

**ANKARA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

DOKTORA TEZİ

**ANKARA ATMOSFERİ POLEN VE KÜF ALERJENLERİNİN BURKARD VE
YÜKSEK HACİMLİ HAVA ÖRNEKLEYİCİSİ İLE İZLENMESİ**

Aydan ACAR ŞAHİN

BİYOLOJİ ANABİLİM DALI

**ANKARA
2019**

Her hakkı saklıdır

TEZ ONAYI

Aydan ACAR ŞAHİN tarafından hazırlanan “Ankara Atmosferi Polen ve Küf Alerjenlerinin Burkard ve Yüksek Hacimli Hava Örnekleyicisi ile İzlenmesi” adlı tez çalışması 01/03/2019 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalı’nda **DOKTORA TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Danışman : Prof. Dr. Nur Münevver PINAR
Ankara Üniversitesi Biyoloji Anabilim Dalı



Jüri Üyeleri:

Başkan: Prof. Dr. Belma ASLIM
Gazi Üniversitesi Biyoloji Anabilim Dalı



Üye: Prof. Dr. Adem BIÇAKÇI
Bursa Uludağ Üniversitesi Biyoloji Anabilim Dalı



Üye: Prof. Dr. Reyhan ÇOLAK
Ankara Üniversitesi Biyoloji Anabilim Dalı



Üye: Prof. Dr. Atila YILDIZ
Ankara Üniversitesi Biyoloji Anabilim Dalı



Üye: Prof. Dr. Nur Münevver PINAR
Ankara Üniversitesi Biyoloji Anabilim Dalı



Yukarıdaki sonucu onaylarım.

Prof. Dr. Atila YETİŞEMİYEN
Enstitü Müdürü

ETİK

Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez içindeki bütün bilgilerin doğru ve tam olduğunu, bilgilerin üretilmesi aşamasında bilimsel etiğe uygun davrandığımı, yararlandığım bütün kaynakları atıf yaparak belirttiğimi beyan ederim.

01/03/2019



Aydan ACAR ŞAHİN

ÖZET

Doktora Tezi

ANKARA ATMOSFERİ POLEN VE KÜF ALERJENLERİNİN BURKARD VE YÜKSEK HACİMLİ HAVA ÖRNEKLEYİCİSİ İLE İZLENMESİ

Aydan ACAR ŞAHİN

Ankara Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Biyoloji Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. N. Münevver PINAR

Moleküler aerobiyoloji çalışmaları ile son on yılda hastalarda alerjiye neden olan kaynakların doğrudan belirlenmesi ile ilgili araştırmalar önem kazanmıştır. 2015-2016 yıllarında Ankara ili atmosferinde Betulaceae, Poaceae, *Ambrosia* polenleri ve *Alternaria* spor konsantrasyonları Burkard aleti ile, Bet v 1, Phl p 5, Amb a 1 ve Alt a 1 alerjen konsantrasyonları ise eş zamanlı olarak kademeli yüksek hacimli hava örnekleyicisi ile çalışılmıştır. Alerjen konsantrasyonlarının belirlenmesinde ELISA yöntemi kullanılmıştır. Aynı zamanda immün etiketleme yöntemiyle polen ve spor alerjenlerinin lokalize olduğu bölgeler geçirmeli elektron mikroskopunda (TEM) görüntülenmiştir. 2015-2016 yıllarında atmosferde polen ve spor konsantrasyonları; Betulaceae için 277-232 polen/m³, Poaceae için 1238-349 polen/m³ *Ambrosia* için 189-21 polen/m³ ve *Alternaria* için 5597-1339 spor/m³ tür. Polen alerjenleri PM10 filtrelerinde, Alt a 1 alerjeni ise PM2.5 filtrelerinde yoğun olarak bulunmuştur. 2016 yılında, önceki yıla kıyasla Bet v 1 ve Alt a 1 alerjen konsantrasyonları hariç tüm taksonların polen ve alerjen konsantrasyonları azalmıştır. Polen potansiyeli değerleri yıllar içinde farklılık göstermiştir. En yüksek polen potansiyeli değeri (10.01pg/polen) 2016 yılında Poaceae'de kaydedilmiştir. Meteorolojik faktörlerden özellikle sıcaklık, rüzgar hızı ve yönünün polen, spor ve alerjenlerin dağılımında etkili olduğu saptanmıştır. Hava kirliliği parametrelerinin polen, spor ve alerjenler üzerindeki etkisi de araştırılmıştır. Geri yörünge analizleri ile araştırılan polen ve alerjenlerin olası taşınım kaynakları tespit edilmiştir. İmmün etiketleme yöntemi ile, Bet v 1 alerjeninin özellikle nişasta tanelerinde bulunduğu, Phl p 5 alerjeni için orbiküllerin önemli taşıyıcılar olduğu, Amb a 1 alerjeninin kaveada ve sitoplazmada endoplazmik retikulum etrafında, Alt a 1 alerjeninin ise hem spor hem de hif duvarında yer aldığı saptanmıştır.

Mart 2019, 270 sayfa

Anahtar Kelimeler: *Betula*, *Phleum*, *Ambrosia*, *Alternaria*, polen, spor, alerjen, Burkard, kademeli yüksek hacimli hava örnekleyicisi, ELISA, immün etiketleme, TEM

ABSTRACT

Ph.D. Thesis

MONITORING OF POLLEN AND MOLD ALLERGENS IN ATMOSPHERE OF ANKARA PROVINCE BY USING BURKARD AND HIGH VOLUME AIR SAMPLER

Aydan ACAR ŞAHİN

Ankara University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Biology

Supervisor: Prof. Dr. N. Münevver PINAR

In the last decade, searches on direct determination of the sources of allergies in patients have gained importance with molecular aerobiology studies. During 2015-2016, Betulaceae, Poaceae, *Ambrosia* pollen and *Alternaria* spore concentrations were detected by Burkard trap in Ankara. At the same time, Bet v 1, Phl p 5, Amb a 1 and Alt a 1 allergen concentrations were investigated by BGI900 model cascade high volume air sampler. Allergen concentrations were determined by ELISA method. In addition, allergen localisations in pollen and spores were determined by immuno-labeling method and have been shown in transmission electron microscopy (TEM). Pollen and spore concentrations were in 2015-2016 respectively ; 277-232 pollen / m³ for Betulaceae, 1238-349 for Poaceae, 189-21 pollen / m³ for *Ambrosia* and 4493-1105 for *Alternaria*. Pollen allergens were found mostly in PM10 filters and Alt a 1 allergen in PM2.5 filters. Pollen and allergen concentrations of all taxa, except for Bet v 1 and Alt a 1 allergen concentrations, decreased in 2016. Pollen potential values vary over the years. The highest pollen potential value (10.01pg / pollen) was recorded in Poaceae in 2016. Especially temperature, wind speed and direction have been shown to be most effective meteorological parameters on pollen, spore and allergen distribution. The effects of air pollution parameters on pollen spores and allergens were also investigated. The possible transportation sources of the studied pollen and allergen were determined due to the back trajectory analysis. By immunolabelling, it has been revealed that, Bet v 1 allergen is mostly located in the starch grains, the orbicules are important carriers for Phl p 5 allergen, Amb a 1 allergen is located around the endoplasmic reticulum in the cavea and cytoplasm and Alt a 1 allergen was found in both spore and hyphae wall.

March 2019, 270 pages

Key Words: *Betula*, *Phleum*, *Ambrosia*, *Alternaria* pollen, spor, allergen, Burkard trap, cascade high volume air sampler, ELISA, immunolabeling, TEM

ÖNSÖZ ve TEŞEKKÜR

Çalışmalarım boyunca beni yönlendiren, araştırmalarımın her aşamasında bilgi, öneri ve yardımlarını esirgemeyerek akademik ortamda olduğu kadar beşeri ilişkilerde de engin fikirleriyle yetişme ve gelişme katkıda bulunan ve her zaman desteğini hissettiğim sevgili danışman hocam sayın Prof. Dr. Nur Münevver PINAR'a, (Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalı) sonsuz teşekkür ederim.

Tez çalışmam süresince beni yönlendiren, bilgi ve desteklerini esirgemeyen TİK üyelerim sayın Prof. Dr. Belma ASLIM (Gazi Üniversitesi, Biyoloji Anabilim Dalı) ve sayın Prof. Dr. Reyhan ÇOLAK'a (Ankara Üniversitesi, Biyoloji Anabilim Dalı) içtenlikle teşekkür ederim.

Yardımlarını ve desteğini her zaman hissettiğim sayın Dr. Öğr. Üyesi Şenol ALAN'a (Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi, Biyoloji Anabilim Dalı) ve deneysel çalışmalarda yardımcı olan uzman biyolog Tuğba SARIŞAHİN'e teşekkürü bir borç bilirim. İmmün etiketleme çalışmalarının TEM analizi için hizmet alımı yaptığımız Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, ARUM birimi sorumlularından sayın Doç Dr. İlknur DAĞ ve Öğr. Gör. Dr. Bükay YENİCE GÜRSU'ya tüm yardımları için teşekkür ederim. *Alternaria* kültürünü eldesinde yardımcı olan Doç. Dr. Suzan ÖKTEN ve kültürün çoğaltılmasında yardımcı olan uzman biyolog Ekin DEMİRAY'a teşekkür ederim.

Hayatımın her aşamasında yanımda olup, maddi manevi destek veren, can dostum Öğr. Gör. Deniz CANLI'ya, Ankara Üniversitesi Tandoğan kampüsünde bulunan cihazdan filtrelerin günlük değişimi konusunda, okulda olamadığım dönemlerde, yardım eden arkadaşlarım uzman biyologlar, Derya ŞİMŞEK'e, Merve ÖRNEK YILDIRIM.'a, Gül AYYILDIZ'a, Dr. Öğr. Gör. İsa BAŞKÖSE'ye, Dr. Öğr. Üyesi İbrahim ERDOĞAN'a, Dr. Derya SEÇİL'e, ve ayrıca sevgili öğrencilerimiz Elif GELGEÇ ve Resul DUMAN'a çok teşekkür ederim. Eğitim hayatım boyunca her zaman bana güç veren, maddi manevi desteğini esirgemeyen, anneme, babama, kardeşime, ananeme, ikinci ailem olan ŞAHİN ailesine ve canım eşim Mehmet Kürşat ŞAHİN'e sonsuz teşekkür ederim.

Bu tez çalışması "Ankara ve Zonguldak illeri atmosferindeki bazı polen alerjenlerinin yüksek hacimli hava örnekleyicisi ile izlenmesi ve meteorolojik faktörlerle bağlantısının belirlenmesi" başlıklı TÜBİTAK (proje no:113Z762) ve "Ankara atmosferinde polen ve küf alerjenlerinin yüksek hacimli hava örnekleyicisi ile izlenmesi ve immunogold yöntemi ile yerlerinin gösterilmesi" başlıklı BAP projeleri (proje no: 16L0430006) tarafından desteklenmiştir. Ayrıca doktora eğitimim süresince "2211 Yurt İçi Doktora Burs Programı" ile desteklendiğim TÜBİTAK'a çok teşekkür ederim.

Aydan ACAR ŞAHİN

Ankara, Mart 2019

İÇİNDEKİLER

TEZ ONAY SAYFASI	
ETİK.....	i
ÖZET.....	ii
ABSTRACT	iii
ÖNSÖZ ve TEŞEKKÜR.....	iv
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ	viii
ŞEKİLLER DİZİNİ	x
ÇİZELGELER DİZİNİ	xv
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ	9
2.1 Aerobiyolojinin Tarihsel Gelişimi	9
2.2 Atmosferik Polen ve Sporların İzlenmesi	18
2.2.1 Yurt dışında gerçekleştirilen çalışmalar	18
2.2.2 Yurt içinde yapılmış çalışmalar	27
2.3 Aeroalerjen İzleme Çalışmaları	48
2.3.1 Bet v 1 alerjeni.....	58
2.3.2 Phl p 5 alerjeni.....	59
2.3.3 Amb a 1 alerjeni	60
2.3.4 Alt a 1 alerjeni	61
2.4 İmmün Etiketleme Çalışmaları.....	62
2.4.1 <i>Betula pendula</i> Roth. polenlerinde Bet v 1 alerjen lokalizasyonunun gösterilmesi	63
2.4.2 <i>Phleum pratense</i> L. polenlerinde Phl p 5 alerjen lokalizasyonunun gösterilmesi	64
2.4.3 <i>Ambrosia artemisifolia</i> L. polenlerinde Amb a 1 alerjen lokalizasyonunun gösterilmesi	65
2.4.4 <i>Alternaria</i> sporlarında Alt a 1 alerjen lokalizasyonunun gösterilmesi ile ilgili çalışmalar	66
3. MATERYAL VE METOT	68
3.1 Ankara İli Araştırma Bölgesi Hakkında Genel Bilgiler	68
3.1.1 Coğrafik durum.....	68
3.1.2 İlin florası.....	70

3.1.3 Arazi örtüsü ve tarımsal alanların değişimi.....	77
3.1.4 Biyoiklim	79
3.1.5 Biyoiklimi ve bitki gelişimini etkileyen meteorolojik parametreler	81
3.1.6 Hava kalitesi parametreleri.....	88
3.2 Polen/Spor ve Alerjenlerin Atmosferden Örneklenmesi ve Analizleri	95
3.2.1 Çalışma istasyonu hakkında genel bilgiler	95
3.2.2 Volumetrik yöntem	97
3.2.3 Burkard tuzağının özellikleri.....	97
3.2.4 Yapıştırıcının hazırlanması	98
3.2.5 Gliserin-jelatin hazırlanması	99
3.2.6 Preparatların hazırlanması	99
3.2.7 Preparatların mikroskopta incelenmesi.....	100
3.2.8 Işık mikroskopunda (LM) polen ve spor morfolojilerinin incelenmesi	101
3.2.9 Taramalı elektron mikroskopu (SEM) ile polen ve sporların incelenmesi...	101
3.2.10 Aeroalerjenlerin toplanması ve analiz için hazırlanması	102
3.2.11 Aeroalerjenlerin ELISA yöntemiyle belirlenmesi.....	105
3.3 Geri Yörünge Analizi.....	108
3.4 Verilerin İstatistiksel Değerlendirilmesi	109
3.5 İmmun Etiketleme Yönteminin Basamakları.....	110
4. ARAŞTIRMA BULGULARI.....	115
4.1 <i>Betula</i> Poleni ve Bet v 1 Alerjen İzleme Çalışmaları	121
4.1.1 <i>Betula</i> -Bet v 1 konsantrasyonlarının 2015 yılı analizleri.....	121
4.1.2 <i>Betulaceae</i> polen ve Bet v 1 alerjen konsantrasyonlarının 2016 yılı analizleri.....	122
4.1.3 Geri yörünge analizi sonuçları.....	126
4.1.4 Bet v 1 ve <i>Betulaceae</i> familyası polenlerinin meteorolojik faktörler ve hava kirliliği parametreleriyle ilişkisi	130
4.1.5 <i>Betula pendula</i> (syn= <i>B. verrucosa</i>) polenlerinin morfolojik özellikleri ve Bet v 1 alerjen lokalizasyonunun immün etiketleme ile gösterilmesi.....	133
4.2 <i>Poaceae</i> Poleni ve Phl p 5 Alerjen İzleme Çalışmaları	137
4.2.1 <i>Poaceae</i> poleni ve Phl p 5 alerjen konsantrasyonlarının 2015 yılı analizleri.....	137
4.2.2 <i>Poaceae</i> poleni ve Phl p 5 alerjen konsantrasyonlarının 2016 yılı analizi	139
4.2.3 Geri yörünge analizi sonuçları.....	141

4.2.4 Poaceae familyası polenlerinin ve Phl p 5 alerjenlerinin meteorolojik faktörler ve hava kirliliği parametreleriyle ilişkisi	144
4.2.5 <i>Phleum pratense</i> polenlerinin morfolojik özellikleri ve Phl p 5 alerjen lokalizasyonunun immün etiketleme ile gösterilmesi	146
4.3 <i>Ambrosia</i> Poleni ve Amb a 1 Alerjen İzleme Çalışmaları.....	152
4.3.1 <i>Ambrosia</i> poleni ve Amb a 1 alerjen konsantrasyonlarının 2015 yılı analizi	152
4.3.2 <i>Ambrosia</i> poleni ve Amb a 1 alerjen konsantrasyonlarının 2016 yılı analizi	154
4.3.3 Geri yörünge analizi sonuçları.....	156
4.3.4 <i>Ambrosia</i> polenlerinin ve Amb a 1 alerjenlerinin meteorolojik faktörler ve hava kirliliği parametreleriyle ilişkisi	157
4.3.5 <i>Ambrosia artemisifolia</i> polenlerinin morfolojik özellikleri ve Amb a 1 alerjen lokalizasyonunun immün etiketleme ile gösterilmesi	161
4.4 <i>Alternaria</i> sporu ve Alt a 1 Alerjen İzleme çalışmaları.....	166
4.4.1 <i>Alternaria</i> sporu ve Alt a 1 alerjen konsantrasyonlarının 2015 yılı analizi ..	166
4.4.2 <i>Alternaria</i> sporu ve Alt a 1 alerjen konsantrasyonlarının 2016 yılı analizi ..	169
4.4.3 <i>Alternaria</i> spor ve Alt a 1 alerjenlerinin meteorolojik faktörler ve hava kirliliği parametreleriyle ilişkisi	171
4.4.4 <i>Alternaria alternata</i> sporlarının morfolojik özellikleri ve Alt a 1 alerjen lokalizasyonunun immün etiketleme ile gösterilmesi	173
4.5 Verilerin İstatistiksel Analizi	179
4.5.1 Polen/spor potansiyeli sonuçları	179
4.5.2 Etkin polen/spor ve alerjen sezonlarının karşılaştırılması.....	179
4.6 AAAAI'nın Belirlediği Klinik Eşik Değerlerine Göre Riskli Günler Analizi.....	184
4.7 Hava Kirliliği Eşik Değerlerine Göre Hava Kalitesinin Değerlendirilmesi.....	185
5. TARTIŞMA VE SONUÇ	187
KAYNAKLAR	222
EK 1 Palinolojik Sözlük.....	260
ÖZGEÇMİŞ.....	263

SİMGELER DİZİNİ

<	Küçük
>	Büyük
%	Yüzde
°C	Santigrat derece
µm	Mikrometre
° ‘ ‘‘	Derece dakika saniye
cm ²	Santimetre kare
CO	Karbonmonoksit
CO ₂	Karbondioksit
dk	Dakika
m ³	Metreküp
mm	Milimetre
µm	Mikrometre
NO	Azot oksit
NO ₂	Azot dioksit
NO _x	Azot oksit türevleri
rpm	Dakikadaki dönüş sayısı
SO ₂	Kükürt dioksit

Kısaltmalar

ABTS	2,2'-azino-bis(3-ethylbenzothiazoline-6-sulphonic acid
BSA	Bovine serum albumin
CR	Kritik
VU	Duyarlı
Clg	Kolpus uzunluğu
Clt	Kolpus genişliği
DD	Yetersiz verili
DNA	Deoksiribo Nükleik Asit
E	Ekvatorial eksen
ELISA	Enzyme-Linked Immuno Sorbent Assay

EN	Tehlikede
ENE	Doğu-kuzeydoğu (East northeast)
ITS	Internal Transcribed Spacer
LC	Düşük riskli
LDT	Long Distance Transportation (Uzun mesafeli taşınım)
LM	Işık mikroskobu
LW resin	London White resin
NE	Kuzeydoğu (North east)
“NE”	Değerlendirilmedi
NT	Tehdite yakın
PBS	Phosphatebuffersaline
PDA	Potato dekstroz agar
Plg	Por uzunluğu
Plt	Por genişliği
PM10	Partikül çapı 10 µm'den büyük olan partiküller
PM2.5	Partikül çapı 2.5-10 µm arasında olan partiküller
PTFE	Poli tetrafloretillen
PZR	Polimeraz zincir reaksiyonu
qPZR	Kantitatif polimeraz zincir reaksiyonu
SEM	Taramalı elektron mikroskobu
TEM	Geçirmeli elektron mikroskobu
TMB	Tetrametilbenzidin
WSW	Batı-güneybatı (West southwest)

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1 Açık ve kapalı ortamdaki aeroalerjenlerin konsantrasyonlarını etkileyen çevresel faktörler.....	3
Şekil 1.2 Fırtına astımı, polen, spor ve aeroalerjenlerin büyüklüğü, akciğerlere penetrasyon ve alerjik rahatsızlığın tipi	5
Şekil 2.1 Tez kapsamında verilen kaynak özetlerinin akış şeması	9
Şekil 2.2 Durham cihazının şematik şekli.....	16
Şekil 3.1 Ankara ilinin Türkiye haritasındaki yeri ve komşusu olan iller	68
Şekil 3.2 1:2.000.000 Ölçekli Ankara ve Çevresi Fiziki Haritası.....	70
Şekil 3.3 Ankara ilinde arazi örtülerinin yıllık değişim oranları	78
Şekil 3.4 2015 (a) ve 2016 (b) yıllarına ait ombrotermik iklim diyagramları.....	80
Şekil 3.5 Ankara iline ait meteorolojik faktörlerin aylık değişimleri (2015-2016)	83
Şekil 3.6 Ankara ilinin uzun yıllara ait hakim rüzgar yönlerini gösteren diyagram	87
Şekil 3.7 CO, NO _x ve NO ₂ kirletici konsantrasyonlarının 2015 yılı değişimi	90
Şekil 3.8 SO ₂ , PM ₁₀ ve PM _{2.5} kirletici konsantrasyonlarının 2015 yılı değişimi.....	91
Şekil 3.9 CO ₂ , NO _x ve NO ₂ kirletici konsantrasyonlarının 2016 yılı değişimi.....	92
Şekil 3.10 SO ₂ , PM ₁₀ ve PM _{2.5} kirletici konsantrasyonlarının 2016 yılı değişimi.....	93
Şekil 3.11 Aerobiyojik izleme çalışmalarının yürütüldüğü istasyon	96
Şekil 3.12 Burkard polen ve spor tuzağı (a) ve şeffaf bandın sarıldığı döner disk (b) ...	98
Şekil 3.13 Burkard aletinden alınan banttın 7 günlük preparatların hazırlanması	99
Şekil 3.14 Preparat üzerinde polen sayımlarının yapılmasında izlenen tarama yönü...	100
Şekil 3.15 Aeroalerjenlerin örneklemede kullanılan tuzak	102
Şekil 3.16 a.Yüksek hacimli hava örnekleyicisinin kademeleri ve içlerine yerleştirilen poliüretan filtreler, b. PM ₁₀ filtresi, c. PM _{2.5} filtresi.....	103
Şekil 3.17 a. Rotator yardımıyla özütleme işlemi, b. Filtre özütlerinin konulduğu flakon tüpler, c. Örneklerin liyofilizasyonu.....	104
Şekil 3.18 Örnek bir ELISA plak yerleşimi	106

Şekil 3.19 LW resin kullanılarak ilk uygulanan ve kapsüle alınan polen örneği.....	111
Şekil 3.20 Epoksi resine gömülen polen örneği ve vakum altına alınarak oksijeni uzaklaştırılmaya çalışılan polen örneği	112
Şekil 3.21 <i>Alternaria alternata</i> kültüründen spor süspansiyonu elde etme basamakları	113
Şekil 3.22 a. Nikel gridlerin antikorla muamelesi, b. Uranil asetat-kurşun sitrat boyama işlemi.....	114
Şekil 4.1 Burkard aleti ile çalışılan taksonlara ait polenlerin 2015 yılındaki yüzdeler dağılım grafiği	116
Şekil 4.2 Burkard aleti ile analiz edilen polenlerin 2015 yılındaki aylık değişimleri...	116
Şekil 4.3 Analiz edilen polenlerin 2016 yılındaki yüzdeler dağılımları	117
Şekil 4.4 Analiz edilen polenlerin 2016 yılındaki aylık değişimi	118
Şekil 4.5 <i>Alternaria</i> spor konsantrasyonunun 2015-2016 yıllarındaki aylık değişimi	119
Şekil 4.6 Betulaceae familyasında yer alan cinslere ait polen konsantrasyonlarının günlük değişimleri (2015)	123
Şekil 4.7 Bet v 1 alerjen konsantrasyonunun 2015 yılı değişimi.....	123
Şekil 4.8 Betulaceae polen ve Bet v 1 alerjen konsantrasyonlarının 2015 yılındaki değişimi	123
Şekil 4.9 Betulaceae familyasında yer alan cinslere ait polen konsantrasyonlarının günlük değişimleri (2016).....	125
Şekil 4.10 Bet v 1 alerjen konsantrasyonunun 2016 yılı değişimi.....	125
Şekil 4.11 Betulaceae polen ve alerjen konsantrasyonlarının 2016 yılındaki değişimi	125
Şekil 4.12 <i>Betula</i> polen konsantrasyonunun pik yaptığı tarihe göre uzun mesafeli taşınımını gösteren 48 saatlik geri yörünge analizi (2015).....	127
Şekil 4.13 Betulaceae polen (a) Bet v 1 alerjen (b) konsantrasyonlarının pik yaptıkları tarihlere göre uzun mesafeli taşınımını gösteren 48 saatlik geri yörünge analizleri (2015)	128
Şekil 4.14 <i>Betula</i> (Betulaceae) polen (a) ve Bet v 1 alerjen (b) konsantrasyonlarının pik yaptıkları tarihlere göre uzun mesafeli taşınımını gösteren 48 saatlik geri yörünge analizleri (2016).....	129
Şekil 4.15 Betulaceae polen ve Bet v1 alerjen konsantrasyonlarının hakim rüzgar yönü ve rüzgar hızlarına göre dağılımı (2015-2016)	131

Şekil 4.16 <i>Betula pendula</i> polenlerinin LM mikrofotografaları	133
Şekil 4.17 <i>Betula pendula</i> polenlerinin SEM mikrofotografaları	134
Şekil 4.18 <i>Betula pendula</i> polenlerinin TEM mikrofotografaları.....	135
Şekil 4.19 <i>Betula pendula</i> polenlerinde Bet v 1 alerjen lokalizasyonuna ait TEM mikrofotografaları	136
Şekil 4.20 Poaceae polen konsantrasyonunun 2015 yılındaki değişimi	138
Şekil 4.21 Phl p 5 alerjen konsantrasyonunun 2015 yılındaki değişimi	138
Şekil 4.22 Poaceae polen ve Phl p 5 alerjen konsantrasyonlarının 2015 yılındaki değişimi	138
Şekil 4.23 Poaceae polen konsantrasyonunun 2016 yılındaki değişimi	140
Şekil 4.24 Phl p 5 alerjen konsantrasyonunun 2016 yılındaki değişimi	140
Şekil 4.25 Poaceae polen ve Phl p 5 alerjen konsantrasyonunun 2016 yılındaki değişimi	140
Şekil 4.26 Poaceae polen (a) ve Phl p 5 alerjenlerinin (b) konsantrasyonlarının pik yaptıkları tarihlere göre uzun mesafeli taşınımını gösteren 48 saatlik geri yörünge analizleri (2015)	142
Şekil 4.27 Poaceae polen (a) ve Phl p 5 alerjen (b) konsantrasyonlarının pik yaptıkları tarihlere göre uzun mesafeli taşınımını gösteren 48 saatlik geri yörünge analizleri (2016)	143
Şekil 4.28 Poaceae polen ve Phl p 5 alerjen konsantrasyonunun hakim rüzgar yönleri ve rüzgar hızlarına göre dağılımı (2015-2016)	145
Şekil 4.29 <i>Phleum pratense</i> polenlerinin LM mikrofotografaları	147
Şekil 4.30 <i>Phleum pratense</i> polenlerinin SEM mikrofotografaları	147
Şekil 4.31 <i>Phleum pratense</i> polenlerinin TEM mikrofotografaları.....	148
Şekil 4.32 <i>Phleum pratense</i> polenlerinde Phl p 5 alerjen lokalizasyonuna ait TEM mikrofotografaları.	150
Şekil 4.33 <i>Phleum pratense</i> anterlerinde Phl p 5 alerjen lokalizasyonuna ait TEM mikrofotografaları.	151
Şekil 4.34 <i>Ambrosia</i> polen konsantrasyonunun 2015 yılındaki değişimi	153
Şekil 4.35 Amb a 1 alerjen konsantrasyonunun 2015 yılındaki değişimi.....	153

Şekil 4.36 <i>Ambrosia</i> polen ve Amb a 1 alerjen konsantrasyonunun 2015 yılındaki değişimi	153
Şekil 4.37 <i>Ambrosia</i> polen konsantrasyonunun 2016 yılındaki değişimi	155
Şekil 4.38 Amb a 1 alerjen konsantrasyonunun 2016 yılındaki değişimi.....	155
Şekil 4.39 <i>Ambrosia</i> polen ve Amb a 1 alerjen konsantrasyonunun 2016 yılındaki değişimi	155
Şekil 4.40 <i>Ambrosia</i> polen ile Amb a 1 alerjen (a) konsantrasyonlarının pik yaptığı ve <i>Ambrosia</i> polen konsantrasyonunun ikinci kez pik yaptığı (b) tarihlere göre uzun mesafeli taşınımını gösteren 48 saatlik geri yörünge analizleri (2015).....	158
Şekil 4.41 <i>Ambrosia</i> polen (a) ile Amb a 1 alerjen (b) konsantrasyonlarının pik yaptığı tarihlere göre uzun mesafeli taşınımını gösteren 48 saatlik geri yörünge analizleri (2016).....	159
Şekil 4.42 <i>Ambrosia</i> polen ve Amb a 1 alerjen konsantrasyonlarının hakim rüzgar yönleri ve rüzgar hızlarına göre dağılımı (2015-2016)	160
Şekil 4.43 <i>Ambrosia artemisifolia</i> polenlerinin LM mikrofotografı	162
Şekil 4.44 <i>Ambrosia artemisifolia</i> polenlerinin SEM mikrofotografı	162
Şekil 4.45 <i>Ambrosia artemisifolia</i> polenlerinin TEM mikrofotografı	164
Şekil 4.46 <i>Ambrosia artemisifolia</i> polenlerinde Amb a 1 alerjen lokalizasyonuna ait TEM mikrofotografı	165
Şekil 4.47 <i>Alternaria</i> spor konsantrasyonunun 2015 yılı değişimi.....	168
Şekil 4.48 Alt a 1 alerjen konsantrasyonunun PM2.5 filtrelerindeki 2015 yılındaki değişimi	168
Şekil 4.49 <i>Alternaria</i> spor ve Alt a 1 alerjen konsantrasyonlarının 2015 yılındaki değişimi	168
Şekil 4.50 <i>Alternaria</i> spor konsantrasyonunun 2016 yılındaki değişimi.....	170
Şekil 4.51 <i>Alternaria</i> spor ve Alt a 1 alerjen konsantrasyonlarının 2016 yılındaki değişimi	170
Şekil 4.52 Alt a 1 alerjen konsantrasyonunun 2016 yılındaki değişimi.....	170
Şekil 4.53 <i>Alternaria</i> spor ve Alt a 1 alerjen konsantrasyonunun hakim rüzgar yönleri ve rüzgar hızlarına göre aylık dağılımı (2015)	172
Şekil 4.54 <i>Alternaria</i> spor (konidyum) ve hiflerinin (miselyum) LM mikrofotografı	174

Şekil 4.55 <i>A.alternata</i> spor ve hiflerinin SEM mikrofotografı.....	174
Şekil 4.56 <i>A. alternata</i> sporlarına ait TEM mikrofotografı	176
Şekil 4.57 <i>A. alternata</i> sporlarında Alt a 1 alerjen lokalizasyonuna ait TEM mikrofotografı	177
Şekil 4.58 <i>A. alternata</i> hiflerinde Alt a 1 alerjen lokalizasyonuna ait TEM mikrofotografı	178
Şekil 4.59 Klinik eşik değerlerine göre Ankara atmosferinde 2015-2016 yıllarında tespit edilen polen ve spor yoğunluğu.....	185
Şekil 4.60 Orta düzeyde alerjik reaksiyonlara sebep olacak riskli gün sayıları.....	185
Şekil 4.61 Hava kalitesi parametrelerinin aylık risk durumu.....	186

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 3.1 Ankara ilinde yer alan bazı egzotik türler ve ait oldukları familyalar	73
Çizelge 3.2 Ankara Üniversitesi Tandoğan Kampüsünde bulunan ağaç ve ağaçsı taksonların listesi	75
Çizelge 3.3 Tarımsal alanların Ankara ilindeki yıllık dağılımları (2007-2017)	79
Çizelge 3.4 Ankara iline ait yağış rejimi ve biyoiklim verileri.....	80
Çizelge 3.5 Ankara ilinde 2015 yılında kaydedilen aylık meteorolojik veriler	82
Çizelge 3.6 Ankara ilinde 2015 yılında kaydedilen aylık meteorolojik veriler	82
Çizelge 3.7 Aylık ortalama sıcaklık değişimi (2015-2016)	84
Çizelge 3.8 Aylık toplam yağış değişimi (2015-2016)	85
Çizelge 3.9 Aylık ortalama nisbi nem değişimi (2015-2016).....	86
Çizelge 3.10 Aylık ortalama rüzgar hızı değişimi (2015-2016)	86
Çizelge 3.11 Hakim rüzgar yönlerinin aylık dağılımı.....	87
Çizelge 3.12 Ulusal Hava Kalite İndeksi Kesme Noktaları.....	89
Çizelge 3.13 Hava kirliliği parametrelerinin aylık ortalama konsantrasyonlarının değişimi (2015)	89
Çizelge 3.14 Hava kirliliği parametrelerinin aylık ortalama konsantrasyonlarının değişimi (2015).....	94
Çizelge 3.15 2012-2018 yıllarına ait hava kalitesi değerlendirme ve yönetiminde limit değerlerinin kademeli azaltım ve uyarı eşikleri.....	94
Çizelge 3.16 Aerobiyojoloji Gözlem İstasyonlarına ait bilgiler	97
Çizelge 3.17 Filtrelerin özütlenmesi için kullanılan tamponlar ve tüp başına kullanılan miktarları	104
Çizelge 3.18 Örneklerin liyofilizasyonu için kullanılan program.....	105
Çizelge 3.19 Polen örneklerinin lokasyon ve toplayıcı bilgileri	110
Çizelge 4.1 Atmosferik polen (<i>Betulaceae</i> , <i>Poaceae</i> , <i>Ambrosia</i>) ve spor (<i>Alternaria</i>) konsantrasyonunun metreküp havada aylık ve yıllık dağılımı	115
Çizelge 4.2 Ankara ilinde 2015 yılında izlenen polenlerin aylık dağılımları	117

Çizelge 4.3 Ankara ilinde 2016 yılında izlenen polenlerin aylık dağılımları	118
Çizelge 4.4 İncelenen polen türlerinin iki yıllık toplam polen konsantrasyonları ile yüzdelerdeki değişimleri	119
Çizelge 4.5 İki yıllık <i>Alternaria</i> spor konsantrasyonunun yüzdelerdeki değişimi	119
Çizelge 4.6 Alerjen izleme tarihleri ve toplam gün sayılarının yıllara göre dağılımı...	120
Çizelge 4.7 2015-2016 yıllarında Ankara atmosferinde izlenen Betulaceae polenleri ile Bet v 1 alerjeni miktarlarının aylık dağılımı ve polen potansiyelleri ...	126
Çizelge 4.8 Betulaceae polen ve Bet v 1 alerjen konsantrasyonlarının meteorolojik veriler ile korelasyonu	131
Çizelge 4.9 Betulaceae polen ve Bet v 1 alerjen konsantrasyonunu ile hava kirliliği parametreleri arasındaki bağlantı.....	132
Çizelge 4.10 2015-2016 yıllarında Ankara atmosferinde izlenen Poaceae polenleri ve Phl p 5 alerjeni miktarlarının aylık dağılımı ve polen potansiyelleri ..	141
Çizelge 4.11 Poaceae polen ve Phl p 5 alerjen konsantrasyonlarının meteorolojik veriler ile korelasyonu.....	144
Çizelge 4.12 Poaceae polen ve Phl p 5 alerjen konsantrasyonunu ile hava kirliliği parametreleri arasındaki bağlantı	146
Çizelge 4.13 2015-2016 yıllarında Ankara atmosferinde izlenen <i>Ambrosia</i> polen ve Alt a 1 alerjeni miktarlarının aylık dağılımı ve polen potansiyelleri	156
Çizelge 4.14 <i>Ambrosia</i> polen ve Amb a 1 alerjen konsantrasyonlarının meteorolojik veriler ile korelasyonu.....	160
Çizelge 4.15 <i>Ambrosia</i> polen ve Amb a 1 alerjen konsantrasyonunu ile hava kirliliği parametreleri arasındaki bağlantı	161
Çizelge 4.16 <i>Alternaria</i> spor ve Alt a 1 alerjen konsantrasyonlarının yıllara göre aylık dağılımı	167
Çizelge 4.17 <i>Alternaria spor</i> ve Alt a 1 alerjen konsantrasyonlarının meteorolojik veriler ile korelasyonu.....	171
Çizelge 4.18 <i>Alternaria</i> spor ve Alt a 1 alerjen konsantrasyonunu ile hava kirliliği parametreleri arasındaki bağlantı	173
Çizelge 4.19 Polen/spor başına düşen alerjen miktarları	179
Çizelge 4.20 Polen ve alerjen sezonlarının % 90 ve % 98 metotlarına göre hesaplandığı durumda üretilen verilerin Kolmogorov-Smirnov normalite testi sonuçları	180

Çizelge 4.21 2015 ve 2016 yıllarında izlenen polen/spor sezonlarının birbirleriyle karşılaştırılması	181
Çizelge 4.22 Alerjen konsantrasyon verilerinin Kolmogorov-Smirnov normalite testi sonuçları	182
Çizelge 4.23 Polen ve alerjen konsantrasyonlarının birbiriyle ilişkisini gösteren Spearman korelasyon testi sonuçları	182
Çizelge 4.24 Polen ve alerjen sezonları ile ilgili parametreler (2015-2016).....	183
Çizelge 4.25 AAAAI ya göre alerjik reaksiyonu tetikleyecek polen/spor alerjenlerinin havadaki eşik değerleri	184
Çizelge 5.1 HIALINE projesinin 2009 yılına ait Bet v 1 alerjen izleme sonuçlarının tez çalışması sonuçlarıyla karşılaştırılması	190
Çizelge 5.2 HIALINE projesinin 2009 yılına ait Bet v 1 alerjen izleme sonuçlarının tez çalışması sonuçlarıyla karşılaştırılması	199
Çizelge 5.3 Farklı Avrupa ülkelerinde gerçekleştirilen Phl p 5 alerjen izleme sonuçları	200
Çizelge 5.4 Cordoba şehrinde gerçekleştirilen Phl p 5 alerjen izleme çalışması sonuçları	200
Çizelge 5.5 Almanya alplerinde gerçekleştirilen çalışmaya ait alerjen verileri.....	201
Çizelge 5.6 Poznań şehrinde gerçekleştirilen Amb a 1 alerjen izleme çalışma sonuçları ile tez sonuçlarının karşılaştırılması	202

1. GİRİŞ

Alerji; genetik yatkınlığı olan bazı kişilerde “alerjen” olarak adlandırılan, normalde zararsız olan madde ya da maddelere karşı immünolojik (bağışıklık) mekanizmaların göstermiş olduğu aşırı duyarlılık tepkimesi olarak tanımlanmaktadır. Dünyada her 5 kişiden birinin yaşamları sırasında alerjik problemler yaşadığı bilinmektedir. Alerjik hastalıkların küresel boyutta artışı, endüstriyelleşen dünyayı son yarım yüzyılda etkilemiştir (D’Amato vd. 2007, D’amato ve Cecchi 2008, Ziello vd. 2012). Avrupa’da ise yaklaşık 80 milyon kişide alerjik hastalık belirtileri görülmektedir (Bauchau ve Durham, 2004, Sunyer vd. 2004, Bousquet vd. 2007). Ülkemizde ise nüfusun % 25-30’unun alerjik hastalıkların bir veya daha fazlasından etkilendiği bildirilmiştir (Sin vd. 2007). Kalyoncu vd. (2001) yetişkin bireylerde astım görülme sıklığı (prevalans) ve alerjik hastalıklarla ilgili yaptığı çalışmada, Ankara’daki üniversite okuyan öğrencilerde sırasıyla astım ve alerjik rinit prevalansını, erkeklerde % 2.1 ve % 12.7, kadınlarda ise % 2.5 ve % 14.5 olarak bildirmiştir. Ayrıca Ankara’da astım belirtilerinin genel görülme sıklığının % 19.3-20.9 arasında değiştiği rapor edilmiştir (Çelik vd. 1999). *Cladosporium* ve *Alternaria* gibi küf sporlarına duyarlılık ise erişkinlerde % 14.8 olarak saptanmıştır (Bavbek vd. 2006).

Alerjenler, beslenme ya da soluma ile alındıktan sonra bağışıklık sistemi tarafından algılanan ve alerjik reaksiyonlara neden olan, genellikle 5-50 kDa molekül ağırlığına sahip protein ya da glikoprotein yapısında küçük partiküllerdir. Atmosferde bulunan 0.5-100 µm çapındaki “airborn” (hava kaynaklı/uçuşan) adı verilen canlı partiküllerin başında; polenler, küf sporları, mantar hifleri, algler, protozoa, bitki ve böcek parçacıkları, bakteriler, akarlar, hayvan kılı, epiteli, tüyleri ve salgısı, hamamböceği ve virüsler gelmektedir. Özellikle spor ve polenler en sık karşılaşılan alerjenler olup, duyarlı kişilerde kızarıklık, ödem, kaşıntı, astım, migren ve konjunktivit gibi hastalıklara yol açmaktadırlar. Polenler mevsimsel alerjenler olarak nitelendirilirler. Havada uzun süre asılı kalabilmelerinden ve çapraz reaksiyonlardan dolayı tüm yıl boyunca etkilidirler. Halk arasında “çiçek tozları olarak bilinen” polenlerin kaynağını, ağaç, ağaçsı, çayır, hububat ve otsu taksonlara ait bitkilerin çiçekleri oluşturmaktadır. Türkiye, iklim özellikleri ve coğrafik yapısı nedeniyle oldukça zengin bitki örtüsüne sahiptir. Ülkemizde

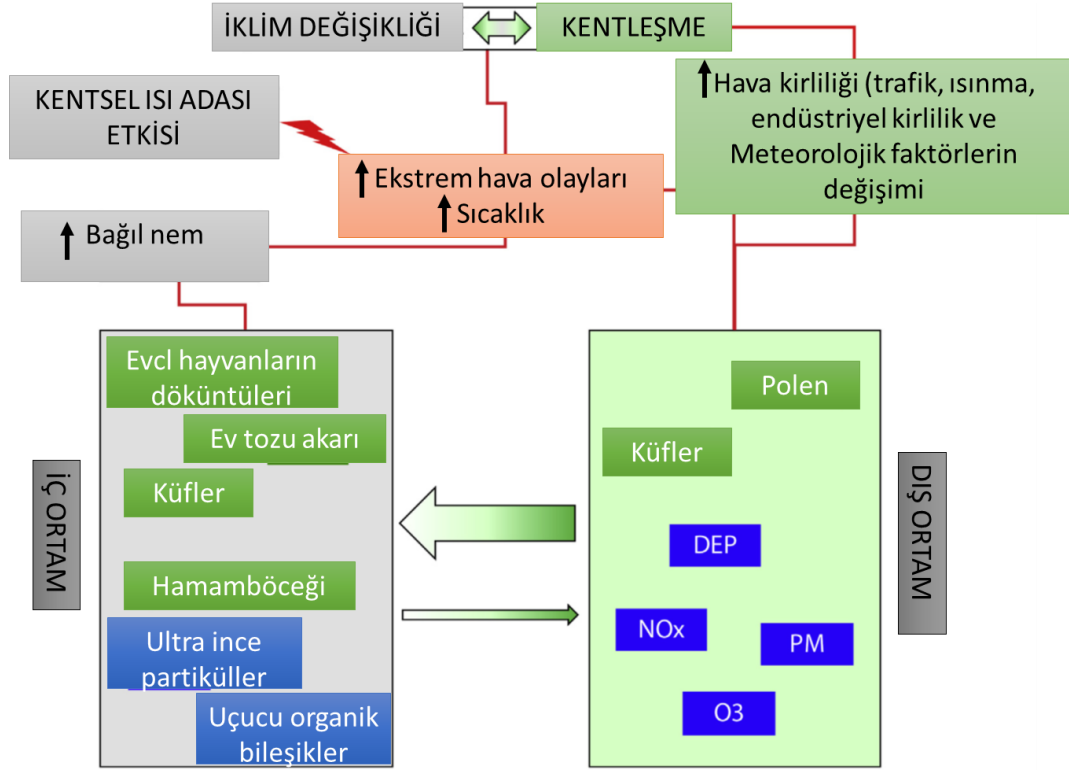
son verilere göre doğal, kültür ve egzotik türlerle beraber 11579 çiçekli bitki türünün olduğu bildirilmiştir (Güner vd. 2012). Bu türlerden % 20'sinin alerjen özelliklere sahip olduğu da göz önüne alındığında polenlerin alerjik bireyler açısından önemi daha da artmaktadır (Sin vd. 2007).

Alerjik hastalıklarının adlandırma ve tedavisine yardımcı olmak amacıyla gelişen aeropalinoloji, alerjik reaksiyonlara neden olan atmosferik polen ve sporların yakalanma yöntemlerini, hangi bitkilere ait olduğunu, cm^2 veya m^3 havadaki miktarlarının günlük, haftalık, aylık ve yıllık değişimini ve bu değişime etki eden meteorolojik faktörleri inceleyen bir bilimdir (Lacey ve West 2007).

Bitkiler polinasyon dönemlerinde milyonlarca poleni atmosfere vermektedirler. Küresel iklim değişimi nedeniyle ortaya çıkan mevsimsel değişiklikler bitkilerin vejetasyon dönemlerinde ve polen üretmelerinde değişikliklere yol açabilmektedir. Yapılan birçok aeropalinolojik çalışmada havadaki toplam polen miktarı yıllara bağlı olarak değişmektedir (Kobzar 1999, Gioulekas vd. 2004a,b). Polenin atmosfere dağılımında etkili olan sıcaklık, nem, rüzgâr hızı ve yağış gibi meteorolojik faktörler de yıldan yıla değişkenlik göstermektedir. Belediyelerin peyzaj alanlarına ithal bitki türlerini dikmesi ve istilacı türlerin bölgeye gelmesi de atmosferdeki polen çeşit ve yoğunluğunu etkilemektedir. Çok fazla tohum ve alerjik polen üretmesiyle bilinen *Ambrosia artemisiifolia* L. bitkisi de ülkemize kontrolsüz taşınımıyla gelerek atmosferik polen yoğunluğunu artıran istilacı türlerdendir (Kaplan vd. 2003, Zemmer vd. 2012, Bıçakçı ve Tosunoğlu 2015, Pınar 2018).

Polenlerin ve sporların da dahil olduğu aeroalerjenlerin miktarı, saçılma zamanı ve havada kalma süresi küresel iklim değişikliklerinin beraberinde artan sera gazları oranından, kentleşme baskısından ve hava kirliliği gibi birçok çevresel faktörden etkilenmektedir. Hava kirliliğinin hem polen ve spor morfolojisi üzerine, hem de protein profillerini değiştirerek alerjenitelerini etkilediğine dair çalışmalar mevcuttur (Majd vd. 2004, Sousa vd. 2008, Hadrell ve Thomas 2017, Cecchi vd. 2018). Bu parametreler ile açık ve kapalı ortamlarda bulunan aeroalerjenler arasındaki ilişki şekil 1.1'de gösterilmiştir. Ayrıca antropojenik etkiler de var olan alerjen kaynaklarının değişmesinin

yanı sıra yeni alerjen kaynaklarının oluşmasına neden olmaktadır (Ziska ve Beggs 2012). Tüm bu nedenlerden dolayı atmosferik polen ve sporlarla ilgili çalışmaların mevsimsel ve insan kaynaklı etkiler göz önüne alınarak, belirli aralıklarda tekrarlanması gerekmektedir.



Şekil 1.1 Açık ve kapalı ortamdaki aeroalerjenlerin konsantrasyonlarını etkileyen çevresel faktörler (Cecchi vd. 2018'den uyarlanmıştır)

NOx: Azot oksitler, DEP: Dizel egzoz parçacıkları, PM: Partikül madde, O₃:Ozon

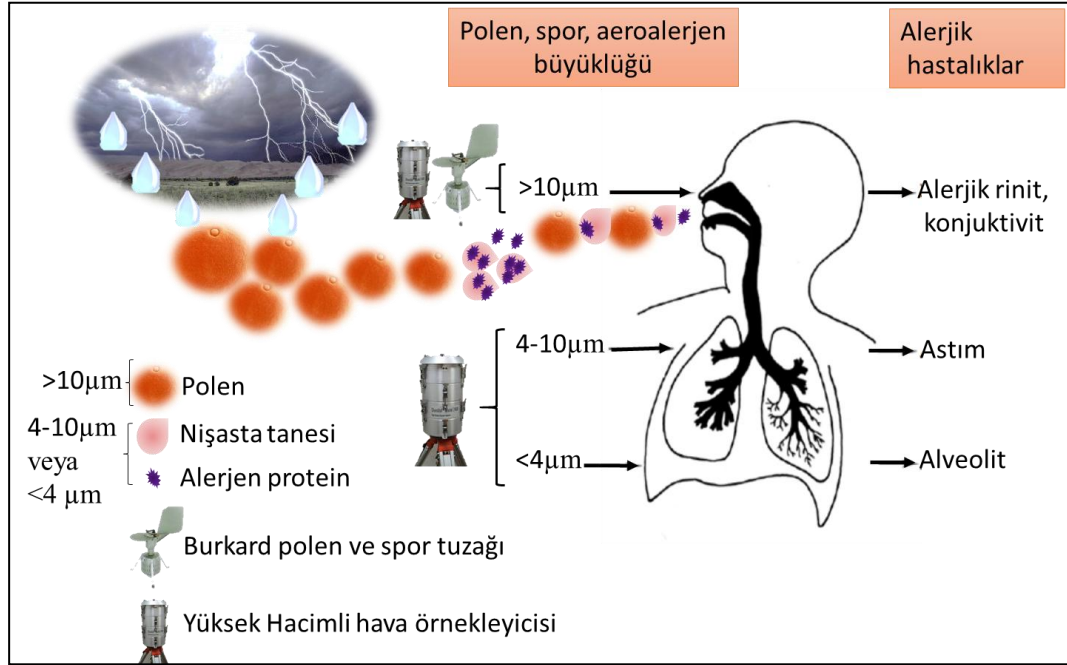
Birçok ülkede atmosferde bulunan polenlerin ve sporların günlük, hatta saatlik teşhisleri ve sayımları sürekli olarak yapılarak polen ve spor takvimleri çıkarılmakta ve sonuçlar radyo, televizyon ve gazete gibi iletişim araçlarıyla halka duyurulmaktadır. Herhangi bir yerleşim alanı için hazırlanan polen ve spor takvimleri alerji hastalarının korunmasında ve tedavisinde hem hastalara hem de hekimlere yararlı olmaktadır. Günümüzde birçok ülke, atmosferdeki alerjik polen ve spor çeşidini belirlemek için "Hirst tipi polen ve spor tuzağı" kullanmaktadır. Türkiye genelinde ise aeropalinolojik çalışmalarda 1990'lı yıllara kadar çoğunlukla Durham tuzağı (gravimetrik yöntem) kullanılmıştır. Ankara'da Hirst tipi Burkard polen ve spor tuzağı (volumetrik yöntem) kullanılarak 1989 yılında

çalışmalara başlanmıştır. Türkiye genelinde 54 ilde aeropalinolojik çalışmalar yürütülerek, polen ve spor takvimleri çıkarılmıştır (Bıçakçı ve Tosunoğlu 2009, 2019). Bu illerden bazıları; Ankara (İnceoğlu vd. 1994, Pınar vd. 1999, Çeter ve Pınar 2004), Samsun (Erkan vd. 2006), Diyarbakır (Bursalı ve Doğan), İstanbul (Çelenk vd. 2010), Konya (Kızılpınar vd. 2011), Kastamonu (Çeter vd. 2012), Denizli (Güvensen vd. 2013), İzmir (Uğuz vd. 2017) ve Mardin (Tosunoğlu vd. 2018)'dir.

Özellikle yağmurlu havalarda alerjik bireylerin acile başvurmasına neden olan “fırtına astımı” (thunderstorm asthma) adı verilen bir hastalık da atmosferdeki polen ve sporların değil, aynı zamanda bunların içerisinde yer alan alerjenlerin de alerjik hastalıkların tetiklenmesindeki önemini ortaya koymuştur (Suphioğlu 1998). Alerjenlerin kaynağından dış ortama dağılımında temel faktörlerin yağış ve yüksek nisbi nem olduğu bilinmektedir. Alerjenler atmosfere direkt moleküller veya alerjen içeren ince parçacıklar halinde iki şekilde dağılmaktadır. Alerjen taşıyan küçük taneler (nişasta taneleri ve orbiküller gibi) ise yağmur esnasında ozmotik basınçla kaynağından ayrılan parçacıklardır. Her bir polen tanesinde bu parçacıklardan yaklaşık olarak 700 adet bulunmakta ve boyutları 0.6- 2.5 µm arasında değişmektedir. Yağmurlu bir günden sonraki günde bu parçacıkların 1 m³ havadaki miktarlarının 50 kat arttığı bildirilmiştir (Suphioglu vd. 1992). Alerjik nişasta granüllerinin, Poaceae polen sezonunda görülen ani astım atakları ile bağlantılı olduğu bildirilmiştir (Bellomo vd. 1992). Polenler büyük yapıda olmalarından dolayı alt solunum yollarına kadar ulaşamazlar ancak yağmurun yağması ile birlikte polen dışına çıkan mikro ölçüdeki (1-2 µm) alerjen taşıyan nişasta taneleri alt solunum yoluna kadar ulaştıkları için oldukça önemlidirler (D'amato vd. 2016). Birçok çalışmada, bu küçük solunabilir parçacıklardan olan alerjenlerin, polen ve sporlarda lokalizasyonları “immün etiketleme” (alerjen proteinlerin antijen-antikor etkileşimine dayalı olarak buldukları yerlerin işaretlenmesi) yöntemi ile gösterilmiştir (Grote vd. 1994, El-Ghazaly vd. 1996, Schäppi vd. 1999).

Polenlerde alerjen varlığı üzerine yapılan çalışmalarda, polen tanelerinden daha küçük atmosferik partiküllerin (subpollen particles) alerjik reaksiyonlara neden olabileceğine dair kanıtlar sağlanmıştır (Agarwal vd. 1984, Schumacher vd. 1998, Spieksma vd. 1990, Takahashi vd. 1991, Takahashi vd. 1995, Schappi vd. 1997a,b, Matikainen ve Rantio

Lehtimaki 1998, Schappi vd. 1999a,b, Taylor vd. 2004). Amiloplastlar ve polen sitoplazması kalıntıları, kuru rüzgarlardan ve ozmotik patlamalarından sonra polen tanelerinden aerosol partiküller olarak atmosfere dağılır ve hatta atmosferik dizel parçacıkları polen tanelerinden daha küçük olan solunabilir partiküllere tutunarak atmosferde taşınmalarına katkıda bulunabilir (Grote vd. 1994, El-Ghazaly vd. 1999, Schappi vd 1999b, Taylor vd. 2004). Dünya nüfusunun önemli bir kısmı hava yolu ile solunan partiküllere çeşitli şekillerde reaksiyonlar verir. Bu reaksiyonların şiddeti, zamanla bu partiküllere maruz kalma derecesine ve solunan partiküllerin konsantrasyonuna göre değişir (Şekil 1.2).



Şekil 1.2 Fırtına astımı, polen, spor ve aeroalerjenlerin büyüklüğü, akciğerlere penetrasyon ve alerjik rahatsızlığın tipi

Fungus sporları da polenler gibi duyarlı bireylerde astım ve saman nezlesini tetikleyen, yıl boyunca atmosferde bulunabilen önemli aeroalerjenlerdendir (Burch ve Levetin 2002). İnhalen fungus alerjenleri iç ortam ve dış ortam fungusları olarak iki grupta incelenir. En önemli dış ortam fungusları; *Alternaria* ve *Cladosporium*'dur. Dış ortamdaki fungus sporları yıl boyu atmosferde bulunmakla birlikte tıpkı polenler gibi bazı dönemlerde miktar olarak artış gösterebilirler. Özellikle yağışlı mevsimlerde dış ortamdaki organik materyaller üzerinde ürerler ve havada yüksek konsantrasyonlara ulaşabilirler. Esas

olarak ilkbahardan-sonbaharın sonlarına kadar ürerler. Funguslar ile oluşan solunum sistemi alerjisi prevalansının genel popülasyonda % 3-6, atopik bireyler arasında % 20-30 oranında olduğu tahmin edilmektedir. Astım ve rinit gibi alerjik hastalıklarda, sorumlu olabilen önemli mantarlar; *Alternaria*, *Cladiosporum*, *Penicillium* ve *Aspergillus*'dur (Güneşer vd. 1994, D'amato vd. 1997, Corsico vd. 1998, Dickerson ve Li 1998).

Yapılan çalışmalarda, fungus duyarlılığı özellikle de *Alternaria* alerjisi olan astımlı vakalarda hastalık şiddetinin daha ağır olduğu gözlenmiştir. Astım ile ilişkili ölümlerin sık olduğu günlerde atmosferdeki fungus sayılarının da diğer günlere göre daha yüksek olduğu bildirilmiştir. Ayrıca *Alternaria* spor sayıları ile astımlı hastaların yoğun bakımda yatış süreleri arasında bir pozitif korelasyon gözlenmiştir. *Alternaria* duyarlaşması, ağır astım ve ölümcül astım için majör bir risk faktörü olarak tanımlanmıştır. Ayrıca, funguslar akarların besin kaynaklarından olduğu için, bunların azaltılması akar alerjisi olanların tedavisine de yardımcı olacaktır (Neukirch vd. 1999, Eggleston 1998).

Fungal alerjenlere maruz kalınması, süre ve miktar olarak polenlerden farklılık gösterir. Atmosferdeki fungus sporlarının sayısı, polen sayısından 1000 kat daha fazladır. *Alternaria* duyarlaşması aylar içinde oluşurken, *Ambrosia* poleni duyarlaşması haftalar içinde gelişir (O'Hollaren vd. 1991). ABD'de *Alternaria* duyarlaşması genel popülasyonda % 3.6, Kuzey Avrupa'da ise % 4 oranında saptanmıştır. Ayrıca ABD'de astımlı hastaların % 80'inde bir ya da daha fazla mantara karşı duyarlaşma rapor edilmiştir. (Gergen vd. 1987)

Atmosferdeki polen ve spor konsantrasyonları, hem klinik pratikte hem de deneysel çalışmalarda ve nadir olarak da epidemiyolojik çalışmalarda alerjene maruz kalmanın değerlendirilmesinde 50 yıldan uzun bir süredir kullanılmaktadır (Newson vd. 1998, Huynh vd. 2010, Annesi-Maesano vd. 2012). Binlerce deneysel çalışma, alerjik rinit, astım ve konjunktivitinin patogeneğinde polenin ve sporun rolünü desteklemesine rağmen, epidemiyolojik çalışmalardan elde edilen veriler, çoğu durumda, polen sayısının (örneğin metreküpteki polen miktarı) alerjene maruz kalmayı güvenilir bir şekilde yansıtmadığını göstermektedir (Buters vd. 2012, De Weger vd. 2013). Bu durumun başlıca

nedenlerinden biri, tüm bitki türleri için polenlerin aynı olmamasıdır. Alerjik bireylerin maruz kaldığı alerjenik polen karışımı, yerel floranın özelliklerinden dolayı hem niteliksel olarak (polen türleri) hem de kantitatif olarak (polen miktarı) önemli ölçüde değişkenlik gösterir. Maruz kalma profilinin değişkenliği, kentsel kirleticiler de söz konusu olduğunda, alerjik reaksiyonu tetikleyecek evrensel bir klinik eşik belirlenmesine olanak sağlamamaktadır.

Yeni bir alan olarak ortaya çıkan, “moleküler aerobioloji”, hem maruz kalma hem de klinik eşik değerleriyle ilgili konulara yeni bir ışık tutmayı hedeflemektedir. Başka bir deyişle, polenin alerjenik potansiyeli değişkendir ve bu nedenle salt polen sayımı yerine, polenlerde yer alan alerjenlerin doğrudan belirlenmesi önemlidir. Bu durumun araştırıldığı MONALISA (MONitoring Network of ALlergens by Immuno-SAMpling) adı verilen bir proje Avrupa Birliği tarafından desteklenmiş ve 2008 yılında tamamlanmıştır (Buters vd. 2010). Coriolis adı verilen hava örnekleyicisi ile gerçekleştirilen bu projede, 8 ülkede atmosferik polenlerin dağılımları ile Bet v 1 ve Par j 1 aeroalerjenlerinin miktarları belirlenmiştir.

Atmosferdeki alerjenler ve polen konsantrasyonu arasındaki bağlantı ve polenlerin alerjik potansiyeli, çok merkezli bir Avrupa projesi olan HIALINE’de (Health Impacts of Airborne Allergen Information Network) de incelenmiştir (Cecchi 2013). Bu projenin MONALISA’dan temel farkı örneklemede kademeli yüksek hacimli hava örnekleyicisi (Chemvol, 800 l/dk) kullanılmasıdır. Analiz sonuçlarına göre, 2009-2011 yılları için Türkiye’nin aralarında yer aldığı 9 ülke arasında ortalama alerjen salınımı arasında fark olmadığı, ancak polen başına düşen günlük alerjen salınımı (polen potansiyeli) arasında 10 kata kadar farklılık olduğu bildirilmiştir (Buters vd. 2012). *Olea europaeae* polen miktarı bakımından Evora (Portekiz) şehrinden 2.4 kat daha fazla polen içeren Cordoba’da (İspanya), alerjen miktarı 7.4 kat daha fazladır. Yani atmosferik polen sayımları alerjen içeriğini bire bir yansıtmamaktadır.

Ülkemizdeki alerjik hastalık frekansının yaklaşık % 25 olduğu düşünüldüğünde, Ankara ilinde kabaca yaklaşık 1 milyon alerjik hastanın olduğu söylenebilir. Özellikle yabancı ülke liderleri ve temsilcilerinin sık sık ziyaret ettiği Ankara ilinin metropol özellikleri

nedeniyle alerjen dağılım örüntüsünün belirlenmesi, turistlerin olduğu kadar il sınırları içerisinde yaşayan milyonlarca insanın yaşam kalitesinin arttırılması konusunda yeni ufuklar açacaktır. Yukarıda belirtilen nedenlerle polen ve spora duyarlı bireylerin alerjene maruz kalmasının kantitatif ifade edilmesi, alerjik hastalıkların tedavisinde önemli role sahiptir. Bu amaçla atmosferdeki alerjen izleme çalışmalarının yüksek popülasyona sahip illerde genişletilmesi ve alerjen hareketlerinin izlenmesi gereklidir. Ayrıca bilimin doğası gereği değişen/gelişen araştırma eğilimlerine ayak uydurulması, Ankara Üniversitesinin bir misyonu olması açısından da önemlidir.

Bu çalışmada, Ankara atmosferinde yer alan önemli ağaçlardan *Betula pendula* Roth. poleni ve majör alerjenlerinden Bet v 1, çayır grubundan *Phleum pratense* L. poleni ve majör alerjenlerinden Phl p 5, otsu ve istilacı bir bitki olan *Ambrosia artemisifolia* L. bitkisinin polenleri ve majör alerjeni Amb a 1 ile küf sporlarından *Alternaria alternata* (Fr.) Keissl. ve majör alerjeni Alt a 1, iki yıl süreyle (2015-2016) atmosferden izlenmiştir. Çalışma süresince eş zamanlı olarak; polen izlemesi için Burkard tuzağı ve alerjen izlenmesi için BGI900 model yüksek hacimli hava örnekleyicisi kullanılmıştır. Elde edilen veriler, T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nden aynı döneme ait günlük ortalama sıcaklık, yağış, nisbi nem, rüzgar hızı ve yönü gibi meteorolojik verilerle birlikte değerlendirilmiştir. Ayrıca T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, Ulusal Hava Kalite İzleme ağı kapsamında yayınlanan Ankara-Bahçelievler istasyonundan elde edilen hava kalitesi parametrelerinin polen/spor ve alerjen konsantrasyonu üzerine etkisi de saptanmıştır. Polen ve spor konsantrasyonlarının insanlar üzerindeki alerjik etki dereceleri de klinik eşik değerlere göre belirtilmiştir. Tezin bir diğer aşaması ise, Bet v 1, Phl p 5, Amb a 1 ve Alt a 1 alerjenlerinin polen/spor içerisinde yerleştikleri bölgelerin immun etiketleme yöntemi ile gösterilmesidir.

Bu çalışmanın temel amacı; polen, spor ve alerjen konsantrasyonları belirlenerek alerjik bireylere daha güvenilir veri sağlanması ve alerjenlerin yerleştikleri bölgeler (ekzin, intin, sitoplazma, nişasta taneleri, orbiküller vb.) belirlenerek, alerjenlerin polen ve spordan dağılım mekanizmalarıyla ilgili çıktılar elde edilmesidir.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

Bu bölümde, ilk olarak, aerobiyolojinin tarihsel gelişiminden başlanarak günümüze kadar ülkemizde ve dünya genelinde yapılan aerobiyolojik çalışmalar araştırılmış, özetler halinde verilmiştir. Ardından, alerjenlerin polen ve sporlarda lokalize olduğu bölgelerin gösterildiği immün etiketleme çalışmaları ile ilgili literatürlere de değinilmiştir. Kaynak özetlerinin akış şeması aşağıda verilmiştir (Şekil 2.1).

K A Y N A K Ö Z E T L E R İ	<u>1. Aerobiyolojinin tarihçesi</u> M.Ö 3000'lerdeki ön aerobiyolojik çalışmalardan günümüze kadar yürütülen önemli aerobiyolojik çalışmalar
	<u>2. Atmosferik polen ve spor izleme çalışmaları</u> *Yurt dışında gerçekleştirilen aerobiyolojik çalışmalar - Durham (gravimetrik yöntem) tuzağı ile yürütülen çalışmalar - Burkard (volumetrik yöntem) tuzağı ile yürütülen çalışmalar
	*Yurt içinde gerçekleştirilen çalışmalar - Durham (gravimetrik yöntem) tuzağı ile yürütülen çalışmalar - Burkard (volumetrik yöntem) tuzağı ile yürütülen çalışmalar
	<u>3. Aeroalerjen izleme çalışmaları</u> - Yurt dışı ve yurt içinde gerçekleştirilen çalışmalar (Yüksek hacimli hava örnekleycileri kullanılarak) - Meteorolojik faktörler ve atmosferik kirlenmelerin aeroalerjenler üzerine etkilerinin araştırıldığı çalışmalar - PCR, flow sitometri, ve yeni nesil sekanslama yöntemleri ile yürütülen çalışmalar
	<u>4. İmmün etiketleme çalışmaları</u> - Tez kapsamında incelenen aeroalerjenler (Bet v 1, Phl p 5, Amb a 1 ve Alt a 1) hakkında genel bilgiler - Bet v 1, Phl p 5, Amb a 1 ve Alt a 1 alerjen lokalizasyonu ile ilgili immün etiketleme çalışmaları

Şekil 2.1 Tez kapsamında verilen kaynak özetlerinin akış şeması

2.1 Aerobiyolojinin Tarihsel Gelişimi

Aerobiyoloji, atmosferde yer alan, “airborn” adı verilen; polen, spor, mantar, mantar hifleri, algler, protozoa, bitki ve böcek parçacıkları, bakteriler, virüsler, akarlar gibi biyolojik materyallerin, kaynaklarını, dağılımlarını, farklı ortamlardaki veya

organizmalardaki birikimlerini ve tüm bu süreçler üzerinde çevresel etmenlerin etkisini inceleyen bir bilim dalıdır (Gregory 1961, Lacey ve West 2007, Kasprzyk ve Smith 2015). Aeropalinoloji ise aerobioloji ve palinolojinin ortak alt bilim dalı olup atmosferdeki polen ve sporların yakalanarak cm^2 veya m^3 havadaki miktarlarının saatlik, günlük, haftalık, aylık ve yıllık değişimlerini ve bu değişime etki eden faktörleri incelemektedir.

Bahar nezlesi ilk kez John Bostock tarafından 1819 yılında tanımlanmasının ardından, yaklaşık 50 yıl sonra Charles Harrison Blackley, 1873'te ilk kez, yapışkan kuyruğu olan bir uçurtma ile polen taneleri toplayıp onları sayarak, polenleri, saman nezlesinin ve “saman astımının” nedeni olarak kabul etmiştir (Blackley 1873). Kendisi de mevsimsel astımdan etkilendiğinden, kendi kolunda ilk deri-prick testini yapmıştır.

Aerobioloji terimi ilk kez 1930'ların başında, Amerika Birleşik Devletleri Tarım Bakanlığı'nda çalışan bir bitki patoloğu olan Fred Campbell Meier tarafından literatüre kazandırılmıştır. Ancak, aerobiolojik çalışmaların başladığı tarih çok daha eskilere dayanmaktadır. F. C. Meier, 1938'de bir uçak kazasıyla hayatını kaybettikten sonra Haskell ve Barrs (1939) onun henüz yeni başlamış olan çalışmalarını yayınlamışlardır. 1930'lu yıllardan sonra aerobioloji temel olarak iç ortam (indoor) ve dış ortam (outdoor) aerobioloji olarak ikiye ayrılmıştır. Bazı aerobiologlar, havadaki polenlerin incelenmesini “aeropalinoloji” olarak ayrı bir dal olarak adlandırırken, mikologlar ve bitki patoloğları, havadaki mantar sporlarını, “aeromikoloji” adı verilen ayrı bir alt dalı altında incelemeyi tercih etmişlerdir. Bunların dışında aerobioloji, havadaki protozoa, alg, bakteri, virüs ve çeşitli biyolojik kökenli fragmentleri de inceler.

Modern Aerobiolojinin babası olarak bilinen Philip Gregory'ye göre aerobioloji; havada genellikle pasif olarak bulunan mikroorganizmaların tanımlanması ve davranışlarının, hareketlerinin ve ne kadar süre canlı kaldıklarının araştırılmasıdır. Bu bilim alanı; tanımlama, morfoloji, fizyoloji, canlılık, ömür uzunluğu, örnekleme, konsantrasyon, günlük ve mevsimsel değişim, fenoloji, emisyon, taşınma, dağılma, tozlaşma, pollinozis ve diğer birçok konuyu içermektedir.

Aerobioloji nispeten yeni bir bilim dalıdır. Dünyada, Birinci Uluslararası Aerobioloji (Hava biyolojisi) Kongresi, 13-14 Ağustos 1978 yılında Münih’te Federal Almanya Fizik Planlama ve Çevre Bakanlığı, Uluslararası Biyolojik Bilimler Birliği (İABS) ile Uluslararası Hava Biyolojisi Derneği (İAA) tarafından düzenlenmiştir (Lacey ve West, 2007). Bu etkinlik, günümüzde de çeşitli ülkelerde farklı oturumlar ile devam etmektedir.

Aslında, ön aerobiolojik çalışmalar ve bunların sağlık ve çevre kirliliğine yaptığı etkiler, M.Ö. 3000. yıllarına kadar uzanmaktadır. Philip Gregory (1973) “Atmosferin Mikrobiyolojisi” adlı kitabında aerobioloji çalışmasının erken gelişimine çok iyi tarihsel bir giriş yapmıştır, bu kitaptan göze çarpan bölümlerden aşağıda bahsedilmiştir. Dönemin araştırmacıları, rüzgârın insanlara, hayvanlara ve ekinlere bazı dönemlerde hastalık getirdiğini düşünmüşlerdir.

Hipokrat (460–377 BC) “De Flatibus Corpus Hippocraticum” adlı eserinde, insanların enfekte havayı teneffüs ettikten sonra ateşli hastalıklara yakalandıkları ve enfeksiyonun doğasından habersiz olduklarını iddia etmiştir (Lacey ve West 2007).

Lucretius yaklaşık 55 B.C yıllarında karanlık bir odaya güneş ışınları yansıdığı odada havada asılı toz zerreciklerinin parıltısını gözlemlemiş ve hareketlerinin havada sayısız, gözle ayırt edemeyecek kadar çok olması gerektiği sonucuna varmıştır. Bu parlak sezgi ona, veba hastalığının kaynağı da dahil olmak üzere birçok ilginç olguyu açıklamasını sağlamıştır. Lucretius’un ardından, bilim adamları havada yaşayan canlı parçacıklarının çeşitliliğini fark etmeye başlamadan 1500 yıl geçmiştir (Lacey ve West 2007).

Çürümeye ve hastalığa neden olan organizmaların “kendiliğinden oluşumu” inancı birçok insan tarafından tutulmuş ve birkaç asır boyunca sürmüştür. Floransa’da botanikçi olan Micheli (1679-1737); küf sporlarını meyve dilimleri üzerine koyarak, küflerin “tohumları” olduklarını göstermiştir. Kontrol grubundaki bazı dilimler kontamine olduğundan, küf sporlarının hava yoluyla dağıldığı sonucuna varmıştır (Buller 1915). Anton van Leeuwenhoek, 1680’de Kraliyet Topluluğuna yazdığı mektupta el yapımı lensleriyle çok küçük organizmaları görebildiğini bildirmiştir. Daha sonra, “animalcules”

olarak adlandırdığı bu organizmaların, havada yüzen toz parçacıkları ile birlikte rüzgârla taşınabileceğini ileri sürmüştür (Dobell 1932, Lacey ve West 2007).

Koelrueter, 1766'da, bazı bitkilerin rüzgarla tozlaşmasının önemini ve bazılarının da böceklerle tozlaşmasını ilk fark eden kişidir. Sprengel, 1793'te bu görüşleri geliştirmiş ve korollası eksik olan çiçeklerin genellikle rüzgarla tozlaştığı sonucuna varmıştır. Bu tür çiçeklerin büyük miktarlarda, hafif ve kolayca taşınan polenler üretmesi gerektiğini, çünkü bunların çoğunun hedefe varamayacağını veya yağmurla yıkanıp gideceğini bildirmiştir. Knight 1799'da rüzgarın polenleri uzak mesafelere taşıyabileceğini bildirmiştir (Lacey ve West 2007).

19. yüzyılın başlarına gelindiğinde, çiçekli bitki türlerinin polenlerinin pek çoğunun ve ayrıca eğrelti otlarının, yosunların ve mantarlarının mikroskobik sporlarının havaya yayıldığı ve rüzgar tarafından taşındığı anlaşılmıştır. Havadaki bu partiküllerin potansiyel kaynakları 1800'lü yıllardan önce keşfedilmiş ve tanımlanmıştır, ancak rolleri belirsiz kalmıştır.

Ehrenberg, küçük mikroskobik partiküllerin canlılığını koruyarak, rüzgar yoluyla büyük mesafeler taşınabileceğine dair kanıtlar ortaya koymuştur. Ehrenberg, Charles Darwin'in 1833'te Beagle'a yaptığı yolculuk sırasında Cape Verde Adaları yakınlarında topladığı tozda, altmış yedi çeşit organizma bulmuştur. Darwin, Afrika'dan gelen tozdan dolayı atmosferin puslu olduğunu ve Ehrenberg'in, organizmaların coğrafik dağılımı ile ilgili bulgularının önemini anlamıştır (Darwin 1846).

Louis Pasteur (1822-95) yıllardır çürümenin nedeni üzerinde çalışmıştır. Besi yeri içeren şişeleri sterilize etmiş ve farklı koşullarda açık havaya maruz bırakmıştır, bu şekilde "kendiliğinden oluşum" (spontan generation) fikrini onaylamamış ve enfeksiyonun mikrobik organizmalardan kaynaklandığını göstermiştir (Pasteur 1861). Ayrıca havadan toz ekstrakte etmek için bir filtre geliştirerek bunları mikroskobik olarak incelemiştir. Pasteur, hava kaynaklı partiküllerin varlığını görsel olarak kanıtlamıştır. Paris şehrinin atmosferinde ilk görsel ölçümü yaparak, yerden birkaç metre yükseklikte Rue d'Ulm bölgesinde, binlerce mikroorganizmanın, havadaki süspansiyona taşındığını bildirmiştir.

Daha sonra bu yöntemin geliştirilerek mevsimsel etkilerini ve özellikle de bulaşıcı hastalıkların salgınları sırasındaki etkilerini incelemek için kullanılabileceğini belirtmiştir (Lacey ve West 2007).

19. yüzyılın son yarısında, laboratuvarlarda ve kliniklerde gerçekleştirilen bakteriyolojik çalışmalarla, insanlarda hastalık nedenleri tanımlanmıştır (Bulloch 1938). Örneğin, Robert Koch, 1876-1883 yılları arasında şarbon, tüberküloz ve koleranın nedenini belirlemiştir. Koch, bir hastalığa belirli bir organizmanın neden olduğunu doğrulamak için bir yöntem ileri sürmüştür. Bu yöntemde göre, şüpheli kaynak izole edilir, bitki veya hayvanın sağlıklı bir örneğine aşılanır ve hastalık gelişir ve tekrar izole edilebilirse, hastalığın nedeni olduğu kanıtlanır (Holliday 1992). Diğer araştırmacılar ise, mevcut mikropların hastalıklarla ilişkili olup olmadığını görmek için dışarıdaki havayı araştırmıştır. Maddox (1870) “aeroconiscope” adı verilen bir alet keşfetmiştir ve Cunningham (1873) bunu geliştirerek, kolera ve hummalıların yoğun olarak yaşadığı Kalküta’da (Hindistan) bulunan iki hapisanede kullanmıştır. Cunningham’ın çalışmalarında kullandığı “aeroconiscope”, konik bir tüp şeklinde, bir ucunda pervane olan diğer kısmında ise ince bir ağızlık bulunan bir cihazdır. Pervaneli kısımdan alınan hava, ağız kısmından çıkarak karşısında yer alan yapışkan bir lam üzerine atmosferde yer alan partikülleri toplamaktadır. Cunningham, 24 saatlik aralıklarla örnekleme yapmış ve çoğunlukla küf mantarı sporları ve polen tanelerinden oluşan mikroorganizmaları mikroskopik olarak incelemiştir. Ancak havadan yakaladıkları ile hastalıklar arasında bir ilişki bulamamıştır. Çalışmalarını içeren “Microscopic Examinations of Air” adlı eseri 1873 yılında Kalküta’da hükümet matbaası tarafından yayımlanmıştır (Lacey ve West 2007, Agashe ve Caulton 2009).

P. Miquel, volumetrik yöntemlerle atmosferin mikrobiyal içeriğinin uzun süreli araştırmasını yapan ilk kişidir. Saatte 20 litre hava emiş kapasiteli bir su pompası yardımıyla havayı gliserin kaplı bir cam slayda yönlendirmiştir. Bu yöntemle, Montsouris parkında (Paris) çalışma yapmıştır. Dış ortamdaki küf sporlarının miktarı hakkındaki tahminleri yaz aylarında m³ başına yaklaşık 30000 iken, bazen de yağmurlu havalarda ortalama 200000 civarındadır. Paris’in merkezinde, havadaki bakterilerin sayısının, parka göre daha yüksek olduğunu, fakat daha yüksek yerlerde, özellikle de

kalabalık hastanelerde daha da yüksek olduğunu gözlemlemiştir. Ayrıca, birçok salgın hastalığın bakterilerden kaynaklandığı ortaya çıktıkça, laboratuvardaki çalışmalar, içme suyunun bakteriyel analizi üzerinde yoğunlaşmıştır (Lacey ve West 2007).

Almanya'da, Hesse, dar bir yatay tüpten oluşan ve içerisinde Koch'un jelatinli besi yeri olan bir aparat geliştirmiştir. Tüpün içine yavaşça hava aspire edilerek mikroorganizmaların ortama yerleşmesine ve büyümesine izin verilmiştir. Hesse, küflerin, tüpün içine bakterilerden çok daha fazla nüfuz ettiğini ve atmosferdeki küf mikroplarının bakteriyel mikroplardan daha hafif olduğu konusunda önemli bir çıkarım yapmıştır. Bu durum onu, mantar sporlarının genellikle havada tek başlarına bulunduğunu, bakterilerin ise çoğunlukla büyük kümeler halinde bulunduğunu veya nispeten büyük toz, kir veya kalıntı parçacıklarına bağlandıkları sonucuna götürmüştür. Ayrıca, çoğu koloninin, genellikle küçük saf kültürler şeklinde tek tür bakteri veya mantar sporundan oluştuğunu, yani havadaki mikroorganizma kümelerinin aynı türleri içerdiği sonucunu çıkarmıştır (Hesse 1884,1888).

Londra'da, Frankland (1886,1887), Hesse'nin methodu ile kalabalık veya içi boş binaların içindeki havayı incelemiştir. İçerisinde yine Koch'un geliştirdiği besin yeri olan tüpün ağzından, diğer yönlerde değil de, rüzgâr yönünde hava girdiğinde, üreyen kolonilerin sayısının daha fazla olduğunu fark etmiştir. Frankland, havadan patikülleri yakalama teknikleri için aerodinamik etkilerin büyük önem taşıdığını fark eden ilk kişi olmuştur.

Saman nezlesi polen inhalasyonuna atfedilmiş olsa da, Blackley (1873) inhalasyon deneyleri yapana kadar, bunun doğru olduğu kanıtlanmamıştır. Feinberg (1935) tarafından, solunan mantar sporları da alerjen olarak kabul edilmiştir. Stepanov (1935), sporların dağılma süreçlerini anlamaya çalışan ilk araştırmacılardan biridir.

20. yüzyılın ilk yıllarına gelindiğinde, rüzgârın hastalık getirdiği inancını değerlendirmek mümkün hale gelmiştir. Ekinlerdeki birçok hastalığa ve insanlardaki bazı hastalıklara, rüzgarda taşınan küçük parçacıkların neden olduğu kanıtlanmıştır (Gregory 1973).

Philip Gregory, modern aerobiolojinin babası olarak adlandırılmış ve hava örnekleme üzerine yaptığı çalışmalarla birçok temel ilkeyi çözümlenerek ilham kaynağı olmuştur (Hirst 1990,1992, Lacey vd. 1997). Tıbbi mikolojiye olan ilgisinden dolayı Kanada'daki Winnipeg'e gittiğinde, mikoloji uzmanı A.H.R. Buller gözetiminde, insanlarda etkili olan patojenik funguslar üzerinde çalışmaya başlamıştır. Büyük ekonomik bunalım nedeniyle 1934'te İngiltere'ye dönmek zorunda kalmıştır. İkinci Dünya Savaşı'nın başlangıcında gıda kıtlığıyla birlikte, İngiltere'de Rothamsted Araştırma İstasyonunda patateslerdeki virütik hastalıklar üzerinde çalışmaya başlamıştır. Bu çalışmalarını sırasında enfeksiyon gradyanlarını gözlemlemiştir (Gregory ve Read 1949). İlgi alanı olarak fungal sporlara yönelmiştir ve konuyla ilgili geniş çapta okumalar yaparak, hatta Rusça öğrenerek Stepanov'un 1935 tarihli bir makalesini çevirmiştir. Bu makale, Gregory'nin "Havadaki sporların yayılımı" (Gregory 1945) adlı makalesine de öncülük etmiştir. Stepanov (1935) ve meteoroloji uzmanları Schmidt (1925) ve Sutton (1932) gibi diğerleriyle kıyaslayarak teorilerini geliştirmiş ve test etmiştir. Sporun terminal hızını, yayılımını, rüzgarla taşınmayı ve birikimi tartışarak bitkilerdeki enfeksiyon hastalıklarının oluşumunu açıklamaya çalışmıştır. Partiküllerin metre küp havadaki miktarlarının belirlenmesi şeklinde standart bir ölçüm geliştirmiştir. 16. yüzyıldan kalma bir evin içinde, 24 saat boyunca örnekleme yaparak, ortalama spor konsantrasyonunu 360000 / m³ olarak bulmuştur. Ayrıca bir Hirst örnekleycisini kullanarak bir patates sahasının üzerinde (2 m yükseklikte) atmosferdeki partikülleri araştırmıştır. Mevsimsel astımda basidiyosporların rolünü vurgulamıştır. Philip Gregory, fungal aeroalerjenler ve Rothmstead Deneyinde neden olduğu alerjik hastalıklar hakkında olağanüstü araştırmalar yapmıştır (Agashe ve Caulton 2009).

1946'da Durham, uzun yıllar boyunca dünya çapında en çok kullanılan alet haline gelen yer çekimi esasına göre (gravimetrik yöntem) standartlaştırılmış "Durham cihazını" tanıtmıştır. Basit bir yapıya sahip olan cihaz, aralarında 8 cm mesafe bulunan iki yuvarlak plaka ve bunların arasına yerleştirilen bir platformdan oluşmaktadır (Şekil 2.2). Cihaz alt kısmında yer alan bir sap ile örnekleme yapılacak yere sabitlenmektedir. Cihazdaki platforma üzerine yapışkan bir madde sürülmüş bir lam bırakılmaktadır. Bu lam günlük ya da haftalık olarak değiştirilmekte ve mikroskopta incelenmektedir. Cihazın altında ve üzerinde yer alan plakalar, cihazın yağmur gibi çevresel faktörlerin

etkilerini ve diğer bulaşmaları engellemektedir (Çeter ve Pınar 2004, Ayvaz vd. 2008, Agashe ve Caulton 2009). Standart ekipman olarak “Amerikan Alerji Akademisi Polen ve Küf Komitesi” tarafından da benimsenmiştir. Ulusal düzeyde polen izleme de ilk kez O.C Durham tarafından ABD’de başlatılmıştır. Durham, 1928 yılında *Ambrosia L.* polen verilerini ve hasta skorlarını ilişkilendirmek için bir girişimde bulunmuştur. Birkaç yıl içinde, Amerikan polen izleme ağı ülke çapında dağılmış 50’den fazla istasyona yayılıp ve ölçümler tüm polen türlerine uzatılmıştır. Ağ, Kanada, Meksika ve Küba da dahil olmak üzere kıtanın büyük bir bölümünde kısa sürede yayılmıştır. Durham, 1950’lere kadar bu polen izleme ağını koordine etmeye devam etmiştir. 1955’te Durham, izleme ağının ilk raporunun yayınlanmasını denetlemiştir. Sadece aerobiyolojik konularla ilgilenen ilk konferans 1942’de “Amerikan Bilim İlerleme Derneği” himayesinde gerçekleştirilmiştir. 1970’den sonra, çoğu Avrupa ülkesinde ulusal izleme ağları kurulmuş ve 2008 yılında “Avrupa Aerobiyoloji Derneği” kurulmuştur.



Şekil 2.2 Durham cihazının şematik şekli (Agashe ve Caulton 2009)

Durham tuzağı gibi basit ve ucuz yöntemlerden biri de petri plak açma yöntemidir. Bu yöntem, başta mikrofunguslar olmak üzere bakteriler ve mayalar gibi canlıları belirlemek için uygundur. Bu yöntemde Durham cihazının aksine yakalanan örnekler canlı haldedirler ve içerisine uygun bir besiyeri dökülmüş petri kaplarının kısa süreli atmosfere bırakılması ile örnekleme yapılır. Toplanan petriler inkübe edilerek içerisindeki kolonilerin sayısı ve çeşidi mikroskopik olarak belirlenir. Özellikle okul, hastane ve kreş gibi iç ortam çalışmalarında tercih edilmektedir (Agashe ve Caulton 2009).

Gregory ve Durham'ın çalışmalarıyla birlikte Aerobioloji konusunda en önemli gelişmelerden bir diğeri de günümüzde halen yaygın bir şekilde kullanılan volumetrik yöntem ile çalışan Hirst tuzaklarının geliştirilmesidir. Bu tuzak, İngiliz araştırmacı John Malcolm Hirst tarafından, patates tarlalarındaki Phytophthora sporangiyumlarını toplamak için geliştirilmiştir. Hirst aynı zamanda 1990 yılında kurulan İngiliz Aerobioloji Federasyonu'nun kurucu başkanlığını da yapmıştır. Hirst, patates yanıklığıyla ilgili Rothamsted'de çalışırken, mevcut tuzaklara (yapışkan silindirler) güvenmek yerine, bitki patojeni sporlarını havadan örneklemek için güvenilir, emme kapasiteli bir tuzağa ihtiyaç duyduğunu fark etmiştir (Bainbridge ve Brent 1999). Kademeli örnekleyiciyi (cascade impactor) modifiye ederek, çarpma tertibatının ikinci aşamasını sürekli olarak çalışacak şekilde değiştirmiştir. Hirst tuzağı adı verilen bu alet, 24 saat boyunca sabit bir hızda havanın yarık şeklinde bir açıklıktan girdiği bir mekanizmadan oluşmaktadır ve açıklığın rüzgara karşı durmasını sağlamak için aletin üstünde kanat mevcuttur. Hirst, havadan gelen partiküllerin biriktiği yüzeyin aşırı yüklenmesinden dolayı açıklığı 2 mm olarak değiştirmiş ve yapışkan bir yüzey kullanmıştır. Kullandığı mekanik saat sayesinde elde edilen partikül birikim, sayılabilir olmuştur. Birikim zamanları, gün içi değişimleri ve meteorolojik olaylarla kurulan ilişki bu sayede hesaplanabilir olmuştur (Hirst 1952).

Profesör Hirst, 1952'de Hirst tuzağına ilişkin ilk açıklamasını yayınlamış ve kısa bir süre içinde başka araştırmacılardan da kopyalarının yapılması için talepler gelmiştir. Tasarımın bir mühendislik firmasına devredilmesine karar verilmiş ve Casella Limited tarafından üretime başlanmıştır. Daha sonra Burkard Limited tarafından "Burkard seven-day trap" yedi gün boyunca örnekleme yapan Burkard polen ve spor tuzağı üretilmiştir. Birkaç ay içinde Hirst tuzakları, hastaneler tarafından kullanılmaya başlanmış ve saman nezlesi ve diğer alerjik hastalıklar üzerine çalışılmıştır. Bu tip tuzaklarda, hava, cihazın önünde yer alan bir açıklıktan bir vakum yardımı ile çekilerek (volumetrik yöntem), cihaz içerisinde yer alan ve zamanla hareket eden bir disk üzerine iletilmektedir. Hava içerisindeki partiküllerin toplanması ise bu disk üzerinde yer alan ve üzerinde yapışkan bir madde sürülmüş şeffaf bant yardımı ile gerçekleştirilmektedir. Hirst tarafından tasarlandığından, bu isimle anılmaktadır. Ardından birçok firma (Burkard, Lanzoni ve Kramer Collins) bu esasa çalışan cihazlar üretmiştir. Bu cihazlarda havanın toplandığı

disk bir dönüşünü 1 haftada tamamladığından elde edilen bant 7 eşit parçaya bölünerek, analiz edilmektedir. Analizler ile günlük, hatta saatlik sonuçlar üretilebilmektedir. Bu tip cihazların diğer bir avantajı ise genelde arka kısımlarında yer alan bir kuyruk yardımı ile rüzgâr ile sürüklenen partiküllerin de toplanabilmesidir (Agashe ve Caulton 2009).

Aerobioloji halen bir disiplin olarak gelişmektedir ve iklim değişikliğinin insan sağlığı üzerindeki etkisine bağlı olarak artan aerobiyolojik verilere ihtiyaç duyulmasından dolayı önümüzdeki yıllarda bu alanda önemli gelişmeler beklenmektedir. Birçok aerobiolog, 1950'lerden kalma bir tasarıma dayanan örnekleme ekipmanlarını kullanmaktadır (Hirst 1952) ve örneklerin analizi, yoğun emek ve aşırı zaman gerektiren ışık mikroskobu ile olmaktadır. Günümüzde, sıvı faza veya poliüretan filtrelerle toplayan örnekleyicilerin geliştirilmesiyle birlikte (MONALISA ve HIALINE projelerindeki gibi) havadaki organik parçacıkların alerjen içeriğinin incelendiği, DNA analizi ile atmosferdeki polen/spor konsantrasyonlarının belirlendiği çalışmalar yürütülmektedir. Ayrıca görüntü analizine dayalı, otomatik algılama teknolojileri ile (Rogers 2006) otomatik polen/spor sayan tuzaklar geliştirilmektedir (Sauline vd. 2019). Atmosferik modellemeler ile de polen/spor dağılımları ve miktarları üzerine tahminler yürütülmektedir (Huynen vd. 2003, Grinn-Gofroń ve Strzelczak 2009, Nowosad vd. 2016, Grinn-Gofron vd. 2019).

2.2 Atmosferik Polen ve Sporların İzlenmesi

Bu bölümde sırasıyla yurt dışında ve yurt içinde gravimetrik (Durham) ve volumetrik (Hirst tipi Burkard veya Lanzoni tuzakları) yöntemlerle gerçekleştirilen çalışmalara kronolojik olarak yer verilmiştir.

2.2.1 Yurt dışında gerçekleştirilen çalışmalar

2.2.1.1 Atmosferik polen izleme çalışmaları

Gravimetrik yöntemle yürütülen çalışmalar

Blackley (1873), İngiltere'de bizzat kendisinin yakalandığı saman nezlesine *Lolium italicum* L. (İtalyan çimi) türünün neden olduğunu deri testleri ile göstermiş ve bu türe ait

polenlerin solunan havadan gelebileceğini düşünerek, vazelinli bir lamı 24 saat açık havada bırakmış ve lam üzerine tutunan polenleri mikroskopta inceleyerek ilk aeropalinolojik çalışmayı yapmıştır. Daha sonra Amerika'da Wodehouse (1935), İngiltere'de Durham (1946), Hyde (1959), Mısır'da Saad (1959) ve İsveç'te Nilsson ve Persson (1981) gravimetrik yöntem kullanarak aeropalinolojik çalışmaların öncüleri olmuşlardır.

Al-Dorry vd. (1980), Washington atmosferik polenlerine meteorolojik faktörlerin etkisini, Venezüella'da Hurtado ve Riegler-Gaihan (1986), Caracas'ın atmosferik polenlerini, Fransa'da Donini ve Sutra (1987), Paris atmosferindeki polen konsantrasyonlarının meteorolojik faktörlerle değişimini, Kuveyt'te, Halwagy (1988), Kuveyt atmosferik polenlerini, Pakistan'da Soomro vd. (1991), Sindh bölgesinin atmosferik polenlerini gravimetrik yöntemle çalışmışlardır.

Polonya'da, Zawisza vd. (1993), Varşova'nın alerjik polenlerini belirlemek üzere beş yıllık bir çalışma yapmışlardır. Kasprzyk (1999) Polonya'nın güney doğusunda bulunan 3 merkezde 1995-1996 yıllarında bahar dönemindeki atmosferik polenleri karşılaştırmışlardır. Puc ve Puc (2004), 2000-2003 yılları arasında Polonya'nın Szczecin şehrinde alerjik atmosferik Poaceae polenlerinin meteorolojik faktörler değişimini araştırmıştır. Weryszko-Chmielewska ve Piotrowska (2004) Lublin'in iki yıllık atmosferik polen takvimini çıkarmıştır.

Portekiz'de; Ribeiro vd. (2003), Braga atmosferik polenlerinin meteorolojik parametrelerle olan ilişkisini araştırmıştır. Abreu vd. (2003), Porto'da bir yıllık aeropalinolojik çalışma gerçekleştirmişlerdir.

Volümetrik yöntemle yürütülen çalışmalar

İlk olarak, Amerika Birleşik Devletleri'nde Anderson vd. (1978), Washington atmosferik polen konsantrasyonunu ve meteorolojik faktörlerle değişimini incelemişlerdir.

Nilsson ve Persson (1981) ile Janzon (1981), Stockholm şehri havasındaki polen konsantrasyonlarını volümetrik yöntemle araştırmışlardır. Nilsson ve Palmberg-Gothard (1982), İsveç'in Huddinge bölgesinde, Henden (1983) beş yıl süre ile Eskilstuna şehrinde ve yine bu bölgede Larsson vd. (1983), 8 yıl süre ile volümetrik yöntemle atmosferdeki polen konsantrasyonlarının mevsimsel değişimini inceleyerek polen takvimi hazırlamışlardır.

D'Amato vd. (1983), Napoli atmosferindeki alerjenik polenleri 1979-1981 arası iki yıllık süre ile volumetrik yöntemle ve meteorolojik faktörleri de karşılaştırarak incelemişlerdir.

Anderson (1984), Alaska atmosferinde bulunan alerjik polen ve sporları hem gravimetrik, hem de volumetrik yöntemle ayrıntılı bir şekilde çalışmıştır. Lewis vd. (1990), Texas eyaleti Corpus Cristi bölgesi atmosferik polenlerini volumetrik yöntemle incelemişlerdir.

Hindistan'da Kala ve Gaur (1984), Himalaya'nın Rutranath bölgesinin alpin zonunda atmosferik polenleri, meteorolojik faktörlerle karşılaştırarak incelemişlerdir.

Finlandiya'da Kapyla (1984), Jyvaskala ve Turku şehirlerinde, Koivikko vd. (1986), Turku, Kuopio, Kevo ve Oulu bölgelerinde volumetrik yöntemle aeropalinolitik çalışmalar yaparak alerjiye neden polenlerin dağılımını meteorolojik faktörleri karşılaştırarak incelemişlerdir.

İtalya'da Mandrioli vd. (1982), Po Ovasının, Caramiello vd. (1985) Perugia ve Torino şehirlerinin, Mincigrucci vd. (1986), Ascoli ve Piceno'nun, Nardi vd. (1986) yine Ascoli ve Piceno'nun, Romano vd. (1986), Ascoli, Piceno ve Siena'nın, Longo ve Cristofolini (1987) Trieste bölgesinin, Romano vd. (1988) Perrugia'nın, Caramiello vd. (1990) Turin şehrinin atmosferik polenlerinin konsantrasyonlarını volümetrik yöntemle inceleyerek meteorolojik faktörlerle karşılaştırmışlardır.

Japonya'da Sado (1990), Chiba bölgesindeki atmosferik polenleri volumetrik yöntemle araştırmıştır. Mısır'daki El-Ghazaly ve Fawzy (1988), Alexandria şehrinin polen

takvimini çıkarmıştır. Tayvan’da Chen ve Chien (1986), Nankang bölgesinde atmosferik polen ve sporların sayımını yapmışlardır. Ürdün’de Al-Eisawi ve Dajani (1988), Amman’ın polen takvimini volumetrik yöntemle hazırlamışlardır.

Atkinson ve Larsson (1990), Stockholm şehrindeki ağaç polenlerinin havadaki konsantrasyonlarını 10 yıl süreyle araştırmış ve meteorolojik faktörlerle karşılaştırmışlardır.

Spieksma ve Nolard (1991), *Betula*, *Poaceae*, *Quercus*, *Urtica* polenlerinin Avusturya’nın Viyana şehrinde, Belçika’nın Brüksel ve Hollanda’nın Leiden şehrinde havadaki polen konsantrasyonlarının karşılaştırmalarını yapmışlardır.

Gonzalez Minero ve Candau (1997), alerjiye neden olan *Olea europaea* L. polen konsantrasyonlarını İspanya’nın Seville şehrinde 1987-1994 yılları arasında çalışmışlar ve meteorolojik faktörlerle karşılaştırmışlardır.

Accorsi vd. (1998), İtalya’nın Modena şehrinin polenlerini 1994 yılında, 2 saatlik süreler boyunca toplamış, meteorolojik faktörlerle karşılaştırarak, o yıla ait polen takvimini oluşturmuşlardır.

Alerjik polenlerin havadaki miktarları meteorolojik faktörlere göre değişir (Gioulekas 2004 b). Bu sebeple İskandinav ülkeleri başta olmak üzere Avrupa ve Amerika’da ve ayrıca Afrika’da, Hindistan, Mısır gibi ülkelerde aeropalinolojik çalışmalar yapılmıştır. Bu çalışmalar neticesinde polen takvimleri hazırlanarak çeşitli türlere ait polenlerin dağılım özellikleri incelenmiştir. Dünya genelinde birçok araştırmacı, ülkelerinin farklı bölgelerinde alerjiye neden olan spor ve polenleri belirlemek için aeropalinolojik çalışmalar yapmıştır. Bu araştırmalardan bazıları; Hawaii adalarında Schlichting (2000), İsviçre’de Frei ve Leuschner (2000), Riediker vd. (2000), İspanya’da Cariñanos vd. (2000, 2002), İtalya’da Giorato vd. (2003), Galan (2001, 2005), Albertini vd. (2001), Hindistan’da Boral ve Bhattacharya (2000), Singh ve Kumar (2004), Polonya’da Stach (2000), Jato vd. (2001), Kasprzyk vd. (2001), Almanya’da Zwander (2001),

Avustralya'da Green vd. (2002), Arjantin'de Perez vd. (2001), Puc (2003), İsviçre'de Riediker vd. (2000), Clot (2003), Portekiz'de Riberio vd. (2003) ve Grönland Adası'nda Porsbjerg vd. (2003), Yunanistan'da, Gioulekas vd. (1991, 2004 a,b), Damialis vd. (2005), Suudi Arabistan'da Hasnain vd. (2005), Uruguay'da Leticia ve Angeles (2005), Gehrig (2006), Bianchi ve Olabuenaga (2006), Brezilya'da Vergamini vd. (2006), Nijerya'da Njokuocha (2006)'dır.

Diaz de la Guardia vd. (2006)'nin İspanya'nın Granada şehrinde yaptıkları çalışmada, son yıllarda Akdeniz bölgesinin major alerjenlerinden olan Cupressaceae polenlerini 1996-2003 yılları arasında 7 yıl boyunca volümetrik yöntemle toplamışlardır. Kış ayları da dahil yıl boyunca yoğun olarak bu polenlerin havada yer aldığını belirtmişlerdir. Özellikle yağmur öncesi dönemde polen üretiminde artış olduğunu gözlemlemişlerdir. Yapılan klinik çalışmalarla da atopik hastaların % 30'unun Cupressaceae polenlerine duyarlı olduğunu tespit etmişlerdir.

Stepalska vd. (2008) tarafından, Krakow (Polonya)'da 1995-2006 yılları arasında atmosferde *Ambrosia* sp. polenleri izlenerek meteorolojik verilerle karşılaştırılmıştır. Etkin polen sezonu için % 5-95 aralığı tercih edilmiştir. Log-linear analizinde *Ambrosia* polenin yüksek sıcaklık ile doğru orantılı olduğu ve rüzgâr yönüne göre doğu, doğu güneydoğu, batı, batı güneybatı yönlerinden esen rüzgârlar ile polen miktarının arttığı belirlenmiştir. Bu doğrultuda polenin Polonya'nın doğusunda bulunan ülkelerden (Çek Cumhuriyeti, Slovakya, Ukrayna ve Bulgaristan) uzun mesafeler kat ederek geldiği tespit edilmiştir.

Jato vd. (2009), İspanya'nın Galicia kentinde 1993-2008 yılları arasında yaptıkları çalışmada alerjik reaksiyonlara en önemli nedenlerinden biri olan Poaceae polenlerini Hirst volümetrik tuzağı ile toplamışlardır. Küresel ısınmanın Poaceae polenlerinin polen sezonunu kısalttığını ve toplam polen sayısının azaldığını bildirmişlerdir.

Kosisky vd. (2010), Washington'da 1998-2007 yılları arasında 10 yıl boyunca volümetrik yöntemle çalışmada ağaç-ağaçsı ve otsu taksonlara ve Poaceae'ye ait alerjik polen konsantrasyonları ile meteorolojik faktörler arasındaki ilişkiyi araştırmışlardır.

Ağaç polenlerinde maksimum polen konsantrasyonlarının yıldan yıla mevsimsel olarak çok değişkenlik gösterdiğini ve özellikle otsu polen ve Poaceae polen konsantrasyonlarının sıcaklıkla doğru orantılı olarak arttığını belirtmişlerdir.

Ianovici (2013), Romanya'nın Timișoara kentinde 2009 yılına ait alerjik polen spektrumunu Lanzoni volümetrik tuzağını kullanarak incelemiştir. Çalışmasında tespit ettiği 23 taksondan 20 tanesinin alerjik olduğunu ve bu taksonlara ait polen sezonun şubat-ekim ayları arasında olduğunu belirtmişlerdir. Özellikle yaz aylarında otsu taksonlara ait polenlerin yoğunluğunun ve çeşidinin fazla olduğunu, geç yaz ve erken sonbahar döneminde ise oldukça alerjik olan *Ambrosia* polenlerinin atmosferde bol bulunduğunu ve sıcaklık artışının polen konsantrasyonuna pozitif etkisini göstermişlerdir.

Rodinkova (2015), Ukrayna'nın Vinnitsa şehrinin atmosferik polenlerini 1999 ve 2014 yılları arasında çalışmıştır. Çalışmanın ilk senesi gravimetrik yöntem ile yürütülmüş, sonraki yıllar ise volumetrik yöntem ile tamamlanmıştır.

