

Hava Kaynaklı Aeroallerjen Fungus Sporlarının Konsantrasyonu ve Mevsimsel Dağılımı[§]

Feza OTAĞ*, Taner COŞKUN**, Şahin DİREKEL***, Didem ÖZGÜR*, Gürol EMEKDAŞ*

*Mersin Üniversitesi Tıp Fakültesi Tıbbi Mikrobiyoloji Anabilim Dalı

**Mersin Üniversitesi Tıp Fakültesi Biyokimya Anabilim Dalı

***Giresun Üniversitesi Tıp Fakültesi Tıbbi Mikrobiyoloji Anabilim Dalı

ÖZET

Amaç: Küfler soluduğumuz havada en fazla miktarda bulunan partiküllerdir ve aeroallerjen fungus sporları uygun koşullarda atmosferde yaygın olarak bulunabilirler. Duyarlı bireylerde konjuktiva, solunum, deri ve burun mukozası gibi yollarla vücuda girerek alerjik rinit, astım, konjunktivit gibi semptomların ortaya çıkmasına neden olabilirler. Bu çalışmada, Mersin atmosferinde bulunan fungus sporlarının tanımlanması ve meteorolojik faktörlere bağlı olarak spor konsantrasyonlarında meydana gelen değişiminin incelenmesi amaçlanmıştır.

Gereç ve Yöntem: 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 Dextroz Agar yüzeyine ekim yapılmıştır. Üreyen küf kolonilerinin yedinci gündün itibaren makroskopik ve mikroskopik morfolojilerine göre değerlendirilmesiyle cins düzeyinde tanımlamaları yapılmıştır.

Bulgular: Çalışma süresince 33 mantar taksonuna ait toplam 298.220 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. En sık rastlanan küflerin spor konsantrasyonlarının mevsimsel dağılımına bakıldığında; çalışmamızda en sık rastlanan Cladosporium, Alternaria ve Penicillium cinsleri her mevsiminde artış gösterirken, Fusarium ve Aspergillus cinsleri yaz ve sonbahar aylarında en yüksek seviyede tespit edilmiştir. Fungus sporlarının yoğunluğunun meteorolojik parametreler ile ilişkisine bakıldığında ise; 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.

Sonuç: Bu çalışma, Mersin atmosferindeki allerjen ve toksijenik fungus sporlarının iklimsel verilerle beraber takibinin yapıldığı ilk çalışma olması bakımından önem taşımaktadır. Ayrıca çalışmadan elde edilen verilerin, duyarlı bireylerin tanı ve tedavisinde yararlı olacağı umut edilmektedir.

Anahtar kelimeler: Cladosporium, Alternaria, hava kaynaklı spor konsantrasyonu, volumetrik/gravimetrik yöntem

SUMMARY

The Concentration and Seasonal Distribution of Airborne Aeroallergen Fungi Spores

Objective: Molds are the most abundant particles in our breathing air and aeroallergen fungi spores are commonly found in the atmosphere under suitable conditions. They enter the body through different routes such as conjunctiva, respiratory tract, skin and nasal mucosa. They may lead to allergic rhinitis, asthma and conjunctivitis in susceptible individuals. In this study we aimed to identify the fungal spores in the atmosphere and investigate the alterations in spore concentrations in relation to the meteorological factors.

Materials and Methods: A total of 549 air samples were taken from four different central and two peripheral districts of Mersin province, Turkey, for nine times between September 2007 and November 2008. Air samples were inoculated onto the surface of the Sabouraud's Dextrose Agar by using portable air sampler (airIDEAL, bioMérieux, France). The growing fungi were defined to the genus level by evaluating the macroscopic and microscopic morphology starting from the seventh day of the isolated mold colonies.

Results: A total of 298.220 CFU belonging to 33 fungi taxa were isolated during the study. These spores belonged to the Cladosporium spp. (71.75%), Penicillium spp. (16.35%), Aspergillus spp. (6.31%), Alternaria spp. (3.42%), and Fusarium spp. (0.83%). The other taxa consisted a total of 1.34% of all atmospheric spores. When the seasonal distribution of the most common mold spore concentrations were investigated, Fusarium and Aspergillus genera were detected most frequently in summer and autumn months, while Penicillium, Cladosporium and Alternaria genera were abundant in every season. The correlation between the density of fungal spores and meteorological parameters revealed that amount of Alternaria, Cladosporium and Fusarium spores were positively correlated with temperature, humidity and wind, while amount of Penicillium spores indicated a negative correlation. Additionally, the amount of Aspergillus spores correlated only with temperature.

Conclusion: This study is the first study which investigated the correlation between allergen and toxigenic fungi spores and the climatic data in Mersin, Turkey. The data obtained in this study might be useful for the evaluation and the treatment of susceptible individuals in that area.

Key words: Cladosporium, Alternaria, airborne spore concentration, volumetric/gravimetric method

Alındığı tarih: 23.11.2014

Kabul tarihi: 17.03.2015

Yazışma adresi: Z. Feza Otağ, Mersin Üniversitesi Tıp Fakültesi Tıbbi Mikrobiyoloji Anabilim Dalı, 34. Cadde, Çiftlikköy Kampüsü / Mersin

e-posta: fezaotag@gmail.com

[§]Bu makale, 26-27 Nisan 2013 tarihinde İzmir (Türkiye)'de gerçekleştirilen I. Ulusal Tıbbi Mikoloji Kongresi'nde "Mersin atmosferindeki fungus sporlarının konsantrasyonu ve mevsimsel dağılımı" adlı poster olarak sunulmuştur.

GİRİŞ

Doğada hava kaynaklı funguslar en sık bulunan mikroorganizmalardır⁽¹⁾. Fungusların bilinen yaklaşık 100.000 türü mevcuttur. İç ve dış ortam havasında bulunan türler, Deuteromycetes sınıfına veya “Fungi İmperfekti”ne aittir^(2,3). Atmosferde bulunan fungal topluluğun en önemli kısmını ise *Cladosporium*, *Alternaria*, *Penicillium* ve *Aspergillus* türleri oluşturmaktadır^(2,4).

