TAZE YARASA GUANOSUNDA BULUNAN POLENLER VE KAYNAKLARININ ARAŞTIRILMASI: BURSA İLİ OYLAT MAĞARASI ÖRNEĞİ

Omer SOLAK AMET

T.C.
BURSA ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

TAZE YARASA GUANOSUNDA BULUNAN POLENLER VE KAYNAKLARININ ARAŞTIRILMASI: BURSA İLİ OYLAT MAĞARASI ÖRNEĞİ

Omer SOLAK AMET
0000-0002-3673-9603

Prof. Dr. Aycan TOSUNOĞLU
(Danışman)

YÜKSEK LİSANS TEZİ
BİYOLOJİ ANABİLİM DALI

BURSA – 2025
Her Hakkı Saklıdır

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

TAZE YARASA GUANOSUNDA BULUNAN POLENLER VE KAYNAKLARININ ARAŞTIRILMASI: BURSA İLİ OYLAT MAĞARASI ÖRNEĞİ

Omer SOLAK AMET

Bursa Uludağ Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Biyoloji Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Aycan TOSUNOĞLU

Polenler çeşitli vektörler aracılığıyla dağıtılmakta ve pek çok farklı alanda bulunabilmektedirler. Son yıllarda yapılan çalışmalar ile mağaralardaki polen birikimi çok önemli düzeylerde bulunmuştur. Mağara içerisine bu polen girdisini sağlayan ve mağara içerisinde polen dağılımını büyük oranda gerçekleştiren canlılar yarasalardır. Fakat günümüzde mağaraların bir kısmı turizme kazandırılmakta, turistik ziyaretler sonucunda mağaralar zarar görmekte ve insanlar mağara içi polen dağılımını etkilemektedir. Bu tez çalışması ile mağara içerisindeki polen dağılımına ilişkin veriler aylık guano örneklemesi ve Tauber tuzağı ile elde edilmiştir. Ayrıca taze yarasa guanosunun palinolojik içeriği belirlenmiş ve bulgular dış ortama yerleştirilen Durham ve Tauber örneklemelerinden elde edilen verilerle karşılaştırılmıştır. Sonuç olarak, *Bellis*, Campanulaceae, *Centaurea*, Lamiaceae, *Nerium*, *Fragaria*, *Portulacca*, Scrophulariaceae, Iridaceae, *Zea*, *Cirsium*, *Sonchus asper*, *Vicia* ve *Anthemis nobilis* taksonlarına ait polenler sadece guano örneklerinde belirlenmiştir. Yarasa guanosunun aeropalinolojik verileri büyük oranda yansıttığı, bölge florası ve ziraat gibi insan faaliyetleri hakkında kullanılan diğer metodlara kıyasla daha detaylı palinolojik veriler sağladığı ortaya konmuştur.

Anahtar Kelimeler: Kopropalinoloji, Aeropalinoloji, Entomopalinoloji, Speleoloji, Tozlaşma
2025, xiv + 69 sayfa.

ABSTRACT

MSc Thesis

POLLEN IN FRESH BAT GUANO AND INVESTIGATION OF THEIR SOURCES: THE CASE OF BURSA PROVINCE-OYLAT CAVE

Omer SOLAK AMET

Bursa Uludağ University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Biology

Supervisor: Prof. Dr. Aycan TOSUNOGLU

Pollen is distributed by various vectors and can be found in many different environments. Recent studies have revealed significant levels of pollen accumulation in caves. Bats are the primary creatures responsible for introducing pollen into these caves and facilitating its distribution within these environments. However, the development of some caves for tourism has led to damage resulting from visitor activities, which in turn affects the distribution of pollen within the caves. In this thesis study, data on pollen distribution inside the cave were collected through monthly guano sampling and the use of Tauber trap. Additionally, the palynological content of fresh bat guano was determined, and the findings were compared with data obtained from outdoor Durham and Tauber sampling. As a result, pollen belonging to the taxa *Bellis*, Campanulaceae, *Centaurea*, Lamiaceae, *Nerium*, *Fragaria*, *Portulacca*, Scrophulariaceae, Iridaceae, *Zea*, *Cirsium*, *Sonchus asper*, *Vicia*, and *Anthemis nobilis* were identified only in guano samples. The bat guano data were found to largely reflect aeropalynological data and provide more detailed palynological data than other methods used to study regional flora and human activities, such as agriculture.

Key words: Copropalynology, Aeropalynology, Entomopalynology, Speleology, Pollination
2025, xiv + 69 pages.

TEŞEKKÜR

Öğrencilik hayatım boyunca ve çalışmalarım sırasında çok değerli tecrübelerini, eleştirilerini ve yorumlarını benimle paylaşarak, beni yönlendiren ve her türlü desteği bir an bile esirgemeyen çok kıymetli danışman hocam Prof. Dr. Aycan TOSUNOĞLU'na,

Çalışmalarımda bana destek olan Dr. Hakan TOSUNOĞLU ve Dr. Semih BEKİL'e,

Her türlü maddi ve manevi desteği sağlayarak her zaman yanımda olan kıymetli Ailem'e teşekkürlerimi sunarım.

Bu tez çalışması TÜBİTAK - 223Z280 projesi kapsamında desteklenmiştir.

Omer SOLAK AMET
24/06/2025

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET viii
ABSTRACT ix
TEŞEKKÜR x
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ xii
1.GİRİŞ 1
2. KAYNAK ARAŞTIRMASI 7
3. MATERYAL ve YÖNTEM 13
3.1. Çalışma Alanı 13
3.1.1. Konum ve genel özellikler 13
3.1.2. Ziraat, ticaret ve ekonomi 14
3.1.3. İklim ve flora 15
3.2. Oylat Mağarası 16
3.2.1. Konumu ve genel özellikleri 16
3.2.2. Jeoloji ve hidroloji 18
3.2.3. Mağara turizmi 20
3.3. Örnekleme 21
3.3.1. Guano örneklerinin toplanması 22
3.3.2. Durham örneklerinin toplanması 22
3.3.3. Tauber örneklerinin toplanması 23
3.4. Laboratuvar Çalışması 23
3.4.1. Guano örneklerinden polen izolasyonu ve inceleme 23
3.4.2. Durham örneklerinin preparat haline getirilmesi ve inceleme 24
3.4.3. Tauber örneklerinden polen izolasyonu ve inceleme 24
3.5. İstatiksel Analiz 24
4. BULGULAR 26
4.1. Yıllık Veriler 26
4.1.1. Takson sayıları 26
4.1.2. Taksonların dağılımı 26
4.1.3. Dominant polenler 29
4.2. Aylık Veriler 32
4.2.1. Takson sayılarının aylık varyasyonu 32
4.2.2. Polen miktarlarının yıl içi aylık varyasyonu 33
4.2.3. Taksonların aylara göre dağılımı 36
4.3. Polen Verilerinin İstatiksel Analizi 46
5. TARTIŞMA ve SONUÇ 49
KAYNAKLAR 61
ÖZGEÇMİŞ 69

SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

Simgeler	Açıklama
°C	Santigrat derece
%	Yüzde

Simgeler	Açıklama
cm	Santimetre
cm^2	Santimetre kare
D	Durham
DNA	Deoksiribo Nükleik Asit
gr	Gram
G	Guano
km	Kilometre
KOH	Potasyum hidroksit
m	Metre
mm	Milimetre
ml	Mililitre
rpm	Dakika başına devir
T-iç	Tauber-iç
T-dış	Tauber-dış
TPS	Toplam polen sayısı
µm	Mikrometre

ŞEKİLLER DİZİNİ

		Sayfa
Şekil 2.1.	Dünyada yarasa guanosu üzerinde yapılmış olan kopropalinolojik çalışmalar……	12
Şekil 3.1.	Bursa'nın ve İnegöl ilçesinin konumu……	13
Şekil 3.2.	Oylat mağarasının coğrafi görünümü……	17
Şekil 3.3.	Oylat mağarasının konumu……	17
Şekil 3.4.	Oylat mağarası girişinin dıştan görünümü……..	18
Şekil 3.5.	Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü tarafından hazırlanan Oylat mağarasına ait harita……...	19
Şekil 3.6.	Oylat mağarasında yapay zemin ve ışıklandırma uygulamaları	21
Şekil 3.7.	Mağaradan aylık yarasa guanosunun örneklendiği noktalar……..	22
Şekil 4.1.	Farklı örnekleme metodlarına göre tayin edilen ve sayılan polen tiplerine ait sayıların karşılaştırılması……	26
Şekil 4.2.	Kaydedilen dominant taksonlar ve örneklemelere göre dağılımları……	31
Şekil 4.3.	Çalışmada farklı örnekleme metodlarına göre polen çeşitlişliğinin aylık varyasyonu……	33
Şekil 4.4.	Farklı örneklemelerde teşhis ve sayımı yapılan polen miktarlarının yıl içi aylık varyasyonu……	35
Şekil 4.5.	Guanodaki toplam polen sayısının aylık varyasyonu…….	35

ÇİZELGELER DİZİNİ

Sayfa

Çizelge	4.1.	Guano (G), Durham (D), Mağara dışı Tauber (T-dış) ve Mağara içi Tauber (T-iç) tuzaklarından elde edilen yıllık toplam polen verilerine ait yüzde (%) değerleri…….	27
Çizelge	4.2.	Ocak ayı örneklemelerine ait polen verileri……...…….	36
Çizelge	4.3.	Şubat ayı örneklemelerine ait polen verileri…….	36
Çizelge	4.4.	Mart ayı örneklemelerine ait polen verileri …….……	37
Çizelge	4.5.	Nisan ayı örneklemelerine ait polen verileri ……...	38
Çizelge	4.6.	Mayıs ayı örneklemelerine ait polen verileri ……..	40
Çizelge	4.7.	Haziran ayı örneklemelerine ait polen verileri ……	41
Çizelge	4.8.	Temmuz ayı örneklemelerine ait polen verileri……	42
Çizelge	4.9.	Ağustos ayı örneklemelerine ait polen verileri…….	43
Çizelge	4.10.	Eylül ayı örneklemelerine ait polen verileri ……	44
Çizelge	4.11.	Ekim ayı örneklemelerine ait polen verileri…….	45
Çizelge	4.12.	Kasım ayı örneklemelerine ait polen verileri ……..	45
Çizelge	4.13.	Aralık ayı örneklemelerine ait polen verileri……	46
Çizelge	4.14.	Örneklemeler arasında fark bulunduran taksonların istatiksel analiz sonuçları……	48

1. GİRİŞ

Polen terimi ilk kez Linnaeus tarafından kullanılmıştır. Tanıma göre; polen, canlı bir protoplazma ve protoplazmayı saran polen zarından oluşan bir erkek gametofittir. Palinoloji terimi ise ilk kez Hyde ve Williams tarafından 1944 yılında kullanılmıştır. Palinoloji terimi, Yunanca'dan köken alan 'palyno' serpmek, dağıtmak ve 'logos' bilim anlamına gelen kelimelerin birleşiminden türetilmiştir. Palinoloji bilim dalının gelişimi, çalışmaların hız kazanması ve teknolojideki gelişmeler ile polen ve sporlar, daha detaylı incelemeler sağlayan mikroskoplar altında incelenmeye ve elde edilen bilgiler diğer bilim alanları için de kaynak oluşturmaya başlamıştır (Kılıç vd., 2020). Biyolojinin diğer alt bilim dallarına ek olarak Coğrafya, Jeoloji ve Arkeoloji gibi pek çok bilim alanında palinolojiden elde edilen verilere ihtiyaç duyulmaya başlanmıştır. Yüzey toprak örnekleri, göl tortuları, turbalık alanlardan elde edilen sedimanlar gibi pek çok farklı noktadan elde edilen materyaller üzerinde palinolojik incelemeler yapılmaya başlanmıştır. Ayrıca palinoloji bilimi kendi içerisinde de birtakım ayrılmalara başlamış ve polen morfolojisi, polen fizyolojisi, aeropalinoloji, melissopalinoloji gibi ayrı alt çalışmalarla ilgilenen uzmanlar yetişmeye başlamıştır (Aytuğ, 1981; Kamar, 2022). Böylelikle geçmişten günümüze palinoloji alanındaki gelişmeler bitkilerin üreme hücresi olan polenlerin morfolojik yapıları ve taşınım mekanizmaları hakkında daha detaylı bilgiler elde edilmesini sağlamıştır.

Polenler çok çeşitli yollarla dağılabildikleri gibi bazı bitkilere ait polenler çok uzun mesafeler kat ederek ana bitkiden çok uzaklara ulaşabilmektedir. Çiçeklerde bulunan anterler açıldıklarında polenler dağıtılmaya hazır hale gelmektedir. Bu noktadan sonraki süreçlerde farklı mekanizmalar devreye girerek polenlerin ovaryuma ulaşmasını sağlamaktadır. Anemofil bitkiler için bu yol rüzgarla gerçekleşirken, entomofil bitkilerde ise bu durum tozlayıcı böcekler tarafından gerçekleştirilmektedir. Bu iki mekanizma araştırmacılar tarafından iyi bilinen ve bitkiler arasında yaygın olan mekanizmalardır (Pacini, 2008). Polenlerin taşınması için diğer spesifik vektörlere ihtiyaç duyan bitkiler de bulunmaktadır (örneğin yarasalarla tozlaşan bitkiler; kripterofiller, kuşlarla tozlaşan bitkiler; ornitofiller gibi). Polenin anterden ayrılıp çeşitli mekanizmalar ve vektörler aracılığıyla dişi çiçeğe taşınması olayına tozlaşma denmektedir. Tozlaşmayı etkileyen

iklim parametreleri arasında sıcaklık, rüzgâr, yağmur, gökyüzü parlaklığı ve basınç gibi etmenler bulunmaktadır. Bu parametreler aslında bitkinin tozlaşma başarısını etkileyen parametrelerdir. Gerçekleşen tüm bu olaylardan sonra uygun polen dişi organa ulaşır ve döllenme gerçekleşir (Pacini, 2008).

Rüzgarla dağılan polenler rüzgâr hızı ve polen morfolojisi gibi etmenlere bağlı olarak çok uzun mesafelere taşınabilir. Örneğin *Pinus* ve *Picea* gibi bazı bitki taksonlarına ait vezikülat polenler morfolojilerine de bağlı olarak kilometrelerce uzaklara taşınabilmektedir. Taşınan bu polenler ana bitkiden dağılarak yüzey toprağına veya diğer yüzeylere düşerek kalabilir ya da su yüzeyine düşen polenler akarsularda veya göllerde alüvyona karışarak dip sedimanına dahil olabilir. Çeşitli vektörlerle taşınan polenler; toprak, göl, bataklık ve deniz gibi çeşitli ortamlarda birikim sağlayabilmektedir (Xu vd., 2016). Polen birikiminin gerçekleştiği bu ortamlar arasında mağaralarda yer almaktadır. Mağaralar, birçok bitki materyalinin korunmasını kolaylaştıran sabit nem ve sıcaklık koşulları sağlar. Mağara koşullarında oksijen seviyelerinin çoğunlukla düşük ve mağaraların karanlık ortamlar olması, yarasa guanosunun asitlik seviyesinin yüksek olması gibi durumlar polenlerin korunması ve hatta uzun yıllar korunarak fosilleşmelerini sağlamaktadır (Akyol, 2023). Mağaralardan alınan örnekler üzerinde gerçekleştirilen palinolojik analizler başlarda tafonomik açıdan çok güvenilir görülmemiştir. Ancak son yıllarda yapılan çalışmalar, mağaraların tafonomik açıdan güvenilir veri kaynakları olduğunu kanıtlamıştır. Tauber tuzaklarının, gliserinle yağlanmış lamellerin kullanılması ve sediman örneklerinin dışarıdaki bitki örtüsüyle karşılaştırılması, verilerin oldukça güvenilir olduğunu göstermiştir (Revelles vd., 2022).

Mağaralarda uzun yıllar boyunca birikmiş ve birikmeye devam eden sedimanlar biyolojik materyal açısından oldukça zengindir. Bu biyolojik materyaller arasında polenler önemli miktarlarda temsil edilmektedir. Bitkilerin polen dağıtım stratejileri, polenlerin mağaralara girebileceğini ve mağara jeolojisine bağlı olarak mağara sedimanlarında bulunabileceğini düşündürmektedir. Ancak yapılan çalışmalar, anemofil bitki türlerine ait polenlerin mağara içerisinde dışarıya kıyasla daha az yaygın olduğunu göstermiştir. Anemofil polen oranının mağaranın girişine yakın yerlerde daha yüksek olduğu ve iç kısımlara doğru gidildikçe azaldığı gözlemlenmiştir (Navarro vd., 2001). Mağaranın iç

kısımlarında zoofil ve özellikle entomofil bitki taksonlarına ait polen yüzdesinde artış gözlenmektedir (Fiacconi ve Hunt, 2017).

Hayvanlar, özellikle yarasalar, polenlerin mağaraların içine taşınmasında önemli vektörler olarak görülmektedir. Özellikle entomofil bitkilere ait polenlerin mağara içine taşınmalarında yarasa guanosu son derece etkilidir. Mağaralardan alınan sedimantolojik örneklerin çoğu guano içermektedir (Hunt ve Fiacconi, 2018). Mağarayı tünek olarak kullanan yarasalar uzun yıllar boyunca yüzeyde guano birikimine neden olurlar (Hunt ve Rushworth, 2005).

Mağaralarda gerçekleştirilen palinolojik çalışmalar oldukça sınırlıdır ve diğer ortamlarda gerçekleştirilen çalışmalardaki verilerin yorumlanmasında kullanılan bilgiler bu alanda yetersiz kalmaktadır. Dolayısıyla mağaralarda gerçekleştirilen palinolojik çalışmaların gelişiminde bazı sorunlarla karşılaşılmaktadır. Mağara ortamları palinolojik açıdan değerlendirilirken pek çok faktör göz önünde bulundurulmalıdır. Mağara içerisine polenlerin ne şekilde ve hangi vektörlerle taşındığı, mağaranın fiziksel koşulları, mağara ağzı çevresi ve mağaranın bulunduğu bölgenin florası mağaralarda gerçekleştirilen palinolojik çalışmalarda göz ardı edilmemesi gereken faktörlerdir (Coles vd., 1989).

Coğrafi konumu itibarı ile Türkiye, mağara sayısı açısından zengin bir ülkedir. Karstik alanların Türkiye'nin %40'nı kapladığı ve ülkenin farklı noktalarına dağılmış bu alanlarda 2000'den fazla mağaranın var olduğu bilinmektedir. Ayrıca keşfedilmeyi bekleyen bir o kadar mağaranın da var olduğu uzmanlar tarafından tahmin edilmektedir. Mağara oluşumu açısından çok önemli bir konumda yer alan Türkiye'de ne yazık ki mağaralarda gerçekleştirilen çalışmaların sayısı oldukça az olmakla birlikte; özellikle biyoloji alanında gerçekleştirilen çalışmaların sayısı oldukça sınırlıdır (Yamaç vd., 2021).

Bir mağaranın fiziksel özellikleri, mağara içindeki polen dağılımında önemli bir rol oynamaktadır. Mağaraların geometrik yapısı polenlerin mağara içindeki dağılımını etkilemektedir. Örneğin dar ve uzun mağaraların bölgenin florasıyla daha tutarlı palinolojik veriler sağladığı öne sürülürken, karmaşık yapıya sahip mağaralarda bu durumun değişebileceği savunulmaktadır. Ancak bunun da ötesinde, yarasalar birçok

durumda polenlerin mağaralara taşınmasında önemli bir rol oynamaktadır. Bu alanda yapılan sınırlı sayıda çalışmanın bulunuyor olması pek çok soruyu da cevapsız bırakmaktadır (Yang vd., 2021).

Günümüze kadar mağaralarda gerçekleştirilmiş olan palinolojik çalışmalar doğrultusunda, mağaralara ulaşan polenlerin çeşitli mekanizmalar ve vektörler aracılığıyla mağaralara ulaştığı ve mağara sedimanlarına dahil olduğu görülmüştür. Polen taşıyıcı bu mekanizmalar Solak-Amet ve Tosunoglu (2024) tarafından abiyotik ve biyotik vektörler olarak iki ana başlık altında sınıflandırılırken, Coles vd. (1989) tarafından kabaca üç sınıf olarak gruplandırılmıştır. Bu iki sınıflandırmanın temeli aynı olup yıllar içerisinde mağara ortamlarında gerçekleştirilen palinolojik çalışma sayısının artması ve yeni bulguların ortaya çıkması Coles vd. (1989) yaptığı ayrımları detaylandırmış ve Solak-Amet ve Tosunoglu (2024)'nun yaptığı sınıflandırmanın gelişimine katkı sağlamıştır. Abiyotik ve biyotik olarak ikiye ayrılan polen taşınım mekanizmalarından ilki özellikle ortamın fiziksel koşulları sonucu açığa çıkan mekanizmalardır. Bunlar hava akımları ve su ile taşınım olarak ikiye ayrılmaktadır. Abiyotik yollarla taşınan polenlerin büyük bir kısmını anemofil bitkilere ait polenler oluşturmaktadır. Biyotik yolla taşınımda ise canlılar ana polen taşıyıcılarıdır ki bunların büyük bir kısmı entomofil bitkilere ait polenlerin taşınmasını sağlar. Biyotik yollarla polen taşınımında bölgenin faunası etkili olup dünya üzerinde farklı konumlarda ve farklı mağaralarda değişiklik gösterebilmektedir (Solak-Amet ve Tosunoglu, 2024). Dolayısıyla araştırmacıların mağaraları palinolojik açıdan değerlendirirken tüm bunları göz önünde bulundurmaları sağlıklı verilerin elde edilmesine ve yorumlanmasına yardımcı olacaktır.

Abiyotik mekanizmalarla polen taşınmasında en önemli vektör hava akımlarıdır. Hava akımları mağaranın giriş sayısına bağlı olarak değişiklik göstermektedir. Bu yüzden hava akımlarıyla gerçekleşen polen girdisini yorumlayabilmek adına mağaraları girişlerine göre ikiye ayırmak mümkündür. Bunlar; tek girişe sahip mağaralar ve birden fazla girişe sahip mağaralar olarak ikiye ayrılmaktadır (Solak-Amet ve Tosunoglu, 2024). Tek girişe sahip mağaralarda hava sirkülasyonu sadece girişten sağlanırken, birden fazla girişe sahip mağaralarda girişlerinden hangisinin hâkim rüzgâra maruz kaldığı veya hava akımlarının bir girişten girip diğer girişten çıkabileceği gibi girişlerin yükseklik ve rakım farklarına

bağlı olarak baca etkisi olarak bilinen etkinin de gerçekleşebileceği birçok durum göz önünde bulundurulmalıdır (Coles vd., 1989).

İkinci önemli abiyotik mekanizma arasında su yer almaktadır. Mağara içerisinde bulunan aktif su kaynakları hava akımlarını etkileyebileceği gibi mağara içerisine kendileri de polen girişini sağlamaktadır. Aktif su ile getirilen dış ortamdaki organik materyaller arasında polenler de yerini almaktadır. Bu materyaller ve polenler su sedimanında birikmektedir. Aktif su akışının bulunmadığı mağaralarda ise dışarıdan mağara içerisine süzülen sularla birlikte polen girdisi gerçekleşebilmektedir. (Coles vd., 1989).

Mağaralara polen taşınmasında yer alan biyotik mekanizmaların vektörleri ise hayvanlardır. Canlıyı veya hayvan davranışını tanımlayabilmek ne tür polenlerin hangi yollarla mağara içerisine taşınabileceğinin belirlenmesi için önemlidir. Bu olası taşınım yolları en temel anlamıyla şunlardır;

1. Canlının dış yüzeyinde bulunan kontamine polenin canlı ile mağara içerisine taşınması, bu durum canlının bulunduğu ortamı temsil etmekte olup daha çok yerel bitki örtüsünü temsil etmektedir (Reis vd., 2023).
2. Polenlerin canlının sindirim sistemi içerisinde mağaralara taşınarak boşaltım yolu ile mağaralarda birikmesi, yine aynı şekilde canlının davranış biyolojisine bağlı olarak yerel bitki örtüsünü ve canlının besin yolu ile aldığı polenleri temsil etmektedir (Reis vd., 2023; Coles vd., 1989).
3. Polenlerin, mağaraları in olarak kullanan canlılar tarafından yuvalama amacı veya herhangi başka bir amaç için getirdikleri çeşitli materyallerin (örneğin çalı çırpı gibi) üzerinde bulunarak mağara ortamlarına dahil olması, bu durum yine hayvan davranışına bağlı olarak spesifik bitki türlerine ait polenleri yansıtabilmektedir (Solak-Amet ve Tosunoglu, 2024; Reis vd., 2023).

