelerde (süre: dakika; a: 1, b: 3, c: 5, d: 10, e: 15, f: 30, g: 60, h: 90, i: 120) 200°C'de yakılmış polen mikrofotoğrafları.



#### 4.5.4. 300°C sıcaklıkta polen morfolojisinde meydana gelen değişiklikler

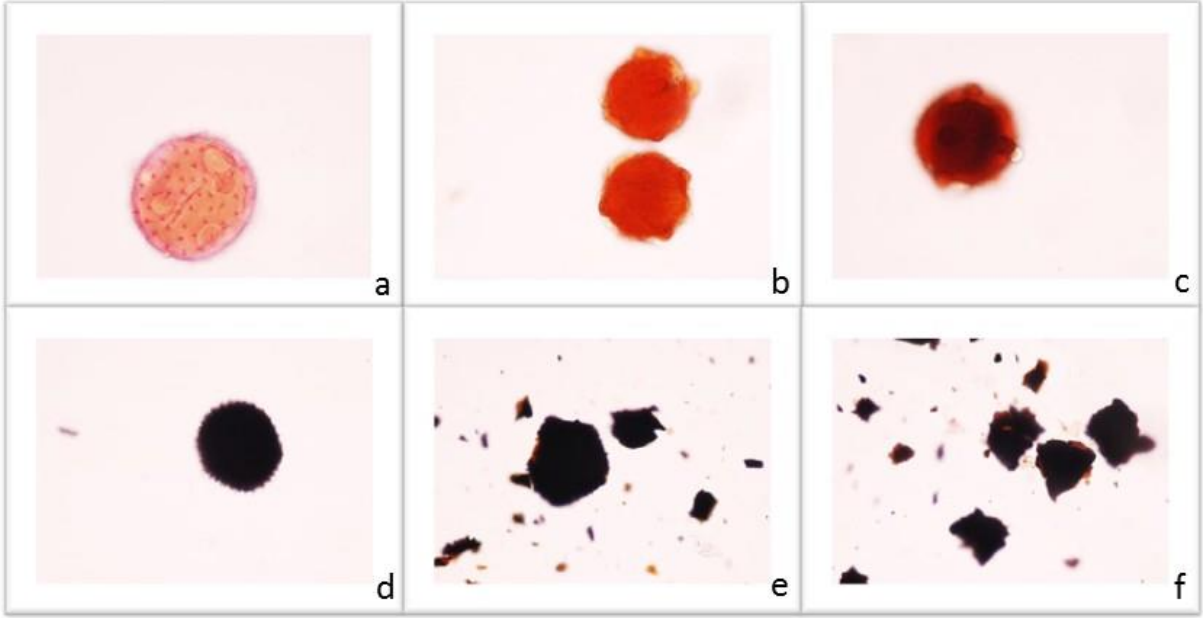
*Cucurbita pepo*'ya ait polenlerin 300°C sıcaklıkta 1, 3, 5, 10, 15, 30, 60, 90 ve 120. dakikalarda yakılması sonucu renk ve morfolojilerinde meydana gelen değişiklikler Şekil 4.33'de gösterilmiştir. İlgili taksonun polen renginde ve morfolojik yapılarında 1. dakikada herhangi bir değişiklik gözlenmemiştir. Polenlerin rengindeki değişimin 3. dakikadan, morfolojik yapılarındaki bozulmaların ise 5. dakikadan itibaren başladığı saptanmıştır. Bu sıcaklıktaki yakma işleminin 30. dakikasından itibaren polenlerin morfolojik yapısı tamamen bozulmuş, 90. dakikadan sonra ise polenlerin tamamen parçalandığı tespit edilmiştir.



Şekil 4.33. *Cucurbita pepo*'nun çeşitli sürelerde (süre: dakika; a: 1, b: 3, c: 5, d: 10, e: 15, f: 30, g: 60, h: 90, i: 120) 300°C'de yakılmış polen mikrofotografı.

#### 4.5.5. 400°C sıcaklıkta polen morfolojisinde meydana gelen değişiklikler

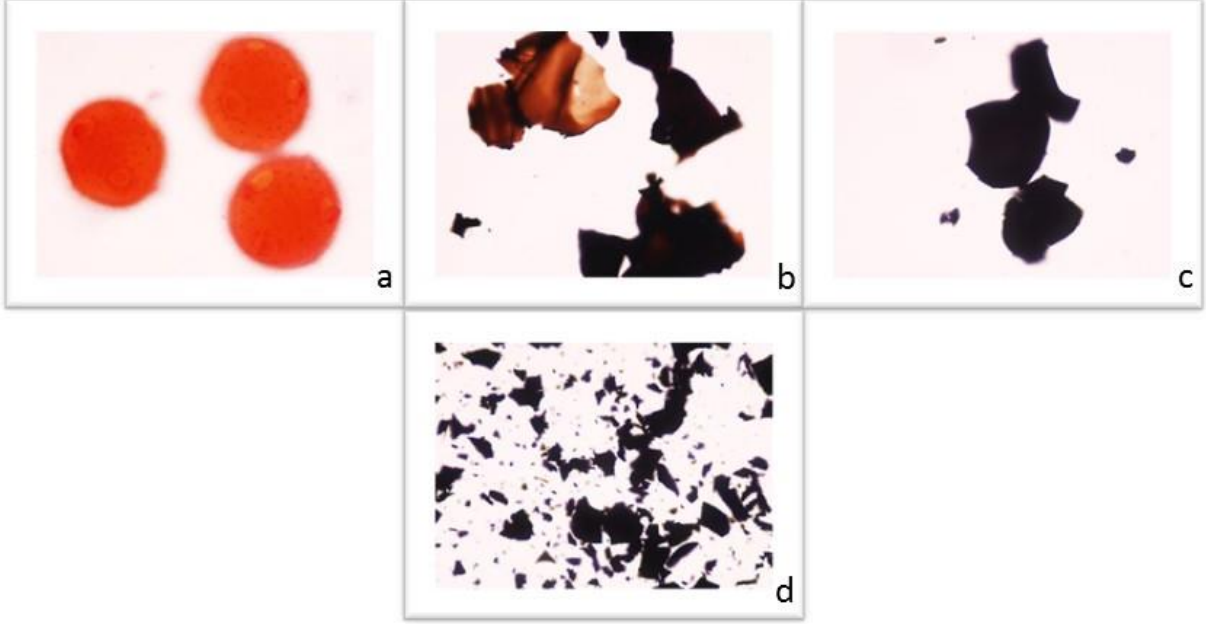
*Cucurbita pepo*'ya ait polenlerin 400°C sıcaklıkta 1, 3, 5, 10, 15 ve 30. dakikalarda yakılması sonucu renk ve morfolojilerinde meydana gelen değişiklikler Şekil 4.34'de gösterilmiştir. İlgili taksonun polenlerinde 1. dakikada renk değişiminin başladığı gözlenmiştir. Bu safhanın 5. dakikasından sonra polenlerin morfolojik yapılarının bozulmaya başladığı ve 15. dakikadan itibaren ise tamamen parçalandıkları tespit edilmiştir.



