

Eskişehir’de (biyo)İklim Duyarlı Kentsel Tasarım Örneği

A (bio)Climate Sensitive Urban Design Example in The City of Eskişehir

Süleyman TOY^{1,a}, Dilara Büşra KAYIP^{1,b}, Savaş ÇAĞLAK^{*2,c}

¹Atatürk Üniversitesi, Mimarlık ve Tasarım Fakültesi, Şehir ve Bölge Planlama Bölümü, 25240, Erzurum

²19 Mayıs Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Coğrafya Bölümü, 55220, Samsun

• Geliş tarihi / Received: 14.10.2018 • Düzeltilecek geliş tarihi / Received in revised form: 22.11.2018 • Kabul tarihi / Accepted: 04.12.2018

Öz

Kentler, başlangıçta doğal halinde olan yüzeyleri kaplı yüzeylere dönüştürerek; iklimin değişmesine, yeşil alanların tahribine, hava kirliliğine ve bunlara bağlı olarak sel vb. afetlerin yaşanmasına neden olmaktadır. Bu çalışma kentleşme olgusunu ülkemizde erken yıllarda (1930) yaşayan Eskişehir kentinde, kentleşmenin doğal ortam üzerindeki tahribatını ve iklim değişikliğine etkisini minimize etmek ve sürdürülebilir kentleşme tasarımları ortaya koymak için yapılmıştır. Çalışmada kent merkezi (Eskişehir Bölge Meteoroloji İstasyonu) ve yakın çevresindeki (Anadolu Üniversitesi Meteoroloji İstasyonu ve Havaalanı Meteoroloji İstasyonu) meteoroloji istasyonlarının verileri, Büyükşehir Belediyesinin paftaları kullanılmıştır. Ayrıca sahada arazi çalışmaları gerçekleştirilmiştir. Biyoklimatik konfor değerleri Rayman yazılımı aracılığıyla hesaplanmış Pet indeksine göre değerlendirilmiştir. Sahaya ait analiz ve haritaların yapımında Arcgis 10.1 sürümü kullanılmıştır. Çalışmada iklim, termal konfor ve hava kalitesi analizleri yapılmış ve haritalanmıştır. Elde edilen sonuçlara göre kentsel ısı adaları, yoğun hava kirliliği ve rüzgâr hızının çok yavaşladığı sahalarda tespit edilmiştir. Bu olumsuzluklara yoğun ve yüksek binalık alanlar, aşırı asfalt ve betonlaşma, trafik yoğunluğu, yeşil alanların yok edilmesi gibi antropojenik faktörlerin sebep olduğu görülmüştür. Sürdürülebilir ekolojik bir kentleşme için tasarım önerileri geliştirilmiş ve kentsel planlamalar yapılmıştır. Yapılan tasarımlar ve alınan kararların sadece bugünün sorunlarına çözüm olacağı düşünülmemekte aynı zamanda iklim elemanlarındaki değişimi yavaşlatmaya hatta durdurmaya dönük sonuçlara ulaşılacağı da düşünülmektedir.

Anahtar kelimeler: Biyoklimatik Konfor, Kent İklimi, Kentsel Tasarım, Şehir Planlama

Abstract

Cities are transforming the surfaces that are initially natural into coated surfaces, resulting in climate change, destruction of green areas, air pollution, and floods, etc.,. This study was carried out in order to minimize the impact of urbanization on the natural environment and the impact of climate change on the urban environment of Eskişehir, which has experienced in Turkey in the early years (1930). In the study, meteorological station data of the city center (Eskişehir Regional Meteorology Station) and its vicinity (Anadolu University Meteorology Station and Airport Meteorology Station) and the map of Metropolitan Municipality were used. Field studies were also carried out on the field. Bioclimatic comfort values were calculated by Rayman software and evaluated according to Pet index. Arcgis 10.1 version was used in the analysis and maps of the field. The climate, thermal comfort and air quality analyzes were made and mapped in the study. According to the results, urban heat islands, excessive air pollution and areas where the wind speed is very slow have been determined. It was observed that these problems were caused by anthropogenic factors such as dense and high-rise areas, excessive asphalt and concretization, traffic density, and destruction of green areas. Design proposals for sustainable ecological urbanization were developed and urban planning was made. It is not only thought that the designs and decisions made will be a solution to the problems of today, but it will also cause the results to slow down or even stop the change in climate elements.

Keywords: Bioclimatic Comfort, Urban Climate, Urban Design, City Planning

Not: Bu çalışma 28 - 30- Haziran 2018 tarihleri arasında Eskişehir’de düzenlenen “Uluslararası Kentleşme ve Çevre Sorunları Sempozyumu”nda sözlü bildiri olarak sunulmuştur.

*c Savaş ÇAĞLAK; savas_caglak@hotmail.com; Tel: (0541) 559 90 24; orcid.org/0000-0002-9051-7710

^a orcid.org/0000-0002-3679-280X

^b orcid.org/0000-0003-3014-7214

1. Giriş

Kentler, başlangıçta doğal halinde olan yüzeyleri kaplı yüzeylere dönüştürerek fazladan güneş radyasyonu tutulması ve ısı artışına, fosil yakıt kullanan motorlu araç trafiği, endüstri ve evsel ısınmadan ortaya çıkan fazla ısı (ya da atık ısı) ve hava kalitesinin bozulması (partikül madde ve sera gazları artışı) nedeniyle iklim elemanları üzerinde olumsuz yönde etkiler oluşturmaktadır (Çiçek, 2005; Yüksel ve Yılmaz, 2008; Çalışkan ve Türkoğlu, 2015; Toy ve Demircan, 2018). Bu gibi faktörler tablo 1’de açıklanmıştır.

