



Yeşil Alan Çevresindeki Farklı Kentsel Dokuların Mikro İklim Etkisinin Değerlendirilmesi¹

Assessment of Microclimate Effects of Different Urban Patterns Around the Green Area.

Esra YAZICI² Merve YAVAŞ³

öz

Kent mikro ikliminin olumsuz etkilerini azaltmak için geçmişten bugüne yeşil alanlar potansiyel olarak önemli yere sahiptir. Kent ikliminin düzenlenmesinde önemli rol oynarlar ve hava sıcaklığı üzerinde olumlu etki oluştururlar. Çalışmanın amacı, soğuk iklime sahip olan Erzurum'da bulunan ve çevresinde farklı kentsel doku/yoğunluğa sahip bir kentsel yeşil alanın iklim simülasyonları yoluyla test edilmesi ve çevresindeki farklı kentsel dokuların mikro iklime etkisinin saptanmasıdır. Çalışma süresince seçilen kentsel yeşil alan için bitki örtüsü, çevresindeki yerleşim alanının yoğunluk analizi ve sıcaklık ölçümleri yapılmıştır. Yapılan analizlerin haritalarının üretilmesi aşamasında ENVI-met programı kullanılmıştır. Yapılan simülasyon sonucunda kentsel yeşil alanın yapılaşmış yakın çevresine göre yaz ayında ortalama 2.0 °C daha serin iken kış ayında ortalama 1.2 °C daha sıcak olduğu tespit edilmiştir. Kentsel yeşil alandan uzaklaştıkça yaz mevsiminde sıcaklığın arttığı, kış aylarında ise azaldığı görülmüştür. Kentsel yeşil alan çevresi yapılaşmış alanlarda ise az yoğun/çok katlı yapılaşma özelliğine sahip bölgenin yaz mevsiminde diğer bölgelere göre daha sıcak kış mevsiminde ise daha soğuk olduğu anlaşılmıştır. Sonuçlar sıcaklık farklarının kentsel dokuya göre değiştiğini, kentsel yeşil alanın mikro iklim etkisinin sadece yeşil alana bağlı olmadığını ve yakın yapı çevrenin özelliklerinin de etkili olduğunu göstermiştir.

Anahtar Kelimeler: ENVI-met, Erzurum, Kentsel Doku, Kentsel Yeşil Alan, Mikro iklim,

ABSTRACT

Historically, green spaces have the potential to mitigate the negative effects of urban microclimate. They play an important role in regulating the urban climate and have a positive effect on air temperature. The aim of the study is to test an urban green space in Erzurum, a city with a cold climate and different urban texture/density around it, through climate simulations and to determine the effect of different urban textures around it on the microclimate. During the study, vegetation cover, density analysis of the surrounding residential area and temperature measurements were made for the selected urban green area. ENVI-met program was used to produce maps of the analyzes. As a result of the simulation, it was determined that the urban green area was 2.01 °C cooler in summer and 1.2 °C warmer in winter compared to its built environment. As you move away from the urban green area, the temperature increases in summer and decreases in winter. In the built-up areas around the urban green area, it was found that the region with less dense / high-rise construction was warmer in summer and colder in winter compared to other regions. The results show that the temperature differences vary according to the urban texture, the microclimate effect of the urban green area is not only dependent on the green area and the characteristics of the immediate built environment are also effective.

Keywords: Microclimate, Green Area, Urban Pattern, ENVI-met, Erzurum

¹ Bu çalışma, "Yeşil Alan Çevresi Farklı Kentsel Dokuların Mikro İklim Etkisi, Erzurum Örneği" başlıklı yüksek lisans tezinden üretilmiştir.

² Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kentsel Tasarım Anabilim Dalı, esraeroglu14@gmail.com, 0009-0005-0588-0080

³ **Corresponding Author:** (Dr. Öğr. Üyesi) Atatürk Üniversitesi, Mimarlık ve Tasarım Fakültesi, Şehir ve Bölge Planlama Bölümü, merveyvs@gmail.com, 0000-0002-4340-4174



GİRİŞ:

Kentleşme süreci 18. yüzyılda yaşanan sanayi devrimi ile hareketlenmiş ve kentlerde ekonomik, sosyal ve fiziksel olarak hizmet alanları gelişme göstermiştir. Kentlerde hizmet alanlarının gelişmesi ve dönüşmesiyle kırdan kente hızlı göç yaşanmış ve kentlerde sosyal dönüşümün yanında arazi kullanımlarında değişiklikler meydana gelmiştir. Arazideki dolu/boş dengesinin bozulması ve yüzey örtüsünün de değişmesiyle çevresel sorunlar yaşanmaya başlanmıştır (Hamada ve Otha 2010). Bu çevresel sorunlardan bir diğeri de kent ikliminin bozulmasıdır. Kentte yaşanan değişimler sonucunda yaşanan kent içi boş alanların büyüyen kente hizmet vermek için dolu alanlara dönüşmesiyle atmosferik koşullar değişmeye başlamış ve yapay bir iklim hissedilmeye başlanmıştır (Yüksel Duman ve Oğuz 2008). Kentlerde hissedilen bu yapay, küçük mekânsal ve zamansal ölçekte beliren iklim mikro iklim olarak tanımlanmaktadır (Kızılca 2021).

Kentlerde hissedilen yapay iklimle birlikte mikro iklimin olumsuz etkilerini azaltmak için geçmişte çeşitli önlemler araştırılmıştır. Uzun bir geçmişe sahip olan kent iklimi bilimi sanayi devriminden sonra Luke Howard'ın Londra'da yapmış olduğu çalışma ile başlamıştır. 1815' te yapmış olduğu çalışma, sıcaklık farklılıklarını gösteren ilk iklim çalışması olmuştur. Howard, kentin yapısı, kalabalık insan nüfusu ve yakıt tüketimine bağlı olarak suni sıcaklıkların ortaya çıktığını ileri sürmüştür. Kentlerde yapay iklimin minimum düzeyde hissedilmesi için önerilen önlemlerin başında en etkili ve basit yöntem yeşil alan kazanımı sağlanması gelmektedir. Farklı araştırmalar yeşil alan etkisini ortaya koymaktadır. Vartholomaios 2015 yılında yaptığı araştırmada, yeşil alan etkisini tespit etmek için yeşil kurgusunun olmadığı referans bir durumla karşılaştırma yapmış ve elde edilen sonuca göre kentsel yeşil alanın özellikleri (büyüklük, bina yoğunlukları, yükseklik/genişlik oranları, kentsel doku, bitki yoğunluğu) farklı olmasına rağmen her koşulda olumlu etkileri olduğunu tespit etmiştir. Yeşil alanların nitelikleri ne olursa olsun, kentsel sıcaklıklar üzerinde pozitif etkilere sahip olduğu görülmüş ve yeşil alanların kendilerine özgü mikro iklim alanı oluşturdukları belirlenmiştir (Elma 2023).

Ülkemizde ise yerel ölçekte yeşil alan ve mikro iklim arasındaki ilişkinin araştırıldığı az çalışma bulunmaktadır. Çalışmalar incelendiğinde kentsel yeşil alanın yakın çevre tipolojisi ile ilişki kurulmamış ve yeşil alanların kent mikro iklimine farklı etkiler sağlaması kentsel yeşil alan için özelliklerine bağlanmıştır (Adıgüzel 2018). Farklı tip ve özellikteki yeşil alanların kent mikro iklimine farklı derecelerde etkileri olduğu görülmekte ve farklılık oluşmasının sebepleri ise alanın iç özelliklerine bağlanmıştır (Boucher vd. 2013). Kentsel yeşil alanlarda soğutma ve ısıtma etkisinin sadece yeşil alan özelliklerine bağlı olmadığı, yakın çevredeki yapıları çevrenin formuna da bağlı olduğu tespit edilmiştir (Adıgüzel 2018).

Bu çalışmanın amacı kent mikro iklimine odaklanıp iklime duyarlı bir kentsel tasarım anlayışı oluşturmak ve soğuk/sert kış iklim koşullarının hâkim olan Erzurum kentinde kentsel yeşil alanların çevresindeki bina konfigürasyonu ve mikro iklim arasındaki ilişkinin daha iyi anlaşılmasını sağlamaktır.

Çalışma alanı Erzurum Kuğulu Park ve çevresi olarak sınırlı tutulmuş ve 3 farklı noktadan ölçümler alınmıştır. Alanın arazi kullanımı, kat yüksekliği, dolu-boş, yapı malzemesi, yapım yılları, kentsel gelişim, yapı nizamları gibi mevcut durum analizleri yapılmıştır. Alanda belirlenen noktalardan ölçümler yapılarak elde edilen sıcaklık verilerinin mekânsal dağılımını anlayabilmek için simülasyonlar yapılarak haritalar oluşturulmuştur. Çalışma alanının ölçümleri yaz mevsiminde temmuz ayı ortası, kış mevsiminde ise şubat ayı ortası sıcaklık verileri ve ölçümleri kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

1. Materyal ve Yöntem

Makalenin temel materyalini soğuk iklime sahip olan Erzurum oluşturmaktadır. Çalışma alanı olarak

Erzurum'un seçilmesinde soğuk iklim koşulları ve soğuk iklimde yeşil alan çevresindeki bina konfigürasyonunun kent iklimine etkisi üzerinde yapılmış bir çalışma ile karşılaşılmaması rol oynamıştır.

Seçilen çalışma alanı içinde belirlenen parametreler değerlendirilerek yeşil alan çevresi bina konfigürasyonunun sıcaklıklar üzerindeki etkileri sorgulanmıştır. Çalışmada Google Earth uydu görüntüleri ve hali hazır haritalardan yararlanılmıştır. Alan analizlerinin görselleştirilmesi için Adobe Photoshop programı, ölçülen sıcaklıkların simülasyon sonuçları için ise ENVI-met programı kullanılmıştır.

1.1. Materyal

Çalışmanın ana materyalini oluşturan Erzurum 25.066 km² yüz ölçümüne sahiptir. Sahip olduğu bu yüz ölçümüyle Türkiye'nin en büyük dördüncü ilidir. Merkez ilçeleri Aziziye, Yakutiye ve Palandöken olmak üzere toplamda 20 tane ilçesi bulunmaktadır. İlin toplam nüfusu ise 767,847'dir (TÜİK 2023).

Kent merkezi, Palandöken Dağları'nın eteklerinde 1.853 m rakımda bulunmaktadır. Kentleşmiş alan 30 km²'dir. Kent çoğunlukla kuzey/kuzeybatı ve batıda Erzurum Ovası üzerinde gelişme göstermektedir. Güneyde ise Palandöken Dağı eteklerine doğru sınırlı şekilde genişlemektedir (Yavaş 2019).

Erzurum kentinin iklimi ise Dsb (şiddetli kış, kurak yaz ve serin) iklim sınıfına ait olduğu görülmektedir. Kentte 6 aydan fazla süren kış dönemi görülmektedir. Sıcaklık düşüşü ekim ayında başlamakta nisan ayında ise artmaya başlamaktadır. Kış mevsiminin uzun sürmesinin yanı sıra ülkemizin en soğuk kentlerinden olan Erzurum' da kış mevsiminde sıcaklık -25 °C'nin altına düşebilmektedir (Tablo 1).