Atmosferde son derece çeşitli ve bol miktarda bulunan fungusların konsantrasyonu, aerodinamik çapları ve taksonomik kompozisyonları bitki, hayvan ve insan sağlığı açısından önemli etkilere sahiptir^(3,5). Hava kaynaklı fungusların ve bunların sekonder metabolitlerinin (spor, mikotoksin) solunum, deri ve burun mukozası gibi yollarla vücuda alınması; şiddetli astım, alerjik rinit (saman nezlesi), fungal sinüzit, ekstrinsik alerjik alveolit, alerjik bronkopulmoner mikozis ve diğer solunum yolu rahatsızlıkları gibi alerjik hastalıklar için önemli bir risk faktörüdür. Dünya nüfusunun yaklaşık %20-30’u farklı alerjik sorunlardan etkilenmekte ve bunların yaklaşık %30’u fungal spordan kaynaklanmaktadır⁽⁸⁾. Mantarların 80’den fazla türü alerjik solunum yolu semptomları ile 100’den fazla türü insan ve hayvanlarda ciddi enfeksiyonlarla ilişkili bulunurken, diğer türler ise bitkilerde ciddi hastalıklara neden olmaktadır. Atopik bireyler üzerindeki alerjik etkileri, immün sistemi zayıf/baskılanmış kişilerdeki fırsatçı patojenik etkileri nedeniyle önem taşımaktadır^(1,6).

Mantar sporlarının atmosferdeki konsantrasyonunu ve tipini; rüzgâr, nem, sıcaklık, yağış gibi meteorolojik faktörler, coğrafi konum, hava kirliliği, bitki örtüsü ve insan çalışmaları gibi birçok unsur etkilemektedir^(5,7,8). Yazın topraktaki besin varlığı, uygun sıcaklık ve nemden dolayı mantar sporları yüksek konsantrasyona ulaşırken, kış ve ilkbaharın erken dönemlerinde gelişim için gerekli substratın olmaması spor konsantrasyonunun düşük seviyede olmasına neden olmaktadır^(4,9).

nunun düşük seviyede olmasına neden olmaktadır^(4,9).

Aerofungus çalışmalarında volumetrik ve gravimetrik yöntemler kullanılmaktadır. Volumetrik yöntemde belirli bir hava ünitesinde bulunan sporların, gravimetrik yöntemde yerçekiminin etkisi ile alıcı yüzeyine düşen sporların analizi yapılabilmektedir. Volumetrik yöntem ile en sık tanımlanmış türler *Alternaria* ve *Cladosporium*’dur⁽⁹⁾. Ülkemizde yapılan pek çok aerofungus çalışmasında gravimetrik yöntem kullanılmıştır⁽¹⁰⁻¹⁶⁾.

Bu çalışmada, volumetrik yöntem kullanılarak Mersin atmosferindeki allerjen fungus sporlarının tanımlanması ve konsantrasyonlarının saptanması, spor konsantrasyonlarının mevsimsel meteorolojik faktörlere göre değişimlerinin incelenmesi amaçlanmıştır. Mersin’de bu amaçla yapılan ilk çalışma olması bakımından önemlidir.

GEREÇ ve YÖNTEM

2007 Eylül-2008 Kasım ayları arasında Mersin iline bağlı 4 merkez (Toroslar, Mezitli, Akdeniz, Yenişehir) ve 2 çevre ilçedeki (Tarsus ve Silifke) toplam 61 örneklem noktasından ayda bir kez olmak üzere toplam 9’ar kez 549 örnekleme yapılmıştır. Mersin ilinin mevsimsel özellikleri ile nüfusun yaz aylarını yaylada geçirme alışkanlığı dikkate alınarak ilkbahar mevsimi Şubat, Mart, Nisan, Mayıs, yaz mevsimi; Haziran, Temmuz, Ağustos, Eylül, sonbahar mevsimi; Ekim, Kasım, Aralık ve Ocak olarak kabul edilmiştir. Merkez ve çevre ilçeler arası mesafelerin uzaklığı (Tarsus, 35 km.; Silifke, 90 km.) nedeni ile aynı ay içinde tüm adreslerden örnek toplama işlemi gerçekleştirilememiştir. Her ilçenin örnekleme yapıldığı tarihler Tablo 1’de verilmiştir.

Havada bulunan mantar sporlarının yakalanma-

Tablo 1. Örneklemelerin yapıldığı tarihler.

Örnekleme	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Akdeniz	Eylül	Ekim	Kasım	Ocak	Mart	Mayıs	Haziran	Ağustos	Ekim
Yenişehir	Eylül	Ekim	Aralık	Ocak	Mart	Mayıs	Temmuz	Ağustos	Ekim
Mezitli	Ekim	Kasım	Aralık	Ocak	Mart	Mayıs	Temmuz	Ağustos	Ekim
Toroslar	Ekim	Kasım	Aralık	Şubat	Mart	Mayıs	Haziran	Ağustos	Ekim
Tarsus	Ekim	Kasım	Ocak	Şubat	Mart	Haziran	Temmuz	Eylül	Ekim
Silifke	Ekim	Kasım	Aralık	Şubat	Nisan	Haziran	Temmuz	Eylül	Ekim

sında, volumetrik esasa dayanan taşınabilir hava örnekleme cihazı Air-IDEAL (bioMérieux, Fransa) kullanılmıştır. Şarj edilebilir bataryası ve kolayca programlanabilen yazılımı bulunan cihazın 90 mm çaplı besiyeri petrisi yerleştirilebilen bir haznesi ve bu hazneyi örten 265 delikli bir kapağı vardır. Maksimum hava emme kapasitesi 200 lt. olup, 3 ile 10 µm çaplı parçacıkları 20 m/sn'den az bir hızla kapağından geçirerek haznesindeki besiyeri yüzeyine noktalama şeklinde ekebilmektedir.

Örneklemelerimizde 200 litre hava örneği toplanmış ve ortamların sıcaklık ve nem değerleri ölçülmüştür. Örneklenen SDA petrisi 25°C'lik etüvde 5-8 gün inkübasyona bırakılmış ve üreme kontrolü günlük takip edilmiştir. Kolonilerin üreme hızı, yüzey görünümü, şekli, büyüklüğü, yüzey ve taban rengi, besiyerinde oluşturduğu renk gibi morfolojik özellikleri ile makroskopik değerlendirme yapılmıştır. Mikroskopik incelemeler, en erken 5 günlük kolonilerde laktofenol pamuk mavisi ile hazırlanan preparatların basit ışık mikroskopunda incelenmesiyle yapılmıştır.

Küf kolonilerine ait hiflerin dallanıp dallanmadığı, şekilleri, kalınlıkları, septalı veya septasız oluşları, saydamlıkları, rengi, konidyumların büyüklükleri, şekilleri, renkleri, dizilişleri, bölmeli olup olmadıkları, vezikül yapılarının olup olmadığı ve sporlarının özellikleri incelenerek cins düzeyinde tanımlanmışlardır.