Şekil 4.34. *Cucurbita pepo*'nun çeşitli sürelerde (süre: dakika; a: 1, b: 3, c: 5, d: 10, e: 15, f: 30) 400°C'de yakılmış polen mikrofotografaları.

#### 4.5.6. 500°C sıcaklıkta polen morfolojisinde meydana gelen değişiklikler

*Cucurbita pepo*'ya ait polenlerin 500°C sıcaklıkta 1, 3, 5 ve 10. dakikalarda yakılması sonucu renk ve morfolojilerinde meydana gelen değişiklikler Şekil 4.35'de gösterilmiştir. Bu taksonun polenlerinde renk değişiminin 1. dakikadan itibaren başladığı saptanmıştır. Bu safhanın 3. dakikasından itibaren ise polenlerin tamamen parçalandıkları tespit edilmiştir.



Şekil 4.35. *Cucurbita pepo*'nun çeşitli sürelerde (süre: dakika; a: 1, b: 3, c: 5, d: 10) 500°C'de yakılmış polen mikrofotografaları

#### 4.6. İncelenen Taksonlara Ait Polenlerde Meydana Gelen Renk ve Morfolojik Değişikliklerin Karşılaştırılması

İncelenen taksonlara ait polenlerde yakma işlemi sonucunda meydana gelen renk ve morfolojik değişiklikler Çizelge 4.11-15'te verilmiştir.

Çizelge 4.11. İncelenen taksonlara ait polenlerde 100°C'de yapılan yakma işlemi sonucunda meydana gelen renk ve morfolojik değişiklikler (R: Renk değişimi, M: Morfolojik değişim, -: Değişiklik yok, +: Değişiklik var).

SICAKLIK (°C)		100									
SÜRE (dk)			1	3	5	10	15	30	60	90	120
TEKTUM YAPISI	TAKSONLAR										
Tektat	<i>Pinus nigra</i>	R	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		M	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	<i>Betula pendula</i>	R	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		M	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	<i>Acer negundo</i>	R	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		M	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Semitektat	<i>Populus nigra</i>	R	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		M	-	-	-	-	-	-	-	-	-
İntektektat	<i>Cucurbita pepo</i>	R	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		M	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Çizelge 4.12. İncelenen taksonlara ait polenlerde 200°C’de yapılan yakma işlemi sonucunda meydana gelen renk ve morfolojik değişiklikler (R: Renk değişimi, M: Morfolojik değişim, -: Değişiklik yok, +: Değişiklik var).

SICAKLIK (°C)		200										
SÜRE (dk)			1	3	5	10	15	30	60	90	120	
TEKTUM YAPISI	TAKSONLAR											
Tektat	<i>Pinus nigra</i>	R	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+
		M	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	<i>Betula pendula</i>	R	-	-	-	-	-	-	+	+	+	
		M	-	-	-	-	-	-	-	-	+	
	<i>Acer negundo</i>	R	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+
		M	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+
Semitektat	<i>Populus nigra</i>	R	-	-	-	-	+	+	+	+	+	
		M	-	-	-	-	+	+	+	+	+	
İntektektat	<i>Cucurbita pepo</i>	R	-	-	-	+	+	+	+	+	+	
		M	-	-	-	+	+	+	+	+	+	

Çizelge 4.13. İncelenen taksonlara ait polenlerde 300°C’de yapılan yakma işlemi sonucunda meydana gelen renk ve morfolojik değişiklikler (R: Renk değişimi, M: Morfolojik değişim, -: Değişiklik yok, +: Değişiklik var).

SICAKLIK (°C)		300									
SÜRE (dk)			1	3	5	10	15	30	60	90	120
TEKTUM YAPISI	TAKSONLAR										
Tektat	<i>Pinus nigra</i>	R	-	-	-	+	+	+	+	+	+
		M	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	<i>Betula pendula</i>	R	-	+	+	+	+	+	+	+	
		M	-	-	-	+	+	+	+	+	
	<i>Acer negundo</i>	R	-	+	+	+	+	+	+	+	
		M	-	+	+	+	+	+	+	+	
Semitektat	<i>Populus nigra</i>	R	-	-	+	+					
		M	-	-	+	+					
İntektektat	<i>Cucurbita pepo</i>	R	-	+	+	+	+	+	+	+	+
		M	-	-	+	+	+	+	+	+	+

Çizelge 4.14. İncelenen taksonlara ait polenlerde 400°C’de yapılan yakma işlemi sonucunda meydana gelen renk ve morfolojik değişiklikler (R: Renk değişimi, M: Morfolojik değişim, -: Değişiklik yok, +: Değişiklik var).