Tablo 1. 1929-2019 Arasında Gerçekleşen Ortalama Değerler

	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Tem.	Ağust.	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
Ort. Sıcaklık(°C)	-9.2	-7.7	-2.5	5.3	10.7	14.9	19.3	19.5	14.7	8.1	1	-0.6
Ort.En Yüksek Sıcaklık(°C)	-4.0	-2.4	2.4	10.8	16.8	21.6	26.4	27.1	22.6	15.0	6.7	1.0
Ort.En Yüksek Sıcaklık(°C)	-14	-12.6	-7.1	0.0	4.3	7.3	11.1	11.1	6.4	1.7	-3.7	-10.3
Ort. Güneşlenme Süresi	3.1	4.3	5.1	6.2	7.9	10.2	11.1	10.6	9.0	6.7	4.7	3.0
Ort.Yağışlı Gün Sayısı	11.1	11.1	12.3	13.7	16.1	10.8	6.5	5.1	5.0	9.5	9.3	10.6
Aylık Top. Yağış Miktarı	22.4	27.0	34.9	53.4	72.9	48.7	26.6	17.5	23.7	48.2	33.3	22.6

Kaynak: Meteoroloji Genel Müdürlüğü

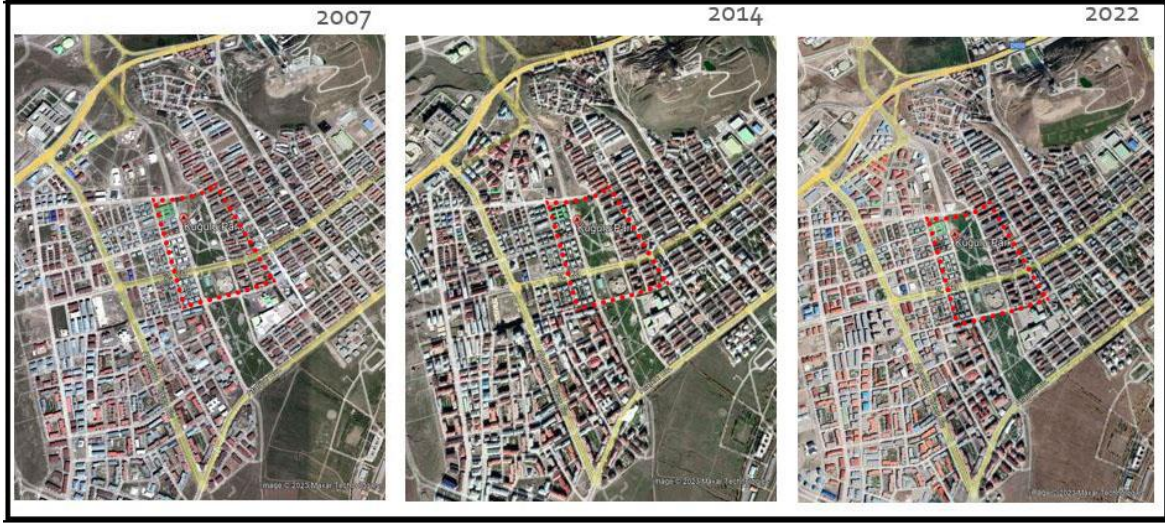
Araştırma alanı yeşil alan-kentsel doku-kent mikro iklimi ilişkisini en iyi yansıtacağı düşünülen yoğun yapılaşmış bir alan olan ve kentin güneybatısında Yıldızkent semtinde bulunan 'Kuğulu Park ve Çevresi' olarak seçilmiştir (Şekil 1). Bu alan çevresinde farklı kentsel dokuların, kat yüksekliklerinin, dolu boş oranlarının farklı olması sebebiyle belirlenmiştir. Bu bölümde kış koşullarının hâkim olduğu Erzurum kentinde belirlenen Kuğulu Park çalışma alanı ve çevresine ait özellikler değerlendirilerek sıcaklık üzerindeki etkenler araştırılmıştır.



Şekil 1. Erzurum Kenti Makrofomu ve Çalışma Alanı

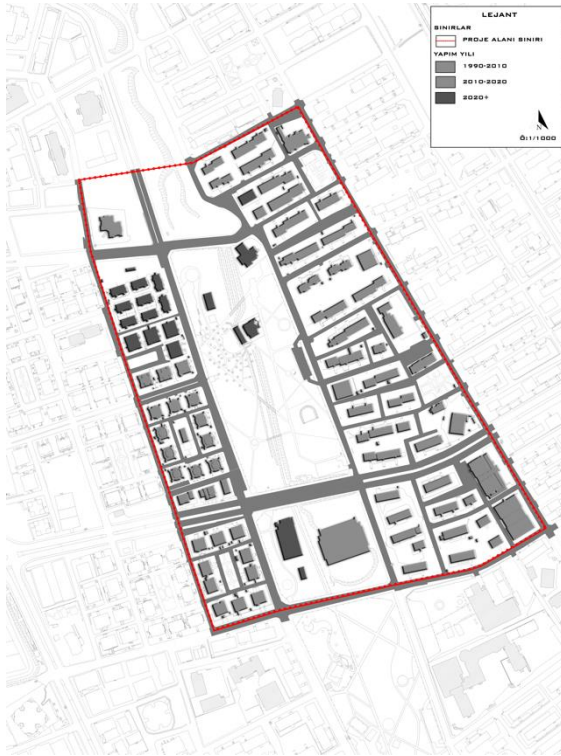
Kuğulu Park konum olarak kent merkezinin güneybatısında yer almaktadır. Yeşil alan çevresinde konut alanları, kreş, spor alanları ve ticari kullanımlar bulunmakta ve 4 caddenin kesiştiği bir noktada yer almaktadır.

Kuğulu Park çevresi yapı yoğunluğu bakımından incelendiğinde 2005-2024 yılları arasında yoğunluğun arttığı görülmektedir (Şekil 2). Bu süreçte artan yapı yoğunluğu karşısında kentsel iklim koşullarını iyileştirmede önemli yere sahip olan kentsel yeşil alanların da önemi artmaktadır.



Şekil 2. Yıllara Göre Araştırma Alanı ve Yakın Çevre Gelişimi

Çalışma alanı özelinde yapılan analizlerde yapı yapım yıllarının çoğunlukla 1990-2010 yılları arasında olduğu tespit edilmiştir. 2020 yılından sonra ise park içerisinde kafe, restoran alanlarının yapıldığı, çevresinde ise 1-3 kat arasında, müstakil konutlar inşa edildiği görülmüştür (Şekil 3).



Şekil 3. Araştırma Alanı Yapı Yapım Yılları Analizi

Kuğulu Park içerisinde sert zemin, yeşil alan, oturma alanları, özel eğitim alanı ve spor kompleksi bulunmaktadır (Şekil 4). Kentsel yeşil alanın büyük olması serinletme etkisi üzerinde olumlu etki oluştururken alan içi özellikler bu etkilerde değişiklik yaratmaktadırlar. Kuğulu Park alan içi kullanım oranları kontrol edildiğinde yeşil alan/sert zemin dengesi olarak yeşil alanların fazla olduğu tespit edilmiştir. 6 hektar olan parkın %75 i yeşil alandan oluşmaktadır. Geri kalan %25'lik dilimin %21'ini sert zemin ve %4'ünü ise binalar oluşturmaktadır.



Şekil 4. Çalışma Alanı Arazi Kullanımı

Çalışma alanında dolu/boş oranı incelendiğinde parkın batısında yüksek, doğusunda daha seyrek olduğu görülmektedir (Şekil 5). Kat yüksekliğinin çalışma alanının batısının 1-3 kattan, doğusunu daha karma yapıya sahip olduğu ve çoğunlukla 4-6 kattan oluştuğu görülmektedir.



Şekil 5. Çalışma Alanı Doluluk/Boşluk ve Kat Yüksekliği Analizi

Çalışma alanı yapı nizamı olarak incelendiğinde bitişik, ayrı ve blok nizam görülmektedir (Şekil 6). Yapı nizamlarının kent iklimi ile ilişkisindeki önemi ise farklı dokudaki alanlarda yeşil alanın etkisinin değişiminden kaynaklanmaktadır. Ayrıca çalışma alanı yapı malzemesi olarak betonarme yapı malzemesinden oluşmaktadır.



Şekil 6. Çalışma Alanı Yapı Nizamı ve Yapı Malzemesi Analizi

1.2. Yöntem

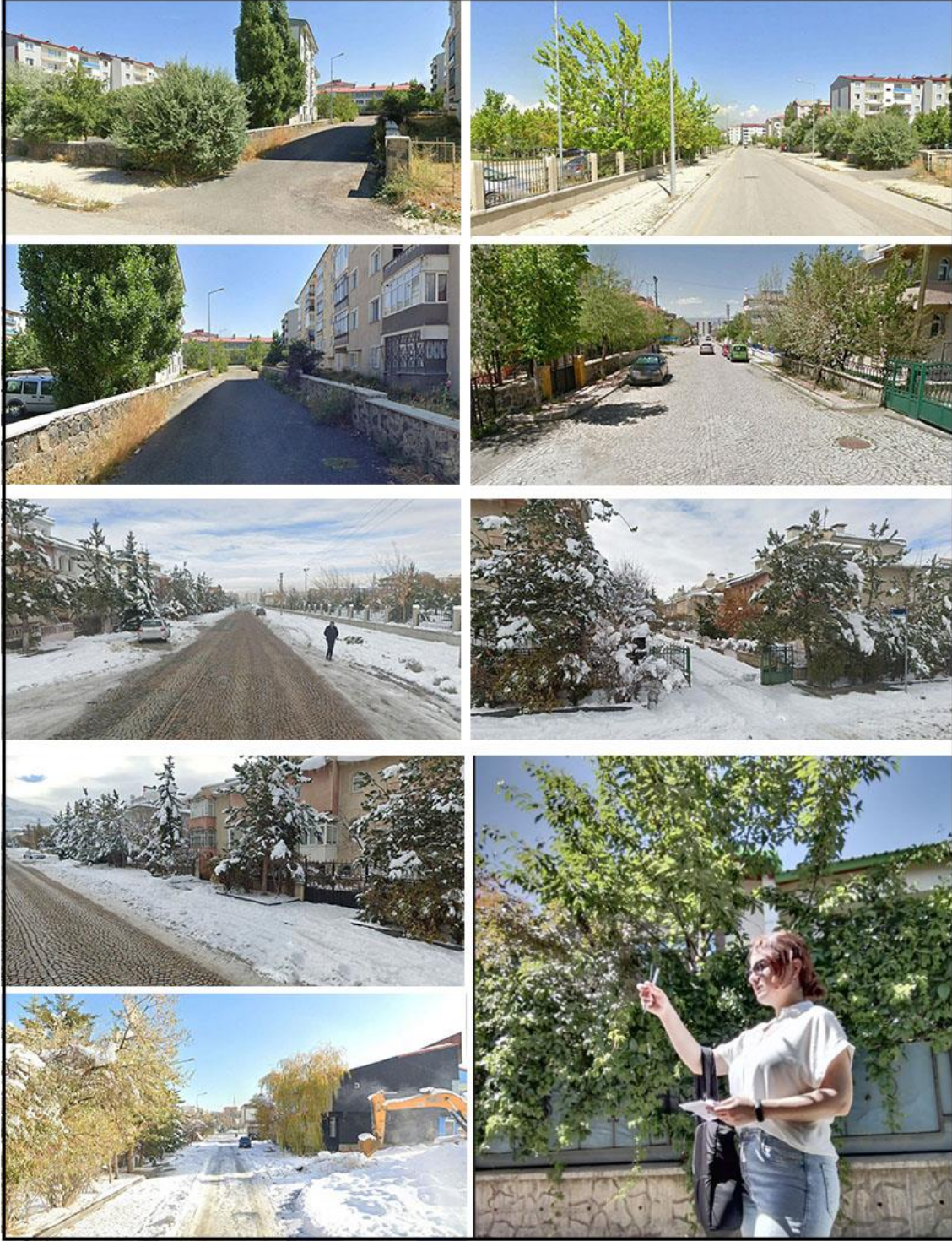
Belirlenen çalışma alanında yapılan meteorolojik ölçümler ve alan içi/çevresi özellikleri makalenin ana materyalini oluşturmaktadır. Çalışma alanında kentsel yeşil alanın farklı kentsel doku ve yoğunluklarda mikro iklime etkisinin daha net açıklanması amacıyla yaz/kış mevsimi sıcaklıkları dikkate alınmıştır. Elitech model cihazı kullanılarak çalışma alanındaki sıcaklık ölçümleri yapılmıştır. Bunun dışında ölçüm yapılan günlere ait mevcut veriler (nispi nem(g/m^3), rüzgâr hızı(m/s) ve yönü ve sıcaklık ($^{\circ}C$)) Meteoroloji Genel Müdürlüğü Meteorolojik Veri Bilgi Satış ve Sunum Sistemi (MEVBİS)'den sağlanmıştır.

