KESİT AKADEMİ DERGİSİ

ISSN: 2149-9225

The Journal of Kesit Academy

Kentlerin Biyoklimatik Şartlara Etkisinin Analizine Dair Bir Yaklaşım: Erzurum Örneği

An Approach to Evaluate the Effects of Cities on Bioclimatic Conditions: The Sample of Erzurum City

Savaş ÇAĞLAK*

Süleyman TOY**

Aslıhan ESRİNGÜ***

Makale Türü/ Article Information/ Информация о Статье: **Araştırma Makalesi/ Research Article/ Научная Статья**

Atıf / Citation / Цитата

Çağlak, S., Toy, S. ve Esringü, A. (2022). Kentlerin biyoklimatik şartlara etkisinin analizine dair bir yaklaşım: Erzurum örneği. *Kesit Akademi Dergisi*, 8 (31), 220-239.

Çağlak, S., Toy, S., & Esringü, A. (2022). An approach to evaluate the effects of cities on bioclimatic conditions: The Sample of Erzurum city. *The Journal of Kesit Academy*, 8 (31), 220-239.

10.29228/kesit.57438

Geliş/ Submitted/ Отправлено: 30.01.2022
Kabul/ Accepted/ Принимать: 19.06.2022
Yayın/ Published/ Опубликованный: 25.06.2022

Bu makale İntihal.net tarafından taranmıştır. This article was checked by Intihal.net. Эта статья была проверена Интихал.нет Bu makale Creative Commons lisansı altındadır. This article is under the Creative Commons license. Это произведение доступно по лицензии Creative Commons.

*Dr., Millî Eğitim Bakanlığı, Türkiye, savas_caglak@hotmail.com

**Prof. Dr., Atatürk Üniversitesi, Türkiye, suleyman.toy@atauni.edu.tr

***Doç. Dr., Atatürk Üniversitesi, Türkiye, esringua@atauni.edu.tr

KESİT AKADEMİ DERGİSİ

ISSN: 2149-9225

The Journal of Kesit Academy

Kentlerin Biyoklimatik Şartlara Etkisinin Analizine Dair Bir Yaklaşım: Erzurum Örneği

An Approach to Evaluate the Effects of Cities on Bioclimatic Conditions: The Sample of Erzurum City

Dr. Savaş ÇAĞLAK

Prof. Dr. Süleyman TOY

Doç. Dr. Aslıhan ESRİNGÜ

Öz: Kuruldukları günden buyana insanlığın gelişmesi için gerekli etkileşim ortamını kentler sağlamıştır. Kentlerin insan yaşamına olumsuz etkileri daha önce hiç ulaşmadıkları yüzey ve nüfus büyüklüğünü aştığı zaman olan Sanayi Devrimine kadar hissedilmemiştir. Kesintisiz genişleyen ve kalabalıklaşan kent ortamında başta yoğun insan faaliyetleri nedeniyle atmosferik ortamın özellikleri bozulmuştur. Bu bozulmadan insanların etkilenme sebeplerinden biri de biyoklimatik konfor açısından yaşanan olumsuzluklardır. Biyoklimatik konforu düşük alanlarda fiziksel ve ruhsal sağlık, enerji ve verimlilik bazlı ekonomik kayıplar ortaya çıkmaktadır. İklim değişikliğinin etkisiyle gelecekte bu kayıpların artacağı kaçınılmazdır. Bu çalışmada, son yıllarda benimsenen ekonomi politikalarından kaynaklı toprak rantıyla hızlı yayılan Türk kentlerinden biri olan Erzurum kent merkezinde kentsel yayılmanın ve dolayısıyla yüzey artışının insan biyoklimatik konfor şartlarına etkisinin belirlenmesine dair bir yaklaşım geliştirilmiş ve bir yıllık verilerle yaklaşım test edilmiştir. Buna göre kentsel yüzeylerin etkisiyle kır – kent arası sıcaklık stresi farkı yıl boyunca %3,0 (kent sıcak), yaz döneminde ise %7,9'dir (kent sıcak). Kentsel planlama ve tasarım ilkelerinin uygulanması, yapılı çevre ve yeşil alan dengesinin iyi kurgulanması biyoklimatik konfor şartlarını iyileştirecektir. Bu sayede gelecekte kentlerde daha yoğun hissedilmesi beklenen iklim değişikliğine karşı uyum daha fazla sağlanmış olacaktır.

Anahtar Kelimeler: Biyoklimatik konfor, iklim değişikliği, kentsel alan, sürdürülebilir şehirler.

Abstract: Cities have functioned as the scene for the development of humanity due to the required interaction environment they provide since their first appearance on the earth. It was not until the Industrial Revolu-

tion when the surface area and population size of the city exceeded the threshold never experienced before that their negative impacts were felt on humans. In the urban environment, which is constantly expanding and becoming crowded, the characteristics of the atmospheric environment have deteriorated due to intense human activities. One of the reasons why people are affected by this deterioration is the negativities experienced in terms of bioclimatic comfort. Physical and mental health, energy and productivity-based economic losses occur in areas with low bioclimatic comfort. It is inevitable that these losses will increase in the future with the effect of climate change. In this study, an approach was developed to determine the effect of urban sprawl and thus surface increase on human bioclimatic comfort conditions in Erzurum city center, which is one of the Turkish cities that spread rapidly with land rent due to the economic policies adopted in recent years, and the approach was tested with one-year data. Accordingly, with the effect of urban surfaces, the heat stress difference between rural and urban is 3.0% throughout the year (urban is hotter) and 7.9% in summer (urban is hotter). The application of urban planning and design principles, and the good balance of built environment and green space will improve bioclimatic comfort conditions. In this way, adaptation to climate change, which is expected to be felt more intensely in cities in the future, will be achieved more.
Keywords: Bioclimatic comfort, climate change, urban areas, sustainable cities.