Petride üreyen her bir koloninin 1 m³ havada bulunan muhtemel koloni sayısına dönüştürülmesi için cihazla birlikte verilen değerlendirme cetveli (Feller's kanununa göre) kullanılmıştır. Değerlendirme cetveli Tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 2. Feller's kanununa göre hazırlanan çizelge cetveli.

$$MPN=Nx((1/N)+(1/N+1)+(1/N+2)++ (1/N-CFU+1))$$

MPN: Kapak deliğinden geçen mikroorganizmaların m³ hacimdeki muhtemel koloni sayısı

CFU: Koloni oluşturan birim

N: Örneklemeye cihazı kapağındaki delik sayısı

2007-2008 yıllarındaki Mersin iline ait meteorolojik veriler, Mersin Meteoroloji İl Müdürlüğü'nden temin edilmiştir. Mersin ili 2007-2008 yıllarının ortalama mevsimsel ölçümleri Tablo 3'te verilmiştir.

İstatistiksel verilerin hazırlanmasında SPSS 15.0 programı kullanılmıştır. En sık belirlenen cinslerin spor konsantrasyonundaki değişim ile meteorolojik faktörler arasındaki ilişkinin incelenmesinde Spearman korelasyon testinden, cinslerin bölgeler arası farklılığının belirlenmesinde ise Kruskal-Wallis testinden yararlanılmıştır.

BULGULAR

Mersin iline bağlı Akdeniz, Yenişehir, Mezitli, Toroslar ve Silifke ile Tarsus bölgelerinden alınan örneklerden 33 cinsle ait toplam 298.220 CFU küf mantarı izolasyonu yapılmıştır. Küf cinsleri içinde *Cladosporium* (%71.75),

Tablo 3. Mersin ili 2007-2008 yıllarının ortalama mevsimsel ölçümler.

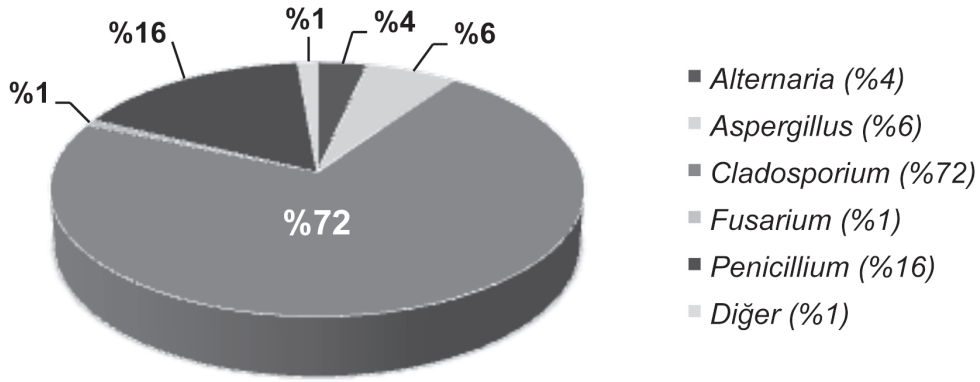
Aylar	2007											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Sıcaklık (°C)	10.9	12.7	15.2	17.6	23.2	26.2	29.2	29.6	27.1	24.1	17.4	11.9
Nem (%)	52.1	64.3	63.5	60.0	70.5	68.1	67.2	68.8	61.3	51.1	55.2	64.0
Rüzgâr (m/sn)	1.7	1.80	2.1	1.8	2.0	2.4	2.4	2.6	2.1	1.9	1.9	1.7
Aylar	2008											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Sıcaklık (°C)	9.4	11.7	17.4	19.5	21.8	26.5	29.4	30.1	27.2	23.2	18.5	12.2
Nem (%)	51.6	55.2	63.7	69.8	71.0	70.2	71.6	74.7	67.7	56.3	55.8	52.1
Rüzgâr (m/sn)	1.7	2	1.9	2.5	2.0	2.3	2.6	2.3	2.2	1.8	1.5	1.4

Tablo 4. Çalışmamızda izole edilen toplam küf mantarları sayıları

Cins	Akdeniz	Yenişehir	Mezitli	Toroslar	Tarsus	Silifke	Toplam
<i>Cladosporium</i>	19500	91358	20309	29818	37235	15737	213957
<i>Penicillium</i>	9667	15761	9287	4139	5772	4125	48751
<i>Aspergillus</i>	2249	8366	1741	2123	2273	2074	18826
<i>Alternaria</i>	1125	4802	820	838	1204	1411	10200
<i>Fusarium</i>	80	1095	253	120	357	574	2479
<i>Mucor</i>	220	616	110	120	265	185	1516
<i>Bipolaris</i>	50	351	35	-	50	100	586
<i>Conidiobolus</i>	50	215	10	40	50	60	425
<i>Paecilomyces</i>	5	269	20	10	25	30	359
<i>Chrysosporium</i>	40	100	35	5	25	45	250
<i>Rhizopus</i>	20	40	20	35	20	25	160
<i>Phaeoannelomyces</i>	20	55	-	10	10	35	130
<i>Rhizomucor</i>	15	70	-	15	10	15	125
<i>Acremonium</i>	10	55	10	5	5	10	95
<i>Phoma</i>	-	81	-	-	-	5	86
<i>Chaetomium</i>	-	40	5	-	-	-	45
<i>Scedosporium</i>	-	20	15	-	-	-	35
<i>Aureobasidium</i>	10	5	5	-	5	-	25
<i>Curvularia</i>	-	15	5	-	5	-	25
<i>Exophiala</i>	-	20	5	-	-	-	25
<i>Stemphylium</i>	-	25	-	-	-	-	25
<i>Verticillium</i>	-	15	-	-	5	-	20
<i>Trichothecium</i>	-	-	-	-	10	5	15
<i>Botrytis</i>	5	-	-	-	5	-	10
<i>Epicoccum</i>	-	-	-	-	-	10	10
<i>Absidia</i>	-	-	-	5	-	-	5
<i>Basidiobolus</i>	-	-	-	5	-	-	5
<i>Monilia</i>	-	5	-	-	-	-	5
<i>Phialemonium</i>	5	-	-	-	-	-	5
<i>Pithomyces</i>	-	5	-	-	-	-	5
<i>Scytalidium</i>	-	5	-	-	-	-	5
<i>Syncephalastrum</i>	-	5	-	-	-	-	5
<i>Ulocladium</i>	-	5	-	-	-	-	5
Toplam	33071	123399	32685	37288	47331	24446	298220

Penicillium (%16.35), *Aspergillus* (%6.31), *Alternaria* (%3.42), *Fusarium* (%0.83) sırasıyla en çok izole edilen ilk beş cins olarak saptanmıştır. Diğer izole edilen cinsler ise

atmosferdeki sporların %1.34'ünü oluşturmuştur. Çalışmamızda, izole edilen toplam küf mantarları sayıları Şekil 1 ve Tablo 4'te verilmiştir.