Türkeye'de yayılışı olan 39 yarasa türünden; 38 tür böceklerle beslenirken sadece 1 tanesi meyve ile beslenmektedir (Baydemir vd., 2015). Meyve ile beslenen yarasalara ait Türkiye'den kayıtlar Hatay, Mersin, Adana ve Antalya'dan bildirilmiştir (Albayrak vd., 2008). Bu nedenle Bursa'da yayılışı bulunan yarasaların tümü böcek ile beslenen yarasa türleridir. Türkiye'de yayılışı olan bu böcekçil yarasaların bazı türleri mağaraları

yavrulama ve hibernasyon kolonileri oluşturmak için kullanmaktadır. Her iki koloni de yarasaların yaşam döngülerinde önemli olup oldukça hassastır. Mağaralar yarasalar için en iyi yaşam alanını sağlamaktadır (Albayrak ve Aşan, 1999). Hibernasyon ve emzirme gibi yarasaların hayatındaki kritik dönemler mağaralarda geçmektedir (Baydemir vd., 2015). Mağaraya bağımlı olan bu canlılar, doğal mağaralarda polen dağılımını gerçekleştiren birincil canlılar olarak kabul edilebilir (Reis vd., 2023).

Polenler çok çeşitli yollarla taşınabildikleri gibi insanların ve evcil hayvanların ayakları ve vücutları ile de taşınabilmektedir. Yapılan çalışmalar kıyafetler üzerinde bile önemli miktarlarda polen taşındığına işaret etmektedir (Jantunen ve Saarinen, 2011). Dolayısıyla insanların da günlük yaşamında ziyaret ettiği alanlara polen transferi sağlaması mümkündür. Yukarıda bahsedilen mekanizmaların literatüre kazandırılmasında çoğunlukla doğal ve insan etkisinin oldukça sınırlı olduğu mağaralarda gerçekleştirilen çalışmalar kaynak oluşturmuştur. Ancak turistik mağaralarda gerçekleştirilen palinolojik çalışmaların sayısı oldukça sınırlıdır. Bu mağaralarda, insan etkisiyle polen taşınım yollarında ve mağara ekosistemindeki polen yük ve çeşitliliğinde birtakım farklılıklar olması söz konusu olabilir.

Bu tez çalışması ile Türkiye'de turistik bir mağarada ilk kez palinolojik bir çalışma gerçekleştirilmiştir. Yukarıdaki bilgi ve görüşler doğrultusunda çalışmada 3 farklı palinolojik yöntem kullanılarak, 2 farklı Aeropalinolojik örnekleme sonucunda elde edilen verilerin yarasa guanosundaki polenler ile karşılaştırılması ve guanodaki polenlerin kaynaklarının belirlenmesi amaçlanmıştır.

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

Bitkilerin üreme hücreleri olan polenlere yönelik yapılan çalışmalar palinolojik çalışmalar olarak adlandırılır. Bu çalışmalar sadece tohumlu bitkilerin polenlerini araştırmakla kalmayıp aynı zamanda diğer palinomorfları da kapsamaktadır.

Palinolojik çalışmalar, polenin bulunduğu materyale bağlı olarak pek çok farklı alt başlığa ayrılarak yine pek çok farklı disiplin ile birlikte gerçekleştirilebilir. Kopropalinoloji dışkı örneklerinde bulunan polen ve sporların tanımlanmasına yönelik bir çalışma alanıdır. Bu alan daha çok arkeolojik dışkı örneklerinin incelenmesiyle açığa çıkmıştır; kopropalinolojik ilk çalışma 1960 yılında Callen ve Cameron tarafından insan koprolit örneklerinin kalıntılarını inceleme amacıyla yapılan arkeolojik bir çalışmadır (Stephen, 2014). Süre gelen yıllarda hayvan koprolitlerine yönelik çalışmalar da yapılmış ve paleo-çevresel ortam koşullarını palinomorflar üzerinden belirlenmeye çalışılarak alan genişletilmiştir. 2000'li yıllarda daha çok karnivor koprolitleri üzerinde yapılan çalışmalar ivme kazanmıştır; çünkü mağara ortamlarında çok daha iyi korunmuşlardır (Argant, 2014). Bu çalışmalarla birlikte, 2000'li yıllarda yarasalara ait guanolardan değerli palinolojik veriler elde edilebileceği kanaatine varılmış, kopropalinolojik çalışmalar yarasa guanosu üzerinde de gerçekleştirilmeye başlanmıştır.

Mağaralar, hem dış ortam koşullarından çok fazla etkilenmedikleri için hem de bazı yarasa türleri için sürekli bir barınak sağladıklarından, uzun yıllar boyunca guano birikimi ve dolayısıyla da polen birikimi sağlamışlardır (Solak-Amet ve Tosunoglu, 2024). Mağaralarda yarasa guanosu üzerinde yapılmış olan çalışmalar hem çok yeni hem de sınırlı sayıdadır.

Mağaralarda yapılan palinolojik çalışmaların ve yarasa guanosu üzerinde yapılan kopropalinolojik çalışmaların temelini atmış olan ilk çalışma Doğu **İspanya**'da Navarro vd. (2001) tarafından iki mağaradan alınan pek çok materyalin palinolojik analizidir. Bu çalışmada eş zamanlı iki mağaradan 29 yüzey tortu örneği ve aynı anda eş zamanlı 11 başka (guano ve örümcek ağı) materyal de alınarak kompleks bir çalışma yürütülmüş ve polen içerikleri bakımından değerlendirilmişlerdir. Bu çalışma ile mağaraların polen

içerikleri öğrenilmiş ve aslında bu ortamların polenlerin korunması ve saklanması için uygun koşullar sağlayabileceği ileri sürülerek, mağaralarda yapılacak olan farklı materyaller üzerindeki palinolojik çalışmalar için yol gösterilmiştir.

Yeni Zelanda'da Peterson vd. (2006) kısa kuyruklu yarasanın (*Mystacina tuberculata*) tüneklerin bulunduğu 11 bölgeden guano örnekleri toplayarak palinolojik analiz gerçekleştirmişlerdir. Guano içeriğinde yarasaların besinlerinden gelen polenlerin dışında, etraftan farklı yöntemlerle kontamine olan anemofil polenlerinde yoğun hatta dominant bir şekilde temsil edildiğini rapor etmişlerdir.

Carrión vd. (2006) **İspanya**'nın güneydoğusunda bulunan 9 mağaradan 34 farklı noktadan taze guano örneklemesi yaparak kopropalinolojik bir çalışma gerçekleştirmişlerdir. Guanoda bulunan polen spektrumunun yoğun bir şekilde anemofil ve zoofil bitkilere ait polenler içerdiği kaydedilmiştir. 34 farklı yüzey toprak örneği alınarak guano ve toprak örneklerinin polen içeriği karşılaştırılmıştır. Bitki örtüsünü, guano örneklerinin toprak örneklerinden daha iyi bir şekilde yansıttığı bulunmuştur. Ayrıca turbalık alanlardan veya göl tortularından elde edilen palinolojik verilere göre birikmiş guano örneklerinden elde edilen verilerin paleo-ekolojik çalışmalarda yararlı bir kaynak olabileceği önerilmiştir.

Birleşik Krallık'ta, Leroy ve Simms (2006) 1994 yılında keşfedilen Ogof Draenen mağarasının büyük yarasa kolonileri tarafından terk edilmiş olmasına rağmen arkalarında ciddi guano birikintileri bıraktıklarını kaydetmişlerdir. Guano birikintilerinden 10 örnek toplanmıştır. Karşılaştırma için yakınlardaki diğer iki mağaradan da taze guano örnekleri toplanmıştır. Yapılan çalışma sonucu eski guano örneklerinde entomofil bitki taksonlarına ait polenlerin yoğun bir şekilde bulunduğu, günümüzde bölgede yayılışı oldukça sınırlı olan *Ilex*, *Hedera*, *Acer* ve *Impatiens* polenlerinin guanoda dominant olduğu gözlenmiştir. Taze guano örneklerinin ise günümüz florasını temsil ettiği rapor edilmiştir.

Amerika Birleşik Devletleri'nde daha çok yüzeysel guano örnekleri üzerinden yapılan çalışmalara ek olarak ilk kez Batina ve Reese (2011) tarafından Missouri eyaletinde

bulunan bir mağaradan guano karot örneği alınmış ve palinolojik olarak incelenmiştir. Bu çalışma ile guano karot örnekleri ilk kez yaş tayini çalışmasıyla desteklenerek tarihlendirilmiştir. Çalışma sonucu önceki çalışmalarda da ileri sürüldüğü gibi anemofil taksonların guanoda dominant olduğu fakat ciddi oranlarda entomofil taksonların da temsil edildiği sonucuna varılmıştır.

Geantă vd. (2012) tarafından 2012 yılında **Romanya**'nın Transylvania bölgesinde bulunan bir mağaradan guano karot örneği alınmış ve üzerinde yaş tayini çalışması yapılmıştır. Böylelikle bölgenin yaklaşık 800 yıllık bitki örtüsündeki değişim kopropalinoloji ile kaydedilmiştir.

Hindistan'da Basumatary ve Bera (2014) tarafından yapılan kopropalinolojik çalışma ise güney Asya'dan bu alan özelinde elde edilen ilk verileri yansıtmaktadır. Araştırmacılar Doğu Hindistan'da yer alan bir mağaradan aldıkları guano örneklerini mağaranın çevresinden alınan yüzey toprak örnekleri ile karşılaştırmışlardır. Örnekler arasında yakın bir benzerlik bulunmuş ve guanonun polen çeşitliliği bakımından daha zengin olduğu gösterilmiştir.

Romanya'da 2015 yılında yapılan bir diğer çalışmada ülkenin batısında bulunan bir mağaradan alınan guano karot örneğinden palinolojik ve yaş tayini analizleriyle bölgenin 900 yıllık bir çevresel değişiklik senaryosuna ulaşılmıştır. Guano karot örneği palinolojik incelemeler için 30 kesite bölünerek incelenmiştir. Araştırmacılar bölgedeki tarımsal faaliyetler ve ormansızlaşmanın 1845 yıllarından sonra daha da belirgin hale geldiğini rapor etmişlerdir (Forray vd., 2015).

Svitavská-Svobodová vd. (2015) tarafından **Slovakya**'da bulunan Domica mağarasından guano birikintisine ait karot örneği alınmış ve palinolojik olarak incelenmiştir. Yapılan çalışma sonucunda bölgenin floral geçmişi elde edilirken aynı zamanda mağarada yaşayan yarasalarında hangi bitki formasyonlarında avlandıkları da rapor edilmiştir.

Marais vd. (2015) **Namibya**'daki Arnhem mağarasında bulunan fosil guano örneklerinin palinolojik potansiyelini araştırmışlardır. Taze guano örneklerinde odunsu bitkilere ait

polenlerin daha baskın olduğu ancak fosil örneklerde otsu bitkilere ait polenlerin dominant olduğu kaydedilmiştir. Bu çalışmada Afrika kıtasından guano üzerine ilk kopropalinolojik veriler elde edilmiştir.

Güneybatı **Romanya**'da Onac vd. (2015) tarafından elde edilen guano karot örneği palinoloji ve diğer bilim alanları ile birlikte incelenerek değerlendirilmiştir. Palinolojik analizlerle birlikte gerçekleştirilen diğer analizler sayesinde bölgedeki hidrolojik durum ve antropojenik etkilerin boyutları sunulmuştur.

Amerika Birleşik Devletleri'nde ise guano karot örneği üzerinden yaş tayini analizleri ile birlikte palinolojik içerik incelenmiştir. Orta Holosende oluşmaya başladığı düşünülen guano yığınının o dönemden günümüze dek vejetasyonda gerçekleşen değişikliklerle birlikte insan varlığının etkileri tartışılmıştır. Sonuç olarak geçmişe dair pek çok kanıt ve işaret guano sayesinde elde edilmiştir (Campbell vd., 2017).

Romanya'da Cleary vd. (2018) tarafından guano karot örneği alınarak palinolojik içerik bakımından incelenmiştir. Palinolojik çalışmanın yanı sıra karbon ve azot izotopları bakımından guano karot örneği incelenerek yaş tayini analizi ile birlikte bölgedeki floral değişim araştırılmıştır. Romanya'da bulunan diğer başka bir mağaradan alınan guano örneği benzer analizlerle ve palinolojik açıdan incelenerek geçmiş vejetasyon ve iklim hakkında bilgiler rapor edilmiştir (Cleary vd., 2019).

Darabad vd. (2019) **İran**'ın batısında yer alan Kolatarika mağarasında birikmiş olan guanodan karot örneklemesi yapmışlardır. Radyokarbon tarihleme ve palinolojik açıdan incelenen guano katman örneklerinden dönemlere ait iklim koşulları ortaya konmuştur.

Bogdanowicz vd. (2020) **Jamaica**'da iki mağaradan elde ettikleri guano karot örneklerini multidisipliner bir yaklaşımla incelemişlerdir. DNA analizi ve yaş tayini gibi analizlerin yanı sıra guano birikintilerinde kopropalinolojik analizler gerçekleştirmişler ve adada gerçekleştirilen tarımın etkilerini açıklayabilmişlerdir.

Basumatary vd. (2020) **Hindistan**'da bulunan Pipulbari mağarasından taze guano örneklemesi yaparak guano içerisindeki polen varlığını ve vejetasyonu temsil edip etmediğini incelemişlerdir. Guanodan izole edilen polenler, yarasaların daha çok ormanlık alanlarda beslendiğini ortaya koymuştur. Araştırmada yarasa guanosunun modern veya paleoekolojik vejetasyon bilgilerinin sağlanmasında güvenilir bir kaynak olduğuna dikkat çekilmiştir.

Yine **Hindistan**'ın Eraaning mağarasında Basumatary ve Tripathi (2021) guano örneklerinin polen içeriğini ve mağara etrafındaki vejetasyonu karşılaştırmıştır. Polen ve sporların guanoda birikimi ve korunması konularını ele alarak incelemişlerdir. Bunun sonucunda guanonun vejetasyonu temsil ettiği; polen ve sporların guano içerisinde korunduğunu bulmuşlardır. Aynı zamanda yarasaların beslendiği ortamların verileri elde edilerek bölgedeki insan faaliyetlerinin de ne düzeyde olduğu ortaya konulmuştur.

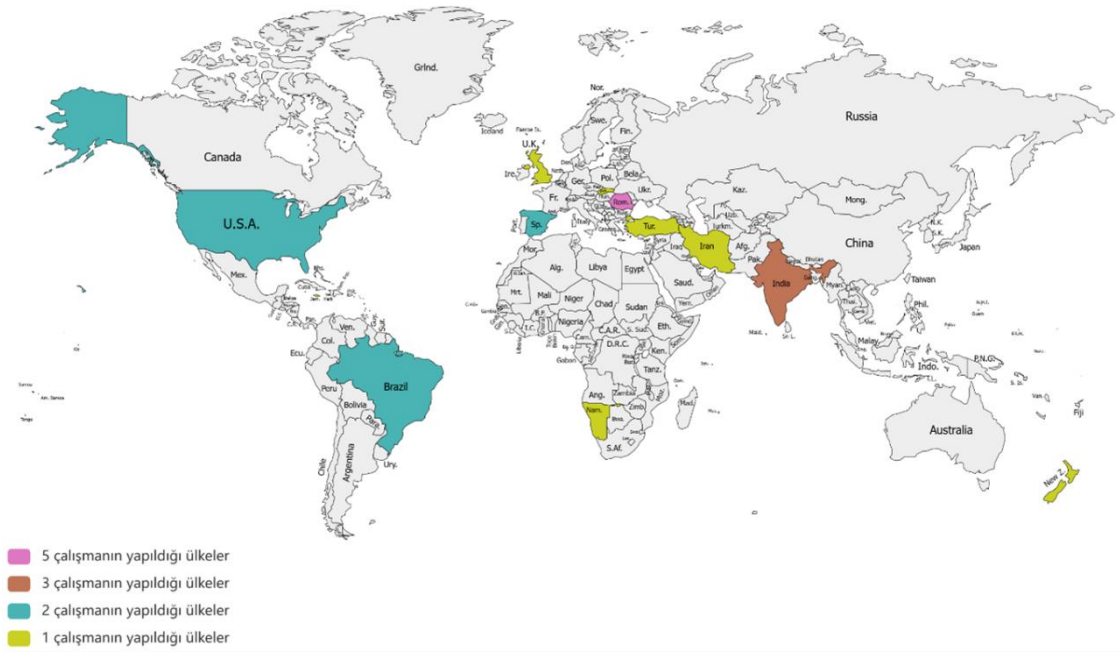
2023 yılında **Brezilya**, Amazon ormanlarında yapılan bir çalışmada ise polenlerin mağara içerisine; hava akımlarıyla, sularla ve yarasalar aracılığıyla girebileceği gösterilmiştir. Anemofil taksonlara ait polenlerin daha çok hava akımları ve su yoluyla mağara içerisine girdiği, zoofil türlerin ise yarasalar aracılığıyla mağara içerisine taşındığı vurgulanmıştır. Araştırmada guano örneklerinde entomofil taksonların baskın olduğu ve bitki örtüsünün yapıyı gözlemlemede önemli bir materyal olduğuna dikkat çekilmiştir (Reis vd., 2023).

Reis vd. (2024) tarafından **Brezilya**'nın Amazon ormanlarından elde edilen modern guano örnekleri ile bölgenin yarasa guanosuna özel bir polen atlası oluşturulmaya çalışılmıştır. 5 farklı mağaradan alınan taze örnekler incelenmiş; elde edilen sonuçlara göre taksonların %42,8'ini entomofiller, %9,5'ini anemofiller ve %7,6'sını ise kripterofiller oluşturmaktadır. Araştırmacılar günümüz taze guano birikintilerine ait palinolojik kayıtların elde edilmesinin guano karot çalışmaları için bir veri seti sağlayabileceğini ileri sürmüşlerdir.

Yarasa guanosunda palinolojik analizler ile ilgili yapılan son çalışma ise **Türkiye**'de Solak-Amet ve Tosunoglu (2025) tarafından gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmada Bursa ilinde bulunan Bayındır mağarasından guano birikiminin aktif olarak gerçekleştiği 4

farklı noktadan birer yıllık guano örneği toplanarak örnekler palinolojik açıdan incelenmiştir. İncelemeler sonucunda mağarada gerçekleşen guano birikimlerinin mağaranın farklı noktalarında eş zamanlı veya dönemsel olarak farklılık gösterebileceği ortaya konmuştur.

2000'li yıllardan bu yana guano üzerinde gerçekleştirilen kopropalinolojik çalışmalara gün geçtikçe bir yenisi eklenmekte ve bilimsel verileri bir adım öteye taşımaktadır. Dünya üzerinde bugüne kadar yarasa guanosu üzerinde gerçekleştirilmiş olan kopropalinolojik çalışmalar Şekil 2.1.'de gösterilmiştir. Buna göre dünya üzerinde yarasa guanosunda toplam 21 kopropalinolojik çalışma gerçekleştirilmiştir. Bunlardan 5 tanesi Romanya'da, 3 tanesi Hindistan'da, 2 tanesi İspanya'da, 2 tanesi Brezilya'da, 2 tanesi Amerika Birleşik Devletleri'nde, 1 tanesi Birleşik Krallık'ta, 1 tanesi Yeni Zelanda'da, 1 tanesi Slovakya'da, 1 tanesi Namibya'da, 1 tanesi İran'da, 1 tanesi Jamaika'da ve 1 tanesi de Türkiye'de gerçekleştirilmiştir. Yapılan çalışmaların büyük bir çoğunluğu böceklerle beslenen yarasaların guanoları üzerinde yoğunlaşmış ve tüm çalışmalar aslında yarasaların beslenme alışkanlıkları sayesinde sindirimine dahil ettikleri polenleri mağaralarda boşaltım yoluyla biriktirmesini incelemiştir.



Şekil 2.1. Dünyada yarasa guanosu üzerinde yapılmış olan kopropalinolojik çalışmalar

3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1. Çalışma Alanı

3.1.1. Konum ve genel özellikler

İnegöl, Türkiye'nin kuzeybatısında yer alan Marmara Bölgesi içerisinde, Bursa ilinin güneydoğusunda konumlanmış önemli bir yerleşim birimidir. Şekil 3.1.'de sırasıyla Türkiye genelinde Bursa ilinin Türkiye haritası üzerindeki konumu ile Bursa'nın idari sınırları içerisinde yer alan ilçeleri gösterilmektedir. İnegöl; güneyde Kütahya iline bağlı Domaniç ilçesi, doğuda Bilecik iline bağlı Pazaryeri ve Merkez ilçeleri, güneybatıda Bursa iline bağlı Osmangazi, Keles ve Kestel ilçeleri, kuzeyde ise yine Bursa'ya bağlı Yenişehir ilçesi ile komşudur (Yüceşahin, 2003). İlçenin deniz seviyesinden ortalama yüksekliği yaklaşık 335 metredir (Uludağ, 2005).

Fiziki coğrafya açısından değerlendirildiğinde, İnegöl tipik bir havza morfolojisine sahiptir. Havzanın başlıca jeomorfolojik birimlerini; güneyde yer alan dağlık alanlar, kuzeye doğru uzanan plato yüzeyleri ve havzanın merkezinde bulunan alüvyal ova düzlüğü oluşturmaktadır. Söz konusu ova, bölgeden geçen akarsular tarafından derin biçimde yarılmıştır ve bu durum, yer şekillerinin oluşumunda önemli rol oynamaktadır (Uzun, 2021).



Şekil 3.1. Bursa'nın ve İnegöl ilçesinin konumu

3.1.2. Ziraat, ticaret ve ekonomi

İnegöl Belediyesi'nin 2023 yılına ait istatistik raporuna göre, ilçe nüfusu 299 203 kişi olarak rapor edilmiştir (İnegöl Belediyesi, 2023). İnegöl ilçesinde zamanla gözlemlenen nüfus artışı, sanayileşme sürecini tetiklemiş; buna karşılık sanayi faaliyetlerinde yaşanan gelişmeler de ilçeye olan göçü artırarak nüfus artışını beslemiştir. Bu karşılıklı etkileşim, İnegöl'ün ekonomik ve demografik yapısında önemli değişimlere yol açmıştır. Günümüzde İnegöl, Türkiye genelinde endüstriyel açıdan stratejik bir konuma sahiptir. Özellikle mobilya imalatı alanında, üretim kapasitesi ve ihracat potansiyeli bakımından önde gelen merkezlerden biri olarak öne çıkmaktadır. İlçede sanayi faaliyetleri üç farklı organize sanayi bölgesi üzerinde gerçekleşmektedir (İnegöl Ticaret ve Sanayi Odası, 2023).

Sanayi ve turizm potansiyellerinin yanı sıra bölgede tarım ve hayvancılığa yerli halk tarafından önem verilmektedir. Bölge arazisinin %30 kültür arazisi, %42'si ormanlık arazi, %18'i çayır ve mera arazisi ve %10'u ise göl, bataklık ve kayalıklardan oluşmaktadır (İnegöl Ticaret ve Sanayi Odası, 2023). Tarımın uygun olduğu ilçe havzasında ve topraklarında sulamanın yapılabildiği akarsu yataklarının bulunuşuyla verimlidir. Bölgede gerçekleştirilen tarım ve hayvancılık faaliyetleri arasında bitkisel üretim daha fazladır. Bölgede meyve, sebze ve tahıl üretimi yoğunluklu olarak gerçekleştirilmektedir (İnegöl Ticaret ve Sanayi Odası, 2023). Yetiştiriciliği yapılan bu bitkiler; şeftali, armut, elma, çilek, kiraz, ceviz, erik, kestane, sofralık üzüm, patates, domates, biber, patlıcan, lahana, hıyar, taze fasulye, sakız kabağı, kavun, karpuz buğday, arpa, mısır, ayçiçeği, yonca, fiğ ve yulaf 'tır. Hayvansal üretimde özellikle kırmızı et, süt, bal, deri, bal mumu, gübre ve yumurta gibi temel ihtiyaçlar arasında yer alabilecek gıdalara ek olarak ticari ve ekonomik önemi olan hayvansal ürünler de elde edilmektedir. Bölgede yetiştiriciliği yapılan en önemli hayvanlar arasında küçükbaş, sonrasında büyükbaş ve arıcılık faaliyetleri bulunmaktadır (İnegöl Ticaret ve Sanayi Odası, 2023).