SICAKLIK (°C)		400									
SÜRE (dk)			1	3	5	10	15	30	60	90	120
TEKTUM YAPISI	TAKSONLAR										
Tektat	<i>Pinus nigra</i>	R	-	+	+	+	+	+	+	+	+
		M	-	-	-	-	-	-	+	+	+
	<i>Betula pendula</i>	R	-	+	+	+					
		M	-	-	+	+					
	<i>Acer negundo</i>	R	-	+	+						
		M	-	+	+						
Semitektat	<i>Populus nigra</i>	R	-	+	+						
		M	-	+	+						
İntektektat	<i>Cucurbita pepo</i>	R	+	+	+	+	+	+			
		M	-	-	-	+	+	+			

Çizelge 4.15. İncelenen taksonlara ait polenlerde 500°C’de yapılan yakma işlemi sonucunda meydana gelen renk ve morfolojik değişiklikler (R: Renk değişimi, M: Morfolojik değişim, -: Değişiklik yok, +: Değişiklik var).

SICAKLIK (°C)		500									
SÜRE (dk)			1	3	5	10	15	30	60	90	120
TEKTUM YAPISI	TAKSONLAR										
Tektat	<i>Pinus nigra</i>	R	-	+	+	+	+	+			
		M	-	-	-	-	-	+			
	<i>Betula pendula</i>	R	+	+	+						
		M	-	+	+						
	<i>Acer negundo</i>	R	+	+	+						
		M	+	+	+						
Semitektat	<i>Populus nigra</i>	R	+	+							
		M	+	+							
İntektektat	<i>Cucurbita pepo</i>	R	+	+	+	+					
		M	+	+	+	+					

## 5. SONUÇ VE TARTIŞMA

Çalışmamızda *Pinus nigra*, *Betula pendula*, *Acer negundo*, *Populus nigra* ve *Cucurbita pepo* taksonlarına ait polenler, yangın ve kundaklama olaylarında delil olarak kullanılıp kullanılamayacağını tespit etmek amacıyla, çeşitli sürelerde ve sıcaklıklarda yakma işlemine maruz bırakılmıştır. Elde edilen verilere göre aşağıdaki sonuçlara ulaşılmıştır.

***Pinus nigra***'ya ait polenlerin, yakma işleminin ilk aşaması olan 100°C'de 1, 3, 5, 10, 15, 30, 60, 90 ve 120 dakikalık sürelerde yakılması sonucu morfolojik yapılarında bir değişiklik gözlenmediği ve ışık mikroskobu ile yapılan incelemelerde teşhis edilebilir olduğu saptanmıştır (Şekil 4.3).

Yakma işleminin ikinci aşaması olan 200°C'de ilgili taksonun polenlerinde 1, 3, 5, 10, 15 ve 30. dakikalarda morfolojik bir değişim gözlenmemiştir. Polenlerin renk tonu 60. dakikadan itibaren kararmaya başlamış olmasına rağmen şekil değişikliği olmadığı için teşhis edilebilir durumda olduğu belirlenmiştir (Şekil 4.4).

Yakma işleminin bir diğer aşaması olan 300°C'de ilgili taksonun polenlerinde 1, 3 ve 5. dakikada bir değişiklik gözlenmemiştir. Renk değişiminin 10. dakikadan itibaren başladığı görülmüştür. Ancak bu aşamadan sonra bile morfolojik olarak bir değişim gözlenmediği için polenlerin teşhisi kolayca yapılabilmektedir (Şekil 4.5).

Yakma işleminin dördüncü aşaması olan 400°C'de ilgili taksonun polenlerinde 1. dakikada morfolojik bir değişim gözlenmemiştir. Renk değişimi 3. dakikadan itibaren başlamıştır. Ancak morfolojik değişiklik 90. dakikaya kadar gözlenmemiştir. Polenler 120. dakikada parçalanmış olup teşhis edilemez hale gelmişlerdir (Şekil 4.6).

Yakma işleminin son aşaması olan 500°C'de ilgili taksonun polenlerinde 1. dakikada herhangi bir morfolojik değişiklik gözlenmemiştir. Renk tonunun değişimi 3. dakikadan itibaren başlamıştır. Polenlerin 30. dakikaya kadar teşhis edilebilir durumda olduğu tespit edilmiştir. Ancak bu dakikadan itibaren parçalandıkları için teşhis edilmeleri olanaksız hale gelmiştir (Şekil 4.7).

Yakma işleminin aşamaları değerlendirildiğinde *Pinus nigra*'ya ait tektat polenler 100, 200 ve 300°C'nin tüm dakikalarında, 400°C'nin 1, 3, 5, 10, 15, 30, 60 ve 90.

dakikalarında ve 500°C'nin 1, 3, 5, 10 ve 15. dakikasında teşhis edilebilir olduğu saptanmıştır (Çizelge 4.11-15).

***Betula pendula***'ya ait polenlerin, yakma işleminin ilk aşaması olan 100°C'de 1, 3, 5, 10, 15, 30, 60, 90 ve 120 dakikalık sürelerde yakılması sonucu morfolojik yapılarında bir değişiklik gözlenmediği ve ışık mikroskobu ile yapılan incelemelerde teşhis edilebilir olduğu saptanmıştır (Şekil 4.10).

Yakma işleminin ikinci aşaması olan 200°C'de ilgili taksonun polenlerinde 1, 3, 5, 10 ve 15. dakikalarda morfolojik bir değişim gözlenmemiştir. Ancak, polenlerin 30. dakikadan itibaren renk tonunda belirgin bir koyulaşma ve morfolojilerinde bozulmalar başladığı saptanmıştır. Polen şeklindeki değişikliklerde 30. ve 60. dakikalarda apertür yapılarının bozulmadığı tespit edilmiştir. Ancak 90. dakikadan itibaren apertürlerin de bozulmaya başladığı ve bu sürenin sonunda polenlerin teşhisinin mümkün olmadığı görülmüştür (Şekil 4.11).

Yakma işleminin üçüncü aşaması olan 300°C'de ilgili taksonun polenlerinde 1. dakikada herhangi bir değişim gözlenmemiştir. Polenlerin renginde koyulaşma ve morfolojik bozukluklarının 3. dakikadan itibaren başladığı saptanmıştır. Polen renginin koyulaşması ve bozulması sebebiyle 5. dakikada polen teşhisinin zorlaştığı ve 15. dakikadan itibaren tanımlanamaz hale geldiği tespit edilmiştir (Şekil 4.12).