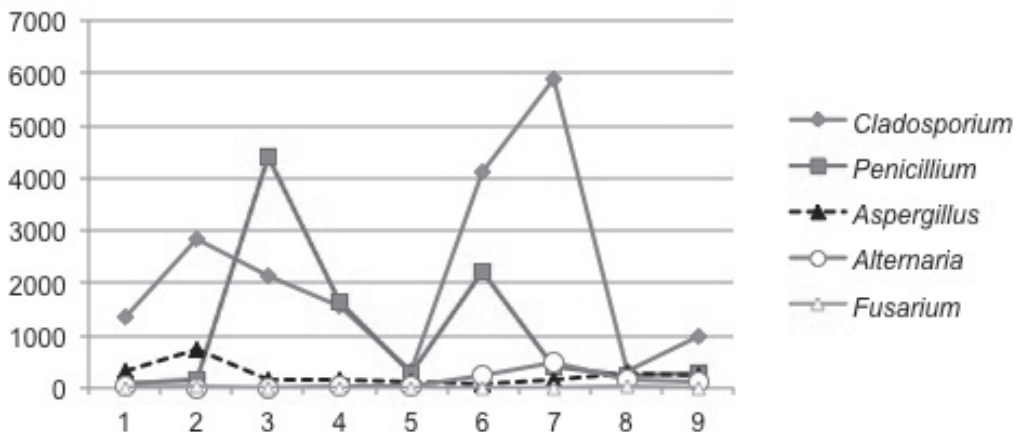
Şekil 1. Çalışmamızda izole edilen toplam küf mantarları sayıları.

Akdeniz ilçesinden alınan örneklerden 17 cinse ait toplam 33.071 CFU küf mantarı izolasyonu yapılmıştır. Küf cinsleri içinde *Cladosporium* %58.96, *Penicillium* %29.23, *Aspergillus* %6.8, *Alternaria* %3.4, *Fusarium* %0.24 ve diğer cinsler %1.36 olarak bulunmuştur. *Alternaria* ve *Cladosporium* Haziran ayında, *Aspergillus* ve *Fusarium* Ekim ayında, *Penicillium* ise Kasım ayında en yüksek oranda tespit edilmiştir. Akdeniz ilçesinde en fazla saptanan 5 cinsin küf yoğunluğunun örneklem tarihlerine göre dağılımı Şekil 2’de verilmiştir.

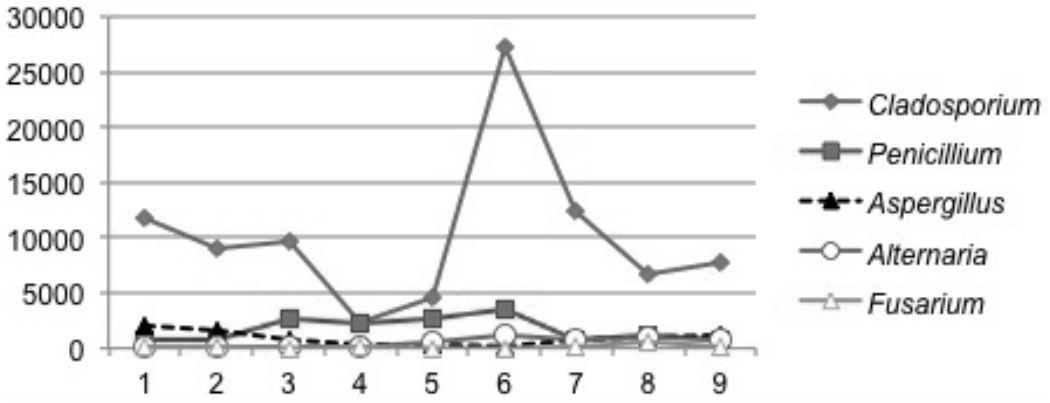
Yenişehir ilçesinden alınan örneklerden 27 cinse ait toplam 123.399 CFU küf mantarı izolasyonu yapılmıştır. Küf cinsleri içinde *Cladosporium* %74.03, *Penicillium* %12.77, *Aspergillus* %6.77, *Alternaria* %3.89, *Fusarium* %0.88 ve diğer cinsler %1.63 olarak bulunmuştur. *Alternaria*,

Cladosporium, *Penicillium* Mayıs ayında, *Aspergillus* Eylül ayında, *Fusarium* ise Ağustos ayında en yüksek oranda belirlenmiştir. Yenişehir ilçesinde en fazla saptanan 5 cinsin küf yoğunluğunun örneklem tarihlerine göre dağılımı Şekil 3’te verilmiştir.

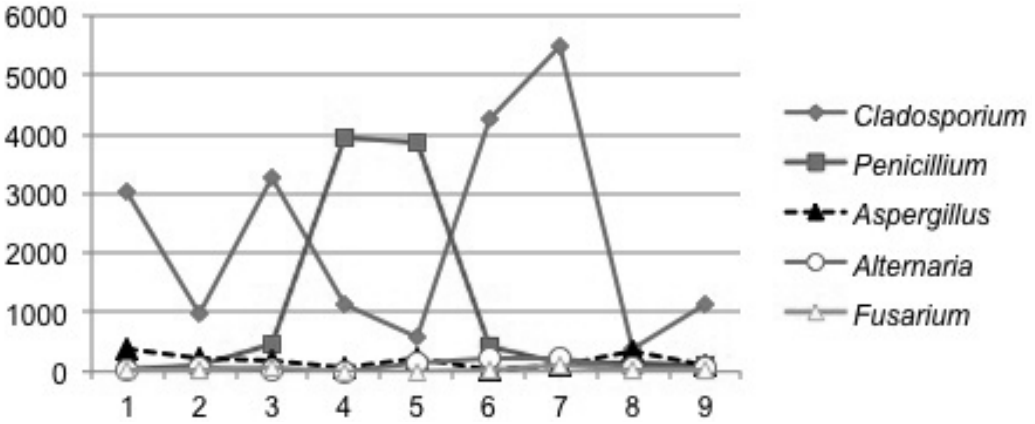
Mezitli ilçesinden alınan örneklerden 17 cinse ait toplam 32.685 CFU küf mantarı izolasyonu yapılmıştır. Küf cinsleri içinde *Cladosporium* %61.13, *Penicillium* %28.41, *Aspergillus* %5.82, *Alternaria* %2.5, *Fusarium* %0.77 ve diğer cinsler %1.84 olarak bulunmuştur. *Alternaria* Mayıs-Temmuz aylarında, *Cladosporium* ve *Fusarium* Temmuz ayında, *Penicillium* Mart-Mayıs aylarında, *Aspergillus* ise Ekim ayında en yüksek oranda tespit edilmiştir. Mezitli ilçesinde en fazla saptanan 5 cinsin küf yoğunluğunun örneklem tarihlerine göre dağılımı Şekil 4’te verilmiştir.