Tablo 1. Kentsel ısınma

Sonuç	Isı üretimi	Isı tutumu
Sebepler	Motorlu Araç Trafiki	Yüzey değişimi
	Endüstri	Kötü hava kalitesi (fosil yakıt yanması)
	İç mekân ısıtması	

Toplam etkisi kentsel ısı adası olarak tanımlanan bu etkiler dünya üzerinde kentli nüfus arttıkça da giderek yoğunlaşacaktır. Kentler her ne kadar sosyal, ekonomik ve kültürel ilerlemeye ortamlar oluştursalar da son dönemde baş döndüren hızda şahit olunan gelişmelerin çevreye verdikleri tahribatlar da oldukça geniş çaplı ve büyüktür. Kentler insanların gerçekleştirdiği çeşitli faaliyetler nedeniyle çevrelerinden oldukça farklı iklim özelliklerine sahiptirler (Karaca vd., 1995; Kadioğlu, 1997; Kutiel ve Türkeş, 2005). Özellikle son yıllarda sayısı ve niteliği artan çalışmaların sonuçları göstermektedir ki kentler çevrelerine göre daha sıcak (yakıcı), daha az nemli (kuru) ve daha rüzgârsızdır (boğucu) (Türkoğlu vd., 2012; Balık ve Yüksel, 2014; Bulgan ve Yılmaz, 2017). Bu nedenle, özellikle ekonomik kalkınma kaygısıyla kentsel planlama ve tasarım ilkelerini göz ardı ederek çeşitli faaliyetler gerçekleştirmeye çalışan gelişmekte olan ülkelerde, kentsel mekânlar daha az yaşanabilir haldedir (Toy ve Yılmaz, 2009). Fiziksel olarak saçılan – yayılan ve nüfus olarak şişen kentlerde insanlar kaplı/geçirimsiz yüzeylerin aşırılığı nedeniyle şiddetli ısınmaya (güneş radyasyonunun etkisiyle), bu ısınmayla beraber şiddeti her geçen gün artan uç hava olaylarına (aşırı yağışlar, şiddetli rüzgârlar vs.), yağışların yüzey akışına hızlı geçmesi (toprağın emmesinin önlenmesi) nedeniyle şiddetli sellere ve özellikle yaz aylarında dış mekânda yakıcı – boğucu etkilere (sıcak çarpması gibi) maruz kalmaktadır (Kadioğlu, 2007). Şiddeti ve yaşanma

sıklığı her geçen gün artan bu tür olayların insanlık üzerinde ekonomik (para kaybı) ve sosyal (can kaybı) etkileri de artmaktadır (Nastos ve Matzarakis, 2011). Bu tür olayların önüne geçilmesi ve küresel çapta gelişen iklim dalgalanmalarının etkisinin azaltılması ise ancak uygun kentsel planlama ve tasarım ilkelerinin benimsenmesi ile mümkün olmaktadır.

İnsan biyoklimatik konforu, insanın içinde bulunduğu ortamın havasından rahatsız olmama durumudur (Toy, 2010). Bu konforun bozulması başta sağlık sorunları, aşırı enerji kullanımı ve iş veriminde azalma gibi sonuçlar doğurmaktadır. Buna ilave olarak dengesi değişen iklim elemanlarının doğrudan etkilerinin de maliyetleri oldukça ağır olmaktadır. Kentleşmenin etkilerini azaltmak için planlamacıların kullanabileceği kent iklim elemanlarıyla ilgili mekânsal bilgi içeren araçlar; kent iklim haritaları, kentsel termal konfor haritaları, kentsel hava kirliliği haritaları ve kent iklim elemanları modelleme ve simülasyon haritaları olarak belirlenmiştir. Bu araçlar ile kent iklimine ilişkin elde edilen mekânsal veriler sayesinde kent içerisinde iklimsel olarak sorunlu alanlar (ısı adası yoğunluğu yüksek olan alanlar, havalandırma açısından kısıtlı bölgeler vb.)daha kolay belirlenebilmekte ya da bu tür alanların oluşumu engellenebilmektedir (Yılmaz, 2013; Balık ve Yüksel, 2014).

Çalışmada İç Anadolu Bölgesinde önemli yolların kavşak noktasında bulunan ve kentleşme faaliyetlerini ülkemizde erken yıllarda (1930) yaşayan Eskişehir kentinde kent iklim elemanlarının ve biyoklimatik konfor değerlerinin yıl boyunca durumu ortaya konulmuştur.

Eskişehir kent merkezi ve yakın çevresinde bulunan üç meteoroloji istasyonunun verileri kullanılmıştır. İstasyonlardan alınan veriler Rayman yazılımı aracılığıyla PET (Physiological Equivalent Temperature) indeksine göre hesaplanmış ve CBS yazılımlarından biri olan ArcGIS 10.1 sürümü ile haritalanmıştır. Alansal dağılımı yapılarak kent merkezinde boğucu – yakıcı alanlar belirlenmiş, ilave olarak sıcaklık ve rüzgârın da alansal dağılımları ayrı ayrı tespit edilmiştir. Kentleşme ve neden olduğu iklim değişikliği insanlığın günümüze kadar karşılaştığı en ciddi problemlerinden biridir. İnsan hayatının ve varlığının sürdürülebilirliğine tehdit olarak duran bu olgunun tamamen yok edilmesi veya etkisinin en düşük seviyelere çekilmesi hem genel atmosferik dolaşımın dengesinin bozulmasını önleyecek hem de alt ölçeklerde insan yaşamının daha rahat ve hayati tehlikeden uzak olmasına

neden olacaktır. Türkiye, Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesine 2004, Kyoto Protokolü'ne ise 2009 yılında taraf olmuştur. Bütün bu gelişmelerin ışığında 2010 yılında Türkiye Ulusal İklim Değişikliği Strateji Belgesi hazırlanarak Yüksek Planlama Kurulu tarafından onaylanmıştır. Bu belgenin hayata geçirilmesi amacıyla, 2009–2011 yılları arasında Çevre ve Şehircilik Bakanlığı koordinasyonunda ve Birleşmiş Milletler Kalkınma Programı Türkiye Ofisi aracılığıyla Türkiye'nin İklim Değişikliği Ulusal Eylem Planı'nın Geliştirilmesi Projesi uygulanmış ve sonuçta Ulusal İklim Değişikliği Eylem Planı hazırlanmıştır (İDEP, 2010).

İklim değişikliği gelişen ve değişen dünyanın en önemli sorunu haline gelmiştir. Sorunun çözüm aşamasında birçok sektör ve disiplin bu konu üzerinde çalışmalara başlamıştır. Bu aşamada planlama disiplinine düşen görevlerin arasında da kentlerin fiziksel yapılarında bulunan ve iklim değişikliğine etkileyen etmenleri ortadan kaldırmaya, uyum sağlamaya yönelik çalışmalar düzenlenmektedir.