Bir diğer aşama olan 400°C'de ilgili taksonun polenlerinde 1. dakikada herhangi bir değişim gözlenmemiştir. Ancak 3. dakikadan itibaren polenlerin renginin siyah olduğu ancak apertür yapılarının bozulmadığı ve seçilebilir olduğu gözlenmiştir. Ancak 5. dakikadan itibaren polenlerin morfolojilerinin teşhis edilemez ölçüde bozulduğu belirlenmiştir (Şekil 4.13).

Yakma işleminin son aşaması olan 500°C'de ilgili taksonun polenlerinde 1. dakikada rengin sarardığı ve morfolojilerinde teşhis edilebilir oranda bir bozulma olduğu saptanmıştır. Ancak 3. dakika itibariyle polenlerin rengi siyahlaşıp, morfolojilerinin bozulduğu ve 5. dakikada ise polenlerin tamamen parçalandığı görülmüştür (Şekil 4.14).



Yakma işleminin aşamaları değerlendirildiğinde *Betula pendula*'ya ait tektat polenlerin 100°C'nin tüm dakikalarında, 200°C'nin 1, 3, 5, 10, 15 ve 30. dakikalarında, 300°C'nin 1, 3, 5, 10 ve 15. dakikalarında, 400°C'nin 1 ve 3. dakikalarında ve 500 °C'nin 1. dakikasında teşhis edilebilir olduğu saptanmıştır (Çizelge 4.11-15).

***Acer negundo***'ya ait polenlerin, yakma işleminin ilk aşaması olan 100°C'de 1, 3, 5, 10, 15, 30, 60, 90 ve 120 dakikalık sürelerde yakılması sonucu morfolojik yapılarında bir değişiklik gözlenmediği ve ışık mikroskobu ile yapılan incelemelerde teşhis edilebilir olduğu tespit edilmiştir (Şekil 4.17).

Yakma işleminin ikinci aşaması olan 200°C'de ilgili taksonun polenlerinde 1, 3 ve 5. dakikalarda morfolojik bir değişim gözlenmemiştir. Ancak, polenlerin 10. dakikadan itibaren renk tonunda belirgin bir koyulaşma ve morfolojilerinde yuvarlaktan elipse doğru bir geçiş olduğu saptanmıştır. Sürecin devamındaki 15, 30, 60, 90 ve 120. dakikalarda ise renkteki koyulaşmanın kademeli olarak artış gösterdiği, kahverengi bir renge dönüştüğü ve polenlerin uzayarak, elips şeklini aldığı görülmüştür (Şekil 4.18).

Yakma işleminin bir sonraki aşaması olan 300°C'de ilgili taksonun polenlerinde 1. dakikada herhangi bir değişim gözlenmemiştir. Polenlerin renginde koyulaşma ve şeklinin elipse dönmesi durumu 3. ve 5. dakikalarda kademeli olarak ortaya çıkmıştır. Bu sıcaklıkta yakma işleminin 15. dakikasından itibaren polenlerin elips şekline dönüştükleri ve siyah bir renk aldıkları belirlenmiştir. Böylece bu süreden sonra belirtilen sıcaklıklar için polen teşhisinin mümkün olmadığı belirlenmiştir (Şekil 4.19).

Bir diğer aşama olan 400°C'de ilgili taksonun polenlerinde 1. dakikada herhangi bir değişim gözlenmemiştir. Ancak 3. dakikadan itibaren polenlerin renginin siyahlaştığı ve elips şekline dönüştüğü tespit edilmiştir. Bu aşamada belirtilen süreden itibaren polenlerin teşhis edilemeyeceği belirlenmiştir (Şekil 4.20).

Yakma işleminin son aşaması olan 500°C'de ilgili taksonun polenlerinde 1. dakikada rengin koyu sarı ve şeklin elips olduğu, 3. dakikada ise rengin siyaha dönüştüğü görülmüştür. Buna karşın 5. dakikadan itibaren ise polenlerin parçalandığı ve tanımlanamaz hale geldikleri tespit edilmiştir (Şekil 4.21).

Yakma işleminin aşamaları değerlendirildiğinde *Acer negundo*'ya ait tektat polenlerin 100°C'nin tüm dakikalarında, 200°C'nin 1, 3, 5 ve 10. dakikalarında, 300 ve 400°C'nin 1. dakikalarında teşhis edilebilir olduğu saptanmıştır (Çizelge 4.11-15).

***Populus nigra***'ya ait polenlerin, yakma işleminin ilk aşaması olan 100°C'de 1, 3, 5, 10, 15, 30, 60, 90 ve 120 dakikalık sürelerde yakılması sonucu morfolojik yapılarında bir değişiklik gözlenmediği ve ışık mikroskobu ile yapılan incelemelerde teşhis edilebilir olduğu saptanmıştır (Şekil 4.24).

Yakma işleminin ikinci aşaması olan 200°C'de ilgili taksonun polenlerinde 1, 3, 5 ve 10. dakikalarda morfolojik bir değişim gözlenmemiştir. Ancak 15. dakikadan itibaren hem renk hem de morfolojik değişiklik sebebiyle polenlerin teşhis edilemeyecek duruma geldiği tespit edilmiştir (Şekil 4.25).

Yakma işleminin bir diğer aşaması olan 300°C'de ilgili taksonun polenlerinde 1 ve 3. dakikada bir değişiklik gözlenmemiştir. Polenlerde renk ve morfolojik değişimin 5. dakikadan itibaren başladığı görülmüştür. Bu aşamadan sonra polenlerin teşhisinin mümkün olmadığı belirlenmiştir (Şekil 4.26).

Yakma işleminin dördüncü aşaması olan 400°C'de ilgili taksonun polenlerinde 1. dakikada morfolojik bir değişim gözlenmemiştir. Polenlerdeki renk ve morfolojik değişim 3. dakikadan itibaren başlamış olup, polenlerin teşhis edilemeyecek bir hale geldiği tespit edilmiştir (Şekil 4.27).

