

2003 YILINDA ANKARA ATMOSFERİ MANTAR SPORLARI KONSANTRASYONU VE METEOROLOJİK FAKTÖRLERİN ETKİSİ

ATMOSPHERIC CONCENTRATION OF FUNGUS SPORES IN ANKARA AND THE EFFECT OF METEOROLOGICAL FACTORS IN 2003 PERIOD

Talip ÇETER¹, Nur Münevver PINAR²

¹ Kastamonu Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Kastamonu. (talipceter@hotmail.com)

² Ankara Üniversitesi Fen Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Ankara.

ÖZET

Havada bulunan ve konsantrasyonları meteorolojik şartlara bağlı olarak sürekli değişim gösteren mantar sporları, gerek atopik bireyler üzerindeki alerjik etkileri, gerekse immün sistemi zayıf/baskılanmış kişilerdeki fırsatçı patojenik etkileri nedeniyle önem taşımaktadır. Bu çalışmada, 2003 yılında Ankara atmosferinde bulunan mantar sporlarının tanımlanması ve spor konsantrasyonlarının meteorolojik faktörlere bağlı olarak değişiminin araştırılması amaçlanmıştır. Ocak-Aralık 2003 tarihleri arasında gerçekleştirilen çalışmada, mantar sporları volümetrik esasa göre çalışan Burkard aleti ile toplanmış ve mikroskopik olarak morfolojik yapılarına göre cins düzeyinde olası tanımlama yapılmıştır. Çalışma süresince 35 mantar taksonuna ait toplam 433.079 spor/m³ saptanmıştır. Bu sporların %75.5'i *Cladosporium*, %6.1'i *Alternaria*, %2.2'si *Leptosphaeria*, %2.2'si *Ustilago*, %2.1'i tek septalı askosporlar, %2'si *Exosporium*, %1.6'sı *Pleospora* ve %1.3'ü *Drechslera* olarak tanımlanmıştır; konsantrasyonları < %1 olan diğer cinsler ise atmosferdeki sporların %7.1'ini oluşturmuşlardır (%0.7-0.1 arasında değişen oranlarda *Puccinia*, *Curvularia*, *Coprinus*, *Nigrospora*, *Periconia*, *Melanomma*, *Torula*, *Ascobolus*, *Agrocybe*, *Pithomyces*, *Stemphyllium*, *Ganoderma*, *Boletus*, *Peronospora*, *Venturia*, *Paraphaeosphaeria*, *Epicoccum*, *Didymella*, *Chaetomium*, *Fusarium*; %0.09-0.01 arasında değişen oranlarda ise *Oidium*, *Xylaria*, *Botrytis*, *Melanospora*, *Dictyosporium*, *Sporormiella*, *Tetracoccosporium*). Spor konsantrasyonlarının mevsimsel dağılımı incelendiğinde; tüm aylarda mantar sporlarına rastlanmakla birlikte en yüksek değer (100.697 spor/m³) Temmuz ayında, en düşük değer (4268 spor/m³) ise Ocak ayında saptandığı izlenmiştir. Meteorolojik faktörlerin spor konsantrasyonları üzerindeki etkilerinin araştırılması sonunda; aylık ortalama sıcaklığın (> 20°C) güçlü artırıcı etki, ortalama rüzgar hızının (3 m/s) zayıf artırıcı etki, ortalama bağıl nem (< %50) ve yağış miktarının (0-20 mm) ise güçlü azaltıcı etki gösterdiği saptanmıştır. Çalışmamızda ayrıca, olası tanımlaması yapılan mantarların haftalık spor konsantrasyonlarını ve sporların alerjenite düzeylerini gösteren bir yıllık spor takvimi hazırlanmıştır. Bu çalışmanın verilerinin, konu ile ilgili diğer araştırmacılara ve alerjik hastalıkların değerlendirilmesinde klinisyenlere yardımcı olacağı umut edilmektedir.

Anahtar sözcükler: Aeropalinoloji, hava kaynaklı mantar sporu, alerji, meteorolojik faktör, Ankara.

ABSTRACT

The atmospheric concentrations of airborne fungus spores change continuously according to the meteorological factors, and their intensity have important allergic effects on atopic subjects and opportunistic pathogenic effects on immunocompromised patients. The aim of this study was to identify the fungal spores found in Ankara atmosphere during 2003 period and to investigate the changes in spore concentrations in relation to meteorological factors. Fungal spores were sampled by using 7-day Burkard volumetric trap between January to December 2003, and probable identification was performed microscopically based on their morphological structures. A total of 433.079 spores/m³ belonging to 35 taxa were observed during the study. The rates of these taxa were as follows; 75.5% *Cladosporium*, 6.1% *Alternaria*, 2.2% *Leptosphaeria*, 2.2% *Ustilago*, 2.1% 1-septate ascospores, 2% *Exosporium*, 1.6% *Pleospora*, and 1.3% *Drechslera*. The other taxa with concentrations < 1% have consisted a total of 7.1% of all atmospheric spores (*Puccinia*, *Curvularia*, *Coprinus*, *Nigrospora*, *Periconia*, *Melanomma*, *Torula*, *Ascobolus*, *Agrocybe*, *Pithomyces*, *Stemphyllium*, *Ganoderma*, *Boletus*, *Peronospora*, *Venturia*, *Paraphaeosphaeria*, *Epicoccum*, *Didymella*, *Chaetomium* and *Fusarium* rates between 0.7-0.1%; *Oidium*, *Xylaria*, *Botrytis*, *Melanospora*, *Dictyosporium*, *Sporormiella* and *Tetracoccusporium* rates between 0.09-0.01%). Although fungal spores were detected in all months in Ankara atmosphere, the evaluation of the seasonal distribution of spore concentrations revealed that the highest value was detected in July (100.697 spores/m³), while the lowest value was in January (4268 spores/m³). When the effects of meteorological factors on spore concentrations were investigated, it was found that, monthly mean temperature (> 20°C) has a strong positive correlation (p< 0.01), and monthly mean relative humidity (< %50) and precipitation (0-20 mm) have strong negative correlations (p< 0.01) on the spore concentrations, while wind velocity (3 m/s) has a slightly positive effect. An annual spore calendar which indicated weekly concentrations and allergenicity levels of those identified fungal spores, was also prepared in this study. In conclusion, it is expected that these data would be helpful for the researchers in the area of aeropalinology and for the clinicians to evaluate allergic diseases.

