

İ.Ü. Orman Fakültesi Araştırma Ormanı'nda Eylül 2007-Ağustos 2009 Dönemi Güncel Polen Dağılımı

Nurgül Karlıoğlu^{1*}, Ünal Akkemik¹

¹İ.Ü. Orman Fakültesi Orman Botaniği Anabilim Dalı, 34473 Bahçeköy / İstanbul

*Tel: +90 212 226 11 00, Faks: +90 212 226 11 13, E-posta: nurgulk@istanbul.edu.tr

Kısa Özet

Çalışma, İ.Ü. Orman Fakültesi Araştırma Ormanı'nda vejetasyonun çeşitlilik gösterdiği 3 örnek alanda (orman içi, orman kenarı ve açık alan) 2007-2009 yılları arasında toprağa düşen odunsu ve otsu bitki polen yoğunluğunu (cm²/ay) incelemek ve polen yoğunluğu değerlerinin önemli meteorolojik parametrelerle olan ilişkisini ortaya koymak amacıyla gerçekleştirilmiştir. Üç ayrı örnek alana Tauber tipi polen tuzakları yerleştirilmiş ve aylık olarak değiştirilmiştir. 2007-2008 yılına ait odunsu bitki (AP) polen yoğunluğu (cm²/yıl) değişimlerine bakıldığında *Carpinus* sp., *Castanea sativa*, *Quercus* sp. ve *Pinus nigra*'nın polen yoğunlukları fazla iken, 2008-2009 yılında *Fraxinus* sp., *Alnus* sp., *Pinus nigra*, *Quercus* sp. ve Cupressaceae familyasının polen yoğunlukları fazladır. 2007-2008 yılına ait otsu bitki (NAP) polen yoğunluğu (cm²/yıl) değişimlerine bakıldığında *Plantago* sp. ile Poaceae ve Caryophyllaceae familyalarının polen yoğunlukları fazla iken, 2008-2009 yılında da Poaceae, Asteraceae familyaları ve *Plantago* sp.'nin polen yoğunlukları fazladır. Açık alanda otsu bitki polen yoğunluğu artarken orman içine doğru gidildikçe odunsu bitki polen yoğunluğu artmaktadır. Yağışların yüksek olması nedeniyle, 2008-2009 dönemindeki polen yoğunluğu daha düşük çıkmıştır.

Anahtar Kelimeler: İ.Ü. Orman Fakültesi Araştırma Ormanı, *Lycopodium*, polen yoğunluğu, Tauber tipi polen tuzağı.

1. Giriş

Türkiye'de yapılan palinolojik çalışmalar, polen morfolojisi, değişik ortamlarda (atmosfer, bal, kömür, kil gibi) polen analizleri ve polen alerjisi gibi konularda yoğunlaşmıştır. Bunlar içerisinde güncel polen dağılımıyla ilgili çalışmalar oldukça fazla olup, Türkiye'nin birçok iline ait polen takvimi çıkarılmış durumdadır (Aytuğ ve ark., 1974; İnce ve Pehlivan, 1990; Pehlivan ve Bütev, 1994; İnceoğlu ve ark., 1994; Kaya ve Aras, 2004; Bıçakçı, 2006; Öneş ve ark., 2008; Erkan ve ark., 2011). Atmosferde yapılan polen analizi çalışmalarında, genelde yerden belli bir yüksekliğe Hirst Spore, Burkard veya Lanzoni tipi polen tuzakları yerleştirilerek aylık, haftalık, günlük hatta bazen saatlik olmak üzere havadaki polen yoğunluğu incelendiği ve

özellikle alerji konusunda önemli sonuçlara ulaşıldığı görülmektedir.

Ülkemizde yapılan paleopalinolojik çalışmalar, büyük oranda Üst Oligosen ve Miyosen dönemi orman karışımını (Gemici ve ark., 1991; Karayığit ve ark., 1999; Karlıoğlu, 2005; Akgün ve ark., 2007; Akkiraz ve ark., 2008; Yavuz-Işık, 2008; Karlıoğlu ve ark., 2009) ortaya koymuştur. Diğer yandan da son 20.000 yıllık orman tarihine ilişkin bilgiler, palinolojik çalışmalarla belirlenmiştir (Bottema ve Woldring, 1984; Bottema ve ark., 1986; Bottema ve ark., 1995). Holosen dönemi orman karışımına ilişkin (Kutluk, 1994; Caner ve Algan, 2002) önemli bilgiler vermiştir. Bu araştırma ise, önceki çalışmalardan farklı olarak, toprağa düşen polen yoğunluğunun belirlenmesine odaklanmıştır. Bu yönde Avrupa'da çok sayıda çalışma yapılmış

(Hicks, 1994; Hicks ve Hyvärinen, 1999; Hicks, 2001; Tonkov ve ark., 2001; Van der Knaap ve ark., 2001; Pidek, 2004; Giesecke ve Fontana, 2008) ve uzun yıllar süren gözlemler sonucunda aynı alandaki belirli ağaç türlerinin yıldan yıla polen yoğunluk değişimleri saptanmıştır. Hicks (2001), geçmiş dönemin vejetasyonunu polen analizleriyle yeniden yapılandırabilmek için bitki yoğunluğu ve vejetasyon dağılımının saptanması gerektiğini vurgulamış ve Kuzey Finlandiya ve Kuzey Doğu Norveç arasında on farklı orman zonunda onsekiz yıllık (1982-1999) polen birikimi izleme sonuçlarını sunmuştur. Kuzey Finlandiya'da *Betula*, *Pinus* ve *Picea*'nın polen dağılımı için Hicks (2001) tarafından bazı limit değerler düzenlenmiş ve Seppä ve Hicks (2006) tarafından da bu değerler Holosen polen diyagramlarına uygulanmıştır. Van der Knaap ve ark. (2001), İsviçre Alplerinde 1991 yılında *Picea*, *Pinus cembra*, *Larix* ve *Alnus viridis* karışık ormanlarında 28 adet; Pidek (2004), 1998 yılında Roztocze Milli Parkı *Fagus*, *Abies* ve *Pinus* karışık ormanında 9 adet; Tonkov ve ark. (2001), Bulgaristan'da 1993 yılında Rila dağları *Pinus peuce*, *Pinus sylvestris*, *Picea* ve *Fagus* karışık ormanında 2 adet; Mariana Filipova-Marinova tarafından 2002 yılında Karadeniz kıyısı *Fraxinus*, *Ulmus* ve *Carpinus* karışık ormanında 4 adet ve Istranca Dağları *Fagus orientalis* ve *Quercus* spp. karışık ormanında 3 adet olmak üzere toplam 7 adet polen tuzağı kullanarak polen izleme çalışmalarına başlanmıştır (Giesecke ve ark., 2010). Bu çalışmalarda da belirtildiği gibi; uzun dönem ortalama polen birikimi, polen tuzağının etrafındaki ağaçların varlığını, yokluğunu veya yoğunluğunu ifade etmekte ve aynı zamanda fosil polen diyagramlarını daha objektif yorumlamayı sağlamaktadır.

Bu çalışmalarla, bir yandan güncel polen dağılımı ile ilgili bilgiler elde edilirken, diğer yandan da paleopalinolojik çalışmalardan elde edilen polen diyagramlarının yorumlanmasına katkıda bulunacak bilgiler ortaya konmaktadır. Güncel polen yoğunluğu-güncel vejetasyon ilişkisinin bilinmesi, jeolojik çağların polen yoğunluğuna dayanarak geçmişteki orman yoğunluğu ve karışımını daha doğru tahmin etmeye olanak sağlamaktadır.

Bu çerçevede amaç, İ.Ü. Orman Fakültesi Araştırma Ormanı'nda açık alan, orman kenarı ve orman içi olmak üzere vejetasyonun çeşitlilik gösterdiği 3 örnek alanda (1) birim toprak yüzeyine düşen odunsu (AP) ve otsu (NAP) bitki polen yoğunluğu (cm²/ay) değerlerini saptamak, (2) toprağa aylık olarak düşen polen yoğunluğunun (cm²/ay) aylık ortalama sıcaklık

(°C), aylık toplam yağış (mm) gibi meteorolojik parametrelerle arasındaki ilişkilerini ortaya koymaktır. Çalışma belirtilen amaç ve çalışma yöntemleriyle, ülkemizde yapılan ilk araştırma olup, Avrupa Polen İzleme Sistemi'nin de bir parçasıdır.

2. Materyal ve Yöntem

2.1. Araştırma alanının özellikleri

Araştırma alanı, Belgrad Ormanı'nın devamı olan İ.Ü. Orman Fakültesi Araştırma Ormanı olup İstanbul'un kuzeyinde yer almakta ve Davis (1965-1985)'in karelej (grid) sistemine göre A2 (E) karesi içinde bulunmaktadır (Şekil 1). Yükseltisi, 20 ile 240 m arasında değişmektedir. Önemli ağaç türleri *Quercus cerris*, *Quercus frainetto*, *Quercus robur*, *Quercus petraea*, *Quercus infectoria*, *Fagus orientalis*, *Carpinus betulus*, *Castanea sativa*, *Alnus glutinosa*, *Populus tremula*, *Ulmus minor*, *Acer trautvetteri*, *Acer campestre* ve *Tilia argentea*'dir.

Araştırma alanına en yakın Meteoroloji İstasyonu Kireçburnu'nda bulunmaktadır. Kireçburnu Meteoroloji İstasyonu 1949-2005 verilerine göre yıllık ortalama yağış 804 mm, ortalama sıcaklık 13.3°C'dir. İstasyonun Thornthwaite metoduna (Çepel, 1995) göre oluşturulmuş olan su bilançosu grafiği Şekil 2'de sunulmuştur. Thornthwaite iklim sınıflandırmasına göre bir değerlendirme yapıldığında araştırma alanı birinci dereceden nemli, ikinci dereceden mezotermal, yazın çok kuvvetli su noksanı olan ve denizel şartlara yakın bir iklim tipine sahiptir.