3.1.3. İklim ve flora

İnegöl tipik bir havza görünümü sunmaktadır (Uzun, 2021). İlçede ölçülen en sıcak ay ortalaması 29,6°C'dir ve Temmuz ayında ölçülmüştür. En soğuk ay ortalaması ise Ocak ve Şubat aylarında ölçülmüş olup 5,6°C'dir. Yıllık yağış 709,3 mm'dir (Akçay vd., 2014). En yağışlı aylar sırayla Aralık, Ocak, Mart ve Mayıs olup, en kurak aylar ise sırayla Temmuz, Ağustos ve Eylül'dür (Erdoğan, 2019).

Avrupa-Sibirya fitocoğrafi bölgesinde yer alan ilçe Akdeniz ve Karadeniz iklim kuşaklarından etkilenmekte olup, bölgenin iklim koşullarına bağlı olarak bölgenin vejetasyonunu oluşturan ağaç, ağaççık ve çalılar arasında; *Pinus brutia* Ten., *Pinus sylvestris* L., *Pinus pinea* L., *Pinus nigra* Arn. subsp. *pallasiana* (Lamb) Holmboe, *Quercus cerris* L. var. *cerris*, *Quercus robur* L. subsp. *robur*, *Quercus petraea* (Mattuschka) Liebl. subsp. *iberica* (Steven ex Bieb.) Krassiln., *Quercus petraea* (Mattuschka) Liebl. subsp. *pinnatiloba* (C. Koch) Menitsky, *Quercus pubescens* Willd., *Quercus petraea* (Mattuschka) Liebl. subsp. *petraea*, *Quercus frainetto* Ten., *Abies nordmanniana* subsp. *equi-trojani* (Asc. & Sint. ex Boiss.) Coode & Cullen (Syn. *Abies nordmanniana* subsp. *bornmuelleriana* (Mattf.) Coode & Cullen), *Fagus orientalis* L., *Castanea sativa* Miller, *Platanus orientalis* L., *Juglans regia* L., *Ulmus glabra* Hudson., *Celtis australis* L., *Morus nigra* L., *Ficus carica* L. subsp. *carica*, *Carpinus betulus* L., *Acasia* sp., *Crateagus* sp., *Fraxinus* sp., *Juniperus* sp., *Tilia* sp., *Phillyrea latifolia* L., *Rhamnus thymifolius* Bornm., *Corylus avellana* L. var. *avellana*, *Cornus mas* L., *Sorbus* sp., *Salix cinerea* L., *Populus alba* L., *Populus tremula* L., *Vitis vinifera* L., *Paliurus spina-christi* Mill., *Arbutus andrachne* L., *Arbutus unedo* L., *Styrax officinalis* L., *Erica* sp. türlerinin yanı sıra *Hedera helix* L., *Veronica scutellata* L., *Ranunculus neopolitanus* Ten., *Papaver roheas* L., *Fumaria officinalis* L., *Eruca sativa* Miller. Gard., *Hypericum calysinum* L., *Vicia cassubica* L., *Lathyrus aureus* (Stev.) Brandza, *Melilotus officinalis* (L.) Desr., *Primula vulgaris* Huds. subsp. *vulgaris*, *Verbascum orientale* (L.) All., *Mentha longifolia* (L.) Hudson subsp. *typhoides* (Briq.) Harley, *Dianthus cibrarius* Clem., *Chenopodium polyspermum* L., *Haplophyllum suaveolens* (DC) G.Don. var. *suaveolens*, *Medicago polymorpha* L. var. *polymorpha*, *Trifolium hybridum* L. var. *hybridum*, *Sambucus ebulus* L., *Bellis perennis* L., *Hyocyamus albus* L., *Allium paniculatum* L.

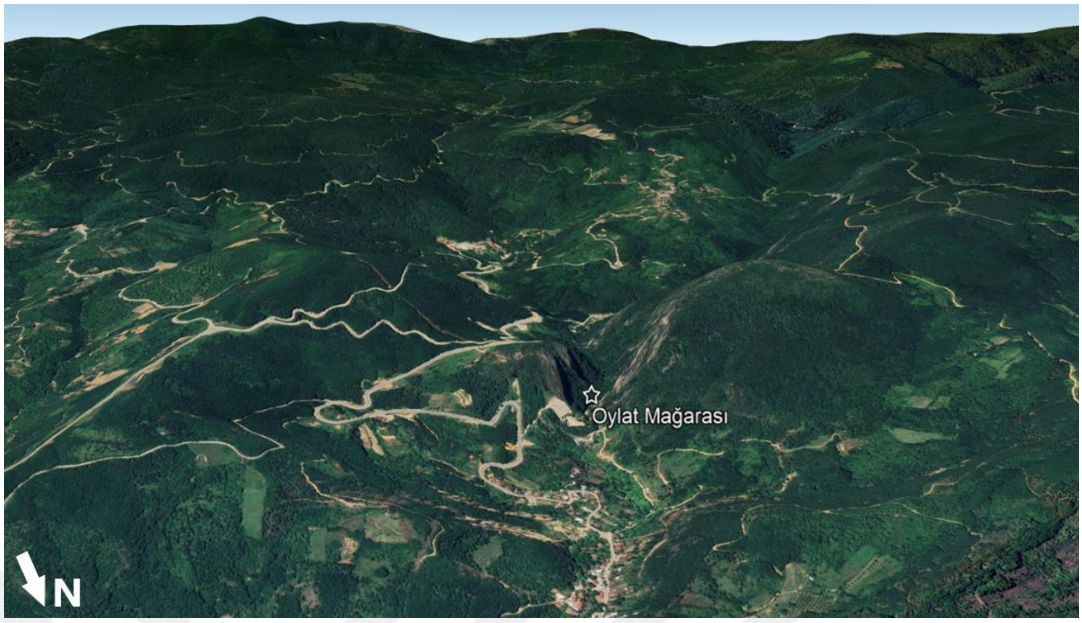
subsp. *fuscum, Crocus speciosus* Bieb. subsp. *xantholaimas* Mathew. gibi otsu türler de yayılış göstermektedir (Erdoğan, 2019; Uludağ, 2005).

Bölgenin yaygın ağaçları arasında kayın, gürgen, ıhlamur, söğüt, kavak ve karaağaçlar yer almaktadır. Ormanlık alanın büyük bir kısmını geniş yaprak ormanları oluşturmaktadır. Kayınlar 800-900 m'lerde göknar ve karaçamlarla karışık ormanlar oluşturmakta ve daha yüksek kesimlerde ise yerini saf göknar ormalarına bırakmaktadır. Özellikle Kıran yaylasında ise *Abies nordmanniana* subsp. *equi-trojani* (Asc. & Sint. ex Boiss.) Coode & Cullen'nin yayılışı dikkat çekmektedir. Ayrıca bir Karadeniz bitkisi olan *Telekia speciosa* (Schreb.) Baumg.'nın Marmara bölgesindeki tek yayılışı İnegöl'de bulunmakta olup, bitkinin en batı yayılış alanı olarak İnegöl bildirilmiştir (Erdoğan, 2019).

3.2. Oylat Mağarası

3.2.1. Konumu ve genel özellikleri

İnegöl merkezin 17 km güneydoğusunda Hilmiye köyü yakınında yer alan Oylat mağarası (Şekil 3.2., Şekil 3.3.), turizme kazandırılmış turistik bir mağaradır. Konumu itibari ile Oylat mağarası Oylat kanyonunun bitiş noktasında yer almaktadır ve kanyondan akıp gelen Oylat deresi mağaranın giriş ağzına dik olacak şekilde akmaktadır (Şekil 3.4.). Mağara deniz seviyesinden 525 m yükseklikte ve kanyon tabanından 5 m yüksekte yer almaktadır. Oylat mağarası toplam uzunluğu 665 m olan ve yatay olarak gelişim göstermiş fosil bir mağaradır (Atabey vd. 2002).



Şekil 3.2. Oylat mağarasının coğrafi görünümü (Google, 2025-a)



Şekil. 3.3. Oylat mağarasının konumu (Google, 2025-b)



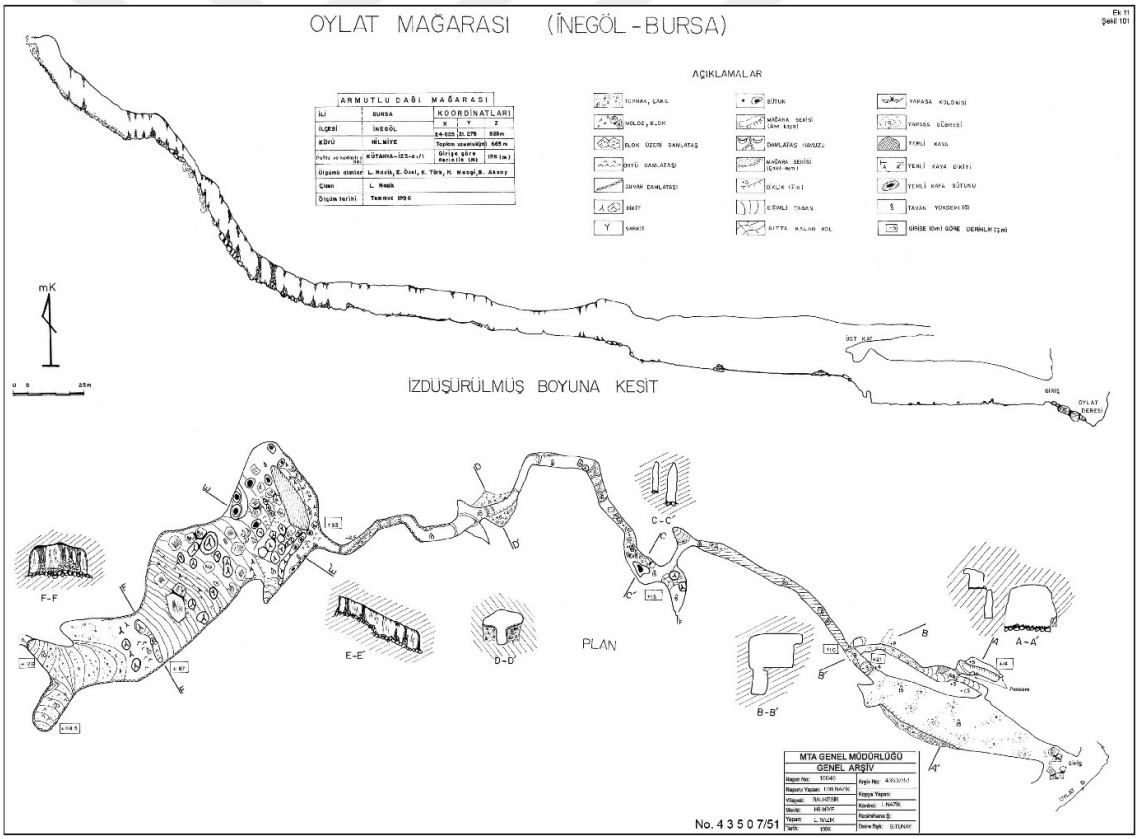
Şekil 3.4. Oylat mağarası girişinin dıştan görünümü

3.2.2. Jeoloji ve hidroloji

Mağaranın çevresinde Paleozoyik, Permiyen-Triyas, Paleosen, Orta-Üst Miyosen ve Kuarterner yaşlı 5 tip kaya yüzeylenmektedir. Oylat mağarasının oluştuğu ana kaya ise Permiyen-Triyas yaşlı rekristalize kireçtaşlarından oluşur. Oluşum aşamalarında mağarayı bir yer altı deresi aşındırarak oluşumuna katkıda bulunmuştur. Giderek derenin gücü ve dolayısıyla aşındırma gücü azalarak yerini çökelime bırakmıştır. Kuarternerde morfolojik gençleşme sonucu Oylat deresi gelişmiş ve mağarayı kesmiştir (Atabey vd., 2002). Güneybatı ve Kuzeydoğu yönünde oluşturduğu derin bir kanyon içinde akan Oylat deresi İnegöl havzasına drene olmaktadır. İnegöl havzasında bulunan su kaynakları Bursa havzasının aksine Karadeniz'e dökülmektedir (İnegöl Ticaret ve Sanayi Odası, 2023).

Mağaranın hidrolojik durumuna göre yapılan sınıflandırmada mağara üç bölümden oluşmaktadır. Birinci bölüm mağaranın ilk oluşan kısmıdır ve günümüzde mağaranın en

dip kısmıdır. Bu bölüm yaklaşık 200 m uzunluğunda ve 40 derecelik bir taban eğimine sahiptir. Tavan yüksekliği 2 ile 5 m arasında değişmektedir (Şekil 3.5.). Araştırmacılara göre muhtemelen Orta Miyosen sonrası ve Üst Miyosen öncesi bir dönemde oluşmuştur. Mağaranın ikinci bölümünü ise menderesli akış deresi oluşturmaktadır (Atabey vd., 2002). Birinci kısımdan süzülerek gelen su buradan akmakta veya birikmektedir. Dar ve yaklaşık 20 m yüksekliğe sahip bir bölümdür. 450 m uzunluğa sahiptir. Üst Miyosen sonrasında Pliyosen dönemde oluşmuştur. Bu bölümün bir devamı olarak gelişmiş fosil bir kat bulunmaktadır. Bu katın doğu ucu küçük bir pencereyle dışarı açılmaktadır ve yer altı akarsuyunun boşaltıldığı kısımdır. Üçüncü kısım ise giriş salonundan ibaret olan bölümdür. Mağaranın en genç kısmını oluşturan bu kısım 15 m yüksekliğe ve 18 m genişliğe sahip olup Kuarterner dönemde oluşmuştur (Atabey vd., 2002).



Şekil 3.5. Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü tarafından hazırlanan Oylat mağarasına ait harita (Nazik vd., 1997)

Birbirinden farklı dönemlerde oluşum aşamaları geçiren Oylat mağarasının kısımlarında sıcaklık ölçümlerinin de farklılık gösterdiği bildirilmiştir; 1996 yılının Ağustos ayında

yapılan ölçümlerde mağaranın önünde 29°C sıcaklık ve %47 mutlak nem tespit edilmişken; oluşum açısından en son oluşan üçüncü kısımda 19°C sıcaklık ve %55 nem, dar olan ikinci kısımda 17°C sıcaklık ve %78 nem, en üst bölüm olan birinci kısımda ise 14°C sıcaklık ve %90 nem ölçülmüştür (Nazik vd., 1997). Mağaranın dar galeri kısımlarında belirgin bir rüzgâr bulunmaktadır. Mağaranın koşulları ve canlıların istekleri doğrultusunda aslında mağaranın farklı noktalarında pek çok canlı türü yaşamaktadır. Yarasalar mağaranın ikinci kısmında bağlantı galerilerinde koloniler halinde yaşamaktadır. Buna bağlı olarak guanobiler de mağara içerisinde yaşam sürdürmektedir. Ayrıca mağara içerisinde bin ayaklıların, solucanların ve mağara kelebeklerinin varlığı kayıtlara geçirilmiştir (Nazik vd., 1997).

3.2.3. Mağara turizmi

Dünya üzerinde yaklaşık 800 turistik mağaranın bulunduğu bildirilmektedir. Avrupa'da mağara turizmine olan ilginin oldukça fazla olduğu ve yirminci yüzyılın sonlarına doğru küresel olarak mağara ziyaret eden turist sayısının 20 milyonu aştığı rapor edilmektedir (Tomić vd., 2019). Türkiye'de 50 mağaranın turizme kazandırılmış olduğu bildirilmekle birlikte mağara turizminde Türkiye'nin 8. sırada yer aldığı rapor edilmiştir (Akca vd., 2016) Oylat kaplıcalarının hemen yakınında bulunan Oylat mağarası da turizme kazandırılmış bu mağaralar arasında yerini almıştır. Postojna mağarası gibi turistik bir mağara yılda 689 608 ziyaretçi ağırlarken resmi olmayan veriler doğrultusunda Oylat mağarasının yılda yaklaşık 300 000 ziyaretçi ağırladığı bildirilmektedir (Tičar vd., 2018; Anadolu Ajans, 2023).

Mağara turizmi bölgenin ekonomisine katkı sağlıyor olsa bile mağara turizminin odak noktası mağaranın korunması ve sürdürülebilir bir şekilde faaliyetlerin gerçekleştirilebilmesidir (Tičar vd., 2018). Fakat günümüzde Oylat mağarasına gerçekleştirilen turizm faaliyetleri dolayısıyla mağarada yaşayan canlıların ciddi şekilde rahatsız edildiği tahmin edilmektedir. Mağaranın turizme kazandırılmasından sonraki dönemlerde olası etki değerlendirmelerinin yapılmadığı, dolayısıyla konu ile ilgili herhangi bir kaydın olmadığı bildirilmektedir (Nazik vd., 1997). Mağaranın turizme kazandırılması ile mağaranın içerisi ciddi bir ışıklandırma sistemi ile ışıklandırılmaktadır

(Şekil 3.6.). Ayrıca mağaranın doğal yapısı üzerine yapay yollar inşa edilerek mağaranın tüm kısımlarına insan ulaşımı sağlanmıştır (Şekil 3.6.). Mağaranın turizme kazandırılmasından önceki dönemlerde bildirilen pek çok canlının günümüzde mağarayı terk etmiş veya yok olmuş olabileceği düşünülmektedir.



Şekil 3.6. Oylat mağarasında yapay zemin ve ışıklandırma uygulamaları

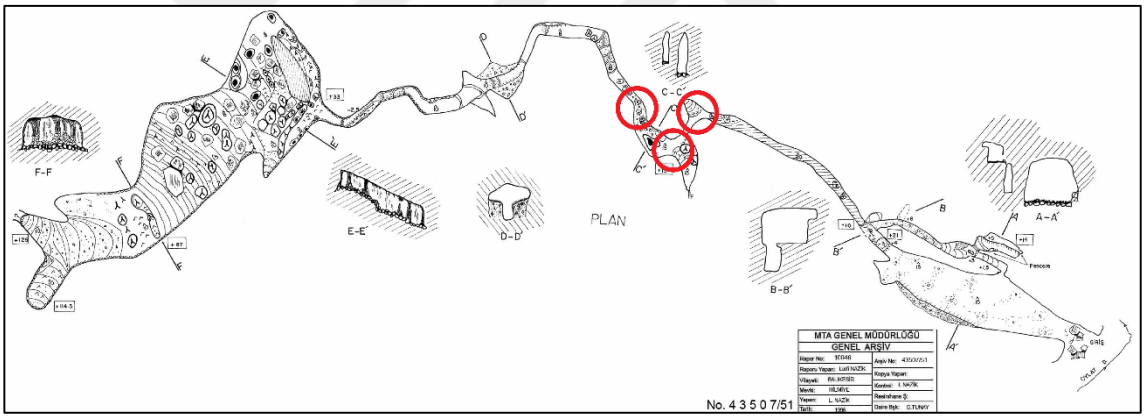
3.3. Örnekleme

Tez çalışmasına ait örnekleme başlatılmadan önce mağara ve çevresi birçok kez ve farklı dönemlerde ziyaret edilmiştir. Ön çalışmalar sırasında mağara içerisinde yıl boyu yarasa varlığı tespit edilmiş olup, Oylat mağarası aylık guano örneklemesi için uygun bulunmuştur. Guanodan elde edilen verilerin atmosferik ve yüzeye çöken polen verileriyle karşılaştırılabilmesi adına mağara içinde örnekleme yapılan tüneklere yakın bir Tauber tuzağı (T-iç) ile mağara dışında ancak girişe yakın bir Tauber ve Durham tuzağı (D) yerleştirilmiştir. Mağara içerisindeki Tauber tuzağı ile mağara içerisinde pasif olarak sirkülasyona dahil olan veya biyotik faktörler (insan dahil) tarafından taşınan polen miktarını belirleyebilmek amaçlanırken; mağara dışındaki Durham tuzağı (D) ile atmosferdeki rüzgarla taşınan polenleri örneklemek, yine mağara dışındaki Tauber tuzağı (T-dış) ile mağara girişine yakın kesimde toprak sedimanına dahil olan polenleri örneklemek amaçlanmıştır. Çalışma Mayıs 2024 - Mayıs 2025 tarihleri arasındaki 1 yıllık sürede gerçekleştirilmiştir. Bu bir yıllık süre içerisinde her ayın ilk haftası aylık taze guano örnekleri toplanmış ve eş zamanlı olarak Tauber ve Durham örneklemeleri (T-dış,

T-iç ve D) de aylık olarak gerçekleştirilmiştir. Dolayısıyla her aya ait Guano (G), Tauber ve Durham tuzaklarından palinolojik veriler elde edilmiştir.

3.3.1. Guano örneklerinin toplanması

Tez çalışmasına başlamadan önce gerçekleştirilen ziyaretlerde mağara içerisinde yarasaların bulunduğu tünekler yıl boyu farklı mevsimlerde takip edilerek tespit edilmiştir. Bu doğrultuda yıl boyunca aylık guano elde edilebilecek noktalar tespit edilerek temizlenmiştir. Bir yıl boyunca mağara aralıksız her ayın ilk haftası ziyaret edilerek belirlenen, Şekil 3.7.'de de gösterilen istasyonlardan 5 gram guano örneği toplanmıştır. Guano örnekleri eldiven ve gereken koruyucu ekipmanlar kullanılarak toplanmış ve falkon tüplere alınmıştır. Etiketlenen guano örnekleri laboratuvar ortamına getirilerek preparat haline getirilmek üzere +4°C de saklanmıştır.



Şekil 3.7. Mağaradan aylık yarasa guanosunun örneklendiği noktalar (Nazik vd., 1997)

3.3.2. Durham örneklerinin toplanması

Ortam koşulları gereği ve çalışmanın amacı kapsamında atmosferik polen örneklemesinde gravimetrik yöntemden faydalanılmıştır. Gravimetrik yöntem yer çekimi etkisiyle cm^2 alana düşen polen miktarını belirleyebilmek adına Durham (1946) tarafından tasarlanmış bir aparattır. Durham tuzağı, iki metal diskten (22,5 cm) ve aralarında 8-9 cm mesafe olacak şekilde iki diski bir arada tutmaya yarayan 3 adet koldan oluşmaktadır. Yine Durham tuzağının ayakta durmasını sağlayacak alt kısımda bir tespit parçası, iki diskten alttakinin ortasında lam sehpası bulunmaktadır. Diğeri ise onun

üzerindeki disktir ve yağmur gibi faktörlerden yerleştirilen lamın korunmasını sağlamaktadır. İki diskin etrafı açıktır böylelikle hava akımlarının rahat bir şekilde geçebilmesine olanak tanır.

Mağara girişine yakın ancak rüzgâra açık bir konuma yerleştirilen Durham tuzağı sehpasına sabitlenen ve üzeri gliserin-jelatin ile kaplanan lam, Tauber ve guano örneklemeleriyle eş zamanlı olması adına ayda bir defa değiştirilmiştir. Böylelikle yer çekimi etkisi ile çöken polenlerin tutulması sağlanmıştır (Charpin ve Surinyach, 1974).

3.3.3. Tauber örneklerinin toplanması

Tauber tuzakları Tauber (1974)'in önermesi modifiye edilerek tasarlanmıştır. Tauber polen tuzakları içerisine 50 ml ılık su ilave edilerek içerisine bir adet *Lycopodium* spor tableti eklenmiş, karışım içerisine 0,300 gr timol eklenerek eritilmiştir. Bu işlemler tamamlandıktan sonra üzerlerine 50 ml gliserol eklenmiştir. Bu modifikasyon, aylık örnekleme yapılacağından dolayı gerçekleştirilmiştir. Böylelikle her ay Tauber polen tuzağı sayesinde mağara çevresinde yüzeye çöken polenleri tanımlayabilmek mümkün hale gelmiştir. Tauber polen tuzakları bölgede olabildiğince açık bir alana tuzağın ağzı yüzey seviyesinde olacak şekilde yerleştirilmiş, her ay Tauber tuzakları yenileri ile değiştirilmiştir.