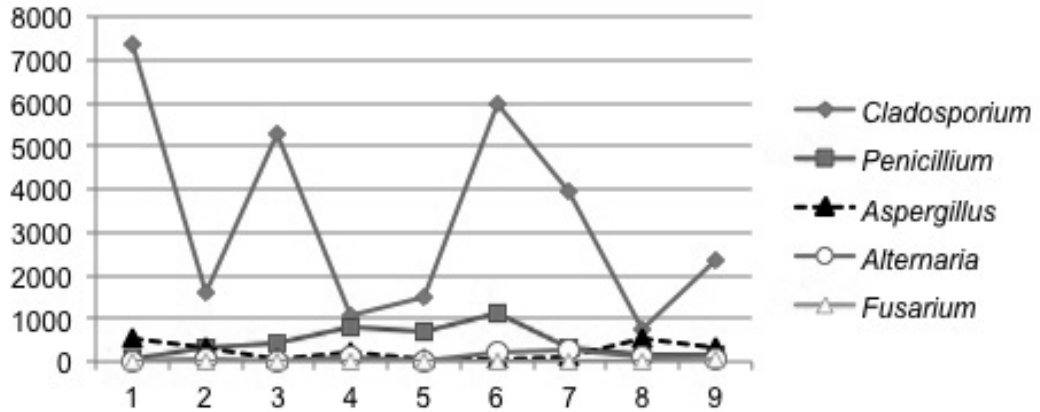
Şekil 2. Akdeniz ilçesinde en fazla saptanan 5 cinsin küf yoğunluğunun örneklem tarihlerine göre dağılımı.



Şekil 3. Yenisehir ilçesinde en fazla saptanan 5 cinsin küf yoğunluğunun örneklem tarihlerine göre dağılımı.



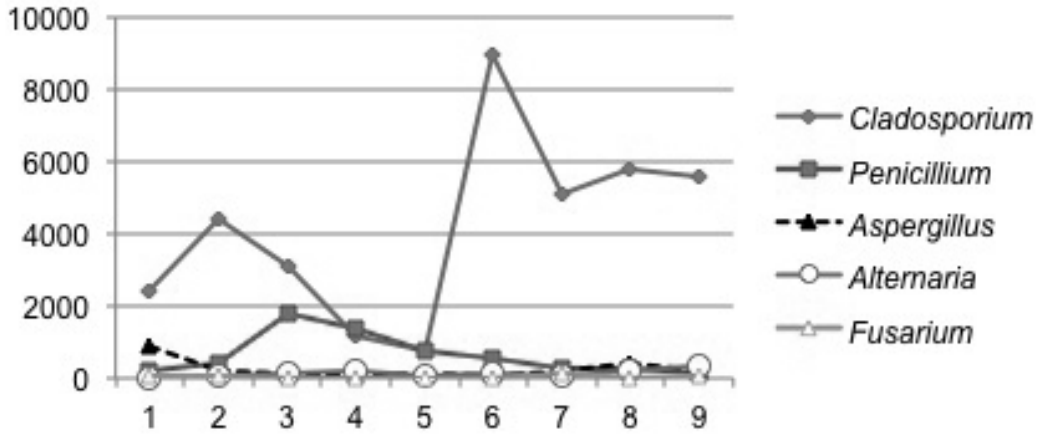
Şekil 4. Mezitli ilçesinde en fazla saptanan 5 cinsin küf yoğunluğunun örneklem tarihlerine göre dağılımı.



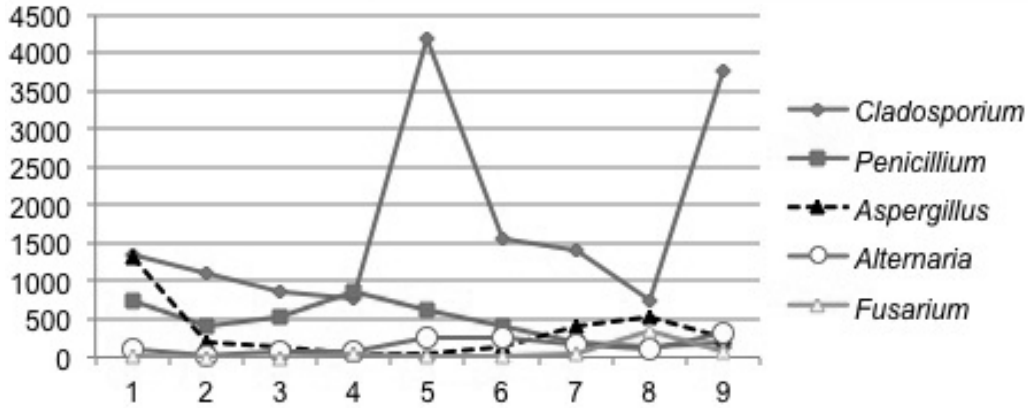
Şekil 5. Toroslar ilçesinde en fazla saptanan 5 cinsin küf yoğunluğunun örneklem tarihlerine göre dağılımı.

Toroslar ilçesinden alınan örneklerden 15 cinse ait toplam 37.288 CFU küf mantarı izolasyonu yapılmıştır. Küf cinsleri içinde *Cladosporium* %79.96, *Penicillium* %11.11, *Aspergillus* %5.69, *Alternaria* %2.24, *Fusarium* %0.32 ve diğer

cinsler %0.67 olarak bulunmuştur. *Alternaria* Mayıs-Haziran aylarında, *Cladosporium* Ekim ayında, *Fusarium* Haziran-Ağustos aylarında, *Penicillium* Mayıs ayında, *Aspergillus* ise Ekim-Ağustos aylarında en yüksek oranda tespit edil-



Şekil 6. Tarsus ilçesinde en fazla saptanan 5 cinsin küf yoğunluğunun örneklem tarihlerine göre dağılımı.



Şekil 7. Silifke ilçesinde en fazla saptanan 5 cinsin küf yoğunluğunun örneklem tarihlerine göre dağılımı.

miştir. Toroslar ilçesinde en fazla saptanan 5 cinsin küf yoğunluğunun örneklem tarihlerine göre dağılımı Şekil 5'te verilmiştir.

Tarsus ilçesinden alınan örneklerde 19 cinsle ait toplam 47.331 CFU küf mantarı izolasyonu yapılmıştır. Küf cinsleri içinde *Cladosporium* %78.66, *Penicillium* %12.19, *Aspergillus* %4.8, *Alternaria* %2.54, *Fusarium* %0.75 ve diğer cinsler %0.97 olarak bulunmuştur. *Alternaria* Ekim ayında, *Cladosporium* Haziran ayında, *Fusarium* Temmuz ayında, *Penicillium* Ocak-Şubat aylarında, *Aspergillus* ise Ekim ayında en yüksek oranda tespit edilmiştir. Tarsus ilçesinde en fazla saptanan 5 cinsin küf yoğunluğunun örneklem tarihlerine göre dağılımı Şekil 6'da

verilmiştir.