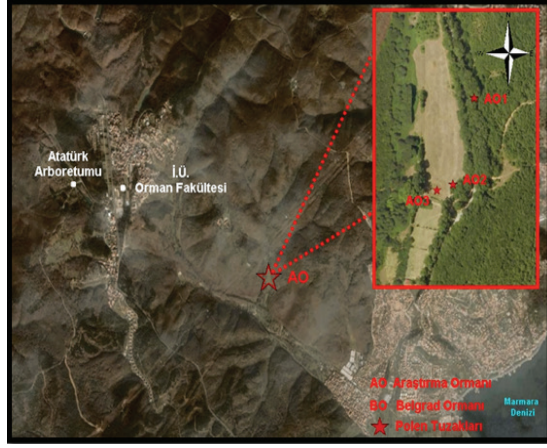
Belgrad Ormanı'nın güney doğusunda kalan İ.Ü. Orman Fakültesi Araştırma Ormanı'nda iklim daha kurak ve ılıman bir karakter göstermektedir. Esas itibarıyla alan kuzeyden gelen soğuk rüzgârlara nispeten kapalıdır. Bu nedenle Belgrad Ormanı'nın daha ılıman bir bölümünü temsil etmektedir (Kantarıcı ve Tolunay, 1996).

2.2. Polen tuzaklarının kurulması

Çalışma kapsamında, ilk olarak 2007 yılının Eylül ayında 3 adet Tauber tipi polen tuzağı (Tauber, 1974; Hicks ve Hyvärinen, 1986) açık alan, orman kenarı ve orman içi olmak üzere vejetasyonun farklılık gösterdiği, 3 örnek alana yerleştirilmiştir (Şekil 1; Şekil 3).

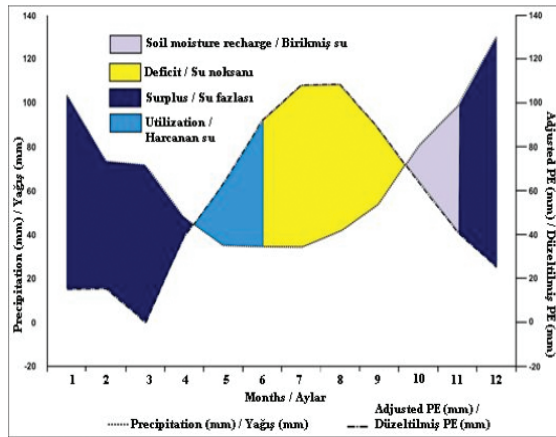
2007 yılının Eylül ayından 2009 yılının Ağustos

ayına kadar olan dönemde toplam 24 ay boyunca her ay düzenli olarak polen tuzakları araziden toplanmıştır. Bu periyot iki biyolojik yılı kapsamaktadır.



Şekil 1. İ.Ü. Orman Fakültesi Araştırma Ormanı ve alana yerleştirilen polen tuzaklarının konumu (AO1: Orman içi, AO2: Orman kenarı, AO3: Açık alan).

Figure 1. Locations of the pollen traps and Research Forest of Istanbul University, Faculty of Forestry (AO1: Forest, AO2: Forest edge, AO3: Open area).

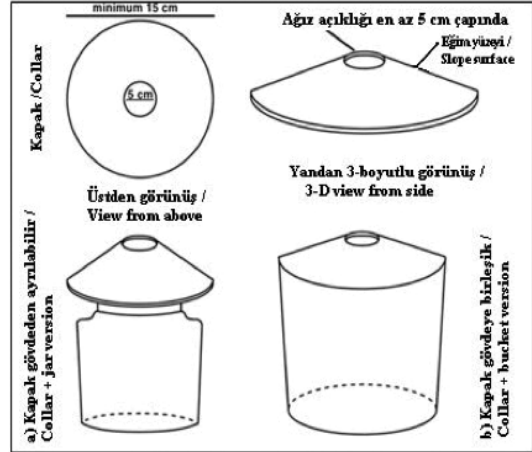


Şekil 2. Kireçburnu Meteoroloji İstasyonu'nun Thornthwaite yöntemine göre su bilançosu.

Figure 2. The water budget of Kireçburnu Meteorological Station based on Thornthwaite method.

Avrupa Polen İzleme Sistemi Protokolü'ne (Hicks ve ark., 1996) göre, Tauber tipi polen tuzaklarının genişliği en az 15 cm, ağız açıklığı genişliği ise 5 cm olmalıdır. Tuzakların içine yağmur suyunun girmesini

engellemek için kapak kısmında hafif bir eğim yüzeyi vardır. Kapak kısmı gövdeye bitişik veya gövdeden ayrılabilen iki farklı modeli bulunmaktadır (Şekil 3).



Şekil 3. Tauber tipi polen tuzağının genel görünüşü (Hicks ve ark., 2001).

Figure 3. The general view of the Tauber pollen trap (Hicks et al., 2001).

Polen tuzaklarının her birine polenlerin birikmesini sağlayan gliserin, formalin ve thymol karışımı konmuştur. Karışım içindeki gliserin, polenlerin polen tuzağı içinde tutulmasını sağlarken; thymol ve formalin polen tuzağı içinde bakteri ve mantar faaliyetini engellemektedir. Gliserin, her polen tuzağının dibini 3-5 mm örtecek şekilde konmuştur. Formalin genelde 10-20 ml ve thymol de 4 gr kullanılmıştır (Hicks ve ark., 1996).

2.3. Polen tuzaklarının etrafındaki vejetasyonun belirlenmesi

Polen tuzaklarının etrafındaki vejetasyonun daha detaylı tanımlanabilmesi için Hicks ve ark. (1996) tarafından Avrupa Polen İzleme Sistemi Protokolü'nde belirtilen yöntemle göre tuzağın etrafında 0.5 m, 0.5-1.5 m, 1.5-2.5 m, 2.5-3.5 m, 3.5-4.5 m, 4.5-5.5 m, 5.5-6.5 m, 6.5-7.5 m, 7.5-8.5 m, 8.5-9.5 m, 9.5-10.5 m'lik dairesel alanlarda vejetasyon belirlenmiştir (Şekil 4). İlk vejetasyon kayıt halkasının genişliği 0.5 m iken, diğer halkaların genişliği 1 m dir. Vejetasyon kayıt halkalarının içinde yer alan odunsu ve otsu bitkiler teşhis edilerek vejetasyon kayıt tablolarına işlenmiştir. Odunsu ve otsu bitkilerin adlandırılmasında temel kaynak olarak "Flora of Turkey and The East Aegean

Islands” (Davis, 1965-1985; Davis ve ark., 1988; Güner ve ark., 2000) kullanılmıştır.

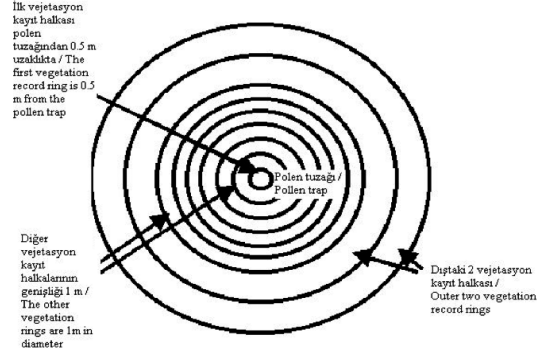
Polen yoğunluğu değerlerinin, polen tuzaklarının etrafındaki vejetasyonla ilişkisi olduğu bilinmektedir. Polen tuzaklarının; 10 m - 2 km civarındaki vejetasyon bilgisini ortaya koyarken, bölgelerin meşcere haritalarından yararlanılmış ve her örnek alanda polen tuzağının farklı meşcere tiplerine olan uzaklığı ArcGIS programında hesaplanarak çizilmiştir.

2.4. Polen preparatlarının hazırlanması ve analizler

Preparat yapımından önce laboratuvara getirilen her bir polen tuzağındaki karışım, 250 µm’luk polen eleğinden süzölmüş, hayvan ve bitki kalıntıları uzaklaştırılmış, kimyasal analize hazır hale getirilmiştir (Hicks ve ark., 1996). Daha sonra bu karışıma 2 adet *Lycopodium* spor tablet (Stockmarr, 1971), 10 ml destile su ve 0.5 ml HCl’den oluşan çözelti eklenmiştir. Her bir spor tablet 18584 adet spor içermektedir. *Lycopodium* sporlar, morfolojik yapısı itibariyle polenlerle karışmadan kolayca tanımlanabilmektedir. Bilinen sayıda sporun karışıma eklenmesi, preparat yapımı sırasında preparatta yer alamayan diğer polenlerin tahmin edilmesinde ve birim alana düşen polen yoğunluğunun (cm²/ay) hesaplanmasında kullanılmaktadır (Hicks ve ark., 1996; Hicks ve ark., 2001; Tonkov ve ark., 2001).

Elde edilen kimyasal karışım santrifüj tüplerine aktarılarak, sedimana ulaşana kadar (3000-3500 devirde 10 dakika) santrifüj yapılmıştır. Daha sonra 10 ml asetoliz karışımı (9 hacim Asetik anhidrit ve 1 hacim Sülfürik asit) elde edilen sedimana eklenmiştir. Asetoliz aşamasından sonra 2 ml gliserin eklenerek polen preparatları hazırlanmış ve her preparatın üstüne polen toplama tarihleri ile örnek alanı yazılmıştır.

Polen preparatlarındaki polen ve *Lycopodium*’ların sayım ve teşhisi bilgisayar destekli Leica DM750 marka ışık mikroskopunda, x40, x100 immersiyon objektifi ve 10x oküleri kullanılarak yapılmıştır. Polen teşhisleri için Palinoloji Laboratuvarındaki referans polen preparatları ile birlikte polen atlasları kullanılmıştır. (Wodehouse, 1935; Erdtman, 1952; Erdtman, 1957; Hyde ve Adams, 1958; Faegri ve Iversen, 1964; Aytuğ, 1967; Aytuğ ve ark., 1971; Iwanami ve ark., 1988; Moore ve ark., 1991; Hesse ve ark., 2009). Genel olarak polenler familia ve cins seviyesinde teşhis edilmiştir (Şekil 5).



Şekil 4. Polen tuzağının etrafındaki vejetasyon kayıt halkaları (PMP, 2003).

Figure 4. The vegetation record rings around the pollen trap (PMP, 2003).