3.4. Laboratuvar Çalışması

3.4.1. Guano örneklerinden polen izolasyonu ve inceleme

Laboratuvar analizi için toplanan her aylık guano örneği homojenize edilerek Solak-Amet ve Tosunoglu (2025) tarafından önerilen metodoloji kullanılarak polen izolasyon işlemi gerçekleştirilmiştir. Her aylık örnekten 1 g guano tartılarak etüvde 36°C'lik sabit sıcaklıkta 48 saat kurumaya bırakılmış, kuruyan örnekler falkon tüplere alınarak üzerlerine *Lycopodium* spor tableti eklenmiştir. Her tüpe 10 ml %10'luk KOH eklenmiş, tüpler sıcak su banyosunda inkübe edilerek santrifüj işlemi gerçekleştirilmiştir. Santrifüj işleminden sonra g Guano örneklerinin preparat haline getirilmesinde Erdtman'ın modifiye edilmiş asetoliz metodu kullanılmıştır (Erdtman, 1952). Kuruyan örnekler

üzerine 7-8 damla bazik fuksinli gliserin-jelatin eklenerek tespit ve boyama işlemi gerçekleştirilmiş ve bir aylık örnekten 5 paralel sabit preparat elde edilmiştir (Wodehouse, 1965). Preparatlar hazırlandıktan sonra Campbell vd. (2017) önerisine göre en az 300 polene ulaşıncaya kadar polen teşhis ve sayım işlemleri gerçekleştirilmiştir. Polen tayin ve sayım işlemleri Olympus BX51 ışık mikroskobunda ×40 objektifle gerçekleştirilmiştir. Polen tanımlamasında Bursa Uludağ Üniversitesi Palinoloji Laboratuvarında bulunan referans preparat koleksiyonundan ve arazi çalışması sırasında toplanarak referans preparat haline getirilmiş olan preparatlardan faydalanılmıştır.

3.4.2. Durham örneklerinin preparat haline getirilmesi ve inceleme

Durham polen tuzağına yerleştirilen lamlar alınarak laboratuvara getirilmiş, üzerine bazik fuksinli gliserin-jelatin karışımı damlatılarak 22 x 22 mm'lik lamelle kapatılmıştır. Bu işlem her ay alınan örnek için gerçekleştirilmiş ve preparatlar mikroskopta incelenmiştir. Işık mikroskobu ile incelenen her aylık örnek için 2 mm düşey aralıklarla ×40 objektifte polen sayım ve teşhisleri gerçekleştirilmiştir.

3.4.3. Tauber örneklerinden polen izolasyonu ve inceleme

Tauber tuzakları (T-iç ve T-dış) içerisinden alınan sıvı, her ay laboratuvara getirilerek 250 µm'lik elekten süzülmüş, içerisinde bulunan kaba parçacıklardan arındırılmıştır. Sıvı daha sonrasında santrifüj tüplerine alınarak, üzerlerine alkol (%96) eklenip çalkalandıktan sonra 3500 rpm'de 30 dakika santrifüj edilmiştir. Santrifüj sonrasında süpernatant kısım uzaklaştırılarak tüpler kurumaya bırakılmıştır. Kurutma işleminden sonra tüplere 5-6 damla bazik fuksinli gliserin-jelatin karışımı eklenerek tespit/boyama işlemleri yapılmıştır. Preparatlar ışık mikroskobunda ×40'lık objektifte incelenerek tam saha polen teşhis ve sayım işlemleri gerçekleştirilmiştir.

3.5. İstatiksel Analiz

Veriler Kolmogorov-Smirnov testi kullanılarak, her örnekleme için kaydedilen aylık polen verileri (%) normallik testine tabi tutulmuş ve verilerin normal dağılım göstermediği tespit edilmiştir (p<0.05). Bu nedenle istatistiksel analizlerde non-

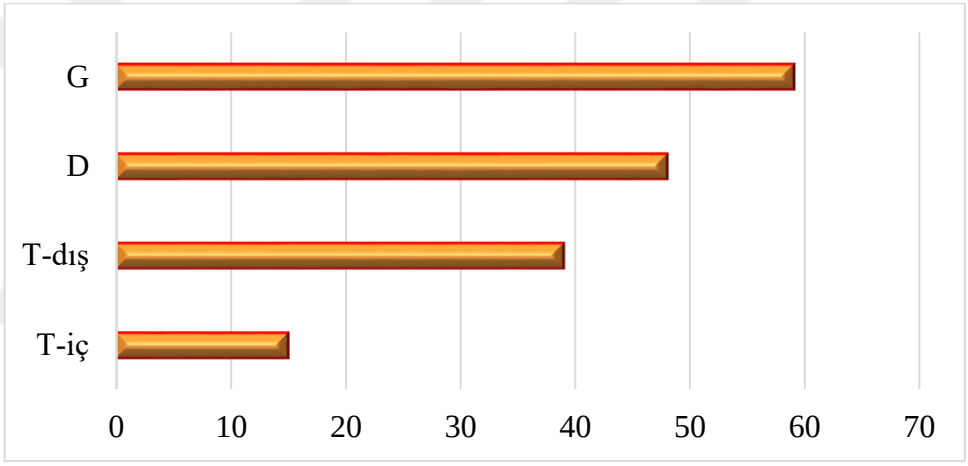
parametrik testler uygulanmıştır. Takson değerlerinin farklı örneklemeler arasında anlamlı bir farklılık gösterip göstermediğini belirlemek için Kruskal-Wallis testi yapılmıştır. Bu istatistiksel analizler için IBM SPSS versiyon 22.0 (SPSS-Chicago, Illinois, ABD) kullanılmıştır**.**

4. BULGULAR

4.1. Yıllık Veriler

4.1.1. Takson sayıları

Çalışmada toplam 66 taksona ait polen tanımlanmıştır. En fazla polen tipi bulunduran örnekleme metodu, tayin edilen ve sayılan 59 taksona ait polen ile guano olarak kaydedilirken, bunu 48 polen tipi ile Durham tuzağı, 39 polen tipi ile mağara dışarısındaki Tauber tuzağı ve 15 polen tipi ile mağara içerisindeki Tauber tuzağı takip etmiştir (Şekil 4.1.).



Şekil 4.1. Farklı örnekleme metodlarına göre tayin edilen ve sayılan polen tiplerine ait sayıların karşılaştırılması: Guano (G), Durham (D), Mağara dışı Tauber (T-dış) ve Mağara içi Tauber (T-iç)

4.1.2. Taksonların dağılımı

Polenleri tanımlanan 66 bitki taksonundan 14 tanesi her örnekleme metodu ile elde edilen preparatlarda (G, D, T-iç, T-dış) görülmüştür. Bu taksonlar; *Abies*, Amaranthaceae/Chenopodiaceae, Brassicaceae, *Betula*, *Corylus*, Cupressaceae/Taxaceae, *Fraxinus*, Poaceae, *Juglans*, *Olea europaea*, *Pinus*, *Platanus*, *Quercus*, *Rumex* ve Urticaceae'dir (Çizelge 4.1.).

Çalışma boyunca toplam 59 taksona ait polenin tanımlandığı taze yarasa guanosunda, 14 takson sadece guano örneklerinde kaydedilmiştir. Bu taksonlar; *Bellis*, Campanulaceae, *Centaurea*, Lamiaceae, *Nerium*, *Fragaria*, *Portulacca*, Scrophulariaceae, Iridaceae, *Zea*, *Cirsium*, *Sonchus asper*, *Vicia* ve *Anthemis nobilis*'tir (Çizelge 4.1.).

Sadece guanodan ve Durham tuzağından elde edilen preparatlarda kaydedilen ortak takson sayısı 11 iken, sadece guanodan ve Tauber-dış tuzağından elde edilen preparatlarda bulunan ortak takson sayısı 3'tür. Sadece guanoda ve Durham tuzağında ortak olarak bulunan taksonlar; *Acer*, *Aesculus*, *Alnus*, *Ambrosia*, Boraginaceae, Dipsacaceae, *Helianthus annuus*, *Ostrya*, Rubiaceae, *Taraxacum* ve *Ulmus*'tur. Guano ve Tauber-dış arasında ortak olan 3 takson ise; *Artemisia*, Cichorioideae ve Fabaceae'dir. Mağara içerisinde bulunan Tauber tuzağında tanımlanan taksonların ise *Poterium* hariç tümü guano ile benzerlik göstermektedir (Çizelge 4.1.).

Durham tuzağından alınan örneklerde, çalışma süresince tanımlanan taksonlar arasından; sadece Apiaceae ve *Celtis* bu örneklemeye özgü bulunmuştur. Tauber tuzağından alınan örneklerde tanımlanan taksonlar arasından ise sadece *Geranium* burada tanımlanmıştır. Sadece Durham ve Tauber tuzaklarından alınan örneklerde tanımlanan ve guanoda tanımlanmamış olan 4 taksona ait polen bulunmaktadır ki bunlar; Cistaceae, *Fagus*, *Poterium* ve *Ranunculus* polenleridir (Çizelge 4.1.).

Çizelge 4.1. Guano (G), Durham (D), Mağara dışı Tauber (T-dış) ve Mağara içi Tauber (T-iç) tuzaklarından elde edilen yıllık toplam polen verilerine ait yüzde (%) değerleri

	G	**D**	**T-dış**	**T-iç**
Acer	0,66	0,12		
Abies	5,65	2,61	3,15	1,79
Aesculus	0,03	0,07		
Alnus	1,46	0,84		
Apiaceae		0,02		
Amarathaceae/Chenopodiaceae	6,42	1,31	0,99	16,07
Ambrosia	0,63	0,05		
Anthemis nobilis	0,21			
Apiaceae	1,05	0,18	0,08	
Artemisia	0,07		0,04	

Çizelge 4.1. Guano (G), Durham (D), Mağara dışı Tauber (T-dış) ve Mağara içi Tauber (T-iç) tuzaklarından elde edilen yıllık toplam polen verilerine ait yüzde (%) değerleri (Devam)

Bellis	0,80			
Boraginaceae	0,17	0,08		
Betula	2,23	4,07	1,73	
Brassicaceae	0,03	0,13	0,24	1,79
Campanulaceae	0,03			
Carpinus	5,86	5,92	1,81	
Castanea	1,36	1,03	1,69	
Centaurea	0,59			
Cedrus	0,59	1,50	0,04	
Celtis		0,02		
Cichorioideae	0,10		0,16	
Circium	0,17			
Cistaceae		0,03	0,39	
Corylus	0,94	1,82	0,59	1,79
Cupressaceae/Taxaceae	3,42	5,06	11,11	8,93
Cyperaceae	0,03	0,03	0,43	
Dipsacaceae	0,10	0,05		
Erica	0,45	0,47	0,12	
Fabaceae	1,64		0,04	
Fagus		2,02	0,99	
Fraxinus	2,51	0,81	0,87	10,71
Fragaria	0,56			
Geranium			0,04	
Helianthus annuus	1,05	0,05		
Iridaceae	0,17			
Juncus	0,14	2,87	0,28	
Juglans	0,07	1,78	2,80	1,79
Lamiaceae	0,14			
Morus	1,33	0,40	0,51	
Nerium	0,17			
Olea europaea	0,59	0,74	2,13	8,93
Ostrya	0,03	0,40		
Pinus	14,27	24,92	14,22	23,21
Pistacia	0,07	0,34	0,95	
Plantago	2,27	0,50	0,32	
Platanus	0,87	6,25	2,09	10,71
Poaceae	22,99	8,86	8,35	1,79
Portulacca	0,10			

Çizelge 4.1. Guano (G), Durham (D), Mağara dışı Tauber (T-dış) ve Mağara içi Tauber (T-iç) tuzaklarından elde edilen yıllık toplam polen verilerine ait yüzde (%) değerleri (Devam)

Populus	0,10	0,45	0,12	
Poterium		0,37	0,12	1,79
Quercus	2,27	17,40	21,43	7,14
Ranunculus		0,02	0,04	
Rosaceae	0,17	0,86	0,67	
Rumex	0,98	1,24	0,47	1,79
Rubiaceae	0,14	0,03		
Salix	0,94	0,24	0,39	
Scrophulariaceae	0,14			
Sonchus asper	0,17			
Taraxacum	6,66	0,07		
Tilia	1,43	0,57	17,77	
Typha	0,07	2,02	0,95	
Ulmus	1,08	0,52		
Urticaceae	1,40	0,76	1,81	1,79
Vicia	0,10			
Xanthium	1,33	0,10	0,08	
Zea	0,94			
TOPLAM	**100,00**	**100,00**	**100,00**	**100,00**

4.1.3. Dominant polenler

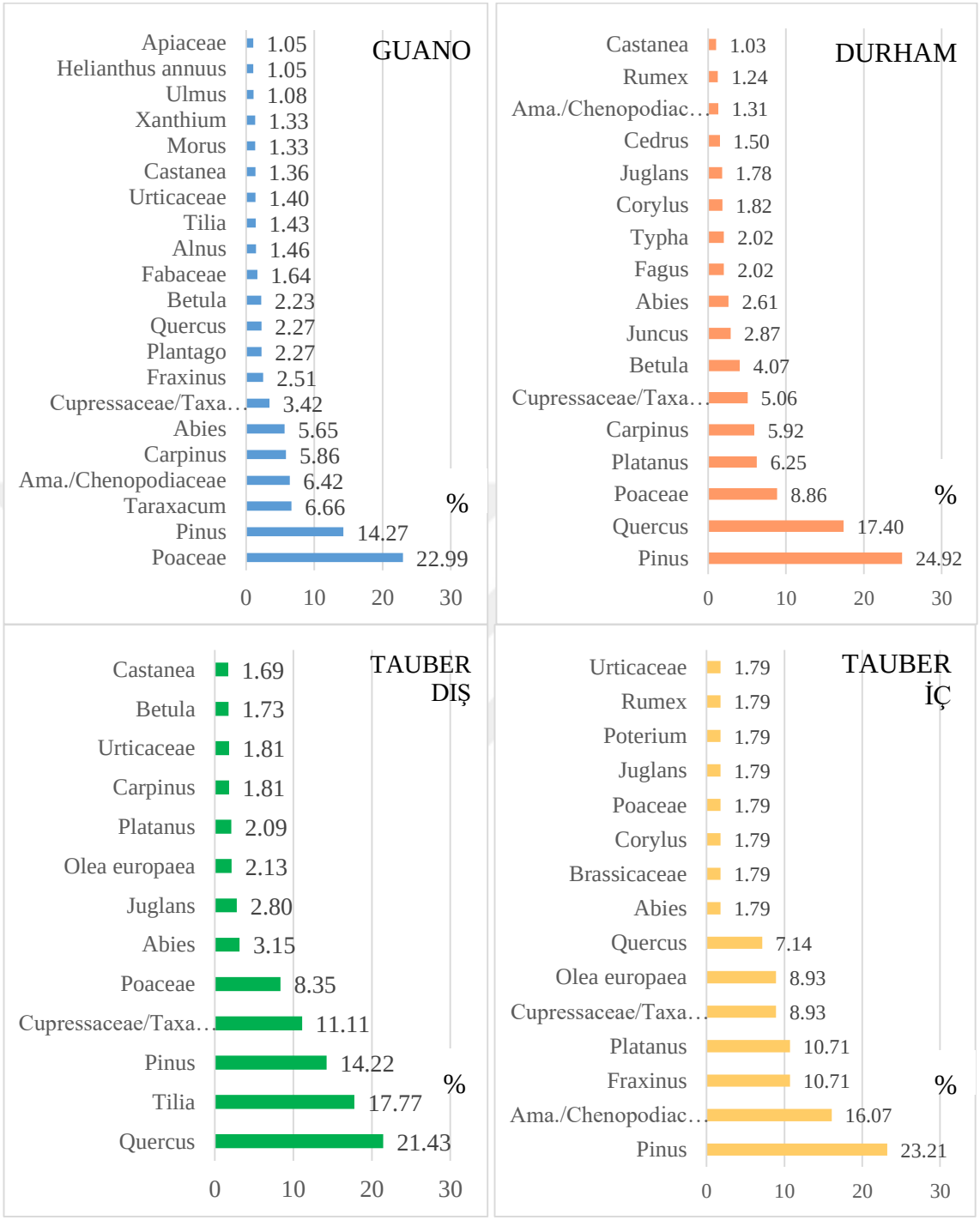
Her bir örnekleme yöntemi sonucunda elde edilen bulgular doğrultusunda toplam polen sayısının %1'inden fazla bulunan taksonlar her örnekleme metodu için ayrı ayrı dominant olarak kabul edilmiştir. Bu doğrultuda taze yarasa guanosunda 21 takson dominant olarak kaydedilmiş olup, en fazla görülen polenler; Poaceae, *Pinus*, *Taraxacum*, Amaranthaceae/Chenopodiaceae, *Carpinus* ve *Abies*'tir (Şekil 4.2.).

Durham tuzağından elde edilen atmosferik polen verilerine göre 17 takson dominant olarak kaydedilmiştir. Bunlardan en fazla bulunanlar; *Pinus*, *Quercus*, Poaceae, *Platanus*, *Carpinus*, Cupressaceae/Taxaceae, *Betula*, *Juncus*, *Abies*, *Fagus*, *Typha*, *Corylus* ve *Junglans*'tır (Şekil 4.2.).

Mağara dışarısına yerleştirilen Tauber tuzağı ile sedimana katılan polen verilerinin incelenmesinde; 13 taksona ait polen dominant olarak kabul edilmiştir, bunlardan en fazla bulunanlar; *Quercus, Tilia, Pinus*, Cupressaceae/Taxaceae ve Poaceae polenleridir (Şekil 4.2.).

Mağara içerisine yerleştirilen Tauber tuzağından alınan verilere göre 15 dominant takson tanımlanmıştır. *Pinus*, Amaranthaceae/Chenopodiaceae, *Fraxinus*, *Platanus*, Cupressaceae/Taxaceae, *Olea europaea* ve *Quercus* polenleri yıl boyu sayıca en fazla olan taksonlardır (Şekil 4.2.).

Tüm örnekleme yöntemlerinde ve hem atmosferden hem sedimana dâhil olan polenlerden ve hem de guanodan elde edilen yıllık palinolojik veriler ışığında hepsinde ortak olan dominant taksonlar 5 tanedir. Bu taksonlar; *Pinus*, *Quercus*, Poaceae, Cupressaceae/Taxaceae ve *Abies*'tir. En fazla dominant takson sayısı guanoda tanımlanmış olup bu taksonlardan 9 tanesi sadece guanoda dominant olarak kaydedilmiştir. Bunlar; *Taraxacum*, *Plantago*, Fabaceae, *Alnus*, *Morus*, *Xanthium*, *Ulmus*, *Helianthus annuus* ve Apiaceae'dir (Şekil 4.2.). Sadece Durham tuzağından alınan örneklerde dominant taksonlar arasında yer alanlar ise; *Juncus*, *Fagus*, *Typha* ve *Cedrus*'tur. Mağara dışına yerleştirilen Tauber tuzağında kaydedilen dominant taksonlar ise en az bir tane farklı örnekleme metodunda dominant olarak yer almıştır. Tauber tuzaklarında dominant olan sadece bir takson dikkatleri çekmiştir; *Olea europaea* hem mağara dışındaki Tauber tuzağında hem de mağara içindeki Tauber tuzağında dominant taksonlar arasında yer almıştır. Toplam polen sayısı oldukça az olan mağara içindeki Tauber tuzağında tanımlanan tüm taksonlar dominant olarak kaydedilmiştir (Şekil 4.2.). Bu durum polen sayısının yetersizliğinden dolayı ve mağara ortamlarında havada bulunan polen miktarı (bitki bulunmayışı) ele alındığında olası ve beklenen bir durumdur.



Şekil 4.2. Kaydedilen dominant taksonlar ve örneklemelere göre dağılımları

4.2. Aylık Veriler

4.2.1. Takson sayılarının aylık varyasyonu

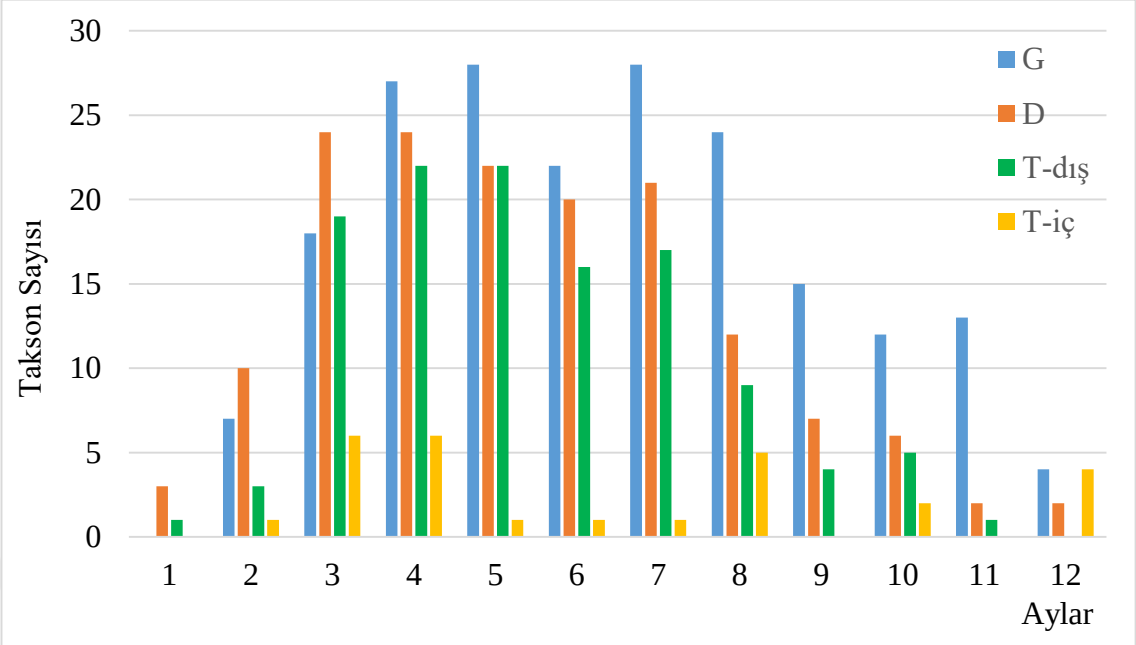
Teşhis ve sayımları yapılan polenlerin aylara göre ve farklı örnekleme metotlarına göre takson sayılarında değişiklik gösterdikleri görülmüştür;

Guano örneklemesi için toplamda yıllık 59 polen tipi kaydedilirken; bu taksonların yıl içerisindeki varyasyonlarında Mayıs ve Temmuz ayında 2 pikin varlığı dikkat çekmektedir. Guano örneklemesinde Ocak ayındaki guano örneğinde hiç polen kaydedilememiş, yarasaların hibernasyonda oldukları dönemlerde takson sayılarının, aktif oldukları döneme göre daha düşük olduğu görülmüştür (Şekil 4.3.).

Durham tuzağı ile yapılan örneklemede yıl boyunca 48 polen tipi teşhis edilmiş olmakla beraber, bahar ve erken yaz aylarında atmosferde polen çeşitliliğinin yüksek, sonbahar ve kış aylarında düşük olduğu göze çarpmaktadır. Durham tuzağından alınan verilere göre 24 takson ile çeşitliliğin en yüksek olduğu aylar Mart ve Nisan ayları olarak kaydedilmiştir (Şekil 4.3.).

Mağara dışarısına kurulan Tauber tuzağından alınan örneklerde yapılan teşhis ve sayımlarda yıllık toplam 39 polen tipi kaydedilmiştir. Durham tuzağından alınan örneklerde olduğu gibi mağara dışı Tauber tuzağından alınan örneklerde de polen çeşitliliği sonbahar ve kış aylarında çok düşük olarak kaydedilmekle birlikte Aralık ayında alınan örnekte polene rastlanmamıştır. En yüksek polen çeşitliliği ise 22 takson ile Nisan ve Mayıs aylarında kaydedilmiştir (Şekil 4.3.).

Mağara içerisine kurulan Tauber tuzağı, pasif polen taşınımını görüntülemeyi hedeflediğinden vejetasyonla ilişkilendirilmesi beklenmemektedir. Ancak Durham tuzağında olduğu gibi polen çeşitliliğinin Mart ve Nisan aylarında en yüksek seviyede olması dikkat çekici bulunmuştur (Şekil 4.3.).