Ölçüm noktalarının seçiminde çalışma alanı içerisinde yapı yoğunluğu ve doku farklılıkları göz önünde bulundurulmuş ve alan 3 bölgeye ayrılmıştır. Bölgelere ayrılırken kat yüksekliği, yapı yoğunluğu, yapı nizamı, doluluk boşluk durumları göz önünde bulundurulmuştur. A bölgesi kentsel yeşil alanı kapsamaktadır. B bölgesi ise diğer iki bölgeye göre daha yoğun, kat sayısı daha düşük (ortalama 1-3 kat) ve ayrıık yapı nizamına sahip binaların fazla olduğu alandır. C bölgesi ise diğer iki bölgeye göre kat yüksekliklerinin fazla (ortalama 5-7 kat), yoğunluğun B bölgesine göre daha az ve bitişik nizamın fazla olduğu binalardan oluşmaktadır. A bölgesinde A noktası sabit olmak üzere, B bölgesi ve C bölgelerinin ortası referans alınıp parka en yakın noktadan başlanarak 15 m aralıklarda 6 noktada 6 dakika aralıklarla sırasıyla 12:00, 13:00, 14:00 ve 15:00 (ana saatler) olmak üzere sıcaklık ölçümleri mobil olarak ölçüm cihazları ile aynı anda yapılmıştır (Şekil 7).



Şekil 7. Çalışma Alanı Ölçüm Noktaları

Çalışma alanında daha doğru ve anlaşılır olması açısından ölçümler ortalama yerden 1.5-2 m yükseklikle yapılmıştır. Yaz ve kış (Temmuz ve Şubat) olmak üzere iki ayrı mevsimde ölçüm yapılarak kentsel yeşil alanın mikro iklime etkisi ve bu etkinin çevresiyle ilişkisinin açıklanması amaçlanmıştır. Ölçümler eş zamanlı olarak yapılarak aynı saatte farklı özellikteki alanlardaki (kat, yoğunluk, yapı nizamı) sıcaklıklar alınmıştır. Şekil 8'de çalışma alanının yaz ve kış ayına ait görüntüleri sunulmuştur.

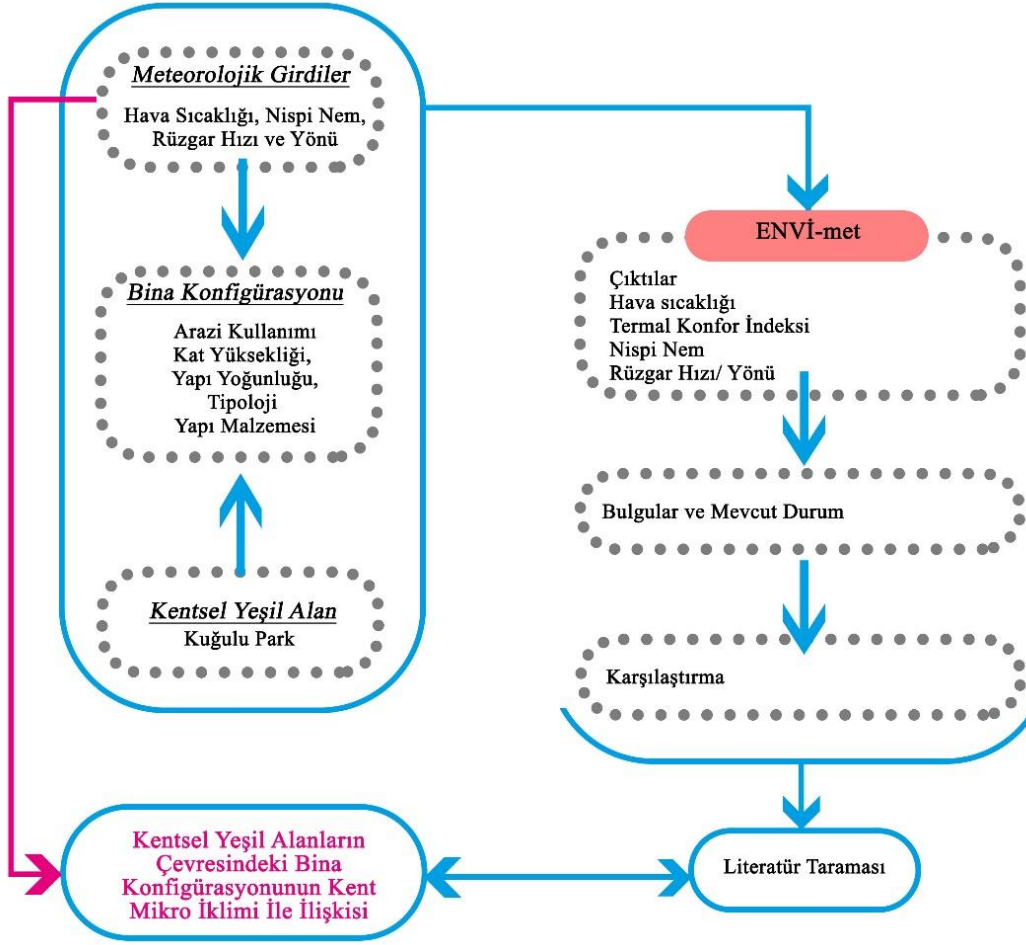


Şekil 8. Ölçüm Alanları Örnek Fotoğraflar

Bu araştırmada Erzurum Kuğulu Park çalışma alanı olarak seçilmiş, kullanılan araştırma yöntemi ve oluşturulan ilişkiler şematik olarak sunulmuştur (Şekil 9).

Yeşil alanların kentsel sistemden kopuk bir biçimde ele alınması sonucunda yeşil alanların mikro iklim koşulları üzerindeki etkisinin azalması probleminin çözülmesi ve mikro iklim şartlarının iyileştirilmesi için alt ölçekte tasarım stratejileri ve mikro iklim ilişkisinin iyi analiz edilmesi gerekmektedir (Yavaş 2019). Bu doğrultuda ilk olarak Erzurum'da seçilen yeşil alanın çevresindeki mevcut bina konfigürasyonunun mikro iklime etkisinin önemli noktaları ve nedenleri güncel verilerle

değerlendirilmiş, sonraki aşamada ise ENVI-met simülasyon modeli kullanarak bu durum test edilmiştir. Bu yöntem, mevcut durum analizleri ve testlerin yapıldığı yinelenmeli bir süreç olmuştur.



Şekil 9. Çalışma Yöntemi Şeması

1.2.1. ENVI-met Modeli

Mikro iklimlendirme analizleri için çeşitli yöntemler kullanılmaktadır. ENVI-Met modeli Michael Bruse tarafından geliştirilen ve son yıllarda sıklıkla kullanılan bir araçtır (Bruse 2018). 1998 yılında model ilk kez kullanılmaya başlanmış ve sonrasında dünya genelinde 2017'ye kadar 1900'den fazla kullanıcı tarafından araştırmalarda sıklıkla tercih edilmeye başlanmıştır. Mikro iklim çalışmalarının son yıllarda önem kazanmasıyla birlikte ENVI-Met modelinin kullanımı da son beş yılda %77 artmıştır (Tsoka vd. 2018). Sıklıkla kullanılan bu mikro iklimlendirme aracı kentlerdeki iklim değişkenlerini hesaplamak ve değişkenleri simüle edip haritalandırmak için geliştirilmiştir. Bu işlemler yapılırken alandaki tüm fiziksel özellikleri (binalar, yüzey özellikleri, bitki örtüsü, toprak ve iklim koşulları) dikkate alıp birleştirerek kent mikro iklim durumunu hesaplamaktadır (Bruse ve Fleer 1998).

Son yıllarda sıklıkla kullanılan ENVI-Met programı hem kullanımının daha kolay hem de daha kesin veriler oluşturup güvenilirlik sağladığı için bu çalışmada da tercih edilmiştir. Ayrıca kentsel mikro iklimsel değişiklikleri ölçebilmesi de ENVI-Met modelinin seçilmesinde etkili olmuştur. ENVI-Met modeli farklı özelliklere sahip kentsel alanları test edebilmesi açısından daha öncesinde sıklıkla kullanılmış ve test edilmiştir (Toudert vd. 2007). Mikro iklimlendirme yöntemleri karşılaştırıldığında ve bu özellikler göz önünde bulundurulduğunda ENVI-Met modeli alt ölçekte ısı adası etkisinin hesaplanması için daha güvenilir bulunmuştur (Yavaş 2023).

ENVI-met simülasyon programı bu çalışmada kentsel yapılaşma ve farklı parametrelerin seçimine ve sahip olunan uygulanabilir değerlere dayanmaktadır. Değişkenler temel olarak bina konfigürasyonları

üzerinden oluşturularak, mikro iklim ile yeşil alan çevresindeki kentsel dokunun farklılıklarına göre analiz edilmiştir.

Mikro iklim için önemli kavramlardan bir tanesi de PET (Physiologically Equivalent Temperature Fiziyojik Eşdeğer Sıcaklık) indeksidir. Bu değer farklı iklim tiplerinde termal konforun tek indekste hesaplanmasına olanak tanımaktadır. PET indeksine göre belirlenen sıcaklıklar insanların hissettiği sıcaklık ve ona karşılık gelen stres derecelerini göstermektedir. (Düzgüneş ve Bezirkan, 2020)

Bu çalışmada sadece hava sıcaklığı simülasyonu ile sınırlı kalmamış termal konfor indeksi olan PET değeri de hesaplanmıştır. Ölçülen değerlerin aralıkları psikofiziksel ölçeğe dayanmakta ve termal konfor durumu da belirlenmektedir (Tablo 2).