Silifke ilçesinden alınan örneklerden 17 cinsle ait toplam 24.446 CFU küf mantarı izolasyonu yapılmıştır. Küf cinsleri içinde *Cladosporium* %64.34, *Penicillium* %16.87, *Aspergillus* %8.48, *Alternaria* %5.77, *Fusarium* %2.34 ve diğer cinsler %2.14 olarak bulunmuştur. *Alternaria* Ekim ayında, *Cladosporium* Nisan ve Ekim aylarında, *Fusarium* Eylül ayında, *Penicillium* Ekim-Şubat aylarında, *Aspergillus* ise Ekim ayında en yüksek oranda tespit edilmiştir. Silifke ilçesinde en fazla saptanan 5 cinsin küf yoğunluğunun örneklem tarihlerine göre dağılımı Şekil 7'de verilmiştir.

TARTIŞMA

Bu çalışmada 2007 Eylül-2008 Kasım ayları arasında Mersin atmosferindeki fungus sporlarının konsantrasyonu ve mevsimsel ilişkisi incelenmiştir. Çalışmamızda %71.75 ile en yüksek oranda *Cladosporium*, daha sonra sırasıyla *Penicillium*, *Aspergillus*, *Alternaria* ve *Fusarium* tespit edilmiştir. Ülkemizde Afyon⁽¹⁰⁾, Adana⁽¹⁷⁾, Ankara⁽¹⁸⁾ ve Kırşehir⁽¹¹⁾ illerinin atmosferinde yapılan çalışmalarda da sırasıyla %43,6, %44,5, %75.5 ve %74.69 oranında *Cladosporium* hakimiyeti tespit edilirken, ikinci sıklıkla tespit ettiğimiz *Penicillium*; Edirne⁽¹³⁾ ve Trabzon⁽¹²⁾ ili atmosferinde yapılan çalışmalarda sırasıyla %42.8 ve %26.8 oranında baskın tür olarak saptanmıştır. Dünyada Afrika, Amerika, Asya ve Avrupa ülkelerinde yapılan bazı çalışmalarda da *Cladosporium* dominant tür olarak saptanmıştır^(1,3,6,19-24).

Hava örneklemede volumetrik yöntem tercih edilmiştir. Çünkü düşük ağırlıkta olan küf

sporları gravimetrik yöntemle (filtrasyon) yakalanamamaktadır, ancak volumetrik yöntemle farklı ağırlıktaki sporlar yakalanabildiğinden atmosferdeki günlük, haftalık, aylık ve yıllık spor yoğunlukları saptanabilmekte, bu yönü ile diğer yöntemlere göre daha doğru ve gerçekçi sonuçlar elde edilebilmektedir⁽²⁵⁾. İspanya'da hem volumetrik hem de gravimetrik yönteminin kullanıldığı bir çalışmada, gravimetrik yöntem ile 21 cinse, volumetrik yöntem ile 88 cinse ait fungal sporlar tespit edilirken, her iki yöntem ile dominant tür olarak *Cladosporium* saptanmıştır. Çalışmada gravimetrik yöntemin küçük hiyalin sporlarının tanımlanmasında ve bazı spor tiplerinin cins düzeyinde ayırımında daha iyi bir yöntem olduğu fakat, volumetrik yöntem ile daha fazla tür tespit edildiğinden dolayı spor profillerinin daha kapsamlı tanımlanmasında her iki yöntemin birlikte kullanılması gerektiği vurgulanmıştır⁽³⁾. Ülkemizde gravimetrik ve volumetrik yöntemlerle yapılmış bazı çalışmalar Tablo 5'te verilmiştir.

Tablo 5. Ülkemizde gravimetrik ve volumetrik yöntemlerle yapılmış bazı çalışmalar.

Araştırmacı	Yıl	Şehir	Yöntem	Bulgular
Övet ve ark. ⁽²⁶⁾	2009	Denizli	Volumetrik	<i>Penicillium</i> spp. %46, <i>Aspergillus</i> spp. %18, <i>Cladosporium</i> spp. %17, <i>Alternaria</i> spp. %15, <i>Drechslera</i> spp. %1
İmalı ve ark. ⁽¹⁴⁾	2008	Çorum	Gravimetrik	<i>Aspergillus</i> %23.15, <i>Cladosporium</i> %21.30, <i>Penicillium</i> %11.11, <i>Ulocladium</i> %10.18, <i>Alternaria</i> %5.55, <i>Mycelia</i> %5.55
Aka Özmay ⁽¹⁷⁾	2007	Adana	Volumetrik	<i>Cladosporium</i> %44.5, <i>Penicillium</i> %20, <i>Aspergillus</i> %17, <i>Alternaria</i> %5.4
Bülbül ve ark. ⁽¹¹⁾	2005	Kırşehir	Gravimetrik	<i>Cladosporium</i> %74.69, <i>Alternaria</i> %13.41, <i>Ustilago</i> %2.49, <i>Puccinia</i> %2.3, <i>Pleospora</i> %1.81, <i>Drechslera</i> %1.06
Çeter ve ark. ⁽¹⁸⁾	2003	Ankara	Volumetrik	<i>Cladosporium</i> %75.5, <i>Alternaria</i> %6.1, <i>Leptosphaeria</i> %2.2, <i>Ustilago</i> %2.2, tek septalı askosporlar %2.1, <i>Exosporium</i> %2, <i>Pleospora</i> %1.6, <i>Drechslera</i> %1.3
Çolakoğlu ⁽¹⁵⁾	2001	İstanbul	Gravimetrik	<i>Aspergillus</i> %24.33, <i>Penicillium</i> %19, <i>Cladosporium</i> %17, <i>Rhizopus</i> %9
Asan ve ark. ⁽¹⁶⁾	2001	Eskişehir	Gravimetrik	<i>Alternaria alternata</i> %13.66, <i>Cladosporium cladosporioides</i> %5.8, <i>Scopulariopsis brevicaulis</i> %5.5, <i>Actinomyces</i> sınıfındaki mantarlar %77.49
Çetinkaya ve ark. ⁽¹⁰⁾	2001	Afyon	Gravimetrik	<i>Cladosporium</i> %43.6, <i>Alternaria</i> %21.2, <i>Penicillium</i> %7.9, <i>Aspergillus</i> %7 ve diğer küfler %20.3
Topbaş ve ark. ⁽¹²⁾	2001	Trabzon	Gravimetrik	<i>Penicillium</i> %26.8, <i>Alternaria</i> %26.3, <i>Fusarium</i> %13.2, <i>Aspergillus</i> %9.9, <i>Cladosporium</i> %8.1
Aydoğdu ve ark. ⁽¹⁷⁾	2001	Edirne	Gravimetrik	<i>Penicillium</i> %42.8, <i>Cladosporium</i> %19.3, <i>Alternaria</i> %10.1, <i>Aspergillus</i> %5.3
Sunulan araştırma	2008	Mersin	Volumetrik	<i>Cladosporium</i> %71.75, <i>Penicillium</i> %16.35, <i>Aspergillus</i> %6.31, <i>Alternaria</i> %3.42, <i>Fusarium</i> %0.83