Şekil 4.3. Çalışmada farklı örnekleme metodlarına göre polen çeşitlişliğinin aylık varyasyonu (Guano (G), Durham (D), Mağara dışı Tauber (T-dış) ve Mağara içi Tauber (T-iç))

4.2.2. Polen miktarlarının yıl içi aylık varyasyonu

Çalışmada 3 farklı metoda göre 4 ayrı örnekleme (G, D, T-dış, T-iç) gerçekleştirilmiş ve her örnekleme için aylara göre tespit edilen polenlerin toplam polen sayısına oranları belirlenerek aylık varyasyonları değerlendirilmiştir;

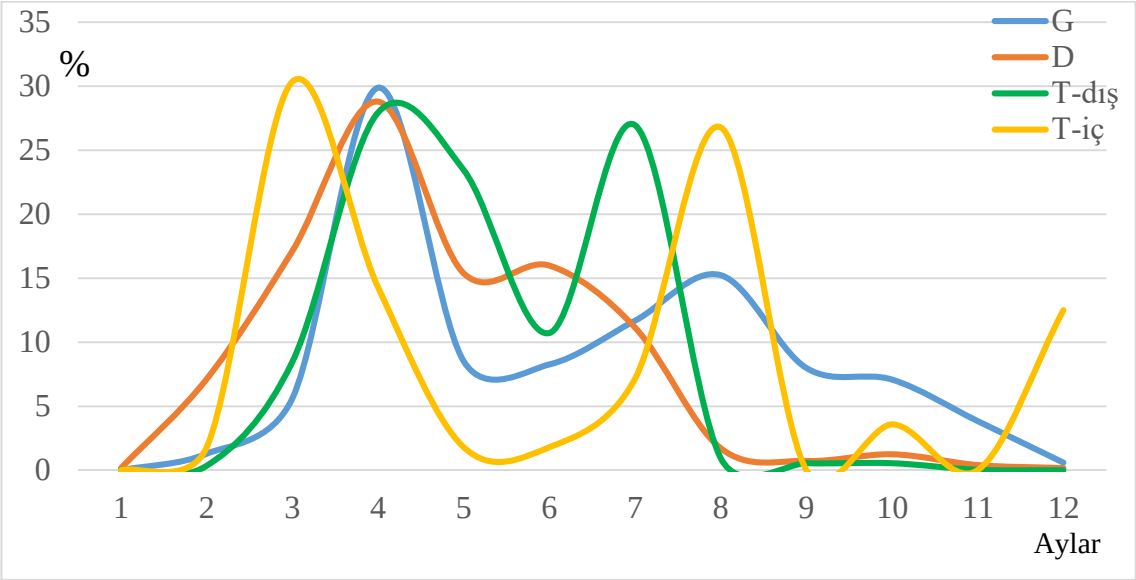
Taze yarasa guanosunda Ocak ayında polen bulunmamakla birlikte, guanodaki polen miktarı Şubat ayı itibariyle yükselmeye başlamış ve Nisan ayında, yıllık toplam polen sayısının %29,89'unu temsil edecek şekilde pik yapmıştır. Nisan ayı guanoda en yüksek polen miktarının tespit edildiği ay olarak kaydedilmiştir. Bu aydan itibaren polen miktarı düşmeye başlamıştır ve Mayıs ayında yıllık toplam polen sayısının %8,51'i ile bahar ve yaz aylarının en düşük oranını vermiştir. Haziran ve Temmuz aylarında yeniden yükselmeye başlayan guanodaki polen miktarı Ağustos ayında ikinci bir pik yapmış, ancak bu zayıf pik yıllık toplam polen miktarının %15,24'ünü temsil etmiştir. Polen miktarı Ağustos ayından sonra yıl sonuna doğru kademeli azalış göstererek yarasaların hibernasyon dönemlerinde en düşük değerleri temsil etmiştir (Şekil 4.4.).

Atmosferik polen örneklemesinin yapıldığı Durham tuzağından elde edilen polen verilerine göre; Ocak ayı itibariyle artmaya başlayan polen miktarı, tespit edilen yıllık toplam polen miktarının aylık olarak en yüksek oranına Nisan ayında %28,80 ile ulaşmıştır. Nisan ayı, Durham tuzağı ile toplanan polenlerin en yüksek miktarda görüldüğü ay olarak kaydedilmiştir. Nisan ayında gerçekleşen pikten sonra Mayıs ayında azalan aylık toplam polen miktarı, Haziran ayında zayıf bir pik vermiş ve süre gelen diğer aylarda polen miktarı giderek azalmıştır (Şekil 4.4.).

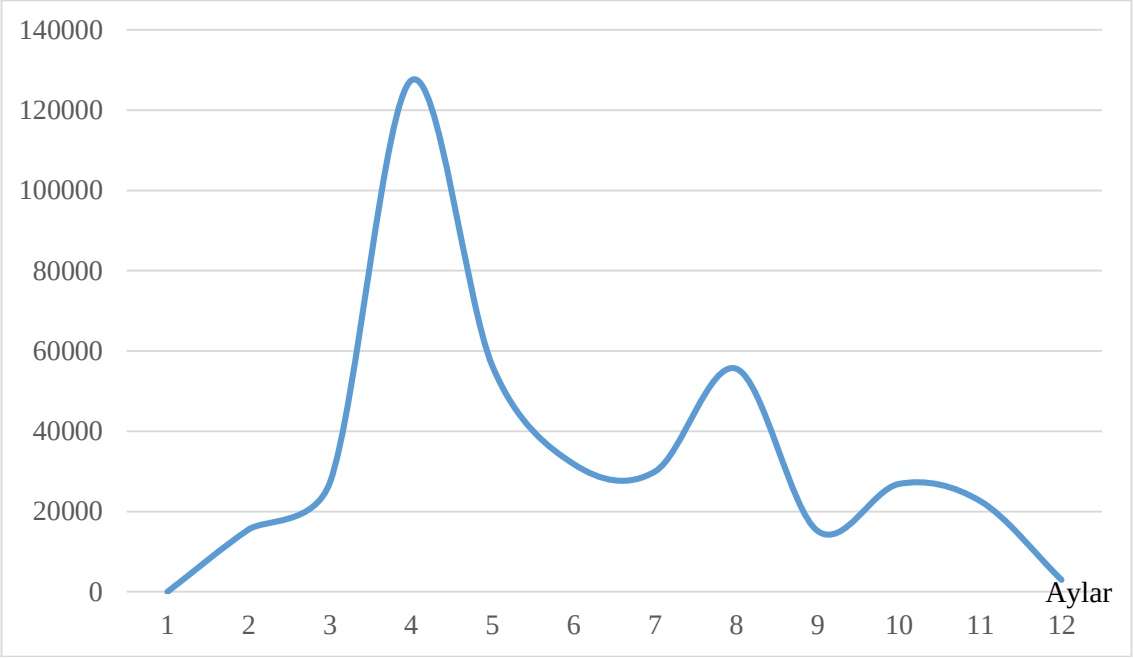
Mağara dışına yerleştirilen ve aylık olarak toprak sedimanına dâhil olan polen verilerinin elde edilmesini sağlayan Tauber tuzağından elde edilen veriler doğrultusunda; polen miktarının en yüksek olduğu ay, yıllık toplam polen miktarının %27,94'ü ile temsil edilen Nisan ayı olmuştur. Mayıs ve Haziran aylarında düşüş gösteren polen miktarı, Temmuz ayında yıllık toplam polen miktarının %26,95'ini temsil eden ikinci bir pikle ciddi anlamda yükselmiştir. Mağara dışarısındaki Tauber tuzağı tarafından tutulan polen miktarı Ağustos ayından itibaren yılsonuna kadar en düşük seviyelerde seyretmiştir (Şekil 4.4.).

Mağara içerisinde sedimana dahil olan polen verisinin elde edilmesini sağlayan Tauber tuzağından elde edilen polen miktarı diğer örneklemelerde elde edilen polen miktarlarına göre oldukça düşüktür. Yıl içerisinde toplam polen sayısına etki eden en önemli iki ay, yıllık toplam polen miktarının %30,36'sını temsil eden Mart ayı ve %26,79'unu temsil eden Ağustos ayıdır (Şekil 4.4.).

Guanoda toplam polen sayısında (TPS) yıl içerisinde bazı aylık dalgalanmaların olduğu belirlenmiştir (Şekil 4.5.). Özellikle Nisan ayında TPS'nin en yüksek düzeyde belirlenen ay olduğu gözlenmektedir. Nisan'ı takip eden aylarda ise TPS'de belirgin bir düşüş ve Ağustos ayında ise ikinci bir yükseliş yaşanmaktadır. Polen miktarlarındaki yıl içi varyasyon ve TPS'dan elde edilen yıllık verilerin birbirini tamamlar nitelikte olduğu bulunmuştur (Şekil 4.4., Şekil 4.5.).



Şekil 4.4. Farklı örneklemelerde teşhis ve sayımı yapılan polen miktarlarının yıl içi aylık varyasyonu (Guano (G), Durham (D), Mağara dışı Tauber (T-dış) ve Mağara içi Tauber (T-iç))



Şekil 4.5. Guanodaki toplam polen sayısının aylık varyasyonu

4.2.3. Taksonların aylara göre dağılımı

Ocak: Ocak ayında yarasalar hibernasyondan dolayı aya ait guanoda polen verisi bulunamamıştır. Yine aynı şekilde mağara içerisindeki Tauber tuzağında polen kaydedilmemiştir. Durham tuzağında Ocak ayında 3 taksona ait polen tanımlanmıştır. Bunlar; *Alnus*, Cupressaceae/Taxaceae ve *Fraxinus*'tur. Cupressaceae/Taxaceae aynı zamanda mağara dışına yerleştirilen Tauber tuzağında da tanımlanmıştır. Çizelge 4.2.'de aylık yüzdelere ait bilgiler verilmiştir.

Çizelge 4.2. Ocak ayı örneklemelerine ait polen verileri (%) (Guano (G), Durham (D), Mağara dışı Tauber (T-dış) ve Mağara içi Tauber (T-iç))

	G	D	T-dış	T-iç
Alnus		40,00		
Cupressaceae/Taxaceae		40,00	100,00	
Fraxinus		20,00		
TOPLAM	**0,00**	**100,00**	**100,00**	**0,00**

Şubat: Guano örneklemesinden toplam 7 takson tanımlanmış olup bu ayda tanımlanan taksonların Çizelge 4.3.'te görüldüğü gibi yüzdenin büyük bir kısmını Poaceae oluşturmuştur. *Bellis*'in guanoda artış göstermesi dikkatleri çekicidir. Durham tuzağında yakalanan polenlerden toplam 10 takson tanımlanmış olup, mağara dışı Tauber tuzağında olduğu gibi aylık yüzdenin büyük bir kısmını *Betula* oluşturmuştur. Mağara içerisine yerleştirilen Tauber tuzağında ise diğer örneklemelerde bulunmayan *Olea europaea* poleni tanımlanmıştır.

Çizelge 4.3. Şubat ayı örneklemelerine ait polen verileri (%) (Guano (G), Durham (D), Mağara dışı Tauber (T-dış) ve Mağara içi Tauber (T-iç))

ŞUBAT	G	D	T-dış	T-iç
Alnus		7,08		
Bellis	13,51			
Betula		51,18	66,67	
Carpinus		3,07		
Corylus		9,67		
Cupressaceae/Taxaceae		18,63	22,22	
Erica	2,70			
Fraxinus		0,94		
Olea europaea				100,00
Poaceae	59,46	0,24		

Çizelge 4.3. Şubat ayı örneklemelerine ait polen verileri (%) (Guano (G), Durham (D), Mağara dışı Tauber (T-dış) ve Mağara içi Tauber (T-iç)) (Devam)

Pinus	10,81	2,59	11,11	
Plantago	5,41			
Populus		5,19		
Taraxacum	5,41			
Ulmus	2,70	1,42		
TOPLAM	**100,00**	**100,00**	**100,00**	**100,00**

Mart: Bu ayda her dört örneklemede tanımlanan takson sayısı 32'dir. En fazla takson sayısı Durham tuzağından alınan örneklerde tanımlanmış olup, guanoda ise 18 takson tanımlanmıştır. Guanoda tanımlanan taksonların büyük bir bölümünü *Pinus*, *Carpinus* ve *Platanus* oluşturmaktadır. Mart ayında mağara içerisine yerleştirilen Tauber tuzağında 6 takson tanımlanmıştır (Çizelge 4.4.).

Çizelge 4.4. Mart ayı örneklemelerine ait polen verileri (%) (Guano (G), Durham (D), Mağara dışı Tauber (T-dış) ve Mağara içi Tauber (T-iç))

MART	G	D	T-dış	T-iç
Acer	2,48	0,59		
Abies		0,69	5,12	
Alnus	7,45	1,57		
Bellis	1,86			
Betula	5,59	1,18	11,16	
Brassicaceae		0,39		
Carpinus	14,91	33,27	21,40	
Cichoroideae			0,47	
Corylus		5,59		
Cupressaceae/Taxaceae	0,62	11,78	17,21	11,76
Cyperaceae			1,40	
Erica	0,62	1,86	0,93	
Fagus		10,40	7,91	
Fraxinus	0,62	0,29	1,40	35,29
Juglans		1,77	6,98	
Morus	6,83	1,96	1,86	
Olea europaea				5,88
Ostrya		2,06		
Pinus	18,63	4,42	6,51	
Pistacia				
Plantago	1,24			
Platanus	13,04	9,52	3,72	29,41
Poaceae	1,86	2,55	2,79	
Fragaria	8,07			

Çizelge 4.4. Mart ayı örneklemelerine ait polen verileri (%) (Guano (G), Durham (D), Mağara dışı Tauber (T-dış) ve Mağara içi Tauber (T-iç)) (Devam)

Populus		0,20		
Quercus	4,35	6,28	5,12	11,76
Rosaceae		0,29	0,47	
Rumex	5,59		0,47	
Salix		0,39	0,47	
Taraxacum	4,35	0,10		
Ulmus	1,86	2,26		
Urticaceae		0,59	4,65	5,88
TOPLAM	**100,00**	**100,00**	**100,00**	**100,00**

Nisan: Nisan ayında en yüksek takson sayısı guanoda bulunmuştur; toplam 27 takson tanımlanmış olup bu polenlerin büyük bir kısmını *Taraxacum* oluşturmuştur. Yine guano örneğinde toplam polen miktarına en büyük katkıyı sağlayan takson *Carpinus* olmuştur. Nisan ayında guanoda kaydedilen taksonların 7 tanesi sadece guanoda tanımlanmıştır (Çizelge 4.5.).

Çizelge 4.5. Nisan ayı örneklemelerine ait polen verileri (%) (Guano (G), Durham (D), Mağara dışı Tauber (T-dış) ve Mağara içi Tauber (T-iç))

NİSAN	**G**	**D**	**T-dış**	**T-iç**
Acer	1,37	0,06		
Abies		2,22	6,49	
Aesculus		0,06		
Alnus	2,73			
Amarathaceae/Chenopodiaceae				25,00
Bellis	1,71			
Betula	5,81	0,70	1,41	
Brassicaceae	0,11	0,12	0,85	
Carpinus	16,17			
Corylus	3,08	0,58	2,12	12,50
Cupressaceae/Taxaceae	9,11	3,44	16,93	12,50
Cyperaceae			1,13	
Erica	1,14	0,18		
Fagus			0,85	
Fraxinus	7,74	1,87	2,68	
Juglans		2,86	4,09	12,50
Fabaceae	0,11			
Mercurialis	2,39			
Morus	2,96	0,18	0,42	

Çizelge 4.5. Nisan ayı örneklemelerine ait polen verileri (%) (Guano (G), Durham (D), Mağara dışı Tauber (T-dış) ve Mağara içi Tauber (T-iç)) (Devam)

Olea europaea			0,42	
Ostrya		0,18		
Pinus	6,38	23,64	0,85	12,50
Pistacia			1,27	
Plantago	0,57		0,14	
Platanus	0,46	14,07	5,92	
Fragaria	0,34			
Poaceae	7,74	0,64	4,65	
Populus	0,34	0,12		
Poterium		0,06		
Quercus	0,23	45,36	46,26	25,00
Ranunculus		0,06	0,14	
Rosaceae	0,57	2,22	1,55	
Rumex	2,05	0,58	0,28	
Salix	3,08	0,58	1,27	
Taraxacum	18,56	0,12		
Iridaceae	0,11			
Ulmus	3,08	0,12		
Urticaceae	2,05		0,28	
TOPLAM	**100,00**	**100,00**	**100,00**	**100,00**

Mayıs: Mayıs ayında tüm örneklemelerde toplam 40 takson tanımlanmış olup çalışma süresi boyunca en fazla taksonun tanımlandığı ay olmuştur. Guanoda 28 takson tanımlanmış olup diğer üç örneklemeye göre takson sayısı daha fazladır. Durham ve mağara dışında bulunan Tauber tuzağında eşit sayıda takson tanımlanarak taksonlar büyük oranlarda benzerlik göstermiştir (Çizelge 4.6.).

Çizelge 4.6. Mayıs ayı örneklemelerine ait polen verileri (%) (Guano (G), Durham (D), Mağara dışı Tauber (T-dış) ve Mağara içi Tauber (T-iç))

MAYIS	G	D	T-dış	T-iç
Acer	0,41			
Abies	7,79	9,84	3,36	
Aesculus	0,41			
Alnus	2,46			
Amarathaceae/Chenopodiaceae	0,41			
Betula	0,82	0,11	0,34	
Brassicaceae		0,11		
Carpinus	0,82			
Centaurea	2,05			
Celtis		0,11		
Circium	1,64			
Cistaceae	0,00	0,00	0,67	
Cupressaceae/Taxaceae	1,64	0,11	11,60	
Erica		0,66	0,17	
Fagus	0,00	1,20	0,34	
Fraxinus	1,23	0,77		
Geranium	0,00	0,00	0,17	
Juglans	0,41	4,15	4,54	
Lamiaceae	0,41	0,00	0,00	
Fabaceae	1,64	0,00	0,00	
Morus	0,41	0,00	1,01	
Olea europaea	2,05	0,98	5,21	
Ostrya	0,41			
Pinus	35,25	45,46	28,91	
Pistacia	0,41	0,44	2,02	
Plantago	3,28	0,44	0,67	
Platanus		2,95	0,50	
Poaceae	23,77	6,34	5,04	
Populus		0,11	0,50	
Poterium		2,19	0,50	100,00
Quercus	6,15	20,00	31,26	
Rosaceae		0,44	0,50	
Rumex		3,28	1,01	
Rubiaceae	0,82			
Scrophulariaceae	1,23			
Taraxacum	0,41	0,11		
Tilia	1,64			
Iridaceae	0,82			
Umbelliferae	1,23		0,17	
Urticaceae		0,22	1,51	
TOPLAM	**100,00**	**100,00**	**100,00**	**100,00**

Haziran: Haziran ayında da yine en fazla takson sayısı guanoda tanımlanmıştır. Bu ayda guanoda dominantlar arasında ilk sırada *Abies* yer alırken Durham ve mağara dışı Tauber tuzaklarında dominantlar arasında ilk sırada *Pinus* yer almıştır. Mağara içi Tauber tuzağında ise sadece *Pinus* tanımlanmıştır (Çizelge 4.7.).

Çizelge 4.7. Haziran ayı örneklemelerine ait polen verileri (%) (Guano (G), Durham (D), Mağara dışı Tauber (T-dış) ve Mağara içi Tauber (T-iç))

HAZİRAN	G	D	T-dış	T-iç
Acer	0,84			
Abies	32,91	1,58	1,10	
Aesculus		0,32		
Apiaceae		0,11		
Amarathaceae/Chenopodiaceae	0,84			
Anthemis nobilis	2,53			
Betula	0,84		0,74	
Brassicaceae		0,11		
Castanea		1,05	6,25	
Centaurea	0,42			
Cistaceae			1,47	
Cupressaceae/Taxaceae	0,84	1,37	16,54	
Cyperaceae		0,11		
Erica	0,42			
Fagus		0,32		
Helianthus	0,42			
Juglans	0,42	0,11		
Lamiaceae	0,84			
Fabaceae	2,53		0,37	
Morus		0,11		
Olea europaea	3,80	3,58	6,62	
Pinus	22,78	48,16	41,54	100,00
Pistacia	0,42	1,58	0,74	
Plantago	2,11	1,16	0,37	
Platanus		0,74		
Poaceae	16,03	36,91	19,12	
Poterium		0,11		
Quercus	5,49	1,16	2,57	
Rosaceae			0,37	
Rumex		0,74	0,74	
Taraxacum	0,42			
Tilia	0,84	0,74		
Typha			0,37	
Umbelliferae	3,80			
Urticaceae	0,42		1,10	
TOPLAM	**100,00**	**100,00**	**100,00**	**100,00**

Temmuz: Takson sayısı bakımından en fazla taksona sahip guano; 28 takson ile Temmuz ayında kaydedilmiştir. Poaceae, *Castanea* ve *Tilia* taksonlarının polenleri Temmuz ayı guano örneğinde bulunan dominantlar arasında ilk üç sırada yer almaktadır. Fabaceae sadece guanoda tanımlanmış olup, aynı zamanda Temmuz ayında guanoda dominantlar arasında yer almıştır (Çizelge 4.8.).

Çizelge 4.8. Temmuz ayı örneklemelerine ait polen verileri (%) (Guano (G), Durham (D), Mağara dışı Tauber (T-dış) ve Mağara içi Tauber (T-iç))

TEMMUZ	G	D	T-dış	T-iç
Abies	8,06	0,45		
Amarathaceae/Chenopodiaceae	1,19	0,45		
Artemisia	0,30			
Boraginaceae	0,30	0,75		
Campanulaceae	0,30			
Castanea	11,04	7,54	3,80	
Centaurea	0,30			
Cichoroideae			0,15	
Circium	0,30			
Cistaceae		0,30	0,15	
Cupressaceae/Taxaceae	0,60	0,75	0,44	25,00
Cyperaceae	0,30	0,15		
Helianthus	8,06	0,45		
Juncus		25,34	1,02	
Lamiaceae	0,30			
Fabaceae	8,06			
Nerium	0,90			
Olea europaea	0,30	0,15	0,29	
Pinus	4,78	19,46	7,16	50,00
Pistacia		0,15	0,15	
Plantago	8,66	2,26	0,15	
Poaceae	25,37	9,35	12,72	
Quercus	3,58		1,17	
Rosaceae		0,90	0,15	
Rumex		4,07	0,15	25,00
Rubiaceae	0,60	0,30		
Scrophulariaceae	0,30			
Tilia	10,45	3,92	65,79	
Typha	0,60	17,65	3,36	
Iridaceae	0,30			
Umbelliferae	3,28	1,21	0,15	
Zea	0,60			
Urticaceae	0,30	4,37	3,22	
Vicia	0,90			
TOPLAM	**100,00**	**100,00**	**100,00**	**100,00**

Ağustos: Ağustos ayında guano örneğinde polenleri tanımlanan takson sayısı dikkat çekici bir şekilde 24 olarak kaydedilmiştir. Guanoda aylık olarak kaydedilen polenlerin yaklaşık yarısını Poaceae familyasına ait polenlerin oluşturuyor olması ise dikkat çeken ikinci ayrıntıdır (Çizelge 4.9.).

Çizelge 4.9. Ağustos ayı örneklemelerine ait polen verileri (%) (Guano (G), Durham (D), Mağara dışı Tauber (T-dış) ve Mağara içi Tauber (T-iç))

AĞUSTOS	**G**	**D**	**T-dış**	**T-iç**
Abies	6,18	1,96		
Amarathaceae/Chenopodiaceae	10,07	44,12	20,83	40,00
Ambrosia	1,83	0,98		
Artemisia	0,23		4,17	
Boraginaceae	0,92			
Castanea	0,46	0,98		
Centaurea	0,23			
Cistaceae			4,17	
Cupressaceae/Taxaceae	0,69	9,80	8,33	6,67
Helianthus annus	0,23			
Juncus	0,92	2,94		
Fabaceae	2,06			
Nerium	0,46			
Olea europaea	0,46			
Pinus	5,95	15,69	20,83	40,00
Plantago	0,69		4,17	
Platanus				6,67
Poaceae	51,03	8,82	16,67	6,67
Portulacca	0,69			
Quercus	1,14		16,67	
Taraxacum	3,89			
Tilia		0,98	4,17	
Typha		2,94		
Iridaceae	0,23			
Umbelliferae	0,69	2,94		
Urticaceae	2,29	6,86		
Xanthium	4,35	0,98		
Zea	4,35			
TOPLAM	**100,00**	**100,00**	**100,00**	**100,00**

Eylül: Eylül'de tüm örnekleme metotlarında toplam 17 taksona ait polen tanımlanmıştır. Bu 17 taksondan sadece 2 tanesi guanoda görülmemiştir. Bu taksonlar Cichorioideae ve Cupressaceae/Taxaceae'dir. Durham ve Tauber tuzaklarında Eylül ayında tanımlanan takson sayısı guanoda tanımlananlara göre sayıca oldukça azdır. Durham ve Tauber tuzaklarında polenlerin büyük bir kısmını Amaranthaceae/Chenopodiaceae familyalarına ait polenler oluştururken guanoda ise farklı olarak ilk sırada Poaceae yer almıştır (Çizelge 4.10.).