Key words: Aeropalinology, airborne fungus spores, allergy, meteorological factors, Ankara, Turkey.

GİRİŞ

Havada bulunan ve atmosferde pasif olarak taşınan biyolojik yapılar arasında küçük böcekler, bakteriler, polenler, tohumuz bitkilere ait sporlar ile bu bitkilerin yaprak, doku ve hif gibi yapıları sayılabilir. Çoğu zaman bu yapılar insanlar üzerinde alerjen, toksik ya da irrite edici etki göstermektedir¹⁻³. Bu grup içerisinde yer alan mantar sporları, büyük- lüklerinin ve morfolojilerinin farklı olması ve bütün yıl boyunca atmosferde görülmeleri nedeniyle biyoaerosol olarak değerlendirilir⁴. Mantar sporlarının atmosferdeki konsantrasyonu, çevresel şartlara ve meteorolojik parametrelere bağlı olarak yıl içerisinde değişim göstermektedir⁵⁻⁷. Mantar sporları rüzgarla çok uzak mesafelere taşınabilmekte, atmosferde uzun süre (bazı sporlar yaklaşık 5 yıl) canlı olarak kalabilmektedir. Sporların canlı kalması üreme ve patojenite yönünden önem taşıırken, canlılığını yitirmiş sporlar dahi insanlar için oldukça alerjen yapılar taşımaktadır^{5,6,8}. Bu nedenle atmosferdeki spor konsantrasyonu özellikle alerjik duyarlılığı olan bireylerin sağlığını olumsuz etkilemektedir⁹⁻¹¹.

Ülkemizde yapılan elli aşkın aerofungus çalışmasında genellikle gravimetrik yöntem (Petri açma yöntemi, Durham aleti) veya volümetrik yöntem (Burkard, Lanzoni tuzağı)

kullanılmıştır². İlk çalışma Özkaragöz¹² tarafından 1966 yılında Ankara atmosferi için gerçekleştirilmiş, gravimetrik yöntemle dört ayrı semtte sekiz taksona ait koloniler saptanmıştır. Okuyan ve arkadaşlarının¹³ 1972 ve 1974 yılları Ocak ayında Ankara atmosferinde aynı yöntem ile yaptıkları çalışmada, değişik semtlerde 18 mantar taksonuna ait koloniler belirlenmiştir. Volümetrik yöntemle yapılan ilk çalışmayı Şakıyan ve İnceoğlu¹⁴ 1990 yılında bir yıl süre ile Ankara atmosferi için gerçekleştirmiş, *Cladosporium* ve *Alternaria* spor konsantrasyonlarını belirleyerek meteorolojik faktörlerin etkisini tartışmıştır.

Bu çalışmanın amaçları, (a) Ankara atmosferindeki mantar sporlarının tanımlanması ve konsantrasyonlarının saptanması; (b) spor konsantrasyonlarının meteorolojik faktörlere bağlı olarak değişiminin araştırılması ve (c) belirlenen taksonların alerjenite düzeylerini ve haftalık konsantrasyonlarını gösteren bir yıllık spor takviminin hazırlanmasıdır.

GEREÇ ve YÖNTEM

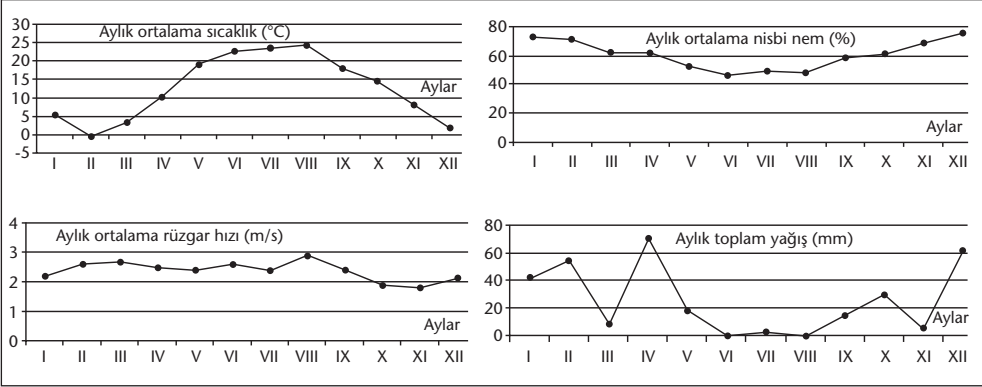
Ankara havasında bulunan mantar sporlarının yakalanmasında, volümetrik esasa dayanan Burkard spor tutma aleti kullanıldı (alet elektrikle çalışmakta olup, 24 saatte 14.4 m³ hava emme kapasitesine sahiptir) (Resim 1). Bu alet Ankara Üniversitesi Fen Fakültesi F Blok çatısına, yerden takriben 15 m yüksekliğe yerleştirildi. Emilen hava içindeki mantar sporları, aletin içinde bulunan döner bir disk üzerindeki yapıştırıcı şeffaf banda yapışmaları sonucu elde edildi¹. Bu şeffaf bantlardan hazırlanan preparatlar, ışık mikroskopunda 40x objektif ile incelenerek spor sayıları günlük olarak değerlendirildi.