Puljak vd. (2016), Dalmaçya bölgesinde (Hırvatistan) volumetrik yöntemle 2005-2013 yılları arasında sekiz yıl süre ile atmosferik polen araştırmasında toplam 50 takson tespit etmiştir. Polen yoğunluğunun en yüksek olduğu ay Nisan ayı olarak gözlemlenmiştir.

Singh vd. (2017), Hindistan'ın Batı Japur bölgesi atmosferik polenlerini 2011-2012 yılları arasında Burkard cihazı ile çalışmıştır. Çalışma sonucunda her iki yılda 37 farklı takson tespit edilmiştir.

Calderon-Ezquerro vd. (2018), Meksiko şehrinin atmosferik polenlerini 8 yıl boyunca 2008-2016 yılları arasında Burkard cihazı ile izlemişlerdir. Polen duyarlılığı alerjik çocukların teşhis ve tedavisinde oluşturdukları polen takviminden faydalanmışlardır.

Aira vd. (2018), Havana (Küba) şehrinin atmosferik polenlerini 2011 ve 2015 yıllarında çalışmıştır. Çalışma sonucunda 45 farklı takson saptanmıştır.

2.2.1.2 Atmosferik spor izleme çalışmaları

Atmosferden volumetrik yöntemle polenler dışında sporların izlenmesi de oldukça yaygındır. Larsen (1981), Kopenhag'da 1977-1979 yılları arasında yaptığı çalışmada havada 32 fungus taksonuna ait spor tespit etmiştir. Bunların içinde en fazla görülen *Cladosporium*, *Alternaria*, *Penicillium* ve *Aspergillus*' a ait sporlardır. Bu mantar sporlarının havadaki toplam sporların % 87' sini oluşturduğu belirtilmiştir.

Kumar (1982), Hindistan'da çam ormanında 2 yıl boyunca yaptığı çalışmada 52 mantar sporu tespit etmiştir. Dominant taksonlar, *Alternaria*, *Cladosporium*, *Aspergillus* ve *Curvularia* sporlarıdır. Bu araştırmada spor konsantrasyonu üzerinde meteorolojik faktörlerin etkisi de çalışılmıştır.

Rubulis (1984) 1979-1982 yılları arasına ait İsveç'in Stockholm ve Eskilstuna şehirlerinin spor takvimlerini hazırlamış, *Cladosporium* ve *Alternaria* sporlarının atmosferdeki değişimlerini incelemiştir.

Lyon vd. (1984) 1977-1978 yılları arasında 1,5 m, 9 m ve 30 m yüksekliğe yerleştirdikleri spor tutma tuzağı yüksekliği ile spor konsantrasyonu arasındaki ilişkiyi araştırmışlardır. Nemli havalarda 1.5 m yükseklikteki volümetrik spor düzeneğinde daha fazla *Cladosporium* ve *Alternaria* sporları yakaladıklarını bildirmişlerdir.

Flannigan vd. (1990), en önemli aeroalerjenler olarak tanımladıkları *Alternaria*, *Aspergillus*, *Cladosporium*, *Fusarium*, *Mucor* ve *Penicillium* sporlarının IgE ve IgG bağlayıcı özelliklerini, ELISA, SDS-PAGE ve deri duyarlılık testleriyle doğrulamışlardır. Çalışmalarında en yüksek oranda alerjiye neden olan mantarların *Cladosporium* ve *Fusarium* olduğunu belirtmişlerdir.

Srivastava vd. (1992), Lueknow'da Burkard aleti ile yapmış oldukları çalışmada, Ekim 1982-Aralık 1984 döneminde atmosferdeki alerjen sporların teşhisi ve konsantrasyonlarını saptamışlardır. Bu dönemde % 15.57 ile *Alternaria* en yüksek orana

sahip iken bunu *Cladosporium* (% 10.02), *Fusarium* (% 8.17) ve *Curvularia* (% 7.35) sporları izlemiştir.

Delfino (1997), dış ortamdaki sporların alerjen etkisini incelemek için 9-46 yaş grubundan 22 astımlı hastayı, 9 Mayıs-3 Temmuz 1994 tarihleri arasında alerjenlere maruz bırakmıştır. Gözlemleri sonucu özellikle *Alternaria* ve *Cladosporium* sporlarının konsantrasyonlarının yoğun olduğu dönemde bu hastaların astım ataklarının olduğunu bulmuştur.

Downs vd. (2001), *Alternaria* sporlarının çocuklar üzerindeki alerjik etkilerini gözlemek amacıyla, deri testlerinde en az 1-2 alerjene karşı pozitif reaksiyon gösteren 399 okul öğrencisinin dahil olduğu bir araştırma yapmışlardır. Araştırma sonucunda *Alternaria* spor konsantrasyonunun atmosferde yoğun olmasının çocuklardaki astım rahatsızlığı şikâyetlerini arttırdığı gözlemlenmiştir

Aira vd. (2002), 2000-2001 yılları arasında Havana (Küba) şehrinin iç ve dış ortam atmosferinde bulunan fungusları Burkard hava örnekleyicisi ile çalışmışlardır. Yaklaşık 19 farklı spor cinsine rastlamışlar ve bunlar içinde atmosferde en yoğun olarak *Aspergillus*, *Cladosporium* ve *Alternaria* sporu olduğunu saptamışlardır. *Alternaria* ve *Cladosporium*'u bitki patojeni ve önemli aeroalerjenler olarak tanımlamışlardır.

Ayrıca yukarıda verilen aeropalinolojik çalışmaların yanı sıra, bazı alerjik taksonların mevsimsel ve bölgesel konsantrasyonları ve bunların meteorolojik faktörlerle değişimi ile ilgili çalışmalar da mevcuttur. Bu çalışmaların öncülerinden olan Troutt ve Levetin (2001) tarafından Tulsa/Oklahoma'da Burkard cihazı ile gerçekleştirilen çalışmada, Mayıs 1998- Mayıs 1999 tarihleri arasında spor konsantrasyonlarının meteorolojik faktörlerle ilişkisi araştırılmıştır. Adım adım çoklu regresyon analizi yapılarak sıcaklıkla sporların pozitif ilişkide olduğu ve sıcaklığın saatlik spor konsantrasyonundaki değişiminin yaklaşık olarak % 67 oranında olduğu belirlenmiştir.

Rodriguez-Rajo vd. (2005) farklı biyoiklimsel koşullarda atmosferik *Alternaria* ve *Cladosporium* konsantrasyonlarının değişimlerini araştırmışlardır. Spor konsantrasyonları üzerine meteorolojik faktörlerin (sıcaklık, nisbi nem ve yağış) etkisinin iki farklı şehirde araştırıldığı bir çalışmada ise Spearman korelasyon testi uygulanmıştır. Her iki mevkide yaz aylarında en yoğun mantar sporları *Cladosporium*, *Agaricus*, *Agrocybe*, *Alternaria* iken, sonbaharda ise en yüksek konsantrasyonlarda *Aspergillus* / *Penicillium* saptanmıştır (Oliveira vd. 2009).

Stępalska ve Wołek (2009), Krakow (Polonya)'da yaptıkları çalışmada, kuru ve yağışlı dönemlerde fungal sporların (*Alternaria*, *Botrytis*, *Cladosporium*, *Didymella*, *Ganoderma*) konsantrasyonlarını karşılaştırmış ve gün içindeki değişikliklerini analiz etmişlerdir.

Recio vd. (2012) tarafından Malaga/İspanya atmosferinde 1996-1997 yılında Burkard cihazı ile yapılan çalışmada atmosferdeki *Alternaria* ve *Cladosporium*'un meteorolojik verilerle ilişkisi incelenmiştir. Bu amaçla hem haftalık hem de günlük spor konsantrasyonları ile meteorolojik parametreler arasında Spearman korelasyonu ve adım adım çoklu regresyon analizi yapılmıştır. Adım adım çoklu regresyon analizini uygulayabilmek için spor konsantrasyonları logaritmik olarak dönüştürülmüştür. Günlük ve haftalık yapılan analizler sonucunda sporların sıcaklıkla pozitif, nem ile negatif korelasyon gösterdiği bulunmuştur.

Skjøth vd. (2012) Kopenhag'da (Danimarka) tarım bölgelerinin, havadaki *Alternaria* sporlarının ana kaynağı olduğu hipotezini araştırmışlardır. Atmosferdeki spor yoğunluğuna katkının esas olarak yerel ya da bölgesel kaynaklı olduğunu, ancak daha uzaktaki tarım bölgelerinden de uzak mesafe taşınan sporların da bu yoğunluğa katkısı olduğunu düşünmüşlerdir. Veri analizleri neredeyse her yıl uzak mesafe spor taşınımını ortaya konmuş ve Orta Avrupa'daki ana tarım bölgelerinden kaynaklanmış olabileceği bildirilmiştir. Orta Avrupa'daki mahsul hasatının, Kopenhag'da olduğu gibi diğer kentsel alanlarda da havada uçan yüksek *Alternaria* spor konsantrasyonlarına neden olduğunu bildirmişlerdir.

Abdulrahaman vd. (2015) tarafından Ilorin (Nijerya)'da yapılan çalışmada Ilorin Üniversitesi'nde seçilen 4 farklı alan, aeropalinolojik olarak analiz edilerek meteorolojik verilerle ilişkisi araştırılmıştır. En sık rastlanan sporlar *Cladosporium*, *Alternaria*, *Aspergillus* ve *Penicillium* olarak belirlenmiştir. ANOVA testi ile nem, sıcaklık, yağış, güneşlenme süresi ve rüzgâr hızının sporların miktarını etkilediği belirlenmiştir.

Grinn-Gofron vd. (2018), Avrupa genelinde alerjenik fungal spor maruziyeti için operasyonel tahmin modelleri (regresyon ve sınıflandırma modelleri) geliştirmişlerdir. Çalışmada *Alternaria* ve *Cladosporium* için potansiyel maruziyet günleri ortaya konmuştur. Spor konsantrasyonu üzerinde hava sıcaklığı ve buhar basıncı en önemli değişkenler olarak bulunmuştur. Sınıflandırma modellerinin büyük ölçekli spor tahminleri için daha elverişli olduğu gösterilmiştir.

2.2.2 Yurt içinde yapılmış çalışmalar

Türkiye'de yapılan atmosferik polen ve spor izleme çalışmaları gravimetrik ve volümetrik olmak üzere gruplandırılarak verilmiştir.

2.2.2.1 Atmosferik polen izleme çalışmaları

Gravimetrik yöntemle yürütülen çalışmalar

Türkiye'de alerjen polenler ve bu polenleri üreten taksonların tozlaşma dönemleri ile ilgili ilk çalışma Karamanoğlu ve Özkaragöz (1967) tarafından Ankara İli'nde yapılmıştır. Ankara atmosferinde toplam 72 çeşit taksonun polenine rastlanmıştır. Araştırmada teşhis edilen ve alerjik açıdan önemli olan bazı polenler şu taksonlara aittir: *Cynodon dactylon* L., *Dactylis glomerata* L., *Festuca ovina* L., *Hordeum bulbosum* L., *H. murinum* L., *Plantago lanceolata* L., *P. major* L., *Poa. bulbosa* L., *Poa pratensis* L., *Populus nigra* L., *Rumex acetocella* L., *Salix alba* L., *Secale cereale* L., *Ulmus campestris* L.

Yurdukoru (1979), Samsun ili atmosferik polenlerini gravimetrik yöntemle incelemiş ve yörenin iki yıllık polen takvimini hazırlamıştır.

Gemici vd. (1987), İzmir İli'nin atmosferik polenlerini inceleyip, elde edilen verilere göre polen takvimini çıkartmıştır.

İnce ve Pehlivan (1990), Serik (Antalya) havasının alerjen bitki polenleri ile ilgili bir araştırmada, tozlaşma dönemine göre atmosferde bulunan polenlerin 21 taksona ait olduğunu saptamışlardır.

İnce (1994), Kırıkkale atmosferinde yer alan alerjik bitki polenlerini incelemiştir. Kırıkkale atmosferinde 35 taksona ait polenden 19'u ağaç ve çalı, diğerleri ise otsu bitki grubuna aittir.

Pehlivan (1995), Türkiye'nin Alerjen Polenleri Atlası adlı eserinde Türkiye'de yaygın olan 28 familyaya ait olan 87 taksonun polenlerinin morfolojik özelliklerini, alerji derecelerini ve çiçeklenme periyotlarını belirtmiştir.

Doğan ve İnceoğlu (1995), Beytepe Kampüsü (Ankara) atmosferinde 10'u cins düzeyinde olmak üzere toplam 21 taksonun polenini teşhis etmişler, bu taksonların tozlaşma dönemlerini ve alerjik olan polenlerin insanlar üzerine etki derecelerini de belirtmişlerdir. Ayrıca Beytepe Kampüsü'nün atmosferindeki polenlerin incelendiği bir diğer çalışmada, Doğan ve Erik (1995), 25'i cins düzeyinde olmak üzere toplam 31 adet taksonun polenlerini teşhis etmişler ve bu taksonların tozlaşma periyotlarını saptanmışlardır.

İnce (1995), 1991 yılının Mart- Ekim döneminde Kayseri İli havasında Durham aleti ile vazelin ve gliserin-jelatin karışımı sürülmüş preparatlarla yakalanan polenlerin miktarlarını karşılaştırmıştır. Bu çalışma sonucunda vazelin sürülmüş preparatlarda toplam 3781, gliserin-jelatin sürülmüş preparatlarda ise toplam 5315 polen/cm² tespit etmiş ve gliserin-jelatin karışımının daha iyi polen yakaladığını saptamıştır.

Bıçakçı vd. (1997), 1991-1992 yılları arasında Görükle Kampüsü (Bursa) atmosferindeki bitki polenlerini gravimetrik yöntemle incelemişlerdir. Kütahya ilinin atmosferik

polenlerini (1999a) ve Bursa'nın İznik ilçesinin atmosferik polenlerini (1999b) Durham aleti kullanarak saptamışlardır. Bursa, Eskişehir, Burdur ve Isparta (1996, 1999, 2000a,b), İl merkezlerinde yaptıkları aeropalinolojik çalışmalar neticesinde bu bölgelerde odunsu bitkilerden en fazla alerjik poleni görülen taksonların Cupressaceae/ Taxaceae, Moraceae, Oleaceae, *Fagus*, *Juglans*, *Olea*, *Pinus*, *Platanus*, *Quercus* ve *Salix* olduğunu belirtmişlerdir.

Bıçakçı ve Akyalçın (2000), 1996-1997 yılları arasında Balıkesir atmosferik polenlerini incelemişlerdir. Ayrıca Bıçakçı vd. (2002) Afyon, (2004) Uşak, (2004) Edirne ve Çelenk vd. (2005) Bitlis illerinin atmosferik polenlerini çalışarak polen takvimlerini çıkarmışlardır.

Ayvaz (2001), Trabzon Atmosferindeki Aeroalerjenlerin Mevsimsel Dağılımı ve Çocukluk Çağı Solunum Yolu Alerjilerindeki Klinik Önemi adlı uzmanlık tezi çalışmasında yöre atmosferinde 46 bitkinin poleninin bulunduğunu açıklamıştır.

Güvensen ve Öztürk (2002), 1996-1997 yıllarında Buca (İzmir) atmosferindeki polenleri Durham aleti ile tespit etmişlerdir. Çalışma sonucunda polenleri alerjik özelliğe sahip olan 55 takson tespit edilmiştir. Bu taksonların 24'ü ağaç ve ağaçsı, 31'i ise otsu bitkilere aittir.

Bıçakçı vd. (2002) tarafından, Afyon atmosferi (1999-2000), Durham aleti ile gravimetrik metod kullanılarak çalışılmıştır. 40 taksona ait toplam 14367 polen/ cm² sayılmıştır. Bu taksonların % 69.67'si odunsu bitkilere, % 26.64' i otsu bitkilere ve % 3.68'i ise tanımlanamayan polenlere aittir. Atmosferde en fazla sırasıyla *Pinus*, Gramineae, Cupressaceae, *Platanus*, Chenopodiaceae / Amaranthaceae, *Quercus*, *Ailanthus*, Moraceae, *Juglans*, *Salix*, *Cedrus* ve Rosaceae polenlerine rastlanmıştır. Polen miktarı Mayıs ayında en yüksek seviyede görülmüştür.

Alan (2004), 2003-2004 yıllarında Zonguldak iline bağlı İncivez ve Kozlu ilçelerinde Durham aletini kullanarak, 13'ü familya, 26'sı cins ve 6'sı ise tür düzeyinde olmak üzere toplam 43 farklı taksona ait polen saptamışlardır.

İnce vd. (2004), 1996-1997 yılları arasında Mart-Kasım aylarında Kayseri atmosferinde yer alan alerjik polenlerle ilgili çalışmada Durham aleti ile 43 farklı taksona ait polen tespit etmiştir. Araştırmada en yoğun polen konsantrasyonlarının *Pinus*, Poaceae, Chenopodiaceae/Amaranthaceae, Cupressaceae, *Populus* ve *Quercus* taksonlarına ait olduğu bulunmuştur.

Kaya ve Aras (2004), 1991-1992 yılları arasında gravimetrik yöntem ile Bartın havasında toplam 19062 polen/cm² saymışlar ve bunlardan 18484 polen/cm²'sini teşhis etmişlerdir. Teşhis edilen polenlerin 13758'i ağaçsı, 4726'sının da otsu taksonlara ait olduğunu belirtmişlerdir.

Kızılpınar (2005), Çamkoru (Çamlıdere-Ankara) aeropalinolojisi üzerine yaptığı araştırmada, 2003-2004 yıllarında yöre atmosferinde bulunan polenlerin mevsimsel dağılımını ve meteorolojik faktörlerle değişimini incelemiştir. Bu araştırmada, 12'si ağaç ve ağaçsı, 13'ü otsu taksonlara ait toplam 25 farklı taksonun poleni tespit edilmiştir.

Güvensen vd. (2005), Çanakkale atmosferini inceledikleri 2000-2001 yıllarındaki çalışmalarında, 39 taksona ait toplam 4095 polen /cm² saptamışlardır. Bu taksonların % 87'si ağaç ve ağaçsı taksonlar, % 12'si otsu taksonlar ve % 1' i de tanımlanamayan polenler olarak adlandırılmıştır.

Bıçakçı (2006), 2000-2001 yıllarında gravimetrik yöntemle Sakarya ili atmosferik polenlerini analiz etmiştir.

Özcan (2006), "Ankara'nın Abidinpaşa, Birlik ve Kuru mahallelerindeki Atmosferik Polenlerin Karşılaştırılması" adlı eserinde aynı şehre ait üç farklı mahallenin atmosferik

polenlerini Durham aleti ile çalışmıştır. Araştırması boyunca 22'si familya düzeyinde ve 32'si cins düzeyinde olmak üzere toplam 54 taksona ait 65101 polen/cm² teşhis etmiştir.

Yavru (2007), Trabzon İli Atmosferindeki Polenlerin Araştırılması adlı tez çalışmasında Durham aletini kullanarak Trabzon ilindeki iki farklı istasyondan bir yıl süresince polen örnekleme yapmıştır. Çalışmada 19'u ağaç ve ağaçsı, 14'ü otsu olmak üzere toplam 33 takson saptamıştır. Ayrıca sıcaklık, rüzgar hızı ve nisbi nem oranı artışlarının polen miktarını pozitif, yağış miktarındaki artışın ise polen miktarını negatif yönde etkilediğini belirtmişlerdir.

Potoğlu Erkara vd. (2007), Eskişehir atmosferini inceledikleri çalışmada 45 taksona ait 47,082 polen/cm² tespit etmiştir. 2008 yılında ise, Sivrihisar-Eskişehir atmosferinde 2005-2006 yılları arasında gerçekleştirilen çalışmada, 23 ağaç ve ağaçsı, 17 otsu olmak üzere toplam 40 taksona ait polenleri teşhis etmiştir. Ayrıca atmosferde bulunan polen miktarlarının iklimsel faktörlerle olan ilişkisine de değinmiştir.

Özmen vd. (2008), 2007-2008 tarihleri arasında Ankara atmosferinde tespit edilen 12038 polen/cm² 'nin % 78 gibi bir oranla büyük çoğunluğunun ağaçsı taksonlara ait olduğunu belirtmiştir.

Erkan vd. (2010), Tekirdağ atmosferinde polenlerini 2002 ve 2003 yıllarında araştırmışlardır. 2002 yılında 3462 polen/cm², 2003 yılında ise 3721 polen/cm² kaydedilmiştir. Yine Erkan vd. (2011), 2002-2003 yılları arasında Kırklareli atmosferik polenlerini Durham aleti ile çalışmış ve iki yıl süresince toplam 46 farklı taksona ait polen tespit etmişlerdir. En yüksek polen konsantrasyonlarının Nisan-Haziran ayları arasında olduğunu gözlemlemişlerdir.

Saatçioğlu vd. (2011) tarafından Bursa ilinin Gemlik ilçesinde gerçekleştirilen çalışmada 1 yıl süresince 43 taksona ait, cm² başına toplam 6957 polen kaydedilmiştir.

Bülbül vd. (2011), tarafından Kırşehir atmosferi Durham aleti ile çalışılarak, elde edilen verilerin, meteorolojik veriler ile bağlantısı Pearson korelasyon analizi kullanılarak belirlenmiştir.

Osoydan (2012), Mardin atmosferik polenlerini araştırdığı tez çalışmasında, iki yılda toplam 26 taksona ait 18429 adet polen tespit etmiştir. Toplam polen miktarının 8744'ünün (% 47.44) odunsu bitkilere, 9564'ünün (% 51.9) otsu bitki taksonlarına ve 121 adet polenin ise (% 0.66) tanımlanamayan taksonlara ait oldukları belirlenmiştir.

Tosunoğlu vd. (2013), Kuşadası atmosferik polenlerini 2005 yılında, iki farklı istasyonda Durham aleti ile çalışmışlardır. Çalışılan bölgede 44 taksona ait toplam 12980 polen/cm² olduğu ve en yoğun polen konsantrasyonunun % 34.46 ile *Olea europaea*'ya ait olduğu bildirilmiştir.

Öztürk vd. (2013), yaptıkları derleme çalışmasında, Türkiye ve Kuzey Kıbrıs atmosferinde bulunan polenler ile ilgili 1968-2010 yılları arasında gravimetrik yöntemle ve 2003-2012 yılları arasında da volümetrik yöntemle yapılan araştırmaları incelemiştir. Araştırmalar yıllar içerisinde Mart, Nisan, Mayıs, Haziran ve Temmuz aylarında polen konsantrasyonunun arttığını göstermiştir.

Kaplan ve Serbes (2014), Düzce atmosferinde yaptıkları bir yıllık aeropalnolojik çalışmada, atmosferik polen ve sporları izlemiştir. Polenlere ait 10'u familya ve 37'si cins düzeyinde olmak üzere toplam 47 takson tespit edilmiştir. Sporlara ait ise, 14'ü cins düzeyinde 4'ü familya düzeyinde 18 takson saptanmıştır. Düzce havasında bir yıllık süre içerisinde, *Pinus*, Gramineae, *Corylus*, *Ambrosia*, *Carpinus*, *Fraxinus*, Cupressaceae / Taxaceae, Chenopodiaceae taksonlarına ait polenler dominant olarak bulunurken, mantar sporlarından ise *Alternaria*, *Ustilago* ve *Cladosporium* sporlarına dominant olarak rastlanmıştır.

Görgün (2015), Edremit-Akçay (Balıkesir) atmosferik polenlerini araştırdığı tez çalışmasında 1 Ocak - 31 Aralık 2012 tarihleri arasındaki bir yıllık sürede 40 farklı

taksona ait cm^2 'de toplam 8118 polen tespit etmiştir. Bunlardan 25 tanesinin odunsu bitkilere, 15 tanesinin ise otsu bitkilere ait polenler olduğunu, araştırma sürecinde; bu sayının % 84.02'sinin odunsu bitkilere, % 15.17'sinin otsu bitkilere, % 0.82' sinin ise tanımlanamayan polenlere ait olduğunu belirtmiştir.

Armutçuoğlu (2015), Muğla ili (Merkez) atmosferik polenlerini araştırdığı tez çalışmasında 2011 Mart-2012 Şubat dönemleri arasında 45 taksona ait toplam 29548 polen/ cm^2 , 2012 Mart-2013 Şubat dönemleri arasında ise 44 taksona ait toplam 34722 polen/ cm^2 belirlemiştir.

Çetin (2015), Ardahan ili atmosferik polenlerini araştırdığı tez çalışmasında 22 Ocak 2013 - 28 Ocak 2014 tarihleri arasında toplam 29 farklı takson (3741 polen/ cm^2) tespit etmiştir. Bu taksonlardan 14 tanesinin odunsu (% 50.63) ve 15 tanesinin otsu (% 49.24) olduğu, tanımlanamayan polenlerin ise toplam polenlerin % 0.13'ünü oluşturduğu tespit edilmiştir.

Tosunoğlu vd. (2015a), Bursa'nın Büyükşehir ilçe sinin atmosferik polenlerini gravimetrik yöntemle incelemiş, çalışmada 2012-2013 yılları arasında toplam 44 taksona ait 13274 pollen grains/ cm^2 tespit edilmiştir. Bu taksonlardan 24 tanesi odunsu, 20'si otsu taksonlara ait polenlerdir. *Pinus*, Cupressaceae/Taxaceae, *Quercus*, Poaceae, *Morus*, *Plantago*, *Olea europaea* ve *Cedrus* çalışmadaki dominant olarak bulunan taksonlardır.

Yalçın (2016), Kars ili Kağızman ilçesi atmosferik polenlerinin araştırdığı tez çalışmasında 17'si odunsu ve 14'ü otsu bitkilere ait olmak üzere toplam 880 polen/ cm^2 tespit etmiştir.

Bekil (2017), Karacabey (Bursa) ilçesi atmosferinde 1 Ocak - 31 Aralık 2015 tarihleri arasındaki bir yıllık sürede Durham cihazı ile gerçekleştirilen çalışmada polen miktarları ve çeşitliliğini araştırmıştır. Toplam 57 taksona ait polen saptanmıştır. Bunlardan 32 tanesi odunsu bitkilere, 25 tanesi ise otsu bitkilere ait polenlerdir. En yüksek polen miktarı Mayıs ayında görülmüştür.

Volümetrik yöntemle yürütülen çalışmalar

Aytuğ vd. (1971), “İstanbul Çevresi Bitkilerinin Polen Atlası” adlı eserlerinde 53 familyaya ait, 117 taksonun polen morfolojisi ve tozlaşma dönemleri hakkında bilgiler vermiştir. Aytuğ (1973) tarafından, İstanbul ilinin polen takvimi hazırlanmıştır. Türkiye’de volümetrik yöntemle gerçekleştirilen ilk aeropalinolojik çalışma olma özelliğini taşıyan Aytuğ ve arkadaşlarının 1974 yılında, Belgrad Ormanı ve İstanbul çevresi ile ilgili Hirst tipi Burkard tuzağı ile yaptıkları araştırmada 131 taksona ait polen teşhis edilmiştir.

İnceoğlu vd. (1994), Ankara havasındaki polen yoğunluğu ile ilgili yaptıkları çalışmada, 26 tanesi cins düzeyinde olmak üzere toplam 47 taksona ait polen teşhis etmişler ve bu taksonların polinizasyon dönemlerini belirtmişlerdir.

Pınar vd. (1999), Burkard aleti ile Ankara atmosferinde yaptıkları çalışmada 44 taksona ait 57735 polen/m³ tespit etmiş ve sonuçları meteorolojik veriler ışığında tartışmışlardır. Çalışmada en yüksek polen konsantrasyonunun Haziran ayında görüldüğünü belirtmişlerdir. Bunun nedeninin Haziran ayında kaydedilen yüksek rüzgar hızı ve düşük yağış miktarı olduğunu bildirmişlerdir. *Betula* polenleri 959 polen/m³, Poaceae polenleri ise 6282 polen/m³ olarak bulunmuştur.

Ayrıca Sin vd. (2001), Ankara atmosferinde rastlanılan polenlerle hastaların aylık deri testi reaksiyonları arasındaki ilişkiyi araştırmışlardır. Ağaç polenine bağlı gelişen reaksiyonun Mayıs ayında diğer aylara oranla anlamlı artış gösterdiği bildirilmiştir. Ağaç polen konsantrasyonu ile deri testi reaksiyon sonuçları arasında yüksek korelasyon ($r = 0.978$, $p < 0.05$) elde edilmiştir. Ancak Poaceae ve otsu taksonlara karşı gelişen deri testi reaksiyonları ile polen sayımları arasında anlamlı bir korelasyon bulunamamıştır.

Pınar vd. (2004), 1998-2002 yılları arasında Ankara atmosferinde bulunan Poaceae polen dağılımını ve meteorolojik faktörlerle değişimini incelemişlerdir. Üç yıl boyunca metre küp havada toplam 6.428 adet Poaceae poleni tespit etmişlerdir. Bunların % 30.2’si 1999 yılında, % 25.4’ü 2000 yılında ve % 44.4’ü ise 2001 yılında kaydedilmiştir. Bu

çalışmaya göre Poaceae polenlerinin atmosferindeki miktarını meteorolojik faktörlerden en çok rüzgar hızı ve yönünün etkilediği bildirilmiştir. Yağış miktarının ise atmosferde bulunan polen yoğunluğu üzerinde ikinci derecede ve negatif bir etkiye sahip olduğunu belirtmişlerdir.

Çelik vd. (2004), 175 mevsimsel alerjik rinitli (SAR) hasta üzerinden, semptom skorları ve tedavi maliyeti arasındaki ilişkiyi istatistiksel olarak araştırmışlardır. Semptom skorları ile birlikte havadaki Poaceae (Gramineae) polen taneleri de aynı dönemde kaydedilmiştir. SAR, olguların % 12.6'sında hafif, % 51.4'ünde orta, % 36'sında şiddetli olarak bulunmuştur. Bölgesel polen sayımlarının, hasta ziyaretlerinin sayısı ve SAR'ın başlangıç şiddetiyle ilişkili olduğu bu sayede de daha etkili tedavi yöntemlerinin seçilebileceği bildirilmiştir.

Altıntaş vd. (2002, 2004), Adana atmosferindeki polen konsantrasyonunun, semptom skorları, deri testi pozitifliği ve meteorolojik faktörlerle değişimini incelemişlerdir. Çalışmalarda, ağaç poleni duyarlısı bireylerin semptom skorları ile ağaç polen konsantrasyonu arasında yüksek korelasyonlar elde edilmiştir.

Pınar vd. (2012) ise Adana ilinin 10 yıllık polen takvimini çıkardıkları çalışmalarında 58 farklı taksona ait polen teşhis etmişlerdir. Yıllık polen konsantrasyonunun 2001'den 2005 yılına kadar yükseldiğini, 2005'ten sonra ise düşüşe geçtiğini göstermişlerdir.

Keskin vd. (2005), spesifik immunoterapinin mevsimsel alerjik rinitli çocuklar üzerindeki etkisini araştırmışlardır. Ankara'daki polen sayımlarına göre, immünoterapi uygulanan bireylerde polen sezonu öncesi ve sonrası bronşiyal reaktivitede ve klinik bulgularda bir artış olmadığı görülmüştür.

Kaplan vd. (2003) ise 1990-1999 yılları arasında Ankara atmosferinde görülen *Ambrosia* polenlerinin meteorolojik faktörlerle değişimini göstermiştir. Doğal yayılışı bulunmayan *Ambrosia* bitkisi polenlerinin Ankara atmosferine hava akımları ile uzak mesafelerden taşındığı görüşünü ileri sürmüşlerdir.

Erkan vd. (2006), Samsun ilinde “Lanzoni polen ve spor tuzağı ile” yaptıkları çalışmada 1 yıllık sürede 50 taksona ait 122410 polen/m³ saymışlardır. İlin polen takvimini hazırlayarak polen konsantrasyonuna etki eden meteorolojik faktörleri de incelemişlerdir. Samsun ilinin 2005-2006 dönemine ait polen ve spor takvimini çıkarmışlardır. Ayrıca Çeter vd. (2010), Samsun il merkezinin atmosferik polenlerini 2 yıl boyunca Lanzoni tuzağı ile çalışmış ve 2005-2007 yıllarına ait alerjik polen takvimini çıkarmışlardır.

Bursalı vd. (2006) tarafından yapılan bir çalışmada, 2004 yılında Ankara, Adana, Diyarbakır atmosferinde teşhis edilen polen konsantrasyonları kıyaslanmıştır. Araştırma sonucuna göre, en yüksek polen konsantrasyonu Ankara atmosferinde, en düşük polen konsantrasyonu ise Diyarbakır atmosferinde çıkmıştır. Ankara atmosferindeki ağaç polenlerin salınımını etkileyen en önemli faktörün yağış olduğu, Adana’da özellikle otsu taksonların polen dağılımı üzerine bağıl nemin etkili olduğu, Diyarbakır’da ise sıcaklık faktörünün tüm bitkilerin polen salınımı üzerinde önemli derecede etkili olduğu belirtilmiştir.

Aşçı vd. (2010), Ankara atmosferinde Poaceae (Gramineae) polen konsantrasyonu ile ilgili yaptıkları çalışmada 2007-2008 yılları arasında metreköp havada bulunan polen konsantrasyonunu tespit etmişlerdir. Bu çalışmada, her iki yılda da polen mevsiminin Nisan’da başladığı, en yüksek Poaceae polen konsantrasyonunun Haziran ayında olduğu, daha yüksek rüzgar hızı ve daha az yağıştan dolayı 2007 yılında daha fazla polen sayıldığı belirtilmiştir.

Çelenk vd. (2010), İstanbul ili atmosferik polenlerini Mart 2005-Şubat 2006 dönemleri arasında 1 yıl süreyle İstanbul’un Avrupa ve Asya kısımlarında yer alan iki ayrı istasyondan Lanzoni volümetrik tuzağı ile toplamışlardır. Asya kıtasında 58, Avrupa kıtasında 62 takson tespit edilmiştir. İki bölgede de en yüksek konsantrasyona ulaşan alerjik polenler Cupressaceae/Taxaceae, Urticaceae, Pistacia, Quercus, Platanus, Fraxinus ve Xanthium taksonlarına aittir.

Kızılpınar-Temizler vd. (2012), Konya ili atmosferik polenlerinin ve meteorolojik faktörlerin etkisini araştırdıkları çalışmada, 2008 yılında 35 taksona ait polen tespit

etmiştir. Dominant taksonlar, Pinaceae, Cupressaceae, Fabaceae, Betulaceae, Poaceae ve Asteraceae olarak bulunmuştur. Polen dağılımı üzerinde sıcaklığın ve rüzgar hızının genel olarak pozitif, ortalama nisbi nemin ise negatif etki gösterdiği bildirilmiştir.

Özdoğan (2011), “Zonguldak İl Merkezi Atmosferinde Bulunan Biyolojik Partiküllerin Volümetrik Yöntemle İncelenmesi” adlı doktora tez çalışmasında, polen yanında atmosferde yer alan spor, mantar hifi, tüy, böcek parçaları/kanadı gibi diğer biyolojik partiküllerin yoğunluklarını belirlemeye çalışmış ve bunların meteorolojik faktörlerle ilişkisini incelemiştir.

Çeter vd. (2012a), Haziran 2010-Mayıs 2011 dönemleri arasında 1 yıl süreyle Çankırı ilinde yaptıkları çalışmada Burkard aleti ile 45 taksona ait toplam 19405 polen/m³ tespit etmişlerdir. En yüksek polen konsantrasyonunun Mayıs, en düşük polen konsantrasyonunun ise Ocak ayında olduğunu belirtmişlerdir. Ayrıca günlük ortalama sıcaklık artışı polen konsantrasyonunu artırırken, toplam yağış ve nisbi nem artışının polen konsantrasyonunu azalttığını belirtmişlerdir.

Çeter vd. (2012b), Ocak 2010-Mayıs 2012 dönemine ait Giresun ili polen takvimini çıkardıkları çalışmalarında Burkard aleti ile araştırma süresince toplam 43 takson tespit etmişlerdir. Bu taksonların % 91’inin ağaç-ağaçsı, % 9’unun ise Poaceae ve diğer otsu taksonlara ait olduğunu belirtmişlerdir.

Çeter vd. (2012c), Kastamonu atmosferindeki alerjik polenleri araştırdıkları 2 yıllık çalışmada, 51 taksona ait toplam 293427 polen tespit etmişlerdir. 2006-2007 yılları arasında, Kastamonu için Mart-Ağustos dönemi ana tozlaşma mevsimi olarak tanımlanmıştır. En yüksek aylık polen sayısı her iki yılda da Mayıs ayında gözlenmiştir. Her iki yılda da en yüksek polen konsantrasyonunun Mayıs ayında görüldüğünü ve Spearman Korelasyon Analizini kullanarak günlük sıcaklık ortalaması, nisbi nem, yağış ve rüzgar hızının, polen konsantrasyonu üzerinde etkili olduğunu göstermiştir.

Silici vd. (2012), 2009 yılında 1 yıl süresince Kayseri atmosferik polenlerini Burkard aleti ile çalışmış ve toplam 47 farklı takson tespit etmişlerdir. Nisan-Ekim ayları arasında polen yoğunluğunun yüksek olduğunu, en yüksek polen konsantrasyonunun ise Mayıs ayında görüldüğünü belirtmişlerdir. Ağaç ve ağaçsı taksonlara ait polenlerin özellikle Nisan ve Mayıs aylarında, otsu taksonlara ait polenlerin Ağustos, Eylül ve Ekim aylarında yüksek konsantrasyonda bulunduğunu göstermişlerdir. Poaceae polenlerinin ise Haziran ve Temmuz aylarında en yüksek konsantrasyona ulaştığını belirtmişlerdir.

Özmen (2012), “Ankara İli Atmosferik Spor ve Polenlerinin Araştırılması” adlı tez çalışmasında 2009-2010 yılları arasında iki farklı istasyondan eş zamanlı elde ettiği atmosferik polen ve sporlara ait verileri karşılaştırarak araştırmıştır. 2009 yılında Ankara Üniversitesi Tandoğan Kampüsü’nde ki istasyonda (1.istasyon) 42, Hacettepe Üniversitesi Sıhhiye Kampüsü’nde ki istasyonda (2. istasyon) 43 ve 2010 yılında 1. istasyonda 45, 2. istasyonda ise 39 farklı taksona ait polen bulunduğunu belirtmiştir.

Ünver (2012), “Ürgüp (Nevşehir)’ün Atmosferik Polenlerinin İncelenmesi” adlı tez çalışmasında Ürgüp (Nevşehir) atmosferinde bulunan polenleri 1 Ekim 2010 tarihinden 1 Ekim 2011 tarihine kadar Burkard tuzağı ile toplamıştır. 1 yıllık süreçte 37 taksona ait 22.813 polen/m³ tespit etmiştir. Poaceae, Pinaceae, Cupressaceae/Taxaceae, Chenopodiaceae/Amaranthaceae, *Quercus*, *Betula* ve Asteraceae polenlerinin atmosferde dominant olarak bulunduğunu belirtmiştir. Polen verileri ile meteorolojik faktörler arasındaki ilişkiyi ortaya koymuştur. Güneşlenme süresi ve hava sıcaklığının arttığı, yağmur ve nispi nem miktarının ise azaldığı dönemlerde, atmosferdeki polen konsantrasyonunun arttığını belirtmiştir.

Öztürk vd. (2013), Türkiye ve Kuzey Kıbrıs atmosferik polenleri ile ilgili 1968-2010 yılları arasında gravimetrik yöntemle ve 2003-2012 yılları arasında da volümetrik yöntemle gerçekleştirilen çalışmaları derlemişlerdir. Çalışmalar Mart, Nisan, Mayıs, Haziran ve Temmuz aylarında polen konsantrasyonunun yüksek olduğunu göstermiştir.

Acar (2013), Ankara ve Kayseri illeri atmosferik polenlerinin araştırılması adlı tez çalışmasında, Ankara ili atmosferinde 52 farklı taksona ait 5058 polen/m³, Kayseri ili atmosferinde ise 46 farklı taksona ait 2698 polen/m³ tespit etmiştir.

Türkmen (2013), Gümüşhane ili (merkez) atmosferik polenleri ve meteorolojik faktörlerle değişimi adlı tez çalışmasında 2010 Ağustos - 2011 Temmuz ayları arasında 63 farklı taksona ait toplam 36020 polen/m³, 2011 Ağustos - 2012 Temmuz döneminde ise 70 farklı taksona ait toplam 5524 polen/m³ tespit etmiştir.

Güvensen vd. (2013), Denizli ilinin atmosferini (2005–2006), Lanzoni VPPS 2000 aleti ile volümetrik metod kullanılarak çalışmışlardır. Bu çalışmada 42 taksona ait toplam 11981 polen/ m³ sayılmıştır. Bu taksonların % 79.68 'i odunsu bitkilere, % 19.48' i otsu bitkilere ve % 0.84'i ise tanımlanamayan polenlere aittir. Atmosferde en fazla sırasıyla Pinaceae, Cupressaceae/Taxodiaceae, *Olea europaea*, *Quercus*, *Platanus orientalis*, Poaceae, Asteraceae, *Acer*, *Morus*, Chenopodiaceae/Amaranthaceae, *Plantago*, *Urticaceae*, *Salix*, *Xanthium strumarium* ve *Eucalyptus camaldulensis* polenlerine rastlanmıştır. Polen miktarı Mayıs ayında en yüksek seviyede görülmüştür.

Şahin (2015), Zonguldak ili atmosferinde *Ambrosia*, Poaceae, Betulaceae polenleri ile *Alternaria* ve *Cladosporium* cinslerine ait küf sporlarının 10 ay süre ile saatlik olarak izlemiştir. Betulaceae polenlerinin büyük bir kısmı gece ve gündüz saatlerinde izlenirken, *Ambrosia* polenleri ise öğleden sonra ve gece saatlerinde görülmüştür. Bu durum *Ambrosia* polenlerinin uzun mesafeli taşınmasına işaret etmektedir.

Takat (2015), aerobiyolojik örneklerdeki sayım metodu değişikliklerinin atmosferik polen verileri üzerindeki etkilerini araştırdığı tez çalışmasında, bir yıllık süre boyunca Lanzoni VPPS 2000 cihazı kullanılarak yaptığı çalışmada, 4 boyuna hat ve 24 enine hat olmak üzere iki farklı sayım yöntemi kullanılmıştır. Çalışma sonucunda 4 hat ile yapılan sayım yöntemine göre 53 taksona ait toplam 49459 polen/m³, 24 hat ile yapılan sayım yöntemine göre 51 taksona ait toplam 43187 polen/m³ belirlenmiştir.

Acar vd. (2016), Kayseri atmosferik polenlerini araştırdıkları çalışmada, 2011 yılında 46 farklı taksona ait 2698 polen/m³ tespit etmişlerdir. Pinaceae, Cupressaceae / Taxaceae, Betulaceae, *Platanus*, *Acer*, *Quercus*, Poaceae ve *Artemisia* polenleri dominant olarak bulunmuştur. En yüksek polen konsantrasyonu Haziran ayındadır.

Tosunoğlu vd. (2015b), Bodrum (Muğla) atmosferi 2007–2008 yıllarında, Hirst-tip tuzak ile volümetrik metod kullanılarak çalışmıştır. 41 taksona ait toplam 25099 polen/ m³ elde edilmiştir. Atmosferde en fazla sırasıyla Cupressaceae/Taxaceae, *Quercus*, *Pinus*, *Olea europaea*, Poaceae, *Betula*, *Pistacia*, *Morus*, Urticaceae ve *Plantago* polenlerine rastlanmıştır. Polen miktarı Nisan-Mayıs aylarında en yüksek seviyelerde görülmüştür.

Uğuz vd. (2017), eşme (İzmir) ilçesinin atmosferik polenlerinin gün içi ve yıllık değişimlerini araştırmışlardır. 2012-2014 yıllarında, 64 farklı taksona ait toplam 12905 polen/m³ adet polen tanımlanmıştır. Toplam polen miktarının % 79,74'ünün odunsu, % 15,54'ünün otsu, % 4,32'sinin Poaceae ve % 0,41'inin ise tanımlanamayan polenlere ait olduğunu bildirmiştir. En yüksek polen konsantrasyonuna gün içinde 11.00-18.00 pm saat aralığında rastlandığı rapor edilmiştir.

Demir (2017), Sinop ilinin atmosferik polenleri araştırdığı çalışmasında, iki yol boyunca Burkard tuzağı kullanılarak 49'u ağaç/ağaçsı, 38'i otsu taksonlara ait olmak üzere 87 taksona ait toplam polen saymıştır. Sayılan polenlerden 84892 adedi (% 71.12) ağaç/ağaçsı taksonlara, 6319 adedi (% 5.29) Poaceae familyasına, 28150 adedi (% 23.58) ise diğer otsu taksonlara aittir.

Akdoğan (2017), Kars atmosferinin içeriği VPPS 2000 (Lanzoni) polen ve spor tuzağı kullanılarak çalışmıştır. Çalışma süresinde (Mart 2012-Kasım 2013) 41 polen taksonu ve 29871 polen/m³ tespit edilmiştir. Taksonların 23'ünün odunsu (% 36.34), 18'inin ise otsu (% 63.57) olduğu belirlenmiştir.

Bıçakçı vd. (2017), Van ilinin atmosferik polenlerini incelendikleri çalışmada, toplam 35 taksona ait polen belirlemiştir. Dominant taksonlar ve yüzde değerleri, Poaceae (% 36.34),

20.94), Cupressaceae (% 10.53), *Fraxinus* (% 8.56), Chenopodiaceae / Amaranthaceae (% 7.77), *Populus* (% 7.75), *Quercus* (% 6.70), *Platanus* (% 6.68), *Morus* (% 5.57), *Plantago* (% 3.03) olarak tespit edilmiştir.

Erdoğan (2017), Kırşehir ili atmosferindeki polen, spor ve biyolojik partikülleri incelediği tez çalışmasında, 2015 yılında atmosferde 19 ağaç ve ağaçsı, Poaceae, 7'si diğer otsu taksonlar olmak üzere 27 farklı taksona ait toplam 26033 polen, 39 farklı mantar taksonuna ait toplam 128291 spor ve 4674 diğer biyolojik partikül, 2016 yılında ise 20 ağaç ve ağaçsı, Poaceae, 7'si diğer otsu taksonlar olmak üzere 28 farklı taksona ait toplam 30671 polen, 39 farklı mantar taksonuna ait toplam 147726 spor ve 5262 diğer biyolojik partikül saptamıştır. Atmosferde biyolojik partiküllerin en yoğun olduğu dönemin Mayıs, Haziran ve Temmuz ayları olduğu bulunmuştur.

Acar vd. (2017), Ankara ilinde 1990-2011 yılları arasında, aylık ve yıllık ortalama polen konsantrasyonları baz alınarak linear regresyon ve korelasyon analizleri ile atmosferik polen trendini incelemiştir. Yıllar içerisinde çoğu taksonun total polen konsantrasyonunda azalma eğilimi olduğunu belirtmişlerdir. Aylık polen konsantrasyonları yıllar içerisinde kıyaslandığında, Ocak, Şubat, Ekim ve Kasım aylarında polen konsantrasyonunda anlamlı bir artış olduğunu, Mart–Eylül ayları arasında ve Aralık ayında ise anlamlı bir azalışın olduğunu bildirmişlerdir. Bu durumu artan kentleşme baskısı ile açıklamışlardır.

Seçil (2018), Niğde ili atmosferik polenlerinin saatlik değişimini incelediği tez çalışmasında, 23 familyaya ait 37652 polen / m³ saptamıştır. Dominant taksonlar: Cupressaceae / Taxaceae, Pinaceae, Poaceae, *Platanus*, *Populus*, *Salix*, *Fraxinus*, Betulaceae ve *Artemisia* olarak bulunmuştur. *Betula* polenlerine genellikle gündüz saatlerinde yüksek miktarda rastlanmıştır, polen miktarı ile sıcaklık ve nisbi nem oranındaki arasında negatif korelasyon tespit edilmiştir. Poaceae polenlerine genel olarak öğleden sonra yüksek miktarlarda rastlanmıştır. Poaceae polen miktarı ile ortalama sıcaklık değeri arasında pozitif bir korelasyon bulunurken, nisbi nem oranı ile negatif korelasyon bulunmuştur.

Tosunoğlu vd. (2018), Mardin kentinde havadaki polen dağılımlarını 2014-2016 yılları arasında volumetrik olarak izlemişlerdir. Çalışma döneminde 44 taksona ait ortalama yıllık polen miktarı 3850 polen/m³ olarak kaydedilmiş ve odunsu bitkilerden elde edilen polen miktarı daha fazla bulunmuştur. Yıllar arasındaki farklılıklara rağmen, en yüksek polen konsantrasyonu Nisan ayında kaydedilmiştir. Polen spektrumunda dominant taksonlar, Cupressaceae (% 27.79), Poaceae (% 21.21), *Platanus* (% 10.29), *Morus* (% 6.19), *Olea europaea* (% 5.01), *Quercus* (% 4.91), *Pinus* (% 3.84) ve Amaranthaceae (% 3.73) olarak bildirilmiştir.

Güvensen vd. (2018), Manisa il merkezinin alerjik polenlerini “Lanzoni VPPS 2000” cihazı kullanılarak araştırdıkları çalışmada, bir yıllık süreçte 43 taksona ait toplam 9121 polen/m³ tespit etmişlerdir. Odunsu taksonlara ait polenler, toplam polenlerin % 72.39’unu, otsu taksonlar % 26.64’sini ve tanımlanamayan polenler ise % 0.96’sını oluşturmuştur. Atmosferde alerjik etkileri yüksek olan *Quercus*, Pinaceae, Poaceae, *Olea europaea* Cupressaceae/Taxaceae, *Platanus orientalis*, Urticaceae, *Plantago*, Amaranthaceae ve *Morus* gibi taksonlara ait polenlere dominant olarak rastlanmıştır.

Bıçakçı ve Tosunoğlu (2019) tarafından Türkiye atmosferik polenleri ülkenin aeropalinolojik ve biyocoğrafik özellerine göre 5 farklı bölgeye ayrılarak değerlendirilmiş ve her bölge için dominant taksonlar belirlenmiştir. Ankara ilinin yer aldığı merkez olarak tanımlanan bölgede, Pinaceae, Cupressaceae, Poaceae, *Quercus*, *Platanus*, *Populus* ve *Betula* polenleri atmosferde dominant olarak saptanmıştır.

2.2.2.2 Atmosferik spor izleme çalışmaları

Koloni kültür yöntemi ile yürütülen çalışmalar

Atmosferden gravimetrik yöntemle sporların yakalanması ile ilgili ilk çalışma, Özkaragöz (1969) tarafından yürütülen, Ankara havasında bulunan mantar sporları ile ilgili çalışmadır. Atmosferden petri kabı yardımıyla topladığı örnekleri incelediğinde 14 farklı taksona ait mantar sporunun teşhisini gerçekleştirmiştir.

Okuyan vd. (1976), 1972-1974 yılları arasında Ankara atmosferinde yürüttükleri çalışmada *Penicillium* ve *Aspergillus* sporları yoğun olmak üzere atmosferden 20 farklı mantar sporu teşhis etmişlerdir.

Ulutan vd. (1985), Çarşamba Kızılot Sağlık Ocağı'na bağlı köylerin atmosferinde bulunan mantar sporlarını incelemiş ve 12 farklı taksona ait mantar sporu belirlemişlerdir.

Çolakoğlu (1996), İstanbul atmosferinde yapmış olduğu çalışmada *Cladosporium*, *Alternaria*, *Epicoccum*, *Botrytis*, *Leptosphaeria*, *Polythrincium*, askospor, *Aspergillits*, *Penicillium*, basidiospor, uredospor, *Ustilago*, *Torula*, *Erysiphe*, *Ganoderma*, ve *Hyaline indeterminate* sporlarını teşhis etmiştir.

Asan vd. (2002), 6 farklı istasyondan petri açma yöntemi ile atmosferden spor toplamışlardır ve 11 cinse ait 37 mantar sporu türünü araştırmışlardır. Dominant taksonları *Aspergillus*, *Penicillium* ve *Alternaria* olarak belirtmişlerdir.

Topbaş vd. (2006), Trabzon atmosferinde gerçekleştirdikleri çalışmada 11 farklı fungus türüne ait sporları incelemişlerdir. Dominant taksonlar *Penicillium*, *Alternaria*, *Fusarium*, *Aspergillus* ve *Cladosporium*'dur.

Şimşekli vd. (2007) İsparta ili atmosferik funguslarını petri açma yöntemi ile araştırmışlardır. Toplam 25 taksona ait fungus sporuna rastlanmıştır. Dominant taksonlar, *Cladosporium*, *Alternaria*, *Mycelia*, *Penicillium* ve *Aspergillus* olarak belirtilmiştir.

İmalı vd. (2008), Çorum atmosferinde bulunan fungusları kültür besiyeri açma yöntemiyle çalışmış ve çalışmasında 10 taksona ait fungus tespit etmiştir. Dominant taksonlar, *Aspergillus*, *Alternaria*, *Cladosporium*, *Monilia* ve *Penicilium*'dur.

Otağ vd. (2014), Mersin atmosferinde bulunan fungus sporlarının tanımlanması ve meteorolojik faktörlere bağlı olarak spor konsantrasyonlarında meydana gelen değişimi araştırdıkları çalışmada, 2007 Eylül-2008 Kasım ayları arasında Mersin iline bağlı 4

merkez ve 2 çevre ilçeden, toplam 9 seferde 549 örneklem yapılmıştır. Taşınabilir hava örnekleme cihazı airIDEAL (bioMérieux, Fransa)'in haznesine yerleştirilen Sabouraud Dekstroz Agar yüzeyine ekim yaptırılmıştır. Üreyen küf kolonilerinden 33 mantar taksonuna ait toplam 298220 CFU küf mantarı izolasyonu yapılmıştır. İzole edilen küflerin % 71.75'i *Cladosporium*, % 16.35'i *Penicillium*, % 6.31'i *Aspergillus*, % 3.42'si *Alternaria*, % 0.83'ü *Fusarium* olarak tanımlanmış; diğer cinsler ise atmosferdeki sporların % 1.34'ünü oluşturmuştur. *Alternaria*, *Cladosporium* ve *Fusarium* spor miktarlarının sıcaklık, nem ve rüzgâr ile istatistiksel olarak pozitif, *Penicillium*'un negatif korelasyon gösterdiği tespit edilirken, *Aspergillus*'un yalnızca sıcaklık ile pozitif korelasyon gösterdiği saptanmıştır.

Gravimetrik yöntem (Durham tuzağı) ile yürütülen çalışmalar

Ince ve Pehlivan (1991), Serik (Antalya) atmosferindeki *Alternaria* sporlarını Durham tuzağı ile araştırmışlardır.

Altın vd. (1998), Çankırı atmosferinde bulunan *Cladosporium* ve *Alternaria* sporlarının analizini gravimetrik yöntemle incelemişlerdir.

Bıçakçı vd. (1999), 1997 yılında İnegöl (Bursa) atmosferinde yapmış oldukları çalışmada alerjik *Alternaria* ve *Cladosporium* sporlarını incelemişlerdir. Çalışma yılında *Alternaria* ve *Cladosporium*'a ait toplam 2047 spor/cm² teşhis etmişlerdir.

Pehlivan ve Özler (1999), Sivas ili atmosferinde bulunan *Alternaria* sporlarını çalışmışlardır.

Pehlivan ve Koç (2000), Aksaray ili atmosferik *Alternaria* sporlarını incelemişlerdir.

Tatlıldil vd. (2001), 1996 yılında Burdur atmosferinde yaygın olarak bulunan alerjik *Cladosporium* ve *Alternaria* spor miktarlarını Durham düzeneği kullanarak gravimetrik yöntemle çalışmışlardır.

Alan (2004), 2003-2004 yıllarında Zonguldak iline bağlı İncivez ve Kozlu ilçelerinde Durham düzeneği kullanarak yapmış olduğu çalışmada *Alternaria* ve *Cladosporium* sporlarının atmosferdeki yoğunluklarını incelemiş ve toplam spor miktarının temmuz ayı içerisinde en yüksek düzeyde bulunduğunu belirtmiştir.

Kızılpınar (2005), Çamkoru, (Çamlıdere-Ankara) atmosferinde bulunan *Cladosporium* ve *Alternaria* sporlarının yıllık değişimlerini (2003-2004) ve meteorolojik faktörlerin etkisini incelemiştir.

Ayvaz vd. (2008), Trabzon atmosferindeki *Cladosporium* ve *Alternaria* sporlarını gravimetrik yöntemle araştırmışlardır.

Kuh (2009), Manisa ilinde Durham tuzağı ile yapmış olduğu çalışmada atmosferde en yoğun bulunan mantar sporlarının *Cladosporium* ve *Alternaria* taksonlarına ait sporlar olduğunu bildirmiştir.

Koçer (2012), tarafından Durham tuzağı ile Kilis’de spor takvimi oluşturmaya yönelik çalışma yapılmıştır. En sık rastlanan sporlar arasında *Cladosporium*, *Alternaria*, *Ustilago*, *Torula* ve *Stemphylium* taksonlarına ait sporların yer aldığı belirlenmiştir.

Kaplan ve Özdoğan (2014) tarafından Karabük’te fungus sporlarına ait takvim oluşturulmuştur. En sık rastlanan sporlar arasında *Cladosporium*, *Alternaria*, *Ustilago* yer aldığı bildirilmiştir.

Kaplan ve Serbes (2014), Düzce atmosferinde yapmış oldukları çalışmada *Alternaria*, *Ustilago* ve *Cladosporium* sporlarını 2006-2007 yılları arasında yoğun olarak saptamışlardır. Sonuçları meteorolojik faktörlerle karşılaştırıp, 1 yıllık spor takvimi hazırlamışlardır.

Volümetrik yöntemle yürütülen çalışmalar

Ülkemizde, atmosferdeki fungus sporlarının tanımlanması, 1 m³ havadaki sayısı (volümetrik yöntem) ve bu sayının iklimsel faktörlerle değişimi ile ilgili ilk çalışma, Ankara havasında Şakıyan ve İnceoğlu (1995) tarafından yapılmıştır. Bu çalışmada, alerjik reaksiyonlara neden olan, havada bol miktarda bulunan, kolay teşhis edilen *Cladosporium* ve *Alternaria* sporları incelenmiştir. Ankara havasında bulunan *Alternaria* ve *Cladosporium* sporlarının konsantrasyonunu ve bu konsantrasyona etki eden meteorolojik faktörleri, Şakıyan (1991), 1990-1991 yılları, Tekin (1995), 1991-1992 yılları, Ceylan (1996), 1992-1993 yılları ve Zeybek (2000), 1993-1994 yılları arasında yüksek lisans tezi olarak çalışmışlardır.

Çolakoğlu (1996), İstanbul bölgesinin mantar spor konsantrasyonunu Hirst tipi spor tutma tuzağıyla çalışmış ve 20 çeşit mantar sporu saptamıştır.

Ayvaz (2001) “Trabzon Atmosferindeki Aeroalerjenlerin Mevsimsel Dağılımı ve Çocukluk Çağı Solunum Yolu Allerjilerindeki Klinik Önemi” isimli uzmanlık tezi çalışmasında *Cladosporium* ve *Alternaria* sporlarının yıllık değişimlerini belirlemiştir. Bu çalışmada, *Cladosporium* sporlarının atmosferde *Alternaria* sporlarına göre daha yoğun miktarda bulunduğu bildirilmiştir.

Pınar vd. (2003), 1998-1999 dönemine ait Ankara havasındaki *Alternaria* sporlarının konsantrasyonu ve bu konsantrasyona etki eden meteorolojik faktörlerin etkisini çalışmıştır.

Çeter (2004), Ankara ili atmosferinde bulunan mantar sporlarını ve bunların meteorolojik faktörlerle değişimini incelemiştir. 35 farklı mantar taksonuna ait sporları teşhis etmiş, haftalık, aylık ve yıllık atmosferik spor konsantrasyonlarını tespit etmiş ve bu konsantrasyonların meteorolojik faktörler ile değişimini inceleyerek, Ankara ilinin spor takvimini çıkarmıştır.

Çeter vd. (2005), Ocak 2004-Ocak 2005 tarihleri arasında 1 yıllık süreyle Adana atmosferinde yaptıkları çalışmada 34 taksona ait toplam 197009 spor/ m³ tespit etmiştir. *Cladosporium* (% 54), *Alternaria* (% 24), *Epicoccum* (% 3), *Exosporium* (% 3), 1-septalı askospor (% 3) ve *Drechslera* (% 3) sporlarına dominant olarak rastlanmıştır. Meteorolojik faktörlerin spor konsantrasyonu ve dağılımına etkisi tartışılarak spor takvimi çıkarılmıştır.

Ökten vd. (2005), Edirne ili atmosferindeki fungusları hem gravimetrik hem de volumterik yöntemle araştırmış ve dominant olarak *Cladosporium*, *Alternaria*, *Penicillium*, *Trichoderma*, *Fusarium* ve *Rhizopus* taksonlarına ait sporlara rastlamışlardır.

Doğan ve Bursalı (2005), 2004 yılı boyunca Ankara atmosferinde *Alternaria* ve *Cladosporium* sporlarının konsantrasyonlarını ve iklimsel faktörlerin bu konsantrasyonlara olan etkileri araştırmışlardır. Araştırmada *Cladosporium* sporları temmuz ayında, *Alternaria* sporları ise ağustos ayında en yoğun konsantrasyonda gözlenmiştir. Her iki spor konsantrasyonu üzerinde de etkili olan en önemli meteorolojik faktörün sıcaklık olduğu belirlenmiştir.

Çeter vd. (2006) Adana atmosferinde Ocak 2004 Ocak 2005 tarihleri arasında 1 yıllık süreyle 34 taksona ait 197009 spor/m³ saptamışlardır. Çalışmada, *Cladosporium* % 54, *Alternaria* % 24, *Epicoccum* % 3, *Exosporium* % 3 oranında tespit edilmiştir.

Çeter (2008), Ocak 2006-Aralık 2007 tarihleri arasında Kastamonu ili atmosferinde bulunan mantar sporlarını yine Burkard hava örnekleycisi ile çalışmıştır. Çalışma sonucunda, 35 farklı taksona ait toplam 869590 adet spor sayılmıştır. Toplam spor konsantrasyonunun % 69'unu *Cladosporium*, % 8'ini ise *Alternaria* sporlarının oluşturduğunu belirtmiştir.

Çeter ve Pınar (2009), Türkiye'de yürütülen atmosferik fungus spor çalışmalarını ve kullanılan yöntemleri ayrıntılı olarak derlemiştir.

Kılıç vd. (2010), Kasım 2006- Ekim 2007 tarihleri arasında Adana ilinde astım ve/veya rinit rahatsızlığı olan ve *Alternaria* antijeni ile duyarlanmış 25 çocuk hastanın 1 yıl boyunca astım ve rinit skorlarını takip ederek atmosferik *Alternaria* spor konsantrasyonu ile meteorolojik faktörler arasındaki ilişkiyi incelemiştir. Araştırma sonucunda, atmosferde bulunan *Alternaria* spor konsantrasyonu ile aylık ortalama sıcaklık ($r=0.626$, $p=0.03$) ve basınç ($r=0.613$, $p=0.03$) arasında pozitif anlamlı korelasyon bulunduğunu, ayrıca spor konsantrasyonunun aylık ortalama astım semptom skoru, ile de arasında pozitif anlamlı ($r=0.599$, $p=0.04$) korelasyon olduğu bildirilmiştir.

Kızılpınar-Temizer (2011) Konya ili atmosferik mantar sporlarını 1 Ocak 2008-31 Aralık 2010 tarihleri arasında yaptığı çalışmada atmosferden izlemiştir. 2008 yılında % 19'u *Alternaria* ve % 81'i *Cladosporium*'a ait olmak üzere 2208 adet spor, 2009 yılında % 8.62'si *Alternaria* ve % 91,38'i ise *Cladosporium*'a ait toplam 46137 adet spor, 2010 yılında ise % 10.46'sı *Alternaria* ve % 89.54'ü ise *Cladosporium*'a ait toplam 52645 adet spor saymıştır.

Şahin (2015), Zonguldak ili atmosferinde bulunan *Alternaria* ve *Cladosporium* sporlarını 10 ay süre ile saatlik olarak izlemiştir. Mantar sporları ile meteorolojik faktörler arasındaki korelasyonu test etmiş, rüzgar hızının *Alternaria* spor konsantrasyonunu etkileyen tek parametre olduğunu bildirmiştir.

Akgül vd. (2016) ise, Lanzoni volumetrik hava örnekleyicisi ile Gaziantep ili atmosferinde 2 yıl süre ile yaptıkları çalışma sonucunda 47 farklı taksona ait 211521 adet spor saymışlardır. Bunlardan % 56.48'ini *Cladosporium* % 14.94'ünü hif parçaları, % 13.96'sını *Ustilago* sporları ve % 5.79'unu ise *Alternaria* sporlarının oluşturduğu tespit edilmiştir.

2.3 Aeroalerjen İzleme Çalışmaları

Dünya genelinde atmosferik polen ve spor çalışmaları ağırlıklı olarak volumetrik yöntemle yürütülmektedir. Yapılan aeropalinolojik çalışmalar, küresel iklim

değişikliklerinin, hava kirliliğinin ve hızlı nüfus artışının bitkilerin polinizasyon döneminde önemli değişikliklere neden olduğunu göstermiştir (Menzel vd. 2006, Bartra vd. 2007, D'amato ve Cecchi 2008, Reid vd. 2009, Ziello vd. 2012, Hamaoui-Laguel vd. 2015). Özellikle küresel iklim değişikliğine bağlı polinizasyon dönemlerindeki değişimler, polenlerin gelişimine ve polen dağılımına etki ettiği kadar, polenlerden salınan aeroalerjenlerin üretim miktarına ve alerjenitelerine de etki etmektedir. 2000'li yıllardan sonra, polen dışı alerjen parçacıkları olarak ifade edilen serbest ya da nişasta taneleri ile taşınan alerjen moleküllerin astıma neden olduğunun gösterilmesi ile beraber, atmosferden alerjenlerin doğrudan analizine yönelik çalışmalar artmıştır. Atmosferdeki aerosollerden alerjenlerin belirlenmesine yönelik öncü çalışmalar Schäppi vd. (1997a) tarafından gerçekleştirilmiştir. Çalışmasında atmosferdeki Bet v 1 ile Phl p 5 alerjen konsantrasyonlarını incelemiş, polen sayıları ile alerjen konsantrasyonu arasında korelasyon olduğunu bildirmiştir. Yine Yli-Panula ve Rantio-Lehtimäki (1995) iç ortam havasında yer alan Bet v 1 miktarlarını araştırmışlardır. Bu kapsamda son yıllarda volumetrik yöntemle polenlerin atmosferdeki miktarlarının belirlenmesinin yanı sıra, yüksek hacimli hava örnekleyicisi (YHHÖ) adı verilen ve dakikada 800 - 900 litre hava çeken cihazların kullanıldığı doğrudan aeroalerjenlerin belirlendiği çalışmalar öne çıkmaktadır.

Bertin firması tarafından üretilen Coriolis model YHHÖ ile gerçekleştirilen bir çalışmada, havadaki polen taneciklerinin ve küf sporlarının toplanmasında Coriolis'in performansı, açık havada polen konsantrasyonlarının ölçümünde yaygın kullanılan volumetrik tuzaklardan biri olan Hirst spor tuzağı ile karşılaştırılarak değerlendirilmiştir. Yüksek hacimli hava örnekleyicisinin (Coriolis), ve Hirst tipi volumetrik tuzağın, polen ve küf sporlarının eldesinde eşit etkinlikte olduğu anlaşılmıştır (Sindt ve Thibaudon 2011). Bu çalışmada kullanılan tuzak, MONALISA projesinde de kullanılmıştır. Avrupa çapında, bioklimatik ve topoğrafik özellikleri farklı olan 8 ülkede (Fransa, İngiltere, Finlandiya, Polonya, İspanya, Portekiz, İsviçre ve İtalya) Coriolis hava örnekleyicisi ile majör aeroalerjenler olan *Betula*, *Poaceae*, *Parietaria*, *Olea*, *Artemisia*, *Ambrosia*, *Cupressaceae* polenleri ve *Alternaria* sporlarının antijenite/alerjeniteleri ölçülmüştür. Bu proje, Coriolis örnekleyicisinde kuru tüp kullanılarak tamamlanmıştır. Projenin sonuçlarına göre, İsviçre'de *Betula* için en yüksek antijenik aktiviteye polen

sezonunundan önce rastlanmıştır. Finlandiya’da *Betula* polen konsantrasyonu Avrupa’daki ortalamaya göre düşük olup, özellikle Mayıs’ın sonlarına doğru polen miktarı en yüksek seviyede olmasına rağmen, polenlerde yer alan alerjen konsantrasyonu oldukça düşük bulunmuştur. İspanya’da *Olea* bitkisi için yapılan immünolojik sonuçlara göre Ole e 1 antijenik aktivitesinin çok az olduğu saptanmıştır. *Parietaria* bitkisi için (Par j 2) tüm alerjenik aktiviteler çok düşük bulunmuş, polen miktarı ve alerjenite arasında pozitif bir korelasyon bulunamamıştır. Sezon başlangıcında ya da sezon sonunda polen konsantrasyonunun çok düşük veya sıfır olduğu dönemde alerjenik aktivitenin arttığı, polen konsantrasyonu arttığında ise, alerjenik aktivitenin azaldığı bildirilmiştir. Poaceae bitkisi için sonuçlar yapılan tahminlerden farklı bulunmuş, bunun polen konsantrasyonunun yoğun olduğu dönemde toplanan örneklerdeki alerjen kaybından ya da immünolojik bir problem olduğu düşünülmektedir. *Artemisia* bitkisi çiçeklenmeye başlamadan önce (hiçbir şekilde polen salınımı gerçekleşmeden) atmosferde *Artemisia* antijenlerine rastlanmıştır.

Bu projenin ardından birçok bölgede gerek yüksek hacimli hava örnekleyicileri gerekse de düşük hacimli hava örnekleyicileri ile atmosferik alerjen izleme çalışmaları yaygınlaşmıştır. Benzer şekilde Avrupa genelinde yürütülen HIALINE projesinin sonuçlarından bir kısmı, Buters vd. (2012)’nin çalışmasında değerlendirilmiştir. Bu çalışmada, Avrupa’daki birçok merkezden aynı anda *Betula* poleninden alerjen salınımı izlenmiştir. ELISA ile ölçülen polen alerjen içeriği, tüm istasyonlarda 10 kata kadar farklılık göstermiştir. Bazofil hücrelerinde gözlenen reaksiyon, polen sayısından ziyade alerjen salınımı ile daha iyi korelasyon göstermiştir. Polenin farklı alerjen potansiyelinin, polen kaynağının farklı coğrafik kökeniyle açıklanabileceği bildirilmiştir.

Galan vd. (2013), eş zamanlı olarak *Olea europaea* poleni ve Ole e 1 alerjenlerini, Cordoba (İspanya) ve Evora, (Portekiz) atmosferinde, yüksek hacimli hava örnekleyicisi ve Hirst tipi tuzak kullanarak araştırmıştır. Her iki lokasyonda da, farklı günlerde, polen başına 12 kata kadar farklı miktarda Ole e 1 açığa çıkmıştır. Polenden ortalama alerjen salınımı (polen potansiyeli) Cordoba’da (3.9 pg Ole e 1 / polen) Evora’ya göre çok daha yüksek olarak bulunmuştur (0.8 pg Ole e 1 / polen, P = 0.004). Cordoba’daki yıllık zeytin poleni sayısı da Evora’ya göre 2.4 kat daha fazla iken, Ole e 1 konsantrasyonu ise 7.6

kat daha fazla olarak ölçülmüştür. Polen kaynağının araştırıldığı modellemelere göre, Evora'da Ole e 1 maruziyetinin % 40'dan fazlası, İspanya'nın güneyinden gelen polen ile açıklanmıştır. Bu nedenle, zeytin polenlerinin, morfolojik olarak özdeş olmalarına rağmen, alerjen salınımında büyük ölçüde değişkenlik gösterebileceği bildirilmiştir.

Jochner vd. (2015), yüksek ve düşük irtifalar arasında farklılık gösterebilen polen potansiyeli ile alerjik semptomların şiddeti arasındaki ilişkiyi açıklamak amacıyla Almanya Alp Dağlarında iki farklı yükseklikte (734 m-2650 m), *Betula* ve *Poaceae* polen konsantrasyonları ile Bet v 1 ve Phl p 5 major alerjen konsantrasyonlarını araştırmışlardır. Polen başına hesaplanan mevsimsel ortalama alerjen salınımı vadi için 1.8-3.3 pg Bet v 1 ve 5.7 pg Phl p 5; yüksek irtifa bölgesinde 1.1-3.7 pg Bet v 1 ve 0.7-1.5 pg Phl p 5 olmuştur. Geri-yörünge analizleri, yüksek irtifalı bölgedeki polen potansiyelinin genellikle güneybatı ve güneydoğu (*Betula*) ya da kuzey (*Poaceae*) yönlerinden esen rüzgara bağlı olduğunu ortaya çıkarmıştır. Ancak, polen potansiyelindeki ani artışların olduğu günler incelendiğinde, uzun ya da kısa mesafeli taşınım üzerinde kesin sonuçlar çıkarmanın zor olduğu belirtilmiştir. Sonuç olarak, polen alerjisi olan kişilerin daha yüksek rakımlarda daha az acı çekebileceğini öne sürmüşlerdir.

Plaza vd. (2016), İspanya'nın Cordoba şehrinde 2012-2014 yılları arasında *Poaceae* polen konsantrasyonu ile majör alerjen olan Phl p 5 alerjen konsantrasyonları arasındaki ilişkiyi ve meteorolojik parametrelerin etkisini incelemişlerdir. Üç yılda da polen mevsiminde çimen poleni ve Phl p 5 alerjen konsantrasyonları arasında anlamlı korelasyonlar ($r=0,587$ $p<0.01$, $r=0.749$ $p<0.01$, $r=676$ $p<0.01$) gözlemlenmiştir. Havadaki polen konsantrasyonu ile minimum sıcaklık, nisbi nem ve yağış arasında 2012-2013 yıllarında pozitif, 2014 yılında ise negatif korelasyon elde edilmiştir. Bununla birlikte, alerjenler ile meteorolojik faktörler arasındaki ilişkinin yıldan yıla değişkenlik gösterdiği bildirilmiştir. Phl p 5 alerjen konsantrasyonu, 2012 yılında nisbi nem ile negatif, 2013 yılında maksimum sıcaklıkla pozitif ve 2014 yılında minimum sıcaklık ve rüzgar hızı ile negatif korelasyon göstermiştir.

Grewling vd. (2016), *Ambrosia* alerjenlerinin hava akımlarıyla yoğun istilaya uğramış alanlardan istila olmamış alanlara uzun mesafeli taşınımını (LDT) göstermişlerdir. Bu

taşınımı hava sıcaklığı, nem ve güneş radyasyonunun etkilediğini; taşınımın süresinin, polenlerin alerjenik etkiyi sürdürme kabiliyetini etkileyebileceğini bildirmişlerdir. Taşınım sırasında ortam havasında toplanan *Ambrosia artemisiifolia* poleninin majör alerjeninin (Amb a 1) hala immünoreaktif özelliklere sahip olduğunu bildirmişlerdir. Polen sezonunu dönemlere ayırmışlar ve LDT sırasında ragweed polen tanelerinde bulunan Amb a 1 miktarının, dönemler arasında sabit ve değişmemiş olduğunu bildirmişlerdir. Polen büyüklüğündeki partiküllerdeki alerjenlere ek olarak, polenden küçük boyutlu, solunabilir partiküllerde de reaktif Amb a 1 saptamışlardır. Bitkinin bulunmadığı bölgelerde de *Ambrosia* polenlerinin görülmesinin alerjik reaksiyonlara neden olabileceğini belirtmişlerdir.

Avrupa Komisyonu, Bilim ve Teknoloji (COST) Eylemi FA1203 “SMARTER” İşbirliği, Avrupa çapında *Ambrosia*'nın sürdürülebilir yönetimi ve verimlilik ve maliyet etkinliğinin izlenmesi için önerilerde bulunmayı amaçlamaktadır. Bu çalışmanın amacı, Avrupa'da, bu istilacı bitkinin yönetimi ve değerlendirilmesi için havadaki *Ambrosia* poleninin uzamsal ve zamansal değişimlerini belirleyerek temel sağlamaktır. Çalışma, Avrupa çapında tüm *Ambrosia artemisiifolia* dağılımını kapsamaktadır. *Ambrosia*'nın (Ağustos-Eylül) 10 yıllık bir dönemde (2004-2013) kaydedilen başlıca çiçeklenme dönemi için havadaki *Ambrosia* polen verileri 242 izleme bölgesinden elde edilmiştir. Polenlerin izlenmesi, bu tarz invaziv bitkilerin yayılmasının erken uyarısı için önemlidir (Sikoparija vd. 2017).

Grewling vd. (2018), *Alternaria* spor ve Alt a 1 alerjen konsantrasyonunu üç yıl boyunca Poznan şehrinde izlemiştir. Bu çalışmaya göre, 2014-2016 yılları arasındaki, *Alternaria* sporlarının medyan mevsimsel alerjenite değerinin 8.6×10^{-3} pg Alt a 1 / spor değerini aştığını bildirmiştir. En kurak ve ozon, kükürt dioksit ve partikül madde konsantrasyonları bakımından en kirli mevsim boyunca en alerjik sporlar ChemVol marka yüksek hacimli hava örnekleyicisi ile toplanmıştır. Eş zamanlı olarak Hirst tuzağı ile de atmosferden sporlar örneklenmiştir. Mevsiminde (% 95 metoduna göre), günlük spor alerjisi potansiyelinin $2.4-34.7 \times 10^{-3}$ pg Alt a 1 / spor arasında değiştiği bildirilmiştir. *Alternaria* spor alerjenitesinde, hava koşullarının ve kirliliğin kısa vadeli varyasyonlar üzerinde tekrarlanabilir bir etkisi bulunamamıştır. Yüksek alerjik etkili

sporların kaydedildiği dönemlerde hava kütlelerinin doğu yönlerinden geldiği, en düşük alerjene sahip sporlar ise batıdan esen rüzgarlarla geldiği belirtilmiştir.

Bastl vd. (2016), Bet v 1 ve Phl p 5 aeroalerjenleri ile hasta semptomlarını dört farklı Avrupa ülkesinde 2009-2011 yılları arasında karşılaştırmıştır. Polen konsantrasyonunun yanı sıra alerjen konsantrasyonunun alerjik hasta semptomları üzerinde güçlü ama bölgeler arasında farklılık gösteren bir etkisi olduğunu bildirmişlerdir. Özellikle, semptomların pik yaptığı günlerde alerjen konsantrasyonunun da pik yaptığı görülmüştür. Bu çalışma hem polen, hem alerjen, hem de semptom verilerinin birlikte ele alındığı ilk çalışmadır.

Ülkemizdeki atmosferik aeroalerjen çalışmaları ise, yine HIALINE projesi ile başlamıştır. Bu proje ekibinde yer alan Uludağ Üniversitesi, Bursa ili atmosferindeki Phl p 5 ve Ole e 1 alerjenlerini çalışmıştır. Ardından bu tez çalışmasının da bir parçası olduğu bir TÜBİTAK (Proje no: 113Z762) projesinde Ankara ve Zonguldak illerinde üç polen alerjeni (Bet v 1, Phl p 5 ve Amb a 1) yüksek hacimli hava örnekleyicisi ile izlenmiştir. HIALINE projesinin sonuçlarına göre hastaların polen ile etkileşiminin, alerjen maruziyetini sadece kalitatif olarak ifade edebileceği belirtilmiştir (Buters vd. 2012). Dolayısıyla polen duyarlı bireylerin alerjen maruziyetlerinin kantitatif ifade edilmesi, alerjik hastalıkların tedavisinde önemli role sahiptir. Bu amaçla atmosferik alerjen izleme çalışmalarının yüksek popülasyona sahip illere genişletilmesi ve alerjen hareketlerinin izlenmesi gereklidir. Tez kapsamında, bu projede çalışılan polen alerjenlerine ek olarak ülkemizde ilk kez dış ortamdaki *Alternaria* küf sporunun alerjenlerinin miktarları da iki yıllık periyotta araştırılmıştır. Bu çalışma ise Ankara Üniversitesi Bilimsel Araştırma Koordinatörlüğü tarafından 16L0430006 nolu proje ile desteklenmiştir.

Alan vd. (2018), coğrafik ve iklimsel özelliklerin, Poaceae polen ve Phl p 5 konsantrasyonu üzerine etkisini Zonguldak ve Ankara illerinde araştırmışlardır. Bu çalışmada, 2015-2016 döneminde Poaceae polen (polen indeksi) konsantrasyonu Ankara'da 5454 ve Zonguldak'ta 4142 olarak bulunmuştur. Zonguldak'ta toplam Phl p 5 konsantrasyonu $1309 \text{ pg} / \text{m}^3$ iken, 2 yıl içinde Ankara'da $8181 \text{ pg} / \text{m}^3$ olarak bulunmuştur. Poaceae polen ve Phl p 5 konsantrasyonlarını etkileyen ana meteorolojik

parametrenin her iki istasyonda da sıcaklık olduğu bulunmuştur. Ayrıca, Zonguldak'ın güneyinden esen ana rüzgar yönünün, havadaki polen konsantrasyonları ve alerjenin atmosfere salındığı tarihler nedeniyle alerjenler için bir “sürüklenme etkisi” oluşturduğu belirtilmiştir. Bu durumun, özellikle dağlık topoğrafyaya sahip istasyonlarda, alerjen ve polen tanelerinin dağılımında önemli bir faktör olabileceği bildirilmiştir.

Klinik bulgular, alerjik rinit ve astım gibi hastalıkların insidans ve prevalansındaki artışın, sadece hava kirliliği ve yaşam koşullarındaki değişimlerden ziyade, alerjik polenlerdeki belirgin konsantrasyon artışından kaynaklandığını belirtmektedir (Beggs ve Bambrick 2005, D'amato ve Cecchi 2008, Reid ve Gamble 2009). Ortam havasının kalitesi son birkaç on yılda iklim değişikliğinden büyük ölçüde etkilenmiştir. Aslında, iklim değişikliği hava kirliliği sistemlerinin dinamiği ve ağaç, Poaceae polenleri ve mantar sporları da dahil olmak üzere biyogenik emisyonların dinamiklerini içeren atmosferik süreçleri önemli ölçüde etkilemektedir. Ayrıca, Alerjik Havayolu Hastalığı (AAD) prevalansı dünya çapında artmaktadır, bu da artan sayıda acil servis ziyaretleri ve hastaneye yatışlarla sonuçlanmaktadır. Klinik çalışmalar, AAD'nin, polen ve sporlar gibi aeroalerjenlerin, ozon gibi atmosferik kirleticilerin sinerjik etkisiyle daha da şiddetlenebileceğini göstermektedir. Hava kirliliğinin polen alerjenleri üzerindeki doğrudan ve dolaylı etkileri konusunda birçok çalışmada veri üretilmiştir. Hava kirleticileri, alerjenik proteinleri değiştirebilmekte ve böylece bağışıklık sistemi ile etkileşimlerini etkileyebilmektedir. Kirleticili partiküller, protein stabilitesini değiştirip antijen sunucu hücrelere bağlanma süresini uzatabilmektedir. Ayrıca, epitoplara ve adjuvanlar üzerinde yenilerini oluşturma veya mevcut olanları değiştirme şeklinde etkiler de olabilmektedir (Sedghy vd. 2018).

Cortegano vd. (2004), *Cupressus arzonica* polenleri ile yaptıkları çalışmada, kirli bölgeden toplanan polenlerde Cup a 3 alerjen miktarının temiz bölgeden toplananlara göre daha fazla olduğu belirlenmiştir. Bu doğrudan etikinin yanısıra atmosferik kirleticiler, alerjenlere verilen alerjik yanıtın şiddeti üzerinde de etkili olabilmektedirler. Özellikle kömür vb. yakıtların yanma ürünleri olan polisiklik aromatik hidrokarbonların, Bet v 1 alerjeni ile beraber bazofil hücrelerine verildiğinde daha fazla granülasyona neden olduğu belirlenmiştir (Schober vd. 2007).

Azot dioksit (NO₂)'e maruz kaldığında *Ambrosia* (Ghiani vd. 2012), *Betula* (Gruijthuisen vd. 2006, *Carpinus* ve *Ostrya* polenlerinde alerjenite de artış gözlenmiştir (Bellanger vd. 2012). Alerjenik *Aspergillus fumigatus* küfünün eşeysiz konidyumları, doğal (ortam) ve kontrollü (laboratuvar) koşullar altında hava kirliliğine maruz bırakılmıştır. *Aspergillus fumigatus* konidyumu NO₂'ye kısa süreli maruz bırakıldığında, Asp f 1 alerjen konsantrasyonunun 2-5 kat arttığı, daha uzun süre maruz kaldığında ise proteinlerin deamidasyonundan alerjenitenin azaldığı görülmüştür (Lang-Yona vd. 2016).

Boldogh vd. (2005) tarafından ozona (O₃) maruz kalmanın incelendiği çalışmada, *Ambrosia* (ragweed) poleninde NADPH oksidaz aktivitesinde (ve reaktif oksijen bileşiklerinin üretiminde) bir artış olduğu gösterilmiş ve başka bir çalışmada ise, önemli bir değişiklik olmadığı gösterilmiştir (Ghiani vd. 2012). Klinik etkinin açık olmadığı, her iki çalışmada da Amb 1 içeriğinde herhangi bir değişiklik gözlenmediği belirtilmiştir. Bununla birlikte, trafiğin yoğun olduğu yol kenarlarından toplanan ragweed polenlerinin alerjenitesi, NO₂ konsantrasyonları ile pozitif bir korelasyon gösterirken, O₃ seviyeleri ile herhangi bir korelasyon elde edilmemiştir (Ghiani vd. 2012). Aksine, Münih'in ozonca kirlenmiş alanlarındaki *Betula* ağaçlarından alınan polenlerde, alerjenitede artış ve bağışıklık uyarıcı bir potansiyel gösterilmiştir (Gruijthuisen vd. 2006). Sedghy vd. (2018), hava kirliliğinin *Platanus acerifolia*'nın majör alerjenleri olan Pla a 1 ve Pla a 2 üzerine etkisi ile ilgili çalışmalarında, O₃ ve NO₂'nin her bir polen alerjeni ile farklı bir şekilde etkileşime girebildiği, alerjeniteyi artırabildiği veya azaltabildiği belirtmiştir. Ayrıca, son derece küçük nanomalzemelerin ve çöl tozu parçacıklarının alerjik inflamasyonu artırabildiği bildirilmiştir.

Son yıllarda, DNA barkodlama çalışmalarının hız kazanmasına bağlı olarak, atmosferik içeriğin, DNA temelli moleküler teknikler kullanılarak araştırılmasına yönelik çalışmaların arttığı gözlenmektedir. Bu çalışmalarda temel olarak çalışılacak taksona ait belirli bir gen bölgesi PZR (Polimeraz zincir reaksiyonu) yada qPZR yöntemi ile çoğaltılmakta ve bunun üzerinden polen miktarının belirlenmesi hedeflenmektedir. Örneğin Müller-Germann vd. (2015), atmosferden partikül örnekleyicisi ile elde ettiği örneklerde BP8 ve ITS (Internal ara bölgeler) gen bölgeleri üzerinden *Betula* polenine ait DNA miktarını belirlemiştir. DNA miktarı ile polen konsantrasyonunu karşılaştırabilmek

için, Hirst tuzağı yerine COSMO-ART adı verilen ve havadaki polen miktarını modellemeler ve tahminler üzerinden ön gören bir sistemdeki verileri kullanmışlardır. Korelasyon değeri 0.90'a ulaşmış olup, çok yüksektir. Aynı ekip benzer bir çalışmayı sadece ITS bölgesini kullanarak *A.artemisifolia* ve başka Asteraceae polenleri üzerinde uygulamışlardır. Yüksek bir korelasyon elde etmişlerdir (Müller Germann vd. 2017). Mohanty vd. (2017), *Juniperus* polen konsantrasyonunu DNA miktarları üzerinden qPZR tekniği ile belirlemeye çalışmıştır. Çalışmada, matK gen bölgesi seçilmiştir ve mikroskobik polen sayımları ile DNA miktarları arasında çok yüksek (0.90) bir korelasyon elde edilmiştir. Mikroskobik analizlerde polenin teşhisi çoğunlukla familya veya cins düzeyinde olmaktadır. Ancak DNA temelli çalışmalarda türe özgü primerler kullanılarak, polenlerin tür bazında uzun mesafeli taşınımının dahi gösterilmesi mümkün olmuştur.

Kraaijeveld vd. (2015) tarafından, ışık mikroskobik olarak tür düzeyinde ayıramayan Poaceae polenleri içerisinde cins düzeyinde ayırım trnL gen bölgesi kullanılarak sağlanabilmiştir. Bu çalışmada ayrıca Hirst tuzağından elde edilen örnekler kullanılarak yeni nesil sekanslama kullanılmıştır. Ghitarrini vd. (2018) tarafından yine matK bölgesi ve çok sayıda farklı primer kullanılarak atmosferdeki Poaceae familyası bireylerine ait polenler nitel yönden belirlenmeye çalışılmıştır. Bu çalışmada herhangi bir nicel (konsantrasyon bazlı) analiz yapılmamıştır. Ayrıca Hirst tuzağından DNA ve polen eldesi gerçekleştirilmiştir. Günlük olarak değil de haftalık olarak toplanan örneklerden daha iyi DNA elde edildiği bildirilmiştir. Bunun nedeni de atmosferden dakikada 10 L hava çeken Hirst tuzağı örneklerinin haftalık toplananda daha yoğun olması ile ilişkilendirilmiştir.

Ülkemizde ilk DNA temelli aerobiyolojik çalışma Alan vd. (2019) tarafından gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmada, havadaki Poaceae polenlerinin hızlı ve basit bir yöntemle belirlenmesi amacıyla, yüksek hacimli hava örnekleyicisinden elde edilen örnekler kullanılmıştır. Poaceae familyası için trnL-F kloroplast gen bölgesine özgü primer çiftleri ile filtrelerden izole edilen DNA çoğaltılmış ve DNA miktarı son ürün üzerinden florometrik olarak belirlenmiştir. Çalışmada polen sezonun üç farklı dönem içerdiği ve bu dönemler ayrı ayrı ele alındığında, ana sezon olana ikinci dönemde polen

konsantrasyonu ile DNA miktarı arasında oldukça yüksek bir korelasyon (0.767 $p < 0.01$) elde edilmiştir.

Bugüne kadar birçok çalışma, ilgili alerjeni ekstrakte ederek ve ardından ELISA (Buters vd. 2012, Brough vd. 2013) ile miktar tayini yaparak ortam havasındaki parçacıkların alerjen içeriğini incelemiştir. Farklı olarak, Süring vd. (2016), PM10 partikülleri havadan, düşük hacimli bir örnekleyici ile polytetrafluoroethylene (PTFE) yapıdaki filtrelerle toplamış ve ortam havasındaki PM10 partiküllere bağlı Bet v 1 alerjen içeriğini flow sitometrik (akış sitometri) yöntemlerle göstermiştir. Bu yeni method ile ELISA arasındaki temel farkın; akış sitometrisinde sadece partiküle bağlı antijen analiz edilirken, ELISA'da ise çoğunlukla ekstrakte edilmiş, çözülmüş veya polenlerden salınmış antijenin nicel olarak tayin edilmesi olduğu belirtilmiştir. Benzer şekilde, Buters vd. 2010, PM <2.5 um fraksiyonunda hiç Bet v 1 alerjenine rastlamamış, 10 um $>$ PM >2.5 um fraksiyonunda (PM2.5) yaklaşık % 7 oranında Bet v 1 ve ortam havasının PM >10 um fraksiyonunda (PM10) Bet v 1 alerjenlerinin % 93'ten daha fazla olduğunu tespit etmişlerdir. ELISA ve flow sitometrik analiz arasındaki farklı sonuçların, alerjenlerin yakalanmasında kullanılan yöntemdeki hassasiyet farklılıklarından kaynaklanabildiği ve bu farkı tam olarak anlamak için daha fazla araştırmaya ihtiyaç olduğu belirtilmiştir. Akış sitometrisi tekniğinin, çapı 0.5-10 μm olan partikülleri uygun antikorlarla karakterize etmek için yeni bir yol sunabileceği bildirilmiştir. Ancak PM10 partiküllerinin, yalnızca biyolojik materyali değil, aynı zamanda kimyasalları ve metalleri de oldukça kolay bir şekilde adsorbe etmesinden dolayı, antikorların spesifik olmayan şekilde bağlanmasının bir problem yaratabileceği rapor edilmiştir. Yeni bir antikor denenirken kritik bir adım olan spesifik bağlanmanın kanıtlanması gerektiği vurgulanmıştır (Süring vd. 2016).

Parçacık bağlı antijeni/alerjeni görselleştirmek için kullanılacak bir diğer yöntem de taramalı elektron mikroskopisidir (Schappi vd. 1997a). Elektron mikroskopik yöntemlerle, Ormstad vd. (1998) tarafından yüksek polen konsantrasyonunun olduğu mevsimlerde örneklenen partiküllerin yüzeyindeki Bet v 1 alerjeninin, düşük polen mevsiminde örneklenen partiküller üzerinde daha az miktarda olduğunu görselleştirmiştir. Ek olarak, polen, lateks ve β -glukanlardan gelen alerjenlerin ortam havasındaki yanma partiküllerine adsorbe edildiği bulunmuştur. Tez çalışmasında immün etiketleme yöntemi ile polen ve

sporlarda yer alan alerjenlerin yerleşimleri geçirmeli elektron mikroskopunda (TEM) araştırılmıştır.

Günümüzde, atmosferden polen ve sporların floresans özellikleri kullanılarak lazer teknolojisi ile otomatik sayımına dayalı yöntemler geliştiren çalışmalar hız kazanmıştır (Buters vd. 2018). Ayrıca tahmin ve modellemelerle de ileriye dönük olarak polen raporları verilmektedir (Kawashima vd. 2007, Oteros vd. 2015). Bu şekilde üretilen verilerin eş zamanlı veya önceden aerobiyolojik veri tabanları ile entegrasyonu sonucunda, alerjik rahatsızlıklar geçiren bireylere maruz kaldıkları alerjen yükü daha iyi sunulabilecektir.

2.3.1 Bet v 1 alerjisi

Tez çalışması kapsamında atmosferdeki miktarı izlenen ilk polen alerjisi Bet v 1 alerjisidir. Bu alerjen başta Kuzey Avrupa olmak üzere birçok ülkede ağaç alerjileri arasında en önemlilerinden biri olarak gösterilmektedir (Heinzerling vd. 2005). İlk kez Betulaceae familyasında yer alan *Betula pendula* Roth. (Syn. *Betula verrucosa*)’dan izole edilen bu alerjinin homoloğu olan birçok alerjen, bu familya ile beraber diğer birçok bitkinin poleni ya da organlarından izole edilmiştir. Bugüne kadar Betulaceae familyası üyelerinden toplam 12 alerjen izole edilmiştir. Bu alerjenlerin birçoğu Bet v 1 ile aynı protein ailesindedir. “Patogenez bağlantılı proteinler” olarak adlandırılan bu grup alerjenlerin ribonükleaz aktivitesine sahip oldukları bildirilmiştir. Bet v 1 alerjisi, 160 aminoasit kökünden oluşmakta ve 17 kDa molekül ağırlığına sahiptir. Ayrıca bu alerjen cDNA sı sentezlenen ilk alerjen olma özelliğine de sahiptir (Breiteneder vd. 2000).

Ağaç polenleri erken dönem polen alerjilerinin kaynağıdır ve *Betula* sp. (Huş) bitkisi Ankara ilinde peyzaj amacı ile park ve bahçelere yoğun bir şekilde ekimi yapılan bir ağaçtır. Bet v 1 alerjisine karşı alerji frekansının toplumlara ve coğrafik koşullara göre değişiklik gösterdiği belirlenmiştir. Rekombinant *Betula* alerjenlerinin alt Avrupa popülasyonundaki huş ağacı duyarlılığı olan kişilerdeki frekansı incelendiğinde, Kuzey Avrupa ülkelerinde bireylerin % 100’ünün bu alerjene karşı duyarlı olduğu belirlenirken, İtalya’da ise bu oran % 44 olarak belirlenmiştir (Moverare vd. 2002). Bu durum alerjik

reaksiyonların iklim ve biyocoğrafya ile beraber toplumlara göre değişebileceğini göstermektedir. Ülkemizde, doğal *Betula* proteinlerinin kullanıldığı bir araştırmada Ankara ilinde *Betula* duyarlılığı olan bireylerde Bet v 1 alerji frekansı % 85 olarak bulunmuştur (Alan vd. 2009). 2012 yılında yayınlanan ve küresel ısınma etkilerinin polen alerjisi ile beraber değerlendirildiği bir çalışmada ise, Berlin şehri için alerji potansiyeli olan ağaç ve alırlar listelenmiş ve tehlike durumları numaralandırılmıştır. Bu tabloda Bet v 1 alerjeninin tanımlandığı *Betula* cinsi ile beraber diğer Betulaceae familyası üyeleri birinci derecede risk grubu içerisinde değerlendirilmiştir (Bergmann vd. 2012). Bu bilgiler ışığında, tez kapsamında Bet v 1 alerjeninin, Ankara atmosferindeki konsantrasyonunun izlenmesi insan sağlığı bakımından oldukça önemlidir.

Polen alerjenleri isimlendirilirken Dünya Sağlık Örgütü, Uluslar arası İmmünoloji Cemiyetleri Birliği'nin (WHO/IUIS) Alerjen İsimlendirme Alt Komitesi tarafından belirlenen esaslar göz önüne alınır. Buna göre alerjenler alerjen kaynağına bağlı olarak isimlendirilir. Burada alerjen, kaynağının taksonomik olarak kabul edilmiş cins isminin ilk 3 harfi, tür isminin ilk harfi ve alerjenin keşfedildiği sırayı belirten bir sayıdan oluşan bir çeşit kısaltma ile ifade edilir. Örneğın Bet v 1 kısaltması *Betula verrucosa* bitkisinden ilk tespit edilen alerjeni ifade etmektedir.

2.3.2 Phl p 5 alerjeni

Atmosferdeki miktar ve değişimi izlenen polen alerjenlerinden bir diğeri tüm dünyada en alerjen bitki grubu olarak gösterilen Poaceae (Gramineae) familyasından *Phleum pratense* L. tarafından eksprese edilen ve diğer familya üyelerinde de bulunan proteinlerle yüksek çapraz reaktivite gösterdiği bilinen Phl p 5 alerjenidir. Bu alerjen 312 aminoasitten meydana gelmekte ve 32 kDa moleköl ağırlığına sahiptir ve alerjik hastalıkların yaklaşık olarak % 90'ından sorumludur (Flicker vd. 2000). Bu nedenle Avrupa'da ki 29 alerji merkezinin 29'unun da deri testi panellerinde yer almaktadır. Bet v 1 gibi ribonükleaz aktivitesine sahip olan bu majör alerjen birçok Poaceae familyası polenlerindeki V. Grup alerjenlerle yüksek sekans benzerliği göstermektedir (Bufe, 1998). Bu nedenle hemen tüm atmosferik alerjen çalışmalarında izlenmiştir (Thibaudon ve Sindt, 2008, Langer vd. 2012).

HIALINE çalışma grubunun yaptığı çalışmada, Avrupadan 9 ülkeden ve Türkiyeden elde edilen verilerde, aynı miktardaki polenden 1-9 pg olmak üzere değişken miktarlarda Phl p 5 alerjeni salındığı gösterilmiştir. Bu çeşitliliğinin en büyük nedeni farklı lokasyon ve polen sezonundaki farklılıklardır. Ayrıca havada yüksek nem varlığında polen sayısı az iken alerjen miktarının daha yüksek olduğunu bildirmişlerdir (Buters vd. 2015). Bu alerjen aynı zaman polen sitoplazmasında yer alan nişasta taneleri üzerinde bulunduğundan, alerjenin atmosferde izlenmesi, nişasta tanelerinin neden olduğu thunderstrom astımının belirlenebilmesine de olanak sağlayacaktır.

2.3.3 Amb a 1 alerjeni

Ülkemiz aeroflorasındaki yeri oldukça tartışmalı olan *Ambrosia artemisiifolia*' dan elde edilen Amb a 1 alerjeni de atmosferden izlenmiştir. Ülkemizde üç türü (*A. artemisiifolia*-Karadeniz bölgesinde, *A. maritima* – Akdeniz bölgesinde, *A. tenuifolia*-Malatya'da yayılış göstermektedir) bulunan bu cinsin polenleri ülkemizdeki birçok aerobiyolojik çalışmada izlenmiştir (Kaplan 2003, Altıntaş vd. 2004, Altunoğlu vd. 2010, Zemmer vd. 2012, Tosunoğlu vd. 2015c, Bıçakçı ve Tosunoğlu 2015). Ayrıca, bitkinin Türkiye'deki varlığı ile ilgili son yıllarda yapılan çalışmalarda bitki Trakya bölgesinde ve Karadeniz bölgesinde görülmüştür (Önen vd. 2014, Özaslan vd. 2016).

Ambrosia artemisiifolia, yüksek alerjik polenlere sahip olmasının yanı sıra tarımda da oldukça zararlı ve istilacı bir türdür. Çevre sağlığı için önemli bir tehdit olan bu tür, doğal yetiştiği Kuzey Amerika'dan farklı olarak tüm dünyada yayılış göstermeye başlamıştır. *Ambrosia artemisiifolia* türü ilk kez 1860'lı yıllarda Avrupa'da görülmüş olup bitkinin Avrupa'yı istilası son 20-25 yıla dayanmaktadır. ABD ve Kanada'dan ithal edilen tarım ürünlerinin bu türün (*A. artemisiifolia*) tohumları ile kontamine olması sonucu Avrupa'ya girdiği düşünülmektedir (Makra vd. 2005) *Ambrosia* tohumlarının karıştığı kontamine olmuş kuş yemleri ile son zamanlarda Avrupa'nın konut alanlarına da girdiği görülmüştür (Frick vd. 2011). *Ambrosia* tohumları Avrupa'ya girdikten sonra değişik yollarla özellikle insan aktiviteleri ile değişik yerlere taşınmıştır. Bu nedenle Avrupa'da *Ambrosia artemisiifolia* ile sürdürülebilir bir mücadele için ulusal ve uluslararası koordineli çalışma grupları oluşturulması gündeme gelmiş ve konu ile ilgili

birçok proje desteklenmiştir (Buttenschon vd. 2010, Bullock 2010, Sölter vd. 2012). Bu projelerden biri de 2013 yılında başlayıp 2017 yılında tamamlanmış olan *Ambrosia* türlerinin Avrupa'daki yayılışları, tarım alanlarındaki dağılımı ve ürün kayıpları, biyoçeşitlilik üzerine etkileri, polenlerinin sağlık açısından önemi, bu türlerle biyolojik, fiziksel ve kimyasal mücadele yöntemleri gibi konularını içeren AB COST destekli 33 ülkeden 120'den fazla araştırmacının yer aldığı (SMARTER-Sustainable Management of *Ambrosia artemisiifolia* in Europe) projesidir (Müller-Scharer ve Lommen 2014). Son yıllarda yapılan çalışmalarda ise bu polenin ülkemize muhtemel giriş yolunun Bulgaristan, Moldova ve Ukrayna gibi Karadeniz'in Rusya kıyıları olduğu belirtilmiştir (Zemmer vd. 2012). Bu nedenle, bu alerjenin ülkemizde izlenmeye başladığı dönem ile yüksek insan popülasyonunun yer aldığı Orta Anadolu Bölgesi'ne ulaşım ulaşmadığının belirlenmesi, uygun deri testi panellerinin oluşturma ve uygun immünoterapiye başlama zamanının belirlenmesi açısından önemlidir.

2.3.4 Alt a 1 alerjisi

Polen alerjenlerinin yanı sıra tez çalışmasında volumetrik polen ve spor tuzakları ile atmosferde yoğun olarak bilinen *Alternaria alternata* küf mantarında yer alan Alt a 1 alerjisi de izlenmiştir. Funguslar çok hücreli ökaryotik yapıda olup, seksüel ve aseksüel yollarla ürerken oluşturdukları uçucu sporların bir kısmı alerjenik özellik taşır. Fungus sporları 3-10 µm çapında olduğu için alt solunum yollarına kadar ulaşabilirler. Dünya üzerinde 1 milyon'dan fazla fungus türü vardır. Ancak ortalama 100 adet fungus türü solunum sistemi alerjisine neden olurlar. Üremeleri için yüksek oranda nem ve ısıya gereksinim duyarlar (Corsico vd. 1998, D'amato vd. 1997). *Alternaria* cinsi ise atmosferik polen ve spor çalışmalarda *Cladosporium* cinsi ile beraber en çok görülen ve üzerinde en çok durulan mikrofunguslardan bir tanesidir (Çeter 2004, Erkan vd. 2006, Aydoğdu ve Asan 2008, Kızılpınar-Temizir 2011). Tarım alanlarında yüksek miktarlarda ürerler, iç ortamlarda ise, selülözü parçalayabilme özelliklerinden dolayı kuru duvar kağıdı vey ahşap üzerinde de çoğalabilirler (Gaffin ve Phipatanakul 2009). Temel olarak bitki patojeni olarak değerlendirilen *Alternaria* cinsine ait türler, insanlarda alerjik reaksiyonların yanı sıra nadir olarak enfeksiyonlara da neden olabilmektedir.