Tablo 2. PET İndeksi Termal Stres Kategorileri

PET(°C)	Termal Algı	Fiziyojik Stres Seviyesi
<4.0	Çok Soğuk	Aşırı Soğuk Stresi
4.1-8.0	Soğuk	Güçlü Soğuk Stresi
8.1-13.0	Serin	Orta Derece Soğuk Stresi
13.1-18.0	Biraz Serin	Hafif Soğuk Stresi
18.1-23.0	Konforlu	Termal Stres Yok
23.1-29.0	Biraz Ilık	Hafif Sıcaklık Stresi
29.1-35	Ilık	Orta Sıcaklık Stresi
35.1-40.0	Sıcak	Güçlü Sıcaklık Stresi
>41.0	Çok Sıcak	Aşırı Sıcaklık Stresi

Kaynak: Matzarakis ve Mayer, 1996

2. Araştırma Bulguları

2.1. Meteorolojik Veriler

Çalışma alanında yapılan ölçümlerin doğrulanabilmesi için aynı tarih (15 Temmuz ve 18 Şubat) için saatlik sıcaklık değerleri de meteoroloji istasyonunun verileriyle karşılaştırılmıştır. Saat 12:00 ve 15:00 arasında yapılan ölçümler meteorolojiden alınan saatlik sıcaklık değerleriyle karşılaştırılmıştır.

15 Temmuz 2023'te yapılan sıcaklık ölçümleri belirlenen üç alanda yapılmıştır. A noktası sabit olmak üzere B ve C alanlarında 15 m mesafe ile belirlenen rotada 6 dakika aralıklarla ölçüm yapılmıştır. Yapılan ölçüm sonuçları incelendiğinde kentsel yeşil alan tüm saat aralıklarında en serin nokta olarak ölçülmüştür. En sıcak bölgenin ise C bölgesi olduğu tespit edilmiştir. B ve C alanlarında belirlenen noktalarda parktan uzaklaştıkça sıcaklığın artmış olduğu görülmüştür (Tablo 3).

Tablo 3. 15 Temmuz 2023 Kaydedilen Sıcaklıklar (°C)

	A Noktası	B Noktası						C Noktası					
		B1	B2	B3	B4	B5	B6	C1	C2	C3	C4	C5	C6
12:00	12:00	27.8	29.2					29.6					
	12:06	27.7		29					29.7				
	12:12	27.8			29.5						29.4		

	12:18	27.5				29.5					30		
	12:24	27.8					30					30.5	
	12:30	28						30.2					30.8
13:00	13:00	27.5	28						29.1				
	13:06	27.6		28.6						28.7			
	13:12	27.6			29.5						28.5		
	13:18	27.2				29.7						28.5	
	13:24	27.5					29.8						29.6
	13:30	27.4						29.7					29.9
14:00	14:00	26.9	28.3						29.3				
	14:06	26.5		28.5						28.6			
	14:12	26.4			29.1						28.8		
	14:18	26.7				29.3						28.8	
	14:24	27.6					29.3						29.3
	14:30	26.8						29.5					29.4
15:00	15:00	26.8	28.5						28.2				
	15:06	26.4		28						28.1			
	15:12	26.2			28.8						28		
	15:18	26.5				28.6						28.5	
	15:24	26.1					28.7						27.9
	15:30	25.9						28.9					28

Yapılan sıcaklık ölçümlerinin nokta bazlı ortalamaları alınarak meteoroloji sıcaklıkları ile karşılaştırılmış ve kalibrasyon gerçekleştirilmiştir. Ortalama sıcaklık farkı 2.71°C olarak belirlenmiştir (Tablo 4).

Tablo 4. 15 Temmuz 2023 Kaydedilen Sıcaklıklar ve Meteoroloji Sıcaklıkları Karşılaştırması (°C)

Saat	Sıcaklık (°C)					Fark	Ortalama Fark
	Ölçüm			Ortalama	Meteoroloji		
	A	B	C				
12:00	27.76	29.56	30	29.11	25.5	3.61	2.71
13:00	27.46	29.21	29.05	28.57	26.5	2.07	
14:00	26.82	29	29.03	28.28	25.1	2.58	
15:00	26.31	28.58	28.11	27.67	25.1	2.57	

Kalibre edilen sıcaklıklar kontrol edildiğinde 15 Temmuz tarihinde en yüksek sıcaklık saat 12:00'de 29.11°C ve en düşük sıcaklık ise saat 02:00'de 13.61°C olarak olduğu görülmüştür (Tablo 5).

Tablo 5. 15 Temmuz 2023 Kalibre Edilen Sıcaklıklar (°C)

Saat		00:00	01:00	02:00	03:00	04:00	05:00	06:00	07:00	08:00	09:00	10:00	11:00
Sıcaklık (°C)	Ort.	16.81	14.31	13.61	14.51	19.21	21.51	22.41	24.31	25.51	27.71	27.71	28.51
	Met.	14.31	11.6	10.09	11.8	16.5	18.8	19.7	21.6	22.8	25	25	25.8
Saat		12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00
Sıcaklık (°C)	Ort.	29.11	28.57	28.28	27.67	25.41	23.11	21.61	20.61	19.51	18.41	17.91	16.71

(°C)	Met	25.5	26.5	25.1	25.1	22.7	20.4	18.9	17.9	16.8	15.7	15.2	14
------	-----	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	----

Yaz mevsimi için yapılan incelemede 15 Temmuz günü için en yüksek nem yüzdesi saat 02:00'da %80 olarak gözlemlenmiştir. Rüzgâr hızının en yüksek saat 06.00'da 2.6 m/s olarak tespit edildiği saatte rüzgâr yönü ise 60° olarak tespit edilmiştir (Tablo 6).

Tablo 6. 15 Temmuz Rüzgâr Yönü (°)/Hızı (m/s) ve Nem(%) Değerleri (EMGM)

Saat	Rüzgâr Yönü	Rüzgâr Hızı	Nem	Saat	Rüzgâr Yönü	Rüzgâr Hızı	Nem
00:00	135	0.2	65.0	12:00	0	1.6	26.0
01:00	120	0.4	77.0	13:00	0	0	23.0
02:00	90	0.2	80.0	14:00	0	0	25.0
03:00	300	0.2	78.0	15:00	15	1.7	27.0
04:00	60	0.7	58.0	16:00	60	2	32.0
05:00	15	0.8	47.0	17:00	60	2.4	41.0
06:00	15	0.9	47.0	18:00	60	2.6	44.0
07:00	0	1.2	38.0	19:00	0	0	44.0
08:00	0	1.4	28.0	20:00	45	1.3	49.0
09:00	15	2.2	23.0	21:00	45	1.6	51.0
10:00	15	2	25.0	22:00	45	1	51.0
11:00	15	1.9	25.0	23:00	45	0.8	55.0

Kaynak: Meteoroloji Genel Müdürlüğü Meteorolojik Veri Bilgi Satış ve Sunum Sistemi (MEVBİS)

18 Şubat 2024'te yapılan kış ayına ait sıcaklık ölçümleri de belirlenen üç alanda yapılmıştır. A noktası sabit olmak üzere B ve C alanlarında 15 m mesafe ile belirlenen rotada 6 dakika aralıklarla ölçüm yapılmıştır. Yapılan ölçüm sonuçları incelendiğinde kentsel yeşil alanın tüm saat aralıklarında en sıcak nokta olarak ölçülmüştür. En serin bölgenin ise C bölgesi olduğu görülmüştür. B ve C alanlarında belirlenen noktalarda parktan uzaklaştıkça sıcaklığın azalmış olduğu tespit edilmiştir (Tablo 7).

Tablo 7. 18 Şubat 2024 Kaydedilen Sıcaklıklar(°C)

		A Noktası	B Noktası						C Noktası					
			B1	B2	B3	B4	B5	B6	C1	C2	C3	C4	C5	C6
12:00	12:00	2.4	1.4						1.1					
	12:06	2.3		1.2						1				
	12:12	2.3			1.3						1.2			
	12:18	2.2				1.1						1.1		
	12:24	2.3					1.2						1	
	12:30	2.4						1						0.8
13:00	13:00	2.9	1.9						1.8					
	13:06	2.9		1.9						1.8				
	13:12	2.8			1.7						1.7			
	13:18	2.8				1.5						1.3		
	13:24	2.7					1.4						1	
	13:30	2.6						1.5						0.6
14:00		2	1.6						1.7					
	14:06	1.9		1.5						1.4				
	14:12	1.8			1.4						1.4			
	14:18	2				1.3						1.2		

	14:24	2.2					1.3						0.8	
	14:30	2						1						0.5
15:00	15:00	1	-0.1						-1					
	15:06	-0.7		-0.9						-1.6				
	15:12	-0.9			-1						-1.7			
	15:18	-1				-1.4						-1.9		
	15:24	-1.1					-1.7						-2.7	
	15:30	-1.3						-1.8						-2.9

18 Şubat 2024'te yapılan sıcaklık ölçümlerinin doğrulanabilmesi için de aynı tarihin meteoroloji saatlik verileri alınarak karşılaştırma yapılmıştır. Saat 12:00-15:00 arası yapılan sıcaklık ölçümleri karşılaştırıldığında ortalama sıcaklık farkı 1.13°C çıkmıştır (Tablo 8).

Tablo 8. 18 Şubat 2024'te Kaydedilen Sıcaklıklar ve Meteoroloji Sıcaklıkları Karşılaştırması(°C)

Saat	Sıcaklık (°C)			Ortalama	Meteoroloji	Fark	Ortalama Fark
	Ölçüm						
	A	B	C				
12:00	2.31	1.2	1.05	1.52	2.8	1.28	1.13
13:00	2.78	1.65	1.36	1.93	2.9	0.97	
14:00	1.98	1.35	1.15	1.49	2.6	1.11	
15:00	-0.72	-1.18	-1.96	-1.29	-0.1	1.19	

Yapılan sıcaklık ölçümlerinin meteorolojinin verilerinden ortalama 1.13°C daha az olduğu belirlendikten sonra temmuz ayı için yapılan kalibre 18 Şubat tarihi için de yapılmıştır. Gün içi sıcaklıklar incelendiğinde ise en yüksek sıcaklık 1.83°C ve en düşük sıcaklık -4.94°C olarak tespit edilmiştir (Tablo 9).

Tablo 9. 18 Şubat 2024 Kalibre Edilen Sıcaklıklar (°C)

Saat		00:00	01:00	02:00	03:00	04:00	05:00	06:00	07:00	08:00	09:00	10:00	11:00
Sıcaklık (°C)	Ortalama	-1.94	-3.64	-3.54	-2.34	-2.34	-2.54	-1.54	-0.04	0.96	0.96	1.16	1.46
	Meteoroloji	-0.8	-2.5	-2.4	-1.2	-1.2	-1.4	-0.4	1.1	2.1	2.1	2.3	2.6
Saat		12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00
Sıcaklık (°C)	Ortalama	1.52	1.93	1.49	-1.29	-2.34	-2.74	-3.74	-3.14	-3.24	-3.94	-4.94	-4.54
	Meteoroloji	2.8	2.9	2.6	-0.1	-1.2	-1.6	-2.6	-2	-2.1	-2.8	-3.8	-3.4

Aynı gün için rüzgâr ve nem değerleri incelendiğinde ise en yüksek nem yüzdesi saat 02:00'da %88 olarak ve rüzgâr hızı ise saat 10:00'da 90° yönünde tespit edilmiştir. Ölçüm yapılan güne ait rüzgâr yönü/hızı ve nem(%) Tablo 10'da gösterilmiştir.