Çizelge 4.10. Eylül ayı örneklemelerine ait polen verileri (%) (Guano (G), Durham (D), Mağara dışı Tauber (T-dış) ve Mağara içi Tauber (T-iç))

EYLÜL	**G**	**D**	**T-dış**	**T-iç**
Abies	4,80			
Amarathaceae/Chenopodiaceae	20,09	58,14	78,57	
Ambrosia	3,49	2,33		
Centaurea	3,93			
Cichoroideae			7,14	
Cupressaceae/Taxaceae		4,65	7,14	
Dipsacaceae	1,31	6,98		
Helianthus annus	0,44			
Pinus	24,89	4,65	7,14	
Plantago	1,75			
Poaceae	27,95	11,63		
Quercus	0,44			
Sonchus asper	2,18			
Umbelliferae	0,44			
Urticaceae	0,44			
Xanthium	5,24	11,63		
Zea	2,62			
TOPLAM	**100,00**	**100,00**	**100,00**	

Ekim: Palinolojik incelemelerdde toplam 12 takson tanımlanmış olup guanoda bu taksonların hepsi tanımlanmıştır. Guanoda aylık yüzdenin büyük bir kısmını Amaranthaceae/Chenopodiaceae ve Poaceae oluşturmaktadır (Çizelge 4.11.).

Çizelge 4.11. Ekim ayı örneklemelerine ait polen verileri (%) (Guano (G), Durham (D), Mağara dışı Tauber (T-dış) ve Mağara içi Tauber (T-iç))

EKİM	G	D	T-dış	T-iç
Amarathaceae/Chenopodiaceae	28,57	6,76	64,29	50,00
Ambrosia	0,49	1,35		
Cedrus	5,42	83,78	7,14	
Cichoroideae	0,99		7,14	
Cupressaceae/Taxaceae	0,49	1,35	7,14	
Poaceae	27,59	5,41		
Pinus	24,14			50,00
Plantago	2,96			
Quercus	3,94			
Umbelliferae	0,99			
Urticaceae	1,48	1,35		
Xanthium	2,96		14,29	
TOPLAM	**100,00**	**100,00**	**100,00**	**100,00**

Kasım: Kasım'da guanoda toplam 13 takson tanımlanmış olup Durham tuzağı örneklerinde 2 ve mağara dışındaki bulunan Tauber tuzağında ise sadece 1 taksona ait polen tanımlanmıştır. Guanoda yine aylık yüzdenin önemli bir kısmını Poaceae, Amaranthaceae/Chenopodiaceae ve *Pinus* polenleri oluşturmaktadır (Çizelge 4.12.).

Çizelge 4.12. Kasım ayı örneklemelerine ait polen verileri (%) (Guano (G), Durham (D), Mağara dışı Tauber (T-dış) ve Mağara içi Tauber (T-iç))

KASIM	G	D	T-dış	T-iç
Amarathaceae/Chenopodiaceae	25,45			
Ambrosia	0,91			
Cedrus	5,45	87,50		
Cichoroideae	0,91			
Cupressaceae/Taxaceae	4,55	12,50	100,00	
Poaceae	30,00			
Pinus	26,36			
Plantago	0,91			
Quercus	1,82			
Rumex	0,91			
Umbelliferae	0,91			
Urticaceae	0,91			
Xanthium	0,91			
TOPLAM	**100,00**	**100,00**	**100,00**	

Aralık: Aralık ayında guanoda 4 takson, mağara içerisinde bulunan Tauber tuzağında 4 takson, Durham tuzağında 2 taksona ait polen tanımlanmış olup, mağara dışında bulunan Tauber tuzağında ise polen kaydedilmemiştir. Durham tuzağında tanımlanan *Cedrus* ve Cupressaceae/Taxaceae polenleri guanoda tanımlanmamıştır. Guanoda Poaceae, Amaranthaceae/Chenopodiaceae, *Pinus* ve Urticaceae polenleri tanımlanmıştır. Mağara içerisinde bulunan Tauber tuzağı ile sadece *Pinus* polenleri benzerlik göstermiştir (Çizelge 4.13.).

Çizelge 4.13. Aralık ayı örneklemelerine ait polen verileri (%) (Guano (G), Durham (D), Mağara dışı Tauber (T-dış) ve Mağara içi Tauber (T-iç))

ARALIK	G	D	T-dış	T-iç
Abies				14,29
Amarathaceae/Chenopodiaceae	5,88			
Brassicaceae				14,29
Cedrus		60,00		
Cupressaceae/Taxaceae		40,00		
Olea europaea				42,86
Pinus	11,76			28,57
Poaceae	52,94			
Urticaceae	29,41			
TOPLAM	**100,00**	**100,00**		**100,00**

4.3. Polen Verilerinin İstatiksel Analizi

Her bir takson için örneklemeden elde edilen palinolojik veriler istatiksel olarak analiz edilmiştir. Kruskal- Wallis testi ile taksona ait polenlerin örneklemeler arasında farklı olmadığı hipotezi test edilmiştir. Şekil 4.6.'da örneklemeler arası istatiksel olarak anlamlı farklılıkların bulunduğu taksonlar ve analiz sonuçları verilmiştir. Buna göre, yapılan non-parametrik Kruskal-Wallis testi sonucunda örneklemeler arası istatiksel olarak benzer olan taksonlar aynı harfle gösterilmiş ($p>0,05$), istatiksel olarak farklılık gösteren ($p<0,05$) taksonlar ise örneklemeler arası farklı harflerle gruplandırılmıştır. *Acer*, *Ambrosia, Helianthus* ve *Taraxacum* taksonlarında gerçekleştirilen istatiksel analizler sonucunda Tauber tuzakları ve guano örnekleri arasında anlamlı farklılıklar bulunurken, her ikisi de Durham örnekleriyle benzerlik göstermiştir. Durham ve Tauber-dış tuzakları arasında farklılık gösteren taksonlar Cichorioideae ve Cistaceae olmuştur. Guano

örneklerinde ise bu iki takson hem Durham hem de Tauberler örnekleriyle benzerlik gösterirken Durham ve Tauber-iç tuzakları anlamlı benzerlik sergilemiştir (Şekil 4.6.).

Cupressaceae/Taxaceae familyası polenleri için uygulanan istatiksel analizler sonucu Tauber-iç ve mağaradan örneklenen guanolardan elde edilen palinolojik sonuçlar, ikisi arasında istatiksel olarak anlamlı bir benzerlik olduğunu göstermiştir. Fakat mağara dışından sağlanan örneklemelerle aralarında anlamlı bir farklılık bulunmuştur. Tauber-dış ile Durham tuzakları ise kendi aralarında benzerdir (Şekil 4.6.).

Çalışma süresi boyunca guanoda çoğu ayda dominant olarak bulunan Poaceae familyası polenlerine bakıldığında guanonun diğer üç örnekleme ile anlamlı bir farklılığa sahip olduğu ve diğer üç örneklemede ise Durham ile Tauber-iç tuzaklarının kendi aralarında farklı oldukları görülmektedir. Tauber-dış ise Durham ile Tauber-iç arasında Poaceae polenleri açısından benzerlik görülmüştür (Şekil 4.6.).

Rosaceae'den elde edilen istatiksel sonuçlar Tauber-iç'in diğer örneklemelerden anlamlı bir farklılığa sahip olduğunu göstermektedir. Durham ve Tauber-dış arasında Rosaceae polenleri açısından benzerlik kaydedilmiştir (Şekil 4.6.).

Sadece guanoda farklılık arz eden takson sayısı 8'dir. Bu 8 takson diğer örneklemelerde istatiksel olarak benzerlik gösterirken guanoda anlamlı farklılıklar göstermiştir. Bunlar; *Bellis*, *Centaurea*, Lamiaceae, Fabaceae, *Plantago*, Iridaceae, Apiaceae ve *Zea*'dır. Bu taksonların guanoda anlamlı farklılıklar göstermesi dikkat çekicidir (Şekil 4.6.).

Çizelge. 4.14. Kruskal-Wallis testi sonucunda örneklemeler arasında oluşan fark grupları

	TAUBER- iç	**TAUBER- dış**	**DURHAM**	**GUANO**
Acer	0,00 ± 0,00 †	0,00 ± 0,00 †	0,05 ± 0,17 †ϕ	0,43 ± 0,78 ϕ
Ambrosia	0,00 ± 0,00 †	0,00 ± 0,00 †	0,39 ± 0,76 †ϕ	0,56 ± 1,08 ϕ
Bellis	0,00 ± 0,00 †	0,00 ± 0,00 †	0,00 ± 0,00 †	1,42 ± 3,87 ϕ
Centaurea	0,00 ± 0,00 †	0,00 ± 0,00 †	0,00 ± 0,00 †	0,58 ± 1,20 ϕ
Cichoroideae	0,00 ± 0,00 †	1,35 ± 2,87 ϕ	0,00 ± 0,00 †	0,16 ± 0,37 †ϕ
Cistaceae	0,00 ± 0,00 †	0,59 ± 1,27 ϕ	0,03 ± 0,09 †	0,00 ± 0,00 †
Cupressaceae/Taxaceae	4,66 ± 8,00 †	25,63 ± 35,39 ϕ	12,03 ± 14,27 ϕ	1,54 ± 2,70 †
Poaceae	0,56 ± 1,92 †	5,54 ± 7,22 †ϕ	6,82 ± 10,36 ϕ	26,98 ± 19,49 Θ
Helianthus annuus	0,00 ± 0,00 †	0,00 ± 0,00 †	0,04 ± 0,13 †ϕ	0,76 ± 2,30 ϕ
Lamiaceae	0,00 ± 0,00 †	0,00 ± 0,00 †	0,00 ± 0,00 †	0,13 ± 0,26 ϕ
Fabaceae	0,00 ± 0,00 †	0,03 ± 0,11 †	0,00 ± 0,00 †	1,20 ± 2,36 ϕ
Plantago	0,00 ± 0,00 †	0,50 ± 1,23 †	0,32 ± 0,70 †	2,30 ± 2,54 ϕ
Rosaceae	0,00 ± 0,00 †	0,28 ± 0,47 ϕ	0,32 ± 0,66 ϕ	0,05 ± 0,16 †ϕ
Taraxacum	0,00 ± 0,00 †	0,00 ± 0,00 †	0,03 ± 0,05 †ϕ	2,75 ± 5,37 ϕ
Iridaceae	0,00 ± 0,00 †	0,00 ± 0,00 †	0,00 ± 0,00 †	0,12 ± 0,24 ϕ
Apiaceae	0,00 ± 0,00 †	0,03 ± 0,06 †	0,35 ± 0,89 †	0,94 ± 1,30 ϕ
Zea mays	0,00 ± 0,00 †	0,00 ± 0,00 †	0,00 ± 0,00 †	0,63 ± 1,39 ϕ

5. TARTIŞMA ve SONUÇ

Gerçekleştirilmiş olan tez çalışması sonucunda en yüksek bitki taksonu sayısını guano sağlamıştır (Şekil 4.1.). Guanoda tanımlanan takson sayısının diğer örneklemelere göre daha fazla olmasının nedeni, yarasaların gece aktiviteleri sırasında atmosferik polen kontaminasyonunun yanı sıra beslendikleri böcekler aracılığıyla da diyetlerine kattıkları polenlerden kaynaklanmaktadır (Bogdanowicz vd., 2020). Aynı zamanda yarasa guanosunun atmosferik polen verilerini büyük oranda yansıttığı bildirilmektedir (Maher, 2006). Guano ile Durham arasında büyük bir benzerliğin olduğu görülmektedir (Çizelge 4.1.). Dolayısıyla Oylat mağarasından alınan guano örnekleri büyük oranda atmosferik polen verisini de temsil etmektedir. Fakat daha önce benzer bir eş zamanlı atmosferik polen ve guano örneklemesi gerçekleştirilmemiş olup, var olan çalışmalarda yarasa guanosu ile yosunlardan ve yüzey toprak örneklerinden eş zamanlı elde edilen palinolojik sonuçlar karşılaştırılmıştır (Basumatary ve Tripathi, 2021). Durham ve Tauber'den elde edilen palinolojik verilerin guano ile benzerlik gösterdiği ve guanonun palinolojik açıdan daha fazla sayıda bitki taksonunu barındırdığı kaydedilmiştir.

Yıl boyu her dört örneklemede de tanımlanan 14 ortak takson bulunmuştur (Çizelge 4.1.). Bu taksonların aslında çalışma bölgesine yakın bölgelerin de atmosferik polen içeriğini oluşturan başlıca taksonlar arasında yer aldığı görülmektedir (Bicakci vd., 1996; Erkara vd., 2007; Türe ve Böcük, 2009). Dolayısıyla bölgenin atmosferik yükünü temsil eden Durham ve sedimana dahil olan polen yükünü temsil eden Tauber tuzağı ve guano arasındaki benzerlik yarasa guanosunun aslında çevre vejetasyonuna ait taksonları temsil ettiğini kanıtlamaktadır. Atmosferik yollarla polen dağılımı evrimsel süreçte bitkiler arasında oldukça tercih edilen bir polen dağılım mekanizması olduğundan dolayı anemofil bitkilere ait polenlerin atmosferik kontaminasyonları da oldukça beklenir bir durumdur (Sofiev vd., 2013). Yarasaların sahip olduğu kürk yapısı da uçarken atmosferdeki poleni filtre etmesine neden olabilir (Maher, 2006; Bumrungsri vd., 2013). Bu yüzden tanımlanan bu 14 taksonun her örneklemede tanımlanmış olması oldukça doğaldır. Mağara içerisinde tanımlanmış olmalarının başlıca sebepleri arasında ise hava akımları ve yarasalar veya insanlar aracılığı ile kontaminasyon sonucu mağara içerisine dağılmış olmalarından kaynaklanabilir.

Diğer bir yandan sadece guanoda tanımlanan 14 taksonun, sadece guanoda tanımlanmış olması yarasa guanosundan elde edilecek olan palinolojik verilerin diğer örnekleme yöntemlerine göre vejetasyona ait daha detaylı verilerin elde edilmesini sağlaması açısından önemli bulunmuştur (Çizelge 4.1.). Yarasaların bu taksonları tozlaştıran böceklerle beslenmiş olma olasılıkları diğer ihtimallere göre daha tutarlıdır. Çünkü yarasa guanosunda tanımlanan entomofil taksonlara ait polenlerin kaynağı olarak tozlayıcı böcekler gösterilmektedir (Maher, 2006; Reis vd., 2024). Ayrıca atmosferik polen çalışmalarıyla atmosferde tanımlanan bazı bitki taksonlarına ait polenlerin hem rüzgarla hem de böceklerle tozlaşabildiği iyi bilinmektedir (Abrahamczyk vd., 2023). Fakat yarasa guanosu ve bu taksonlar arasındaki ilişkiye ait literatürün oldukça sınırlı olması verilerin yorumlanmasında birtakım zorluklar yaratmaktadır. Dolayısıyla bu konuda daha fazla çalışmaya ihtiyaç duyulmaktadır.

Tanımlanan dominant taksonlardan bir kısmının örneklemeler arasında benzer olduğu görülmektedir (Şekil 4.2.). Bu taksonların atmosferik çalışmaların çoğunda aslında dominant olarak tanımlandıkları bildirilmektedir. Durham tuzağından tanımlanan taksonlar çalışma bölgesine yakın konumlarda yapılan diğer atmosferik çalışmalardan elde edilen bulgularla büyük oranda benzerlik göstermektedir (Bicakci vd., 2003; Erkara vd., 2007; Türe ve Böcük, 2009). Çalışma bölgesine yakın konumlarda Tauber tuzağı ile yapılmış herhangi bir palinolojik çalışma bulunmamaktadır. Fakat ülke genelinde yapılmış olan diğer çalışmalara bakıldığında elde edilen bulgular, Tauber tuzağının bulunduğu konum etrafındaki (10,5 m) güncel vejetasyonu temsil ettiği yönündedir (Kılıç vd., 2022). Çalışmadan elde edilen Tauber örneklemesi sonuçları da yakın çevre vejetasyonu ile benzerlik gösterdiğini ortaya koymaktadır. Fakat mağara içerisine yerleştirilmiş olan Tauber tuzağı, mağara içerisindeki hava sirkülasyonuna çeşitli şekillerde dahil olan bitki taksonlarına ait polen verilerini sağlamıştır.

Atmosferden yarasaların besinlerine veya kürklerine kontamine olan polenlerin yanı sıra *Taraxacum* gibi taksonların guanoda bulunuyor olması belirli taksonu tozlaştıran gece böceklerinin varlığına işaret etmektedir. Yarasa guanosunda gerçekleştirilen çalışmaların birçoğunda entomofil taksonların dominant taksonlar arasında yer aldığı bildirilmektedir (Reis vd., 2023). Mağaralardaki polen dağılımında, mağara girişine yakın bölgelerde

anemofil taksonlara ait polenlerin miktarı ağırlıkta olup, iç kısımlara doğru ilerledikçe entomofil taksonlara ait polenlerin artış gösterdiği bilinmektedir (Fiacconi ve Hunt, 2017). Özellikle yarasaların mağara içerisine guano yolu ile polen dağılımı sağlamaları bu durumun temel sebepleri arasında gösterilmektedir (Solak-Amet ve Tosunoglu, 2025). Dolaysıyla bölge florasına ait entomofil taksonlar diğer polen örnekleme yöntemlerine göre guanoda daha kolay bir şekilde belirlenebilmektedir.

Durham ve Tauber-dış tuzakları ile sağlanan örneklemeler bizlere bölgenin atmosferik polenlerini ve sedimana dahil olan polenleri göstermiş ve yarasaların bu alanlarda geçirdikleri zaman ve beslendikleri alanlar hakkında da bilgiler sağlamıştır. Poaceae'nin guanoda birinci dominant olarak tanımlanması mağarada yaşayan yarasaların çoğunlukla Poaceae familyasına ait bitkilerin yetiştiği alanlarda avlandığı veya bu familyayı tozlayan böceklerle yoğun olarak beslendiğini göstermektedir. Poaceae familyasında yer alan bitki türleri oldukça fazla polen üretmektedir. Özellikle yarı doğal, mera ve çayırlık alanlarda Poaceae taksonuna ait polen miktarlarında büyük bir artışın gözlemlendiği vurgulanmaktadır (Prieto-Baena vd., 2003). Poaceae familyasının, kültür formlarının dışında yabani türler açısından da çok büyük bir familya olduğu göz önünde bulundurulduğunda, bu türlerin farklı çiçeklenme dönemlerine sahip olmaları ve Poaceae familyasına ait polenlerin hem atmosferde hem de guanodaki varlıklarını yıl içerisinde çok uzun dönem devam ettirmeleri beklenen bir olgudur. Ayrıca Poaceae familyasına ait bitkilerin polenlerinin böcekler tarafından tüketildiği de bilinmektedir (Saunders, 2018; Ribeiro vd., 2010). Dolayısıyla Poaceae polenleri hem atmosferik kontaminasyon sonucu hem de beslendikleri böcekler sayesinde yarasaların diyetine dahil olmuş olabilir. İnegöl ilçesinin büyük bir kısmı tarım arazisi ve mera alanı olarak kullanılmaktadır. Poaceae familyasına ait yetiştirilen bitkiler arasında yoğunluklu olarak buğday ve arpa gibi türler yer almaktadır. Bu durum, yarı doğal alanlar ve tarım arazilerinin yarasa aktivitesini ve beslenmesini desteklediğini düşündürmektedir.

Pinus poleninin guano örneklerinde dominant olarak kaydedilmiş olması yarasaların bu taksona ait atmosferik kontaminasyonun daha yüksek olabileceğini akıllara getirmektedir. *Pinus* taksonlarının polen üretiminin oldukça fazla olduğu, uzun mesafeler

kat edebildiği ve kontaminasyon oranlarının oldukça yüksek olabileceği bilinmektedir (Di-Giovanni ve Kevan, 1991).

Taraxacum, *Plantago*, Fabaceae, *Alnus, Morus, Xanthium, Ulmus, Helianthus annuus* ve Apiaceae sadece guanoda dominant olarak tanımlanmıştır. Tüm örneklemelerde tanımlanan dominant taksonlara bakıldığı zaman guanoda tanımlanan dominant taksonların büyük oranda diğer örneklemeler ile benzerlik göstermediği görülmektedir (Şekil 4.2.). Yarasa guanosu üzerinden sağlanan palinolojik veriler atmosferik polen örneklemelerinden çevre vejetasyonuna ilişkin daha detaylı bilgiler sunmaktadır. Diğer örneklemelerde tanımlanamayan bu taksonlar çeşitli şekillerde yarasa guanosuna dahil olmuş olabilirler. Ayrıca yarasalar gece boyu besin aramak için uzun mesafeler kat edebilmektedirler (Rainho ve Palmeirim, 2011). Dolayısıyla belirli taksonlar bölgede temsil edilmiyor olsalar bile uzak mesafelerden taşınmış olabilir.

Tauber-dış tuzağında, Tauber-iç tuzağından daha az dominant takson belirlenmiş olmasının nedeni öncelikle mağara içerisinde bulunan Tauber tuzağında tanımlanan polen sayısının dışarıya göre oldukça az olmasından kaynaklanmaktadır. Fakat bu dominant polenlerin oldukça benzer olması, Oylat mağarasına gerçekleştirilen yoğun insan ziyaretinin bir sonucu olarak polenlerin mağara içine taşınmasından kaynaklı olabileceği gibi mağaranın fiziksel koşulları nedeniyle bazı taksonların rüzgâr akımları ile de taşınabileceğini akıllara getirmektedir. Dolayısıyla bu denli yüksek turistik potansiyele sahip bir mağarada dış ortamda bulunan palinomorfların insanlar, hayvanlar veya hava akımları sayesinde mağara içerisine ulaşıyor olması, oldukça beklenen bir durum olarak değerlendirilebilir. Mağaralara insan ziyaretleri aracılığıyla polen taşınmasının kayda değer derecede yüksek olabileceği vurgulanmaktadır (Hunt vd., 2016). Oylat mağarası gibi turizm açısından oldukça önemli konumda bulunan mağaralara da insan aracılığıyla pek çok palinomorfun taşınması mümkün olabilir.

Aylık takson sayısındaki varyasyonlar gözden geçirildiğinde Mayıs ve Temmuz ayları polen çeşitliliğinin en fazla olduğu aylar olarak kaydedilmiştir (Şekil 4.3.). Tozlaştırıcı böcek türlerindeki bolluk veya yarasaların beslenmelerindeki artıştan kaynaklı olabilecek yıllık bu iki pik, aslında yarasaların yıl içi en aktif olabilecekleri iki ay hakkında bilgiler

sağlıyor olabilir (Aihartza vd., 2023; Vallejo vd., 2023). Bu nedenle türe özgü çalışmalara olan gereksinim oldukça fazladır. Aynı zamanda özellikle ilkbahar ve yaz aylarında vejetasyonda bulunan çiçek açmış bitki sayısı sonbahar ve kış aylarına göre oldukça fazladır. Böcek açısından bol besinin olduğu aylar olarak da kabul edilebilir. Fakat çalışmaların yetersizliğinden kaynaklı olarak birçok soru işareti halen bulunmaktadır. Durham örneklemesinde polen çeşitliliğinin en fazla olduğu aylar Mart ve Nisan ayları olmuştur. Özellikle Nisan atmosferik çalışmaların çoğunda polen çeşitliliğinin en bol olduğu aydır (Bicakci vd., 2003; Tosunoglu vd, 2015; Türe ve Salkurt, 2005; Bıçakçı vd., 1999). Durham örneklemesinden elde edilen sonuçlar büyük oranda benzer çalışmalarla tutarlılık göstermiştir. Mart ayında polen çeşitliliğin yüksek olması da yine beklenir bir durumdur. Meteorolojik koşullar sebebiyle florasyon dönemi erken başlayabileceği gibi örneklemelerin diğer çalışmalarda olduğu gibi haftalık yerine aylık olarak yapılmış olması daha genel sonuçlar vermiştir. Tauber-iç ve Durham örneklemesinin aynı dönemlerde yüksek çeşitlilik göstermiş olması, hava koşullarının iyileşmesi ile birlikte turizm faaliyetlerinde bir artışın yaşanmış olabileceğine işaret etmektedir. Tauber-dış örneklemesinde ise Nisan ve Mayıs ayları polen çeşitliliğinin en verimli olduğu aylar olmuştur. Tauber örneklemelerinden elde edilen yıllık verilerin yıllar arası farklılıklar gösterebileceği daha önce bildirilmiştir ve bu durum bölgedeki ve yakın çevredeki vejetasyon dönemi ve meteorolojik koşullar ile değişebilmektedir (Dağdeviren ve Kılıç, 2023). Tauber örneklemelerinde özellikle Mayıs ayında tanımlanan taksonların büyük bir kısmı hem Durham hem de guano örneklemelerinin verileriyle benzerlik göstermiştir. Guano örneklerinde tanımlanan takson sayısı diğerlerinden fazla olsa bile diğer örneklemeler birbirini ve guanoyu destekler niteliktedir.