Değerlendirmede, atmosferde sporlarına rastlanan taksonların spor morfolojilerine dayalı cins düzeyinde olası tanımlama, mikoloji ile ilgili kaynaklardan ve laboratuvarımızda bulunan referans preparatlardan yararlanılarak yapıldı¹⁵⁻²³. Tek septaya sahip ve benzer görünümdeki *Ascomycetes* taksonları ise "1-septalı askosporlar" olarak gruplandırıldı; bu grup için olası tanımlamaya ulaşılamadı.

Ankara Meteoroloji İstasyonunun Ocak-Aralık 2003 tarihlerine ait meteorolojik verileri, Devlet Meteoroloji Genel Müdürlüğünden temin edildi (Şekil 1).



Resim 1. Burkard polen ve spor tuzağı.



Şekil 1. 2003 yılı Ankara iline ait meteorolojik veriler.

Atmosferde sporları saptanan mantar cinsleri, yapılan çalışmalar^{3,9-11,20,24-33} değerlendirilerek alerjenik özelliklerine göre; (1) yüksek düzeyde alerjen, (2) orta düzeyde alerjen, (3) düşük düzeyde alerjen ya da bilinmeyen olmak üzere 3 grupta toplandı. Bu gruplara dahil edilen mantarların haftalık spor konsantrasyonlarını gösteren spor takvimi hazırlandı.

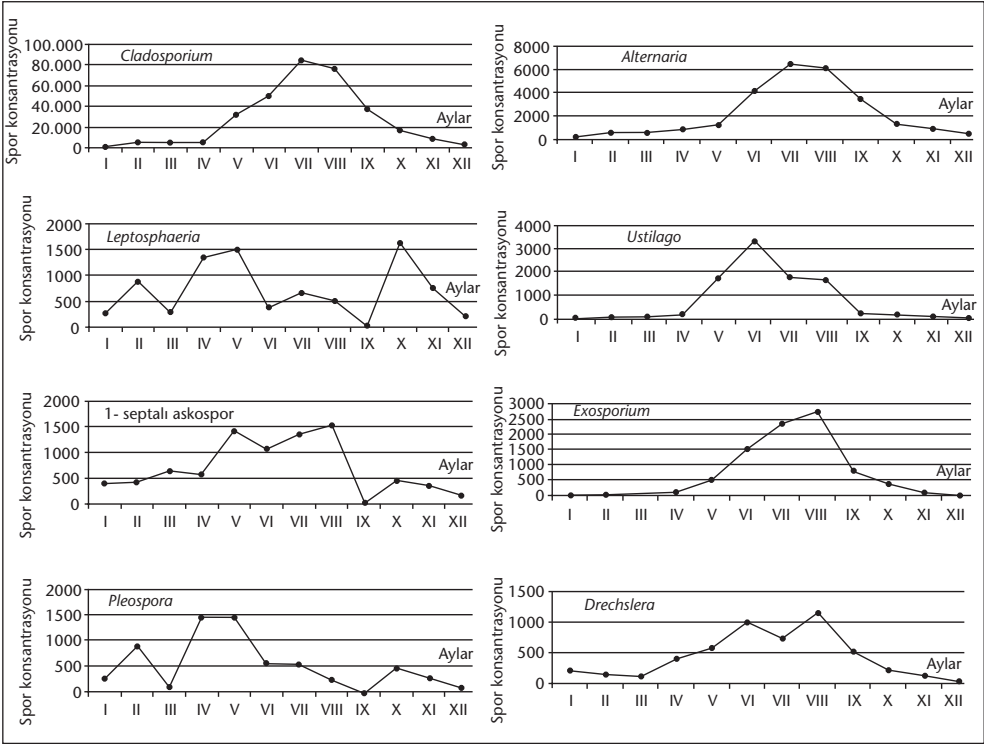
İstatistiksel verilerin hazırlanmasında SPSS 15.0 programı kullanıldı. Meteorolojik faktörlerle taksonların konsantrasyonu ve toplam spor konsantrasyonundaki değişim arasındaki ilişkinin açıklanmasında Pearson korelasyon testinden yararlanıldı.

BULGULAR

Ankara atmosferi için yaptığımız aeropalinolojik analizlerde Ocak-Aralık 2003 tarihleri arasındaki bir yıllık sürede 35 mantar taksonuna ait toplam 433.079 spor/m³ tespit edilmiştir (Tablo I). Olası cins tanımlaması yapılan mantarlar ve saptanma sıklıkları Tablo I'de verilmiştir. Görüldüğü gibi *Cladosporium* %75.5 oranı ile ilk sırayı almış, onu %6.1'lik oran ile *Alternaria* izlemiştir. *Leptosphaeria*, *Ustilago*, 1-septalı askosporlar, *Exosporium*, *Pleospora* ve *Drechslera*'nın atmosferdeki spor konsantrasyonu %1'in üzerinde tespit edilmiş (Şekil 2), bu değerlerin altında (%0.01-0.7) olan cinsler ise atmosferdeki sporların %7.1'ini oluşturmuştur.

