

Kent parklarında bitki örtüsü ve tozlayıcı etkileşiminin değerlendirilmesi: Barış mahallesi, Bursa örneği*

The evaluation of the plant-pollinator interaction in urban parks: the case study of Bursa, Barış neighborhood

 Betül SÜELTÜRK¹,  Çiğdem COŞKUN HEPCAN²

Özet

Bu çalışmada kent parklarında bitki örtüsü ve tozlayıcı etkileşiminin değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Araştırma Bursa kentinde yer alan Menekşe, Dalyan ve Ilgın parklarında yürütülmüş olup bu parklardaki bitki ve tozlayıcılar arasındaki etkileşim RStudio 4.2.3 (R Core Team, 2023) yazılımında gerçekleştirilen Ekolojik Ağ, Kümeleme, Temel Bileşenler analizleriyle belirlenmiştir. Bulgular parkların tozlayıcılara yaşam alanı sağladığını bununla birlikte bitki tür çeşitliliği ve sayısına bağlı olarak tozlayıcı bolluğu ve çeşitliliğinin düşük düzeyde olduğunu göstermiştir. Parklarda, çiçek sinekleri familyasına (*Syrphidae*) dahil türler, arı türleri arasında Avrupa bal arısı (*Apis mellifera*) ve kelebek türlerinden Küçük beyaz melek kelebeği (*Pieris rapae*) en bol bulunan tozlayıcı türler olarak tespit edilmiştir. Tibet Dağ Muşmulası (*Cotoneaster franchetti* Bois), Alev Çalısı (*Photinia × fraseri* Dress), Gaura (*Oenothera lindheimeri* (Engelm. & A. Gray) W. L. Wagner & Hoch), Lavanta (*Lavandula officinalis* Chaix) ve Tüylü Kartopu (*Viburnum tinus* L.) ise tozlayıcılar tarafından en çok ziyaret edilen bitki türleridir. Tozlayıcıların tercih ettiği bitkilerin çiçek renklerinin ise çoğunlukla beyaz ve mor olduğu saptanmıştır. Araştırma bulgularına dayanarak, kent parklarında biyoçeşitliliği artırmak ve tozlayıcı türleri korumak için çeşitli öneriler sunulmuştur. Bu öneriler arasında, doğal çayır bitkilerinin kullanılması, farklı yüksekliklerde bitkilerle katmanlı bitkilendirme yapılması ve bitki seçerken sadece çiçeklerin şekli ve rengi değil, aynı zamanda yılın farklı zamanlarında tozlayıcılara sürekli besin sağlamak için bitkilerin çiçeklenme dönemlerinin birbirini takip etmesi dikkate alınmalıdır.

Anahtar Kelimeler: Bitki-tozlayıcı etkileşimi, kentsel biyoçeşitlilik, mahalle parkları, RStudio, tozlayıcı dostu kentler.

Abstract

This study aimed to evaluate the interaction between plants and pollinators in urban parks. The research was conducted in Menekşe, Dalyan, and Ilgın parks, located in the city of Bursa, and the interaction between plants and pollinators in these parks was determined using Ecological Network, Cluster, and Principal Component analyses performed in RStudio 4.2.3 (R Core Team, 2023). The findings showed that while the parks provide habitats for pollinators, pollinator abundance and diversity were low, depending on the diversity and number of plant species. In the parks, species belonging to the hoverfly family (*Syrphidae*), the European honeybee (*Apis mellifera*) among bee species, and the Small white butterfly (*Pieris rapae*) among butterfly species have been identified as the most abundant pollinator species. The plant species most frequently visited by pollinators were Franchet's Cotoneaster (*Cotoneaster franchetii* Bois), Red Tip Photinia (*Photinia × fraseri* Dress), Gaura (*Oenothera lindheimeri* (Engelm. & A. Gray) W. L. Wagner & Hoch), Lavender (*Lavandula officinalis* Chaix), and Laurustinus (*Viburnum tinus* L.). It was found that the flower colors of the plants preferred by pollinators were predominantly white and purple. Based on the research findings, several recommendations have been proposed to enhance biodiversity and conserve pollinator species in urban parks. These recommendations include the use of native meadow plant species, the implementation of layered vegetation with plants of varying heights, and the consideration of not only flower shape and color but also the sequential blooming periods of plants to ensure a continuous food supply for pollinators throughout different times of the year.

Keywords: Plant-pollinator interaction, urban biodiversity, neighborhood parks, RStudio, pollinator friendly cities.

Geliş Tarihi:16.10.2024, Düzeltme Tarihi:05.02.2025, Kabul Tarihi:25.03.2025

Adres:¹Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı

²Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Peyzaj Mimarlığı Bölümü

E-mail: suelturketul@gmail.com

*Bu çalışma, Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı'nda "Kent Parklarında Bitki Örtüsü ve Tozlayıcı Etkileşiminin Değerlendirilmesi: Barış Mahallesi, Bursa Örneği" isimli yüksek lisans tezinden üretilmiştir.

1. Giriş

Kentsel matris içindeki yeşil alanlar, ekosistemlerimiz için kritik öneme sahip olan tozlayıcılara yaşam alanı sağlayarak kentsel gelişimin olumsuz yönlerini azaltmaktadır (Lerman ve ark., 2018). Kentler, çeşitli bitki türlerinin ve dolayısıyla çiçeklerin bir mozaik gibi bir araya geldiği alanlar olarak nitelendirilebilir. Bu çiçek türlerinin çeşitliliği, tozlayıcı türlerin gelişimini teşvik etmektedir (Sikora ve ark., 2020). Bu durum, kentsel biyoçeşitliliğin temelini oluşturmaktadır ve bitkiler ile tozlayıcılar arasındaki karşılıklı etkileşimin önemini vurgulamaktadır (Ebeling ve ark., 2008).

İklim değişikliği, tozlayıcıların barınma ve beslenme kaynaklarını olumsuz yönde etkilemektedir. Bu durum, biyoçeşitlilik krizine yol açarak, çeşitli tehdit ve stres faktörlerinin artmasına ve bitki ile tozlayıcı etkileşimlerinin dengesinin bozulmasına neden olmaktadır. İklim değişikliğine bağlı sıcaklık değişimleri sonucunda kentlerdeki bitkilerin çiçek açma zamanlarının değişmesi (Lerman ve ark., 2018), kentsel yayılma ile meydana gelen ekosistem ve habitat kaybı (Lowenstein ve ark., 2015), birçok kentsel yeşil alanın sık biçme gibi yoğun yönetilmeye tabi tutulması, geçirimsiz malzemelerin kullanılması, tozlayıcı dostu bitkilerin giderek azalması ve bitki seçiminin estetik ve pazarlama temeline oturtulması (Sikora, ve ark., 2020) gibi faktörler tozlayıcı popülasyonlarının azalmasına neden olmaktadır.

Ekolojik olarak kırılgan ve parçalanmış kentsel yeşil alanların işleyişini ve dayanıklılığını destekleyen bu canlıların (Bellamy ve ark., 2017) hayatta kalması için çiçekli bitkilerin varlığı ve çeşitliliği oldukça önemlidir. Bitkiler ile tozlayıcılar arasındaki etkileşime dayanan tozlaşma, kentlerde iklim değişikliği etkilerini hafifletmek ve bu etkilere karşı direnç geliştirmek için düzenleyici ekosistem servisi olarak hayati bir rol üstlenmektedir (Coşkun Hepcan, 2019).

Kentsel yeşil alanlar tozlayıcı türler için yaşam alanları sağlayarak, giderek bozulan kültürel peyzajlarda tozlayıcı çeşitliliğinin rezerv alanı olarak hizmet etme potansiyeline sahiptir. Bu doğrultuda kentsel yeşil alanların tozlayıcılar için bir sığınak olduğunu ispatlamayı ve bitkiler ile tozlayıcıların arasındaki etkileşimleri değerlendirmeyi hedefleyen bilimsel çalışmalar bulunmaktadır (Baldock ve ark., 2015; Tam ve Bonebrake, 2016; Banaszak-Cibicka ve ark., 2018; Lowenstein ve ark., 2018; Yang ve ark., 2019; Dylewski ve ark., 2020; Marín ve ark., 2020; Sikora, ve ark., 2020; Daniels ve ark., 2020).

