



KÜLTÜRPARK'IN KENT EKOSİSTEMİNE KATKILARI

İÇİNDEKİLER

ŞEKİLLER DİZİNİ	ii
TABLolar DİZİNİ.....	iii
1. BÖLÜM: BİTKİ VARLIĞI TARİHİ.....	Hata! Yer işareti tanımlanmamış.
2. BÖLÜM: KARBON TUTMA POTANSİYELİ.....	11
3. BÖLÜM: KENT ISI ADASI ETKİSİ.....	29
4. BÖLÜM: YEŞİL ALTYAPI BİLEŞENLERİ	41

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1. 1936 yılına ait Kültürpark fotoğrafı	2
Şekil 1.2. 1940'lı yıllara ait Kültürpark fotoğrafı (1).....	3
Şekil 1.3. 1940'lı yıllara ait Kültürpark fotoğrafı (2).....	3
Şekil 1.4. 1940'lı yıllara ait Kültürpark fotoğrafı (3).....	4
Şekil 1.5. 1950 yılı hava fotoğrafı	5
Şekil 1.6. 1958 yılına ait Kültürpark Fotoğrafı	5
Şekil 1.7. 1960'lı yılların sonunda Kültürpark (1).....	6
Şekil 1.8. 1960'lı yılların sonunda Kültürpark (2).....	6
Şekil 1.9. 2000 yılı uydu görüntüsü (Google Earth)	8
Şekil 1.10. 2020 yılı uydu görüntüsü (Google Earth)	8
Şekil 1.11. Kültürpark'ta bulunan bitkilerin anavatanlarına göre değerlendirilmesi	9
Şekil 2.1. Bitkilerde karbon döngüsü	13
Şekil 2.2. Ağaçların hava kirliliği uzaklaştırma oranları (yıllık)	16
Şekil 2.3. Türlerle göre tahmini karbon depolama miktarları	18
Şekil 2.4. Türlerle göre yüzey akışı azaltma miktarları	19
Şekil 2.5. Yapısal materyallerde kaynaklanan karbonun dağılımı	20
Şekil 2.6. Kültürpark'ın yıllara bağlı karbon bertaraf değişimi	21
Şekil 2.7. Atıl alanlardaki yapısal yüzeylerin kaldırılması durumunda karbon yayma ve tutma miktarlarındaki değişim	22
Şekil 2.8. Beton zeminli su yüzeylerinin ekolojik temelli sulak alanlara dönüştürülmesi durumunda karbon yayma ve tutma miktarlarındaki değişim.....	22
Şekil 2.9. Beton zemin üstüne kauçuk uygulaması yapılan koşu pisti zeminin gevşek agregası ile değiştirilmesi durumunda karbon yayma ve tutma miktarlarındaki değişim	23
Şekil 2.10. Tüm beton içerikli zeminlerin gevşek agregası ile değiştirilmesi durumunda karbon yayma ve tutma miktarlarındaki değişim	23
Şekil 2.11. Hangarlar* yerine yeşil alan yapılması durumunda karbon yayma ve tutma miktarlarındaki değişim	24
Şekil 3.1. LST değerlerinin hesaplanması.....	31
Şekil 3.2. Kültürpark ve yakın çevresinin (2 km) farklı mevsimlere ait 2019 yılı LST değerleri.....	32
Şekil 3.3. Kültürpark ölçeğinde LST değerleri	33
Şekil 3.4. 2019 yılı NDVI değerleri	34
Şekil 3.5. 1989 yılı Kültürpark yakın çevresi LST değerleri.....	36
Şekil 3.6. Kültürpark'a ait 1996 ve 2020 yılı hava fotoğrafları.....	36
Şekil 4.1. Kültürpark'ı merkez alarak oluşturulan zonlar	43
Şekil 4.2. 1990-2000-2012 ve 2018 yıllarına ait İzmir kenti arazi örtüsü	45
Şekil 4.3. İzmir kenti yeşil alanlarının dağılımı.....	51
Şekil 4.4. İzmir kenti yeşil alanlar arasında kurulabilecek olası bağlantı güzergahları	53
Şekil 4.5. İzmir kenti yeşil alanları arasında kurulabilecek olası bağlantı güzergahları için yoğunluk analizi.....	54
Şekil 4.6. Kültürpark 'ın Meles Çayı ile etkileşimi	55

TABLÖLER DİZİNİ

Tablo 2.1. Sayıları ve yaprak alanları açısından önemli türler	15
Tablo 2.2. Türlerle göre karbon tutma ve oksijen üretim miktarları.....	16
Tablo 2.3. Farklı biyomların karbon depolama miktarları	26
Tablo 3.1. 2019 yılı LST ve NDVI Korelasyon Katsayıları	34
Tablo 4.1. Kentsel peyzaj yapısındaki değişimlerinin analizinde kullanılan peyzaj metrikleri (Doygun,2016; Kesgin Atak, 2020; Jaeger, 2000)	42
Tablo 4.2. Kültürpark'ı merkez alarak oluşturulan 0-2 km zonunda CORINE Arazi örtüsü verilerinin peyzaj metrikleri ile analiz sonuçları.....	47
Tablo 4.3. Kültürpark'ı merkez alarak oluşturulan 0-5 km zonunda CORINE Arazi örtüsü verilerinin peyzaj metrikleri ile analiz sonuçları.....	48
Tablo 4.4. Kültürpark'ı merkez alarak oluşturulan 0-8 km zonunda CORINE Arazi örtüsü verilerinin peyzaj metrikleri ile analiz sonuçları.....	49
Tablo 4.5. Kültürpark'ı merkez alarak oluşturulan 0-tüm kentsel doku zonunda CORINE Arazi örtüsü verilerinin peyzaj metrikleri ile analiz sonuçları	50
Tablo 4.6. Kültürpark'ı merkez alarak oluşturulan zonlar kapsamında yeşil alan varlığının peyzaj metrikleri ile analiz sonuçları.....	52

1. Bölüm

BİTKİ VARLIĞI TARİHİ

Nurdan Erdoğan

1. İzmir Demokrasi Üniversitesi Mimarlık Fakültesi Peyzaj Mimarlığı Bölümü, İzmir Demokrasi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Peyzaj Mimarlığı ABD.

1. GİRİŞ

İzmir kent merkezinin hem alansal hem de bitki varlığı açısından en önemli yeşil alanı olarak gösterilen Kültürpark'ın bitkisel varlığının belirlenmesine yönelik olarak 2017 yılında Ege Üniversitesi tarafından hazırlanan “İzmir Kültürpark Alanındaki Bitkisel Materyallerinin Tanımlanması, Korunması ve Sürdürülebilirlik Açısından Önerilerin Hazırlanması” isimli bilimsel çalışma ve veri tabanı ile “Kültürpark'ın Ağaç, Ağaççık ve Çalıları” isimli bilimsel yayın Park'ın güncel bitki varlığının tespiti açısından önemlidir. Bununla birlikte, Park'ın bitki varlığının zamansal değişimine yönelik çok kapsamlı çalışma yer almamaktadır. Bu kapsamda, İzmir Büyükşehir Belediyesi tarafından talep edilen bitki varlığının genel değerlendirmesinin yapılabilmesi için İzmir 3 Boyutlu Kent Rehberi'nden el de edilen 1950 yılı hava fotoğrafı ile Google Earth'den elde edilen 2000 ve 2020 yılı uydu görüntüleri ve Kültürpark'ın eski fotoğraflarının yorumlanması ile belirlenmeye çalışılmıştır.

2. BULGULAR

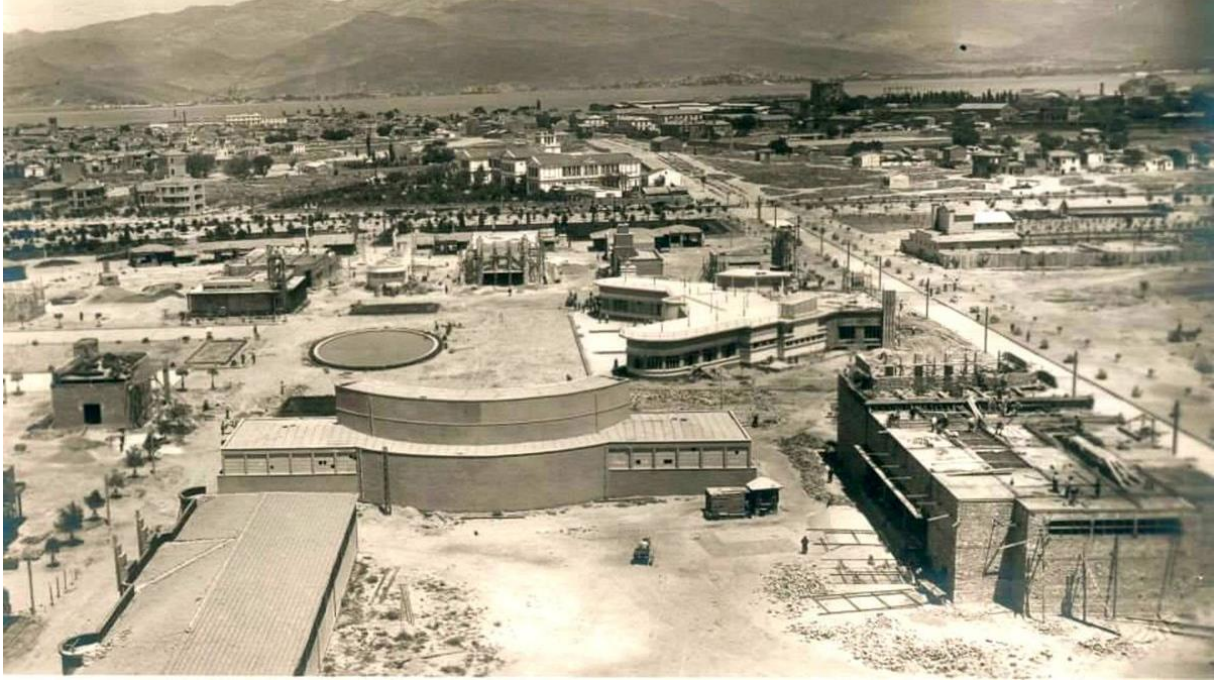
1 Ocak 1936 tarihinde temel atma töreni gerçekleştirilerek yapım çalışmaları başlatılan Kültürpark, 1925 yılında Hanri Prost'un danışmanlığında Danger kardeşler tarafından hazırlanan ve geometrik düzen, geniş caddeler ve merkezde konumlanan büyük bir park alanı öngörüsünün genişletilmiş örneğini sunmaktadır. Bu noktada park alanı 60.000 m²'den 360.000 m²'ye çıkarılmıştır. Kültürpark'ın yapım çalışmalarının başlangıcında, savaş ve özellikle de yangın nedeniyle büyük tahribat yaşamış alanın tasfiye süreci önemlidir. Ayrıca, bir “Halk Okulu” yaklaşımı ile ele alınan Kültürpark'ın, aynı zamanda ülkenin iktisadi kalkınması açısından büyük önem taşıyacak olan fuar işlevini de geçici olarak üstlenmesi, mekan organizasyonunu büyük oranda etkilemiştir. Buna göre; gerekli altyapı düzenlemelerini takiben, fuara katılacak yerli ve yabancı kuruluşlar için 14 büyük pavyon inşaatı hızlı bir biçimde tamamlanmıştır. Ayrıca, Mısır, Yunanistan ve Sovyetler Birliği pavyonlarını kendi mimari anlayışları çerçevesinde inşa etmişlerdir. Bu kapsamda, 1938 yılına kadar Kültürpark içerisinde eğlence fonksiyonuna dahil olan tüm birimler bir araya toplanılarak fonksiyonel olarak

farklılaşan bölgeler oluşturulmuştur. Şekil 1’de sunulan 1936 yılına ait Kültürpark fotoğrafı kısaca özetlenen sürecin görünürlüğü açısından önemlidir.



Şekil 1. 1936 yılına ait Kültürpark fotoğrafı

Kültürpark’ın ilk bitkisinin temel atma töreninde (1 Ocak 1936) dönemin İzmir Valisi Fazlı Güleç ve İzmir Belediye Başkanı Dr. Behçet Uz tarafından dikilen kurtbağrı (*Ligustrum vulgare* L.) olduğu belirtilmektedir. 1936 yılına ait fotoğraf incelendiğinde (Şekil 1) günümüzdeki bitki varlığının temellerinin bu dönemde atılmaya başlandığını görülmektedir. Bu kapsamda, özellikle, günümüzde Kültürpark yeşil alanının ana iskeletini oluşturan, parkın sirkülasyon sisteminin daha ilk inşaat aşamalarında oluşturulduğu okunabilmektedir. Orijinal plana sadık kalınarak, İzmir’in bol güneşli yapısı nedeniyle alle yaklaşımı ile gölgelenmiş yollar oluşturulmuştur. Bunun dışında, belirli güzergahlarda bitkilendirmeler yapılmaya başlanmış olsa da Kültürpark’ın bitki varlığının 1930’ların sonu ve 40’lı yılların başlarında şekillendiği söylenebilir (Şekil 2, Şekil 3, Şekil 4). Ayrıca, 1938 yılında Kadifekale’den Agoraya ulaşan birikmiş suların Kültürpark’a taşınması ile oluşturulan suni göl, özellikle bitkilerin nem ihtiyaçlarının desteklenmesi açısından önemli bir gelişme olarak değerlendirilmektedir. Özellikle kaskatlı havuz ve Basmene kapısı arkasındaki yürüme güzergahındaki *Washingtonia* sp.’lerin bu dönemde dikildiği görülmektedir.



Şekil 2. 1940'lı yıllara ait Kültürpark fotoğrafı (1)



Şekil 3. 1940'lı yıllara ait Kültürpark fotoğrafı (2)



Şekil 4. 1940'lı yıllara ait Kültürpark fotoğrafı (3)

1940'lı yıllarda inşası tamamlanan Sergi Sarayı, Atış Poligonu, tenis kortları, konkurhipik pisti, Atlı Spor Kulübü Binası ve Pisti, paraşüt kulesi tenis kulübü, kapalı atış poligonu yapılarının da tamamlanması ile yapısal formunun oluştuğu ve buna uygun olarak da bitkisel yapılanmanın şekillendiği söylenebilir. İzmir 3 Boyutlu Kent Rehberi'nden elde edilen 1950'li yılına ait hava fotoğrafı (Şekil 5) incelendiğinde ise Kültürpark'ın bitki varlığının günümüze yakın bir patern kazandığı görülmekle birlikte, henüz bitkilerin küçük olması, habitus özelliklerinin oturmadığı ve daha çok bir ağaçlandırma alanı niteliğinde olduğu izlenmektedir (Şekil 6). Görseller incelendiğinde,  am, servi türlerinin yanında bugünde alanda hala yer alan sadece *Phonix sp.* türlerinin yer aldığı Palmiye Korusu'nun da bu dönemde oluşturulduğu görülmektedir.



Şekil 5. 1950 yılı hava fotoğrafı



Şekil 6. 1958 yılına ait Kültürpark Fotoğrafı

1960'lı yıllarında sonlarına doğru ise bitkisel materyalin büyük bir gelişme gösterdiği ve habitus özellikleri kazanmaya başladıkları görülmektedir (Şekil 7 ve Şekil 8). Aslında bu gelişme, bitkilerin üstlenmesi beklenen ekolojik fonksiyonların tam anlamıyla gerçekleşebilmesi önemli bir süreç olarak tanımlanmakta ve Kültürpark'a özgün ilişkiler bütünü diğer bir ifadeyle ekosistem özelliklerinin kazanılmasında önemli bir aşama olarak tanımlanmaktadır.



Şekil 7. 1960'lı yılların sonunda Kültürpark (1)



Şekil 8. 1960'lı yılların sonunda Kültürpark (2)

1960'ların sonuna gelindiğinde 1936-1939 yılı Kültürpark planlarından çok daha farklı bir yapılanmanın gerçekleştiği ve özellikle yapısal yüzeylerin çok daha büyük bir kapladığı ve yeşil alanda önemli daralmalar yaşandığı belirtilmektedir. Özellikle bitkisel materyal açısından en önemli tehditlerden bir tanesi, fuar işlevini iyileştirebilmek amacıyla asfalt malzemesinin Kültürpark'ta kullanılmaya başlanmış olmasıdır. Uzmanlar, bu dönemden sonra bitkisel materyalde önemli gerilemeler, hastalık ve zararlanmalar yaşandığını belirtmektedirler (Erdem  . Sözlü Görüşme, 2020).

Kültürpark'ın bitki varlığı açısından önemli süreç ise, Kültürpark'ın 2863 sayılı Kültür ve Tabiat Varlıklarını Koruma Yasası uyarınca Taşınmaz Kültür ve Tabiat Varlıkları Yüksek Kurulu'nun 19.03.1987 gün ve 3049 sayılı kararıyla "3. Derece Doğal Sit ve Tarihsel Sit Alanı" ve 12.11.1992 gün ve 4072 sayılı karar ile "2. Derece Doğal Sit ve Tarihsel Sit" olarak ilan edilme süreçleridir. Böylece, Kültürpark'ın İzmir kenti belleği ve ekolojisi açısından önemi tescillenmiş ve Kültürpark için Koruma Amaçlı İmar Planı hazırlamak gerekliliği gündeme gelmiştir.

Yakın geçmişte Kültürpark'ın mevcut bitki varlığının biçimlenmesinde en önemli etkiye sahip olan süreçlerden biri ise İzmir Büyükşehir Belediyesi Meclisi'nin 13 Temmuz 2004 tarihinde 1/5000'lik Koruma Amaçlı İmar Planı'nda Kültürpark'ta yer altı otoparkı yapımına olanak tanıyan değişiklik yapılmasıyla başlayan süreçtir. Çok sayıda sivil toplum kuruluşu, meslek  rg t  ve toplumsal tepkilere rağmen, 16.000 m²'lik alanda 594 araç kapasiteli olarak yapımı gerçekleştirilen otoparkın yeşil alan dokusu üzerinde önemli etkileri olmuştur. Otopark alanının üst dokusu tamamıyla çim örtüsü ile kaplanmıştır. Bilindiği gibi çim doku kısıtlı ekolojik fonksiyonlara sahiptir ve sulama, ilaçlama, kesim, gübreleme gibi çok yoğun bakıma ihtiyaç duymaktadır. Otoparkın yanı sıra yine 2000'li yıllarda hayvanat bahçesinin Sasalı'ya taşınması ile boşalan alanın da yine çim alan olarak değerlendirilmesi, Kültürpark'ın çim varlığını büyük oranda artırmıştır. Ayrıca 2000 – 2020 yılları arasında dikkati çeken diğer önemli bir değişim ise Atatürk Açık Hava Tiyatrosu güneydoğusunda yer alan ağaç yoğunluğunun azalmasıdır.

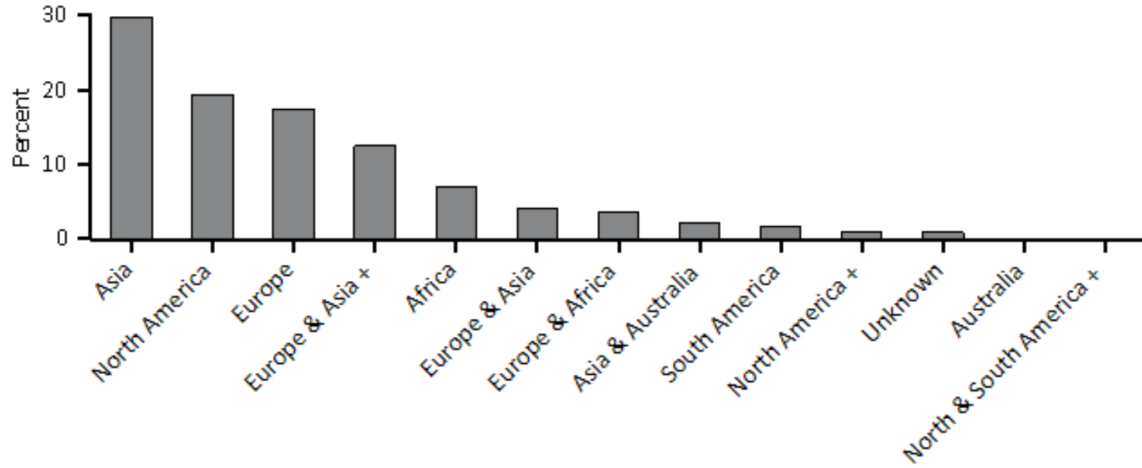


Şekil 9. 2000 yılı uydu görüntüsü (Google Earth)



Şekil 10. 2020 yılı uydu görüntüsü (Google Earth)

Günümüze geldiğimizde ise Kültürpark'ta ağaç, ağaççık ve çalı (boyu 2 m'den uzun) 136 türe ait 7724 adet bitki bulunduğu belirlenmiştir. Mevcut bitkilerin anavatanı konusunda büyük bir çeşitlilik olduğu görülmektedir (Şekil 11). Özellikle, Kültürpark'ın kuruluş aşamasında farklı ülkelerden getirilen bitkilerle oluşturulmuş olması bu durumun en önemli nedenlerinden birisidir.