Pearson korelasyon testine göre Ankara atmosferinde saptanan mantar sporlarının konsantrasyonu ile meteorolojik parametreler arasındaki ilişki ve yıllık spor dağılımları Tablo I'de gösterilmiştir. Buna göre; yağış miktarı ile toplam spor konsantrasyonu arasında ve nisbi nem oranı ile toplam spor konsantrasyonu arasında kuvvetli negatif ilişki saptanırken, ortalama sıcaklık ile toplam spor konsantrasyonu arasında güçlü bir pozitif ilişki saptanmış, rüzgar hızının ise spor konsantrasyonu üzerinde düşük bir pozitif etkiye sahip olduğu görülmüştür (Tablo I).

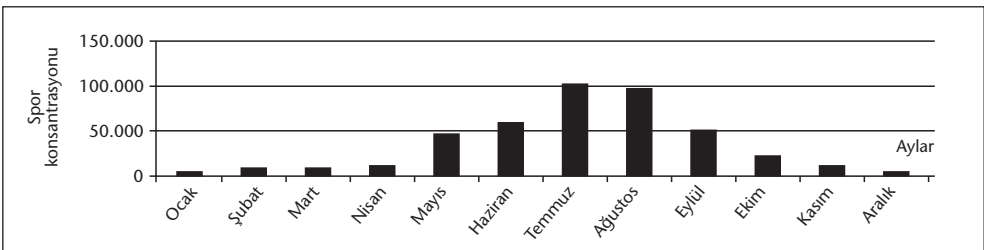
Mevsimsel dağılım incelendiğinde, en düşük spor konsantrasyonunun aralık ve ocak aylarında, en yüksek konsantrasyonun ise temmuz ve ağustos aylarında tespit edildiği



Şekil 2. Ankara atmosferinde baskın olarak saptanan mantarların yıllık spor konsantrasyonu grafiği.

görülmüştür. Şubat-nisan ayları arasında yakın değerlerde izlenen spor konsantrasyonu, mayıs ayında 20°C'ye varan hava sıcaklığının da etkisiyle artış göstermiş, temmuz ayında yılın en yüksek değerine (100.957 spor/m³) ulaşmış, eylül ayından itibaren ısının azalmasıyla beraber düşüşe geçmiş ve ocak ayında yılın en düşük (4268 spor/m³) değeri saptanmıştır (Şekil 3, Tablo 1).

Alerjenik özelliklerine göre 3 gruba ayrılan mantarların spor konsantrasyonlarını gösteren takvim, üç ayrı desenle belirtilmek suretiyle Şekil 4'te verilmiştir.



Şekil 3. 2003 yılı Ankara atmosferine ait aylık mantar sporları konsantrasyonu grafiği (spor/m³).

Tablo 1. Ankara Atmosferinde Saptanan Mantarlar, Saptanma Oranları, Spor Konsantrasyonu ile Meteorolojik Parametreler Arasındaki İlişki ve Yıllık Spor Sayıları

Mantar cinsi (saptanan yüzdesi)	Aylık toplam yağış (mm)	Aylık ortalama sıcaklık (°C)	Aylık nisbi nem (%)	Aylık rüzgar hızı (m/s)	Yıllık spor toplamları
<i>Cladosporium</i> (75.5)	r= -0.670*, p= 0.017	r= 0.892*, p= 0.000	r= -0.860*, p= 0.000	r= 0.424, p= 0.169	327131
<i>Alternaria</i> (6.1)	r= -0.639*, p= 0.025	r= 0.854*, p= 0.000	r= -0.814*, p= 0.001	r= 0.432, p= 0.161	26527
<i>Leptosphaeria</i> (2.2)	r= 0.232, p= 0.468	r= 0.097, p= 0.764	r= -0.112, p= 0.730	r= -0.232, p= 0.456	8534
<i>Ustilago</i> (2.2)	r= -0.583*, p= 0.047	r= 0.786*, p= 0.002	r= -0.849*, p= 0.000	r= 0.415, p= 0.179	9492
1-septalı askospor (2.1)	r= -0.513, p= 0.088	r= 0.690*, p= 0.013	r= -0.795*, p= 0.002	r= 0.517, p= 0.085	8533
<i>Exosporium</i> (2)	r= -0.631*, p= 0.028	r= 0.844*, p= 0.001	r= -0.822*, p= 0.001	r= 0.483, p= 0.112	8637
<i>Pleospora</i> (1.6)	r= 0.351, p= 0.263	r= 0.099, p= 0.761	r= -0.182, p= 0.570	r= 0.139, p= 0.666	6382
<i>Drechslera</i> (1.3)	r= -0.574, p= 0.051	r= 0.899*, p= 0.000	r= -0.905*, p= 0.000	r= 0.585*, p= 0.046	5247
<i>Puccinia</i> (0.7)	r= -0.539, p= 0.071	r= 0.663*, p= 0.019	r= -0.759*, p= 0.004	r= 0.504, p= 0.095	3057
<i>Curvularia</i> (0.6)	r= 0.300, p= 0.343	r= -0.199, p= 0.534	r= 0.056, p= 0.862	r= 0.082, p= 0.799	2311
<i>Coprinus</i> (0.56)	r= -0.272, p= 0.392	r= 0.337, p= 0.284	r= -0.353, p= 0.260	r= -0.039, p= 0.905	2549
<i>Nigrospora</i> (0.53)	r= -0.214, p= 0.503	r= 0.242, p= 0.449	r= -0.360, p= 0.250	r= 0.354, p= 0.259	2325
<i>Periconia</i> (0.5)	r= -0.640*, p= 0.025	r= 0.800*, p= 0.001	r= -0.785*, p= 0.002	r= 0.579*, p= 0.049	2135
<i>Melanomma</i> (0.4)	r= 0.110, p= 0.734	r= -0.133, p= 0.681	r= 0.030, p= 0.927	r= -0.157, p= 0.625	1667
<i>Torula</i> (0.4)	r= -0.548, p= 0.065	r= 0.808*, p= 0.001	r= -0.864*, p= 0.000	r= 0.481, p= 0.114	1736
<i>Ascobolus</i> (0.36)	r= -0.162, p= 0.615	r= 0.136, p= 0.673	r= -0.334, p= 0.288	r= 0.370, p= 0.236	1598
<i>Agrocybe</i> (0.35)	r= -0.306, p= 0.333	r= 0.475, p= 0.119	r= -0.528, p= 0.119	r= 0.299, p= 0.344	1750
<i>Pithomyces</i> (0.34)	r= -0.374, p= 0.231	r= 0.831*, p= 0.001	r= -0.838*, p= 0.001	r= 0.536, p= 0.072	1502
<i>Stemphylium</i> (0.32)	r= -0.684*, p= 0.014	r= 0.814*, p= 0.001	r= -0.782*, p= 0.003	r= 0.297, p= 0.349	1431
<i>Ganoderma</i> (0.25)	r= -0.227, p= 0.479	r= 0.334, p= 0.289	r= -0.467, p= 0.126	r= 0.531, p= 0.076	1095
<i>Boletus</i> (0.2)	r= -0.315, p= 0.319	r= 0.423, p= 0.170	r= -0.568, p= 0.054	r= 0.461, p= 0.131	887
<i>Peronospora</i> (0.19)	r= -0.211, p= 0.511	r= 0.303, p= 0.339	r= -0.205, p= 0.523	r= 0.089, p= 0.783	2138