Funguslara bağılı alerjik solunum hastalıklarının prevalansı, genel populasyonlarda % 6, atopik kişilerde ise % 20-30 olduğu düşünölmektedir (Wuethrich vd. 1989). Avrupa ölkelerinde *Cladosporium* ve *Alternaria* duyarlılığının % 3-30 olduğu görölmüştür. Ankara ilinde *Cladosporium* ve *Alternaria*'ya duyarlılık erişkinlerde % 14.8'dir (Bavbek vd. 2006). *Alternaria* sporları, farklı protein familyalarına ait ısı şoku proteinleri, dehidrojenazlar, transferazlar ve ribozomal proteinler gibi alerjenler içerirler (Gabriel vd. 2016). Dış ortam havasındaki Alt a 1 konsantrasyonunun, *Alternaria*'ya duyarlı hastaların klinik semptomları ile anlamlı derecede ilişkili olduğu gösterilmiştir (Feo Brito vd. 2016). Alt a 1 proteininin ağırlıklı olarak sporun melanin tabakasında bulunduğu bildirilmiştir (Twaroch vd. 2012). Alt a 1 proteininin işlevi henüz tam bilinmemesine rağmen, muhtemelen, bitki köklerinin büyümesini inhibe eden ve reaktif oksijen türlerini detoksizasyon eden küçük ligandların (methylated flavonoid) bir taşıyıcısı olarak hizmet ettiği ve bitki savunmasını bloke ederek bitkiye mantar girişini desteklediği öne sürölmüştür (Garrido Arandia vd. 2016).

2.4 İmmün Etiketleme Çalışmaları

Alerjen proteinlerin polendeki yerlerini belirlemeye yönelik birçok çalışma bulunmaktadır. Bu çalışmalarda immünogold işaretleme yöntemi ve monoklonal antikolar kullanılarak, geçirmeli elektron mikroskopunda alerjenlerin lokalize olduğu kısımlar görölebilmektedir. Bu tür çalışmalardaki en büyük zorluk alerjenlerin sulu bir ortamda, yerleştikleri bölgeden dış ortama çok çabuk bir şekilde difüzyona uğramalarıdır. Bu nedenle alerjenleri belirlemek amacıyla susuz tespit yöntemi kullanılmaktadır (Grote 1991). Bu şekilde yürütölen çalışmalar sonucunda *Lolium perenne* polenin majör alerjenlerinden biri olan Lol p 1, polen tanesinin sitozolünde depolanırken, Lol p 5 ise çoğunlukla nişasta taneleri içerisinde bulunduğu gösterilmiştir. Aynı durum *Phleum pratense* bitkisinin poleninden elde edilen Phl p 1 ve Phl p 5 alerjenleri için de geçerlidir (Grote vd. 1994).

Polen alerjenleri esas olarak sporofitik kökenlidir, diğer bir deyişle, tapetum hücreleri tarafından üretilir ve genellikle ekzinde görölürler (El-Ghazaly vd. 1999). Orbiküller de tapetum hücreleri tarafından üretilir. Olgunlaştıklarında ekzin ile aynı kimyasal bileşime

sahiptirler, yani sporopollenin yapısındadırlar ve ekzin ile aynı anda gelişirler. Saman nezlesi yapan Angiosperm'lerin salgı tapetumu varlığı ile karakterize olduğu bilinmektedir. Orbiküllerin de alerjen içerip içermediği araştırılmıştır (Davis 1967). Orbiküller, Betulaceae, Chenopodiaceae, Fagaceae, Poaceae, Polygonaceae ve Urticaceae familyalarına ait polenlerde tespit edilmiştir (Vinckier ve Smets 2001a, b). Bununla birlikte, bazı klinik olarak önemli *Ambrosia coronopifolia* Torr. ve A. Gray, *Artemisia vulgaris* L. (Asteraceae) ve *Olea europaea* L. (Oleaceae) türlerinde orbiküller yoktur (Vinckier ve Smets 2001a, b). Orbiküllerin atmosferdeki alerjen dağılımında vektör gibi davranabildiği belirtilmiştir (Vinckier ve Smets 2001b).

Bu tez çalışmasının bir kısmında, Bet v 1, Phl p 5, Amb a 1 ve Alt a 1 alerjenlerinin immünogold elektron mikroskobu kullanılarak lokalizasyonu araştırılmaktadır. Alerjenlerin lokalize olduğu bölgeler (ekzin, intin, sitoplazma, nişasta taneleri, orbiküller gibi vb.) belirlenerek alerjenlerin polen ve spordardan dağılım mekanizmalarıyla ilgili çıktılar elde edilmesi amaçlanmaktadır.

2.4.1 *Betula pendula* Roth. polenlerinde Bet v 1 alerjen lokalizasyonunun gösterilmesi

Betula polenleri atmosferde Avrupa ve Amerika'da yaygın ve çok alerjik olduklarından çok uzun yıllardan beri izlenmektedirler. *Betula pendula*'ya ait Bet v 1 alerjeninin polenlerde lokalizasyonunun gösterildiği birçok çalışma mevcuttur. Örneğin, Belin ve Rowley (1971), polen alerjenlerinin *Betula* polenlerinde protoplazma da yer aldığını ve çimlenme sırasında apertürlere hareket ettiğinden bahsetmişlerdir. Alerjenler ayrıca olgun polen duvarında, prob olarak alerjen spesifik IgE kullanılarak lokalize edilmiştir (Fromme vd. 1985, Grote ve Fromme 1986).

Kuru ve dehidre *Betula pendula* polenlerinde Bet v 1 ve profilin varlığının immunogold yöntemiyle araştırılması çalışmasında, kuru polenlerde her iki protein de sitoplazmada, organel ve veziküllerde gözlemlenirken, intin veya ekzinde bir etiketlenme olmamıştır.

Ancak rehidre (yaş) polenlerde her iki protein de polen duvarında ve polen yüzeyinde tespit edilmiştir (Grote vd. 1993).

Ghazaly vd. (1996)'nin yaptığı çalışmayla Bet v 1 alerjenlerinin büyük bölümünün nişasta tanelerinde, kalan kısmının ise ekzin ve intin tabakalarında bulunduğu ortaya konmuştur. Elde edilen sonuçlar, monoklonal antikoların kullanılmasının immuno sitokimyasal yöntemin özgüllüğünü geliştirdiğini göstermiştir.

Betula poleni duyarlısı bir hastadan elde edilen Ig G antikoları ile gerçekleştirilen bir çalışmada, Bet v 1 alerjen proteininin polendeki lokalizasyonu ve antikora bağlandığı yerler geçirmeli elektron mikroskopunda gösterilmiştir. Polen sitoplazmasında IgG antikoları, ribozomca zengin alanlara ve nukleusa bağlanmıştır (Grote vd. 1998). Önceki çalışmalarda Bet v 1 alerjeninin sitoplazmadaki tam yeri net değildir (Belin ve Rowley 1971, Grote vd. 1993, Swoboda vd. 1995, Emilson vd. 1996). Por bölgesinde de bazı durumlarda alerjenler saptanmıştır (El-Ghazaly vd.1996, Emilson vd. 1996).

2.4.2 *Phleum pratense* L. polenlerinde Phl p 5 alerjen lokalizasyonunun gösterilmesi

Monokotil bitkilere ait polenler ince bir ekzine sahiptirler ve genellikle dehidratasyona eğilimli olabilir. Özellikle rüzgarla tozlaşan Poaceae familyasına ait polenlerde, apertür üzerinde koruyucu bir kapak gibi ekzinin bir devamı niteliğinde olan “operkulum” yapısı mevcuttur. Operkulum, sitoplazmayı dehidrasyona karşı korur. Bir operkulum ayrıca, bakteriler ve mantarlar gibi patojenlerin polen içine girmesine karşı da koruma sağlayabilir. Operkulumun, harmomegatik bir fonksiyonu da olabilmektedir; nispeten ince ekzin yapısına sahip poleni güçlendirmek ve dehidre kalması için, porun katlanmasını sağlayarak açıklığın sızdırmaz hale getirilmesine yardımcı olabilir. Ayrıca operkulum varlığının, polen çimlenmesini ve polen tüpü gelişimini de etkilediği bildirilmiştir (Blackmore ve Barnes 1986, Heslop ve Harrison 1980, Furness ve Rudall 2003).

Phl p 5 veya grup 5 alerjenler olarak da adlandırılan alerjenlerle ilgili geçmiş yıllardaki immun etiketleme çalışmalarında, çoğunlukla alerjenlerin amiloplastlarda, yani nişasta tanelerinde lokalize olduğu belirtilmiştir. Ayrıca sitoplazmada, ekzin ve intinde de çok yoğun olmamakla birlikte buldukları belirtilmiştir (Grote vd. 1994, Grote vd. 2000). Polenlerin hidrate olduklarında, solunabilir alerjen içeren partiküllerini polenden dışarı salmalarıyla ilgili bir çalışmada, Poaceae familyasına ait 6 farklı türde bu mekanizmanın ortak olup olmadığı araştırılmıştır. *Lolium perenne* polenlerinde hidrate olan polenler alerjen proteinlerini apertürden dışarı vermiştir. *Phleum pratense* polenlerinin de yer aldığı bu çalışmada, bu mekanizmanın ortak olduğu ve Poaceae polen sezonunda yağışlı günlerde bu alerjenlere maruziyetin arttığı ve astım krizlerinin tetiklendiği bildirilmiştir. Ancak Poaceae polenleriyle daha önce gerçekleştirilen çalışmalardan farklı olarak Grote vd. (2001)'nin Grup 5 alerjenlerin nişasta tanelerinde lokalize olmadıkları, sitoplazmada elektronca yoğun alanlarda buldukları görülmüştür. Bu durumu hidrasyona bağlı olarak alerjenlerin nişasta tanelerinden ayrılıp apertüre doğru hareket etmesi ile açıklamışlardır.

2.4.3 *Ambrosia artemisifolia* L. polenlerinde Amb a 1 alerjen lokalizasyonunun gösterilmesi

Ambrosia artemisifolia polenlerinin duvar yapısı TEM ile çalışılmıştır ancak, Amb a 1 alerjeninin *Ambrosia artemisifolia*'da lokalizasyonunun gösterilmesi ile ilgili literatürde herhangi bir çalışma mevcut değildir. Elektron mikroskobunun ortaya çıkışı ile birçok çalışmada Asteraceae'deki ekzin yapısı ayrıntılı olarak tanımlanmıştır (Skvarla ve Larson 1965, Skvarla ve Turner 1966, Tomb vd. 1974, Payne ve Skvarla 1970, Skvarla vd. 1977). Daha sonra palinolojik ve sistematik çalışmalarda yaygın olarak benimsenen bir dizi ekzin tipi ortaya konmuştur. Anthemoid ekzin tipi kolumellanın kesintisiz bir şekilde aralarında kavea bulunmaksızın taban tabakasına bağlanması ile karakterizedir (Skvarla vd. 1977, Blackmore vd, 1984). Helianthoid ekzin tipinde ise ektekin, ancak geçirmeli elektron mikroskobu ile görülebilen "internal foramina" içerir ve ekzin belirgin bir şekilde kaveattır. Bu çalışmalara göre *Ambrosia* polenlerinde ektekin; spinül, tektum, kolumella ve kavea olmak üzere 4 ayrı tabakadan oluşmaktadır (Skvarla vd. 1977). Polenlerdeki özellikle ekzin yapısındaki tabakalaşmayı anlayabilmek için çeşitli çalışmalar referans alınmıştır (Skvarla ve Turner 1966, Halbritter vd. 2018).

2.4.4 *Alternaria* sporlarında Alt a 1 alerjen lokalizasyonunun gösterilmesi ile ilgili çalışmalar

Ibarrola vd. (2004) farklı kültür koşullarında *Alternaria* gelişimi sırasındaki majör Alt a 1 alerjen üretimini karşılaştırdıkları çalışmada, Alt a 1 alerjenlerini genç sporlarda, hem sitoplazmada hem de duvarda dağınık bir biçimde tespit etmişler, ancak sitoplazmada net, organel bazında bir nokta bildirmemişlerdir. Ayrıca genç hiflerde de çoğunlukla alerjenlerin duvarda bulunduğunu tespit etmişlerdir. Olgun hiflerde ise, etiketlenme çoğunlukla duvarda ve duvarın dışında gerçekleşmiştir. Bu durumun, olgun hiflerden ve sporlardan hücre dışına Alt a 1 proteinin salındığını gösterdiği bildirilmiştir.

Monoklonal antikolarla immünohistokimyasal analiz, sporlarda ve miselyumda sitoplazma ve hücre duvarı boyunca düzenli bir etiketlenme dağılımı göstermiştir. Alt a 1'in sitoplazmik lokalizasyonu tarif edilmiş, ancak hücre duvarının alerjen içermediği bildirilmiştir (Paris vd. 1991). Alt a 1 proteininin amino asit sekansı, sekresyonda görev alan 28 kalıntı dizisine sahiptir (de Vogue vd. 1996). Kültürün filtratında alerjenlere rastlanmıştır (Portnoy vd. 1993). *Aspergillus* için bildirildiği üzere (Sporik vd. 1993) spor çimlenmesi sırasında da Alt a 1 salgılandığı ve hücre dışına verildiği belirtilmiştir.

Ibarrola vd. (2004)'nin çalışmasında ilk kez immünohistokimyasal deneylerle Alt a 1'in kültür ortamına miselyum ve sporlardan salınması gösterilmiştir. *Alternaria* sporları akciğerin alveollerine ulaşamayacak kadar büyük olduğundan, atmosferde dağılmış spor ve miselyum parçalarının, yüksek miktarlarda Alt a 1'in havaya serbest bırakılmasıyla, duyarlı hastaların mukozası ile temas halinde alerjik reaksiyonları tetikleyebileceği vurgulanmıştır. Benzer şekilde, verimsiz polen çimlenmesi, ağaç polen alerjenlerinin salınması için karakteristik bir mekanizma olarak gösterilmiştir (Grote vd. 2003). Nekrotrofik bir fungus olan *Alternaria brassicicola*'da tespit edilen Alt b 1 (Alt a 1 homologu) proteininin, tercihen, *Arabidopsis* yaprağı üzerinde çimlenen sporlarda var olduğu, buna karşın suda çimlenen sporlarda bulunmadığı ifade edilmiştir. Bu sonuçlarla, bitki yaprağı yüzeyinde çimlenme sırasında oluşan sinyallerin Alt b 1 gen ifadesinde bir artışa neden olabileceği belirtilmiştir. Bu sinyal aynı zamanda besin açısından zengin ortamda oluşacağından, fungus üremesine yardımcı olan zengin bir ortamın (burun

mukozası gibi) Alt b 1 veya Alt a 1 üretimi için tek gereklilik olabileceği bildirilmiştir (Cramer ve Lawrence 2003).

En güncel çalışmalardan biri olan Twaroch vd. (2012)'in Alt a 1 ve Alt a 8 alerjenlerinin lokalizasyonunu araştırdığı çalışmada, Alt a 1 proteininin, sporlarda, sadece hücre duvarında melanin tabakasında bulunduğu, sitoplazmada, hiflerde veya genç sporlarda ise anlamlı bir etiketlenme bulunmadığı belirtilmiştir. Aksine, Alt a 8, sadece hif sitoplazmasında lokalize olmuştur. Hif sitoplazmasında, vakuol benzeri bölmeler içinde elektron yoğun alanlarda birikmiştir. Daha önceki çalışmalarda gözlemlenen duvar ve sitoplazmadaki yaygın lokalizasyonun farklı kültür koşullarından kaynaklanmış olabileceğini bildirmişlerdir (Paris vd. 1991, Ibarrola vd. 2004). Aimainanda vd. (2009), çalışmalarında doğal büyüme koşullarını taklit eden hava kaynaklı kalıp kullandıklarını, diğer çalışmalarda ise *A.alternata*'nın yapay sıvı kültür koşulları altında yetiştirildiğini bildirmişlerdir. Bu bağlamda, son zamanlarda, farklı kültür koşullarının, fungusların alerjenitesini etkileyebilecek bir hidrofobik tabakanın oluşumunu etkileyebileceği gösterilmiştir. Ayrıca, sıvı ortamdaki büyümenin, Alt a 1'in salınmasına neden olması da mümkündür. Sıvı kültürler, hidrasyondan dolayı, polen/spor tanelerinden alerjenlerin difüzyonuna neden olduğu düşünülen bir olgudur (Grote vd. 1999). *A. alternata* için bugüne kadar toplam 16 alerjen izole edilmiştir. Bunlardan bazılarının enzimatik fonksiyonları bildirilmiştir. Ancak henüz Alt a 1'in biyolojik işlevi bildirilmemiştir (Kustrzeba vd. 2014). Alt a 1 in biyolojik fonksiyonunun tanımlanması alerjenin potansiyel kontrolü için yeni fikirler sağlayacaktır ve hastaların *Alternaria* alerjenlerine karşı nasıl duyarlı hale getirildiği sorusuna cevap vermeye yardımcı olabilir.

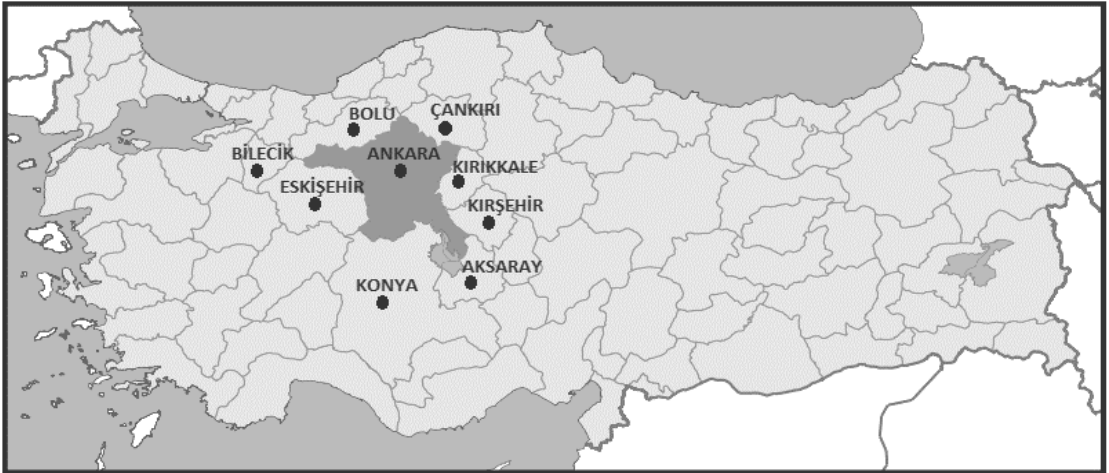
3. MATERYAL VE METOT

3.1 Ankara İli Araştırma Bölgesi Hakkında Genel Bilgiler

Ankara ilinin coğrafik durumu, florası, biyoiklimi, sıcaklık, yağış, nispi nem, rüzgâr hızı gibi meteorolojik faktörler ile hava kirliliği parametrelerinin ildeki durumu aşağıda başlıklar halinde verilmiştir.

3.1.1 Coğrafik durum

Ankara Valiliği, Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü (2018)'nün hazırladığı Ankara il çevre durum raporuna göre, Ankara ili, 39°57' kuzey enlemleri ile 32°53' doğu boylamları arasında olup, iki ayrı coğrafik bölge içinde kalmaktadır. İlin büyük bir kısmı İç Anadolu Bölgesi'nin kuzeybatısında, kuzeyindeki küçük bir kesim ise Karadeniz Bölgesi'nde yer almaktadır. Ankara'nın doğusunda Kırşehir ve Kırıkkale, batısında Eskişehir ve Bilecik, kuzeyinde Çankırı, kuzeybatısında Bolu ve güneyinde Konya ve Aksaray illeri bulunmaktadır (Şekil 3.1). 26326 km²'lik bir yüzölçümüne sahip olan Ankara'nın deniz seviyesinden yüksekliği ortalama olarak 890 metredir.

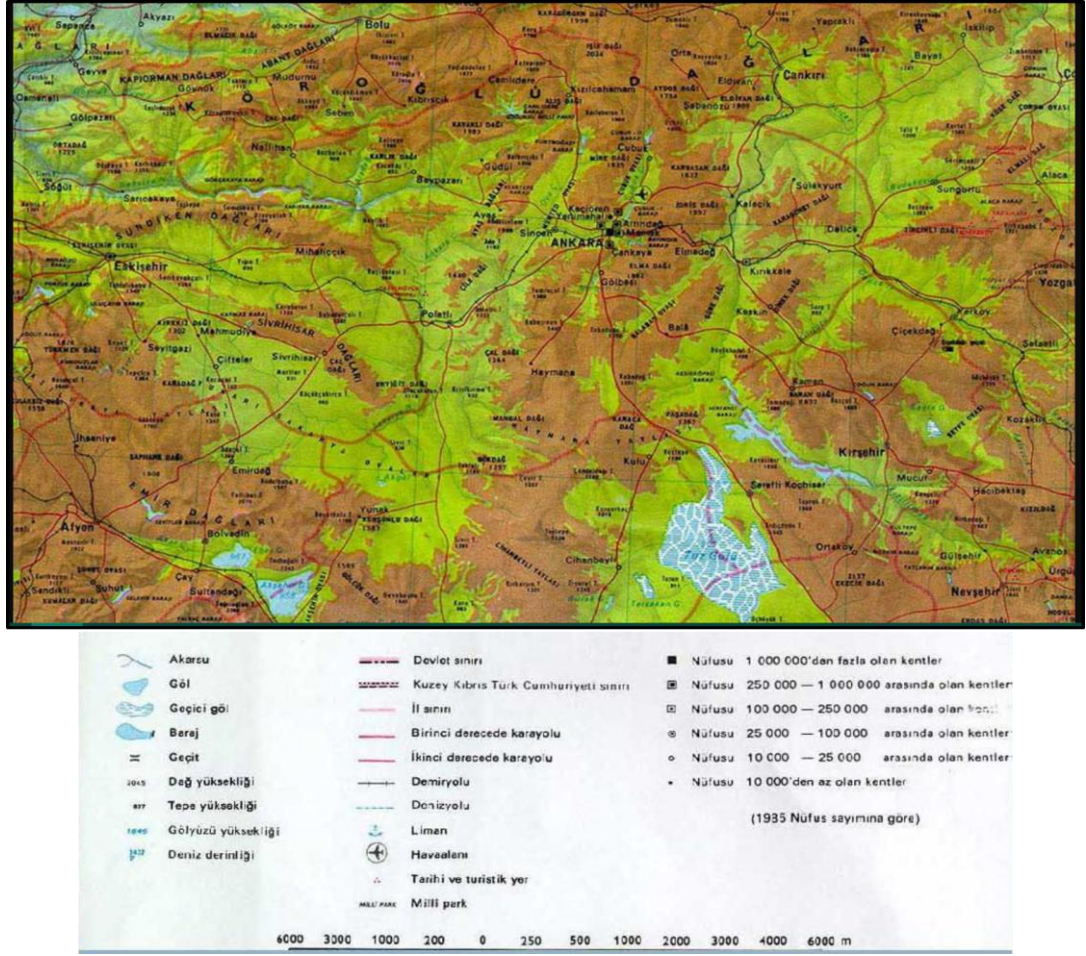


Şekil 3.1 Ankara ilinin Türkiye haritasındaki yeri ve komşusu olan iller (<http://cografya.sitesi.web.tr> 'den uyarlanmıştır)

Ankara, Orta Anadolu'nun kuzeybatısında bulunan Kızılırmak ve Sakarya nehirlerinin kollarının oluşturduğu ovalarla kaplı bir bölgedir. Bu bölgede orman alanları ile step alanlarını bir arada görmek mümkündür. İlin kuzey sınırını Kuzey Anadolu sıra dağlarının kolları olan dağlar ve Orta Anadolu düzlüklerinin devamı olan ovalar çizer. Güney kısmında Tuz Gölü çanağı, Kepez Ovaları ve Hacıbekirözü gibi düzlükler bulunur. Bu düzlükler arasında volkanik Karadağ ile Karasimir Dağı, Paşa Dağı ve Teke Dağı yükselir. Orta kesimlerden kuzeye doğru yaklaştıkça Haymana, Bala hattının kuzeyinde Kuzey Anadolu sıra dağları ile irtibatları bulunan dağ sıraları belirir. Bunların arasında İdris ve Elmadağ'ları yükselir. Güney Batı Kuzey-Doğu doğrultusunda Güre, Elma, İdris, Karyağdı-Mire-Aydos-Çile, Ayaş ve Hıdır Dağ sıraları arasında çöküntü alanları ve kıvrılmalarından dolayı Balaban, Mogan Gölü, Çubuk, Mürted ve Babayakup Ovaları meydana gelmiştir. Ankara Ovası doğu-batı yönünde uzanmıştır. Sakarya ve Kızılırmak nehir kolları arasında çukurlarda münferit olarak yüksek sıradağları görmek mümkündür. Kuzeyde, Çubuk ve Kızılcahamam ilçelerinde yer yer sarp görünüşlü Yıldırım, Işık ve Yakut Dağları, batıda Ayaş, Beypazarı ve Nallıhan ilçelerinin kuzey sınırları Karakiriş, Kartal ve Manastır Dağları ile çevrilmiştir. Güney bölgedeki dağlar tatlı meyilli, yuvarlak sırtlı ve üzerleri düzdür. Bu alanda yükseklikler 1050-1500 m arasındadır (Bayar ve Karabacak 2017).

İl sınırları içinde Mogan, Eymir, Karagöl, Kurumcu ve Samsun gölleri bulunur. Tuz Gölü havzası, bir bölümü Ankara'nın Şereflikoçhisar ilçe sınırları içinde kalan Tuz Gölü'nün yanı sıra etrafındaki sulak çayırları ve özellikle güney ve batıda geniş alanlar tuzcul stepleri de içine alır. Göle en yakın kuşak kalın tuz tabakalarıyla kaplıdır ve gölden uzaklaştıkça tuz seviyesi azalır. Tuzcul step habitatlar, gölün güneyinde pınarların yoğunlaştığı bölgede sulak çayırlara dönüşür (Bayar ve Karabacak 2017).

Bölgede yer yer volkanik arazilere rastlanır. Bu kütle üzerinde 2378 m yüksekliğindeki Köroğlu Dağı ile Mahya Tepesi (2006 m) yükselir. İlin güneydoğusunda Hüseyingazi Dağı kültesi bulunur. İl arazisinden Sakarya ve Kızılırmak nehirleri ile Çubuk Çayı, İncesu ve Ova Çayları geçer. Ankara ve çevresinin 1:2.000.000 ölçekli fiziki haritası şekil 3.2'de verilmiştir.



Şekil 3.2 1:2.000.000 Ölçekli Ankara ve Çevresi Fiziki Haritası (Anonim 2011)

3.1.2 İlin florası

Ankara, İran-Turan, Avrupa-Sibirya ve Akdeniz floristik bölgeleri içindedir. İlin kuzey bölgeleri Avrupa-Sibirya Bitki Coğrafyası Bölgesi ile İran-Turan Bitki Coğrafyası Bölgeleri arasında bir geçiş kuşağındadır. Oldukça zengin bir envantere sahip olan Ankara ili bitki örtüsünü doğal vejetasyon ve egzotik türler olarak iki grupta incelemek mümkündür. Ankara Florası ile ilgili en eski floristik kayıtlara İsviçreli botanikçi Boissier tarafından 1865-1888 yılları arasında yayımlanan 6 ciltlik “Flora Orientalis” adlı eserde rastlanmaktadır. Bu eserde Ankara ilinden 61 taksonun kaydı verilmiştir. Kurt Krause tarafından 1934 yılında T.C. Yüksek Ziraat Enstitüsü tarafından yayımlanan “Ankara'nın Floru” adlı eser 1937 yılında aynı enstitüde görevli Hikmet Birand tarafından Türkçe'ye

çevrilmiş olup, eserin “Ankara’nın Bitkileri” bölümünde 800 kadar bitki türünden bahsedilmiştir.

Literatür taramalarına göre Ankara İlinde yapılan diğer floristik çalışmaların kronolojik olarak özeti şöyledir: “Flora of the Beynam Forest” (Akman 1972), “Ayaş, Güdül, Beypazarı ve Polatlı Arasında Kalan Bölgenin Florası” (Türker 1990), “Kızılcahamam Soğuksu Milli Parkı’nın Florası” (Eyüpoğlu 1991), “Ayaş, Çanılı Köyü Kazan Arasında Kalan Bölgenin Florası” (Yavuz 1992), “Elmadağ, Bayındır ve Beynam Arasında Kalan Bölgenin Florası” (Aliç 1993), “Akyurt-Kalecik arasında Kalan Step Alanlarının Floristik Yönden İncelenmesi” (Varol 1994, Varol ve Aydoğdu 1999), “Ankara Şehir Florası” (Akaydın 1996, Akaydın ve Erik 1998, 2002), “Bayındır Barajı Çevresinin Florası” (Tekşen-Soydemir ve Aytaç 2003), “Peçenek, Yukarı Yurtçu ve Aşağı Yurtçu Köyleri Arası Bölgenin Florası” (Özdemir 1998), “Başkentin Doğal Bitkileri” (Erik vd. 1998), “Nallıhan Kuş Cenneti Florası” (Doğan 2000, Doğan-Güner ve Duman, 2006), “İmrahor (Ankara) Vadisi Florası” (Altınözlü ve Vural 2000), “Doğandede Tepe ve Çevresi (Beypazarı) Florası” (Güner 2000), “Orta Doğu Teknik Üniversitesi Kampüs Florası” (Baş 2001), “Hüseyingazi Dağı Florası” (Bülbül 2004, “Kirmir Çayı (Kocaçay) Vadisi (Güdül, Ankara) Florası Üzerine Bir Araştırma” (Tarıkahya 2003, Tarıkahya-Elçi ve Erik 2005a,b, 2006), “Kıbrıs Köyü Vadisi (Mamak-Ankara) Florası” (Aslan 2007, Aslan ve Vural, 2009), “Hacıkadın Vadisi Florası Üzerine Bir Araştırma (Ankara/Türkiye)” (Yeşilyurt 2008, Yeşilyurt vd., 2008), “Hacettepe Üniversitesi Beytepe Kampüsü Florası” (Mutlu vd. 2008, Akaydın 2011), “Kurtboğazı Barajı Havzası (Ankara) Florası” (Çalışkan 2008), “Ankara Çevresinde Yetişen Söğüt (*Salix* L.) Türleri” (Arıhan ve Güvenç 2009), “Ayaş-Kazan-Yenikent Arasında Kalan Bölgenin Florası” (Akdeniz 2009), “Başkent Üniversitesi Bağlıca Yerleşkesinin (Ankara) Florası” (Töre 2010, Töre ve Erik 2012), “Ankara Park ve Bahçeleri Egzotik Ağaç ve Çalılıarı” (Arslan ve Barış 2012), “Yassıhöyük (Gordion) Florası (Polatlı/Ankara)” (Çelik 2013), “Ankara’nın Florası ve Korunmaya Muhtaç Türleri” (Vural 2004, 2014), “The flora of Sarıçalı Mountain and arounds (Nallıhan, Ankara/Turkey)” (Çakır vd. 2015).

En güncel çalışma olan Eker vd. (2016)’nin çalışmasında, Ankara İlinde yeni kayıtlarla birlikte 618 taksonun yayılışı yerinde tespit edilmiştir. Daha eski floristik kayıtlarla bu

çalışmanın birleştirilmesi sonucuna göre, Ankara ili 110 familya, 636 cinse ait 2353 damarlı bitki taksonuna (2176 tür ve 9 hibrit) ev sahipliği yapmaktadır. Belirlenen taksonların 398 tanesi endemiktir. Endemik bitkilerden 22 takson küresel ölçekte “CR”, 27 takson “EN”, 42 takson “VU”, 1 takson “DD”, 52 takson “NT”, 242 takson “LC” ve 12 takson ise “NE” kategorisindedir. Ayrıca endemik olmadığı halde alanda ulusal ölçekte 23 adet nadir bitki türü vardır. Bunlardan 2 takson “CR”, 2 takson “EN” ve 19 takson “VU” kategorisindedir. Bern sözleşmesinde yer alan 12 takson, CITES listesinde yer alan 68 takson Ankara ili sınırları içerisinde de yayılışa sahiptir. Bitki taksonlarından 19’u kültür bitkisi veya egzotik bitki olup ilin doğal ortamlarda yer yer görülebilmektedir. Bu türlerden 3 tanesi (*Ailanthus altissima* (Mill.) Swingle, *Conyza canadensis* (L.) Cronquist, *Bidens tripartita* L.) ülkemizde doğal yayılışa sahip istilacı bitkiler olup, il sınırlarında da yayılışa sahiptir. Egzotik bitkiler doğal yayılış alanları dışında yetiştirilen ve yetiştiği yörenin ekolojik koşullarına uyum sağlayan bitkilerdir. Ankara ilinde yer alan diğer egzotik türlere çizelge 3.1’de yer verilmiştir. Alerjik polenlere sahip olan türler “*” ile gösterilmiştir. Alerjenik türlerin belirlenmesinde Carinanos vd. (2014, 2016)’nin çalışmalarından faydalanılmıştır.

Ankara ilinin % 13’ü ormanlarla kaplı olup, yüzölçümünün % 7’sini bozuk ormanlar, % 6’sını ise verimli ormanlar oluşturmaktadır. Ormanlar başlıca, dağların kuzey yamaçlarında görülür, ayrıca bozkır ortasında korular da mevcuttur. Ormanlarda en çok *Pinus nigra* J.F.Arnold. subsp. *pallasiana* (Lamb.) Holmboe var. *pallasiana*, *Juniperus* L., *Abies nordmanniana* Spach subsp. *bornmuelleriana* (Mattf.) Coode ve Cullen (Gökmar), ve yer yer *Quercus* L. görülür. Arazinin % 15’i çayır ve meradır. Tahıllar ise en geniş araziye kaplayan bitki örtüsüdür. Ovalar yüzölçümünün % 15’i kadar olup, platolar ve dağlar yüzölçümünün % 80’ini teşkil eder.

Batı Karadeniz geçiş kuşağında yer alan Kızılcahamam çevresinin iklimi diğer yörelere göre daha serin ve yağışlı olduğundan ormanlar iyi gelişmiştir. Bu ormanlarda *Abies nordmanniana* (Stev.) Spach subsp. *equi-trojani* (Asc. ve Sint. ex Boiss.) Coode ve Cullen ve *Pinus sylvestris* L. var. *hamata* Steven gibi kozalaklı bitkiler dikkati çeker. Bala ve Beynam’da etrafi bozkırla çevrili dar bir alanda kurakçıl özellikte karaçam ormanına rastlanır.

Çizelge 3.1 Ankara ilinde yer alan bazı egzotik türler ve ait oldukları familyalar

Egzotik türler	Türkçe adı	Familya
<i>Picea abies</i> (L.) H.Karst. var. <i>abies</i>	Avrupa ladini	Pinaceae
<i>Cedrus libani</i> A.Rich*	Lübnan sediri	Pinaceae
<i>Chamocyparis lawsoniana</i> Spach.*	Yalancı servi	Cupressaceae
<i>Juniperus communis</i> L.*	Ardıç	Cupressaceae
<i>Taxus baccata</i> L.*	Porsuk	Taxaceae
<i>Thuja occidentalis</i> L.*	Mazı	Taxaceae
<i>Cotinus coggyria</i> Adans.	Duman çalısı	Anacardiaceae
<i>Coriandrum sativum</i> L.	Kişniş	Apiaceae
<i>Helianthus annuus</i> L.	Ayçiçeği	Asteraceae
<i>Betula litwinowii</i> Doluch.*	Tüylü huş	Betulaceae
<i>Betula pendula</i> Roth.*	Salkım huş	Betulaceae
<i>Catalpa bignonioides</i> Walt.	Büyük yapraklı katalpa	Bignoniaceae
<i>Buxus sempervirens</i> L.	Adi şimşir	Buxaceae
<i>Pisum sativum</i> L. subsp. <i>Sativum</i> var. <i>arvense</i> (L.) Asch. ve Graebn.	Bezelye	Fabaceae
<i>Pisum sativum</i> L. subsp. <i>Sativum</i> var. <i>sativum</i>	Bezelye	Fabaceae
<i>Robinia pseudoacacia</i> L.*	Yalancı akasya	Fabaceae
<i>Sophora japonica</i> L.*	Japon soforası	Fabaceae
<i>Wisteria sinensis</i> (Sims) Sweet.	Mor salkım	Fabaceae
<i>Ginkgo biloba</i> L.	Mabet ağacı	Ginkgoaceae
<i>Morus alba</i> L.*	Akdut	Moraceae
<i>Maclura pomifera</i> (Raf.) Schneid.	Yalancı portakal ağacı	Moraceae
<i>Forsythia</i> sp. Vahl.	Altın çanağı	Oleaceae
<i>Fraxinus americana</i> L.*	Amerika dişbudağı	Oleaceae
<i>Jasminum nudiflorum</i> Lindl.	Kış yasemini	Oleaceae
<i>Oenothera biennis</i> L.	Ezançiçeği	Onagraceae
<i>Avena sativa</i> L.*	Yulaf	Poaceae
<i>Hordeum distichon</i> L.*	İkili arpa	Poaceae
<i>Sorghum bicolor</i> (L.) Moench*	Süpürge darısı	Poaceae
<i>Triticum aestivum</i> L.*	Ekmeklik buğday	Poaceae
<i>Armeniaca vulgaris</i> Lam.	Kayısı	Rosaceae
<i>Cerasus avium</i> (L.) Moench	Kiraz	Rosaceae
<i>Cerasus vulgaris</i> Mill.	Vişne	Rosaceae
<i>Salix babylonica</i> L. var. <i>babylonica</i> f. <i>babylonica</i> *	Salkım söğüt	Salicaceae
<i>Acer negundo</i> L.*	Sifendan	Sapindaceae
<i>Ulmus glabra</i> Huds.*	Karaağaç	Ulmaceae

Alerjik taksonlar "*" ile gösterilmiştir.

Benzeri ormanlar Ankara çevresindeki dağlık kesimlerde önceden daha yaygın iken, tahribatlar sonucu ya kalıntı bozuk *Quercus* sp. ormanlarına veya çoğunlukla *Astragalus*

microcephalus Willd. bozkırlarına dönüşmüştür. Bozkırlarda bazen ormandan arta kalan indikatör (gösterge) ağaççık ve çalı türlerine de rastlanır. *Crataegus orientalis* Pall. ex M.Bieb., *Crataegus monogyna* Jacq., *Pyrus elaeagnifolia* Pall., *Rosa canina* L., *Juniperus oxycedrus* L. subsp. *oxycedrus* ve *Berberis crataegina* DC. bunlara örnektir. Bozkır bölgelerde genellikle ağaç hemen hiç bulunmaz. Bir tek akarsu kıyılarında *Elaeagnus* L., *Salix* L. ve *Populus* L. ağaçları bulunur. Bozkırda genelde *Agropyron* Gaertn., *Astragalus* L., *Stipa* L., *Peganum harmala* L., *Hordeum* L., *Bromus* L., *Artemisia* L., *Papaver* L., *Anthemis* L., *Matricaria* L., *Tanacetum* L., *Tripleurospermum* Sch. Bip., *Alcea* L., *Althaea* Crantz., *Thymus* L., *Euphorbia* L., *Lamium* L., *Rosa* L. ve *Rubus* L. gibi dikenli çalılar ve otlar vardır (Vural 2004, 2014).

Ankara'ya endemik türlerden bazıları; *Achillea ketenoglui* H.Duman., *Aethionema dumanii* Vural ve Adıgüzel., *Astragalus physodes* subsp. *acikirensis* Ekim., *Campanula ekimiana* Güner., *Centaurea halophila* Hub.-Mor., *Centaurea tchihatcheffii* Fisch. ve C.A Mey., *Astragalus beypazaricus* Podlech ve Aytaç., *Astragalus demirizii* R.Kramer ve Podlech., *Astragalus densifolius* subsp. *ayashensis* Aytaç ve Ekim., *Astragalus kochakii* Aytaç ve H.Duman., *Astragalus trichostigma* Bunge., *Astragalus yildirimlii* Aytaç ve Ekici., *Campanula damboldtiana* P.H.Davis ve Sorger., *Cytisus acutangulus* Jaub.ve Spach., *Isatis glauca* subsp. *galatica* Yıld., *Muscari adili* M.B.Güner ve H. Duman., *Salsola grandis* Freitag, Vural ve N.Adıgüzel., *Salvia aytachii* Vural ve Adıgüzel., *Sideritis galatica* Bornm., *Silene cserei* subsp. *aeoniopsis* Bornm., *Verbascum gypsicola* Hub.-Mor., *Verbascum heterobarbatum* Hub.-Mor.'dur. Ankara'dan isim alan bitkiler; *Crocus ancyrensis* Herb., *Dianthus ancyrensis* Hausskn. ve Bornm., *Jurinea ancyrensis* Bornm.'dir.

Tez kapsamında örnekleme yapılan yer olan Ankara Üniversitesi Tandoğan kampüsü çevresinde; askeri bir kışla, Gazi Üniversitesi Beşevler Kampüsü, Bahçelievler Mahallesi, Anıttepe mahallesi ve Anıtkabir yer almaktadır. Hem kampüs hem de yakın çevresi peyzaj açısından oldukça zengindir. Kampus içerisinde kendiliğinden yetişen doğal otsu bitkilerle birlikte peyzajda kullanılan değişik yörelere ait ağaç ve ağaçsı bitkiler de kampüs florasının zenginliğini artırmıştır. Ankara Üniversitesi Tandoğan Kampüsünde bulunan ağaç ve ağaçsı taksonların listesi çizelge 3.2'de verilmiştir.

Çizelge 3.2 Ankara Üniversitesi Tandoğan Kampüsünde bulunan ağaç ve ağaçsı taksonların listesi

Familya Adı	Tür Adı	Familya Adı	Tür Adı
Aceraceae	<i>Acer campestre</i> *	Cupressaceae	<i>Cupressus arizonica</i> *
	<i>Acer negundo</i> *		<i>Thuja occidentalis</i> *
	<i>Acer platanoides</i> *		<i>Thuja orientalis</i> *
	<i>Acer pseudoplatanus</i> *		<i>Juniperus horizontalis</i> *
	<i>Acer palmatum</i> *		<i>Juniperus sabina</i> *
	<i>Acer japonica</i> *		<i>Juniperus virginiana</i> *
Anacardiaceae	<i>Cotinus coggygria</i>		<i>Juniperus excelsa</i> *
Betulaceae	<i>Betula pendula</i> *	Cornaceae	<i>Cornus alba</i>
	<i>Corylus avellana</i> *	Elaeagnaceae	<i>Elaeagnus angustifolia</i>
Berberidaceae	<i>Berberis thunbergii</i>		<i>Hippophae rhamnoides</i>
	<i>Berberis vulgaris</i>	Fabaceae	<i>Albizia julibrissin</i>
	<i>Mahonia aquifolium</i>		<i>Amorpha microphylla</i>
Bignoniaceae	<i>Catalpa bignonioides</i>		<i>Cercis siliquastrum</i>
Buxaceae	<i>Buxus sempervirens</i>		<i>Gleditsia triancanthos</i>
Caprifoliaceae	<i>Viburnum opulus</i>		<i>Indigofera decora</i>
	<i>Lonicera caprifolium</i>		<i>Laburnum vulgare</i>
	<i>Lonicera tatarica</i>		<i>Robinia pseudoacacia</i>
	<i>Sambucus nigra</i> *		<i>Sophora japonica</i>
	<i>Symphoricarpus orbiculatus</i>		<i>Caragana arborescens</i>
	<i>Viburnum tinnus</i>		<i>Wisteria chinensis</i>
	<i>Viburnum opulus</i>	Fagaceae	<i>Castanea sativa</i> *
Celastraceae	<i>Euonymus japonica</i>		<i>Quercus pedunculata</i> *
	<i>Euonymus radicans</i>		<i>Quercus robur</i> *
Ginkgoaceae	<i>Ginkgo biloba</i>	Hippocastanaceae	<i>Aesculus hippocastanum</i> *
Loganiaceae	<i>Buddleja davidii</i>	Moraceae	<i>Maclura pomifera</i>
Liliaceae	<i>Yucca flamentosa</i>		<i>Morus alba</i> *
Malvaceae	<i>Hibiscus syriacus</i>		<i>Morus nigra</i> *

Çizelge 3.2 Ankara Üniversitesi Tandoğan Kampüsünde bulunan ağaç ve ağaçsı taksonların listesi (devam)

Familya Adı	Tür Adı	Familya Adı	Tür Adı
Oleaceae	<i>Fraxinus excelsior</i> *	Rosaceae	<i>Armenica vulgaris</i>
	<i>Forsitia</i> sp.		<i>Malus sylvestris</i>
	<i>Fraxinus ornus</i> *		<i>Prunus officinalis</i>
	<i>Jasminum fructicans</i> *		<i>Cotoneaster horizontalis</i>
	<i>Ligustrum vulgare</i> *		<i>Cotoneaster microphylla</i>
	<i>Syringa chinensis</i> *		<i>Pyracantha coccinea</i>
	<i>Syringa vulgaris</i> *		<i>Ribes aureum</i>
Pinaceae	<i>Abies nordmanniana</i>		<i>Rosa canina</i>
	<i>Cedrus libani</i> *		<i>Spiirea albiflora</i>
	<i>Chamaecypris lawsoniana</i> *	Salicaceae	<i>Populus alba</i> *
	<i>Cedrus deodara</i> *		<i>Populus nigra</i> *
	<i>Cedrus atlantica</i> *		<i>Salix caprea</i> *
	<i>Picea engelmannii</i>		<i>Salix babylonica</i> *
	<i>Picea orientalis</i>	Sapindaceae	<i>Koelreuteria paniculata</i>
	<i>Picea pungens</i>	Saxifragaceae	<i>Philadelphus coronarius</i>
	<i>Pinus excelsa</i>	Simarubaceae	<i>Ailanthus altissima</i> *
	<i>Pinus nigra</i>	Solanaceae	<i>Lycium barbatum</i>
	<i>Pinus sylvestris</i>	Tamaricaceae	<i>Tamarix tetrandra</i>
	<i>Picea brutia</i>	Taxaceae	<i>Taxus baccata</i> *
Ranunculaceae	<i>Clematis vitalba</i>	Taxodiaceae	<i>Cryptomeria japonica</i> *
Rosaceae	<i>Crataegus monogyra</i>	Tiliaceae	<i>Tilia cordata</i>
	<i>Malus floribunda</i>		<i>Tilia argentea</i>
	<i>Prunus cerasifera</i>	Ulmaceae	<i>Celtis australis</i>
	<i>Prunus laurocerasus</i>		<i>Ulmus campestris</i> *
	<i>Prunus mahaleb</i>	Vitaceae	<i>Partenocistus quinquifolia</i>
	<i>Prunus cerrulata</i>		
	<i>Mespilus germanica</i>		

Alerjik taksonlar "*" ile gösterilmiştir.

Kampüste peyzaj mimarları ile yapılan çalışmalarla ağaçların dökümanları ve toplam sayıları çıkarılmıştır. Ağaçların alerjenik potansiyelleri Carinanos vd. 2014 ve Galán vd. 2007' ye göre değerlendirilmiştir. Kampüsün peyzajını süsleyen bu ağaçlardan, yüksek ve orta derecede alerjik reaksiyonlara neden olanların oranı yaklaşık % 51 olarak

saptanmıştır (Pınar 2016, Şimşek vd. 2016). Alerjik polenlere sahip taksonların peyzajda geniş kullanımının olması, sadece kampüsü değil, tüm ili etkileyebilmektedir.

3.1.3 Arazi örtüsü ve tarımsal alanların değişimi

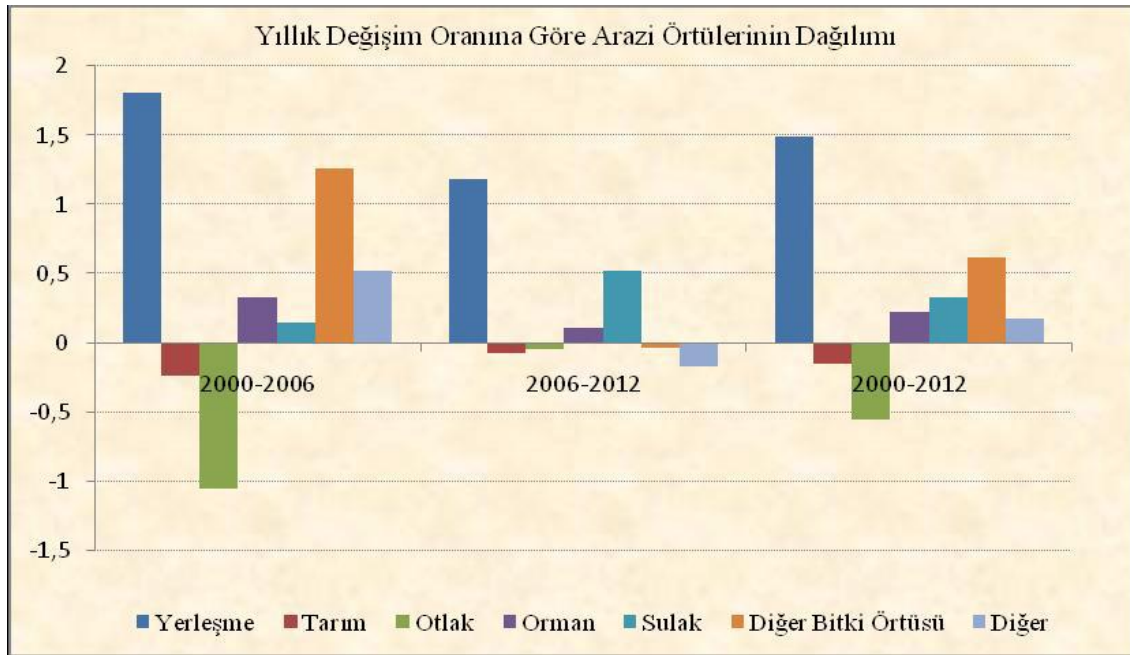
Yüzölçümünün büyük kesimi İç Anadolu Bölgesi, Yukarı Sakarya Bölümü, Ankara Yöresi içerisinde kalan Ankara ilinin sahip olduğu doğal coğrafya özellikleri arazi örtüsünün şekillenmesinde büyük rol oynamaktadır. Arazi örtüsü değişiminin tespit edilebilmesi için düzenli aralıklarla tutulmuş zamansal veriye ihtiyaç duyulmaktadır. Bu nedenle aynı alana ait farklı zamanlarda alınmış uydu görüntüleri ve Avrupa Çevre Ajansının yayınladığı CORINE verileri oldukça önemlidir. CORINE 2000 yılı verilerine göre; yüzölçümü 25.910 km² olan Ankara ilinin yarısından fazlası tarımsal alanlara ayrılmıştır. Arazi örtüsü sınıfları içerisinde ayrıca orman tahribine bağlı olarak ortaya çıkan doğal bitki örtüsü alanları ve otlak (mera) alanları yer almaktadır.

Ankara ili arazi örtüsü değişimi CORINE verileri kapsamında 2000-2006 ve 2006-2012 olmak üzere iki dönem halinde, 12 yıllık süreç içerisinde incelenmiştir. Çalışmada, tarımsal alanların azalması ile yerleşim alanlarının artması arasında bir ilişki olduğu görülmüştür. Şekil 3.3'ten görüleceği üzere yerleşim, orman ve diğer bitki örtüsü alanlarının ilk dönem, ikinci döneme göre daha fazla büyüdüğü görülmüştür. Tarım ve otlak alanlarındaki azalış ise ilk dönem fazla iken, ikinci dönem daha az alan kayıplarına uğramıştır. Bu durum, 2006 yılında kabul edilen 5488 sayılı Tarım Kanunu'nun bir yansıması olarak kabul edilmiştir (Bayar ve Karabacak 2017).

Türkiye tarım alanlarındaki son dönem değişimleri ortaya koymayı amaçlayan bir çalışmada, CORINE 2006-2012 Arazi Örtüsü Değişimi verisi baz alınarak; TÜİK verileri ışığında Coğrafi Bilgi Sistemleri yazılımları aracılığıyla değerlendirme yapılmış, Türkiye'de tarım alanlarının azaldığı ve daha çok yapay alanlara dönüştüğü sonucuna varılmıştır. Türkiye'de il başına düşen tarım alanı miktarı ortalama 3.000 km²'nin üzerindedir. Ankara (12.053 km²) bu ortalamanın hayli üzerinde bir değere sahiptir. 2017 yılında ise il başına düşen tarım alanı miktarı ortalaması 2.887 km²'ye gerilemiş bir

önceki dönemde tarım alanı büyüklüğü bakımından ilk sırada yer alan Konya’da tarım alanı % 12, Ankara’da ise % 2 oranında azalmıştır.

Son 15 yılda, yaklaşık 96.144 hektar tarımsal alanın başta yapısal alanlar olmak üzere diğer arazi örtüsü alanlarına dönüştüğü bildirilmiştir. Kentleşmenin yüksek olduğu Ankara ve İstanbul illerindeki dönüşümün iller bazında ilk sırada yer aldığı belirtilmiştir (Bayar 2018).



Şekil 3.3 Ankara ilinde arazi örtülerinin yıllık değişim oranları (Bayar ve Karabacak 2017)

2018 yılı TÜİK verileri incelendiğinde, Ankara ili için 2007-2017 yıllarında tarımsal alanların dekar cinsinden dağılımları derlenmiş ve çizelge 3.3’te verilmiştir. Bu çizelgeye göre, 2007 yılından 2012 yılına kadar tarımsal alanların azalma eğiliminde olduğu görülmektedir. Ancak 2013-2015 yılları arasında ekili alanlardaki artışa bağlı olarak toplam tarımsal alanda artış olmuştur. Çalışma dönemimizde ise, 2016 yılında, önceki yıla kıyasla toplam tarımsal alan dekar cinsinden azalmıştır. Ekili alan, nadasa bırakılan alan, sebze bahçeleri ve süs bitkileri alanlarındaki azalma toplam tarımsal alandaki azalmaya yansımıştır.

Çizelge 3.3 Tarımsal alanların Ankara ilindeki yıllık dağılımları (2007-2017) (TÜİK 2018, Anonim 2018b)

	Dekar cinsinden	Tahıllar ve diğer bitkisel ürünlerin alanı		Sebze bahçeleri alanı	Meyveler, içecek ve baharat bitkileri alanı	Süs bitkileri alanı
		Toplam alan	Ekilen alan			
2007	12 053 372	8 144 010	3 238 396	433 151	237 815	-
2008	11 964 966	7 988 590	3 317 061	438 078	221 237	-
2009	11 795 205	7 877 277	3 176 118	476 573	265 237	-
2010	11 555 034	7 686 798	3 146 567	466 794	254 875	-
2011	11 799 264	7 869 769	3 188 041	479 874	261 367	213
2012	11 549 155	7 527 604	3 250 485	463 936	306 806	324
2013	12 045 941	7 953 704	3 321 444	448 267	322 198	328
2014	12 214 076	8 113 348	3 365 276	435 285	299 799	368
2015	12 245 061	8 226 090	3 268 403	427 103	323 116	349
2016	12 060 160	8 131 326	3 175 394	426 622	326 499	319
2017	11 822 157	7 907 800	3 201 356	422 974	289 715	312

3.1.4 Biyoiklim

Alanın iklimsel değerlendirilmesi için Emberger'in Akdeniz iklimi katları ve kuraklık dereceleri için geliştirdiği formüllerden yararlanılmıştır (Akman 2011). Emberger kuraklık indisi $S=PE/M$ formülü ile tespit edilmiştir. Bu formüle göre S: kuraklık indisi, PE: yaz yağışı (mm), M: en sıcak ayın maksimum sıcaklık ortalaması (°C) değerlerini ifade eder. Bu değerler hesaplandığında kuraklık indisinin 5'ten küçük olduğu istasyonlar Akdenizli, 5 ila 7 arasında olduğu istasyonlar sub-Akdenizli, 7'den büyük olduğu istasyonlar ise Akdenizli değildir şeklinde gruplandırılmıştır (Akman 2011). Buna göre, kuraklık indisi, yani S değeri 2.04 bulunmuştur, bu değer 5' in altında olduğu için çalışma alanının Akdeniz iklimi etkisi altında olduğu görülmektedir. Emberger'in geliştirdiği formül ve prensipler ile çalışma bölgesinin hangi iklim katında yer aldığı ve kuraklık derecesi tayin edilmiştir. Buna göre, $Q= 2000 \times P / M^2 - m^2$ formülü kullanılmıştır. Burada Q: yağış-sıcaklık emsalini, P: yıllık yağış miktarını (mm), M: en sıcak ayın maksimum sıcaklık ortalamasını (°C), m: en soğuk ayın minimum sıcaklık ortalamasını ifade eder. Emberger yağış-sıcaklık emsali (Q), en soğuk ayın minimum sıcaklık ortalaması (m) ile birlikte kullanıldığında ekolojik bir önem kazanır (Akman 2011). S değerine göre Akdeniz ikliminin etkisi altında olan Ankara ilinde, "m" değerleri dikkate

alındığında “kışı soğuk Akdeniz” iklim tipi görülür. “Q” ve “P” değerleri ile birlikte “Yarı Kurak Akdeniz Biyoiklim” katına girdiği görülür (Çizelge 3.4). İlin ombrotermik iklim diyagramları şekil 3.4’te verilmiştir.

Çizelge 3.4 Ankara iline ait yağış rejimi ve biyoiklim verileri

İstasyon	Yükseklik (h)	P (mm)	M	m	Q	PE	S	Yağış rejimi	Biyoiklim katı
Ankara	891 m	409.6	30.2	-2.9	43	61.8	2.04	I.K.S.Y	Yarı-kurak-Akdeniz iklimi

P: Yıllık ortalama yağış (mm)

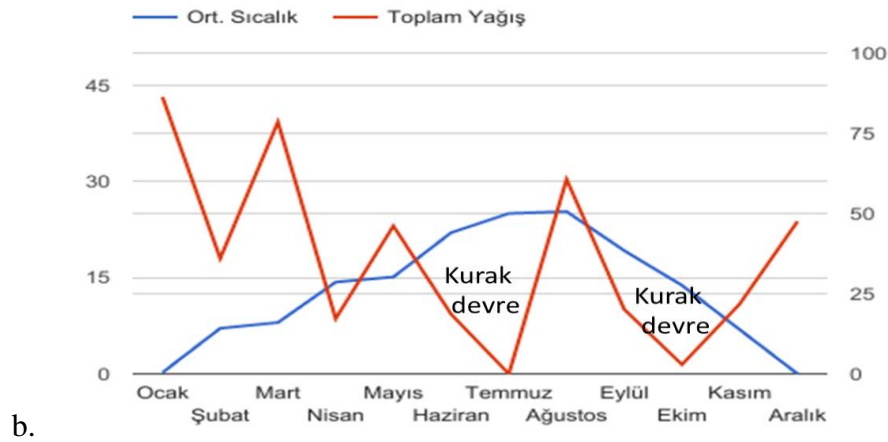
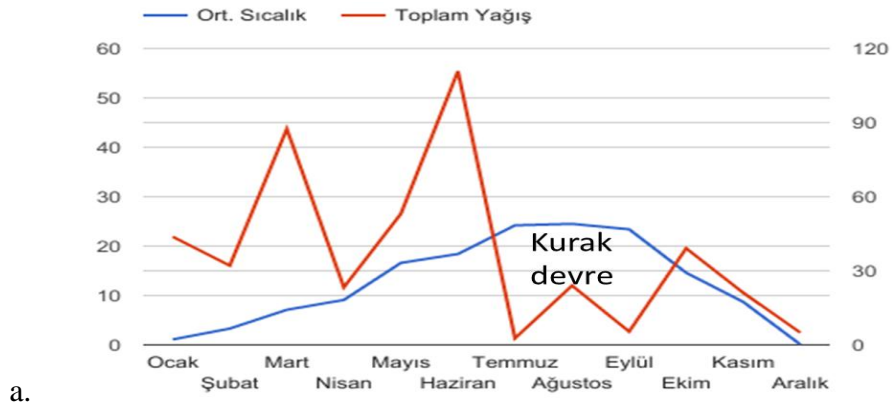
M: En sıcak ayın maksimum sıcaklık ortalaması (°C)

m: En soğuk ayın minimum sıcaklık ortalaması (°C)

Q: Yağış-sıcaklık emsali ($Q = 2000 \times P / M^2 - m^2$)

PE: Yaz yağışı (mm)

S: Kuraklık indisi ($S = PE/M$)



Şekil 3.4 2015 (a) ve 2016 (b) yıllarına ait ombrotermik iklim diyagramları

3.1.5 Biyoiklimi ve bitki gelişimini etkileyen meteorolojik parametreler

Bir bölgenin flora ve vejetasyon gelişimini, özellikle bitkilerin yaşamını sınırlayan en önemli iklimsel faktör yağıştır (Çetik ve Düzenli 1975). Sıcaklık, nisbi nem, güneşlenme süresi ve rüzgarın, bitkilerin yetişmesi, dağılışı üzerinde ayrı ve ortak etkileri vardır (Atalay 2002). Ayrıca polenlerin gelişimi ve dağılımı üzerinde iklimsel yada meteorolojik faktörlerin etkisi büyük ve önemlidir. Tez çalışması kapsamında Ankara iline ait iklimsel veriler T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nden elde edilmiştir. Meteorolojik faktörlerin aylık değişimleri çizelgeler ve grafikler halinde verilmiştir (Çizelge 3.5-3.6, Şekil 3.5)

2015 yılında Ankara için günlük ortalama sıcaklık, 12.6 °C olarak gerçekleşmiştir. Yıllık toplam yağış miktarı 447.8 mm'dir. En düşük sıcaklık Aralık ayında -13.2 °C olarak ölçülürken en yüksek sıcaklık ise Ağustos ayında 31.6°C olarak gerçekleşmiştir. Toplam yağış miktarı Haziran ayında en yüksektir. Yıllık toplam yağış ve ortalama sıcaklık verileri birlikte değerlendirildiğinde Ağustos ayında kurak devre görülmektedir (Şekil 3.4.a). Yıllık ortalama en yüksek nisbi nem % 79 olup, Aralık ayında görülmüştür. Ortalama rüzgar hızı ise 2.9 m/sn ile en yüksek Ağustos ayındadır.

2016 yılında Ankara için günlük ortalama sıcaklık, 13 °C olarak gerçekleşmiştir. Yıllık toplam yağış miktarı 435.6 mm'dir. En düşük sıcaklık Ocak ayında -15.5 °C ölçülürken en yüksek sıcaklık ise Temmuz ayında 38.1 °C olarak gerçekleşmiştir. Toplam yağış miktarı Ocak ayında en yüksektir. Yağış ve sıcaklık verileri birlikte değerlendirildiğinde bir önceki yıla göre Nisan, Temmuz ve Ekim aylarında olmak üzere üç farklı kurak devre görülmektedir (Şekil 3.4.b). Yıllık ortalama en yüksek nisbi nem % 76.9 olup, Ocak ayında görülmüştür. Ortalama rüzgar hızı ise 3.1 m/sn ile en yüksek Temmuz ayındadır.

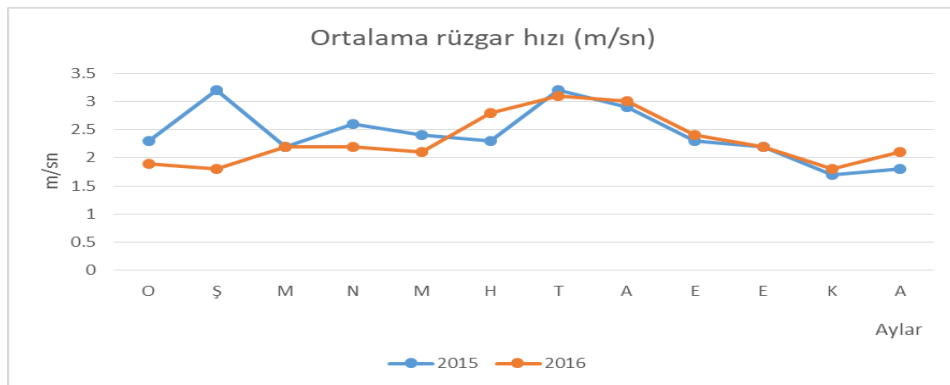
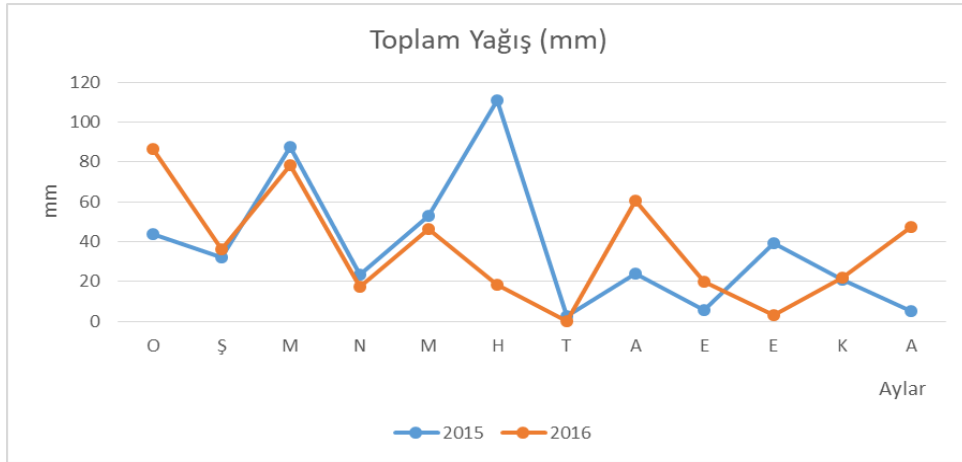
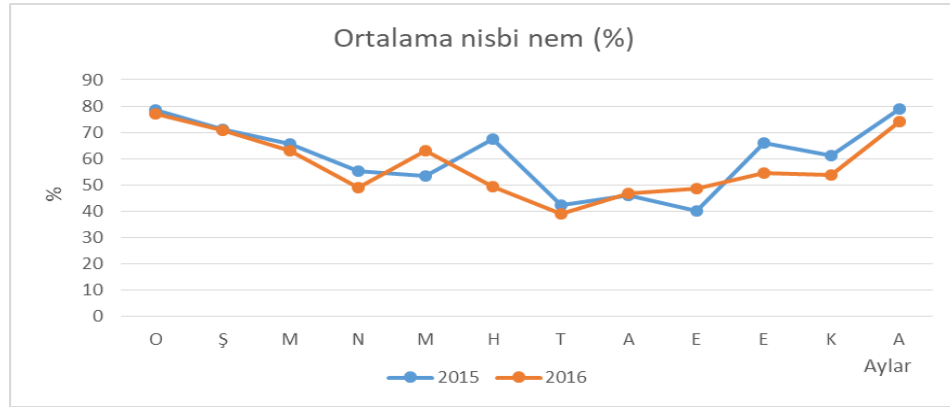
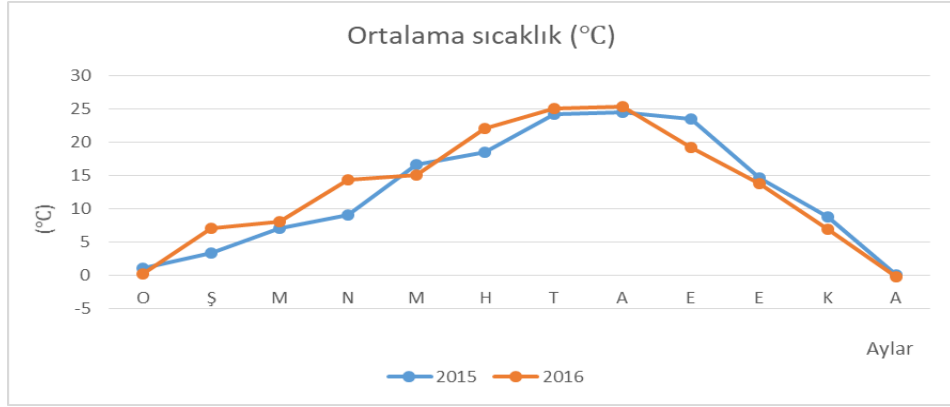
Atmosferden izlenen spor ve alerjen konsantrasyonları meteorolojik faktörlerle (Ortalama sıcaklık, ortalama nispi nem, toplam yağış ve ortalama rüzgar hızı ve rüzgar yönü) karşılaştırılıp, aralarında korelasyon olup olmadığı Spearman Korelasyon testi ile tespit edilmiştir. Analiz sonuçları çizelgeler halinde bulgular kısmında verilmiştir. Anlamlılık düzeyleri $p<0.05^*$ ve $p<0.01^{**}$ çizelgelerin altında belirtilmiştir.

Çizelge 3.5 Ankara ilinde 2015 yılında kaydedilen aylık meteorolojik veriler

2015	Mak. Sıcaklık °C	Min. Sıcaklık °C	Ort. Sıcaklık °C	Ort. Nispi Nem (%)	Toplam Yağış (mm)	Ort. Rüzgar Hızı (m/sn)
Ocak	5.0	-1.9	1.1	78.5	43.8	2.3
Şubat	7.5	0.1	3.3	71.1	32.1	3.2
Mart	12.6	3.1	7.1	65.6	87.4	2.2
Nisan	14.7	3.2	9.1	55.2	23.3	2.6
Mayıs	23.4	10.9	16.6	53.4	53.1	2.4
Haziran	24.6	13.3	18.4	67.5	110.8	2.3
Temmuz	31.2	17.0	24.2	42.4	2.7	3.2
Ağustos	31.6	17.8	24.5	46.1	24.0	2.9
Eylül	30.6	16.5	23.4	40.2	5.4	2.3
Ekim	20.4	9.8	14.6	65.8	39.1	2.2
Kasım	15.3	3.2	8.7	61.3	21.1	1.7
Aralık	4.4	-3.2	0.1	79.0	5.0	1.8

Çizelge 3.6 Ankara ilinde 2016 yılında kaydedilen aylık meteorolojik veriler

2015	Mak. Sıcaklık °C	Min. Sıcaklık °C	Ort. Sıcaklık °C	Ort. Nispi Nem (%)	Toplam Yağış (mm)	Ort. Rüzgar Hızı (m/sn)
Ocak	15	-15.5	0.2	76.9	86.3	1.9
Şubat	21.3	-6.1	7.1	70.8	36	1.8
Mart	23.4	-2.4	8	63	78.5	2.2
Nisan	28.1	0.5	14.3	48.9	17.2	2.2
Mayıs	29.3	5.9	15.1	63.1	46.1	2.1
Haziran	36.9	9.2	22	49.5	18.6	2.8
Temmuz	38.1	12.7	25	38.9	0	3.1
Ağustos	36.6	13.3	25.3	46.8	60.6	3
Eylül	32.9	5.3	19.2	48.6	20.1	2.4
Ekim	28.1	1.7	13.8	54.4	2.9	2.2
Kasım	21.5	-4.9	6.9	53.6	21.8	1.8
Aralık	10.1	-9.7	-0.3	74	47.5	2.1



Şekil 3.5 Ankara iline ait meteorolojik faktörlerin aylık değişimleri (2015-2016)

3.1.4.1 Sıcaklık

Hava sıcaklığı, bölgesel ve zamana bağlı olarak değişen bir iklimsel faktör olup, bitkilerin vejetasyon ve polinizasyon sürelerini etkilemesi açısından önemlidir. Ankara’da, 1927-2017 yılları arasında aylık uzun yıllar ortalama sıcaklık 11.9 °C’dir. Tez kapsamında çalışılan dönem süresince yıllık ortalama sıcaklıklar uzun yıllar ortalamasından daha yüksektir (Çizelge 3.7). Kış ayları önceki yıllara göre daha soğuk ve yaz ayları daha sıcaktır. Temmuz-Ağustos ayları en sıcak, Ocak-Şubat ve Aralık ayları en soğuk aylar olarak karşımıza çıkmaktadır.

2015 yılında ortalama kış mevsimi sıcaklığı 1.5 °C ile normallerinin (3.7 °C) 2.5 °C altında, ortalama ilkbahar mevsimi sıcaklığı 10.9°C ile normallerinin (12.0 °C) 1.1 °C altında, ortalama yaz mevsimi sıcaklıkları 22.4 °C ile normallerinin (23.5 °C) 1.1 °C altında, sonbahar mevsimi sıcaklıkları 15.6 °C ile normallerinin (14.7 °C) 0.9°C üzerinde gerçekleşmiştir.

2016 yılında ise, ortalama kış mevsimi sıcaklığı 2.1 °C ile normallerinin (3.7 °C) 1.6 °C altında, ortalama ilkbahar mevsimi sıcaklığı 12.5 °C ile normallerinin (12.0 °C) 0.5 °C üzerinde, ortalama yaz mevsimi sıcaklıkları 24.1 °C ile normallerinin (23.5°C) 0.6 °C üzerinde, sonbahar mevsimi sıcaklıkları 13.3 °C ile normallerinin (14.7 °C) 1.4 °C altında gerçekleşmiştir.

Çizelge 3.7 Aylık ortalama sıcaklık değişimi (2015-2016)

ortalama sıcaklık (°C)	Aylar												Yıllık ortalama sıcaklık
	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	E	K	A	
2015	1.1	3.3	7.1	9.1	16.6	18.4	24.2	24.5	23.4	14.6	8.7	0.1	12.6
2016	0.2	7.1	8	14.3	15.1	22	25	25.3	19.2	13.8	6.9	-0.3	13.1

3.1.4.2 Yağış

İklimsel açıdan önemli parametrelerden bir diğeri de yağıştır. Yıllık yağış miktarının aylara ve mevsimlere göre dağılışı, yağış rejimi tiplerini oluşturur. Bir bölgedeki bitkinin hayatında, yağışın aylar ve mevsimler içindeki dağılımı ve kurak devrenin bulunup bulunmaması yıllık yağış miktarından daha önemlidir. Ankara iline ait meteorolojik verilere göre en fazla yağış kış mevsiminde, en düşük yağış miktarı ise yaz mevsiminde görülür. Buna göre bu bölgenin yağış rejimi İ.K.S.Y. (İlkbahar, Kış, Sonbahar, Yaz) şeklinde olup, doğu Akdeniz yağış rejimi 2. tipidir.

T.C Tarım ve Orman Bakanlığı, Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nden alınan verilere göre (uzun yıllar:1927-2017), aylık toplam yağış miktarı ortalaması 387 mm olup, Ankara'da en çok yağış Mayıs ayında gerçekleşmektedir. Yağışlar vadilerde kente oranla daha fazla olmaktadır. Günlük maksimum yağış miktarı yaz aylarında ve Aralık ayında artmaktadır. Şiddetli yağışlar batıya yakın yönden esen rüzgarlarla gelmektedir. Normal yağışlarda daha çok kuzeydoğu rüzgarları etkilidir. Uzun yıllar verilerinden farklı olarak, 2015 yılında en yüksek yağış Haziran ayında (111 mm), 2016 yılında ise Ocak ayında (86.3 mm) tespit edilmiştir (Çizelge 3.8).

Çizelge 3.8 Aylık toplam yağış değişimi (2015-2016)

toplam yağış (mm)	Aylar												Yıllık toplam yağış
	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	E	K	A	
2015	43.8	32.1	87.4	23.3	53.1	110.8	2.7	24	5.4	39.1	21.1	5	37.3
2016	86.3	36	78.5	17.2	46.1	18.6	0	60.6	20.1	2.9	21.8	47.5	36.3

3.1.3.3 Nisbi Nem

Belirli bir sıcaklıktaki havanın içerdiği su buharının o sıcaklıktaki bir havanın içerebileceği en fazla su buharına oranına “nisbi nem” denir ve “%” olarak gösterilir. Ankara için, aylık uzun yıllar ortalama nispi nem oranı % 61.1 iken, 2015 yılında aylık

ortalama nispi nem oranı % 60.5, 2016 yılında ise, % 57.4 olarak gerçekleşmiştir (Çizelge 3.9). Ankara ilinin havasındaki nem miktarı oldukça azdır. Kışın ve sonbaharda hava nemi; günün soğuk zamanlarda düşük, günün sıcak olduğu zamanlarda da yüksek olmaktadır. Yaz aylarında ise bunun aksinedir. Bunun nedeni ise yaz aylarında yeterli derecede hava nemine kaynak olacak deniz, göl, nehir, orman gibi kaynakların olmayışdır.

Çizelge 3.9 Aylık ortalama nisbi nem değişimi

ortalama nisbi nem (%)	Aylar												Yıllık ortalama nisbi nem
	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	E	K	A	
2015	78.5	71.1	65.6	55.2	53.4	67.5	42.4	46.1	40.2	65.8	61.3	79	60.5
2016	76.9	70.8	63	48.9	63.1	49.5	38.9	46.8	48.6	54.4	53.6	74	57.4

3.1.3.4 Rüzgar hızı ve Rüzgar yönü

Hava hareketlerine bağlı olarak iklimsel karakterlerin taşınmasını sağlayan rüzgar, yeryüzünde yüksek basınç alanlarından, alçak basınç alanlarına doğru yatay bir hava akımı oluşturur. Rüzgarın yönü, şiddeti ve esme sıklığı polenlerin taşınımında önemli parametrelerdendir.

Ankara'da esen etkin rüzgarlar yere yakın yüksekliklerde doğuya bakan yönlerden, daha yüksek tabakalarda ise batı ve batıya yakın yönlerden gelmektedir. Rüzgarların günlük hareketi incelendiğinde kuvvetli olmayan bir dağ ve vadi meltemi sistemi vardır. 2015 yılı ortalama rüzgar hızı 2.4 m/sn iken, 2016 yılında 2.3 m/sn'dir. Her iki yılda da yaz aylarında rüzgar hızı ortalaması daha yüksek olarak görülmüştür (Çizelge 3.10).

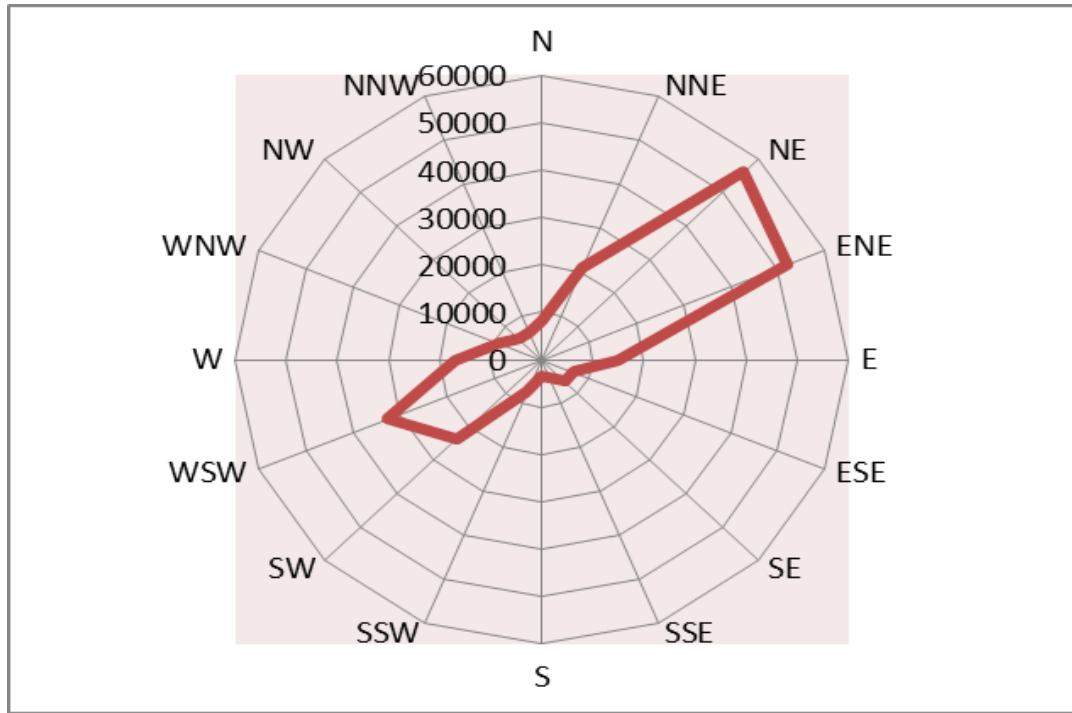
Çizelge 3.10 Aylık ortalama rüzgar hızı değişimi

ortalama rüzgar hızı (m/sn)	Aylar												Yıllık ortalama rüzgar hızı
	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	E	K	A	
2015	2.3	3.2	2.2	2.6	2.4	2.3	3.2	2.9	2.3	2.2	1.7	1.8	2.4
2016	1.9	1.8	2.2	2.2	2.1	2.8	3.1	3	2.4	2.2	1.8	2.1	2.3

Ankara ilinde çalışma döneminde genel olarak hakim rüzgar yönü kuzeydoğu (NE) olarak görülmektedir (Çizelge 3.11). Uzun yıllar ortalaması yıllık esme sayıları toplamından faydalanılarak oluşturulan rüzgar diyagramına göre Ankara’da esen hakim rüzgarlarda birinci sırayı kuzeydoğu (NE), ikinci sırayı doğu kuzeydoğu (ENE), üçüncü sırayı ise batı-güneybatı (WSW) yönünden esen rüzgarlar alır (Şekil 3.6). Güney rüzgarlarının esme sayıları az olmakla birlikte, bahar aylarındaki şiddetleri fazladır. Güneybatı rüzgarları şiddet bakımından kuzeydoğu rüzgarları kadar etkilidir. Sirkülasyon kanalları ise morfolojik yönden vadi sistemleridir.

Çizelge 3.11 Hakim rüzgar yönlerinin aylık dağılımı

	Aylar												Hakim rüzgar yönü	
	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	E	K	A		
2015	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
2016	NE	NE	NE/ ENE	NE	ENE/ WSW	NE	NE	NE	NE	NE	NE	ENE	NE	NE



Şekil 3.6 Ankara ilinin uzun yıllara ait hakim rüzgar yönlerini gösteren diyagram

3.1.6 Hava kalitesi parametreleri

Modern yaşamın getirdiği şehirleşmenin bir sonucu olan hava kirliliği, yerel ve bölgesel olduğu kadar küresel ölçekte de etki alanına sahiptir. Hava kirliliğinin insan sağlığına önemli etkileri olması sebebiyle, hava kalitesi konusuna tüm dünyada büyük önem verilmektedir. Birçok ülkede, toplum ve ilgili otoriteler, hava kirliliği problemlerini çözmek ve strateji belirlemek için, atmosferik kirlenici konsantrasyonlarını izlemek ve analiz etmek konusunda birçok araştırmalar yapmışlardır (Kyrkilis vd. 2007, Ghiani vd. 2012, Ackaert vd. 2014). Bu amaçla, hava kalitesini belirleyen standart değerlerin geliştirilmesi, hem insan sağlığı açısından uyarıcı ve anlaşılabilir olması, hem de yaygın kullanımı açısından bir indekse çevrilerek sunulması oldukça önemlidir. Belli bir bölgedeki hava kalitesinin karakterize edilmesi için ülkelerin kendi sınır değerlerine göre dönüştürdükleri ve kirlilik sınıflandırılmasının yapıldığı bu indekse Hava Kalitesi İndeksi (HKİ) (Air Quality Index/AQI) adı verilmektedir. İndeks belirli kategorilerde farklı tanım ve renkler kullanılarak ifade edilmekte ve ölçümü yapılan her kirlenici için ayrı ayrı düzenlenmektedir (Yavuz 2010).

Ulusal Hava Kalitesi İndeksi, EPA (Amerika Birleşik Devletleri Çevre Koruma Ajansı) Hava Kalitesi İndeksinin ulusal mevzuatımız ve sınır değerlerimize uyarlanması sonucu oluşturulmuştur. 5 temel kirlenici için hava kalitesi indeksi hesaplanmaktadır. Bunlar; partikül maddeler (PM10), karbon monoksit (CO), kükürt dioksit (SO₂), azot dioksit (NO₂) ve ozon (O₃) dur. Hava kalitesine ilişkin hava kalite indeksi karşılaştırması çizelge 3.12'de verilmiştir. Ayrıca, 2012-2018 yıllarına ait hava kalitesi değerlendirme ve yönetiminde limit değerlerinde kademeli azaltım ve uyarı eşikleri çizelge 3.13'te verilmiştir. Ozon için hava kalitesinin korunması yönetmeliğine göre sınır değerler; 240 µg/m³ (1 saat), Avrupa Birliği (AB) standartlarına göre ise 120 µg/m³ (8 saat)'dir. Ankara'nın ısınmadan kaynaklanan hava kirliliği sorunu doğal gaz kullanımı ile son 30 yılda önemli ölçüde azalmıştır. Ancak henüz AB sınır değerleri ile ifade edilen kalitede değildir.

2015-2016 yıllarına ait hava kalitesi parametrelerine (CO, NO, CO₂, NO₂, PM10, PM2.5) ait veriler TC. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, Ulusal hava kalite izleme ağı kapsamında

web sitesinden (<http://www.havaizleme.gov.tr>, 2018) yayınlanan, çalışma istasyonuna en yakın istasyon olan Ankara-Bahçelievler İstasyonuna ait verilerden elde edilmiştir. Hava kirliliği parametrelerinin 2015-2016 yıllarına ait günlük değişimleri ise şekil 3.7 – 3.10’da verilmiştir.

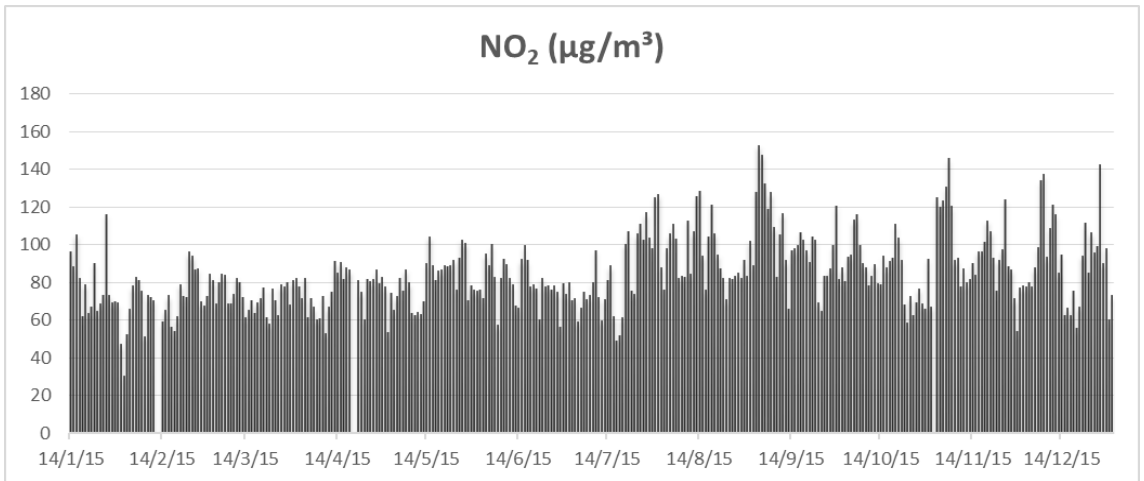
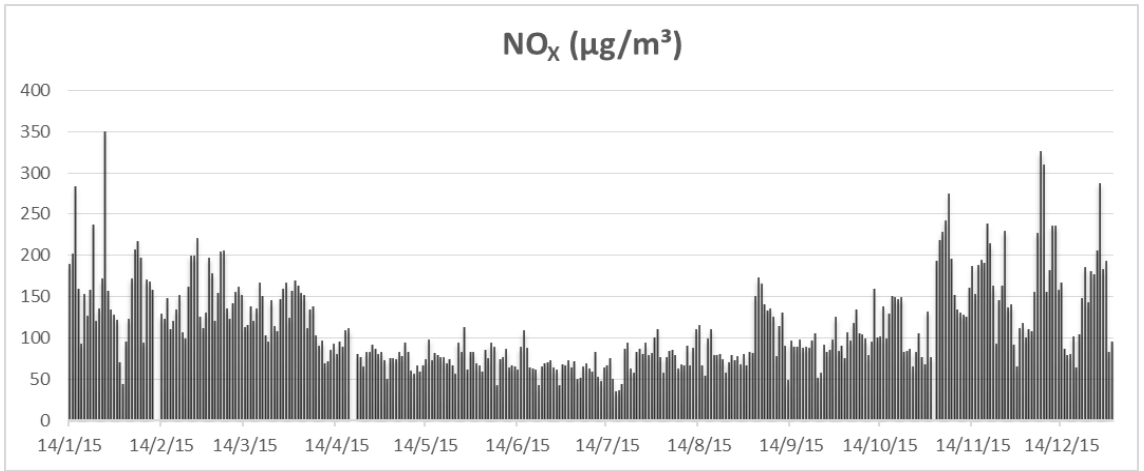
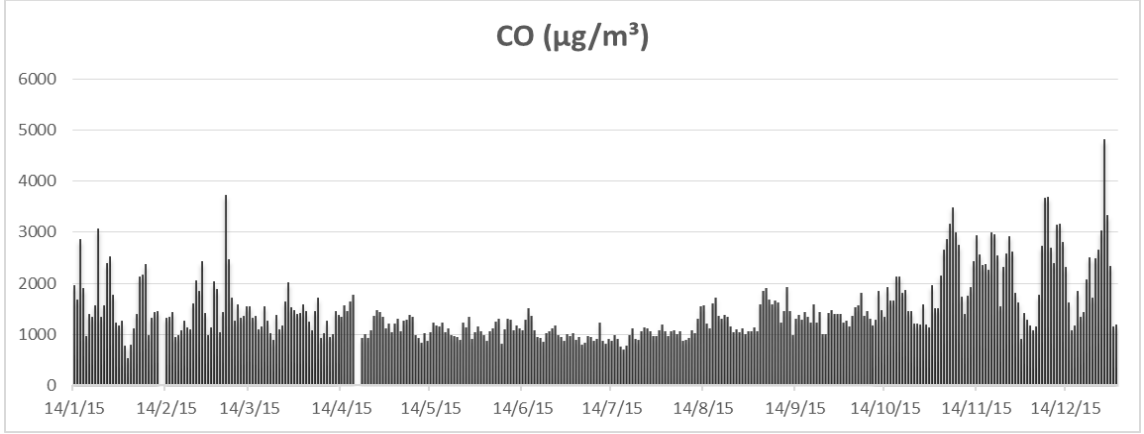
Çizelge 3.12 Ulusal Hava Kalite İndeksi Kesme Noktaları

İndeks	HKİ	SO ₂ [µg/m ³]	NO ₂ [µg/m ³]	CO [µg/m ³]	O ₃ [µg/m ³]	PM10 [µg/m ³]
		1 Sa. Ort.	1 Sa. Ort.	8 Sa. Ort.	8 Sa. Ort.	24 Sa. Ort.
İyi	0 – 50	0-100	0-100	0-5.500	0-120 ^L	0-50
Orta	51 – 100	101-250	101-200	5.501-10.000	121-160	51-100
Hassas	101 – 150	251-500	201-500	10.001-16.000 ^L	161-180 ^B	101-260
Sağhsız	151 – 200	501-850	501-1.000	16.001-24.000	181-240 ^U	261-400
Kötü	201 – 300	851-1.100	1.001-2.000	24.001-32.000	241-700	401-520
Tehlikeli	301 – 500	>1.101	>2.001	>32.001	>701	>521

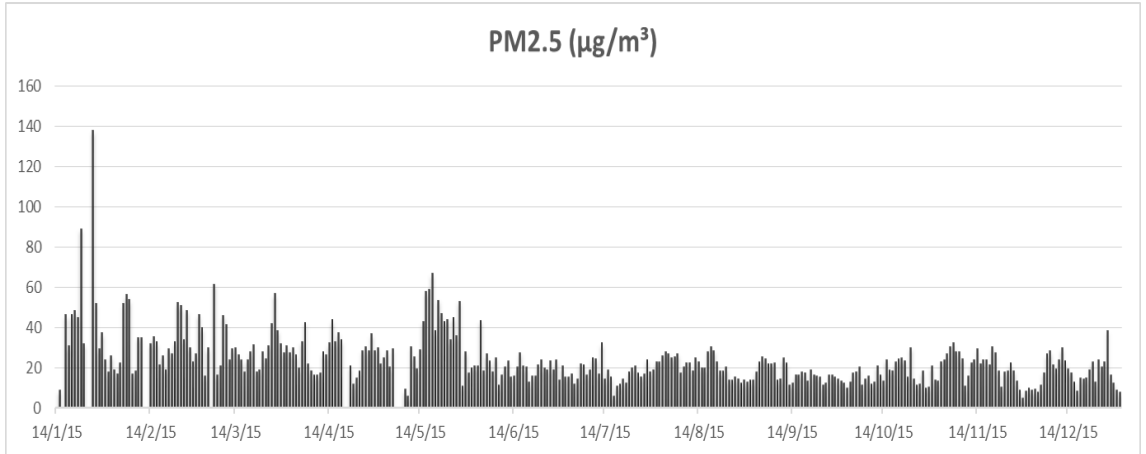
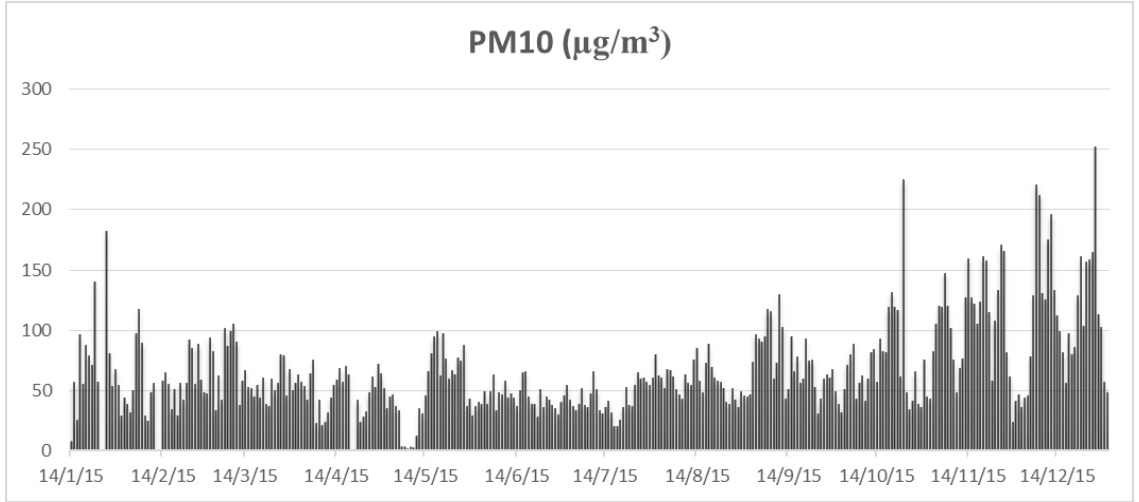
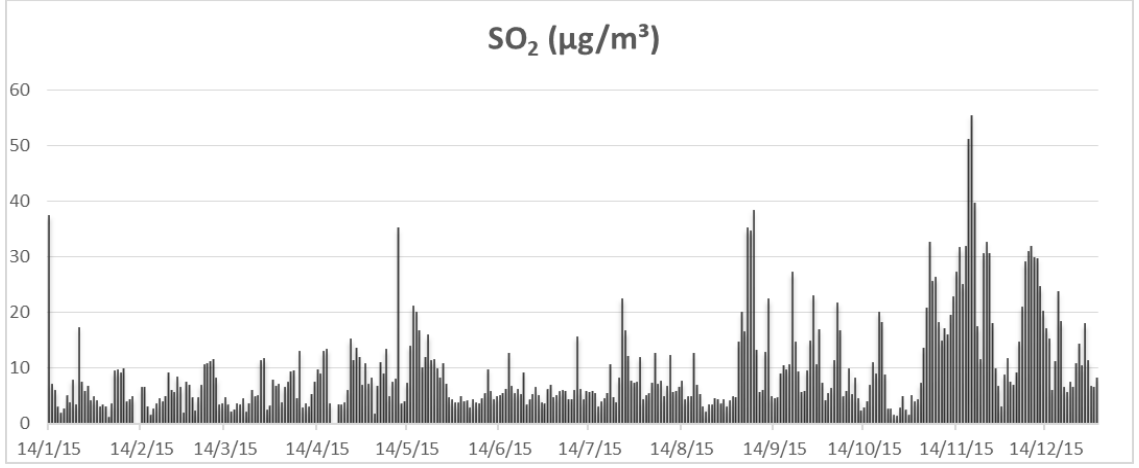
L: Limit Değer
B: Bilgi Eşiği
U: Uyarı Eşiği

Çizelge 3.13 2012-2018 yıllarına ait hava kalitesi değerlendirme ve yönetiminde limit değerlerinin kademeli azaltım ve uyarı eşikleri

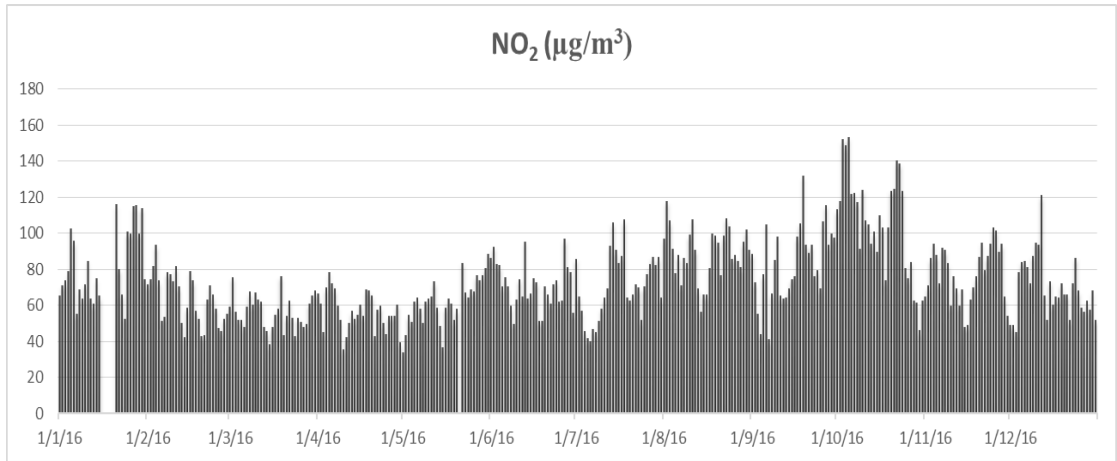
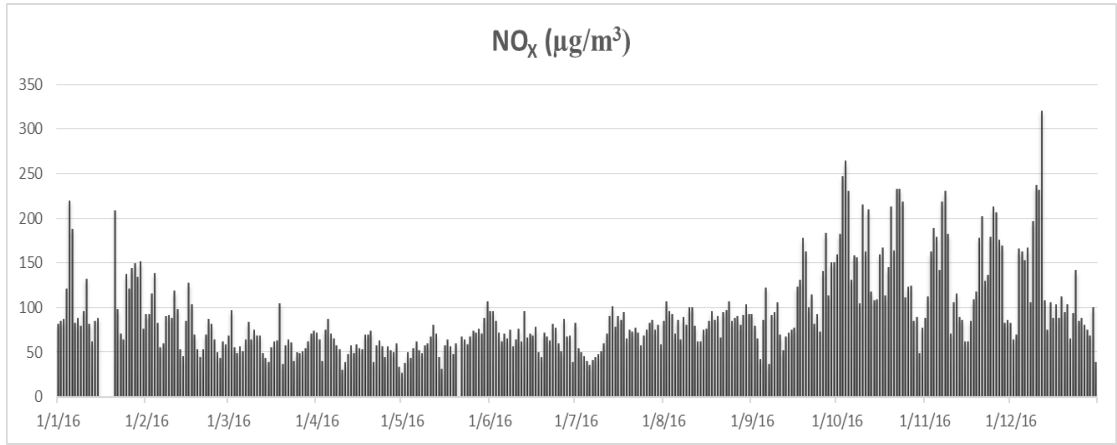
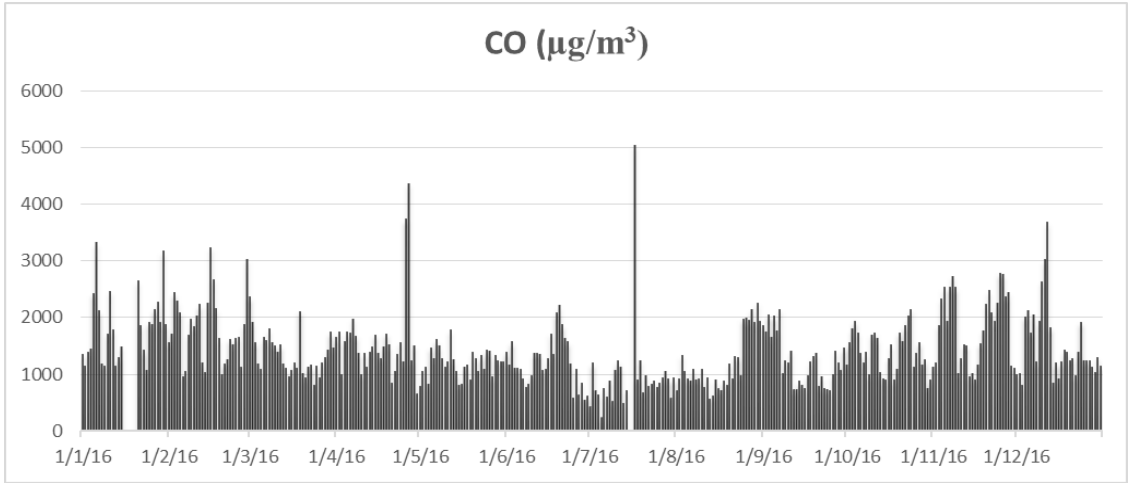
Kirlenici	Ortalama Süre	Limit Değer (µg/m ³)						Uyarı Eşiği
		2013	2014	2015	2016	2017	2018	
SO ₂	saatlik	500	500	470	440	410	380	500 µg/m ³
	24 saatlik	250	250	225	200	175	150	
	yıllık	20	20	20	20	20	20	
NO ₂	saatlik	-	300	90	280	270	260	400 µg/m ³
	yıllık	60	60	56	52	48	44	
NO _x	yıllık	-	30	30	30	30	30	
PM10	saatlik	100	100	90	80	70	60	300 (µg/m ³)
	yıllık	60	60	56	52	48	44	150 (µg/m ³)
Pb	yıllık	1	1	0.9	0.8	0.7	0.6	
Benzen	yıllık	10	10	10	10	9	8	
CO	günlük 8 saatlik ortalama	16	16	14	12	10	10	



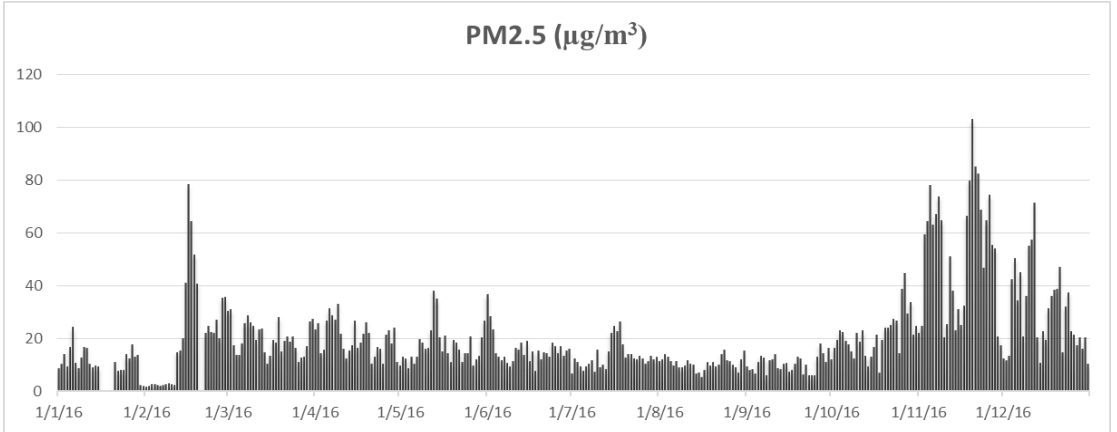
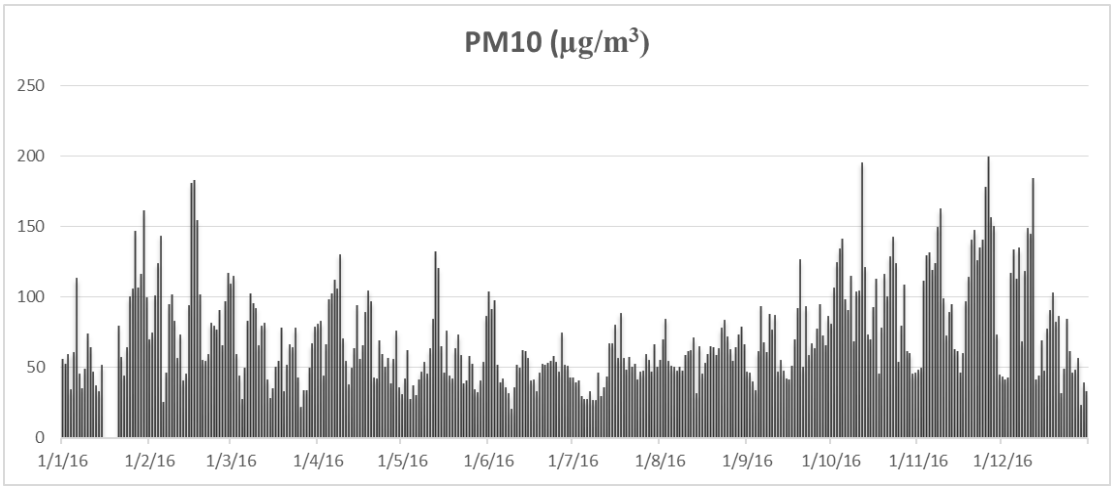
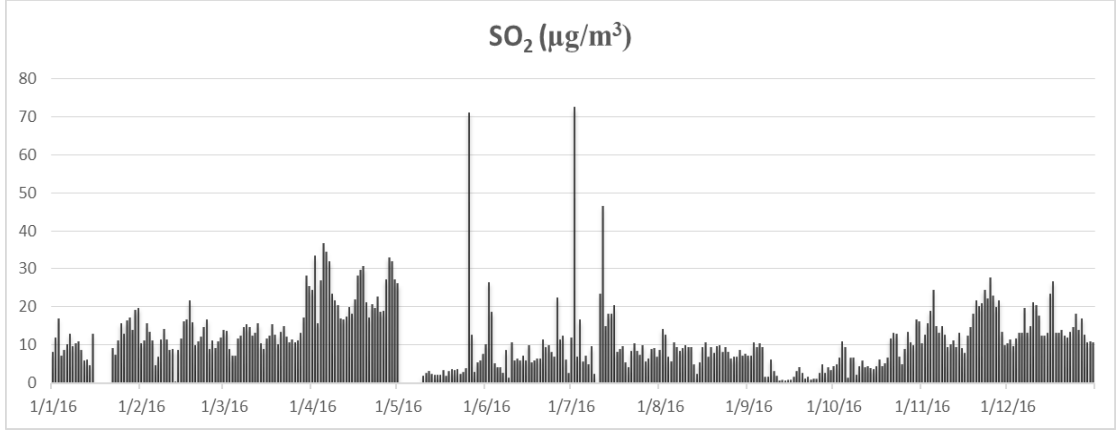
Şekil 3.7 CO, NO_x ve NO₂ kirletici konsantrasyonlarının 2015 yılı değişimi



Şekil 3.8 SO₂, PM₁₀ ve PM_{2.5} kirletici konsantrasyonlarının 2015 yılı değişimi



Şekil 3.9 CO₂, NO_x ve NO₂ kirletici konsantrasyonlarının 2016 yılı değişimi



Şekil 3.10 SO₂, PM₁₀ ve PM_{2.5} kirletici konsantrasyonlarının 2016 yılı dağılımı

Hava kirliliği parametrelerinin aylık ortalama konsantrasyonlarının dağılımları incelendiğinde, 2015 yılında en yüksek CO konsantrasyonu Kasım ayında, NO₂ konsantrasyonu Eylül ayında, SO₂ konsantrasyonu Ekim ayında, ve PM₁₀ kirleticiler ise en yüksek Aralık ayında görülmüştür. 2016 yılında en yüksek CO konsantrasyonu Kasım

ayında, NO₂ konsantrasyonu Ekim ayında, SO₂ konsantrasyonu Nisan ayında, PM10 kirleticiler ise Kasım ayında görülmüştür (Çizelge 3.14-3.15)

Çizelge 3.14 Hava kirliliği parametrelerinin aylık ortalama konsantrasyonlarının değişimi (2015)

2015	CO (µg/m ³)	NO ₂ (µg/m ³)	SO ₂ (µg/m ³)	PM10 (µg/m ³)
Ocak	1701.68	76.78	7.31	71.17
Şubat	1404.4	70.12	5.25	57.45
Mart	1503.6	73.25	5.83	62.06
Nisan	1283.9	75.81	7.77	48.64
Mayıs	1092.5	79.86	10.06	47.52
Haziran	1077.9	79.3	5.37	43.91
Temmuz	943.1	83.28	7.32	44.39
Ağustos	1157.3	93.9	5.73	56.3
Eylül	1407.5	101.7	14.08	73.26
Ekim	1508.3	85.17	16.95	72.52
Kasım	2321.1	94.13	22.3	104.67
Aralık	2214.4	91.27	15.11	116.8

Çizelge 3.15 Hava kirliliği parametrelerinin aylık ortalama konsantrasyonlarının değişimi (2016)

2016	CO (µg/m ³)	NO ₂ (µg/m ³)	SO ₂ (µg/m ³)	PM10 (µg/m ³)
Ocak	1827.4	81.61	11.43	72.59
Şubat	1789.27	63.17	11.47	88.4
Mart	1358.18	55.94	13.16	61.4
Nisan	1579.85	56.39	24.16	70.77
Mayıs	1195.7	61.92	7.6	55.35
Haziran	1212.42	70.65	8.54	52.43
Temmuz	963.76	69.88	13.13	47.67
Ağustos	1180.25	88.81	8.3	61.1
Eylül	1231.8	83	3.52	66.46
Ekim	1393.5	105.22	7.4	97.21
Kasım	1833.2	77.41	15.85	110.27
Aralık	1519.25	69.36	14.46	77.26

Hava kirliliği parametrelerinin polen/spor ve alerjen konsantrasyonuna etkisi yine Spearman korelasyon testi ile analiz edilmiştir ve bulgular kısmında çizelgeler halinde verilmiştir (Çizelge 4.9, 4.12, 4.15, 4.18).