Şekil 11. Kültürpark'ta bulunan bitkilerin anavatanlarına göre değerlendirilmesi

SONUÇ ve ÖNERİLER

Yapılan değerlendirmeler, Kültürpark'ın bitki deseninin 1936'da başlayarak 1940'lı yıllarda şekillendiğini, ancak sonrasında yapılan müdahalelerle değişiklikler meydana geldiğini göstermektedir. Günümüzdeki bitki varlığını değerlendirdiğimizde,

- Kültürpark'ın orijinal projesinde önerilen ve dikimi yapılan ağaçlardan günümüze kadar yaşamış olan bitkiler,
- Projeye uygun dikilmiş ancak çeşitli tarihlerde, çeşitli nedenlerle kurumuş olan ağaç türlerinin yerine dikilmiş, türdeş ya da değil, ama daha genç ve boyutları farklı olanlar bitkiler,
- Kültürpark kurulduğundan buyana bakımı ile ilgili görevlilerin çeşitli tarihlerde proje haricinde kendi düşünceleri doğrultusunda alana getirip diktikleri bitkiler,
- Çevre ağaçlardan düşen tohumlardan gelişmiş, yerinde büyümeye bırakılmış olanlar

olarak sınıflandırılmaktadır (Aslanboğa, 2017).

Kültürpark görevliler yapılan sözlü görüşmelerde günümüzde mevcut bitki varlığının önemli sorunlarla karşı karşıya kaldığını belirtmektedirler. Buna göre, özellikle hafif rüzgarlı günlerde bile bitki devrilmelerinin, özellikle uzun boylu bitkilerde, gerçekleştiğini, büyük bir kısmının ileri derece de sağlıksız olduğu ve gerekli bakım önlemlerinin alınmasının zorunlu olduğunu belirtmektedirler. Bu durum yıllar içerisinde Kültürpark'ın yeşil alan varlığının daralmasına ve toprak ilişkilerinin zedelenmesine neden olan yapılar ve yapısal müdahaleler (döşeme malzemeleri) nedeniyle gerçekleştiği düşünülmektedir.

Özellikle sağlıklı ekolojik ilişkilerin kurulması, sağlıklı-temiz hava, toprak, su ve iklim özelliklerine gereksinim duymaktadır. Kültürpark bu kapsamda değerlendirildiğinde; Kültürpark'ın bulunduğu Alsancak bölgesi özellikle havadaki asılı partikül madde kirliliği açısından sorunlu bir bölgede olduğu, Kültürpark'ın kurulduğu bölgenin büyük oranda tahribata uğramış bir yangın yeri olduğu ve toprak yapısının yıpranmış olduğu; Kültürpark'ta sulamanın kuyu suyu ile yapıldığı ve sulama suyu kalitesinin araştırılması gerekliliği; ve Kültürpark'ın mevcut iklim özellikleri açısından değerlendirildiğinde kentsel ısı adası etkisi içerisinde kaldığı unutulmamalıdır. Bu özellikleri nedeniyle, Kültürpark'ın doğal bir ekosistem kadar sağlıklı olamayacağı açıktır. Hassas bir ekosistem tanımlaması da bu özellikleri nedeniyle yapılmaktadır.

Kültürpark'ın hassas bir ekosistem olma özelliği unutulmadan ve karşı karşıya olduğumuz çevre sorunlarının büyüklüğü unutulmadan bitki varlığının iyileştirilmesine yönelik önlemler mutlaka geliştirmeye yönelik önlemler geliştirilmelidir.

2. Bölüm

KÜLTÜRPARK'IN KARBON TUTMA POTANSİYELİ

Nurdan Erdoğan¹, Ilgaz Ekşi¹, Betül Çavdar², Ayşenur Kaylı¹

1. İzmir Demokrasi Üniversitesi Mimarlık Fakültesi Peyzaj Mimarlığı Bölümü, İzmir Demokrasi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Peyzaj Mimarlığı ABD.

2. Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Peyzaj Mimarlığı ABD.

1. GİRİŞ

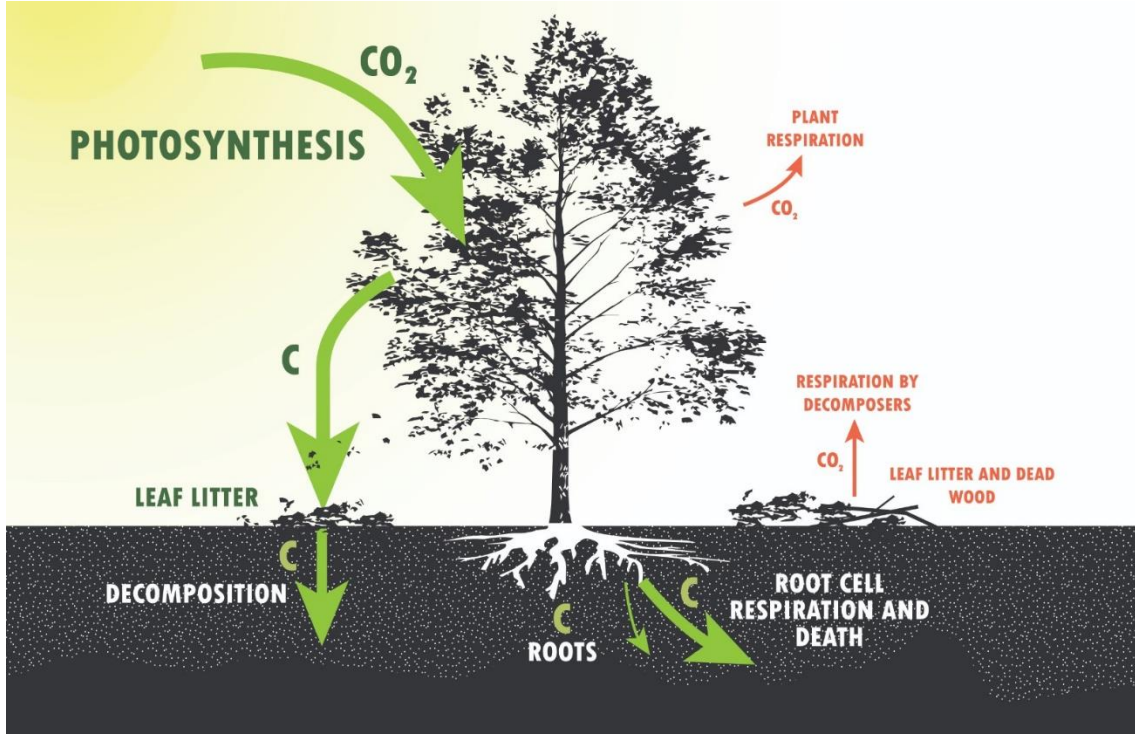
İnsanlığın sanayi devrimi sonrasında karada ve suda yaptığı ve hala yapmakta olduğu değişimler nedeniyle toprak, su ve hava bileşiminde önemli değişimler meydana gelmiştir. Özellikle fosil yakıt kullanımı ve arazi örtüsü değişimlerine dayalı olarak atmosfer içeriğinin değişmesi, diğer bir ifadeyle atmosferdeki karbondioksit (CO₂), metan (CH₄) ve diazot monoksit (N₂O) gibi sera gazları ile ozon (O₃)'ü seyrelten kloroflorokarbon (CFC) gazlarının miktarlarında önemli artışlar olması dünyanın sıcaklık dengesi üzerinde önemli değişimler yaşanmasına neden olmuştur. Bu süreçler sonucunda ortaya çıkan küresel iklim değişimi, yoksulluğun artması, çevresel bozulma gibi sorunlarla birlikte insanoğlunun 21. yy'da karşı karşıya kaldığı en önemli sorunlardan birisidir. Ayrıca, küresel iklim değişimi diğer sorunların etkisini arttırması ve insanoğlunun bu sorunlarla mücadele edebilme gücünü azaltması nedeniyle de ayrıca ele alınması gereken bir sorundur.

IPCC'ye göre, yüzey sıcaklığının 2,8 ile 5,4 OC arasında, küresel deniz seviyelerinin ise 52 cm ile 98 cm arasında yükselmesinin öngörüldüğü belirtilmektedir. Ayrıca, küresel iklim değişimi ile birlikte sıcak hava dalgaları, orman yangınları, tarımsal haşereler, kuraklık, şiddetli yağışlar (ani sel ve şehir sellerinde artış), tropikal fırtınaların, yani tayfunlar sayısı ve şiddetinde artışların yanı sıra tarım, agro-kültür, hayvancılık, tatlı su depolaması üzerindeki etkileri ve sıtma ve malarya gibi hastalıkları taşıyan böceklerin normalde bulundukları bölgeden çıkarak yayılması gibi olası etkileri de dünyadaki yaşamı büyük oranda etkileyecektir. Bu yeni koşullara adaptasyon sağlanmasının yanında iklim değişiminin seyrinin yavaşlatılması da üzerinde önemle durulması gereken konulardan bir tanesidir.

Bu noktada, atmosfer içeriğini değiştiren gazların yakalanması ve depolanmasını destekleyen çalışmalar hız kazanmıştır. İnsan eliyle geliştirilen yapay yutak teknolojileri ile desteklenmesi önem taşımak olsa da arazi örtüsü değişimleri nedeniyle yapıları, miktarları ve dolayısıyla işlevleri gerileyen doğal yutak sistemlerinin (bitki, toprak, sulak alan ve okyanus sistemleri vb.) desteklenmesi yönündeki çalışmalar da öne çıkmaktadır.

İklim değişikliğinin nedeni olan sera gazlarının içerisinde karbon dioksitin etkisinin %80 olduğu hesaplanmaktadır (NCESD, 2003: Batı,2014). Bu açıdan bakıldığında atmosfer içerisindeki CO₂ konsantrasyonunun azaltılabilmesi küresel ısınma sorunun önüne geçilebilmesi açısından en önemli faktördür (Batı, 2014). Kent havasındaki CO₂'in azaltılmasında kent ağaçlarının küresel ısınma iklim değişikliği karbon yoğunluğu etkinliği evre ormanlarına göre 10 kat daha fazladır (World Forestry Center ve Morgan 2005; Dirik ve ark., 2014). Ayrıca, kent ağaçları ısı adasına dönüşen kentlerde siper oluşturma, perdeleme ve gölgeleme etkileri ile iklimi dengeleyip, u değerleri azaltırlar. Kent içi iklim koşullarının yumuşatılması, aynı zamanda yazın soğutma, kışın da ısıtmada kullanılan enerji harcamalarının azalmasına, böylece fosil yakıt kullanımından kaynaklanan hava kirliliği oranının düşürülmesine katkı sağlar, insanlar ve diğer canlılar için zararlı olan kirleticileri (toz, kl, polen, duman vb.) tutarak, hava kalitesini artırır (Dirik ve Ata 2005; Dirik ve ark., 2014).

Bitkilerde karbondioksit döngüsü kimyasal bir proses olarak tanımlanan fotosentez ile başlamaktadır. Bitkiler yaprakları ile atmosferden aldıkları CO₂'i ve topraktan aldığı besin ve mineralleri güneş işiği birlikte şeker ve karbonhidratlara dönüştürmektedir. Bu bileşiklerin bir kısmı bitkinin gereksinim duyduğu yaşamsal enerjiyi desteklerken, bir bölümü de bitki canlı biyokütlesinin (gövde, dal, yaprak ve kökler) büyümesinde kullanılmakta, diğer bir ifadeyle depolanmaktadır. Bitkilerin kuru içeriğinin yarıya yakınının karbondan oluştuğu belirtilmektedir (Gorte and Ramseur, 2008). Bitkiler öldüğünde ise biyokütle ayrıştırıcı organizmalar tarafından işlenmekte, bir kısmı atmosfere geri salınmakta, diğer kısmı ise toprağın organik içeriğini destekleyecek biçimde toprakta depolanmaktadır (Yılmaz ve ark., 2006; Mısıır ve ark, 2011). Ancak, bitkilerin depoladıkları CO₂'in yanma gibi çok hızlı süreçlerle salınması durumunda çok büyük bir kısmı atmosfere geri salınmaktadır. Toprak üstünde karbonun depolandığı en önemli havuz ağaçtır.



Şekil 1. Bitkilerde karbon döngüsü

Bu noktada, kentin açık yeşil alan dokusunu belirleyerek tüm kente hizmet eden ve yoğun kullanıma sahne olan kentsel arazi kullanımı içinde en yüksek yeşil alan özelliğini ve ağaç varlığını taşıması gereken yüzeyler olan kent parkları bu noktada büyük önem kazanmaktadır (Özdingiş,2007; Çınar,2008). Bu çalışmada, İzmir'in en önemli kent parkı olan Kültürpark'ın çevresel etkileri, karbon tutma potansiyeli, hava kalitesine etkileri değerlendirmeye çalışılmıştır. Değerlendirmede, I-tree Eco, Climate-Positive Design, Green Infrastructure Valuation Toolkit (GI-Val) olmak üzere üç farklı yöntem kullanılmıştır.

I-tree Eco

Kent ağaçları ve ormanlarının yapısal özelliklerini ve çevreye sağladığı işlevleri; standart alan özellikleri, ilgili kentin iklim ve kirlilik verileri yardımıyla belirlemek ve ölçmek amacıyla ABD'de UFORE yazılım modeli geliştirilmiştir. Bu yazılım, kent ağaçlarına ilişkin envanter verileri yardımıyla bu ağaçların karbon depolama miktarını, hava filtreleme oranını ve sıcaklık değişimlerini hesaplamada kullanılmaktadır. Kent ağaçlarının yapısal özelliklerini ve çevreye sağladığı işlevlerini belirlemek ve ölçmek için UFORE modelinin Amerika Birleşik Devletleri dışındaki ülkelerde kullanılabilecek i-Tree Eco sürümü geliştirilmiştir. Bu model sayesinde kentlerdeki ağaç ve ormanların çevresel etkileri bilimsel olarak ortaya konulabilecek, kentin planlama ve yönetiminde kullanılabilecek daha etkin veriler sağlanabilmektedir (Tuğluer ve Gül, 2018).

Ekosistemlerde devam eden doğal süreçlerin bir parçası olarak ortaya çıkan fayda, ürün ve hizmetlerin tamamı olarak tanımlanan ekosistem hizmetlerinden (Hepcan, 2019) bazılarını ölçmeyi sağlayan i-Tree Eco, şu anda kirlilik önleme ve karbon tutma da dahil olmak üzere birçok kentsel orman ekosistem hizmetini (Natural England, 2013) değerlendirmeyi amaçlayan mevcut yöntemlerden biridir (Rogers ve ark., 2015).

i-Tree Eco uluslararası koşullarda kullanabilecek 6 bileşeni vardır;

- Ağaç veya orman yapısı: Ağaçlara ait temel bilgilerin tahmin edilmesi (örneğin yaprak yüzeyi, yaprak biyokütlesi, yapısal değer, vb).
- Karbon tutma ve depolama: Ağaçların yıllık karbon depolama (biyokütle tabanlı) ve büyüme oranlarının tahmin edilmesi.
- Hava kirliliğini kaldırma: İklim verileri, kirlilik konsantrasyon verileri, alan faktörleri ve yaprak yüzeyi üzerine kurulan saatlik kirlilik kaldırma değerinin tahmin edilmesi.
- Biyojenez uçucu organik bileşimi emisyonu: Alan faktörleri, iklim verileri, yaprak biyokütle üzerine kurulmuş yıllık emisyonun tahmin edilmesi.
- Bina enerji kullanım etkileri: Amerika Birleşik Devletleri'nin Eyaletleri ve iklim zonları için oturulmaya elverişli binalardan mesafe ve yönleri üzerine kurulmuş olan bina enerji kullanımı üzerinde ağaç etkilerinin tahmin edilmesi.
- Maddi değeri: Ağacın strüktürel olarak maddi değeri, ağacın bulunduğu konum ve çevresinin yıllık tükettiği enerji miktarının telafi ettiği maddi boyutun ortalaması olarak belirtmektedir. Bu değer uluslararası versiyonda ABD koşullarına göre hesaplanmaktadır (Tuğluer ve Gül, 2018).

Bu değerlendirmelerin yapılabilmesi için bitki türü (Species), boyu (TOTHT/m), taç çapı (Crown Width), gövde kalınlığı (DBH/cm), sağlık durumu (Crown Condition/%) ve ağacın bulunduğu bölgenin kullanım durumu (Land Use) bilgilerinin sisteme girilmesi gerekmektedir. Kültürpark'ın ağaç varlığına dair verilerin elde edilmesinde İzmir Büyükşehir Belediyesi tarafından, Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi'ne hazırlatılan "İzmir Kültürpark Alanındaki Bitkisel Materyallerin Tanımlanması, Korunması, Sürdürülebilirlik Açısından Önerilerin Hazırlanması" proje verilerinde yararlanılmıştır (Işın ve ark.,2017). Ayrıca, envanterde boy, taç çapı vb. verileri olmayan bitkilere yönelik fizyolojik yapısına dayalı ortalama değerlerin belirlenmesinde Birişçi ve ark. (2017) tarafından hazırlanan, "Kültürpark'ın Ağaç, Ağaççık ve Çalıları" isimli yayından yararlanılmıştır. Yayının envanter listesinde bulunmayan veriler için ağaçların fizyolojik yapısına dayalı ortalama değerler dikkate alınmıştır.

Ağaçların sağlık durumlarının sisteme aktarılmasında, bitki durumlarına göre ortalama değerler belirlenmeye çalışılmıştır. Buna göre, envanterde belirtilme durumlarına göre; sağlıklı

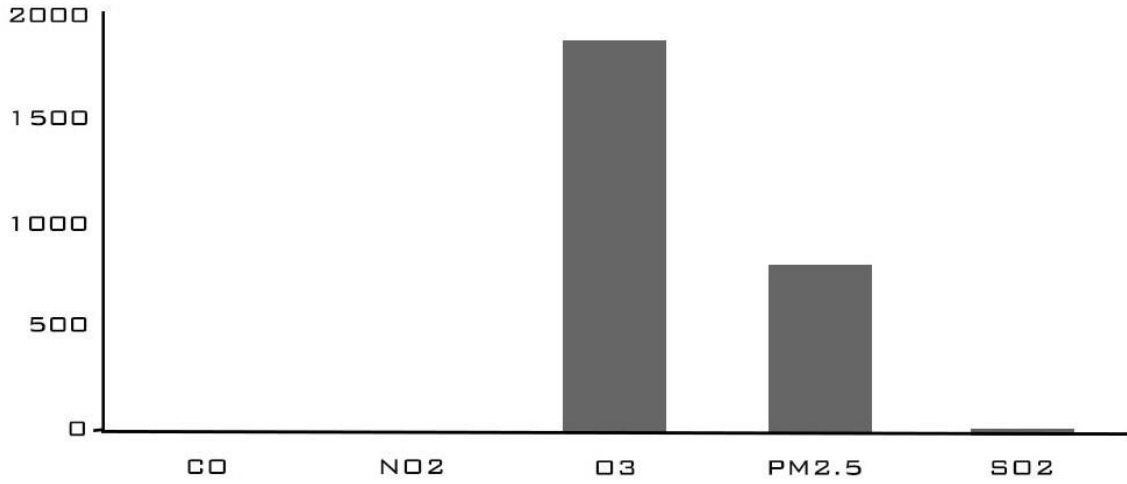
bitkiler (%100), budanabilir durumda olanlar (%80-85), eğik durumda olanlar (%60-65), hastalıklı veya yatık olan bitkiler (%50-55) ve listeden çıkarılabilir olarak nitelendirilenler (%10-15) olarak belirlenmiştir.

Çalışmada sisteme girilen ağaç verilerine göre; Kültürpark'ta en yaygın bulunan üç tür *Morus alba* (%15.3), *Pinus pinea* (%13.6) ve *Washingtonia sp.* (%8,3)'tir (Tablo 1). Ağaçlardan sağlanan faydalar ağaç yapraklarının yüzey alanıyla orantılı olarak artmaktadır. Kültürpark'ta yaprak alanı 121,2 hektarlık bir alanı kapladığı belirlenmiştir. Kültürpark'ta, yaprak alanı açısından en baskın ilk üç tür *Pinus pinea*, *Washingtonia sp.* ve *Casuarina equisetifolia*'dır.

Tablo 1. Sayıları ve yaprak alanları açısından önemli türler

Tür Adı	Nüfus Yüzdesi	Yaprak Alanı Yüzdesi	Toplam
<i>Pinus pinea</i>	13,6	16,1	29,7
<i>Morus alba</i>	15,3	6,0	21,4
<i>Washingtonia sp.</i>	8,3	8,2	16,5
<i>Phoenix sp.</i>	7,0	5,6	12,6
<i>Cupressus sempervirens</i>	6,6	4,1	10,7
<i>Casuarina equisetifolia</i>	1,5	7,6	9,1
<i>Pinus halepensis</i>	3,6	4,7	8,4
<i>Ligustrum vulgare</i>	3,6	4,6	8,2
<i>Acer negundo</i>	3,0	4,6	7,6
<i>Cedrus sp.</i>	2,7	3,4	6,1

Ağaçların, önemli işlevlerinden biri olan, hava kirliliğini azaltmadaki rolü günümüze kadar yapılan birçok araştırma ile ortaya konulmuştur (Yılmaz ve ark., 2006). Havadaki kirlilik ve tozun yakalanması ve bu yüzden hava kalitesinin arttırılmasında bitki örtüsü doğal bir filtre vazifesi görmektedir (Öner ve ark., 2007). Kültürpark'taki ağaçların, başta ozon (O₃) ve 2.5 mikrondan küçük partikül maddeler (PM_{2.5}) olmak üzere karbon monoksit (CO), azot dioksit (NO₂), 2 ve sülfür dioksit (SO₂) de dahil olmak üzere 1.848 ton hava kirliliğini uzaklaştırdığı belirlenmiştir (Şekil 2).