1. Giriş

Dünya üzerinde oluşmaya başladıkları günden bu yana şehirler, insanlar arası etkileşimin ve çatışmanın merkezi olukları için insanlığın kültürel, sosyal ve ekonomik açıdan gelişmesinin daha fazla olduğu alanlar olmuştur (Yazar, 2006). Başlangıçta nüfus büyüklüğü, alan genişliği ve insan etkinliklerinin azlığı nedeniyle kentlerin hem çevrelerine hem de sakinlerine olumsuz etkileri çok fazla hissedilmemiştir. Doğal kaynak tüketim ve tahribatı insanların değişen üretim ve tüketim alışkanlıkları nedeniyle her geçen yıl en yüksek seviyelere ulaşırken (Durand, 1967; Rosi, 2004; Gonzalez and Lazora, 2011) kentler de hızla nüfus ve alansal olarak hiç ulaşmadıkları büyüklüklere gelmiştir.

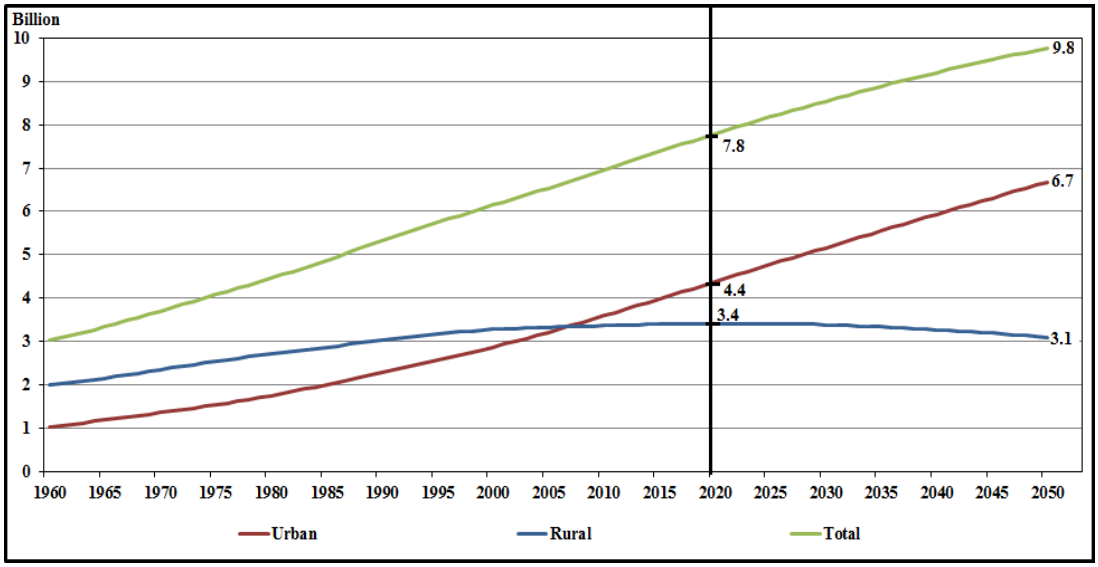
Hem dünyada hem de Türkiye'de sanayileşmenin olduğu bölgelerde nüfus artışı yaşanmıştır. İnsanlar kırdan kente göç etmişlerdir (Lerner, 1964). Sanayileşme sonucunda nüfus yoğunluğu artan kentlerde şehirleşme hareketleri başlamıştır. Ülkemizde de 1950'li yıllar sonrasında kırsal alandan kentsel alana göçler gerçekleştirilmiştir. Ekonomik ve sosyal etkiler sonucu kırsal alanlardaki nüfus yoğunlukları azalmıştır (Çiftçi et al., 2013).

Günümüzde insanların dünya üzerindeki dağılışlarını inceleyecek olursak, in-

OPEN ACCESS creative commons COPE

san nüfusunun %50'den fazlasının kentsel mekânlarda yaşadığı görülmektedir. Türkiye özelinde nüfus yoğunluğuna bakıldığında kırsal nüfusun 1950'lerde %50 oranında olduğu, günümüzde ise bu oranın yaklaşık olarak %27'lik bir kayıp yaşadığı bilinmektedir. Kırsal yaşam alanlarında görülen bu kayıplar, insan nüfusunun kentsel alanlara yönelmesi sonucu ortaya çıkmıştır (Koç, 2019).

Kentlerdeki nüfus artışı kır nüfusuna göre çok daha hızlı olurken 2008 yılında kent nüfusu kır nüfusunu geçmiştir. Kent nüfus oranı 2020 yılında %57 olmuş 2050 beklentisi ise %69'a ulaşacağı yönündedir (World Bank, 2018; Şekil 1).