3.2 Polen/Spor ve Alerjenlerin Atmosferden Örneklenmesi ve Analizleri

Çalışmanın metot aşaması, 5 basamakta gerçekleştirilmiştir:

1. Volumetrik yöntemle (Burkard aleti ile) atmosferik *Betulaceae*, *Poaceae*, *Ambrosia* polenleri ve *Alternaria* sporları ile analiz edilip, sayılmıştır.
2. BGI900 model yüksek hacimli hava örnekleyicisi ile Bet v 1, Phl p 5, Amb a 1 ve Alt a 1 alerjenleri örneklenmiş ve ELISA yöntemi ile konsantrasyonları belirlenmiştir.
3. Meteorolojik faktörler ve hava kirliliği parametrelerinin polen, spor ve alerjenler üzerine etkisi istatistiksel analizlerle gösterilmiştir.
4. Çalışılan taksonların polen ve spor morfolojileri LM, SEM ve TEM’de çalışılmıştır.
5. Bet v 1, Phl p 5, Amb a 1 alerjenlerinin polendeki ve Alt a 1 alerjenlerin *Alternaria* sporlarındaki lokalizasyonu immün etiketleme yöntemi ile gösterilmiştir.

3.2.1 Çalışma istasyonu hakkında genel bilgiler

Ankara Üniversitesi Tandoğan Kampüsünde yer alan F Blok çatısında 1989’dan beri bulunan Hirst polen ve spor tuzağı (Burkard) ile Tubitak projesi ile yerleştirilmiş olan Kademeli Yüksek Hacimli Hava Örnekleyicisi (BGI900) ile 2015-2016 yıllarında Mart ayı başından Eylül ayı sonuna kadar eş zamanlı olarak örnekleme yapılmıştır (Şekil 3.11-3.12). Aerobiyolojik gözlemin gerçekleştiği ve örnekleyicilerin yer aldığı istasyona ait koordinat ve yükseklik bilgileri çizelge 3.16’da verilmiştir. Ayrıca geri yörünge analizleri için de aynı bilgiler kullanılmıştır.



Şekil 3.11 Aerobiolojik izleme çalışmalarının yürütüldüğü istasyon

a. Çalışma alanının uydu fotoğrafı, b. Burkard polen ve spor tuzağı ile BGI900 model Yüksek Hacimli Hava Örnekleyicisinin yerleştirildiği bina (Mühendislik Fakültesi-F Blok)

Çizelge 3.16 Aerobioloji gözlem istasyonlarına ait bilgiler

İstasyon	Koordinatlar		Yükseklik
	N	E	
Ankara	39°56'12.8"	32°49'50.8"	864 m

3.2.2 Volumetrik Yöntem

Polen ve sporların atmosferden izlenmesi için volumetrik yöntem kullanılmıştır. Volumetrik yöntem, vakumlama (emme) gücüne bağlı olarak birim hacime düşen spor (spor/m^3) ve polen (polen/m^3) miktarını belirlemeye yarar. Bu yöntemde atmosferdeki “airborne” partiküller, Burkard spor ve polen tuzağı ile haftalık olarak toplanmaktadır.

Bu araştırmada, Ankara atmosferinden izlenen polen ve sporlar 1 Ocak 2015-31 Mart 2016 tarihleri arasında Burkard tuzağı ile toplanmış, sayım sonuçları bir metreküp havadaki polen ve spor miktarları şeklinde verilmiştir.

3.2.3 Burkard tuzağının özellikleri

Burkard tuzağı, elektrikle çalışmaktadır ve 24 saatte 14.4 m^3 (Bir saatte 0.6 m^3 , dakikada 10 litre) hava emme kapasitesine sahiptir. Emilen hava 14 mm eninde, 2 mm yüksekliğinde dikdörtgen şeklinde bir delikten aletin içine girer. Bu deliğin önüne yerleştirilen kasnak dönerek bir saatte 2 mm, 1 günde 48 mm yol kat eder. Tam devrini bir haftada tamamlar. Diskin çevresi 336 mm, eni 20 mm'dir. Kasnağın hareketi içindeki zembereğin anahtarla kurulmasıyla sağlanır. Kasnak üzerine şeffaf bir bant yapıştırılır ve üzerine fırça ile moviolden hazırlanan yapıştırıcı sürülür. Böylece bir hafta boyunca aletin emdiği hava içindeki polen ve diğer airborn partiküllerin bant üzerine yapışması sağlanır (Şekil 3.12).



Şekil 3.12 Burkard polen ve spor tuzağı (a) ve şeffaf bandın sarıldığı döner disk (b)

3.2.4 Yapıştırıcının hazırlanması

Polen, spor gibi atmosferik (airborn) partiküllerin yapışması için 336 mm uzunluğundaki kasnağın çevresine yerleştirilen bandın üzerine moviolden hazırlanan bir yapıştırıcı sürülür. Kontaminasyonu önlemek ve kimyasallardan korunmak için çeker ocakta; 35 g moviol, 100 ml distile su içerisinde karıştırılarak 70 °C'de eritilir. Karışım 2 gün oda sıcaklığında bekletilir. Daha sonra karışıma 50 ml gliserol ve 2 g fenol eklenerek karışımın krem şekline dönmesi sağlanır (Fokkema 1971, Baschong vd. 2001).

3.2.5 Gliserin-Jelatin hazırlanması

1 gr jelatinin 6 ml su içinde 2 saat bırakılarak yumuşaması sağlanır. Bunun üzerine 7 ml gliserin ilave edilerek 50 °C'lik sıcak su banyosuna konur ve 10-15 dk süre ile karıştırılır. Karışıma dezenfektan olarak küçük bir timol kristali veya yoğun fenol çözeltisinden birkaç damla damlatılır. Karışım soğumadan cam pamuğundan süzülür. Soğuyan karışım katılaştır. Kullanılacağı zaman 50-60 °C'lik sıcak su banyosunda eritilir. Bu karışım 48 mm uzunluğundaki bant parçasını (1 günü temsil eden) lam üzerine yapıştırmak için kullanılır. Hazırlanan bu karışıma, polenleri boyamak üzere spatül ucuyla çok az miktarda safranin ilave edilerek safraninli gliserin jelatin hazırlanır (Pınar vd. 1999).

3.2.6 Preparatların hazırlanması

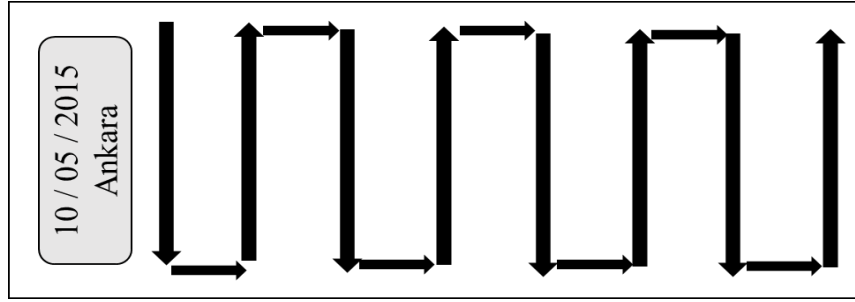
Tez çalışmasında, disk, haftalık olarak perşembe günleri saat 12:00'de değiştirilmiştir. Bir haftalık devrini tamamlamış teyp aletten çıkarılır. Bir hafta boyunca emilen hava içindeki polenler 19 mm enindeki teyp üzerinde 14 mm'lik bir şerit boyunca yapışır. 7 günde bir değişen bant her bir güne tekabül eden 48 mm boyunda 7 eşit parçaya bölünür. Bunun için 336 mm uzunluğundaki bant 48 mm aralıklarla işaretlenmiş plastik blok üzerine konarak işaretli bölgelerde 7 eşit parçaya kesilir. Temiz bir lam üzerine gliserin-jelatin sürülür, üzerine bir güne tekabül eden 48 mm boyundaki bant parçası yerleştirilir. Bant üzerine de eritilmiş safraninli gliserin-jelatin konarak üzerine 24x50 mm boyunda lamel kapatılır ve polenlerin safraninle boyanması sağlanır (Şekil 3.13).



Şekil 3.13 Burkard aletinden alınan banttın 7 günlük preparatların hazırlanması

3.3.7 Preparatların mikroskopta incelenmesi

Preparatlar hazırlandıktan sonra lam kenarına yapıştırılan etikete o günün tarihi, toplanma saati ve ait olduğu il yazılır. Lam üzerine yapıştırılan 48 mm'lik bant alanı şekil 3.14'te gösterildiği gibi mikroskopta taranarak, çalışılan taksonların 24 saatlik polen/spor konsantrasyonları belirlenmiştir.



Şekil 3.14 Preparat üzerinde polen sayımlarının yapılmasında izlenen tarama yönü

Polenlerin nitelik ve nicelik analizi Leica DM500 mikroskopla 10x oküler ve 40x objektif kullanılarak yapılmıştır. Polen ve sporların sayımında 24 dikey bant metodu esas alınmıştır (Soldevilla vd. 2007). Toplam polen miktarı dönüştürme kat sayısı (correction factor) kullanılarak 1m^3 havada bulunan miktarlara dönüştürülmüştür. Burkard spor ve polen tuzaklama aracı 24 saat boyunca 14.4 m^3 hava emmektedir (Mandrioli 2000). Dönüştürme faktörünün hesaplanması:

Mikroskop görüş alanının ortalama çapı: 0.45 mm

Bir dikey sıra taramanın alanı = $14\text{ mm} \times 0.45\text{ mm} = 6.3\text{ mm}^2$

Taranan alan = 6.3×24 dikey sıra = 151.2 mm^2

Toplam yüzey alanı = 48 mm uzunluk \times 14 mm genişlik = 672 mm^2

Metreküp havadaki polen miktarı = $(672\text{ mm}^2 / 151.2\text{ mm}^2) \times (1 / 14,4) \times N$

$N = 24$ dikey sıra taramadaki polen sayısı

Metreküp havadaki polen miktarı = $N \times 0.31$ (Dönüştürme faktörü)

Çalışılan taksonlara ait polenlerin tanımı, referans preparatlara, palinoloji ile ilgili kitaplara (Punt vd. 2007, Sin vd 2007), atlaslara (Smith 2000 ve Hesse vd. 2009) ve literatürlerdeki morfolojik bilgilere göre yapılmıştır. Ekzin tabakaları için Faegri-Iversen (1975) terminolojisi kullanılmıştır (EK 1).

3.2.8 Işık mikroskobunda (LM) polen ve spor morfolojilerinin incelenmesi

Çalışılan bitki taksonlarının çiçeklenme dönemleri takip edilerek, bunların çiçeklerinden alınan polenlerden, Wodehouse (1935) yöntemine göre preparatlar hazırlanmıştır.

Wodehouse Yöntemi:

1. Anter tekaları temiz bir lam üzerinde ezilerek polenler açığa çıkartılır.
2. Üzerine reçine ve yağları eritmek amacıyla 2-3 damla % 96'lık alkol damlatılır.
3. Preparat ısıtıcı üzerinde alkol uçana kadar bekletilir.
4. Bazik fuksin eklenmiş gliserin jelatinden bir miktar alınarak polenlerin üzerine koyulur ve erimesi sağlanır.
5. Polenlerin dağılmasını sağlamak için temiz bir iğne ile karıştırılır. Üzerine lamel kapatılır.
6. Lamelin kenarından oje geçirilerek, daimi preparat haline getirilir. Wodehouse Yöntemi ile hazırlanan preparatlarda polenlerin intini ve protoplazması mevcuttur.
7. Lamın üzerine preparatın hangi bitkiye ait olduğu, nereden toplandığı, hangi tarihte yapıldığını gösteren etiket yapıştırılır. Daha önceden hazırladığımız Gliserin-Jelatin içine Wodehouse Yöntemi için polenleri boyamak maksadıyla istenilen miktarda safranin veya bazik fuksin boyası katılır.

3.2.9 Taramalı elektron mikroskobu (SEM) ile polen ve sporların incelenmesi

Her bir taksona ait anterlerden direkt olarak alınan polenler, üzerinde çift taraflı yapıştırıcı bant bulunan metal polen taşıyıcıları (stap) üzerine stereomikroskop altında dikkatlice yerleştirilmiştir. Taramalı elektron mikroskobunun çalışma kriterine göre; staplar polenlerin iletken duruma geçebilmesi ve elektron mikroskobu ekranında görüntü verebilmesi için altınla kaplanır (Pınar vd. 2016). Hazırlanan örneklerden her bir taksona ait polenlerin genel görünüşleri, ayrıntılı yüzey ornamentasyonları ve apertür özellikleri incelenmiştir. SEM mikrofotograflarının çekimlerinin bir kısmı Eskişehir Osmangazi Üniversitesi ARUM (Araştırma ve Uygulama Merkezi) biriminde, bir kısmı da Türkiye Petrolleri Anonim Ortaklığı (TPAO) bünyesindeki SEM laboratuvarında gerçekleştirilmiştir.

3.2.10 Aeroalerjenlerin toplanması ve analiz için hazırlanması

Aeroalerjenlerin örneklenmesi için BGI900 model “Kademeli Yüksek Hacimli Hava Örnekleyicisi” kullanılmıştır (Şekil 3.16). Bu cihaz, havayı partikül büyüklüğüne göre ayıran bir dizi katmandan oluşmaktadır. Çalışmamızda, partikül büyüklüğü 10 μm 'den büyük olanları toplayan (PM10) ile partikül büyüklüğü 10 ila 2.5 μm arasındakileri toplayan (PM2.5) olmak üzere iki kademe kullanılmıştır (Şekil 3.15).



Şekil 3.15 Aeroalerjenlerin örneklemesinde kullanılan tuzak

a. BGI900 model Kademeli Yüksek Hacimli Hava örnekleyicisi b. hava çeken motoru

Cihaz dakikada 900 L havayı, en üst kademenin üzerinde bulunan yağmur koruyucu ile kademe arasından çekerek, poliüretan bir filtre üzerine yönlendirmektedir. Filtre üzerine gelen havada, çapı kademenin tutma limitinin altında olan parçacıklar bir alt kademeye geçmekte, diğerleri ise filtre tarafından tutulmaktadır. Örnekleyiciye hava, blower adı verilen 7,5 KW gücündeki bir hava pompası tarafından sağlanmaktadır. Cihazdaki poliüretan filtreler, Mart - Ekim ayları arasında günlük olarak öğlen saat 12:00 de değiştirilmiştir. Laboratuvara getirilen filtreler, her kademe için, üzerlerindeki eşit mesafede bulunan, yerleşim deliklerinden üç eşit parçaya ayrılmış (Şekil 3.16) ve kullanılabildiği kadar -20 °C’de saklanmıştır. Ayrıca filtrelerin toplam ağırlıkları hem cihaza konulmadan hem de konulduktan sonra tartılmak suretiyle kaydedilmiştir.



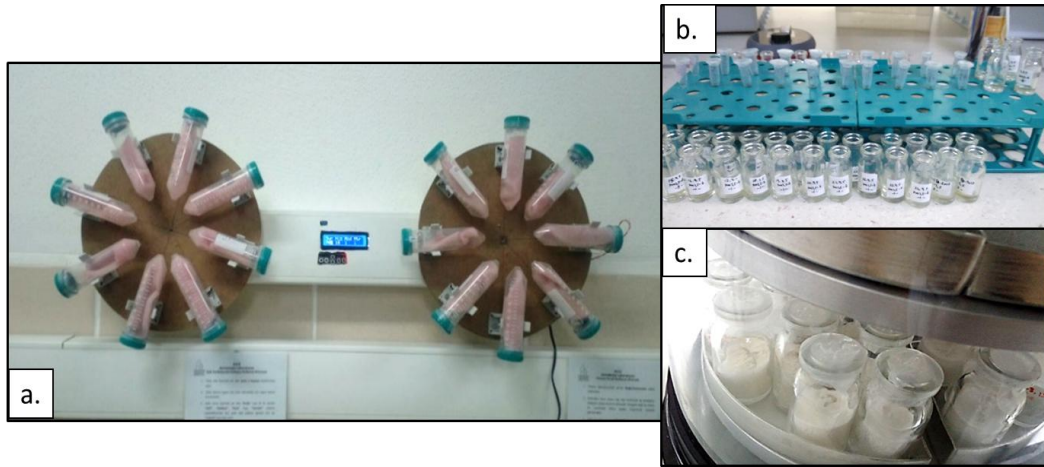
Şekil 3.16 a.Yüksek hacimli hava örnekleyicisinin kademeleri ve içlerine yerleştirilen poliüretan filtreler, b. PM10 filtresi, c. PM2.5 filtresi

Her gün için her kademeye ait birer filtre parçası özütlenmiştir. Geri kalan iki filtre parçası yedek olarak saklanmıştır. Özütleme işlemi için seçilen filtrelerden, PM10 filtre parçaları 50 ml'lik, PM2.5 parçaları ise 15 ml kapasiteli santrifüj tüplerinde, üzerlerine özütleme tamponu konularak 4 saat boyunca rotator yardımıyla döndürülerek özütlenmiştir. Bu işlem için kullanılan tampon ve miktarları çizelge 3.17'de verilmiştir.

Çizelge 3.17 Filtrelerin özütlenmesi için kullanılan tamponlar ve tüp başına kullanılan miktarları

Filtre	Tampon	Miktar (ml)
PM10	+ BSA (% 0,1)	15 ml
PM2.5	+BSA (% 0,1)	6 ml

Özütleme işlemi sonrası, filtreler sıkılarak emmiş oldukları tampondan ayrılmışlardır. Daha sonra tüplerde kalan sıvılar 10000 g'de 4 dakika süreyle santrifüjlenerek içerdiği partiküllerden uzaklaştırılmıştır. Tüplerdeki süpernatant kısmı 8 ml kapasiteli flakonlara her tüpte 5 ml sıvı olacak şekilde bölüştürülmüştür (Şekil 3.17). Sadece PM2.5 filtreleri için sıvının tümü tek bir flakona aktarılmıştır. Başka bir ifadeyle, her bir PM10 filtre parçası için 3, PM2.5 filtre parçası için 1 flakon hazırlanmıştır. Bu şekilde hazırlanan flakonlar üzerlerinde delik olan kapaklar ile kapatılarak -80 °C'de en az bir gece dondurulmuştur (Buters vd. 2012).



Şekil 3.17 a. Rotator yardımıyla özütleme işlemi, b. Filtre özütlerinin konulduğu flakon tüpler, c. Örneklerin liyofilizasyonu

En az bir gece süreyle dondurulan tüpler, liyofilize edilerek, içerdikleri su uçurularak kuru hale getirilmiştir. Liyofilizasyon için kullanılan kurutma programı çizelge 3.18’de yer almaktadır. Liyofilizasyon işlemi sonrası örneklerin kapakları değiştirilerek kullanılabileceği kadar -20 °C’de saklanmıştır (Buters vd. 2012).

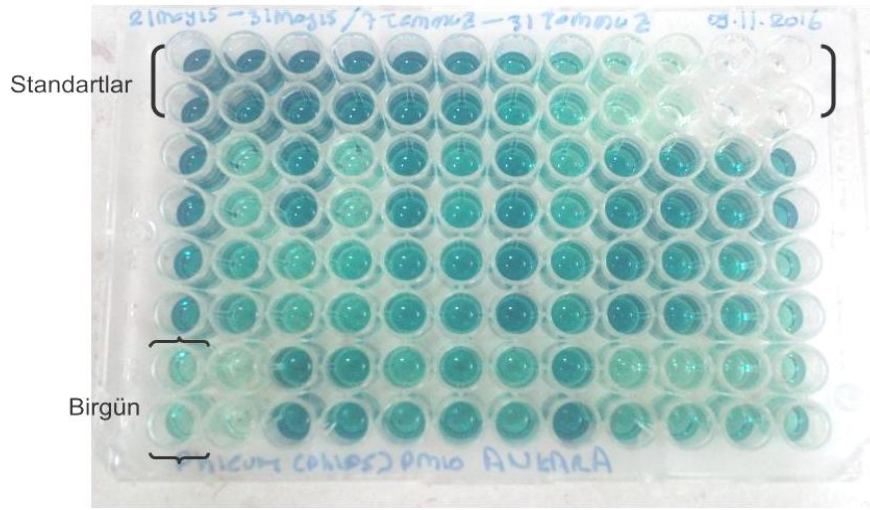
Çizelge 3.18 Örneklerin liyofilizasyonu için kullanılan program

No	Aşama	Vakum (mabar)	Süre (saat)	Raf sıcaklığı (°C)
1	Vakum ve Soğutma	0.200	0.5	-
2	Vakum + Raf ısıtma	0.200	1	20
3	Vakum + Raf ısıtma	0.200	12	20
4	Vakum + Raf ısıtma	0.200	12	25

3.2.11 Aeroalerjenlerin ELISA yöntemiyle belirlenmesi

Liyofilize edilen örneklerdeki alerjen miktarları, sandviç ELISA yöntemiyle belirlenmiştir. Havada izlenen dört alerjenin miktarını belirlemek için kullanılan ELISA kitleri, Indoor Biotechnologies firmasından sağlanmıştır. Bunlardan, Bet v 1, Phl p 5 ve Alt a 1 alerjenlerin tespitinde monoklonal antikolar kullanılırken, Amb a 1 için ise poliklonal antikolar kullanılmıştır. ELISA çalışmaları üretici firma tarafından sağlanan kılavuza uygun bir şekilde yürütülmüş ve Bet v 1, Phl p 5 ve Alt a 1 için pg/ml, Amb a 1 için ise U/ml birimine göre miktarları hesaplanmıştır. Daha sonra 1 metreküp havadaki alerjen konsantrasyonlarını ifade edebilmek için, birimler pg/m^3 ve U/m^3 olarak dönüştürülmüştür.

Her flakon ELISA kuyularına konulmadan önce 500 μ l % 0.5 Tween 20 içeren fosfat tamponu (PBS-T) ile sulandırılmıştır. ELISA plağının ilk iki sırasının ilk 10 kuyusuna seri seyreltme ile standartlar konulurken, A11-A12, B11-B12 kuyularına negatif kontrol olarak % 0.5 Tween 20 içeren, % 0.1’lik Bovin Serum Albümin olan fosfat tamponu (TBS-T-BSA) konulmuştur. Her güne ait örnekler alt alta olacak şekilde tekrarlı olarak çalışılmış ve tekrarların ortalamaları alınarak alerjen miktarı hesaplanmıştır. Örnek bir ELISA plağının yerleşimi şekil 3.18’de yer almaktadır.



Şekil 3.18 Örnek bir ELISA plak yerleşimi

Atmosferde yer alan alerjenlerin miktarlarının belirlenmesi için aşağıda belirtilen ELISA yöntemi kullanılmıştır. ELISA Yöntemi ile alerjen varlığı ve konsantrasyonunun tespitinde kullanılan çözeltiler altta verilmiştir. Yöntem basamakları ise şu şekildedir:

1. Ticari olarak satın alınan kitin içerisindeki antikor (Indoor Biotechnologies), 50 mM karbonat/bikarbonat tamponu (pH=9.6) içerisinde 1/1000 oranında sulandırıldıktan sonra, boş bir ELISA plağına, her kuyuya 100 µl olacak şekilde konulur. Bu plak bir gece boyunca +4 °C'de çalkalanmıştır.
2. Ertesi gün plak 3 kez içerisinde % 0.05 oranında Tween 20 bulunan Fosfat Tamponu (PBS-T) ile yıkanır.
3. Daha sonra kuyularda özgül olmayan bağlanmaları engellemek için % 1 oranında Sığır Serum Albümini (BSA) içeren PBS-T tamponu ile 30 dakika süreyle kapatma işlemi gerçekleştirilir. Fazla BSA'yı gidermek için plak 3 kez PBS-T tamponu ile yıkanır.
4. Uygun oranda % 1'lik BSA PBS-T tamponu ile seyreltilen standart alerjenler ve hava örnekleri kuyulara eklenir ve 1 saat süreyle oda sıcaklığında inkübe edilir.
5. Kuyular tekrardan 3 kez PBS-T tamponu ile yıkandıktan sonra, yine kit içerisinde yer alan biyotin konjuge edilmiş antikor ile 1 saat süre ile işaretlenir. Bu antikor da % 1 BSA içeren PBS-T tamponu ile 1/1000 oranında seyreltikten sonra kullanılır.
6. Plak 3 kez PBS-T tamponu ile yıkanır. Ardından, antijen-antikor etkileşimini göstermek amacıyla streptoavidin-peroksidaz kompleksi kullanılır. 1/1000 oranında %

1'lik BSA PBS-T tamponunda seyreltilen kompleks, kuyulara ilave edilerek 30 dakika beklenir.

7. Kuyular son defa 3 kez PBS-T tamponu ile yıkanır.

8. Kuyulara ABTS (2,2'-azino-Bis-(3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonicacid)) diamonyum tuzu ilave edilerek oluşan reaksiyon 405 nm dalga boyunda ELISA okuyucu ile okunur. Alt a 1 alerjeni için substrat olarak TMB (tetramethylbenzidine) kullanılmıştır ve absorbans 450 nm dalga boyunda sülfirik asitle durdurularak ölçülmüştür.

Özütleme Tamponu (pH 8.1):

Amonyum bikarbonat	3.95 gr
Amonyak (% 25'lik)	210 µl
BSA (PM10 için)	0.5 gr
BSA (PM2.5 için)	1.25 gr
Saf su	500 ml

50mM karbonat/bikarbonat Tamponu (pH 8.1):

Sodyum bikarbonat	2.93 gr
Sodyum karbonat	1.59 gr
Saf su	1000 ml

Tween'li Fosfat Tamponu (Yıkama Tamponu) (Ph 7.4):

Sodyum klorür	8 gr
Potasyum fosfat monobazik	0.2 gr
Sodyum fosfat dibazik	1.15 gr
Potasyum klorür	0.2 gr
Tween 20	0.5 ml
Saf su	1000 ml

Substrat:

Sitrik asit	0.57 gr
Sodyum fosfat dibasik	1.79 gr
(2,2'-Azino-Bis(3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonicacid))diammonium	0.055 gr
Hidrojen peroksit	5.82 µl/10ml

Absorbansların okunmasıyla elde edilen bir mililitre sıvı içerisinde alerjen miktarları, bir metreküp havada bulunan alerjen miktarlarına dönüştürülmüştür Bu amaçla PM10 filtrelerinde bulunan alerjen konsantrasyonu için aşağıdaki formülden yararlanılmıştır.

$$A = B * (a*b*1.5) / 1296$$

A: metreküpteki alerjen miktarı

B: ölçülen 1 ml'deki alerjen miktarı

a: her filtre parçası başına hazırlanan tüp sayısı

b: sulandırma miktarı (ml)

Bu formülle elde edilen miktarlar 1000 ile çarpılarak Bet v 1, Phl p 5 ve Alt a 1 için pikogram olarak ifade edilirken, Amb a 1 için Unit olarak verilmiştir.

Benzer şekilde PM2.5 filtrelerinde yer alan alerjen konsantrasyonu için ise “ $A=B*(a*b*0.5) / 1296$ ” formülü kullanılmıştır. Her bir filtreden 1 flakon kullanılmış ve 0.5 ml ile sulandırılmıştır. Cihaz 900 L/dk hava emdiğinden, metreküp dönüşümü için, elde edilen değerler “1296” ya bölünmüştür (Alan vd. 2018). Alerjen miktarlarının belirlenmesi sırasında, polen sezonuna ait tüm günlerin mümkün olduğu sürece aynı plakta çalışılmasına özen gösterilmiştir. Bu şekilde farklı standart eğrilerinden konsantrasyon elde edilmesinden kaçınılmıştır.

3.3 Geri Yörünge Analizi

Atmosferde belirlenen polen ve alerjenlerin muhtemel kaynağının belirlenmesi için veri toplanan günlerdeki hava kütlelerinin hareketlerinin geriye dönük olarak izlenmesine dayalı yörünge analizleri gerçekleştirilmiştir. Bu analiz için NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration) web sitesinden yararlanılmıştır. Öncelikli olarak, Ankara ilinde doğal olarak yetişmeyen ve invaziv olarak da henüz rastlanmamış olan *Ambrosia artemisiifolia* bitkisine ait polenlerin ve Amb a 1 alerjenlerinin kaynağını belirleyebilmek amacıyla polen ve alerjen konsantrasyonlarının pik yaptığı tarihlerinde 48 saatlik geri yörünge analizleri gerçekleştirilmiştir. 6 saat aralıklarla gerçekleştirilen ve 24 yörünge çizildiği analiz için örnekleme noktasının gerçekleştiği lokasyonun yükseklik değeri olan, 900 m kullanılmıştır. Ayrıca geri yörünge analizleri Betulaceae ve Poaceae polen ve alerjenlerine de yine konsantrasyonların pik yaptıkları tarihler için uygulanmıştır (Sofiev vd. 2013)

3.4 Verilerin İstatistiksel Değerlendirilmesi

İki yıl süresince sürdürülen çalışmanın veri matrisi oldukça geniş olduğundan atmosferde izlenen 4 taksona ait polen/spor ve bunlara ait alerjen verileri ayrı ayrı sunulmuş, daha sonra ise kendi içinde yıllar bazında incelenmiştir. Her polen ve alerjen tipi için toplam konsantrasyon ile maksimum konsantrasyonun elde edildiği günler bulgular kısmında belirtilmiştir. Alerjen izleme günlerinin belirlenmesinde ana polen sezonları dikkate alınmıştır. Bunun için de % 98 metodu baz alınmıştır. % 98 metoduna göre, polen konsantrasyonunun kümülatif toplamı % 1'e ulaştığında ana polen sezonu başlar ve % 99'a ulaştığında ise sonlanır (Galan vd. 1995).

Verilerin istatistiksel analizleri için öncelikle verilerin dağılımının belirlenebilmesi amacıyla normalite testi uygulanmıştır. Bu amaçla "Kolmogorov-Smirnov" normalite testi kullanılmıştır. Bu testten aynı zamanda alerjen dağılımlarının birbirleri ile de karşılaştırılmasında da yararlanılmıştır (Alan vd. 2018).

Polen, alerjen, meteorolojik verilerin ve hava kirliliği parametrelerinin aralarında korelasyon olup olmadığı ise Spearman korelasyon testi ile belirlenmiştir. Analizler SPSS v.21 kullanılarak gerçekleştirilmiştir ve korelasyon katsayısı "r" kısaltması ile ifade edilmiştir. Çizelgelerin altında "p" anlamlılık düzeyleri dipnot şeklinde verilmiştir.

Polen ve alerjen konsantrasyonlarının rüzgar hızı ve rüzgar yönü ile değişimlerinin gösterildiği grafikler R programlama dili ve RStudio ver. 3.5.1 kullanılarak elde edilmiştir. Hava kalitesi parametrelerinin incelenmesi için geliştirilen "Openair" paket programında yer alan "polarPlot" fonksiyonu kullanılarak her bir takson için 2015-2016 yıllarını temsil eden grafikler hazırlanmıştır (Carslaw ve Ropkins 2012).

3.5 İmmun Etiketleme Yönteminin Basamakları

İmmunogold etiketleme çalışmalarını gerçekleştirmek üzere Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Araştırma Uygulama Merkezinde çalışmalar yürütülmüştür. Öncelikle polen ve spor örneklerinin temini sağlanmıştır (Çizelge 3.19).

Çizelge 3.19 Polen örneklerinin lokasyon ve toplayıcı bilgileri

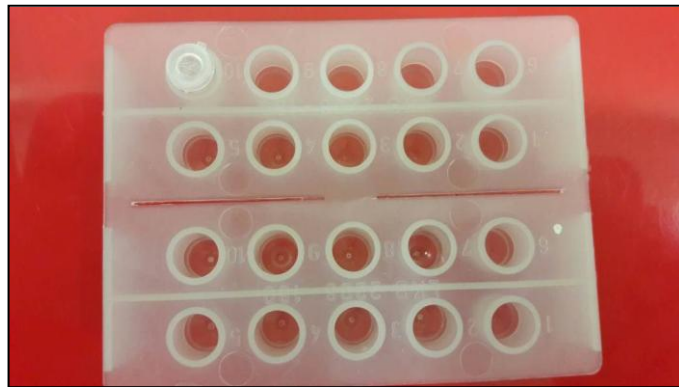
	Lokasyon	Toplayıcı adı ve tarihi
<i>Betula pendula</i> Roth.	Ankara Üniversitesi Tandoğan kampüsü	Aydan Acar Şahin-01.04.2016
<i>Phleum pratense</i> L.	Beypazarı Nallıhan arası, yol kenarı, Ankara	Aydan Acar Şahin-04.06.2016
<i>Ambrosia artemisiifolia</i> L.	Mamure Köy yolu, Düzce	Aydan Acar Şahin-31.08.2017
<i>Alternaria alternata</i> (Fr) Keissl.	Trakya Üniversitesi, Edirne	Doç.Dr. Suzan Ökten 25.05.2018

Betula pendula (syn=*Betula verrucosa*), *Phleum pratense* ve *Ambrosia artemisiifolia* polenlerinde ve *Alternaria alternata* spor ve hiflerinde yer alan sırasıyla, Bet v 1, Phl p 5, Amb a 1 ve Alt a 1 majör alerjenlerinin lokalizasyonlarının tespiti için aşağıdaki işlemler uygulanmıştır (Skepper ve Powell 2008):

1. Glurataldehit (% 0.25-0.5) + paraformaldehit (% 4) içerisine alınan anter/polen örnekleri +4 °C'de 24 saat primer fiksasyona alınmışlardır.
2. Fiksasyon sonrası 0.1M sodyum kakodilatlı tampon (glutaraldehit + formaldehit + kakodilat, pH 7.4) ile örnekler yıkanmıştır.
3. Örnekler +4 °C'de, % 70 etanol içerisinde 30 dk (iki kez) dehidre edilmiştir.
4. London White Resin (LW) +% 70 etanol (2:1) ile 1 saat, saf London White resin ile 1 saat ve iki kez, sonra tekrar saf London White resin ile oda sıcaklığında 1 gece bekletilmiştir.
5. Örnekler kapsül içine dikkatlice yerleştirilmiş ve ağzına kadar London White resin ile doldurulmuştur (paralelinde epoksi resine de alınmıştır).
6. Kapsüller 50 °C'de 24 saat polimerizasyona bırakılmıştır (London White resin için 24 saat ve epoksi resin için 48 saat olacak şekilde bekletilmiştir) (Kaur vd. 2002,

Vinckier vd. 2005, Skepper ve Powell 2008). Ayrıca polimerizasyonun inhibe olmaması için vakum yardımıyla ortamdaki oksijen uzaklaştırılmıştır. Daha sonra kapsüllere alınan örneklerin üstü hafif bombe yapacak şekilde resinle doldurulmuş ve kapatılmıştır ve sonra polimerizasyona bırakılmıştır (Şekil 3.19-3.20).

7. LW resin içerisindeki örneklerden Leica EM Trim cihazı ve Ultra Cut R model Ultra mikrotom yardımıyla 60nm'lik ince kesitler alınmıştır ve kesitler nikel gridlere aktarılmıştır.
8. Primer antikor öncesi, 10 dk PBSG (Phosphate-Buffered Saline with Glucose) ile nikel gridler yıkanmıştır.
9. Daha sonra nikel gridler 10 dk PBS ile yıkanmıştır ve 10 dk hidrojen peroksitle bekletilmiştir. Tekrar 3'er dk PBS ile 3 kez yıkama yapılmıştır.
10. PBS-BSA ile 30 dk bekletildikten sonra, 1/100 oranında PBSG'de sulandırılmış Anti Mouse Bet v 1 primer antikor ile *Betula pendula* polenlerine ait gridler, 1/100 oranında sulandırılmış Anti Mouse Amb a 1 primer antikor ile *Ambrosia* polenlerine ait gridler ve 1/500 oranında PBSG ile sulandırılmış Anti Mouse Phl p 5 antikor ile *Phleum pratense* polenlerine ait gridler gece boyunca muamele edilmiştir. PBSG ile serbest aldehit gruplarının bloklanması amaçlanmaktadır.
11. 2 dk 100 ml PBS ile yıkama yapılmıştır.
12. PBSG'de 1/20 oranında sulandırılmış Goat anti Mouse IgG 10nm altın işaretli sekonder antikor (abcam) ile gridler 2 saat muamele edilmiştir.
13. H₂O ile nikel gridler 30-40 sn yıkanmıştır.
14. Yıkama işleminden sonra uranil asetat ve kurşun sitrat ile örnekler boyanmıştır.
15. JEOL Jem 1010 marka model TEM ile görüntüleme işlemi gerçekleştirilmiştir.



Şekil 3.19 LW resin kullanılarak ilk uygulanan ve kapsüle alınan polen örneği

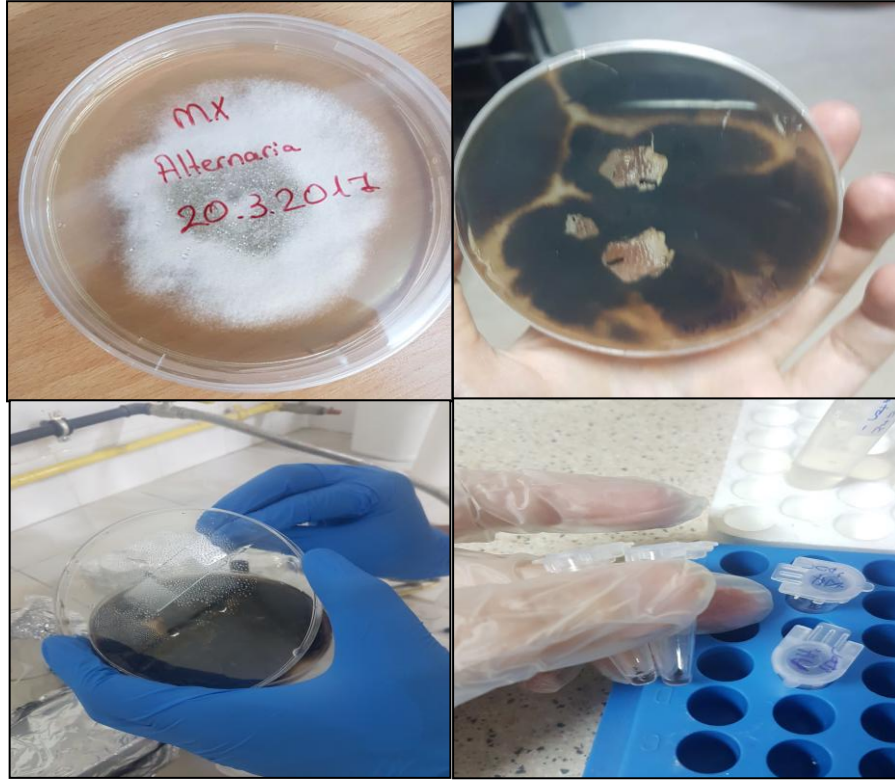


Şekil 3.20 Epoksi resine gömülen polen örneği ve vakum altına alınarak oksijeni uzaklaştırılmaya çalışılan polen örneği

Yapılan çalışmalarda Alt a 1 alerjenlerinin hem sporlarda hem de miselyumda yer aldığı bildirilmiştir (Paris vd. 1991, Ibarrola vd. 2004). Tez çalışmasında, Alt a 1 alerjen lokalizasyonunu daha net bir şekilde ortaya koyabilmek için, miselyumdan sporları ayırma işlemi uygulanmıştır. Bu amaçla öncelikle, Trakya Üniversitesi Öğretim Üyesi Doç Dr. Suzan Ökten aracılığıyla, moleküler tayini yapılmış olan *A. alternata* kültürü elde edilmiştir. Malt dekstroz agar ve yulaf unlu agarlı besiyerlerinde hazırlanmış bu kültürler, spor verimini artırmak amacıyla potato dekstroz agarlı (PDA) ortama ekilmiştir. Petriler 30 °C’de etüvde inkübasyona bırakılmıştır. 10. günden sonra besiyerinde kahverengi sporlar gelişmeye başlamıştır.

Kültürde spor yoğunluğu artınca, kültürden konidyasporların izolasyonu için, spor süspansiyon çözeltisi hazırlanmıştır. PDA ortamında üreyen *A. alternata* sporlarının ürediği petriye spor süspansiyon çözeltisi olarak % 0.1’lik Tween 80 ve distile su karışımdan eklenmiş ve steril lam yardımıyla kazıma yapılarak sporlar toplanmıştır. Kazınan parçalar cam pamuğu yardımıyla filtre edilip, işlem 20 ml süspansiyon elde edilene kadar tekrarlanmıştır (Şekil 3.21). Spor miktarı thoma lamı yardımıyla hesaplanarak ve 10^7 /ml olarak bulunmuştur. Daha sonra elde edilen süspansiyon, 2000 rpm’de 5 dk santrifüj edilmiştir. Üzerine immun etiketleme işlemine kullanılmak üzere, fiksatif (Gluteraldehit, formaldehit, kakodilat tamponu) eklenmiş ve gece boyunca +4°C’de inkübe edilmiştir. Ertesi gün fiksatifteki spor süspansiyonu 1000 rpm’de 5 dk santrifüj edilmiş ve süpernatant atılmıştır. Pellet, 0.1 M Sodyum kakodilatlı tamponu (pH 7.4) ile yıkanmıştır. Her yıkama sonrası örnek, 15 dk buzdolabında bekletilip ardından

4000 rpm'de santrifüf edilmiş, süpernatant atılmış ve bu işlem 3 kez tekrarlanmıştır tekrarlanmıştır (Choi vd. 1999, Hubballi vd. 2010).



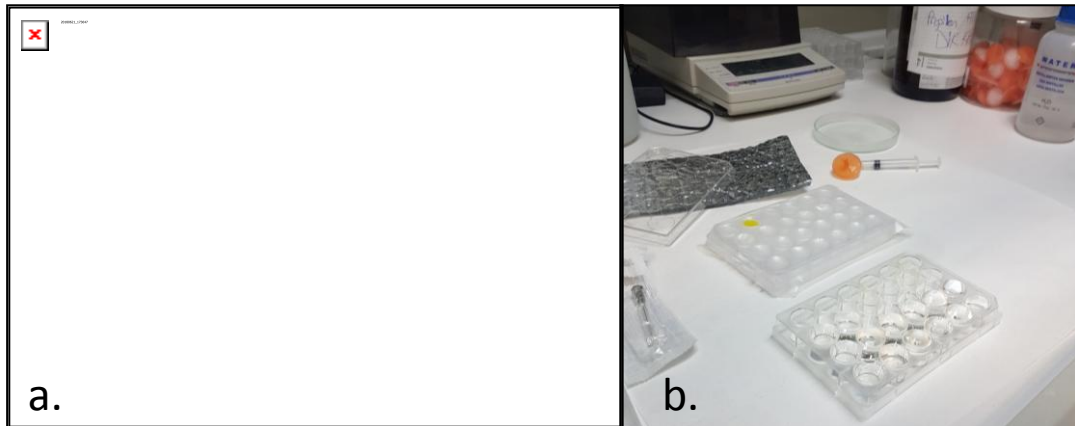
Şekil 3.21 *Alternaria alternata* kültüründen spor süspansiyonu elde etme basamakları

İşlem sonunda PBS tamponu içinde saklanan örneğe, Alt a 1 alerjen lokalizasyonunun tespiti için aşağıdaki işlemler uygulanmıştır (Skepper ve Powell 2008):

1. Örnekler +4 °C'de, % 70 etanol içerisinde 30 dk ve iki kez olacak şekilde dehidre edilmiştir.
2. London White Resin +% 70 etanol (2:1) ile 1 saat, saf London White resin ile 1 saat ve iki kez, sonra yine saf London White resin ile oda sıcaklığında 1 gece bekletilmiştir.
3. Örnekler kapsül içine dikkatlice yerleştirilmiş ve ağzına kadar London White resin ile doldurulmuştur (paralelinde epoksi resine de alınmıştır).
4. Kapsüller 50 °C'de 24 saat polimerizasyona bırakılmıştır (London White resin için 24 saat ve epoksi resin için 48 saat olacak şekilde bekletilmiştir) (Kaur vd. 2002, Vinckier vd. 2005, Skepper ve Powell, 2008).

5. LW resin içerisindeki örneklerden Leica EM Trim cihazı ve Ultra Cut R model Ultra mikrotom yardımıyla 60 nm'lik ince kesitler alınmıştır ve kesitler nikel gridlere aktarılmıştır.
6. Primer antikor öncesi, 10 dk PBSG ile nikel gridler yıkanmıştır. Daha sonra 10 dk PBS ile yıkanmıştır.
7. 10 dk nikel gridler hidrojen peroksitte bekletilmiştir. 3'er dk PBS ile 3 kez yıkama yapılmıştır.
8. PBS-BSA ile 30 dk bekletildikten sonra gridler 1/100 oranında PBSG de sulandırılmış Anti Mouse Alt a 1 primer antikoruna ile gece boyunca muamele edilmiştir. Daha sonra, 2 dk süresince 100 ml PBS ile yıkama yapılmıştır.
9. Goat anti Mouse IgG 10 nm altın işaretli sekonder antikor (abcam), PBSG ile 1/20 oranında sulandırılmış ve kesitle 2 saat muamele edilmiştir.
10. H₂O ile 30-40 sn yıkanmıştır. Yıkama işleminden sonra uranil asetat ve kurşun sitrat ile örnekler boyanmıştır.
11. JEOL Jem 1010 marka model TEM ile görüntüleme işlemi gerçekleştirilmiştir.

Tüm immün etiketleme çalışmalarında, antikor muamelesi ve boyama işlemleri sırasında parafilm kullanılmış, nikel gridlerin zarar görmemesi sağlanmıştır (Şekil 3.22). Negatif kontrol olarak, polen ve spor örnekleri primer antikor olmaksızın sekonder antikorla muamele edilmiştir. Negatif kontrollerde herhangi anlamlı bir etiketlenme görülmemiştir.



Şekil 3.22 a. Nikel gridlerin antikorla muamelesi, b. Uranil asetat-kurşun sitrat boyama işlemi

4. ARAŞTIRMA BULGULARI

2015-2016 yıllarına ait iki yıl boyunca atmosferde Betulaceae, Poaceae ve *Ambrosia* polenleri ve *Alternaria* sporları ile bunlara ait aeroalerjenler (Bet v 1, Phl p 5, Amb a 1, Alt a 1) izlenmiştir. Burkard tuzağı ile atmosferdeki polen ve spor konsantrasyonları, alerjen örneklemelerinin başlama ve bitiş zamanları ve alerjen, polen/spor sayımları arasındaki ilişkiler gözlemlenmiştir. Çizelge 4.1’de, 2 yıl boyunca atmosferdeki çalışılan taksonların polen ve *Alternaria* spor konsantrasyonunun aylık ve yıllık toplam miktarları verilmiştir.

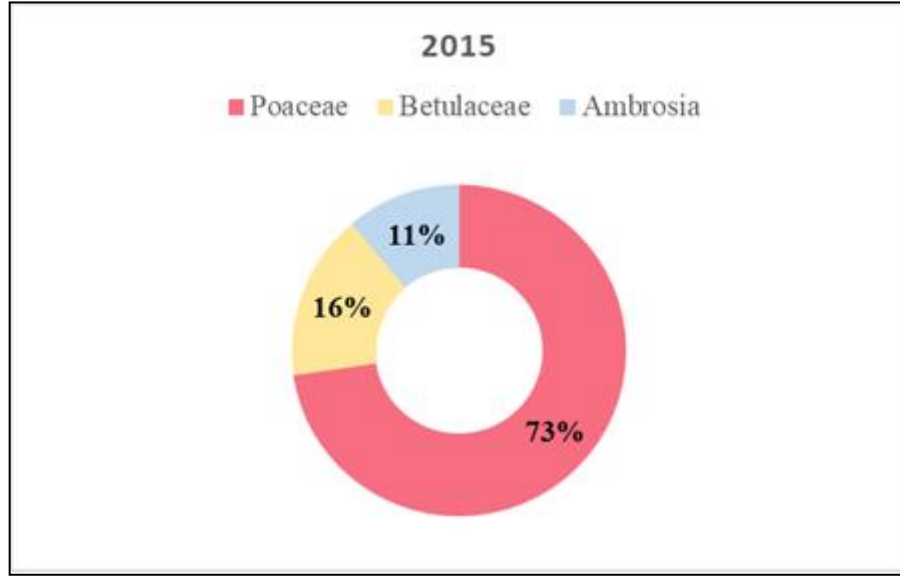
Çizelge 4.1 Atmosferik polen (Betulaceae, Poaceae, *Ambrosia*) ve spor (*Alternaria*) konsantrasyonunun metreküp havada aylık ve yıllık dağılımı

	2015 yılı polen/m ³	2016 yılı polen/m ³	2015 yılı <i>Alternaria</i> spor/m ³	2016 <i>Alternaria</i> spor/m ³
Ocak	0	0	0	0
Şubat	24	17	0	8
Mart	39	12	0	3
Nisan	135	248	5	51
Mayıs	439	111	82	91
Haziran	667	137	980	267
Temmuz	158	29	1624	679
Ağustos	178	18	2219	136
Eylül	64	4	365	100
Ekim	0	0	321	3
Kasım	0	0	0	0
Aralık	0	0	0	0
Toplam	1704	602	5597	1339

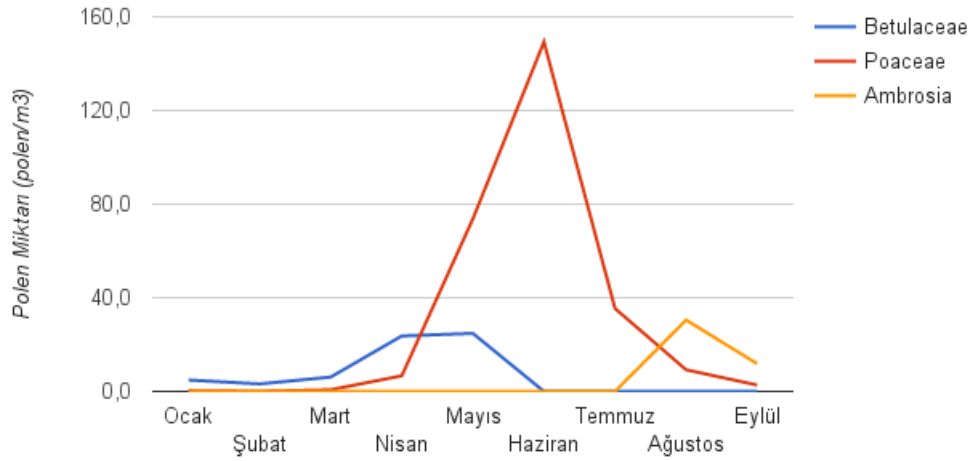
2015 yılında çalışılan taksonlara ait toplam 1704 polen/m³ ve 5597 spor/m³; 2016 yılında ise 602 polen/m³ ve 1339 spor/m³ sayılmıştır. 2015 yılında en fazla polen konsantrasyonu Haziran ayında görülürken, 2016 yılında ise Nisan ayında gözlemlenmiştir. Her iki yılda da kış aylarının polen konsantrasyonu en düşüktür. (Çizelge 4.1).

2015 yılında, 16 Ocak-17 Ekim tarihleri arasında atmosferde az yada çok polenlere rastlanmıştır. Bunların % 16’sı (277 polen/m³) Betulaceae familyasına ait iken, % 73’ü (1238 polen/m³) Poaceae familyasına, % 11’i (189 polen/m³) ise *Ambrosia* cinsine ait

polenlerden oluşmaktadır (Şekil 4.1). Polen konsantrasyonunun Betulaceae ve Poaceae için en yoğun olduğu aylar Mayıs ve Haziran aylarıdır. *Ambrosia* polenlerine ise en çok Ağustos ayında rastlanmıştır (Şekil 4.2, Çizelge 4.2).



Şekil 4.1 Burkard aleti ile çalışılan taksonlara ait polenlerin 2015 yılındaki yüzdeleri dağılım grafiği

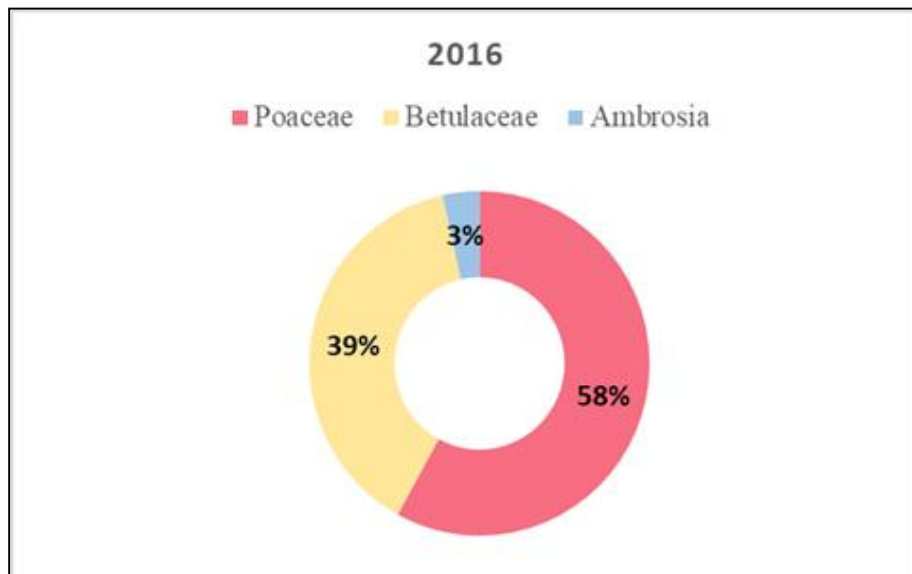


Şekil 4.2 Burkard aleti ile analiz edilen polenlerin 2015 yılındaki aylık değişimleri

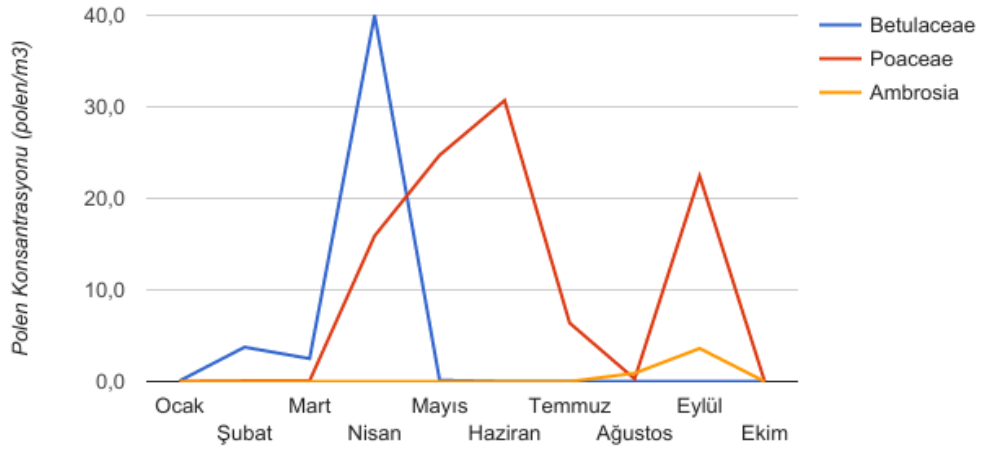
Çizelge 4.2 Ankara ilinde 2015 yılında izlenen polenlerin aylık dağılımları

2015	(Polen/m ³)		
	Betulaceae	Poaceae	Ambrosia
Ocak	0	0	0
Şubat	24	0	0
Mart	39	0	0
Nisan	105	30	0
Mayıs	109	330	0
Haziran	0	667	0
Temmuz	0	158	0
Ağustos	0	42	136
Eylül	0	11	53
Ekim	0	0	0
Kasım	0	0	0
Aralık	0	0	0
Toplam	277	1238	189

2016 yılında ise, 17 Ocak- 30 Eylül tarihleri arasında atmosferde az ya da çok polenlere rastlanmıştır. Çalışılan taksonlar bazında toplamda 602 polen/m³ tespit edilmiştir. Toplam polen konsantrasyonunun % 39'u (232 polen/m³) Betulaceae familyası polenlerine ait iken, % 58'i (349 polen/m³) Poaceae polenlerine, % 3'ü (21 polen/m³) ise *Ambrosia* polenlerine aittir (Şekil 4.3). Taksonların aylık polen konsantrasyonlarının dağılımlarına şekil 4.4 ve çizelge 4.3'te yer verilmiştir.



Şekil 4.3 Analiz edilen polenlerin 2016 yılındaki yüzdeleri dağılımları



Şekil 4.4 Analiz edilen polenlerin 2016 yılındaki aylık değişimi

Çizelge 4.3 Ankara ilinde 2016 yılında izlenen polenlerin aylık dağılımları

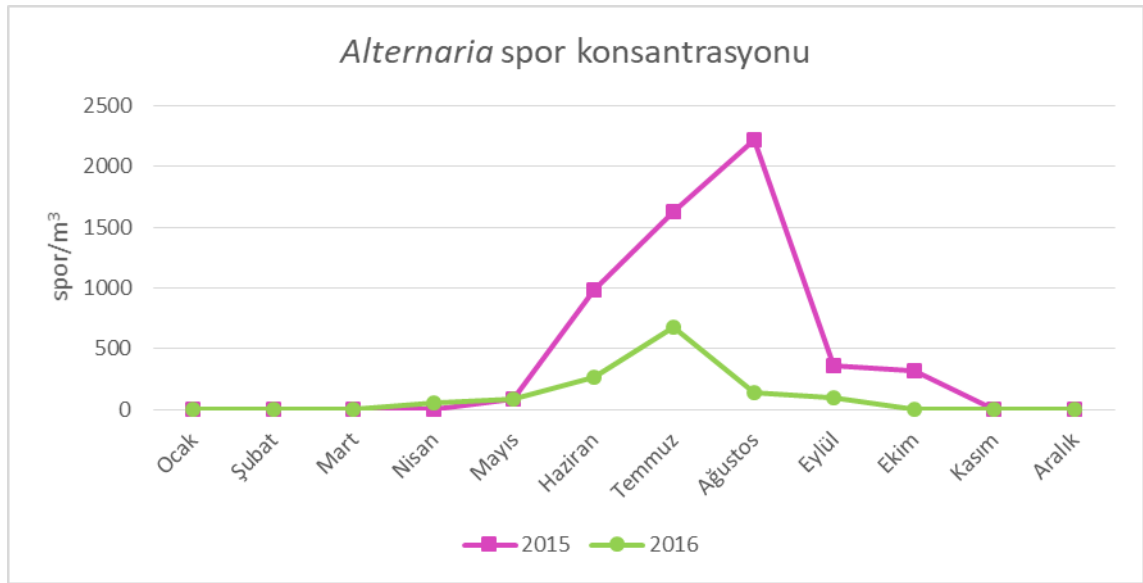
2016	(polen/m ³)		
	Betulaceae	Poaceae	<i>Ambrosia</i>
Ocak	0	0	0
Şubat	17	0	0
Mart	12	0	0
Nisan	177	71	0
Mayıs	26	111	0
Haziran	0	137	0
Temmuz	0	29	0
Ağustos	0	1	17
Eylül	0	0	4
Ekim	0	0	0
Kasım	0	0	0
Aralık	0	0	0
Toplam	232	349	21

Üç bitki taksonu içerisinde her iki yılda da en yoğun Poaceae polenlerine rastlanmıştır (Şekil 4.1, 4.3). 2016 yılında bir önceki yıla göre toplam polen konsantrasyonunda azalma görülmüştür (Çizelge 4.4).

Çizelge 4.4 İncelenen polen türlerinin iki yıllık toplam polen konsantrasyonları ile yüzdelik değişimleri

	2015 (polen/m ³)	2016 (polen/m ³)	Değişim (%)
Betulaceae	277	232	-% 17
Poaceae	1238	349	-% 71.8
Ambrosia	189	21	-% 88.8

Toplam *Alternaria* spor konsantrasyonu 2015 yılında 5597 spor/m³, 2016 yılında ise 1339 spor/m³ olarak bulunmuştur. *Alternaria* spor konsantrasyonu 2015 yılında en yüksek Ağustos ayında, 2016 yılında ise Temmuz ayında görülmüştür. Kış aylarında *Alternaria* spor konsantrasyonu çok düşüktür. Genel olarak 2016 yılında *Alternaria* spor konsantrasyonu % 76.1 oranında azalmıştır (Şekil 4.5, Çizelge 4.5).



Şekil 4.5 *Alternaria* spor konsantrasyonunun 2015-2016 yıllarındaki aylık değişimi

Çizelge 4.5 İki yıllık *Alternaria* spor konsantrasyonunun yüzdelik değişimi

	2015	2016	Değişim (%)
<i>Alternaria</i> spor/m ³	5597	1339	-% 76.1

BGI900 model kademeli yüksek hacimli hava örnekleycisi ile 2015-2016 yıllarında çalışılan taksonların ana polen/spor sezonları (% 98 metoduna göre) temel alınarak, Ankara atmosferinde Bet v 1, Phl p 5, Amb a 1 ve Alt a 1 alerjenleri izlenmiştir. Elde edilen sonuçlara bağlı olarak aralık genişletilmiş ve art arda gelen en az 5 gün alerjen tespit edilmediğinde, alerjen izleme çalışması durdurulmuştur. 2015 yılında 341 ve 2016 yılında ise 308 gün olmak üzere toplam 649 gün alerjen izlemesi yapılmıştır. Her iki yıl için de alerjen izlemesi, en uzun süre ile Alt a 1 alerjeni için gerçekleştirilmiştir (Çizelge 4.6).

2015 yılında Bet v 1 alerjen konsantrasyonu 1 Nisan-1 Haziran tarihleri arasında, Phl p 5 alerjen konsantrasyonu 1 Mayıs-5 Ağustos tarihleri arasında, Amb a 1 alerjen konsantrasyonu 07 Temmuz-20 Eylül tarihleri arasında, Alt a 1 alerjen konsantrasyonu ise 13 Haziran-5 Ekim tarihleri arasında atmosferde izlenmiştir. 2016 yılında ise, Bet v 1 alerjen konsantrasyonu 29 Mart-29 Mayıs, tarihleri arasında, Phl p 5 alerjen konsantrasyonu 10 Mayıs-31 Temmuz tarihleri arasında, Amb a 1 alerjen konsantrasyonu 4 Ağustos-20 Eylül tarihleri arasında ve Alt a 1 alerjen konsantrasyonu ise 15 Haziran-7 Ekim tarihleri arasında atmosferde gözlemlenmiştir. Önceki yıla kıyasla Phl p 5 ve Amb a 1 alerjen izlenen etkin polen sezonunda kısalma söz konusu iken, Bet v 1 ve Alt a 1 alerjen izleme sürelerinde artış olmuştur (Çizelge 4.6).

Çizelge 4.6 Alerjen izleme tarihleri ve toplam gün sayılarının yıllara göre dağılımı

İzlenen alerjenler	2015		2016		Toplam gün sayısı
	Alerjen izleme tarihleri	Gün sayısı	Alerjen izleme tarihleri	Gün sayısı	
Bet v 1	01.04.2015-01.06.2015	61	29.03.2016-29.05.2016	62	153
Phl p 5	01.05.2015-05.08.2015	97	10.05.2016-31.07.2016	82	179
Amb a 1	07.07.2015-20.09.2015	76	04.8.2016-20.09.2016	49	125
Alt a 1	13.06.2015-05.10.2015	107	15.06.2015-07.10.2015	115	222
Toplam	01-04-2015-05.10.2015	341	29.03.2016-07.10.2016-	308	649

4.1 *Betula* Polenleri ve Bet v 1 Alerjen İzleme Çalışmaları

4.1.1 *Betula*-Bet v 1 konsantrasyonlarının 2015 yılı analizleri

Ankara atmosferinde, 2015 yılında, Betulaceae familyası polenlerinin cins düzeyinde sayımları yapılmıştır. Familyaya ait polenlerinin cins bazında dağılımına bakıldığında Ankara'da en yoğun gözlenen polen *Betula* polenleridir (103 polen/m³). Bunu sırasıyla *Corylus* (46 polen/m³), *Carpinus* (31 polen/m³) ve *Alnus* (9 polen/m³) izlemektedir. Cinslerin polen konsantrasyonlarının günlük değişimleri Şekil 4.6'da verilmiştir.

2015 yılında Betulaceae polenleri atmosferde Şubat ayında görülmeye başlanmıştır. Betulaceae polenleri atmosferde en fazla Mayıs ayında (109 polen/m³) saptanmıştır. Ardından 105 polen/m³ ile Nisan, 39 polen/m³ ile Mart, 24 polen/m³ ile de Şubat ayları gelmektedir (Çizelge 4.7).

En yoğun Betulaceae polen konsantrasyonu 6 Mayıs tarihinde elde edilmiştir. Mayıs ayındaki polen yükünü *Betula* (62 polen/m³), *Carpinus* (31 polen/m³) ve *Corylus* (16 polen/m³) polenleri oluşturmaktadır. *Betula* polen konsantrasyonu ise 10 Nisan'da en yüksek konsantrasyonda görülmüştür (Şekil 4.6). Nisan ayındaki polen yükünün büyük bir çoğunluğunu *Betula* (92 polen/m³) ve *Carpinus* (13 polen/m³) oluşturmaktadır. Mart ayında ise *Alnus* (10 polen/m³) ve *Corylus* (29 polen/m³) polenleri atmosferde saptanmıştır. Şubat ayındaki polen yükünün büyük çoğunluğunu *Corylus* (22 polen/m³), kalanını ise *Alnus* (2 polen/m³) polenleri oluşturmaktadır (Çizelge 4.7).

27 Mart-31 Mayıs 2015 tarihleri arasını kapsayan dönemde Bet v 1 alerjeni için ELISA taraması gerçekleştirilmiştir. Ancak sadece Nisan ayının ikinci haftası ile Mayıs ayı başına kadar havada Bet v 1 alerjenleri izlenmiştir. 2015 yılında Bet v 1 alerjeninin 367.1 pg/m³ olarak ölçülen toplam konsantrasyonunun günlere bağlı değişimi Şekil 4.6'da verilmiştir. Polen alerjenlerinin çoğunluğu % 92.1'i (242.5 pg/m³) PM10 filtrelerinde belirlenmişken, geri kalan % 7.9'luk kısmı (20.69 pg/m³) PM2.5 filtrelerinde gözlenmiştir PM10 filtrelerinde en yoğun alerjen konsantrasyonu, 24 Nisan tarihinde,

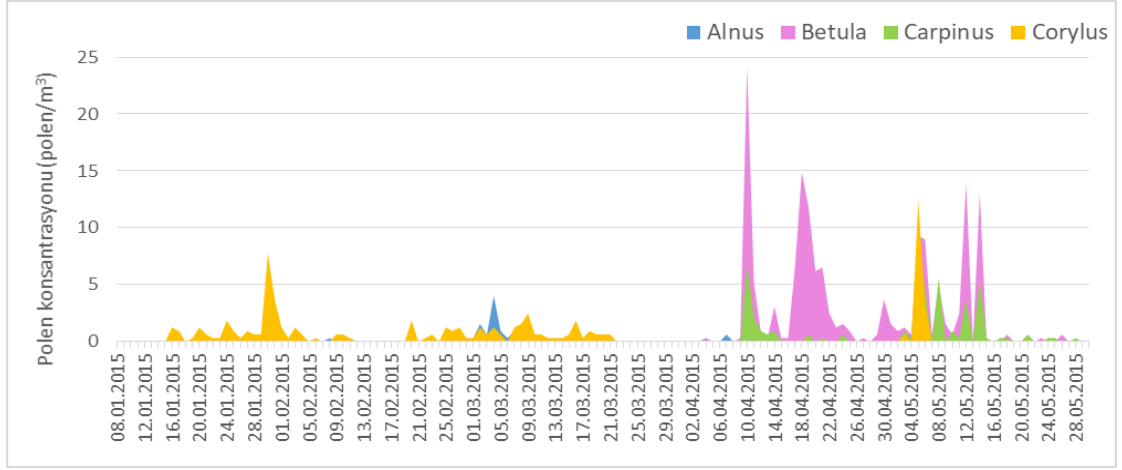
PM2.5 filtrelerinde ise 17 Nisan tarihinde belirlenmiştir (Şekil 4.7). Nisan ayındaki alerjen konsantrasyonu PM10 filtrelerinde 187.26 pg/m^3 , PM2.5 filtrelerinde ise 20.69 pg/m^3 olarak saptanmıştır. Mayıs ayında ise PM10 filtrelerinde 55.24 pg/m^3 alerjen tespit edilmiştir (Çizelge 4.7).

Şekil 4.8’de görüldüğü gibi, Bet v 1 alerjenleri polen sezonu öncesinde havada izlenmemiştir. Alerjenler, polenler atmosfere dağıldıktan sonra en yüksek konsantrasyonda izlenmiştir. 2015 yılında, polen pik konsantrasyonundan sonra atmosferde Bet v 1 alerjenlerine yoğun miktarda rastlanmıştır. Polen miktarının oldukça azaldığı 24 Nisan-03 Mayıs tarihleri arasında alerjen konsantrasyonları yükselmiştir.

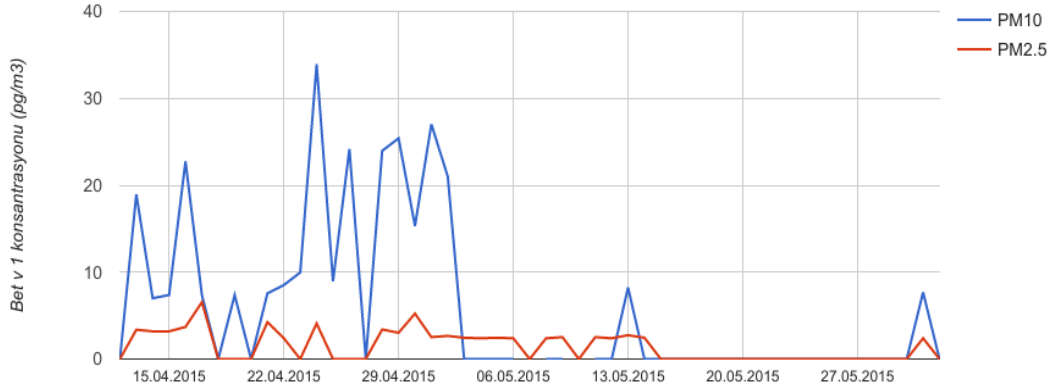
Polen ve alerjenlerin aylık dağılımlarına bakıldığında, 2015 yılında Betulaceae polenlerinin büyük bir kısmı Mayıs ayında görülürken, alerjenler ise Nisan ayında saptanmıştır. Buna bağlı olarak da aylık polen başına düşen alerjen miktarlarında da büyük farklılıklar gözlenmiştir. *Betula* polen sezonu ağırlıklı Nisan ayındadır, bu nedenle *Betula pendula* polenlerinin majör alerjen proteini olan Bet v 1 Nisan ayında daha yoğun miktarda izlenmiştir. Nisan ayındaki polen potansiyeli (polen başına düşen alerjen miktarı) 1.98 olup Mayıs ayından (0.50) daha yüksektir. Sezondaki genel polen potansiyeli ise 0.95’tir (Çizelge 4.7).

4.1.2 Betulaceae polen ve Bet v 1 alerjen konsantrasyonlarının 2016 yılı analizleri

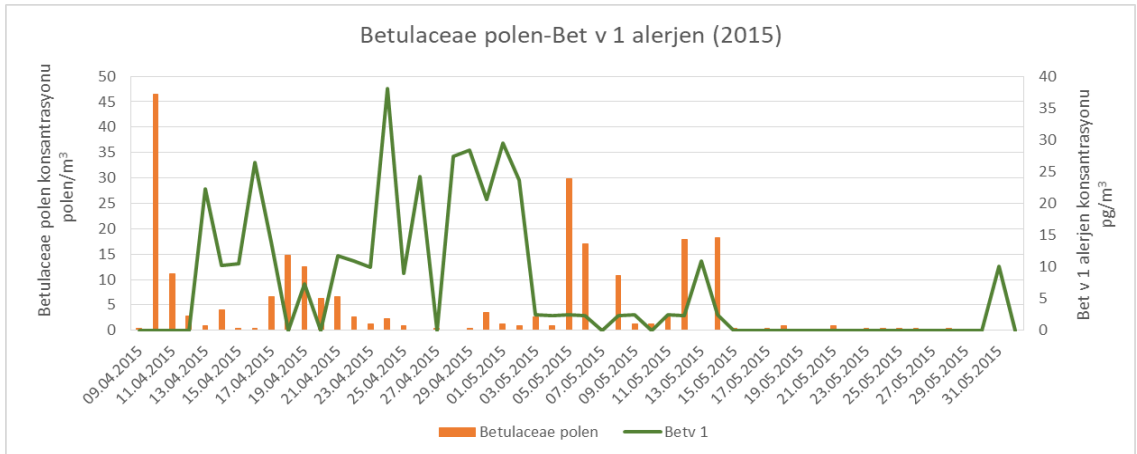
2015 yılında olduğu gibi 2016 yılında da Betulaceae familyası polenleri cins bazında analiz edilmiştir. Buna göre yine en yoğun gözlenen polen *Betula* polenleridir (173 polen/ m^3). Ardından *Corylus* polenleri (16 polen/ m^3) ve *Carpinus* (14 polen/ m^3) polenleri gelmektedir. En az oranda gözlenen polen ise *Alnus* (3 polen/ m^3) cinsi polenleridir (Şekil 4.9). 2016 yılında Betulaceae polenleri yine Şubat ayında görülmeye başlanmıştır. Betulaceae polenleri atmosferde en fazla Nisan ayında (177 polen/ m^3), saptanmıştır. Ardından 26 polen/ m^3 ile Mayıs, 17 polen/ m^3 ile Şubat, 12 polen/ m^3 ile de Mart ayları gelmektedir (Çizelge 4.7).



Şekil 4.6 Betulaceae familyasında yer alan cinslere ait polen konsantrasyonlarının günlük değişimleri (2015)



Şekil 4.7 Bet v 1 alerjen konsantrasyonunun 2015 yılı değişimi

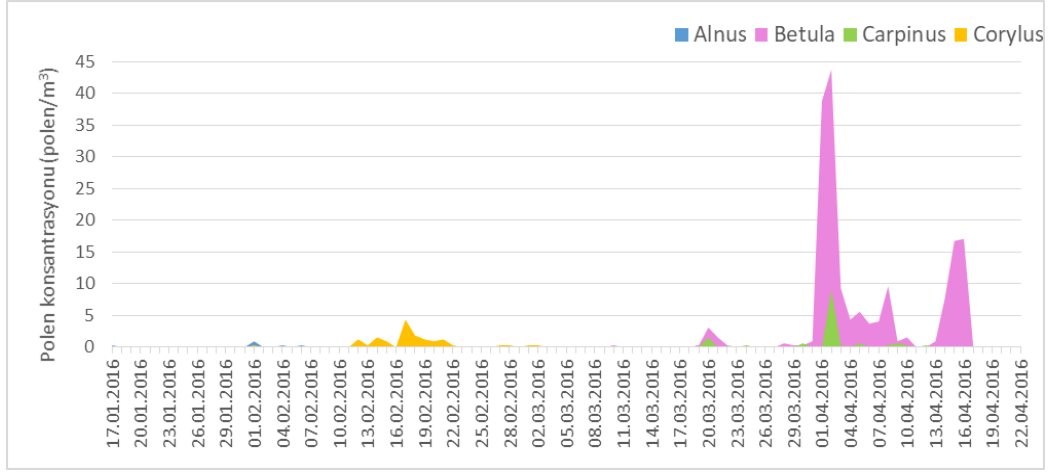


Şekil 4.8 Betulaceae polen ve Bet v 1 alerjen konsantrasyonlarının 2015 yılındaki değişimi

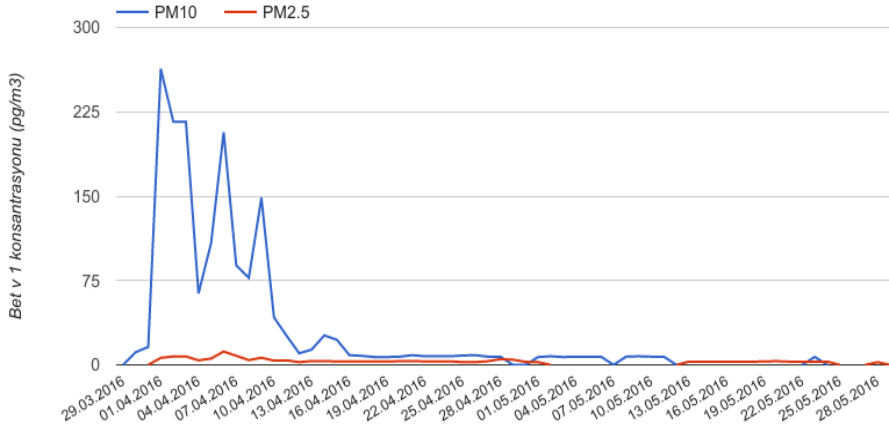
En yoğun Betulaceae polen konsantrasyonu 2 Nisan tarihinde elde edilmiştir. Nisan ayındaki polen yükünü *Betula* (165 polen/m³), *Carpinus* (11 polen/m³) ve *Alnus* (1 polen/m³) polenleri oluşturmaktadır. *Betula* polen konsantrasyonu da 2 Nisan'da en yüksek konsantrasyonda görülmüştür (Şekil 4.9). Mayıs ayındaki polen yükünün *Betula* (23 polen/m³) ve *Carpinus* (3 polen/m³) oluşturmaktadır. Mart ayında ise *Betula* (8 polen/m³), *Carpinus* (3 polen/m³) ve *Corylus* (1 polen/m³) polenleri atmosferde saptanmıştır. Şubat ayındaki polen yükünün büyük çoğunluğunu *Corylus* (15 polen/m³), kalanını ise *Alnus* (2 polen/m³) polenleri oluşturmaktadır (Çizelge 4.7).

29 Mart-29 Mayıs 2016 tarihleri arasını kapsayan dönemde Bet v 1 alerjisi için ELISA taraması gerçekleştirilmiştir. 2016 yılında Betulaceae polen konsantrasyonu % 17 oranında ve *Betula* polen konsantrasyonu da % 13 oranında azalırken, Bet v 1 alerjen konsantrasyonu ise 5 kat artmıştır. Ayrıca, polen konsantrasyonu ile alerjen konsantrasyonu dağılımı arasında önceki yıla kıyasla bir uyum görülmektedir. 2016 yılında toplam 1907.4 pg/m³ alerjen ölçülmüştür. Bunların % 91'i (1737.8 pg/m³) PM10 filtrelerinde tespit edilirken geri kalan % 9'luk kısmı (169.6 pg/m³) PM2.5 filtrelerinde gözlenmiştir (Çizelge 4.7). Alerjenlerin pik yaptığı tarihlere bakıldığında; PM10 filtrelerinde en yoğun alerjen konsantrasyonu 1 Nisan tarihinde, PM2.5 filtrelerinde ise 6 Nisan tarihinde kaydedilmiştir (Şekil 4.10). Nisan ayında PM10 filtrelerindeki alerjen konsantrasyonu 1621.26 pg/m³, PM2.5 filtrelerinde ise 139.19 pg/m³ olarak saptanmıştır. Mayıs ayındaki alerjen konsantrasyonu önceki yıldan yüksek olup, PM10 filtrelerinde 89.45 pg/m³, PM2.5 filtrelerinde ise 30.31 pg/m³ olarak bulunmuştur. Mart ayındaki alerjen konsantrasyonu PM10 filtrelerinde 27.09 pg/m³ olarak tespit edilmiştir (Çizelge 4.7). Bet v 1 alerjisinin polen konsantrasyonu ile birlikte değişimini gösteren grafik şekil 4.11'de verilmiştir.

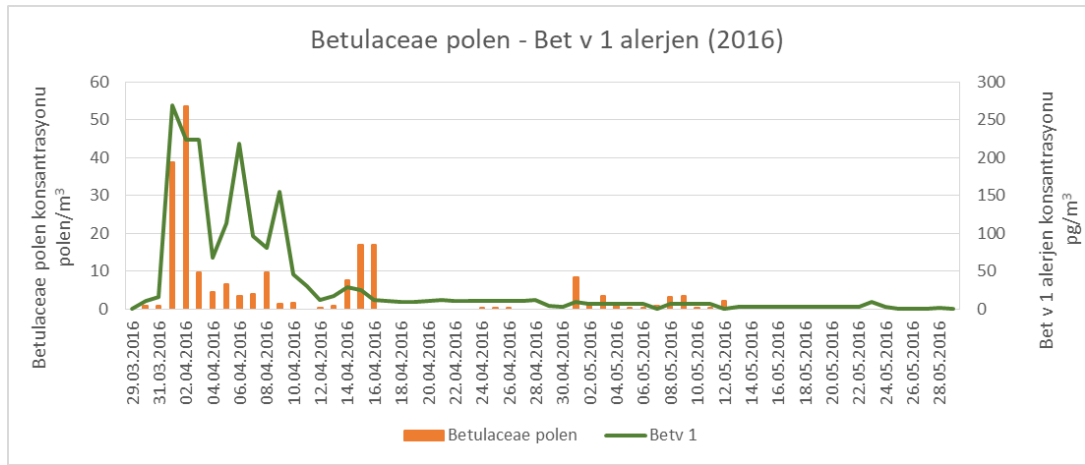
Polen ve alerjenlerin birlikte dağılımı incelendiğinde, 2016 yılında Betulaceae polenlerinin ve Bet v 1 alerjenlerin büyük bir kısmı Nisan ayında saptanmıştır. *Betula* polen sezonu da ağırlıklı Nisan ayındadır, bu nedenle Bet v 1 alerjenleri de Nisan ayında daha yoğun miktarda izlenmiştir. Nisan ayındaki polen potansiyeli önceki yıldan daha yüksek olup 9.94'tür. Mayıs ayındaki polen potansiyeli 4.61, Mart ayındaki ise 2.25 olarak bulunmuştur. Sezondaki genel polen potansiyeli ise 8.22'dir (Çizelge 4.7).



Şekil 4.9 Betulaceae familyasında yer alan cinslere ait polen konsantrasyonlarının günlük değişimleri (2016)



Şekil 4.10 Bet v 1 alerjen konsantrasyonunun 2016 yılı değişimi



Şekil 4.11 Betulaceae polen ve alerjen konsantrasyonlarının 2016 yılındaki değişimi

Çizelge 4.7 2015-2016 yıllarında Ankara atmosferinde izlenen Betulaceae polenleri ile Bet v 1 alerjeni miktarlarının aylık dağılımı ve polen potansiyelleri

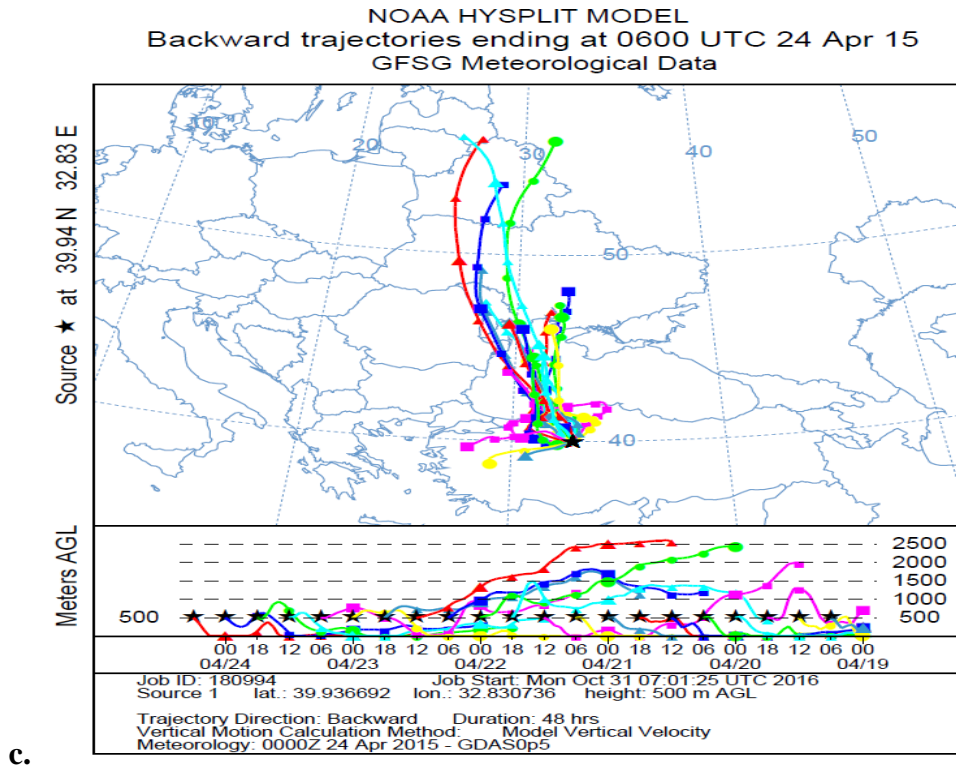
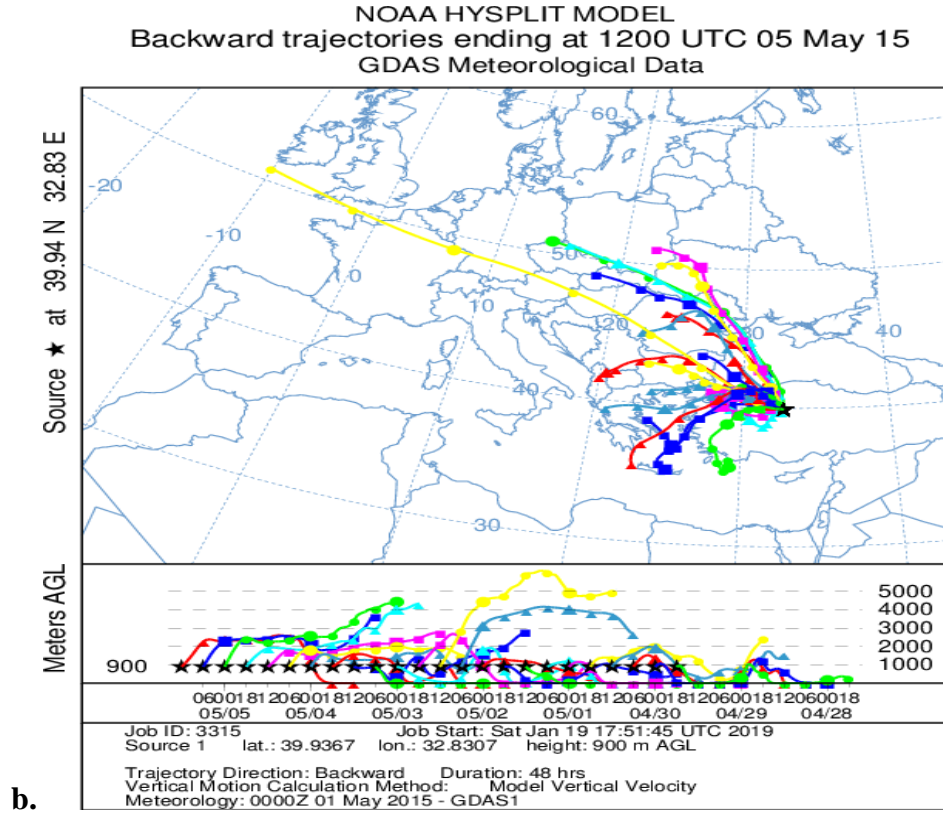
	Polen/m ³					Bet v 1 (pg/m ³)		Polen potansiyeli (polen başına düşen alerjen miktarı)
	Betulaceae	<i>Betula</i>	<i>Alnus</i>	<i>Carpinus</i>	<i>Corylus</i>	PM10	PM2.5	
2015								
Ocak	0	0	0	0	0	-	-	-
Şubat	24	0	2	0	22	-	-	-
Mart	39	0	10	0	29	-	-	-
Nisan	105	92	0	13	0	187.26	20.69	1.98
Mayıs	109	62	0	31	16	55.24	0	0.50
Toplam	277	154	12	44	67	242.5	20.69	0.95
2016								
Ocak	0	0	0	0	0	-	-	-
Şubat	17	0	2	0	15	-	-	-
Mart	12	8	0	3	1	27.09	0	2.25
Nisan	177	165	1	11	0	1621.26	139.19	9.94
Mayıs	26	23	0	3	0	89.45	30,31	4.61
Toplam	232	196	3	17	16	1737.8	169.6	8.22

4.1.3 Geri yörünge analizi sonuçları

Atmosferde yüksek miktarda polen ya da alerjen belirlenen günlerdeki hava kütlelerinin hareketi, geri yörünge analizi ile belirlenerek polen ya da alerjenin kaynağı belirlenmeye çalışılmıştır.

Betula polen ve Bet v 1 alerjen konsantrasyonunun kaynağı Ankara ilinde doğal yetişmeyip park ve bahçelerde peyzaj amaçlı kullanılan *Betula* sp. (Huş) ağaçları gibi yerel kaynaklar olabileceği gibi taşınım kaynaklı da olabilmektedir. Bu durumu değerlendirebilmek adına 2015 yılı için *Betula* polen (10 Nisan), Betulaceae polen (05 Mayıs) ve Bet v 1 alerjen konsantrasyonunun (24 Nisan) pik yaptığı tarihler ve 2016 yılı için *Betula*/Betulaceae polen (2 Nisan) ve Bet v 1 alerjen (1 Nisan) konsantrasyonunun pik tarihleri seçilerek 48 saatlik geri yörünge analizi gerçekleştirilmiştir.

2015 yılında *Betula* polen konsantrasyonu için, yörünge analizleri, hava hareketlerinin bir kısmının kuzey ve batı Avrupa üzerinden geldiği, bir kısmının ise güneyden geldiğini göstermektedir. Betulaceae polen konsantrasyonu için ise benzer şekilde hava



Şekil 4.13 Betulaceae polen (a) Bet v 1 alerjen (b) konsantrasyonlarının pik yaptıkları tarihlere göre uzun mesafeli taşınımını gösteren 48 saatlik geri yörünge analizleri (2015)

4.1.4 Bet v 1 ve Betulaceae familyası polenlerinin meteorolojik faktörler ve hava kirliliği parametreleriyle ilişkisi

Betulaceae familyasına ait polen ve Bet v 1 alerjen konsantrasyonu ile meteorolojik faktörler arasındaki ilişkiyi çizelge 4.8’de verilmiştir. 2015 yılında, polen konsantrasyonu ile ortalama sıcaklık arasında pozitif korelasyon, ortalama nisbi nem ve toplam yağış ile de negatif korelasyon bulunmuştur. PM2.5 filtrelerinde bulunan Bet v 1 alerjen konsantrasyonu ile herhangi bir meteorolojik faktör arasında anlamlı bir korelasyon saptanamamıştır. Buna karşın, PM10 filtrelerinde bulunan Bet v 1 alerjen konsantrasyonu ile ortalama sıcaklık arasında pozitif korelasyon elde edilmiştir.

2016 yılında benzer şekilde, polen ve alerjen konsantrasyonu ortalama sıcaklıkla oldukça yüksek oranda pozitif korelasyon göstermiştir. Ayrıca her iki filtredeki alerjen konsantrasyonu ile ortalama nisbi nem arasında negatif korelasyon bulunmuştur. PM10 filtrelerindeki alerjen konsantrasyonu, rüzgar yönü ile negatif korelasyon göstermiştir. (Çizelge 4.8).

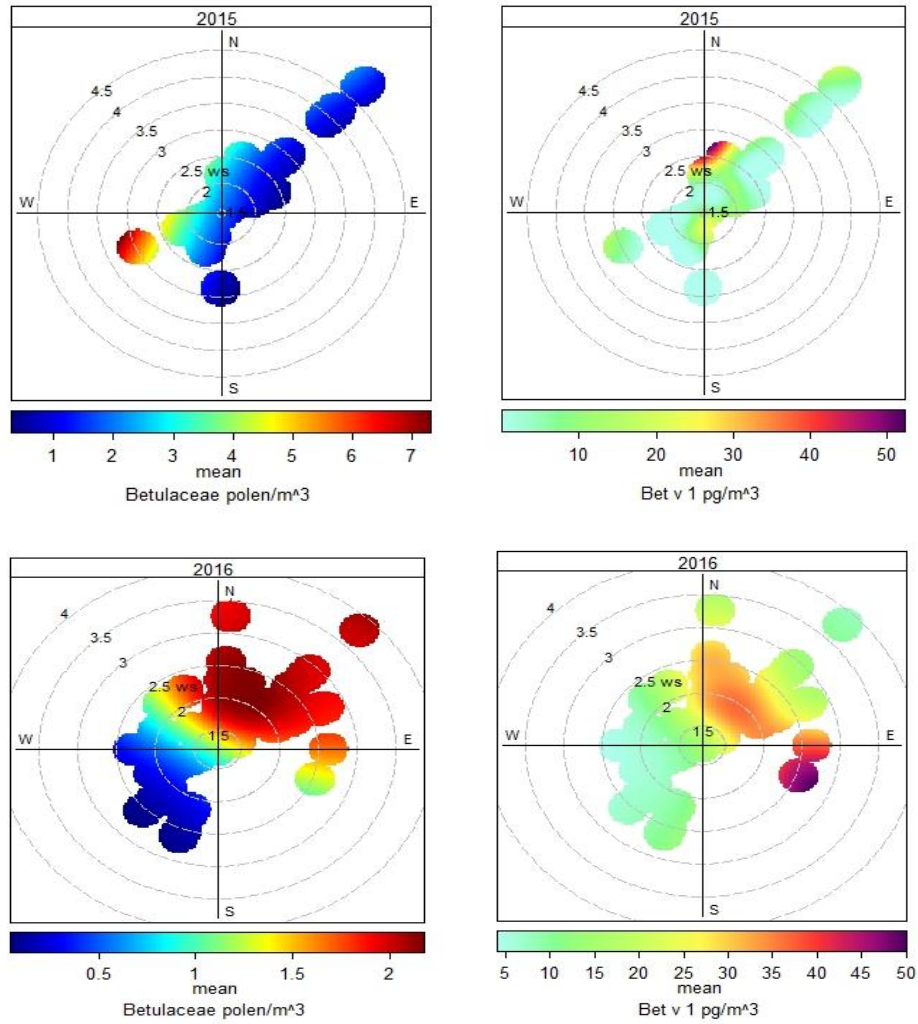
2015 yılında Betulaceae polen konsantrasyonunun büyük çoğunluğu hakim rüzgar yönü kuzey iken kaydedilmiştir. Ayrıca polen konsantrasyonlarının pik yaptığı günler hakim rüzgar yönü batı-güneybatıdır. Bet v 1 alerjen konsantrasyonunun büyük çoğunluğu, hakim rüzgar yönü kuzey iken görülmüştür.

2016 yılında ise, polen konsantrasyonu özellikle kuzey ve kuzeydoğudan esen rüzgarlarda en yüksektir. Alerjen konsantrasyonu ise kuzeydoğu yönünde yoğun olmakla birlikte, doğu-güneydoğu yönünden esen rüzgarlarda ise en yüksek konsantrasyonda elde edilmiştir (Şekil 4.15).

Çizelge 4.8 Betulaceae polen ve Bet v 1 alerjen konsantrasyonlarının meteorolojik veriler ile korelasyonu

2015	Betulaceae Polen	PM10 (Bet v 1)	PM2.5 (Bet v 1)
Ort. Sıcaklık	0.440**	0.658**	0.182
Ort. Nispi Nem	-0.240**	-0.152	-0.241
Toplam Yağış	-0.247**	-0.042	-0.298
Ort. Rüzgar Hızı	0.072	-0.070	0.036
Rüzgar Yönü	0.019	-0.318	-0.109
2016			
Ort. Sıcaklık	0.464**	0.790**	0.094
Ort. Nispi Nem	-0.163	-0.306*	-0.527**
Toplam Yağış	0.084	-0.135	-0.214
Ort. Rüzgar Hızı	-0.217	0.207	-0.099
Rüzgar Yönü	-0.061	-0.258*	-0.251

* p<0.05, **p<0.01



Şekil 4.15 Betulaceae polen ve Bet v1 alerjen konsantrasyonlarının hakim rüzgar yönü ve rüzgar hızlarına göre dağılımı (2015-2016)

2015 yılında hava kirliliği parametrelerinin Betulaceae polen ve Bet v 1 alerjen konsantrasyonu etkilerine baktığımızda, azot dioksit (NO₂) miktarı ve PM10 kirleticiler ile polen ve alerjen konsantrasyonları arasında negatif korelasyon görülmektedir. Ayrıca kükürt dioksit (SO₂) miktarı arttıkça polen ve alerjen konsantrasyonu azalmaktadır (Çizelge 4.9).

2016 yılında ise, nitrojen (azot) oksitler (NO_x=NO+NO₂) ve karbonmonoksit (CO) miktarı ile polen ve alerjen konsantrasyonları arasında pozitif korelasyon mevcuttur. Bir önceki yıla benzer şekilde azot dioksit miktarı arttıkça, polen ve alerjen konsantrasyonu azalmaktadır (Çizelge 4.9).