Şekil 2. Ağaçların hava kirliliği uzaklaştırma oranları (yıllık)

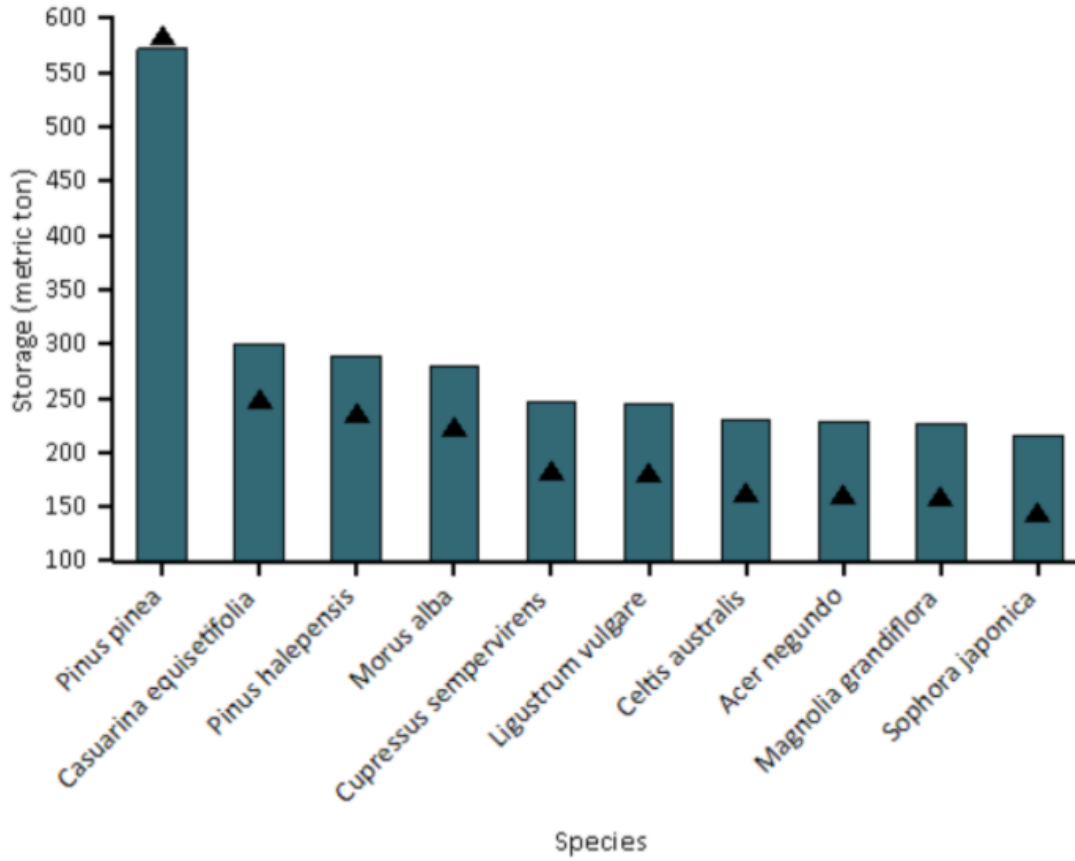
Bitkiler, fotosentez ile yaprakları tarafından yakaladıkları CO₂'yi, kimyasal tepkimeler ile karbonhidratlı bileşiklere dönüştürerek hem enerji eldesi hem de biyokütle gelişimi için kullanırlar. Bu süreç sonucunda ise O₂ açığa çıkmaktadır. 0.4 ha büyüklüğündeki ağaçlı bir alan her gün 18 kişinin yaşamak için gereksinim duyduğu O₂'i ürettiği belirtilmektedir (Russel ve Culter 2008; Dirik ve ark., 2014). Kültürpark'taki ağaçların yılda 37,22 ton CO₂ tuttuğu ve 99,25 ton oksijen ürettiği belirlenmiştir. Kültürpark'ta sayı bakımından en yaygın türlerden birisi olan ve yaprak alanı olarak en geniş alana sahip olan *Pinus pinea*, Kültürpark'ta karbondioksit tutma ve oksijen üretim düzeyi en fazla yapan türdür (Tablo 2).

Tablo 2. Türler göre karbon tutma ve oksijen üretim miktarları

Tür Adı	Oksijen (ton)	Karbon Tutma Miktarı (ton/yıl)
<i>Pinus pinea</i>	11,62	4,36
<i>Morus alba</i>	7,90	2,96
<i>Cupressus sempervirens</i>	6,23	2,33
<i>Ligustrum vulgare</i>	6,06	2,27
<i>Acer negundo</i>	5,27	1,98
<i>Sophora japonica</i>	4,22	1,58
<i>Casuarina equisetifolia</i>	4,14	1,55
<i>Pinus halepensis</i>	3,48	1,30

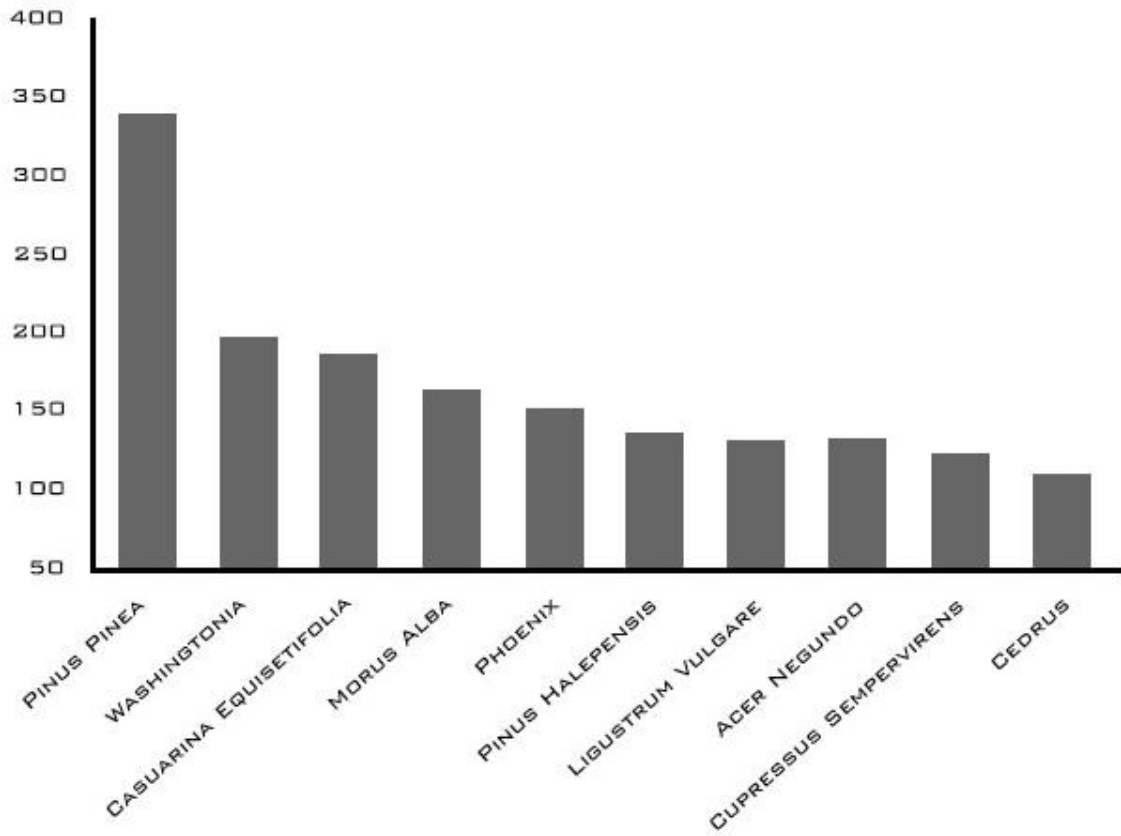
<i>Magnolia grandiflora</i>	3,31	1,24
<i>Cedrus sp.</i>	2,94	1,10
<i>Robinia pseudoacacia</i>	2,72	1,02
<i>Morus nigra</i>	2,43	0,91
<i>Celtis australis</i>	2,35	0,88
<i>Ailanthus altissima</i>	2,27	0,85
<i>Pinus brutia</i>	1,95	0,73
<i>Pitosporum tobira</i>	1,92	0,72
<i>Jacaranda mimosifolia</i>	1,88	0,71
<i>Laurus nobilis</i>	1,84	0,69
<i>Nerium oleander</i>	1,61	0,60
<i>Schinus molle</i>	1,48	0,55

Bitkiler, özellikle ağaçlar büyük miktarda karbonu yer altı ve yer üstü biyokütlelerinde depolamaktadır (Nowak ve Crane 2002;Fares ve ark., 2017). Kültürpark'taki bulunan ağaçların 4160 ton karbon depoladığı belirlenmiştir. Alanda bulunan türler arasında *Pinus pinea* en fazla karbonu depolayan türdür (Şekil 3).



Şekil 3. Türlerle göre tahmini karbon depolama miktarları

Kentsel alanlarda en çok zarar gören unsurlardan bir diğeri ise toprak-su ilişkilerinin ve bu kapsamda özellikle su döngüsünün zarar görmesidir. Bu kapsamda, yüzeysel akışa geçen yağmur suyu miktarı kırsal alanlarda %10 civarında iken, bu oranın şehir merkezlerinde %55'e çıktığı bilinmektedir. Özellikle, toprak yüzeyinde bulunan yeterli miktardaki bitki örtüsünün varlığı yağmur damlalarının eroziv etkisini azaltarak, yüzeysel akışı yavaşlattığı ve erozyonu önlediği bilinmektedir. Bu noktada, bitkilerin yaprak, form ve yüzeyleri, düşen yağışın ne kadarının bitki yüzeyinde tutulup, ne kadarının toprağa intikal edeceği hususunda etkilidir (Fidan ve ark., 2008). Kültürpark'ta bulunan ağaçların yıllık 2.220 m³ suyun akışa geçişini önlediği belirlenmiştir (Şekil 4).



Şekil 4. Türlere göre yüzey akışı azaltma miktarları

İklim Pozitif Tasarım (*Climate-Positive Design*)

Peyzaj mimarı Pamela Conrad tarafından oluşturulan ve ASLA tarafından tavsiye edilen bir araç olan İklim Pozitif Tasarım (*Climate Positive Design*), hem peyzaj mimarlarının daha az karbon üreten ve daha fazlasını depolayan projeler tasarlamalarını sağlamayı hem de bu hedefe yönelik ilerlemeleri ölçmeyi amaçlamaktadır. Bu kapsamda, ölçüm sistemi tasarım, malzeme ve bakım seçenekleri arasında değerlendirme yapmayı mümkün kılmaktadır (URL1).

Web tabanlı bir arayüzle çalışan araç, alana ait yapısal materyal, bitkisel materyal ve bakıma yönelik bilgilere gereksinim duymaktadır. Yapısal materyal bölümü; kaldırım, duvarlar ve bordürler, çitler ve kapılar, site elemanları, drenaj ve sulama bilgileri, altyapı elemanları, malç ve toprak özellikleri gibi bilgileri kapsamaktadır. Bitkisel materyal bölümünde ise i-tree programına göre daha az detaylı bir bilgi girişi istenmenin yanında yüzey alanı bilgilerinin ön planda olduğu bir veri yapısına sahiptir. Sulak alan, ağaçlar, çim ve çalı yüzey miktarları ile yüzdesel olarak herdem yeşil, yaprak döken gibi bitkisel materyalin genel özelliklerine ilişkin bilgiler istenmektedir. Bakımla ilgili bilgilerde ise alanın bakımına ait ekipmanlar gazla ve elektrikle çalışma durumlarına göre iki kategoride ele alınmıştır. Yine bu bölümde

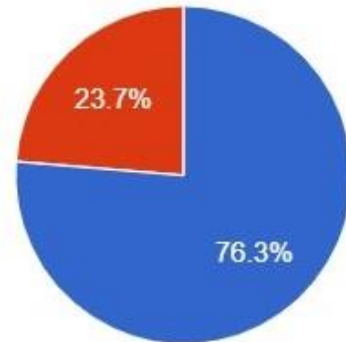
gübrelemeyle ilgili bilgiler de istenen veriler arasındadır. Kültürpark'a ait bilgiler programda belirlenen şekilde sisteme girilerek hesaplama yapılmıştır.

Kullanılan araç, belirli noktalarda yaşam döngüsü analizinden yararlanmakta ve yeşil alan bünyesinde kullanılan yapısal materyallerin üretim vb. süreçlerde neden olduğu karbon salımlarını da hesaplamaya dahil etmektedir. Buna göre, İklim Pozitif Aracı bir yeşil alanın ömrünün yaklaşık 50 yıl olduğu varsayımına dayanmakta, yapısal materyaller ve bakım faaliyetlerinden kaynaklanan CO2'nin ne kadar sürede bertaraf edebileceğine yönelik bir hesaplama yapmaktadır.

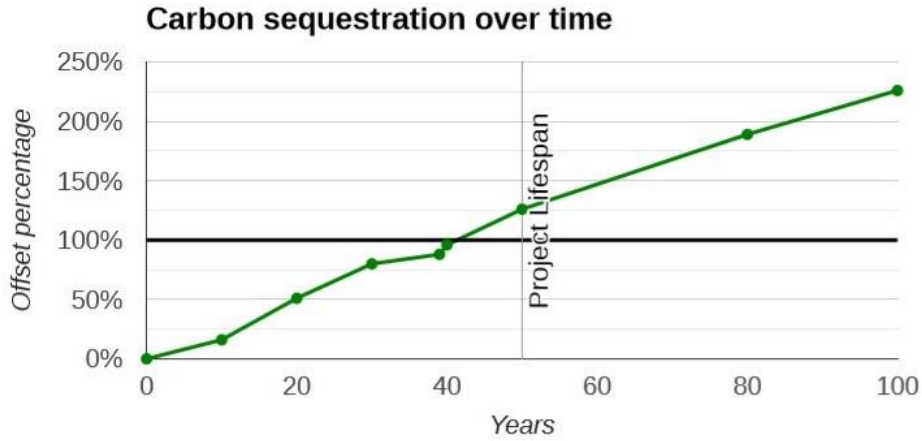
Kültürpark için üretilen sonuç raporuna göre yapısal materyalden kaynaklanan karbon miktarı 9.331.115 kg'dır (Şekil 5). Kültürpark'ın yaşam süreci boyunca bakım faaliyetlerine dayalı karbon salım miktarı ise 1.990.938 kg'dır. Tüm yaşamı boyunca (50 yıl varsayımına dayalı olarak) Kültürpark tarafından tutulan karbon miktarı ise 16.641.059 kg olarak hesaplanmıştır (Şekil 6). Elde edilen sonuçlara göre, Kültürpark'ın karbon sıfır bir proje olabilmesi için 37 yıl geçmesi gerektiği belirlenmiştir.

Embodied carbon profile

- Paving
- Walls, Curbs & Headers
- Other



Şekil 5. Yapısal materyallerde kaynaklanan karbonun dağılımı



Şekil 6. Kültürpark'ın yıllara bağlı karbon bertaraf değişimi

İklim Pozitif Tasarım aracının bir diğer önemli yanı tasarımın karbon bütçesi açısından iyileştirilebilmesi için farklı çözüm önerileri geliştirilmesine ve bunun sayısal olarak değerlendirilmesine olanak tanımasıdır. Buna göre; sulak alan miktarının arttırılması, bitki miktarının arttırılması, kullanılan yapısal malzemelerin daha ekolojik olanlarla değişimi ile bakım stratejileri açısından öneriler geliştirilmiştir. Örneğin, Kültürpark'ta, sadece mekanın algılanabilirliğini zorlaştıran atıl alanlardaki yapısal yüzeylerin kaldırılarak yeşil alanlar oluşturulması durumunda, Kültürpark'ın yapısal materyallerden kaynaklanan karbon miktarı 8.176.568 kg'a gerileyecek, karbon tutma potansiyeli ise 2,5 milyon kg artmaktadır (Şekil 7). Bu kapsamda,

- Kültürpark'ta bulunan su yüzeylerinin toprak-su ilişkilerini destekleyen ekolojik sulak alanlara dönüştürülmesi,
- Beton zemin üstüne kauçuk uygulaması ile hayata geçirilen koşu parkuru zeminin sıkıştırılmış toprak olarak değiştirilmesi,
- Tüm beton içerikli döşeme materyallerinin gevşek agrega ile değiştirilmesi,
- Hangarların kaldırılarak yeşil alana dönüştürülmesi (Kullanılan araçtaki hesaplamalara yapılar dahil edilemediği için burada hangar alanı kadar bir yeşil alanın eklendiği düşünülmüştür)

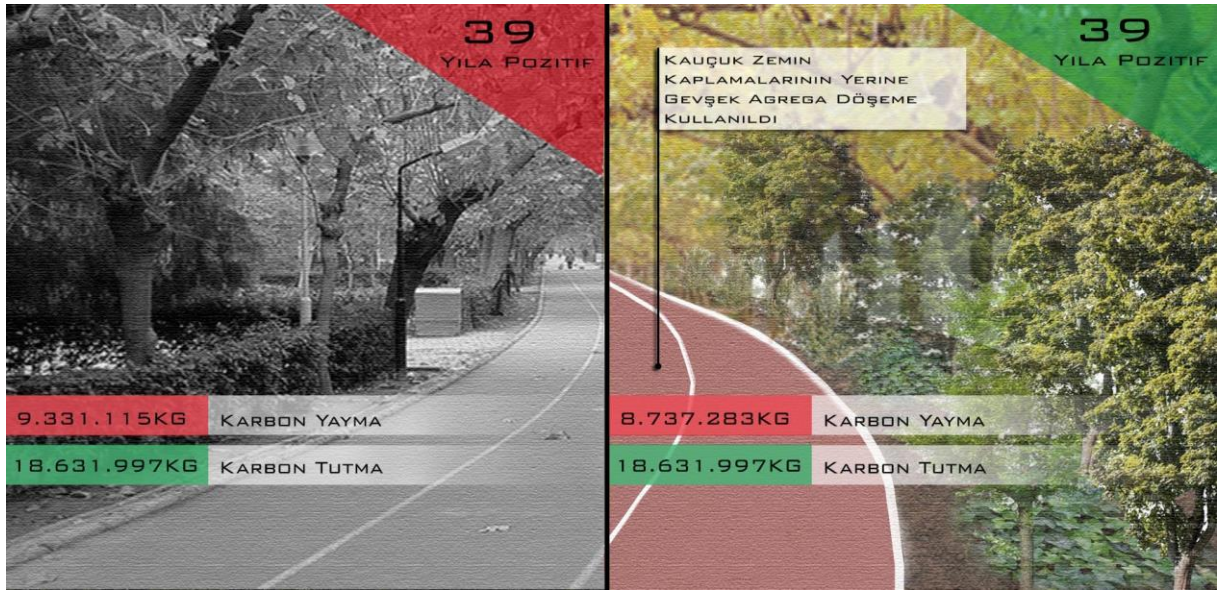
Senaryolarında Kültürpark'ın karbon yayma ve tutma miktarlarındaki değişim öngörülleri Şekil 8, Şekil 9, Şekil 10, Şekil 11'da verilmiştir.



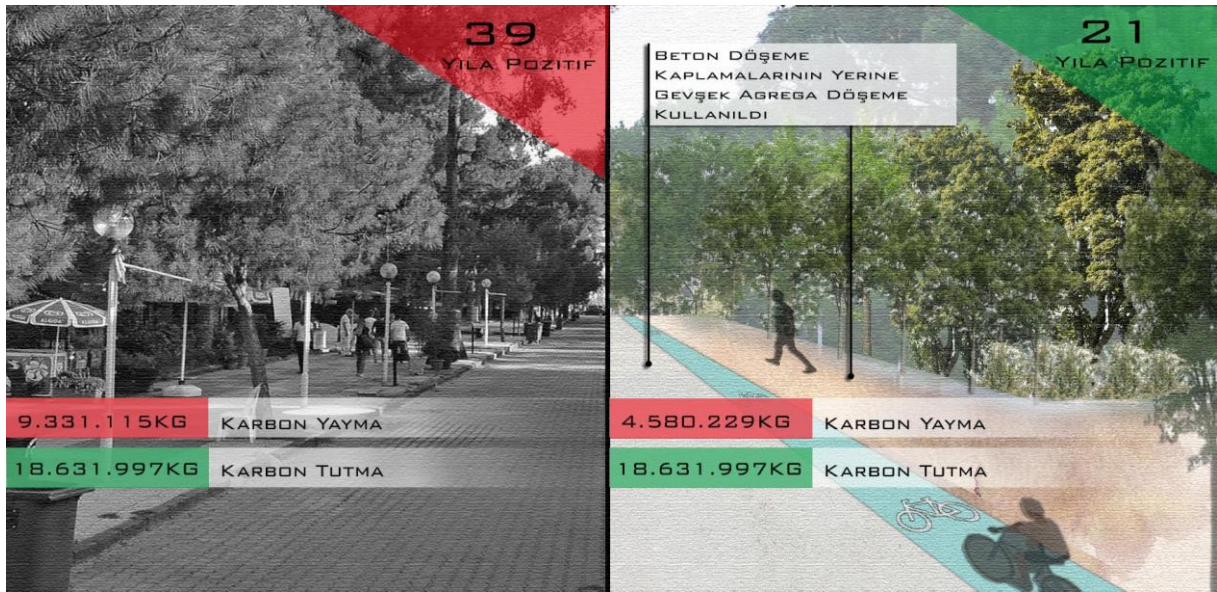
Şekil 7. Atıl alanlardaki yapısal yüzeylerin kaldırılması durumunda karbon yayma ve tutma miktarlarındaki değişim



Şekil 8. Beton zeminli su yüzeylerinin ekolojik temelli sulak alanlara dönüştürülmesi durumunda karbon yayma ve tutma miktarlarındaki değişim



Şekil 9. Beton zemin üstüne kauçuk uygulaması yapılan koşu pisti zeminin gevşek agregası ile değiştirilmesi durumunda karbon yayma ve tutma miktarlarındaki değişim



Şekil 10. Tüm beton içerikli zeminlerin gevşek agregası ile değiştirilmesi durumunda karbon yayma ve tutma miktarlarındaki değişim



Şekil 11. Hangarlar* yerine yeşil alan yapılması durumunda karbon yayma ve tutma miktarlarındaki değişim

(Kullanılan araçtaki hesaplamalara yapılar dahil edilemediği için burada hangar alanı kadar bir yeşil alanın eklendiği düşünülmüştür)

Yeşil Altyapı Değerleme Aracı (*Green Infrastructure Valuation Toolkit (GI-Val)*)

Yeşil altyapı projelerinin faydalarını değerlendirmek için geliştirilen bir uygulama olan GI-Val, yeşil altyapıdan elde edilen avantajları, farklı gelişme stratejilerini birbiri ile karşılaştırmayı amaçlamaktadır (Ashton ve ark.). Hesaplama sistemiyle çalışan araç, mevcut veya önerilen yeşil varlığının sağladığı ekosistem servislerini daha çok ekonomik olarak değerlendirmeyi sağlamaktadır (Ashton ve ark.).