Elde edilen aylık bulgular doğrultusunda, Ocak ve Şubat aylarında palinolojik verilerin oldukça az ve düşük olmasının temel sebepleri arasında, hem bu aylar içerisinde polen üreten bitki taksonlarının sınırlı olması hem de yarasaların hibernasyonda olup aktif besin arama eğiliminde olmamaları olarak düşünülebilir (Ozturk vd., 2013; Kravchenko vd., 2025). Özellikle Ocak ayında mağara içerisinden herhangi bir palinolojik veri alınamamıştır (Çizelge 4.2.). Ocak ayının sahip olduğu meteorolojik koşullar gereği hem yarasalarda hem de mağaraya gerçekleştirilen turistik ziyaretlerde bir azalma gerçekleşmiş olması mümkündür. Dış ortam koşullarında gerçekleştirilen

örneklemelerden elde edilen veriler diğer çalışmalar ile yeteri düzeyde bir benzerlik göstermiştir (Bicakci vd., 2003). Şubat ayında ise çiçeklenmeye başlayan bitkiler ile yarasalar özelinde av yoğunluğu yeteri düzeyde artmış olabileceği gibi bu ayda yarasalara ait aktivitenin olabileceği, yapılan bazı çalışmalarda bildirilmiştir (Çizelge 4.3.) (Toshkova vd., 2023). Durham ve Tauber-dış'tan elde edilen veriler yine Türkiye'de ve çalışma bölgesine yakın bölgelerde gerçekleştirilen çalışmalarla benzerlik göstermiştir (Bicakci vd., 2003; Tosunoglu vd, 2015; Türe ve Salkurt, 2005; Bicakci vd., 1999). Mart itibarı ile bitkilerde gerçekleşen çiçeklenme dönemi ile polen miktarlarında da artış gözlemlenmiştir (Çizelge 4.4.). Dolayısıyla veriler yıllık döngünün getirmiş olduğu olanaklar doğrultusunda uyumludur. Yine Durham örneklemesinden elde edilen veriler diğer yakın çevre çalışmalar ile benzerlik göstermiş olup Tauber verileri de bölgenin palinolojik verileri ile doğru orantılıdır. Mart ayı, meteorolojik parametrelerin olumlu etkisi ile yarasaların aktif besin arama dönemine geçişi temsil etmektedir (Maslo vd., 2022). Çalışmada bu ayda guanoda tanımlanan polenlerin büyük bir kısmı atmosferik veriler ile uyum göstermiştir.

Nisan ve Mayıs ayları ise her örnekleme için polen miktarlarının en üst düzeylerde kaydedildiği aylar olmuştur (Çizelge 4.5., Çizelge 4.6.). Guanodan elde edilen TPS değerlerine göre de Nisan ayı TPS değerinin en yüksek olduğu ay olmuştur (Çizelge 4.6.). Çoğu bitkinin çiçeklenme döneminin bu aylar arasında gerçekleşiyor olması bu duruma sebep olarak gösterilebilir. Atmosferik verilerin elde edildiği Durham örneklemesinde, çoğu bölgede benzer bir durumla karşılaşılmakta olup en çok takson sayısının kaydedildiği aylar arasında bu iki ay yer almaktadır. Ayrıca Durham tuzağından elde etmiş olduğumuz veriler de diğer çalışmaların çoğu ile benzerlik göstermiş olup, aylık dominant taksonlar arasında da diğer çalışmalar ile benzerlik göze çarpmaktadır (Bicakci vd., 2003; Tosunoglu vd, 2015; Türe ve Salkurt, 2005; Bicakci vd., 1999). Guanoda tanımlanan taksonların da bu aylarda artış göstermesinin sebepleri, atmosferik polen yükünde bir artışın gerçekleşmiş olması ve böcek (av) yoğunluğundaki artış (gece tozlayıcıları ve diyete katılan diğer böcekler) olarak düşünülebilir. Çünkü yıl içerisinde Mart ve Nisan ayları itibari ile guano ve diğer örneklemeler arasındaki benzerlik azalmakta ve guanoda tanımlanan taksonların bir kısmını entomofil taksonlara ait polenler oluşturmaktadır. Mağara yüzeylerinde gerçekleştirilmiş olan diğer palinolojik

çalışmalardaki polen verileri, özellikle mağaraların iç kısımlarında entomofil bitkilere ait polenlerin daha yoğun olduğu şeklindedir (Fiacconi ve Hunt, 2017). Mağara içerisindeki bu polen dağılımının sebep olan başlıca vektörler yarasalardır (Reis vd, 2023). Mart ve Nisan ayları mağara ortamlarında guano aracılığı ile polen girdisinin en fazla olduğu aylar olarak tespit edilmişlerdir. Ayrıca meteorolojik parametrelerin iyileşmesi ile birlikte mağaraya gerçekleştirilen insan ziyaretlerinin artıyor olmasından kaynaklı olarak mağara içerisine getirilen polenlere ait bitki taksonlarında bir artış gözlemlenmiştir. Turistik mağaralara gerçekleştirilen polen girdisini araştırmaya yönelik bugüne kadar herhangi bir çalışma gerçekleştirilmemiş olup bu tez çalışması ile bu yönde ilk veriler sunulmuştur. Olası her verinin dış ortam ile farklılık gösteriyor olması aslında mağaralardaki polen dağılımına ve yıl içerisindeki polen sirkülasyonu hakkında önemli bilgiler ve veriler sağlamaktadır.

Haziran ve Temmuz itibarı ile örneklemelerde tanımlanan takson sayılarında düşüş yaşanmaya başlanmıştır. Bu durum Durham ve Tuaber-dış tuzakları için, gerçekleştirilmiş olan diğer çalışmalar ile bir benzerlik sergilemesine rağmen guanodaki düşüşün sebepleri arasında; hem atmosferdeki polen yükünde düşüşün yaşanması, hem de besin bulunabilirliğinde bir düşüş yaşanıyor olması olabilir. Bu iki ayda kaydedilen sıcaklık verileri yıl içerisine oranla oldukça yüksek olup, yaz aylarında çiçeklenen bitkilerin giderek azalmasına bağlı olarak tozlaştırıcı böceklerin sayılarının azalması da buna sebep olarak gösterilebilir. Yine de bu aylarda guanoda tanımlanan takson sayısının diğer örneklemelere göre yüksek olduğu ve atmosferik yöntemlerle kaydedilen verilere göre daha geniş bir polen spektrumu sağladığı unutulmamalıdır.

Ağustos ve Eylül aylarında her dört örneklemede de takson sayısı giderek bir azalma eğilimi göstermiştir. Her iki ayda da sayıca en çok takson sayısı guanoda temsil edilmiştir. Bu durumda Ağustos ve Eylül aylarında diğer örneklemeler ile temsil edilemeyen taksonlar guanoda temsil edilmiştir. Atmosferik ve sedimana dahil olan polenler düşük oranlarda bulunurken bu aylara ait polen verileri guano sayesinde daha detaylı bir şekilde elde edilmiştir. Özellikle entomofil taksonlara ait polenler bu aylarda daha iyi tanımlanmış ve polinasyonlarına ait bazı yol gösterici bilgiler bulunmuştur. Ağustos ayında mağara içerisinde bulunan Tauber tuzağında tanımlanan *Platanus* polenlerinin

mağaraya gerçekleştirilen yoğun turistik ziyaretlerin devam ettiğini düşündürmektedir. Çünkü *Platanus* aynı aylarda diğer örneklemelerde tanımlanmamış olup bitkinin florasyon periyodu dışındadır. Bu nedenle kontaminasyon yoluyla mağara ortamlarına polen taşınımının florasyon ile uyumsuzluk gösterebileceği anlaşılmıştır. Mağaralarda atmosferde bulunan mantar sporları üzerine yapılan bir çalışmada verilerin açık hava koşulları ile doğru orantılı olmadığı bildirilmektedir (Docampo vd., 2011). Bu nedenle aynı durumun polenler için de geçerli olabileceği öngörülmektedir. Eylül ayında mağara içerisinde bulunan Tauber tuzağından herhangi bir palinolojik veri elde edilememiştir. Oylat mağarasının yıl içerisindeki ziyaretçi sayısının aylık dağılımı kayıtlarda bulunmadığından dolayı kesin yorum yapılamamaktadır. Bu durum Eylül ayında ziyaretçi sayısının diğer aylara göre az olduğu ve/veya mağara içi mevsimsel hava akımlarının polen dağılımı için yeteri düzeyde olmadığını düşündürmektedir.

Ekim ve Kasım aylarında tanımlanan takson sayısı ay bazında sayıca yakın bir benzerlik göstermiş olup, her iki ayda da guanoda tanımlanan takson sayısı daha fazladır. Kasım ayında tanımlanan *Rumex* hariç diğer taksonlar her iki ayda da benzerlik göstermektedir. Tauber-iç örneklemesinde tanımlanan Amaranthaceae/Chenopodiaceae ve *Pinus* polenlerinin guanoda da tanımlanmış olması, yarasaların mağara içindeki hareketleriyle polen dağılımını sağlıyor olabileceklerini akıllara getirmektedir.

Aralık ayında toplam 9 takson tanımlanmıştır ki bu taksonların büyük bir kısmı mağara içinden elde edilen palinolojik verilerden sağlanmıştır. Tauber-iç ve guanoda örneklemelerinde 4 takson tanımlanmasına rağmen bu taksonlardan sadece biri benzerdir. Benzer olan bu takson *Pinus*'tur. *Pinus* polenlerinin yıl içi dağılımı diğer atmosferik polen çalışmalarında neredeyse yılın tüm aylarında kaydedilebilirken (Tosunoglu vd., 2015) bu çalışma ile yarasaların Aralık ayında gece aktivitelerinin kısmen de olsa var olduğunu göstermektedir. Çünkü guano ve Tauber-iç örneklemelerinin bu ayda palinolojik açıdan büyük oranda farklılık göstermesi, mağara içerisine getirilen polenlerin farklı mekanizmalar aracılığı ile taşındığını göstermektedir. Aralık ayında mağara içerisindeki polen dağılımının etkileri üzerinde, atmosferik parametrelerin yanı sıra yine turistik ziyaretler de bir mekanizma olarak sayılabilir.

Kış aylarında guanoda tanımlanan polen çeşitliliğinin oldukça az veya hiç polen tanımlanmıyor olmasının nedeni yarasaların hibernasyon döneminde bulunuyor olmalarından kaynaklanmaktadır. Yarasaların hibernasyona girmelerinin başlıca sebepleri arasında besin kaynaklarının azalması görülmektedir (Boyles vd., 2020). Oylat mağarası ve Bursa çevresinde bulunan yarasa türlerinin tamamı böcekle beslenmektedir. Bu nedenle kış aylarında böcek popülasyonlarındaki azalmalar yarasalar için yetersiz besin anlamına gelmektedir. Aslında çoğu tozlayıcı böcek için de benzeri durum söz konusudur. Kış aylarında bitkilerde çiçeklenme olayları nadir olduğundan dolayı, böceklerin besin kaynaklarını oluşturan polen ve nektara yeteri derecede ulaşmaları mümkün olmamaktadır. Böceklerin çoğu bu aylara kadar yaşam döngülerini tamamlamış veya onlar da kış uykusuna yatmış durumdadır (Unterweger vd., 2018). Diğer taraftan, son yapılan çalışmalarla bazı yarasa türlerinin kış aylarında da aktif olarak beslendikleri bildirilmiştir. Bu gibi durumlar karşısında coğrafya ve iklim parametrelerinin etkili olabileceği veya tamamen türe özgü davranışlar olabileceği hususunda tartışmalar devam etmektedir (Toshkova vd., 2023).

Taksonlara göre örneklemeler arasındaki istatistiksel fark ve benzerlikleri görebilmek için non-parametrik Kruskal-Wallis testi uygulanmıştır. Toplamda teşhis edilen 66 taksondan 17 tanesi için istatistiksel açıdan örneklemeler arasında farklılıklar tespit edilmiştir (Çizelge 4.6.) ancak geriye kalan 49 taksonda ise fark bulunamamıştır.

Örneklemeler arasında anlamlı fark bulunan taksonlardan Poaceae familyası polenleri guano örneklemesinde dominansi değeri en yüksek takson olarak dikkat çekmekle birlikte tüm örnekleme yöntemleri için polen değerleri dominantlar arasında kaydedildiği için ayrı bir öneme sahip bulunmuştur. Polen miktarı tüm örneklemelerde yüksek olmasına rağmen aylık veriler üzerinden yapılan istatistiksel analizlerde Poaceae familyası polenleri guano örnekleri, Tauber-iç, Tauber-dış ve Durham örneklemelerinden istatistiksel olarak anlamlı şekilde farklılık göstermekteyken, Tauber-dış, Tauber-iç ve Durham örneklemeleri benzer olarak kaydedilmiştir. Bu durum muhtemelen guano örneklemesindeki Poaceae polenlerinin yüzde dağılımlarının, Durham ve Tauber-dış örneklemesinden neredeyse 3 kat, Tauber-iç örneklemesinden ise yaklaşık 13 kat daha fazla bulunmasından kaynaklanıyor olabileceğini düşündürmüştür. Diğer taraftan aylık

dağılımların da bu istatistiksel değerlendirmeye katkısı bulunabilir ki; Tauber-dış ile Durham örneklemelerinde Poaceae familyasının aylık varyasyonları birbirine oldukça benzerken, Tauber-iç örneklemesinde Poaceae polenleri sadece Ağustos ayında kaydedilmişlerdir. Guano örneklemesinde Poaceae polenleri ise diğerlerinden farklı olarak neredeyse tüm yıl kaydedilmiştir.

Cupressaceae/Taxaceae familyalarına ait polenler de aynı şekilde tüm örnekleme yöntemlerine göre dominant taksonlar arasında yer almışlardır. En yüksek dominansi oranı Tauber-dış örneklemesinde bulunmakla birlikte, buna en yakın değer Tauber-iç örneklemesinde kaydedilmiştir. Cupressaceae/Taxaceae polenlerinin Tauber-dış ve Durham örneklemelerinde birbirlerine benzer ve diğerlerinden farklı, guano ve Tauber-iç örneklemelerinde birbirine dağılım açısından benzer fakat diğerlerinden farklı olarak bulunması; yani dış ortam örneklemelerindeki Cupressaceae/Taxaceae polenlerinin dağılım ve miktarlarının iç ortamdaki dağılım ve miktarlarından farklı bulunmasının, bu familyalara ait polenlerin atmosferik dış ortam örneklerinde yıl boyunca temsil ediliyor olmasından kaynaklanıyor olabileceği değerlendirilmiştir. Tauber-iç örneklemesi atmosferik kontaminasyonu görüntülemeyi amaçlamış olup, Oylat mağarası içine kontamine olan polenlerin dış ortamdaki gibi sürerlilik arz etmemesi beklenen bir durumdur. Diğer taraftan guano örneklemesinde Tauber-dış örneklemesi ile uyumlu bir şekilde en yüksek miktara Nisan ayında ulaşan Cupressaceae/Taxaceae polenlerinin aylık guano örneklerinde aylık dağılımda kesinti ve dalgalanmalar göstermesi ve guanoda zayıf ekzin yapılarından dolayı iyi korunmayan ve temsil edilemeyen polenler olmaları (Ciani vd., 2020), guano örneklemesi ve Tauber-iç örneklerini Cupressaceae/Taxaceae polenleri açısından benzer kılmıştır.

Taraxacum polenleri istatistik analiz sonuçlarına göre dikkat çeken bir diğer polen olmuştur. *Taraxacum* polenleri sadece guano örneklemesinde dominant olarak kaydedilmişlerdir, hatta Tauber-iç ve Tauber-dış örneklemelerinde hiç *Taraxacum* poleni kaydedilmemiştir. Entomofil bir bitki olan *Taraxacum*'a ait polenlerin atmosferik örneklerde görülmemesi ya da çok az görülmesi ve guanoda dominant olarak kaydedilmiş olmaları beklenen bir durum olup, guano örneklerinin diğer örneklerden bu sebeple istatistiksel olarak ayrılmış olmaları mümkündür.

Apiaceae familyasına ait polenler guano örneklemesinde tüm diğer örneklemelerden istatistiksel olarak farklı olarak bulunmuştur. Apiaceae polenlerine Tauber-iç ve Tauber-dış örneklerinde rastlanmazken, Durham örneklemesinde miktarları çok düşüktür. Guano örneklerinde ise Apiaceae polenleri dominant olarak kaydedilmiştir. Bu durumun Apiaceae çiçeklerinin anemofil değil entomofil olmasından kaynaklandığı ve istatistiksel olarak anlamlı bir fark ortaya koyduğu değerlendirilmiştir. Aynı şekilde guano örneklemesinde dominant olarak kaydedilen Fabaceae ve *Plantago* taksonlarına ait polenler de guanoda dominant olarak bulunan polenlerdir. Her ne kadar *Plantago* daha çok rüzgâr tozlaşması olan ambofil bir takson olarak kabul edilse de (Solak-Amet ve Tosunoglu, 2025) böcek tozlaşması da oldukça yaygındır ve Fabaceae familyasının ise böcek tozlaşması iyi açıklanmıştır (Free, 1993). Bu iki taksonun da guano örneklemesinde fazla ve diğer örneklemelerde eser miktarda bulunmaları sebebiyle istatistiksel analizlerde farklı bulundukları öngörülmüştür.

İstatistiksel olarak dikkat çeken bir diğer grup Asteraceae familyası cinsleridir. Asteraceae familyası polenleri entomofil polenler olup *Bellis* ve *Centaurea* cinsleri atmosferde temsil edilmedikleri için istatistiksel olarak guanoda farklı bulunmuşlardır. Diğer taraftan *Ambrosia* ve *Helianthus annuus* cinsleri ise guano örneklemesi için Tauber örneklemelerinden farklı, ancak Durham örneklemesi ile kısmen benzerlik barındırmaktadır. *Helianthus annuus* türü bariz bir şekilde entomofil olarak sınıflandırılmakta olup zirai olarak yoğun bir şekilde ekiminin yapıldığı bölgelerde atmosferde nadiren görülebilmektedir. Ancak *Ambrosia* cinsi için durum farklıdır. *Ambrosia* normal şartlarda araştırma bölgesinde yayılışı olmayan, ambofil ancak rüzgârla tozlaşması daha baskın olan bir taksondur (Solak-Amet ve Tosunoglu, 2025). Çoğunlukla zirai tohumların içerisine kontamine olarak gelen tohumları ile kuzey Anadolu'da ayçiçek, mısır vb. tarlalarında istilacı olarak bulunabilmekte, çok alerjik ve küçük olan polenleri ise rüzgârlarla kıtalar arası dahi taşınabilmektedir (Bicakci ve Tosunoglu, 2015). Yapılan çalışmada *Ambrosia* polenlerinin guano ve Tauber örneklemelerinde farklı bulunurken, Durham örneklemesinde nispeten benzerlik kaydedilmesi bu polenlerin atmosferik kontaminasyon ile yarasa guanosuna dahil olduğu fikrini vermiştir.

Sonuç olarak; yarasalar hibernasyon ve yavrulama dönemlerini mağaralarda gerçekleştiren tek omurgalı hayvanlardır. Eosenden günümüze süren evrimleşme sonucu bu karanlık ortamlara uyum sağlamış olan mağara canlıları, günümüzde insanlar tarafından turizm vasıtasıyla tehdit altındadır. Turizm kaygıları ile mağaraların doğal yapısı hızla değiştirilmekte ve mağaralar ışıklandırılmaktadır. Buna bağlı olarak bu önemli ve değerli yer altı ekosistemleri birçok yönden etkilenerek bir yok oluşa sürüklenmektedir (Galicia-Castillo vd., 2025). Nazik vd. (1997)'nin 28 yıl önce MTA raporunda aydınlattıkları Oylat mağarasında zengin bir yer altı faunasının varlığından bahsedilmiştir. Fakat günümüzde birkaç küçük yarasa kolonisi dışında Oylat mağarasında herhangi bir canlı gözlenememektedir. Ayrıca mağara içi besin zincirinde özellikle guanobiller için birincil enerji kaynağı olan guano (Ferreira, 2019), Oylat mağarasının işletmecileri tarafından yılın belirli dönemlerinde temizlenmektedir. Ne yazık ki günümüzde guano madenciliği yapılarak ekonomik amaçlar doğrultusunda ve turizm adına bu guano yatakları temizlenmekte ve mağara ortamlarından dışarı çıkarılmaktadır.

KAYNAKLAR

Abrahamczyk, S., Struck, J. H., & Weigend, M. (2023). The best of two worlds: ecology and evolution of ambophilous plants. *Biological Reviews*, *98*(2), 391-420. https://doi.org/10.1111/brv.12911

Aihartza, J., Vallejo, N., Aldasoro, M., García-Mudarra, J. L., Goiti, U., Nogueras, J., & Ibáñez, C. (2023). Aerospace-foraging bats eat seasonably across varying habitats. *Scientific Reports*, *13*(1), 19576. https://doi.org/10.1038/s41598-023-46939-7

Akca, H., Sayili, M., & Cafri, R. (2016). Analysing expenditure of same-day visitors in cave tourism: the case of Turkey. *Tourism economics*, *22*(1), 47-55. https://doi.org/10.5367/te.2014.0413

Akçay, Y., Çıtıroğlu, H. K., Cakir, A., & Bacak, G. (2014). İnegöl-Oylat jeotermal kaynağının termal turizm açısından değerlendirilmesi. *Karaelmas Fen ve Mühendislik Dergisi*, *4*(2), 27-37.

Akyol, E. (2023). Palinoloji numunesi alımı hakkında not. *Bulletin of the Mineral Research and Exploration*, *1974*(82), 7.

Albayrak, İ., & Aşan, N. (1999). Distributional status of the bats from Turkey (Mammalia: Chiroptera). *Commun. Fac. Sci. Univ. Ank. Series C, (17)*, 59-68.

Albayrak, İ., Aşan, N., & Yorulmaz, T. (2008). The natural history of the Egyptian fruit bat, *Rousettus aegyptiacus*, in Turkey (Mammalia: Chiroptera). *Turkish Journal of Zoology*, *32*(1), 11-18.

Anadolu Ajans. (2023, Kasım 27). *Bursa'nın 3 milyon yıllık Oylat Mağarası'nı yılda 300 bin kişi geziyor.* https://www.aa.com.tr/tr/pg/foto-galeri/bursanin-3-milyon-yillik-oylat-magarasini-yilda-300-bin-kisi-geziyor

Argant, J. (2014). La copropalynologie: coprolithes et paléoenvironnement. *Bulletin du Musée d'Anthropologie préhistorique de Monaco*, *54*, 39-44.

Atabey, E., Nazik, L., & Törk, K. (2002). Oylat Mağrası Çökel Kayalarının Sedimantolojisi, İnegöl (Bursa). *Maden Tetkik ve Arama Dergisi*, 123(123,124).

Aytuğ, B. (1981). Palinoloji ve yerbilimindeki uygulamaları. *Journal of the Faculty of Forestry Istanbul University*, *31*(2), 57-67.