Dünyada kentsel ekosistemlerde bitki örtüsü ve tozlayıcı arasındaki ilişki üzerine yapılan ekolojik çalışmalar yaygın hale gelmeye başlasa da Türkiye’de bilimsel yayınlar

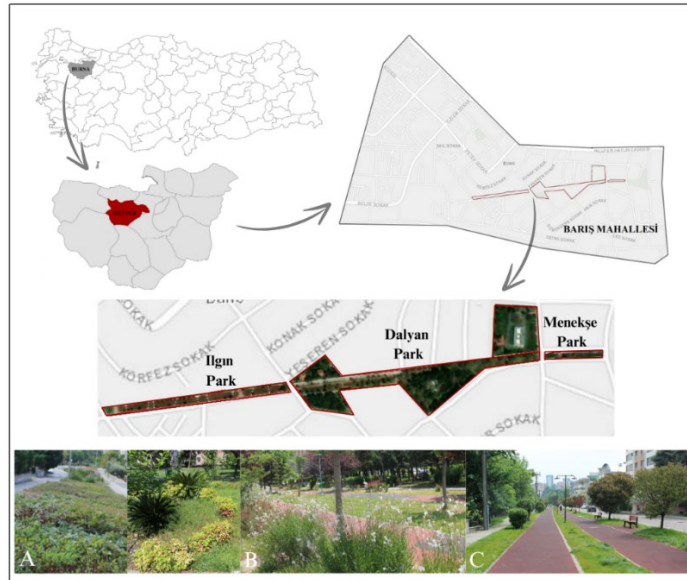
tarandığında bu ve benzeri çalışmalara rastlanmamıştır. Yapılan çalışmaların genellikle kent ekosistemlerinde biyolojik çeşitliliğin genel durumu üzerine odaklanmakta veya kentteki tozlaşma bahçeleri hakkında olup Özdemir ve Ulus (2018) ve Sarı (2021) parklarda bitki-tozlayıcı etkileşim ağlarını inceleyen gözleme dayalı yayımlanmış çalışmalar bulunmamaktadır. Bu nedenle, çalışmanın Türkiye’de kent parklarındaki tozlayıcı-bitki etkileşimlerini istatistiksel açıdan değerlendiren ilk araştırmalardan biri olması, literatürdeki bu boşluğu doldurma açısından önemli ve özgün bir katkı sağlayacaktır. Ayrıca böcek ve bitki çeşitliliğini belirlemeye yönelik çalışmalar farklı bilim dallarında elbette mevcuttur. Ancak bu araştırmalar genellikle tarımsal alanlar, doğal habitatlar veya kırsal ekosistemler üzerine odaklanmıştır.

Bu çalışmada ise kentsel ekosistemlerde yer alan parklardaki (Menekşe, Dalyan ve Ilgın) bitki örtüsü ile üç ana tozlayıcı grubun (arılar, kelebekler, çiçek sinekleri) etkileşiminin istatistiksel yöntemler ile değerlendirilmesi amaçlanmıştır.

2. Materyal ve Yöntem

2.1. Materyal

Araştırma materyalini, Bursa ili Nilüfer ilçesi Barış Mahallesi sınırları içinde, konut alanlarıyla çevrili Menekşe, Dalyan ve Ilgın parkları oluşturmaktadır. Menekşe Parkı 6,21 da, Dalyan Parkı 10,2 da ve Ilgın Parkı 6,27 da büyüklüğündedir. Çalışmada tozlayıcı ve bitki örtüsü etkileşimine odaklanıldığı için parkların seçiminde belirli kriterler göz önünde bulundurulmuştur. Bu kriterler; parkların büyüklüğü, tozlayıcıların hareket alanı içinde bulunması ve tozlayıcıları çeken bitki örtüsüne sahip olmalarıdır (Şekil 1).



Şekil 1. Araştırma alanı (Parklar; (A) Menekşe Park, (B) Dalyan Park, (C) Ilgın Park).

2.2. Yöntem

Menekşe, Dalyan ve Ilgın parklarındaki bitki örtüsü ile tozlayıcılar arasındaki etkileşimin belirlenmesi üzerine kurgulanan araştırma yöntemi, veri üretimi ve veri analizi aşamalarından oluşmaktadır. Araştırmada ağaç türlerinin çiçeklerini ziyaret eden tozlayıcı türlerin belirlenmesi teknik kısıtlılıklar nedeniyle mümkün olmadığı için parklardaki çalı türleri yerinde gözlemlerle tanımlanmıştır. Bu makale, lisansüstü çalışması kapsamında ilkbahar döneminde yürütülen saha araştırmasına dayanmaktadır. Tozlayıcı türlerini belirlemek amacıyla vejetasyon döneminin başlangıcı dikkate alınarak, 2023 yılının Mart ve Haziran ayları arasında ayda iki kez olmak üzere toplam 8 kez yerinde gözlem yapılmıştır. Gözlemler konu ile ilgili literatürde (Dylewski ve ark., 2020) belirtildiği üzere 10:00-16:00 saatleri arasında, minimum hava sıcaklığı 20 °C'de, rüzgarsız veya hafif rüzgarlı hava koşullarında gerçekleştirilmiştir. Çalışma alanının fiziksel yapısı göz önüne alınarak en iyi örneklem oluşturabilecek şekilde literatüre bakılarak alanda bölümlenmeler yapılmıştır. Her park için gözlem çerçevelerinin büyüklüğü 7 m x 30 m olarak ölçülmüştür (Sikora ve ark., 2020; Baldock ve ark., 2015; Baldock ve ark., 2019). Menekşe Parkı'nda 5, Dalyan Parkı'nda 4 ve Ilgın Parkı'nda 2 olmak üzere toplam 11 adet gözlem çerçevesi belirlenmiştir. Belirlenen çerçevelerde, 30 dakika boyunca uçtan uca yürüyüşler yaparak tozlayıcı ziyaretleri gözlemlenmiş, bu türlerin tanımlanması için fotoğraflar çekilmiş ve botanik uzmanlarına danışılmıştır. Gözlemlerde her tozlayıcı ziyareti için ziyaret edilen bitki türleri ve tozlayıcı sayısı not alınarak tozlayıcı verileri oluşturulmuştur. Veriler, R 4.2.3 (R Core Team, 2023) yazılımında ekolojik ağ, kümeleme ve temel bileşenler analizlerine tabi tutulmuştur.

• Ekolojik Ağ Analizi (Ecological Network Analysis)

Parklarda bulunan tozlayıcı bitkiler ile tozlayıcılar arasındaki etkileşim ağının belirlenmesi amacıyla gerçekleştirilmiştir. Etkileşim ağı oluşturulurken R Studio'da 'igraphs' ve 'bipartite' paketleri kullanılmıştır (Csárdi, 2023; Dormann ve ark., 2008).

• Kümeleme Analizi (Cluster Analysis)

Tozlayıcı topluluklarının bitki türü tercihlerine göre gruplandırılması ile aralarındaki benzerlikleri ortaya koymak amacıyla uygulanmıştır. Benzerlik dendrogramı oluşturulurken R Studio'da 'factoextra', 'scales', 'ggsci', 'Stats', 'grDevices' paketleri kullanılmıştır (Kassambara and Mundt, 2020; Wickham ve ark., 2023; Xiao, 2023; R Core Team, 2023).