Hesaplamaya iklim değişikliğine uyum ve azaltma, su yönetimi ve taşkın yüksekliği, yer ve topluluklar, sağlık, arazi ve gayrimenkul değerleri, yatırım, verimlilik, turizm, rekreasyon, biyoçeşitlilik, arazi yönetimi olmak üzere 11 başlık altında veri girişi gerçekleştirilmektedir. Bu nedenle tam bir değerlendirme için kapsamlı bir veri altyapısına gereksinim duymaktadır. En önemli avantajı se sınırlı sayıda veri ile de genel bir değerlendirme yapılabilmektedir.

Kültürpark için ekolojik değerlerin ölçülebilmesi adına elde edilebilen veriler kapsamında sadece CO₂ tutma-depolama ve kirlilik giderme etkisine yönelik hesaplamalar gerçekleştirilmiştir. Buna göre Kültürpark'ta bulunan ağaçlar tarafından tutulan ve depolanan CO₂ miktarı 10.500.000 kg olarak hesaplanmıştır. Hava kirliliğinin azaltılması kapsamında ise 0,62 ton/yıl ozon (O₃), 0,06 ton/yıl kükürt dioksit (SO₂), 1,06 ton/yıl partikül maddeyi (PM_{2.5}) azaltma etkisi olduğu hesaplanmıştır.

SONUÇ ve ÖNERİLER

Kente sağladığı tarihi, sosyokültürel, ekonomik değerleriyle Kültürpark, kentin kimlik özelliği taşıyan en önemli mekanlarından biridir. Kurulduğu tarihten günümüze birçok değişime sahne olmuş bu mekanın kent ve kentli ile ilişkisi pek çok yönüyle birçok çalışmada irdelenmiştir. İzmir'in tek kent parkı olması, kent merkezinde bulunması, birçok rekreasyonel faaliyetin gerçekleşmesine imkan tanınması, kent ekosistemine katkılarıyla Kültürpark, İzmir için vazgeçilemez nitelikteki sayılı mekanlarından biri olma özelliğiyle karşımıza çıkmaktadır. Çalışma kapsamında yüksek bir ekolojik potansiyele sahip Kültürpark'ın barındırdığı değerleri ve kent ekosistemine katkıları ortaya konmuştur.

Bitki envanteri mevcut olan Kültürpark'ta yöntemler için gerekli olan diğer veriler toplanarak hesaplamalar yapılmıştır. Bu anlamda yapılar, yapısal materyaller, su yüzeyleri, bitkiler, bakım malzemeleri gibi değerler belirlenerek uygulamalara aktarılmıştır.

Ekolojik potansiyel bazında bir takım değerlerinin belirlenebilmesi adına uygulanan üç farklı yöntemde Kültürpark'taki bitkilerin karbon tutma potansiyelinin yanı sıra hava kirliliğini giderme, oksijen üretim, yüzey akış azaltma miktarı gibi ekosistem hizmetlerine yönelik hesaplamalar gerçekleştirilmiştir. Elde edilen sonuçlar, İzmir'in en önemli kent parkı olan Kültürpark'ın kent ekosistemine önemli katkılar sağladığı, ancak bazı yanlış uygulamalar nedeniyle sahip olduğu potansiyeli, diğer bir ifadeyle kendisinden bekleneni yerine tam olarak getiremediği anlaşılmaktadır. Ayrıca, yapılan hesaplama araçları sadece yeşil alanlar yada bitkiler kapsamında değerlendirme yapabilecek araçlar olması nedeniyle, Kültürpark bünyesinde yer alan yapılara ilişkin değerler burada dikkate alınmamıştır. Yapılardan kaynaklı CO₂ emisyonları da dahil edilirse Kültürpark'ın sıfır karbon hedefine ulaşamayacağı öngörülmektedir.

Bu noktada en temel sorunlardan birisi, çok yaygın biçimde kullanılan beton içerikli yüzey kaplamaları nedeniyle toprak ile ilişkilerin bozulmasıdır. Bitkiler önemli doğal CO₂ yutakları arasında yer almakla birlikte, aslında toprağın CO₂ tutma potansiyelini arttırmaları açısından büyük önem taşımaktadır. IPCC verilerine göre, özellikle içinde bulunduğumuz ılıman iklim ekosistemlerinde yer alan ormanlarda, toprağın CO₂ tutma miktarı bitkilerin tutma miktarının yaklaşık 1,5 katı olarak belirlenmektedir (Tablo). Bu nedenle Kültürpark bünyesinde yapılması gereken ilk müdahalelerden birisi geçirimsiz yüzey olarak tanımlayabileceğimiz alanların minimuma indirilmesi ve sıkıştırılmış agrega gibi daha ekolojik yüzey kaplamalarına yönelmesi gerekmektedir. Bu noktada, özellikle Kültürpark'ta mekânsal algılamayı da engelleyen atıl alanların yeşil alanlara dönüştürülmesi hem ekosistem servislerinin desteklenmesi hem de mekânsal yapılanma açısından önemli katkıları olacaktır.

Biome	Plants	Soil	Total	Biome	Plants	Soil	Total
Tropical forests	54	55	109	Tropical savannas	13	52	65
Temperate forests	25	43	68	Temp. grasslands	3	105	108
Boreal forests	29	153	182	Desert/semidesert	1	19	20
Tundra	3	57	60	Wetlands	19	287	306
Croplands	1	36	37	Weighted Average	14	59	73

Biome	Area (10 ⁹ ha)	Global Carbon Stocks (Gt C)		
		Vegetation	Soil	Total
Tropical forests	1.76	212	216	428
Temperate forests	1.04	59	100	159
Boreal forests	1.37	88	471	559
Tropical savannas	2.25	66	264	330
Temperate grasslands	1.25	9	295	304
Deserts and semideserts	4.55	8	191	199
Tundra	0.95	6	121	127
Wetlands	0.35	15	225	240
Croplands	1.60	3	128	131
Total	15.12	466	2011	2477

Note: There is considerable uncertainty in the numbers given, because of ambiguity of definitions of biomes, but the table still provides an overview of the magnitude of carbon stocks in terrestrial systems.

Tablo 3. Farklı biyomların karbon depolama miktarları

IPCC tarafından verilen değerlere bakıldığında (Tablo 3 ve Tablo 4) sulak alanlar özellikle toprağın CO₂ tutma kapasitesini desteklemektedir. Bu nedenle Kültürpark bünyesinde nem düzeylerinin iyileştirilmesi kapsamında önemli yer tutan beton zemine sahip su yüzeylerinin biyolojik gölet/ekolojik sulak alan yaklaşımı ile yeniden yapılandırılması önem kazanmaktadır.

Bir diğer önemli unsur ise kademeli bitkilendirme (yer örtüsü, çalı grubu ve üst örtü birlikteliği) uygulamalarına Kültürpark bünyesinde daha fazla yer verilmesinin gerekliliğidir. Bu tipte bitkilendirme çalışmaları toprak yüzeyini büyük oranda arttırmakta, toprağın CO₂ tutma potansiyelini arttıran ayrıştırıcıların faaliyetini destekleyen nem oranlarını korumakta hem de CO₂'in toprak bünyesinde kalma miktarını arttırmaktadır. Her ne kadar İzmir Sanat, Celal Atik Spor Salonu gibi bölgelerde *Hedera helix* kullanımının yaygın olması ve çalı ve üst örtü ile desteklenmesi ile uygun ortam sağlanmış olsa da bu yapılanmanın daha yaygın olarak ele alınması önemlidir.

Toprak yüzey bitkilendirmesinin yanı sıra toprak neminin, verimliliğinin ve sağlığının iyileştirilmesi amacıyla yapılan malçlama uygulaması, toprağın organik karbon içeriğinin desteklenmesi ve depo kapasitesinin artırılması açısından önemlidir. Toprak neminin korunması ayrıştırıcı faaliyetlerini dolayısıyla toprak bünyesine ulaşan CO₂ miktarını arttırırken, toprak yüzeyinde var olan tabaka organik karbonun toprak bünyesinde korunmasını sağlamaktadır (ÇEM, 2018)

Yeşil alanlarının özellikle yer altı otoparkı üzerinde bulunan kısmında çim yer almaktadır. Çim, özellikle ülkemiz koşullarında çok yoğun bakım gerektirmekte ve bu durum salınan karbon miktarının artmasına neden olmaktadır. Ayrıca çim örtüsünün karbon depolama potansiyeli odunsu bitkilere oranla çok düşük ve kısa sürelidir.

Kültürpark'ta bakım kapsamında kullanılan araçların büyük bir kısmının fosil yakıtlara bağımlı olduğu öğrenilmiştir. Bu yine Kültürpark kaynaklı karbon salımını arttıran bir durumdur. Bu nedenle bakım ekipmanlarında da daha çevreci yaklaşımların tercih edilmesi önemlidir.

Kültürpark'ta sulama kapsamındaki su ihtiyacı kuyular vasıtası ile karşılanmakta, sulama ise çoğunlukla manuel olarak gerçekleştirilmektedir. Bu noktada, modern sulama yaklaşımlarının tercih edilmesi önemlidir. Özellikle toprak ve ortam nemi korunurken, toprağın organik içeriğinin yıkanmaması için kontrollü sulama yapılması gerekmektedir.

KAYNAKÇA

- Ashton, R., Baker, R., Dean, J., Golshetti, G., Jaluzot, A., Jones, N., Moss, M., Steele, M., Williams, W., ve P, Wilmers, Building Natural Value For Sustainable Economic Development: The Green Infrastructure Valuation Toolkit User Guide.
- Batı, O., 2014. "Küresel Isınma Konusunda "Karbon Vergisi Etkisi"nin Değerlendirilmesi, Trakya Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, Haziran 2014, 16 (1), 267-278.
- ÇEM. 2018. "Toprak Organik Karbonu Projesi, Teknik Özet", Çölleşme ve Erozyonla Mücadele Genel Müdürlüğü, Ankara, Türkiye.
- Çınar, İ., 2008, Kent Parklarının Rekreatif Yönden Yeterliği Üzerine Fethiye- Muğla Kent Parkları Örneğinde Bir Araştırma, ADÜ Ziraat Fakültesi Dergisi, 2008, 5 (2): 33-38.
- Dirik, H., Erdoğan, R., Altınçekiç, H. S. ve H., Altınçekiç, 2014. Kent Ağaçlarının İşlevleri, Koruma Önemi ve Değer Belirleme Yaklaşımları, Artvin Çoruh Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, ISSN:2146-1880, e-ISSN: 2146-698X, Cilt: 15, Sayı:2, Sayfa: 161-174 Ekim 2014.
- Fares, S., Paoletti, E., Calfapietra, C., Mikkelsen, T., Samson, R., ve D, Thiec, 2017, Carbon Sequestration by Urban Trees, Springer International Publishing AG, The Urban Forest, Future City 7, DOI 10.1007/978-3-319-50280-9_4.
- Fidan, C., Duran, C., ve R, Kırış, 2008, Bitki Formasyonlarının Su Kaynakları Üzerindeki Etkisi, TMMOB 2. Su Politikaları Kongresi, Cilt 1, 39 – 48.
- Hepcan, Ç., 2019, Kentlerde İklim Değişikliği İle Mücadele İçin Yeşil Altyapı Çözümleri, İklim Değişikliği Alanında Ortak Çabaların Desteklenmesi Projesi (iklimİN), Ankara
- Mısır, N., Mısır, M. ve C, Ülker, 2011. Karbon Depolama Kapasitesinin Belirlenmesi, I. Ulusal Akdeniz Orman ve Çevre Sempozyumu, 26-28 Ekim 2011, Kahramanmaraş.
- Öner, N., Ayan, S., Sıvacıoğlu, A. ve B, İmal, 2007, Kent Ormancılığı ve Kent Ormanlarının Çevresel Etkileri, Kastamonu Üniversitesi, Orman Fakültesi Dergisi, Kasım 2007, 7 (2), ISSN 1303-2399, Kastamonu
- Özdingiş, N., 2007, İstanbul Kent Parklarının Bedensel Özürlüler Açısından Değerlendirilmesine Yönelik Bir Araştırma, Bahçeşehir Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Çevre Tasarımı Yüksek Lisans Programı, Yüksek Lisans Tezi
- Rogers, K., Sacre, K., Goodenough, J. ve K, Doick, 2015, Valuing London's Urban Forest Results Of The London I-Tree Eco Project, ISBN 978-0-9571371-1-0.
- Tuğluer, M. ve A, Gül, 2018, Kent ağaçlarının çevresel etkileri ve değerinin belirlenmesinde UFORE modelinin kullanımı ve Isparta örneğinde irdelenmesi, Türkiye Ormancılık Dergisi, 2018, 19(3): 293-307

Yılmaz, S., Bulut, Z. ve P, Yeşil, 2006. Kent Ormanlarının Kentsel Mekana Sağladığı Faydalar, Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 37 (1), 131-136, 2006 ISSN 1300-9036.

URL

URL1. <https://www.lafoundation.org/resources/2019/12/climate-positive-design>

3. Bölüm

KÜLTÜRPARK'IN KENT ISI ADASI ÜZERİNE ETKİSİ

Nurdan Erdoğan¹, Betül Çavdar², Ilgaz Ekşi¹, Ayşenur Kaylı¹

1. İzmir Demokrasi Üniversitesi Mimarlık Fakültesi Peyzaj Mimarlığı Bölümü, İzmir Demokrasi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Peyzaj Mimarlığı ABD.

2. Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Peyzaj Mimarlığı ABD.

1. GİRİŞ

Kentsel ısı adası, sıcaklığın çevredeki alanlardan çok daha yüksek olduğu kentsel alanları tanımlamaktadır ve bu kıyaslama genellikle bitki yoğunluğu fazla olan kırsal alanla yapı yoğunluğu fazla olan kentsel alanlar arasındadır (Santamouris, 2013). Yaz aylarında belirginleşen bu farklılığın en önemli neden kentsel ekolojik sistemlerin yapı ve fonksiyonunda meydana gelen değişimlerdir (Coseo ve Larsen, 2014; Arnfield, 2003). Kentsel ısı adası oluşumunu etkileyen faktörler aşağıdaki gibi sıralanabilir;

- Doğal peyzajların azalması (serinletme etkisi olan bitki ve su yüzeyi gibi yüzey örtüsü değişimleri)
- Materyal kullanımı (yapay malzemeler, doğal malzemeler)
- Yapılaşma geometrisi (bina boyutları ve aralarındaki mesafe, sokak genişlikleri, çıplak yüzeyler)
- Kent formu
- İnsan faaliyetleri sonucunda üretilen ısı
- İklim özellikleri
- Coğrafi özellikler (topoğrafya, eğim, bakı, nem vb.)

Kent parkları vejetasyon varlığı ile kentsel ısı adası etkisini azaltarak, hava kirliliğini azaltarak ve karbon tutma işlevini sağlayarak iklim değişikliğinin sonuçlarını hafifletmektedir (Georgi ve Zafiriadis, 2006; Feyisa vd., 2014). Bu konuda hava sıcaklığı ölçüleri ile gerçekleştirilen çalışmalar, kent parklarının 1-7°C serinletici etkisi olduğunu göstermektedir (Yang vd. 2016; Shashua-Bar vd., 2009). Kent parkları bu etkileriyle serinletme/soğutma adaları olarak adlandırılmaktadırlar. Kültürpark 42 hektar alana kurulu yoğun bitki varlığı ile İzmir'in kent kimliğini yansıtan önemli bir kent parkıdır. Araştırma kapsamında Kültürpark'ın ve yakınında bulunan yoğun yerleşim alanlarının yüzey sıcaklık analizi (LST – Land Surface Temperature) gerçekleştirilmiştir. Amaç kentsel ısı adası etkisi oluşturan yoğun yerleşim alanları ile Kültürpark arasındaki yüzey sıcaklık farkını ortaya koymaktır.

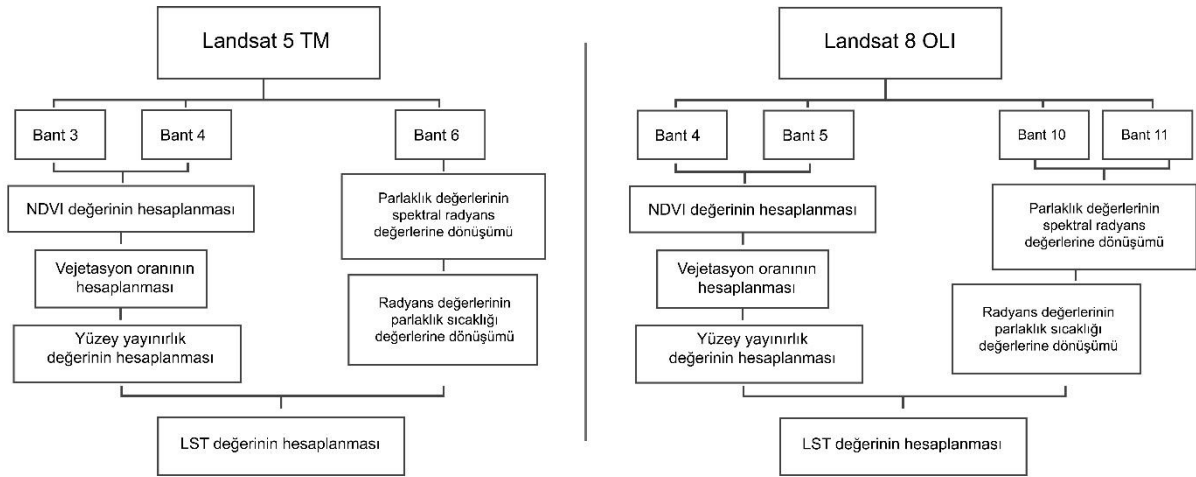
Kentsel ekosistemlerdeki kentsel ısı adası çalışmaları son yıllarda sıklıkla termal banda sahip uydu görüntüleri aracılığıyla arazi yüzey sıcaklığının elde edilmesiyle gerçekleştirilmektedir (Jain vd.,2020; Guo vd. 2015; Li d., 2011) . Arazi yüzey sıcaklığı hava sıcaklığından farklı olarak uydu görüntüleri aracılığıyla termal yansıma ile ölçülmektedir fakat literatürdeki çalışmalara göre hava sıcaklığı ölçümleri ve termal sensörler aracılığıyla öngörülen yüzey sıcaklığı birbiriyle anlamlı ve pozitif yönde ilişkilidir (Schwarz vd., 2012; Chen vd., 2012).

2. MATERYAL VE YÖNTEM

Kültürpark ve çevresinde bulunan yapı yoğun alan arasındaki LST değerlerini incelemek üzere yılın her mevsimini temsil eden tarihler belirlenmiştir. Bu tarihler belirlenirken USGS (Amerika Birleşik Devletleri Jeoloji Araştırmaları Kurumu) tarafından oluşturulan veri tabanı üzerinden uydu görüntüleri taranmıştır (USGS, 2020). Uydu görüntülerinin bulut içermesi ve görüntüleme sırasında meydana gelen bozulmalar kontrol edilmiştir. Gerçekleştirilen uydu görüntüsü araştırması sonucunda 2019 yılı Mayıs, Temmuz, Eylül ve Aralık aylarına ait Landsat 8 OLI görüntüleri kullanılmıştır. Arazi yüzey sıcaklığında meydana gelen zamansal değişimi ortaya koyabilmek için ise kentsel ısı adası etkisinin yoğunlaştığı yaz ayı dikkate alınmış ve 1989 yılına ait Temmuz ayına ait Landsat 5 TM uydu görüntüsü kullanılmıştır. Landsat 5 TM (bant 6) ve Landsat 8 OLI (bant 10 ve 11) sahip oldukları termal bantlar aracılığı ile LST hesaplanmıştır (Şekil 1). Landsat 5 TM uydu görüntüsünde termal bant 120m, Landsat 8 OLI uydu görüntüsünde ise 100 m yersel çözünürlüğe sahiptir. USGS tarafından 30 m yersel çözünürlüğe göre yeniden örneklendirme işlemi gerçekleştirilmiştir (USGS, 2016).