Şekil 1. Dünya nüfusunun artışı (kır, kent, toplam)

Kentler; içinde barındırdıkları arazi kullanımlarının doğal arazi örtüsünden farklı olması ve kentlilerin üretim ve yaşam için tükettikleri enerji karşılığında ortaya çıkardıkları atmosferik kirlilik nedeniyle kalitesi düşük bir yaşam ortamı sunmaktadırlar. İş ve konut alanlarının ısıtması, endüstriyel üretim, motorlu taşıt trafiği ve doğal yüzey tahribatı gibi özetlenecek etkiler kentlerde atmosferik çevrenin özelliğini değiştiren unsurlar olmaktadır (Tablo 1). Özellikleri değişen kent atmosferinde çevresine göre daha fazla ısınma, daha az nem ve daha durağan bir iklim özelliği ortaya çıkmaktadır.

Tablo 1. Kent iklimini etkileyen faktörler ve sonuçları

İnsan faaliyetleri	**Sonuçları**
Endüstriyel üretim	Partikül madde, sera gazı ve doğrudan ısı salımı
Motorlu taşıt trafiği	
Ev ve ticari alan ısıtması	
Doğal yüzeylerin kentsel yüzeye dönüşümü	Güneş radyasyonunun fazladan tutulması ve aşırı ısıya dönüştürülmesi

Atmosfer, hidrosfer, kriyosfer (buz küre), litosfer ve biyosfer olarak adlandırılan beş temel bileşen ve bunlar arasındaki etkileşimlerden meydana gelen küresel iklim sistemi; başlangıçtan günümüze farklı zaman periyotlarında önemli değişimlere maruz kalmıştır (Le Treut et al., 2007; Türkeş, 2013). İklim sistemi bileşenleri doğal ya da antropojenik (insan kaynaklı) faktörlerce değişime zorlanmaktadır. Uzun süredir etkisi artan antropojenik faaliyetler, tarım, ormansızlaşma ve kentleşmeden dolayı doğal yeryüzü özelliklerini değiştirerek ve atmosfere sera gazı, partikül madde ve fazladan (atık) ısı salarak iklim bileşenlerinin tamamında zorlamalara neden olmaktadır (Türkeş, 2012; IPCC, 2014; NASA, 2018). Kentsel çevrede;

1) Yüksek yapılaşmanın oluşturduğu kanyon geometrisi nedeniyle güneş ışınlarının (kısa ve uzun dalga radyasyon olarak) çarparak ısıtacağı yüzey genişliği ve çeşidi doğal alana göre daha fazla, yatay hava hareketleri (adveksiyon) ile ısı taşınımı daha azdır.

2) Kentsel yüzeyleri oluşturan materyallerin yapısı ve termal özellikleri güneşten gelen ısıyı daha fazla tutma ve iletme kapasitesine sahip olduğu için daha fazla ısınmaya neden olmaktadır.

3) Fosil yakıtların yakılmasını gerektiren insan aktiviteleri nedeniyle kirletici gazların (başlıca sera gazları) ve partiküllerin atmosfere karışmasıyla uzun dalga güneş radyasyonu daha fazla tutulur ve ilave ısınma gerçekleşir.

4) Evsel ısınma, soğutma, taşımacılık gibi çeşitli insan faaliyetlerinin gerçekleştirilmesinde gerekli olan enerji tüketimi nedeniyle de ilave ısı üretimi söz konusudur.

5) Kentsel yüzeyler su geçirimsiz kaplı yüzeyler olduğundan yağış suları hızlı biçimde yüzey akışına geçerek uzaklaşır. Buna ilave olarak kent ortamı bir başka nem kaynağı olan yeşil alanlardan yoksun olduğu için bu alanlardan gelecek terleme ve buharlaşma (evapotranspirasyon) kaynaklı nem daha azdır.

Kentsel ortamın yukarıda sayılan bu özellikleri Kentsel Isı Adasına sebep olmaktadır. Kentsel ısı adası iklim değişikliğinin nedenleri arasında yer alırken bir yandan da değişen iklimle şiddeti artmaktadır (Demircan and Toy, 2019).

Günümüzde kentler sera gazlarına sebep olan enerjinin yüzde yetmişinden fazlasını tüketmektedir. Yirmi birinci yüzyılın ortalarına kadar dünya genelinde her on kişiden yedisinin kentlerde yaşayacağı öngörülmektedir. Bu olumsuz özellikleriyle beraber kentler aynı zamanda iklim değişikliğini azaltmak için yenilikçi çözümler üretmek, iklim değişikliğine uyum çalışmalarını güçlendirmek, iklim direncini artırmak ve sürdürülebilir kalkınmayı desteklemek için yapılan çalışmaların da merkezi durumundadır (Basiago, 1999; UNHabitat, 2014; Raven et al., 2018).

Kentlerde yerleşim alanlarındaki arazi yapısı, yeşil alanların miktarı, yeryüzü

OPEN ACCESS creative commons COPE

şekilleri, var olan doğal yaşamın korunması gibi faktörler, oluşan hava kirliliği üzerine önemli ölçüde etki etmektedir. Ülkemizdeki hava kirliliğinin de en önemli sebeplerinden biri hızlı şehirleşmedir. Nüfusun hızla artması sonucu ortaya çıkan konut artışları, beraberinde daha çok yakıt tüketimini getirmiştir. Ayrıca motorlu taşıtların kullanımındaki artış da hava kirliliğini tetiklemektedir (Rzepa, 2009; Çiftçi et al., 2013; Cheung vd., 2016).