Tablo 10. 18 Şubat Rüzgâr Yönü (°)/Hızı (m/s) ve Nem(%) Değerleri (EMGM)

Saat	Rüzgâr Yönü	Rüzgâr Hızı	Nem	Saat	Rüzgâr Yönü	Rüzgâr Hızı	Nem
00:00	80°	0.5	74.0	12:00	20°	0.5	47.0
01:00	0°	0	84.0	13:00	80°	0.5	48.0
02:00	0°	0	88.0	14:00	0°	0	47.0
03:00	0°	0	83.0	15:00	0°	0	62.0

04:00	0°	0	83.0	16:00	0°	0	65.0
05:00	260°	0.5	83.0	17:00	0°	0	64.0
06:00	260°	0.5	77.0	18:00	0°	0	69.0
07:00	100°	1	64.0	19:00	0°	0	70.0
08:00	20°	0.5	67.0	20:00	0°	0	70.0
09:00	90°	1	52.0	21:00	0°	0	73.0
10:00	90°	1.5	52.0	22:00	0°	0	78.0
11:00	330°	0.5	50.0	23:00	0°	0	80.0

Kaynak: Meteoroloji Genel Müdürlüğü Meteorolojik Veri Bilgi Satış Ve Sunum Sistemi (MEVBİS)

ENVI-met simülasyonları hazırlanırken sıcaklık girdilerinde herhangi bir yanlışlığı olmaması için belirtilen tarih ve saat sıcaklıklarının ortalaması alınmış ve kalibre edilmiştir. Aşağıdaki tabloda yaz ve kış simülasyonlarında kullanılan giriş verileri belirtilmiştir. Modellerde simülasyon başlangıç saati 00.00 olarak belirlenmiş ve simülasyon 24 saat çalıştırılmıştır (Tablo 11).

Tablo 11. Simülasyon Giriş Özellikleri

	Tarih	
	15 Temmuz	18 Şubat
Giriş Verisi		
Simülasyona Giriş Günü	15 Temmuz 2023	18 Şubat 2024
Simülasyona Başlangıç Saati	00.00	00.00
Simülasyon Süresi	24 Saat	24 Saat
Izgara Hücre Boyutu(x*y*z)	480x265x45	480x265x45
Izgara Boyut(m)	2x2x2	2x2x2

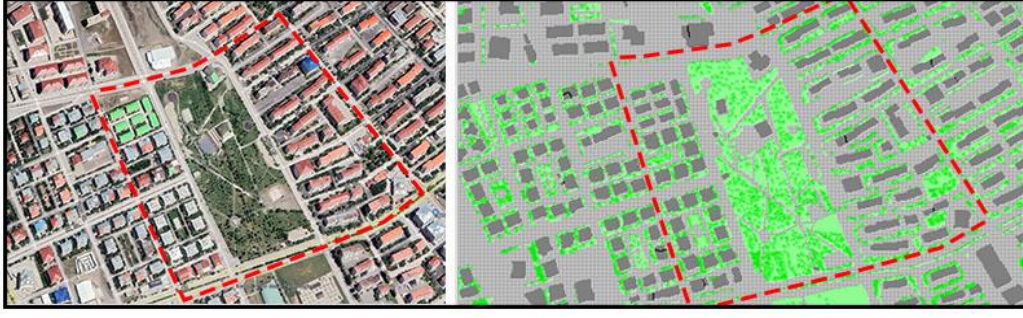
Simülasyona giriş için meteoroloji verileri ölçülen/kalibre edilen sıcaklık, nem, rüzgâr hızı ve yönü değerlerinin en düşük ve en yüksek değerleri alınmıştır. Aşağıdaki tabloda yaz ve kış dönemi için simülasyona giriş yapılan meteorolojik veriler gösterilmiştir (Tablo 12).

Tablo 12. Simülasyon Meteorolojik Giriş Verileri

Meteorolojik Veriler	Yaz Dönemi		Kış Dönemi	
	Maximum	Minimum	Maximum	Minimum
Referans Noktasındaki Pürüzlülük	0.1 m		0.1 m	
Sıcaklık(°C)	29.11	13.61	1.83	-4.94
Rüzgâr Hızı(m/s)	2.6	0	1.5	0
Rüzgâr Yönü(°)	60	0	90	0
Nispi Nem(2m)(%)	80	23	88	47

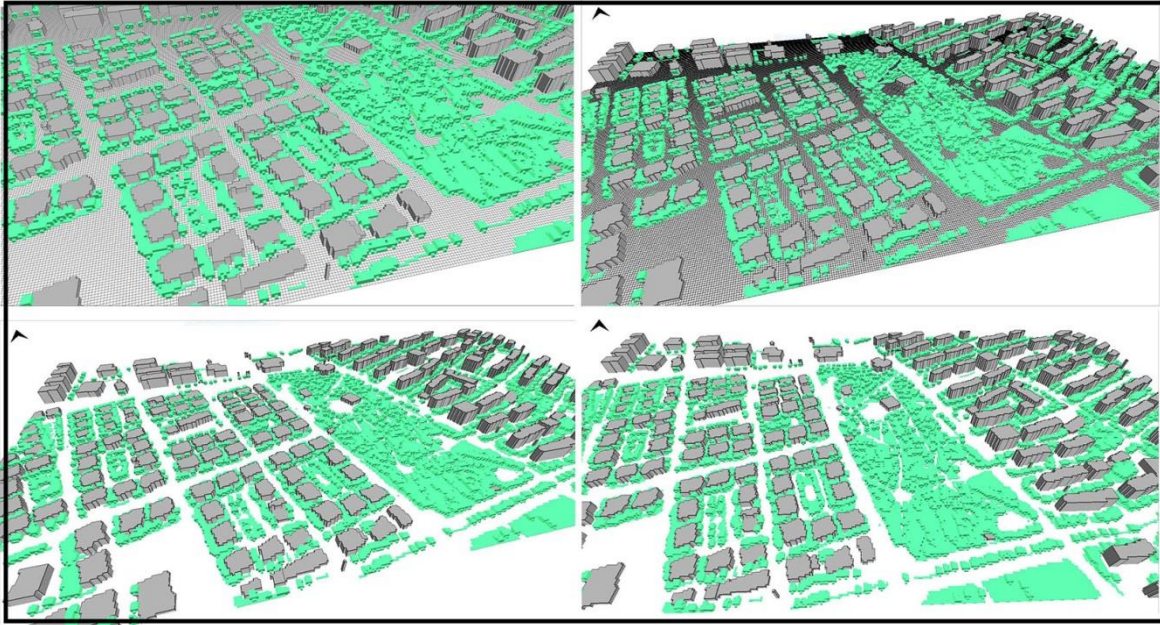
2.2. Simülasyon Bulguları

Yaz ve kış mevsimi için 24 saatlik oluşturulan simülasyonlarda Kuşulu Park ve yakın çevresinde mikro iklim koşulları ve termal konfor indekslerinden biri olan PET değeri de incelenerek haritalandırılmıştır. Çalışma alanında yapılan mevcut durum analizlerinin verileri simülasyon için ENVI-Met programında işlenmiş ve alanın üç boyutlu görseli oluşturulmuştur. ENVI-met programına girilen verilerin dosya görüntüsü Şekil 10'da ve üç boyutlu görüntüleri ise Şekil 11'de gösterilmiştir.



Şekil 10. Kuğulu Park ve Alan Giriş Dosyası

ENVI-met programı üzerindeki her ızgara 2m \times 2m bir alanı göstermektedir. Çalışma alanında (.INX) uzantılı olarak kaydedilen dosya 480*265*45(x*y*z) grid hücrelerinden oluşmakta ve ızgara boyutu 2x2x2 (x*y*z) metredir. Çalışma alanı toplamda 20 hektardan oluşmaktadır. Çalışma alanı içerisinde kentsel yeşil alan, konut alanları, ticari alanlar, sosyal donatı alanları bulunmaktadır. Kentsel yeşil alan ise çalışma alanının %15'ini kaplamaktadır.