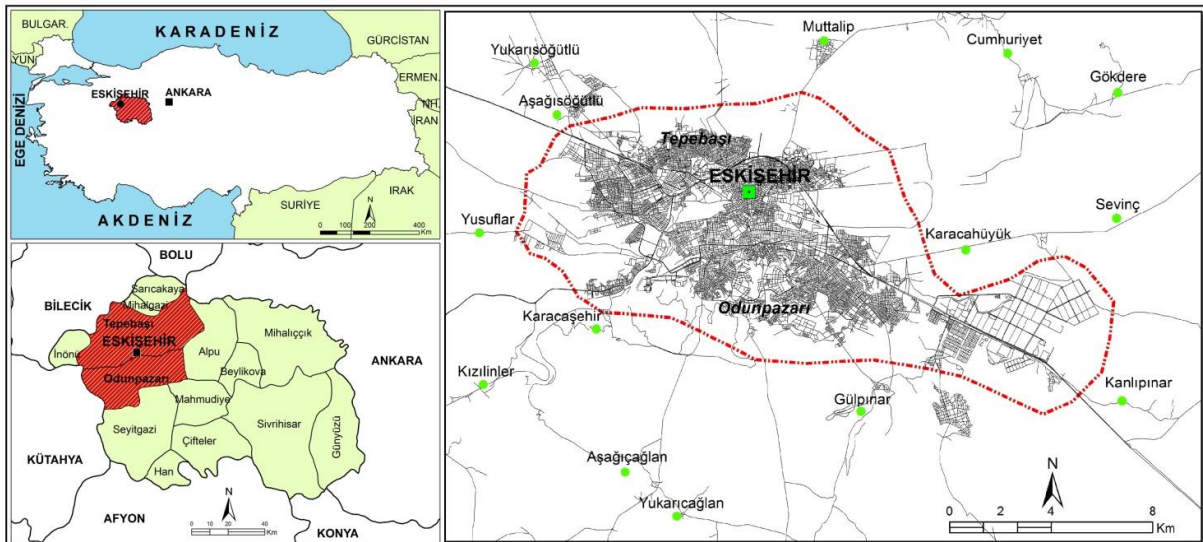
Çalışma kapsamında Eskişehir kent merkezinin de iklim değişikliklerinden etkilenebilecek durumda olduğu ve kentin belli kısımlarında ısı adası etkisi oluşumu gözlenmiştir. Bu çalışmanın amacı, iklim elemanlarının kentsel ortamda mümkün olan en düşük seviyede etkilendiği bir kentsel planlama ve

tasarım ilkeleri setini Eskişehir kent merkezi özelinde ele alarak önerilerde bulunulmuştur.

Toplam etkisi kentsel ısı adası olarak tanımlanan bu etkiler dünya üzerinde kentli nüfus arttıkça da giderek yoğunlaşacaktır. Kentler her ne kadar sosyal, ekonomik ve kültürel ilerlemeye ortamlar oluştursalar da son dönemde baş döndüren hızda şahit olunan gelişmelerin çevreye verdikleri tahribatlar da oldukça geniş çaplı ve büyüktür. Kentler insanların gerçekleştirdiği çeşitli faaliyetler nedeniyle çevrelerinden oldukça farklı iklim özelliklerine sahiptirler (Karaca vd., 1995; Kadioğlu, 1997; Kutiel ve Türkeş, 2005). Özellikle son yıllarda sayısı ve niteliği artan çalışmaların sonuçları göstermektedir.

2. Materyaller ve Yöntemler

Eskişehir, İç Anadolu Bölgesinin Yukarı Sakarya bölümünde 39° 49' K - 39° 43' K enlemleri ile 30° 24' D - 30° 43' D boylamları arasında yer almaktadır (Şekil 1). Tepebaşı ve Odunpazarı merkez ilçelerinin birleşmesiyle Büyükşehir statüsü kazanmış, şeker fabrikaları, uçak fabrikası, otomotiv fabrikası gibi birçok sanayi kolu gelişmiş ve üniversitelerin açılmasıyla birlikte üniversite şehri statüsü de kazanmıştır. Eskişehir önemli bir yol ağı kavşak noktasında bulunmasından dolayı hızlı bir sanayileşme yaşamış ve çevresinden önemli oranda göç almıştır.



Şekil 1. Eskişehir lokasyon haritası

Çalışmada, Eskişehir Büyükşehir Belediyesinin hazırlanmış olduğu 1/ 2500, 1/ 5000 ve 1/ 1000 ölçekli hâlihazır altlık temel pafta olarak

kullanılmıştır. Eskişehir kentinin ekonomik, fiziksel ve sosyal özelliklerinin ortaya çıkarılması amacıyla; coğrafi konumu, tarihçesi, demografik

ve sosyal altyapısı, ekonomik yapısı, ulaşım ve teknik altyapısı, jeomorfolojik ve iklimsel özellikleri irdelenmiştir. Ekim 2017 ve Mart 2018’de Eskişehir ilinde saha araştırması yapılmış, Eskişehir Büyükşehir Belediyesi, Çevre ve Şehircilik Müdürlüğü, Eskişehir Devlet Su İşleri, Ticaret ve Sanayi Odası ve Bursa Eskişehir Bilecik Kalkınma Ajansı, her bir mahalle için muhtarlıklar ziyaret edilmiştir.

İklim verileri, Eskişehir Bölge, Anadolu Üniversitesi ve Eskişehir Havalimanı meteoroloji istasyonlarından temin edilmiştir. Kullanılan meteorolojik veriler, sıcaklık, nispi nem, rüzgâr hızı, bulutluluk değerleridir.

İnsanların atmosferik koşullara karşı vermiş oldukları tepkiyi somut bir şekilde açıklayabilmek için termal konfor indeksleri geliştirilmiştir. Sayıları bir hayli fazla olan bu indekslerin bazıları sadece meteorolojik parametreleri ele almaktadır (Toy, 2010). Bu çalışmada birçok etkeni bir arada hesaplayan dünyaca yaygın olarak kullanılan PET (Physiological Equivalent Temperature) indeksi kullanılmıştır. Pet indeksi meteorolojik parametreler ve insana ait değerleri de bir arada hesaplamaya dâhil ettiği için tercih edilmiştir.