Her bir takson için toprağa düşen polen yoğunluğu (cm²/ay) aşağıda verilen formüle göre hesaplanmıştır:

$$Y = (X * 37168 / L) / (3,14 * 2,5 * 2,5)$$

Y = Herhangi bir taksonun toprağa düşen polen yoğunluğu (cm²/ay)

X = Aynı taksonun preparatta sayılan polen sayısı

L = Preparatta sayılan *Lycopodium* spor sayısı

Her polen tuzağına 2 adet *Lycopodium* spor tablet eklendiği için, *Lycopodium* spor sayısı: 18584 x 2 = 37168’dir.

Ayrıca önemli odunsu taksonlara ait aylık polen yoğunluğu değerleriyle Kireçburnu Meteoroloji İstasyonu’nun bu dönemdeki aylık ortalama sıcaklık (°C), ortalama yüksek sıcaklık (°C), ortalama düşük sıcaklık (°C) ve aylık toplam yağış (mm) verileri karşılaştırılmıştır.

3. Bulgular

Elde edilen bulgular, polen tuzaklarının çevresindeki bitki çeşitliliği, polen yoğunluğu ve iklim-polen yoğunluğu arasındaki ilişkiler şeklinde ayrı ayrı verilmiştir.

3.1. Polen tuzaklarının çevresindeki bitki çeşitliliği

Polen tuzaklarının yakın çevresindeki bitki türlerinin belirlenmesi polenlerin ne kadarlık mesafeden taşındığını belirlemek açısından önemlidir. Bu amaçla, her örnek alandaki polen tuzağının etrafında 0.5 m den başlayarak 10.5 m ye kadar 1 m aralıklarla tespit edilen odunsu ve otsu bitki türleri aşağıdaki tabloda verilmiştir (Tablo 1).

Tablo 1. Her polen tuzağının etrafında yer alan bitki türleri (Odunsu bitkiler koyu olarak yazılmıştır).
Table 1. The plant species around the each pollen trap (Arboreal plants were written bold).

Mesafe/ Distance	Açık alan/ Open area	Orman kenarı/ Forest edge	Orman içi/ Forest
0.5 m	<i>Prunus spinosa</i> L., <i>Crepis</i> L., <i>Oenanthe</i> L., <i>Plantago</i> L., Poaceae, <i>Ranunculus</i> L., <i>Trifolium</i> L.	<i>Carpinus betulus</i> L., <i>Fraxinus angustifolia</i> Vahl., <i>Crepis</i> L., <i>Geranium</i> L., <i>Oenanthe</i> L., Poaceae, <i>Primula</i> L., <i>Viola</i> L.	<i>Carpinus betulus</i> L., <i>Hedera helix</i> L., <i>Rubus</i> L., <i>Oenanthe</i> L., Poaceae, <i>Viola</i> L.
0.5-1.5 m	<i>Prunus spinosa</i> L., <i>Crepis</i> L., <i>Oenanthe</i> L., <i>Plantago</i> L., Poaceae, <i>Ranunculus</i> L., <i>Trifolium</i> L.	<i>Carpinus betulus</i> L., <i>Fraxinus angustifolia</i> Vahl., <i>Hedera helix</i> L., <i>Quercus frainetto</i> Ten., <i>Crepis</i> L., <i>Geranium</i> L., <i>Oenanthe</i> L., Poaceae, <i>Primula</i> L., <i>Trifolium</i> L., <i>Viola</i> L.	<i>Carpinus betulus</i> L., <i>Hedera helix</i> L., <i>Rubus</i> L., <i>Oenanthe</i> L., Poaceae, <i>Viola</i> L.
1.5-2.5 m	<i>Crepis</i> L., <i>Oenanthe</i> L., <i>Plantago</i> L., Poaceae, <i>Ranunculus</i> L., <i>Salvia</i> L., <i>Trifolium</i> L.	<i>Carpinus betulus</i> L., <i>Cistus</i> L., <i>Cornus mas</i> L., <i>Fraxinus angustifolia</i> Vahl., <i>Hedera helix</i> L., <i>Quercus frainetto</i> Ten., <i>Quercus robur</i> L., <i>Crepis</i> L., <i>Geranium</i> L., <i>Oenanthe</i> L., Poaceae, <i>Primula</i> L., <i>Ranunculus</i> L., <i>Salvia</i> L., <i>Trifolium</i> L., <i>Viola</i> L.	<i>Carpinus betulus</i> L., <i>Hedera helix</i> L., <i>Ruscus aculeatus</i> L., <i>Geranium</i> L., <i>Oenanthe</i> L., Poaceae, <i>Viola</i> L.
2.5-3.5 m	<i>Fraxinus angustifolia</i> Vahl., <i>Crepis</i> L., <i>Geranium</i> L., <i>Oenanthe</i> L., <i>Plantago</i> L., Poaceae, <i>Ranunculus</i> L., <i>Salvia</i> L., <i>Trifolium</i> L.	<i>Carpinus betulus</i> L., <i>Cornus mas</i> L., <i>Fraxinus angustifolia</i> Vahl., <i>Hedera helix</i> L., <i>Quercus frainetto</i> Ten., <i>Crepis</i> L., <i>Geranium</i> L., <i>Oenanthe</i> L., Poaceae, <i>Ranunculus</i> L., <i>Salvia</i> L., <i>Trifolium</i> L., <i>Viola</i> L.	<i>Carpinus betulus</i> L., <i>Hedera helix</i> L., <i>Prunus</i> <i>spinosa</i> L., <i>Ruscus aculeatus</i> L., <i>Quercus frainetto</i> Ten., <i>Smilax excelsa</i> L., <i>Ulmus minor</i> Miller, <i>Geranium</i> L., <i>Oenanthe</i> L., Poaceae, <i>Viola</i> L.
3.5-4.5 m	<i>Fraxinus angustifolia</i> Vahl., <i>Prunus spinosa</i> L., <i>Crepis</i> L., <i>Geranium</i> L., <i>Oenanthe</i> L., <i>Plantago</i> L., Poaceae, <i>Ranunculus</i> L., <i>Rumex</i> L., <i>Salvia</i> L., <i>Trifolium</i> L.	<i>Carpinus betulus</i> L., <i>Cistus</i> L., <i>Cornus mas</i> L., <i>Fraxinus angustifolia</i> Vahl., <i>Hedera helix</i> L., <i>Rubus</i> L., <i>Crepis</i> L., <i>Geranium</i> L., <i>Oenanthe</i> L., Poaceae, <i>Ranunculus</i> L., <i>Salvia</i> L., <i>Trifolium</i> L., <i>Viola</i> L.	<i>Carpinus betulus</i> L., <i>Crataegus monogyna</i> Jacq., <i>Hedera helix</i> L., <i>Laurus nobilis</i> L., <i>Ruscus aculeatus</i> L., <i>Quercus frainetto</i> Ten., <i>Smilax excelsa</i> L., <i>Ulmus minor</i> Miller, <i>Oenanthe</i> L., Poaceae, <i>Viola</i> L.
4.5-5.5 m	<i>Cistus</i> L., <i>Fraxinus angustifolia</i> Vahl., <i>Crepis</i> L., <i>Geranium</i> L., <i>Oenanthe</i> L., <i>Plantago</i> L., Poaceae, <i>Ranunculus</i> L., <i>Rumex</i> L., <i>Salvia</i> L., <i>Trifolium</i> L.	<i>Carpinus betulus</i> L., <i>Cistus</i> L., <i>Fraxinus angustifolia</i> Vahl., <i>Hedera helix</i> L., <i>Rubus</i> L., <i>Crepis</i> L., <i>Geranium</i> L., <i>Oenanthe</i> L., Poaceae, <i>Ranunculus</i> L., <i>Salvia</i> L., <i>Taraxacum</i> Wiggers, <i>Trifolium</i> L., <i>Viola</i> L.	<i>Carpinus betulus</i> L., <i>Crataegus monogyna</i> Jacq., <i>Hedera helix</i> L., <i>Laurus nobilis</i> L., <i>Quercus frainetto</i> Ten., <i>Smilax excelsa</i> L., <i>Oenanthe</i> L., Poaceae, <i>Viola</i> L.
5.5-6.5 m	<i>Fraxinus angustifolia</i> Vahl., <i>Crepis</i> L., <i>Geranium</i> L., <i>Oenanthe</i> L., <i>Plantago</i> L., Poaceae, <i>Ranunculus</i> L., <i>Trifolium</i> L.	<i>Carpinus betulus</i> L., <i>Cistus</i> L., <i>Fraxinus angustifolia</i> Vahl., <i>Hedera helix</i> L., <i>Rubus</i> L., <i>Ulmus minor</i> Miller, <i>Crepis</i> L., <i>Geranium</i> L., <i>Oenanthe</i> L., Poaceae, <i>Ranunculus</i> L., <i>Salvia</i> L., <i>Trifolium</i> L., <i>Viola</i> L.	<i>Carpinus betulus</i> L., <i>Crataegus monogyna</i> Jacq., <i>Hedera helix</i> L., <i>Quercus frainetto</i> Ten., <i>Smilax excelsa</i> L., <i>Crocus</i> L., <i>Oenanthe</i> L., Poaceae, <i>Viola</i> L.
6.5-7.5 m	<i>Fraxinus angustifolia</i> Vahl., <i>Crepis</i> L., <i>Geranium</i> L., <i>Oenanthe</i> L., <i>Plantago</i> L., Poaceae, <i>Ranunculus</i> L., <i>Salvia</i> L., <i>Trifolium</i> L.	<i>Carpinus betulus</i> L., <i>Cistus</i> L., <i>Fraxinus angustifolia</i> Vahl., <i>Hedera helix</i> L., <i>Rubus</i> L., <i>Ulmus minor</i> Miller, Asteraceae, <i>Crepis</i> L., <i>Geranium</i> L., <i>Oenanthe</i> L., <i>Plantago</i> L., Poaceae, <i>Ranunculus</i> L., <i>Salvia</i> L., <i>Trifolium</i> L., <i>Viola</i> L.	<i>Carpinus betulus</i> L., <i>Hedera helix</i> L., <i>Prunus spinosa</i> L., <i>Quercus frainetto</i> Ten., <i>Smilax excelsa</i> L., <i>Crocus</i> L., <i>Oenanthe</i> L., Poaceae, <i>Viola</i> L.
7.5-8.5 m	<i>Fraxinus angustifolia</i> Vahl., <i>Quercus robur</i> L., <i>Crepis</i> L., <i>Geranium</i> L., <i>Oenanthe</i> L., <i>Plantago</i> L., Poaceae, <i>Ranunculus</i> L., <i>Rumex</i> L., <i>Salvia</i> L., <i>Trifolium</i> L.	<i>Carpinus betulus</i> L., <i>Cistus</i> L., <i>Fraxinus angustifolia</i> Vahl., <i>Hedera helix</i> L., <i>Quercus frainetto</i> Ten., <i>Quercus robur</i> L., <i>Rubus</i> L., <i>Ulmus minor</i> Miller, Asteraceae, <i>Crepis</i> L., <i>Geranium</i> L., <i>Oenanthe</i> L., <i>Plantago</i> L., Poaceae, <i>Ranunculus</i> L., <i>Salvia</i> L., <i>Trifolium</i> L., <i>Viola</i> L.	<i>Carpinus betulus</i> L., <i>Hedera helix</i> L., <i>Prunus spinosa</i> L., <i>Ruscus aculeatus</i> L., <i>Quercus frainetto</i> Ten., <i>Smilax excelsa</i> L., <i>Cirsium</i> Miller, <i>Oenanthe</i> L., Poaceae, <i>Viola</i> L.
8.5-9.5 m	<i>Cistus</i> L., <i>Fraxinus angustifolia</i> Vahl., <i>Crepis</i> L., <i>Geranium</i> L., <i>Oenanthe</i> L., <i>Plantago</i> L., Poaceae, <i>Ranunculus</i> L., <i>Trifolium</i> L.	<i>Carpinus betulus</i> L., <i>Castanea sativa</i> Miller, <i>Cistus</i> L., <i>Fraxinus angustifolia</i> Vahl., <i>Hedera helix</i> L., <i>Quercus</i> <i>frainetto</i> Ten., <i>Quercus robur</i> L., <i>Rubus</i> L., <i>Ulmus minor</i> Miller, Asteraceae, <i>Crepis</i> L., <i>Geranium</i> L., <i>Lamium</i> L., <i>Oenanthe</i> L., <i>Plantago</i> L., Poaceae, <i>Primula</i> L., <i>Ranunculus</i> L., <i>Salvia</i> L., <i>Trifolium</i> L., <i>Viola</i> L.	<i>Carpinus betulus</i> L., <i>Hedera helix</i> L., <i>Prunus spinosa</i> L., <i>Quercus frainetto</i> Ten., <i>Smilax excelsa</i> L., <i>Cirsium</i> Miller, <i>Crocus</i> L., <i>Fragaria</i> L., <i>Oenanthe</i> L., Poaceae, <i>Ranunculus</i> L., <i>Viola</i> L.
9.5-10.5 m	<i>Crepis</i> L., <i>Fraxinus angustifolia</i> Vahl., <i>Geranium</i> L., <i>Oenanthe</i> L., <i>Plantago</i> L., Poaceae, <i>Ranunculus</i> L., <i>Taraxacum</i> Wiggers, <i>Trifolium</i> L.	<i>Carpinus betulus</i> L., <i>Castanea sativa</i> Miller, <i>Cistus</i> L., <i>Fraxinus angustifolia</i> Vahl., <i>Hedera helix</i> L., <i>Quercus frainetto</i> Ten., <i>Quercus robur</i> L., <i>Rubus</i> L., <i>Ulmus minor</i> Miller, Asteraceae, <i>Crepis</i> L., <i>Geranium</i> L., <i>Lamium</i> L., <i>Oenanthe</i> L., <i>Plantago</i> L., Poaceae, <i>Primula</i> L., <i>Ranunculus</i> L., <i>Salvia</i> L., <i>Trifolium</i> L., <i>Viola</i> L.	<i>Carpinus betulus</i> L., <i>Hedera helix</i> L., <i>Laurus nobilis</i> L., <i>Ruscus aculeatus</i> L., <i>Quercus frainetto</i> Ten., <i>Smilax excelsa</i> L., <i>Cirsium</i> Miller, <i>Fragaria</i> L., <i>Oenanthe</i> L., Poaceae, <i>Ranunculus</i> L., <i>Viola</i> L.