Çizelge 4.9 Betulaceae polen ve Bet v 1 alerjen konsantrasyonunu ile hava kirliliği parametreleri arasındaki bağlantı

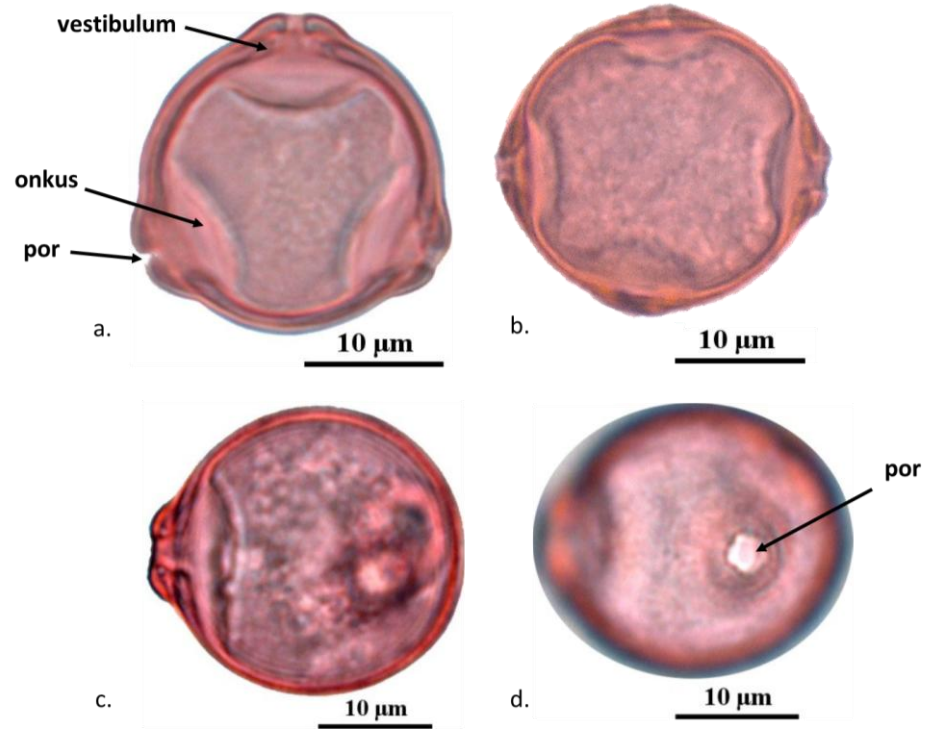
Kirlilik parametreleri	Betulaceae polen (2015)	Bet v 1 alerjen (2015)
CO	0.019	0.171
NO _x	-0.115	0.045
NO ₂	-0.332*	-0.350*
SO ₂	-0.311*	-0.242
PM10 kirleticiler	-0.496**	-0.299*
PM2.5 kirleticiler	-0.398**	-0.447**
Kirlilik parametreleri	Betulaceae polen (2016)	Bet v 1 alerjen (2016)
CO	0.287*	0.289*
NO _x	0.333**	0.411**
NO ₂	-0.343**	-0.308*
SO ₂	-0.204	-0.198
PM10 kirleticiler	-0.172	-0.166
PM2.5 kirleticiler	-0.245	-0.328*

* p<0.05, **p<0.01

4.1.5 *Betula pendula* (syn=*B. verrucosa*) polenlerinin morfolojik özellikleri ve Bet v 1 alerjen lokalizasyonunun immün etiketleme ile gösterilmesi

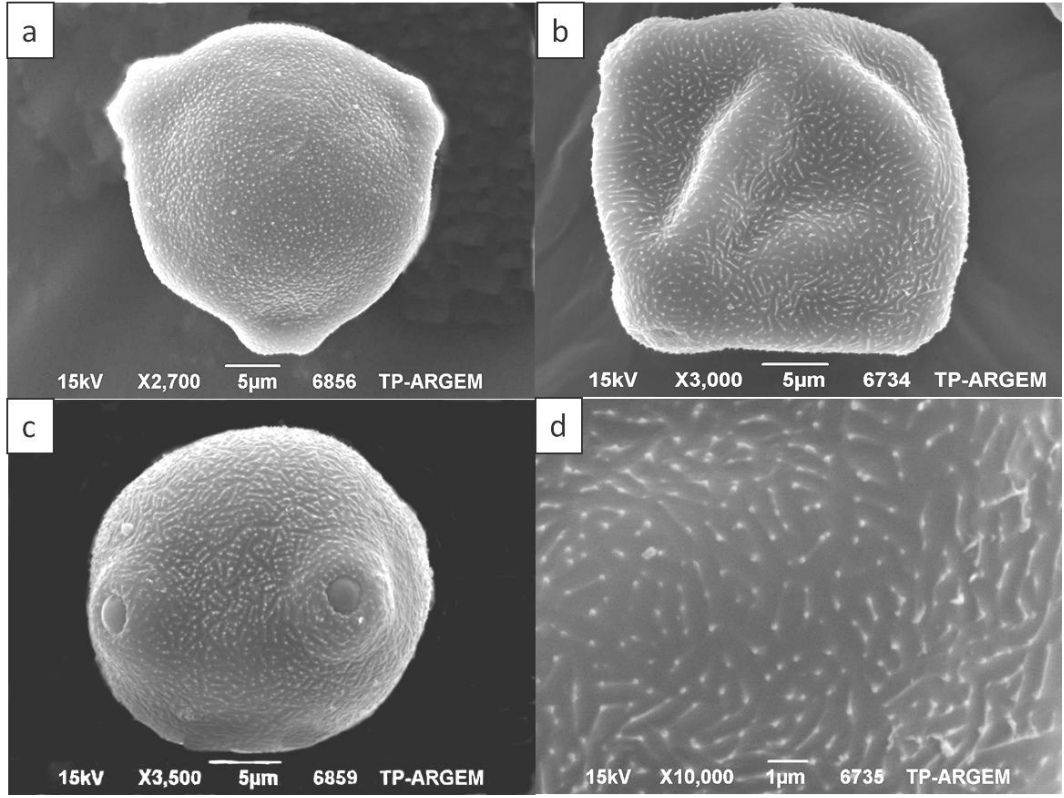
4.1.5.1 *Betula pendula* polenlerinin ışık (LM) ve taramalı elektron mikroskopik (SEM) özellikleri

Betula pendula polenleri hem LM hem de SEM’de incelenmiştir. Polenler, radyal simetrik, izopolar, % 80 triporat, % 20 tetraporattır. Polar eksen (P) ortalama 25.01 μm , ekvatorial eksen (E) ise 25.63 μm ’dir. P/E oranı 0.98 olup, polen şekli oblat-sferoidaldir. Amb şekli sirkulardır. Ekzin tektat, ornamentasyon ise belirli granülattır. Vestibulum mevcuttur. İntin ortalama 0.6 μm kalınlıktadır. Onkus kalınlığı polar görünüşte 4.17 μm , ekvatorial görünüşte 3.81 μm ’dir. Por uzunluğu (plg) 3.39 μm , por genişliği (plt) 2.72 μm ’dir (Şekil 4.16). SEM mikrofotografında, ornamentasyon granulat-striat olarak saptanmıştır. Yüzeyde 4 μm^2 de granül sayısı 10-15’dir. Aspis çok belirgin değildir. (Şekil 4.17).



Şekil 4.16 *Betula pendula* polenlerinin LM mikrofotografaları

a. Polar görünüş (triporat), b. Polar görünüş (tetraporat), c. Ekvatorial görünüş, d. Apertür ve ornamentasyon

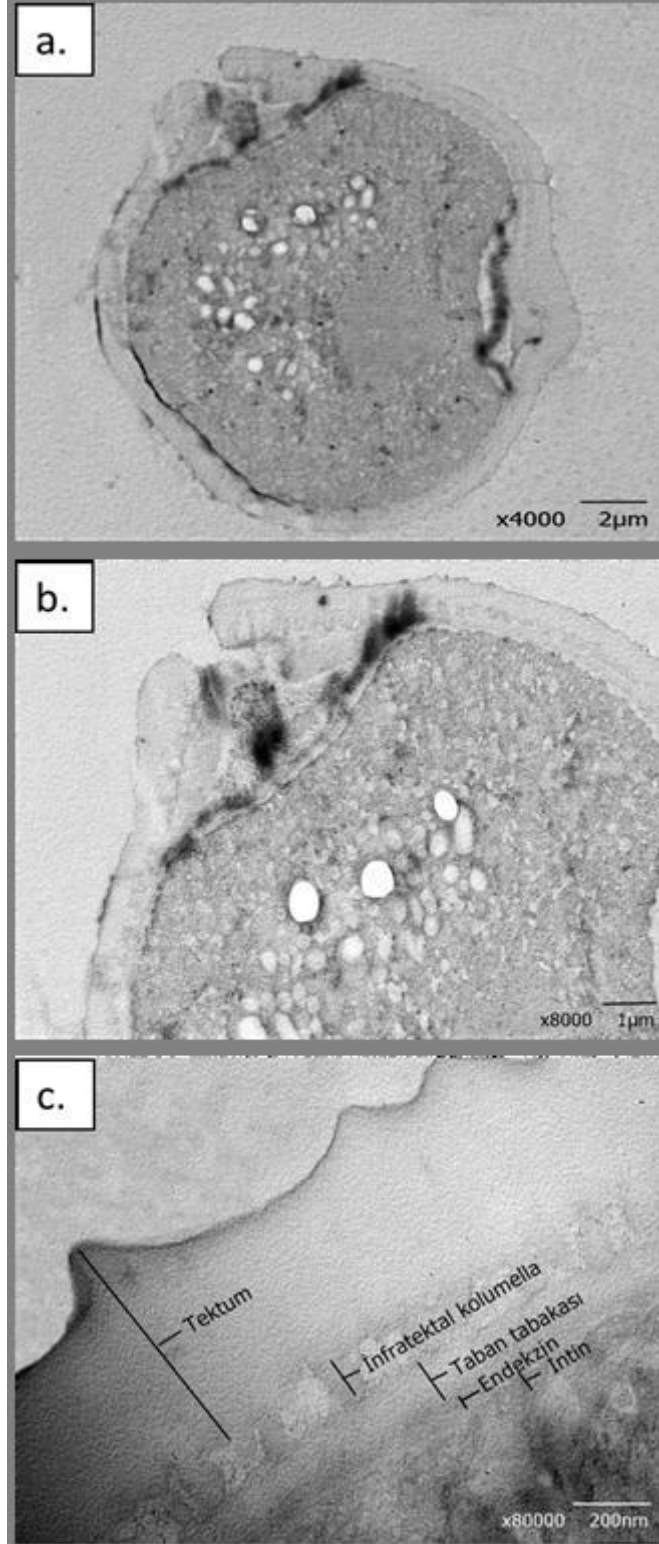


Şekil 4.17 *Betula pendula* polenlerinin SEM mikrofotografaları

a.Polar görünüş (triporat), b.Polar görünüş (tetraporat), c.Ekvatorial görünüş ve apertür yapısı, d.Ornemanasyon

4.1.4.2 *Betula pendula* polenlerinin geçirmeli elektron mikroskobu (TEM) özellikleri

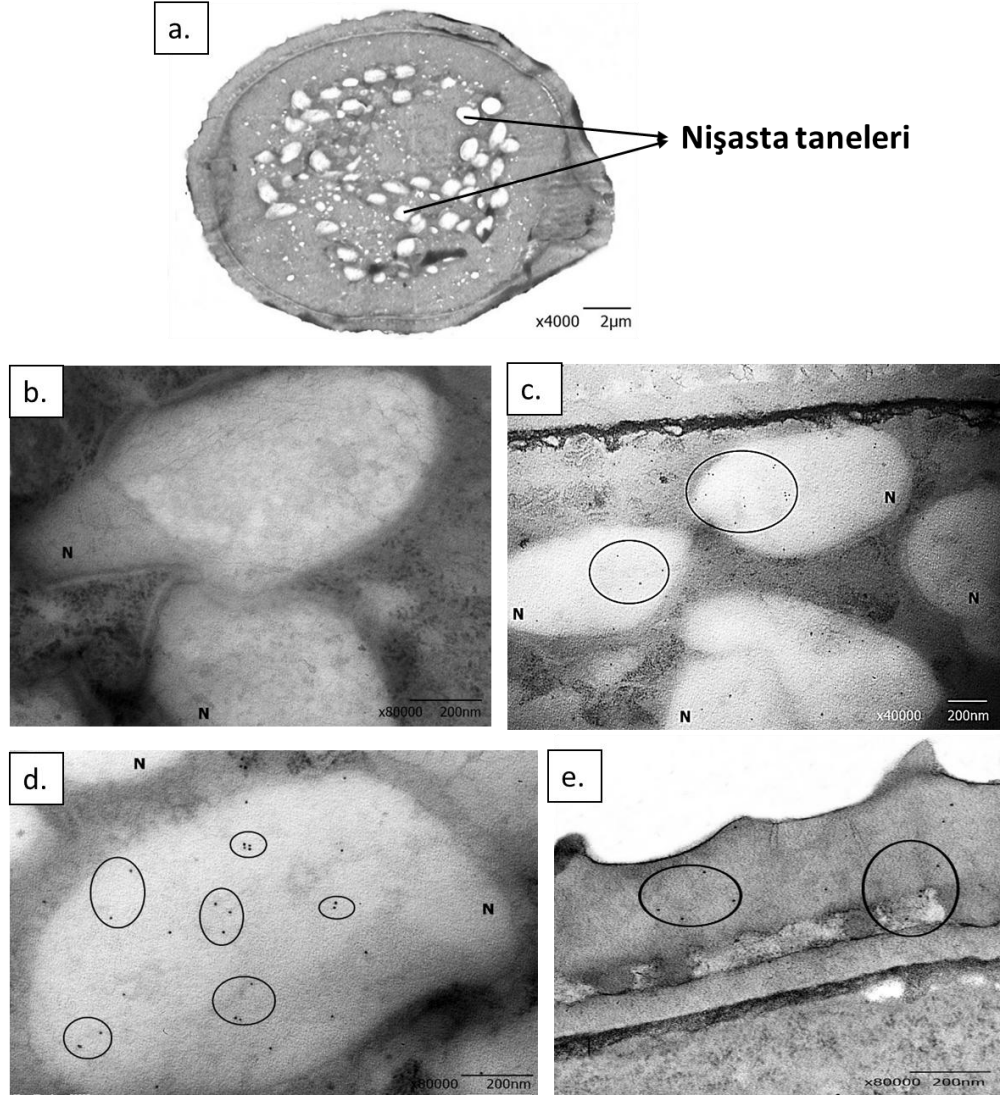
Ekzin strüktürü subtektattır. Ekzin 0.9-1.32 μm , apertür bölgesinde ise 1.2-1.5 μm kalınlığındadır. Ekzin tabakalarının porun iç ve dış kısmı arasında bir oyuk oluşturacak şekilde birbirinden ayrılması olarak tanımlanan “vestibulum” yapısı mevcuttur. Ektekin 0.8-1.17 μm , apertür bölgesinde 1.1-2.0 μm kalınlığındadır. Tektum kalınlığı 0.5-0.6 μm arasındadır. Apertür çevresinde tektum kalınlığı 0.9-1.1 μm 'dir. Tektum tabakasının dışına doğru 0.012-0.015 μm çapında granüller mevcuttur. Ayrıca tektum tabakasında uzunlukları ortalama 0.2 μm olan ince kanallar mevcuttur. Kolumellaların uzunluğu 0.09-0.12 μm , sık ve belirgindir. Apertür bölgesinde daha az belirgin, seyrek ve 0.09-0.15 μm kalınlığındadır. Taban tabakası devamlı ve 0.1-0.15 μm kalınlığındadır. Apertür bölgesinde de taban tabakası devamlı ve 0.2-0.3 μm kalınlığındadır. Endekzin tabakası gevşek, devamlı ve 0.1-0.15 μm kalınlığında olup, apertür bölgesinde endekzin tabakası fark edilememiştir (Şekil 4.18).



Şekil 4.18 *Betula pendula* polenlerinin TEM mikrofotografaları

a. Polenin polar görünüşteki genel yapısı, b. Vestibulum yapısı, c. Duvar tabakalanması ve immün etiketleme için negatif kontrol

İmmün etiketleme sonucunda, Bet v 1 alerjenlerinin çoğunlukla, sitoplazmada yer alan nişasta tanelerinde yoğunlaştıkları görülmüştür. Ayrıca, ekzinde, özellikle de tektum tabakasında alerjenlere rastlanmıştır. Taban tabakası ve kolumella üzerinde de çok az miktarda Bet v 1 alerjeni gözlemlenmiştir (Şekil 4.19). İntinde ve apertür etrafında herhangi anlamlı bir etiketlenme görülmemiştir.



Şekil 4.19 *Betula pendula* polenlerinde Bet v 1 alerjen lokalizasyonuna ait TEM mikrofotografaları

a. Polenin ekvatoryal görünüşteki genel yapısı ve immün etiketleme için negatif kontrol. b. Nişasta tanelerinde negatif kontrol (Sadece sekonder antikörle yapılan immün etiketleme) c. ve d. Sitoplazmada nişasta tanelerindeki Bet v 1 alerjen lokalizasyonu, e. Ekzinde, özellikle tektum tabakasındaki alerjen lokalizasyonu. (N: Nişasta tanesi, alerjenler: halka içindeki siyah noktalar)

4.2 Poaceae Polenleri ve Phl p 5 Alerjen İzleme Çalışmaları

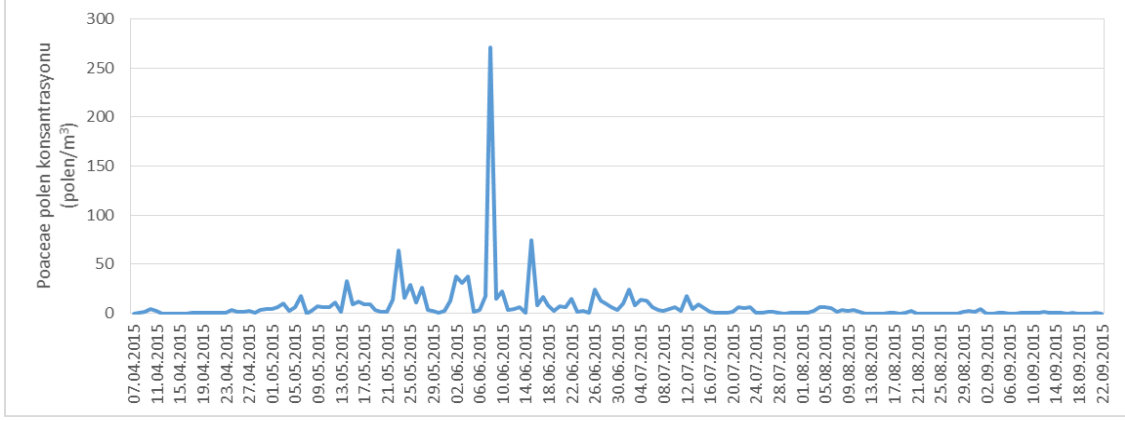
4.2.1 Poaceae poleni ve Phl p 5 alerjen konsantrasyonlarının 2015 yılı analizleri

Ankara atmosferinde, Nisan ayından Eylül ayına kadar Poaceae polenlerine rastlanmıştır. Toplam polen konsantrasyonu 1238 polen/m³'tür. En yüksek Poaceae polen konsantrasyonu Haziran ayında (667 polen/m³) saptanmıştır. Ardından 330 polen/m³ ile Mayıs, 158 polen/m³ ile Temmuz, 42 polen/m³ ile Ağustos, 30 polen/m³ ile Nisan ve 11 polen/m³ ile Eylül ayları gelmektedir. Polen konsantrasyonunun en yüksek olduğu gün 8 Mayıs'tır (Şekil 4.20).

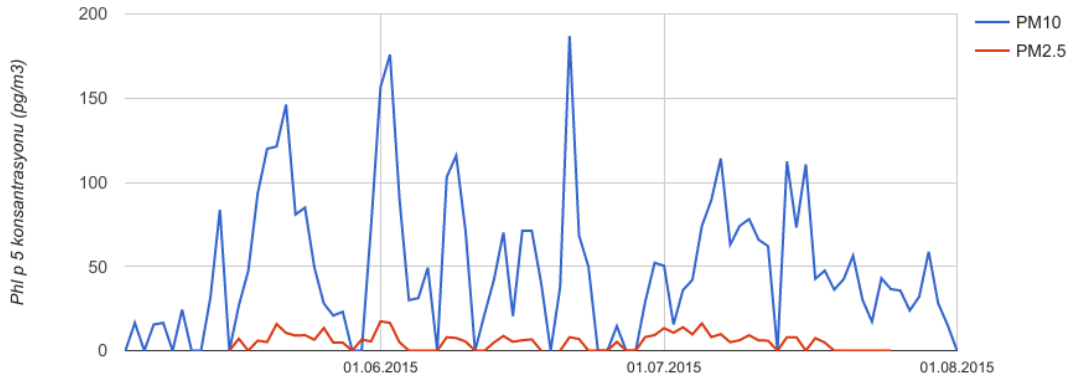
Phl p 5 alerjen konsantrasyonlarının belirlenmesi için 01 Mayıs-31 Temmuz tarihleri arasında ELISA analizi yapılmıştır. Bet v 1'e kıyasla, atmosferde daha yüksek konsantrasyonda Phl p 5 alerjeni izlenmiştir. Bu durumun *Phleum* cinsi polenlerinin yanı sıra diğer Poaceae familyası polenlerinden gelen alerjenlerden de kaynaklandığı düşünülmektedir. Çünkü, Grup 5 alerjenlerden biri olan Phl p 5 alerjen proteini Poaceae familyası üyeleri arasında çapraz reaksiyon göstermektedir. 2015 yılında ölçülen toplam 4685.5 pg/m³ alerjenin % 92'si (4310.25 pg/m³) PM10 filtrelerinde, % 8'i ise (375.2 pg/m³) PM2.5 filtrelerinde gözlenmiştir. En yüksek Phl p 5 alerjen konsantrasyonu PM10 için 21 Haziran tarihinde, PM2.5 için ise 1 Haziran tarihinde saptanmıştır. Phl p 5 alerjeninin yıl içerisindeki değişimi Şekil 4.21'de gösterilmiştir. Temmuz ayındaki alerjen konsantrasyonu PM10 filtrelerinde 1607.14 pg/m³, PM2.5 filtrelerinde ise 142.26 pg/m³ olarak saptanmıştır. Haziran ayında PM10 filtrelerinde 1598.54 pg/m³, PM2.5 filtrelerinde ise 128.87 pg/m³ alerjen tespit edilmiştir. Mayıs ayında ise PM10 filtrelerinde 1104.57 pg/m³, PM2.5 filtrelerinde ise 104.17 pg/m³ alerjen tespit edilmiştir (Çizelge 4.10).

Phl p 5 alerjen konsantrasyonunun Poaceae polen konsantrasyonu ile birlikte 2015 yılındaki değişimi Şekil 4.22'de verilmiştir. Temmuz ayındaki polen konsantrasyonu Haziran ayından oldukça düşük olmasına rağmen, PM10 filtrelerindeki Phl p 5 alerjen konsantrasyonu en yüksek Temmuz ayındadır. Temmuz ayındaki polen potansiyeli 11.07

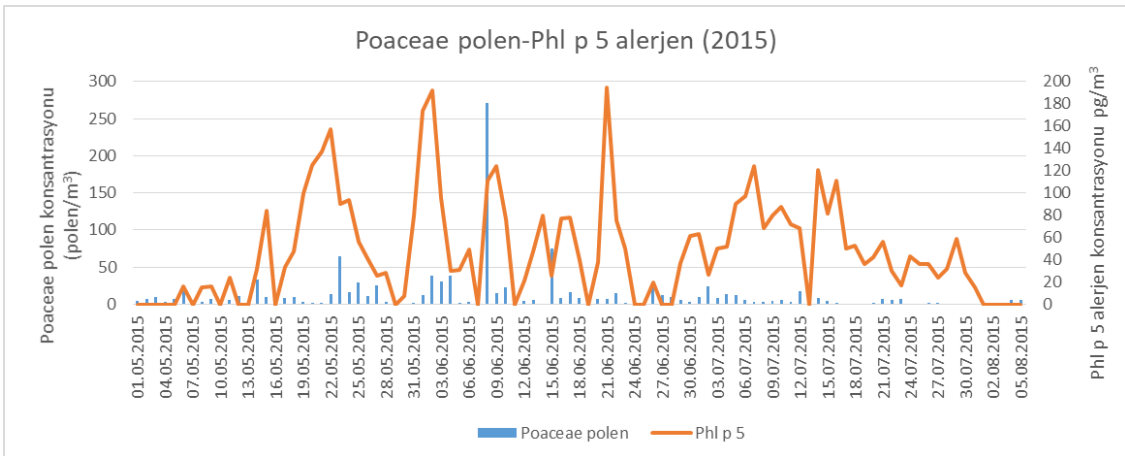
olup, Haziran (2.59) ve Mayıs aylarından (3.66) daha yüksektir. Sezondaki genel polen potansiyeli ise 3.78'tir (Çizelge 4.10).



Şekil 4.20 Poaceae polen konsantrasyonunun 2015 yılındaki değişimi



Şekil 4.21 Phl p 5 alerjen konsantrasyonunun 2015 yılındaki değişimi



Şekil 4.22 Poaceae polen ve Phl p 5 alerjen konsantrasyonlarının 2015 yılındaki değişimi

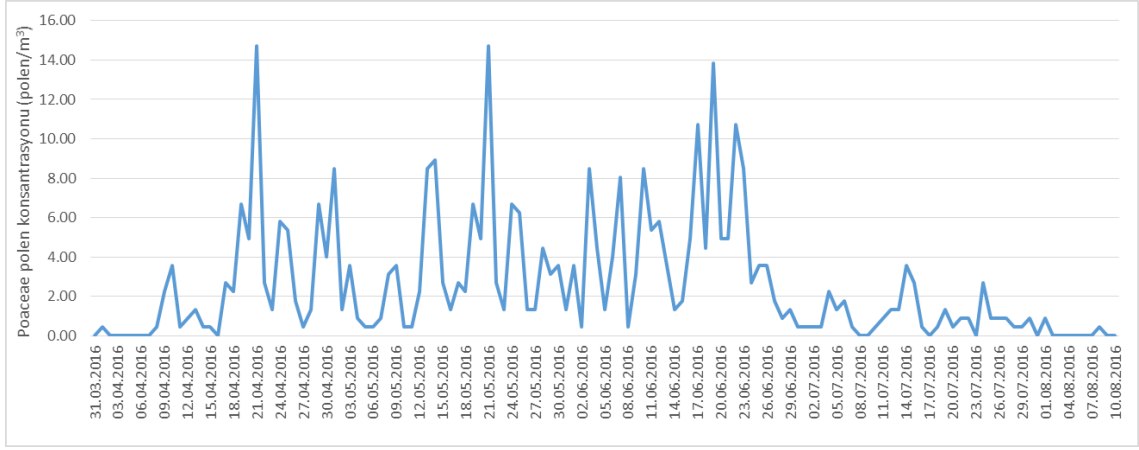
4.2.2 Poaceae poleni ve Phl p 5 alerjen konsantrasyonlarının 2016 yılı analizi

2016 yılında toplam Poaceae polen konsantrasyonu 349 polen/m³'tür. En yüksek Poaceae polen konsantrasyonu Haziran ayında (137 polen/m³) saptanmıştır. Ardından 111 polen/m³ ile Mayıs, 71 polen/m³ ile Nisan, 29 polen/m³ ile Temmuz ve 1 polen/m³ ile Ağustos ayları gelmektedir. Polen konsantrasyonunun en yüksek olduğu gün 21 Mayıs'tır (Şekil 4.23). Önceki yıla kıyasla polen konsantrasyonu 3.5 kat azalmıştır (Çizelge 4.10).

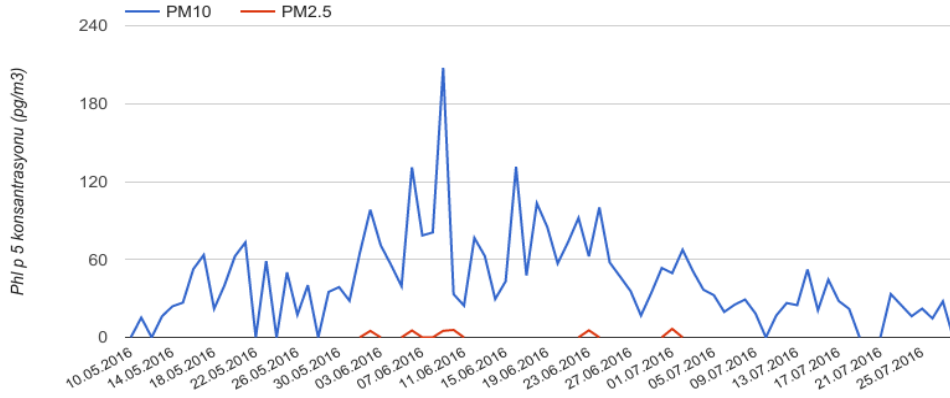
2016 yılında ölçülen toplam 3495.5 pg/m³ alerjenin % 99.1'lik kısmı (3462.4 pg/m³) PM10 filtrelerinde, % 0.9'luk kısmı (33 pg/m³) ise PM2.5 filtrelerinde gözlenmiştir. Pik konsantrasyonları PM10 için 9 Haziran tarihinde PM2.5 için ise 1 Temmuz tarihinde elde edilmiştir (Şekil 4.24). Phl p 5 alerjen konsantrasyonunun ise önceki seneye kıyasla 1.34 kat azaldığı görülmektedir. En yüksek alerjen konsantrasyonu Haziran ayında görülmüş olup, PM10 filtrelerinde 2093.92 pg/m³, PM2.5 filtrelerinde ise 26.48 pg/m³ olarak saptanmıştır. Temmuz ayında PM10 filtrelerinde 703.84 pg/m³, PM2.5 filtrelerinde ise 6.57 pg/m³ alerjen tespit edilmiştir. Mayıs ayında ise PM10 filtrelerinde 664.65 pg/m³ alerjen tespit edilmiştir (Çizelge 4.10).

Phl p 5 alerjenin Poaceae polen konsantrasyonu ile birlikte 2016 yılındaki değişimi şekil 4.25'te verilmiştir. 2016 yılında Poaceae polenlerinin ve Phl p 5 alerjenlerinin büyük bir kısmı Haziran ayında saptanmıştır.

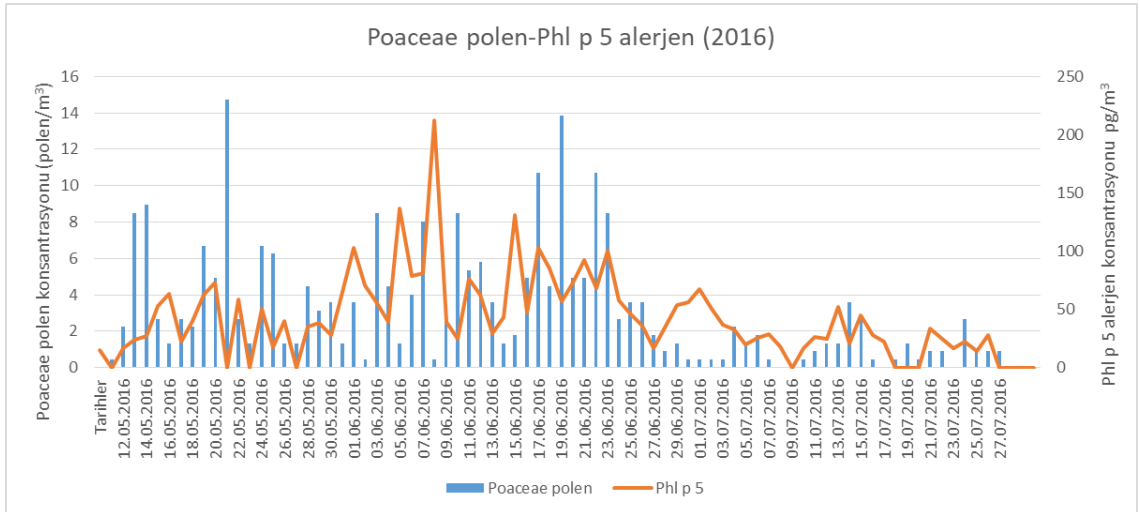
Haziran ayındaki polen potansiyeli 15.48 olarak bulunmuştur. Ancak, Temmuz ayındaki düşük polen konsantrasyonu ve yüksek alerjen konsantrasyonundan dolayı Temmuz ayındaki polen potansiyeli daha yüksek olup 24.50'dir. Mayıs ayındaki polen potansiyeli ise 5.99'dur. Sezondaki toplam polen potansiyeli ise 10.01 olarak tespit edilmiştir. Genel olarak 2016 yılı aylık polen potansiyelleri 2015 yılından daha yüksektir (Çizelge 4.10).



Şekil 4.23 Poaceae polen konsantrasyonunun 2016 yılındaki değişimi



Şekil 4.24 Phl p 5 alerjen konsantrasyonunun 2016 yılındaki değişimi



Şekil 4.25 Poaceae polen ve Phl p 5 alerjen konsantrasyonunun 2016 yılındaki değişimi

Çizelge 4.10 2015-2016 yıllarında Ankara atmosferinde izlenen Poaceae polenleri ve Phl p 5 alerjeni miktarlarının aylık dağılımı ve polen potansiyelleri

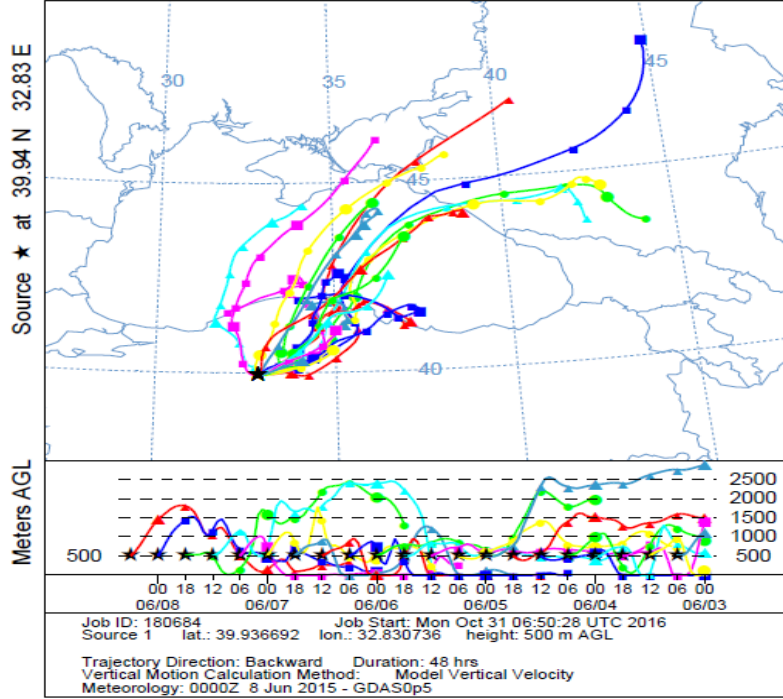
2015	Poaceae Polen/m ³	Phl p 5 (pg/m ³)		Polen potansiyeli
		PM10	PM2.5	
Nisan	30	-	-	-
Mayıs	330	1104.57	104.17	3.66
Haziran	667	1598.54	128.87	2.59
Temmuz	158	1607.14	142.26	11.07
Ağustos	42	-	-	-
Eylül	11	-	-	-
Toplam	1238	4310.25	375.3	3.78
2016				
Nisan	71	-	-	-
Mayıs	111	664.65	-	5.99
Haziran	137	2093.92	26.48	15.48
Temmuz	29	703.84	6.57	24.50
Ağustos	1	-	-	-
Toplam	349	3462.41	33.05	10.01

4.2.3 Geri yörünge analizi sonuçları

Poaceae polen ve Phl p 5 alerjen konsantrasyonunun kaynağı Ankara'da doğal yetişen, özellikle çayır, mera ve tahıl yetişen arazi alanlarında geniş yayılım gösteren türler olabileceği gibi taşınım kaynaklı da olabilmektedir. Her iki yılda da Poaceae polen (8 Haziran 2015 - 21 Mayıs 2016) ve Phl p 5 alerjen (21 Haziran 2015 - 9 Haziran 2016) konsantrasyonlarının pik yaptığı tarihlerde 48 saatlik geri yörünge analizleri gerçekleştirilmiştir. 2015 yılına ait polen konsantrasyonu için yapılan analizler, hava hareketlerinin çoğunlukla Rusya ve Karadeniz üzerinden taşındığını göstermiştir. Alerjenler için ise, hava hareketlerinin bir kısmının Karadeniz ve Ukrayna üzerinden bir kısmının da güneyden, Akdeniz bölgesinden taşındığı görülmüştür (Şekil 4.26).

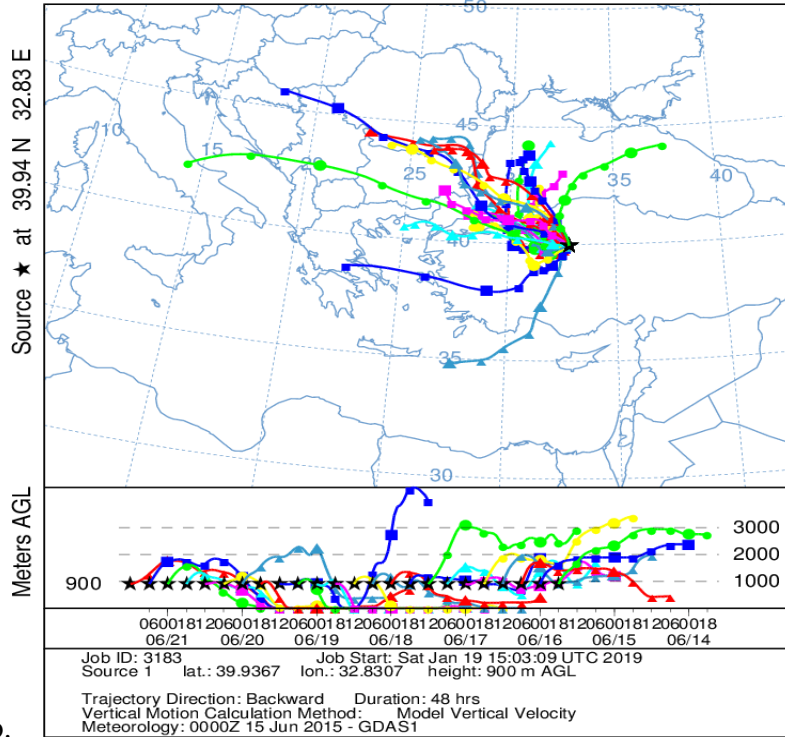
2016 yılına baktığımızda, polenler için, hava hareketlerinin yönleri değişkenlik göstermektedir. Bir kısmı, Batı Avrupa ve Akdeniz ülkelerini, bir kısmı da Ege ve Akdeniz bölgelerindeki yerel kaynakları işaret etmektedir. Alerjenler için ise, hava hareketlerinin bir kısmı Romanya, Bulgaristan ve Marmara bölgesi üzerinden ve bir kısmı da Orta Karadeniz bölgesinden taşınmıştır (Şekil 4.27).

NOAA HYSPLIT MODEL
Backward trajectories ending at 0600 UTC 08 Jun 15
GFSG Meteorological Data



a.

NOAA HYSPLIT MODEL
Backward trajectories ending at 1200 UTC 21 Jun 15
GDAS Meteorological Data



b.

Şekil 4.26 Poaceae polen (a) ve Phl p 5 alerjenlerinin (b) konsantrasyonlarının pik yaptıkları tarihlere göre uzun mesafeli taşınımını gösteren 48 saatlik geri yörünge analizleri (2015)

4.2.4 Poaceae familyası polenlerinin ve Phl p 5 alerjenlerinin meteorolojik faktörler ve hava kirliliği parametreleriyle ilişkisi

Poaceae familyasına ait polen ve Phl p 5 alerjen konsantrasyonu ile meteorolojik faktörler arasındaki ilişkiyi gösteren çizelge 4.11’de görüldüğü üzere, 2015 yılında, polen konsantrasyonu ile ortalama rüzgar hızı arasında negatif korelasyon mevcuttur. PM 2.5 filtrelerinde bulunan Phl p 5 alerjen konsantrasyonu belirgin bir meteorolojik faktör ile anlamlı bir değişim göstermemektedir. Buna karşın, PM10 filtrelerinde bulunan Phl p 5 alerjen konsantrasyonu ile ortalama sıcaklık arasında pozitif korelasyon görülmüştür. 2016 yılında ise polen ve alerjen konsantrasyonu ile herhangi bir meteorolojik faktör arasında anlamlı bir korelasyon görülmemiştir (Çizelge 4.11).

2015 yılında Poaceae polen konsantrasyonunun ve Phl p 5 alerjen konsantrasyonunun hakim rüzgar yönüne göre dağılımları incelendiğinde, polen ve alerjen konsantrasyonunun büyük çoğunluğu hakim rüzgar yönü kuzey doğu olan günlerde kaydedilmiştir. Ayrıca hakim rüzgar yönü batı-güney batı olan günlerde de önemli miktarda polen ve alerjen konsantrasyonuna rastlanmıştır. 2016 yılına baktığımızda, polen ve alerjen konsantrasyonunun büyük çoğunluğu bir önceki yıldaki gibi hakim rüzgar yönü kuzey doğu iken elde edilmiştir (Şekil 4.28).

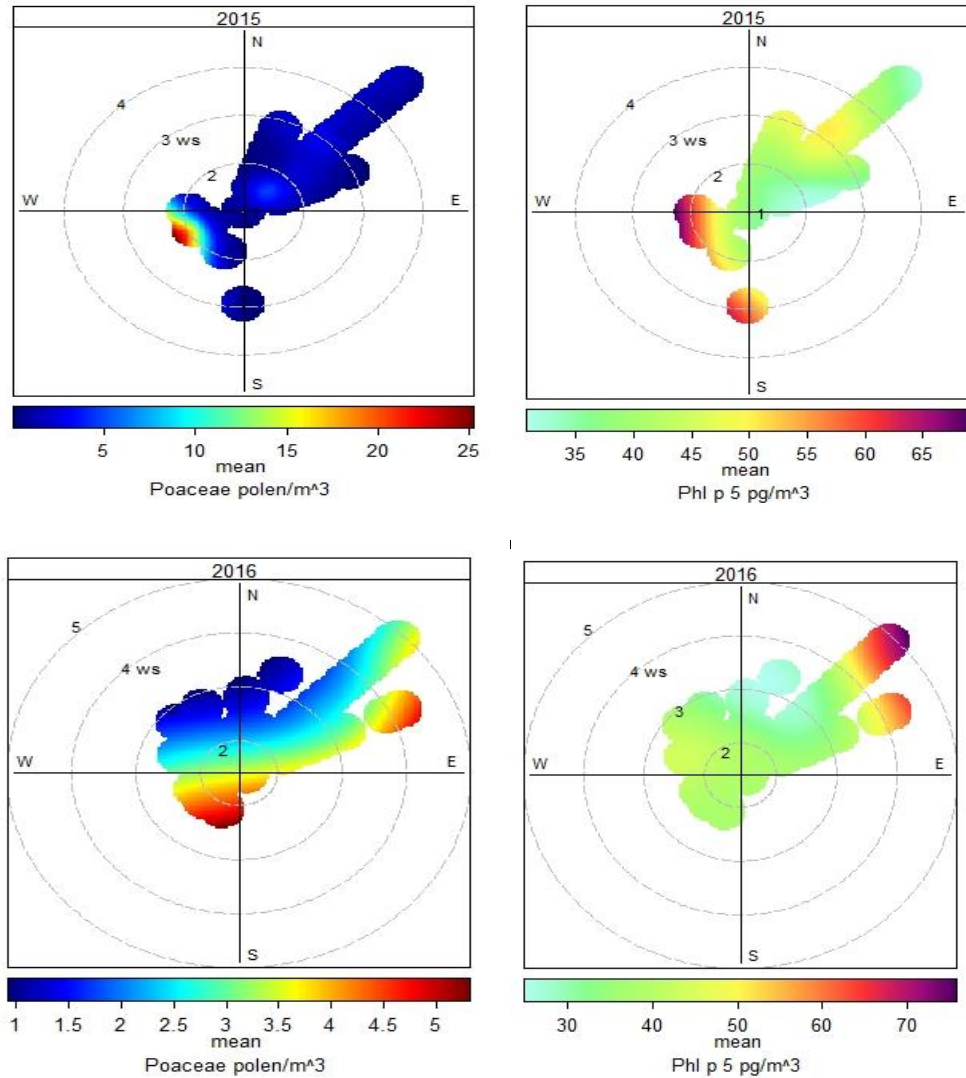
Çizelge 4.11 Poaceae polen ve Phl p 5 alerjen konsantrasyonlarının meteorolojik veriler ile korelasyonu

2015	Poaceae Polen	PM10 (Phl p 5)	PM2.5
Ort. Sıcaklık	-0.136	0.332**	0.172
Ort. Nispi Nem	0.085	0.140	0.051
Toplam Yağış	-0.125	-0.199	-0.156
Ort. Rüzgar Hızı	-0.233*	-0.002	0.031
Rüzgar Yönü	0.055	0.031	0.002
2016			
Ort. Sıcaklık	-0.205	-0.003	-0.081
Ort. Nispi Nem	0.078	0.036	0.131
Toplam Yağış	0.084	0.077	-0.050
Ort. Rüzgar Hızı	-0.176	-0.008	0.087
Rüzgar Yönü	0.212	0.009	0.012

* p<0.05, **p<0.01

2015 yılında hava kirliliği parametrelerinin Poaceae polen ve Phl p 5 alerjen konsantrasyonu etkilerine baktığımızda, kirletici parametreleri ile polen konsantrasyonu arasında herhangi bir anlamlı korelasyon görülmemiştir. Ayrıca PM10 kirleticilerin miktarı arttıkça alerjen konsantrasyonu artmaktadır.

2016 yılında ise, karbonmonoksit (CO) miktarı ile polen ve alerjen konsantrasyonları arasında pozitif korelasyon mevcuttur. Kükürt dioksit (SO₂) miktarı ile Poaceae polen konsantrasyonu arasında negatif korelasyon görülmüştür (Çizelge 4.12).



Şekil 4.28 Poaceae polen ve Phl p 5 alerjen konsantrasyonunun hakim rüzgar yönleri ve rüzgar hızlarına göre dağılımı (2015-2016)

Çizelge 4.12 Poaceae polen ve Phl p 5 alerjen konsantrasyonunu ile hava kirliliği parametreleri arasındaki bağlantı

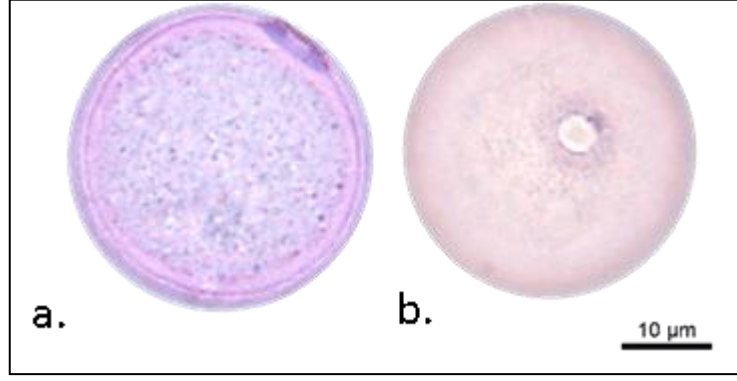
Kirlilik parametreleri	Poaceae polen (2015)	Phl p 5 alerjen (2015)
CO	0.045	-0.160
NO _x	-0.066	-0.050
NO ₂	-0.037	0.079
SO ₂	0.047	0.096
PM10 kirleticiler	0.086	0.219*
PM2.5 kirleticiler	0.201	-0.034
Kirlilik parametreleri	Poaceae polen (2016)	Phl p 5 alerjen (2016)
CO	0.509**	0.259*
NO _x	-0.063	-0.019
NO ₂	0.076	-0.027
SO ₂	-0.227*	0.060
PM10 kirleticiler	0.128	-0.059
PM2.5 kirleticiler	0.219*	0.016

* p<0.05, **p<0.01

4.2.5 *Phleum pratense* polenlerinin morfolojik özellikleri ve Phl p 5 alerjen lokalizasyonunun immün etiketleme ile gösterilmesi

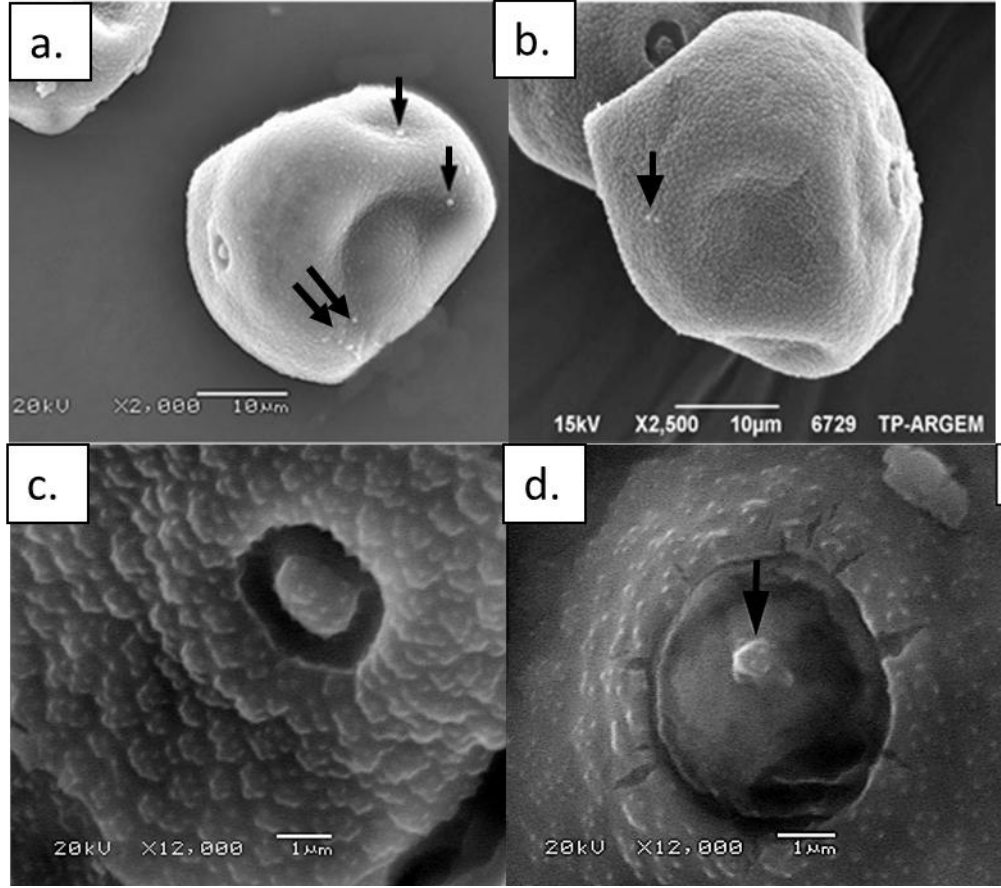
4.2.5.1 *Phleum pratense* polenlerinin ışık (LM) ve taramalı elektron mikroskopik (SEM) özellikleri

Phleum pratense polenleri hem LM hem de SEM'de incelenmiştir. Polenler, radyal simetrik, apolar ve monoporattır. Polen çapı (D) ortalama 32.08 µm'dir. Polen şekli sferoidaldir. Ekzin tektat, ornamentasyon ise belirli granülattır. Por çevresinde "annulus" (annulat) ve por üzerinde "operkulum" (operkulat) yapıları mevcuttur. Por uzunluğu (plg) 3.54 µm, por genişliği (plt) 3.50 µm'dir. İntin ortalama 0.9 µm kalınlıktadır (Şekil 4.29). SEM mikrofotografılarında ornamentasyon verrukat-granülattır. 4µm²'deki vart sayısı ortalama 8, granül sayısı ise ortalama 24'tür. Ekzinin yüzeyinde ve operkulum üzerinde orbiküller (Ubisch cisimcikleri) olduğu SEM çalışmasında gözlemlenmiştir (Şekil 4.30).



Şekil 4.29 *Phleum pratense* polenlerinin LM mikrofotografaları

a. Polenin genel görünüşü, b. Apertür ve ornamentasyon

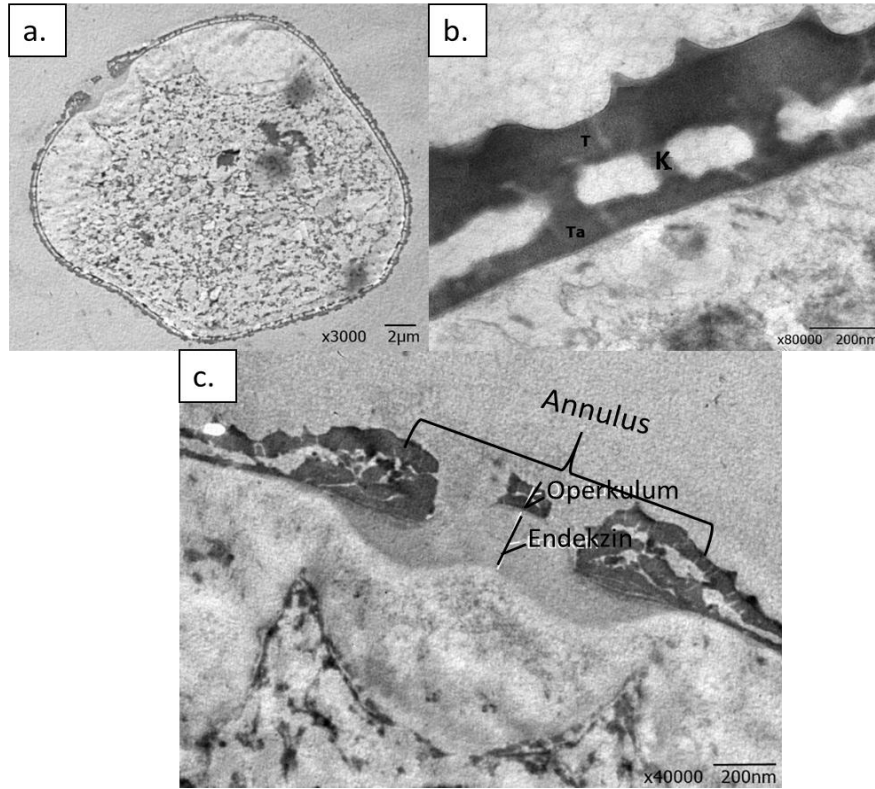


Şekil 4.30 *Phleum pratense* polenlerinin SEM mikrofotografaları

a ve b. Genel görünüş ve polen üzerindeki orbiküller (siyah ok), c. Por, operkulum ve ornamentasyon, d. Operkulum üzerindeki orbikül

4.2.4.2 *Phleum pratense* polenlerinin geçirmeli elektron mikroskopik (TEM) özellikleri

Ekzin strüktürü subtektattır. Ekzin 0.93-1.56 μm , apertür bölgesinde ise 0.5-1.3 μm kalınlığındadır. Por etrafında, ektekin kalınlaşmasıyla oluşan halkaya benzer “annulus” yapısı mevcuttur. Ektekin 0.83-1.56 μm , apertür bölgesinde 0.5-1 μm kalınlığındadır. Tektum kalınlığı 0.15-0.2 μm arasında değişir. Apertür çevresinde tektum kalınlığı 0.8-1 μm 'ye çıkmaktadır. Ayrıca tektum tabakasında uzunlukları ortalama 0.3 μm olan ince kanallar mevcuttur. Kolumellaların uzunluğu 0.21-0.29 μm , sık ve belirgindir. Apertür bölgesinde kolumellalar daha az belirgin, seyrek ve 0.15-0.20 μm uzunluğundadır. Taban tabakası devamlı ve 0.17-0.27 μm kalınlığındadır. Apertür bölgesinde de taban tabakası devamlı ve 0.3-0.4 μm kalınlığındadır. Endekzin tabakası 0.1-0.50 μm kalınlığında olup, apertür bölgesinde endekzin tabakası kalınlığı ortalama 0.4 μm 'dir. Operkulum mevcuttur (Şekil 4.31).



Şekil 4.31 *Phleum pratense* polenlerinin TEM mikrofotografaları

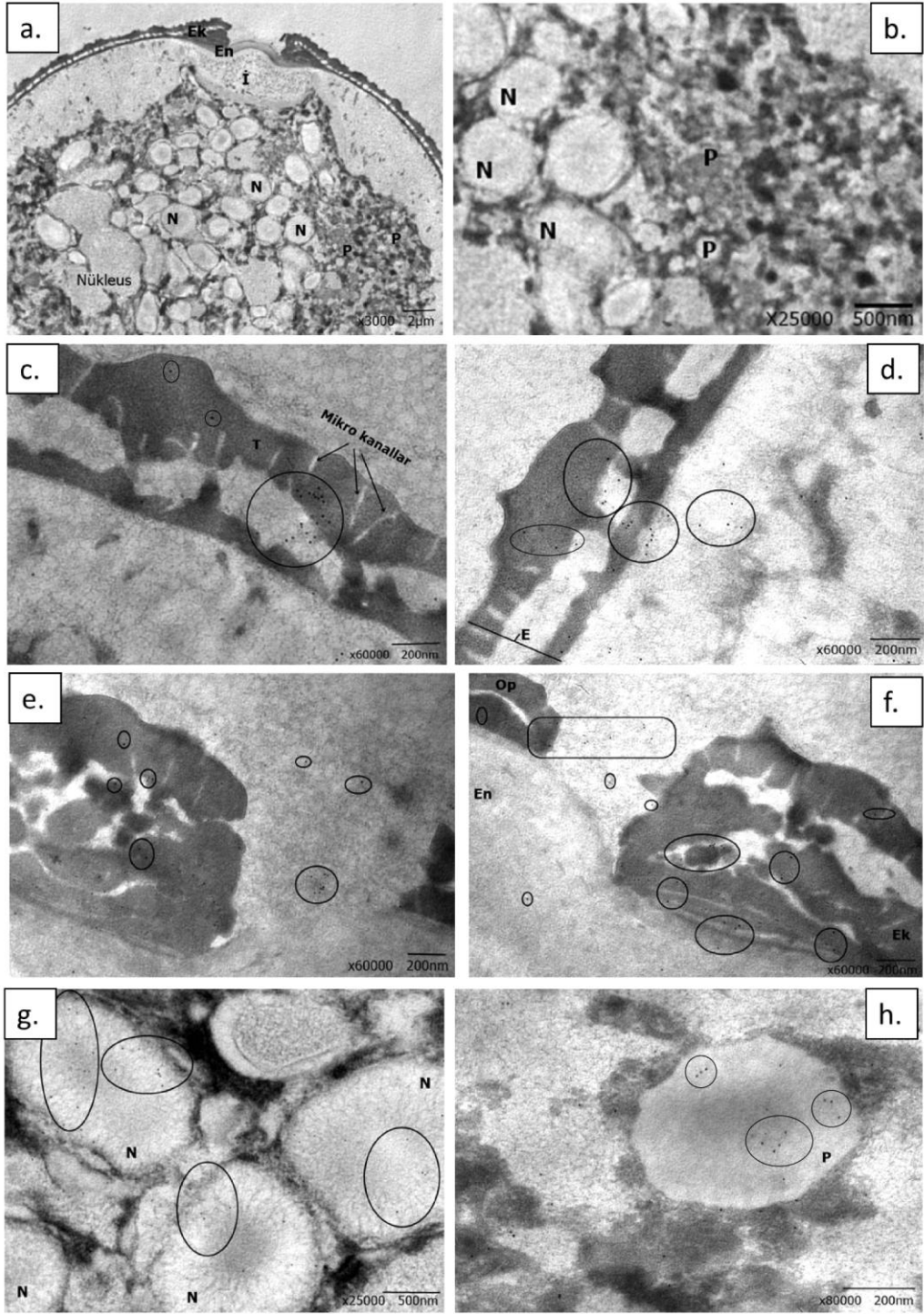
a. Polenin genel yapısı, b. Ekzin tabakalanması ve immün etiketleme için negatif kontrol, c. Apertür ve operkulum yapısı ve immün etiketleme için negatif kontrol (T: Tektum tabakası, K: Kolumella, Ta: Taban tabakası)

TEM çalışmaları sonucunda, Phl p 5 alerjenlerine hem polen duvarında hem de sitoplazmasında rastlanmıştır. Ekzinde özellikle kolumellaların etrafında ve intinde lokalizasyon gözlemlenmiştir. Literatür çalışmaları ile de paralel olarak alerjenlerin nişasta tanelerinde de yoğunlaştıkları tespit edilmiştir.

Ayrıca nişasta tanelerinin etrafındaki oldukça küçük polisakkarit partiküllerinde de Phl p 5 alerjen lokalizasyonu görülmüştür. Por çevresinde, annulus üzerinde ve operkulumun etrafında Phl p 5 alerjenlerine rastlanmıştır (Şekil 4.32).

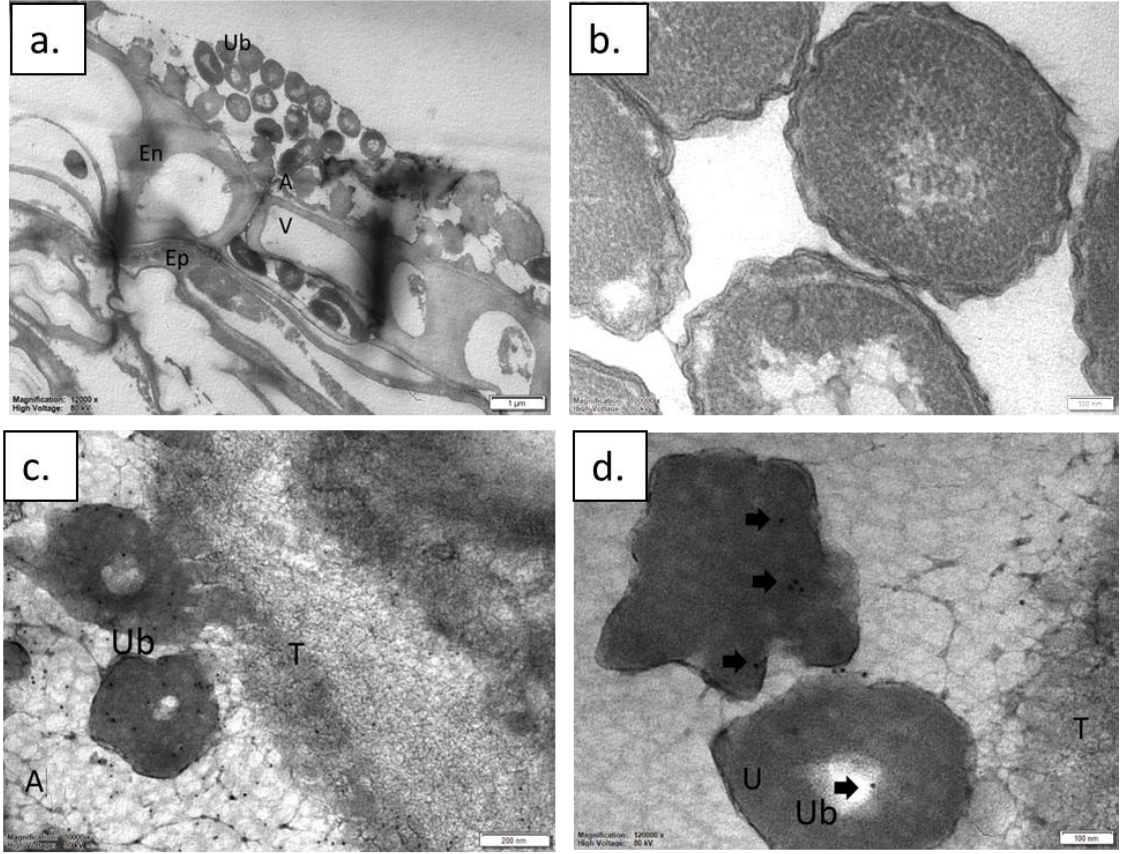
TEM çalışmasında, *Phleum pratense*'de orbiküllerin (ubisch cisimcikleri) anterde tapetum etrafında serbest halde bulunduğu da gözlemlenmiştir (Şekil 4.25-4.26). Orbiküllerin çapı 0.7-1.5 µm'dir.

İmmün etiketleme işlemi uygulanan anterlerde bulunan orbiküller üzerindeki Phl p 5 alerjen varlığı şekil 4.33'de siyah oklar ile gösterilmiştir.



Şekil 4.32 *Phleum pratense* polenlerinde Phl p 5 alerjen lokalizasyonuna ait TEM mikrofotografaları.

a. Genel polen yapısı, b. Negatif Kontrol-Sitoplazma, nişasta ve polisakkarit partiküller c. ve d. Tektum, kolumella, taban tabakası ve intinde alerjen lokalizasyonu, e. ve f. Apertürde alerjen lokalizasyonu ve alerjen salınımı, g. Nişasta tanelerinde lokalizasyon h. Polisakkarit partiküllerde lokalizasyon (E: Ekzin, Ek: Ektekin, En: Endekzin, T: Tektum tabakası, Ta: Taban tabakası, İ: İntin, N: Nişasta tanesi, P: Polisakkarit partiküller, Op: Operkulum, alerjenler:halka içindeki siyah noktalar)



Şekil 4.33 *Phleum pratense* anterlerinde Phl p 5 alerjen lokalizasyonuna ait TEM mikrofotografaları.

a. Anter tabakalanması (Ep: Epidermis, En: Endotesyum tabakası, U:Ubisch cisimcikleri=orbiküller, V: vakuol, A: Ara tabaka). b. Kontrol grubu (Etiketlenmemiş tapetum ve orbiküller) c. Tapetum ve orbiküllerde (Ubisch cisimciklerinde) Phl p 5 alerjeni lokalizasyonu. d. Orbiküllerde Phl p 5 alerjen lokalizasyonu (T: Tapetum, Ub: Ubisch cisimcikleri)

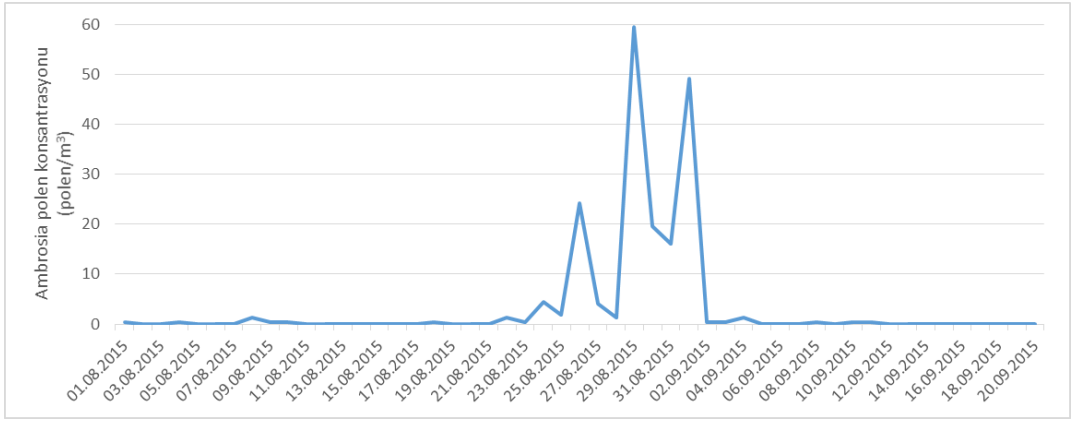
4.3 *Ambrosia* Polenleri ve Amb a 1 Alerjen İzleme Çalışmaları

4.3.1 *Ambrosia* poleni ve Amb a 1 alerjen konsantrasyonlarının 2015 yılı analizi

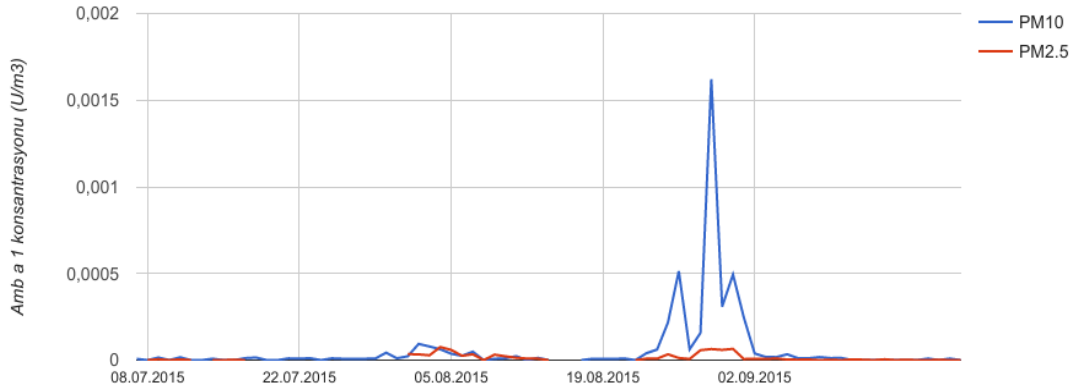
Ambrosia polenlerine 1 Ağustos-11 Eylül tarihleri arasında atmosferde rastlanmıştır. Toplam polen konsantrasyonu 189 polen/m^3 'tür (Şekil 4.34). En yüksek *Ambrosia* polen konsantrasyonu Ağustos ayında (136 polen/m^3) saptanmıştır. Eylül ayında ise 53 polen/m^3 elde edilmiştir. En yüksek *Ambrosia* polen konsantrasyonu 29 Ağustos tarihinde gözlemlenmiştir.

Amb a 1 alerjenleri 7 Temmuz-20 Eylül tarihleri arasında atmosferde izlenmiştir. Toplam $5.33 \times 10^{-3} \text{ U/m}^3$ alerjen belirlenmiştir. Bu alerjenlerin % 85.70'si PM10 filtrelerinde, % 14.30'u ise PM2.5 filtrelerinde belirlenmiştir. PM10 filtrelerinde en yoğun alerjen konsantrasyonu 29 Ağustos tarihinde gözlemlenirken, PM2.5 filtrelerinde ise 4 Ağustos tarihinde belirlenmiştir. En yüksek alerjen konsantrasyonu Ağustos ayında görülmüş olup, PM10 filtrelerinde $3.90 \times 10^{-3} \text{ U/m}^3$, PM2.5 filtrelerinde ise $6.09 \times 10^{-4} \text{ U/m}^3$ olarak saptanmıştır. Eylül ayında ise PM10 filtrelerinde $4.37 \times 10^{-4} \text{ U/m}^3$, PM2.5 filtrelerinde ise $5.86 \times 10^{-5} \text{ U/m}^3$ alerjen tespit edilmiştir. Temmuz ayında atmosferde polen izlenmemesine rağmen, PM10 filtrelerinde $2.01 \times 10^{-5} \text{ U/m}^3$, PM2.5 filtrelerinde ise $1.24 \times 10^{-5} \text{ U/m}^3$ alerjen tespit edilmiştir (Çizelge 4.13, Şekil 4.35).

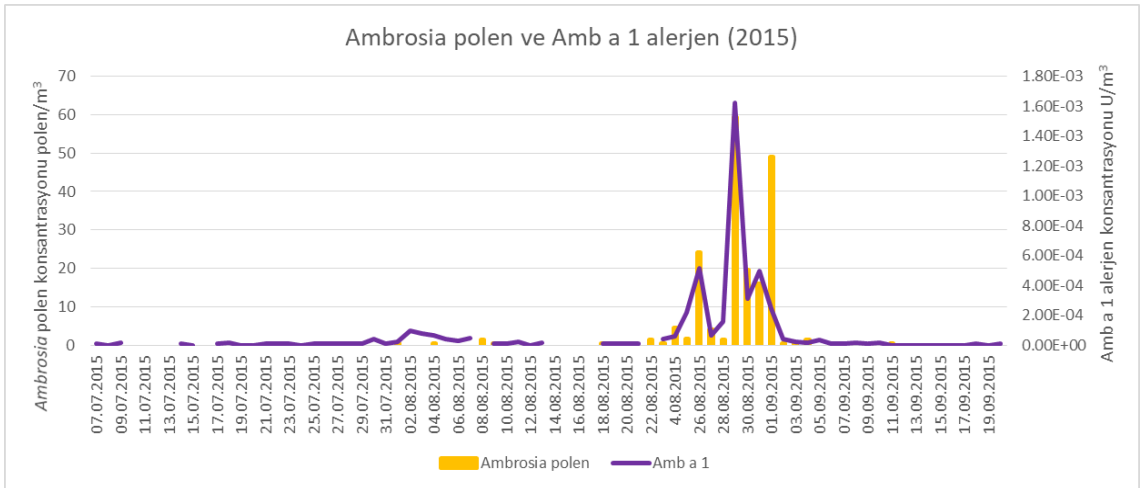
Amb a 1 alerjenlerinin polen konsantrasyonu ile birlikte değişimi Şekil 4.35'te yer almaktadır. 2015 yılında *Ambrosia* polen ve alerjen dağılımı birbiriyle uyumludur. Polen pik tarihi ile alerjen pik tarihi aynı güne denk gelmiştir. Şekil 4.35'te görüldüğü gibi atmosferde polen var iken Amb a 1 alerjenleri de mevcuttur. 2015 yılında *Ambrosia* Ağustos ayındaki polen potansiyeli değeri 3.33×10^{-3} olarak bulunmuştur. Eylül ayında polen miktarı daha düşük olmasına rağmen alerjen miktarı da düşük olduğundan polen potansiyeli değeri de (0.93×10^{-6}) Ağustos ayına göre daha düşüktür. Sezondaki toplam polen potansiyeli ise 2.41×10^{-5} 'dir (Çizelge 4.13).



Şekil 4.34 *Ambrosia* polen konsantrasyonunun 2015 yılındaki değişimi



Şekil 4.35 Amb a 1 alerjen konsantrasyonunun 2015 yılındaki değişimi



Şekil 4.36 *Ambrosia* polen ve Amb a 1 alerjen konsantrasyonunun 2015 yılındaki değişimi

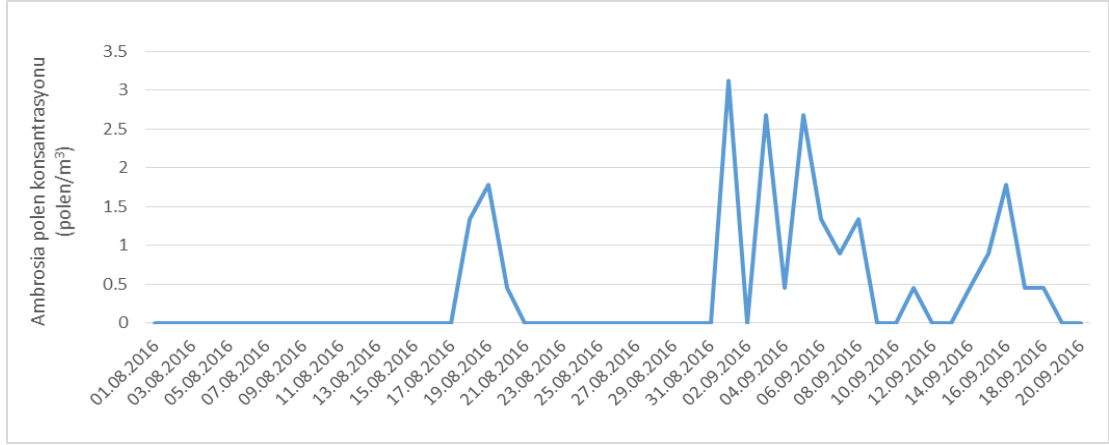
4.3.2 *Ambrosia* poleni ve Amb a 1 alerjen konsantrasyonlarının 2016 yılı analizi

Ambrosia polenlerine 17 Ağustos-20 Eylül tarihleri arasında atmosferde rastlanmıştır. Toplam polen konsantrasyonu (21 polen/m^3) bir önceki yıldan düşüktür. En yüksek *Ambrosia* polen konsantrasyonu Ağustos ayında (17 polen/m^3) saptanmıştır. Eylül ayında ise 4 polen/m^3 elde edilmiştir. En yüksek *Ambrosia* polen konsantrasyonu 29 Ağustos tarihinde gözlemlenmiştir (Şekil 4.37).

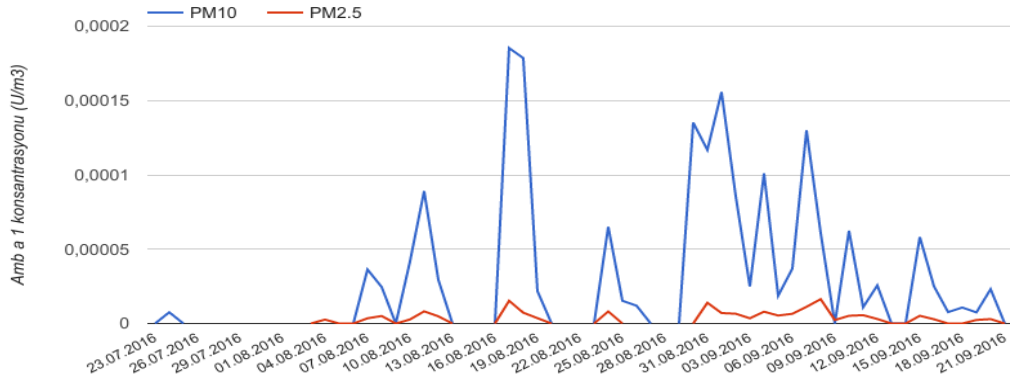
Amb a 1 alerjenleri 4 Ağustos-20 Eylül tarihleri arasında 2016 yılında hem PM10 hem de PM2.5 filtrelerinde azalmıştır. 2016 yılında toplam $1.97 \times 10^{-3} \text{ U/m}^3$ alerjen kaydedilmiştir. Bunlardan % 91.4'ü PM10 filtrelerinde ($1.80 \times 10^{-3} \text{ U/m}^3$), geri kalan % 8.6'sı ($1.69 \times 10^{-4} \text{ U/m}^3$) PM2.5 filtrelerinde gözlenmiştir. Alerjenin pik yaptığı konsantrasyonlarına ise PM10 için 17 Ağustos tarihinde, PM2.5 için ise 8 Eylül tarihinde ulaşılmıştır.

Ağustos ayında PM10 filtrelerinde alerjen konsantrasyonu $9.60 \times 10^{-4} \text{ U/m}^3$, PM2.5 filtrelerinde ise $7.51 \times 10^{-5} \text{ U/m}^3$ olarak saptanmıştır. Eylül ayında ise PM10 filtrelerinde $8.60 \times 10^{-4} \text{ U/m}^3$, PM2.5 filtrelerinde ise $9.41 \times 10^{-5} \text{ U/m}^3$ alerjen tespit edilmiştir. Temmuz ayında atmosferde polen izlenmemesine rağmen, PM10 filtrelerinde $7.55 \times 10^{-6} \text{ U/m}^3$, alerjen tespit edilmiştir (Çizelge 4.13, Şekil 4.38).

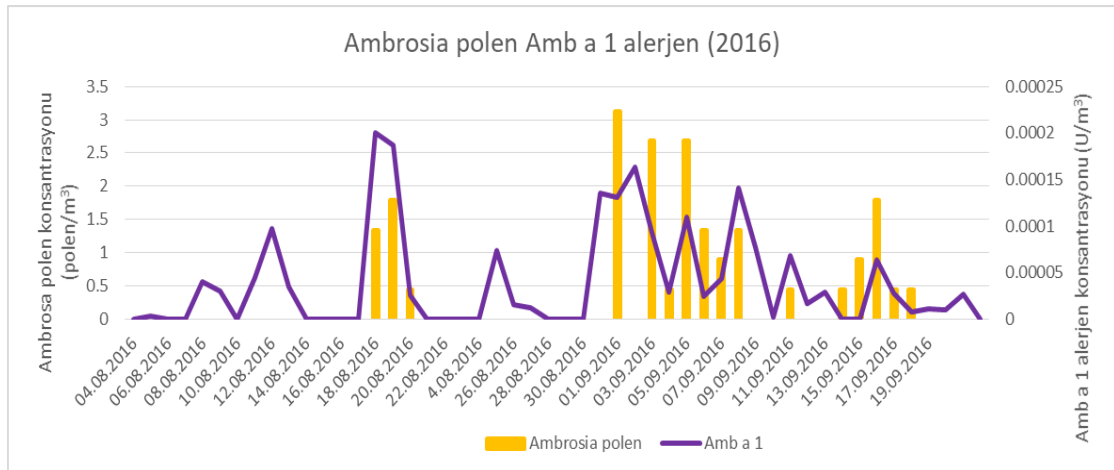
Amb a 1 alerjeninin polen konsantrasyonu ile birlikte değişimi Şekil 4.39'da verilmiştir. 2016 yılında aylık dağılım önceki yıllara benzerlik göstermekle birlikte polen ve alerjen konsantrasyonları oldukça düşüktür. Ağustos ayındaki polen potansiyeli değeri 6.08×10^{-5} , Eylül ayındaki polen potansiyeli ise 2.38×10^{-4} olarak bulunmuştur. Sezondaki toplam polen potansiyeli ise 9.37×10^{-5} 'dir (Çizelge 4.13).



Şekil 4.37 *Ambrosia* polen konsantrasyonunun 2016 yılındaki değişimi



Şekil 4.38 Amb a 1 alerjen konsantrasyonunun 2016 yılındaki değişimi



Şekil 4.39 *Ambrosia* polen ve Amb a 1 alerjen konsantrasyonunun 2016 yılındaki değişimi

Çizelge 4.13 2015-2016 yıllarında Ankara atmosferinde izlenen *Ambrosia* polen ve Alt a 1 alerjeni miktarlarının aylık dağılımı ve polen potansiyelleri

2015	<i>Ambrosia</i> polen/m ³	Amb a 1 (U/m ³)		Polen potansiyeli
		PM10	PM2.5	
Temmuz	-	2.01x10 ⁻⁵	1.24x10 ⁻⁵	-
Ağustos	136	3.90x10 ⁻³	6.09x10 ⁻⁴	3.33x10 ⁻⁵
Eylül	53	4.37x10 ⁻⁴	5.86x10 ⁻⁵	0.93x10 ⁻⁶
Toplam	189	4.56x10⁻³	7.6x10⁻⁴	2.41x10⁻⁵
2016				
Temmuz	-	7.55x10 ⁻⁶	-	-
Ağustos	17	9.60x10 ⁻⁴	7.51x10 ⁻⁵	6.08x10 ⁻⁵
Eylül	4	8.6x10 ⁻⁴	9.41x10 ⁻⁵	2.38x10 ⁻⁴
Toplam	21	1.8x10⁻³	1.69x10⁻⁴	9.37x10⁻⁵

4.3.3 Geri Yörünge analizi sonuçları

Tez çalışması süresince elde edilen verilerin bir kısmını salt meteorolojik değişimlerle açıklamak mümkün olamamıştır. Özellikle Ankara florasında ve yakın çevresinde *Ambrosia* bitkisi görülmemesine karşın havada ciddi oranda *Ambrosia* polen ve Amb a 1 alerjenine her iki yılda da rastlanmıştır. Bu nedenle *Ambrosia* polen ya da Amb a 1 alerjenlerinin hangi kaynaktan taşındığını belirlemek amacıyla; polen ve alerjen pik günlerinin 48 saat öncesinden hava kütlelerinin hareketi, geri yörünge analizi ile belirlenmeye çalışılmıştır.

2015 yılı için, *Ambrosia* polen ve Amb a 1 alerjen konsantrasyonlarının pik yaptığı tarih olan 29 Ağustos ve *Ambrosia* polen konsantrasyonunun ikinci kez pik yaptığı 1 Eylül; 2016 yılı için *Ambrosia* polen (1 Eylül) ve Amb a 1 alerjen (18 Ağustos) konsantrasyonlarının pik yaptığı tarihler seçilmiştir. Geri yörünge analizi sonucuna göre, 2015 yılında, polenlerin ve alerjenlerin çoğunlukla Ukrayna, Kırım, Rusya ve Batı-Orta Karadeniz bölgesi üzerinden gelmiş olabileceği görülmektedir (Şekil 4.40).

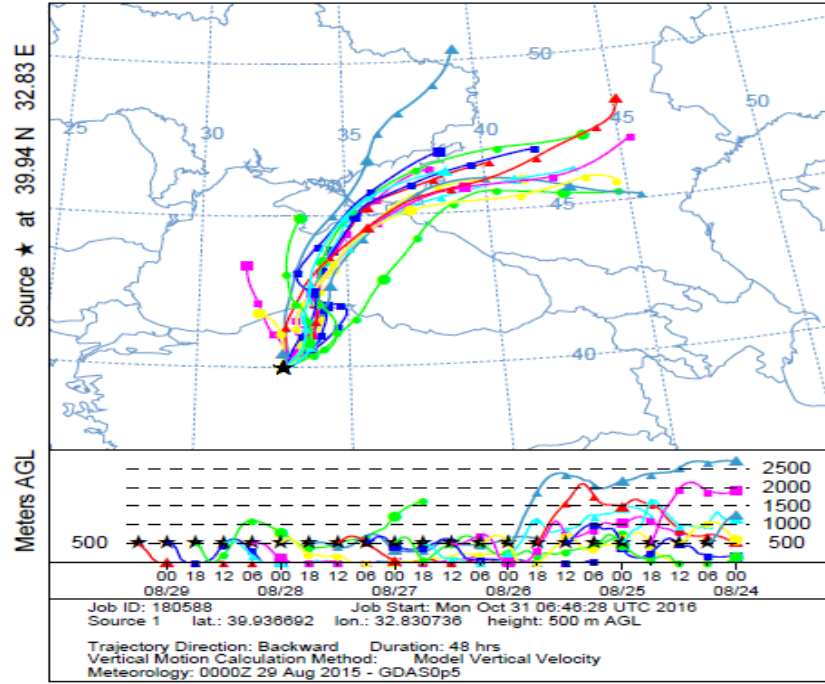
2016 yılında ise hava hareketlerinin yönleri değişkenlik göstermektedir. *Ambrosia* polen konsantrasyonunun pik yaptığı 1 Eylül tarihinde, hava hareketlerinin bir kısmı kuzeyden bir kısmı güney-güneybatı yönlerinden gelmektedir. Amb a 1 alerjen konsantrasyonunun pik tarihi olan 18 ağustos tarihinde ise benzer şekilde hava hareketlerinin bir kısmı kuzey, kuzeybatı ve az bir kısmı da güneyi işaret etmektedir. 2016 yılında hem *Ambrosia* hem de Amb a 1 alerjen konsantrasyonları oldukça düşüktür. Ağustos ayında kaydedilen alerjenlerin ülkemizdeki yerel kaynaklardan, Eylül ayında kaydedilenlerin ise uzak mesafeli taşınımıyla geldiği söylenebilir (Şekil 4.41).

4.3.4 *Ambrosia* polenlerinin ve Amb a 1 alerjenlerinin meteorolojik faktörler ve hava kirliliği parametreleriyle ilişkisi

Ambrosia polen ve Amb a 1 alerjen konsantrasyonu ile meteorolojik faktörler arasındaki ilişkiyi gösteren çizelge 4.14'de verilmiştir. Buna göre, 2015 yılında, polen ve alerjen konsantrasyonu ile ortalama sıcaklık arasında güçlü negatif bir korelasyon, ortalama rüzgar hızı ile güçlü bir pozitif korelasyon mevcuttur. 2016 yılında ise polen konsantrasyonu ile ortalama sıcaklık ve ortalama rüzgar hızı arasında yine negatif korelasyon görülmüştür. (Çizelge 4.14).

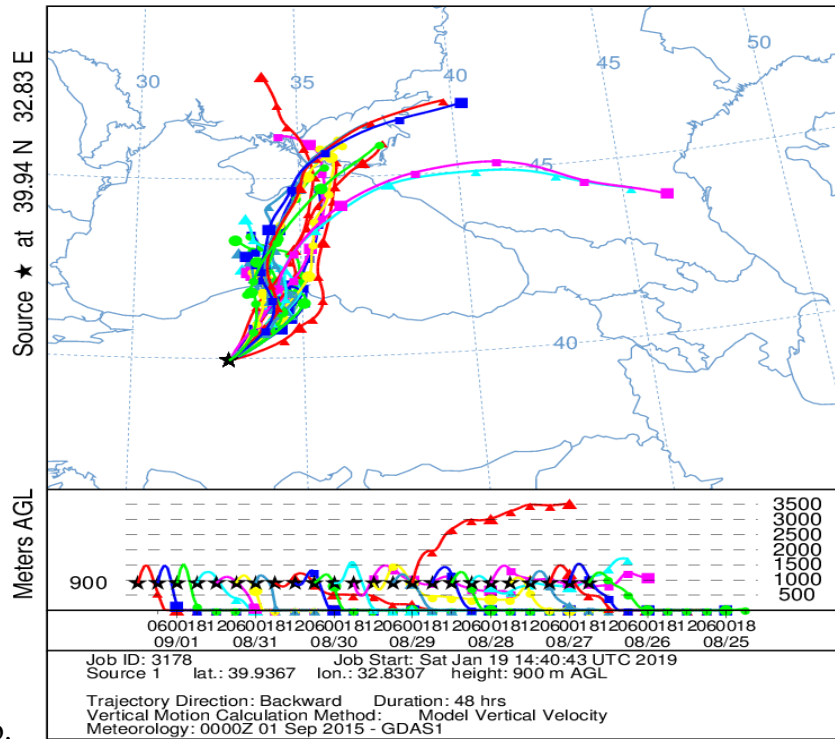
2015 yılında *Ambrosia* polen konsantrasyonunun ve Amb a 1 alerjen konsantrasyonunun hakim rüzgar yönüne göre dağılımları incelendiğinde, polen ve alerjen konsantrasyonunun büyük çoğunluğu hakim rüzgar yönü kuzey doğu olan günlerde kaydedilmiştir. 2016 yılına baktığımızda, polen ve alerjen konsantrasyonunun büyük çoğunluğu bir önceki yıldaki gibi hakim rüzgar yönü kuzey doğu iken elde edilmiştir. Ayrıca hakim rüzgar yönü doğu olan günlerde de önemli miktarda polen ve alerjen konsantrasyonuna elde edilmiştir (Şekil 4.42).

NOAA HYSPLIT MODEL
Backward trajectories ending at 0600 UTC 29 Aug 15
GFSG Meteorological Data



a.

NOAA HYSPLIT MODEL
Backward trajectories ending at 1200 UTC 01 Sep 15
GDAS Meteorological Data



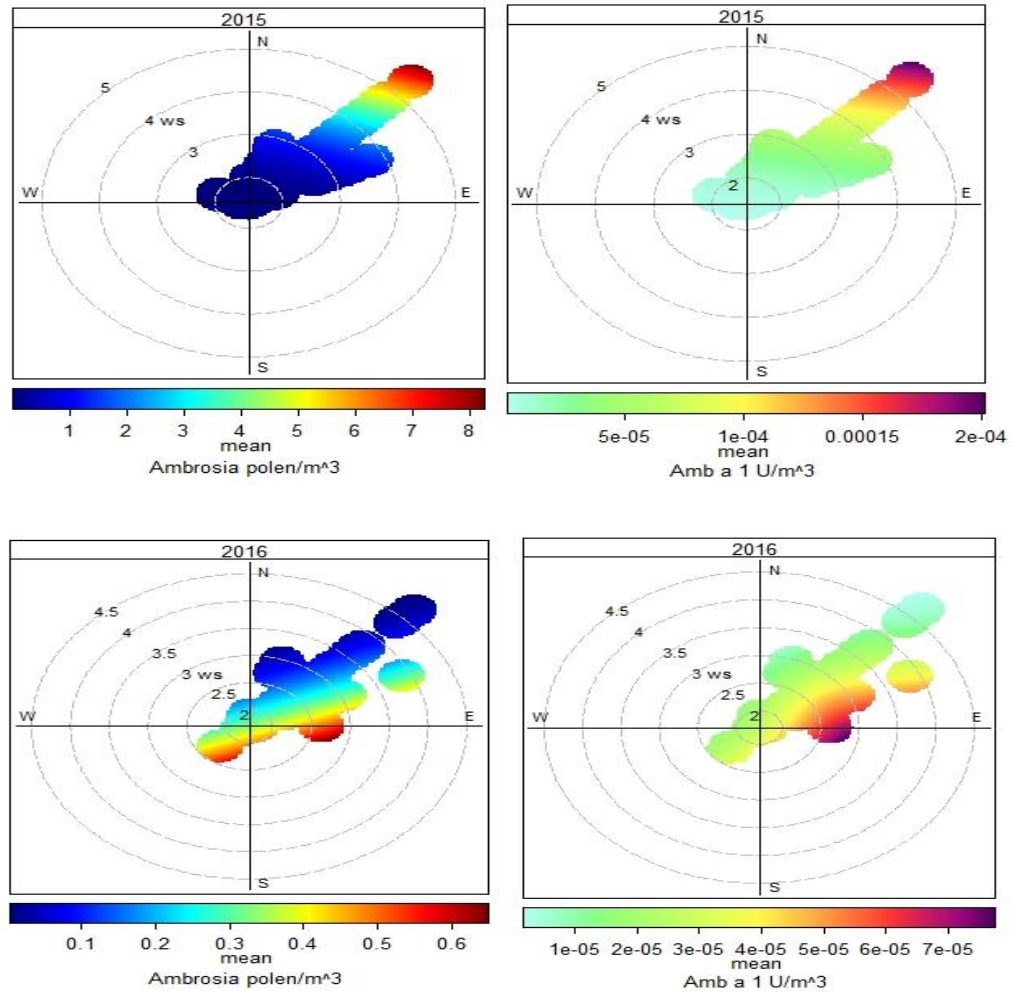
b.

Şekil 4.40 *Ambrosia* polen ile Amb a 1 alerjen (a) konsantrasyonlarının pik yaptığı ve *Ambrosia* polen konsantrasyonunun ikinci kez pik yaptığı (b) tarihlere göre uzun mesafeli taşınımını gösteren 48 saatlik geri yörünge analizleri (2015)

Çizelge 4.14 *Ambrosia* polen ve Amb a 1 alerjen konsantrasyonlarının meteorolojik veriler ile korelasyonu

2015	<i>Ambrosia</i> Polen	PM10 (<i>Amb a 1</i>)	PM2.5
Ort. Sıcaklık	-0,473**	-0,593**	-0,664**
Ort. Nispi Nem	-0,62	-0,260	-0,231
Toplam Yağış	0,132	-0,186	-0,092
Ort. Rüzgar Hızı	0,515**	0,547**	0,518**
Rüzgar Yönü	-0,298	-0,282	-0,218
2016			
Ort. Sıcaklık	-0,394**	-0,249	-0,149
Ort. Nispi Nem	-0,055	0,122	0,021
Toplam Yağış	-0,180	-0,195	-0,344**
Ort. Rüzgar Hızı	-0,276*	-0,235	-0,192
Rüzgar Yönü	0,129	-0,051	0,080

* p<0.05, **p<0.01



Şekil 4.42 *Ambrosia* polen ve Amb a 1 alerjen konsantrasyonlarının hakim rüzgar yönleri ve rüzgar hızlarına göre dağılımı (2015-2016)

2015 yılında, *Ambrosia* polen ve Amb a 1 alerjen konsantrasyonu ile SO₂, PM10 ve PM2.5 kirleticiler arasında negatif anlamlı korelasyon görülmüştür. Amb a 1 alerjen konsantrasyonu ise tüm parametrelerle negatif anlamlı korelasyon göstermiştir. 2016 yılında ise, sadece PM10 kirleticilerle *Ambrosia* polen konsantrasyonu arasında anlamlı negatif korelasyon elde edilmiştir. Amb a 1 alerjen konsantrasyonu ile kirletici parametreler arasında herhangi anlamlı bir korelasyon görülmemiştir (Çizelge 4.15).

Çizelge 4.15 *Ambrosia* polen ve Amb a 1 alerjen konsantrasyonunu ile hava kirliliği parametreleri arasındaki bağlantı

Kirlilik parametreleri	<i>Ambrosia</i> polen (2015)	Amb a 1 alerjen (2015)
CO	-0.191	-0.533**
NO _x	-0.047	-0.386*
NO ₂	-0.236	-0.450**
SO ₂	-0.409**	-0.477**
PM10 kirleticiler	-0.439**	-0.581**
PM2.5 kirleticiler	-0.589**	-0.370*
Kirlilik parametreleri	<i>Ambrosia</i> polen (2016)	Amb a 1 alerjen (2016)
CO	-0.046	-0.036
NO _x	-0.176	-0.016
NO ₂	0.203	-0.123
SO ₂	-0.025	-0.061
PM10 kirleticiler	-0.335*	0.150
PM 2.5 kirleticiler	-0.186	0.053

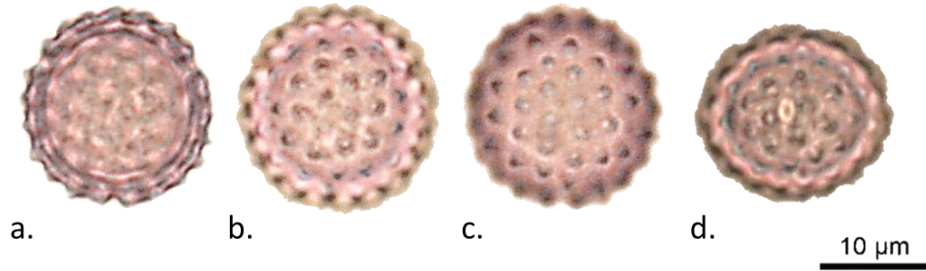
* p<0.05, **p<0.01

4.3.5 *Ambrosia artemisifolia* polenlerinin morfolojik özellikleri ve Amb a 1 alerjen lokalizasyonunun immün etiketleme ile gösterilmesi

4.3.5.1 *Ambrosia artemisifolia* polenlerinin ışık (LM) ve taramalı elektron mikroskopik (SEM) özellikleri

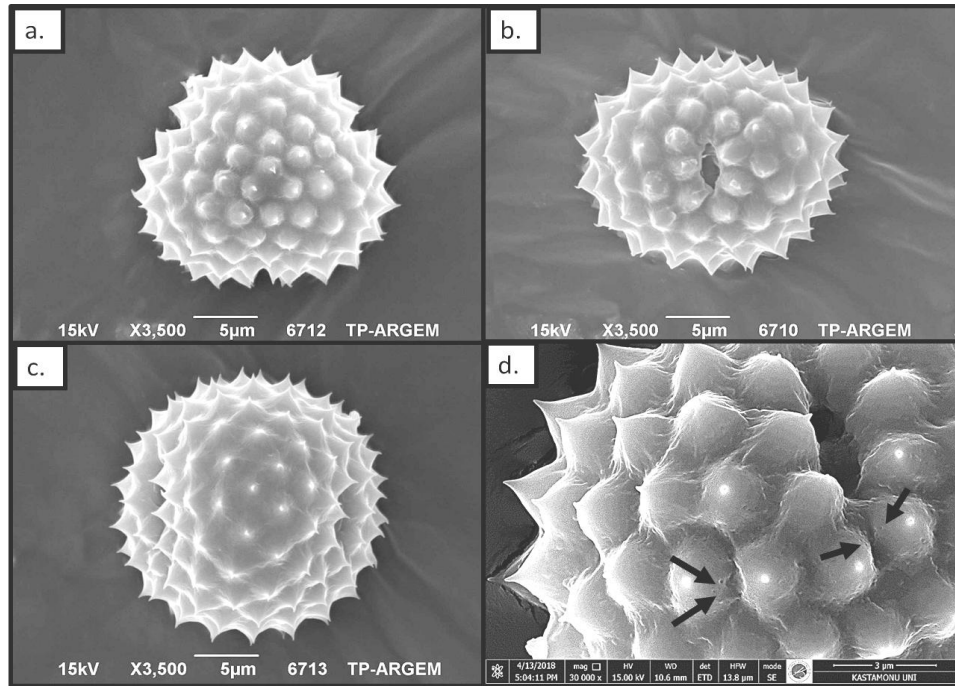
Ambrosia artemisifolia polenleri hem LM hem de SEM’de incelenmiştir. Polenler radyal simetrik, izopolar ve trikolporattır. Polar eksen (P) ortalama 15.41 µm, ekvatorial eksen (E) ise ortalama 15.43 µm’dir. P/E oranı 1 olup, polen şekli sferoidaldir. AMB şekli sirkulardır. Ekzin pertektat, ornamentasyon ise ekinattır. Spinlerin uzunluğu 1-1.4 µm; konik şekilli, taban çapı 3.4 µm’dir. 4 µm²’de 4 tane spin mevcuttur. İntin ortalama 0.4

μm kalınlıktadır. Por lolongat, uzunluğu (plg) ortalama $1.56 \mu\text{m}$, por genişliği (plt) ortalama $0.52 \mu\text{m}$ 'dir. Kolpus uzunluğu (clg) $3.06 \mu\text{m}$, kolpus genişliği (clt) ortalama $1.24 \mu\text{m}$ 'dir (şekil 4.43). SEM mikrofotografılarında ornemantasyon ekinattır. Spinler arası ornemantasyon granülat-perforattır (şekil 4.44).



şekil 4.43 *Ambrosia artemisifolia* polenlerinin LM mikrofotografıları

a. Polar görünüş, b. ve c. polar görünüşte ornemantasyon, d. Ekvatoryal görünüşte apertür ve ornemantasyon



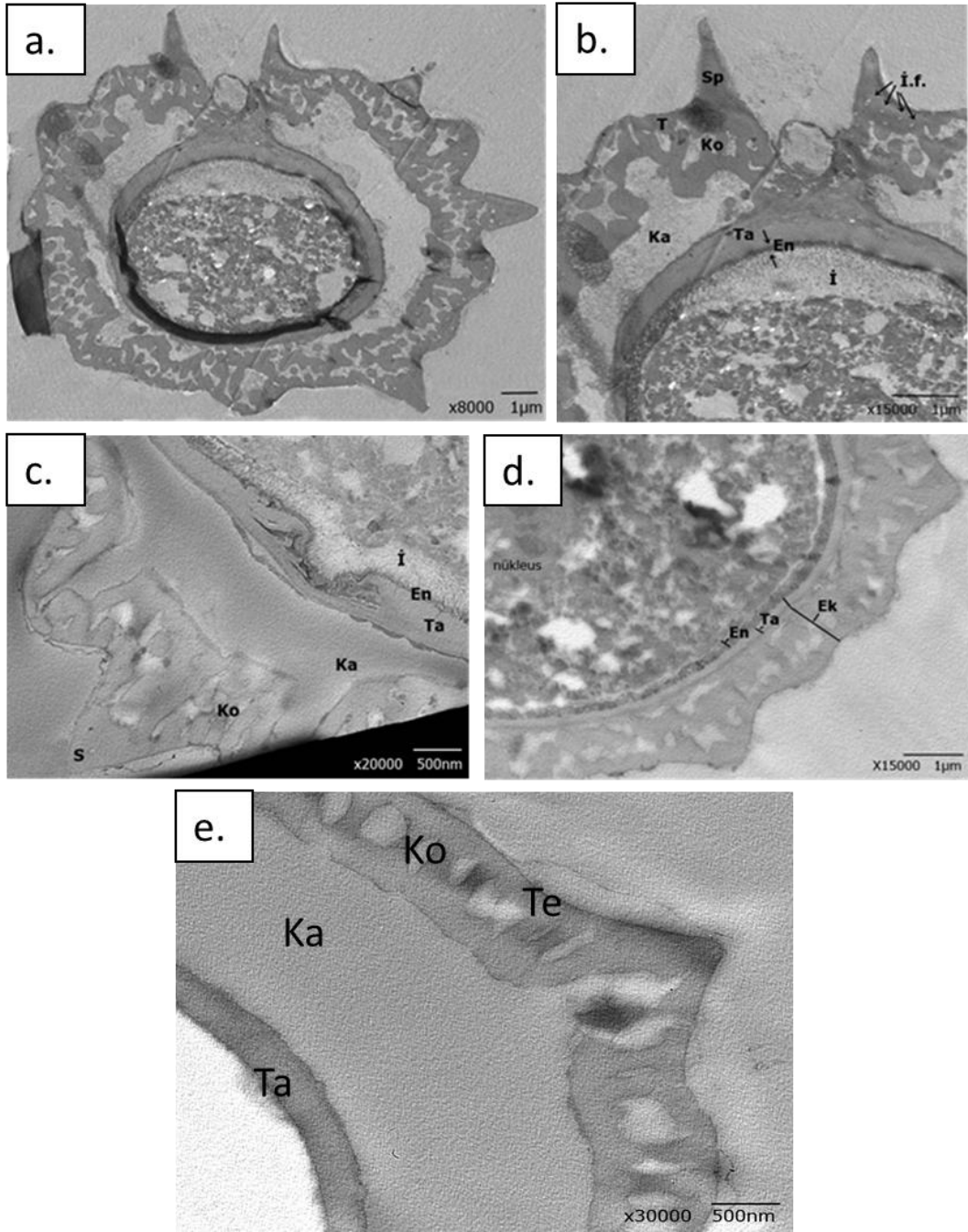
şekil 4.44 *Ambrosia artemisifolia* polenlerinin SEM mikrofotografıları

a. Polar görünüş, b. ve c. Ekvatoryal görünüş, d. Ornemantasyon (perforasyonlar siyah okla gösterilmiştir)

4.3.5.2 *Ambrosia artemisiifolia* polenlerinin geçirmeli elektron mikroskopik (TEM) özellikleri

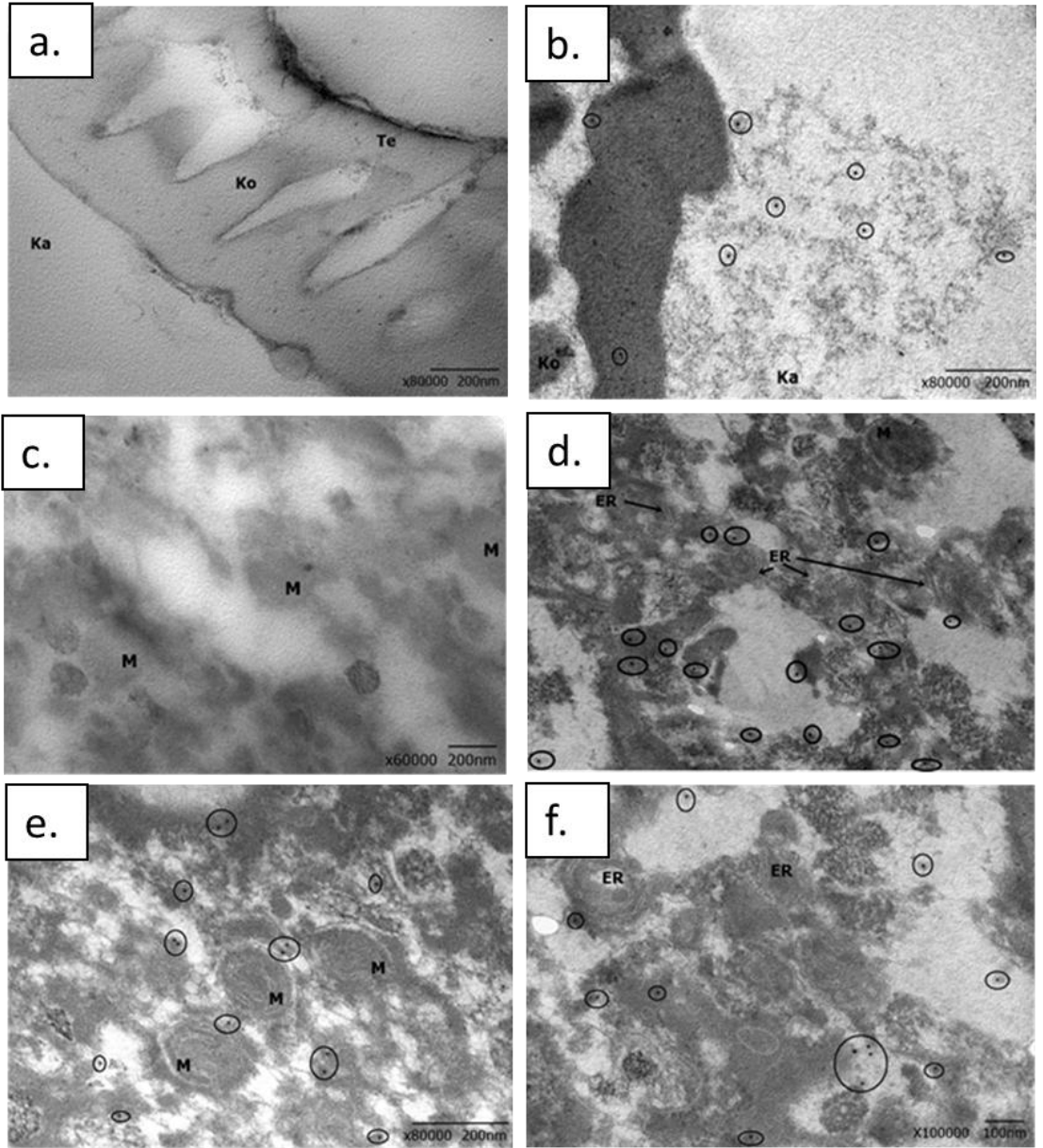
Ambrosia polenlerinin ekzin yapısındaki tabakalanmasını açıklamak için Skvarla ve Turner (1966) terminolojisinden faydalanılmıştır. Buna göre ektekin; tektum, kolumella, kavea ve taban tabakası olmak üzere 4 ayrı tabakadan oluşmaktadır. Ekzin strüktürü pertektattır. Ekzin 1.83-4.53 μm , apertür bölgesinde ise 3.4-4.9 μm kalınlığındadır. Ektekin 1.58-4.28 μm , apertür bölgesinde 3.4-3.9 μm kalınlığındadır. Tektum kalınlığı 0.67-1.79 μm arasında değişir. Tektumdan dışarı doğru konik spinler çıkmaktadır. Tektum tabakasında ve spinlerde az da olsa internal foramina mevcuttur. Kolumellalar yer yer düzensiz dizili ve 0.21-0.49 μm uzunluğundadır. Kolumellalar ile taban tabakası arasında kalan interapertural alana “kavea” adı verilir. Kavea tabakasının kalınlığı 0.4-1.6 μm arasında değişmektedir. Taban tabakası devamlı ve 0.3-0.4 μm kalınlığındadır. Apertür bölgesinde de taban tabakası devamlı ve 0.7-1 μm kalınlığındadır. Endekzin tabakası lamellar yapıdadır. Apertür bölgesinde endekzin tabakası kalınlığı ortalama 0.25 μm kalınlığındadır ve lamellar yapı daha da belirgindir (Şekil 4.45).