PET indeksi temelde Münih Bireysel Enerji Denge Modeline (MEMI) (VDI, 1998) ve Gagge’nin iki nolu modeline (Gagge vd., 1971) dayanmaktadır. Açık alanlardaki meteorolojik koşullar insan ısı dengesi göz önünde bulundurularak hesaplanmaktadır. 80W’lık bir iş yapan, kıyafetlerinin ısı direnci 0,9 clo olan, 35 yaşında, 175 cm uzunluğunda 75 kg ağırlığında bir erkeğin açık havada karşılaştığı koşullar, tipik bir kapalı mekânda karşılaştığı hava durumuna vücut ısı dengesinin vereceği tepkiye eşitlenmiştir. Açık hava koşullarının, kapalı alanlardaki tepkilere eşitlenmesiyle somut bir konfor dizini ortaya çıkmaktadır. Tipik kapalı mekân olarak kastedilen alanda referans alınan iklimsel varsayımlar aşağıda verilmiştir.

- Ortalama radyan sıcaklık, hava sıcaklığına eşittir ($T_{mrt} = T_a$).
- Havanın hareket (rüzgâr) hızı 0,1 m/s’dir.
- Su buharı basıncı 12 hPa’dır ($T_a = 20^\circ$ ve nispi nem %50 civarında olduğundaki su buharı basıncı) (Höppe, 1999; Toy, 2010; Çalışkan vd., 2015).

Sahaya ait haritaların yapımında ArcGIS yazılımının 10.1 sürümü kullanılmıştır. Rayman yazılımı aracılığıyla elde edilen PET değerleri, noktasal bazda değerler olduğu için ArcGIS

yazılımının noktasal bazda analiz yapan yöntemlerinden biri olan co-kriging yöntemiyle yüzeye enterpole edilmiştir.

Tablo 2. Pet indeksi konfor aralıkları (Matzarakis and Mayer, 1996)

PET (°C)	İnsanın sıcaklık hissi	Termal stres seviyesi
<4	Çok soğuk	Aşırı soğuk stresi
4,1–8,0	Soğuk	Güçlü soğuk stresi
8,1–13,0	Serin	Orta soğuk stresi
13,1–18,0	Hafif serin	Hafif soğuk stresi
18,1–23,0	Konforlu	Termal stres yok
23,1–29,0	Hafif ılık	Hafif sıcaklık stresi
29,1–35,0	Ilık	Orta sıcaklık stresi
35,1–41,0	Sıcak	Güçlü sıcaklık stresi
>41,0	Çok sıcak	Aşırı sıcaklık stresi

Co-kriging, sıradan kriginge göre ek avantajlar sunar. İlgili birincil veya örnek değişkeni ile çapraz ilişkili bir ikincil değişken (ortak değişken) kullanımını içerir. İkincil değişken genellikle daha sık ve düzenli olarak örneklenir, böylece her iki değişkeni de kullanarak bilinmeyen noktaların tahmin edilmesini sağlar (Yalçın, 2005). Yüzeye enterpole edilirken yükselti ve arazi kullanım yoğunluğu dikkate alınmıştır. Hesaplanan PET değerlerinin, yükselti ve arazi kullanım parametreleriyle çoklu çizgisel regresyon analizi yapılmıştır.

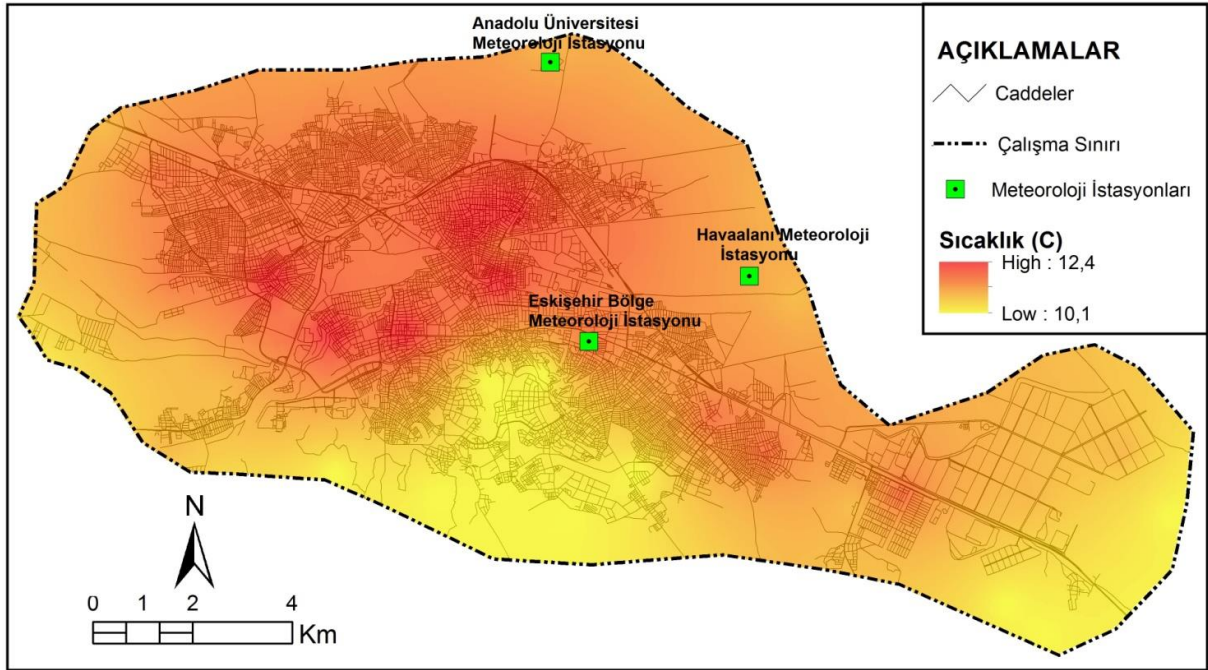
Her ay için günlük ortalama PET değeri analiz edilmiş, CBS yardımıyla alansal dağılımları yapılmıştır. Biyoklimatik konfor şartları üzerinde enlem, boylam, yükselti, denizellik, bitki örtüsü vb. doğal faktörler etkili olduğu gibi şehirsal arazi kullanımı ve antropojen faktörler de etki etmektedir.