Şehirlerdeki hızlı nüfus artışına bağlı olarak ortaya çıkan çarpık kentleşme, havanın kirlilik düzeyinin yanı sıra sıcaklığını ve nem miktarını da etkilemiştir. Toplumdaki bireyler adına olumsuzluklara yol açmıştır. İnsanlar tarafından üretilen biyoklimatik stres, sağlıkları ve verimlilikleri için tehdit oluşturmuştur (Satterthwaite, 2008). Araştırmalar sonucu kırsal yaşam alanlarındaki yüzey ve hava sıcaklıklarının kentsel yaşam alanlarına göre daha düşük olduğu gözlenmiştir (Oke, 1973; Tuller, 1980; Mayer, 1993; Unger, 1999; Lee et al., 2009; Türkoğlu et al., 2012; Çalışkan and Türkoğlu, 2014; Çağlak, 2017; Tonyaloğlu, 2019; Toy vd., 2019). Biyoklimatik konfor şartları bakımından kent ormanları ve ağaçlık alanlar daha uygun koşullar sunmaktadır (Toy et al., 2007). Yoğun kentsel alanlar ile ağaçlık alanlar arasında 15 – 20 ˚C PET (biyoklimatik konfor indeks değeri; Physiological Effective Temperature) farkının ortaya çıktığı (Gulyas et al., 2006), binaların yoğun olduğu kent merkezi ile bina yoğunluğunun daha az olduğu ve bitkilerle örtülü çevreleri arasında 4-5 ºC UTCI (biyoklimatik konfor indeks değeri; Universal Thermal Climate Index) farkının olduğu gözlenmiştir (Blazecjyk et al.,2016). Bu olumsuz durumların çözümlenebilmesi için ekolojik tabanlı ve sürdürülebilirliği merkeze alan kentsel planlama ve tasarım yaklaşımlarının benimsenmesi ve ilkelerinin uygulanması, doğal yapının korunması ve konfor koşullarının sağlanması gerekmektedir (Çetin, 2016; Çağlak et al., 2021).

1.1. Biyoklimatik Konfor

İnsanoğlu var olduğundan beri beslenme, barınma, korunma, yerleşik bir düzene sahip olma gibi temel ihtiyaçlarını iklim şartları çerçevesinde şekillendirmiştir. İnsanların gündelik hayattaki aktivitelerini etkileyen iklim kavramı sürekli araştırılmış ve anlaşılmaya çalışılmıştır. İklim koşullarının insan hayatını olumlu yönde etkileyebilmesi adına planlamalar yapılmıştır. Bu planlamaların sürdürülebilir boyutlarda olabilmesi için dikkat edilmesi gereken ölçütler bulunmaktadır. Mevcut arazilerin fiziksel özellikleri ve nasıl kullanıldıkları iklimi etkilemektedir. Sürdürülebilir mekânların oluşturulabilmesi için fiziksel özelliklerin yanı sıra iklim parametrelerinin etkilerinin de dikkate alınması gerektiği bilinmektedir (Erkek et al., 2020).

İklim elemanlarının canlılar üzerindeki etkisine biyoklimatik etki denilmektedir. Günümüze kadar birçok kişi tarafından tanımlanan biyoklimatik konfor kavramının kabul edilen en genel tanımıysa, insanların bulundukları ortamdaki iklim şartlarının, fazla enerji harcamadan sağlıklı ve canlı hissettirmesidir (Yılmaz et al., 2013). İnsan

biyoklimatik konforu ise en özet haliyle insanların bulunduğu ortamın hava koşullarından fizyolojik ve zihinsel olarak memnun olma durumu veya rahatsız olmama durumu olarak ifade edilir. Termal duyum veya termal rahatlık iki kutup arasındadır. Yani rahatsız edici sıcaklık ile rahatsız edici soğuk arasındaki nötr rahatsızlık durumudur (Parsons, 2003). Biyoklimatik konforun sağlanması, hava sıcaklığının tedirgin edici etkisinden dolayı mevcut ortamdan uzaklaşma hissinin oluşmasını önleyebilmek ve toplumun mental sağlığını koruyabilmek adına önemlidir.

Biyoklimatik konforun sağlanamaması durumunda genel sosyoekonomik gösterge değerlerinde önemli düşüşler görülebilecektir. Bunların başında halk sağlığı, enerji tüketim artışı, verimlilik kaybı gelmektedir. İklim değişikliğiyle birlikte gelen sıcak hava dalgaları gibi tehlikeler kentsel ortamın konfor düzeylerinde önemli derecede düşüşlere neden olarak ölümcül sonuçlar doğurabilecektir (Matzarakis et al., 2011; Nastos and Matzarakis, 2011). Çok yönlü olması nedeniyle 1900'lerin başından (Haldane, 1905) beri önemli bir bilimsel alan olarak ortaya çıkan biyoklimatik konfor kavramını belirleme ve derecelendirme amaçlı çok fazla formül ve model ortaya çıkmıştır (Epstein and Moran, 2006; de Freitas and Grigorieva, 2015).