• Temel Bileşenler Analizi (Principal Component Analysis- PCA)

Tozlayıcıların ziyaret ettiği bitki türleri ve hangi çiçek renk tonları tercih etme eğiliminde olduğunu anlamak için uygulanmıştır. Bu analiz için R Studio’da ‘Corrr’, ‘vegan’, ‘corrplot’, ‘factoMineR’, ‘factoextra’, ‘ggcorrplot’, ‘ggplot2’ paketleri kullanılmıştır (Kuhn ve ark., 2022; Oksanen ve ark., 2023; Wei and Simko, 2021; Lê ve ark., 2008; Kassambara and Mundt, 2020; Kassambara and Patil, 2023; Wickham, 2016). Temel Bileşenler Analizi’nde, özdeğer katsayıları 1’in üzerinde olan ve varyans açıklama yüzdesi %10’un üzerinde olan eksenler istatistiksel açıklama yüzdesinin anlamlılığı açısından dikkate alınmıştır.

3. Bulgular ve Tartışma

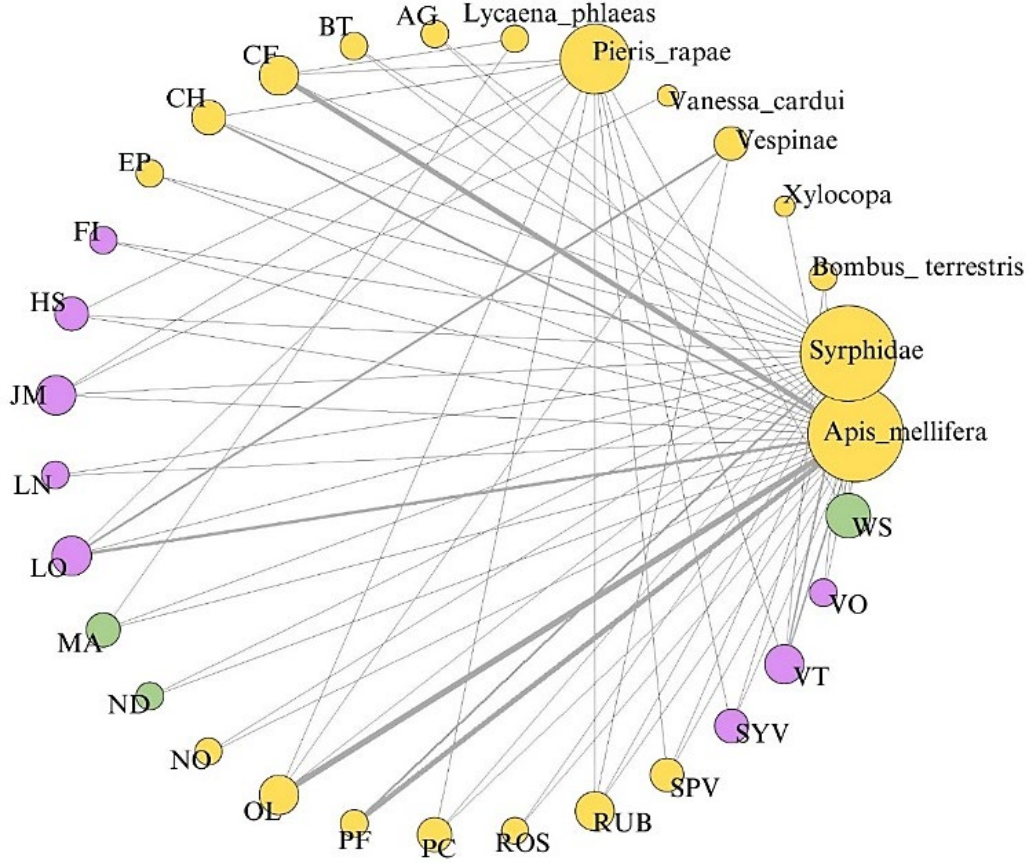
Parklarda Abelya (*Abelia x grandiflora* (Rovelli ex André) Rehder) , Tibet Dağ Muşmulası (*Cotoneaster franchetii* Bois), Yayılıcı Dağ Muşmulası (*Cotoneaster horizontalis* Decne.), Çalı Papatyası (*Euryops pectinatus* (L.) Cass.), Altın Çanak (*Forsythia × intermedia* Zabel), Ağaçhatmi (*Hibiscus syriacus* L.), Kül Çiçeği (*Jacobaea maritima* (L.) Pelsler & Meijden), Defne (*Laurus nobilis* L.), Lavanta (*Lavandula officinalis* Chaix), Sarı Boya Çalısı (*Mahonia aquifolium* (Pursh) Nutt.), Cennet Bambusu (*Nandina domestica* Thunb.), Zakkum (*Nerium oleander* L.), Gaura (*Oenothera lindheimeri* (Engelm. & A. Gray) W. L. Wagner & Hoch), Alev Çalısı (*Photinia × fraseri* Dress), Ateş Dikeni (*Pyracantha coccinea* M. Roem.), Gül (*Rosa* L.), Kırmızı Yapraklı Hanım Tuzluğu (*Berberis thunbergii* DC.), Böğürtlen (*Rubus* L.), Keçi Sakalı (*Spiraea × vanhouttei* (Briot) Zabel), Leylak (*Syringa vulgaris* L.) , Çınar Yapraklı Kartopu (*Viburnum opulus* L.), Tüylü Kartopu (*Viburnum tinus* L.), Mor Salkım (*Wisteria sinensis* (Sims) DC.) türleri olmak üzere tek tek sayımla toplamda 1825 çalı ve Avrupa bal arısı (*Apis mellifera*), Çiçek sinekleri (Syrphidae), Tüylü arı (*Bombus terrestris*), Oduncu arısı (*Xylocopa* sp.), Eşek arısı (Vespinae), Diken kelebeği (*Vanessa cardui*), Küçük beyaz melek kelebeği (*Pieris rapae*), Benekli bakır kelebeği (*Lycaena phlaeas*) türleri olmak üzere tek tek sayımla toplamda 877 tozlayıcı saptanmıştır (Şekil 2).



Şekil 2. Bitki ve tozlayıcı etkileşimleri (A: Lavanta (*Lavandula officinalis* Chaix), Avrupa bal arısı (*Apis mellifera*); B: Gaura (*Oenothera lindheimeri* (Engelm. & A. Gray) W. L.Wagner & Hoch), Avrupa bal arısı (*Apis mellifera*); C: Alev Çalısı (*Photinia × fraseri* Dress), Avrupa bal arısı (*Apis mellifera*); D: Yayılıcı Dağ Muşmulası (*Cotoneaster horizontalis* Decne.), Avrupa bal arısı (*Apis mellifera*); E: Çalı Papatyası (*Euryops pectinatus* (L.) Cass.), Çiçek sineği (Syrphidae); F: Sarı Boya Çalısı (*Mahonia aquifolium* (Pursh) Nutt.), Çiçek sineği (Syrphidae); G: Kül Çiçeği (*Jacobaea maritima* (L.) Pelser & Meijden), Diken kelebeği (*Vanessa cardui*); H: Leylak (*Syringa vulgaris* L.), Küçük beyaz melek kelebeği (*Pieris rapae*); I: Böğürtlen (*Rubus* L.), Eşek arısı (Vespinae)).

• Ekolojik Ağ Analizi (Ecological Network Analysis)

Tüm tozlaştırıcı gruplar ve parklarda mevcut çiçekli çalı türleri arasındaki etkileşim analizinin sonucu grafikte gösterilmektedir (Şekil 3). Grafikte düğümleri birbirine bağlayan çizgilerin kalınlığı, bitkiler ve tozlayıcılar arasındaki etkileşim yoğunluğuna yani bitki üzerinde gözlenen tozlayıcı sayısına bağlı olarak artmaktadır. Düğümlerin farklı renklerde olması ise etkileşim ağındaki farklı işlevleri belirtmektedir. Sarı düğümler tozlayıcı türleri ve yoğun ziyaret edilen bitki türlerini, pembe düğümler orta derece, yeşil düğümler ise az ziyaret edilen bitki türlerini ifade etmektedir.