Tablo 1. Ankara Atmosferinde Saptanan Mantarlar, Saptanma Oranları, Spor Konsantrasyonu ile Meteorolojik Parametreler Arasındaki İlişki ve Yıllık Spor Sayıları (devamı)

Mantar cinsi (saptanma yüzdesi)	Aylık toplam yağış (mm)	Aylık ortalama sıcaklık (°C)	Aylık nisbi nem (%)	Aylık rüzgar hızı (m/s)	Yıllık spor toplamları
<i>Venturia</i> (0.15)	r= -0.252, p= 0.430	r= 0.323, p= 0.305	r= -0.356, p= 0.256	r= 0.000, p= 0.999	655
<i>Paraphaeosphaeria</i> (0.14)	r= -0.305, p= 0.334	r= 0.456, p= 0.136	r= -0.590*, p= 0.043	r= 0.269, p= 0.399	591
<i>Epicoccum</i> (0.12)	r= -0.483, p= 0.112	r= 0.419, p= 0.176	r= -0.469, p= 0.124	r= 0.571, p= 0.053	569
<i>Didymella</i> (0.12)	r= -0.249, p= 0.436	r= 0.263, p= 0.409	r= -0.209, p= 0.515	r= 0.117, p= 0.717	978
<i>Chaetomium</i> (0.12)	r= -0.231, p= 0.471	r= 0.298, p= 0.347	r= -0.172, p= 0.592	r= 0.062, p= 0.847	1318
<i>Fusarium</i> (0.11)	r= -0.241, p= 0.047	r= 0.361, p= 0.248	r= -0.370, p= 0.236	r= 0.076, p= 0.815	508
<i>Oidium</i> (0.09)	r= 0.233, p= 0.466	r= 0.114, p= 0.723	r= -0.184, p= 0.567	r= 0.363, p= 0.246	526
<i>Xylaria</i> (0.09)	r= -0.581*, p= 0.047	r= 0.764*, p= 0.004	r= -0.757*, p= 0.004	r= -0.007, p= 0.982	407
<i>Botrytis</i> (0.09)	r= -0.583*, p= 0.047	r= 0.789*, p= 0.002	r= -0.814*, p= 0.001	r= 0.369, p= 0.238	399
<i>Melanospora</i> (0.04)	r= -0.402, p= 0.195	r= 0.188, p= 0.558	r= -0.391, p= 0.209	r= 0.412, p= 0.184	224
<i>Dictyosporium</i> (0.02)	r= -0.464, p= 0.129	r= 0.055, p= 0.865	r= -0.045, p= 0.890	r= -0.302, p= 0.339	93
<i>Sporormiella</i> (0.02)	r= 0.670*, p= 0.017	r= -0.467, p= 0.126	r= 0.311, p= 0.325	r= 0.250, p= 0.433	85
<i>Tetracoccosporium</i> (0.01)	r= -0.725*, p= 0.008	r= 0.362, p= 0.248	r= -0.538, p= 0.071	r= 0.372, p= 0.234	62
Aylık toplam	r= -0.674*, p= 0.008	r= 0.911*, p= 0.000	r= -0.890*, p= 0.000	r= 0.447, p= 0.073	433079

* İstatistiksel olarak anlamlı ilişki saptanmıştır.



Şekil 4. 2003 yılı Ankara atmosferine ait alerjen mantar sporları takvimi.