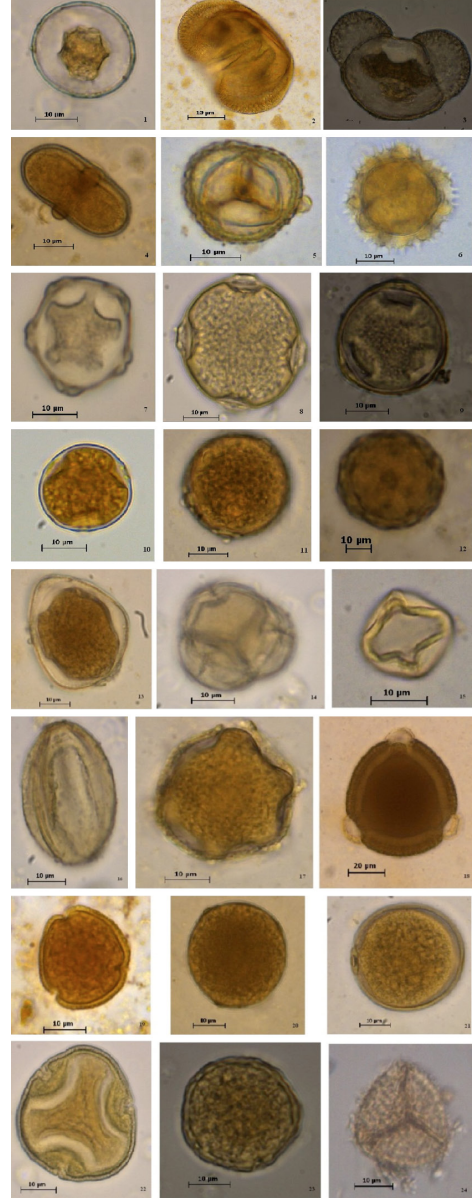
3.2. Polen yoğunlukları

İki yıl boyunca, aylık olarak alınan örnekler üzerinde yapılan çalışmalar sonucunda, polen tuzakları etrafında ve yaklaşık 2 km mesafede bulunan bitkilerin polenleri tespit edilmiş (Şekil 5) ve polen yoğunluklarına ilişkin önemli bulgulara ulaşılmıştır. Polen yoğunlukları, vejetasyon tiplerine uygun bir şekilde, orman içinde odunsu bitki polenleri, orman kenarında hem odunsu hem otsu bitki polenleri ve açık alanda da otsu bitki polenleri daha yoğun olarak saptanmıştır (Tablo 2). Polen yoğunlukları yıldan yıla önemli farklılıklar da göstermiştir. Ayrıca alanda bulunmamasına karşın, *Pinus* sp. ve *Alnus* sp. gibi odunsu bitki polenleri açık alanda tespit edilmiştir. Bu bulgu polenlerin uzak mesafelerden taşındığına iyi bir örnek oluşturmaktadır (Tablo 2, Şekil 6).

2007-2008 yılına ait odunsu bitki polen yoğunluğu (AP) değişimlerine bakıldığında *Carpinus* sp., *Castanea sativa*, *Quercus* sp. ve *Pinus nigra*'nın polen yoğunlukları (cm²/yıl) orman içinde fazladır. Özellikle orman içinde yıllık odunsu bitki polen yoğunluğu (cm²/yıl) fazla ve açık alana doğru gidildikçe yoğunluk (cm²/yıl) azalmaktadır *Pinus nigra* ve *Alnus* sp.'in yıllık polen yoğunluğu (cm²/yıl) açık alanda en fazladır (Tablo 2 ve Şekil 6). Çünkü bu iki cins, alanda bulunmayıp, polenleri uzak mesafeden taşınmıştır. Bunların alana en yakın mesafesi yaklaşık 2000 m dir.

2008-2009 yılına ait odunsu bitki polen yoğunluğu (AP) değişimlerine bakıldığında *Fraxinus* sp., *Carpinus* sp., *Pinus nigra*, *Quercus* sp. ve Cupressaceae familyasının polen yoğunlukları (cm²/yıl) orman içinde fazladır. Özellikle orman içinde yıllık odunsu bitki polen yoğunluğu (cm²/yıl), önceki yılın sonuçlarına benzer şekildedir. *Alnus* sp.'in yıllık polen yoğunluğu (cm²/yıl) bu dönemde de açık alanda en fazladır (Tablo 2 ve Şekil 6).

Otsu bitkiler açısından polen yoğunlukları değerlendirildiğinde 2007-2008 yılında *Plantago* sp., Poaceae ve Caryophyllaceae familyalarının polen yoğunlukları (cm²/yıl) açık alanda fazladır. Otsu bitki polen yoğunluğu (cm²/yıl) açık alandan orman içine doğru gittikçe azalmaktadır. (Tablo 2 ve Şekil 5). 2008-2009 yılında ise Poaceae, Asteraceae familyalarının ve *Plantago* sp.'nin polen yoğunlukları (cm²/yıl) fazladır (Tablo 2 ve Şekil 6).