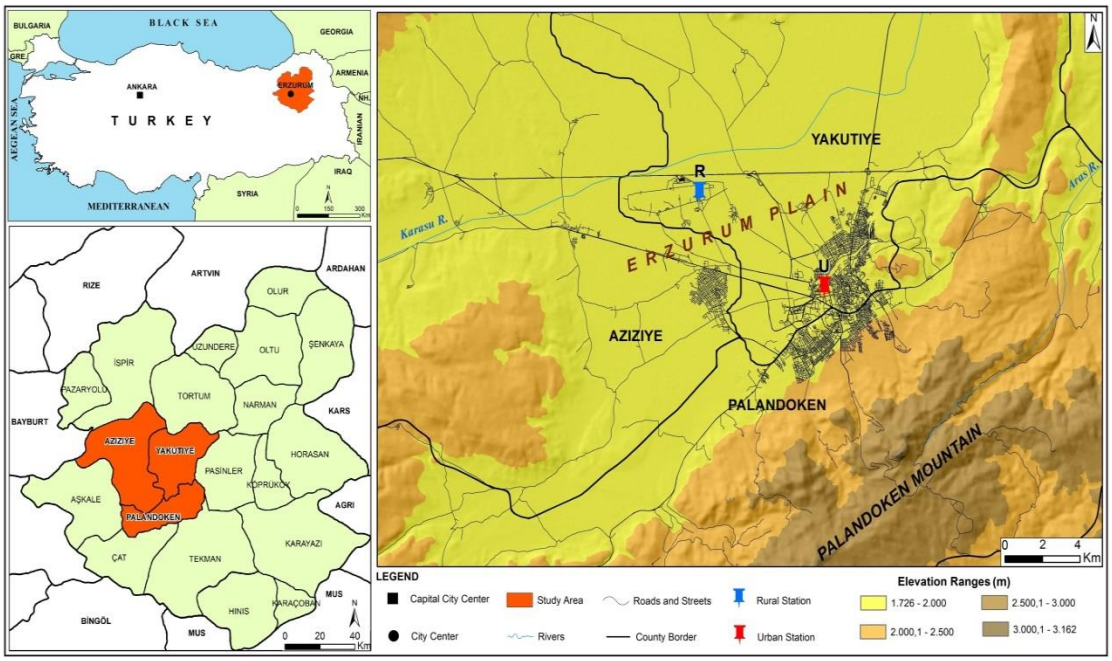
Geçmişten günümüze kadar yapılan birçok bilimsel araştırmanın en temel gayesi toplumda yaşayan insanların refah düzeyini artırmaktır. Araştırmalar sonucu ortaya çıkan bulgular, insanların daha huzurlu ve daha konforlu olacakları ortamların hazırlanması için yol göstermektedir. Günümüz koşullarında bu araştırmalar biyoklimatik konforun sağlanmasını, böylece insanların yaşamının kolaylaşmasını ve daha sağlıklı koşullarda nefes almalarını amaçlamaktadır. Dünya genelinde insanların belirli bir sıcaklık ve nem düzeyine sahip alanlarda, hava kirliliğinin en aza indirgendiği ortamlarda rahat ettiği gözlenmiştir (Kestane and Ülgen, 2013).

Bu çalışmada, son yıllarda benimsenen ekonomi politikalarından kaynaklı toprak rantıyla hızlı yayılan Türk kentlerinden biri olan Erzurum kent merkezinde kentsel yayılmanın ve dolayısıyla yüzey artışının insan biyoklimatik konfor şartlarına etkisinin belirlenmesine dair bir yaklaşım geliştirilmiş ve bir yıllık verilerle yaklaşım test edilmiştir.

2. Materyal ve Metot

Erzurum, Türkiye'nin kuzey doğusunda (39º 55'N ve 41º 16' E), Kuzeydoğu Anadolu Bölgesinde (TRA1 Düzey 2 Bölgesi) bulunmaktadır. Erzurum kenti, depresyon sahası olan Erzurum Ovası ve Palandöken Dağı eteklerinden ovaya doğru uzanan birikinti yelpazeleri üzerinde kurulmuş ve gelişmiştir (Atalay, 1983). Kent merkezi 1750 - 2100 m arasında değişen yükseklikte bulunmaktadır (Şekil 2).

OPEN ACCESS creative commons COPE



Şekil 2. Çalışma alanının yeri

Kent merkezinde uzun yıllar ölçüm yapan meteoroloji istasyonundan elde edilen değerlere göre yıllık sıcaklık ortalaması 5,6°C (36,5°C ile -37,2°C arası). Yıllık yağış toplamı 403.3mm (ilkbahar ve yaz başı) ve karlı gün sayısı 110,4 gündür (Tablo 1; Toy and Kantor, 2017).

Tablo 2. Uzun yıllar ortalama ve toplam iklim verileri

Ölçüm periyodu 1960 – 2020 (39º 55'N; 41º 16' E; 1758 m)