TARTIŞMA

Çalışmamızda Ocak-Aralık 2003 dönemini içeren bir yıllık süre boyunca, Ankara atmosferinde 35 mantar taksonuna ait toplam 433.079 spor/m³ saptanmıştır. Yılın tüm aylarında az veya çok miktarda olmak üzere mantar sporları belirlenmiştir. Bu yönleriyle mantar sporları mevsimsel olmayan biyopartiküller veya aerosoller olarak nitelendirilmektedir³. Oliviera ve arkadaşları³⁴ Porto atmosferi için yaptıkları çalışmada, spor konsantrasyonu ile rüzgar hızı arasında negatif, bağıl nem ve sıcaklık arasında ise pozitif ilişki saptadıklarını belirtmiştir. Çelenk ve arkadaşları³⁵ Edirne atmosferinde yaptıkları araştırmada spor konsantrasyonu ile hava sıcaklığı arasında pozitif; yağış, bağıl nem ve rüzgar hızı arasında ise negatif ilişki tespit etmiştir. Bizim çalışmamızda ise, toplam spor konsantrasyonu ile yağış arasında genel olarak negatif ilişki saptanırken, *Curvularia*, *Melanomma*, *Oidium*, *Pleospora*, *Leptosphaeria* ve *Sporormiella* sporları için pozitif etki görülmüştür. Bağıl nemin *Curvularia*, *Melanomma* ve *Sporormiella* dışındaki sporlar üzerinde negatif etki yaptığı belirlenmiştir. Sıcaklığın bütün mantar sporlarının konsantrasyonu üzerine artırıcı etkisi olduğu gözlenirken, rüzgar hızının *Dictyosporium*, *Melanomma*, *Coprinus*, *Leptosphaeria* ve *Xylaria* taksonları dışında zayıf da olsa artırıcı etki gösterdiği saptanmıştır (Tablo I).

Yılın en düşük spor konsantrasyonu 4268 spor/m³ ile ocak ayında saptanmıştır. Daha önce yapılan çalışmalarda, düşük sıcaklığa eşlik eden yüksek bağıl nemin mantar spor konsantrasyonunu azaltıcı etki gösterdiği belirtilmiştir³⁶⁻³⁸. Ocak ayındaki düşük hava sıcaklığı ve yüksek nem miktarı, yılın en düşük spor konsantrasyonunun görülmesine neden olmuştur. Şubat, mart ve nisan aylarındaki düşük sıcaklık, yüksek bağıl nem ve yağış miktarına bağlı olarak spor konsantrasyonları bu dönemlerde birbirine yakın değerlerde izlenmiştir (Şekil 3). Bu dönemde *Cladosporium* spor konsantrasyonunda önemli bir değişim gözlenmezken, *Alternaria*, *Drechslera*, *Curvularia*, *Oidium*, *Pleospora*, *Ustilago* ve *Leptosphaeria* spor konsantrasyonunda artış saptanmıştır (Şekil 2).

Mayıs-Eylül döneminde ise spor konsantrasyonlarında belirgin artış göze çarpmaktadır. Bu durumun, hava sıcaklığının 18°C'nin üzerinde seyretmesi, yağış miktarında belirgin azalmanın olması ve bağıl nem miktarının %50'lere düşmesine bağlı olduğu düşünülmüştür. Mayıs ayında 19°C'yi bulan sıcaklıkla beraber azalan yağış ve nemin etkisiyle spor konsantrasyonu 46.137 spor/m³'e ulaşmıştır. Bu artışın haziran ve temmuz aylarında devam ettiği ve yılın en yüksek spor konsantrasyonunun 100.957 spor/m³ ile temmuz ayında saptandığı izlenmiştir (Şekil 3). Bu aylardaki artışta en büyük pay, konsantrasyonu 84.126 spor/m³'e ulaşan *Cladosporium*'a aittir (Şekil 2). Bunu *Alternaria*, *Exosporium*, *Ustilago*, *1-septalı askosporlar*, *Drechslera* ve *Puccinia* izlemiştir. Oliveira ve arkadaşları³⁴ Porto atmosferi için yaptıkları çalışmada, en yüksek spor konsantrasyonunun temmuz-ekim döneminde görüldüğünü belirtmiştir. Çelenk ve arkadaşları³⁵ Edirne atmosferinde en yüksek spor konsantrasyonunu temmuz ayında saptarken, Şakiyan ve İnceoğlu¹⁴ 1990-1991 yılları arasında Ankara atmosferinde yaptıkları araştırmada, en yüksek *Cladosporium* ve *Alternaria* spor konsantrasyonunun ağustos ayında görüldüğünü ifade etmiştir. Peternel ve arkadaşlarının³⁸ Zagreb atmosferinde 2002 ve 2003 Ağustos ayın-

da yaptıkları çalışmada da, *Cladosporium* ve *Alternaria* sporlarının gün içerisindeki değişimi incelenmiş ve spor konsantrasyonunun 06:00-08:00 saatleri arasında en düşük, 10:00-12:00 saatleri arasında ise en yüksek düzeyde olduğunu bildirmiştir. Bizim çalışmamızda da, bu araştırmacıların verilerine paralel olarak spor konsantrasyonları meteorolojik koşulların en uygun olduğu haziran-ağustos döneminde tepe noktasına ulaşmıştır.

Eylül ayında sıcaklığın azalması, nem oranı ve yağış miktarının artması ile birlikte spor konsantrasyonunda da azalma görülmeye başlamış ve bu düşüş ekim ayında da devam etmiştir. Kasım ve aralık aylarında 10°C'nin altına düşen hava sıcaklığı ve yüksek nem oranı ile yağış miktarına bağlı olarak spor konsantrasyonu 4367 spor/m³'e kadar düşmüştür.