Şekil 3. Bitki ve tozlayıcı etkileşim ağı (Bitki isimlerinin kısaltması: AG: *Abelia × grandiflora*; BT: *Berberis thunbergii*; CF: *Cotoneaster franchetii*; CH: *Cotoneaster horizontalis*; EP: *Euryops pectinatus*; FI: *Forsythia × intermedia*; HS: *Hibiscus syriacus*; JM: *Jacobaea maritima*; LN: *Laurus nobilis*; LO: *Lavandula officinalis*; MA: *Mahonia aquifolium*; ND: *Nandina domestica*; NO: *Nerium oleander*; OL: *Oenothera lindheimeri*; PF: *Photinia × fraseri*; PC: *Pyracantha coccinea*; ROS: *Rosa spp.*; RUB: *Rubus sp.*; SPV: *Spiraea × vanhouttei*; SYV: *Syringa vulgaris*; VT: *Viburnum tinus*; VO: *Viburnum opulus*; WS: *Wisteria sinensis*).

Şekil 3’de düğümlerin büyük ve iç içe geçmesi, Avrupa bal arısı (*Apis mellifera*) ve Çiçek sineklerinin (Syrphidae) parklardaki birçok bitki türünü tercih ettiği ve bu türlerle arasında güçlü etkileşim olduğunu göstermektedir. Her iki türün de sık tercih ettiği Alev Çalısı (*Photinia × fraseri* Dress) türüdür. Avrupa bal arısı (*Apis mellifera*) türünün Tibet Dağ Muşmulası (*Cotoneaster franchetti* Bois), Alev Çalısı (*Photinia × fraseri* Dress), Gaura (*Oenothera lindheimeri* (Engelm. & A. Gray) W. L. Wagner & Hoch) bitki türlerini sıklıkla ziyaret ettiği görülmektedir. Fakat Cennet Bambusu (*Nandina domestica* Thunb.), Altın Çanak (*Forsythia × intermedia* Zabel), Zakkum (*Nerium oleander* L.) türleri az tercih edilmiştir. Parklardaki ziyaretçiler arasında Tüylü arı (*Bombus terrestris*), Oduncu arısı

(*Xylocopa sp.*) ve Diken kelebeği (*Vanessa cardui*) türlerinin bitkilerle zayıf bir etkileşimi olduğu ve belirli bitki türünü tercih ettiği görülmektedir.

Parklarda en fazla bulunan arı türünün Avrupa bal arısı (*Apis mellifera*) ve en fazla bulunan kelebek türünün Küçük beyaz melek kelebeği (*Pieris rapae*) olduğu saptanmıştır. Bu sonuçlar Dylewski ve ark. (2019)'nın bulgularıyla tutarlılık göstermektedir. Mach and Potter (2018)'nin sonuçlarında da Avrupa bal arısı (*Apis mellifera*) türü en fazla bulunmuştur. Alanda en az bulunan arı türü ise Tüylü arı (*Bombus terrestris*)'dır. Daniels ve ark. (2020) çalışmasında Kedi Nanesi (*Nepeta x faassenii* Bergmans ex Stearn) ve Yabani Adaçayı (*Salvia nemorosa* L.) bitki türlerine Tüylü arı (*Bombus terrestris*)'nın yoğun ilgisi olduğu görülmektedir fakat bu çalışma alanında bu bitkilerin olmaması Tüylü arı (*Bombus terrestris*) sayısının az olması ile ilişkilendirilebilir. Çalışma alanında Tüylü arı (*Bombus terrestris*) ve Oduncu arısı (*Xylocopa sp.*) türlerini çekebilecek bitkilerin bulunmadığı ve bu tozlayıcıların ilgisini çeken Mor Salkım (*Wisteria sinensis* (Sims) DC.) türünün alanda az bulunması, bu tozlayıcıların azlığı ile ilişkilendirilebilir.

Etkileşim ağ grafiğinde Gaura (*Oenothera lindheimeri* (Engelm. & A. Gray) W. L.Wagner & Hoch), Alev Çalısı (*Photinia × fraseri* Dress), Tibet Dağ Muşmulası (*Cotenaster franchetti* Bois), Lavanta (*Lavandula officinalis* Chaix) ve Tüylü Kartopu (*Viburnum tinus* L.) türlerinin çok sayıda tozlayıcı çektiği belirgin bir şekilde görülmektedir. Bu bitkiler Mor Salkım (*Wisteria sinensis* (Sims) DC.), Leylak (*Syringa vulgaris* L.), Gül (*Rosa* L.) türlerine göre tozlayıcılar tarafından daha fazla ziyaret edilmiştir. Bu durum Gaura (*Oenothera lindheimeri* (Engelm. & A. Gray) W. L.Wagner & Hoch), Alev Çalısı (*Photinia × fraseri* Dress), Tibet Dağ Muşmulası (*Cotenaster franchetti* Bois), Lavanta (*Lavandula officinalis* Chaix) ve Tüylü Kartopu (*Viburnum tinus* L.) türlerinin alanda sayıca daha fazla bulunmalarıyla da açıklanabilir. Buna karşılık Yayılıcı Dağ Muşmulası (*Cotenaster horizontalis* Decne.) alanda az sayıda olmasına rağmen Avrupa bal arısı (*Apis mellifera*) için güçlü bir tozlayıcı çeken bitki olarak değerlendirilmiştir. Bu bulgu Sarı (2021)'nin bal üretim potansiyeli yüksek bir tür olarak *Cotoneaster sp.*'nin bal arıları için önemli bir kaynak olduğu yönündeki bulgularıyla tutarlılık göstermektedir. Araştırma alanında az sayıda bulunan bir başka tür olan Böğürtlen (*Rubus* L.)'nin farklı tozlayıcı grupları tarafından ziyaret edildiği belirlenmiştir. Bu durum Deveci vd. (2015)'nin böğürtlenin polen, nektar ve salgı üretimi açısından ülkemizde yetişen en önemli çalı türleri arasında yer aldığını belirten çalışmasıyla uyumludur.

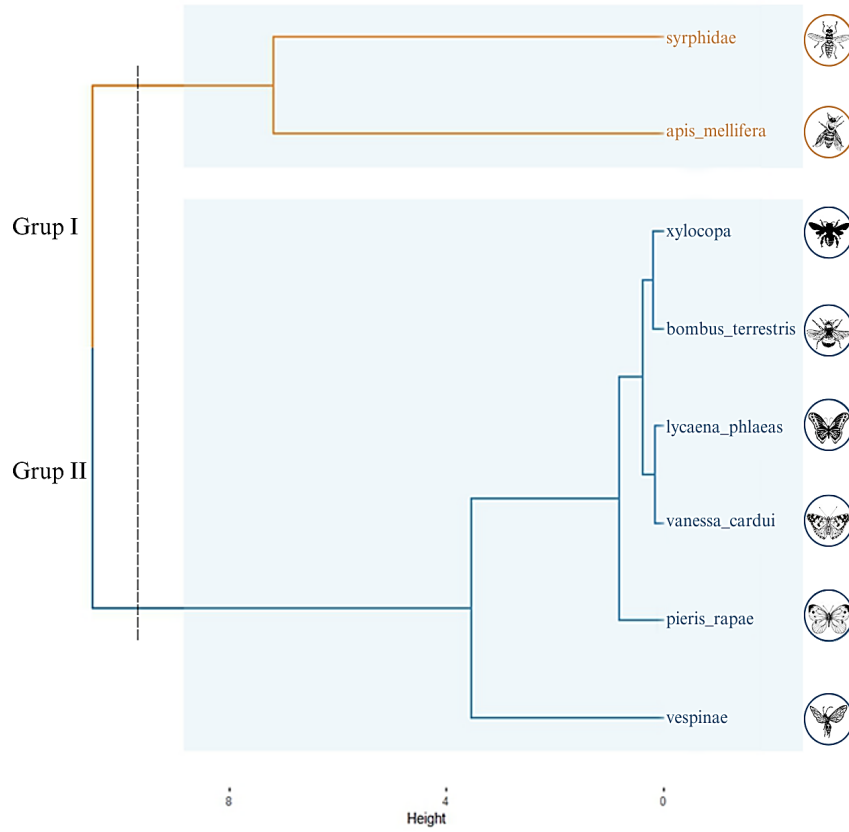
Alanda bulunan bazı bitki türlerinin çiçeklenme döneminin gözlem süresinden sonra olması nedeniyle bu bitkilerin tozlayıcılarla ilişkisini değerlendirmek mümkün olmamıştır.