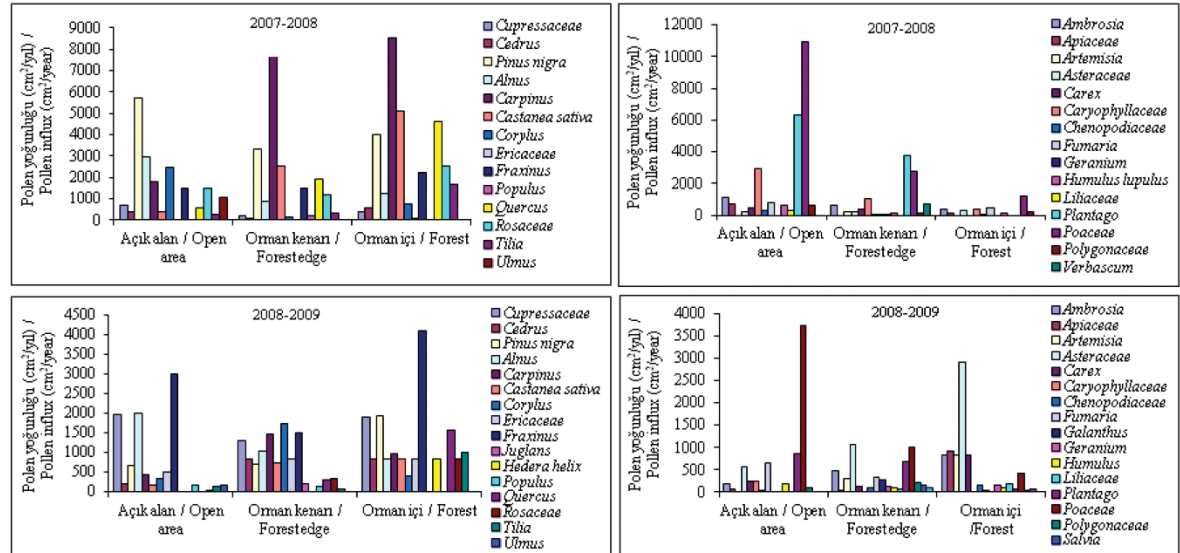


Şekil 5. Teşhis edilen taksonların polenleri; 1) Cupressaceae; 2) *Cedrus*; 3) *Pinus nigra*; 4) Apiaceae; 5) *Ambrosia*; 6) Asteraceae; 7) *Alnus*; 8) *Carpinus*; 9) *Corylus*; 10) *Humulus lupulus*; 11) Caryophyllaceae; 12) Chenopodiaceae; 13) *Carex*; 14) Ericaceae; 15) *Castanea*, 16). *Quercus cerris* tip; 17) *Fumaria*; 18) *Geranium*; 19) *Fraxinus*; 20) *Plantago*; 21) Poaceae; 22) *Tilia*; 23) *Ulmus*; 24) *Lycopodium* sporu.

Figure 5. The photos of the identified pollen and counted *Lycopodium* spore.

Tablo 2. 2007-2008 ve 2008-2009 dönemlerine ait polen yoğunluğu değerleri (cm²/yıl).
Table 2. The pollen influx values (cm²/year) for the periods of 2007-2008 and 2008-2009.

	Açık Alan / Open area	Orman Kenarı / Forest edge	Orman İçi / Forest
Arboreal (AP)	2007-2008 1 cm ² ye düşen odunsu bitki polen yoğunluğu 19278 (cm ² /yıl) olup, en fazla <i>Pinus nigra</i> , sırasıyla <i>Alnus</i> sp., <i>Corylus</i> sp. ve <i>Carpinus</i> sp. polenleri saptanmıştır (Şekil 6).	1 cm ² ye düşen odunsu bitki polen yoğunluğu (AP) 20375, (cm ² /yıl) olup, en fazla <i>Carpinus</i> sp., sırasıyla <i>Pinus nigra</i> , <i>Castanea sativa</i> ve <i>Quercus</i> sp. polenleri saptanmıştır (Şekil 6).	1 cm ² ye düşen odunsu bitki polen yoğunluğu (AP) 31692 (cm ² /yıl) olup, en fazla <i>Carpinus</i> sp., sırasıyla <i>Castanea sativa</i> , <i>Quercus</i> sp. ve <i>Pinus nigra</i> polenleri saptanmıştır. <i>Carpinus</i> 'un polen yoğunluğu açık alandan orman içine doğru artmaktadır (Şekil 6).
	2008-2009 1 cm ² ye düşen odunsu bitki polen yoğunluğu 9783 (cm ² /yıl) olup, en fazla <i>Fraxinus</i> sp., sırasıyla <i>Alnus</i> sp. ve Cupressaceae polenleri saptanmıştır (Şekil 6).	1 cm ² ye düşen odunsu bitki polen yoğunluğu (AP) 11219 (cm ² /yıl) olup, en fazla <i>Corylus</i> sp., sırasıyla <i>Fraxinus</i> sp. ve <i>Carpinus</i> sp. polenleri saptanmıştır (Şekil 6).	1 cm ² ye düşen odunsu bitki polen yoğunluğu (AP) 18415 (cm ² /yıl) olup, en fazla <i>Fraxinus</i> sp., sırasıyla Cupressaceae, <i>Pinus nigra</i> , <i>Quercus</i> sp. ve <i>Carpinus</i> sp. polenleri saptanmıştır (Şekil 6).
Non-arboreal (NAP)	2007-2008 1 cm ² ye düşen otsu bitki polen yoğunluğu 25431 (cm ² /yıl) olup, en fazla Poaceae, sırasıyla <i>Plantago</i> sp. ve Caryophyllaceae polenleri saptanmıştır (Şekil 6).	1 cm ² ye düşen otsu bitki polen yoğunluğu 10195 (cm ² /yıl) olup, en fazla <i>Plantago</i> sp., sırasıyla Poaceae ve Caryophyllaceae polenleri saptanmıştır (Şekil 6).	1 cm ² ye düşen otsu bitki polen yoğunluğu 3339 (cm ² /yıl) olup, en fazla Poaceae ve <i>Fumaria</i> sp. polenleri saptanmıştır. 2007-2008 yılları arasında toprağa düşen otsu bitki polen yoğunlukları kıyaslandığında en fazla açık alanda ve en az miktarda da orman içinde bulunmuştur (Şekil 6).
	2008-2009 1 cm ² ye düşen otsu bitki polen yoğunluğu 6906 (cm ² /yıl) olup, en fazla Poaceae, sırasıyla <i>Plantago</i> sp., <i>Fumaria</i> sp. ve Asteraceae polenleri saptanmıştır (Şekil 6).	1 cm ² ye düşen otsu bitki polen yoğunluğu (NAP) da 5190 cm ² /yıl olup, en fazla Asteraceae, sırasıyla Poaceae ve <i>Plantago</i> sp. polenleri saptanmıştır (Şekil 6).	1 cm ² ye düşen otsu bitki polen yoğunluğu 5643 cm ² /yıl olup, en fazla Asteraceae ve Apiaceae polenleri saptanmıştır. 2008-2009 yılları arasında toprağa düşen otsu bitki polen yoğunlukları kıyaslandığında en fazla yine açık alanda bulunmuştur (Şekil 6).



Şekil 6. Örnek alanlarda 2007-2009 yılları arası, 2 yıl boyunca birim alana düşen polen yoğunluğu değerleri (cm²/yıl).

Figure 6. The pollen influx values during 2 years (2007-2009) in each sample area (cm²/year).

3.3. Polen miktarı yüksek olan ağaç türlerinin polen yoğunluğu ile sıcaklık ve yağış arasındaki ilişkiler

Birim alanda belirlenen polen miktarları karşılaştırıldığında, en çok polen yoğunluğuna (cm²/ay) sahip olan odunsu bitkilerin *Quercus*, *Carpinus*, *Alnus* ve *Pinus nigra* (karaçam) olduğu belirlenmiştir. Bu taksonlardan *Quercus* birden fazla türle temsil edilirken, diğer iki angiosperm cinsi birer türle (*Carpinus betulus* ve *Alnus glutinosa*) temsil edilmekte olup, çalışma alanındaki doğal türlerdir. Karaçam ise alana 2-3 km mesafededir. Polen yoğunluğu yüksek olan bu dört taksonun polen yoğunlukları ile sıcaklık ve yağış arasındaki ilişkiler incelenmiştir. Buna göre;

Quercus sp.'in polen dağılımı Mart 2008'de başlamakta ve Haziran 2008'de bitmektedir. Mart-Nisan 2008'de sıcaklıkların artmasıyla birlikte *Quercus*'un toprağa düşen polen yoğunluğu da artmıştır. Nisan 2008'de orman içinde 1 cm²'ye düşen polen yoğunluğu 2549 cm²/ay, orman kenarında 1127 cm²/ay ve açık alanda 554 cm²/ay'dır. Ertesi yıl *Quercus*'un polen dağılımı yine Mart 2009'da başlamış, Temmuz 2009'da bitmiştir. Mart 2009'da yağışın çok fazla olmasından dolayı *Quercus*'un polen yoğunluğu çok azdır. Her 3 örnek alanda da *Quercus*'un toprağa düşen polen yoğunluğu 2007-2008 yılında oldukça fazla iken, 2008-2009 yılında daha azdır (Şekil 7.a).

Carpinus sp.'in polen dağılımı Mart 2008'de başlamakta ve Mayıs 2008'de bitmektedir. *Carpinus*'un Mart 2008'de orman içinde 1 cm²'ye düşen polen yoğunluğu 8019 cm²/ay, orman kenarında 7741 cm²/ay ve açık alanda 1561 cm²/ay'dır. Mart 2008'de sıcaklıkların artmasıyla birlikte *Carpinus*'un toprağa düşen polen yoğunluğu artarken; Nisan ve Mayıs 2008'de azalmıştır. Ertesi yıl *Carpinus*'un polen dağılımı Şubat 2009'da başlamış, Mayıs 2009'da bitmiştir. Şubat 2009'da yağışın çok fazla ve sıcaklıkların çok düşük olmasından dolayı *Carpinus*'un polen yoğunluğu da çok azdır. Mart ve Nisan 2009'da sıcaklıkların artmasıyla ve yağışın azalmasıyla birlikte *Carpinus*'un toprağa düşen polen yoğunluğu da artmıştır. Bu cins için de her 3 örnek alanda toprağa düşen polen yoğunluğu 2007-2008 yılında oldukça fazla iken, 2008-2009 yılında azdır (Şekil 7.b).

Alnus sp.'in polen dağılımı Şubat 2008'de başlamakta ve Mart 2008'de bitmektedir. Şubat 2008'de sıcaklıkların artmasıyla birlikte *Alnus*'un toprağa düşen polen yoğunluğu da artmış ve açık alanda 1 cm²'ye

düşen polen yoğunluğu 1833 cm²/ay ve orman içinde 723 cm²/ay olup en fazla açık alanda polen yoğunluğu birikmiştir. Mart 2008'de sıcaklıkların artmasıyla birlikte yağış da artmış ve *Alnus*'un toprağa düşen polen yoğunluğu Mart 2008'de azalmıştır. Ertesi yıl *Alnus*'un polen dağılımı Ocak 2009'da başlamış, Mart 2009'da bitmiştir. Şubat 2009'da yağışın çok fazla ve sıcaklıkların çok düşük olmasından dolayı *Alnus*'un polen yoğunluğu da azdır. Mart 2009'da sıcaklıkların artması ve yağışın azalmasıyla birlikte *Alnus*'un toprağa düşen polen yoğunluğu da artmıştır. *Alnus*'un toprağa düşen polen yoğunluğu 2007-2008 yılında fazla iken, 2008-2009 yılında ise azdır (Şekil 7.c).