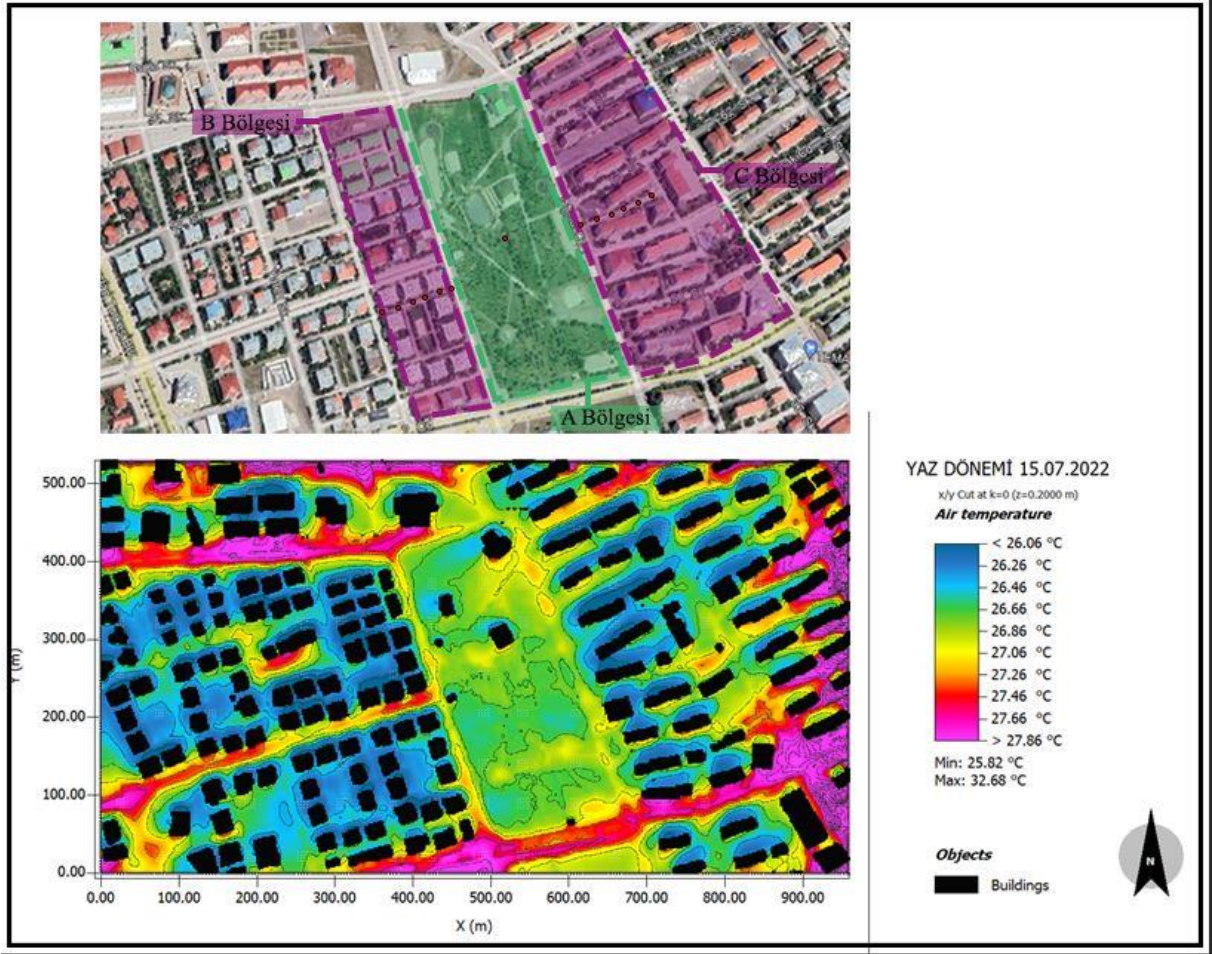


Şekil 11. Alanın Üç Boyutlu Görüntüsü

2.3. Yaz Mevsimi Simülasyon sonuçları

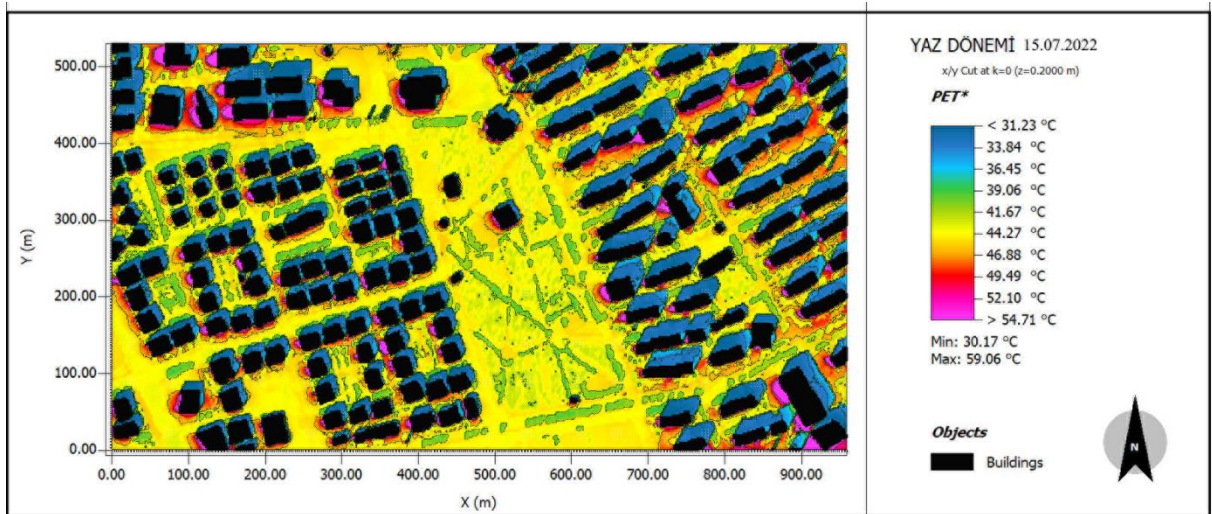
Yaz mevsiminde simülasyon 15 Temmuz 2023 tarihi için yapılmıştır. Simülasyona girilen mevcut durum analizleri dışında aynı tarih için sıcaklık(°C), nispi nem(%), rüzgâr hızı ve yönü meteorolojik verileri girilmiştir.

15 Temmuz 2022 tarihine ait simülasyonda A, B ve C bölgeleri için bulgular elde edilmiştir. A bölgesi (Kuğulu Park) çalışma alanı içerisinde en serin bölge olarak belirlenmiştir ve sıcaklık 26.46°C-27.21°C arasında değişmektedir. A bölgesindeki ortalama sıcaklık ise 27.09°C olarak hesaplanmıştır. C (çalışma alanının doğusu) ve B (çalışma alanının batısı) bölgelerinin kentsel yeşil alana yakın oldukları noktalar en serin noktalar olarak belirlenmiştir. C bölgesinin ise B bölgesine göre daha sıcak olduğu tespit edilmiştir. C bölgesinin ortalama sıcaklık değeri 29.16°C iken B bölgesinin ortalama sıcaklık değeri 29.04°C olarak hesaplanmıştır (Şekil 12).



Şekil 12. Yaz Dönemi 15.07.2022 ENVI-Met Simülasyonu

Alanın termal konfor (PET) değeri haritası değerlendirildiğinde 15 Temmuz tarihinde en yüksek termal değer C bölgesinde ve 54.7°C 'den büyük aşırı sıcaklık stresi derecesinde noktalar olduğu görülmüştür. A bölgesi (Kuğulu Park) içerisinde ise ortalama değer 44.2°C olarak belirlenmiştir. A bölgesinde yeşil alanlarda stres seviyesinin daha düşük olduğu, C ve B bölgelerinde ise geçirimsiz olan asfalt yüzeyler ile binaların güney cephelerinde aşırı sıcaklık stresi yarattığı görülmüştür (Şekil 13).

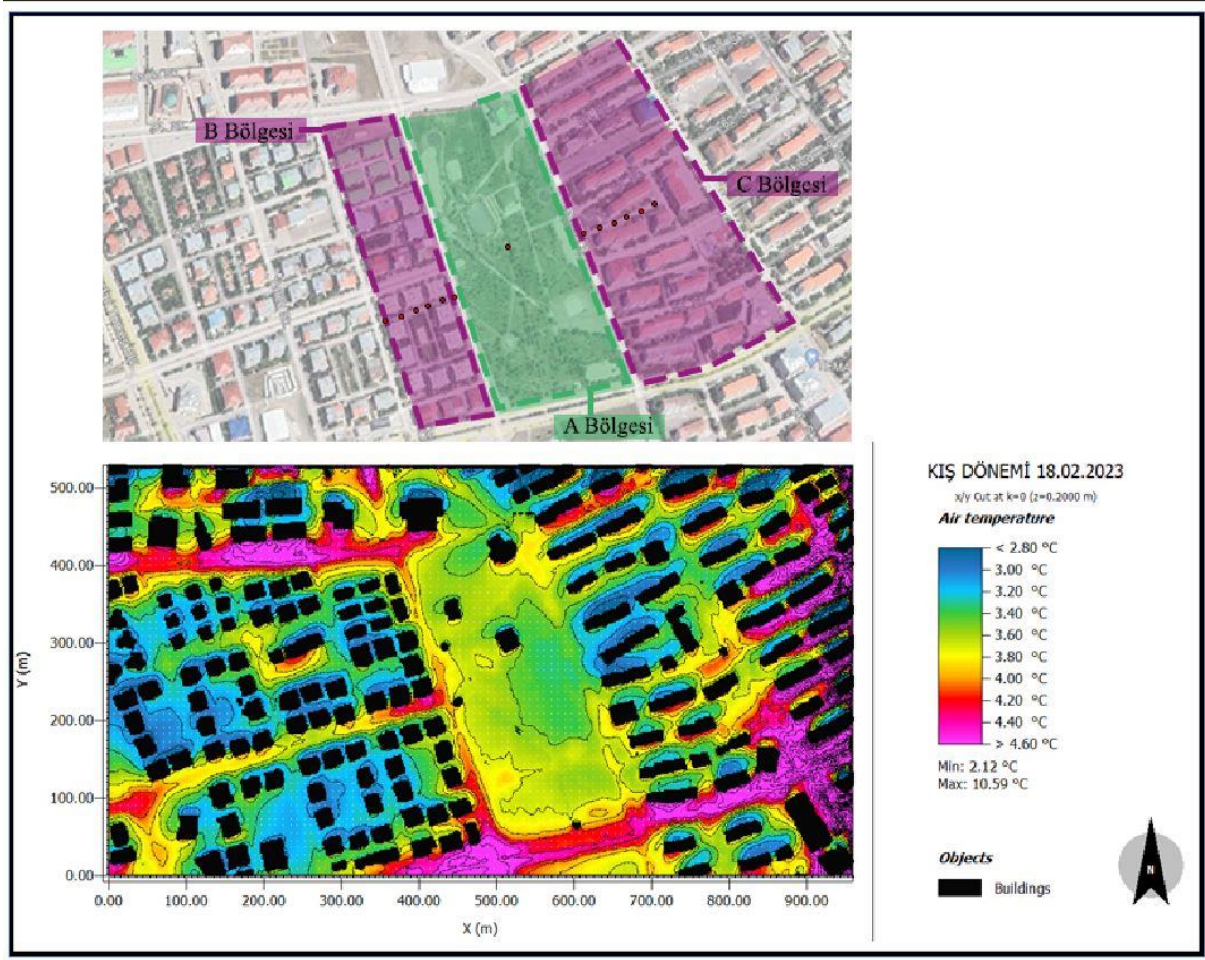


Şekil 13. Yaz Dönemi 15.07.2022 ENVI-Met Termal Konfor Mikro İklim Simülasyonu

2.4. Kış Mevsimi Simülasyonu sonuçları

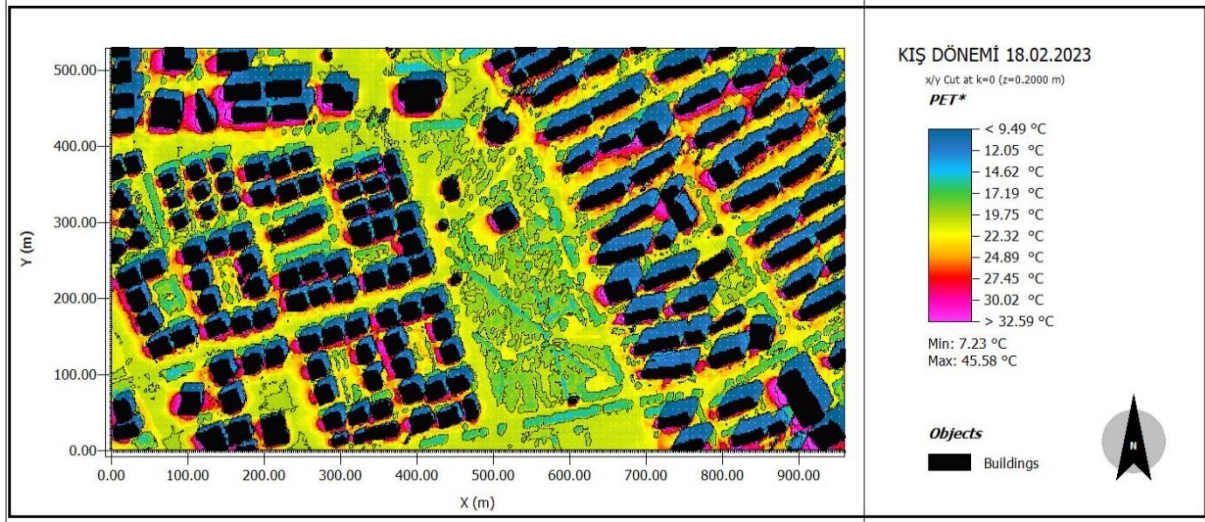
18 Şubat 2024'te yapılan sıcaklık (°C) verileri ve mevcut durum analizleri ENVI-Met simülasyonunun temel verileri olmak üzere aynı tarih için nispi nem (%), rüzgâr hızı ve yönü verilerinin programa bilgileri girilmiştir.