Amb a 1 alerjeninin immün etiketleme sonucunda polenlerde özellikle ektekinde; kolumellada, kaveada ve intinde bulunduğu gözlemlenmiştir. Ayrıca sitoplazmada; veziküllerin etrafında, endoplazmik retikulum etrafında, mitokondri üzeri ve etrafında da yer aldığı tespit edilmiştir. Nişasta tanelerinde ise herhangi bir etiketlenme gözlemlenmemiştir (Şekil 4.46).



Şekil 4.45 *Ambrosia artemisifolia* polenlerinin TEM mikrofotografaları

a. Polenin genel yapısı, b. Apertür bölgesi ve duvar tabakalanması, c. Ekzinin tabakalanması ve intin, d. Farklı yönden kesitte sitoplazma ve duvar yapısı, e. Ektekin, kavea ve taban tabakası (S: Spin, Te: Tektum tabakası, İ.f: internal foramina, Ko: Kolumella, Ka: Kavea, Ta: Taban tabakası, En: Endekzin, İ: İntin),



Şekil 4.46 *Ambrosia artemisifolia* polenlerinde Amb a 1 alerjen lokalizasyonuna ait TEM mikrofotografaları

a. Negatif kontrol-Ektekzin, b. Ektekzinde, kaveada lokalizasyon, c. Negatif kontrol-Sitoplazma, d. Sitoplazmada, ER etrafında lokalizasyon, e. Sitoplazmada mitokondri etrafında lokalizasyon, f. Sitoplazmada lokalizasyon (Te: Tektum, Ko: Kolumella, Ka: Kavea, ER: Endoplazmik retikulum, M: Mitokondri, alerjenler: halka içindeki siyah noktalar)

4.4 *Alternaria* sporu ve Alt a 1 alerjen izleme çalışmaları

Alternaria nemli yerlerde bulunan organik maddeler üzerinde gelişen ve bitkilerde hastalık yapan bir fungusdur. İç ve dış ortamda çok yaygın bulunur ve çeşitli substratlar üzerinde rahatça gelişebilirler. Kütüphanedeki kitaplar, ev tozları, sınıf ortamı, toprak ve domates bitkisi izole edildikleri başlıca ortamlardır (Mitakakis vd. 1997). Atmosfere en çok topraktan ve hastalıklı bitki yapraklarından dağılırlar.

Tez kapsamında izlenen *Alternaria* sporlarının 2015-2016 yıllarına ait etkin spor sezonu göz önüne alınmaksızın aylık dağılımı çizelge 4.16'da verilmiştir. 2015 yılında *Alternaria* sporlarına en yoğun 2015 yılında Ağustos ayında (2219 spor/m³) rastlanırken, 2016 yılında ise en yoğun Temmuz ayında (679 spor/m³) rastlanmıştır. 2016 yılında spor konsantrasyonunda belirgin bir azalış görülmektedir.

2015 yılında sporlar atmosferde Nisan ayından itibaren görülmeye başlanmışken, 2016 yılında Şubat ayında itibaren atmosferde az da olsa sporlara rastlanmıştır (Çizelge 4.16). 2016 yılında Şubat ve Mart ayları da mevsim normallerinin üzerinde sıcak geçmiştir (Çizelge 3.5).

4.4.1 *Alternaria* sporu ve Alt a 1 alerjen konsantrasyonlarının 2015 yılı analizi

Alternaria sporlarına 1 Nisan-5 Ekim tarihleri arasında atmosferde rastlanmıştır. Toplam 5597 spor/m³ sayılmıştır. En yüksek *Alternaria* spor konsantrasyonu Ağustos ayında (2219 spor/m³) saptanmıştır. Ardından Temmuz ayında 1624 spor/m³, Haziran ayında 980 spor/m³, Eylül ayında 365 spor/m³, Ekim ayında 322 spor/m³, Mayıs ayında 82 spor/m³ ve Nisan ayında ise 5 spor/m³ olarak tespit edilmiştir. En yüksek spor konsantrasyonunun elde edildiği tarih 9 Ağustos'tur (Şekil 4.47).

13 Haziran - 06 Ekim tarihleri arasını kapsayan dönemde Alt a 1 alerjeni için PM2.5 filtrelerinden ELISA taraması TMB substratı ile gerçekleştirilmiştir. Alt a 1 alerjenleri

tez kapsamındaki polen alerjenlerinin aksine PM2.5 filtrelerinde daha yoğun olarak bulunmuştur.

Çizelge 4.16 *Alternaria* spor ve Alt a 1 alerjen konsantrasyonlarının yıllara göre aylık dağılımı

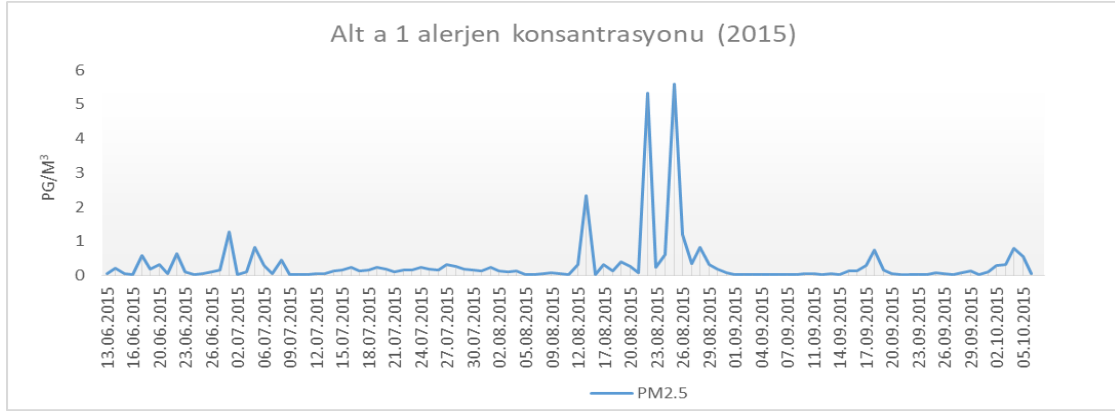
<i>Alternaria/</i> Alt a 1	2015		2016		
	spor/m ³	Alt a 1 (PM2.5)	spor/m ³	Alt a 1 (PM2.5)	Alt a 1 (PM10)
Ocak	0	-	0	-	-
Şubat	0	-	8	-	-
Mart	0	-	3	-	-
Nisan	5	-	51	-	-
Mayıs	82	-	91	-	-
Haziran	980	2.57	267	3.84	-
Temmuz	1624	6.55	679	28.65	0.05
Ağustos	2219	19.59	136	15.61	0.48
Eylül	365	2.49	100	6.15	3.43
Ekim	322	2.13	3	0.72	-
Kasım	0	-	0	-	-
Aralık	0	-	0	-	-
Toplam	5597	33.33	1327	54.97	3.96

Ayrıca PM10 filtreleri de tekrar çalışılmış ancak çalışılan tarihlerde eşik değerin üzerinde Alt a 1 alerjenlerine PM10 filtrelerinde rastlanmamıştır. Toplam alerjen konsantrasyonu 33.33 pg/m³ olarak bulunmuştur. En yüksek alerjen konsantrasyonu Ağustos ayında (19.59 pg/m³) saptanmıştır. Temmuz ayında 6.55 pg/m³, Haziran ayında 2.57 pg/m³, Eylül ayında 2.49 pg/m³ ve Ekim ayında 2.13 pg/m³ olarak tespit edilmiştir (Çizelge 4.16). En yüksek alerjen konsantrasyonun 25 Mayıs tarihinde saptanmıştır (Şekil 4.48).

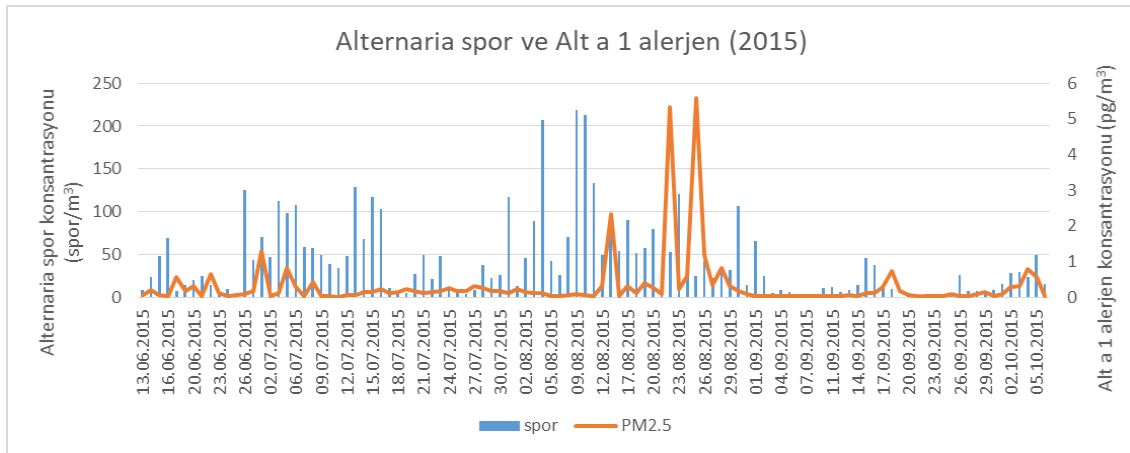
Alternaria spor ve Alt a 1 alerjenlerinin birlikte dağılımına bakıldığında spor pik konsantrasyonundan sonra Alt a 1 alerjen konsantrasyonu pik yapmıştır. Spor konsantrasyonunun azaldığı dönemlerde Alt a 1 alerjen konsantrasyonu da azalmıştır (Şekil 4.49).



Şekil 4.47 *Alternaria* spor konsantrasyonunun 2015 yılı değişimi



Şekil 4.48 Alt a 1 alerjen konsantrasyonunun PM2.5 filtrelerindeki 2015 yılındaki değişimi



Şekil 4.49 *Alternaria* spor ve Alt a 1 alerjen konsantrasyonlarının 2015 yılındaki değişimi

4.4.2 *Alternaria* sporu ve Alt a 1 alerjen konsantrasyonlarının 2016 yılı analizi

Alternaria sporlarına atmosferde 2016 yılında Şubat ayından Ekim ayının sonuna kadar rastlanmıştır (Şekil 4.50). Toplam *Alternaria* spor sayısı 2015'e nazaran 2016 yılında daha düşüktür (Çizelge 4.16). En yüksek spor konsantrasyonunun (84 spor/m³) elde edildiği tarih 4 Temmuz' dur.

15 Haziran-07 Ekim tarihleri arasını kapsayan dönemde Alt a 1 alerjeni için PM2.5 filtrelerinden ELISA taraması TMB substratı ile gerçekleştirilmiştir. Ayrıca PM10 filtreleri de tekrar çalışılmış ve Eylül ayının ilk haftasında düşük miktarda Alt a 1 alerjenlere rastlanmıştır. En yüksek alerjen konsantrasyonu 09.07.2016 tarihinde kaydedilmiştir (Şekil 4.50). 2015 yılıyla kıyaslandığında toplamda (58.93 pg/m³) daha fazla alerjen elde edilmiştir.

Alerjen konsantrasyonunun artığı dönemler (Temmuz başı- Ağustosun ikinci yarısı) benzerlik göstermektedir (Şekil 4.51). En yüksek alerjen konsantrasyonu Temmuz ayında (28.65 pg/m³) saptanmıştır. Ardından, Ağustos ayında 15.61 pg/m³, Eylül ayında 6.15 pg/m³, Mayıs ayında 3.84 pg/m³ ve Ekim ayında 0.72 pg/m³ olarak tespit edilmiştir (Çizelge 4.16).

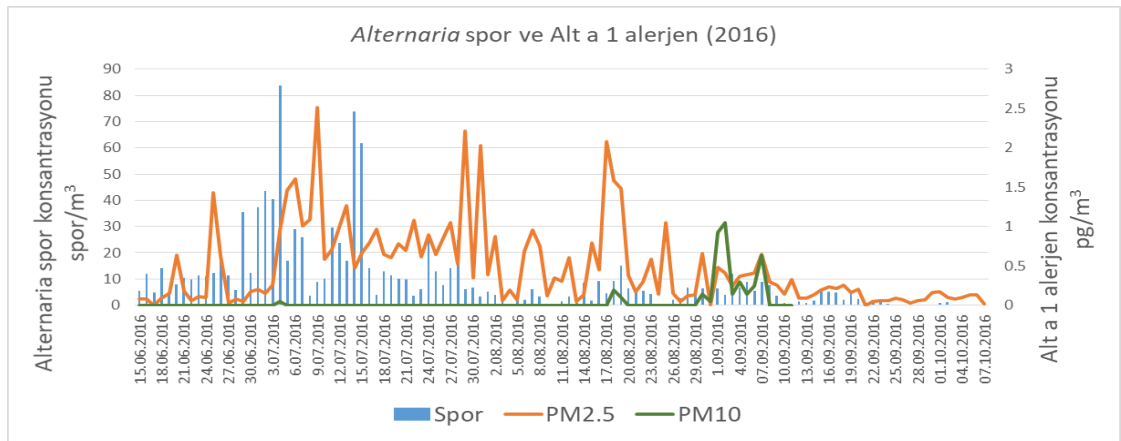
Alternaria spor ve alerjen konsantrasyonunun 2016 yılındaki birlikte dağılımı incelendiğinde, önceki yıla benzer şekilde spor pik konsantrasyonunun ardından alerjen konsantrasyonu gelmiştir (Şekil 4.52).



Şekil 4.50 *Alternaria* spor konsantrasyonunun 2016 yılındaki değişimi



Şekil 4.51 *Alternaria* spor ve Alt a 1 allerjen konsantrasyonlarının 2016 yılındaki değişimi



Şekil 4.52 Alt a 1 allerjen konsantrasyonunun 2016 yılındaki değişimi

4.4.3 *Alternaria* spor ve Alt a 1 alerjenlerinin meteorolojik faktörler ve hava kirliliği parametreleriyle ilişkisi

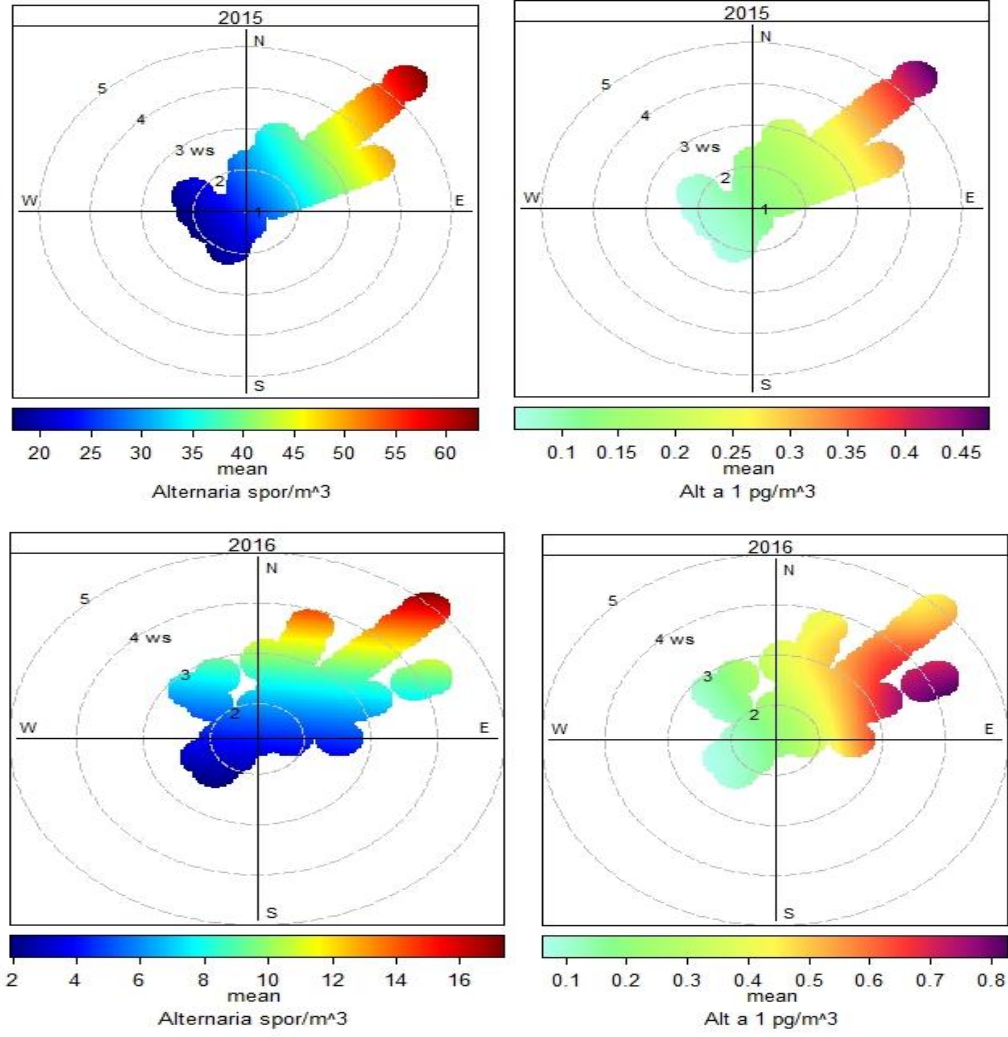
Alternaria spor ve Alt a 1 alerjen konsantrasyonu ile meteorolojik faktörler arasındaki ilişkiyi gösteren çizelge 4.17’de verilmiştir. Buna göre, 2015 yılında, spor ve alerjen konsantrasyonu ile ortalama sıcaklık, ortalama nisbi nem ve ortalama rüzgar hızı arasında pozitif anlamlı korelasyon elde edilmiştir. Alerjen konsantrasyonu herhangi bir meteorolojik faktör ile korelasyon göstermemiştir. 2016 yılında ise benzer şekilde spor konsantrasyonu ile ortalama sıcaklık, ortalama nisbi nem ve ortalama rüzgar hızı arasında pozitif anlamlı korelasyon görülmüştür (Çizelge 4.17).

2015 yılında *Alternaria* spor ve Alt a 1 alerjen konsantrasyonunun hakim rüzgar yönüne göre dağılımları incelendiğinde, spor ve alerjen konsantrasyonunun büyük çoğunluğu hakim rüzgar yönü kuzey doğu olan günlerde kaydedilmiştir. 2016 yılına bakıldığında, spor ve alerjen konsantrasyonunun büyük çoğunluğu bir önceki yıldaki gibi hakim rüzgar yönü kuzey doğu iken elde edilmiştir. Ayrıca hakim rüzgar yönü doğu olan günlerde de önemli miktarda spor ve alerjen konsantrasyonuna elde edilmiştir (Şekil 4.53).

Çizelge 4.17 *Alternaria* spor ve Alt a 1 alerjen konsantrasyonlarının meteorolojik veriler ile korelasyonu

2015	<i>Alternaria</i> spor	PM2.5 (Alt a 1)
Ort. Sıcaklık	0.328**	0.136
Ort. Nispi Nem	0.270**	0.037
Toplam Yağış	0.100	-0.039
Ort. Rüzgar Hızı	-0.139	-0.096
Rüzgar Yönü	0.438**	0.092
2016		
Ort. Sıcaklık	0.304**	-0.252**
Ort. Nispi Nem	0.217*	-0.055
Toplam Yağış	-0.168	-0.055
Ort. Rüzgar Hızı	0.348**	-0.115
Rüzgar Yönü	-0.251*	0.003

* p<0.05, **p<0.01



Şekil 4.53 *Alternaria* spor ve Alt a 1 alerjen konsantrasyonunun hakim rüzgar yönleri ve rüzgar hızlarına göre aylık dağılımı (2015)

2015 yılında spor konsantrasyonunu, atmosferdeki CO, NO_x ve NO₂ kirleticileri ile negatif anlamlı korelasyon göstermiştir. SO₂ ile *Alternaria* spor konsantrasyonu arasında pozitif korelasyon saptanmıştır. 2016 yılında yine benzer şekilde spor konsantrasyonu ile CO, NO_x ve NO₂ negatif anlamlı korelasyon bulunurken, SO₂ ile pozitif anlamlı korelasyon bulunmuştur. Alt a 1 alerjen konsantrasyonunun ise her iki yılda SO₂ ile arasında pozitif korelasyon saptanmıştır. Ayrıca 2015 yılında, spor konsantrasyonu ile benzer şekilde Alt a 1 alerjen konsantrasyonu ile NO_x ve NO₂ kirleticileri arasında negatif korelasyon elde edilmiştir (Çizelge 4.17).

Çizelge 4.18 *Alternaria* spor ve Alt a 1 alerjen konsantrasyonunu ile hava kirliliği parametreleri arasındaki bağlantı

Kirletici parametreler	<i>Alternaria</i> spor (2015)	Alt a 1 alerjen (2015)
CO	-0.265**	-0.175
NO _x	-0.421**	-0.278**
NO ₂	-0.299**	-0.285**
SO ₂	-0.218*	0.225*
PM10 kirleticiler	0.251**	-0.289**
PM2.5 kirleticiler	-0.075	-0.045
Kirletici parametreler	<i>Alternaria</i> spor (2016)	Alt a 1 alerjen (2016)
CO	-0.299**	-0.153
NO _x	-0.519**	-0.083
NO ₂	-0.473**	-0.007
SO ₂	0.191*	0.201*
PM10 kirleticiler	-0.484**	-0.066
PM 2.5 kirleticiler	0.047	-0.009

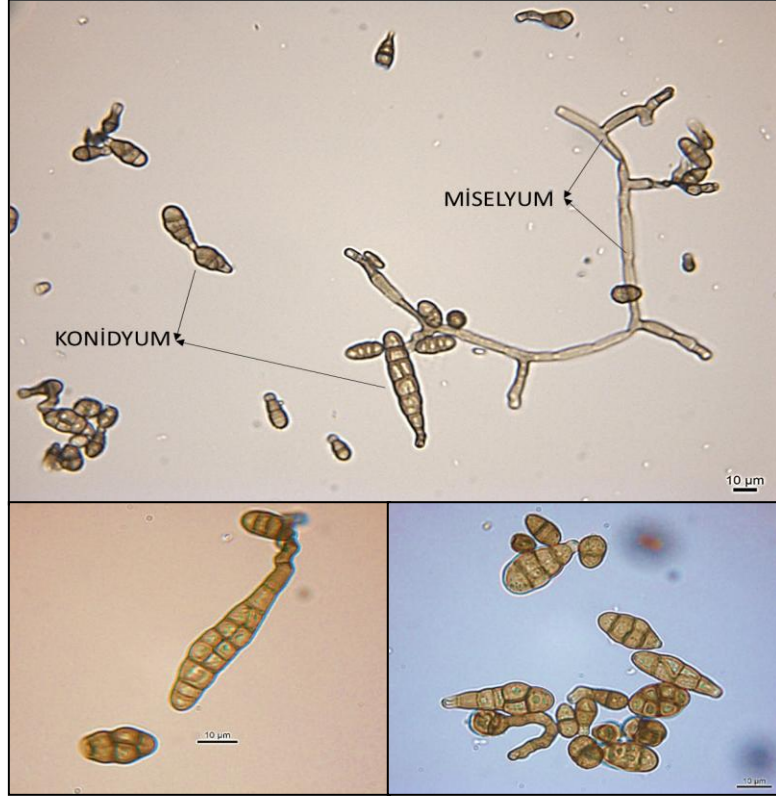
* p<0.05, **p<0.01

4.4.4 *Alternaria alternata* sporlarının morfolojik özellikleri ve Alt a 1 alerjen lokalizasyonunun immün etiketleme ile gösterilmesi

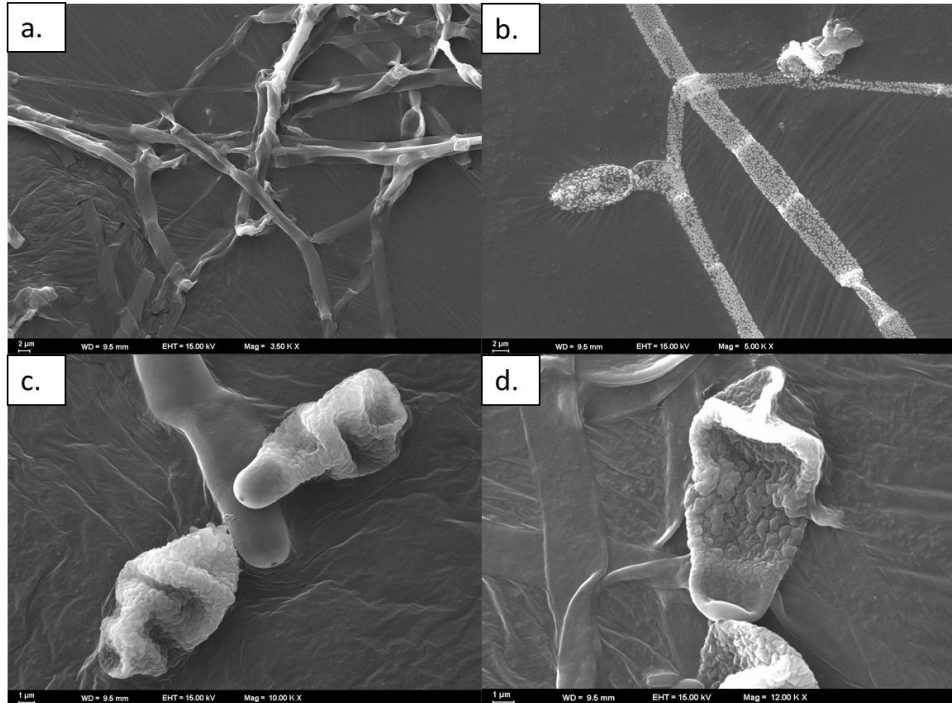
Alt a 1 alerjen lokalizasyonunun ayrıntılı gösterilebilmesi için, hem *Alternaria* sporlarına hem de hiflerine ayrı ayrı immün etiketleme işlemi uygulanmıştır.

4.4.4.1 *Alternaria alternata*'nın ve sporlarının ışık (LM) ve taramalı elektron mikroskopik (SEM) özellikleri

Petri kabında koloniler, genellikle siyah veya zeytinimsi siyah, bazen de gri renklere olabilmektedir (Şekil 3.21). Konidiyoforlar (spor taşıyan hif) tek veya küçük gruplar halinde, dallı veya basit, düz veya kıvrımlı, bazen genikulat, soluk veya orta derecede altınsarı, dış çeperli 50 µm'a kadar uzunluktadır. Olgun bir konidyum (spor) çok hücreli, obklavat, elips veya gagalı, yaklaşık 12-60 µm uzunluğunda, 5-12 µm genişliğinde ve multi-septat olup, enine septa sayısı sekize kadar çıkabilmekte iken, birkaç tane de uzunlamasına septaya sahiptir (Şekil 4.54). SEM fotoğraflarında ornemantasyon, sporlarda verrukat, hiflerde psilattır (Şekil 4.55).



Şekil 4.54 *Alternaria* spor (konidyum) ve hiflerinin (miselyum) LM mikrofotografaları



Şekil 4.55 *A.alternata* spor ve hiflerinin SEM mikrofotografaları

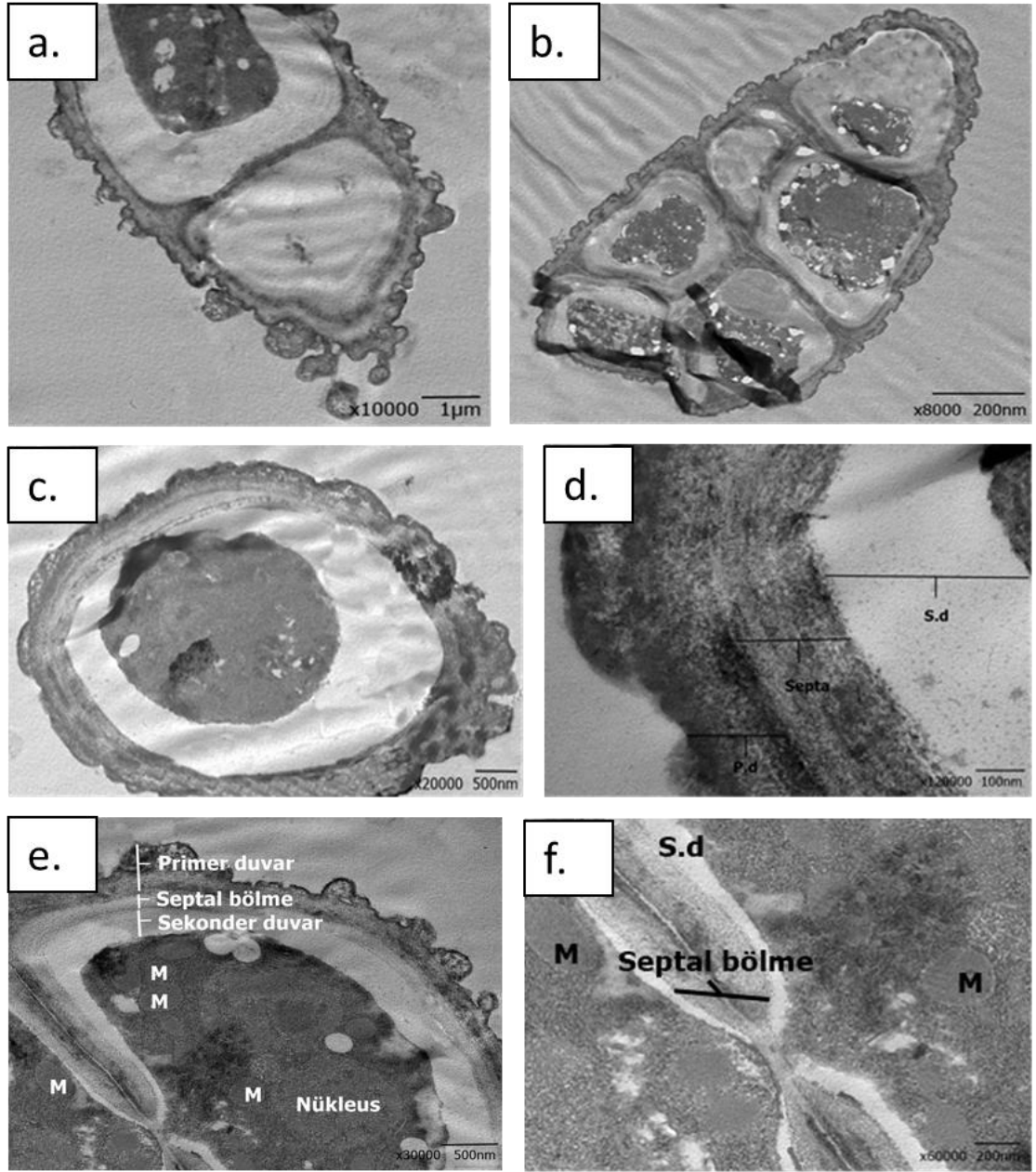
a. Hiflerin genel görüntüsü, b.Spor taşıyan hif, c. ve d. Sporların genel yapısı

4.4.3.2 *Alternaria alternata* sporlarının ve hiflerinin geçirmeli elektron mikroskopik (TEM) özellikleri

Sporlarda duvar dış (primer) ve iç (sekonder) olmak üzere iki tabakadan oluşmaktadır. Primer duvar granüllü yapıda ve elektronca yoğundur. Kalınlığı 0.13-0.47 µm arasında değişmektedir. Melanin birikiminden dolayı daha koyu gözükmektedir. Sekonder duvar ise elektronca geçirgendir ve daha açık renk gözükmektedir. Kalınlığı 0.12-0.39 µm arasındadır. İki duvar arasında kalan kısım olan septal bölmeler ise 0.11-0.27 µm kalınlığındadır. Septal bölme (septa) 3 tabakalı bir yapıdadır. Ortadaki tabaka elektronca daha yoğun gözükmektedir (Şekil 4.56).

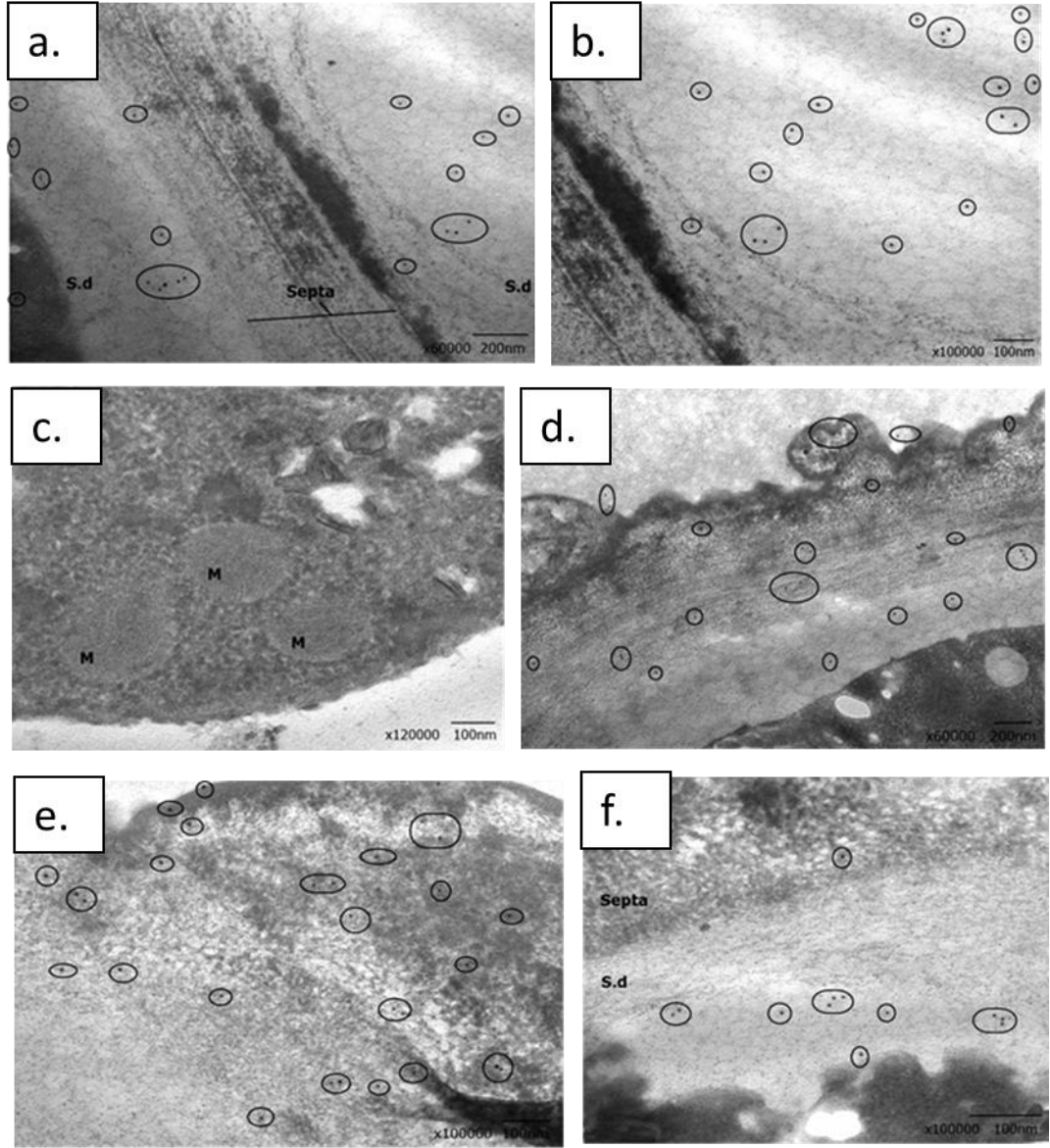
Bu tez çalışmasıyla, Alt a 1 alerjenine, immün etiketleme sonucunda sporlarda özellikle sekonder duvar kısmında en yoğun olarak; primer duvar ve septa bölme kısımlarında ise az miktarlarda rastlanmıştır. Sitoplazmada herhangi bir etiket gözlemlenememiştir (Şekil 4.57).

Alt a 1 immün etiketleme işlemi, sporlanma oluşmadan önceki evrede, *A.alternata* kültüründen elde edilen hiflere (konidiofor) de uygulanmıştır. Hiflerde, hem sitoplazmada, hem duvarda ve hem de hücre dışında (kültür ortamında) Alt a 1 alerjenlerine rastlanmıştır (Şekil 4.58).



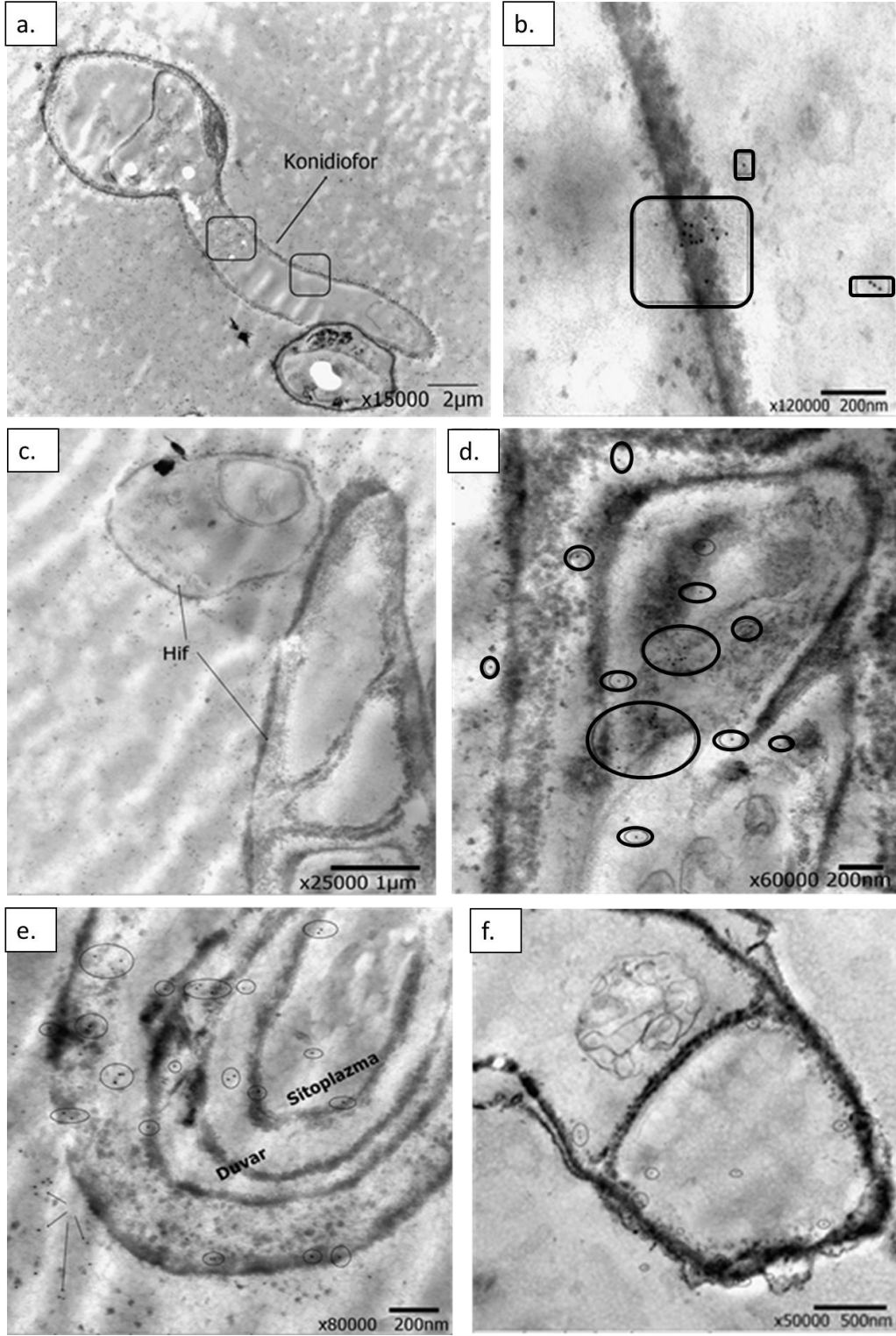
Şekil 4.56 *A. alternata* sporlarına ait TEM mikrofotoğrafları

a. ve b. Sporum boyuna kesiti, genel yapısı, c. Sporum enine kesiti, genel yapısı ve duvar tabakalanması, d. Negatif kontrol-enine kesitte duvar tabakalanması, e. Septa bölme ve sitoplazmanın genel yapısı, f. Negatif kontrol-primer duvar, sekonder duvar ve septa (P.d: primer duvar, S.d: sekonder duvar, M:Mitokondri)



Şekil 4.57 *A. alternata* sporlarında Alt a 1 alerjen lokalizasyonuna ait TEM mikrofotografaları

a-b. Duvarda, özellikle sekonder duvardaki Alt a 1 lokalizasyonu, c. Negatif kontrol-Sitoplazmanın ayrıntılı görüntüsü, d-f. Duvarda, elektronca geçirgen alanlarda Alt a 1 lokalizasyonu (P.d: primer duvar, S.d: sekonder duvar, M:Mitokondri)



Şekil 4.58 *A. alternata* hiflerinde Alt a 1 alerjen lokalizasyonuna ait TEM mikrofotografarı

a. Boyuna ve enine kesitte konidiofor, b. Hif duvarında, melanin tabakasında lokalizasyon, c. Boyuna ve enine kesitte hif, d. Sitoplazmada lokalizasyon, e. Olgun bir hifin enine kesitinde hem sitoplazmada, hem duvarda hem de hücre dışında lokalizasyonlar, f. Boyuna kesitte özellikle duvara yakın yerlerde lokalizasyon ve az da olsa hücre dışı işaretlenme

4.5 Verilerin İstatistiksel Analizi

4.5.1 Polen/spor potansiyeli sonuçları

Son zamanlarda artış gösteren aeroalerjen çalışmalarında, “polen potansiyeli” terimi kullanılmaktadır. Bu terim, polen başına düşen alerjen miktarlarına karşılık gelmektedir. Polen potansiyeli değeri aslında atmosferde alerjik reaksiyonları başlatacak en düşük değerin belirlenmesi açısından oldukça önemlidir. Tez kapsamında da her iki yıl için de bu değer hesaplanmıştır. Diğer ülkelerde gerçekleştirilen aeroalerjen izleme çalışmalarının sonuçlarıyla kıyaslayabilmek için bu polen potansiyeli değerleri baz alınmıştır. Bu değerlerin hesaplanmasında etkin polen sezonu verileri ile toplam alerjen miktarları kullanılmıştır. Aynı yöntem *Alternaria* spor sezonu için de uygulanmıştır, spor başına düşen Alt a 1 alerjen miktarı da her iki yıl için belirlenmiştir. Polen/spor başına düşen alerjen miktarları çizelge 4.19’da verilmiştir. Ancak, Alt a 1 alerjenleri hiflerde de bulunduğundan bu değer spor başına düşen alerjen miktarını tam olarak doğru yansıtmayabilir.

Çizelge 4.19 Polen/spor başına düşen alerjen miktarları

	*Bet v 1	*Phl p 5	**Amb a 1	***Alt a 1
2015	0.95	3.78	2.41×10^{-5}	5.95×10^{-3}
2016	8.22	10.01	9.37×10^{-5}	4.44×10^{-2}

* pg/m³/polen, **U/m³/polen, *** pg/m³/spor

Polen/spor başına düşen alerjen miktarları incelendiğinde genel olarak 2016 yılında polen/spor miktarındaki azalıştan dolayı polen/spor potansiyeli artmış gözükmektedir. Her iki yılda da polen/spor potansiyeli en yüksek takson Poaceae olarak görülmektedir.

4.5.2 Etkin polen/spor ve alerjen sezonlarının karşılaştırılması

Polen ve alerjen konsantrasyonlarına ait iki farklı veri elde edilmiştir. Bu verilerin karşılaştırılması için uygun istatistiğin belirlenebilmesi amacıyla, bütün verilere

normalite testi uygulanmıştır. Verilerin normal dağılım gösterip göstermedikleri “Kolmogorov-Smirnov” normalite testi ile araştırılmıştır. Testler, polen/spor sezonunun hem % 90’ını hem de % 98’i dikkate alınarak gerçekleştirilmiştir. Polenlerde olduğu gibi alerjen konsantrasyonları için de uygun istatistiksel metodun belirlenmesi için öncelikle normalite testi uygulanmıştır. Polenler için PM10 alerjen verileri ile PM2.5 verileri toplanarak toplam alerjen miktarları analizlerde kullanılmıştır. *Alternaria* için ise PM10 verileri az olduğundan PM2.5 verileri ile toplanarak toplam alerjen miktarları analizlerde kullanılmıştır. Analiz sonucunda hiçbirinin normal dağılıma uymadıkları belirlenmiştir. Test sonuçları çizelge 4.20’de gösterilmiştir.

Çizelge 4.20 Polen ve alerjen sezonlarının % 90 ve % 98 metotlarına göre hesaplandığı durumda üretilen verilerin Kolmogorov-Smirnov normalite testi sonuçları

Yıl	Polen	<u>% 90 metoduna göre</u> Normalite Test Sonucu (p-değeri)	<u>% 98 metoduna göre</u> Normalite Test Sonucu (p-değeri)
2015	Betulaceae	4.58×10^{-11}	$< 2.20 \times 10^{-16}$
	Poaceae	$< 2.20 \times 10^{-16}$	$< 2.20 \times 10^{-16}$
	<i>Ambrosia</i>	$< 2.20 \times 10^{-16}$	3.71×10^{-07}
	<i>Alternaria</i>	1.1×10^{-10}	1.1×10^{-10}
2016	Betulaceae	$< 2.20 \times 10^{-16}$	$< 2.20 \times 10^{-16}$
	Poaceae	$< 2.20 \times 10^{-16}$	$< 2.20 \times 10^{-16}$
	<i>Ambrosia</i>	6.12×10^{-07}	2.25×10^{-07}
	<i>Alternaria</i>	$< 2.20 \times 10^{-16}$	$< 2.20 \times 10^{-16}$

Çizelge 4.20’de görüldüğü üzere p değerleri oldukça küçük olduğundan, polen ve *Alternaria* spor verilerinin hiç biri normal dağılım göstermemektedir. Bu nedenle verilerin birbirleri ile karşılaştırılması için parametrik olmayan Mann Whitney U testinin kullanılmasına karar verilmiştir. Mann Whitney U testi normal dağılım şartı gözetmeksizin birbirinden bağımsız iki değişken dağılımın eş olup olmadığının belirlenmesinde kullanılan güçlü bir testtir. Ankara atmosferinde yıllara bağlı olarak polen sayımları arasında farklılık olup olmadığını, başka bir deyiş ile iki dağılımın eş olup olmadığı belirlenmeye çalışılmıştır. Aralarında benzerlik olması için $p > 0.05$ olmalıdır.

Çizelge 4.21 2015 ve 2016 yıllarında izlenen polen/spor sezonlarının birbirleriyle karşılaştırılması

Polen/Spor	% 90 metoduna göre p değerleri	% 98 metoduna göre p değerleri
Betulaceae	0.02065	0.06455
Poaceae	4.229×10^{-16}	1.917×10^{-06}
<i>Ambrosia</i>	0.0001088	0.165
<i>Alternaria</i>	0.00356	0.0012

* İstatistiksel olarak eşik ($p < 0.05$)

Çizelge 4.21’de çalışılan 4 taksona ait polen/spor sezonlarının yıllar arasında benzer dağılım gösterip göstermediği Mann Whitney testi ile karşılaştırılmıştır. Bu tabloya göre polen sezonu % 90 olarak kabul edildiğinde tüm taksonların yıllar içerisindeki dağılımının farklı olduğu ($p < 0.05$) anlaşılmaktadır. Polen sezonu % 98 kabul edildiğinde ise Ankara’da Betulaceae ve *Ambrosia* polenlerinin yıllar içerisindeki dağılımının benzer olduğu belirlenmiştir.

Polen konsantrasyonları ile ilgili istatistikler alerjen konsantrasyonları için de gerçekleştirilmiştir (Çizelge 4.22). Ancak polen konsantrasyonlarından farklı olarak alerjen verilerinde etkin alerjen sezonu (% 90 veya % 98 metodları) uygulanmamıştır. Bunun nedeni özellikle Amb a 1 gibi az miktarda elde edilen alerjenlerde istatistik uygulayacak gün sayısının yeterli olmamasıdır. Ayrıca etkin alerjen sezonu gibi bir uygulama henüz literatürde de yer almadığından, alerjenlerin ham konsantrasyonları ile istatistiksel analizleri gerçekleştirilmiştir. Polenlerde olduğu gibi alerjen konsantrasyonları için de uygun istatistiksel metodun belirlenmesi için öncelikle normalite testi uygulanmıştır. Bu normalite test sonuçları çizelge 4.22’de sunulmuştur.

Alerjenlerin polenlerle karşılaştırılması ve bunlara meteorolojik faktörler ve hava kirliliği parametrelerinin etkisinin incelenmesi için ise yine parametrik olmayan bir test olan “Spearman korelasyon testi” uygulanmıştır. Hem alerjen hem de polen verilerine bakıldığında genel olarak alerjenlerin atmosferde polen izlenmesinden sonra belirlendiği görülmektedir. Bu nedenle ham polen verileri yerine, alerjenler ile eşleşen polen verilerine istatistiksel analizler uygulanmıştır. Bu analize ait sonuçlar çizelge 4.23’de verilmiştir.

Çizelge 4.22 Alerjen konsantrasyon verilerinin Kolmogorov-Smirnov normalite testi sonuçları

Yıl	Alerjen	Normalite Test Sonucu (p değeri)
2015	Bet v 1	6.461×10^{-14}
	Phl p 5	2.2×10^{-16}
	Amb a 1	2.2×10^{-16}
	Alt a 1	2.2×10^{-12}
2016	Bet v 1	2.2×10^{-16}
	Phl p 5	2.2×10^{-16}
	Amb a 1	3.085×10^{-13}
	Alt a 1	2.2×10^{-14}

Çizelge 4.23 Polen ve alerjen konsantrasyonlarının birbiriyle ilişkisini gösteren Spearman korelasyon testi sonuçları

	Betulaceae / <i>Bet v 1</i>	Poaceae / <i>Phl p 5</i>	<i>Ambrosia</i> / <i>Amb a 1</i>	<i>Alternaria</i> / <i>Alt a 1</i>
2015	0.244	0.226*	0.530**	0.259**
2016	0.562**	0.365**	-0,090	-0.047

*p<0.05, **p<0.01

Çizelge 4.23'teki korelasyon analiz sonuçlarına bakıldığında sadece 2015 yılında, Poaceae polen ve Phl p 5 alerjen konsantrasyonu arasında yaklaşık % 23 oranında, *Ambrosia* ve Amb a 1 alerjenleri arasında ise % 53 oranında bir korelasyon olduğu belirlenmiştir. *Alternaria* spor konsantrasyonu ve Alt a 1 alerjen konsantrasyonu arasında yaklaşık % 26 oranında korelasyon bulunmuştur. Betulaceae ve Bet v 1 alerjen konsantrasyonu arasında anlamlı bir korelasyon elde edilememiştir. 2016 yılında ise, Betulaceae polen ve Bet v 1 alerjen konsantrasyonu arasında % 56 oranında korelasyon tespit edilmiştir. Poaceae polen konsantrasyonu ve Phl p 5 alerjen konsantrasyonu arasında ise önceki yıldan daha güçlü, yaklaşık % 37 oranında korelasyon bulunmuştur. *Ambrosia* polen konsantrasyonu ile Amb a 1 alerjenleri arasında ve *Alternaria* spor konsantrasyonu ile Alt a 1 alerjen konsantrasyonu arasında anlamlı bir korelasyon saptanmamıştır. Ayrıca her iki yıla ait polen ve alerjen sezonlarıyla ilgili tüm detaylı parametrelere çizelge 4.24'te yer verilmiştir.

Çizelge 4.24 Polen ve alerjen sezonları ile ilgili parametreler (2015-2016)

	En yüksek polen/spor konsantrasyonu (polen/m ³) (spor/m ³)	Pik tarihi (polen/spor)	Toplam polen/spor konsantrasyonu (polen/m ³) (spor/m ³)	Ana polen/spor sezonu/gün sayısı	En yüksek alerjen konsantrasyonu (pg/m ³)	Pik tarihi (alerjen)	Toplam alerjen konsantrasyonu (pg/m ³)	Etkin sezondaki Polen /spor potansiyeli (pg/polen) (pg/spor)
Betulaceae /Bet v 1 2015	30	05.05.2015	277	51	38.01	24.04.2015	263.20	0.95
Betulaceae /Bet v 1 2016	54	02.04.2016	232	46	269.48	01.04.2016	1907.40	8.22
Poaceae /Phl p 5 2015	61	08.06.2015	1238	97	186.90	21.06.2015	4685.24	3.78
Poaceae /Phl p 5 2016	15	21.05.2016	349	82	212.70	09.06.2016	3495.50	10.01
Ambrosia /Amb a 1 2015	59	29.08.2015	189	42	1.62x10 ⁻³ (U/m ³)	29.08.2015	5.32x10 ⁻³ (U/m ³)	2.41x10 ⁻⁵ (U/polen)
Ambrosia /Amb a 1 2016	3	01.09.2016	21	32	2.01x10 ⁻⁴ (U/m ³)	17.08.2016	1.96x10 ⁻³ (U/m ³)	9.37x10 ⁻⁵ (U/polen)
Alternaria /Alt a 1 2015	219	09.08.2015	5597	108	5.59	25.08.2015	33.33	5.95x10 ⁻³
Alternaria /Alt a 1 2016	84	04.07.2016	1327	116	2.51	09.07.2016	58.93	4.44x10 ⁻²

4.6 AAAAI'nın Belirlediği Klinik Eşik Değerlerine Göre Riskli Günler Analizi

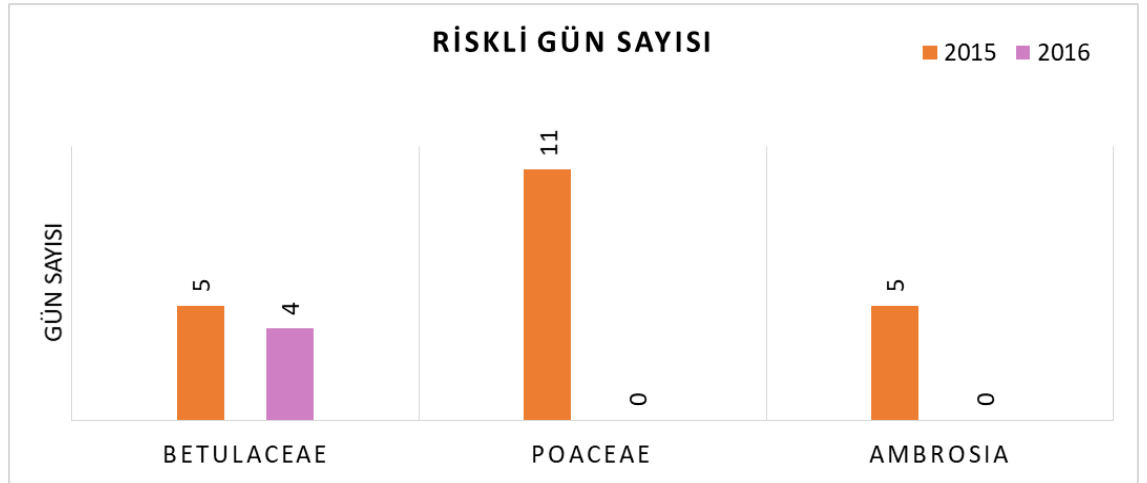
AAAAI (American Academy of Allergy, Asthma ve Immunology) duyarlı bireyler için alerjik reaksiyona sebep olacak günlük m³ havadaki spor ve polen miktarına dair referans eşik değerler belirlemiştir. Bu eşik değerler ve semptom düzeyleri çizelge 4.25'de verilmiştir. Klinik eşik değerleri baz alınarak çalışılan taksonlara ait aylık polen/spor takvimi oluşturulmuştur (Şekil 4.59). Bu takvime göre özellikle Poaceae polenlerine duyarlı bireyler için Mayıs-Haziran-Temmuz ayları yüksek düzeyde risklidir. Betulaceae polen yoğunluğu 2015 yılında Mayıs ayında yüksek iken, 2016 yılında ise Nisan ayında yüksek bulunmuştur. *Ambrosia* polenlerine duyarlı bireyler için Ağustos-Eylül ayları orta düzeyde risklidir. Polenler için, 2015-2016 yıllarında, orta düzeyde alerjik reaksiyonlara sebep olabilecek riskli gün sayıları ise Şekil 4.60'da verilmiştir. Betulaceae polenlerinin orta düzeyli alerjik reaksiyonlara sebep olabilecek riskli gün sayısı 2015 yılında 5, 2016 yılında ise 4 gün olarak bulunmuştur. *Alternaria* sporlarının metre küp havadaki miktarları her iki yılda da “az” risk taşıyan aralıktadır.

Çizelge 4.25 AAAAI ya göre alerjik reaksiyonu tetikleyecek polen/spor alerjenlerinin havadaki eşik değerleri

Eşik seviye	Mantar sporları	Poaceae	Ağaç/Ağaçsı	Otsu	Semptom
Az	1-6499	1-4	1-14	1-9	Sadece duyarlılığı çok yüksek olanlarda alerjik semptomlara neden olur
Orta	6500-12999	5-19	15-89	10-49	Alerjik hastların önemli bir kısmında semptomlara neden olur
Yoğun	13000-49999	20-199	90-1499	50-499	Duyarlılık derecesi ne olursa olsun, çoğu hastada semptomlara neden olur
Çok yoğun	50000≤	200≤	1500≤	500≤	Duyarlılık derecesi ne olursa olsun, tüm hastalarda semptomlara neden olur

2015	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
Betulaceae												
Poaceae												
<i>Ambrosia</i>												
<i>Alternaria</i>												
2016	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
Betulaceae												
Poaceae												
<i>Ambrosia</i>												
<i>Alternaria</i>												

Şekil 4.59 Klinik eşik değerlerine göre Ankara atmosferinde 2015-2016 yıllarında tespit edilen polen ve spor yoğunluğu



Şekil 4.60 Orta düzeyde alerjik reaksiyonlara sebep olacak riskli gün sayıları

4.7 Hava Kirliliği Eşik Değerlerine Göre Hava Kalitesinin Değerlendirilmesi

Çizelge 3.12'deki eşik değerler baz alınarak 2015-2016 yıllarına ait hava kalitesi durumu şekil 4.61'de verilmiştir. CO, NO₂ ve SO₂ seviyesi, indeks değerlere göre "iyi" kategorisindedir. Ancak her iki yılda da NO₂ seviyesi, Eylül ayında "orta" kategoride seyretmektedir. Eylül ayında atmosferde bulunan *Ambrosia* polenleri NO₂ ile anlamlı bir ilişki göstermemişken, Amb a 1 alerjenleri 2015 yılında NO₂ ile negatif korelasyon göstermiştir. *Alternaria* spor konsantrasyonu ise her iki yılda da NO₂ arttığında azalmıştır. PM10 kirleticiler ise her iki yılda da "orta" kategoride yer almakta olup, Kasım ve Aralık aylarında "hassas" kategorisine geçmektedir.

	2015	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	E	K	A
	CO												
İYİ	NO ₂												
ORTA	SO ₂												
HASSAS	PM10												
SAĞLIKSIZ	2016	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	E	K	A
KÖTÜ	CO												
TEHLİKELİ	NO ₂												
	SO ₂												
	PM10												

Şekil 4.61 Hava kalitesi parametrelerinin aylık risk durumu

5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Tez; Ankara atmosferinde Betulaceae, Poaceae, *Ambrosia* polen ve *Alternaria* spor konsantrasyonlarının belirlenmesi, polen ve sporelerde yer alan aeroalerjenlerin izlenmesi, bunların meteorolojik faktörler ve hava kirliliği parametrelerinin değişiminin gözlemlenmesi ve aeroalerjenlerin polen ve sporelerde lokalizasyonlarının immün etiketleme ile gösterilmesi olmak üzere dört ana aşamadan oluşmaktadır. İlk aşamada; Ankara Üniversitesi Tandoğan kampüsünde yer alan Burkard tuzağı ve BGI900 model Yüksek Hacimli Hava Örnekleyicisi kullanılarak, *Betula* polen ve Bet v 1 alerjen, Poaceae polen ve Phl p 5 alerjen, *Ambrosia* polen ve Amb a 1 alerjen ile *Alternaria* spor ve Alt a 1 alerjen konsantrasyonları, iki yıl süreyle (2015-2016) izlenmiştir. Ankara ilinde 1989 yılından beri volumetrik yöntemle atmosferik polenlerin izlenmesi yapılmakla beraber (İnceoğlu vd.1994), bu tez çalışması, Ankara atmosferinde gerçekleştirilen ilk aeroalerjen izleme çalışmasıdır.

Ankara ili atmosferinde, volumetrik ve gravimetrik yöntemlerle birçok aeropalinolojik çalışma yürütülmüştür. İlk çalışma Durham örnekleyicileri kullanılarak Özkaragöz ve Karamanoğlu (1967) tarafından yapılmıştır. Volumetrik yöntemle yürütülen ilk araştırma ise, İnceoğlu vd. (1994)'nin çalışmasıdır. 1990-1992 yılları arasında Ankara atmosferi polenlerinin belirlendiği çalışmada; 24'ü ağaç ve ağaçsı, Poaceae ve 22'si diğer otsu taksonlara ait toplam 47 takson saptanmıştır. Atmosferde yoğunlukları fazla olan polenlerin Pinaceae, Poaceae, Cupressaceae / Taxaceae, *Populus*, *Platanus orientalis*, Moraceae, *Quercus*, Betulaceae ve Chenopodiaceae/Amaranthaceae taksonlarına ait olduğu bulunmuştur. Kampüs atmosferinde, 1990 yılında metreküp havada 40385 adet, 1991 yılında 70974 adet ve 1992 yılında ise 24473 adet polen tespit edilmiştir. 1990-1992 yılları arasında, Betulaceae polenleri sırasıyla 749 polen/m³, 2660 polen/m³, 449 polen/m³ olarak sayılmıştır. Poaceae polenleri ise sırasıyla 5298 polen/m³, 11238 polen/m³, 2070 polen/m³ olarak saptanmıştır. 1991 yılındaki toplam polen konsantrasyonunun diğer yıllara göre yüksek olması, 1991 yılındaki bahar aylarındaki rüzgar hızının oldukça yüksek olmasıyla ilişkilendirilmiştir. Ayrıca, 1990 yılının Aralık ayında ve 1991 yılının Ocak ayında kaydedilen yüksek yağış sonucunda, kış aylarında toprakta suyun depolanmasının, ilkbaharda bitki büyümesine ve çiçeklenmenin

artmasına neden olduğu belirtilmiştir. 1992 yılında ise sıcaklığın, kış aylarındaki yağış miktarının ve rüzgar hızındaki düşüşün, toplam polen miktarında azalmaya sebep olduğu bildirilmiştir. Pınar vd. (1999), 1993 yılında Ankara Üniversitesi Tandoğan Kampüsünde 44 taksona ait 57.735 polen/m³ tespit etmişlerdir. Çalışmada en yüksek polen konsantrasyonunun Haziran ayında olduğunu belirtmişlerdir. Bunun nedeninin Haziran ayında kaydedilen yüksek rüzgar hızı ve düşük yağış miktarı olduğunu bildirmişlerdir. *Betula* polenleri 959 polen/m³, Poaceae polenleri ise 6282 polen/m³ olarak bulunmuştur. Kaplan vd. (2003), Ankara atmosferinde 1990-1998 yılları arasında 10 yıl boyunca yaptıkları çalışmada atmosferde en fazla Pinaceae, Cupressaceae / Taxaceae, *Populus*, Poaceae, *Platanus*, Moraceae, Chenopodiaceae / Amaranthaceae, *Acer*, *Robinia*, *Quercus*, Betulaceae, *Salix*, Oleaceae, *Artemisia*, *Plantago* ve Urticaceae'nin polenlerinin yanı sıra, *Ambrosia* polenine de rastlamışlardır. *Ambrosia* polenlerinin Ankara atmosferine hava akımları ile uzak mesafelerden taşındığı görüşünü ileri sürmüşlerdir. Pınar vd. (2004), 1999 yılından itibaren 3 yıl boyunca Poaceae familyasına ait polenlerin Ankara atmosferinde meteorolojik faktörlere göre değişimini izlemişlerdir. Üç yıl boyunca metreüp havada toplam 6428 adet Poaceae poleni tespit etmişlerdir. Bunların % 30.2'si 1999 yılında, % 25.4'ü 2000 yılında ve % 44.4'ü ise 2001 yılında kaydedilmiştir. Bu çalışmaya göre, Poaceae polen konsantrasyonunun meteorolojik faktörlerden en çok rüzgar hızı ve yönünden etkilendiği bildirilmiştir. Yağış miktarının ise atmosferde bulunan polen yoğunluğu üzerinde ikinci derecede ve negatif bir etkiye sahip olduğunu belirtilmiştir. Sin vd. (2007), "Polen Alerjisi; Türkiye Alerjik Bitkilerine Genel Bir Bakış" adlı eserlerinde Ankara ilinin 10 yıllık polen takvimine yer vermişlerdir. Bu takvime göre polenlerin en yoğun olduğu dönemin Mayıs ayı olduğu tespit edilmiştir. *Betula* polenlerine, Nisan-Mayıs aylarında, Poaceae polenlerine ise, Nisan-Ağustos arasında rastlanmıştır. *Ambrosia* polenlerinin polinizasyon dönemlerini ise Temmuz-Eylül ayları olarak bildirmişlerdir.

Kızılpınar vd. (2011), Hacettepe Üniversitesi Sıhhiye Kampüsü atmosferinde 2005-2008 yılları arasında boyunca yaptıkları çalışmada polen sayımları ile meteorolojik faktörler arasındaki ilişkiyi incelemişlerdir. Araştırmacılar, çalışmada 24973 adet ağaç ve ağaçsı taksonlara, 4433 adet polenin Poaceae'ye ve 5219 adet polenin ise diğer otsu taksonlara ait olduğunu saptamışlardır. Araştırmada rüzgar hızının ağaç ve ağaçsı

taksonlara ait polenler üzerinde, sıcaklık ve güneşlenme süresinin ise diğer otsu taksonların polenleri üzerinde, yalnızca güneşlenme süresinin ise diğer otsu taksonların polenleri üzerinde etkili olduğu gösterilmiştir. Özmen (2012), “Ankara ili atmosferik spor ve polenlerinin araştırılması” adlı tezinde 1 Ocak 2009- 31 Aralık 2010 tarihleri arasında 2 yıl boyunca Ankara Üniversitesi Tandoğan Kampüsü ve Hacettepe Üniversitesi Sıhhiye Kampüsü olmak üzere iki farklı istasyondan polen verileri toplamıştır. Bu çalışmaya göre, Ankara Üniversitesi kampüsünde 2009 yılında polenlerin % 10.9’unun Poaceae’ye, % 0.52’sinin Betulaceae’ye, 2010 yılında ise polenlerin % 6.9’unun Poaceae’ye, % 1.47’sinin Betulaceae’ye ait olduğu belirtilmiştir. Hacettepe Sıhhiye Kampüsü atmosferinde ise 2009 yılında polenlerin, % 20.8’inin Poaceae’ye, % 1.2’sinin Betulaceae’ye, 2010 yılında ise % 8.2’sinin Poaceae’ye ve % 0.5’inin Betulaceae’ye ait olduğu belirtilmiştir. İki istasyon arasında polen miktarları açısından farklılık olduğu bulunmuştur. Bu farklılığın nedeninin istasyonların bulunduğu konum ve etrafındaki vejetasyondan kaynaklandığı belirtilmiştir. Özellikle Hacettepe Üniversitesi Sıhhiye Kampüsü çevresinde şehirleşme fazla olduğundan kampüs içi ve çevresindeki yeşil alanlar nispeten diğer kampüse göre daha kısıtlıdır. Acar vd. (2017) tarafından Ankara ili atmosferinde 1990-2011 yılları arasındaki polen konsantrasyonlarının değişimi incelenmiştir. Bu çalışmaya göre, *Betula* polen konsantrasyonu ve Poaceae polen konsantrasyonunun yıllar içerisinde azalma eğiliminde olduğu saptanmıştır. Poaceae polen miktarındaki azalmanın kentleşme ile bağlantılı olduğuna vurgu yapılmıştır. *Ambrosia* polen konsantrasyonunun ise belirtilen yıllar arasında arttığı gözlemlenmiştir.

Geçmişten günümüze kadar Ankara atmosferinde yapılan gravimetrik ve volumetrik çalışmalar ile, tez çalışması sonuçları arasında benzerlik ve farklılıklar mevcuttur (Çizelge 5.1). Özellikle son 10 yılda Betulaceae polen miktarında az da olsa artış görülmektedir. Küresel iklim değişikliğine bağlı olarak ortalama sıcaklıkların artışının özellikle *Betula* için, polinizasyonun erken başlamasına ve polen üretiminin artışına neden olduğu bildirilmiştir (Newnham vd. 2013). Poaceae polen konsantrasyonu değişimi ise yıllar içerisinde tutarlılık göstermemektedir. Polen sezonu üzerindeki çevresel etmenlerin etkisi de hesaba katıldığında anlamlı bir trend (polen konsantrasyonunda artma/azalma değişimi) elde etmek oldukça zordur. Jato vd. (2009),

İspanya'nın Galicia kentinde 1993-2008 yılları arasında yaptıkları çalışmada küresel ısınmanın Poaceae polenlerinin polen sezonunu kısalttığını ve toplam polen sayısının azaldığını bildirmişlerdir.

Çizelge 5.1 Ankara ilinde daha önce yapılmış olan atmosferik çalışmalar ile tez çalışmasının karşılaştırmalı tablosu

Polen/spor konsantrasyonları (polen/m ³)	Betulaceae	Poaceae	<i>Ambrosia</i>	<i>Alternaria</i>
*Özkaragöz ve Karamanoğlu (1967)	-	253 (1963) 174 (1964) 180 (1965)	-	5
İnceoğlu vd. (1994)	749 (1990) 2671 (1991) 449 (1992)	5298 (1990) 11238 (1991) 2070 (1992)	-	-
Pınar vd. (1999)	966 (1993)	6282 (1993)	-	-
Kaplan vd. (2003)	940 (ortalama) (1990-1999)	5875 (ortalama) (1990-1999)	80-547 (1990-1999)	-
Çelik vd. (2004)	-	1626 (2000)	-	-
Dursun vd. (2008)	3634 (2004)	4309 (2004)	-	-
Çeter ve Pınar (2009)	-	-	-	1835 (2003)
Kızılpınar vd. (2011)	-	4433 (ortalama) (2005-2008)	-	-
Özmen (2012)	53 (2009) 104 (2010)	471 (2009) 1178 (2010)	-	1119 (2009) 1120 (2010)
Acar (2013)	106 (2012)	248 (2012)	-	-
Tez çalışması (2019)	277 (2015) 232 (2016)	1238 (2015) 349 (2016)	189 (2015) 21 (2016)	5597 (2015) 1327 (2016)

*polen/cm² (Çalışmaların yürütüldüğü yıllar, polen/spor konsantrasyonlarının yanında parantez içinde verilmiştir)

Küresel iklim değişikliği nedeniyle ortaya çıkan mevsimsel değişiklikler bitkilerin vejetasyon dönemlerinde ve polen üretmelerinde değişikliklere yol açmaktadır. Ayrıca her bir taksonun çiçeklenme döneminin farklı olması, farklı sayılarda polen meydana getirmeleri, şehir içerisindeki peyzaj düzenlemelerine göre bitkilerin her sene değiştirilmesi, şehir içindeki bitkilerin budanma ya da biçilme sürelerinin yıllara göre farklı olması ve en önemlisi meteorolojik faktörlerin her gün değişiklik göstermesi de

toplam polen miktarındaki farklılıkların nedenlerindedir (Emberlin vd. 1997, Jato vd. 2002, Pınar vd. 2004, Jato vd. 2009, Kızılpınar vd. 2011, Bogawski vd. 2014, Çeter vd. 2012). Ayrıca *Ambrosia* polenlerinin Ankara atmosferinde yıllar içerisinde anlamlı bir artış gösterdiği geçmiş yıllara ait çalışmalarda belirtilmiştir (Kaplan 2003, Acar vd. 2017). Bu durum, *A. artemisiifolia* gibi istilacı türlerin polenlerinin başka bölgelere taşınarak atmosferdeki alerjik polen kompozisyonunu değiştirebileceğini göstermektedir.

2015-2016 yıllarına ait polen ve alerjen konsantrasyonları yıllar arasında karşılaştırıldığında genel olarak polen konsantrasyonlarında 2016 yılında bir azalma söz konusudur (Çizelge 4.1). Betulaceae polen konsantrasyonu 2016 yılında % 17 oranında azalmıştır ve ayrıca polen sezonu 10 gün daha erkene kaymıştır (Çizelge 4.4). 2016 yılında polen miktarı azalmasına rağmen, özellikle Bet v 1 alerjen miktarında önceki yıla kıyasla 8 kat gibi belirgin bir artış olmuştur. Bunun nedeni Şubat ve Mart aylarının mevsim normallerinin üzerinde ortalama sıcaklık değerlerine (7.1- 8 °C) sahip olması ve Ocak ayının bol yağışlı (86.3 mm) geçmesi olabilir (Çizelge 3.5). Sezon öncesi yağış ve sıcaklık artışının bitkilerde çiçeklenme dönemini erkene çekebildiği, farklı coğrafik özellikteki yerlere ait birçok çalışmada rapor edilmiştir (Gioulekas vd. 2004, Emberlin vd. 2007, Avolio vd. 2008, Thuzar vd. 2010). 2015 yılında polen konsantrasyonu ile alerjen konsantrasyonu birbiriyle uyumlu değildir. Ana polen pikinden önce, alerjen piki kaydedilmiştir (Şekil 4.8). Atmosferde polen miktarı az iken alerjen miktarında artış görülmüştür. 2016 yılında ise, polen sezonu ile birlikte alerjen sezonu da erkene kaymıştır ancak polen alerjen konsantrasyonu dağılımı bir önceki yıla göre daha uyumludur. Ayrıca 2016 yılında *Betula* polen konsantrasyonu da önceki yıla göre % 13 oranında artış gösterdiğinden, bu durum Bet v 1 alerjen konsantrasyonunun 2016 yılındaki artışının en önemli nedeni olduğu düşünülmektedir (Çizelge 4.7). 2015 yılında Bet v 1 alerjen konsantrasyonu ortalama sıcaklıkla pozitif anlamlı korelasyon gösterirken, 2016 yılındaki Bet v 1 alerjen konsantrasyonu ortalama sıcaklıkla pozitif, nisbi nem ve rüzgar yönü ile de negatif anlamlı korelasyon göstermiştir. Ayrıca alerjenlerin pik yaptıkları tarihlerdeki geri yörünge analizleri incelendiğinde, 2015 yılında hava hareketlerinin çoğu kuzey yönünü gösterirken, 2016 yılında ise hava hareketlerinin çoğunun kuzey ve batı Avrupa ülkeleri üzerinden geldiği görülmektedir (Şekil 4.12-4.14). Klinik eşik değerlerine göre Betulaceae poleni duyarlısı bireyler için

Nisan ve Mayıs ayları yüksek düzeyde risklidir (Şekil 4.59). Altıntaş vd. (2004), Adana atmosferindeki polen konsantrasyonunun, semptom skorları, deri testi pozitifliği ve meteorolojik faktörlerle değişimini incelemiştir. Çalışmada, ağaç poleni duyarlı bireylerin semptom skorları ile ağaç polen konsantrasyonu arasında % 58 oranında korelasyon elde edilmiştir. Buters vd. (2012), *Betula* poleninden alerjen salınımının Avrupa ülkeleri arasında 10 kata kadar farklılık gösterdiğini belirtmiştir. Çalışmalarında, bazofil hücrelerinde gözlenen reaksiyon, polen sayısından ziyade alerjen salınımı ile daha iyi korelasyon göstermiştir. Polenin farklı alerjen potansiyelinin, polen kaynağının farklı coğrafik kökeniyle açıklanabileceği bildirilmiştir.

Poaceae polenlerine atmosferde diğer taksonların polenlerine kıyasla daha yüksek miktarda rastlanmıştır (Çizelge 4.4). Poaceae familyası taksonları ülkemizde hem doğal olarak yetişmekte hem de kültürü yaygın olarak yapılmaktadır. Poaceae familyası üyelerinin geniş alanlarda tarımının yapılması, polinizasyon dönemlerinin uzun olması ve çok sayıda polen üretmeleri nedeniyle polenleri atmosferde çok yoğun konsantrasyonlarda bulunmaktadır. Poaceae familyasının üyelerine ait taksonların polenlerinin önemli derecede alerjik reaksiyonlara neden olduğu bilinmektedir (D'amato vd. 2007, Burbach vd. 2009, Kmenta vd. 2014, Plaza vd. 2016). Zwander (2001), Almanya'da polen alerjisi olan bireylerin % 50'sinden fazlasının, Poaceae polenlerine karşı duyarlı olduğunu bildirmiştir. Avrupa'da polen alerjisi olan bireylerin % 80'i bu familyanın polenlerine karşı alerjik duyarlılık gösterdiği için bu grup, en önemli aeroalerjenler olarak gösterilmektedir (D'amato vd. 2007). Poaceae poleni duyarlı bireyler için, özellikle Haziran ayı yüksek düzeyde risk taşımaktadır (Şekil 4.58, Çizelge 4.10). Bastl vd. (2016), Bet v 1 ve Phl p 5 aeroalerjenleri ile hasta semptomlarını dört farklı Avrupa ülkesinde 2009-2011 yılları arasında karşılaştırmıştır. Polen konsantrasyonunun yanı sıra alerjen konsantrasyonunun alerjik hasta semptomları üzerinde güçlü ama bölgeler arasında farklılık gösteren bir etkisi olduğunu belirtilmiştir. Örneğin, Bet v 1 alerjen konsantrasyonu ile semptom skorları Viyana'da % 80 oranında korelasyon gösterirken, Münih'te % 50 oranında korelasyon göstermiştir. Phl p 5 alerjen konsantrasyonu ile semptom skorları Viyana'da % 70, Turku'da ise % 39 oranında korelasyon göstermiştir. Özellikle, semptomların pik yaptığı günlerde alerjen konsantrasyonunun da pik yaptığı görülmüştür. Geri yörünge analizine göre, her iki

yılda da Poaceae ve Phl p 5 alerjen konsantrasyonlarının bir kısmının yerel kaynaklar olduğu söylenebilir. Ayrıca hava hareketlerinin bir kısmı da Batı Avrupa ve Akdeniz ülkelerini işaret etmektedir (Şekil 4.26, 4.27) Çalışmamız klinik eşik değerlerine göre Poaceae poleni duyarlısı bireyler için Mayıs, Haziran ve Temmuz ayları yüksek düzeyde risklidir. 2015 yılında orta düzeyli alerjik reaksiyonlara sebep olacak riskli gün sayısı 11'dir (Şekil 4.60). Kmenta vd. (2014), Viyana'da Poaceae polen konsantrasyonu ile semptom skorları arasındaki ilişkiyi incelemiştir. Çalışmada polen sezonunun ilk yarısı ile (Mayıs sonundan-Haziran sonuna kadar) semptom skorları arasında yüksek korelasyon bulunmuştur. Çelik vd. (2004) mevsimsel alerjik rinitli (SAR) bireylerin klinik özelliklerini ve doğrudan tedavi maliyetlerini belgelemek ve ülkemizdeki bölgesel polen sayımına göre tedavinin etkinliğini belirlemek amacıyla Ankara'da yaşayan 175 hasta üzerinden bir çalışma yürütmüşlerdir. Semptom skorları ile birlikte havadaki Poaceae (Gramineae) polen taneleri birlikte ele alındığında SAR, hastaların % 12.6'sında hafif, % 51.4'ünde orta, % 36'sında şiddetli olarak bulunmuştur. Bölgesel polen sayımlarının, hasta ziyaretlerinin sayısı ve SAR'ın başlangıç şiddetiyle ilişkili olduğu bu sayede de daha etkili tedavi yöntemlerinin seçilebileceği bildirilmiştir.

Poaceae familyasının biyoçeşitliliğinin yüksek olmasından dolayı bu taksonların polinizasyon dönemleri Nisan-Ağustos ayları arasında değişkenlik göstermektedir. Bu nedenle polen konsantrasyonları yıllar içerisinde dalgalanma gösterebilmektedir. 2016 yılında Poaceae polen konsantrasyonu (% 72 oranında) ve beraberinde Phl p 5 alerjen konsantrasyonu (% 19 oranında) 2015'e kıyasla azalmıştır. Geri yörünge analizleri de Poaceae polen ve Phlp 5 alerjen pik konsantrasyonlarının görüldüğü tarihlerdeki hava hareketlerinin büyük bir çoğunluğunun yerel kaynaklı olduğunu, ülkenin güneyinden ve batısından geldiğini göstermektedir. En yüksek Poaceae polen ve Phl p 5 alerjen konsantrasyonu hakim rüzgar yönü kuzaydoğu iken kaydedilmiştir (Şekil 4.28). 2016 yılındaki polen ve alerjen dağılımı herhangi bir meteorolojik faktörle anlamlı bir korelasyon göstermemiştir (Çizelge 4.11). Ayrıca TÜİK (2018) verileri de dikkate alındığında Ankara'da kentleşme baskısı ile tarımsal alanların 2015'e nazaran 2016 da azalması da ekili alanlardaki Poaceae kaynaklarının yok olmasına neden olmuş olabileceğinden (Şekil 3.3, Çizelge 3.3) bu durumun da polen konsantrasyonu değişimine yansımış olabileceği kanaatindeyiz.

Ambrosia bitkisi Ankara ilinde doğal olarak yetişmemektedir ve invaziv (istilacı) olarak da 2018 yılının sonuna kadar bitkiye rastlandığına dair bir kayıt mevcut değildir. Ancak geçmiş yıllardaki atmosferik çalışmalarda *Ambrosia* polenlerine Ankara havasında rastlanmış ve yıllar içerisinde anlamlı bir artış olduğu bildirilmiştir (Kaplan 2003, Acar vd. 2017). Tez çalışmasında ise 2016 yılında *Ambrosia* polen konsantrasyonunda belirgin bir azalma görülmüştür. Bitkinin yörede doğal yayılışının olmadığı dikkate alındığında, bu durumun nedeninin uzun mesafeli taşınımıyla gelen polenlerin miktarında azalma olduğu söylenebilir. 2015 yılında, hakim rüzgar yönünün kuzey doğu olması da bu polen ve alerjenlerin uzun mesafeli taşınımını doğrulamaktadır (Şekil 4.42). Özellikle geri yörunge analizleri sonucunda, Karadeniz'in Rusya kıyıları ve Ukrayna tarafından bitkinin polen ve alerjenlerinin gelmiş olabileceği düşünülmektedir (Şekil 4.40, 4.41). Çelenk ve Malyer (2017), Bursa atmosferindeki 2010-2015 yılları arasında *Ambrosia* polen konsantrasyonunun kaynağını araştırdığı çalışmada geri yörunge modeli kullanmıştır. Polen seviyelerinin 30 polen/m³'ü aştığı günleri hesaplamış, polen konsantrasyonunun ülkemizdeki yerel kaynaklardan gelmediği, Rusya ve Ukrayna'daki Azak Denizi çevresinden, Karadeniz Bölgesi'nden, Romanya ve Bulgaristan'dan uzak mesafeli taşınımıyla Bursa'ya gelebildiğini bildirmiştir. Atmosferik *Ambrosia* polen konsantrasyonlarının, 28 gün boyunca klinik eşiği aştığı rapor edilmiştir.

Her iki yılda da *Ambrosia* polen konsantrasyonu ortalama sıcaklıkla negatif korelasyon göstermiştir. Ayrıca ortalama rüzgar hızının, 2015 yılındaki polen dağılımına pozitif etkisi saptanmıştır (Çizelge 4.14). 2015 yılındaki *Ambrosia* polen ve Amb a 1 alerjen konsantrasyonları % 53 oranında birbirleriyle uyumlu iken, 2016 yılında aralarında anlamlı bir korelasyon elde edilmemiştir (Çizelge 4.23). Ankara için, klinik eşik değerlerine göre *Ambrosia* polenleri Ağustos ve Eylül aylarında orta düzeyde risk taşımaktadır (Şekil 4.59). Ancak bitkinin invaziv özelliği ve atmosfere polen ile tohumlarını çok yüksek miktarlarda salmasından dolayı önümüzdeki yıllarda bitkiyle mücadele edilmez ise, risk düzeyinin artacağını düşünmekteyiz. Ankara'da deri testi panellerine yeni katılan bu polen için literatürde hasta semptom-polen/alerjen çalışması bulunmamaktadır. Ancak ülkemizde özellikle Karadeniz, Marmara ve Ege bölgeleri risk altındadır. Ege Üniversitesi Tıp Fakültesinde alerjik rinit yakınması olan 108 hastada iki farklı *Ambrosia* türüne karşı deri prick testi uygulanmış, hastalarda % 32 ve % 33

düzeyinde deri testi reaktivitesi görülmüştür (Sin vd. 2001). Hırvatistan'da çocuklardaki *Ambrosia* duyarlılığının araştırıldığı çalışmada, *Ambrosia* polen konsantrasyonu (özellikle yıllık polen konsantrasyonunu 5000 polen/m³'ten fazla olduğunda) ile *Ambrosia* poleni duyarlılığı arasında yüksek korelasyon tespit edilmiştir (Agnew vd. 2018). Uzun mesafeli taşınan *Ambrosia* poleninin alerjik hastalarda *Ambrosia* veya *Artemisia*'ya karşı duyarlanmayı etkilemedeki rolü belirsizdir. Bu durumun araştırıldığı Grewling vd (2018b)'nin çalışmasında, Poznan şehrinde *Artemisia* polenlerinin yaygın olarak bulunduğu, *Ambrosia* bitkisine ise henüz rastlanmadığı bildirilmiştir. 86 hastaya hem *Ambrosia* hem de *Artemisia* polen alerjenlerinden oluşan deri testleri uygulanmıştır. Hastaların % 90'ında çapraz reaksiyondan dolayı her iki polene karşı duyarlılık tespit edilmiştir. Ancak bunlardan sadece 2 hasta *Ambrosia* polenlerine karşı duyarlılık (mono-sensitizasyon) göstermiştir. Uzun mesafeli taşınan *Ambrosia* poleninin, *Ambrosia* poleni duyarlanmasına ihmal edilebilir bir etkisi olduğu ve ayrıca *Artemisia* poleni duyarlılık prevalansını da artırmadığı bildirilmiştir. Ancak atmosferde *Ambrosia* polen konsantrasyonunun artması halinde *Artemisia* duyarlı bireylerde alerjik semptomlarının şiddetinin artabileceği öne sürülmüştür.

Alternaria spor konsantrasyonu da 2016 yılında 2015'e nazaran daha düşüktür. Pik konsantrasyonlarında da azalma görülmüştür (Çizelge 4.16). Ayrıca 2016 yılında *Alternaria* sporlarına atmosferde 1 ay daha erken rastlanmıştır. 2015 yılında Temmuz ve Ağustos'ta spor konsantrasyonları yoğun iken, 2016 yılında spor konsantrasyonu sadece Temmuz ayında yoğun görülmüştür. Ağustos ayında spor konsantrasyonundaki azalma, artan yağış miktarından kaynaklanmış olabilir. 2015 yılında spor sezonundaki ortalama nisbi nem 2016 yılına göre daha yüksektir. (Şekil 4.48, 4.51, Çizelge 3.4, 3.5). Spor konsantrasyonu üzerinde özellikle ortalama sıcaklık ve nem miktarının etkili olduğu birçok çalışmada bildirilmiştir (Hjelmroos 1993, Stępańska ve Wołek 2005, Grinn-Gofroń 2008, Kasprzyk 2008, Oliveira vd. 2009, Grinn-Gofroń ve Bosiacka 2015, Scevkova vd. 2016). Avrupa genelinde alerjenik fungal spor maruziyeti için operasyonel tahmin modelleri (regresyon ve sınıflandırma modelleri) geliştirilmiştir. *Alternaria* ve *Cladosporium* için potansiyel maruziyet günleri ortaya konmuştur. Spor konsantrasyonu üzerinde hava sıcaklığı ve buhar basıncı en önemli değişkenler olarak bulunmuştur. Sınıflandırma modellerinin büyük ölçekli spor tahminleri için daha

elverişli olduğu gösterilmiştir (Grinn-Gofron vd. 2018). Alerjik rinitli çocuklarda atmosferik fungus sporlarının etkisinin araştırıldığı çalışmada, fungus sporlarının sıcaklık, nisbi nem ve rüzgar hızı ile pozitif, yağışlı gün sayısı ve yağış miktarı ile negatif korelasyon gösterdiği bildirilmiştir (İnal vd. 2008). Ankara’da yaşayan alerjik rinit ve astım hastalarında *Alternaria* ve *Cladosporium* küflerine duyarlılığın araştırıldığı çalışmada, küf özütlerinden deri prick testleri oluşturulmuştur. Aynı zamanda Burkard polen ve spor tuzağı ile atmosferden spor sayımları da gerçekleştirilmiştir. Hem *Alternaria* hem de *Cladosporium* duyarlılığı, % 14.8 olarak bulunurken, deri testlerinden en az birine yanıt verenlerde duyarlılık oranı *Alternaria* ve *Cladosporium* için sırasıyla % 11.9 ve % 8.1 olarak bildirilmiştir. Çalışmada semptom skoru tutulmadığından spor konsantrasyonlarıyla herhangi bir karşılaştırma yapılmamıştır (Bavbek vd. 2006). Avrupa’da yapılan çok merkezli bir çalışmada solunum yolu alerjisine sahip hastaların % 9.5’inde *Alternaria* ve/veya *Cladosporium* duyarlaşması saptanmıştır (Juniper vd. 1998). Bu oranın İspanya’da % 20 olduğu gözlenmiştir (D’amato vd. 1997). Mantar sporları polen ve akarlardan sonra alerjik solunum yolu hastalıklarına neden olan 3. alerjen grubudur (Tariq vd. 1997). *Alternaria alternata* sporlarının dünyada yaygın olarak astım ve/veya rinit gibi alerjik hastalıklara neden olduğu düşünülmektedir. Deri prik testlerinde mantar sporları yerine akar ve polenlerden daha çok saptanmasının, mantar sporların alerjenitesinin daha az olmasına ya da mantar ekstrelerinin saflaştırılmasındaki yetersizliğe bağlı olabileceği düşünülmüştür (Corsico vd. 1998). Ancak son yıllarda mantar spor ekstrelerinin standardizasyonunda ve saflaştırılmasında ilerlemeler olması ile prik testi daha güvenilir hale gelmiştir. Solunum yolu alerjilerine en fazla neden olan mantarlar *Alternaria*, *Aspergillus*, *Cladosporium* ve *Penicillium*’dur. *Cladosporium* daha çok Kuzey Avrupa’da, *Alternaria* ise özellikle Akdeniz bölgesinde alerjik solunum yolu hastalıklarına neden olurlar. Özellikle dış ortam mantarlarının astımda önemli alerjenler olduğu gösterilmiştir (D’amato vd. 1997). İtalya’da yapılan çok merkezli bir çalışmada alerjik yakınmalar nedeniyle incelemeye alınan 2942 olgunun % 10.4’ünde deri testlerinde *Alternaria* duyarlılığı saptanırken bu olguların % 79.9’unda alerjik rinit, % 53.3’ünde ise astım tespit edilmiştir (Corsico vd. 1997).

2015 yılında *Alternaria* spor ve Alt a 1 alerjenlerinin birlikte dağılımına bakıldığında spor pik konsantrasyonundan 10 gün sonra Alt a 1 alerjen konsantrasyonu pik yapmıştır. Ancak genel dağılımda spor ve alerjen konsantrasyonu arasında pozitif anlamlı korelasyon elde edilmiştir (Çizelge 4.23). 2016 yılında ise, *Alternaria* spor ve Alt a 1 alerjenlerinin birlikte dağılımına bakıldığında spor pik konsantrasyonunun hemen ardından Alt a 1 alerjen konsantrasyonu pik yapmıştır (Şekil 4.52). Toplam Alt a 1 alerjen konsantrasyonu önceki yıla kıyasla daha yüksek bulunmuştur (Çizelge 4.24). Spor ve alerjen konsantrasyonları arasında anlamlı bir korelasyon bulunmamıştır (Çizelge 4.23). AAAAI'nın belirlediği klinik eşik değerlerine göre her iki yılda da *Alternaria* duyarlısı bireyler için düşük düzeyde risk taşıyan günler mevcuttur (Çizelge 4.24, Şekil 4.60). Ancak farklı bölgelere ait çalışmalarda, *Alternaria* sporlarının alerjik reaksiyonlara neden olabileceği eşik değer 80-100 spor/m³ olarak belirtilmiştir (Kasprzyk vd. 2015, Kılıç vd. 2010). Bu çalışmalara göre, 2015 yılına ait sonuçlar atmosferde bazı günlerde *Alternaria* konsantrasyonunun alerjik bireyler için orta düzeyde rahatsız edici olabileceğini göstermiştir (Şekil 4.47). Spesifik immünoterapinin *Alternaria* duyarlısı çocuklarda etkinliğinin araştırıldığı çalışmada, aylık astım skorları ile aylık spor konsantrasyonu arasında korelasyon saptanmıştır (Kılıç vd. 2011).

Geçmiş yıllardaki *Alternaria* spor konsantrasyonu çalışmaları 2016 yılı sonuçlarımızla benzerlik göstermektedir. Ortalama sıcaklık ve ortalama nisbi nem gibi faktörlerin sporların çoğalması ve dağılımında etkisi büyüktür. Bu durumla ilgili olarak, Kasprzyk (2008), fungus sporlarını nemli/ıslak ve kurak koşullara uyum gösterenler olmak üzere iki grupta ele almış; *Ganoderma*, *Leptosphaeria* ve *Didymella*'yı ilk gruba, *Cladosporium*, *Alternaria* ve *Epicoccum*'u ise ikinci gruba dahil etmiştir. Bu gruplandırma açısından tez çalışmasında, Ankara atmosferinde özellikle Temmuz ve Ağustos aylarında saptanan *Alternaria* sporları da kurak (yüksek sıcaklık ve düşük nem) iklim koşullarına uyum sağlayan sporlar olarak değerlendirilebilir. Her iki yılda da *Alternaria* spor konsantrasyonu hem ortalama sıcaklık hem de ortalama nisbi nem ile pozitif anlamlı korelasyon göstermiştir (Çizelge 4.17). Sonuçlarımızı destekleyen çalışmalardan biri, Doğan ve Bursalı (2005)'nin, 2004 yılı boyunca Ankara atmosferinde *Alternaria* ve *Cladosporium* sporlarının konsantrasyonlarını ve iklimsel faktörlerin bu konsantrasyonlara etkilerini araştırdığı çalışmadır. Çalışmada,

Cladosporium sporları en yoğun konsantrasyonda Temmuz ayında, *Alternaria* sporları ise Ağustos ayında gözlenmiştir. Her iki spor konsantrasyonu üzerinde de etkili olan en önemli meteorolojik faktörün sıcaklık olduğu belirlenmiştir. Çeter ve Pınar (2009), Ankara ili atmosferinde fungus sporları ile meteorolojik faktörler arasındaki ilişkiyi araştırmışlardır. Atmosferdeki spor konsantrasyonu ile ortalama sıcaklık arasında pozitif, yağış miktarı ile de negatif korelasyon saptamışlardır. Ayrıca çalışmamızda 2015 yılında spor konsantrasyonu ile rüzgar hızı arasında anlamlı bir ilişki saptanamamışken, 2016 yılında rüzgar hızı ile spor konsantrasyonunu arasında pozitif korelasyon tespit edilmiştir (Çizelge 4.17). Benzer şekilde Çeter ve Pınar (2009), atmosferdeki 3 m/sn'lik rüzgar hızının, spor konsantrasyonunu pozitif yönde etkilediğini belirtmiştir.

Alerjen ve polen konsantrasyonlarının ele alındığı yurtdışı çalışmalarda “polen potansiyeli” adı verilen bir değer hesaplanmaktadır. Bu değer, kabaca bir polen başına düşen alerjen miktarını ifade etmektedir. Tez kapsamında polen başına düşen alerjen miktarları hesaplandığında, Avrupa’da yürütülen diğer çalışmalarla paralellik ve farklılık gösteren sonuçlar mevcuttur. Örneğin, Ankara’da atmosferik *Betula* polen yükünün az olmasına karşın alerjen miktarı nispeten fazladır. Dünya da atmosferik alerjen çalışmalarında en önemli sonuçlar HIALINE ekibi tarafından ortaya konmuştur (Buters vd. 2012). Beş Avrupa ülkesinde 2009 yılında gerçekleştirilen Bet v 1 izleme çalışma sonuçları Çizelge 5.2’de verilmiştir. Özellikle 2015 yılında alerjen miktarı oldukça düşüktür. Yıllar bazında bakıldığında, Ankara’daki değerler, İtalya sonuçlarına benzerlik göstermektedir. Ancak 2016 yılında belirgin bir alerjen artışı olmuştur. Bu artışın nedenlerinden biri taşınım olabilir. Bir diğeri ise *Betula* polen miktarının 2016 yılında artması alerjen konsantrasyonunu da artırmış olabilir. Bet v 1 alerjenlerinin çoğu *Betula pendula* poleninden kaynaklanmaktadır. Betulaceae familyası içerisindeki çapraz reaktiviteden dolayı, Bet v 1 alerjen proteinlerinin bir kısmı da *Corylus*, *Alnus* ve *Carpinus* kaynaklı olabilmektedir (Emberlin vd. 1997).

Çizelge 5.2 HIALINE projesinin 2009 yılına ait Bet v 1 alerjen izleme sonuçlarının tez çalışması sonuçlarıyla karşılaştırılması

	İngiltere	Fransa	Almanya	Finlandiya	İtalya	Ankara	
						2015	2016
Toplam polen konsantrasyonu	2586	1705	3144	2923	235	154*/ 277**	196*/ 232**
Bet v 1 (pik konsantrasyonu)	755	986	2299	978	82	38.33	526.46
Toplam alerjen konsantrasyonu	5969	7046	13030	7634	681	263.2	3768.2

*Betula poleni, **Betulaceae poleni

Phl p 5 alerjeni için aynı ekip tarafından gerçekleştirilen bir çalışmada 2009, 2010 ve 2011 yıllarındaki atmosferik Poaceae ve Phl p 5 alerjen miktarları incelenmiştir. Bu çalışmada elde edilen yıllık metreküpteki polen indeks değerlerinin bu projede elde edilen değerlerden oldukça yüksek olduğu görülmektedir (Buters vd. 2015). Ayrıca bu çalışmada, polen başına düşen alerjen miktarlarının hesaplanmasında günlük 10 polen/m³'ün altındaki konsantrasyonlar göz ardı edilmiş ve makalede toplam alerjen miktarlarına yer verilmemiştir. Tez kapsamında elde edilen polen konsantrasyonlarının tamamı hesaplamaya dahil edilmiş ve herhangi bir eşik değeri kabul edilmemiştir. Yine Buters vd. (2015)'nin çalışmasında polen başına düşen alerjen miktarları doğrusal regresyon denkleminin eğimlerine göre hesaplanmıştır. Özellikle 2015 yılı Phl p 5 alerjenlerinde gözlenen ilginç dağılım nedeniyle polen başına düşen alerjen miktarının hesaplanmasında regresyon eğimi yerine, toplam polen ve alerjen miktarları kullanılmıştır. Çalışmada polen başına alerjen salınım değerleri 1.5-5.9 arasında değişirken (Buters vd. 2015), bizim çalışmamızda elde edilen değerler (3.78 ve 10.01) oldukça yüksektir (Çizelge 5.3).

Poaceae polen indeks değerleri Avrupa ülkelerine göre düşüktür. Ancak buna paralel olarak beklenenin aksine Phl p 5 alerjen konsantrasyonları düşük olmadığından, polen potansiyeli değerleri yüksek olarak bulunmuştur.

Çizelge 5.3 Farklı Avrupa ülkelerinde gerçekleştirilen Phl p 5 alerjen izleme sonuçları

	2009		2010		2011	
	Pİ	PP	Pİ	PP	Pİ	PP
Avusturya	-	-	2604	3.55	2411	2.94
Finlandiya	654	1.59	738	1.99	782	1.53
Fransa	10420	2.40	7130	2.40	6708	2.94
Almanya	2041	3.04	1821	2.13	2184	2.13
İtalya	4135	1.51	4362	2.87	5409	0.82
Polonya	6078	2.70	7898	3.40	4482	1.99
Portekiz	5725	2.14	17113	1.50	22815	1.54
İspanya	4014	2.27	8693	4.15	5888	2.42
Türkiye (Bursa)	1881	-	2892	3.13	3812	-
İngiltere	4885	5.91	5141	3.57	3531	4.18
	2015		2016			
Ankara	1238	3.78	349	10.01		

Pİ: Polen indeksi (Metreküp havadaki yıllık polen miktarı), PP: Polen potansiyeli (Phl p 5 / polen) (pg)

2016 yılında İspanya'nın Cordoba şehrinde gerçekleştirilen bir çalışmada 2012-2014 yılları arasında Phl p 5 alerjenleri atmosferden izlenmiştir. Bu çalışma ile ilgili özet bilgiler çizelge 5.4'te verilmiştir (Jochner vd. 2015). Tez kapsamında elde edilen veriler ile bu çalışma ile kıyaslandığında, 2016 yılına ait alerji oluşturabilecek polen potansiyeli, Cordoba için 2013-2014 yıllarındakinden daha yüksektir. Ancak Cordoba'da 2012 yılında oldukça yüksek bir polen potansiyeli elde edilmiştir. İklimsel faktörler bu farklılıkta önemli rol oynamış olabilir.