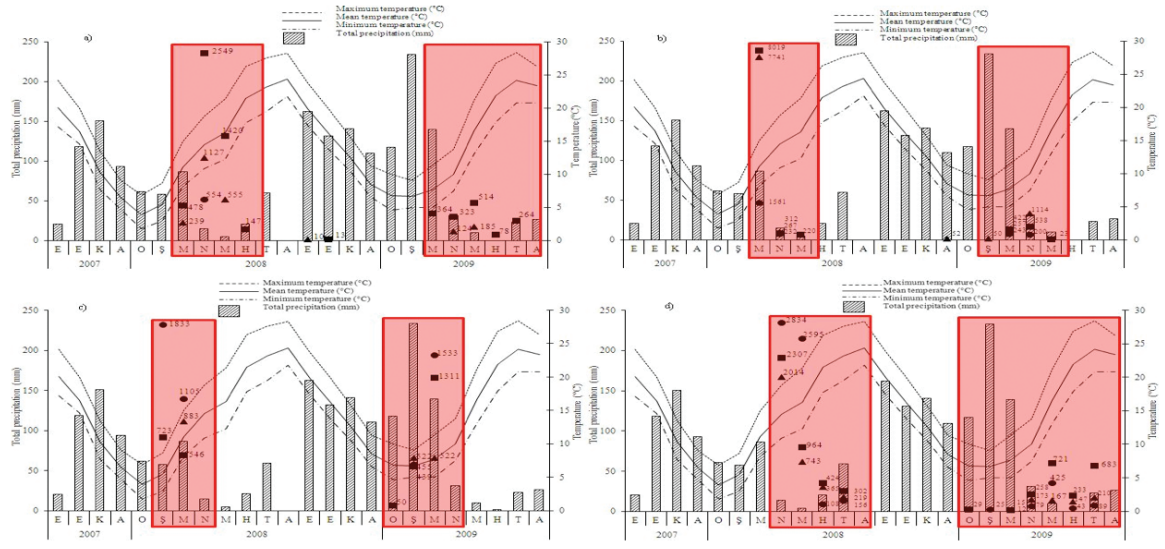
Karaçamlar örnek alanlardaki polen tuzaklarından yaklaşık 2-3 km uzaklıkta olmasına rağmen, polen yoğunluğu oldukça yüksek çıkmıştır. *Pinus nigra*'nın polenlerinde hava baloncuğunun olması daha uzak mesafelere taşınmasını sağlamıştır. *Pinus nigra*'nın 2007-2008 ve 2008-2009 yıllarına ait polen yoğunluklarının aylık sıcaklık ve yağışla ilişkisini gösteren grafik Şekil 7.d'de verilmiştir. *Pinus nigra*'nın polen dağılımı Nisan 2008'de başlamakta ve Temmuz 2008'de bitmektedir. Nisan 2008'de sıcaklıkların artmasıyla birlikte *Pinus nigra*'nın toprağa düşen polen yoğunluğu da artmış ve açık alanda 1 cm²'ye düşen polen yoğunluğu 2834 cm²/ay, orman içinde 2307 cm²/ay ve orman kenarında 2014 cm²/ay olup en fazla açık alanda polen yoğunluğu birikmiştir. Ertesi yıl *Pinus nigra*'nın polen dağılımı Ocak 2009'da başlamış, Temmuz 2009'da bitmiştir. Ocak-Mart 2009'da yağışın çok fazla ve sıcaklıkların çok düşük olmasından dolayı polen yoğunluğu da azdır. Benzer şekilde *Pinus nigra*'nın da toprağa düşen yıllık polen yoğunluğu 2007-2008 yılında fazla iken, 2008-2009 yılında azdır (Şekil 7.d).

Polen yoğunluğu yüksek olan bu dört taksonda ve buraya dahil edilmeyen diğer tüm taksonlarda da polen yoğunluğu 2007-2008 döneminde yüksek iken, 2008-2009 döneminde daha düşük çıkmıştır. Bunun ana nedeninin 2008-2009 döneminde, özellikle polen saçımı sırasındaki yağışların yüksek olması ve polenlerin suyla birlikte gitmesi olarak değerlendirilmiştir.

4. Tartışma ve Sonuç

Polen yoğunlukları, polen yoğunluklarının farklı ortamlarda ne yönde değiştikleri ve polen yoğunluğunu etkileyen sıcaklık ve yağış parametreleri arasındaki ilişkilerin saptanmasıyla önemli sonuçlara ulaşılmıştır.

İ.Ü. Orman Fakültesi Araştırma Ormanı'nda Eylül 2007-Ağustos 2009 Dönemi Güncel Polen Dağılımı



Şekil 7. İ.Ü. Orman Fakültesi Araştırma Ormanı'nda 2007-2009 dönemi için 3 farklı örnek alanda önemli bazı ağaçların aylık polen yoğunluğu değerleriyle meteorolojik parametrelerin kıyaslanması (●, Açık alan; ▲, Orman kenarı; ■, Orman içi); (a, *Quercus* sp.; b, *Carpinus* sp.; c, *Alnus* sp.; d, *Pinus nigra*).

Figure 7. The relationship between monthly pollen influx values of the some important trees and the meteorological parameters in the 3 different sample areas of Research Forest, Faculty of Forestry, University of Istanbul from 2007 to 2009 (●, Open area; ▲, Forest edge; ■, Forest); (a, *Quercus* sp.; b, *Carpinus* sp.; c, *Alnus* sp.; d, *Pinus nigra*).

2007-2008 yılındaki toprağa düşen polen yoğunluğu (cm²/yıl) miktarı, 2008-2009 yılına göre çok daha fazladır. Bunun nedeni 2008-2009 yılı vejetasyon dönemi başlangıcındaki yağışın yüksek olmasıdır. Polen yoğunlukları ile sıcaklık arasında, başlangıçta bir artış vardır. Bu artış, polen yoğunluğu ile sıcaklık arasında bir pozitif ilişkinin varlığını ortaya koymamaktadır. Buna karşın, polen saçım döneminin başlaması yönünde sıcaklığın etkisi pozitifdir. Toprağa düşen polen yoğunluğunda yağışın etkisi çok daha belirgindir ve negatif yöndedir. Rüzgâr polenlerin uzak mesafelere taşınmasına olanak sağlamasına karşın, topraktaki yoğunluğu ile anlamlı bir ilişkisi bulunmamıştır.

2007-2009 yılları arasında en fazla polen yoğunluğuna sahip olan odunsu cinsler *Alnus*, *Carpinus*, *Castanea*, *Corylus*, *Fraxinus*, *Quercus* ve *Pinus nigra*'dır. Bu ağaç cins ve türleri, karaçam dışında, alandaki ana meşcereleri oluşturan ağaçlardır. Bunların polen yoğunlukları da en fazla orman içinde olup açık alana doğru gittikçe azalmaktadır. Bu sonuç, polenler her ne kadar uzak mesafelere taşınıyor olsa da genellikle meşcere altına indiğini ve meşcerenin kendi içerisinde kaldığını göstermektedir.

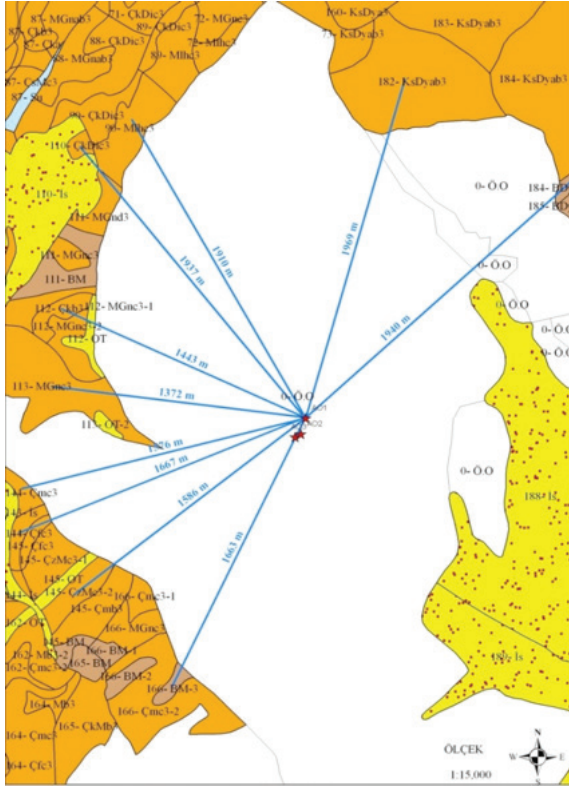
Özellikle *Pinus nigra* gibi hava baloncuğu taşıyan polenler çok uzak mesafelere taşınabilmektedir.

Benzer şekilde *Carpinus*, *Corylus* ve *Alnus* gibi bazı ağaçlar da rüzgarla yakın (10 m) ve uzak (1-2 km ye kadar) mesafeden taşınmışlardır. *Corylus* sp. ve *Alnus* sp.'in çiçeklenme zamanında diğer yapraklı ağaçların henüz yaprak açmamış olmasından dolayı, hızlı esen rüzgârlarla birlikte *Alnus* sp.'in polenleri meşçere içinden daha uzak mesafelere taşınabilmektedir (Pidek, 2007). Bu çalışmada da polen tuzaklarının etrafında yakın mesafede *Alnus* türleri olmamasına rağmen, tüm örnek alanlarda *Alnus*'un toprağa düşen polen yoğunluğu fazla çıkmıştır (Şekil 8). Suszka (1980), *Alnus* polenlerinin kaynağından 200 km öteye kadar taşındığını tespit etmiştir. Ayrıca, *Alnus* poleninin boyutu küçük olduğu için de uzak mesafelere kolaylıkla taşınabilmektedir. *Betula* ve *Pinus* polenleri de uzak mesafelere taşınan diğer önemli polenlerin başında gelmektedir. (Eisenhut, 1961; Andersen, 1970; Sugita ve ark., 1999; Broström, 2002). Bu çalışmada da *Alnus* türleri ile beraber, *Corylus* türlerinin ve *Pinus nigra*'nın polenlerinin uzak mesafelere taşındığı tespit edilmiştir (Şekil 8). Çalışılan alanda *Pinus nigra* ağaçlarının polen tuzaklarına mesafesi 1937 m, *Castanea* sp. ağaçlarının polen tuzaklarına mesafesi 1969 m ve diğer yapraklı meşçere tiplerinin polen tuzaklarına uzaklığı ise yaklaşık 2000 m dir (Şekil 8).