Hava kaynaklı fungal sporlar bütün yıl boyunca atmosferde bulunurlar. Bu mantarlar hava koşullarına, mevsimlere, coğrafik farklılıklara, yerleşim alanının özelliklerine (bitki örtüsü, tarım-hayvancılık faaliyetleri, endüstriyel faaliyetler vb.) göre farklılıklar gösterebilmektedir^(7,9,10). Çalışmamızda Mersin atmosferindeki *Alternaria*, *Cladosporium* ve *Fusarium* spor miktarlarının, sıcaklık, nem ve rüzgar ile *Aspergillus*'un ise yalnızca sıcaklık ile istatistiksel olarak pozitif korelasyon gösterdiği saptanmıştır. *Penicillium* spor miktarının ise sıcaklık, nem ve rüzgâr ile istatistiksel olarak negatif korelasyon gösterdiği tespit edilmiştir.

Mantar sporlarının meydana gelmesindeki ve konsantrasyonundaki mevsimsel değişim, iklim tipine bağlı olarak değişmektedir ve ılıman iklim koşullarında birçok spor konsantrasyonu maksimum düzeye yaz ya da sonbahar aylarının başlarında ulaşmaktadır⁽⁹⁾. Mersin atmosferinde de çeşitli mantarlar yıl boyunca farklı yoğunluklarda bulunmakta, ancak mevsimlere bağlı olarak yükselişler görülmektedir. Çalışmamızda en sık rastlanan *Cladosporium*, *Alternaria* ve *Penicillium* cinsleri bölgeye bağlı olarak her mevsiminde artış gösterirken, *Fusarium* ve *Aspergillus* cinsleri yaz ve sonbahar aylarında en yüksek seviyede tespit edilmiştir. En yüksek oranda tespit ettiğimiz türlerin hepsinin bitkilerde bulunmasından dolayı, yaz sonu ve sonbaharda meydana gelen spor konsantrasyonundaki artışın, bitkisel maddelerin mevsimsel bozunma süreçlerinin başlamasıyla da ilgili olabileceği düşünülmüştür⁽⁸⁾. Shelton ve ark.'nın⁽²⁰⁾ Amerika'da, Oliveira ve ark.'nın⁽²¹⁾ Portekiz'de yaptıkları çalışmalarda ise spor konsantrasyonunu en yüksek sonbahar ve yaz, en düşük ilkbahar ve kış aylarında tespit edilmiştir.

Sıcaklığın düşük yada yüksek olması mantar sporlar konsantrasyonunu olumsuz yönde etkileyen önemli bir etkidir^(27,28). Bu nedenle çalışmamızda, hava örnekleme yapılan her bölgede

Şubat ve Mart aylarında spor konsantrasyonunun en düşük oranda tespit edilmesi, yıl içindeki en düşük sıcaklığın bu aylarda görülmesinden, Ağustos ayında mantar spor konsantrasyonlarında da düşüş gözlenmesi, sıcaklığın artmasından kaynaklanmaktadır.

Çalışmamızda en yüksek oranda tespit edilen cinslerin bölgeler arası farklılığı istatistiksel olarak değerlendirildiğinde ise *Alternaria* için bölgeler arasında farklılık bulunmazken ($p>0.05$), *Aspergillus*, *Cladosporium*, *Fusarium* ve *Penicillium* cinsleri için bölgeler arası farklılık saptanmıştır ($p<0.05$). Fakat burada asıl dikkat çekici nokta Mersin merkez ilçelerinden Yenişehir'in, diğer 3 merkez ve 2 çevre ilçeden farklı küf yoğunluğuna sahip olmasıdır. Bunun nedeninin, bu bölgedeki yoğun tarımsal çalışmalardan kaynaklandığı düşünülmüştür.

Alerjen sporlar az sayıda da olsalar göz konjunktivasi, deri, solunum ve burun mukozası gibi yollarla vücuda girerek astım, alerjik rinit, konjunktivit gibi hastalık semptomlarının ortaya çıkmasında etken olabilirler⁽⁶⁾. Direkel ve ark.'nın⁽²⁹⁾ Mersin ilinde yaptıkları çalışmada, küf mantarı izole edilen hastaların klinik örneklerinde *Aspergillus* spp. ve *Fusarium* türleri sırasıyla %65.6 ve %15.6 olmak üzere en yüksek oranda tespit edilmiştir. Çalışmamızda da bu türlerin havadaki spor yoğunluğunun yüksek miktarda saptanmasından dolayı bölge atmosferinde bulunan mantarların epidemiyolojik durumunun belirlenmesinin, kritik hastaların klinik örneklerindeki filamentöz mantarların araştırılmasında yol gösterici olabileceği düşünülmüştür.

Sonuç olarak, ılıman iklim kuşağında bulunan Mersin atmosferindeki allerjen ve toksijenik fungus sporlarının iklimsel verilerle beraber takibinin yapıldığı ilk çalışma olması bakımından önemli sonuçlar elde edilmiştir; yoğun tarımsal faaliyetlerle uğraşan nüfusa sahip

Mersin’de yaşayan bireylerin fungal enfeksiyonlarla karşılaşmaları hâlinde tanı ve tedavilerinde yol gösterici rolü olacaktır.