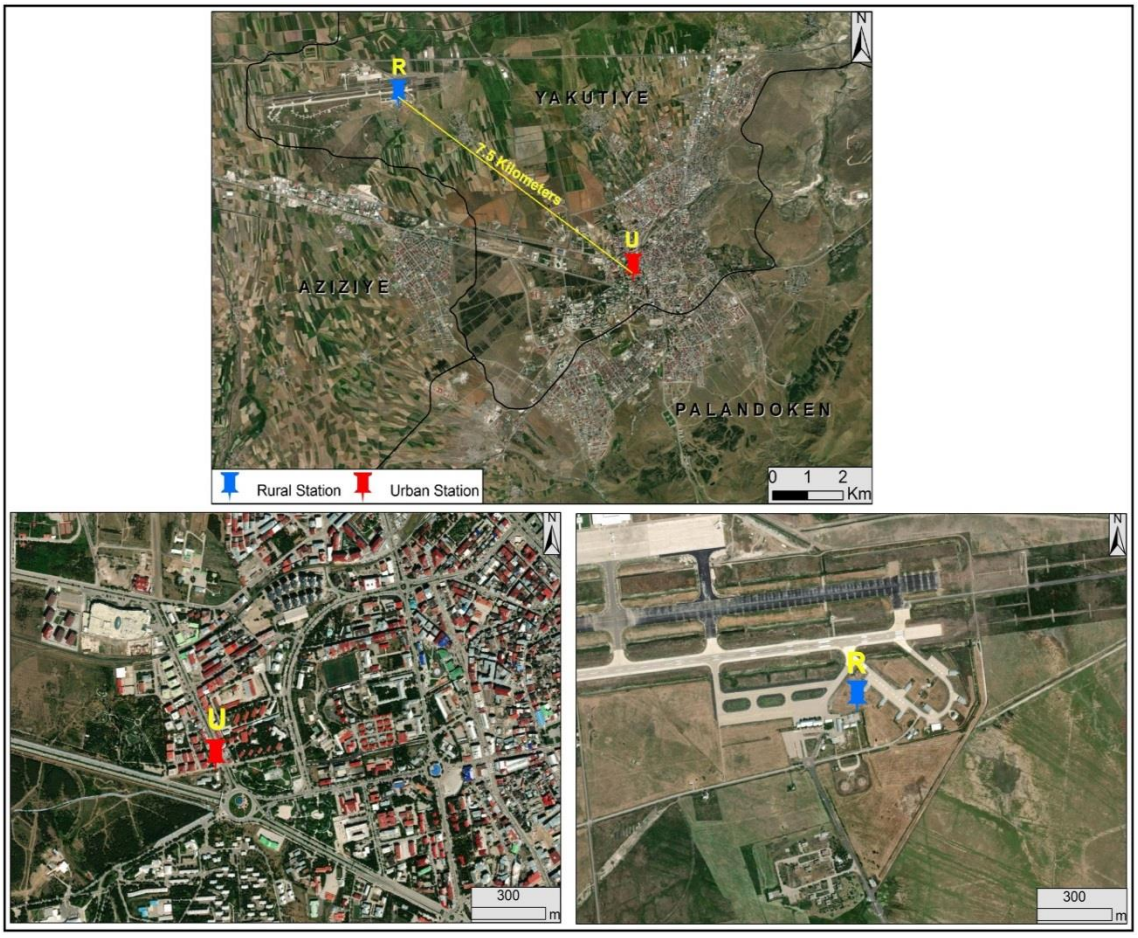
Parametre	Değer	Dönem
Ortalama Sıcaklık	5,7°C	Yıllık
Ortalama nispi nem	% 64,6	Yıllık
Ortalama rüzgar hızı	8,64 km/saat	Yıllık
Yağış toplamı	403,3 mm	Yıllık
Karla kaplı gün	110.4 gün	Yıllık
Rekor maksimum sıcaklık	36,5 °C	11.08.2006
Rekor minimum sıcaklık	-37,2 °C	28.12.2002
Rekor günlük yağış	59,6 mm	23.02.2004
Rekor kar yüksekliği	130cm	23.02.2004
Rekor rüzgar hızı	110,2 km/saat	16.04.1974

Çalışmada kent ve kır olarak kabul edilen iki meteoroloji istasyonunun 2014 yılı

saatlik; hava sıcaklığı (ºC), nispi nem (%), rüzgâr (m/sec) ve bulutluluk (octa) verileri kullanılmıştır. Kent (U) istasyonu yoğun yapılaşmış kent merkezinde 1860 metre yükseltide kurulmuş, kır (R) istasyonu yapılaşmanın olmadığı açık bir alan olan Erzurum Havaalanında 1758 metre yükselti kurulmuştur (Tablo 2; Şekil 3). Biyoklimatik konfor şartları radyasyon modeli olan RayMan yazılımı aracılığıyla PET (Physiological Equivalent Temperature) indeksi kullanılarak hesaplanmıştır.

Tablo 2. Çalışma kapsamında veri alınan meteoroloji istasyonları

Alan	Boylam (Doğu)	Enlem (Kuzey)	Yükseklik (m)	Yüzey özelliği
Kent	41˚16'	39˚55'	1758	Yoğun yapılı
Kır	41˚12'	39˚58'	1860	Yapı yok



Şekil 3. Meteoroloji istasyonlarının çevresinin arazi kullanım özellikleri

PET (Physiological Equivalent Temperature) (Höppe, 1993; Höppe, 1999; Matzarakis et al., 1999) dünyada yaygın olarak kullanılan ve insan biyoklimatik konforuna ait değerleri insan vücudunun özelliklerini (boy, kilo, yaş, giysi, aktivite gibi) ve meteorolojik parametreleri (sıcaklık, nem, güneş radyasyonu, rüzgar) dikkate alarak hesaplayan bir indekstir (Höppe, 1999; Matzarakis et al., 1999; Gulyas et al., 2006). Elde

OPEN ACCESS creative commons COPE

edilen değerler önceden belirlenmiş hissedilen sıcaklık değer aralıklarına göre sınıflandırılır (Fanger, 1970; Mayer, 1993; Matzarakis and Mayer, 1996) de belirlemiştir (Tablo 3).