Avrupa Polen İzleme Sistemi kapsamında, Avrupa genelinde bugüne kadar izlenen (9-10 yıllık) en önemli odunsu cinslerin başında *Alnus* ve *Fagus* gelmektedir. (Pidek, 2007; Pidek ve ark., 2010). Bu çalışmayla elde edilen bulgular, bu kapsamda Türkiye’de yapılacak olan polen birikimi izleme çalışmalarının ilk adımını oluşturmuştur. Bu çalışmada da 2 yıl boyunca elde edilen *Alnus*, *Carpinus*, *Castanea*, *Fraxinus* ve *Quercus* cinslerine ait polen yoğunlukları ile Polen İzleme Sistemine dâhil olunmuştur.

Odunsu bitkilerin tersine, otsu bitki polen yoğunluğu ise en fazla açık alanda olup orman içine doğru gittikçe azalmaktadır. En fazla polen yoğunluğuna sahip olan otsu bitkiler de Poaceae, Asteraceae familyaları ile *Plantago* ve *Fumaria* cinsleridir. Önemli bir sonuç da, otsu bitki polenlerinin uzak mesafelere taşınmamış olmasıdır. Elde edilen bu sonuç, Holosen dönemi boyunca ormanların üst sınırlarındaki değişimlerin saptanmasına olanak sağlayabilecek niteliktedir.

Bu çalışmayla elde edilen polen yoğunluk değerleri, ormandaki tür bileşimini de yansıtmıştır. Bu sonuç, paleopalinojik çalışmalarda, geçmiş dönemlerdeki polen yoğunluğuna dayanarak, orman yapısının belirlenmesine olanak sağlayabilecektir. Diğer yandan uzun dönemli gözlemler yapılarak polen yoğunluğunun hangi yıllarda azaldığı hangi yıllarda arttığı, polen yoğunluğuna bağlı olarak meyve ve tohum veriminin arttığı veya azaldığı, polen saçım dönemlerinin değişip değişmediği, küresel iklim değişikliği kapsamında beklenen sıcaklık artışlarının polen saçım dönemlerini ne oranda etkileyeceği gibi soruların yanıtları ortaya çıkacaktır.



Şekil 8. Araştırma alanına konan polen tuzaklarının (AO1, AO2, AO3) meşcere haritasındaki yeri ve meşcere tiplerine olan uzaklığı (AO1:Orman içi, AO2:Orman kenarı, AO3:Açık alan).

Figure 8. The location of the pollen traps in the stand map and their distances from the stand types (AO1:Forest, AO2:Forest edge, AO3:Open area).

Modern pollen influx in the Research Forest of Istanbul University Forestry Faculty during September 2007- August 2009

Nurgül Karhođlu*, Ünal Akkemik

Istanbul University, Faculty of Forestry, Department of Forest Botany 34473 Bahçeköy / İstanbul

Tel: +90 212 226 11 00, Fax: +90 212 226 11 13, E- mail: nurgulk@istanbul.edu.tr

Abstract

This study was performed to investigate the pollen influx of arboreal (AP) and herbaceous plants (NAP) falling to the unit soil surface (cm²/year) in the three samples areas, where the vegetation is different, and to find out the relationship between the meteorological parameters and pollen influx values during 2007-2009 in the Research Forest of Faculty of Forestry of Istanbul University. Tauber-type pollen traps were placed to three separate sample areas (forest, forest edge and open area) and replaced monthly. Whereas the pollen influx of arboreal plants (AP), *Carpinus* sp., *Castanea sativa*, *Quercus* sp. and *Pinus nigra* has the most annual influxes on the soil for the first period (2007-2008), the pollen influx of *Fraxinus* sp., *Alnus* sp., *Quercus* sp., *Pinus nigra* and Cupressaceae has the most annual influxes for the second period (2008-2009). While the pollen influx of herbaceous plants (NAP), *Plantago* sp., Poaceae and Caryophyllaceae families has the most annual influxes between 2007 and 2008, the pollen influx of Poaceae, Asteraceae families and *Plantago* sp. has the most annual influxes between 2008 and 2009. When the pollen influx of herbaceous plants was increased in the open area, the pollen influx of arboreal plants was increased within the forest. Pollen influx during 2008-2009 was lower than the period of 2007-2008, because of heavy rain.

Keywords: Research Forest of Forestry Faculty, *Lycopodium*, pollen influx, Tauber-type pollen trap

1. Introduction

Palynological studies in Turkey have been mostly centered on themes of pollen morphology, pollen analysis in various environments and pollen allergy. Among these, studies of modern pollen distribution related had more place than the others and for many cities in Turkey pollen calendars were issued (Aytuğ et al., 1974; İnce and Pehlivan, 1990; Pehlivan and Bütev, 1994; İnceoğlu et al., 1994; Kaya and Aras, 2004; Biçakçı, 2006; Öneş et al., 2008; Erkan et al., 2011).

The scope of this study is different from others that it emphasized the monthly pollen influx per unit soil surface. It involves the monitoring of the distribution of pollen influx on the soil for a period of two years

by installing three Tauber-type pollen traps in three forest locations (forest, forest edge and open area). The arboreal and herbaceous taxa constituting the majority of pollen influx on the soil and the months when pollen of such plants reach maximum or minimum level have been determined for the study period. Furthermore, meteorological parameters influencing the variations in pollen influx and how these factors influence the pollen influx for two years have been investigated.

2. Material and Methods

Three Tauber-type pollen traps were installed on the research sites based on the composition of the stands (forest, forest edge and open area) as of September

2007. A mixture consisting of glycerol, formalin and thymol is the receiving medium for pollen grains. The contents of all three traps have been collected every month and replaced with fresh solutions from September of 2007 to 2009. Accumulated pollen mixtures were brought to the laboratory and pollen preparations have been made for each mixture during 2 years. Following the European Pollen Monitoring Programme (EPMP) protocol, *Lycopodium* tablets were added before pollen preparations were made, and then pollen grains were counted. It was required that the arboreal taxa pollen number to be at least 200 and the number of *Lycopodium* spores to be at least 50 for a given sample (Hicks et. al., 1996). Along with the diagnosis of important arboreal and herbaceous taxa pollen for every sampling site, monthly pollen influx per unit soil surface (pollen/cm²/month) was calculated.

3. Results and Discussion

Pollen grains of arboreal taxa, *Alnus* sp., *Carpinus* sp., *Castanea sativa*, Cupressaceae, *Fraxinus* sp., *Pinus nigra* and *Quercus* sp. have the most annual influxes on the soil for the study period (2007-2009) for all sampling sites. Also herbaceous pollen grains of Poaceae and *Plantago* dominate annual pollen influxes on the soil for the same period for all sampling sites. Annual arboreal pollen influx (AP) increases in the forest and decreases in the open areas and annual herbaceous pollen influx (NAP) is higher in the open areas. When we compared arboreal and herbaceous pollen influx between 2007 and 2009, we revealed that annual arboreal and herbaceous pollen influx per unit area increased between 2007-2008 while annual arboreal and herbaceous pollen influx decreased in 2008-2009 due to heavy rainfall in early spring. When we compare meteorological parameters and monthly pollen influxes, investigated in this study, we find out that rising of temperature causes increasing pollen influx in early stage of pollen dissemination, on the contrary there is no any parallel variation during pollen dissemination. Rainfall during at that time causes to a clear decreasing in pollen influx.

This study is the first pollen monitoring study in Turkey made for the purpose of partaking in INQUA Work Group 'EPMP' (European Pollen Monitoring Programme).

References

- Akgün, F., M. S. Kayseri and M. S. Akkiraz, 2007.** Palaeoclimatic evolution and vegetational changes during the Late Oligocene-Miocene period in the Western and Central Anatolia (Turkey). *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*. 253(1-2): 56-106.
- Akkiraz, M. S., M. S. Kayseri and F. Akgün, 2008.** Palaeoecology of coal-bearing Eocene sediments in Central Anatolia (Turkey) based on quantitative palynological data. *Turkish Journal of Earth Sciences*. 17: 317-360.
- Andersen, S.T., 1970.** The relative pollen productivity and pollen representation of North European trees, and correction factors for tree pollen spectra, *Danmarks Geologiske Undersogelse*. II. Roekke, 96: 1-96.
- Aytuğ, B., 1967.** Polen Morfolojisi ve Türkiyenin Önemli Gymnospermleri Üzerinde Palinolojik Araştırmalar. Kutulmuş Matbaası, İstanbul.
- Aytuğ, B., S. Aykut, N. Merev ve G. Edis, 1971.** İstanbul çevresi bitkilerinin polen atlası. İ.Ü. Orman Fakültesi Yayınları No:174, Kutulmuş Matbaası, İstanbul.
- Aytuğ, B., S. Aykut, N. Merev ve G. Edis, 1974.** Belgrad Ormanı'nın ve İstanbul çevresi bitkilerinin polinizasyon olayının tespiti ve değerlendirilmesi. TÜBİTAK Yayınları No:221.
- Bıçakçı, A., 2006.** Analysis of airborne pollen fall in Sakarya-Turkey. *Biologia*. 61(4): 531-549.
- Bottema, S. and H. Woldring, 1984.** Late Quaternary vegetation and climate of southwestern Turkey, Part II. *Palaeohistoria*. 26: 123-149.
- Bottema, S., H. Woldring and B. Aytuğ, 1986.** Palynological investigations on the relation between prehistoric man and vegetation in Turkey: The Beyşehir Occupation Phase. In: Proceedings of The 5th Optima Meeting: 8-15 September, İstanbul Üniversitesi, Fen Fakültesi, İstanbul.
- Bottema, S., H. Woldring and B. Aytuğ, 1995.** Late Quaternary vegetation history of northern Turkey. *Paleohistoria*. 35/36: 13-72.
- Broström, A., 2002.** *Estimating source area of pollen and pollen productivity in the cultural landscapes of southern Sweden-developing a palynological tool for quantifying past plant cover.* LUNDQUA Thesis 46, Lund University.