Ancak her ne kadar gözlem yapılamamış olsa da çalışma alanında bulunan Haziran'dan sonra çiçeklenen bitkilerin de tozlayıcı türler için süregelen periyotlar şeklinde bir besin kaynağı sirkülasyonu sağlayacağı düşünülmektedir. Örneğin bu çalışmada gözlem sırasında çiçek açmamış olan Abelya (*Abelia × grandiflora* (Rovelli ex André) Rehder)'da az sayıda tozlayıcı görülmüştür. Ancak çiçeklenme döneminde Abelya (*Abelia × grandiflora* (Rovelli ex André) Rehder)'nın çok sayıda arıyı kendine çektiğini gösteren çalışmalar bulunmaktadır (Mach and Potter, 2018). Bu kapsamda bulgular, kent parklarındaki tozlayıcı dostu bitki çeşitliliğinin, tozlayıcılar için önemli bir potansiyele sahip olduğunu göstermektedir.

• Kümeleme Analizi (Cluster Analysis)

Tozlayıcıların benzer bitki türlerini tercih etmesi itibariyle tozlayıcıların gruplandırılması amacıyla yapılan Kümeleme Analizi sonuçları Şekil 4'de verilmiştir. Kümeleme Analizi sonucunda tozlayıcıların parklardaki bitki türleri tercihlerine göre belirlenen en uygun grup sayısı ikidir. Bu ayrıma göre iki tozlayıcı türü bir grupta (Grup I), altı tozlayıcı türü ise diğer grupta (Grup II) yer almıştır (Şekil 4). Dendrogramdaki her iki grupta birbirine yakın konumlardaki dallanmalar, türlerin genel tercihi açısından daha fazla benzerlik gösterdiğini açıklamaktadır.

İlk grupta Avrupa bal arısı (*Apis mellifera*) ve Çiçek sinekleri (Syrphidae) birbirine en çok benzerlik gösterirken, bu iki tür bitki tercihi açısından diğer gruptaki 6 tozlayıcı türden ayrılmaktadır. İkinci grupta ise Oduncu arısı (*Xylocopa sp.*) ve Tüylü arı (*Bombus terrestris*), Benekli bakır kelebeği (*Lycaena phlaeas*) ve Diken kelebeği (*Vanessa cardui*) benzer özellikler açısından yakın ilişkiye sahiptir. Aynı grupta bulunan Eşek arısı (Vespinae) ve Küçük beyaz melek kelebeği (*Pieris rapae*) aynı kümeleme grubunda (Grup 2'de) yer aldığı 4 tozlayıcı tür ile bitki tercihleri açısından Grup 1'deki 2 türe kıyasla daha yüksek bir benzerlik olduğu görülmekle birlikte bu türlerin bitki tercihi açısından Grup 2'deki diğer 4 türden öncelikli olarak ayrılan türler oldukları da görülmektedir.



Şekil 4. Tozlayıcı türlerinin parklardaki bitki türleri tercihlerine göre dendrogramı.

• **Temel Bileşenler Analizi (Principal Component Analysis- PCA)**

Tozlayıcıların ziyaret ettiği bitki türleri ve bu bitkilerde gözlenen tozlayıcılar ele alınarak çiçek renk sınıflarıyla birlikte ilişkileri tanımlayan Temel Bileşenler Analizi'nin sonuçları Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge 1. PCA eksenine ait özdeğerler ve varyans (%) açıklama katsayıları.

PCA Eksenleri	Özdeğer	Varyans (%)	Kümülatif Varyans (%)
Eksen 1	2.44	30.5	30.5
Eksen 2	1.73	21.6	52.1
Eksen 3	1.27	15.9	68.1
Eksen 4	1.06	13.3	81.4

Çizelge 1'de görüldüğü üzere özdeğer katsayısı 1'den büyük olan ve veri matrisindeki varyansı en yüksek düzeyde açıklayan temel bileşenler olan ilk 4 eksen kullanılmıştır. Bu 4 eksen, veri setindeki toplam varyansın %81,4'ünü açıklamaktadır. Temel Bileşenler Analizi sonucunda istatistiksel olarak en yüksek anlamlılık düzeyine sahip olan ilk 4 eksen üzerinde

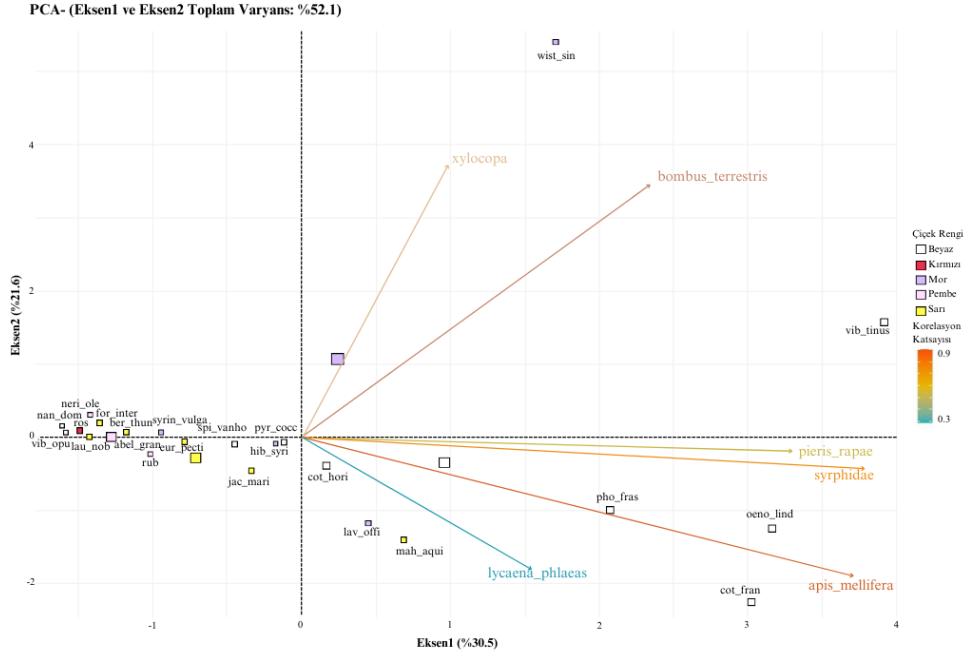
tozlayıcıların bitki türleri tercihlerine göre oluşturulan eksenlerin korelasyon değerleri Çizelge 2’de listelenmiştir.

Çizelge 2. İlk 4 PCA eksenini üzerinde tozlayıcılara ait korelasyon katsayıları (r).

	Eksen 1	Eksen 2	Eksen 3	Eksen 4
apis_mellifera	0.837	-0.426	0.070	-0.034
syrphidae	0.855	-0.093	-0.287	0.012
bombus_terrestris	0.531	0.788	0.036	-0.013
xylocopa	0.222	0.844	-0.070	-0.053
vespinae	0.002	-0.184	0.634	-0.651
vanessa_cardui	-0.044	-0.068	0.508	0.792
pieris_rapae	0.745	-0.041	0.514	0.076
lycaena_phlaeas	0.350	-0.405	-0.508	0.051