Tablo 3. Hissedilen sıcaklık ve stres seviyesi aralıkları (Matzarakis et al. 1999; Höppe, 1999)

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

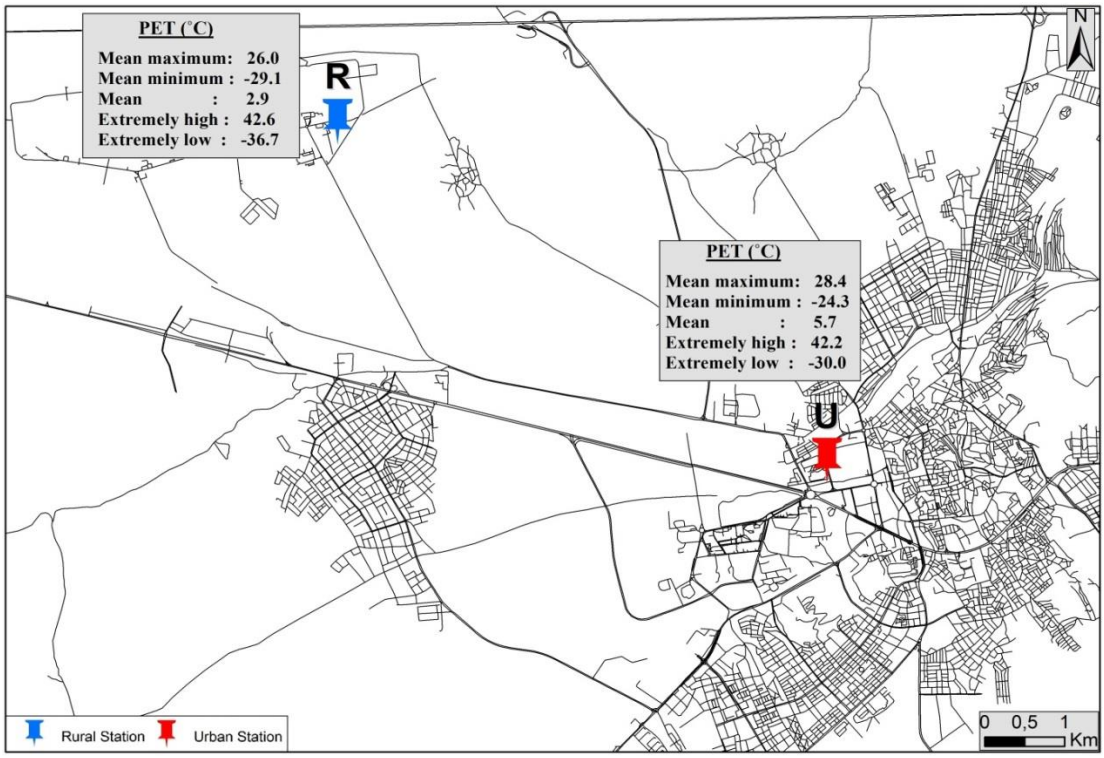
RayMan güneş radyasyonunu dikkate alarak PET gibi biyoklimatik konfor indekslerine göre değer hesaplamakta kullanılan bir bilgisayar modelidir (Matzarakis et al., 2000; Matzarakis et al., 2007). Çalışma kapsamında modelin son sürümü kullanılmıştır. RayMan modeline saatlik olarak hava sıcaklığı (Ta), nispi nem (RH), rüzgar hızı (WS; 1.1m'de) ve bulutluluk miktarı (10 okta) girilmiştir. İstasyonlar eş zamanlı 2014 yılı boyunca çalışmış ve saatlik veriler (her istasyon için 8760saatlik; 365 x 24) elde edilmiştir.

3. Sonuçlar

Kentler iklim değişikliğine neden olan ve sonuçlarından da en ciddi şekilde etkilenecek alanlar arasındadır. Mekânsal planlama ve tasarım ilkelerinden uzaklaştıkça kentler beraberinde doğal kaynak tahribatını, sağlıksız yaşam koşullarını ve her geçen gün büyüyen sürdürülebilirlik sorunlarını getirmektedir.

Kentleşmenin etkisiyle artan yapılaşmalar, doğal yaşam alanlarını tahrip etmekte, şehirlerde hızla yükselen binalar hava akımının oluşmasını engellemektedir. Sürekli yükselen binalar arasında kalan insanlar yoğun bir etkileşim alanında bulunmakta, kendilerini baskılanmış hissetmektedirler. Yaşam alanlarında biyoklimatik konforun sağlanamaması, fiziksel ve ruhsal rahatsızlıkların ortaya çıkış sebebi olarak gösterilmektedir.

Çalışma sonucunda kır ve kenti temsil eden meteoroloji istasyonlarının verileri kullanılarak hesaplanan biyoklimatik konfor değerlerine göre çalışma periyodunda kırsal alan daha olumlu özellikler göstermiştir (Şekil 4).



Şekil 1. Kırsal ve kentsel alandaki meteoroloji istasyonları

Çalışma sonucunda elde edilen PET değerlerinin ortalamasına göre kırsal alanın kentsel alandan 2,8°C, maksimum değerlerin ortalamasına göre 2,4°C ve minimum değerlerin ortalamasına göre ise 4,8°C daha serin olduğu tespit edilmiştir. Bu verilere göre kırsal alanlarda yaşayan insanların bulundukları ortamda kentsel alanlarda yaşayanlara göre daha rahat olacakları, daha dinamik hissedecekleri öngörülmektedir. Sıcaklık hissine bağlı oluşan termal stres seviyelerinin de daha düşük olması gerektiği beklenilmektedir. Tablo 4 çalışma periyodu boyunca ve en yüksek sıcaklık değerine sahip dört ay (Haziran, Temmuz, Ağustos ve Eylül) boyunca kırsal ve kentsel alanların konfor değerlerini vermektedir.