LST hesaplanırken girdi olarak kullanmak ve bitki yoğunluğu ile LST arasındaki ilişkiyi ortaya koymak adına NDVI (Normalized difference vegetation index) hesaplanmıştır. NDVI sağlıklı bitki varlığını ifade etmekte sıklıkla kullanılan bir indekstir. Aynı zamanda Bu amaçla Landsat 5 TM uydu görüntüsüne ait bant 3 ve bant 4 kullanılmıştır. Bant 3 kırmızı, bant 4 ise yakın kızılötesi bandı temsil etmektedir ve bu bantlar klorofil yansımalarını ayırt etmede kullanılmaktadır. Landsat 8 OLI’de bant 4 kırmızı bant, bant 5 yakın kızılötesi banttır.

NDVI ve LST arasındaki korelasyon analizi öncesinde uygun istatistiksel test yöntemine karar vermek için verilerin normal dağılıma uygunluk testi gerçekleştirilmiştir. 2019 yılı Mayıs, Temmuz, Eylül ve Aralık aylarına ait LST ve NDVI sonuçlarına uygulanan Kolmogorov-Smirnov testi sonuçlarına göre veriler normal dağılıma sahip değildir. Bu nedenle korelasyon analizi Spearman Rank Korelasyon yöntemi ile gerçekleştirilmiştir (Kul, 2014).Korelasyon analizi SPSS 24 yazılımı ile gerçekleştirilmiştir.

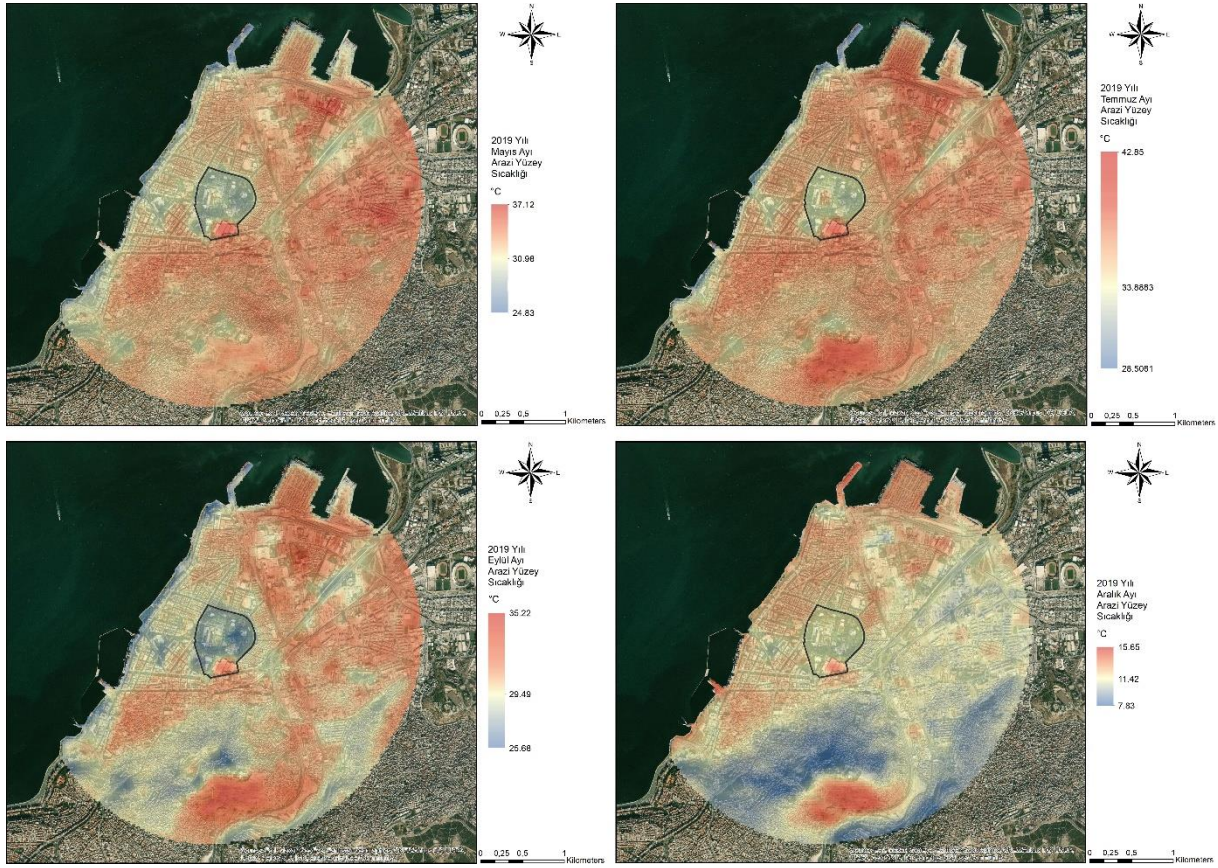


Şekil 1. LST değerlerinin hesaplanması

Arazi Yüzey Sıcaklığı (LST) Analizi Sonuçları

Kentsel ısı adası etkisini görüntülemek amacıyla Kültürpark merkez alınarak 2 km yakınında bulunan yoğun yerleşim alanları dikkate alınmıştır. 2019 yılı Eylül ve Mayıs aylarına ait LST değeri incelendiğinde bitki örtüsü bulunan kıyı bandı ile Kültürpark içerisinde yapısal alanlara kıyasla düşük sıcaklıklar gözlenmektedir. Kültürpark ve kıyıda bulunan kentsel açık yeşil alan arasında kalan yapısal alanların yüzey sıcaklığı, diğer bölgelerdeki yapısal alanlardan düşüktür. Bu bölgede denizden gelen rüzgârın kıyıya dik ve birbirine paralel yollarla bina yoğun yapısal alana yayılmasının yüzey sıcaklığını düşürdüğü düşünülmektedir. Aynı zamanda bu geniş yolların ağaçlandırılmış olmasının da yüzey sıcaklığını düşürmede etkili olduğu öngörülmektedir. Bu etkinin hava sıcaklığının Mayıs, Eylül ve Aralık ayına kıyasla yüksek olduğu Temmuz ayında kentsel ısı adası etkisini azaltmada yetersiz kaldığı görülmektedir. Mayıs ve Temmuz ayı LST analizi sonuçlarına göre yoğun yapılaşmanın olduğu yüksek yüzey sıcaklığına sahip alanların arasında bulunan orta yüzey sıcaklıkları küçük ve parçalı yapıdaki yeşil alanlardan kaynaklanmaktadır. Buradan yola çıkarak kentsel açık yeşil alanların büyüklüğü ve bağlantınlılığı arazi yüzey sıcaklığını etkilemektedir. Bununla birlikte, Kültürpark'ın hangarlar dışında kalan bölgelerinin, sıcaklığın yüksek olduğu Mayıs, Temmuz ve Eylül aylarında, belirgin şekilde düşük yüzey sıcaklıklarına sahip olduğu görülmektedir. Kültürpark ölçeğinde değerlendirildiğinde ise Aralık ayı arazi yüzey sıcaklığı minimum değeri 10.53 °C iken 2 km yarıçapı yakınında bulunan alanlarla birlikte arazi yüzey sıcaklığı minimum değeri 7.13 °C'dir. Aralık LST değerlerini incelediğimizde Kültürpark yakınında bulunan yapısal yüzeylerin güneş

ışınlarını dik alması ve yükselti farkı nedeniyle Kadifekale civarında eğimli ve kuzey bakılı yapısal yüzeylere oranla daha sıcak olduğu öngörülmektedir. Güneşlenme süresi, rüzgâr, eğim, yükselti ve bakı gibi faktörler arazi yüzey sıcaklığını etkilemektedir.

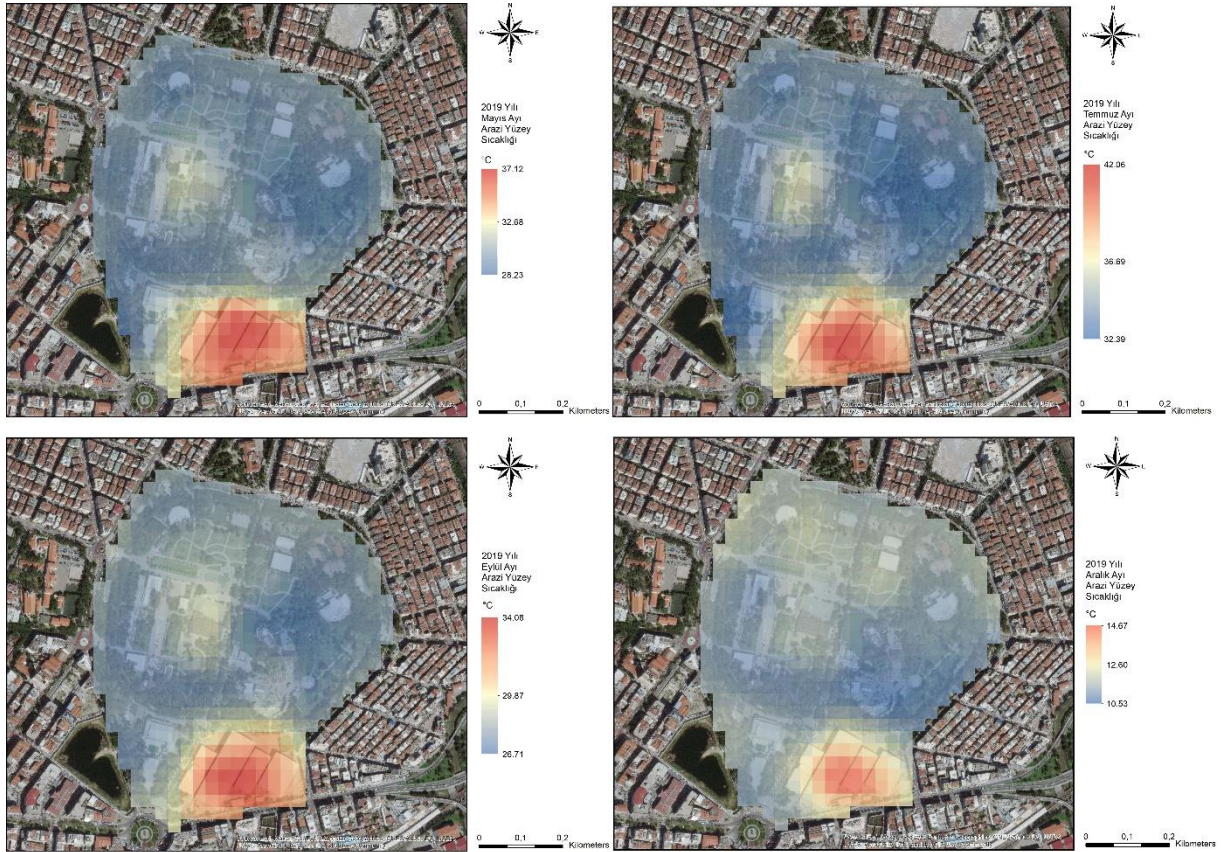


Şekil 2. Kültürpark ve yakın çevresinin (2 km) farklı mevsimlere ait 2019 yılı LST değerleri

Kültürpark Ölçeğinde LST Değerleri

Kültürpark bina ve sert zemin döşemelerinin bulunduğu yapısal alanlar, bitki varlığı ve su yüzeyi olmak üzere üç farklı alan kullanımına ayrılmaktadır. 2019 yılı Mayıs, Temmuz ve Eylül ayları hava sıcaklığının yüksek olduğu dönemler olması sebebiyle LST değerleri bitki yoğun alanlarda yapısal yüzeylere oranla düşüktür. Binaların bitki yoğunluğu ile aynı sıcaklıkta olmaları uydu görüntüsünün 30 m çözünürlükte olması ve bir pikselde bina ve bitkinin birlikte yer alması nedeniyle ortalama değer alınması ile ilişkilidir. Atlas pavyon ve etrafında devam eden sert zemin, alan genişliği ve sürekliliği nedeniyle etrafındaki yoğun bitki örtüsü bulunan alandan yüzey sıcaklığı Mayıs ve Temmuz ayında 1-4 °C, Eylül ayında 1-3 °C fazladır. Hangarlar tüm mevsimlerde Kültürpark'ın yüzey sıcaklığı ortalamasını ve yakınında bulunan alanların yüzey sıcaklığını arttırmaktadır. Ada ve göl gazinosu etrafında bulunan su yüzeyi bitki örtüsü

bulunan alanlarla benzer yüzey sıcaklığına sahiptir. Literatürde yoğunluğunun fazla olduğu alanlarda kış döneminde arazi yüzey sıcaklığının yapısal yüzeylere oranla daha sıcak olduğu belirtilmektedir. Kültürpark ölçeğinde 2019 yılı Aralık ayı arazi yüzey sıcaklığı değerlerinin dağılımı incelendiğinde, bitki yoğun bazı alanlar yapısal yüzeylerle benzer sıcaklık değerlerine sahip olduğu görülmüştür.

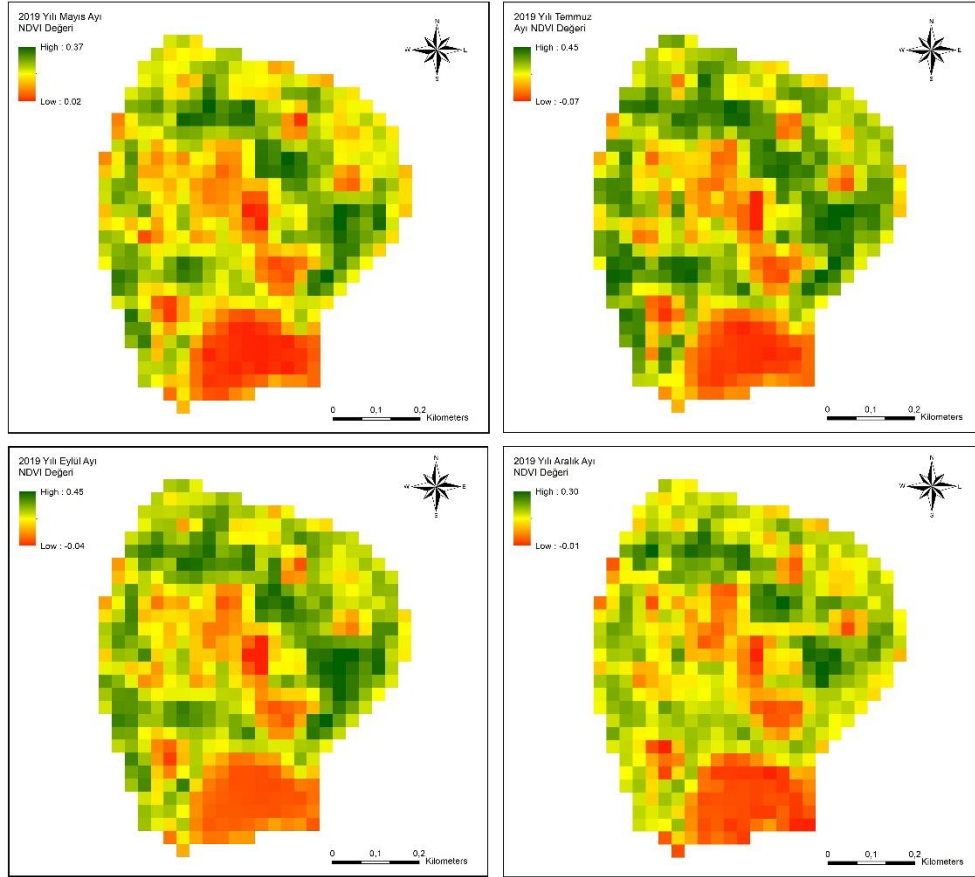


Şekil 3. Kültürpark ölçeğinde LST değerleri

NDVI ve LST Değerleri Korelasyon Analizi Sonuçları

LST yer yüzeyi ve atmosfer arasındaki enerji akışı, yüzey atmosfer etkileşimini açıklamayı sağlayan önemli faktörlerden bir tanesidir. En düşük LST değerleri genellikle yoğun vejetasyonun bulunduğu alanlar ile ilişkilendirilmiştir. Ancak bu ilişki alana ve bitkinin dağılımına göre değişiklik gösterebilmektedir (Yuan ve Bauer, 2007). Literatürdeki araştırmalara göre NDVI ve LST arasında güçlü ve negatif yönde bir ilişki bulunmaktadır (Weng vd., 2004; Sandholt vd., 2002). NDVI bitki miktarını öngörmeyi sağlamamaktadır. Bitki türü, yaprak alanı, toprak yüzeyi ve gölge alanlar NDVI değerini etkilemektedir (Small, 2001).

2019 yılı Mayıs, Eylül, Temmuz ve Aralık için elde edilen NDVI sonuçları Şekil 4'te verilmiştir. NDVI değeri -1 ve 1 arasında değişen değere sahiptir. Bitki örtüsü bulunan alanlarda index "1" e yaklaşırken su yüzeyi ve yapısal yüzeyler gibi bitki örtüsü bulunmayan alanlarda "-1" değerini almaktadır. Bitki örtüsü bulunmayan toprak ve zayıf bitki örtüsü bulunan alanlarda indeks değeri "0" a yaklaşmaktadır (Hatfield vd. 1985).



Şekil 4. 2019 yılı NDVI değerleri

2019 yılı LST ve NDVI değerleri arasındaki ilişkiyi yorumlayabilmek adına Kültürpark ölçeğinde korelasyon analizi gerçekleştirilmiştir (Tablo 1).

Tablo 1. 2019 yılı LST ve NDVI Korelasyon Katsayıları

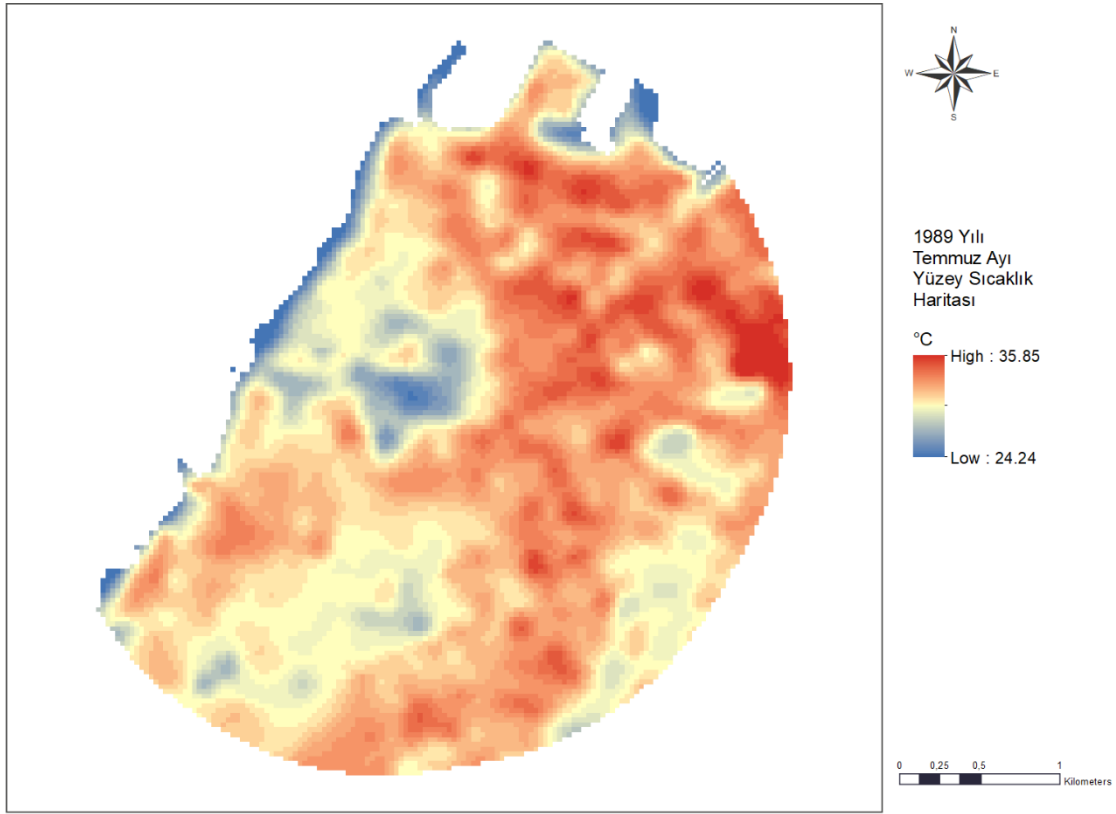
Spearman's Rho Korelasyon Katsayısı	
2019 Mayıs NDVI - LST	-.621
2019 Temmuz NDVI - LST	-.488
2019 Eylül NDVI - LST	-.446

Korelasyon katsayılarına göre Mayıs ayında LST ve NDVI arasında negatif yönde güçlü ve anlamlı bir korelasyon bulunmaktadır. Temmuz ve Eylül aylarında orta derecede ve anlamlı bir korelasyon varken, Aralık ayında zayıf ama anlamlı bir korelasyon vardır. Bitki örtülü alanların arazi yüzey sıcaklığı bitki örtüsü bulunmayan alanlara oranla düşüktür. Sonuç olarak NDVI ve LST değerleri arasındaki ilişki dikkate alınırsa bitki örtüsü bulunan alanlar kentsel ısı adası etkisini azaltmaktadır.