Çizelge 5.4 Cordoba şehrinde gerçekleştirilen Phl p 5 alerjen izleme çalışması sonuçları

	Cordoba			Ankara	
	2012	2013	2014	2015	2016
Polen İndeks	3005	8567	9296	1238	349
Alerjen indeks	96736.87	83454.82	79613.98	4685.24	3495.20
Polen potansiyeli	32.19	9.74	8.56	3.78	10.01

Ayrıca polen potansiyellerindeki farklılığın bir diğer sebebi de, çalışmada kullanılan cihazın bizim kullandığımız yüksek hacimli hava örnekleyicisinden farklı olarak

dakikada 16 L hava çeken, düşük hacimli bir örnekleyici olmasıdır (Plaza vd. 2016). Bizim çalışmamızda kullanılan cihaz ise dakikada 900 L hava çekmektedir.

Hem Bet v 1 hem de Phl p 5 alerjenlerinin ele alındığı başka bir çalışmaya ait sonuçlar 2015 yılında yayınlanmıştır (Jochner vd. 2015). Almanya alplerinde iki farklı istasyonda yapılan alerjen izleme çalışmasının özet sonuçları çizelge 5.5'te sunulmuştur.

Çizelge 5.5 Almanya alplerinde gerçekleştirilen çalışmaya ait alerjen verileri

	<i>Betula</i>				Poaceae			
	İst. 1 2009	İst. 2 2009	İst. 1 2010	İst. 2 2010	İst. 1 2009	İst. 2 2009	İst. 1 2010	İst. 2 2010
Toplam Alerjen Konsantrasyonu (pg/m ³)	971.4	540.6	3618.1	650.8	-	166.9	42989.1	596.8
Polen potansiyeli	3.3	3.7	1.8	1.1	-	0.7	5.7	1.5
Polen İndex	1481	343	1977	583	9535	403	4646	372

Yukarıdaki çizelge incelendiğinde hem polen hem de alerjen verilerinin hem yıllar hem de istasyonlar arasında büyük değişiklikler gösterdiği görülmektedir. Ancak bu değişim oranları polen başına düşen alerjen (polen potansiyeli) miktarlarına yansımamıştır. (Çizelge 5.5). Tez çalışmasının sonuçları incelendiğinde ise alerjen ve polenler arasındaki bu büyük farklılık bu çalışma ile benzerlik göstermekle beraber, bizim çalışmamızda polen başına düşen alerjen miktarları arasındaki farklılık daha belirgindir. Bet v 1 'in alerji oluşturabilme potansiyeli (polen potansiyeli) 2016 yılında bir önceki yıla kıyasla yaklaşık 8 kat, Phl p 5'in ise 2.7 kat artmıştır (Çizelge 4.24). Özellikle 2016 yılında Poaceae polen potansiyeli değeri çok yüksektir ve çoğunlukla nişasta taneleriyle taşınan Phl p 5 alerjenlerinin Poaceae polen sezonunda görülen ani astım atakları ile bağlantılı olabileceği düşünülmektedir. Bununla ilgili olarak Darrow vd. (2012) 1994-2003 yılları arasında Atlanta şehrinde, astım görülme sıklığında % 2-3 oranında artış gözlemlemişlerdir. Poaceae polenlerinin en yüksek konsantrasyona

ulaştığı günlerde, hastalarda hırıltı şikayetinin arttığı ve acile başvuran hasta sayısında % 10-15 arasında bir artış olduğu belirtilmiştir. Ayrıca özellikle 2015 yılında alerjen konsantrasyonunun önemli bir kısmı ana polen pikinden önce gözlemlenmiştir (Şekil 4.22). Yapılan birçok çalışmada astım hastalarının hastaneye başvuru zamanlarının polen konsantrasyonunun artışından önce olduğu belirtilmiştir. Madrid’de 2003 yılında yapılan bir çalışmada, astım şikâyeti ile hastaneye başvuran hastaların sayısının Poaceae familyası polenlerinden 3 gün önce artış gösterdiği bulunmuştur (Tobias 2003, Tobias vd. 2004). Bu nedenle astım ataklarını tetikleyen faktörün polen konsantrasyonu değil, polenlerden önce havada artan alerjen miktarı olabileceği düşünülmektedir.

Ambrosia polen ve alerjenleri ile ilgili en detaylı çalışma, 2016 yılında gerçekleştirilmiştir. Polonya’nın Poznań kentinde gerçekleştirilen bu çalışmada HIALINE projesinde yer alan ChemVol örnekleyicisi kullanılmıştır. Bu cihaz proje kapsamında kullanılan cihaz ile aynı mantıkla örnekleme yapmakla beraber, dakikada 800 L hava çekmektedir (Grewling vd. 2016). Bu çalışma ile ilgili sonuçlar çizelge 5.6’da verilmiştir.

Çizelge 5.6 Poznań şehrinde gerçekleştirilen Amb a 1 alerjen izleme çalışma sonuçları ile tez sonuçlarının karşılaştırılması

	Poznań	Ankara	
	2011	2015	2016
Toplam PM10 alerjen (pg)	819.9	4440.77	1804.09
Toplam PM2.5 alerjen (pg)	118	119.23	156.31
Toplam Alerjen (pg)	937.8	4560.1	1960.4
Toplam Polen (polen/m ³)	252	189	21
Polen potansiyeli	4.3	24.1	93.3

Yukarıdaki çalışmada alerjen miktarları pikogram cinsinden verilmiştir. Tez çalışmasında ise Amb a 1 alerjen miktarının belirlenmesinde kullanılan ELISA kiti içeriğinde miktarlar ünite (Unit/ml) olarak yer aldığından ünite olan değerler karşılaştırmak amacıyla tabloda pikograma dönüştürülmüştür. Temel olarak bir ünite/ml Amb a 1 alerjeni bir mikrogram/ml’ye eş değer olarak kabul edilmektedir. Sonuçlara

bakıldığında henüz *A. artemisiifolia* bitkisinin Ankara il sınırları içerisinde varlığı gösterilmemesine rağmen, gerek polen başına düşen alerjen miktarları gerekse toplam alerjen konsantrasyonu bakımından bu bitki ve poleni ile mücadele eden Polonya gibi ülkelerden bile yüksektir. Polen konsantrasyonu oldukça düşük olduğundan bu sonuçlar alerjenlerin uzun mesafeli taşınmış olabileceğini veya *Artemisia* kaynaklı olabileceğini akla getirmektedir. Bu nedenle Ankara ve çevresinde bu bitkinin yayılımının araştırılması ve mücadele edilmesi sadece bu il için değil, başta İç Anadolu olmak üzere tüm ülkemiz için oldukça önem arz etmektedir. *Ambrosia artemisiifolia* tohum ve polenlerinin uzun mesafeli taşınımıyla ülkemize taşınabileceği modelleme analizlerinde de vurgulanmıştır. Modellemelerde iki muhtemel yol ileri sürülmüştür. İlki, Orta Avrupa üzerinden Balkanlar yoluyla taşınım, diğeri ise Kırım ve Ukrayna'dan Batı Karadeniz yoluyla taşınımıdır. Son zamanlarda sıklıkla kullanılan geri yörünge analizleri de, ülkemizde atmosferik polen çalışmalarında gözlenen polenlerin Kuzey Avrupa ülkelerinden taşınmış olabileceğini ortaya koymuştur. Bursa ve İstanbul'da gerçekleştirilen bu çalışmaların her ikisi de uzun mesafeli taşınımına vurgu yapmıştır (Zemmer vd. 2012, Bıçakçı ve Tosunoğlu 2015).

Ambrosia artemisiifolia'nın majör alerjeni Amb a 1, *Artemisia vulgaris* alerjenleri ile çapraz reaktivite göstermektedir. Yapılan bir çalışmada 60 Amb a 1 ya da Art v 6 duyarlı hastanın 38 tanesinin her iki alerjene de duyarlı olduğu gösterilmiştir (Jahn-Schmid vd. 2012). Tez çalışmamızda atmosferik Amb a 1 konsantrasyonunun belirlenmesinde kullanılan ELISA kitlerinden sadece Amb a 1 kiti poliklonal antikorlar içermektedir. Bu nedenle kit içerisindeki antikorların aynı zamanda *Artemisia* alerjenlerine bağlanmış olma olasılığı da oldukça yüksektir. Bu nedenle Ankara ilinde tespit edilen Amb a 1 alerjeninin bir kısmı Art v 6 kaynaklı da olabilir. Son yıllarda artan alerjen izleme çalışmalarının birçoğu çapraz reaktivite olgusu üzerinde durmamaktadır. Oysa Ankara istasyonunda Amb a 1 alerjen düzeyi bunun önemini vurgular niteliktedir. Amb a 1 düzeylerindeki, başka alerjen kaynaklı bu sapma monoklonal antikor kullanımı ile giderilebilir. Ancak aeroalerjen çalışmaları insanlardaki alerjik reaksiyonların şiddet ve tipini belirlemeye yönelik çalışmalar olduğundan, alerjen izleme çalışmalarında *Artemisia* ve diğer sistematik olarak

benzer bitki polen ile alerjenlerin de izlenmesi gereklidir. Ayrıca onlara özgül antikorlar ile bu tür çalışmalar da yapılmalıdır.

Ayrıca tez çalışmasının parçası olduğu Tübitak projesinde Zonguldak atmosferinde de Bet v 1, Phl p 5 ve Amb a 1 alerjen konsantrasyonları iki yıl süreyle izlenmiştir. Zonguldak atmosferinde 2015 yıllarına ait polen potansiyeli sonuçlarına göre, sırasıyla; Bet v 1 (0.089), Phl p 5 (0.38), Amb a 1 (9.53×10^{-6}) olarak bulunmuştur (Sarışahin 2018). Bu değerler Ankara ili sonuçlarıyla karşılaştırıldığında polen potansiyeli değerleri Zonguldak'ta daha düşüktür. Bunun nedeni özellikle Betulaceae ve *Ambrosia* polen konsantrasyonunun Zonguldak ilinde daha yüksek olmasındandır. Ayrıca iki il arasında *Ambrosia* polen konsantrasyonları bakımından yaklaşık 75 kat fark varken, Amb a 1 alerjen miktarı bakımından fark 6,6 kattır. Yani, bu iki ilin de doğal florasında bulunmayan ve başka kaynaklardan taşınarak gelen *Ambrosia* polenlerinin içeriklerini kaybederek, yeterli miktarda alerjen içermeyebileceği sonucu çıkmaktadır.

Yukarıda bahsi geçen proje çıktılarında biri olan, Poaceae polen ve Phl p 5 alerjenlerinin değerlendirildiği çalışmada, Ankara atmosferinde hem polen hem de alerjen konsantrasyonu çok daha yüksek bulunmuştur. Zonguldak ilinde, 2015 yılında polen konsantrasyonu çok düşük olmamasına rağmen atmosferde sadece 2 gün (8-9 Temmuz) Phl p 5 alerjeni izlenmiştir. Bu durumu açıklayabilmek adına Phl p 5 alerjenleri için istatistiksel bir meteorolojik faktör belirlenememiştir. Ancak alerjen gözlenen günlerdeki rüzgar yönlerinin Zonguldak ilindeki hâkim rüzgar yönlerinden farklı olduğu belirlenmiştir. Zonguldak ilinde 2015 yılındaki hâkim rüzgar yönü güney ve güneyin ara yönleri iken, alerjen belirlenen günlerde hâkim rüzgar yönünün kuzey kuzeybatı, kuzey kuzeydoğu olduğu belirlenmiştir. Topoğrafik yapının ve hakim rüzgar yönlerinin özellikle alerjen taşınımındaki önemi vurgulanmıştır (Alan vd. 2018).

Polen/spor veya alerjen konsantrasyonlarının pik yaptığı tarihler, uzun mesafeli taşınımın kaynaklarını tahmin etmek için bir yol göstermektedir. Türkiye'de *Ambrosia* polen konsantrasyonunun yoğun olduğu tarihler için birçok farklı rapor mevcuttur. Çalışmamızdaki 2015 sonuçlarımızla paralel olarak Zemmer vd. (2012) en yoğun günü 28 Ağustos'ta gözlemlemiştir. Çelenk ve Malyer (2017) ise, en yoğun günün Ağustos

ve Eylül ayları arasında gerçekleştiğini ve Bursa’da yıllara göre değiştiğini bildirmiştir. Bir başka çalışma, Bursa’da gözlenen *Ambrosia* polenin Zonguldak üzerinden hareket eden hava kütleleri tarafından taşınabileceğini göstermektedir (Bıçakçı ve Tosunoğlu, 2015). Çelenk ve Malyer (2017), *Ambrosia* polen kaynağının, Ağustos ayının sonlarında en yoğun olarak gözlemlendiği yıllar boyunca, Rusya olduğunu belirtmiştir. Sonuçlarımız bu bulguları desteklemiştir. Ankara ili için alerjenlerin ve polenlerin pik yaptığı tarihler baz alındığında taşınımın kaynağı Ukrayna ve Kırım bölgeleridir (Şekil 4.40-4.41). Aynı şekilde, Zonguldak’ta kaydedilen muhtemel *Ambrosia* poleni ve Amb 1 alerjen kaynaklarının Ukrayna ve Rusya olduğu tespit edilmiştir (Sarışahin 2018). Bu çalışmada elde edilen yörüngeler Bursa’ninkilerle birlikte ele alındığında, batı Karadeniz bölgesinin güneyinde yer alan Küre, Köroğlu ve Ilgaz dağları gibi Kuzey Anadolu dağlarının yarattığı vadilerin polen taşınımı için bir çeşit doğal boru hattı/kanal görevi görebileceği anlaşılmaktadır.

Tez kapsamında ayrıca meteorolojik faktörlerin polen/spor ve alerjen konsantrasyonu üzerine etkileri de ortaya konmuştur. Yıllara bağlı olarak meteorolojik faktörlerin polenler üzerine etkileri de değişmektedir (Çizelge 4.8, 4.11, 4.14, 4.17). Ankara ilinin 2015-2016 yıllarındaki polen ve alerjen dağılımına etki eden en önemli faktör ortalama sıcaklık olarak bulunmuştur. *Ambrosia* polen konsantrasyonu genel olarak sıcaklıkla negatif, *Betula* polen ve alerjen konsantrasyonu sıcaklıkla pozitif korelasyon göstermiştir. Poaceae polen konsantrasyonu ise 2015 yılında sıcaklıkla pozitif korelasyon gösterirken, 2016 yılında anlamlı bir korelasyon elde edilememiştir (Çizelge 4.8, 4.11, 4.14). Özellikle Betulaceae familyasına ait *Corylus*, *Betula*, *Alnus*, *Carpinus* gibi bitkiler erken baharda çiçeklendiklerinden ilkbahardaki sıcaklık artışı ile polinizasyon dönemleri sonlanmaya başlamaktadır. Ayrıca ortalama nisbi nem ve yağış miktarı ile Betulaceae polen konsantrasyonu üzerinde negatif korelasyon görülmüştür (Çizelge 4.8). Ortalama sıcaklık sadece *Ambrosia* polen ve Amb a 1 alerjeni üzerine negatif etki göstermektedir (Çizelge 4.14). Bu durum, bu polenin atmosferde görüldüğü sezon olan yaz sonu-erken sonbahar dönemleri ile bağlantılıdır. Bu polen sıcaklıkların azalmaya başladığı sonbahara doğru görülmeye başladığından bu sonuç olasıdır. Aynı motif 2016 yılında da görülmektedir. *Ambrosia* polenleri ile ortalama rüzgar hızı arasında pozitif bir korelasyon elde edilmiştir. Bu durum, *Ambrosia* bitkisinin Ankara ve yakın çevresinde

doğal yetişmediği göz önüne alındığında, rüzgarla taşınma ihtimalini artırmaktadır. Bu açıdan elde edilen değerler literatüre büyük oranda uyum göstermektedir. Bratislava (Slovakya) şehrinde sıcaklık, nem ve yağışın, *Betula*, Poaceae ve *Ambrosia* polenleri üzerindeki etkisini araştırıldığı çalışmada, sıcaklığın  takson üzerinde de pozitif korelasyon, nisbi nemin ise negatif korelasyon gösterdiğini bildirilmiştir. Yağışla ilgili anlamlı bir korelasyon elde edilmemiştir (Bartkova-Scevkova 2003).

Betulaceae için her iki yılda da hem polen hem de alerjen konsantrasyonu sıcaklıkla doğru orantılı bulunmuştur. Benzer şekilde bir çok çalışmada, Betulaceae polenleri ile sıcaklık arasında pozitif korelasyon bulunmuştur (Donders vd. 2014, Artaç 2014). Genel kaide olarak da polen konsantrasyonu sıcaklıkla olumlu yönde etkilenmektedir (Puc 2012, Rodriguez-Rajo vd. 2003a, Docampo vd. 2007, Fernandez-Rodriguez vd. 2014). Elde edilen veriler kısmen bu verileri desteklemektedir. Birçok çalışmada küresel ısınma ile birlikte, sıcaklık artışının ve dolayısıyla CO₂ artışının, polen ve sporlar üzerindeki etkisi araştırılmıştır. Sıcaklık ve CO₂ artışı ile, *Betula* için polinizasyonun erken başlaması ve polen üretiminin arttığı bildirilmiştir (Newnham vd. 2013). Diğer taksonlar üzerindeki etkisine bakılacak olursa, *Ambrosia artemisifolia* polen miktarının ve alerjen üretiminin arttığı, beraberinde, polenlerin g ve yayılımının da arttığı bildirilmiştir. Ayrıca polen protein içeriğinde ve alerjik potansiyelde değişikliğe yol açtığı, flavonoid metabolizmasının da arttığı belirtilmiştir (El Kelish vd. 2014). *Phleum pratense* için ise yine polen üretiminde artışa neden olduğu belirtilmiştir (Albertine vd. 2014). *Alternaria* sporları için de CO₂ artışı ile, spor miktarının ve spor başına düşen alerjen miktarının arttığı bildirilmiştir (Klironomos vd. 1997, Wolf vd. 2010, Kasprzyk vd. 2015).

Poaceae polen ve Phl p 5 alerjen konsantrasyonu 2015 yılında ortalama sıcaklıkla pozitif, ortalama rüzgar hızı ile negatif korelasyon göstermiştir. 2016 yılında herhangi bir meteorolojik parametre ile korelasyon elde edilememiştir (izelge 4.11). Bunun en önemli nedenlerinden biri Ankara ilinde Poaceae familyası biyoçeşitliliğinin oldukça yüksek olması (Eker vd. 2016) ve bu taksonların çiçeklenme ve polinizasyon dönemlerinin Nisan-Ağustos ayları arasında değişkenlik gösterebilmektedir. Bu nedenle polen konsantrasyonları oldukça yüksek dalgalanma göstermektedir. Ayrıca polen

konsantrasyonlarındaki değişkenliği tek bir meteorolojik parametre ile açıklamak yetersiz kalmaktadır. Bu olguyu destekleyen benzer bir çalışmada Janati vd. (2017) tarafından, Poaceae polen mevsimi, 7 yıllık bir süre boyunca Tetouan'da karakterize edilmiş ve hava koşullarının günlük konsantrasyonlar üzerindeki etkisi incelenmiştir. Tahmin modelleri kademeli çoklu regresyon analizleri kullanılarak üretilmiştir. İlk olarak, ana polen mevsimi boyunca günlük Poaceae polen konsantrasyonlarının yanı sıra 2008-2012 yılları arasında pik konsantrasyonu öncesi ve sonrasına ait dönemleri tahmin etmek için üç model oluşturulmuş, 2013 ve 2014 verileriyle test edilmiştir. Çalışılan yıllarda aynı güne ait polen konsantrasyonu meteorolojik değişkenlerle açıklanmış, kullanılan regresyon modeli günlük Poaceae polen konsantrasyonlarındaki varyansın % 36.3-85.7'sini oluşturmuştur. Ortalama polen konsantrasyonu üzerinde en önemli değişkenlerin ortalama sıcaklık, yağış ve maksimum nisbi nem olduğu bildirilmiştir.

Çevresel faktörlerin Poaceae familyası üyelerinin özellikle çiçeklenme dönemi ve polen mevsimi üzerindeki etkisi literatürde birçok çalışmada belgelenmiştir (Rodriguez-Rajo vd. 2003b, Puc ve Puc 2004, Garcia-Mozo vd. 2009). ieklenmeyi belirleyen başlıca çevresel faktörler sıcaklık, fotoperiyot ve su mevcudiyetidir. Hava sıcaklıkları 10-12 C arasında değişen türlere özgü eşik değerlere ulaştığında ve toprak nemi de yeterliyse, ilkbaharda çiçeklenmeye başlar (King ve Heide 2009). Su stresi, büyüme üzerindeki etkisinden dolayı önemli olabilmektedir (Dahl vd. 2013). Polen retimi ve emisyonu da çevresel faktörlerin etkileşimi ile belirlenmektedir. nceki alışmalar, maksimum sıcaklıkların havadaki Poaceae polen konsantrasyonunun artışına katkıda bulunan ana faktör olduğunu göstermiştir (Rodriguez-Rajo vd. 2003, Puc ve Puc 2004, Kasprzyk ve Walanus 2010). Norris-Hill (1997), 20-25 C arasındaki sıcaklıkların Poaceae polenlerinin dağılımı için en uygun olduğunu belirtmiştir. Ana polen mevsiminden önceki yağışın, otsu bitkilerin bitkisel biyokütlesini arttırdığını bildirmiştir. Clary vd. (2004), deneysel olarak, Akdeniz lkelerindeki Poaceae bireylerinin gelişiminin su mevcudiyetinden olumlu yönde etkilendiğini göstermiştir.

Çevresel faktörlerden, meteorolojik faktörlerin yanı sıra hava kirliliğinin de atmosferdeki airborne partiküller ve alerjeniteleri (polen, spor vb.) zerinde etkili

olduğu son yıllardaki çalışmalarda vurgulanmıştır. Örneğin, trafik kaynaklı hava kirliliğinin *Phleum pratense* polenlerinden alerjen taşıyan sitoplazmik granüllerin salınmasını artırdığı bildirilmiştir (Motta vd. 2006). Benzer şekilde, trafiğin yoğun olduğu yol kenarlarında bulunan *Ambrosia artemisifolia* polenlerinin, tarımsal alandan elde edilenlerden daha alerjik olduğu belirtilmiştir (Ghiani vd. 2012). Hava kirliliğinin en önemli etkilerinden biri de polen spor gibi atmosferik partiküllerde yer alan protein residülerinin solunum yollarına erişmeden önce, NO₂ ve ozon aracılığıyla nitrasyona uğramasıdır. Bazı çalışmalarda nitrasyonun polen yapısını ve immünojenitesini değiştirebildiği gösterilmiştir (Gruijthuijsen vd. 2006). Örneğin Bet v 1 proteininin nitrasyona uğramasıyla, antijen sunucu hücrelerden alerjen türevli peptit bileşiklerin salınımı arttığı bildirilmiştir. Bu bulgular, moleküler mekanizması çok aydınlatılmamış olsa da Bet v 1 proteininin nitrasyonunun immün cevabı etkileyebileceğini göstermektedir (Karle vd. 2012, Ackaert vd. 2014). Çalışmamızda, Betulaceae polen ve Bet v 1 alerjen konsantrasyonunun her iki yılda da NO₂ ile arasında negatif anlamlı korelasyon bulunmuştur. 2015 yılında NO_x ile herhangi bir korelasyon bulunamamışken, 2016 yılında, NO_x ile pozitif anlamlı korelasyon mevcuttur. Bu durum 2016 yılında NO (nitrik oksit) ile polen ve alerjen konsantrasyonu arasındaki pozitif korelasyondan (sırasıyla r=0.337**, r=0.403** P<0.05) kaynaklanmış olabilir (Çizelge 4.12). Böylece azot oksitlerin (NO_x) toplam etkisi pozitif korelasyon şeklinde yansımış olabilir. Ayrıca atmosferdeki azot oksitlerin miktarının artması polenlerdeki alerjeniteyi de etkileyebileceğinden, özellikle kirliliğin yüksek olduğu semtlerde, hava kalitesi izleme istasyonlarının kurulması ve uzun yıllar izlenmesi oldukça önemlidir. 2015 yılında herhangi bir kirlilik etmeni arasında anlamlı bir korelasyon elde edilememiştir. Phl p 5 alerjenler ile atmosferdeki PM10 kirleticiler arasında pozitif korelasyon bulunmuştur. 2016 yılında ise hem polen konsantrasyonu, CO ile güçlü pozitif korelasyon, SO₂ ile de negatif korelasyon göstermiştir. Phl p 5 alerjen konsantrasyonu ise CO arttıkça artmaktadır (Çizelge 4.12). Daha önce de belirtildiği gibi korbondiyoksit düzeyindeki artış Poaceae polen üretimini tetiklemektedir. Bu olguyu destekler nitelikte olan bir çalışmada, yüksek düzeyde iki sera gazı seviyesinin, bitkilerin büyüme ve üreme uyarıcısı olan karbondiyoksit ve bir baskılayıcı olan ozonun *Phleum pratense* polen ve alerjen üretimi üzerindeki etkileri incelenmiştir. Yüksek CO₂ seviyelerinin, ozondan bağımsız olarak, çiçek başına % 50 oranında üretilen polen

miktarını arttırdığı tespit edilmiştir. Yüksek O₃, polenin Phl p 5 içeriğini önemli ölçüde azaltmıştır, ancak artan polen sayılarının yüksek CO₂ ile net ilişkisi, her iki sera gazının da yüksek seviyelerinde alerjen maruziyetinin arttığına işaret etmektedir. Artan polen üretiminin ve maruziyet başına çiçek açan bitki sayısının kantitatif artış miktarını baz alarak, havadaki Poaceae polen konsantrasyonlarının gelecekte % 200'e kadar artacağını ileri sürmüşlerdir. (Albertine vd. 2014).

Hava kirliliği parametreleri ve polenin alerjenitesi ile olan ilişkisinin araştırıldığı çalışmada, *Phleum pratense* ve *Betula pendula* bitkilerine ait polenlerden, bakteriyel ve fungal DNA izole edilmiştir. Kentsel ve kırsal alanlardan alınan polen örneklerine ait bakteriyel ve fungal mikrobiyotalar, RFLP tekniği ile analiz edilmiştir. Bu polenlerdeki mikrobiyal çeşitliliğin kısmen, Phl p 5, Bet v 1 alerjenler ve polenlerden salınan lipid mediatörlerle ilişkili olduğu Spearman korelasyon testleri ile rapor edilmiştir. Ayrıca *Betula* polenlerindeki mikrobiyal çeşitlilik, azot oksit (NO₂), amonyum (NH₃) ve ozon (O₃) gibi hava kirliliği parametreleriyle korelasyon göstermiştir. Bazı *Betula* ağaçlarının polenlerinde mikrobiyal çeşitlilik ile NO₂ konsantrasyonu arasında negatif korelasyon bulunmuştur. Bu çalışmada, her iki taksonda da mikrobiyal yük ile polenlerin alerjen içeriği ve alerjenitesi arasında bir etkileşim olabileceği vurgulanmıştır (Obersteiner vd. 2016).

Ambrosia polen ve Amb a 1 alerjen konsantrasyonu üzerinde her iki yılda da en etkili parametre PM10 kirleticiler olarak karşımıza çıkmaktadır. Ayrıca 2015 yılında Amb a 1 alerjeni çalışmamızda değerlendirdiğimiz tüm kirletici parametrelerle anlamlı negatif korelasyon göstermiştir. 2016 yılında ise herhangi anlamlı bir korelasyon elde edilememiştir (Çizelge 4.15). 2016 yılında polen ve alerjen konsantrasyon değerlerinin oldukça düşük olması istatistiksel olarak anlamlı sonuçların elde edilmesini etkilemiş olabilir. Ancak bizim çalışmamızdan farklı olarak, kirleticilerin *Ambrosia* polenleri üzerindeki etkilerini gösteren çalışmalardan birinde, artan atmosferik karbondioksit konsantrasyonunun *A.artemisiifolia* poleni üretimi üzerindeki etkisi hem iç hem de dış ortam deneylerinde incelenmiştir. Farklı CO₂ konsantrasyonlarının polen ve alerjen proteinler üzerindeki etkisi araştırılmıştır. Kullanılan CO₂ konsantrasyon değerleri endüstriyel gelişimler öncesi atmosferik koşullara (yani, 19. yüzyılın sonunda), mevcut

koşullara ve 21. yüzyılın ortalarında öngörülen CO₂ konsantrasyonuna (sırasıyla 280, 370 ve 600 µmol mol⁻¹ CO₂) göre ayarlanmıştır. Toplam polen proteini değişmeden kalmasına rağmen; Amb a 1 alerjeninde, endüstriyel öncesi ve öngörülen gelecek (CO₂) ile şimdiki ve öngörülen gelecek (CO₂) arasında (sırasıyla 1.8 ve 1.6 kez) belirgin artışlar gözlenmiştir (Singer vd. 2005). Bu veriler, karbondioksitte yakın zamanda ve öngörülen gelecekteki artışların, doğrudan *Ambrosia* polenin alerjenitesini ve dolayısıyla mevsimsel alerjik hastalığın prevalansını ve / veya ciddiyetini doğrudan artırabileceğini göstermektedir. Bununla birlikte, alerjen ekspresyonunu düzenleyen genetik ve abiyotik faktörlerin, bu verileri ve bunların halk sağlığı üzerindeki etkilerini tam olarak anlamak için daha iyi tespit edilmesi gerekecektir. Nitrasyonun *Ambrosia* polenlerine etkisinin araştırıldığı bir çalışmada ise, polenler giderek artan NO₂ seviyelerine maruz bırakılmış ve Amb a 1 alerjen seviyelerinde de artış olduğu hasta serumları kullanılarak immunoblot yöntemiyle gösterilmiştir (Zhao vd. 2016).

Fungus sporları da atmosferin önemli bir bileşenidir ve ayrıca atmosferik biyokirlilik seviyesinin bir göstergesi olarak kabul edilir. Tez çalışmasında *Alternaria* spor konsantrasyonuna hava kirliliği parametrelerinin etkisi de araştırılmıştır. Her iki yılda da spor konsantrasyonunun, atmosferdeki CO, NO_x ve NO₂ kirleticilerinin artışından negatif yönde etkilendiği görülmüştür. 2015 yılında SO₂ ile *Alternaria* spor konsantrasyonu pozitif korelasyon gösterirken, 2016 yılında aralarında negatif korelasyon bulunmuştur. Alt a 1 alerjen konsantrasyonunun ise her iki yılda SO₂ ile arasında pozitif korelasyon saptanmıştır (Çizelge 4.18). Grinn-Gofron vd. (2011), *Alternaria* ve *Cladosporium* gibi iki önemli alerjik fungusu, meteorolojik parametreler ve hava kirleticilerinin etkisini üç yıl boyunca incelemiştir. Çalışmada aynı zamanda aeroalerjen bolluğunun öngörülmesinde yönelik tahmin modelleri oluşturulmaya çalışılmıştır. Spearman korelasyon testi ile spor konsantrasyonu ve çevresel kirletici parametreler arasında istatistiksel olarak anlamlı ilişkiler tespit edilmiştir. Çalışmamızla benzer şekilde, *Alternaria* ve *Cladosporium* spor konsantrasyonları ile SO₂ ve NO₂ arasında negatif korelasyon tespit etmişlerdir. Epidemiyolojik ve laboratuvar çalışmaları ozon, NO₂ ve SO₂'nin tek tek veya kombinasyon halinde, inhalasyonunun (solunumla hava yoluna alınmasının) astım alevlenmelerini tetikleyebileceğini göstermiştir (Delfino vd. 1996).

İklim değişikliği ve hava kirliliği ile birlikte ozonun bitkiler üzerindeki etkisinin araştırıldığı çalışmalar hız kazanmıştır. Troposferik ozon en zararlı hava kirleticilerinden biridir ve aynı zamanda küresel değişimle de ilgilidir. Bitki örtüsünün ozona maruziyeti gelecek yıllarda muhtemelen artacaktır ve bitki örtüsü için riskleri artarak devam edecektir (Matyssek vd. 2008). Polenle ilgili olarak, yüksek ozonun polen çimlenmesi ve polen tütü büyümesi indirgediği ile ilgili bulgular gösterilmiştir (Leisner ve Ainsworth 2012). Son yıllarda, ozonun etkileri fizyolojik, biyokimyasal ve moleküler biyolojik seviyelerde çalışılmıştır (Matyssek vd. 2008). *Secale* sp. ve *Lolium perenne*'nin bitki büyümesi sırasındaki yüksek ozon konsantrasyonlarına maruz kalması polenlerinde alerjen içeriğini artırmıştır (Masuch vd. 1997, Eckl-Dorna vd. 2010). Farklı *Lolium* türlerinde ise kontrol bitkileri arasında grup 5 alerjenlerinde anlamlı bir fark bulunmamıştır. *Ambrosia* poleninin ozonla doğrudan in vitro maruziyeti, polen canlılığının azalmasına neden olurken, Amb a 1 protein içeriği ve majör alerjenlerin ekspresyon profili üzerinde anlamlı etkisi olmadığı gözlenmiştir (Pasqualini vd. 2011). Kanter vd. (2013) normal ortamda ve yüksek ozon altında üretilen *Ambrosia* poleninin transkriptomu 454-sekanslama tekniği ile karşılaştırmıştır. Amb a 1 alerjeni için enzim bağlı immünosorbent testi (ELISA) yapılmıştır. Polen yüzeyi taramalı elektron mikroskobu ve zayıflatılmış toplam yansıma - Fourier dönüşümü kızılötesi spektroskopisi (ATR-FTIR) ile incelenmiştir ve HPLC (Yüksek performanslı sıvı kromatografisi) ile fenolik bileşikler yüksek olarak analiz edilmiştir. Yüksek ozon konsantrasyonunun polen büyüklüğü, şekli, yüzey yapısı veya fenolik miktarı üzerinde etkisi olmadığı bildirilmiştir. ATR-FTIR analizi, ekzin içindeki pektin benzeri materyali arttırdığını göstermiştir. Transkriptomik analizler, alerjenleri içeren ifade edilen dizi etiketlerinde (EST'ler) değişiklikler olduğunu göstermiştir. Bununla birlikte, ELISA sonuçları, ozon konsantrasyonunun artışıyla birlikte Amb a 1 miktarının önemli düzeyde artmadığını göstermiştir. Veriler, ozonun, ekzin bileşenleri ve alerjenlerin transkript seviyelerinde doğrudan etkisi olduğunu vurgulamaktadır. Toplam Amb a 1 protein miktarı değişmediğinden, insan sağlığı riskindeki artışla doğrudan bir ilişki elde edilememiştir. Ek olarak, 454-sekanslama tekniği, olgun polenlerde, stres ile ilgili transkriptlerin, farklı gen ontolojisi terimleri halinde gruplandırılarak tanımlanmasına katkıda bulunur.

Atmosferde polenlerin içerdikleri alerjenlerin izlendiği çalışmalar son yıllarda hız kazanmıştır, ancak fungus alerjenlerinin izlendiği çalışmalar oldukça azdır. Bu tez kapsamında *Alternaria alternata*'ya ait majör alerjen olan Alt a 1 aeroalerjeninin atmosferde yüksek hacimli hava örnekleyicisi ile izlenmesi ülkemiz için bir ilktir. Yurt dışı çalışmalarına baktığımızda konuyla ilgili üç çalışma karşımıza çıkmaktadır. İlki bir kongre sunumu (poster çalışması) olup örneklemede kullanılan cihaz tezde kullandığımız cihazla benzer özelliklere sahiptir. Bu çalışmada Poznan'da (Polonya) Grewling vd. 2014 yılında *Alternaria* sporlarını Hirst tipi volumetrik tuzak ve Alt a 1 alerjenini yüksek hacimli hava örnekleyicisi (cascade impactor) ile 1 yıl süreyle atmosferde izlemişlerdir. Alt a 1 alerjen miktarını en çok PM_{2.5} filtrelerinde (2.5<PM<10) tespit etmişlerdir. En yüksek spor konsantrasyonunu 2 Ağustos'ta, alerjen konsantrasyonunu ise 2 hafta daha erken olacak şekilde 19 Temmuz'da elde etmişlerdir. Spor miktarı ile tüm filtrelerdeki toplam alerjen miktarı arasında anlamlı bir korelasyon ($R^2=0.600$) bulmakla birlikte, bu korelasyonun çok yüksek olmadığını ve aradaki farkın fungal hiflerden salınan alerjenlerden kaynaklanabileceğini bildirmişlerdir (Grewling vd. 2016). Aynı araştırmacı daha kapsamlı bir çalışmayla *Alternaria* sporlarından atmosfere salınan majör Alt a 1 alerjeninin miktarındaki değişkenliği 3 yıllık periyotta araştırmıştır (Grewling vd. 2018). 2014-2016 yılları arasındaki, *Alternaria* sporlarının medyan mevsimsel alerjenite değerinin 8.6×10^{-3} pg Alt a 1 / spor değerini aştığını bildirmiştir. En kurak ve en kirli mevsim (mevsimsel ozon, kükürt dioksit ve partikül madde konsantrasyonları bakımından) boyunca en alerjik sporlar toplanmıştır. Mevsiminde (% 95 metoduna göre), günlük spor alerjisi potansiyelinin $2.4 - 34.7 \times 10^{-3}$ pg Alt a 1 / spor arasında değiştiği bildirilmiştir. *Alternaria* spor alerjenitesinde, hava koşullarının ve kirliliğin kısa vadeli varyasyonlar üzerinde tekrarlanabilir bir etkisi bulunamamıştır. Bununla birlikte, yüksek alerjik etkili sporların kaydedildiği dönemlerde hava kütlelerinin doğu yönlerinden geldiği, en düşük alerjene sahip sporlar ise batıdan esen rüzgarlarla ilişkilendirilmiştir. Kaynak alanı (habitat tipleri) ve tür çeşitliliği gibi faktörlerin *Alternaria* alerjenlerine değişen maruziyetten sorumlu olabileceğini göstermektedir. Sonuç olarak, yüksek ve düşük alerjik etkili sporların havada kaydedildiğini göstermişlerdir Bu nedenle de, yalnızca havadaki fungus sporları konsantrasyonlarının bilinmesinin alerjisi olanlara ve sağlık profesyonellerine alerjene maruz kalma hakkında bilgi vermek için yeterli olmayabileceği vurgulanmıştır. Bizim

sonuçlarımıza göre, her iki yılda da spor ve alerjenlerin büyük çoğunluğu hakim rüzgar yönü kuzeydoğu iken kaydedilmiştir. Ancak günlük spor ve alerjen konsantrasyonlarına göre değişiklikler olabilmektedir. 2016 yılında en yüksek alerjen konsantrasyonu için hakim rüzgar yönü doğu-kuzeydoğu olarak tespit edilmiştir. Tez çalışmasında, alerjik spor potansiyeli, 2015 yılında 5.95×10^{-3} , 2016 yılında ise 4.44×10^{-2} olarak bulunmuştur, yani çok daha yüksektir (Çizelge 4.24). Ayrıca Grewling vd. (2018)'in çalışmasında spora bağlı Alt a 1 alerjenleri üzerinde durulmuştur. Ancak, immün etiketleme analizleri ile Alt a 1 alerjenlerinin sadece sporlardan değil hiflerden de kaynaklanabileceği tez kapsamında vurgulanmıştır. Salt spor konsantrasyonu başına düşen alerjen miktarı alerjik potansiyeli doğru yansıtmayabilir. Atmosferik preparatlarda hifler de karşımıza çıkmaktadır ancak tür/cins bazında ayrılıp sayılmaları mümkün değildir.

Diğer çalışma ise Ciudad Real (İspanya) şehrinde *A. alternata*'ya monosensitize duyarlı alerjik astım ve / veya rinitli hastalarda spor sayıları ve klinik semptomlar arasındaki korelasyonu belirlemek amacıyla gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmada spor örnekleme için Burkard tuzağı, Alt a 1 alerjeninin izlenmesi için ise yüksek hacimli hava örnekleycisi (Air Sentinella) kullanılmıştır. Bu örnekleycide benzer şekilde filtrelere hava çekilmekte ve hava çekme kapasitesi $10 \text{m}^3/\text{saat}$ olup, tez çalışmamızda kullandığımız cihazdan 5.4 kat daha az hava çekmektedir. Çalışma sonucunda yıl boyunca havada *Alternaria* sporları saptanırken, sadece Mart - Aralık ayları arasında Alt a 1 saptanmıştır. Semptomlar, spor sayıları ($r = 0.459$, $P < .001$) ve Alt a 1 düzeyleri ($r = 0.294$, $P < .001$) ile pozitif ve anlamlı korelasyonlar göstermiştir. Ancak sporlar ve Alt a 1 arasındaki korelasyon düşüktür (Feo Brito vd. 2012).

Alternaria küfünün bir patojen olmasından dolayı, şimdiye kadar, alerjenlerin atmosferden izlenmesi yerine daha çok, farklı iş yerlerindeki (tarla, fabrika, müze, kütüphane vb.) çevresel izolatlar üzerindeki alerjen varlığı ve miktarları ELISA ile araştırılmış ve bu yerlerde çalışan insanların Alt a 1 alerjenine mesleki maruziyetleri ortaya konmuştur (Skora vd. 2015). Bunlara örnek çalışmalardan ilkinde, kanatlı hayvan çiftliklerinden toplanan iç ortam toz numunelerinde ve bir kereste fabrikasında *A. alternata*'nın ana alerjeni olan Alt a 1'in konsantrasyonunu ELISA ile ölçülmüştür. Kanatlı çiftliklerinde 30 ve Zagreb Bölgesi'nde (Hırvatistan) kereste fabrikasında 15

olmak üzere toplam 45 toz örneği toplanmıştır. Kanatlı hayvan çiftliklerinin üç tanesinde toplanan tüm toz numunelerinde Alt a 1 alerjeni tespit edilmiştir. Alt a 1 seviyeleri 0.1-14 µg / g aralığında ve medyan değer 0.37 µg / g olarak bulunmuştur. Toz örneklerinin yaklaşık % 86'sı, Alt a 1'i 0.1-1.0 µg / g aralığında içermektedir. Kereste fabrikasında makinesinde, eşik değer üzerinde Alt a 1 seviyesi tespit edilememiştir (tespit sınırı= 0.12 µg / g). Bu çalışma, kanatlı çiftliklerinde Alt a 1 alerjenine mesleki maruziyetin izlenmeyi hak ettiğini göstermiştir (Prester ve Mecan 2010).

Diğer bir çalışmada turuncgillerdeki *A. alternata* kontaminasyonunun güvenilir bir göstergesi olan Alt a 1'in tespit edilmesi amacıyla, altmış portakal yapay olarak *A. alternata* spor süspansiyonu ile enfekte edilmiş, meyve içi materyali farklı inkübasyon zamanlarında toplanmış ve hem total RNA ekstraksiyonu hem de protein ekstraksiyonu için kullanılmıştır. Alt a 1 tespiti hem ELISA, hem de Alt a 1 spesifik primerleri ve polimeraz zincir reaksiyonu (PCR) amplifikasyonu ile gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmada Alt a 1 alerjeni tespit etmek için PCR yönteminin ELISA'dan daha duyarlı olduğu bulunmuştur. Bununla birlikte, ELISA sonuçları, *A. alternata* meyve enfeksiyonu sürecinde önemli miktarda Alt a 1 üretildiğini göstermiş ve bu proteinin, *Alternaria* türlerinin patojenitesi ve virülansında bir rol oynadığı hipotezini desteklemiştir (Gabriel vd. 2017).

Müze, kütüphane, arşiv gibi farklı işyeri ortamlarında *Alternaria* izolatlarının Alt a 1 alerjenik protein üretme kabiliyetini değerlendirmek ve çalışma ortamında bulunan teknik materyallerin (selüloz, kompost, deri) Alt a 1 üretimini uyarıp inhibe edip etmediğini analiz etmeyi (ELISA) amaçlayan bir çalışmada, suşlar (*Alternaria alternata*, *A. lini*, *A. limoniasperae*, *A. nobilis* ve *A. tenuissima*), bir ATCC suşundan (0.551-0.975 ng / ml) daha yüksek konsantrasyonlarda (1.103-6.528 ng / ml) Alt a 1 üretmiştir. Miselyumun homojenizasyonunun ve yöntemde ultrafiltrasyon kullanılmasının Alt a 1 konsantrasyonunda kayda değer bir artışa neden olduğu gösterilmiştir. Alt a 1 proteininin üretimindeki değişimler, suşa ve ekstraksiyon yöntemlerine bağlıdır. Bu çalışmalar, Alt a 1 proteini üretiminde işyerlerindeki teknik malzemenin hiçbir etkisi olmadığını ortaya koymuştur (Skora vd. 2015).

Tez çalışmasının bir diğer kısmını oluşturan immün etiketleme çalışmalarıyla da alerjenlerin lokalize olduğu bölgeler gösterilmiş ve atmosfere dağılım mekanizmalarıyla ilgili çıkarımlar yapılmıştır. Bu kapsamda ilk olarak Bet v 1 alerjenlerinin özellikle sitoplazmada ve nişasta tanelerinde lokalize olduğu görülmüştür (Şekil 4.19). Elde edilen sonuç, yapılan geçmiş çalışmalarla paralellik göstermektedir. Grote vd. (1993) yürüttükleri çalışmada, kuru ve dehidre *Betula pendula* polenlerinde Bet v 1 ve profilin varlığını immunogold yöntemiyle araştırmıştır. Kuru polenlerde her iki protein de sitoplazmada, organel ve veziküllerde gözlemlenirken, intin veya ekzinde bir etiketlenme olmamıştır. Ancak rehidre (yaş) polenlerde her iki protein de polen duvarında ve polen yüzeyinde tespit edilmiştir. Ghazaly vd.'nin 1996 yılında yaptığı çalışmayla Bet v 1 alerjenlerinin büyük bölümünün nişasta tanelerinde, az kısmının ise ekzin ve intin tabakalarında bulunduğu ortaya konulmuştur. Çalışmalarda kullanılan fiksasyon metodu, alerjen proteinlerin asıl lokalize oldukları bölgelerden polen duvarına ve ardından yüzeye doğru hareketlerini etkilemektedir.

Yapılan SEM ve TEM (anter) çalışmalarıyla *Phleum pratense* anterlerinde orbiküllerin tapetum etrafında serbest halde bulunduğu gözlemlenmiştir (Şekil 4.33) ve bu durum anthesis sırasında hava yoluyla orbiküllerin taşınabileceğini göstermektedir. İncelenen türdeki orbiküllerin boyutu 0.7-1.5 µm aralığındadır. Bu mikroskobik parçacıklar atmosfere dağılıp, bireyler tarafından solunursa, alt solunum yollarına alt bölgelerine kolayca nüfuz edebilirler (Vinckier ve Smets 2001a,b). *Phleum pratense* anterlerindeki alerjen lokalizasyonu belirleme çalışmalarımız (Şekil 4.32), orbiküllerin Phl p 5'in alerjenik homologlarını duyarlı bireylere getirmek için etkili vektörler olarak hareket edebileceği hipotezini desteklemektedir (Vinckier ve Smets 2001b). *Phleum pratense* polenlerinde gerçekleştirilen TEM çalışmaları sonucunda, Phl p 5 alerjenlerine hem duvarda hem de sitoplazmada rastlanmıştır. Duvarda özellikle kolumellaların etrafında ve intinde lokalizasyon gözlemlenmiştir (Şekil 4.32). Literatür çalışmaları ile de paralel olarak nişasta tanelerinde de yoğunlaştıkları tespit edilmiştir (Grote vd. 1994, El-Ghazaly vd. 1999, Schappi vd 1999b, Taylor vd. 2004). Ayrıca nişasta tanelerinin etrafındaki oldukça küçük polisakkarit partiküllerinde de Phl p 5 alerjen lokalizasyonu görülmüştür (Şekil 4.32). Ancak Poaceae polenleriyle daha önce gerçekleştirilen çalışmalardan farklı olarak Grote vd. (2001)'nin Grup 5 alerjenlerin nişasta tanelerinde

lokalize olmadıkları, sitoplazmada elektronca yoğun alanlarda buldukları görülmüştür. Bu durumu hidrasyona bağlı olarak alerjenlerin nişasta tanelerinden ayrılıp apertüre doğru hareket etmesi ile açıklamışlardır. Ayrıca tez çalışmamızda Phl p 5 alerjenlerin bir kısmının da por çevresinde, annulus üzerinde ve operkulumun etrafında görülmesi de alerjenlerin nişasta tanelerinden ayrılıp apertüre doğru hareket ettiği olgusunu desteklemektedir (Şekil 4.32).

Ambrosia artemisifolia polenlerinde Amb a 1 alerjen lokalizasyonu ile ilgili literatürde herhangi bir çalışma mevcut değildir. TEM analizi sonuçlarımıza göre Amb a 1 alerjeninin daha çok duvarda, ektokzinde kolumellada, kaveada ve intinde bulunduğu ayrıca sitoplazmada ise veziküllerin etrafında endoplazmik retikulum etrafında, mitokondri üzeri ve etrafında bulunduğu görülmüştür. Nişasta tanelerinde herhangi bir etiketleme gözlemlenmemiştir (Şekil 4.46). Amb a 1 alerjenlerinin immün etiketlenmesi ile ilgili literatürde herhangi bir çalışma bulunmamaktadır. Ancak bu proteinin çapraz reaksiyon gösterdiği Art v 1 alerjeni (*Artemisia vulgaris*'in majör alerjeni) ile ilgili çalışmada, 60 kDa gibi yüksek molekül ağırlığına sahip majör alerjene özgü bir monoklonal antikor kullanılmıştır. Sadece polen değil çapraz reaksiyon gösterdiği elma ve lahana gibi bitkisel gıda dokularından elde edilen protein özütleri ile gerçekleştirilen immün etiketleme çalışmasında, çoğunlukla ribozomca zengin alanlarda, mitokondride ve nükleusta işaretlenme olduğu bildirilmiştir. Nişasta tanelerinde ve polen duvarında herhangi bir işaretlenme görülmemiştir (Grote vd. 1998). Bu çalışmayla önceki çalışmaları kıyasladığımızda Bet v 1 alerjeninin de ribozomca zengin alanlarda lokalize olmasına karşın mitokondride işaretlenmediği bildirilmiştir (Grote 1991, 1992). Grup 5 alerjenlerin de yine benzer şekilde sitozolde ribozomca zengin alanlarda ve nişasta tanelerinde lokalize oldukları gösterilmiştir. Birçok ağaç poleni alerjeni ve meyve alerjenleri gibi Phl p 5 ve Bet v 1 polen alerjenleri, PR (Pathogen-related proteins) proteinlerine dahildir. Bu proteinler ya yapısal proteinlerdir ya da bitkide gelişim sinyallerine, fizyolojik strese veya enfeksiyona cevap olarak ifade olurlar. PR proteinleri, yapısal ve biyokimsiyal işlevlerine bağlı olarak, 14 gruba ayrılmışlardır. Enzimatik aktivite gösterenlerden PR-2,-3,-4 proteinleri karbohidrazlar şeklinde karakterize iken, PR-10 proteinleri ribonükleazlar olarak adlandırılır (Asam vd. 2015).

Polene maruz kalma ile alerjik hastalık belirtileri arasında güvenilir bir niceliksel ilişki olmadığını savunan Behrendt vd. (1999) farklı yöntemler ve polen kaynakları (*Phleum pratense*) kullanarak majör alerjenlerin lokalizasyonu ve salınımı üzerinde çalışmıştır. Majör alerjenlerin lokalizasyonu Phl p 5 ve Phl p 1, susuz fiksasyon yöntemi ve immünogold gümüş boyama sonrası alan emisyon taramalı elektron mikroskobu (FE-SEM) ile görüntülenmiştir. Phl p 5 alerjenleri sitoplazmada ve ekzinde, Phl p 1 ise intinde tespit edilmiştir. Ayrıca, polen tanelerinden alerjen salınımı, fizyolojik koşullar altında in vitro olarak incelenmiştir. Süpernatandaki toplam protein ölçümlerinin yanı sıra, majör alerjenler immünoblot ile belirlenmiş ve Phl p 5 konsantrasyonu ELISA ile ölçülmüştür. Ticari olarak temin edilen polenler, kırsal alanlardan ve yoğun trafikli yolların yakınından toplanan taze polenler ile kıyaslanmıştır. Aralarında total protein ve majör alerjen salınımı bakımından önemli farklılıklar bulmuşlardır. Alerjen miktarının bilinmesinin, dış ortam allerjen yanıtında güvenilir doz-cevap ilişkileri kurmak için önemli bir parametre olabileceği belirtilmiştir.

Yağmur suyuna maruz kalmanın, Poaceae ve bazı ağaçlara ait alerjik polenlerde hidrasyona bağlı olarak alerjen içeren solunabilir büyüklükteki mikronik ve submikroniklerin partiküllerin atılmasına yol açtığı geçmiş çalışmalarda gösterilmiştir (Suphioğlu 1992, Grote 2000, 2003). Rehidre (nemli ortamla karşılaştıklarında) Bet v 1 ile Bet v 2 alerjenlerinin polen duvarındaki açıklıklardan birkaç dakika içinde salındığı ve ardından tüm polen yüzeyinde bulunduğu bildirilmiştir (Asam vd. 2015). Solunabilir büyüklükteki partiküller, alerjik astımı tetiklemeleri açısından oldukça önemlidirler. Poaceae'ye özgü alerjen ailelerinden, poligalakturonazlar olarak da bilinen, Grup 13 alerjenlerin (Phl p 13) farklı Poaceae türlerine ait kuru ve hidrate olmuş polenlerdeki lokalizasyonları FE-SEM ve TEM ile araştırılmıştır. Alerjenlerin çoğu türde duvarda bulunurken, *Phleum pratense* polenlerinde alerjenler sitoplazmada lokalize olmuştur. Phl p 13, sitoplazmada, polisakkarit parçacıkları ve henüz tarif edilmemiş mikrotübül benzeri yapılar ile ilişkilendirilmiştir. Yağmur suyu ile hidrasyondan sonra, polen tanelerinden, Phl p 13 içeren solunabilir büyüklükteki sitoplazmik parçacıkların dışarı atıldığı saptanmıştır. Ayrıca Poaceae poleni duyarlılığının belirlenmesinde Grup 13 alerjenlere spesifik IgE antikorlarının immünolojik belirteçler olarak kabul edebileceği bildirilmiştir (Grote vd. 2005).

Polen duvar yapısının alerjenitede önemli rol oynadığı birçok çalışmada belirtilmiştir. Diethart vd. (2007), alerjik polenlerin duvar yapısı incelemiştir. Betulaceae ve Poaceae gibi yüksek düzeyli alerjik polenleri olan bitkilerin büyük çoğunluğunda belirgin bir endekzin bulunmadığını belirtmişlerdir. *Ambrosia artemisiifolia* polenlerinin ise ince bir endekzin yapısına sahip olduğu saptanmıştır. Çalışmamızda *B.pendula*, *P.pratense* ve *A.artemisifolia* polenlerinde belirgin bir endekzin yapısının olmaması bu durumu desteklemektedir (Şekil 4.18, 4.31, 4.45). Ayrıca yüksek düzeyli alerjik polenlerde polenkit yapısının bulunmadığı ve nişasta, tanelerinin yüksek oranda depolandığı bildirilmiştir (Diethart vd. 2007). Bet v 1 alerjen proteininin özellikle nişasta tanelerinde ve çok az da duvarda ve Phl p 5 alerjen proteinlerinin özellikle nişasta tanelerinde ve çok az da ektekzin ve intinde bulunması bu durumu desteklemektedir. Benzer şekilde Phl p 5 alerjenleri de polende çoğunlukla nişasta tanelerinde, polisakkarit partiküllerinde ve az da olsa kolumella ile intinde yerleşmiştir. Heslop-Harrison vd. (1973), Malvaceae polenlerinin hidrate olduklarında, ekzinde yer alan proteinlerin 30 saniyede tektumdaki mikro gözeneklerden geçmeye başladığı, intinde yer alanların ise 4-5 dakika sonra salındığı belirtilmiştir. Bu gözlemler, diğer familyalarda yapılan çalışmalarla birlikte değerlendirilmiş ve angiosperm polenlerinde intinde tutulan proteinlerin her zaman erkek gametofit tarafından üretildiği, ekzindeki boşluklarda tutulanların ise tapetumdan türetilmiş yani sporofitik kökenli oldukları belirtilmiştir.

Sitokimyasal boyama yöntemleri ve immünfloresan teknikler kullanılarak alerjen proteinlerin polenlerden salınımı geçmiş çalışmalarda açıklanmaya çalışılmıştır. “Antijen E” proteinlerinin salınımı *Ambrosia* sp. ve *Cosmos bipinnatus* (Compositae) polenlerinde araştırılmıştır. Bu proteinler polen duvarında; içteki selülozik intin tabakasının germinal açıklık tarafında ve kaveada ile ektekzindeki oyuklarda olmak üzere 2 bölgede tespit edilmiştir. Antijenik materyallerin, nemli ortamla karşılaşmalarından bir dakika sonra, özellikle kaveada bulunan proteinlerin ekzinin dış duvarına doğru hareket ederek, tektumun spin yapısında yer alan mikro gözeneklerden atmosfere salındığı bildirilmiştir (Howlett vd. 1973). Kavea yapısı Asteraceae familyası için karakteristiktir. Güney Amerika’ya özgü ve deri testi panellerinde yer alan *Celtis tala* (Celtidaceae), *Phytolacca dioica* (Phytolaccaceae), *Schinopsis balansae*

(Anacardiaceae) ve *Solidago chilensis* (Asteraceae) türlerinin alerjik polenleri ışık ve elektron mikroskobu ile çalışılmıştır. *Solidago* polenlerinde kaveanın varlığı gösterilmiştir (Palazzesi vd. 2007). *Lolium perenne* polenlerinde yer alan Grup 1 alerjenleri ve Antijen A proteinleri, olgunlaşmış ve olgunlaşmakta olan polenlerde immunfloresan tekniklerle gösterilmiştir. Olgunlaşmakta olan polenlerde, alerjenler sadece sitoplazmada ve çoğunlukla da duvara yakın kısımlarında lokalize olurken, olgunlaşmış polenlerde hem sitoplazma hem de ekzinde alerjenlere rastlanmıştır (Howlett vd. 1981). Bu durum da polen gelişimi sırasında alerjen proteinlerin ekzine doğru hareketini desteklemektedir.

Bu tez çalışmasıyla, Alt a 1 alerjenine, immün etiketleme sonucunda sporlarda, özellikle en yoğun olarak sekonder duvar kısmında, ayrıca primer duvar ve septa bölme kısımlarında da az miktarda rastlanmıştır. Sitoplazmada herhangi bir etiket gözlemlenememiştir. Hiflerde ise hem sitoplazmada, hem duvarda ve hem de hücre dışında (kültür ortamında) Alt a 1 alerjenlerine rastlanmıştır (Şekil 4.57-4.58). Bu sonuçlar, yapılan daha önceki Alt a 1 immün etiketleme çalışmalarıyla benzerlik ve farklılık göstermektedir. Ibarrola vd. (2004) farklı kültür koşullarında *Alternaria* gelişimi sırasındaki majör Alt a 1 alerjen üretimini karşılaştırdıkları çalışmada, Alt a 1 alerjenlerini genç sporlarda, hem sitoplazmada hem de duvarda dağınık bir biçimde tespit etmişler, ancak sitoplazmada net, organel bazında bir nokta bildirmemişlerdir. Ayrıca genç hiflerde de çoğunlukla alerjenlerin duvarda bulunduğunu tespit etmişlerdir. Olgun hiflerde ise, etiketlenme çoğunlukla duvarda ve duvarın dışında gerçekleşmiştir. Bu durumun, olgun hiflerden ve spordan hücre dışına Alt a 1 proteinin salındığını gösterdiği bildirilmiştir.

Monoklonal antikorlarla immünohistokimyasal analiz, sporlarda ve miselyumda sitoplazma ve hücre duvarı boyunca düzenli bir etiketlenme dağılımı göstermiştir. Bizim çalışmamızdan farklı olarak, Alt a 1'in sitoplazmik lokalizasyonu tarif edilmiş, ancak hücre duvarının alerjen içermediği bildirilmiştir (Paris vd. 1991). Alt a 1 proteininin amino asit sekansı, sekresyonda görev alan 28 kalıntı (amino grubundan bir hidrojen atomu ve karboksi grubundan bir hidroksil molekülü kaybetmiş olan aminoasit birimi) dizisine sahiptir (De Vogue vd 1996). Kültürün filtratında alerjenlere

rastlanmıştır (Portnoy vd. 1993). *Aspergillus* için spor çimlenmesi sırasında da Alt a 1 salgılandığı ve hücre dışına verildiği belirtilmiştir (Sporik vd. 1993). Ibarrola vd. (2004) çalışmasında ilk kez immünohistokimyasal deneylerle Alt a 1'in kültür ortamına miselyum ve sporelerden salınması gösterilmiştir. *Alternaria* sporları akciğerin alveollerine ulaşmayacak kadar büyük olduğundan, atmosferde dağılmış spor ve miselyum parçaları, yüksek miktarlarda Alt a 1'in havaya serbest bırakılmasıyla, duyarlı hastaların mukozası ile temas halinde alerjik reaksiyonları tetikleyecektir. Nekrotrofik bir fungus olan *Alternaria brassicicola*'da tespit edilen Alt b 1, bir Alt a 1 homoloğu, proteininin, tercihen, *Arabidopsis* yaprağı üzerinde çimlenen sporelerde var olduğu, buna karşın suda çimlenen sporelerde bulunmadığı ifade edilmiştir ve Alt b 1'in nekrotrofik fungal patogenezinde bir rol oynayabileceği bildirilmiştir (Cramer ve Lawrence 2003). Bu sonuçlar, bitki yaprağı yüzeyinde çimlenme sırasında oluşan sinyallerin Alt b 1 gen ifadesinde artışı tetikleyebileceğini göstermiştir. Bu sinyal aynı zamanda besin açısından zengin ortamda oluşacağından, fungus üremesine yardımcı olan burun mukozası gibi zengin bir ortam, Alt b 1 veya Alt a 1 üretimi için tek gereklilik olabilir. Ibarrola vd. (2004) ve bizim çalışmamızda da gözlemlediğimiz hücre dışı lokalizasyon (Şekil 4.58), kültür ortamına alerjenlerin salındığını göstermiştir. Bu durum Alt a 1 proteininin şu anda bilinmeyen bir hücre dışı rol oynadığını belirtmektedir.

En güncel çalışmalardan biri olan Twaroch vd. (2012)'nin Alt a 1 ve Alt a 8 alerjenlerinin lokalizasyonunu araştırdığı çalışmada, Alt a 1, sporelerde, hücre duvarında melanin tabakasında bulunurken, sitoplazmada, hiflerde veya genç sporelerde anlamlı bir etiketleme bulunmadığı bildirilmiştir. Aksine, Alt a 8, sadece hif sitoplazmasında lokalize olmuştur. Hif sitoplazmasında, vakuol benzeri bölmeler içinde elektron yoğun alanlarda birikmiştir. Bu çalışmada Alt a 1'in sadece hücre duvarında görülmesi sitoplazma ve hücre duvarının dağınık etiketlemesini gösteren çalışmalardan elde edilen verilere zıttır. Bu durumun kültür koşullarından kaynaklanmış olabileceğini (Paris vd. 1991, Ibarrola vd. 2004) ve çalışmalarında doğal büyüme koşullarını taklit eden bir ortam kullandıklarını, diğer çalışmalarda ise *A.alternata*'nın yapay sıvı kültür koşulları altında yetiştirildiğini bildirmişlerdir. Bu bağlamda, son zamanlarda, farklı kültür koşullarının, fungusların alerjenitesini etkileyebilecek bir hidrofobik tabakanın oluşumunu etkileyebileceği gösterilmiştir (Aimainanda vd. 2009). Ayrıca, sıvı

ortamdaki büyümenin, Alt a 1'in salınmasına neden olması da mümkündür. Sıvı kültürlerin, hidrasyondan dolayı, polen/spor tanelerinden alerjenlerin difüzyonuna neden olduğu düşünülen bir olgudur (Grote vd. 1999). Twaroch vd. (2012)'nin çalışması ve bizim çalışmamızda spor duvarındaki Alt a1'in lokalizasyonu, Alt 1'in spor çimlenmesi ile ilgili bir fonksiyonu olabileceği olgusunu düşündürmektedir (Mitakakis vd. 2001). *A. alternata* için bugüne kadar toplam 16 alerjen izole edilmiştir. Bunlardan bazılarının enzimatik fonksiyonları bildirilmiştir. Ancak henüz Alt a 1'in biyolojik işlevi bildirilmemiştir (Kustrzeba vd. 2014). Alt a 1 in biyolojik fonksiyonunun tanımlanması alerjenin potansiyel kontrolü için yeni fikirler sağlayacaktır ve hastaların *Alternaria* alerjenlerine karşı nasıl duyarlı hale getirildiği sorusuna cevap vermeye yardımcı olabilecektir.

Sonuç olarak, bu tez çalışması ülkemizdeki öncü çalışmalardan olmakla beraber, aeroalerjen dağılımı ve taşınımı konusunda önemli sonuçlar ifade etmektedir. Örneğin atmosferik polen içeriğinin alerjen içeriğini yansıtmadığı ve bu konuda örnekleme istasyonunun coğrafik yapısının oldukça önemli olduğu ortaya konmuştur. Ayrıca polen, spor ve aeroalerjenlerin atmosferdeki dağılımlarını, dinamiklerini ve konsantrasyonlarını etkileyen birçok parametre mevcuttur. Yapılan bu tez çalışması ile metropol kentlerde, çevresel faktörler ve hava kirliliği başta olmak üzere bu parametrelerin etkisi dikkate alınarak geliştirilecek modellemeler ile sağlık alanında alınacak önlemlerin veya stratejilerin geliştirilmesine yönelik bilgiler ortaya konması amaçlanmıştır. Öte yandan istilacı *A. artemisiifolia* bitkisinin henüz Ankara il sınırları içerisinde varlığı gösterilmemesine rağmen, gerek polen başına düşen alerjen miktarları gerekse toplam alerjen ve polen konsantrasyonu bakımından şu an için olmasa bile önümüzdeki yıllarda alerjik bireyler için tehdit unsuru olabileceği ön görülmektedir. Bu nedenle *Ambrosia* polenlerinin ve alerjenlerinin her yıl düzenli takibi önem arz etmektedir. Ayrıca, immün etiketleme çalışmaları ile Bet v 1 alerjeninin literatürle paralel bir şekilde özellikle nişasta tanelerinde bulunduğu, Phl p 5 alerjen proteinlerinin bir kısmının ise orbiküllerde taşındığı gösterilmiştir. İlk kez bu tez çalışması ile Amb a 1 alerjeninin polende ektekinde, kaveada ve sitoplazma içinde endoplazmik retikulumun etrafında lokalize olduğu tespit edilmiştir. Alt a 1 alerjen proteininin ise hem spor hem de hiflerde yer alarak alerjik reaksiyonları tetiklediği vurgulanmıştır.

KAYNAKLAR

- Abdulrahman, A., Aruofor, O.S., Garuba, T., Kolawole, O.S., Olan, G.S. and Oladele, F.A. 2015. Aeropalynological Investigation of the University of Ilorin, Ilorin, Nigeria. *Journal of Applied Sciences and Environmental Management*, 19(1), 53-63.
- Abreu, I., Ribeiro, H., and Cunha, M. 2003. An aeropalynological study of the Porto region (Portugal). *Aerobiologia*, 19(3-4), 235-241.
- Acar, A. 2013. Ankara ve Kayseri illeri atmosferik polenlerinin araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 195 s.
- Acar, A., Pınar, N.M., Şafak, F. and Silici, S. 2016. Analysis of airborne pollen grains in Kayseri, Turkey. *Karaelmas Fen ve Mühendislik Dergisi*, 5(2), 79-88.
- Acar, A., Alan, Ş., Kaplan, A., Baysal, E. Ö., Doğan, C. and Pınar, N.M. 2017. General trends in atmospheric pollen concentration in the high populated city of Ankara, Turkey, *Karaelmas Fen ve Mühendislik Dergisi*, 7(1), 40-46.
- Accorsi, C.A., Mercuri, A.M., Torri, P., Bandini-Mazzanti, M. and Trevisan-Grandi G. 1998. The 2- hourly airborne pollen monitoring station, University of Modena (Botanical Garden /Geophysical Observatory) and the 1994 example pollen calendar. *Atti della Societa dei Naturalisti e Matematici di Modena*, 28, 5-52.
- Ackaert, C., Kofler, S., Horejs-Hoeck, J., Zulehner, N., Asam, C., von Grafenstein, S., Fuchs, J., Briza, P., Liedl, K., Bohle, B., Ferreira, F., Brandstetter, H., Oostingh, G and Duschl, A. 2014. The impact of nitration on the structure and immunogenicity of the major birch pollen allergen Bet v 1.0101. *PloS One*, 9(8), e104520.
- Agarwal, M.K., Swanson, M.C., Reed, C.E., Yunginger, J.W. 1984. Airborne ragweed allergens: association with various particle sizes and short ragweed plant parts. *Journal of Allergy and Clinical Immunology*, 74, 687-693.
- Agashe, S.N. and Caulton, E. 2009. Pollen and spores. Applications with special emphasis on aerobiology and allergy. CRC Press, 167-224.
- Agnew, M., Banic, I., Lake, I., Goodess, C., Grossi, C., Jones, N., Plavec, D., Epstein, M. and Turkalj, M. 2018. Modifiable Risk Factors for Common Ragweed (*Ambrosia artemisiifolia*) Allergy and Disease in Children: A Case-Control Study. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 15(7), 1339.
- Aira, M.J., Rojas, T.I., Jato, V. 2002. Fungi associated with three houses in Havana (Cuba). *Grana*, 41(2), 114-118.

- Aira, M.J., Chávez, M.A., Fernández-González, M., Rodríguez-Rajo, F.J. 2018. Pollen diversity in the atmosphere of Havana, Cuba. *Aerobiologia*, 34(3), 389-403.
- Akaydın, G. 1996. Ankara Şehir Florası. Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Akaydın, G. ve Erik, S. 1998. Ankara şehir florasındaki endemik bitkilerin tehlike sınıfları açısından değerlendirilmesi. XIV. Ulusal Biyoloji Kongresi Bildiri Kitabı, I, 265-276, Samsun.
- Akaydın, G. and Erik, S. 2002. Flora of Ankara city. *Hacettepe Journal of Biology and Chemistry*, 31, 35-93.
- Akaydın, G. 2011. Hacettepe Üniversitesi Beytepe Bitkileri. Hacettepe Üniversitesi Yayınları, Ankara.
- Akdeniz, S. 2009. Ayaş-Kazan-Yenikent Arasında Kalan Bölgenin Florası (Ankara/Türkiye). Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Akdoğan, G.E. 2017. Kars İli Atmosferik Polenlerinin Volumetrik Yöntemle Belirlenmesi. Doktora tezi, Kafkas Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kars.
- Akgül, H. Yılmazkaya, D., Akata, I., Tosunoğlu, A. and Bıçakçı, A. 2016. Determination of airborne fungal spores of Gaziantep (SE/Turkey). *Aerobiologia*, 32(3), 441-452.
- Akman, Y. 1972. Flora of the Beynam forest. *Communications De La Faculte Des Sciences. De L'universite D'ankara, Series C*, 16, 1-27.
- Akman, Y. 2011. İklim ve Biyoiklim. Palme Yayıncılık. Ankara.
- Al- Eisawi, D. and Dajani, B. 1988. Airborne pollen of Jordan. *Grana*. 27, 219-227.
- Alan, Ş. 2004. Zonguldak İli Atmosferinin Polen ve Spor Analizi (2003-2004). Yüksek Lisans Tezi, Zonguldak Karaelmas Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Zonguldak.
- Alan, Ş., Yıldırım, Ö., Pınar, N. M., Seçil, D., Keçeli, T., Çeter, T., Mısırlıgil, Z. 2009. *Betula pendula* Roth (syn= *B. verrucosa*) polenine duyarlı hastalarda IgE reaktivite profilleri. *Astım Allerji İmmünoloji*, 7(2), 100-105.
- Alan, Ş., Şahin, A.A., Sarışahin, T., Şahin, S., Kaplan, A., Pınar, N.M. 2018. The effect of geographical and climatic properties on grass pollen and Phl p 5 allergen release. *International Journal of Biometeorology*, 1-13.
- Alan, Ş., Sarışahin, T., Şahin, A.A., Kaplan, A., Erdoğan, İ., and Pınar, N.M. 2019. A new method to quantify atmospheric Poaceae pollen DNA based on the trnT-FcpDNA region. *Turkish Journal of Biochemistry*. <https://doi.org/10.1515/tjb-2018-0020>

- Albertine, J.M., Manning, W.J., DaCosta, M., Stinson, K.A., Muilenberg, M.L., Rogers, C.A. 2014. Projected carbon dioxide to increase grass pollen and allergen exposure despite higher ozone levels. PLoS One 9, e111712.
- Albertini, R., Ciancianaini, P., Pinelli, S., Ridolo, E. and Dall'Aglio, P. 2001. Pollens in Parma 1995 to 2000. Allergy, 56(12), 1232-1233.
- Al-Doory, Y., Domson, J.E., Howard, W.A., Sly, R.M. 1980. Airborne fungi and pollens of the Washington, DC Metropolitan Area, Annals of Allergy, 55, 794-801.
- Aliç, D. 1993. Elmadağ, Bayındır ve Beynam Arasında Kalan Bölgenin Florası. Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Altın, R., Çelik, A., Öztürk, S. 1998. Çankırı atmosferindeki *Cladosporium* ve *Alternaria* sporlarının saptanması, VIII. Ulusal Alerji ve Klinik İmmunoloji Kongresi, İzmir.
- Altıntaş, D.U., Karakoç, G., Yılmaz, M., Pınar, N.M., Kendirli, S. 2004. Relationship between pollen counts and weather variables in East-Mediterranean coast of Turkey. Clinical ve Developmental Immunology, 11(1), 87-96.
- Altınözlü H. ve Vural, M. 2000. İmrahor (Ankara) vadisi florası. Ot Sistematik Botanik Dergisi, 7 (1), 29-53.
- Anderson, E.F., Dorsett, C.S and Flemming, E.O. 1978. A survey of allergenic airborne pollen and spores in the fairbanks area. Alaska, Annals of Allergy, 52, 26-31.
- Annesi-Maesano, I., Rouve, S., Desqueyroux, H., Jankovski, R., Klossek, J.M., Thibaudon, M., Demoly, P., Didier, A. 2012. Grass pollen counts, air pollution levels and allergic rhinitis severity. International archives of allergy and immunology, 158, 397-404.
- Anonim. 2011. 1: 2.000.000 Ölçekli Ankara ve Çevresi Fiziki Haritası. Çevresel Etki Değerlendirmesi ve Planlama Şube Müdürlüğü, Ankara.
- Anonim. 2018a. Web sitesi: <http://cografya.sitesi.web.tr/haritalar/bos-haritalar/bos-turkiye-haritasi-5/> Erişim Tarihi: 20 Mart 2018
- Anonim 2018b. Web sitesi: http://www.tuik.gov.tr/PreTablo.do?alt_id=1001 Erişim Tarihi: 1 Şubat 2018)
- Arıhan, O. ve Güvenç, A. 2009. Ankara çevresinde yetişen söğüt (*Salix L.*) türleri. Ot Sistematik Botanik Dergisi, 16 (1), 15-52.
- Armutçuoğlu, Ş. 2015. Muğla ili (Merkez) atmosferik polenleri, Doktora Tezi, Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Muğla.

- Arslan, M. and Barış, M.E. 2012. Ankara Park ve Bahçeleri Egzotik Ağaç ve Çalıları. Ankara Büyükşehir Belediyesi Çevre Koruma ve Kontrol Dairesi Başkanlığı. Hilal Form Matbaacılık, Ankara.
- Asam, C., Hofer, H., Wolf, M., Aglas, L. and Wallner, M. 2015. Tree pollen allergens-an update from a molecular perspective. *Allergy*, 70 (10), 1201-1211.
- Asan, A., İlhan, S., Sen, B., Erkara, I. P., Filik, C., Cabuk, A., Demirel, R., Türe, M., Sarıca Ökten, S. and Tokur, S. 2004. Airborne fungi and actinomycetes concentrations in the air of Eskisehir City (Turkey). *Indoor and Built Environment*, 13(1), 63-74.
- Aslan, S. 2007. Kıbrıs Köyü Vadisi Florası. Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü. Ankara.
- Aslan, S. ve Vural, M. 2009. Flora of Kıbrıs Köyü valley (Mamak-Ankara, Turkey). *Biol. Diversity Conservation*, 2 (3), 34-64.
- Atalay, Y. 2002. Türkiye'nin Ekolojik Bölgeleri, Orman Bakanlığı Yayınları, Sayı: 163, Meta Basımevi, Bornova-İzmir.
- Atkinson, H.R. and Larsson, K.A. 1990. A 10-year record of the arboreal airborne pollen in Stockholm, Sweden. *Grana*, 29, 229-237.
- Avolio, E., Pasqualoni, L., Federico, S., Fornaciari, M., Bonofiglio, T., Orlandi, F., Bellecci, C. and Romano, B. 2008. Correlation between large-scale atmospheric fields and the olive pollen season in Central Italy. *International Journal of Biometeorology*, 52(8), 787.
- Aydogdu, H. and Asan, A. 2008. Airborne fungi in child day care centers in Edirne City, Turkey. *Environmental monitoring and assessment*, 147(1-3), 423-444.
- Aytuğ, B., Aykut, S., Merev, N., Edis, G. 1971. İstanbul bitkilerinin polen atlası. İ.Ü.Orman Fakültesi Yayınları, İstanbul.
- Aytuğ, B. 1973. İstanbul yöresinin polinizasyon takvimi, İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, Seri A, 23 (1), 1-33.
- Aytuğ, B., Aykut, S., Merev, N., and Gülten, E. 1974. Belgrat Ormanı'nın ve İstanbul Çevresi Bitkilerinin Polinizasyon Olayının Tesbiti ve Değerlendirilmesi. TBTA Yayınları, Sayı 221, TOAG Seri No: 29, Ankara.
- Ayvaz, A. 2001. Trabzon Atmosferindeki Aeroallerjenlerin Mevsimsel Dağılımı ve Çocukluk Çağı Solunum Yolu Allerjilerindeki Klinik Önemi, Uzmanlık Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi Tıp Fakültesi Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları Anabilim Dalı, Trabzon.
- Ayvaz, A., Baki, A., Doğan, C. 2008. Trabzon atmosferindeki aeroallerjenlerin mevsimsel dağılımı. *Astım Allerji İmmünoloji*, 6, 11-16.

- Bainbridge, A. and Brent, K.J. 1999. John Malcolm Hirst 20 April 1921-30 December 1997. *Biographical Memoirs of Fellows of the Royal Society*, London, 45, 219-238.
- Barnes, P. J. 2007. New molecular targets for the treatment of neutrophilic diseases. *Journal of Allergy and Clinical Immunology*, 119(5), 1055-1062.
- Barnes, P. J. 2008. The cytokine network in asthma and chronic obstructive pulmonary disease. *The Journal of Clinical Investigation*, 118(11), 3546-3556.
- Bartra, J., Mullol, J., Del Cuvillo, A., Dávila, I., Ferrer, M., Jáuregui, I., Montoro, J., Sastre, J., Valero, A. 2007. Air pollution and allergens. *Journal of Investigation of Allergology and Clinical Immunology*, 17, 3–8.
- Baschong, W., Suetterlin, R., Laeng, R.H. 2001. Control of autofluorescence of archival formaldehyde-fixed, paraffin-embedded tissue in confocal laser scanning microscopy (CLSM). *Journal of Histochemistry and Cytochemistry*, 49, 156–157
- Bastl, K., Kmenta, M., Pessi, A.M., Prank, M., Saarto, A., Sofiev, M., Bergmann, K.C., Buters, J.T.M., Thibaudon, M., Jager, S. and Berger, U. 2016. First comparison of symptom data with allergen content (Bet v 1 and Phl p 5 measurements) and pollen data from four European regions during 2009-2011. *Science of the Total Environment*, 548, 229-235.
- Baş, Z.B. 2001. Orta Doğu Teknik Üniversitesi Kampüs Florası. Yüksek Lisans Tezi. Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara
- Bauchau, V. and Durham, S.R. 2004. Prevalence and rate of diagnosis of allergic rhinitis in Europe. *European Respiratory Journal*, 24, 758–764.
- Bavbek, S., Erkeköl, F.Ö., Çeter, T., Mungan, D., Özer, F., Pinar, M. and Misirligil, Z. 2006. Sensitization to *Alternaria* and *Cladosporium* in patients with respiratory allergy and outdoor counts of mold spores in Ankara atmosphere, Turkey. *Journal of Asthma*, 43(6), 421-426.
- Beggs, P.J. and Bambrick, H.J. 2005. Is the global rise of asthma an early impact of anthropogenic climate change? *Environmental health perspectives*, 113, 915-919.
- Behrendt, H., Tomczok, J., Sliwa-Tomczok, W., Kasche, A., von Eschenbach, C.E., Becker, W.M., and Ring, J. 1999. Timothy grass (*Phleum pratense* L.) pollen as allergen carriers and initiators of an allergic response. *International Archives of Allergy and Immunology*, 118(2-4), 414-418.
- Belin, L. and Rowley, J.R. 1971. Demonstration of birch pollen allergen from isolated pollen grains using immunofluorescence and single radial immunodiffusion technique. *International Archives of Allergy and Applied Immunology*, 40, 754-769

- Bellomo, R., Holmes, P., Gigliotti, P., Treloar, A., Suphioglu, C., Singh, M. B., and Knox, B. 1992. Two consecutive thunderstorm associated epidemics of asthma in the city of Melbourne The possible role of rye grass pollen. *Medical Journal of Australia*, 156(12), 834-837.
- Bianchi, M.M. and Olabuenaga, S.E. 2006. A 3-year Airborne pollen and fungal spores record in San Carlos de Bariloche, Patagonia, Argentina, *Aerobiologia*, 22, 247-257.
- Bıçakçı, A., Malyer, H. and Sapan, N. 1997. Airborne pollen concentration in Görükle campus (Bursa) 1991-1992. *Turkish Journal of Botany*, 21, 145-153.
- Bıçakçı, A., Canitez, Y., Sapan, N., Malyer, H. 1999. Allergenic Spores of *Cladosporium* and *Alternaria* in the Atmosphere of Inegol (Bursa), *Allergy: European Journal of Allergy and Clinical Immunology, Supplement*, 54.
- Bıçakçı, A. and Akyalcin, H. 2000. Analysis of airborne pollen fall in Balıkesir, Turkey, 1996-1997. *Annals of Agricultural and Environmental Medicine*, 7(1), 5-10.
- Bıçakçı, A., Ergun S., Tatlıdil, S., Malyer, H., Ozyurt, S., Akaya, A. and Sapan, N. 2002. Airborne pollen grains of Afyon, Turkey. *Acta Botanica Sinica*, 44, 1371- 1375.
- Bıçakçı, A. 2006. Analysis of airborne pollen fall in Sakarya, Turkey, *Biologia*, 61(4), 457-461.
- Bıçakçı, A., Altunoğlu, M. K., Bilişik, A., Çelenk, S., Canitez, Y., Malyer, H., and Sapan, N. 2009. Airborne pollen grains of Turkey. *Asthma Allergy Immunology*, 7(1), 11-17.
- Bıçakçı, A. and Tosunoğlu, A. 2015. Allergenic Ambrosia (Ragweed) Pollen Concentrations in Turkey. *Asthma Allergy Immunology*, 13, 33-46.
- Bıçakçı, A., Tosunoglu, A., Altunoglu, M.K., Saatcioglu, G., Keser, A.M. and Ozigokce, F. 2017. An aeropalynological survey in the city of Van, a high altitudinal region, East Anatolia-Turkey. *Aerobiologia*, 33(1), 93-108.
- Bıçakçı, A. and Tosunoğlu, A. 2019. Allergenic Pollen in Turkey. *Asthma Allergy Immunology*, 17, 1-19.
- Blackley, C.H. 1873. Experimental researches on the causes and nature of Catarrhus Aestivus (Hay Fever or Hay Asthma). Baillière, Tindall and Cox, London, (Reprinted: Dawson, London, 1959)
- Blackmore, S. and Barnes, S.H. 1986. Harmomegathic mechanisms in pollen grains. Pages 137-149 in S Blackmore, IK Ferguson, eds. *Pollen and spores: form and function*. Linnean Society Symposium Series, Academic Press, London.

- Blume, C., Reale, R., Held, M., Millar, T.M., Collins, J.E., Davies, D.E., Morgan, H. and Swindle, E.J. 2015. Temporal monitoring of differentiated human airway epithelial cells using microfluidics. *PLoS One*, 10(10), e0139872.
- Boissier, E. (1865-1888). *Flora Orientalis*. supplement by Buser R., 1-5. Geneve.
- Boldogh, I., Bacsi, A., Choudhury, B.K., Dharajiya, N., Alam, R., Hazra, T.K., Mitra, S., Goldblum, R.M. and Sur, S. 2005. ROS generated by pollen NADPH oxidase provide a signal that augments antigen-induced allergic airway inflammation. *The Journal of clinical investigation*, 115(8), 2169-2179.
- Boral, D. and Bhattacharya, K. 2000. Allergenicity and biochemistry of three pollen types in Berhampore Town of West Bengal, India, *Aerobiologia*, 16, 417-422.
- Bousquet, P.J., Chinn, S., Janson, C., Kogevinas, M., Burney, P., Jarvis, D. 2007. Geographical variation in the prevalence of positive skin tests to environmental aeroallergens in the European Community Respiratory Health Survey I. *Allergy* 62, 301–309.
- Breiteneder, H., Pettenburger, K., Bito, A., Valenta, R., Kraft, D., Rumpold, H., Scheiner, O. and Breitenbach, M. 1989. The gene coding for the major birch pollen allergen Bet v 1, is highly homologous to a pea disease resistance response gene. *The EMBO journal*, 8(7), 1935-1938.
- Brito, F.F., Gimeno, P.M., Carnés, J., Martín, R., Fernández-Caldas, E., Lara, P., López-Fidalgo, J., Guerra, F. 2011. *Olea europaea* pollen counts and aeroallergen levels predict clinical symptoms in patients allergic to olive pollen. *Annals of Allergy, Asthma ve Immunology*, 106, 146–152.
- Brough, H.A., Santos, A.F., Makinson, K., Penagos, M., Stephens, A.C., Douiri, A. and Lack, G. 2013. Peanut protein in household dust is related to household peanut consumption and is biologically active. *Journal of Allergy and Clinical Immunology*, 132(3), 630-638.
- Buller, A.H.R. 1915. Micheli and the discovery of reproduction in fungi, *Transactions of the Royal Society of Canada, Series 3*, 9(4), 1-25.
- Bullock, W. 1938. *The History of Bacteriology*, Clarendon Press, Oxford, 422.
- Bullock, J.M., Chapman, D., Schafer, S., Roy, D., Girardello, M., Haynes, T. and Beal, S. 2010. Assessing and Controlling the Spread and the Effects of Common Ambrosia in Europe.
- Burbach, G. J., Heinzerling, L. M., Röhnelt, C., Bergmann, K. C., Behrendt, H., and Zuberbier, T. 2009. Ragweed sensitization in Europe—GA2LEN study suggests increasing prevalence. *Allergy*, 64(4), 664-665.
- Burch, M., and Levetin, E. 2002. Effects of meteorological conditions on spore plumes. *International Journal of Biometeorology*, 46(3), 107-117.

- Bursalı B., Doğan C., Çeter T., Alan Ş., Aşçı B., Pınar N.M., Işık R. 2006. Airborne pollen concentration in Ankara, Adana, Diyarbakir, Turkey, 2004-2005, 8th International Congress on Aerobiology, Neuchâtel, Switzerland, August 21-25.
- Buters, J., Prank, M., Sofiev, M., Pusch, G., Albertini, R., Annesi-Maesano, I. Antunes, C., Behrendt, H., Berger, U., Brandao, R., Celenk, S., Galan, C., Grewling, L., Jackowiak, B., Kennedy R., Rantio-Lehtimäki, A., Reese, G., Sauliene, I., Cecchi, L. 2015. Variation of the group 5 grass pollen allergen content of airborne pollen in relation to geographic location and time in season. *Journal of Allergy and Clinical Immunology*, 136(1), 87-95.
- Buters, J., Schmidt-Weber, C. and Oteros, J. 2018. Next-generation pollen monitoring and dissemination. *Allergy*, 73(10), 1944-1945.
- Buters, J.T., Thibaudon, M., Smith, M., Kennedy, R., Rantio-Lehtimäki, A., Albertini, R., Reese, G., Weber, B., Galan, C., Brandao, R., 2012. Release of Bet v 1 from birch pollen from 5 European countries. Results from the HIALINE study. *Atmospheric Environment*, 55, 496–505.
- Buters, J.T.M., Weichenmeier, I., Ochs, S., Pusch, G., Kreyling, W., Boere, A.J.F., Schober, W., Behrendt, H., 2010. The allergen Bet v 1 in fractions of ambient air deviates from birch pollen counts. *Allergy*, 65, 850–858.
- Buttenschön, R. M., Waldispühl, S., & Bohren, C. 2010. Guidelines for management of common ragweed, *Ambrosia artemisiifolia*.
- Bülbül, A.Ş. 2004. Hüseyingazi Dağı (Ankara) Florası. Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gazi Üniversitesi, Ankara.
- Bülbül, A.Ş., Çeter, T. and Hüseyin, E. 2011. Kırşehir atmosferi mantar sporları konsantrasyonu ve meteorolojik faktörlerin etkisi. *Astım Allerji İmmünoloji*, 9(3), 154-165.
- Calderon-Ezquerro, M. C., Guerrero-Guerra, C., Galán, C., Serrano-Silva, N., Guidos-Fogelbach, G., Jiménez-Martínez, M. C., Larenas-Linnemann, D., Lopez Espinosa E.D and Ayala-Balboa, J. 2018. Pollen in the atmosphere of Mexico City and its impact on the health of the pediatric population. *Atmospheric Environment*, 186, 198-208.
- Caramiello, R., Polini, V., Siniscalco, C., Mincigrucci, G., Romano, B., Frenguelli, G. and Bricci, E. 1985. Comparison between airborne pollens in Torino and Perugia (Italy) 1982-1984, *Aerobiologia*. 1, 39-45.
- Caramiello, R., Pol,ni, V., Siniscalco, C. and Mercalli, L. 1990. A polen calender from Turin (1981-1988) with refence to geography and climate. *Grana*, 29, 239- 249.
- Carinanos, P., Emberlin, J., Galán, C., ve Dominguez-Vilches, E. 2000. Comparison of two pollen counting methods of slides from a Hirst type volumetric trap. *Aerobiologia*, 16, 339-346.

- Carinanos, P., Sánchez-Mesa, J. A., Prieto-Baena, J. C., Lopez, A., Guerra, F., Moreno, C., ve Galan, C. 2002. Pollen allergy related to the area of residence in the city of Córdoba, south-west Spain. *Journal of Environmental Monitoring*, 4, 734-738.
- Carslaw, D.C. and Ropkins, K. 2012. Openair- an R package for air quality data analysis. *Environmental Modelling & Software*, 27, 52-61.
- Cecchi, L. 2013. From pollen count to pollen potency: the molecular era of aerobiology. *European Respiratory Journal*, 42, 898-900.
- Cecchi, L., D'amato, G., Annesi-Maesano, I. 2018. External exposome and allergic respiratory and skin diseases. *Journal of Allergy and Clinical Immunology*, 141, 846–857.
- Ceylan, T. 1996. Ankara havasında bulunan *Cladosporium* ve *Alternaria* sporlarının konsantrasyonu ve bu konsantrasyona meteorolojik faktörlerin etkisi (1992-1993) Doktora tezi, Ankara Üniversitesi, Ankara.
- Chen, S.H. and Chien, M.C. 1986. Two year investiagtion of the airborne polen at Nankang Taipei (Taiwan), Reprinted without change of paging from Tiwania. 31, 33-40.
- Choi, W.B., Chung, D.S., Kang, J.H., Kim, H.Y., Jin, Y.W., Han, I.T., Lee, Y.H., Jung, J.E., Lee, N.S., Park G.S, and J.M. Kim 1999. Fully sealed, high-brightness carbon-nanotube field-emission display. *Applied Physics Letters*, 75(20), 3129-3131.
- Clary, J., Savé, R., Biel, C. and De Herralde, F. 2004. Water relations in competitive interactions of Mediterranean grasses and shrubs. *Annals of Applied Biology*, 144(2), 149-155.
- Clot, B. 2003. Trends in airborne pollen: an overview of 21 years of data in Neuchâtel (Switzerland), *Aerobiologia*. 19, 227-234.
- Corsico, R., Cinti, B., Feliziani, V., Galesio, M.T., Liccardi, G., Loreti, A., Lugo, G., Marcucci, F., Marcer, G., Meriggi, A., Minelli, M., Gherson, G., Nardi, G., Negrini, A.C., Piu, G., Passaleva, A., Pozzan, M., D'Ambrosio, F.P., Venuti, A., Zanon, P., Zerboni, R. 1998. Prevalance of sensitization to alternaria in allergic patients in Italy. *Annals of Allergy Asthma and Immunology*, 80, 71-76.
- Cortegano, I., Civantos, E., Aceituno, E., Del Moral, A., Lopez, E., Lombardero, M., Del Pozo, V., Lahoz, C. 2004. Cloning and expression of a major allergen from *Cupressus arizonica* pollen, Cup a 3, a PR-5 protein expressed under polluted environment. *Allergy*, 59, 485–490.
- Cramer, R.A. and Lawrence, C.B. 2003. Cloning of a gene encoding an Alt a 1 isoallergen differentially expressed by the necrotrophic fungus *Alternaria brassicicola* during *Arabidopsis* infection. *Applied and environmental microbiology*, 69(4), 2361-2364.

- Crouzy, B., Stella, M., Konzelmann, T., Calpini, B. and Clot, B. 2016. All-optical automatic pollen identification: towards an operational system. *Atmospheric Environment*, 140, 202-212.
- Cunningham, D.D. 1873. *Microscopic Examinations of Air*, Government Printer, Calcutta, 58.
- Çakır, E.G., Akdoğan, G.E. and Meral, G. 2015. The flora of Sarıçalı Mountain and arounds (Nallıhan, Ankara/Turkey). *Biodicon*, 8 (3), 267-289.
- Çalışkan, G. 2008. Kurtboğazi Barajı Havzası (Ankara) Florası. Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Çelenk, S. and Bıçakçı, A. 2005. Aerobiological investigation in Bitlis, Turkey. *Annals of Agricultural Environmental Medicine*, 12, 87-93.
- Çelenk, S., Bıçakçı, A., Tamay, Z., Guler, N., Altunoglu, M. K., Canitez, Y., ... and Ones, U. 2010. Airborne pollen in European and Asian parts of Istanbul. *Environmental Monitoring and Assessment*, 164, 391-402
- Çelenk, S. and Malyer, H. 2017. The occurrence of *Ambrosia* pollen in the atmosphere of Northwest Turkey: investigation of possible source regions. *International Journal of Biometeorology*, 61(8), 1499-1510.
- Çelik, G., Mungan, D., Bavbek, S., Sin, B., Ediger, D., Demirel, Y., Misirligil, Z. 1999. The prevalence of allergic diseases and atopy in Ankara, Turkey: a two-step population-based epidemiological study. *Journal of Asthma*, 36, 281-290.
- Çelik, G., Mungan, D., Abadoğlu, Ö., Pınar, N.M., Mısırlıgil, Z. 2004. Direct cost assessments in subjects with seasonal allergic rhinitis living in Ankara, Turkey. *Allergy and Asthma Proceedings*, 25, 107-113.
- Çelik, İ. 2013. Yassıhöyük (Gordion) Florası (Polatlı/Ankara). Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Çeter, T. 2004. Ankara havasında bulunan fungus sporlarının cinsleri ve bunların meteorolojik faktörlerle değişimi (2003-2004). Yüksek lisans tezi, Fen bilimleri Enstitüsü, Ankara Üniversitesi. Ankara.
- Çeter, T., Alan, Ş., Pınar, N.M., Altıntaş, D.U. 2006. Airborne spore concentration in Adana Turkey, 2004, In *The 8th International Congress on Aerobiology*, Neuchatel, Switzerland, 211.
- Çeter, T. 2008. Kastamonu ili (Merkez) atmosferi polen ve sporları ve bunların meteorolojik faktörlerle değişimi (Ocak 2006-Aralık 2007). Doktora tezi, Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Çeter T. ve Pınar N.M. 2009. Türkiye’de yapılan atmosferik fungus spor çalışmaları ve kullanılan yöntemler. *Asthma Allergy and Immunology*, 7, 3-10.

- Çeter, T., Pinar, N., Altintas, D., Kendirli, S.G., Kilic, M. 2010. Annual analysis of correlations between atmospheric fungal spore concentrations, meteorological parameters, asthma and rhinitis scores in Adana, Turkey, *Allergy: European Journal of Allergy and Clinical Immunology*, 65, 167-168.
- Çeter, T., Pinar, N.M., Güney, K., Yıldız, A., Aşçı, B., Smith, M. 2012. A 2-year aeropalynological survey of allergenic pollen in the atmosphere of Kastamonu, Turkey. *Aerobiologia*, 28, 355–366.
- Çetin, E. 2015. Ardahan ili atmosferik polenlerinin belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Kafkas Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ardahan.
- Çetik, R. ve Düzenli, A. 1975. Kepekli Boğazı (Ankara) Ağaçlandırma Alanının Fitososyolojik ve Fitoekolojik Yönden İncelenmesi, *Orman Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 2, 20- 44.
- Çolakoğlu G. 1996. Fungal spore concentrations in the atmosphere at the Anatolia quarter of İstanbul, Turkey. *Journal of Basic Microbiology*, 36, 155-62.
- Dahl, Å., Galán, C., Hajkova, L., Pauling, A., Sikoparija, B., Smith, M., & Vokou, D. 2013. The onset, course and intensity of the pollen season. In *Allergenic pollen* (pp. 29-70). Springer, Dordrecht.
- D'Amato, G., Cocceg, G., Liccardi, G. and Melillo, G. 1983. A study on airborne allergenic pollen content of the atmosphere of Naples. *Clinical and Experimental Allergy*, 13(6), 537-544.
- D'Amato, G., Cecchi, L., Bonini, S., Nunes, C., Annesi-Maesano, I., Behrendt, H., Liccardi, G., Popov, T. and Van Cauwenberge, P. 2007. Allergenic pollen and pollen allergy in Europe. *Allergy*, 62(9), 976-990.
- D'amato, G. and Cecchi, L. 2008. Effects of climate change on environmental factors in respiratory allergic diseases. *Clinical and Experimental Allergy*, 38, 1264-1274.
- D'amato, G., Vitale, C., D'amato, M., Cecchi, L., Liccardi, G., Molino, A., Vatrella, A., Sanduzzi, A., Maesano, C., Annesi-Maesano, I., 2016. Thunderstorm-related asthma: what happens and why. *Clinical and Experimental Allergy*, 46, 390-396.
- Damialis, A., Gioulekas, D., Lazopoulou, C., Balafoutis, C., Vokou, D. 2005. Transport of airborne pollen into the city of Thessaloniki: the effects of wind direction, speed and persistence. *International Journal of Biometeorology*, 49(3), 139-145.
- Darrow, L.A., Hess, J., Rogers, C.A., Tolbert, P.E., Klein, M., Sarnat, S.E. 2012. Ambient pollen concentrations and emergency department visits for asthma and wheeze. *Journal of Allergy and Clinical Immunology*, 130, 630-638. e4.
- Darwin, C. 1846. An account of the Fine Dust which often falls on Vessels in the Atlantic Ocean. *Quarterly Journal of the Geological Society*, 2(1-2), 26-30.

- De Linares, C., Nieto-Lugilde, D., Alba, F., Díaz de la Guardia, C., Galán, C., Trigo, M.M. 2007. Detection of airborne allergen (Ole e 1) in relation to *Olea europaea* pollen in Spain. *Clinical ve Experimental Allergy*, 37, 125–132.
- Delfino, R.J., Coate, B.D., Zeiger, R.S., Seltzer, J.M., Street, D.H., Koutrakis, P. 1996. Daily asthma severity in relation to personal ozone exposure and outdoor fungal spores. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*, 154,633e641
- Delfino, R.J., Zeiger, R.S., Seltzer, J.M., Street, D.H., Matteucci, R.M., Anderson, P. R., Koutrakis, P. 1997. The effect of outdoor fungal spore concentrations on daily asthma severity, *Environmental health perspectives*, 105(6), 622.
- Demir, C.C. 2017. Sinop İli (Merkez) Atmosferindeki Polenlerin Araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Sinop Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Sinop.
- De Weger, L.A., Bergmann, K.C., Rantio-Lehtimäki, A., Dahl, Å., Buters, J., Déchamp, C., Belmonte, J., Thibaudon, M., Cecchi, L., Besancenot, J.P. 2013. Impact of pollen, in: *Allergenic Pollen*. Springer, 161–215.
- Dharajiya, N.G., Bacsı, A., Boldogh, I., Sur, S., 2007. Pollen NAD(P)H oxidases and their contribution to allergic inflammation. *Immunology and Allergy Clinics of North America*, 27, 45–63.
- Díaz de la Guardia, C., Alba-Sánchez, F., Linares Fernández, C.D., Nieto-Lugilde, D., and López Caballero, J. 2006. Aerobiological and allergenic analysis of Cupressaceae pollen in Granada (Southern Spain). *Journal of Investigational Allergology and Clinical Immunology*, 16, 24-33.
- Dickerson, P.J.K and Li, J. 1998. Effects of damp and mould in the home on respiratory health: a review of the literature. *Allergy*, 53, 120-128.
- Diethart, B., Sam, S. and Weber, M. 2007. Walls of allergenic pollen: Special referenceto the endexine. *Grana*, 46(3), 164-175.
- Dobell, C. 1932. Antony van Leewenhoek and his ‘Little Animals’, Bale ve Danielsson, London, 435.
- Doğan, E. 2000. Nallıhan Kuş Cenneti Florası. Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gazi Üniversitesi, Ankara.
- Doğan, C. and Bursalı, B. 2005. Effects of Meteorological Factors on the Levels of *Alternaria* and *Cladosporium* Spores in the Atmosphere of Ankara, Pan American Aerobiology Conference 2005, Tulsa, OK, USA. 35.
- Doğan-Güner, E.V. ve Duman, H. 2006. Nallıhan (Ankara) kuş cenneti florası. *Ot Sistemantik Botanik Dergisi*, 13 (2), 49-90.
- Donini, D. and Sutra J.P. 1987. Recherches aeropalynologues a Paris et dans sa banlieue. *Grana*, 28, 37-44.

- Downs, S. H., Mitakakis, T. Z., Marks, G. B., Car, N. G., Belousova, E. G., Leuppi, J. D., Xuan, W., Downie, S.R., Tobias A. and Peat, J. K. 2001. Clinical importance of *Alternaria* exposure in children. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*, 164(3), 455-459.
- Durham, O.C. 1946, Volumetric incidence of atmospheric allergens, IV, *Journal of Allergy*, 1, 79-86.
- Dursun, A.B., Celik, G.E., Alan, S., Pinar, N.M., Mungan, D., Misirligil, Z. 2008. Regional pollen load: effect on sensitisation and clinical presentation of seasonal allergic rhinitis in patients living in Ankara, Turkey. *Allergologia et immunopathologia*, 36, 371–378.
- Eckl-Dorna, J., Klein, B., Reichenauer, T. G., Niederberger, V., and Valenta, R. 2010. Exposure of rye (*Secale cereale*) cultivars to elevated ozone levels increases the allergen content in pollen. *Journal of Allergy and Clinical Immunology*, 126(6), 1315-1317.
- Eggleston, P. A., Rosenstreich, D., Lynn, H., Gergen, P., Baker, D., Kattan, M., Mortimer, K.M., Mitchell, H., Ownby, D., Slavin, R. and Malveaux, F. 1998. Relationship of indoor allergen exposure to skin test sensitivity in inner-city children with asthma. *Journal of Allergy and Clinical Immunology*, 102(4), 563-570.
- Eker, İ., Vural, M., and Aslan, S. 2016. Ankara İli'nin Damarlı bitki çeşitliliği ve korumada öncelikli taksonları. *Bağbahçe Bilim Dergisi*, 2(3), 57-114.
- El Ghazaly, G. and Fawxy, M. 1988. Polen calendar of Aleksandria (Egypt) 1981-1982. *Grana*, 27, 85-87.
- El-Ghazaly, G., Nakamura, S., Takahashi, Y., Cresti, M., Walles, B., Milanesi, C. 1996. Localization of the major allergen Bet v 1 in *Betula* pollen using monoclonal antibody labelling. *Grana*, 35, 369-374.
- El-Ghazaly, G., Moate, R., Cresti, M., Walles, B., Takahashi, Y., Ferreira, F., and Obermeyer, G. 1999. Localization and release of allergens from tapetum and pollen grains of *Betula pendula*. *Protoplasma*, 208(1-4), 37-46.
- Emberlin, J., Mullins, J., Corden, J., Millington, W., Brooke, M., Savage, M., and Jones, S. 1997. The trend to earlier birch pollen seasons in the UK: A biotic response to changes in weather conditions?. *Grana*, 36, 29-33.
- Emilson. A., Bcrggren, B., Svensson, A., Takahashi, Y. and Scheynius A. 1996. Localization of the major allergen Bet v I in birch pollen by confocal laser scanning microscopy. *Grana*, 35, 199-204.
- Emberlin, J., Smith, M., Close, R., and Adams-Groom, B. 2007. Changes in the pollen seasons of the early flowering trees *Alnus* spp. and *Corylus* spp. in Worcester, United Kingdom, 1996–2005. *International Journal of Biometeorology*, 51(3), 181.