Yakma işleminin son aşaması olan 500°C'de ilgili taksonun polenlerinde 1. dakikadan itibaren renk ve morfolojik olarak büyük değişiklikler meydana gelmiştir. Bu taksonun polenlerinin daha sonraki yakma işlemleri sonucunda teşhis edilemeyeceği anlaşılmıştır (Şekil 4.28).

Yakma işleminin aşamaları değerlendirildiğinde *Populus nigra*'ya ait semi tektat polenlerin 100°C'nin tüm dakikalarında, 200°C'nin 1, 3, 5 ve 10. dakikalarında, 300°C'nin 1 ve 3. dakikalarında ve 400°C'nin 1. dakikasında teşhis edilebilir olduğu teşhis edilmiştir (Çizelge 4.11-15).

***Cucurbita pepo***'ya ait polenlerin, yakma işleminin ilk aşaması olan 100°C'de 1, 3, 5, 10, 15, 30, 60, 90 ve 120 dakikalık sürelerde yakılması sonucu morfolojik yapılarında

bir değişiklik gözlenmediği ve ışık mikroskobu ile yapılan incelemelerde teşhis edilebilir olduğu saptanmıştır (Şekil 4.31).

Yakma işleminin ikinci aşaması olan 200°C’de ilgili taksonun polenlerinde 1, 3 ve 5. dakikalarda morfolojik bir değişim gözlenmemiştir. Polenlerin renklerinin 10. dakikadan itibaren değişime uğradığı görülmüştür. Bu aşamanın 10, 15, 30, 60, 90 ve 120. dakikalarında polenlerin morfolojilerinde çok büyük değişiklikler meydana gelmediği tespit edilmiştir (Şekil 4.32).

Yakma işleminin üçüncü aşaması olan 300°C’de ilgili taksonun polenlerinde 1. dakikada bir değişiklik gözlenmemiştir. Renk değişiminin 3. dakikadan ve polen morfolojisinin ise 5. dakikadan itibaren bozulmaya başladığı tespit edilmiştir. Polenlerin 30. dakikadan itibaren teşhis edilemez hale geldiği ve 90. dakikadan sonrada tamamen parçalandığı görülmüştür (Şekil 4.33).

Yakma işleminin dördüncü aşaması olan 400°C’de ilgili taksonun polenlerinde 1. dakikada renk değişiminin başladığı belirlenmiştir. Polen teşhisinin 5. dakikadan sonra mümkün olmadığı ve polenlerin 15. dakikadan itibaren parçalandığı tespit edilmiştir (Şekil 4.34).

Yakma işleminin beşinci aşaması olan 500°C’de ilgili taksonun polenlerinde 1. dakikadan itibaren renk değişiminin başladığı saptanmıştır. Polenlerin 3. dakikadan itibaren parçalandığı için teşhis edilemez hale geldiği görülmüştür (Şekil 4.35).

Yakma işleminin aşamaları değerlendirildiğinde *Cucurbita pepo*’ya ait intektat polenlerin 100 ve 200°C’nin tüm dakikalarında, 300°C’nin 1, 3, 5, 10 ve 15. dakikalarında, 400°C’nin 1 ve 3. dakikalarında ve 500°C’nin 1. dakikasında teşhis edilebilir olduğu saptanmıştır (Çizelge 4.11-15).

Bu çalışma kapsamında elde edilen bulgulara göre, tektum yapılarının polenlerin yangına dayanıklılığında etkili olduğu sonucuna ulaşılmıştır (Çizelge 4.11-15). Bu bağlamda intektat polenlerin yangına karşı daha az dayanıklı olduğu ve çabuk parçalandıkları belirlenmiştir. Ancak semitektat ve tektat polenlerin yangına dayanıklılığları arasında anlamlı bir farklılık tespit edilememiştir. Ayrıca Gymnosperm ve Angiosperm polenlerinin dayanıklılığları karşılaştırıldığında ise Gymnospermlere ait

polenlerin daha dayanıklı olduğu saptanmıştır. Yapılan çalışmanın daha kesin sonuca ulaşabilmesi için daha fazla ve farklı takson kullanılarak deneylerin kontrollü olarak yapılması gerektiğini dűřünmekteyiz.

Morgan ve arkadaşlarının 2014 yılında yaptıkları çalışmada monokotil bitkilerden *Lillium*, *Narcissus* ve *Tulipa* taksonlarına ait polenler kullanılmıştır [66]. Bu çalışmada yanmaya bırakılan polenlerin 400°C sıcaklığa 30 dakikaya kadar dayanabildikleri tespit edilmiştir. Çalışmamız kapsamında kullanılan Gymnospermlerden *Pinus nigra*'nın polenlerinin 500°C sıcaklığa 30 dakika dayanabildiği, Dikotil taksonların polenlerinin ise en fazla 400°C sıcaklığa 10 dakikaya kadar dayanabildikleri tespit edilmiştir. Bu iki çalışma karşılaştırıldığında ise Gymnosperm polenlerinin, Angiosperm polenlerinden, Monokotil polenlerinin ise Dikotil polenlerinden daha dayanıklı olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Bu çalıřmadan elde edilen veriler yardımıyla, yangın ve kundaklama olaylarında polenlerin adli delil olarak kullanılabilirliđi tespit edilmiřtir. Bűylece adli vakalarda çok sık karřılařılan bir durum olan delilleri yakarak yok etmeye çalıřmanın uygun bir yöntem olmadıđı belirlenmiřtir. Dűnya ve űlkemiz için çok yeni olan bu tip arařtırmaların geliřtirilmesi sonucunda, yaygın olarak gűrűlen yangın ve kundaklama vakalarının özűme kavuřturulması için hazırlanacak olan bilirkiři raporlarının, adli olayların özűműne katkı sađlayacađına inanmaktayız. Ayrıca yaptığımız bu çalıřmanın benzer arařtırmalar yapacak olan bilim insanları içinde yol gűsterici bir kaynak olacađını űmit etmekteyiz.