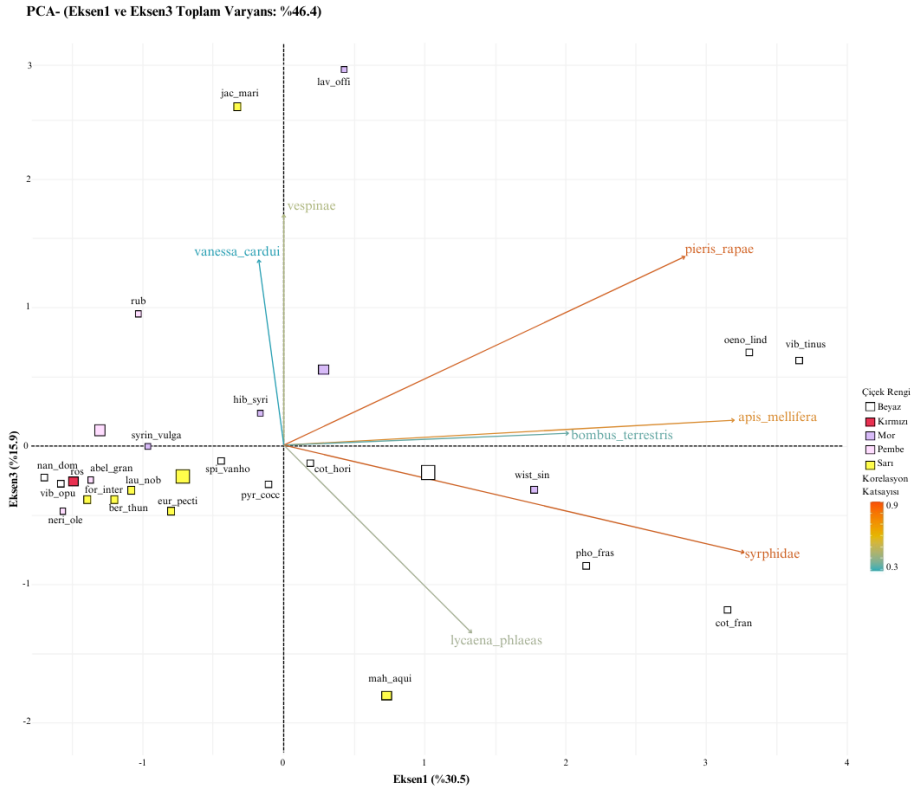
4 eksen içerisinde varyans açıklama yüzdesi en yüksek olan Eksen 1 (%30,5) üzerinde Avrupa bal arısı (*Apis mellifera*) (r: 0.837), Çiçek sineği (Syrphidae) (r: 0.855), Küçük beyaz melek kelebeği (*Pieris rapae*) (r: 0.745) tozlayıcı türlerinin parklardaki bitki türlerini tercihleri bakımından birbirleriyle en yüksek pozitif korelasyona sahip değişkenler oldukları görülmektedir (Şekil 5). Ziyaret ettikleri Alev Çalısı (*Photinia × fraseri* Dress), Tibet Dağ Muşmulası (*Cotenaster franchetti* Bois), Gaura (*Oenothera lindheimeri* (Engelm. & A. Gray) W. L.Wagner & Hoch), Tüylü Kartopu (*Viburnum tinus*) bitkilerinin çiçek renk değişkeni ile ilişkilendirildiklerinde ağırlıklı olarak beyaz çiçekli bitkileri tercih ettikleri görülmektedir. Ayrıca bu türlerden Avrupa bal arısı (*Apis mellifera*)’nın Lavanta (*Lavandula officinalis* Chaix) ve Sarı Boya Çalısı (*Mahonia aquifolium* (Pursh) Nutt.) türlerini ziyaret ederek mor ve sarı çiçekli bitkileri de tercih etmiştir.

Eksen 2 (%21,6) üzerinde ise Tüylü arı (*Bombus terrestris*) (r: 0.788) ve Oduncu arısı (*Xylocopa sp.*) (r: 0.844) türlerinin parklardaki bitki türlerini tercih etme bakımından birbirleriyle pozitif ilişkisi olan tozlayıcılar oldukları görülmektedir (Şekil 5). Tüylü arı (*Bombus terrestris*)’nın Tüylü Kartopu (*Viburnum tinus* L.) ve Mor Salkım (*Wisteria sinensis* (Sims) DC.) bitkilerini tercih etmesi beyaz ve mor çiçekli bitkilerle, Oduncu arısı (*Xylocopa sp.*)’nın Mor Salkım (*Wisteria sinensis* (Sims) DC.)’ı tercih etmesi mor çiçekli bitkilerle ilişkili olduğu görülmektedir. Sikora ve ark. (2020)’nin çalışmasına göre Tüylü arıların (*Bombus terrestris*) en sık mor ve pembe çiçekleri ziyaret ettiği saptanmıştır.



Şekil 5. Eksen 1 ve Eksen 2 üzerinde tozlayıcılar ile bitki türlerinin konumu ve çiçek renk sınıflarının görünümü.

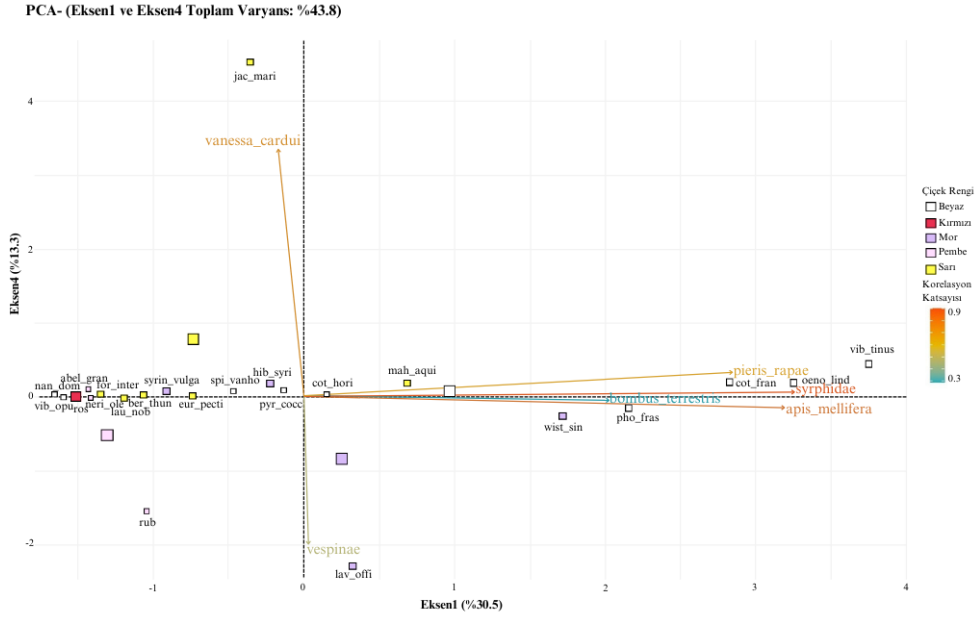
Eksen 3 (%15,9) üzerinde konumlanan Benekli bakır kelebeği (*Lycaena phlaeas*) ($r: -0.508$) en yüksek negatif korelasyona sahip tozlayıcıdır (Şekil 6).



Şekil 6. Eksen 1 ve Eksen 3 üzerinde tozlayıcılar ile bitki türlerinin konumu ve çiçek renk sınıflarının görünümü.

Bu eksen üzerinde Benekli bakır kelebeği (*Lycaena phlaeas*) türünün bitki türlerini tercihi açısından diğer tozlayıcı türlerle arasında yüksek bir ilişkisinin olmadığı görülmektedir. Benekli bakır kelebeği (*Lycaena phlaeas*)'nin Sarı Boya Çalısı (*Mahonia aquifolium* (Pursh) Nutt.) ve Tibet Dağ Muşmulası (*Cotenaster franchetti* Bois) bitkilerini tercih etmesi beyaz ve sarı çiçekli bitkilerle ilişkili olduğu görülmektedir.

Eşek arısı (*Vespinae*) ($r: -0.651$) ve Diken kelebeği (*Vanessa cardui*) ($r: 0.792$) türleri ise en yüksek korelasyonu Eksen 4 (%13,3) üzerinde göstermiştir. Bu iki türün bitki türlerini tercih bakımından ilişkilerinin negatif olduğu görülmektedir (Şekil 7). Eşek arısı (*Vespinae*)'nin Lavanta (*Lavandula officinalis* Chaix) ve Böğürtlen (*Rubus* L.) türlerini ziyaret ederek mor ve pembe çiçekli bitkileri tercih ederken, Diken kelebeği (*Vanessa cardui*) sarı çiçekli Kül Çiçeği (*Jacobaea maritima* (L.) Pelsner & Meijden)'ni tercih ettiği görülmektedir.