- Erdoğan, İ. 2017. Volumetrik Yöntem Kullanılarak Kırşehir İli Atmosferindeki Biyolojik Partiküllerin İncelenmesi. Doktora tezi, Ahi Evran Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kırşehir.
- Erik, S., Akaydın, G. ve Göktaş, A. 1998. Başkentın Doğal Bitkileri. ANÇEVA Ankara Valiliği Çevre Koruma Vakfı Başkanlığı. Ankara Üniversitesi. Basımevi, Ankara.
- Erik, S. ve Tarıkahya, B. 2004. Türkiye florası üzerine. Kebikeç İnsan Kaynakları Araştırmaları Dergisi, 17, 139-163.
- Erkan, M.L., Çeter, T., Atıcı, A.G., Özkaya, Ş., Alan, Ş., Tuna, S., Pınar, N.M. 2006. Samsun İlinin Polen ve Spor Takvimi. XIV. Ulusal Alerji ve Klinik Immunoloji Kongresi. Side, Antalya.
- Erkan, P., Bıçakçı, A. and Aybeke, M. 2010. Analysis of airborne pollen fall in Tekirdag, Turkey. Asthma Allergy Immunology, 8(1), 46-54.
- Erkan, P., Bıçakçı, A., Aybeke, M., Malyer, H. 2011. Analysis of airborne pollen grains in Kırklareli. Turkish Journal of Botany, 35(1), 57-65.
- Eyüpoğlu, Ö. 1991. Kızılcahamam Soğuksu Milli Parkı'nın Florası. Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Feinberg, S.M. 1935. Mould allergy: its importance in asthma and hay fever, Wisconsin Medical Journal, 34, 254.
- Fernández-González, D., Rajo, F.J.R., Parrado, Z.G., Barrera, R.M.V., Jato, V., Grau, S.M. 2011. Differences in atmospheric emissions of Poaceae pollen and Lol p 1 allergen. Aerobiologia, 27, 301-309.
- Fernández-Rodríguez, S., Tormo-Molina, R., Maya-Manzano, J.M., Silva-Palacios, I., ve Gonzalo-Garijo, Á. 2014. A comparative study on the effects of altitude on daily and hourly airborne pollen counts. Aerobiologia, 30(3), 257-268.
- Flannigan, B. 2001. Deteriogenic micro-organisms in houses as a hazard to respiratory health. International Biodeterioration and Biodegradation, 48(1-4), 41-54.
- Fokkema, N.J. 1971. The effect of pollen in the phyllosphere of rye on colonization by saprophytic fungi and on infection by Helminthosporium sativum and other leaf pathogens, European Journal of Plant Pathology, 77, 1-60.
- Frankland, P.F. 1886. The distribution of microorganisms in air, Proceedings of the Royal Society of London, 40, 506-526.
- Frankland, P.F. and Hart, T.G. 1887. Further experiments on the distribution of microorganisms in air (by Hesse's method). Proceedings of the Royal Society of London, 42(251-257), 267-282.

- Frei, T. and Leuschner, R.M. 2000. A change from grass pollen induced allergy to tree pollen induced allergy: 30 years of pollen observation in Switzerland. *Aerobiologia*, 16, 407-416.
- Frick, G., Boschung, H., Schulz-Schroeder, G., Russ, G., Ujčić-Vrhovnik, I., Jakovac-Strajn, B., Angetter, D., John, I. and Jørgensen, J.S. 2011. Ragweed (*Ambrosia* sp.) seeds in bird feed. *Biotechnologie, Agronomie, Société et Environnement*, 15(s1), 39-44.
- Fromme, H.G., Grote, M., Sinclair, N.J. and Katveram, K. 1985. Imunoautoradiographic and protein-A/gold labelling experiments for localization of pollen allergens using antisera from atopic human individuals. *Histochemical Journal*, 82, 391-396.
- Gaffin, J. M. and Phipatanakul, W. 2009. The role of indoor allergens in the development of asthma. *Current Opinion in Allergy and Clinical Immunology*, 9(2), 128.
- Galán, C., Emberlin, J., Domínguez, E., Bryant, R. H., & Villamandos, F. 1995. A comparative analysis of daily variations in the Gramineae pollen counts at Córdoba, Spain and London, UK. *Grana*, 34(3), 189-198.
- Galán, C., Cariñanos, P., García-Mozo, H., Alcázar, P. and Domínguez-Vilches, E. 2001. Model for forecasting *Olea europaea* L. airborne pollen in South-West Andalusia, Spain. *International Journal of Biometeorology*, 45(2), 59-63.
- Galán, C., García-Mozo, H., Vázquez, L., Ruiz, L., De La Guardia, C.D. and Trigo, M. M. 2005. Heat requirement for the onset of the *Olea europaea* L. pollen season in several sites in Andalusia and the effect of the expected future climate change. *International Journal of Biometeorology*, 49(3), 184-188.
- Galan, C., Antunes, C., Brandao, R., Torres, C., Garcia-Mozo, H., Caeiro, E. and Berger, U. 2013. Airborne olive pollen counts are not representative of exposure to the major olive allergen Ole e 1. *Allergy*, 68(6), 809-812.
- García-Mozo, H., Galán, C., Belmonte, J., Bermejo, D., Candau, P., de la Guardia, C. D., ...and Trigo, M. M. 2009. Predicting the start and peak dates of the Poaceae pollen season in Spain using process-based models. *Agricultural and Forest meteorology*, 149(2), 256-262.
- Garrido-Arandia, M., Silva-Navas, J., Ramírez-Castillejo, C., Cubells-Baeza, N., Gómez-Casado, C., Barber, D., ... and Díaz-Perales, A. 2016. Characterisation of a flavonoid ligand of the fungal protein Alt a 1. *Scientific reports*, 6, 33468.
- Gehrig, R. 2006. The Influence of the hot and dry summer 2003 on the pollen season in Switzerland. *Aerobiologia*, 22, 27-34.
- Gemici, Y., Seçmen, Ö., Ünal, E. 1987. İzmir Yöresi Polinizasyon Takvimi, III. Ulusal Alerjik Hastalıklar Kongresi, Türk Tıp Derneği, Ege Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Çeşme, İzmir.

- Gergen, P.J., Turkeltaub, P.C., Kovar, M.G. 1987. The prevalence of allergic skin test reactivity to eight common aeroallergens in the U.S. population: results from the second National Health and Nutrition Examination Survey. *Journal of Allergy and Clinical Immunology*, 80(5), 669.
- Ghiani, A., Aina, R., Asero, R., Bellotto, E. and Citterio, S. 2012. Ragweed pollen collected along high-traffic roads shows a higher allergenicity than pollen sampled in vegetated areas. *Allergy*, 67(7), 887-894.
- Gilles, S., Fekete, A., Zhang, X., Beck, I., Blume, C., Ring, J., Schmidt-Weber, C., Behrendt, H., Schmitt-Kopplin, P., Traidl-Hoffmann, C. 2011. Pollen metabolome analysis reveals adenosine as a major regulator of dendritic cell-primed TH cell responses. *Journal of Allergy and Clinical Immunology* 127, 454-461. e9.
- Gilles, S., Mariani, V., Bryce, M., Mueller, M.J., Ring, J., Behrendt, H., Jakob, T., Traidl-Hoffmann, C. 2009. Pollen allergens do not come alone: pollen associated lipid mediators (PALMS) shift the human immune systems towards a TH 2-dominated response. *Allergy, Asthma ve Clinical Immunology*, 5(1), 3.
- Giorato, M., Bordin, A., Gemignani, C., Turatello, F., ve Marcer, G. 2003. Airborne pollen in Padua (NE-Italy): A comparison between two pollen samplers. *Aerobiologia*, 19(2), 129-131.
- Gioulekas, D., Chatzigeorgiou, G., Lykogiannis, S., Papakosta, D., Mpalafoutis, C. and Spieksma, F.Th.M. 1991. *Olea europaea* 3 year pollen record in the area of Thessaloniki, Greece and its sensitizing significance. *Aerobiologia*, 7, 57-61.
- Gioulekas, D., Papakosta, D., Damialis, A., Spieksma, F., Giouleka, P. and Patakas, D., 2004a. Allergenic pollen records (15 years) and sensitization in patient with respiratory allergy in Thessaloniki, Greece, *Allergy*, 59, 174-184.
- Gioulekas, D., Balafoutis, C., Damialis, A., Papakosta, D., Gioulekas, G. and Patakas, D. 2004b. Fifteen- year records of airborne allergenic pollen and meteorological parameters in Thessaloniki, Greece. *International Journal of Biometeorology*, 48, 128-136.
- Goldberg, C., Buch, H., Moseholm, L. and Weeke, E.R. 1988. Airborne pollen records in Denmark, 1977-1986. *Grana*, 27, 209-217.
- Gonzalez, Minero, F. J. and Candau, P. 1997. *Olea europaea* L. airborne pollen in southern Spain, *Annals of Allergy Asthma Immunology*, 78, 278-284.
- Görgün, G. 2015. Edremit-Akçay (Balıkesir) Beldesi Atmosferik Polenleri Üzerinde İncelemeler. Yüksek Lisans Tezi, Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bursa.
- Green, B.J., Yli-Panula, E., Dettmann, M., Rutherford, S. and Simpson, R. 2003. Airborne Pinaceae pollen in the atmosphere of Brisbane, Australia and relationships with meteorological parameters, *Aerobiologia*, 19, 47-55

- Gregory, P. H. 1961. The microbiology of the atmosphere. New York: Interscience. 251
- Gregory, P.H. 1945. The dispersion of airborne spores. Transactions of the British Mycological Society, 28, 26-72.
- Gregory, P.H. 1973. Microbiology of the Atmosphere. Second Edit. Leonard Hill Books, Aylesbury, 373.
- Gregory, P.H. 1976. Outdoor Aerobiology, Oxford University Press, London, 16.
- Gregory, P.H. and Read, D.R. 1949. The spatial distribution of insect-borne plant-virus diseases, Annals of Applied Biology, 36, 475-482.
- Grewling, L., Bogawski, P., Jenerowicz, D., Czarnecka-Operacz, M., Šikoparija, B., Skjøth, C. A. and Smith, M. 2016. Mesoscale atmospheric transport of ragweed pollen allergens from infected to uninfected areas. International Journal of Biometeorology, 60(10), 1493-1500.
- Grewling, Ł., Nowak, M., Szymańska, A., Kostecki, Ł., and Bogawski, P. 2018. Temporal variability in the allergenicity of airborne *Alternaria* spores. Medical mycology, myy069.
- Grinn-Gofroń, A. and Mika, A. 2008. Selected airborne allergenic fungal spores and meteorological factors in Szczecin, Poland, 2004–2006. Aerobiologia, 24(2), 89.
- Grinn-Gofroń, A., and Strzelczak, A. 2009. Hourly predictive artificial neural network and multivariate regression tree models of *Alternaria* and *Cladosporium* spore concentrations in Szczecin (Poland). International Journal of Biometeorology, 53(6), 555-562.
- Grinn-Gofroń, A., Strzelczak, A., and Wolski, T. 2011. The relationships between air pollutants, meteorological parameters and concentration of airborne fungal spores. Environmental pollution, 159(2), 602-608.
- Grinn-Gofroń, A. and Bosiacka, B. 2015. Effects of meteorological factors on the composition of selected fungal spores in the air. Aerobiologia, 31(1), 63-72.
- Grinn-Gofroń, A., Bosiacka, B., Bednarz, A., and Wolski, T. 2018. A comparative study of hourly and daily relationships between selected meteorological parameters and airborne fungal spore composition. Aerobiologia, 34(1), 45-54.
- Grinn-Gofroń, A., Nowosad, J., Bosiacka, B., Camacho, I., Pashley, C., Belmonte, J., De Linares, C., Ianovici, N., Manzano J.M.M., Sadys, M., Skjøth, C., Rodinkova, V., Tormo-Molina, R., Vokou, D., Fernández-Rodríguez, S., Damialis, A. 2019. Airborne *Alternaria* and *Cladosporium* fungal spores in Europe: Forecasting possibilities and relationships with meteorological parameters. Science of the Total Environment, 653, 938-946.

- Grote M. 1991. Immunogold electron microscopy of soluble proteins: localization of Bet v I major allergen in ultra-thin sections of birch pollen after anhydrous fixation techniques. *Journal of Histochemistry and Cytochemistry*, 39, 1395-401.
- Grote M. 1992. Ultrastructural morphology and allergen detection in birch pollen after aqueous, anhydrous-liquid, and vapor fixation techniques. *Microscopy Research and Technique*, 21, 242-8.
- Grote, M., Dolecek, C., Van Ree, R., Valenta, R., 1994. Immunogold electron microscopic localization of timothy grass (*Phleum pratense*) pollen major allergens Phl p I and Phl p V after anhydrous fixation in acrolein vapor. *Journal of Histochemistry ve Cytochemistry*, 42, 427-431.
- Grote, M., Wiedemann, P., Lebecque, S., ve Valenta, R. 1998. Human monoclonal IgG antibodies derived from a patient allergic to birch pollen as tools to study the in situ localization of the major birch pollen allergen, Bet v 1, by immunogold electron microscopy. *Journal of Allergy and Clinical Immunology*, 101(1), 60-66.
- Grote, M. 1999. In situ localization of pollen allergens by immunogold electron microscopy: allergens at unexpected sites. *International archives of allergy and immunology*, 118(1), 1-6.
- Grote, M., Vrtala, S., Niederberger, V., Valenta, R., Reichelt, R. 2000. Expulsion of allergen-containing materials from hydrated rye grass (*Lolium perenne*) pollen revealed by using immunogold field emission scanning and transmission electron microscopy. *Journal of Allergy and Clinical Immunology*, 105, 1140-5.
- Grote, M., Valenta, R., and Reichelt, R. 2003. Abortive pollen germination: a mechanism of allergen release in birch, alder, and hazel revealed by immunogold electron microscopy. *Journal of Allergy and Clinical Immunology*, 111(5), 1017-1023.
- Grote, M., Swoboda, I., Valenta, R. and Reichelt, R. 2005. Group 13 allergens as environmental and immunological markers for grass pollen allergy: studies by immunogold field emission scanning and transmission electron microscopy. *International Archives of Allergy and Immunology*, 136(4), 303-310.
- Gruijthuijsen, Y. K., Grieshuber, I., Stöcklinger, A., Tischler, U., Fehrenbach, T., Weller, M. G., Vogel, L., Vieths, S., Pöschl U. and Duschl, A. 2006. Nitration enhances the allergenic potential of proteins. *International archives of allergy and immunology*, 141(3), 265-275.
- Güner, M.B. 2000. Doğandede Tepe ve Çevresi (Beypazarı) Florası. Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

- Güner, A., Aslan, S., Ekim, T., Vural M.T., (edlr.), 2012. Türkiye Bitkileri Listesi (Damarlı Bitkiler). Nezahat Gökyiğit Botanik Bahçesi ve Flora Araştırmaları Derneği Yayını. İstanbul.
- Guneser S, Atici A, Koksall F, Yaman A. 1994. Mold allergy in Adana, Turkey. *Allergologia et Immunopathologia (Madr)*, 22(2), 52-4.
- Güvensen, A and Öztürk, M. 2002. Airborne pollen calendar of Buca-İzmir, Turkey. *Aerobiologia*. 18, 229-237.
- Güvensen, A., Uysal, I., Celik, A. and Ozturk, M. 2005. Analysis of airborne pollen fall in Canakkale, Turkey. *Pakistan Journal of Botany*, 37, 507–518
- Güvensen, A., Çelik, A., Topuz, B. and Öztürk, M. 2013. Analysis of airborne pollen grains in Denizli. *Turkish Journal of Botany*, 37, 74-84.
- Güvensen, A., Uğuz, U., Buluş, E., Tort, N. Ş., Dereboylu, A. E. ve Şık, L. 2018. Manisa Atmosferinde Önemli Allerjenik Polenler. *Manisa Celal Bayar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 16(1/2), 141-166.
- Haddrell, A.E. and Thomas, R.J. 2017. Aerobiology: experimental considerations, observations, and future tools. *Applied and Environmental Microbiology*, 83(17), e00809-17.
- Halbritter, H., Ulrich, S., Grímsson, F., Weber, M., Zetter, R., Hesse, M., Buchner, R., Svojtka, M. and Frosch-Radivo, A. 2018. Pollen Morphology and Ultrastructure. In *Illustrated Pollen Terminology*, Springer, 37-65.
- Halwagy, M.H. 1988. Concentration of airborne pollen at three sites in kuwait, Grana. 27, 53-62.
- Hamaoui-Laguel, L., Vautard, R., Liu, L., Solmon, F., Viovy, N., Khvorostyanov, D., Essl, F., Chuine, I., Colette, A., Semenov, M.A., Schaffhauser, A., Storkey, J., Thibaudon, M. and Epstein, M. 2015. Effects of climate change and seed dispersal on airborne ragweed pollen loads in Europe. *Nature Climate Change*, 5(8), 766.
- Haskell, R.J. and Barss, H.P. 1939. Fred Campbell Meier, 1893-1938. *Phytopathology*, 29, 293-302.
- Hasnain, S.M., Fatima, K., Al-Frayh, A. and Al-Sedairy, S. 2005. One-Year pollen and spore calendars of Saudia Arabia, Al-Khobar, Abha and Hofuf. *Aerobiologia*, 21, 241-247.
- Heinzerling, L., Frew, A. J., Bindslev-Jensen, C., Bonini, S., Bousquet, J., Bresciani, M., ... and Haahtela, T. 2005. Standard skin prick testing and sensitization to inhalant allergens across European survey from the GA2LEN network. *Allergy*, 60(10), 1287-1300.

- Henden, K. 1983. Polen calendar of Eskilstuna, Sweden. 5th. Nordic Symposium of Aerobiology, Poster Session.
- Heslop-Harrison, J., Heslop-Harrison, Y., Knox, R.B. and Howlett, B. 1973. Pollen-wall proteins: 'gametophytic' and 'sporophytic' fractions in the pollen walls of the Malvaceae. *Annals of Botany*, 37(3), 403-412.
- Heslop-Harrison J, Y. and Heslop-Harrison. 1980. Cytochemistry and function of the Zwischenkorper in grass pollens. *Pollen Spores* 22, 5–10.
- Hesse, W. 1884. Ueber quantitative Bestimmung der in der luft enthaltenen mikroorganismen, *Mitth. Kaiserl. Gesundheitsamte*, 2,182-207.
- Hesse, W. 1888. Bemerkungen zur quantitative bestimmung der mikroorganismen in der luft, *Z. Hyg. InfektKrankh*, 4, 182-207.
- Hirst, J. 1952. An automatic volumetric spore trap. *Annals of Applied Biology* 39, 257-265.
- Hirst, J.M. 1990. Philip Herries Gregory: 24 July 1907- February 1986. *Biographical Memoirs of Fellows of the Royal Society*, London, 35, 153-177.
- Hirst, J.M. 1992. Biography of an aerobiologist: P.H. Gregory (1907–1986). *Aerobiologia*, 8, 209- 218.
- Holliday, P. 1992. *A Dictionary of Plant Pathology*, Cambridge University Press, Cambridge, 369.
- Howlett, B.J., Knox, R.B., and Heslop-Harrison, J. 1973. Pollen-wall proteins: release of the allergen antigen E from intine and exine sites in pollen grains of ragweed and Cosmos. *Journal of Cell Science*, 13(2), 603-619.
- Howlett, B.J., Vithanage, H.I.M.V. and Knox, R.B. 1981. Immunofluorescent localization of two water-soluble glycoproteins including the major allergen from the pollen of ryegrass, *Lolium perenne*. *The Histochemical Journal*, 13(3), 461-480.
- Hubballi, M., Nakkeeran, S., Raguchander, T., Anand, T. and Samiyappan, R. 2010. Effect of environmental conditions on growth of *Alternaria alternata* causing leaf blight of noni. *World Journal of Agricultural Sciences*, 6(2), 171-177.
- Hurtado, I. and Riegler-Goihman, M.1986. Air-sampling studies in a tropical area, Grana, 25, 63-68.
- Huynen, M., Menne, B., Behrendt, H., Bertollini, R., Bonini, S., Brandao, R., Brown-Fahrländer, C., Clot, B., D'Ambrosio, C., De Nuntiis, P., Ebi, K. L., Emberlin, J., Erdei Orbanne, E., Galán, C., Jäger, S., Kovats, S., Mandrioli, P., Martens, P., Menzel, A., Nyenzi, B., Rantio-Lehtimäki, A., Ring, J., Rybnicek, O., Traidl-Hoffmann, C., van Vliet, A. J. H., Voigt, T., Weiland, S. and Wickman, M. 2003. Phenology and human health: Allergic disorders. Report of a WHO Meeting,

Rome, Italy, 16–17 January 2003. Health and Global Environmental Change, Series No. 1 (EUR/03/5036791 and EUR/02/5036813). Geneva:World Health Organization.

- Huynh, B.T., Tuala, S., Turbelin, C., Pelat, C., Cecchi, L., D'Amato, G., Blanchon, T., Annesi-Maesano, I., 2010. Short-term effects of airborne pollens on asthma attacks as seen by general practitioners in the Greater Paris area, 2003-2007. *Primary Care Respiratory Journal*, 19, 254.
- Hyde, H.A. 1959. Volumetric counts of pollen grains at Cardiff. *Journal of Allergy*, 30, 219-234.
- Ianovici, N., Panaitescu, C. B. and Brudiu, I. 2013. Analysis of airborne allergenic pollen spectrum for 2009 in Timișoara, Romania. *Aerobiologia*, 29(1), 95-111.
- Ibarrola, I., Suarez-Cervera M, Arilla MC, Martinez A, Monteseirín J, Conde J, et al. 2004. Production profile of the major allergen Alt a 1 in *Alternaria alternata* cultures. *Annals of Allergy Asthma and Immunology*, 93, 589-93.
- İmalı, A., Koçak, M., Yalçınkaya, B. 2008. Çorum ili atmosferinde hava ile taşınan alerjen funguslar. 19. Ulusal Biyoloji Kongresi, Trabzon, 318.
- İnal, A., Karakoç, G.B, Altıntaş, D.U., Pınar, M., Çeter, T., Yılmaz, M. and Güneşer Kendirli, S. 2008. Effect of outdoor fungus concentrations on symptom severity of children with asthma and/or rhinitis monosensitized to molds. *Asian Pacific Journal of Allergy and Immunology*, 26, 11-17
- İnce, A. ve Pehlivan S. 1990. Serik (Antalya) havasının alerjenik polenleri ile ilgili bir araştırma. *Gazi Tıp Dergisi*, 1, 35-40.
- İnceoğlu, Ö., Pınar, N.M., Şakiyan, N., Sorkun, K. 1994. Airborne pollen concentration in Ankara, Turkey 1990-1993. *Grana*, 33, 158-161.
- Jahn-Schmid, B., Hauser, M., Wopfner, N., Briza, P., Berger, U. E., Asero, R., Ebner C., Ferreira, F. and Bohle, B. 2012. Humoral and cellular cross-reactivity between Amb a 1, the major ragweed pollen allergen, and its mugwort homolog Art v 6. *The Journal of Immunology*, 188(3), 1559-1567.
- Janzon, L. Å. 1981. Airborne pollen grains under winter conditions. *Grana*, 20(3), 183-185.
- Jato, V., Dopazo, A. and Aria, M.J. 2001. Airborne pollen data of Platanaceae in Santiago de Compostela (Iberian Peninsula). *Aerobiologia*, 16, 143-149.
- Jato, V., Rodríguez-Rajo, F.J., González-Parrado, Z., Elvira-Rendueles, B., Moreno-Grau, S., Vega-Maray, A., Fernandez-Gonzalez, D., Asturias J.A. and Suárez-Cervera, M. 2010. Detection of airborne Par j 1 and Par j 2 allergens in relation to Urticaceae pollen counts in different bioclimatic areas. *Annals of Allergy, Asthma and Immunology*, 105(1), 50-56.

- Jato, V., Rodríguez-Rajo, F.J., Seijo, M.C. and Aira, M.J. 2009. Poaceae pollen in Galicia (NW Spain): characterisation and recent trends in atmospheric pollen season. *International Journal of Biometeorology*, 53, 333-344.
- Jochner, S., Lüpke, M., Laube, J., Weichenmeier, I., Pusch, G., Traidl-Hoffmann, C., Schmidt Weber, C., Buters, J.T.M. and Menzel, A. 2015. Seasonal variation of birch and grass pollen loads and allergen release at two sites in the German Alps. *Atmospheric environment*, 122, 83-93.
- Juniper, E.F., Howland, W.C., Roberts, N.B., Thompson, A.K., King, D.R., Math, B. 1998. Measuring quality of life in children with rhinoconjunctivitis. *Journal of Allergy and Clinical Immunology*, 101, 163-170.
- Kala, S.P. and Gaur, R.D. 1984. contribution to the flora of Gopeshwar (Chamoli-Garhwal). *Vegetational wealth of the Himalayas*/editor, GS Paliwal.
- Kalyoncu, A.F., Demir, A.U., Ozcakar, B., Bozkurt, B., Artvinli, M., 2001. Asthma and allergy in Turkish university students: Two cross-sectional surveys 5 years apart. *Allergologia et Immunopathologia* 29, 264–271.
- Kanter, U., Heller, W., Durner, J., Winkler, J. B., Engel, M., Behrendt, H., ... and Mayer, K. 2013. Molecular and immunological characterization of ragweed (*Ambrosia artemisiifolia* L.) pollen after exposure of the plants to elevated ozone over a whole growing season. *PloS one*, 8(4), e61518.
- Kaplan, A., Şakıyan, N. and Pınar, N.M. 2003. Daily *Ambrosia* pollen concentration in the air of Ankara, Turkey (1990-1999). *Acta Botanica Sinica*, 45, 1408-1412.
- Kaplan, A. and Serbes, A.B. 2014. Düzce İli Atmosferinin Polen ve Spor Dağılımının İncelenmesi. *Karaelmas Fen ve Mühendislik Dergisi*, 4(2), 46-58.
- Käpylä, M. 1984. Diurnal variations of tree pollen in the air of Finland. *Grana*, 23, 167-176.
- Karle, A.C., Oostingh, G.J., Mutschlechner, S., Ferreira, F., Lackner, P., Bohle, B., Fischer, G.F., Vogt, A.B. and Duschl, A. 2012. Nitration of the pollen allergen Bet v 1.0101 enhances the presentation of bet v 1-derived peptides by HLA-DR on human dendritic cells. *PLoS One*, 7(2), e31483.
- Kasprzyk, I. 1999. Comparative analysis of pollen fall at three sites in south-eastern Poland. *Annals of agricultural and environmental medicine: AAEM*, 6(1), 73-79.
- Kasprzyk, I., Harmata, K., Myskowska, D., Strach, A., Stepalska, D. 2001. Diurnal variation of chosen airborne pollen at five sites in Poland. *Aerobiologia*. 19; 327-345.
- Kasprzyk, I. and Walanus, A. 2010. Description of the main Poaceae pollen season using bi-Gaussian curves, and forecasting methods for the start and peak dates for this type of season in Rzeszów and Ostrowiec Św. (SE Poland). *Journal of Environmental Monitoring*, 12(4), 906-916.

- Kasprzyk, I. and Smith, M. 2015. Manual for aerobiology. 12th European Course on Basic Aerobiology, 20-26 July Rzeszów.
- Kasprzyk, I., Rodinkova, V., Šaulienė, I., Ritenberga, O., Grinn-Gofron, A., Nowak, M., Sulborsk, A., Kaczmarek J., Weryszko-Chmielewska, E., Bilous, E. and Jedryczka, M. 2015. Air pollution by allergenic spores of the genus *Alternaria* in the air of central and eastern Europe. *Environmental Science and Pollution Research*, 22(12), 9260-9274.
- Katellaris, C.H., Burke, T.V., Byth, K. 2004. Spatial variability in the pollen count in Sydney, Australia: can one sampling site accurately reflect the pollen count for a region? *Annals of Allergy, Asthma ve Immunology*, 93, 131–136.
- Kawashima, S., Clot, B., Fujita, T., Takahashi, Y., ve Nakamura, K. 2007. An algorithm and a device for counting airborne pollen automatically using laser optics. *Atmospheric Environment*, 41(36), 7987-7993.
- Kaya, Z. and Aras, A. 2004. Airborne Pollen Calendar of Bartın, Turkey, *Aerobiologia*. 20, 63-67.
- Kazinczi, G., Béres, I., Novák, R., Bíró, K., Pathy, Z., 2008. Common ragweed (*Ambrosia artemisiifolia*): a review with special regards to the results in Hungary. I. Taxonomy, origin and distribution, morphology, life cycle and reproduction strategy. *Herbologia*, 9, 55–91.
- Keskin, Ö., Tuncer, A., Yıldırım, Ş., Bursalı, B., Adaloğlu, G. and Sekerel, B. 2005. Does specific immunotherapy injection cause an increase in bronchial reactivity? *Journal of Asthma*, 42, 765-768.
- Kızılpınar, İ. 2005. Çamkoru (Çamlıdere-Ankara) Aeropalinolojisi Üzerine Bir Araştırma, Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Kızılpınar, I. ve Doğan, C. 2010. Çamkoru (Ankara) atmosferindeki polenlerin araştırılması. *Asthma Allergy Immunology/Astim Allerji Immunoloji*, 8(3).
- Kızılpınar Temizer, İ. 2011, Konya İli Atmosferik Spor ve Polenlerinin Araştırılması, Doktora Tezi, Hacettepe Üniversitesi, Fen Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Ankara.
- Kızılpınar, I., Civelek, E., Tuncer, A., Dogan, C., Karabulut, E., Sahiner, U. M., Yavuz, S.T and Sackesen, C. 2011. Pollen counts and their relationship to meteorological factors in Ankara, Turkey during 2005-2008. *International Journal of Biometeorology*, 55(4), 623-631.
- Kilic, M., Altintas, D.U., Yilmaz, M., Kendirli, S.G., Karakoc, G.B., Taskin, E., ... Pinar, N.M. 2010. The effects of meteorological factors and *Alternaria* spore concentrations on children sensitised to *Alternaria*, *Allergologia et immunopathologia*, 38(3), 122-128.

- King, R. W. and Heide, O. M. 2009. Seasonal flowering and evolution: the heritage from Charles Darwin. *Functional Plant Biology*, 36(12), 1027-1036.
- Kmenta, M., Bastl, K., Kramer, M. F., Hewings, S. J., Mwange, J., Zetter, R., and Berger, U. 2016. The grass pollen season 2014 in Vienna: A pilot study combining phenology, aerobiology and symptom data. *Science of the Total Environment*, 566, 1614-1620.
- Kobzar, V.N. 1999. Aeropalynological monitoring in Bishkek, Kyrgyzstan. *Aerobiologia*, 15, 149-153.
- Koivikko, A., Kupias, R., Mäkinen, Y. and Pohjola, A. 1986. Pollen seasons: Forecasts of the most important allergenic plants in Finland. *Allergy*, 41(4), 233-242.
- Kosisky, S.E., Marks, M.S. and Nelson, M.R. 2010. Pollen aeroallergens in the Washington, DC, metropolitan area: a 10-year volumetric survey (1998-2007). *Annals of Allergy, Asthma and Immunology*, 104, 223-235.
- Kraaijeveld, K., De Weger, L.A., Ventayol García, M., Buermans, H., Frank, J., Hiemstra, P.S. and Den Dunnen, J.T. 2015. Efficient and sensitive identification and quantification of airborne pollen using next-generation DNA sequencing. *Molecular ecology resources*, 15(1), 8-16.
- Krause, K. 1934. Ankara'nın Floru. Çeviri ed.: Birand H. 1937. T.C. Yüksek Ziraat Enstitüsü, Ankara.
- Kuh, M. 2009. Manisa ilinin (Merkez ilçe) 2007 yılı atmosferik spor ve polen dağılımının belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Celal Bayar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Manisa.
- Kumar, R. 1982. Aerospora in a pine forest in India. *Grana*, 21(3), 179-181.
- Kustrzeba-Wójcicka, I., Siwak, E., Terlecki, G., Wolańczyk-Mędrala, A. and Mędrala, W. 2014. *Alternaria alternata* and its allergens: a comprehensive review. *Clinical reviews in allergy ve immunology*, 47(3), 354-365.
- Lacey, J. 1997. Actinomycetes in composts. *Annals of Agricultural Environmental Medicine*, 4, 113-121.
- Lacey, M.E. and West, J.S. 2007. *The air spora: a manual for catching and identifying airborne biological particles*. Springer Science and Business Media.
- Larsen, L. S. 1981. A Three-Year-Survey of Microfungi in the Air of Copenhagen 1977-79. *Allergy*, 36(1), 15-22.
- Larsson, K.A., El Ghazaly, G., El-Ghazaly, P., Nilsson, S. and Wictorin, T. 1983. Pollen incidence in Eskilstuna, Sweeden, 1976-82. 5th. Nordic Symposium of Aerobiology.

- Leisner, C.P. and Ainsworth, E.A. 2012. Quantifying the effects of ozone on plant reproductive growth and development. *Global Change Biology*, 18(2), 606-616.
- Leticia, T. and Angeles, B. 2005. First volumetric airborne pollen sampling in Montevideo city, Uruguay. *Aerobiologia*, 21, 33-41.
- Lewis, W.H., Dixit, A.B. and Wedner, H.J. 1990. I Aeropollen of herbaceous plants at Corpus Christi, Texas. *Aerobiologia*, 6, 141-146.
- Longo, L.R. and Cristofolini, G. 1987. Airborne pollen sampling in Trieste (Italy). *Grana*, 26(1), 91-96.
- Lyon, F.L., Kramer, C. L., Eversmeyer, M. G. 1984. Vertical variation of airspora concentrations in the atmosphere. *Grana*, 23(2), 123-125.
- Maddox, R.L. 1870. On an apparatus for collecting atmospheric particles. *Monthly Microscopy Journal*, 3, 286- 290.
- Majd, A., Chehregani, A., Moin, M., Gholami, M., Kohno, S., Nabe, T., & Shariatzade, M.A. 2004. The effects of air pollution on structures, proteins and allergenicity of pollen grains. *Aerobiologia*, 20(2), 111-118.
- Makra, L., Juhász, M., Béczi, R., & Borsos, E. K. 2005. The history and impacts of airborne Ambrosia (*Asteraceae*) pollen in Hungary. *Grana*, 44(1), 57-64.
- Mandrioli, P., Negrini, M.G. and Zanotti, A.L. 1982. Airborne pollen from the Yugoslavian coast to the Po Valley (Italy). *Grana*, 21, 121-128.
- Mandrioli, P. 2000. Method for sampling and counting of airborne pollen and fungal spores. Institute of Atmospheric and Oceanic Sciences. National Research Council, Bologna.
- Masuch, G., Franz, J.T., Schoene, K., Müssen, H., and Bergmann, K.C. 1997. Ozone increases group 5 allergen content of *Lolium perenne*. *Allergy*, 52(8), 874-875.
- Matikainen, E., and Rantio-Lehtimäki, A. 1998. Semiquantitative and qualitative analysis of pre-seasonal airborne birch pollen allergens in different particle sizes: Background information for allergen reports. *Grana*, 37(5), 293-297.
- Matyssek, R., Sandermann, H., Wieser, G., Booker, F., Cieslik, S., Musselman, R., and Ernst, D. 2008. The challenge of making ozone risk assessment for forest trees more mechanistic. *Environmental Pollution*, 156(3), 567-582.
- Menzel, A., Sparks, T. H., Estrella, N., Koch, E., Aasa, A., Ahas, R., ...and Chmielewski, F. M. 2006. European phenological response to climate change matches the warming pattern. *Global Change Biology*, 12(10), 1969-1976.
- Mincigrucci, G., Romano, B., Frenguelli, G. and Bricchi, E. 1986. Air-borne pollen census in Ascoli Piceno (Central Italy) 1983, *Giornale Botanico Italiano*. 119; 67-76.

- Mitakakis, T.Z., Barnes, C., Tovey, E.R. 2001. Spore germination increases allergen release from *Alternaria*. *Journal of Allergy and Clinical Immunology*, 107, 388-90.
- Mohanty, R.P., Buchheim, M.A., Anderson, J. and Levetin, E. 2017. Molecular analysis confirms the long-distance transport of *Juniperus ashei* pollen. *PloS one*, 12(3), e0173465.
- Motta, A.C., Marliere, M., Peltre, G., Sterenberg, P.A., and Lacroix, G. 2006. Traffic-related air pollutants induce the release of allergen-containing cytoplasmic granules from grass pollen. *International Archives of Allergy and Immunology*, 139(4), 294-298.
- Movérare, R., Westritschnig, K., Svensson, M., Hayek, B., Bende, M., Pauli, G., ... and Elfman, L. 2002. Different IgE reactivity profiles in birch pollen-sensitive patients from six European populations revealed by recombinant allergens: an imprint of local sensitization. *International archives of allergy and immunology*, 128(4), 325-335.
- Müller-Germann, I., Vogel, B., Vogel, H., Pauling, A., Fröhlich-Nowoisky, J., Pöschl, U., and Després, V.R. 2015. Quantitative DNA analyses for airborne birch pollen. *PloS one*, 10(10), e0140949.
- Müller-Germann, I., Pickersgill, D.A., Paulsen, H., Alberternst, B., Pöschl, U., Fröhlich-Nowoisky, J. and Després, V.R. 2017. Allergenic Asteraceae in air particulate matter: quantitative DNA analysis of mugwort and ragweed. *Aerobiologia*, 33(4), 493-506.
- Müller-Schärer, H. and Lommen, S. 2014. EU-COST Aktion über „Nachhaltige Bekämpfung von *Ambrosia artemisiifolia* in Europa “(COST FA1203-SMARTER): Chancen und Herausforderungen. *Julius-Kühn-Archiv*, (445), 148.
- Mutlu, B., Erik, S. and Tarıkahya, B. 2008. New contributions to the flora of Beytepe Campus (Ankara) and floristic comparison with neighboring floras and other campus floras. *Hacettepe Journal of Biology and Chemistry*, 36 (3), 181-195.
- Nardi, G., Demasi, O., Marchegioni, A., Pierdomerico, R., Mincigrucci, G., Romano, B., Frenguelli, G. and Bricchi, E. 1986. A Study on airborne allergenic pollen content in the atmosphere of Ascoli Piceno. *Annals of Allergy*, 57, 193-197
- Neukirch, C., Henry, C., Leynaert, B., Liard, R., Bousquet, J., Neukirch, F. 1999. Is sensitization to *Alternaria alternata* a risk factor for severe asthma? A population-based study. *Journal Allergy and Clinical Immunology*, 103(4), 709-11.
- Newson, R., Strachan, D., Archibald, E., Emberlin, J., Hardaker, P., Collier, C. 1998. Acute asthma epidemics, weather and pollen in England, 1987-1994. *European Respiratory Journal*, 11, 694-701.

- Nilsson, S. and Palmberg- Gothard, J. 1982. Pollen calendar for Huddinge (Sweden), 1977-1981. *Grana*, 21, 183-185.
- Nilsson, S. and Persson, S. 1981, Tree pollen spectra in the Stockholm region (Sweden), 1973-1980. *Grana*, 20, 179-182.
- Njokuocha, R.C. 2006. Airbone pollen grains in Nsukka, Nigeria, 2006. *Grana*, 45, 73- 80.
- Norris-Hill, J. 1997. The influence of ambient temperature on the abundance of Poaceae pollen. *Aerobiologia*, 13(2), 91.
- O'Hollaren, M.T., Yunginger, J.W., Offord, K.P., Somers, M.J., O'Connell, E.J., Ballard, D.J., Sachs, M.I. 1991. Exposure to an aeroallergen as a possible precipitating factor in respiratory arrest in young patients with asthma. *New England Journal of Medicine*, 324(6), 359-63.
- Okuyan, M., Aksöz, N., Varan, A. 1976. The fungal flora of Ankara air in January 1972 and 1974 and its relationship to allergic diseases. *Mikrobiyoloji Bulteni*, 10, 351-9
- Olmedo, O., Goldstein, I.F., Acosta, L., Divjan, A., Rundle, A.G., Chew, G.L., Mellins, R.B., Hoepner, L., Andrews, H., Lopez-Pintado, S., 2011. Neighborhood differences in exposure and sensitization to cockroach, mouse, dust mite, cat, and dog allergens in New York City. *Journal of Allergy and Clinical Immunology* 128, 284-292. e7.
- Ormstad, H., Johansen, B.V., Gaarder, P.I. 1998. Airborne house dust particles and diesel exhaust particles as allergen carriers. *Clinical Experimental of Allergy*. 28, (6), 702-708.
- Osoydan, K. 2012. Kızıltepe ilçesi (Mardin) atmosferindeki polenlerin araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir.
- Otağ, F., Coşkun, T., Direkel, Ş., Özgür, D. ve Emekdaş, G. 2014. Hava Kaynaklı Aeroallerjen Fungus Sporlarının Konsantrasyonu ve Mevsimsel Dağılımı. *Türk Mikrobiyoloji Cemiyeti Dergisi*, 44(1), 33-42.
- Oteros, J., Pusch, G., Weichenmeier, I., Heimann, U., Möller, R., Röseler, S., Traidl-Hoffmann C., Schmidt-Weber, C. and Buters, J. T. 2015. Automatic and online pollen monitoring. *International archives of allergy and immunology*, 167(3), 158-166.
- Ökten, S.S., Asan, A., Tungan, Y., Türe, M. 2005. Airborne fungal concentrations in east patch of Edirne City (Turkey) in Autumn using two sampling methods. *Trakya Universitesi Journal of Science*, 6, 97-106.
- Önen, H., Gunal, H., Ozcan, S. 2014. The Black Sea highway: The Route of Common Ragweed (*Ambrosia artemisiifolia* L.) Invasion in Turkey In: Uludag et al (eds)

Proceedings of 8th International Conference on Biological Invasions from understanding to action. 76.

- Ozaslan, C., Onen, H., Farooq, S., Gunal, H., & Akyol, N. 2016. Common ragweed: an emerging threat for sunflower production and human health in Turkey. *Weed Biology and Management*, 16(1), 42-55.
- Özdemir, F. 1998. Peçenek, Yukarı Yurtçu ve Aşağı Yurtçu Köyleri Arası Bölgenin Florası. Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Özdoğan, Y. 2011. Zonguldak İl Merkezi Atmosferinde Bulunan Biyolojik Partiküllerin Volümetrik Yöntemle incelenmesi. Doktora tezi. Bülent Ecevit Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Zonguldak
- Özkaragöz, K. and Karamanğlu, K. 1967. Allergenic pollen and mold spore survey in the Ankara area. *Allergy*, 22(5), 399-407.
- Özmen, E. 2012. Ankara ili Atmosferik Spor ve Polenlerinin Araştırılması. Doktora tezi. Hacettepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Ozturk, M., Guvensen, A., Gucl, S., Altay, V. 2013. An overview of the atmospheric pollen in Turkey and the Northern Cyprus. *Pakistan Journal of Botany*, 45, 191-195.
- Palazzesi, L., Pujana, R.R., Burrieza, H.P., and Steinhardt, A.P. 2007. Pollen grain morphology of selected allergenic species native to Southern South America. *The Journal of the Torrey Botanical Society*, 134(4), 527-533.
- Paris, S., Debeaupuis J.P., Prevost, M.C., Casotto, M., Latge, J.P. The 31 kD major allergen, Alt a I1563, of *Alternaria alternata*. 1991. *Journal of Allergy and Clinical Immunology*, 88, 902-8.
- Pasqualini, S., Tedeschini, E., Frenguelli, G., Wopfner, N., Ferreira, F., D'Amato, G., and Ederli, L. 2011. Ozone affects pollen viability and NAD(P)H oxidase release from *Ambrosia artemisiifolia* pollen. *Environmental Pollution*, 159(10), 2823-2830.
- Pasteur, L. 1861. Mémoire sur les corpuscles organisés qui existent dans l'atmosphère. Examen de la doctrine des generations spontanées. *Annales des sciences naturelles (Zoology)*, Series 4, 16, 5-98.
- Payne, W.W. and Skvarla, J.J. 1970. Electron Microscope Study of *Ambrosia* Pollen (Compositae: Ambrosiaceae), *Grana*, 10(2), 89-100.
- Pehlivan, S. 1995. Türkiye'nin alerjen polenleri atlası, Ünal Offset.
- Pehlivan S., Özler, H. 1999. Sivas ili atmosferik *Alternaria* spp. sporlarının incelenmesi. 1st International Ehra. Congress Eskisehir, 897-03.

- Pehlivan, S., Koç, F. 2000. Aksaray ili atmosferik *Alternaria* spp. sporlarının araştırılması. Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 13, 673-9.
- Perez, C., Gardiol, J.M. and Paez, M.M. 2001. Comparison of intradiurnal variation of airborne pollen in Mar Del Plata (Argentina), Part I. Non-Arboreal pollen, *Aerobiologia*, 17, 151-163.
- Pınar, N.M., Şakiyan, N., İnceoğlu, Ö., Kaplan, A. 1999. A one-year aeropalynological study at Ankara, Turkey. *Aerobiologia*, 15, 307–310.
- Pınar, N.M. Koçak, F. Cansaran, D. 2003. The Effects of Meteorological Factors on The Daily Variation of *Alternaria* spores in Ankara, Turkey, Third International Balkan Botanical Congress.
- Pınar, N.M, Geven, F., Tuğ, G.N., Ketenoğlu, O. 2004. Ankara atmosferinde Gramineae polen sayılarının meteorolojik faktörlerle ilişkisi (1999-2002). *Astım Alerji İmmünoloji*, 2, 65-70.
- Pınar N.M., Çeter, T., Aydın, F., Acar, A., Altıntaş D.U., Karakoç, G., Yılmaz, M., Akdağ, P., Kendirli, S.G. 2012. Adana atmosferinin 10 yıllık alerjik polen takvimi. X.IX. Ulusal Alerji ve Klinik İmmünoloji Kongresi, s 51.
- Pınar, N.M., Coşkunçelebi, K., Şimşek, D., Okur, S., Makbul, S. and Acar, A. 2016. Pollen morphology of *Scorzonera* (Asteraceae) in Turkey. *Phytotaxa*, 252(4), 233-262.
- Pınar, N.M. 2018. Urban landscape and pollen allergy. *Communications Faculty of Science, University of Ankara Series C*, 27 (2), 120-125.
- Plaza, M. P., Alcázar, P. and Galán, C. 2016. Correlation between airborne *Olea europaea* pollen concentrations and levels of the major allergen Ole e 1 in Córdoba, Spain, 2012–2014. *International Journal of Biometeorology*, 60(12), 1841-1847.
- Porsbjerg, C., Rasmussen, A. and Backer, V. 2003. Airborne pollen in Nuuk, Greenland, and the importance of meteorological parameters. *Aerobiologia*, 19(1), 29-37.
- Portnoy, J., Pacheco, F., Barnes, C., Upadrashta, B., Crenshaw, R. and Esch, R. 1993. Selection of representative *Alternaria* strain groups on the basis of morphology, enzyme profile, and allergen content. *Journal of Allergy and Clinical Immunology*, 91(3), 773-782.
- Potoğlu Erkara I. 2008. Concentrations of airborne pollen grains in Sivrihisar (Eskişehir), Turkey, *Environmental Monitoring and Assessment*, 138, 81-91.
- Puc, M. 2003. Characterisation of pollen allergens. *Annals of Agricultural and Environmental Medicine*, 10, 143-149.
- Puc, M. and Puc, M.I. 2004. Allergenic airborne grass pollen in Szczecin, Poland. *Annals of Agriculture and Environmental Medicine*, 11(2), 237-244.

- Puljak, T., Mamić, M., Mitić, B., Hrga, I. and Hruševar, D. 2016. First aerobiological study in Mediterranean part of Croatia (Dalmatia): pollen spectrum and seasonal dynamics in the air of Split. *Aerobiologia*, 32(4), 709-723.
- Punt, W., Hoen, P.P., Blackmore, S., Nilsson, S. and Le Thomas, A. 2007. Glossary of pollen and spore terminology. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 143(1-2), 1-81.
- Recio, M., del Mar Trigo, M., Docampo, S., Melgar, M., García-Sánchez, J., Bootello, L., and Cabezudo, B. 2012. Analysis of the predicting variables for daily and weekly fluctuations of two airborne fungal spores: *Alternaria* and *Cladosporium*. *International Journal of Biometeorology*, 56(6), 983-991.
- Reid, C.E. and Gamble, J.L. 2009. Aeroallergens, allergic disease, and climate change: impacts and adaptation. *EcoHealth*, 6, 458-70
- Ribeiro, H., Cunha, M. and Abreu, I. 2003. Airborne pollen concentration in the region of Braga, Portugal, and its relationship with meteorological parameters. *Aerobiologia*, 19(1), 21-27.
- Riediker, M., Koller, T. and Monn, C. 2000. Determination of birch pollen allergens in different aerosol sizes. *Aerobiologia*, 16, 251-254.
- Rodinkova, V.V. 2015. Airborne pollen spectrum and hay fever type prevalence in Vinnitsa, central Ukraine. *Acta Agrobotanica*, 68(4), 383-389.
- Rodríguez-Rajo, F.J., Frenguelli, G. and Jato, M.V. 2003a. Effect of air temperature on forecasting the start of the *Betula* pollen season at two contrasting sites in the south of Europe (1995–2001). *International Journal of Biometeorology*, 47(3), 117-125.
- Rodríguez-Rajo, F.J., Jato, V. and Aira, M.J. 2003b. Pollen content in the atmosphere of Lugo (NW Spain) with reference to meteorological factors (1999–2001). *Aerobiologia*, 19(3-4), 213-225.
- Rodríguez-Rajo, F.J., Iglesias, I., Jato, V. 2005. Variation assessment of airborne *Alternaria* and *Cladosporium* spores at different bioclimatical conditions, *Mycological Research*, 109(4), 497-507.
- Rogers, C. 2006. Knowledge gaps and hot topics in aerobiology. Paper presented at the 8th International Congress in Aerobiology, Neuchatel Switzerland.
- Romano, B., Mincigrucci, G., Frenguelli, G., Bricchi, E., Murgia, M., Cresti, M. and Dominici, V.D. 1986. Pollen concentrations in central Italy (Ascoli Piceno and Siena), *Grana*, 25, 215-220.
- Romano, B., Mincigrucci, G., Frenguelli, G. and Bricchi, E. 1988. Airborne pollen content in the atmosphere of central Italy 1982-1986), *Experientia*, 44, 625-629.

- Rubulis, J. 1984. Airborne fungal spores in Stockholm and Eskilstuna, central Sweden. *Nordic Aerobiology*, 85-93.
- Saad, S.I. 1959, Studies in atmospheric pollen grains and fungal spores at Alexandria, IV. Identification of airborne pollen grains. *Egypt Journal of Botany*, 2, 17-27
- Sado, M. 1990. Study of atmospheric pollen by volumetric methods. *Review of Paleobotany and Palynology*, 64, 61-69.
- Schäppi, G.F., Suphioglu, C., Taylor, P.E., Knox, R.B. 1997a. Concentrations of the major birch tree allergen Bet v 1 in pollen and respirable fine particles in the atmosphere. *Journal of Allergy and Clinical Immunology*, 100, 656–661.
- Schäppi, G.F., Taylor, P.E., Suphioglu, C., Knox, R.B. 1997b. A new approach to the investigation of allergenic respirable particles using a modified Andersen Impactor. *Grana*, 36, 373–375.
- Schäppi, G.F., Taylor, P.E., Staff, I.A., Rolland, J.M., Suphioglu, C. 1999a. Immunologic significance of respirable atmospheric starch granules containing major birch allergen Bet v 1. *Allergy*, 54, 478–483.
- Schäppi, G. F., Taylor, P. E., Pain, M. C., Cameron, P. A., Dent, A. W., Staff, I. A., and Suphioglu, C. 1999. Concentrations of major grass group 5 allergens in pollen grains and atmospheric particles: implications for hay fever and allergic asthma sufferers sensitized to grass pollen allergens. *Clinical and experimental allergy: journal of the British Society for Allergy and Clinical Immunology*, 29(5), 633-641.
- Schlichting, H.E. 2000. Hawaii, An ideal model for international aerobiological research. *Aerobiologia*, 16, 335-337.
- Schmidt, W. 1925. *Der Massenaustausch in freier Luft und verwandte Erscheinungen*, Problemy Kosmos Physics, 7, 1-118.
- Schober, W., Lubitz, S., Belloni, B., Gebauer, G., Lintelmann, J., Matuschek, G., Weichenmeier, I., Eberlein-König, B., Buters, J., Behrendt, H. 2007. Environmental polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) enhance allergic inflammation by acting on human basophils. *Inhalation toxicology*, 19, 151-156.
- Schumacher, M. J., Griffith, R. D., and O'Rourke, M. K. 1988. Recognition of pollen and other particulate aeroantigens by immunoblot microscopy. *Journal of allergy and clinical immunology*, 82(4), 608-616.
- Seçil, D. 2018. Niğde İli Atmosferik Polenlerinin Saatlik Değişimlerinin Araştırılması. Doktora tezi, Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Sedghy, F., Varasteh, A. R., Sankian, M. and Moghadam, M. 2018. Interaction Between Air Pollutants and Pollen Grains: The Role on the Rising Trend in Allergy. *Reports of Biochemistry and Molecular Biology*, 6(2), 219.

- Sin, A.B. Pınar, N.M., Mısırlıgil, Z., Çeter, T., Yıldız, A., Alan, Ş. 2007. Polen Allerjisi (Türkiye Allerjik Bitkilerine Genel Bir Bakış). Ankara: Engin Yayınevi.
- Sin, A.B., İnceoğlu, Ö., Mungan, D., Çelik, G., Kaplan, A. and Mısırlıgil, Z. 2001. Is it important to perform pollen skin prick tests in the season? *Annals of Allergy Asthma and Immunology*, 86, 382- 386.
- Sındt, C. and Thibaudon, M. 2011. A new perspective on Pollen Allergy (MONALISA Project). *Turkiye Klinikleri Journal of Allergy-Special Topics*, 4(1), 43.
- Singh, A. and Kumar, P. 2004. Aerial pollen diversity in India and their clinical significance in allergic diseases. 19, 190-201.
- Singh, N., Singh, U., Singh, D., Daya, M., and Singh, V. 2017. Correlation of pollen counts and number of hospital visits of asthmatic and allergic rhinitis patients. *Lung India: official organ of Indian Chest Society*, 34(2), 127-131
- Skepper, J. N. and Powell, J. M. 2008. Immunogold staining of epoxy resin sections for transmission electron microscopy (TEM). *Cold Spring Harbor Protocols*, (6), pdb-prot5015.
- Skjøth, C.A., Sommer, J., Frederiksen, L. and Karlson, U.G. 2012. Crop harvest in Central Europe causes episodes of high airborne *Alternaria* spore concentrations in Copenhagen. *Atmospheric Chemistry ve Physics Discussions*, 12(6).
- Skóra, J., Otlewska, A., Gutarowska, B., Leszczyńska, J., Majak, I., ve Stępień, Ł. 2015. Production of the allergenic protein Alt a 1 by *Alternaria* isolates from working environments. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 12(2), 2164-2183.
- Skvarla, J.J. and Turner, B.L. 1966. Systematic implications from electron microscopic studies of Compositae pollen-a review. *Annals of the Missouri Botanical Garden*, 220-256.
- Sofiev, M., Belmonte, J., Gehrig, R., Izquierdo, R., Smith, M., Dahl, Å., Siljamo, P., 2013. Airborne pollen transport, in: *Allergenic Pollen*. Springer, 127–159.
- Soomro, S., Sahito, M.A., Nizamani, Z.A. and Khan, K.M. 1991. Seasonal aeropalynology at University of Sindh, Jamshoro, Campus (Pakistan). *Sarhad Journal of Agriculture (Pakistan)*.
- Sousa, S.I.V., Martins, F.G., Pereira, M.C., Alvim-Ferraz, M.C.M., Ribeiro, H., Oliveira, M., Abreu, I., 2008. Influence of atmospheric ozone, PM10 and meteorological factors on the concentration of airborne pollen and fungal spores. *Atmospheric Environment* 42, 7452–7464.
- Sölter, U., Starfinger, U., & Verschwele, A. 2012. HALT Ambrosia-complex research on the invasive alien plant ragweed (*Ambrosia artemisiifolia* L.) in Europe. *Julius-Kühn-Archiv*, (434), 627.

- Spieksma, F.T.M., Kramps, J.A., Van der Linden, A.C., Nikkels, B.H., Plomp, A., Koerten, H.K., and Dijkman, J.H. 1990. Evidence of grass-pollen allergenic activity in the smaller micronic atmospheric aerosol fraction. *Clinical and Experimental Allergy*, 20(3), 273-280.
- Spieksma, F.T.M. and Nolard, N., Jager, S. 1991. Fluctuations and trends in airborne concentrations of some abundant pollen types, monitored at Vienna, Leiden and Brussels. *Grana*, 30, 309-312.
- Spieksma, F.T.M., Nikkels, B.H., Dijkman, J.H., 1995. Seasonal appearance of grass pollen allergen in natural, pauci-micronic aerosol of various size fractions. Relationship with airborne grass pollen concentration. *Clinical and Experimental Allergy*, 25, 234–239.
- Sporik, R.B., Arruda, L.K., Woodfolk, J., Chapman, M.D., and Platts-Mills, T.A.E. 1993. Environmental exposure to *Aspergillus fumigatus* allergen (Asp f I). *Clinical and Experimental Allergy*, 23(4), 326-331.
- Srivastava, A. K. and Wadhvani, K. 1992. Dispersion and allergenic manifestations of *Alternaria* airspora. *Grana*, 31(1), 61-66.
- Stach, A. 2000. Variation in pollen concentration of the most allergenic taxa in Ponzan (Poland), 1995-1996. *Aerobiologia*, 16, 63-68.
- Stepalska, D., Myszkowska, D., Wołek, J., Piotrowicz, K., and Obtulowicz, K. 2008. The influence of meteorological factors on *Ambrosia* pollen loads in Cracow, Poland, 1995–2006. *Grana*, 47(4), 297-304.
- Stepalska, D. and Wołek, J. 2009. Intradiurnal periodicity of fungal spore concentration (*Alternaria*, *Botrytis*, *Cladosporium*, *Didymella*, *Ganoderma*) in Cracow, Poland. *Aerobiologia*, 25(4), 333.
- Stepanov, K.M. 1935. Dissemination of infective diseases of plants by air currents, (In Russian, English title) *Bull. Pl. Prot. Leningr., Ser. 2, Phytopathology*, 8, 1-68.
- Stringari, G., Tripodi, S., Caffarelli, C., Dondi, A., Asero, R., Businco, A.D.R., ... and Maiello, N. 2014. The effect of component-resolved diagnosis on specific immunotherapy prescription in children with hay fever. *Journal of Allergy and Clinical Immunology*, 134(1), 75-81.
- Sunyer, J., Jarvis, D., Pekkanen, J., Chinn, S., Janson, C., Leynaert, B., Luczynska, C., Garcia-Esteban, R., Burney, P., Antó, J.M., 2004. Geographic variations in the effect of atopy on asthma in the European Community Respiratory Health Study. *Journal of Allergy and Clinical Immunology*, 114, 1033-1039.
- Suphioglu, C., Singh, M.B., Taylor, P., Knox, R.B., Bellomo, R., Holmes, P. and Puy, R. 1992. Mechanism of grass-pollen-induced asthma. *The Lancet*, 339(8793), 569-572.

- Suphioğlu, C. 1998. Thunderstorm asthma due to grass pollen. *International Archives of Allergy and Immunology*, 116, 253-260.
- Süring, K., Bach, S., Höflich, C., Straff, W. 2016. Flow Cytometric Analysis of Particle-bound Bet v 1 Allergen in PM10. *Journal of visualized experiments: JoVE*. 117.
- Sutton, O.G. 1932. A theory of eddy diffusion in the atmosphere, *Proceedings of the Royal Society of London. Series A*, 135,143-165.
- Şahin, S. 2015. Zonguldak ili atmosferinde *Ambrosia* sp., Poaceae, Betulaceae polenleri ile *Alternaria* ve *Cladosporium* cinslerine ait küf sporlarının 10 ay süre ile saatlik olarak izlenmesi (2014-2015), Yüksek Lisans Tezi, Bülent Ecevit Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 101s.
- Şakıyan, N. ve İnceoğlu, Ö. 1995. Ankara havasında bulunan *Cladosporium* ve *Alternaria* sporlarının konsantrasyonu ve bu konsantrasyona meteorolojik faktörlerin etkisi (1990-1991). Ulusal Palinoloji Kongresi, İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Orman Botaniği Anabilim Dalı, İstanbul, 131-33.
- Şimşekli, Y., Akkaya, A., Gücin, F., Ünlü, M., Yorgancıgil, B. 2000. Isparta şehrinin havasında bulunan fungus sporları. *Akciğer Arşivi*, 1, 9-12.
- Takahashi, Y., Sakaguchi, M., Inouye, S., Miyazawa, H., Imaoka, K. and Katagiri, S. 1991. Existence of exine-free airborne allergen particles of Japanese cedar (*Cryptomeria japonica*) pollen. *Allergy*, 46, 588- 593.
- Takahashi, Y., Sasaki, K., Nakamyra, S., Miki-Hirosige, H. and Nitta, H. 1995. Aerodynamic size distribution of particles emitted from the flowers of allergologically important plants. *Grana*, 34, 45-49.
- Takat, G. 2015. Aerobiyolojik Örneklerdeki Sayım Metodu Değişikliklerinin Atmosferik Polen Verileri Üzerindeki Etkileri. Yüksek Lisans Tezi, Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bursa.
- Tarıkahya, B. 2003. Kirmir Çayı (Kocaçay) Vadisi (Güdül, Ankara) Florası Üzerine Bir Araştırma. Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Tarıkahya-Elçi B. and Erik, S. 2005a. Flora of Kirmir Valley (Güdül, Ankara). *Turkish Journal of Botany* 29: 435-461.
- Tarıkahya-Elçi B. ve Erik, S. 2005b. Güdül (Ankara) ve çevresinin etnobotanik özellikleri. *Hacettepe Üniversitesi Eczacılık Fakültesi Dergisi*, 26 (2), 57-64.
- Tarıkahya-Elçi, B. and Erik, S. 2006. Some anticarcinogenic plants and their usage in the Güdül district (Ankara-Turkey). *Proceedings of the IVth International Congress of Ethnobotany (ICEB 2005)*, Bildiri Kitabı 147-149, İstanbul.

- Tarıq, S.M., Matthewes, S.M., Stevens, M., Hakim, E.A. 1996. Sensitization to *Alternaria* and *Cladosporium* by the age of 4 years. *Clinical Experimental Allergy*, 26, 794-798.
- Tatlıdil, S., Bıçakçı, A., Akkaya, A., Malyer, H. 2001. Burdur atmosferindeki alerjen *Cladosporium* spp. ve *Alternaria* spp. sporları. Süleyman Demirel Üniversitesi Tıp Fakültesi Dergisi, 8(4), 1-3.
- Taylor, P.E., Flagan, R.C., Miguel, A.G., Valenta, R., and Glovsky, M.M. 2004. Birch pollen rupture and the release of aerosols of respirable allergens. *Clinical and Experimental Allergy*, 34(10), 1591-1596.
- Tekin K, İnceoğlu Ö. 1995. Ankara havasında bulunan *Alternaria* ve *Cladosporium* sporlarının konsantrasyonu ve bu konsantrasyona meteorolojik faktörlerin etkisi (1991-1992). Yüksek lisans tezi, Ankara Üniversitesi, Fen bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Tekşen-Soydemir, M. ve Aytaç, Z. 2003. Bayındır Barajı florası. *Ot Sistematik Botanik Dergisi*, 10 (2), 57-91.
- Temizer, İ. K., Doğan, C., Artac, H., Reisli, I. and Pekcan, S. 2012. Pollen grains in the atmosphere of Konya (Turkey) and their relationship with meteorological factors, in 2008. *Turkish Journal of Botany*, 36(4), 344-357.
- Thuzar, M. 2010. The Effects of Temperature Stress on the Quality and Yield of Soya Bean (*Glycine max* L. Merrill). *Journal of Agricultural Science*, 2(1), 172-179.
- Tobias, A., Galan, I., Banegas, J.R., Aranguiz, E., 2003. Short term effects of airborne pollen concentrations on asthma epidemic. *Thorax*, 58, 708–710.
- Tobias, A., Galan, I., and Banegas, J.R. 2004. Non-linear short-term effects of airborne pollen levels with allergenic capacity on asthma emergency room admissions in Madrid, Spain. *Clinical and Experimental Allergy*, 34(6), 871-878.
- Topbaş, M., Tosun, I., Can, G., Keklikkaya, N., Aydın, F. 2006. Identification and seasonal distribution of airborne fungi in urban outdoor air in an eastern Black Sea Turkish town. *Turkish Journal of Medical Science*, 36, 31-6.
- Tosunoğlu, A., Yenigün, A., Bıçakçı, A. and Eliaçık, K. 2013. Airborne pollen content of Kuşadası. *Turkish Journal of Botany*. 37(2), 297-305.
- Tosunoğlu, A., Babayiğit, S. and Bicakci, A. 2015a. Aeropalynological survey in Büyükorhan, Bursa. *Turkish Journal of Botany*, 39(1), 40-47.
- Tosunoğlu, A. and Bıçakçı, A. 2015b. Seasonal and intradiurnal variation of airborne pollen concentrations in Bodrum, SW Turkey. *Environmental monitoring and assessment*, 187(4), 167.

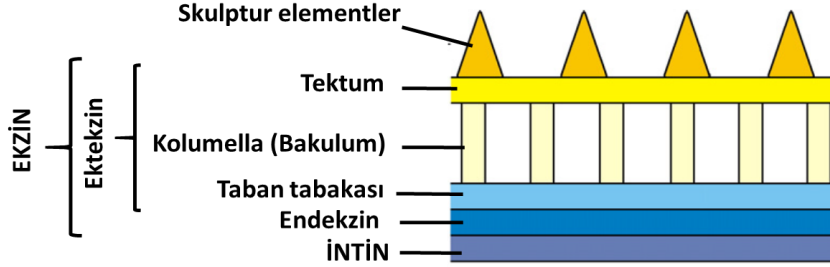
- Tosunoğlu, A., Altunoglu, M.K., Bıçakçı, A., Kilic, O., Gonca, T., Yilmazer, I., ... and Malyer, H. 2015c. Atmospheric pollen concentrations in Antalya, South Turkey. *Aerobiologia*, 31(1), 99-109.
- Tosunoğlu, A., Saatcioglu, G., Bekil, S., Malyer, H. and Bıçakçı, A. 2018. Atmospheric pollen spectrum in Stone City, Mardin; the northern border of Mesopotamia/SE-Turkey. *Environmental monitoring and assessment*, 190(11), 635.
- Töre, D. 2010. Başkent Üniversitesi Bağlıca Yerleşkesinin (Ankara) Florası. Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Hacettepe Üniversitesi, Ankara.
- Töre, D. and Erik, S. 2012. The flora of Bağlıca Campus of başkent. *Hacettepe Journal of Biology and Chemistry*, 40 (3), 267-291.
- Troutt, C. and Levetin, E. (2001). Correlation of spring spore concentrations and meteorological conditions in Tulsa, Oklahoma. *International Journal of Biometeorology*, 45(2), 64-74.
- Türker, H. 1990. Ayaş, Güdül, Beypazarı ve Polatlı Arasında Kalan Bölgenin Florası. Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gazi Üniversitesi, Ankara
- Twaroch, T.E., Arcalís, E., Sterflinger, K., Stöger, E., Swoboda, I., Valenta, R., 2012. Predominant localization of the major *Alternaria* allergen Alt a 1 in the cell wall of airborne spores. *Journal of Allergy and Clinical Immunology*, 129, 1148–1149.
- Uguz, U., Guvensen, A. and Tort, N. S. 2017. Annual and intradiurnal variation of dominant airborne pollen and the effects of meteorological factors in Çeşme (Izmir, Turkey). *Environmental monitoring and assessment*, 189(10), 530.
- Ulutan, F., Çopur, S., Koçoğlu, T. 1985. Çarşamba Kızılot sağlık ocağına bağlı köylerde havanın fungal florası. *Mikrobiyoloji Bulteni*, 19, 139-43.
- Varol, Ö. 1994. Akyurt-Kalecik arasında Kalan Step Alanlarının Floristik Yönden İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Varol, Ö. and Aydoğdu, M. 1999. The flora of steppe surroundig Akyurt and Kalecik. *Communications Faculty of Sciences University of Ankara Series C*, 17, 33-57.
- Vergamini, S.M., Valencia-Baarrera, R.M., Antoni-Zoppas, B.C., Morales, C.P and Gonzalez, D.F. 2006. Pollen from tree and shrub taxa in the atmosphere of Caxias do Sul (Rio Grande do Sul, Brazil), *Aerobiologia*, 22, 143-150.
- Vinckier, S. and Smets, E. 2001a. A survey of the presence and morphology of orbicules in European allergenic angiosperms. Background information for allergen research. *Canadian Journal of Botany*, 79, 757 - 766.
- Vinckier, S. and Smets, E. 2001b. The potential role of orbicules as vector of allergens. *Allergy*, 56, 1129 - 1136.

- Vinckier, S., Cadot, P. and Smets, E. 2005. The manifold characters of orbicules: structural diversity, systematic significance, and vectors for allergens. *Grana*, 44(4), 300-307.
- Vural, M. 2004. Ankara'nın Florası. Şu eserde: Cumhuriyetin 80. Yılında Her Yönüyle Ankara s. 331-348. Ankara Büyükşehir Belediyesi, Eğitim ve Kültür Daire Başkanlığı. Tasarım ve Baskı, Ankara.
- Vural, M. 2014. Ankara'nın Florası ve Korunmaya Muhtaç Türleri. Şu eserde: Köroğlu A. (ed.). Cumhuriyetin 90. yılında Ankara 1923-2013 s. 67-88. Ankamer Yayınları 2, Ankara.
- Weryszko-Chmielewska, E. and Piotrowska, K. 2004. Airborne pollen calendar of Lublin, Poland. *Annals of Agricultural and Environmental Medicine*, 11(1), 91-7.
- Wodehouse, R.P. 1935. *Pollen Grains*, Mc Graw-Hill, New York.
- Wolf, J., O'Neill, N.R., Rogers, C.A., Muilenberg, M.L., Ziska, L.H., 2010. Elevated atmospheric carbon dioxide concentrations amplify *Alternaria alternata* sporulation and total antigen production. *Environmental health perspectives*, 118, 1223.
- Wuethrich, B. 1989. Epidemiology of allergic diseases: Are they really on the increase. *International Archives of Allergy and Applied Immunology*, 90, 3-10.
- Yalçın, Ş. 2016. Kars ili Kağızman ilçesi atmosferik polenlerinin belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Kafkas Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Yavuz, H. 1992. Ayaş, Çanlı Köyü Kazan Arasında Kalan Bölgenin Florası. Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Yeşilyurt, E.B. 2008. Hacıkadın Vadisi Florası Üzerine Bir Araştırma (Ankara /Türkiye). Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Yeşilyurt, E.B., Kurt, L. and Akaydın, G. 2008. A study on flora of Hacıkadın Valley (Ankara/Turkey). *Biological Diversity and Conservation*, 1(2), 25-52.
- Yurdukoru, S. 1979. Samsun ili havasındaki alerjenik polenler. *Ankara Tıp Bülteni*. 1, 37-44.
- Zawisza, E., Samolinski, B., Tarchalska, B., and Rapiejko, P. 1993. Allergenic pollen and pollinosis in Warsaw. *Aerobiologia*, 9(1), 47-51.
- Zemmer, F., Karaca, F., Ozkaragoz, F. 2012. Ragweed pollen observed in Turkey: detection of sources using back trajectory models. *Science of the Total Environment*, 430, 101-108.

- Zeybek, S. 2000. Ankara havasında bulunan *Alternaria* ve *Cladosporium* Sporlarının konsantrasyonu ve bu konsantrasyona etki eden meteorolojik faktörler (1993-1994), Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, s.63.
- Zhao, F., Elkelish, A., Durner, J., Lindermayr, C., Winkler, J.B., Ruëff, F., Behrendt, H., Traidl-Hoffmann, C., Holzinger, A., Kofler, W., Braun, P., von Toerne, C., Hauck, S.M., Ernst, D. and Frank, U. 2016. Common ragweed (*Ambrosia artemisiifolia* L.): allergenicity and molecular characterization of pollen after plant exposure to elevated NO₂. *Plant, cell and environment*, 39(1), 147-164.
- Ziello, C., Sparks, T.H., Estrella, N., Belmonte, J., Bergmann, K.C., Bucher, E., Brighetti, M.A., Damialis, A., Detandt, M., Galán, C., 2012. Changes to airborne pollen counts across Europe. *PloS one* 7, e34076.
- Ziska, L.H., Beggs, P.J. 2012. Anthropogenic climate change and allergen exposure: the role of plant biology. *Journal of Allergy and Clinical Immunology*, 129, 27-32.
- Zwander, H. 2001. Der pollen flug im Klagenfurter Becken (Kärnten) 1980 bis 2000 eine übersicht zur pollen allergischen belastungssituation, Klagenfurt, Teil 1, *Carinthia II*, 191, 117-194.

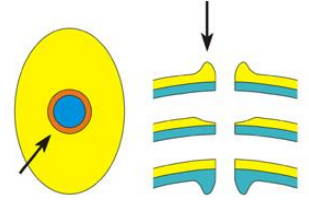
EK 1 PALİNOLOJİK SÖZLÜK (Punt vd. 2007)

Faegri-Iversen Terminolojisi (1975)



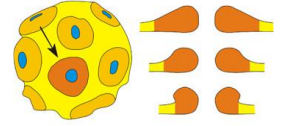
Amb: Polenin polar görünüşünün şekli

Annulus: Por etrafında ektekzin kalınlaşmasıyla oluşan halkaya benzer yapı.

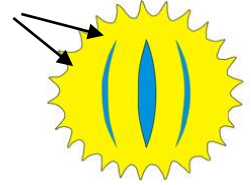


Apertür: Polen ya da sporda polen tüpünün meydana geldiği, polen için ekzin, sporlar için ise perin tabakasının inceldiği bölgeler.

Aspis: Ekzin tabakasının por bölgesinde dışarı doğru yaptığı kalınlaşma



Ekinat: Spinlerle kaplı polen yüzeyindeki ornamentasyon tipi.



Ektekzin: Tektum, kolumella ve taban tabakasından meydana gelen, ekzinin dış tabakası.

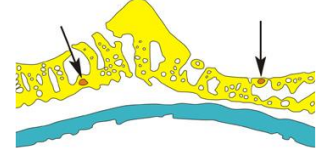
Ekvatorial eksen: Ekvatorial görünüşte, polenin ekvator bölgesinden geçen, polar eksene dikey olan eksenidir.

Ekzin: Poleni çevreleyen dış duvar tabakası.

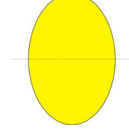
Endekzin (E) : Işık mikroskobu incelemelerinde bazik fuksinle boyanmayan ve TEM kesitlerinin ise düşük elektron yoğunluğuna sahip ekzinin alt tabakasıdır.

İntin: Polen duvar tabakasının iç tabakası.

İnternal foramina: Tektum tabakasında bulunan delikler



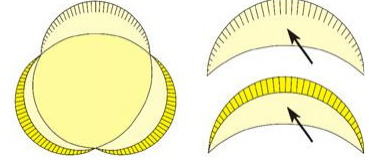
İzopolar: Polende distal ve proksimal yüzlerin birbirine benzemesi durumu.



Granülat: İnfratektal tabakanın az çok yuvarlak şekilli 1µm'den daha küçük granüllerin oluşturduğu ornamentasyon tipi.

Belirli granülat: Granüllerin daha belirgin gözüktüğü ornamentasyon tipi

Kavea: Kolumellalar ile taban tabakası arasında kalan interapertural alan.



Kolumella: Çubuğa benzer, dairesel basit veya dallanmış ekteksin elementleri.

Kolporat: Apertür tipi kolpus ve pordan oluşan polenler

Kolpus: Uzun kayık şeklindeki ekvatorial eksene paralel uzanana apertür tipi.

Konidiyofor: Spor taşıyan hif

Konidyum: İçinde eşeysiz fungus sporu olan konidyosporların meydana geldiği spor keseleri

Lolongat: Apertürün boyuna uzamış hali

Miselyum: Hiflerin bir araya gelmesiyle oluşan yapı

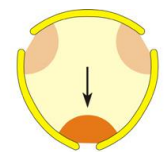
Multi septat: Çok bölmeli spor yapısı

Oblat sferoidal: Polenin P/E oranının 1.00-0.88 olduğunda aldığı şekil

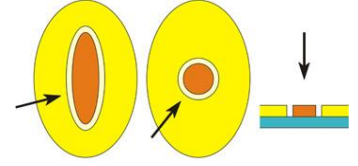


Obklavat: Bir ucu şişkin bir ucu ince, ters çömlek biçimindeki yapı

Onkus: Apertür altında meydana gelen ve lens şeklindeki intin kalınlaşması.



Operkulum: Apertür membranı üzerinde bulunan ektekin ve endekzin parçası.



Ornamentasyon: Ekzinin dıştan yapısal görünüşü.

Polar eksen (P): Polen yada sporun proksimal ve distal kutbu arasında uzanan doğru.

Polen şekli: Ekvatorial görünüşte, polenin polar ekseninin (P), ekvatorial eksene (E) oranı.

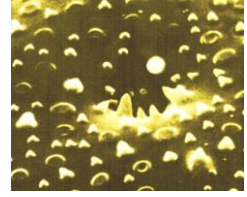
Por: Uzunluk/genişlik oranı 2’de az olan yuvarlak yada eliptik apertür tipi.

Porat: Apertür tipi olarak sadece por içeren polenler

Psilat: Ekzin yüzeyinin düz olduğu ornamentasyon tipi

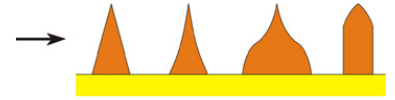
Sferoidal: Polar ekseni ve ekvatorial çapının birbirine hemen hemen eşit olan polen şekli.

Skabrat: Tektum üzerinde spinülerin oluşturduğu ornamentasyon tipi.



Skulptür: Ornamentasyon. Ekzinin dış görünüşünün dış yüzü.

Spin: Ekzin üzerindeki çıkıntıların ucu sivri ve uzunluğu 3 µm’ den fazla olan ornamentasyon elementi



Taban tabakası (Foot layer): Kolumella ile endekzin arasındaki bölge.

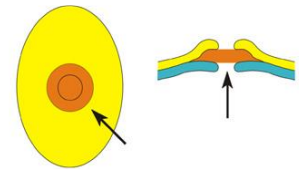
Tektat: Tektum içeren ekzin yapısı.

Tektum: Kolumellanın üst kısmının birleşmesi ile oluşan ekzinin en dış kesimi.

Verrukat: Tektum üzerinde siğil şeklindeki kabarcıkların (vart) oluşturduğu ornamentasyon tipi



Vestibulum: Ekzin tabakalarının porun iç ve dış kısmı arasında bir oyuk oluşturacak şekilde birbirinden ayrılmasıdır.



ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Aydan ACAR ŞAHİN
Doğum Yeri : Ankara
Doğum Tarihi : 12/04/1987
Medeni Hali : Evli
Yabancı Dili : İngilizce

Eğitim Durumu (Kurum ve Yıl)

Lise : Sincan Yabancı Dil Ağırlıklı Lisesi (2005)
Lisans : Hacettepe Üniversitesi, Fen Fakültesi, Biyoloji Bölümü (2010)
Yüksek Lisans : Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü,
Biyoloji Anabilim Dalı (2010-2013).

Çalıştığı Kurum ve Yıl

Ankara Üniversitesi, Fen Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Araştırma Görevlisi (Ekim 2010-)

Yayınları

SCI, SCI-E indekslerine giren dergilerde yayımlanan makaleler;

Avcı, S., Sancak, C., Can, A., **Acar, A.**, and Pinar, N. M. 2013. Pollen morphology of the genus *Onobrychis* (Fabaceae) in Turkey. Turkish Journal Botany. DOI: 10.3906/bot-1207-52.

Pinar, N.M., Akan, H., Ceter, T., Aytac, Z., Ekici, M., **Acar, A.**, Akdoğan, S. 2014. Comparative pollen morphology of annual *Trigonella* L. (Fabaceae) in Turkey. Plant Systematics and Evolution 300:689-708.

Kendir, G., Güvenç, A., **Acar, A.**, Çeter, T., Pinar, N. M. 2015. Fruits, seeds and pollen morphology of Turkish *Ribes* L. (Grossulariaceae). Plant Systematics and Evolution 301:185-199.

Pınar N.M., Coskuncelebi, K., Simsek, D., Okur S., Makbul, S and **Acar, A.** 2016. Pollen Morphology of *Scorzonera* (Asteraceae) in Turkey. Phytotaxa. 252(4), 233-262.

Şahin, A. A*., Aslım, B., Tan, S., Alan, Ş., and Pinar, N. M. 2017. Differences in structure, allergenic protein content and pectate lyase enzyme activity of some

Cupressaceae pollen. Turkish Journal of Biochemistry. doi.org/10.1515/tjb-2017-0260. (*Corresponding author)

Alan, Ş., **Şahin, A. A.**, Sarışahin, T., Şahin, S., Kaplan, A., and Pınar, N. M. 2018. The effect of geographical and climatic properties on grass pollen and Phl p 5 allergen release. International Journal of Biometeorology, 62:1325–1337

Baldemir, A., Alan, Ş., **Şahin, A. A***, Paksoy, M. Y., and Pınar, N. M. 2018. Pollen morphology of *Scaligeria* DC.(Apiaceae) in Turkey. Turkish Journal of Botany, 42(4), 462-477. (*Corresponding author)

Alan, Ş., Sarışahin, T., **Şahin, A. A.**, Kaplan, A., Erdoğan, İ., Pınar N.M. 2019. A new method to quantify atmospheric Poaceae pollen DNA based on the trnT-F cpDNA region. Turkish Journal of Biochemistry. doi.org/10.1515/tjb-2018-0020.

Ulusal ve Uluslararası Hakemli Dergilerde Yayınlanan Makaleler;

Kodak E., N.M Pınar, Adıgüzel, N., and **Acar, A.** 2013. Pollen Morphology of some taxa of genus *Tanacetum* L. (Asteraceae) in Turkey. Melliferae, 24, 2-10.

Acar, A., Pınar, N. M., Şafak F., Silici S. 2015. Analysis of airborne pollen grains in Kayseri, Turkey. Karaelmas Science and Engineering Journal. 5(2):79-88.

Acar, A., Alan Ş., Kaplan A., Özmen Baysal E., Doğan C., Pınar, N. M., 2017. General Trends in Atmospheric Pollen Concentration in the High Populated City of Ankara, Turkey. Karaelmas Science and Engineering Journal. 7(1):40-46.

Şahin, A. A*, Erdoğan, İ., Alan, Ş., and Pınar, M. N. 2017. Comparison of pollen protein patterns and pollen morphology of *Taxus baccata* L. and *Cupressus arizonica* Greene. International Journal of Nature and Life Sciences, 1(2), 83-88. (*Corresponding author)

Kodak, E., Erdogan, I., Bani, B., **Sahin, A. A.**, and Pınar, N. M. 2017. Leaf Micromorphology of Some *Tanacetum* L.(Asteraceae) Taxa in Turkey. Gazı University Journal of Science, 30(4), 30-41. (E-SCI)

Ceter, T., Geven F., **Şahin A.A***, Çeter., S. 2018. Examination of Pollen Morphology of Some *Aethionema* (Brassicaceae), From Turkey. Commun.Fac.Sci.Univ.Ank.Series C, 27, (1), 11-24. (*Corresponding author)

Uluslararası Kongrelerde Sunulan Bildiriler;

Acar A., Pınar N.M., Çeter T, Türkmen Y ve Şimşek D. One Year Aeropalynological Analysis of Atmospheric Pollens in Ankara. Pollen 2013, 2nd International APLE-APLF Congress. 17-20 September, 2013

Acar A., Canlı D., Sahın S., Sorkun K., Pınar N.M. Ardahan Bölgesinde Bal Arıları Tarafından Toplanan *Onobrychis* Sp., *Melilotus* Sp. ve Cistaceae Taksonlarının Polen Protein Profillerinin Karşılaştırılması. 4.Uluslararası Mugla Arıcılık ve Çam Balı Kongresi, 2014. (Poster)

Pınar N. M., **Acar A.**, Dogan C., Özmen E., Kaplan A. Long Term Trends in Airborne Pollen Concentration in the Capital City of Turkey. 10. International Meeting of The Pollen Monitoring Programme; Modern Studies, Past Records and Future Perspectives. İstanbul, 2015.

Acar A., Pınar N.M., Ozbek F., Doğan B., Duran A., Martin E. Pollen Morphology of genera Klasea Cass. and Serratula L. (Asteraceae) in Turkey. Medpalyno GPSBI-APPLE Symposium. Roma. 8-10 September 2015.

Acar A., Alan S., Derendeli M., Sarişahin T., Kaplan A., Pınar N. M. Comparative study of Ambrosia pollen and Amb a 1 allergen in Turkey . ESA 2016, 6th. European Symposium on Aerobiology of The European Aerobiology -Society.18-22 Temmuz 2016, Lyon, Fransa. (Poster bildirisi) (“International Ragweed Society Grant” ödülü)

Acar A., Pınar N. M., Alan S., Çeter T. Long term trends of airborne Poaceae pollen concentration in Ankara province. ESA 2016, 6th. European Symposium On Aerobiology of the European Aerobiology Society. 18-22 Temmuz 2016, Lyon, Fransa.

Acar Şahin A., Alan Ş., Pınar N. M. General trend of Poaceae pollen concentration in Ankara province. Ankara Üniversitesi 5. Çevre Günleri Uluslararası Sempozyum “İnsanların Doğayla Kenetlenmesi - Kentte Ve Doğal Alanda, Kutuplardan Ekvatora” 8-9 Haziran 2017, Ankara.

Acar Şahin A., Alan Ş., Kaplan A., Sarişahin T., Pınar N. M. Is Ambrosia artemisifolia Pollen an Important Threat for Ankara Province? Çanakkale Onsekiz Mart University ISEEP-2017 VII. International Symposium on Ecology and Environmental Problems. 4-7 Ekim 2017.

Pınar N. M. **Acar Şahin A.**, Coşkunçelebi K., Serdar B, Çeter T., Şimşek D., Büyük İ, Aras S. Pollen Morphology of genera Salix L. (Salicaceae) in Turkey. Çanakkale Onsekiz Mart University ISEEP-2017 VIII. International Symposium On Ecology And Environmental Problems. 4-7 Ekim 2017. (bizzat sunulmuş)

Pınar N.M. Çeter T, **Acar Şahin A.** The dynamics of Betulaceae pollen in the atmosphere of Black Sea region, Turkey. ECOLOGY 2017 International Symposium. Kayseri. 11-13 Mayıs 2017.

Acar Şahin A., Çeter T, Pınar, N.M. Comparison of Chenopodiaceae/Amaranthaceae pollen concentration between Ankara and Çankırı provinces. ECOLOGY 2017 International Symposium. 11-13 Mayıs 2017.

Çeter T., Pınar N.M., Keçeli, T., Aydın F., **Acar A.** One year aeropalynological analysis of atmospheric pollens in Çankırı, Turkey. 13 th International Palynological Congress, 9 th International Organization of Paleobotany Conference, 2012.

Çeter T., Pınar N.M., Türkmen. Z., Aydın F., **Acar A.** Atmospheric pollen calendar of Giresun, Turkey. 13th International Palynological Congress, 9 th International Organization of Paleobotany Conference, 2012.

Pınar N.M., Aşçı B., Büyükkartal N., Çeter T., Hamzaoğlu, E., Budak Ü., Çölgeçen H and **Acar A.** Comparative pollen morphology of sections Doriae and Reniformes of the genus Senecio L. (Asteraceae) from Turkey, 13th International Palynological Congress, 9 th International Organization of Paleobotany Conference 2012.

Pınar N.M., Sımsek D., Aras E.S., Büyük I., Coskunçelebi K., Çeter T., Serdar B., Cansaran D., **Acar A.** The pollen morphology and genetic analysis of some Turkish Salix L. Based on SSR markers. International Conference On Advances In Plant Sciences (ICAPS-2014)

Çeter T., Sımsek D., Coskunçelebi K., Serdar B., **Acar A.**, Erdogan I., Pınar N.M. Comparative leaf micromorphology of some Turkish Salix L. International Conferences on Advances in Plant Sciences (ICAPS 2104)

Silici S., Çeter T., Pınar N.M, **Acar A.** Allergic Pollen Calendar of Kayseri Atmosphere. 11th Asian Apicultural Association Conference, ApiexpoandWorkshop, 2012.

Türkmen Y, Pınar N.M, Çeter T, **Acar A** ve Şımşek D. Annual Atmospheric Pollen Calendar of Gümüşhane, Turkey. POLLEN 2013, 2nd International APLE-APLF Congress. 17-20 September, 2013

Pınar N. M., Aşçı B., Büyükkartal H.N., Çölgeçen H., Budak Ü., **Acar A.** Pollen morphology of section Jacobaeae (Asteraceae:Senecio). Medpalyno GPSBI-APPLE Symposium. 8-10 September 2015.

Pınar N.M., Sımsek D., Büyük I., Büyük B.P., Aras E.S., Coskunçelebi K., Çeter T., Serdar B., Cansaran D., **Acar A.** The pollen morphology and genetic analysis of Eastern Black Sea Turkish Salix L. Based on SSR markers. Medpalyno GPSBI-APPLE Symposium. 8-10 September.

Şafak F., Pınar N.M, **Acar A.**, Karaman Erkul S., Çeter T. Results of an annual analysis of airborne pollen in Aksaray, Turkey. Medpalyno GPSBI-APPLE Symposium. 8-10 September.

Alan S., **Acar A.**, Sarısahın T., Derendeli M., Kaplan A., Pınar N. M. Monitoring of Bet v 1 from Betulaceae pollen grains in two cities: the role of cross reactivity between pollen. ESA 2016, 6th. European Symposium On Aerobiology of The European Aerobiology Society. 18-22 Temmuz 2016, Lyon, Fransa.

Çeter T., Pınar N. M., **Acar A.**, Turkmen Y. Assesment of Cupressaceae/Taxaceae pollen concentration in Middle and Eastern Black Sea Region, Turkey. ESA 2016, 6th. European Symposium on Aerobiology of the European Aerobiology Society. 18-22 Temmuz 2016, Lyon, Fransa.

Sarısahın T., Alan S., Derendeli M., **Acar A.**, Kaplan A., Pınar N.M. Poaceae pollen and Phl p 5 allergen profile of two cities in Turkey. ESA 2016, 6th. European Symposium on Aerobiology of The European Aerobiology Society. 18-22 Temmuz 2016, Lyon, Fransa.

Pınar N.M., Çeter T., Akdoğan S., **Acar A.** Comparing of airborne Alternaria and Cladosporium spore concentration in Middle and Eastern Black Sea Region, Turkey. ESA 2016, 6th. European Symposium on Aerobiology of the European Aerobiology Society, 18-22 Temmuz 2016, Lyon, Fransa.

Pınar N.M., **Acar Şahin A.**, Alan Ş. Long term trend of Betulaceae polen concentration in Ankara province. Ankara Üniversitesi 5. Çevre Günleri Uluslararası Sempozyum "İnsanların Doğayla Kenetlenmesi - Kentte Ve Doğal Alanda, Kutuplardan Ekvatora". "8-9 Haziran 2017, Ankara.

Sümer Aras, İlker Büyük, Kamil Coskuncelebi, **Aydan Acar Şahin**, Derya Sımsek, Bedri Serdar, Talip Ceter, Demet Cansaran Duman, Burcu Pelin Büyük, N. Münevver Pınar. The Genetic Analysis of Some Salix L. Taxa Based On Ssr Markers In North And East Anatolian Regions of Turkey. International DNA Day and Genome Congress (IDDGC) 2017.

İlker Büyük, Sümer Aras, Kamil Coskuncelebi, **Aydan Acar Şahin**, Derya Sımsek, Bedri Serdar, Talip Ceter, Demet Cansaran Duman, Burcu Pelin Büyük, N. Münevver Pınar. The Pollen Morphology And Genetic Analysis of Two Endemic Turkish Salix L. Based On Ssr Markers" International DNA Day and Genome Congress (IDDGC) 2017.

Ulusal Kongrelerde Sunulan Bildiriler;

Acar A., Sağ H., Yalız E., Pınar N.M. 10000 Metre Yükseklikte Atmosferik Polen ve Sporlar, 19. Ulusal Allerji ve Klinik İmmünoloji Kongresi, 2012.

Acar A., Avcı S., Sancak C, Can A, Pınar N.M. Türkiye Onobrychis Cinsi Hymenobrychis (Fabaceae) Seksiyonunun Polen Morfolojisi, 21. Ulusal Biyoloji Kongresi, Uluslararası Katılımlı. İzmir, 2012.

Acar A., Çeter T, Türkmen Y, Akdoğan S, Şimşek D ve Pınar N.M., Orta ve Doğu Karadeniz Bölgesi Poaceae Polen Konsantrasyonunun Araştırılması. XX. Ulusal Allerji ve Klinik İmmünoloji Kongresi. 02-06 Kasım 2013, Antalya.

Acar A., Şimşek D , Çeter T, Mısırlıgil Z ve Pınar N.M., Ankara İli Atmosferinin 20 Yıllık Alerjik Polen Takvimi. XX. Ulusal Allerji ve Klinik İmmünoloji Kongresi. 02-06 Kasım 2013, Antalya

Acar A., Alan Ş., Sarışahin T.,Seçil D., Mısırlıgil Z.,Pınar N.M Standart deri testi panellerinde yer almayan Cupressus sp.ağacı polenlerinin IgE Reaktivite Profillerinin duyarlı hasta serumları üzerinden değerlendirilmesi. XXI. Ulusal Allerji ve Klinik İmmünoloji Kongresi. 25-29 Ekim 2014, Bodrum

Acar A., Çeter T, Akdoğan S, Bayar E, Şimşek D, Pınar N.M. Orta ve Doğu Karadeniz Bölgesi Cupressaceae/Taxaceae polen konsantrasyonunun araştırılması. XXI. Ulusal Allerji ve Klinik İmmünoloji Kongresi. 25-29 Ekim 2014, Bodrum

Pınar N.M., Çeter T, Aydın F., **Acar A.**, Altıntaş Ufuk D., Bingöl G., Yılmaz M., Akdağ P. Kendirli Güneşer. Adana Atmosferinin 10 Yıllık Alerjik Polen Takvimi. 19. Ulusal Allerji ve Klinik İmmünoloji Kongresi., 2012. (Poster birinciliği ödülü)

Bayer E., Akdoğan S., Altuner E.M., Çeter T., **Acar A.**, Pınar N.M. . Betula pendula (huş) ve Corylus avellana (Fındık) Türlerinin Polen Protein Profillerinin Karşılaştırılması, 19. Ulusal Allerji ve Klinik İmmünoloji Kongresi, 2012.

Yalçınkaya B., Alan Ş., Pınar N.M., Yıldırım Ö., **Acar A.** Aspergillus Cinsine Ait 3 Türün (A. flavipes, A. niger, A. oryzae) Profillerinin Karşılaştırılması, 19. Ulusal Allerji ve Klinik İmmünoloji Kongresi, 2012.

Pınar N.M., Altıntaş Ufuk D., Kendirli Güneşer., Bingöl G., Yılmaz M., Çeter T, Akdağ P, **Acar A.** Adana İli Alerjik Egzotik Bitkileri ve İnsan Sağlığına Yönelik Bilgilendirme, 19. Ulusal Allerji ve Klinik İmmünoloji Kongresi, 2012.

Sağ H., **Acar A.**, Pınar N.M., Yalız E. Uçaklardaki Polen Taşınımının Ekolojik Dengeye Etkisi, 21. Ulusal Biyoloji Kongresi, Uluslararası Katılımlı.İzmir, 2012.

Şimşek D., **Acar A.**, Çeter T.,Akdoğan S., Pınar N.M. Ankara ili Egzotik Bitkileri ve İnsan Sağlığına Yönelik Bilgilendirme, XX. Ulusal Allerji ve Klinik İmmünoloji Kongresi, 2013

Turkmen Y., Şimşek D., Seçil D., **Acar A.**, Çeter T., Akdoğan S., Pınar N.M. Gümüşhane İli 1 Yıllık Polen Takvimi, XX. Ulusal Allerji ve Klinik İmmünoloji Kongresi, 2013

Şimşek D., **Acar A.**, Çeter T., Erdogan I., Pınar N.M. Bazı Salix L. (Söğüt) Türlerinin Polen Protein Profillerinin karşılaştırılması. XXI. Ulusal Allerji ve Klinik İmmünoloji Kongresi. 25-29 Ekim 2014, Bodrum

Erdogan I., **Acar A.**, Sımsek D., Pınar N.M. Peyzajda yaygın olarak kullanılan bitkilerden Taxus baccata L. polen protein profili analizi. XXI. Ulusal Allerji Ve Klinik İmmünoloji Kongresi. 25-29 Ekim 2014, Bodrum

Erdogan I., Sımsek D., Seçil D., **Acar A.**, Pınar N M. Ülkemizde Park ve Bahçelerde yaygın çit bitkisi olarak kullanılan Thuja orientalis (Mazi) Polen Proteinlerinin Araştırılması. 22. Ulusal Allerji Ve Klinik Immunoloji Kongresi, 2015.

Sımsek D, **Acar A.**, Erdogan I., Secil D., Pınar N. M. Peyzajda Yaygın Olarak Kullanılan Bazı Cupressaceae Taksonlarının Polen Protein Profilleri. 22. Ulusal Allerji ve Klinik Immunoloji Kongresi. 2015.

Senol A., **Acar A.**, Derendeli M., Koçer F., Kaplan A., Pınar N. M. Örnek Aerobioloji Gözlem İstasyonu. 22. Ulusal Allerji ve Klinik Immunoloji. 2015

Seçil D, **Acar A.**, Çeter T, Islek C., Sımsek D., Pınar N. M. Kıs ve Erken Ilkbahar döneminde Ankara ve Niğde atmosferinde polen konsantrasyonu. 22. Ulusal Allerji ve Klinik Immunoloji Kongresi. 2015

Alan S., **Acar A.**, Sarısahın T., Derendeli M., Koçer F, Kaplan A., Pınar N. M. Ankara ilinin Yüksek Hacimli Hava Örnekleyicisi ile Aeroalerjen Profiline Degerlendirilmesi. 22. Ulusal Allerji ve Klinik Immunoloji Kongresi. 2015.

Pınar N M., **Acar A.**, Sımsek D., Büyük I., Büyük B.P., Aras E. S., Coskunçelebi K, Çeter T, Serdar B, Cansaran D. Salix acmophylla üzerinde anatomik, palinolojik ve moleküler biyolojik çalışmalar. 1. Ulusal Bitki Biyolojisi Kongresi. Bolu, 2015.

Alan Ş, Sarışahin T, Kaplan A, **Acar A**, Erdoğan İ, Pınar N.M. Atmosferik DNA İçeriğinin Tek Aşamalı PCR Tekniği ile Belirlenmesi ve Polen Konsantrasyonu ile Karşılaştırılması 24. Ulusal Allerji Ve Klinik Immunoloji. Kasım 2017.

Alan Ş, Kaplan A, **Acar A**, Sarışahin, Pınar N.M. Ankara ve Zonguldak İli Atmosferinde Çöl Tozu Gözlemi 24. Ulusal Allerji Ve Klinik Immunoloji. Kasım 2017.

Acar Şahin A, Şimşek D, Hamzaoğlu E., Pınar N.M. Dianthus L. cinsi Verruculosi Seksiyonu Üzerinde Palinolojik Araştırma. 4. Ulusal Botanik Kongresi, Temmuz 2017.

Acar Şahin A, Alan Ş, Dağ İ, Aslım B, Pınar N.M. Phl p 5 alerjen lokalizasyonunun Phleum pratense anter ve polenlerinde immunogold yöntemiyle gösterilmesi. 24. Ulusal Allerji ve Klinik Immunoloji. Kasım 2017.

Erdoğan İ, **Acar Şahin A**, Pınar N.M. Kırşehir İli Atmosferindeki Cupressaceae Polen Konsantrasyonunun Araştırılması. 24. Ulusal Allerji ve Klinik Immunoloji. Kasım 2017.

Kitaplar

Nur Münevver Pınar, Şenol Alan, **Aydan Acar Şahin**, 2018. Bitki Histolojisi Atlası. Ankara Üniversitesi Yayınları. ISBN: 978-605-136-366-0, Türkçe (Ders kitabı).

Aldığı ödüller

Acar A., Alan S., Derendeli M., Sarışahin T., Kaplan A., Pınar N. M. Comparative study of Ambrosia pollen and Amb a 1 allergen in Turkey . ESA 2016, 6th. European Symposium on Aerobiology of the European Aerobiology Society.18-22 Temmuz 2016, Lyon, Fransa. “International Ragweed Society –Young Ragweed Researchers Grant” – Genç Ambrosia Araştırmacısı Ödülü.

Pınar N.M., Çeter T, Aydın F., **Acar A.**, Altıntaş Ufuk D., Bingöl G., Yılmaz M., Akdağ P. Kendirli Güneşer. Adana Atmosferinin 10 Yıllık Alerjik Polen Takvimi. 19. Ulusal Allerji ve Klinik İmmünoloji Kongresi. 2012. Poster birinciliği ödülü.

Pınar N.M.,Sımsek D., Aras E.S., Büyük I., Coskunçelebi K., Çeter T., Serdar B., Cansaran D., **Acar A**. The pollen morphology and genetic analysis of some Turkish Salix L. based on SSR markers. International Conference on Advances In Plant Sciences (Icaps-2014) Silver award-en iyi poster ödülü.

Yazıcı D., Acar Şahin A., Gögebakan E., Bilge Öztürk A., Yılmaz Ö, Saçkesen C, Pınar N.M. İstanbul Atmosferinde Dominant Polen ve Alternaria Spor Konsantrasyonlarının Analizi. 25. Ulusal Allerji ve Klinik İmmünoloji Kongresi. 2018. (Poster birinciliği ödülü).

Projeler

Farklı Bölgelerden Toplanan Bazı *Cupressus L.* ve *Juniperus L.* Taksonlarına Ait Polenlerin, Pektat Liyaz Enzimi Bakımından Taranması ve Bu Taksonlara Özgü Alerjen Proteinlerle İlişkilendirilmesi". Kırıkkale Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi. Proje no:2013/26. **Yardımcı Araştırmacı.** (2013-2015, proje sona erdi).

Ankara Atmosferinde Polen ve Küf Alerjenlerinin Yüksek Hacimli Hava Örnekleyicisi ile İzlenmesi ve İmmunogold Yöntemi ile Yerlerinin Gösterilmesi. Ankara Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü. Lisansüstü Tez Projesi (Doktora) Proje no:16L0430006 **Yardımcı Araştırmacı.** (2016-2019 proje devam ediyor).

IT2020-mSağlık (CRD and mHealth for pollen allergy in Southern Europe. A multicenter observational study,@IT-2020 – Multi Central Project) Güney Avrupa'daki Polen Allerjisinde Tanıda Bileşene Dayalı Moleküler Testlerin ve Mobil Sağlık Uygulamasının Entegrasyonu Çalışması. (Çok merkezli proje- İstanbul (Lokal aerobiyojik merkez)- **Yardımcı araştırmacı** (2017-2019 devam ediyor).

Ankara Üniversitesi Tandoğan Kampüsü Biyoçeşitliliğinin Belirlenmesi Projesi. Ankara Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü. Bağımsız Proje. Proje No: 18B0430001. **Araştırmacı.** (2018-2019 devam ediyor).

Yurt Dışı Deneyimi

Worcester Üniversitesi, National Pollen and Aerobiology Research Unit (NPARU) 14-19 Ağustos 2011.

Cordoba Üniversitesi, Department of Botany and Ecology, Erasmus staj hareketliliği 01/06/2015-03/08/2015.

Rzessow Üniversitesi, Department of Biology, Basic Aerobiology Course" (SMARTER COST projesi kapsamında) burslu katılımcı, 20-27 Temmuz 2015.

Tor Vergata University, Department of Biology, "Aerobiology Training Course" (@IT-2020 MC projesi kapsamında) burslu araştırmacı, 12-16 Eylül 2017.