Yapılan simülasyon sonuçları incelendiğinde A, B ve C bölgeleri içerisinde A bölgesi (Kuğulu Park) en sıcak bölge olarak belirlenmiştir. Sıcaklık derecesinin ise simülasyon sonucuna göre 3.4°C-3.8 °C arasında olduğu görülmektedir. C ve B bölgeleri incelendiğinde ise C bölgesinin daha serin olduğu görülmektedir. Kentsel yeşil alandan uzaklaştıkça sıcaklığın düştüğü görülmektedir. Ortalama sıcaklık değerleri hesaplandığında da simülasyon sonucunu desteklemektedir. Hesaplamalara göre ortalama sıcaklık dereceleri A bölgesinin (Kuğulu Park) 1.6°C, B bölgesinin (çalışma alanının batısı) 0.76°C ve C bölgesinin (çalışma alanının doğusu) ise 0.4°C olarak belirlenmiştir (Şekil 14).



Şekil 14. Kış Dönemi 18.02.2023 ENVI-Met Simülasyonu

Çalışma alanının PET değeri kış mevsimi için değerlendirildiğinde en yüksek termal değer yaz mevsiminde olduğu gibi C bölgesinde görülmektedir. A bölgesi yani kentsel yeşil alanın kış mevsimi için PET değerleri 17.1°C-22.3 °C arasında değişiklik göstermektedir. Kentsel yeşil alanda ısı emiliminin az olması sebebiyle termal stres seviyesi bulunmadığı tespit edilmiştir (Şekil 15). B ve C noktaları karşılaştırıldığında ise ısı emilimini artıran malzemelerin (asfalt, sert zemin, yeşil alan azlığı, yapı yoğunluğu, kat yüksekliği) fazla olması sebebiyle orta sıcaklık stresi C bölgesinde görülmektedir.



Şekil 15. Yaz Dönemi 18.02.2023 ENVI-Met Termal Konfor Mikro İklim Simülasyonu

SONUÇ:

Çalışma kentsel tasarım, kent mikro iklimi ve şehir planlama alanlarını içeren disiplinler arası bir araştırmadır. Yapılan literatür taraması sonucunda soğuk iklimde yeşil alan çevresi bina konfigürasyonunun kent iklimine etkisi üzerine yapılmış bir çalışma olmadığı görülmüştür. Yapılan çalışmalar kentsel yeşil alan içi özellikleriyle sınırlı tutulmuştur. Literatürdeki bu eksiklik göz önünde bulundurularak çalışmada kentsel yeşil alanların çevresindeki farklı kentsel dokuların mikro iklim üzerindeki etkileri incelenmiştir. Erzurum kent merkezinde bulunan Kuğulu Park yeşil alan olarak belirlenmiş ve çalışma alanı üç bölgeye ayrılarak çevresindeki farklı kentsel dokuların kent mikro iklimine etkisi araştırılmıştır.

Kentlerde geçirimsiz alanların (yollar, yapılar, kaplı yüzeyler vb.) artması, toprak yüzeyde oluşan buharlaşmayı önemli ölçüde azaltmakta ve yüzeylerin ısı depolamasını artırmaktadır. Bu durum sonucunda kentlerde olumsuz mikro iklim koşulları meydana gelmektedir. Arazi kullanımı ve yüzey örtüsü ile ilgili farklılıklar tüm hava koşulları için sıcaklık değişimleri oluşturdukları görülmektedir (Eliasson ve Svensson 2003). Kentsel yeşil alanlar mikro iklimin olumsuz etkilerini azaltmada etkili bir yöntem olarak sıklıkla kullanılmaktadır. Bu alanlar buharlaşmayı artırarak, yaz mevsiminde çevresine göre serin, kış mevsiminde ise çevresine göre sıcak mikro iklim oluşturmakta ve termal stresi düşürmektedir. Ayrıca kentsel yeşil alanların etkilerinin alan içi yüzey malzemesi özelliklerine bağlı olarak değiştiği ve yeşil alanların yakın yapı çevresinde de etkilerinin olduğu bilinmektedir. Ancak bu etki, yakın yapı çevrenin fiziksel koşullarına bağlı olarak değişiklik göstermektedir (Lobaccaro ve Acero 2015). Chan ve Chau'nun 2021 yılında yapmış olduğu çalışmada kentsel yeşil alanların yaz ve kış aylarında mikro iklim için önemli etkilere sahip olduğu görülmüştür. Yapılan araştırma sonucunda kentsel yeşil alan özelliklerinin dışında yakın çevre bina konfigürasyonunun da baskın bir faktör olduğu görülmüştür. Optimum termal konfor sağlanması için sadece yeşil alanın yeterli olmadığı belirtilmiştir.

Erzurum kenti Kuğulu Park ve yakın yapı çevresinde yapılan yaz ve kış mevsimi ENVI-met simülasyonları sonuçları da bu durumu desteklemiştir. Simülasyon sonuçlarına göre:

- Yapılan sıcaklık ölçümleri Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nden alınan mevcut verilerle karşılaştırılmıştır. 15 Temmuz 2022 tarihi için ortalama sıcaklık farkı 2.71°C, 18 Şubat 2023 tarihi için ise ortalama sıcaklık farkı 1.13°C olarak hesaplanmıştır. Ortalama sıcaklık farkları ile birlikte sıcaklıklar kalibre edilerek ENVI-met programında 24 saatlik bir simülasyon oluşturulmuştur.

- Kuğulu Park'ın büyüklük, tip, bitki yoğunluğuna bağlı olarak kent iklimi üzerinde olumlu etki yarattığı görülmüştür. Kentsel yeşil alanın iç özelliklerine bakıldığında 6 ha'lık alanın %75'i yeşil alandan oluşmakta ve geri kalan %21'lik kısmını sert zemin oluşturmaktadır. Sert zemin/yeşil alan oranı göz önünde bulundurulduğunda kentsel yeşil alan yaz mevsiminde yakın yapı çevreye göre ortalama 2.01°C derece düşük olarak park serin adası etkisi oluşturmuştur. Kuğulu Park'ın kış aylarında ise çevresindeki yapı alanlara göre daha sıcak olduğu görülmektedir.
- Elde edilen simülasyon haritaları ve yapılan sıcaklık ölçümleri yardımı ile kentsel yeşil alanın mikro iklimsel etkisi yakın yapı çevresinde de hissedilmektedir. Kentsel yeşil alan çevresindeki sıcaklıklar 15 m aralıklarla 6 noktada eş zamanlı olarak ölçülmüştür. Yani yeşil alan ve ölçüm yapılan en uzak nokta arasında 90 m mesafe bulunmaktadır. Mesafeler de dikkate alındığında yeşil alandan uzaklaştıkça yaz mevsiminde sıcaklık artmakta kış mevsiminde ise azalmaktadır. Yaz mevsiminde kentsel yeşil alana en yakın yapı alanla en uzak yapı alan arasında ortalama 1.1°C sıcaklık farkı bulunmaktadır. Kış mevsiminde ise kentsel yeşil alana en yakın ve en uzak nokta arasında ortalama 0.8°C fark olduğu görülmektedir. Burada parkta oluşan mikro iklim etkisinin, kent içine girmesinde park çevresindeki kentsel dokunun önemi ortaya çıkmaktadır.
- Kuğulu Parkın serinletici etkisinin alan içi özelliklerinin dışında, yakın yapı çevre özelliklerine de bağlı olduğu çalışma sonucunda gözlemlenmiştir. Az yoğun fakat çok katlı (5-8 kat) yapılaşma özelliğine sahip olan C bölgesi kentsel rüzgârların kent içindeki dolaşımını engellediğinden dolayı ısı emilimini artırarak yaz mevsiminde sıcaklığın artmasına sebep olmaktadır. Bunun sebebi kat yüksekliğinin arttıkça gölge etkisinin de artması olarak tahmin edilmiştir. Ayrıca yeşil alanın yakın yapı çevresindeki kat yüksekliğinin fazla olmasının yanı sıra avlulu yapılaşma olduğundan rüzgâr dolaşımını da engellemekte ve kentsel yeşil alanın serinletme etkisini de azaltmakta olduğu tespit edilmiştir. Ek olarak geçirimsiz olan asfalt yüzeyin fazlalığı da bu bölgede özellikle binaların güney cephelerinde termal konforda aşırı sıcaklık stresi yarattığı görülmüştür. B bölgesi ise bina yoğunluğu fazla olmasına rağmen müstakil (1-3 katlı) ve bahçeli yapı tipi ile rüzgâr dolaşımını sağlayabilmesi ve parkın serinletici etkisini iç bölgeye alabilmesi sonucu C bölgesine göre daha serin kalmaktadır.
- Yeşil alanın kış koşullarına göre mikro klime etkisi simülasyona göre değerlendirildiğinde ise yaz mevsiminde serin adası etkisi oluşturan Kuğulu Park'ın kış mevsiminde ise 3.4°C- 3.8°C arasında olduğu ve yakın yapı çevresine göre daha sıcak olduğu görülmektedir. Yeşil alan bitişiğinde bulunan C ve B bölgesi kentsel alanlarında, sıcaklığın yaz mevsiminde fazla olduğu C bölgesinin kış mevsiminde ise gölge oluşumunun da etkisiyle daha serin olduğu görülmektedir. Termal konfor koşulları değerlendirildiğinde ise A bölgesi kış mevsiminde diğer bölgelere göre daha sıcak olup, termal stres seviyesinin olmadığı bir alan olduğu görülmektedir.

Bu bağlamda yeşil alanların kent mikro iklimi üzerinde olumlu etkilerinin olduğu ve termal konforun artırılmasında önemli bir etken olduğu görülmektedir. Ayrıca kentsel yeşil alanın mikro klime etkisinin tek başına değil yakın yapı çevresiyle birlikte ele alınarak sürdürülebilir kentlerin oluşturulmasında etkisinin artırılabilmesi anlaşılmaktadır. Ancak kentsel yeşil alanların mikro iklimi etkileme düzeyi üzerinde pek çok parametrenin etkisi olduğu ve yapılan bu çalışmada simülasyonların oluşturulması uzun süre aldığından sadece kat yüksekliğinin değişmesiyle oluşan etkiler incelendiği unutulmamalıdır.

Yapılan çalışmalar göstermektedir ki kent planlama ve iklim verileri arasında doğru bir ilişkinin kurulmasıyla kentsel tasarım çözümleri önerilip mikro iklimin olumsuz koşulları en aza indirilebilmektedir. Erzurum için kış kenti bağlamında bir kentsel tasarım yaklaşımına ihtiyaç olduğu açıktır ve Erzurum gibi soğuk iklim kentlerinin düzenlenmesinde bütünleşik bir planlama anlayışı geliştirilmesi gerekmektedir. Soğuk klime sahip şehirlerde kentsel tasarım yaklaşımlarını içeren bir

rehberin olması ve kentin imar faaliyetlerinde bu rehberin dikkate alınması mikro iklimin olumsuz etkilerinin azaltılmasında önemli bir adım olacaktır. Ayrıca yerel yönetimlerin bu şekilde simülasyon programları kullanarak ön görümlere göre hareket etmeleri ve uzman görüşü almalarının da gerekli olduğu anlaşılmaktadır.