3. Bulgular

3.1 Sıcaklık

Eskişehir kent merkezi ve yakın çevresindeki meteoroloji istasyonlarından elde edilen verilerle yıllık ortalama sıcaklık haritası oluşturulmuştur. Kent merkezinde sıcaklık 10.1°C ile 12.4°C arasında dağılım göstermektedir. Yerleşmenin yoğun olduğu alanların, çevrelerine göre daha sıcak olduğu ortaya çıkmıştır. Bunun yanında kent içerisinde aşırı yoğun binalık alanlarda kentsel ısı adası ortaya çıkmıştır (Şekil 2).

Yapılan arazi çalışmaları ile bu alanlarda yeşil alanların yeterli olmadığı, caddelerin rüzgâr yönüne uygun olmadığı aşırı yoğun ve yüksek binalarla çevrili olduğu görülmüştür.



Şekil 2. Eskişehir kentinin yıllık ortalama sıcaklık haritası

3.2. Rüzgâr Yönü ve Hızı

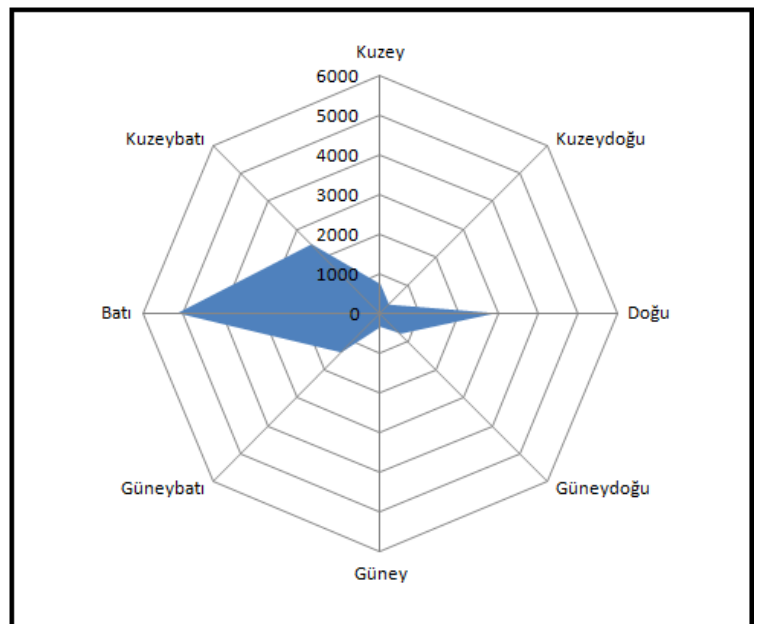
Eskişehir kent merkezinde hâkim rüzgâr sektörü batıdır. Yıl içerisinde tüm yönlerden esen toplam 14027 adet rüzgârdan 8993'ü batı sektörü meydana getiren kuzeybatı (2461), batı (5129) ve

güneybatıdan (1403) esmektedir. Yönler içerisinde en fazla batı yönünde rüzgârlar esmektedir. Batı yönünden sonra ise en fazla doğu (2921) yönünden rüzgârlar esmektedir (Şekil 3, Tablo 2).

Tablo 2. Eskişehir kent merkezinin rüzgâr yönü ve esme sayıları

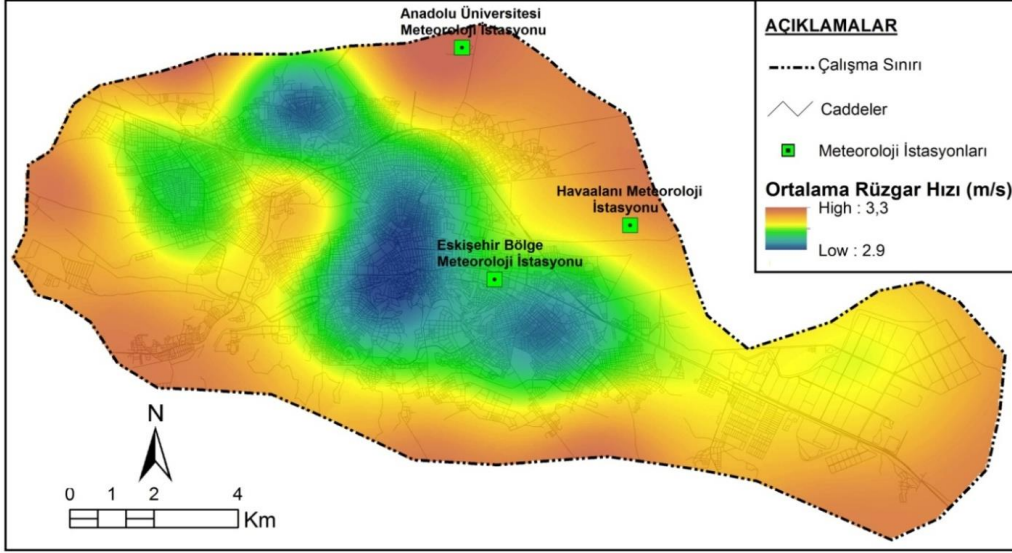
Yönler	Kuzey	Kuzeydoğu	Doğu	Güneydoğu	Güney	Güneybatı	Batı	Kuzeybatı
Rüzgâr Esme Sayısı	731	305	2921	730	347	1403	5129	2461

Şekil 3. Eskişehir kent merkezinin rüzgârgülü grafiği



Kent merkezinin rüzgâr hızı 2.9 m/s ile 3.3 m/s arasındadır. Rüzgâr hızı kent merkezi çevresinde daha fazla iken, kent içerisinde rüzgâr hızı düşmektedir. Yüksek binalık alanlar ve yerleşmenin yoğun olduğu alanlarda rüzgâr hızı düşmektedir (Şekil 4).