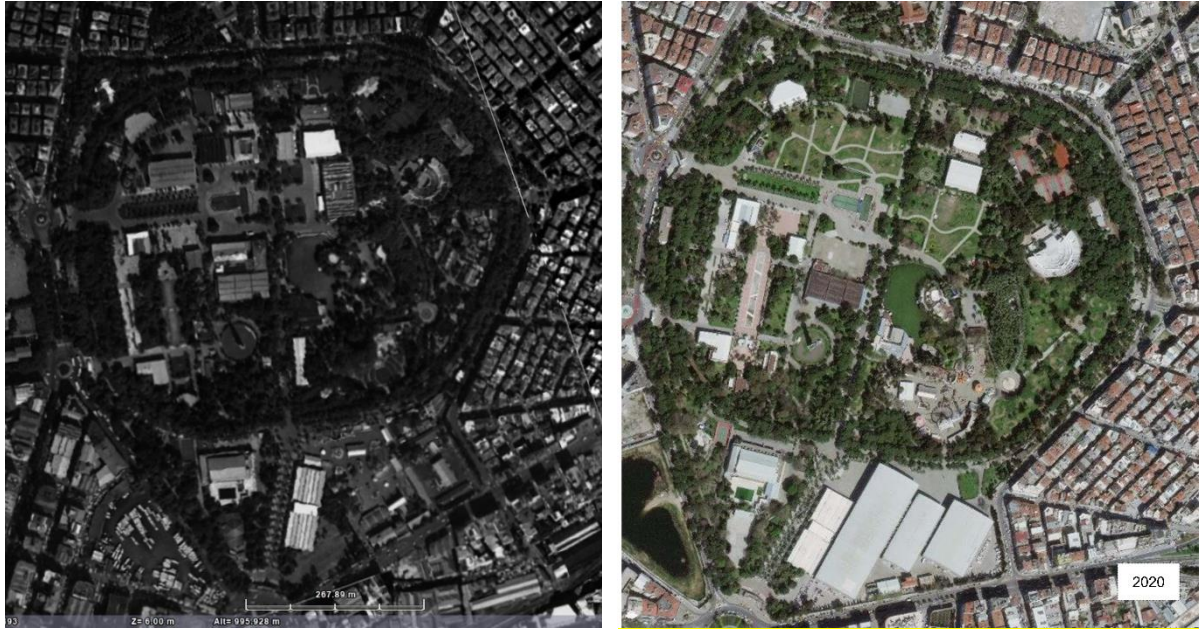
1989 ve 2019 Yılları LST Analizi Sonuçları

Kültürpark ve çevresinde arazi yüzey sıcaklığı (LST) değerlerinin zamansal değişimini tespit etmek amacıyla kent ısı adası etkisinin en yoğun olduğu dönem olarak belirtilen yaz ayları referans alınmıştır. Bu kapsamda, 1989 yılı Temmuz ayı LST değerleri ile 2019 yılı Temmuz ayı LST değerleri karşılaştırılmıştır. Arazi yüzey sıcaklığında meydana gelen değişimin izlenmesi ile yüzey sıcaklığı artış miktarı hakkında bilgi edinebilirken, kentsel ısı adası etki alanlarının yayılma ve büyüme potansiyeli değerlendirilebilmektedir. 1989 yılı Temmuz ayı en yili en yüksek sıcaklığı 35,85 °C, en düşük sıcaklığı ise 24,24 °C olarak belirlenmiştir. Bu sonuçlara göre, Kültürpark ve yakın çevresindeki en yüksek sıcaklık değerinde yaklaşık 7 °C'lik, en düşük sıcaklıkta ise yaklaşık 4 °C'lik bir artış olduğu görülmektedir. Her ne kadar, anlık mikroklimatik koşullar ve görüntü çekilme saatleri gibi unsurlar LST değerini etkileyebilse de iki yıl arasında yaşanan bu önemli değişimin en temel nedenlerinden birisinin, kullanılan malzeme özellikleri ile 2019 yılı LST değerleri özellikle Mayıs, Temmuz ve Eylül aylarında çok yüksek olan Hangarların, 1989 yılında henüz yapılmamış olması olarak değerlendirilmektedir.

Elde edilen LST değerleri, 1989 yılına en yakın tarih olarak bulunabilen 1996 yılı hava fotoğrafı birlikte değerlendirildiğinde, belirtilen tarihlerde kaskatlı havuzun kuzeyinde ve doğusunda yer alan çim alanda, 1996 yılında geçirimsiz sert zemin ve binaların bulunduğu gözlenmiştir. Her ne kadar çim yüzeyler serinletme etkisi kısıtlı olan bitkisel materyaller olarak tanımlansa da, geçirimsiz ve yapılara oranla daha yüksek oldukları bilinmektedir. Bu kapsamda, 2019 yılı arazi yüzey sıcaklığının arttığı alanlar kaskatlı havuz çevresindeki yapay yüzeylerde kümelenirken, 1989 yılında bu alanda daha fazla yapısal yüzey olması nedeniyle sıcaklık artışının mekânsal dağılımın daha geniş olduğu görülmektedir.



Şekil 5. 1989 yılı Kültürpark yakın  evresi LST değerleri



Şekil 6. Kültürpark'a ait 1996 ve 2020 yılı hava fotoğrafları

3. SONUÇ ve ÖNERİLERİ

Çalışmada Kültürpark ve yakınında bulunan yoğun yerleşim alanlarının yüzey sıcaklık analizi (LST – Land Surface Temperature) gerçekleştirilmiş ve Kültürpark'ın kentsel ısı adası üzerine etkilerinin incelenmesi amaçlanmıştır. Bu noktada, kentsel ısı adası etkisinin yüksek olduğu yaz aylarında Kültürpark'ın yüzey sıcaklığının yakın çevresindeki yapı yoğunluğu fazla olan alanlara oranla belirgin biçimde düşük olduğu görülmektedir. İzmir'in iklim özellikleri açısından değerlendirildiğinde Mayıs ve Eylül ayları da sıcaklıkların yüksek olduğu bilinmektedir. Bu kapsamda, Kültürpark'ın Mayıs, Temmuz ve Eylül aylarında kentsel ısı adası etkisini azalttığı görülmektedir. Bu durum özellikle Mayıs ve Eylül aylarında kıyı ile etkileşimi sağlayan kıyıya dik ağaçlandırılmış geniş yolların desteği ile kıyı ve Kültürpark arasında konumlanan yapı yoğunluğu yüksek alanların yüzey sıcaklığını düşürmede etkili olduğu öngörülmektedir. Ancak sıcaklıkların en yüksek olduğu ve rüzgar hareketlerinin nispeten yavaş olduğu Temmuz ayında azaldığı görülmektedir.

Kültürpark özelinde bitki yoğunluğu ve yüzey sıcaklığı arasındaki ilişki korelasyon analizi ile sorgulandığında ise Mayıs ayında en yüksek, Aralık ayında ise en düşük olmak üzere ters yönlü bir ilişki olduğu belirlenmiştir. Bu durum bitki yoğunluğu arttığında yüzey sıcaklık değerinin azaldığını göstermektedir. Bu noktada ağaçların kentsel metabolizma ve süreklilik açısından çok önemli bir rol üstlendiği bilinmektedir. Ağaçlar, taç çapı ile doğru orantılı biçimde terleme ve gölge etkisi ile ortam nemini dengede tutmakta ve ortam sıcaklığını azaltmaktadır (Hepcan, 2019). Ayrıca özellikle iğne yapraklı türler gibi sık dokuya sahip bitkilerin ısı adası etkisi üzerinde daha etkili olduğu bilinmektedir (Adıgüzel, 2018). Kültürpark bünyesinde *Pinus pinea*, *Pinus halepensis*, *Cupressus sp.*, *Cedrus sp.* gibi iğne yapraklı türlerin yoğun olarak bulunması önemli bir avantajdır. Bununla birlikte, üst ağaç örtüsünün alt (yüzey örtücüler) ve orta (küçük, orta ve büyük çalılar) ile desteklenmesi hem nem düzeyine katkı sağlamaları ile serinletme etkisini desteklemekte hem de yeşil alanların karbon tutma, biyoçeşitliliği destekleme gibi farklı fonksiyonları üstlenmelerine olanak tanımaktadır.

Mayıs, Temmuz ve Eylül aylarında Kültürpark ve yakın çevresinde yüzey sıcaklığının en fazla olduğu bölge Hangarların bulunduğu bölgedir. Buna göre, Hangarlar tüm mevsimlerde Kültürpark'ın yüzey sıcaklığı ortalamasını ve yakınında bulunan alanların yüzey sıcaklığını arttırmaktadır. Benzer şekilde Kültürpark bünyesindeki diğer yapıların ve yapısal döşemelerin bulunduğu bölümlerin yüzey sıcaklık ortalamasını arttırdığı görülmektedir. Bu kapsamda Kültürpark bünyesinde yapısal yüzeylerin minimuma indirilmesi yüzey sıcaklığının azaltılması için önemlidir. Bu noktada, özellikle çok geniş alanlarda kullanılan beton içerikli döşeme materyalleri nedeniyle toprak ilişkisini minimuma indirmek üzere daha geçirimli ve ekolojik

materyallere ivedilikle geçiş sağlanmalıdır. Ayrıca, malçlama, doğru sulama ve bakım tekniklerinin uygulanması ile de mikro iklim özellikleri desteklenmelidir.

Çalışmada elde edilen sonuçlardan bir diğeri ise Kültürpark'ın serinletme etkisinin beklenenden çok daha küçük bir alana etki etmesidir. Yeşil alanların serinletme etkisin akşam saatlerinde yoğunlaştığı bilinmekle birlikte, kullanılan uydu görüntülerinin gündüz saatlerine yönelik görüntü alabilmeleri nedeniyle gündüz saatlerine yönelik değerlendirme yapılabilmiştir. Ancak, gündüz saatlerindeki değerler ise önemli göstergelerdir. Bu kapsamda, yakın çevresindeki yüksek katlı yoğun yapılaşma dokusu Kültürpark'ın serinletme etkisini sınırlandırmaktadır. Kıyı ile etkileşimin sağlanabildiği ve rüzgar hareketlerinin desteklendiği bölgelerde ise nispeten düşük sıcaklıklar tespit edilmiştir. Bu durum, kentsel hava hareketlerinin desteklendiği kent formunun oluşturulması gerekliliğini göstermektedir. Burada en önemli nokta ise özellikle kent formunun kentsel hava hareketlerini ve kent iklimini düzenleyecek yeşil altyapı yaklaşımları ile belirlenmesidir. Bu noktada Melez ayı, Kadifekale ve kıyı etkileşimleri önemli koridor örnekleri olarak karşımıza çıkmaktadır.

KAYNAKÇA

Adığzel, G., 2018. Kentsel Yeşil Alanların Mikro-İklimsel Etkilerinin İzmir-Bornova rneğinde Araştırılması, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Peyzaj Mimarlığı ABD, Yayınlanmamış Doktora Tezi, İzmir.

Arnfield, A. J., 2003. Two Decades of Urban Climate Research: A Review of Turbulence, Exchanges of Energy and Water, and The Urban Heat Island, *Int. J. Climatol*, 23, 1–26.

Chen, X., Su, Y., Li, D., Huang, G., Chen, W., Chen, S., 2012. Study on the cooling effects of urban parks on surrounding environments using Landsat TM data: a case study in Guangzhou, Southern China, *International Journal of Remote Sensing*, 33, 5889–5914.

Coseo, P., Larsen, L., 2014. How factors of land use/land cover, building configuration, and adjacent heat sources and sinks explain urban heat islands in Chicago, *Landscape and Urban Planning*, 125, 117–129.

Feyisa, G. L., Dons, K., Meilby, H., 2014. Efficiency of Parks in Mitigating Urban Heat Island Effect: An Example From Addis Ababa, *Landscape and Urban Planning*, 123, 87–95.

Georgi, N. J. ve Zafiriadis, K., 2014. The Impact of Park Trees on Microclimate in Urban Areas, *Urban Ecosystem*, 9, 195–209.

Guo, G., Wu, Z., Xiao, R., Chen, Y., Liu, X., Zhang, X., 2015. Impacts of urban biophysical composition on land surface temperature in urban heat island clusters, *Landscape and Urban Planning*, 135, 1–10.

Hatfield, J. L., E. T. Kanemasu, G. Asrar, R. D. Jackson, P. J. Jr. Pinter, R. J. Reginato and S. B. Idso, 1985. Leaf area estimates from spectral measurements over various planting dates of wheat, *International Journal of Remote Sensing*, 6, 167–75.

Hepcan, Ç., 2019. Kentlerde İklim Değişikliği İle Mücadele İçin Yeşil Altyapı Çözümleri, İklim Değişikliği Alanında Ortak Çabaların Desteklenmesi Projesi (iklimİN) İklim Değişikliği Eğitim Modülleri Serisi 12, Ankara.

Kul, S., 2014. Uygun İstatistiksel Test Seçim Kılavuzu, *Plevra Bülteni*, Vol. 8 Issue 2, 26-29.

Li, J., Song, C., Cao, L., Zhu, F., Meng, X., Wu, J., 2011. Impacts of landscape structure on surface urban heat islands: A case study of Shanghai, China. *Remote Sensing of Environment*, Volume 115, Issue 12, 3249–3263.

Sandholt, I., Rasmussen, K., Andersen, J., 2002. A simple interpretation of the surface temperature/vegetation index space for assessment of surface moisture status. *Remote Sensing of Environment*, 79, 213–224.

Santamouris, M., 2013. Using cool pavements as a mitigation strategy to fight urban heat island - a review of the actual developments, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 26, 224–240.

Shashua-Bar, L., Pearlmutter, D., & Erell, E. (2009). The cooling efficiency of urban landscape strategies in a hot dry climate. *Landscape and Urban Planning*, 92, 179–186.

Schwarz, N., Schlink, U., Franck, U., & Grossmann, K., 2012. Relationship of land surface and air temperatures and its implications for quantifying urban heat island indicators – an application for the city of Leipzig (Germany). *Ecological Indicators*, 18, 693–704.

Small, C., 2001. Estimation of urban vegetation abundance by spectral mixture analysis, *International Journal of Remote Sensing*, 22, 1305–1334.

USGS (The United States Geological Survey), 2020. Erişim adresi: <https://glovis.usgs.gov/app>.

USGS (The United States Geological Survey), 2016. Landsat—Earth observation satellites (ver. 1.2, April 2020): U.S. Geological Survey Fact Sheet 2015–3081, 4 p., <https://doi.org/10.3133/fs20153081>.

USGS (The United States Geological Survey), 2020b. Erişim adresi: https://www.usgs.gov/centers/eros/science/usgs-eros-archive-landsat-archives-landsat-4-5-thematic-mapper-tm-level-1-data?qt-science_center_objects=0#qt-science_center_objects

Yuan, F., Bauer, M.E., 2007. Comparison of impervious surface area and normalized difference vegetation index as indicators of surface urban heat island effects in Landsat imagery, *Remote Sensing of Environment*, 106, 375–386.

Yang, P., Xiao, Z., Ye, M., 2016. Cooling Effect of Urban Parks and Their Relationship with Urban Heat Islands, *Atmospheric and Oceanic Science Letters*, 9:4, 298-305.

Jain, S., Sannigrahi, S., Sen, S., Bhatt, S., Chakraborti, S., Rahmat, S., 2020. Urban Heat Island Intensity and Its Mitigation Strategies in The Fast-Growing Urban Area, *Journal of Urban Management*, Volume 9, Issue 1, 54-66.

Weng, Q., Lu, D., Schubring, L., 2004. Estimation of land surface temperature-vegetation abundance relationship for urban heat island studies, *Remote Sensing of Environment*, 89, 467–483.

4. Bölüm

KENTSEL YEŞİL ALTYAPI BİLEŞENİ OLARAK KÜLTÜRPARK

Nurdan Erdoğan¹, Ayşenur Kaylı¹, Ilgaz Ekşi¹, Betül Çavdar²

1. İzmir Demokrasi Üniversitesi Mimarlık Fakültesi Peyzaj Mimarlığı Bölümü, İzmir Demokrasi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Peyzaj Mimarlığı ABD.

2. Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Peyzaj Mimarlığı ABD.

1. GİRİŞ

Kentsel açık yeşil alanlar kentsel yaşam kalitesi ve insanın sosyal-kültürel ve fiziksel yaşantısı üzerine çok olumlu etkilerinin yanında ekolojik fonksiyonların sağlıklı bir biçimde sürdürülebilmesi açısından önemli görevler üstlenmektedir. Bununla birlikte, kentsel genişleme nedeniyle doğal, yarı doğal alanların gerilemesine ve biyoçeşitlilik kaybı, ekolojik döngülerin büyük oranda zarar görmesi gibi olumsuz etkileri de beraberinde getirmektedir (Zambrano *et al.*, 2019). Bu kapsamda, son yıllarda açık yeşil alanların bir yeşil altyapı yaklaşımı ile planlanması yönündeki çalışmalar büyük önem kazanmıştır.

Avrupa Birliği'nin yeşil altyapı sistemlerini desteklemeye amacıyla hazırlanan rapora göre, yeşil altyapı, çeşitli ekosistem hizmetleri sunmak üzere diğer çevresel özellikler dikkate alınarak tasarlanan ve yönetilen doğal ve yarı doğal alanların oluşturduğu bir ağ olarak tanımlanmaktadır. Kırsal ve kentsel unsurları içeren bu ağ yapılanmasında, yeşil alanlar (sucul ekosistemler varsa mavi alanları da içerir) ile karasal ve denizel özellikleri ilişkilendirmektedir (Estreguil *et al.*, 2019).

Özgün amaç ve dikkate alınan ölçek çerçevesinde çok farklı yeşil altyapı tanımlamaları yapılmıştır. Yeşil altyapı, doğal ekosistem değer ve fonksiyonlarını koruyan, temiz hava ve su sağlayan, insan ve doğal yaşam için çok sayıda fayda sağlayan birbirine bağlı doğal alanlar ve diğer açık alanlar ağıdır. Bu kapsamda, yeşil altyapı doğal ve restore edilmiş çeşitli ekosistemlerin ve peyzajın bir bağlantı veya bir merkez üzerinde birleştirilmesidir (Benedict and McMahon, 2006). Amerika Birleşik Devletleri Çevre Koruma Ajansı'nın tanımına göre ise, Yeşil altyapı, hidrolojik / drenaj şebekesi ile ilişkilendirilmiş ve yeşil alanların birbirine bağlanması ile tamamlanan ve ekolojik işlevler sağlayan bir alt yapıdır. Peyzaj ekolojisi yaklaşımının kentsel ortamlara uygulanma prensiplerini yansıtmaktadır (U.S. EPA, 2008).

Yeşil altyapı için tanımlamalar incelendiğinde kavramın dayandığı temel noktalardan birisi yeşil alanların parçalanması ve bağlantısallığına odaklanıyor olmasıdır. Bu kapsamda çalışmada,

temel araştırma sorusu olan Kültürpark'ın İzmir'in yeşil altyapı sisteminin başlangıç noktası olabilirliği parçalanma ve bağlantısallık kavramları üzerinden değerlendirilmeye çalışılmıştır.

2. MATERYAL – YÖNTEM

Çalışmada, Kültürpark'ın diğer yeşil alan ve doğal alanlarla olan etkileşimini ortaya koyabilmek ve parçalanma düzeylerini belirleyebilmek için peyzaj metriklerinden yararlanılmıştır. Bu kapsamda, çalışmada, sınıf alanı, yama sayısı, en büyük ve küçük yama büyüklükleri, ortalama yama büyüklüğü, kenar uzunluğu ve kenar yoğunluğu gibi genel peyzaj yapısını değerlendirmek amacıyla kullanılan metrikler yanında peyzaj parçalanmasını değerlendirmeye yönelik metriklerde de yararlanılmıştır. Parçalanma düzeylerinin belirlenebilmesi için Jaeger (2000) tarafından vurgulanan etkin yama büyüklüğü (effective mesh size), parçalanma indeksi (splitting index) ve peyzaj bölünme (landscape division) metrik kombinasyonu dikkate alınmıştır. Metrik değerlerinin hesaplanmasında, bir açık kaynak yazılım olan QGIS'in LECOS eklentisi kullanılmıştır.