KAYNAKLAR

- Fang Z, Ouyang Z, Hu L, Wang X, Zheng H, Lin X. Culturable airborne fungi in outdoor environments in Beijing, China. *Sci Total Environ* 2005; 350:47-58. <http://dx.doi.org/10.1016/j.scitotenv.2005.01.032>
- Shams-Ghahfarokhi M, Aghaei-Gharehbolagh S, Aslani N, Razzaghi-Abyaneh M. Investigation on distribution of airborne fungi in outdoor environment in Tehran, Iran. *J Environ Health Sci Eng* 2014; 12:54. <http://dx.doi.org/10.1186/2052-336X-12-54>
- Elvira-Rendueles BE, Moreno J, Garcia-Sanchez A, Vergara N, Martinez-Garcia MJ, Moreno-Grau S. Air-spore in Cartagena, Spain: Viable and non-viable sampling methods. *Ann Agric Environ Med* 2013; 20: 664-71.
- Zukiewicz-Sobczak WA. The role of fungi in allergic diseases. *Postepy Derm Alergol* 2013; 30:42-5. <http://dx.doi.org/10.5114/pdia.2013.33377>
- Bezerra GF, Gomes SM, Neto Silva MA, Santos RM, et al. Diversity and dynamics of airborne fungi in São Luis, State of Maranhão, Brazil. *Rev Soc Bras Med Trop* 2014; 47:69-73. <http://dx.doi.org/10.1590/0037-8682-0229-2013>
- Chakrabarti HS, Das S, Gupta-Bhattacharya S. Outdoor airborne fungal spora load in a suburb of Kolkata, India: its variation, meteorological determinants and health impact. *Intl J Environ Health Res* 2012; 22:37-50. <http://dx.doi.org/10.1080/09603123.2011.588323>
- Aydoğdu H, Asan A. Airborne fungi in child day care centers in Edirne City, Turkey. *Environ Monit Assess* 2008; 147:423-44. <http://dx.doi.org/10.1007/s10661-007-0130-4>
- Grinn-Gofroń A. Airborne *Aspergillus* and *Penicillium* in the atmosphere of Szczecin, (Poland) (2004-2009). *Aerobiologia (Bologna)* 2011; 27:67-76. <http://dx.doi.org/10.1007/s10453-010-9177-8>
- Kasprzyk I. Aeromycology-Main research fields of interest during the last 25 years. *Ann Agric Environ Med* 2008; 15:1-7.
- Çetinkaya Z, Fidan F, Ünlü M, Hasenekoğlu İ, Tetik L, Demirel R. Afyon atmosferinde alerjen fungus sporları. *Türkiye Klinikleri Arch Lung* 2005; 6:140-4.
- Bülbül AS, Çeter T, Hüseyin E. Kırşehir atmosferi mantar sporları konsantrasyonu ve meteorolojik faktörlerin etkisi. *Asthma Allergy Immunol* 2011; 9:154-65.
- Topbaş M, Tosun İ, Çan G, Kakkıkaya N, Aydın F. Identification and seasonal distribution of airborne fungi in urban outdoor air in an eastern Black Sea Turkish town. *Türk J Med Sci* 2006; 36:31-6.
- Aydoğdu H, Asan A, Tatman-Otkun M, Türe M. Monitoring of fungi and bacteria in the indoor air of primary schools in Edirne city, Turkey. *Indoor Built Environ* 2005; 14:411-25. <http://dx.doi.org/10.1177/1420326X05057539>
- İmalı A, Yalçınkaya B, Koçak M, Koçer F. Çorum ili atmosferinde hava ile taşınan allerjen funguslar. *Elektronik Mikrobiyoloji Dergisi TR* 2008; 6:19-24.
- Çolakoğlu G. Airborne fungal spores at the Belgrad forest near the city of İstanbul (Turkey) in the year 2001 their relation to allergic diseases. *J Basic Microbiol* 2003; 43:376-84. <http://dx.doi.org/10.1002/jobm.200310243>
- Asan A, İlhan S, Sen B, et al. Airborne fungi and *Actinomyces* concentrations in the air of Eskişehir city (Turkey). *Indoor Built Environ* 2004; 13:63-74. <http://dx.doi.org/10.1177/1420326X04033843>
- Aka Özmey Y. Adana’daki ev dışı (outdoor) fungusların izolasyonu, identifikasyonu, mevsimsel dağılımı ve alerjik hastalıklarla ilişkilendirilmesi [Yüksek lisans tezi]. Adana: Çukurova Üniversitesi, 2007.
- Çeter T, Pınar MN. 2003 yılında Ankara atmosferi mantar sporları konsantrasyonu ve meteorolojik faktörlerin etkisi. *Mikrobiyol Bul* 2009; 43:627-38.
- Awad AHA, Gibbs SG, Tarwater PM, Green CF. Coarse and fine culturable fungal air concentrations in urban and rural homes in Egypt. *Int J Environ Res Public Health* 2013; 10:936-49. <http://dx.doi.org/10.3390/ijerph10030936>
- Shelton BG, Kirkland KH, Flanders WD, Morris GK. Profiles of airborne fungi in buildings and outdoor environments in the United States. *Appl Environ Microbiol* 2002; 68:1743-53. <http://dx.doi.org/10.1128/AEM.68.4.1743-1753.2002>
- Oliveira M, Ribeiro H, Delgado L, Fonseca J, Castel-Branco MG, Abreu I. Outdoor allergenic fungal spores: comparison between an urban and a rural area in northern Portugal. *J Investig Allergol Clin Immunol* 2010; 20:117-28.
- Jogdand SB, Ingole AC. Investigation of intramural environmental Aeromicrobiota in Bharati Printing Press Pune, Maharashtra, India. *Int J Life Sci* 2014; 2:58-62.
- Uzochukwu OV, Nkpouto U. Airborne fungi in the indoor and outdoor environments of a higher institution in Nigeria. *Int J Adv Biol Res* 2013; 3:9-12.
- Fairs A, Wardlaw AJ, Thompson Jr, Pashley CH. Guidelines on ambient intramural airborne fungal spores. *J Investig Allergol Clin Immunol* 2010; 20:490-8.
- Çeter T, Pınar NM. Türkiye’de yapılan atmosferik fungus spor çalışmaları ve kullanılan yöntemler. *Asthma Allergy Immunol* 2009; 7:3-10.
- Övet H, Ergin Ç, Kaleli İ. Okul sınıflarının hava örneklerinde küf mantarlarının araştırılması ve öğrenci serumlarında allerjene özgül IgE düzeylerinin karşılaştırılması. *Mikrobiyol Bul* 2012; 46:266-75.
- Yükselen ÜA, Akdağ P, Güvenmez HK, et al. Adana atmosferindeki fungal spor konsantrasyonlarının meteorolojik faktörlerle değişimi ve elde edilen fungal ekstraktlerin deri prik testinde kullanımı. *Asthma Allergy Immunol* 2013; 11:103-11.
- Ergin Ç, Kaleli İ, Çevik E, Övet H. Investigation of keratinophilic fungi in Laodikeia’s recreation warehouse. *Mikrobiyol Bul* 2008; 42:463-7.
- Direkel Ş, Otağ F, Aslan G, Ülger M, Emekdaş G. Klinik örneklerden izole edilen filamentöz mantarların iki farklı yöntemle tanımlanması ve duyarlılık sonuçları. *Mikrobiyol Bul* 2012; 46:65-78.