Yapılan arazi çalışmaları sırasında rüzgâr hızının kent merkezinde düştüğü alanlarda cadde planlamasının rüzgâr yönü ve hızı dikkate alınmadan yapıldığı, bu alanların hızlı yapılaşmaya sahne olduğu ve konutların yüksekliğinin fazla olduğu görülmüştür.

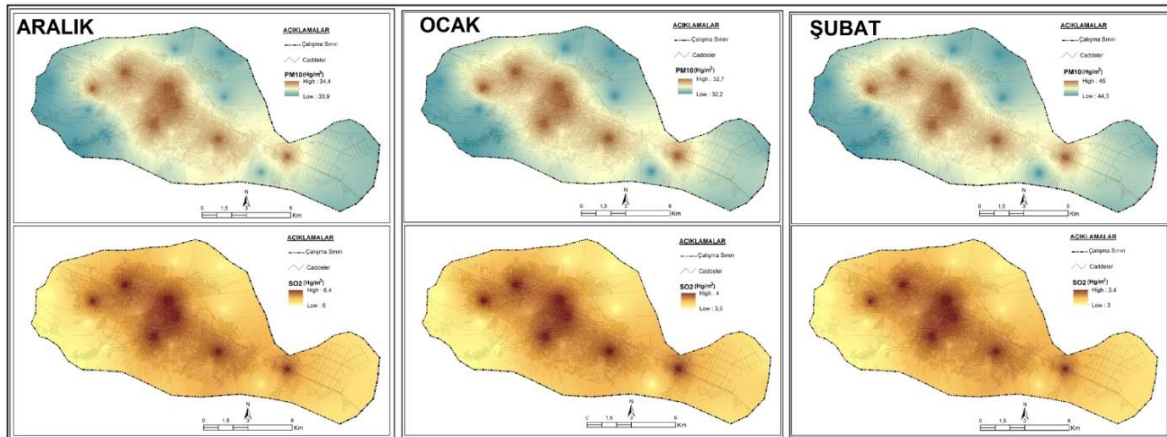


Şekil 4. Eskişehir kenti yıllık ortalama rüzgâr hızı haritası

3.3. Hava Kirliliği

Kent merkezinde hava kirliliği kış dönemi ve yaz dönemi olmak üzere ikiye ayrılarak incelenmiştir. Kış dönemi olan Aralık, Ocak ve Şubat ayları ele alınmıştır. Hava kirliliği Partikül Madde (PM₁₀) ve Kükürt Dioksit (SO₂) oranlarının dağılışı ile açıklanmıştır. Partikül madde miktarı, aralık ayında 34.4 hg/m³ ile 33.9 hg/m³ arasında, ocak ayında 32.7 hg/m³ ile 32.2 hg/m³ arasında ve şubat ayında 45 hg/m³ ile 44.3 arasında tespit edilmiş olup, en fazla şubat ayında görülmüştür. Bunun yanında partikül madde miktarının

dağılışına baktığımızda tüm aylarda kent içerisinde rüzgâr hızının düşük olduğu yoğun kentsel alanlarda daha fazla kirlilik olduğu ortaya çıkmıştır. Kükürt dioksit miktarı ise aralık ayında 6.4 hg/m³ ile 6 hg/m³ arasında, ocak ayında 4.5 hg/m³ ile 3.5 hg/m³ arasında ve şubat ayında 3.4 hg/m³ ile 3 hg/m³ arasında olduğu tespit edilmiştir. En fazla kükürt dioksit miktarı aralık ayında görülmüş ve alansal dağılışıta ise yine kent içerisinde rüzgâr hızının düşük olduğu yoğun kentsel alanlarda daha fazla kirlilik olduğu ortaya çıkmıştır (Şekil 5).



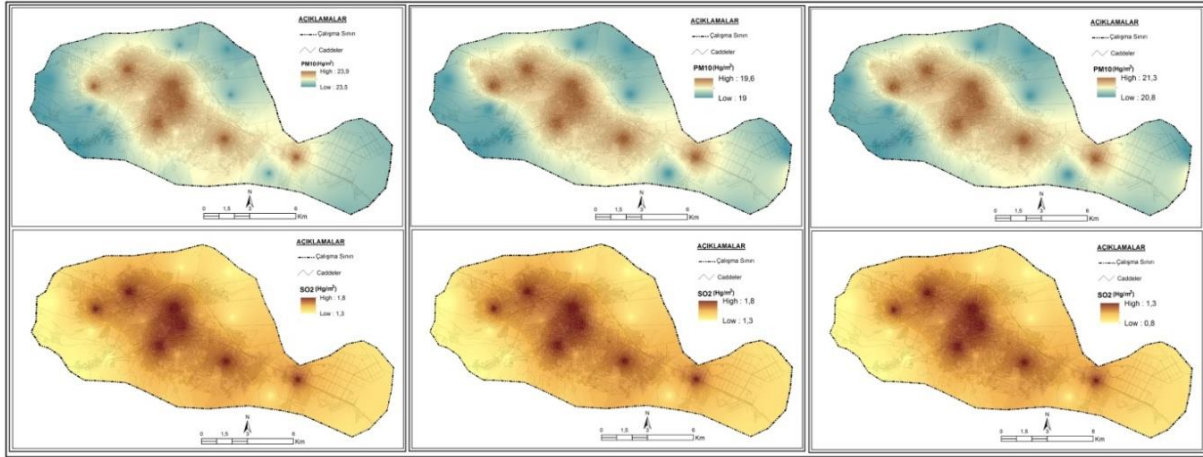
Şekil 5. Eskişehir kentinde kış dönemi hava kirliliği haritası

Yaz dönemi için haziran, temmuz ve ağustos ayları incelenmiştir. Yaz dönemi içerisinde partikül madde miktarı (PM10) (haziran; 23.9 - 23.5, temmuz; 19.6 -19, ağustos; 21.3- 20.8 hg/m^3) en fazla haziran ayında görülmüş olup, alansal dağılıfta ise kent merkezinin rüzgar hızının düştüğü, yoğun kentsel alanda görülmüştür. Kükürt dioksit miktarı haziran ve temmuz aylarında aynı miktarda ($1.8 hg/m^3 - 1.3 hg/m^3$), ağustos ayında ise $1.3 hg/m^3$ ile $0.8 hg/m^3$ arasında olduğu belirlenmiştir. Alansal dağılımda