Yapılan çalışmalarda, atmosferdeki spor konsantrasyonunun *Cladosporium* için 3000 spor/m³'e, *Alternaria* için ise 100 spor/m³'e ulaşmasının, alerjinin tetiklenmesi açısından klinik olarak risk oluşturduğu belirtilmektedir^{14,38}. Çalışmamızda, Ankara atmosferinde haziran, temmuz ve ağustos aylarında *Cladosporium* sporlarının günlük 3000 spor/m³, *Alternaria* sporlarının ise 100 spor/m³ sınırını aştığı görülmüştür (Şekil 3). Bu durumun, yaz aylarında Ankara'da yaşayan alerji hastaları için risk oluşturacağı açıktır. Dolayısıyla atmosferdeki spor konsantrasyonunun bilinmesi, hastaların değerlendirilmesi ve klinik yaklaşım açısından önem taşımaktadır.

Ankara atmosferindeki aylık spor konsantrasyonlarına göre yılı üç döneme ayırmak mümkündür. Bunlar: (1) soğuk, nemli ve yağışlı iklim koşullarının görüldüğü, spor konsantrasyonunun 4000-10.000 spor/m³ arasında olduğu aralık-mart aylarını kapsayan kış dönemi, (2) sıcaklığın 10-20°C, bağıl nemin %50-70 olduğu, bol yağışın görüldüğü ve spor konsantrasyonunun 10.000-50.000 spor/m³ arasında değiştiği nisan-mayıs ve eylül-kasım aylarını kapsayan ılıman dönem, (3) sıcaklığın > 20°C, nemin < %50 olduğu, yağışın çok az olduğu ya da hiç olmadığı ve spor konsantrasyonunun 50.000- > 100.000 spor/m³ arasında izlendiği yaz dönemidir. Kasprzyk³, mantar sporlarını (a) nemli/ıslak ve (b) 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 Ankara atmosferinde saptanan taksonlar ele alındığında; *Oidium*, *Sporormiella* ve *Pleospora*'nın nisan ayında, *Fusarium*, *Nirospora*, *Pithomyces*, *Curvularia*, *Coprinus*, *Agrocybe*, *Ganoderma*, *Boletus*, *Xylaria*, *Venturia*, *Melanospora* ve *Ascobolus*'un mayıs ayında, *Didymella*, *Peronospora* ve *Chaetomium*'un eylül ayında, *Leptosphaeria* ve *Xylaria*'nın ekim ayında en yüksek spor konsantrasyonuna sahip olduğu belirlenmiştir. Yağışlı ve nemli ayları tercih eden bu mantar sporları, ılıman şartlara uyum sağlayan sporlar grubuna dahil edilebilir. Benzer olarak, haziran (*Torula*, *Stemphylium*, *Puccinia*, *Ustilago*, *Paraphaeosphaeria*), temmuz (*Cladosporium*, *Alternaria*, *Botrytis*) ve ağustos (*Drechslera*, *Epicoccum*, *Periconia*, *Exosporium*) aylarında yüksek konsantrasyona ulaşan mantar sporları da, kurak (yüksek sıcaklık ve düşük nem) iklim koşullarına uyum sağlayan sporlar olarak değerlendirilebilir.

Sonuç olarak; volümetrik yöntemle gerçekleştirdiğimiz bu geniş kapsamlı çalışmamızda, 2003 yılında Ankara atmosferinde tespit edilen 35 mantar taksonunun günlük, haf-

talık, aylık ve yıllık spor konsantrasyonları belirlenmiş ve haftalık spor konsantrasyonlarını ve sporların alerjenite düzeylerini gösteren bir yıllık spor takvimi hazırlanmıştır. Aylık spor konsantrasyonları ve aylık meteorolojik veriler karşılaştırıldığında, rüzgar hızının düşük düzeyde, ortalama sıcaklığın yüksek düzeyde spor konsantrasyonunu artırdığı saptanmış, buna karşın aylık ortalama bağıl nem ve aylık toplam yağış miktarının spor konsantrasyonunu güçlü olarak azalttığı tespit edilmiştir. Bu çalışmanın verilerinin, konu ile ilgili diğer araştırmacılara ve alerjik hastalıkların değerlendirilmesinde klinisyenlere yardımcı olacağı umut edilmektedir.