## 6. KAYNAKLAR

- [1] Blackmore, S., Pollen and spores: Microscopic keys to understanding the earth's biodiversity, *Plant Systematics and Evolution*, 263(1-2), 3-12, **2007**.
- [2] Hesse, M., Halbritter, H., Weber, M., Buchner, R., Frosch-Radivo, A., Ulrich, S., Zetter, R., *Pollen terminology: an illustrated handbook*, Springer Science & Business Media, Vienna, **2009**.
- [3] Erdtman, G., *Pollen analytische Untersuchungen von Torfmooren und marinen Sedimenten in Südwest-Schweden*, Almqvist & Wiksell, Uppsala, **1921**.
- [4] Wodehouse, R.P., *Pollen Grains: Their Structure*, McGraw-Hill, New York, **1935**.
- [5] Erdtman, G., *Handbook of Palynology: Morphology, Taxonomy, Ecology. An Introduction to the Study of Pollen Grains and Spores*, Hafner, **1969**.
- [6] Mildenhall, D., Forensic palynology in New Zealand, *Review of palaeobotany and palynology*, 64(1-4), 227-234, **1990**.
- [7] Bryant, V.M., Jones, J.G., Mildenhall, D.C., Forensic palynology in the United States of America, *Palynology*, 14(1), 193-208, **1990**.
- [8] Bryant, V.M., Mildenhall, D.C., Forensic palynology: a new way to catch crooks, *Contributions Series-American Association of Stratigraphic Palynologists*, 33, 145-155, **1998**.
- [9] Stanley, E., Application of palynology to establish the provenance and travel history of illicit drugs, *Microscope-London Then Chicago*, 40, 149-149, **1992**.
- [10] Wiltshire, P.E., Black, S., The cribriform approach to the retrieval of palynological evidence from the turbinates of murder victims, *Forensic Science International*, 163(3), 224-230, **2006**.
- [11] Bruce, R., Dettmann, M., Palynological analyses of Australian surface soils and their potential in forensic science, *Forensic Science International*, 81(2), 77-94, **1996**.
- [12] Bryant, V.M., "Forensic Palynology: Why It Works", **2009**, <http://projects.nfstc.org/trace/2009/presentations/3-bryant-palynology1.pdf> (Mayıs, **2017**).
- [13] Brown, A.G., The Use of Forensic Botany and Geology in War Crimes Investigations in NE Bosnia, *Forensic Science International*, 163(3), 204-210, **2006**.
- [14] Horrocks, M., Coulson, S.A., Walsh, K.A., Forensic palynology: variation in the pollen content of soil surface samples, *Journal of Forensic Science*, 43(2), 320-323, **1998**.
- [15] Mildenhall, D.C., An example of the use of forensic palynology in assessing an alibi, *Journal of Forensic Science*, 49(2), 1-5, **2004**.
- [16] Bryant, V.M., Mildenhall, D.C., Forensic Palynology: A New Way To Catch Crooks in (eds: Bryant, V.M., Wrenn, J.W.), *NewDevel-ısl-Palynomorph*

- Sampling, Extractwn, and Anal; ts1S; Arnencan Association of Stratigraphic PalynologlSts Foundation 2001.*  
[https://www.researchgate.net/profile/Vaughn\\_Bryant/publication/228583978\\_For\\_ensic\\_palynology\\_a\\_new\\_way\\_to\\_catch\\_crooks](https://www.researchgate.net/profile/Vaughn_Bryant/publication/228583978_For_ensic_palynology_a_new_way_to_catch_crooks) (Mayıs, 2017)
- [17] Walsh, K.A., Horrocks, M., Pollen on grass clippings: putting the suspect at the scene of the crime, *Journal of Forensic Science*, 46(4), 947-949, 2001.
- [18] Doğan, C., *Adli Palinoloji Ders Notları*, EGM SASEM Yayınları, Ankara, 2002.
- [19] Doğan, C., Özmen, E., Kızılpınar, İ., Biyokriminal palinoloji, *İpucu* 2, 13-19, 2004.
- [20] Doğan, C., Olay yerine palinolojik bir yaklaşım, *Adli Bilimler Dergisi*, 4(2), 41-46, 2005.
- [21] Akçay, O., *Çankırı İline Bağlı Eldivan, İlğaz ve Yapraklı İlçelerinden Alınan Yüzey Toprak Örneklerinden, Asetoliz ve Wodehouse Metoduyla Hazırlanan Polen Preparatlarının İncelenmesi*, Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 2005.
- [22] Özcan, H., *Ankara'nın Abidinpaşa, Birlik ve Koru Mahallelerindeki Atmosferik Polenlerin Karşılaştırılması*, Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 2006.
- [23] Doğan, C., Karakuş, O., Türkiye'de palinolojik delillerin yardımıyla çözülen ilk hırsızlık olayı, *Adli Bilimler Dergisi*, 6(4), 36-42, 2007.
- [24] Zorlu, E., *Giysiler ve Ayakkabılardan Elde Edilen Polenlere Göre Kişilerden Belli Bir Ortamda Bulunup Bulunmadıklarının Saptanması*, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 2007.
- [25] Balcıoğlu, E., *Adli Palinolojik Delillerin Elde Edilebileceği Materyallerin Araştırılması*, Yüksek Lisans Tezi, Polis Akademisi Güvenlik Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 2011.
- [26] Caymaz A., *Model Yangınlarda Yangın Hızlandırıcılarının Saptanması ve Bunların İs Oluşumundaki Etkileri*, Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi Adli Tıp Enstitüsü, İstanbul, 1997.
- [27] Alkış, S., *Yanma ve Yangın Bilgisi Ders Notları*, Antalya, 1999.
- [28] Alkış, S., Oto Yangınlarının İncelenmesi, 1. *Anadolu Adli Bilimler Sempozyumu*, Erzincan, 2002.
- [29] De Forest, P.R., Gaensslen, R.E., Lee, H.C., *Forensic Science (Arson Accelerants and Explosives)*, The McGraw-Hill Companies, USA, 1983.
- [30] Öztop, B.F., Uçar, T.S., Yangın, Yangının Etkileri ve Yangın Yeri İncelemesi, Jandarma Kriminal Daire Başkanlığı, 2008, <http://www.jandarma.gov.tr> (Şubat, 2017).
- [31] O'connor, J.J., *Practical Fire and Arson Investigation*, CRC Press, Boca Raton, 1993.