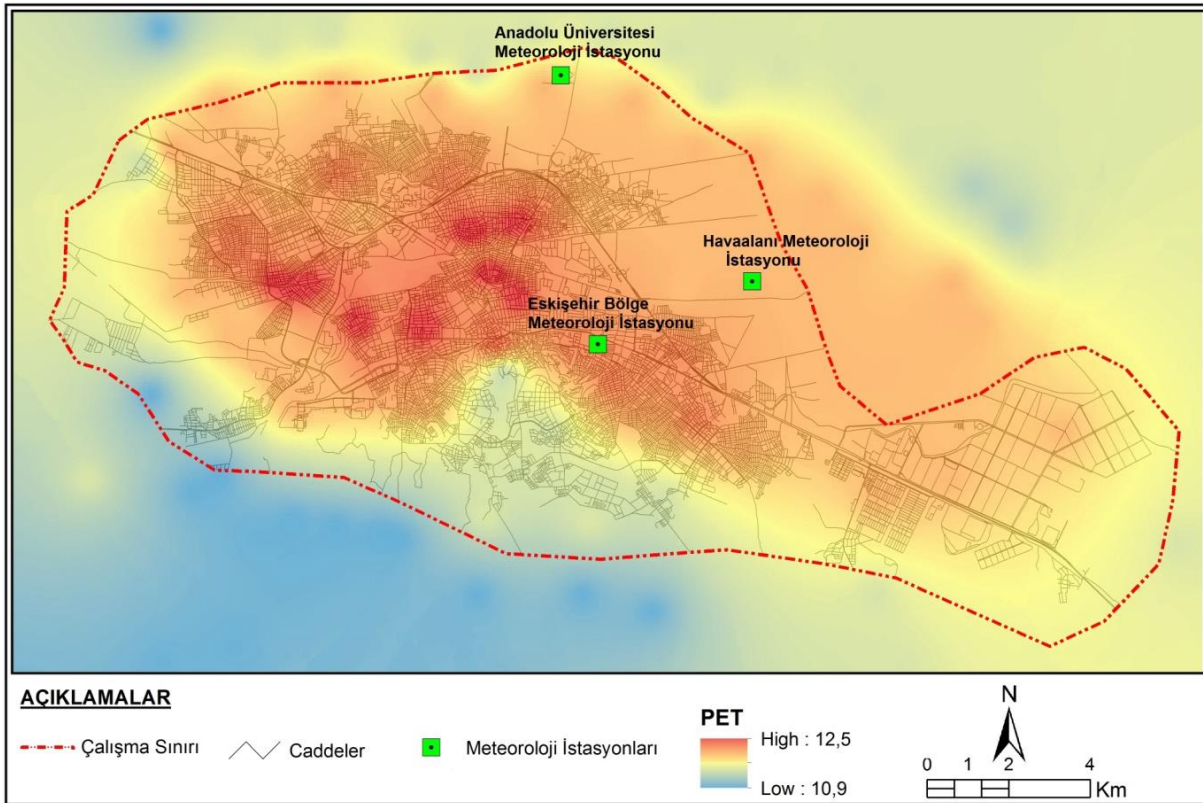
ise yine partikül madde miktarının yoğun görüldüğü alanlarda ortaya çıkmıştır (Şekil 6).

3.4. Biyoklimatik Durumu

Karasal iklim özellikleri görülen Eskişehir’de biyoklimatik konfor şartlarının yıllık ortalaması incelenmiştir. Yıllık ortalama konfor aralığı $10.9^{\circ}C$ ile $12.5^{\circ}C$ arasında ortaya çıkmıştır. Bu değerler Pet indeksine göre ‘‘Serin’’ stresi olarak algılanmaktadır.



Şekil 6. Eskişehir kentinde yaz dönemi hava kirliliği haritası



Şekil 7. Eskişehir kenti ve yakın çevresinin yıllık ortalama biyoklimatik konfor haritası

Kent merkezi çevresine daha yüksek değerlere sahip olup, kent içerisinde konfor adaları tespit edilmiştir (Şekil 7). Konfor adalarının görüldüğü sahalar sıcaklık adaları (Şekil 2), rüzgâr hızının düşük olduğu alanlar (Şekil 4) ve hava kirliliğinin yoğun olduğu alanlarla (Şekil 5, Şekil 6) paralellik göstermektedir.

4. Sonuçlar ve Öneriler

Yapılan analizler sonucunda kent içerisinde yeşil alanların az, trafik yoğunluğunun fazla, bina yoğunluğunun ve yüksekliğinin fazla olduğu alanlarda kentleşmeye bağlı doğal ortam

şartlarının bozulduğu ortaya çıkmıştır. Planlama karar ve ilkelerine dikkat edilmeden hızlı bir şekilde kentleşme ve beraberinde asfalt, beton yüzeylerle kaplı sahalar, sanayileşme, çarpık kentleşme gibi faktörler Eskişehir kentinin iklim özelliklerini değiştirmiştir. İklim ile birlikte kentin doğal ortamı insan yaşamı için çekilmez ortam oluşturmuştur. Çalışmada bu olumsuzlukları minimize etmek için Eskişehir kentinde doğal ortamı koruyucu ve iklim değişikliğini önleyici tedbirler geliştirilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre oluşturulan mekânsal planlar, plan kararları ve tasarımlar aşağıdaki şekilde verilmiştir (Şekil 8).



Şekil 8. Eskişehir kentsel planlama haritası

Şekil 8'e göre kent içerisinde yaya odaklı merkezler ön plana çıkarılmıştır. Toplu ulaşım sistemi kentin her bölgesine hizmet verecek şekilde etkin kullanımlı olarak tasarlanmıştır. Kentin her bölgesinde bulunduğu alana canlılık katacak odaklar belirlenmiştir. Bu odaklar; yaşam kalitesini artırıcı, kente nefes aldırın yeşil alanlar ve ekolojik koridorlar olarak düşünülmüştür. Batı eksenindeki gelişmenin tarım alanlarını yok etmemesi için alternatif olarak güney ve güneybatı ekseninde gelişme odağı belirlenmiştir. Mevcut ticari alanlar korunacak fakat yükünü ve merkezin kullanım yoğunluğunu azaltıcı odaklar belirlenmiştir. Küçük sanayi sitesi alanlarında üretimin devam etmesi fakat fonksiyon değişikliği önerilmiştir. Üretim alanlarına ek olarak AR-GE alanları kurulması, organize sanayi bölgesinde yenilebilir enerji kaynaklarının kullanılması ve üniversite ile Ar-Ge merkezleri arasında koordine sağlanması önerilmektedir.