KAYNAKLAR

1. Çeter T, Pınar NM, Alan Ş, Yıldırım Ö. Polen ve sporların haricinde atmosferde bulunan alerjen biyolojik partiküller. *Astım Allerji İmmünoloji Derg* 2008; 6: 5-10.
2. Çeter T, Pınar NM. Türkiye’de yapılan atmosferik fungus spor çalışmaları ve kullanılan yöntemler. *Astım Allerji İmmünoloji Derg* 2009; 7: 3-10.
3. Kasprzyk I. Aeromycology-main research fields of interest during the last 25 years. *Ann Agric Environ Med* 2008; 15: 1-7.
4. Buttner MP, Willeke K, Grinshpun SA. Sampling and analysis of airborne microorganism. In: Hurst CJ (ed), *Manual of Environmental Microbiology*. 1997. ASM Press, Washington DC.
5. Edmonds RL. *Aerobiology. The Ecological Systems Approach*. 1979. Dowden, Hutchinson & Ross Inc, Stroudsburg, PA.
6. Ingold CT. *Fungal spores. Their Liberation and Dispersal*. 1971. Clarendon Press, Oxford.
7. McCartney A. Dispersal of spores and pollen from crops. *Grana* 1994; 33: 76-80.
8. Hjelmroos M. Relationship between airborne fungal spore presence and weather variables. *Grana* 1993; 32: 40-7.
9. Bavbek S, Erkekol FO, Ceter T, et al. Sensitization to *Alternaria* and *Cladosporium* in patients with respiratory allergy and outdoor counts of mold spores in Ankara atmosphere, Turkey. *J Asthma* 2006; 43: 421-6.
10. Inal A, Karakoc G, Altintas D, et al. Effect of indoor and outdoor fungi concentrations on daily symptom severity of children with asthma and/or rhinitis monosensitized to molds. *Allergy* 2007; 62 (Suppl. 83): 302-3.
11. Inal A, Karakoc GB, Altintas DU, et al. Effect of outdoor fungus concentrations on symptom severity of children with asthma and/or rhinitis monosensitized to molds. *Asian Pac J Allergy Immunol* 2008; 26: 11-7.
12. Özkaragöz K. Ankara atmosferindeki önemli allerjenik mantar sporları ve bunların çeşitli semtlere göre değişimleri. *Hacettepe Tıp Cerrahi Bülteni* 1969; 2: 85-97.
13. Okuyan M, Aksöz N, Varan A. The fungal flora of Ankara air in January 1972 and 1974 and its relationship to allergic diseases. *Mikrobiyol Bul* 1976; 10: 351-9.
14. Sakiyan N, Inceoglu Ö. Atmospheric concentrations of *Cladosporium* Link and *Alternaria* Nees spores in Ankara and the effects of meteorological factors. *Turk J Bot* 2003; 27: 77-81.
15. Ellis MB. *Dematiaceae Hyphomycetes*. 1971. Comman Wealth Mycological Institute. Kew, Surrey, UK.
16. Ellis MB, Ellis JP. *Microfungi on Land Plants*. 1997. Richmond Publishing, Slough. UK
17. Ellis MB, Ellis JP. *Microfungi on Miscellaneous Substrates. An Identification Handbook*, 1998. Richmond Publishing, Slough, UK.
18. Barnett HL, Hunter BB. *Illustrated Genera of Imperfect Fungi*. 1986. MacMillan Publishing Company, New York.
19. Domsch KH, Gams W, Anderson TH. *Compendium of Soil Fungi. Volume 1*, 1980. Academic Press, London, UK.
20. Grant Smith E. *Sampling & Identifying Allergenic Pollens & Molds*. 2000. Blewstone Press, San Antonio, Texas, USA.

21. St-Germain G, Summerbell R. Identifying Filamentous Fungi - A Clinical Laboratory Handbook, 1996. 1st ed. Star Publishing Company, Belmont, CA.
22. Watling R. British Fungus Flora: Agarics and Boleti. Volume 3, 1982. HMSO, Edinburgh, UK.
23. Watanabe T. Pictorial Atlas of Soil and Seed Fungi: Morphologies of Cultured Fungi and Key to Species. 2002, 2nd ed. CRC Press, Boca Raton, USA.
24. Kramer MN, Kurup VP, Fink JN. Allergic bronchopulmonary aspergillosis from a contaminated dump site. Am Rev Respir Dis 1989; 140: 1086-8.
25. Flannigan B. Deteriogenic micro-organisms in houses as a hazard to respiratory health. International Biodegradation & Biodegradation 2001; 48: 41-54.
26. Garrett MH, Rayment PR, Hooper MA, Abramson MJ, Hooper BM. Indoor airborne fungal spores, house dampness and associations with environmental factors and respiratory health in children. Clin Exp Allergy 1998; 28: 459-67.
27. Perdomo D. Common airborne allergens and their clinical relevance in the Caracas valley. Investigacion Clinica 1994; 32: 157-86.
28. Downs SH, Mitakakis TZ, Marks GB. Clinical importance of *Alternaria* exposure in children. Am J Respir Crit Care Med 2001; 164: 455-9.
29. Lugauskas A. Airborne fungi in the air for processing enterprise. Botanica-Lithvanica 1998; 7: 287-93.
30. Kwaasi AA, Parhar RS, al-Mohanna FA, Harfi HA, Collison KS, al-Sedairy ST. Aeroallergs and viable microbes in sandstorm dust. Potential triggers of allergic and nonallergic respiratory ailments. Allergy 1998; 53: 255-65.
31. Horner WE, Helbling A, Lehrer SB. Basidiomycete allergens. Allergy 1998; 53: 1114-21.
32. Gupta R, Sing BP, Sridhara S, Kumar R, Arora N. Identification of cross-reactive proteins amongst different *Curvularia* species. Int Arch Allergy Immunol 2002; 127: 38-46.
33. Dixit A, Lewis W, Baty J, Crozier W, Wender J. Deuteromycetes aerobiology and skin-reactivity pattern. A two year concurrent study in Corpus Christi, Texas, USA. Grana 2000; 39: 209-18.
34. Oliveira M, Ribeiro H, Abreu I. Annual variation of fungal spores in atmosphere of Porto: 2003. Ann Agric Environ Med 2005; 12: 309-15.
35. Celenk S, Bicakci A, Erkan P, Aybeke M. Cladosporium Link ex Fr. and Alternaria Nees ex Fr. spores in the atmosphere of Edirne. J Biol Environ Sci 2007; 1: 127-30.
36. Halwagy M. Seasonal airspore at three sites in Kawait 1977-1982. Mycol Res 1989; 93: 208-13.
37. Palmas F, Cosentino S. Comparison between fungal airspore concentration at two different sites in the south of Sardinia. Grana 1990; 29: 87-95.
38. Peternel R, Culig J, Hrga I. Atmospheric concentrations of *Cladosporium* spp. and *Alternaria* spp. spores in Zagreb (Croatia) and effects of some meteorological factors. Ann Agric Environ Med 2004; 11: 303-7.