Tablo 1. Kentsel peyzaj yapısındaki değişimlerinin analizinde kullanılan peyzaj metrikleri (Doygun,2016; Kesgin Atak, 2020; Jaeger, 2000)

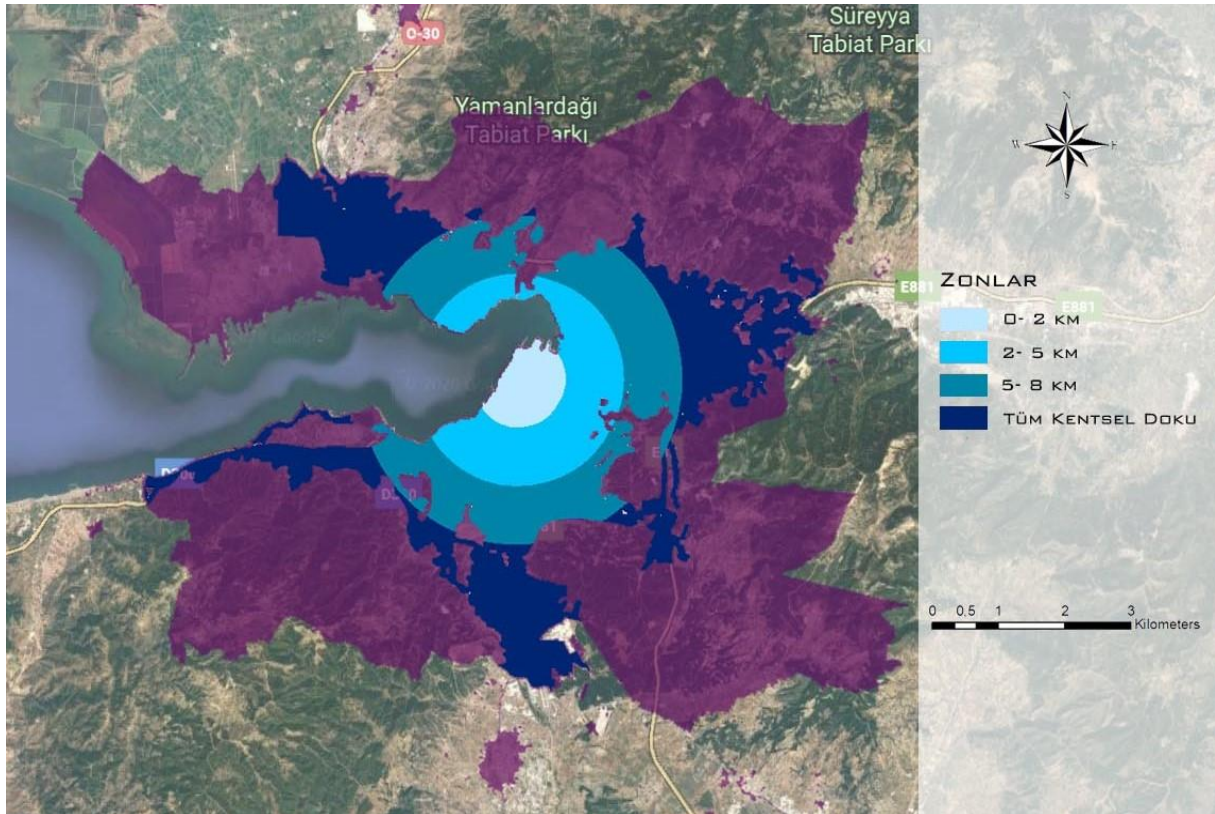
Sınıf Düzeyinde Peyzaj Metriği	Açıklama
Sınıf Alanı	İlgili alan kullanım/arazi örtüsü sınıfına ait tüm yamaların toplamını ifade etmektedir.
Yama Sayısı	Yama sayısı metapopulasyon sayısını belirleyen bir faktördür. Parçalanma metriğidir.
En Büyük Yama Büyüklüğü	Sınıfa ait en büyük yama boyunu vermektedir.
En Küçük Yama Büyüklüğü	Sınıfa ait en küçük yama boyunu vermektedir.
Ortalama Yama Büyüklüğü	Her bir sınıfa ait yamaların ortalama büyüklüğünü ifade etmektedir. Bu değer azaldığında incelenen sınıfta parçalanma artmış demektir. Parçalanma metriğidir.
Kenar Uzunluğu	Sınıfa ait lekelerin toplam kenar uzunluğunu vermektedir. Kenar uzunluğunun artması, parçalanmaya olan yatkınlığı işaret etmektedir.
Kenar Yoğunluğu	Kenar yoğunluğunun artması, o sınıfın parçalanma düzeyinin yüksekliğine işaret etmektedir.
Etkin Yama Büyüklüğü	Etkin yama büyüklüğü, kümülatif yama alanı dağılımına dayanmakta ve karşılık gelen yama sınıfının S yamalarına bölündüğünde yamaların boyutunu vermektedir. Buradaki S, parçalanma indeksinin değeridir. Peyzaj Bölünmesi ise peyzajda rastgele seçilen iki pikselin aynı yamada yer almama olasılığını belirtmektedir. Birbiri ile ilişkili olan bu üç metrikte; etkin yama büyüklüğündeki azalma peyzaj parçalanmasına işaret ederken, parçalanma indeksi ve peyzaj bölünme düzeyindeki (0-1 arasında değer alır) artış peyzaj parçalanmasının arttığını göstermektedir.
Parçalanma İndeksi	
Peyzaj Bölünmesi	

Açık yeşil alan varlığına yönelik iki farklı veri seti kullanılmıştır. Bunlardan ilki, Avrupa Birliği bünyesinde meydana gelen alan kullanım/arazi örtüsü değişimlerini düzenli biçimde

izleyebilmek amacıyla üretilen ve güncellenen CORINE Arazi Örtüsü veri tabanıdır (Copernicus Land Monitoring Service, 2020). Arazi örtüsünü 44 sınıf altında haritalayan bu veri tabanında yer alan 1990, 2000, 2012 ve 2018 yılları arazi örtüsü haritaları çalışma kapsamında kullanılmış ve çalışma amacı doğrultusunda, yapısal alan, kentsel açık yeşil alan, tarım alanları, doğal alanlar ve su yüzeyleri olmak üzere 5 ana sınıfta yeniden sınıflandırılmıştır. CORINE Arazi Örtüsü veri seti mekânsal olarak göreceli olarak kaba çözünürlüğe (minimum haritalama birimi 1 ha) sahiptir. Bununla birlikte, İzmir kenti örneğinde arazi örtüsü değişimlerinin genel çerçevesini değerlendirme özelliği açısından çalışmada özellikle yer verilmiştir.

CORINE verilerinin kaba çözünürlük yapısı nedeniyle ve sadece kentsel yeşil alan varlığına odaklanabilmek için çalışmada kullanılan diğer veri seti ise İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü tarafından İzmir Büyükşehir Belediyesi için oluşturulan İzmir Yeşil Alan Varlığı veri tabanıdır.

Çalışmanın temel amacı Kültürpark'ın diğer yeşil alan ve doğal alanlarla ilişkisini ortaya koymak olduğu için, Kültürpark merkez olarak alınarak ve çevresinde 2 km – 5 km – 8 km ve tüm kentsel alan olmak üzere zonlar oluşturulmuş ve analizler bu zonlar kapsamında gerçekleştirilmiştir (Şekil 1). Kent yakın çevresindeki doğal alanlarla etkileşim de çalışma kapsamında önemli olduğu için kentsel yapı sınırına 100 m'lik bir tampon oluşturulmuş ve kent çeperi doğal alanların sınırları da çalışma kapsamında dahil edilmiştir.

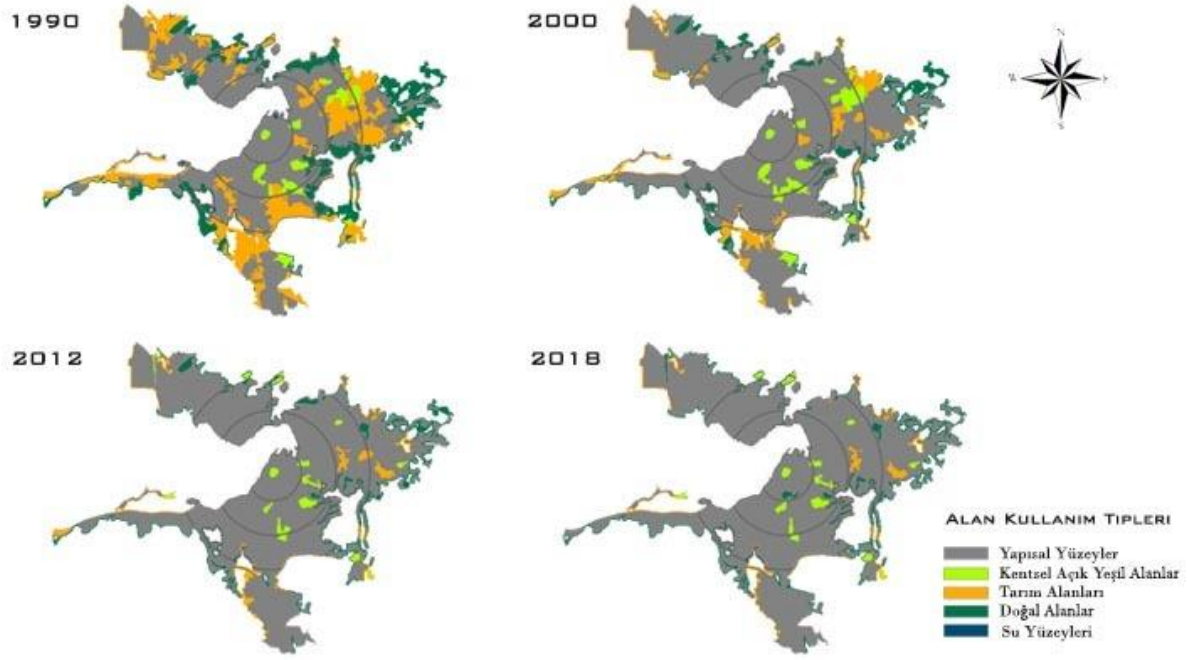


Şekil 1. Kültürpark'ı merkez olarak oluşturulan zonlar

İzmir kentsel yeşil alanlarının bağlantısallık olanaklarının değerlendirilmesinde ise Matrix Green aracından yararlanılmıştır. Stockholm Resilience Centre'da Bodin ve Zetterberg tarafından geliştirilen Matrix Green aracı, parçalanmış peyzajların ağ tabanlı analizini destekleyen bir araçtır (Bodin and Zetterberg, 2012). Araç, tanımlanan yamalar çerçevesinde kurulabilecek bağlantıları göstermektedir. Bu noktada, başlangıçta Yama Mesafe Analizi gerçekleştirmekte ve bağlantı kurulması hedeflenen yamalar arasındaki eşik değer belirlenmektedir. Bu aşamada, farklı türlerin gereksinimleri ve bağlantı kurulmasını engelleyen yapısal alan gibi engelleyici unsurlarda değerlendirmeye alınabilmektedir. Çalışmada yama mesafe analizi kapsamında elde edilen eşik değer doğrudan dikkate alınmış, alanda yamalar arasında bağlantı kurulmasını engelleyebilecek unsurlar dikkate alınmamıştır. Diğer bir ifade ile yamalar arasında her yönde bağlantı kurulabileceği varsayılmıştır. Bu kapsamda, Matrix Green tarafından kurulan bağlantı güzergahları referans alınarak yoğunluk analizi gerçekleştirilmiş ve bağlantı olasılığının yüksek olduğu alanlar belirlenmiştir.

3. BULGULAR

Avrupa Birliği bünyesinde arazi örtüsü değişimlerini izlemek amacıyla oluşturulan CORINE Arazi Örtüsü veri tabanının yeniden sınıflandırılması ile üretilen haritalar Şekil 2'de sunulmuştur. Üretilen haritalar Kültürpark'ı merkez alarak oluşturulan zonlar çerçevesinde değerlendirildiğinde, 0-2 km zonunda tek yeşil alanın, verinin haritalama ölçeği nedeniyle parçacık yeşil alanlar dahil değildir, Kültürpark olduğu görülmektedir. Bu zonda, tüm zaman dilimlerinde, açık yeşil alan sistemini destekleyebilecek tarım alanları ve doğal alanların yer almadığı görülmektedir. Sadece, 2018 yılı haritasında Kadifekale'nin boşaltılması ile oluşan alan doğal alan (çayır) olarak sınıflandırılmıştır. Bu durum, Kültürpark'ın yer aldığı Konak ilçesinin 1960'lı yıllardan itibaren çok yoğun bir yapılaşma oranına sahip olmasından kaynaklanmaktadır. 1990 yılı için 2 km ile tüm kentsel doku arasında kalan zonlarda ise kentsel yeşil alanlar kısıtlı alanlarda dağılım gösterirken, bu yeşil alanları destekleyebilecek doğal alanların ve özellikle tarım alanlarının geniş bir yayılımına sahip olduğu görülmektedir. Plan notlarında yapı alanı olarak belirtilen bu alanların, 1990 yılından sonra yapısal yüzeylere dönüştükleri ve 2012 ile 2018 haritalarında benzer bir paterne sahip oldukları görülmektedir.



Şekil 2. 1990-2000-2012 ve 2018 yıllarına ait İzmir kenti arazi örtüsü

CORINE Arazi Örtüsü verilerinin yıllara ve zonlara bağlı olarak değişiminin peyzaj metrikleri kapsamında değerlendirilmesi sonucunda elde edilen sonuçlar, Tablo 1, Tablo 2, Tablo 3 ve Tablo 4'te verilmektedir. Bu bulgulara göre; tüm zaman dilimlerinde 0-2 km zonunda yapısal yüzeylerin en fazla yer kaplayan ve en bütüncül (yama sayısı 1990, 2000, 2012 yılları için 1, Kadifekale'nin boşaltılması sonucunda oluşan küçük boyutlu bir yama nedeniyle 2018 yılı için 2) arazi örtüsü sınıfı olduğu görülmektedir. Kentsel açık yeşil alanlar açısından değerlendirildiğinde 2 yamanın yer aldığı görülmektedir. Bu iki yamanın en büyüğü, Kültürpark'tır. Diğer yama ise, Alsancak stadyumu ve yakın çevresinde yer açık alanı içermektedir ve alanın büyük kısmı 0-2 km zonun dışında yer almaktadır. Etkin yama büyüklüğü (2,09 ha), parçalanma indeksi (yaklaşık 607) ve peyzaj bölünmesi ($>0,99$) açısından değerlendirildiğinde ise parçalanma düzeyinin çok yüksek olduğu görülmektedir. 1990'lı yıllarda limanın arka kesiminde yer alan su yüzeylerinin yapısal yüzeye dönüşmesi nedeniyle de parçalanma yıllar içerisinde artış göstermektedir. 2018 yılı haritasında yer bulan doğal alan ise, daha önce de belirtildiği gibi Kadifekale'nin boşaltılması ile ortaya çıkan alanın sınıflandırılması ile oluşmuştur. 1 yamadan oluşan bu alanın büyüklüğü 47,70 ha olarak belirlenmiştir (Tablo 2).

CORINE arazi örtüsü verileri kapsamında 0-5 km zon değerlendirildiğinde ise, yapısal yüzeylerin 1990-2018 yılları arasında yaklaşık 564 ha'lık bir genişleme gösterdiği görülmektedir (Tablo 3). Bununla birlikte bu dönem içerisinde kentsel yeşil altyapıyı destekleyebilecek kentsel açık yeşil alan 114 ha, doğal alanlar 14 ha ve tarım alanları 430 ha'lık bir gerileme

göstermiştir. Bu kapsamda değerlendirildiğinde açık yeşil alanların etkin yama büyüklüğü 6,80 ha'dan 3,75 ha'a, parçalanma indeksinin ise 970'den 1688'e çıktığı görülmektedir. Peyzaj parçalanması ise 0,99892'den 0,99940'a yükselmiştir. Daha önce de belirtildiği gibi etkin yama büyüklüğündeki azalma ile parçalanma indeksindeki artış parçalılığın arttığını göstermektedir. Peyzaj bölünme düzeyinin ise 1'e yakın olması ise eksilme düzeyinde bir parçalanmanın olduğunu göstermektedir. Bu nedenle 0-5 km zonu dikkate alındığında kentsel açık yeşil alanların peyzaj bölünme düzeyinin her dönemde 1'e çok yakın olmasına rağmen, yıllar içerisinde önemli gerilemeler gösterdiği de açık bir şekilde anlaşılmaktadır. Benzer bir durum, kentsel yeşil altyapıyı destekleyebilecek doğal yapı ve tarım alanları da geçerli durumdadır.

CORINE arazi örtüsü verilerinin 0-8 km ve 0-tüm kentsel doku zonları açısından değerlendirildiğinde kentsel yeşil altyapının önemli bileşenleri olan kentsel açık yeşil alan, doğal alan ve tarım alanlarının, 0-2 km ve 0-5 km zonlarına oranla çok daha geniş bir dağılıma sahip oldukları görülmekle birlikte parçalanma indekslerinin ve peyzaj bölünme düzeylerinin hala çok yüksek olduğu görülmektedir. Bu durum ise, tüm kenti ağ gibi sarması beklenen kentsel yeşil altyapı bileşenlerinin birbirinden izole bir biçimde konumlandıklarının en önemli göstergesi sayılabilir (Tablo 4 ve Tablo 5).

Tablo 2. Kültürpark'ı merkez olarak oluşturulan 0-2 km zonu CORINE Arazi  rt s  verilerinin peyzaj metrikleri ile analiz sonuçları

0-2 KM	Sınıf	Sınıf Alanı (ha)	Yama Sayısı	En Büyük Yama Büyüklüğü (ha)	En Küçük Yama Büyüklüğü (ha)	Ortalama Yama Büyüklüğü (ha)	Peyzaj Bölünmesi	Etkin Yama Büyüklüğü (ha)	Parçalanma İndeksi	Kenar Uzunlu��	Kenar Yo�unlu��
1990	Yapısal Yüzey	1199,32	1	1199,32	1199,32	1199,32	0,10854	1132,36	1,12	27.270	0,00214
	Kent. Açık Yeşil Alan	57,76	2	51,12	6,64	28,88	0,99835	2,09	607,19	4740	0,00037
	Su Alanları	13,16	2	9,86	3,31	6,58	0,99993	0,09	14.931,46	2700	0,00021
2000	Yapısal Yüzey	1212,48	1	1212,48	1212,48	1212,48	0,08887	1157,35	1,09	26.220	0,0020
	Kent. Açık Yeşil Alan	57,76	2	51,12	6,64	28,88	0,99835	2,09	607,19	4740	0,0003
2012	Yapısal Yüzey	1212,50	1	1212,50	1212,50	1212,50	0,08887	1157,37	1,09	26.220	0,00206
	Kent. Açık Yeşil Alan	57,76	2	51,10	66,00	28,88	0,99835	2,09	607,67	4740	0,00037
2018	Yapısal Yüzey	1163,34	2	1163,30	0,45	581,67	0,16129	1065,36	1,19	31500	0,00247
	Kent. Açık Yeşil Alan	57,35	2	51,17	6,19	28,76	0,99835	2,09	607,46	4740	0,00037
	Doğal Alanlar	47,70	1	47,70	47,70	47,70	0,99858	1,79	709,14	5280	0,00041
	Su Alanları	1,85	63	0,09	0,23	2,93	0,99999	0,0001	24.145.204,3	4530	0,00035

Tablo 3. Kültürpark'ı merkez alarak oluşturulan 0-5 km zonlu CORINE Arazi örtüsü verilerinin peyzaj metrikleri ile analiz sonuçları

0-5 km	Sınıf	Sınıf Alanı (ha)	Yama Sayısı	En Büyük Yama Büyüklüğü (ha)	En Küçük Yama Büyüklüğü (ha)	Ortalama Yama Büyüklüğü (ha)	Peyzaj Bölünmesi	Etkin Yama Büyüklüğü (ha)	Parçalanma İndeksi	Kenar Uzunluğu	Kenar Yoğunluğu
1990	Yapısal Yüzey	5168,38	10	4501,82	0,02	516,83	0,47960	3279,21	1.92	129.930	0.00206
	Kentsel Açık Yeşil Alan	470	6	120,55	33	78,33	0,99892	6,80	927,02	30.570	0.00048
	Tarım Alanları	430,78	10	157,81	0,02	43,07	0,99875	7,87	800,48	37.020	0.00058
	4_Doğal Alanlar	202,09	4	132.21	9	50,52	0,99950	3,10	2030,82	31.470	0.00049
	5_Su Alanları	30,10	92	10	0,02	0,32	0,99999	0,02	283027,08	24.600	0.00039
2000	Yapısal Yüzey	5554,00	8	4884,45	0,02	694,25	0,38868	3852,14	1.63	120.570	0.00191
	Kentsel Açık Yeşil Alan	508,00	5	176,04	51,12	101,60	0,99844	9,80	643,64	32.340	0.00051
	Tarım Alanları	72,42	3	71,70	0,02	24,15	0,99987	0,81	7726,26	5520	8.75999
	Doğal Alanlar	152,05	5	70,00	6,50	30,41	0,99982	1,08	5816,26	31.980	0.00050
	Su Alanları	15,00	92	2,60	0,02	0,16	0,99999	0,002	3022278,19	21.600	0.00034
2012	Yapısal Yüzey	5769,40	7	5118,55	0,02	824,20	0,32960	4224,42	1.49	114.900	0.001823
	Kentsel Açık Yeşil Alan	373,00	6	99,06	33,60	62,15	0,99934	4,13	1525,34	31.800	0.000504
	Doğal Alanlar	144,50	5	65,61	6,50	29,00	0,99984	0,97	6468,68	32.130	0.000509
	Su Alanları	14,60	96	2,60	0,02	0,15	0,99999	0,0019	3219793,25	21.270	0.000337
2018	Yapısal Yüzey	5732,60	7	5080,90	0,02	819,00	0,33925	4163,65	1.51	118.920	0.00188
	Kentsel Açık Yeşil Alan	356,70	6	99,00	40,50	59,45	0,99940	3,75	1688.26	29.640	0.00047
	Doğal Alanlar	188,75	6	64,40	6,61	31,45	0,99979	1,30	4866.94	37.290	0.00059
	Su Alanları	23,35	70	4,52	0,02	0,33	0,99999	0,0064	974.700.68	28.440	0.00045

Tablo 4. Kültürpark'ı merkez alarak oluşturulan 0-8 km zonlu CORINE Arazi örtüsü verilerinin peyzaj metrikleri ile analiz sonuçları