- [32] De Haan, J.D., *Kirk's Fire Investigation*, Fourth Edition, Brady Hall Press, New Jersey, **2007**.
- [33] Dönmez, K.G., Dönmez, C.A., Nuralın, L., Molotof Kokteyli Hazırladığı Veya Attığı Şüphesi İle Yakalanan Kişilerin Elllerinden Alınan Svaplarda Yangın Başlatıcı ve Hızlandırıcı Maddelerin Belirlenmesi, <http://www.egm.gov.tr/egitim/dergi/eskisayi/41/web/kriminoloji>, (Nisan, **2017**).
- [34] Saferstein, R., *Criminalistics: An Introduction to Forensic Science*, Prentice Hall, 8th Edition, New Jersey, **2004**.
- [35] Alkış, S., *Yangın Yeri İnceleme Kursu Ders Notları*, Akdeniz Üniversitesi Teknik Bilimler MYO, AKÜNSEM, Antalya, **2006**.
- [36] Eken, A., *Yangın Olaylarında Olay Yeri İncelemesi*, Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Disiplinlerarası Adli Bilimler Anabilim Dalı, Ankara, **2003**.
- [37] Özer, M., *Endüstriyel Yangın Tehlikeleri ve Güvenlik Tedbirleri*, Özer Yayınları, 5, İstanbul, **1985**.
- [38] Fox, R.H., Cunningham, C.L., *Crime Scene Search and Physical Evidence Handbook*, U.S. Department Of Justice, Law Enforcement Assistance Administration, National Institute Of Law Enforcement And Criminal Justice, **1973**.
- [39] Redsicker, R.D., *Investigation of Incendiary Fires*, Forensic Sciences In Wecht CH. (ed.) Matthew Bender, New York, **1989**.
- [40] Kaygısız, M., *Kriminalistik Olay Yeri İnceleme-Suç Yeri ve Delil Güvenliği*, Adalet Yayınevi, Ankara, **2007**.
- [41] Charles, R., Swanson, N., Chamelin, L.T., *Criminal Investigation*, Sixth Edition, *Arson Investigation*, **1996**.
- [42] Akkaplan, S., *İş Yerinde Yangın Güvenliği*, İş Sağlığı ve Güvenliği Kongresi Bildiriler Kitabı, **2001**.
- [43] Alkış, S., *Kundaklama ve Patlayıcı Maddeler İle İlgili Delillerin Toplanması Ders Notları*, Antalya, **2016**.
- [44] Noyan, E., *Türk Ceza Kanunu 5237 Sayılı TCK-5275 Sayılı CGTİK*, Legal Yayıncılık, Ankara, **2005**.
- [45] Öztürk, C., *Ceza Muhakemesinde İz Bilimi Kriminalistik Gerçeği*, Seçkin Yayıncılık, Ankara, **2006**.
- [46] Brenner, J.C., *Forensic Science: An Illustrated Dictionary*, CRC Press, USA, **2004**.
- [47] Bayer, M., *Olay Yeri İnceleme Kriminal Laboratuvar Analizleri*, Songür Yayıncılık, Ankara, **2003**.
- [48] Hancı, İ.H., *Adli Tıp ve Adli Bilimler*, Seçkin Yayınevi, Ankara, **2002**.

- [49] Çubuk, M.C., *Olay Yerindeki Delillerin Morötesi Işık ile Tespiti*, Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Ankara, **2002**.
- [50] Dönmezer, S., *Kriminoloji*, İstanbul Üniversitesi Yayınları, İstanbul, **1975**.
- [51] Bilge, Y., *Adli Bilimler Sözlüğü*, Palme Yayıncılık, Ankara, **2002**.
- [52] Dönmezer, S., *Kriminoloji*, Beta Yayıncılık, İstanbul, **1994**.
- [53] Kaygısız, M., *Suç Soruşturmasında Olay Yerinde Personel ve İşlevleri*, Polis Akademisi Yayınları, Ankara, **2003**.
- [54] Bilge, Y., *Adli Tıp*, Üçbilek Matbaası, Ankara, **2005**.
- [55] Karamanoğlu, K., Özkaragöz, K., A Preliminary study on allergenic-pollen producing plants of the Ankara area and their pollunetion calender, *Rev. Palaeobotany Palynol*, 7, 61-67, **1968**.
- [56] Doğan, C., İnceoğlu, Ö., Beytepe Kampüsü'nün (Ankara) atmosferik polenleri:II otsular, *Hacettepe Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 16, 69-98, **1995**
- [57] Fagrei, K., Iversen, J., *Textbook of Pollen Analysis*, Hafner Press, New York, **1975**.
- [58] Tschudy, R.H., Scott, R.A., *Aspects of Palynology*, Wiley-Interscience, New York, **1969**.
- [59] Davis, P.H., *Flora of Turkey and the East Aegean Islands*, Edinburgh University Press, Edinburgh, vol. 1-9, **1965-1985**.
- [60] Davis, P.H., Mill, R.R., Tan, K., *Flora of Turkey and the East Aegean Islands*, Edinburgh University Press, Edinburgh, vol. 10, **1988**.
- [61] Güner, A., Özhatay, N., Ekim, T., Başer, K.H.C., *Flora of Turkey and the East Aegean Islands*, Edinburgh University Press, Edinburgh, vol. 11, **2000**.
- [62] Erdtman, G., *Handbook of Palynology, Morphology-Taxonomy-Ecology, An Introduction to the Study of Pollen Grains and Spores*, Verlag Munksgaard, Copenhagen, **1969**.
- [63] Faegri, K., Iversen, J., *Textbook of Pollen Analysis*, John Wiley & Sons, Chichester, **1989**.
- [64] Morgan, R.M., Gibson, A., Little, M., Hicks, I., Dunkerley, S., Bull, P.A., The preservation of quartz grain surface textures following vehicle fire and their use in forensic enquiry, *Science & Justice*, 48(3), 133-140, **2008**.
- [65] Morgan, R.M., Bull, P.A., Forensic geoscience and crime detection identification, interpretation and presentation in forensic geoscience, *Minerva Medicolegal*, 127(2), 73-90, **2007**.
- [66] Morgan, R.M., Flynn, J., Sena, V., Bull, P.A, Experimental forensic studies of the preservation of pollen in vehicle fires, *Science & Justice*, 54(2), 141-145, **2014**.