Etik Standart ile Uyumluluk

Çıkar Çatışması: : Yazar, kendileri ve / veya diğer üçüncü kişi ve kurumlarla çıkar çatışmasının olmadığını veya varsa bu çıkar çatışmasının nasıl oluştuğuna ve çözüleceğine ilişkin beyanlar ile yazar katkısı beyan formları makale süreç dosyalarına ıslak imzalı olarak eklenmiştir.

Etik Kurul İzni: Bu makalede etik kurul iznine gerek yoktur, buna ilişkin ıslak imzalı etik kurul kararı gerekmediğine ilişkin onam formu sistem üzerindeki makale süreci dosyalarına eklenmiştir.

Finansal Destek: Atatürk Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi (BAP) FYL-2023-12404 projesi kapsamında desteklenmiştir.

Teşekkür: Bu çalışma, Esra Yazıcı'nın yüksek lisans tezi kapsamında hazırlanmış olup, projeyi destekleyen FYL-2023-12404 numaralı Atatürk Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi'ne (BAP) teşekkür ederiz.

KAYNAKÇA:

- Adıgüzel, G., Küçükerbaş, E. V. (2018). Kentsel Yeşil Alanların Mikro-İklimsel Etkilerinin İzmir-Bornova Örneğinde Araştırılması. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 55(3), 255-263.
- Barış, M. (2005). Kent Planlaması, Kent Ekonomisi ve Ağaçlar. TMMOB Peyzaj Mimarları Odası Ankara Şubesi, 18(4), 156-163.
- Boucher, O., Randall, D., Artaxo, p., Bretherton, C., Feingold, G. (2013). The Physical Science Basis, in: Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Clouds and Aerosols, 571-657.
- Bruse, M. (2018). ENVI-met 4.4: A Microscale Urban Climate Model. World Healty Organization.
- Bruse, M., Fler, H. (1998). Simulating Surface-Plant-Air Interactions Inside Urban Environments With A Three Dimensional Numerical Model. Environmental Modelling & Software, 13(3-4), 373-384.
- Chan, S., Chau, C. (2021). On the Study of the Effects of Microclimate and Park and Surrounding Building Configuration on Thermal Comfort in Urban Parks. Sustainable Cities and Society. 64 (1-2)102512.
- Kuşçu Şimşek, Ç. (2016). Orta Ölçekli Parkların Mikro İklimsel Etki Alanlarının Araştırılması: Gezi Parkı, Maçka Parkı ve Serencebey Parkı Örneği. ODTÜ Mimarlık Fakültesi Dergisi, vol. 33, no. 2, pp. 1-17.
- Çamaş, N. (2023). Kentsel Morfoloji Ve Mikroiklim İlişkinin Rüzgâr Temelinde İncelenmesi: Karşıyaka (İzmir) Örneği. Yüksek Lisans Tezi. Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. İzmir.
- Elma, S. (2023). Parkların Mikroiklimsel Etkilerinin Aydın Kanza Parkı (Antalya) Örneğinde İncelenmesi. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 29 (5),690-693.

- Eliasson, I., Svensson, M. (2003). Spatial Air Temperature Variations And Urban Land Use-A Statistical Approach, *Meteorological Applications*, 10(2):135-149.
- Düzgüneş, E., Bezirkan, M. (2017). Kıyı Alanlarındaki Biyoklimatik Koşulların Rekreatif Planlama Açısından Değerlendirilmesi. *ATA Planlama ve Tasarım Dergisi*, 4(1), 9-18.
- Kızılca, B. (2021). Kentsel Mikro İklim Modelleme Araçlarının Değerlendirilmesi. *Türkiye Arazi Yönetimi Dergisi*, 3(2):79-86.
- Lobaccaro, G., Acero, J. (2015) Comparative Analysis Of Green Actions To Improve Outdoor Thermal Comfort Inside Typical Urban Street Canyons. *Urban Climate. Science Direct*. 14(2): 251-268.
- Matzarakis, A., Mayer, H. (1996). Another Kind of Environmental Stress: Thermal Stress. WHO Collaborating Centre for Air Quality Management and Air Pollution Control. *Newsletters*, 18, 7-10.
- Meşe, B. (2015). Kentsel Tasarımda Pasif Sistem Kullanımı: Milas Örneği. Yüksek Lisans Tezi. İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. İstanbul.
- Meteoroloji Genel Müdürlüğü Meteorolojik Veri Bilgi Satış Ve Sunum Sistemi (MEVBİS)
- Otha, H. (2010). Easonal Variations In The Cooling Effect Of Urban Green Areas On Surrounding Urban Areas. *Urban Forestry & Urban Greening*, 12(9), 15-24.
- Toudert, F., Mayer, H. (2007). Effects of Asymmetry, Galleries, Overhanging Façades and Vegetation on OHTCCs in Urban Street Canyons. *Solar energy*, (81), 742-754.
- Toy, S., Eren, Z. (2023). Suggestions For The Parametrization Of Urban characteristics To Increase The Climate- Resilience Of Cities In Türkiye. *Çevre, Şehir Ve İklim Dergisi Yıl 2 Sayı 4*
- Tsoka, S., Tsikaloudaki, A., Theodosiou, T. (2018). Analyzing the ENVI-met Microclimate Model's Performance and Assessing Cool Materials and Urban Vegetation Applications—A Review. *Sustainable Cities and Society*, (43).55-56.
- WHO. (2005). Air Quality Guidelines for Particulate Matter, Ozone, Nitrogen Dioxide and Sulphur Dioxide. Global Update 2005, World Health Organization, 20(1).
- Vartholomaios, A. (2015). The Impact Of Green Space Distribution On The Microclimate Of Idealized Urban Grids. *International Conference on Urban Climate jointly with 12th Symposium on the Urban Environment*.
- Yavaş, M. (2019). İklim Duyarlı Kent Planlama Stratejileri: Erzurum Kenti Örneği. Doktora Tezi, Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Erzurum.
- Yavaş, M. (2023). Soğuk İklimde Dış Mekân Konfor Koşullarını İyileştirme Önerileri: Erzurum. *Kent Akademisi*, 16 (Türkiye Cumhuriyetinin 100. Yılı Özel Sayısı| Special Issue for the 100th Anniversary of the Republic of Türkiye), 650-672.
- Yüksel Duman, Ü., Yılmaz, O. (2008). Ankara Kentinde Kentsel Isı Adası Etkisinin Yaz Aylarında Uzaktan Algılama Ve Meteorolojik Gözlemlere Dayalı Olarak Saptanması Ve Değerlendirilmesi. *Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi, Dergi Park*,10(3),938-940.

EXTENDED SUMMARY

Research Problem:

The aim of this study is to contribute to the knowledge of climate-sensitive urban design by focusing on the urban microclimate and to provide a better understanding of the relationship between building configuration and microclimate around urban green spaces in Erzurum, where cold winter climate prevails.

Research Questions:

What are the differences in the impact of green spaces on urban microclimate? How do building configurations affect the urban microclimate? How does the existing building configuration around urban green spaces in Erzurum affect the microclimate?

Literature Review:

The study of urban climate science began with Luke Howard's systematic study of the temperature differences between London city center and rural areas, in which Howard argued that the temperature differences between cities and rural areas depend on the structure of the city, population and consumption. Urban microclimate is considered as a separate sub-discipline of climate science. After the 20th century, there have been significant developments in urban climate research and studies have covered a wide range of topics (heat island effect, thermal comfort, heating and cooling effect, climate change, pedestrian comfort, air pollution, etc.) (Acero, 2015). In addition, as a result of the negative effects of adverse microclimate conditions in cities on the environment, urban design, urban planning and climate science have increased research on the relationship between urban planning and climate science. There are very few studies investigating the relationship between urban green space and urban microclimate at the local scale. In the majority of the studies, the relationship between urban green space and the typology of the immediate environment was not established, and the different effects of green spaces on the urban microclimate were attributed to the characteristics of the urban green space (Chatzidimitriou, 2016).

A general conclusion from the literature is that urban green spaces play an important role in regulating the urban climate and have more or less positive effects on urban temperatures, regardless of their quality. These effects vary depending on the characteristics of the interior of the urban green space and the characteristics of the surrounding built environment. However, it is concluded that many factors and variables are effective in determining the climatic conditions of green spaces, which are quite complex. Within this complexity, studies evaluating urban green space alone are more frequently encountered. The reconsideration of the green space fiction in the city will be very valuable in terms of microclimate. In order to achieve this gain throughout the city, more studies should be conducted on the relationship between urban green space and building configuration (Yavaş, 2019).

Therefore, there is no study on the effect of the building configuration around the urban green space on the urban climate in the cold climate seen in the studies and literature. In this context, it becomes an important question what the effects of the urban fabric around urban green areas on the climate at the micro scale are and will be. This study will focus on this question and examine the urban fabric-urban microclimate relationship around urban green spaces.

Methodology:

Firstly, the important points and causes of the microclimate impact of the existing building configuration around the selected green area in Erzurum were evaluated with current data, and then this situation was tested using the ENVI-met simulation model. This method was an iterative process of baseline analysis and testing.

As a result, the methodology of the research includes simulation maps and local microclimate field surveys in and around Kuğulu Park in Erzurum city, including air temperature (°C), relative humidity (g/m³), average reflected temperature (°C), surface temperatures, wind speed (m/s) and direction.

Results and Conclusions:

Urban green spaces are frequently used as an effective method to reduce the negative effects of microclimate. Since the use of surfaces and materials in urban green areas increases the amount of evaporation in the vegetation cover, it is more or less cooler than its surroundings in summer and warmer than its surroundings in winter and creates an area without thermal stress. It is also known that the effects of urban green areas vary

depending on park characteristics and that climatic effects are also effective in their immediate surroundings. This effect varies depending on the physical conditions of the immediate built environment.

The results of summer and winter season ENVI-Met simulations conducted in Kuğulu Park and its immediate built environment in Erzurum city also supported these conditions. According to the simulation results, the effect of Kuğulu Park on urban temperatures has a positive effect on the urban climate depending on the size, type and plant density. Depending on the characteristics within the area, the park created a cool island effect with an average of 2.01 °C lower than the immediate built environment in the summer season. In the winter months, Kuğulu Park is warmer than the surrounding built areas. With the help of the simulation maps and temperature measurements, the microclimatic effect of the urban green area is also felt in its immediate built environment. As you move away from the green area, the temperature increases in summer and decreases in winter. In the summer season, there is an average temperature difference of 1.1 °C between the closest built area to the urban green area and the farthest built area. In winter, there is an average difference of 0.8 °C between the closest and the farthest point to the urban green area.

As a result of the study, it has been observed that the cooling supplement of Kuğulu Park depends on the form of the immediate built environment as well as the characteristics of the area. Zone C, which is characterized by low density but high-rise construction, increases heat absorption as it prevents the circulation of urban winds within the city and causes the temperature to increase in the summer season. The impervious asphalt surface, buildings and southern façades of the buildings were observed to have excessive heat stress in terms of thermal comfort. Zone B, on the other hand, is cooler than Zone C due to the high density of buildings, low-rise buildings that can provide wind circulation and more surfaces that increase heat absorption.

As a result, it is seen that green areas have positive effects on urban microclimate and are an important factor in increasing thermal comfort. In addition, it has been observed that the effect of urban green space on microclimate can be increased in the creation of sustainable cities by considering the effect of urban green space on microclimate not alone but together with its immediate built environment. In this sense, an integrated planning approach should be developed in the planning of cities.