Buna göre bu çalışma;

1. İklim ve biyoiklim bilgisinin kentsel planlama ve tasarım yaklaşımlarında ne denli kullanılabileceği ile ilgili iyi bir örnek teşkil etmektedir.
2. Bu çalışma ile Eskişehir kent merkezi ve yakın çevresinin biyoklimatik konfor koşulları ve iklim elemanlarının mekânsal dağılımı da tespit edilmiştir.
3. Bu şartlar altında kentin biyoiklim yönünden olumsuz özelliklere sahip olduğu ve planlama ilkeleri doğrultusunda tedbir alınması gerektiği belirlenmiştir.
4. Yapılan tasarımlar ve alınan kararların sadece bugünün sorunlarına çözüm olacağı düşünülmemekte aynı zamanda iklim elemanlarındaki değişimi yavaşlatmaya hatta durdurmaya dönük sonuçlar elde edileceği de düşünülmektedir.

5. Bu çalışmanın temel seviyede gerçekleştirildiği düşünüldüğünde;

a-) Mekânsal planlama ve tasarımdan sorumlu yerel ve merkezi idarelerin çok geç kalınmış olsa da bundan sonraki çalışmalarında en detay biçimde iklim ve biyoiklim şartlarını ele almaları,

b-) Planlama, mimarlık ve peyzaj mimarlığı eğitimi veren okulların muhakkak yeni meslek mensuplarına temel iklim ve biyoiklim bilgisi ve kullanım alanları ile ilgili bilgi vererek mezun etmeleri hayati önem taşımaktadır.

Kaynaklar

Balık, H. ve Yüksel, Ü.D., 2014. Planlama Sürecine İklim Verilerinin Entegrasyonu. Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi, 7 (2), 01-06.

Bulgan, E. ve Yılmaz, S., 2017. Farklı Kent Dokularının Yaz Aylarında Biyoklimatik Konfora Etkisi: Erzurum Örneği. Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 7 (4), 235- 242.

Çalışkan O., ve Türkoğlu N., 2015. Ankara da Termal Konfor Koşulların Eğilimi ve Şehirleşmenin Termal Konfor Koşulları Üzerine Etkisi. Coğrafi Bilimler Dergisi, 12 (2),119-131.

Çiçek, İ., 2005. Ankara'da Şehir ve Kırsal Sıcaklık Farklarındaki Değişiklikler (1970-2002). Fırat Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi,15(2),1-16.

Gagge, A., Stolwijk, A. and Nishi, Y., 1971. An effective temperature scale based on a simple model of human physiological regulatory response. ASHRAE Transactions, 77, 247-57.

Höppe, P., 1999. The physiological equivalent temperature-a universal index for the biometeorological assessment of the thermal environment. International Journal of Biometeorology, 43, 71-75.

İDEP, 2010. Türkiye'nin İklim Değişikliği Uyum Stratejisi ve Eylem Planı (2. Baskı): T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, Ağustos 2012, Ankara.

Kadıoğlu, M., 1997. Şehirleşmenin Marmara Bölgesindeki Yağışlara Etkisi. Su ve Çevre Sempozyumu'97, 2-5 Haziran 1997, TMMOB JMO Genel Yayın No:46, İstanbul.

Kadıoğlu, M., 2007. İklim Değişiklikleri ve Etkileri: Meteorolojik Afetler. TMMOB Afet Sempozyumu, 5-7 Aralık, Ankara, s47-55.

Karaca, M., Tayanç, M. ve Toros, M., 1995. Effects of urbanization on climate of Istanbul and Ankara. Atmospheric Environment, 29 (23), 3411-3421.

Kutiel, H., ve Türkeş, M., 2005. New evidence about the role of the North Sea - Caspian Pattern (NCP) on the temperature and precipitation regimes in continental central Turkey. Geografiska Annaler: Series A, Physical Geography, 87, 501-513.

Matzarakis, A. ve Mayer, H., 1996. Another kind of environmental stress: thermal stress. WHO newsletter, 18, 7-10.

Nastos, T.P. ve Matzarakis, A., 2011. The effect of air temperature and human thermal indices on mortality in Athens, Greece. Theoretical and Applied Climatology, 108, 591-599.

Toy, S. 2010. Biyoklimatik Konfor Değerleri Bakımından Doğu Anadolu Bölgesi Rekreatif Alanların İncelenmesi. Doktora Tezi, Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum, 218s.

Toy, S. ve Demircan N., 2018. Possible Ways of Mitigating the Effects of Climate Change Using Efficient Urban Planning and Landscape Design Principles in Turkey. Atlas International Referred Journal on Social Sciences, 4 (10), 809-814.

Toy, S. ve Yılmaz, S., 2009. Peyzaj Tasarımında Biyoklimatik Konfor ve Yaşam Mekanları İçin Önemi. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 40 (1), 133-139.

Türkoğlu, N., Çalışkan, O., Çiçek, İ. ve Yılmaz, E., 2012. Şehirleşmenin Biyoklimatik Konfor Koşullarına Etkisinin Ankara Ölçeğinde İncelenmesi. Uluslararası İnsan Bilimleri Dergisi, 9(1), 932- 955.

VDI, 1998. Guideline VDI 3787, Part 2, Environmental Meteorology. Methods for the human biometeorological evaluation of climate and air quality for urban and regional planning at regional level-Part I, Climate. VDI-Handbuch Reinhaltung der Luft, Bd. 1 b.

Yalçın, E., 2005. Co-kriging and its effect on the estimation precision. The Journal of The South African Institute of Mining and Metallurgy, 105 (1), 223-228.

Yılmaz, E., 2013. Ankara Şehrinde Isı Adası Oluşumu. Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara, 282s.

Yüksel, Ü.D., ve 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 Dergisi, 23 (4), 937-952.