Basumatary, S. K., & Bera, S. K. (2014). Modern pollen record on Bat Guano deposit from Siju Cave and its implication to palaeoecological study in south Garo hills of Meghalaya, India. *Journal of Cave & Karst Studies*, *76*(3). DOI: 10.4311/2013PA0119

Basumatary, S. K., & Tripathi, S. (2021). Is bat guano a potential pollen trap? A comparative assessment from conventional soil and moss substrates from Eraaning Cave of Meghalaya, India. *Review of Palaeobotany and Palynology*, *295*, 104539. https://doi.org/10.1016/j.revpalbo.2021.104539

Basumatary, S. K., Tripathi, S., Jalil, A., & Rahman, A. (2020). A comparative assessment of pollen in modern vegetation and bat guano in Pipulbari Cave of Meghalaya, India. *Review of Palaeobotany and Palynology*, *274*, 104157. https://doi.org/10.1016/j.revpalbo.2020.104157

Batina, M. C., & Reese, C. A. (2011). A Holocene pollen record recovered from a guano deposit: Round Spring Cavern, Missouri, USA. *Boreas*, *40*(2), 332-341. https://doi.org/10.1111/j.1502-3885.2010.00186.x

Baydemir, N. A., Genç, M., Gür, M. Ş., Atasoy, D., Süplün, A., & Kolbasar, Ö. F. (2015). İnsan Kaynaklı Mağara Tahribi ve Yarasaların Korunması Üzerine Bir Ön Çalışma. *Anadolu Doğa Bilimleri Dergisi*, *6*(2)191-197.

Bıçakçı, A., Benlioğlu, O. N., & Erdoğan, D. (1999). Airborne pollen concentration in Kütahya. *Turkish journal of botany*, *23*(2), 75-82.

Bicakci, A., Inceoglu, Ö., Sapan, N., & Malyer, H. (1996). Airborne pollen calendar of the central region of Bursa (Turkey). *Aerobiologia*, *12*, 43-46. https://doi.org/10.1007/BF02248122

Bicakci, A., Tatlidil, S., Sapan, N., Malyer, H., & Canitez, Y. (2003). Airborne pollen grains in Bursa, Turkey, 1999-2000. *Annals of Agricultural and Environmental Medicine*, *10*(1).

Bicakci, A., Tosunoğlu, A. (2015). Allergenic *Ambrosia* (ragweed) pollen concentrations in Turkey. Asthma Allergy Immunology 13:33-46. http://doi.org/10.5578/aai.8529

Bogdanowicz, W., Worobiec, E., Grooms, C., Kimpe, L. E., Smol, J. P., Stewart, R. S., Suchecka, E., Pomorski J.J., Blais, J. M., Clare, E.L. & Fenton, M. B. (2020). Pollen assemblage and environmental DNA changes: a 4300-year-old bat guano deposit from Jamaica. *Quaternary International*, *558*, 47-58. https://doi.org/10.1016/j.quaint.2020.09.003

Boyles, J. G., Johnson, J. S., Blomberg, A., & Lilley, T. M. (2020). Optimal hibernation theory. *Mammal Review*, *50*(1), 91-100. https://doi.org/10.1111/mam.12181

Bumrungsri, S., Lang, D., Harrower, C., Sripaoraya, E., Kitpipit, K., & Racey, P. A. (2013). The dawn bat, *Eonycteris spelaea* Dobson (Chiroptera: Pteropodidae) feeds mainly on pollen of economically important food plants in Thailand. *Acta Chiropterologica*, *15*(1), 95-104. https://doi.org/10.3161/150811013X667894

Campbell, J. W., Waters, M. N., & Rich, F. (2017). Guano core evidence of palaeoenvironmental change and Woodland Indian inhabitance in Fern Cave, Alabama, USA, from the mid-Holocene to present. *Boreas*, *46*(3), 462-469. https://doi.org/10.1111/bor.12228

Carrión, J. S., Scott, L., & Marais, E. (2006). Environmental implications of pollen spectra in bat droppings from southeastern Spain and potential for palaeoenvironmental reconstructions. *Review of Palaeobotany and Palynology*, *140*(3-4), 175-186. https://doi.org/10.1016/j.revpalbo.2006.03.007

Charpin, J. & Surinyach, R. (1974) Atlas of European Allergenic Pollen. Sandoz, Paris.

Ciani, F., Foggi, B., & Lippi, M. M. (2020). Cupressaceae pollen: new data about diffusion, record and preservation. Plant Biosystems - An International Journal Dealing with All Aspects of Plant Biology, 155(1), 148–153. https://doi.org/10.1080/11263504.2020.1727982

Cleary, D. M., Feurdean, A., Tanțău, I., & Forray, F. L. (2019). Pollen, δ15N and δ13C guano-derived record of late Holocene vegetation and climate in the southern Carpathians, Romania. *Review of Palaeobotany and Palynology*, *265*, 62-75. https://doi.org/10.1016/j.revpalbo.2019.03.002

Cleary, D. M., Onac, B. P., Tanţău, I., Forray, F. L., Wynn, J. G., Ionita, M., & Tămaş, T. (2018). A guano-derived δ13C and δ15N record of climate since the Medieval Warm Period in north-west Romania. *Journal of Quaternary Science*, *33*(6), 677-688. https://doi.org/10.1002/jqs.3044

Coles, G. M., Gilbertson, D. D., Hunt, C. O., & Jenkinson, R. D. (1989). Taphonomy and the palynology of cave deposits. *Cave science*, *16*(3), 83-89.

Dağdeviren, R. Y., & Kılıç, N. K. (2023). Mert Gölü Longoz ormanlarının 2017-2022 yılları arasındaki güncel polen dağılımının belirlenmesi (İğneada, Kırklareli, Türkiye). *Anadolu Orman Araştırmaları Dergisi*, *9*(1), 21-27. https://doi.org/10.53516/ajfr.1220061

Darabad, F. E., Maghsoudi, M., & Rahimi, O. (2019). Bat guano and historical evidence of climate changes in the west of Iran during the late Holocene (Meghalayan Stage). *Acta carsologica*, *48*(2). https://doi.org/10.3986/ac.v48i2.6787

Di-Giovanni, F., & Kevan, P. G. (1991). Factors affecting pollen dynamics and its importance to pollen contamination: a review. *Canadian Journal of Forest Research*, *21*(8), 1155-1170. https://doi.org/10.1139/x91-163

Docampo, S., Trigo, M. M., Recio, M., Melgar, M., García-Sánchez, J., & Cabezudo, B. (2011). Fungal spore content of the atmosphere of the Cave of Nerja (southern Spain): diversity and origin. *Science of the Total Environment*, *409*(4), 835-843. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2010.10.048

Durham, O. C. (1946). The volumetric incidence of atmospheric allergens: IV. A proposed standard method of gravity sampling, counting, and volumetric interpolation of results. *Journal of Allergy*, *17*(2), 79-86. https://doi.org/10.1016/0021-8707(46)90025-1

Erdoğan, H. (2019). Turizm coğrafyası açısından İnegöl'de (Bursa) turizm [Master's thesis, Bursa Uludag University (Turkey)]. Ulusal Tez Merkezi.

Erdtman, G. (1952). Pollen morphology and plant taxonomy. Angiosperms. Stockholm.(I1960). The acetolysis method. *Svensk Bot. Tidskr*, *54*, 561-564.

Erkara, I. P., Pehlıvan, S., & Tokur, S. (2007). Concentrations of airborne pollen grains in Eskisehir City (Turkey). *Journal of Applied Biological Sciences*, *1*(1), 33-42.

Ferreira, R. L. (2019). Guano communities. In *Encyclopedia of caves* (pp. 474-484). Academic Press. https://doi.org/10.1016/B978-0-12-814124-3.00057-1

Fiacconi, M., & Hunt, C. O. (2017). Palynology of surface sediments from caves in the Zagros Mountains (Kurdish Iraq): Patterns and processes. *Review of Palaeobotany and Palynology*, *239*, 66-76. https://doi.org/10.1016/j.revpalbo.2016.10.005

Forray, F. L., Onac, B. P., Tanţău, I., Wynn, J. G., Tămaş, T., Coroiu, I., & Giurgiu, A. M. (2015). A Late Holocene environmental history of a bat guano deposit from Romania: an isotopic, pollen and microcharcoal study. Quaternary Science Reviews, 127, 141-154. https://doi.org/10.1016/j.quascirev.2015.05.022

Free, J. B. (1993). Insect Pollination of Crops, 2nd Enlarged edition. Academic Press, London, p. 684.

Galicia-Castillo, C., Salinas-Ramos, V. B., & Medellín, R. A. (2025). Do Not Disturb: Ecotourism, Bat Diversity and Abundance in Caves. *Human-Animal Relations in Tourism, Leisure and Development: Perspectives from Latin America* (pp. 83-97). GB: CABI. https://doi.org/10.1079/9781800626829.0008

Geantă, A., Tanţău, I., Tămaş, T., & Johnston, V. E. (2012). Palaeoenvironmental information from the palynology of an 800 year old bat guano deposit from Măgurici Cave, NW Transylvania (Romania). *Review of Palaeobotany and Palynology*, *174*, 57-66. https://doi.org/10.1016/j.revpalbo.2011.12.009

Google. (2025-a). [Oylat mağarasının coğrafi görünümü]. 30 Mayıs 2025 tarihinde https://earth.google.com/web/@37.12236995,27.83041589,-88077.40321072a,361269.27237142d,35y,-

154.55729004h,77.21269239t,0.0025r/data=CgRCAggBOgMKATBCAggASg0I_____ARAA adresinden alındı.
Google. (2025-b). [Oylat mağarasının konumu]. 30 Mayıs 2025 tarihinde https://earth.google.com/web/@40.01245709,29.19339701,-83193.90433338a,217228.2993076d,35y,-177.43042724h,15.66918199t,359.6314r/data=CgRCAggBOgMKATBCAggASg0I_____ARAA adresinden alındı.
Hunt, C. O., & Fiacconi, M. (2018). Pollen taphonomy of cave sediments: What does the pollen record in caves tell us about external environments and how do we assess its reliability?. *Quaternary International*, *485*, 68-75. https://doi.org/10.1016/j.quaint.2017.05.016
Hunt, C. O., & Rushworth, G. (2005). Pollen taphonomy and airfall sedimentation in a tropical cave: the West Mouth of The Great Cave of Niah in Sarawak, Malaysian Borneo. *Journal of Archaeological Science*, *32*(3), 465-473. https://doi.org/10.1016/j.jas.2004.11.005
Hunt, C.O., Kealhofer, L., Premathilake, R., Rushworth, G., Gilbertson, D. D., Jones, S. E., & Barker, G. (2016). Palynology, Phytoliths and Diatoms in and adjacent to the Great Cave: stratigraphic and taphonomic studies of Late Quaternary vegetation history**.** In: Barker, G and Farr, LR, (eds.) The Archaeology of the Niah Caves, Sarawak: Excavations 1954-2004. McDonald Monographs in Archaeology, 2 . McDonald Institute, pp. 149-176
İnegöl Belediyesi. (2023). İnegöl istatistik raporu 2023. https://www.inegol.bel.tr/Content/Upload/Dokuman/filepath/12637-inegol-belediyesi-2023-istatistik-raporu-1718263192.pdf
İnegöl Ticaret ve Sanayi Odası. (2023). İnegöl Ekonomi Raporu. https://www.itso.org.tr/dosyalar/2023EkonomiRaporu.pdf
Jantunen, J., & Saarinen, K. (2011). Pollen transport by clothes. *Aerobiologia*, *27*(4), 339-343. https://doi.org/10.1007/s10453-011-9200-8
Kamar, G. (2022). Palinoloji Laboratuvar Kılavuzu: Göl Çökelleri ve Taraçalardan Örnek Alma ve Hazırlama Yöntemleri ve Yeni Uygulama Önerileri. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, *27*(1), 1-13. https://doi.org/10.53433/yyufbed.1060947
Kılıç, N. K., Dağdeviren, R. Y., Caner, H., & Akkemik, Ü. (2020). Türkiye'de Kullanılmakta Olan Palinoloji ve Polen Terimleri Üzerine Bir Değerlendirme ve Öneriler. *Avrasya Terim Dergisi*, *8*(2), jpcx98-108. https://doi.org/10.31451/ejatd.773190
Kılıç, N. K., Dağdeviren, R. Y., Yıldırım, E. A., Berberoğlu, E., & Çakır, Ç. (2022). Kargı Köyü Sığla ormanında (Burdur, Türkiye) güncel polen dağılımının incelenmesi. *Anadolu Orman Araştırmaları Dergisi*, *8*(2), 80-88. https://doi.org/10.53516/ajfr.1200364
Kravchenko, K., Voigt, C. C., Volkholz, J., Courtiol, A., & Currie, S. E. (2025). Shorter and Warmer Winters Expand the Hibernation Area of Bats in Europe. *Ecology letters*, *28*(5), e70119. https://doi.org/10.1111/ele.70119
Kuzukiran, O., Simsek, I., Yorulmaz, T., Yurdakok-Dikmen, B., Ozkan, O., & Filazi, A. (2021). Multiresidues of environmental contaminants in bats from Turkey. *Chemosphere*, *282*, 131022. https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2021.131022

Leroy, S. A., & Simms, M. J. (2006). Iron age to medieval entomogamous vegetation and Rhinolophus hipposideros roost in South-Eastern Wales (UK). *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology, 237*(1), 4-18. https://doi.org/10.1016/j.palaeo.2005.11.025

Maher Jr, L. J. (2006). Environmental information from guano palynology of insectivorous bats of the central part of the United States of America. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, *237*(1), 19-31. https://doi.org/10.1016/j.palaeo.2005.11.026

Marais, E., Scott, L., Gil-Romera, G. P. I. O. E., & Carrión, J. S. (2015). The potential of palynology in fossil bat-dung from Arnhem Cave, Namibia. *Transactions of the Royal Society of South Africa*, *70*(2), 109-115.

Maslo, B., Mau, R. L., Kerwin, K., McDonough, R., McHale, E., & Foster, J. T. (2022). Bats provide a critical ecosystem service by consuming a large diversity of agricultural pest insects. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, *324*, 107722. https://doi.org/10.1016/j.agee.2021.107722

Millerón, M., López de Heredia, U., Lorenzo, Z., Perea, R., Dounavi, A., Alonso, J., Gil, L., & Nanos, N. (2012). Effect of canopy closure on pollen dispersal in a wind-pollinated species (*Fagus sylvatica* L.). *Plant Ecology*, *213*, 1715-1728. https://doi.org/10.1007/s11258-012-0125-2

Navarro, C., Carrión, J. S., Munuera, M., & Prieto, A. R. (2001). Cave surface pollen and the palynological potential of karstic cave sediments in palaeoecology. *Review of Palaeobotany and Palynology*, *117*(4). https://doi.org/10.1016/S0034-6667(01)00095-1

Nazik, L., Törk, K., & Özel, E. (1997). Güney Marmara Bölgesinin (Balıkesir; Bursa; Bilecik) Doğal Mağaraları. *MTA Ankara*.

Ogórek, R., Kozak, B., Višňovská, Z., & Tančinová, D. (2018). Phenotypic and genotypic diversity of airborne fungal spores in Demänovská Ice Cave (Low Tatras, Slovakia). *Aerobiologia*, *34*(1), 13-28. https://doi.org/10.1007/s10453-017-9491-5

Onac, B. P., Hutchinson, S. M., Geantă, A., Forray, F. L., Wynn, J. G., Giurgiu, A. M., & Coroiu, I. (2015). A 2500-yr late Holocene multi-proxy record of vegetation and hydrologic changes from a cave guano-clay sequence in SW Romania. *Quaternary Research*, *83*(3), 437-448. https://doi.org/10.1016/j.yqres.2015.01.007

Ozturk, M., Guvensen, A., Gucel, S., & Altay, V. (2013). An overview of the atmospheric pollen in Turkey and the Northern Cyprus. *Pak J Bot*, *45*, 191-195.

Pacini, E. (2008). Pollination. *Encyclopedia of ecology*, *2*, 562-565. https://doi.org/10.1016/B978-0-12-409548-9.09315-5

Paniccia, C., Scott, M. J., Bellè, A., Marsoner, T., Ladurner, E., Angelini, L., Reichegger, F., Tomelleri, E., Tappeiner, U., & Hilpold, A. (2025). Balancing bats and agriculture: Investigating the effects of agricultural management practices on bat species diversity in mountain ecosystems. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, *387*, 109620. https://doi.org/10.1016/j.agee.2025.109620

Peterson, P. G., Robertson, A. W., Lloyd, B., & McQueen, S. (2006). Non-native pollen found in short-tailed bat (*Mystacina tuberculata*) guano from the central North Island. *New Zealand Journal of Ecology*, 267-272.

Prieto-Baena, J. C., Hidalgo, P. J., Domínguez, E., & Galán, C. (2003). Pollen production in the Poaceae family. *Grana*, *42*(3), 153–159. https://doi.org/10.1080/00173130310011810

Rainho, A., & Palmeirim, J. M. (2011). The importance of distance to resources in the spatial modelling of bat foraging habitat. *PloS one*, *6*(4), e19227. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0019227

Reis, L. S., de Sá, C. Y. G., Guimarães, J. T. F., Yao, Q., & De Oliveira, P. E. (2024). Pollen atlas from bat guano deposits in southeastern Amazonia. *Palynology*, *49*(2). https://doi.org/10.1080/01916122.2024.2411220

Reis, L. S., Guimarães, J. T. F., Yao, Q., de Sá, C. Y. G., & De Oliveira, P. E. (2023). Modern pollen spectra from bat guano deposits in southeastern Amazonia. *Review of Palaeobotany and Palynology*, *318*, 104983. https://doi.org/10.1016/j.revpalbo.2023.104983

Revelles, J., Allue, E., Alcolea, M., Antolin, F., Berihuete-Azorin, M., Exposito, I., Garay, B., Mas, B., Piqué, R., Obea, L., Val-Peón, C., & Burjachs, F. (2022). Site formation processes, human activities and palaeoenvironmental reconstructions from archaeobotanical records in cave and rock-shelter sites in NE Iberia. *Review of Palaeobotany and Palynology*, *299*, 104612. https://doi.org/10.1016/j.revpalbo.2022.104612

Ribeiro, P. D. A., Sujii, E. R., Diniz, I. R., de Medeiros, M. A., Salgado-Labouriau, M. L., Branco, M. C., Pires, C. S. S., & Fontes, E. M. (2010). Alternative food sources and overwintering feeding behavior of the boll weevil, Anthonomus grandis boheman (coleoptera: curculionidae) underthe tropical conditions of central Brazil. *Neotropical entomology*, *39*, 28-34. https://doi.org/10.1590/S1519-566X2010000100005

Saunders, M. E. (2018). Insect pollinators collect pollen from wind-pollinated plants: implications for pollination ecology and sustainable agriculture. *Insect conservation and diversity*, *11*(1), 13-31. https://doi.org/10.1111/icad.12243

Sofiev, M., Belmonte, J., Gehrig, R., Izquierdo, R., Smith, M., Dahl, Å., & Siljamo, P. (2013). Airborne pollen transport. *Allergenic pollen: A review of the production, release, distribution and health impacts*, 127-159. https://doi.org/10.1007/978-94-007-4881-1_5

Solak-Amet, O., & Tosunoglu, A. (2024). Pollen in the Caves. H. Akgül (Ed.), *Research And Evaluations In The Field Of Biology*, (pp. 1-14).

Solak-Amet, O., & Tosunoglu, A. (2025). A palynological perspective on a cave: Does pollen content differ in guano deposits within?. *Review of Palaeobotany and Palynology*, *337*, 105317. https://doi.org/10.1016/j.revpalbo.2025.105317

Stephen, A. (2014). Pollen–A microscopic wonder of plant kingdom. *International Journal of Advanced Research in Biological Sciences*, *1*(9), 45-62.

Svitavská-Svobodová H., Andreas, M., Krištůfek, M. V., Beneš, J. & Novák, J. (2015) The thousand-year history of the Slovak Karst inferred from pollen in bat guano inside the Domica Cave (Slovakia). *Folia Geobot*, *50*:49–61. https://doi.org/10.1007/s12224-015-9205-0

Tauber, H. (1974). A static non-overload pollen collector. *New Phytologist*, *73*(2), 359-369.

Tičar, J., Tomić, N., Breg Valjavec, M., Zorn, M., Marković, S. B., & Gavrilov, M. B. (2018). Speleotourism in Slovenia: balancing between mass tourism and geoheritage protection. *Open Geosciences*, *10*(1), 344-357. https://doi.org/10.1515/geo-2018-0027

Tomić, N., Antić, A., Marković, S. B., Đorđević, T., Zorn, M., & Valjavec, M. B. (2019). Exploring the potential for speleotourism development in eastern Serbia. *Geoheritage*, *11*, 359-369. https://doi.org/10.1007/s12371-018-0288-x

Toshkova N., Dimitrova K., Langourov M., Zlatkov B., Bekchiev R., Ljubomirov T., Zielke E., Angelova R., Parvanova R., Simeonov Tz., & Simov N. (2023). Snacking during hibernation? Winter bat diet and prey availabilities, a case study from Iskar Gorge, Bulgaria. *Historia naturalis bulgarica*, 45: 125–142. https://doi.org/10.48027/hnb.45.053

Tosunoglu, A., Altunoglu, M. K., Bicakci, A., Kilic, O., Gonca, T., Yilmazer, I., Saatcioglu, G., Akkaya, A., Celenk, S., Canitez, Y., Malyer, H., & Sapan, N. (2015). Atmospheric pollen concentrations in Antalya, South Turkey. *Aerobiologia*, *31*, 99-109. https://doi.org/10.1007/s10453-014-9350-6

Tosunoğlu, A., Babayiğit, S., & Bicakci, A. (2015). Aeropalynological survey in Büyükorhan, Bursa. *Turkish Journal of botany*, *39*(1), 40-47. https://doi.org/10.3906/bot-1404-16

Türe, C., & Böcük, H. (2009). Analysis of airborne pollen grains in Bilecik, Turkey. *Environmental monitoring and assessment*, *151*, 27-35. https://doi.org/10.1007/s10661-008-0246-1

Türe, C., & Salkurt, E. (2005). Airborne Pollen Grains of Bozuyuk (Bilecik, Turkey). *Journal of integrative plant biology*, *47*(6), 660-667. https://doi.org/10.1111/j.1744-7909.2005.00062.x

Uludağ, B. (2005). Bursa İli İnegöl ve Yenişehir İlçelerinin Likenleri Üzerinde Taksonomik İncelemeler. [Yüksek Lisans Tezi, Bursa Uludağ Üniversitesi]. Ulusal Tez Merkezi.

Unterweger, P. A., Klammer, J., Unger, M., & Betz, O. (2018). Insect hibernation on urban green land: a winter-adapted mowing regime as a management tool for insect conservation. *BioRisk*, *13*, 1-29. https://doi.org/10.3897/biorisk.13.22316

Uzun, M. (2021). İnegöl Havzasında drenaj ağı gelişimi ve flüvyal süreçlerin morfometrik analizlerle incelenmesi. *Ege Coğrafya Dergisi*, *30*(1), 85-106. https://doi.org/10.51800/ecd.906685

Vallejo, N., Aihartza, J., Olasagasti, L., Aldasoro, M., Goiti, U., & Garin, I. (2023). Seasonal shift in the diet of the notched-eared bat (Myotis emarginatus) in the Basque Country: From flies to spiders. *Mammalian Biology*, *103*(4), 419-431. https://doi.org/10.1007/s42991-023-00353-8

Wodehouse, R.P. (1965). Pollen Grains. Hafner Publishing Company, New York.

Xu, Q., Zhang, S., Gaillard, M. J., Li, M., Cao, X., Tian, F., & Li, F. (2016). Studies of modern pollen assemblages for pollen dispersal-deposition-preservation process understanding and for pollen-based reconstructions of past vegetation, climate, and human impact: A review based on case studies in China. *Quaternary Science Reviews*, *149*, 151-166. https://doi.org/10.1016/j.quascirev.2016.07.017

Yamaç, A., Gilli, E., Tok, E., Törk, K. (2021). Natural Sciences in the Caves of Turkey. In: Caves and Karst of Turkey - Vol. 1. Cave and Karst Systems of the World. *Springer, Cham.*, pp 27–40. https://doi.org/10.1007/978-3-030-65501-3_3

Yang, Q., Zhao, K., Zhou, X., Wang, J., Chen, G., Li, D., Zhao, L., Wang, W., & Li, X. (2021). Evaluation of the potential of surface pollen spectra from caves in SW China for vegetation reconstruction. *Quaternary International*, *591*, 119-128. https://doi.org/10.1016/j.quaint.2020.08.001

Yüceşahin, M. M. (2003). şehirleşme süreci bakımından İnegöl ilçesi şehirsel yerleşmeleri. *Coğrafi Bilimler Dergisi*, *1*(1), 75-95. https://doi.org/10.1501/Cogbil_0000000027