Şekil 7. Eksen 1 ve Eksen 4 üzerinde tozlayıcılar ile bitki türlerinin konumu ve çiçek renk sınıflarının görünümü.

Benekli bakır kelebeği (*Lycaena phlaeas*)'nin Sarı Boya Çalısı (*Mahonia aquifolium* (Pursh) Nutt.) ve Diken kelebeği (*Vanessa cardui*)'nin sarı çiçekli Kül Çiçeği (*Jacobaea maritima* (L.) Pelsner & Meijden) bitkisini tercih ettiği grafiklerde görülmektedir. Short and Florida (2008)'nin kelebek türlerinin sarı çiçekli bitkileri tercih ettiğini saptayan çalışma sonuçları ve bu çalışmanın bulguları örtüşmektedir.

Bu çalışmada, Nilüfer ilçesinde bulunan üç kent parkında tozlayıcı-bitki etkileşimi araştırılmış olup bulgular, parklardaki tozlayıcı bolluğunun yüksek olmadığını göstermiştir. Bu durum, çalışmanın bazı kısıtlılıklarıyla da açıklanabilir; örneğin, gözlem süresi uzatıldığında ve kent içerisindeki parklar bir yeşil alan sistemi olarak ele alındığında, tozlayıcı bolluğu ve çeşitliliği açısından farklı sonuçlara ulaşmak mümkün olabilir. Ayrıca çalışma kapsamında yapılan gözlemlerde tozlayıcıların besin tercihleri, yaşam yerleri ve yuvalanma biçimleri gibi kriterler değerlendirilmemiştir fakat gözlemler boyunca çeşmenin yanı sıra, duvar oyuklarından ve barbakanlardan su içen arılar görülmüştür. Bu nedenle tozlayıcıların beslenme ve barınma ihtiyaçlarına yönelik çalışmalar geliştirilmesi, otsu bitkiler ve tozlayıcılar arasındaki etkileşimin değerlendirilmesi kentsel biyoçeşitlilik açısından önemli faydalar sağlayacaktır.

4. Sonuç ve Öneriler

Bulgular, Nilüfer İlçesi Barış Mahallesi'nde yer alan Menekşe, Dalyan ve Ilgın parklarının farklı tozlayıcı türler için yaşam alanları sağlama konusunda önemli rol oynadığını göstermektedir. Parkların tozlayıcı çeşitliliği ve sayısı açısından düşük değere sahip olması, parklardaki bitki çeşitliliğinin az olması ve tozlayıcı çeken bitki türlerinin tercih edilmemesi ile ilişkili olduğu düşünülmektedir. Ayrıca bitki-tozlayıcı etkileşimlerinin istatistiksel analizleri, tozlayıcı sayısı ile çiçek sayısı arasındaki pozitif ilişkinin önemini ortaya koymaktadır.

Geleceğe yönelik küresel değişim senaryoları, iklim kriziyle birlikte tozlayıcı türlerin risk altında olduğunu ve gün geçtikçe sayılarının daha da azalarak yok olma tehlikesiyle karşı karşıya olduğunu öngörmektedir. Buna çözüm olarak kentlerin iklime dirençli hale getirilmesi ve kentlerdeki tozlayıcılar için koruma stratejilerinin geliştirilmesi önem taşımaktadır. Bu kapsamda araştırmaya konu olan parklarda tozlayıcı çeşitliliği ve bolluğunun artması, bitki ve tozlayıcı etkileşiminin iyileştirilmesi için tozlayıcı dostu planlama ve tasarım önerileri geliştirilmiştir. Çalışma kapsamında değerlendirmeye alınan bitki örtüsü ve tozlayıcı etkileşimi açısından parklardaki Tibet Dağ Muşmulası (*Cotenaster franchetti* Bois), Yayılıcı Dağ Muşmulası (*Cotenaster horizontalis* Decne.), Alev Çalısı (*Photinia × fraseri* Dress), Gaura (*Oenothera lindheimeri* (Engelm. & A. Gray) W. L. Wagner & Hoch) ve Tüylü Kartopu (*Viburnum tinus* L.) bitkileri tozlayıcı türlerin ağırlıklı olarak ilgisini çektiği belirlenmiştir. Aynı zamanda, Mor Salkım (*Wisteria sinensis* (Sims) DC.), Leylak (*Syringa vulgaris* L.), Lavanta (*Lavandula officinalis* Chaix) bitkilerinin Tüylü

arı (*Bombus terrestris*) ve Oduncu arısı (*Xylocopa sp.*) gibi belirli türler için gösterge bitki türü olduğu saptanmıştır fakat bu bitkilerin sayılarının alanda az olması nedeniyle bu tozlayıcıların da az bulunmasına neden olmuştur.

Çalışma alanında yeniden bitkilendirilme yapılırken, doğa ve ekosistem temelli çözümler kapsamında Lavanta (*Lavandula officinalis* Chaix), Adaçayı (*Salvia officinalis* L.), Biberiye (*Salvia rosmarinus* Spenn.), Nane (*Mentha* L.), Leylak (*Syringa vulgaris* L.), Hayıt (*Vitex agnus-castus* L.) gibi bitkilerin kullanılması, farklı boylardan oluşan katmanlı (kademeli) bir bitkilendirme yapılması ve çim yerine doğal çayır bitkilerinin kullanılması kentin biyolojik çeşitliliğini ve iklim direncini artıracaktır (Coşkun Hepcan, 2022).

Parklardaki bitki tür seçimlerinde çiçeklerin form ve renklerinin yanı sıra yılın farklı dönemlerinde alanda bulunan tozlayıcılar için bitkilerin çiçeklenme dönemlerinin birbirini takip etmesine özellikle dikkat edilmelidir (Sikora ve ark., 2020). Tozlayıcı habitat işaret levhaları ve ekolojik dengeyi destekleyen tozlayıcı yuvalama blokları (yuvalama tüpleri, polinatör evleri, arı blokları, arı duvarları, arı otelleri) yerleştirilebilir. Bu yuvalar, kuru kütüklere veya tahta bloklara delikler açarak oluşturulabilir (Coşkun Hepcan ve Özeren Alkan, 2017). Buna ek olarak su kaynaklarına yakın olmayan alanlarda yapay su kaynakları (arı kapları, kuş havuzu, çamurlu su birikintisi) oluşturulmalıdır (Özdemir ve Ulus, 2018). Ayrıca Bursa kentine özgü tozlayıcı koruma rehberleri ve tozlayıcı dostu bitki listeleri kentsel biyoçeşitlilik konusundaki farkındalığı artıracak ve tozlayıcı-bitki etkileşiminin önemini algılanmasını sağlayacaktır. Bu farkındalık insanların biyoçeşitliliği gözlemlemeye ve kaydetmeye teşvik edecek, dolayısıyla Bursa kenti için bir tozlayıcı-bitki etkileşimi veri tabanı oluşturmaya yardımcı olacaktır.

Bu araştırma, kent parklarındaki tozlayıcı-bitki etkileşimini istatistiki açıdan değerlendiren Türkiye’de yapılmış ilk çalışma olması nedeniyle özgün ve önemli bir değere sahiptir. Toplanan veriler ve bu verilerin istatistiki açıdan değerlendirilmesi, kent parklarındaki tozlayıcı-bitki etkileşiminin korunmasına ve biyoçeşitliliğin artmasına katkı sağlayacaktır.