- [67] Yıldız, B., Aktoklu, E., *Bitki Sistematiği: İlk Karasal Bitkilerden Bir Çeneklilere*, Palme Yayıncılık, Ankara, **2010**.
- [68] Seçmen, Ö., Gemici, Y., Görk, G., Bekat, L., Lelebici, E., *Tohumlu Bitkiler Sistematiği*, Ege Üniversitesi Basımevi, İzmir, **1998**.
- [69] Brown, C.A., *Palynological Techniques*, Louisiana State University Press, Baton Rouge, Louisiana, **1960**.
- [70] Ogden, E.C., Raynor, S.G., Hayes, J.V., Lewis, D.M., Haines, J.H., *Manual for Sampling Airborne Pollen*, Hafner Press, New York, **1974**.
- [71] Mandrioli, P., Method for sampling and counting of airborne pollen and fungal spores, *Institute of Atmospheric and Oceanic Sciences (ISAO)*. Accessed February 9 (1995), **2012**.
- [72] Özmen, E., *Ankara İli Atmosferik Spor ve Polenlerin Araştırılması*, Doktora Tezi, Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, **2012**.
- [73] Erdtman, G., The acetolysis method, A revised description, *Svensk Bot. Tidsk*, 54, 561-564, **1960**.
- [74] Eminoğlu, N., Türkiye'deki *Arenaria* L. (Grup A) (Caryophyllaceae) Taksonlarının Polen Morfolojisi, Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, **2013**.
- [75] Sokal, R.R., Rohlf, F.J., *Biometry: The Principles and Practice of Statistics in Biological Research*, Freeman & Company, San Francisco, **1969**.
- [76] Punt, W., Hoen, P., Blackmore, S., Nilsson, S., Le Thomas, A., Glossary of pollen and spore terminology, *Review of Palaeobotany and Palynology*, 143(1), 1-81, **2007**.
- [77] Karcz, J., Scanning Electron Microscopy in Biology, University of Silesia, Faculty of Biology and Environmental Protection, 2009, [www.semlab.us.edu.pl](http://www.semlab.us.edu.pl) (Mayıs, **2013**).

## ÖZGEÇMİŞ

### Kimlik Bilgileri

Adı Soyadı : Özge Tanyeri

Doğum Yeri : Ankara

Medeni Hali : Bekar

E-Posta : e.g\_oxge@hotmail.com

Adresi : Aşağı Ayrancı Mh. Mesnevi Sk. 26/7 Çankaya/ANKARA

### Eğitim

Lise : 2004-2007 Kirami Refia Alemdaroğlu Lisesi, Ankara

Lisans : 2008-2013 Hacettepe Üniversitesi Fen Fakültesi Biyoloji Bölümü

Yüksek Lisans : 2014-2017 Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Adli Bilimler Anabilim Dalı

**Yabancı Dil ve Düzeyi:** İngilizce (iyi),

Fransızca (orta)

### İş Deneyimleri

-

### Deneyim Alanları

-

### Tezden Üretilmiş Projeler ve Bütçesi

-

### Tezden Üretilmiş Yayınlar

-

### Tezden Üretilmiş Tebliğ ve/veya Poster Sunumu ile Katıldığı Toplantılar

-



HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
YÜKSEK LİSANS/DOKTORA TEZ ÇALIŞMASI ORJİNALLİK RAPORU

HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLER ENSTİTÜSÜ  
ADLİ BİLİMLER ANABİLİM DALI BAŞKANLIĞINA

Tarih: 15/09/2017

Tez Başlığı / Konusu: Yangın Olaylarında Bazı Taksonların Polen Morfolojilerindeki Değişikliklerin Saptanması

Yukarıda başlığı/konusu gösterilen tez çalışmamın a) Kapak sayfası, b) Giriş, c) Ana bölümler d) Sonuç kısımlarından oluşan toplam 109 sayfalık kısmına ilişkin, 15/09/2017 tarihinde şahsım/tez danışmanım tarafından Turnitin adlı intihal tespit programından aşağıda belirtilen filtrelemeler uygulanarak alınmış olan orijinallik raporuna göre, tezimin benzerlik oranı % 10 'tür.

Uygulanan filtrelemeler:

- 1- Kaynakça hariç
- 2- Alıntılar hariç/dâhil
- 3- 5 kelimedenden daha az örtüşme içeren metin kısımları hariç

Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tez Çalışması Orjinallik Raporu Alınması ve Kullanılması Uygulama Esasları'nı inceledim ve bu Uygulama Esasları'nda belirtilen azami benzerlik oranlarına göre tez çalışmamın herhangi bir intihal içermediğini; aksinin tespit edileceği muhtemel durumda doğabilecek her türlü hukuki sorumluluğu kabul ettiğimi ve yukarıda vermiş olduğum bilgilerin doğru olduğunu beyan ederim.

Gereğini saygılarımla arz ederim.

15/09/2017

Tarih ve İmza

Adı Soyadı: Özge TANYERİ

Öğrenci No: N13220170

Anabilim Dalı: ADLİ BİLİMLER ANABİLİM DALI

Programı: ADLİ PALİNOLOJİ

Statüsü:  Y.Lisans  Doktora  Bütünleşik Dr.

**DANIŞMAN ONAYI**

UYGUNDUR.

Yrd. Doç. Dr. Cahit DOĞAN