0-8 km	Sınıf	Sınıf Alanı (ha)	Yama Sayısı	En Büyük Yama Büyüklüğü (ha)	En Küçük Yama Büyüklüğü (ha)	Ortalama Yama Büyüklüğü (ha)	Peyzaj Bölünmesi	Etkin Yama Büyüklüğü (ha)	Parçalanma İndeksi	Kenar Uzunluğu	Kenar Yoğunluğu
1990	Yapısal Yüzey	9513,34	21	7153,78	0.0225	4530,61	0,75498	36.354,90	4.08	284.490	0.00191
	Kentsel Açık Yeşil Alan	740,57	10	160,67	0.2025	74,06	0,99962	550,82	2693,76	51.930	0.00034
	Tarım Alanları	2624,29	20	738,02	2.1375	13121,44	0,99453	8113,24	182,88	185.850	0.00125
	Doğal Alanlar	1902,51	10	800,68	0.495	190,25	0,99547	6710,76	221,10	185.340	0.00124
	Su Alanları	57,20	116	16,49	0.0225	49,30	0,99999	3,16	470.038,68	32.790	0.00022
2000	Yapısal Yüzey	12.116,43	15	9224,89	0.0225	807,76	0,59083	60.712,14	2.44	259.620	0.00174
	Kentsel Açık Yeşil Alan	915,82	8	290,68	0.2025	114,48	0,99917	1229,81	1206,52	53.250	0.00035
	Tarım Alanları	695,00	18	205,49	0.0225	386,11	0,99970	431,01	3442,55	85.950	0.00057
	Doğal Alanlar	1092,52	24	298,12	0.0225	4563,56	0,99904	1416,63	1047,40	175.080	0.00117
	Su Alanları	15,40	111	2,56	0.0225	13,86	0,99999	0,08	18.365.292,62	23.580	0.00015
2012	Yapısal Yüzey	13.152,96	16	10796,49	0.0225	8220,60	0,44670	82.097,33	1.80	250.020	0.0016
	Kentsel Açık Yeşil Alan	463,45	9	114,57	0.0675	51,50	0,99984	233,70	6349,22	39.600	0.00026
	Tarım Alanları	331,18	14	110,59	0.135	2365,55	0,99991	130,49	11.370,89	57.810	0.00038
	Doğal Alanlar	875,34	28	201,55	0.0225	3126,21	0,99963	541,21	2471,61	192.960	0.00130
	Su Alanları	14,98	117	2,56	0.0225	12,81	0,99999	0,07	19.662.331,51	23.190	0.000152
2018	Yapısal Yüzey	13.228,58	16	10869,52	0.0225	8267,86	0,43948	83.168,92	1.78	250.320	0.00168
	Kentsel Açık Yeşil Alan	461,36	9	98,95	0.09	51,26	0,99986	203,33	7297,50	38.820	0.00026
	Tarım Alanları	269,03	13	11,04	0.1575	2069,48	0,99992	106,18	13.974,77	54.180	0.00036
	Doğal Alanlar	853,60	27	203,87	0.045	316,15	0,99966	504,32	2942,14	202.740	0.00136
	Su Alanları	25,31	97	3,26	0.0225	26,09	0,99999	0,2026	7.321.752,43	33.810	0.00022

Tablo 5. Kültürpark'ı merkez alarak oluşturulan 0-tüm kentsel doku zonu CORINE Arazi örtüsü verilerinin peyzaj metrikleri ile analiz sonuçları

<i>Tüm kentsel doku</i>	<i>Sınıf</i>	<i>Sınıf Alanı (ha)</i>	<i>Yama Sayısı</i>	<i>En Büyük Yama Büyüklüğü (ha)</i>	<i>En Küçük Yama Büyüklüğü (ha)</i>	<i>Ortalama Yama Büyüklüğü (ha)</i>	<i>Peyzaj Bölünmesi</i>	<i>Etkin Yama Büyüklüğü (ha)</i>	<i>Parçalanma İndeksi</i>	<i>Kenar Uzunluğu</i>	<i>Kenar Yoğunluğu</i>
1990	Yapısal Yüzey	12.717,00	28	6526,70	0,01	454,17	0,91008	22.092,73	11.12	488.096	0.00198
	Kentsel Açık Yeşil Alan	875,45	13	140,00	4,27	67,34	0,99986	33,36	7299,02	64.260	0.00026
	Tarım Alanları	6330,81	40	1660,10	0,01	158,30	0,99063	230,00	106,82	468.104	0.00190
	Doğal Alanlar	4552,55	34	1269,10	0,01	134,00	0,99342	161,60	152,05	483.784	0.00196
	Su Alanları	95,41	179	27,90	0,01	0,53	0,99999	0,04	499.617,61	56.700	0.00023
2000	Yapısal Yüzey	20.920,00	19	13.791,33	0,02	1101,03	0,72620	7722,82	3,65	546.870	0.00193
	Kentsel Açık Yeşil Alan	1200,00	11	383,20	4,90	109,30	0,99967	9,20	3064,77	70.380	0.00024
	Tarım Alanları	2660,30	38	486,04	0,22	70,00	0,99929	19,85	1420,67	306.330	0.00108
	Doğal Alanlar	3395,72	53	647,16	0,02	64,07	0,99843	44,10	639,70	535.860	0.00189
	Su Alanları	31,20	176	4,60	0,02	0,17	0,99999	0,0015	19.023.188,44	42.570	0.00015
2012	Yapısal Yüzey	20.351,30	15	1574,40	0,01	1356,75	0,56372	10.719,74	2.29	552.468	0.00224
	Kentsel Açık Yeşil Alan	588,05	14	99,80	2,20	42,00	0,99994	1,31	18.744,48	62.720	0.00025
	Tarım Alanları	1183,85	39	170,00	0,01	30,35	0,99984	3,90	6312	237.216	0.00096
	Doğal Alanlar	2423,90	55	341,82	0,01	4,40	0,99920	19,55	1256,36	561.680	0.00228
	Su Alanları	24,25	182	2,25	0,01	0,13	0,99999	0,0007	36.116.528,60	39.340	0.00016
2018	Yapısal Yüzey	23.798,09	13	18.188,16	0,02	1830,62	0,54851	12.734,86	2.21	588.570	0.00208
	Kentsel Açık Yeşil Alan	631,40	13	99,00	25,31	48,56	0,99995	1,30	21.718,11	56.280	0.00019
	Tarım Alanları	1091,34	35	152,93	0,02	31,18	0,99988	3,20	8857,52	235.620	0.00083
	Doğal Alanlar	2644,42	56	342,47	0,02	47,22	0,99939	17,13	1646,31	630.510	0.00223
	Su Alanları	41,50	130	4,52	0,02	0,31	0,99999	0,0022	12.554.265,65	53.010	0.00018

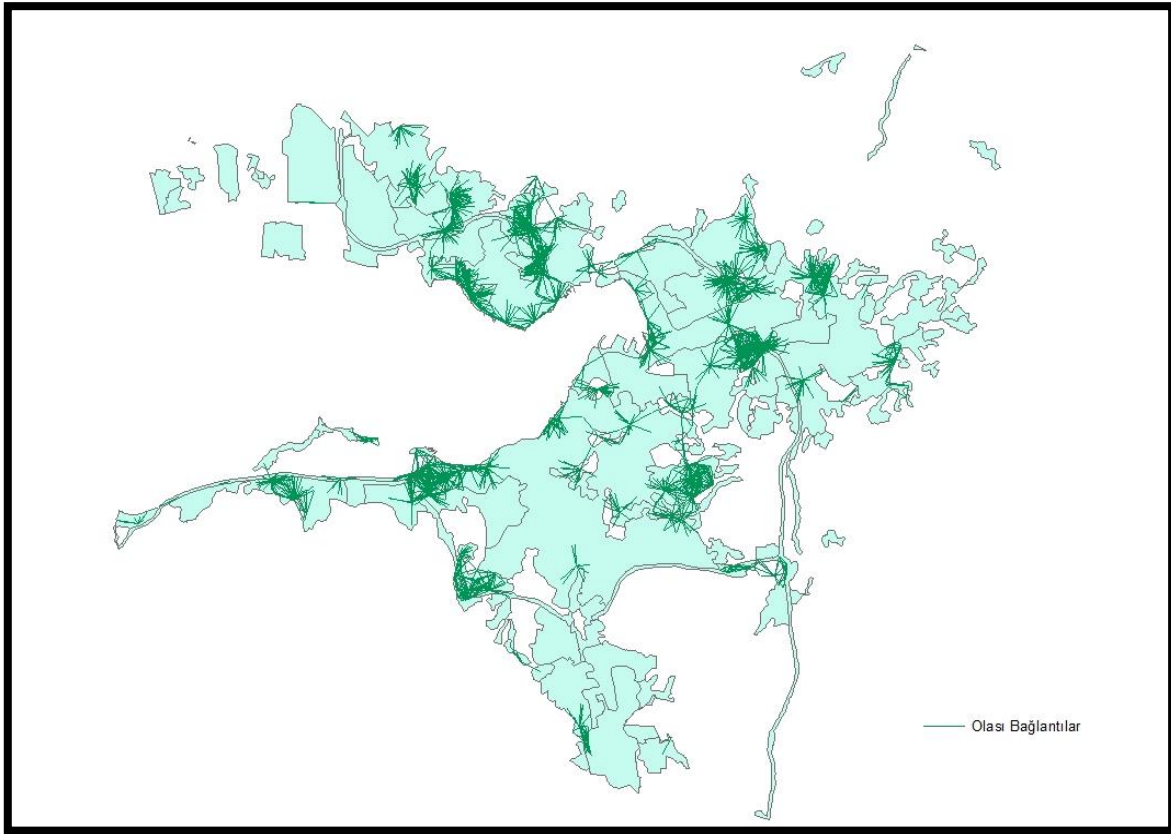
Çalışmanın ikinci veri setini oluşturan İzmir Büyükşehir Belediyesi için İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü tarafından oluşturulan yeşil alan envanteri çerçevesindeki değerlendirmelerde de benzer sonuçlar elde edilmiştir. Sadece günümüz verileri var olan yeşil alan envanterinde sadece Kültürpark'ı merkez alan zonlar çerçevesinde değerlendirmeler yapılmıştır. Bu nokta 0-2 km arasında 162,83 ha'lık bir alanı kaplayan yeşil alanların büyüklüğü tüm kentsel doku değerlendirildiğinde 1865,68 ha'a erişmektedir (Şekil 3, Tablo 6). Bununla birlikte etkin yama büyüklüğü 31,33 ha'dan 11,84'e gerilemiştir. Ayrıca parçalanma indeksi 5,20'den 157,60'a çıkmıştır. Bu değerler parçalanma düzeyinin kent çeperine yaklaştıkça büyük oranda arttığının önemli bir göstergesidir. Diğer bir ifadeyle, kent merkezinin en önemli yeşil alanlarından birisi olan Kültürpark'ın diğer yeşil kent içi ve kent çeperi yeşil alanları ile yeşil altyapı yaklaşımı ile ilişkilendirilmesinin zor olduğunun en önemli göstergelerinden birisidir.

Şekil 3. İzmir kenti yeşil alanlarının dağılımı

Tablo 6. Kültürpark'ı merkez olarak oluşturulan zonlar kapsamında yeşil alan varlığının peyzaj metrikleri ile analiz sonuçları

<i>Sınıf</i>	<i>Sınıf Alanı (ha)</i>	<i>Yama Sayısı</i>	<i>En Büyük Yama Büyüklüğü (ha)</i>	<i>En Küçük Yama Büyüklüğü (ha)</i>	<i>Ortalama Yama Büyüklüğü (ha)</i>	<i>Peyzaj Bölünmesi</i>	<i>Etkin Yama Büyüklüğü (ha)</i>	<i>Parçalanma İndeksi</i>	<i>Kenar Uzunluğu</i>	<i>Kenar Yoğunluğu</i>
2 KM	162,83	307	55,06	0,02	0,53	0,80761	31,33	5,20	79560	0.049
5 KM	505,58	1143	55,13	0,02	0,35	0,97032	15,01	33,69	342210	0.068
8 KM	1163,79	3052	58,68	0,02	0,38	0,98861	13,25	87,83	788730	0.068
Kentsel Doku	1865,68	4619	58,91	0,02	0,40	0,99365	11,84	157,60	1251900	0.067

İzmir kentsel yeşil alanlarının bağlantısallık olanaklarını değerlendirmek için Matrix Green aracından yararlanılmıştır. Parçalanmış peyzajların ağ tabanlı analizini destekleyen bir araç olan Matrix Green aracı, tanımlanan yamalar çerçevesinde kurulabilecek bağlantıları göstermektedir. Bu noktada, ilk aşamada Yama Mesafe Analizi yapılmış ve bağlantı kurabilmek için eşik değeri 950 m olarak bulunmuştur. Bu eşik değeri dikkate alınarak, mevcut yeşil alan yamaları kenarları arasında kurulabilecek bağlantı hatları belirlenmeye çalışılmıştır. Bu noktada, bağlantı kurulmasını engelleyebilecek yapı yüzeyleri vb. engeller tanımlanabilmekte ve bağlantı güzergahları bu kapsamda değerlendirilebilmektedir. Ayrıca, bu aşamada yine bağlantı kurulmasını zorlaştırabilecek unsurlar tanımlanabilmekte ve “Cost-Distance” analizi ile maliyet hesaplaması yapılabilmektedir. Bununla birlikte, çalışmada, yeşil alanların çevresinde yoğun bir biçimde bulunan yapı yüzeyleri ya da diğer unsurlar engel olarak tanımlanmamış ve tüm alanların maksimum düzeyde bağlantıya izin verdiği varsayılmıştır. Bu kapsamda, elde edilen bağlantılar Şekil 4’te sunulmuştur.



Şekil 4. İzmir kenti yeşil alanlar arasında kurulabilecek olası bağlantı güzergahları

Çalışmanın temel amacı Kültürpark’ın, yeşil altyapı kapsamında diğer yeşil alanlar ile etkileşimini ortaya koymak ve kent çeperindeki doğal alanlar ile bağlanabilirliğini değerlendirmek olduğu için, olası bağlantı güzergahlarının hangi noktalarda yoğunlaştığı

belirlenmeye çalışılmıştır. Bu kapsamda, kernel density analizi (1000 m referans alınarak) gerçekleştirilmiştir (Şekil 5). Elde edilen sonuçlar, İzmir'in özellikle İnciraltı, Karşıyaka ve Bayraklı bölgelerinde kent çeperine doğru uzanabilecek bağlantı güzergahları bulunmakla birlikte, bu bağlantılar kent merkezine kadar erişim gösterememektedir. Bu sonuçlar, İzmir kent merkezinin en önemli yeşil alanı olan Kültürpark'ın, mevcut yapılanma içerisinde kent çeperine kadar erişebilecek bağlantı yapısına sahip olmadığını göstermektedir.

Şekil 5. İzmir kenti yeşil alanları arasında kurulabilecek olası bağlantı güzergahları için yoğunluk analizi

Bununla birlikte, geçtiğimiz aylarda Büyükşehir Belediyesi tarafından açılan bir yarışmaya konu olan ve İzmir'in en önemli kentsel akarsularından birisi olan Meles Çayı, Kültürpark'a yakınlığı nedeniyle önemli bir doğal koridor olarak karşımıza çıkmaktadır (Şekil 6). Ayrıca, yine son dönemde önemli müdahalelerin yapıldığı Kadifekale yine Kültürpark'ın bağlantısalılığı açısından büyük önem kazanmaktadır. Ayrıca, Kültürpark'ın körfezle etkileşiminin sağlanabilmesi için açısından Basmane, Montrö ve Lozan meydanları ile bu meydanları takip eden ırsal yollar önem kazanmaktadır.



Şekil 6. Kültürpark 'ın Meles Çayı ile etkileşimi

4. SONUÇ ve ÖNERİLER

Çalışmada, Kültürpark'ın kentsel yeşil altyapı sisteminin bir bileşeni olarak durumu değerlendirilmeye çalışılmıştır. Bu kapsamda, kentsel yeşil altyapı bileşeni olabilecek açık yeşil alanlar, doğal alanlar ve tarım alanlarının dağılımının yıllar ve Kültürpark'ı merkez alan zonlar kapsamında değişimi peyzaj metrikleri ile araştırılmış (etkin yama büyüklüğü, parçalanma indeksi ve peyzaj bölünmesi), peyzaj parçalanma düzeyinin zaman içerisinde ve kent çeperine yaklaştıkça arttığı belirlenmiştir. Ancak kullanılan veri setinin kıtasal bir ölçek için hazırlanmış olması ve haritalama ölçeğinin kaba olması nedeniyle, benzer bir değerlendirme İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü tarafından İzmir Büyükşehir Belediyesi için hazırlanan İzmir yeşil alan varlığı veri tabanı için de gerçekleştirilmiştir. Sadece tek bir yıla ait olan bu veri tabanı için zonlar arasında parçalanma düzeyleri karşılaştırılmış ve çeperlere doğru parçalanma düzeyinin arttığı tespit edilmiştir.

Parçalanma düzeylerinin tespitinin yanında mevcut yeşil alanlar arasında kurulabilecek olası bağlantı güzergahları belirlenmeye çalışılmıştır. Alanda bağlantı kurulmasını zorlaştırabilecek/engelleyebilecek bir unsurun bulunmadığı varsayımı ile gerçekleştirilen analizde, en iyi koşullar altında maksimum bağlantısallık değerlendirilmeye çalışılmıştır. Bu koşullar altında bile, Kültürpark'ın, yakın çevresindeki yeşil alanlar da dahil olmak üzere bağlantı kurulmasının çok zor olduğu görülmektedir.

Peyzaj parçalanmasının artması ve bağlantısallığın azalmasının yeşil alanların işlevlerini bir sistem olarak yerine getirebilme kapasitesine zarar verdiği belirtilmektedir. Kültürpark için elde edilen bu sonuçlar, İzmir'in en büyük kent parkının üstlenmesi beklenen özellikle ekolojik fonksiyonları tam kapasite ile gerçekleştiremeyeceğini göstermektedir. Bu durum, karbon döngüsü, ısı adası etkisi gibi fonksiyonlarının yanında özellikle Kültürpark'ın sahip olduğu memeli türler açısından (genetik çeşitliliğin azalması vb nedenlerle) büyük sorunları da beraberinde getirmektedir. Ayrıca, yine Kültürpark'ın kent çeperindeki doğal alanlarla etkileşiminin zarar görmesi tür çeşitliliği açısından da göreceli olarak zayıf olmasının temel nedenlerinden birisi olabileceği öngörülmektedir.

Yapılan çalışmalar göstermektedir ki noktasal ölçekteki yamaların bile, işlevsel olarak büyük yamalar ile ilişkilendirilebildiği takdirde habitat çeşitliliği açısından önemli işlevleri yerine getirebileceğini göstermektedir (Andersson and Bodin, 2009). Bu noktada, Kültürpark'ın küçük ölçekli bile olsa yeşil alanlar ile desteklenmesi önem kazanmaktadır. Bu noktada, Kültürpark'ın hemen yakınından geçmekte olan Meles Çayı, Kültürpark ile kent çeperini ilişkilendirebilecek önemli doğal koridor ve avantaj olarak karşımıza çıkmaktadır. Ayrıca Kadifekale'nin kentsel yeşil alan sistemine dahil edilmesi Kültürpark açısından önemli fırsatlardan birisi olarak

görülmektedir. Ayrıca, yeşil altyapı sistemlerinin en önemli işlevlerinden birisi yeşil ve su diğer ifadeyle mavi sistemlerin ilişkilendirilmesini sağlamaktadır. Kültürpark'ın körfezle olan etkileşimlerinin sağlanmasında Kültürpark'ın kent ve kentliyle etkileşimi açısından büyük önem taşıyan 9-Eylül, Lozan ve Montrö kapılarının açıldığı meydanlar ve bunları takip eden ağaçlandırılmış geniş yollar büyük önem taşımaktadır.

KAYNAKÇA

Andersson, E., & Bodin, Ö., 2009. Practical tool for landscape planning? An empirical investigation of network based models of habitat fragmentation. *Ecography*, 32(1), 123-132.

ATAK, B. K., 2020. Kentsel Peyzaj Yapısındaki Değişimlerin Peyzaj Metrikleri İle Analizi, İzmir Örneği. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 57(1), 119-128.

Benedict, M. and McMahon, E., 2006. Green infrastructure - linking landscapes and communities. Vol. Washington, DC: Island Press.

Bodin, Ö., & Zetterberg, A., 2012. MatrixGreen: Landscape Ecological Network Analysis Tool—User manual.

Doygun, N., 2017 "Tarımsal Alan Kullanım Değişimlerinin Bazı Peyzaj Metrikleri ile İncelenmesi: Kahramanmaraş Örneği". *KSÜ Doğa Bilimleri Dergisi* 20 (2017): 270-275

Estreguil, C., Dige, G., Kleeschulte, S., Carrao, H., Raynal, J., & Teller, A., 2019. Strategic green infrastructure and ecosystem restoration: geospatial methods, data and tools. EUR 29449 EN, Publications Office of the European Union, Luxembourg. doi, 10, 06072.

Jaeger, J.A., 2000. Landscape division, splitting index, and effective mesh size: new measures of landscape fragmentation. *Landscape Ecology* 15, 115–130. <https://doi.org/10.1023/A:1008129329289>

Schmiedel, I., & Culmsee, H. 2016. The influence of landscape fragmentation, expressed by the 'Effective Mesh Size Index', on regional patterns of vascular plant species richness in Lower Saxony, Germany. *Landscape and Urban Planning*, 153, 209-220.

U.S. EPA (Environmental Protection Agency), 2008. Managing Wet Weather with Green Infrastructure: Action Strategy. Retrieved 5/23, http://water.epa.gov/infrastructure/greeninfrastructure/upload/gi_action_strategy.pdf, (Erişim tarihi: 16.07.2020).

Zambrano, L., Aronson, M. F., & Fernandez, T., 2019. The consequences of landscape fragmentation on socio-ecological patterns in a rapidly developing urban area: A case study of the National Autonomous University of Mexico. *Frontiers in Environmental Science*, 7, 152.