Kaynaklar

- Baldock, K. C., Goddard, M. A., Hicks, D. M., Kunin, W. E., Mitschunas, N., Osgathorpe, L. M., Potts, S. G., Robertson, K. M., Scott, A. V., Stone, G. N., Vaughan, I. P., & Memmott J. (2015). Where is the UK's pollinator biodiversity? The importance of urban areas for flower-visiting insects. *Proc. R. Soc. B*, 282(1803), 20142849.
- Baldock, K. C., Goddard, M. A., Hicks, D. M., Kunin, W. E., Mitschunas, N., Morse, H., Osgathorpe, L. M., Potts, S. G., Robertson, K. M., Scott, A. V., Staniczenko, P., Stone, G. N., Vaughan, I. P., & Memmott, J. (2019). A systems approach reveals urban pollinator hotspots and conservation opportunities. *Nature Ecology and Evolution*, 3(3), 363-373.
- Banaszak-Cibicka, W., Twerd, L., Fliszkiewicz, M., Giejdasz, K., & Langowska, A. (2018). City parks vs. natural areas - is it possible to preserve a natural level of bee richness and abundance in a city park? *Urban Ecosystems*, 21(5), 599-613.
- Bellamy, C. C., van der Jagt, A. P. N., Barbour, S., Smith, M., & Moseley, D. (2017). A spatial framework for targeting urban planning for pollinators and people with local stakeholders: A route to healthy, blossoming communities? *Environmental Research*, 158, 255-268.
- Coşkun Hepcan Ç., & Özeren Alkan, M. (2017). Quantifying the Biodiversity of Ege University Rectorship Garden. *The Problems of Landscape Ecology*, 44, 89-98.
- Coşkun Hepcan, Ç. (2019). Kentlerde İklim Değişikliği ile Mücadele İçin Yeşil Altyapı Çözümler. *İklim Değişikliği Eğitim Modüller Serisi 12*, Ankara.
- Coşkun Hepcan, Ç. (2022). Doğa Temelli Çözümler ve Kentsel Dirençlilik. *Çevre, Şehir ve İklim Dergisi*, 1(2), 19-40.
- Csárdi, G., Nepusz, T., Traag, V., Horvát, S., Zanini, F., Noom, D., Müller, K. (2023). igraph: Network Analysis and Visualization in R. Zenodo. Erişim Adresi: <https://CRAN.R-project.org/package=igraph>. Erişim Tarihi: 30.03.2023.
- Daniels, B., Jedamski, J., Ottermanns, R., & Ross-Nickoll, M. (2020). A “plan bee” for cities: Pollinator diversity and plant-pollinator interactions in urban green spaces. *PLoS ONE*, 15(7), e0235492.
- Deveci, M., Cınbirtoğlu, Ş., & Demirkol, G. (2015). İlkbahar dönemi bitkileri ve arıcılıkta polen kaynağı bakımından önemi. *Akademik Ziraat Dergisi*, 4(1), 1-12.
- Dormann, C. F., Gruber, B., & Fründ, J. (2008). Introducing the bipartite package: analyzing ecological networks. *R News*, 8(2), 8-11.

- Dylewski, Ł., Maćkowiak, Ł., & Banaszak-Cibicka, W. (2019). Are all urban green spaces a favourable habitat for pollinator communities? Bees, butterflies and hoverflies in different urban green areas. *Ecological Entomology*, *44*(5), 678-689.
- Dylewski, Ł., Maćkowiak, Ł., & Banaszak-Cibicka, W. (2020). Linking pollinators and city flora: how vegetation composition and environmental features shapes pollinators composition in urban environment. *Urban Forestry & Urban Greening*, *56*, 126795.
- Ebeling, A., Klein, A. M., Schumacher, J., Weisser, W. W., & Tschardt, T. (2008). How does plant richness affect pollinator richness and temporal stability of flower visits? *Oikos*, *117*(12), 1808-1815.
- Kassambara, A., & Mundt, F. (2020). *Factoextra: Extract and Visualize the Results of Multivariate Data Analyses* (R Package Version 1.0.7).
- Kassambara, A., & Patil, I. (2023). *Visualization of a Correlation Matrix using 'ggplot2' in R*.
- Kuhn, M., Jackson, & S., Cimentada, J. (2022). *corr: Correlations in R*.
- Lerman, S. B., Contosta, A. R., Milam, J., & Bang, C. (2018). To mow or to mow less: Lawn mowing frequency affects bee abundance and diversity in suburban yards. *Biological Conservation*, *221*, 160-174.
- Lowenstein, D. M., Matteson, K. C., & Minor, E. S. (2015). Diversity of wild bees supports pollination services in an urbanized landscape. *Oecologia*, *179*(3): 811-821.
- Lowenstein, D. M., Matteson, K. C., & Minor, E. S. (2018). Evaluating the dependence of urban pollinators on ornamental, non-native, and 'weedy' floral resources. *Urban Ecosystems*, *22*(1), 293-302.
- Lê, S., Josse, J., & Husson, F. (2008). FactoMineR: A Package for Multivariate Analysis. *Journal of Statistical Software*, *25*(1), 1-18.
- Mach, B. M., & Potter, D. A. (2018). Quantifying bee assemblages and attractiveness of flowering woody landscape plants for urban pollinator conservation. *PLoS ONE*, *13*(12), 1-18.
- Marín, L., Esther Martínez-Sánchez, M., Sagot, P., Navarrete, D., & Morales, H. (2020). Floral visitors in urban gardens and natural areas: Diversity and interaction networks in a neotropical urban landscape. *Basic and Applied Ecology*, *43*, 3-15.
- Oksanen, J., Simpson, G., Blanchet, F., Kindt, R., Legendre, P., Minchin, P., O'Hara, R., Solymos, P., Stevens, M., Szoecs, E., Wagner, H., Barbour, M., Bedward, M., Bolker, B., Borcard, D., Carvalho, G., Chirico, M., De Caceres, M., Durand, S., Evangelista, H., FitzJohn, R., Friendly, M., Furneaux, B., Hannigan, G., Hill, M., Lahti, L.,

- McGlenn, D., Ouellette, M., Ribeiro Cunha, E., Smith, T., Stier, A., Ter Braak, C., & Weedon, J. (2023). *vegan: Community Ecology Package* (R package version 2.6-5). Erişim Adresi: <https://github.com/vegandevs/vegan>. Erişim Tarihi: 30.03.2023.
- Özdemir, A., ve Ulus, A. (2018). Kent ekolojisinde farklı bir yaklaşım: Tozlaşma bahçeleri. *Inonu University Journal of Art and Design*, 8(18), 17-28.
- R Core Team, (2023). *R: A language and environment for statistical computing*, R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. <https://www.R-project.org/>.
- Sarı, D. (2021). Kent parklarında kullanılan bazı odunsu süs bitkilerinin polinasyon değerleri bakımından irdelenmesi. *Turkish Journal of Forest Science*, 5(2), 562-577.
- Short, J., & Florida, T. (2008). The effect of reward and color pattern on butterfly foraging in *Lantana camara* (Verbenaceae). *Tropical Ecology and Conservation (Monteverde Institute)*, 21.
- Sikora, A., Michořap, P., & Sikora, M. (2020). What kind of flowering plants are attractive for bumblebees in urban green areas? *Urban Forestry & Urban Greening*, 48(1803), 126546.
- Tam, K. C., & Bonebrake, T. C. (2016). Butterfly diversity, habitat and vegetation usage in Hong Kong urban parks. *Urban ecosystems*, 19(2), 721-733.
- Yang, F., Ignatieva, M., Wissman, J., Ahrné, K., Zhang, S., & Zhu, S. (2019). Relationships between multi-scale factors, plant and pollinator diversity, and composition of park lawns and other herbaceous vegetation in a fast growing megacity of China. *Landscape and Urban Planning*, 185, 117-126.
- Wei, T., & Simko, V. (2021). *corrplot: Visualization of a Correlation Matrix* (R package version 0.92). Erişim Adresi: <https://github.com/taiyun/corrplot>. Erişim Tarihi: 30.03.2023.
- Wickham H. (2016). *ggplot2: Elegant Graphics for Data Analysis* (2nd ed.). Springer.
- Wickham, H., Pedersen, T., & Seidel, D. (2023). *scales: Scale Functions for Visualization* (R package version 1.3.0). Erişim Adresi: <https://github.com/r-lib/scales>. Erişim Tarihi: 30.03.2023.
- Xiao, N. (2023). *ggsci: Scientific Journal and Sci-Fi Themed Color Palettes for 'ggplot2'*.