- Caner, H. and O. Algan, 2002.** Palynology of sapropelic layers from the Marmara Sea, *Marine Geology (Marmara Sea special issue)*. 190: 35-46.
- Çepel, N., 1995.** Orman Ekolojisi. İ.Ü. Orman Fakültesi Yayın No: 3886/433.
- Davis, P. H., 1965-1985.** Flora of Turkey and the East Aegean Islands. Vol. 1-9, Edinburg Univ. Press, Edinburg.
- Davis, P. H., R. R. Mill and K. Tan, 1988.** Flora of Turkey and the East Aegean Islands. Vol. 10, Supplement, at the University Press, Edinburgh.
- Eisenhut, G., 1961.** Untersuchungen über die Morphologie und Ökologie der Pollenkörner heimischer und fremdländischer Wladbaume (translated into English by Jackson S.T. and Juamann P. 1989). Hamburg, Paul Parey.
- Erdtman, G., 1952.** Pollen Morphology and Plant Taxonomy- *Angiosperms*. The Chronica Botanica Company, Waltham, Mass., U.S.A.
- Erdtman, G., 1957.** Pollen and Spore Morphology / Plant Taxonomy - *Gymnospermae, Pteridopyhta, Bryophyta*. Stockholm.
- Erkan, P., A. Bıçakcı, M. Aybeke and H. Malyer, 2011.** Analysis of airborne pollen grains in Kırklareli. *Turkish Journal of Botany*. 35: 57-65.
- Fægri, K. and J. Iversen, 1964.** Textbook of Pollen Analysis. II Edition, Munksgaard, Copenhagen, Denmark.
- Gemici, Y., E. Akyol, F. Akgün ve Ö. Seçmen, 1991.** Soma kömür havzası makro ve mikroflorası. *Maden Tetkik ve Arama Enstitüsü Dergisi*. 112: 161-178.
- Giesecke, T. and S.L. Fontana, 2008.** Revisiting pollen accumulation rates from Swedish lake sediments. *Holocene*. 18: 293-305.
- Giesecke, T., S.L. Fontana, W.O. Van Der Knaap, H.S. Pardoe and I.A. Pidek, 2010.** From early pollen trapping experiments to the Pollen Monitoring Programme. *Vegetation History and Archaeobotany*. 19 (4): 247-258.
- Güner, A., N. Özhatay, T. Ekim and K. H. C. Başer, 2000.** Flora of Turkey and The East Aegean Islands. Vol. 11, Supplement II, at the University Press, Edinburgh.
- Hesse, M., R. Zetter, H. Halbritter, M. Weber, R. Buchner, A. Frosch-Radivo and S. Ulrich, 2009.** Pollen Terminology an illustrated handbook. Austria, Springer Wien New York.
- Hicks, S., 1994.** Present and past pollen records of Lapland forests. *Review of Palaeobotany & Palynology*. 82: 17-35.
- Hicks, S., 2001.** The use of annual arboreal pollen deposition values for delimiting tree-lines in the landscape and exploring models of pollen dispersal. *Review of Palaeobotany and Palynology*. 117: 1-29.
- Hicks, S. and V.P. Hyvärinen, 1986.** Sampling modern pollen deposition by means of 'Tauber traps': some considerations. *Pollen et Spores*. 28: 219-242.
- Hicks, S., B. Ammann, M. Latalowa, H. Pardoe and H. Tinsley, 1996.** European Pollen Monitoring Programme: Project Description and Guidelines. University of Oulu, 28 pp.
- Hicks, S. and H. Hyvarinen, 1999.** Pollen influx values measured in different sedimentary environments and their palaeoecological implications. *Grana*. 38: 228-242.
- Hicks, S., H. Tinsley, A. Huusko, C. Jensen, M. Hattestrand, A. Gerasimides and E. Kvavadze, 2001.** Some comments on spatial variation in arboreal pollen deposition: First records from the Pollen Monitoring Programme (PMP). *Review of Palaeobotany and Palynology*. 117: 183-194.
- Hyde, H. A. and K. F. Adams, 1958.** An Atlas of Airborne Pollen Grains. Macmillan Company, London.
- İnce, A. ve S. Pehlivan, 1990.** Serik (Antalya) havasının allerjenik polenleri ile ilgili bir araştırma. *Gazi Tıp Dergisi*. 1: 35-40.
- İnceoğlu, Ö., N. M. Pınar, N. Şakıyan and K. Sorkun, 1994.** Airborne pollen concentration in Ankara-Turkey 1990-1993. *Grana*. 33: 158-161.
- Iwanami, Y., T. Sasakuma and Y. Yamada, 1988.** Pollen: Illustrations and Scanning Electronmicrographs. Kodonsha-Tokyo.
- Kantarıcı, D. ve D. Tolunay, 1996.** İ.Ü. Orman Fakültesi Eğitim ve Araştırma Ormanında Toprak ve Yetiştirme Ortamı Özelliklerinin Belirlenmesi ve Haritalanması (Ada 538, Parsel 59, 393 ha). İ.Ü. Araştırma Fonu Projesi, Proje No:640/210994, İstanbul.
- Karayiğit, A. I., F. Akgün, R. A. Gayer and A. Temel, 1999.** Quality, palynology, and palaeoenvironmental interpretation of the Ilgin lignite, Turkey. *International Journal of Coal Geology*. 38 (3-4): 219-236.
- Karlıoğlu, N., 2005.** İstanbul Tersiyer Florası Üzerine Palinolojik Araştırmalar. Yüksek Lisans Tezi,

- İ.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, 63 s.
- Karloğlu, N., Ü. Akkemik and H. Caner, 2009.** Detection of some woody plants in Late Oligocene forests of Istanbul. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*. 33: 577-584.
- Kaya, Z. and A. Aras, 2004.** Airborne pollen calendar of Bartın-Turkey. *Aerobiologia*. 20 (1): 63-67.
- Kutluk, H., 1994.** Haliç Holosen Polenleri. Doktora Tezi, İ.Ü. Deniz Bilimleri ve İşletmeciliği Enstitüsü, 384 s.
- Moore, P., J. A. Webb and M. E. Collinson, 1991.** Pollen Analysis. 2nd Edition, Blackwell, Oxford, 216 pp.
- Öneş, Ü., N. Sapan, H. Malyer, N. Güler, A. Bıçakçı, Z. Tamay ve S. Tatlıdil, 2008.** İstanbul İlinin Allerjik Polen Takvimi. TÜBİTAK SBAG Proje No:102S021.
- Pehlivan, S. ve F. Bütey, 1994.** Aksaray ili atmosferindeki polenlerin araştırılması. *Journal of the Institute of Science and Technology of Gazi University*. 7: 143-151.
- Pidek, I.A., 2004.** Preliminary results of pollen trapping in the region of the Roztocze National Park (SE Poland). *Annales Univ. M. Curie-Sklodowska sect. B*. 49:143-159.
- Pidek, I.A., 2007.** Nine-year record of *Alnus* pollen deposition in the Roztocze Region (SE Poland) with relation to vegetation data. *Acta Agrobotanica*. 60 (2): 57-64.
- Pidek, I.A., H. Svitavska-Svobodova, W.O. Van Der Knaap, A.M. Noryskiewicz, A. Filbrandt-Czaja, B. Noryskiewicz, M. Latalowa, M. Zimny, J. Swieta-Musznicka, E. Bozilova, S. Tonkov, M. Filipova-Marinova, A. Poska, T. Giesecke and A. Gikov, 2010.** Variation in annual pollen accumulation rates of *Fagus* along a N-S transect in Europe based on pollen traps. *Vegetation History and Archaeobotany*. 19: 259-270.
- PMP., 2003.** Vegetation mapping. <http://www.pollentrapping.net/vegmapping.html>.
- Seppä, H. and S. Hicks, 2006.** Integration of modern and past pollen accumulation rate (PAR) records across arctic tree-line: a method for more precise vegetation reconstructions. *Quaternary Science Reviews*. 25 (13-14): 1501-1516.
- Stockmarr, J., 1971.** Tablets with spores used in absolute pollen analysis. *Pollen et Spores*. 13: 615-621.
- Sugita, S., M.J. Gaillard and A. Broström, 1999.** Landscape openness and pollen records: A simulation approach. *The Holocene*. 9 (4): 409-421.
- Suzska, B., 1980.** Rozmnozanie generatywne (Generative propagation), Białobok S. (red). Olsze/Alder (*Alnus* Mill.), Nasze drzewa lesne. 8.PWN. Warszawa-Poznan, 99-144.
- Tauber, H., 1974.** A static non-overload pollen collector. *New Phytologist*. 73: 359-369.
- Tonkov, S., S. Hicks, E. Bozilova and J. Atanassova, 2001.** Pollen monitoring in the Central Rila Mountains, Southwestern Bulgaria: case studies from pollen traps, surface samples for the period 1994-1999. *Review of Palaeobotany and Palynology*. 117: 167-182.
- Van Der Knaap, W.O., J.F.N. Van Leeuwen and B. Ammann, 2001.** Seven years of annual pollen influx at the forest limit in the Swiss Alps studied by pollen traps: relations to vegetation and climate. *Review of Palaeobotany & Palynology*. 117: 31-52.
- Wodehouse, R. P., 1935.** Pollen Grains. Hafner Publishing Company, New York, 574 pp.
- Yavuz-Işık, N., 2008.** Vegetational and climatic investigations in the Early Miocene lacustrine deposits of the Güvem Basin (Galatean Volcanic Province), NW Central Anatolia, Turkey. *Review of Palaeobotany and Palynology*. 150 (1-4): 130-139.