Tablo 4. Kırsal ve kentsel alanlar arasındaki konfor değerleri farkı

Yıllık değerler						
PET (°C)	İnsanın sıcaklık hissi	Termal stres seviyesi	Kır (Saat)	Kır (%)	Kent (saat)	Kent (%)
<4	Çok soğuk	Aşırı soğuk stresi	4944	56,4	4181	47,7
4,1–8,0	Soğuk	Güçlü soğuk stresi	939	10,7	1053	12,0
8,1–13,0	Serin	Orta soğuk stresi	986	11,3	1193	13,6
13,1–18,0	Hafif serin	Hafif soğuk stresi	697	8,0	817	9,3
		Ara Toplam		86,4		82,6
18,1–23,0	Konforlu	Termal stres yok	454	5,2	522	6,0
23,1–29,0	Hafif ılık	Hafif sıcaklık stresi	363	4,1	440	5,0
29,1–35,0	Ilık	Orta sıcaklık stresi	311	3,6	393	4,5

OPEN ACCESS creative commons COPE

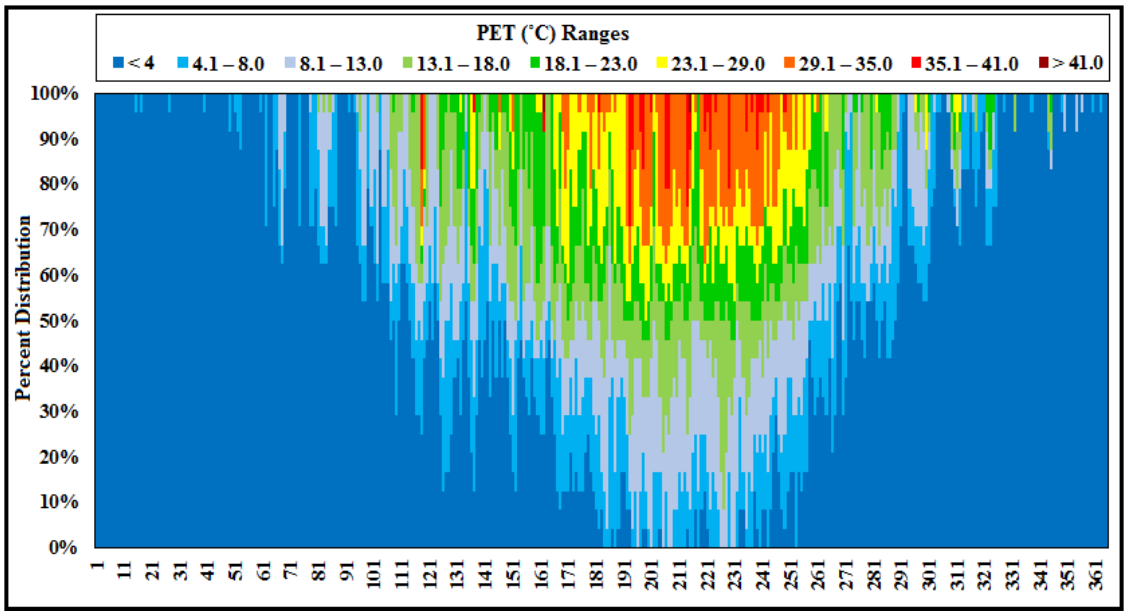
35,1–41,0	Sıcak	Güçlü sıcaklık stresi	64	0,7	158	1,8
>41,0	Çok sıcak	Aşırı sıcaklık stresi	2	0,0	3	0,0
		Ara Toplam		8,4		11,3
		Genel Toplam	8760	100	8760	100
Yaz ayları						
PET (°C)	İnsanın sıcaklık hissi	Termal stres seviyesi	Kır (Saat)	Kır (%)	Kent (saat)	Kent (%)
<4	Çok soğuk	Aşırı soğuk stresi	413	14,1	157	5,4
4,1–8,0	Soğuk	Güçlü soğuk stresi	441	15,1	371	12,7
8,1–13,0	Serin	Orta soğuk stresi	574	19,6	632	21,6
13,1–18,0	Hafif serin	Hafif soğuk stresi	443	15,1	475	16,2
18,1–23,0	Konforlu	Termal stres yok	359	12,3	363	12,4
23,1–29,0	Hafif ılık	Hafif sıcaklık stresi	336	11,5	395	13,5
29,1–35,0	Ilık	Orta sıcaklık stresi	301	10,3	378	12,9
35,1–41,0	Sıcak	Güçlü sıcaklık stresi	59	2,0	154	5,3
>41,0	Çok sıcak	Aşırı sıcaklık stresi	2	0,1	3	0,1

Tablo 4'te verilen değerler incelendiğinde, kentsel ortamın sadece "konforlu" aralık dikkate alındığında hem periyot boyu hem de en sıcak 4 ay ortalamasında daha yüksek konforlu süreye sahip olduğu görülmektedir (%5,2'ye %6,0). Bununla beraber, hem kırsal hem de kentsel alanda soğuk stresinin yoğunlukla baskın olduğu da görülmektedir. "Konforlu" (çok soğuk, soğuk, serin, hafif serin) aralığın altındaki aralıkların tamamının soğuk stresi olarak ele alınması durumunda, kır ve kent için çalışma döneminin çok büyük bir bölümünün (%80 üzeri) soğuk stresi altında geçtiği görülmektedir. Buna karşılık, "konforlu" aralığın üstünü sıcak stresi kabul ederek her ne kadar düşük bir oranda da olsa kırsal alanın sıcaklık stresi konusunda kentsel alandan daha olumlu özellikler gösterdiği belirtilebilir.

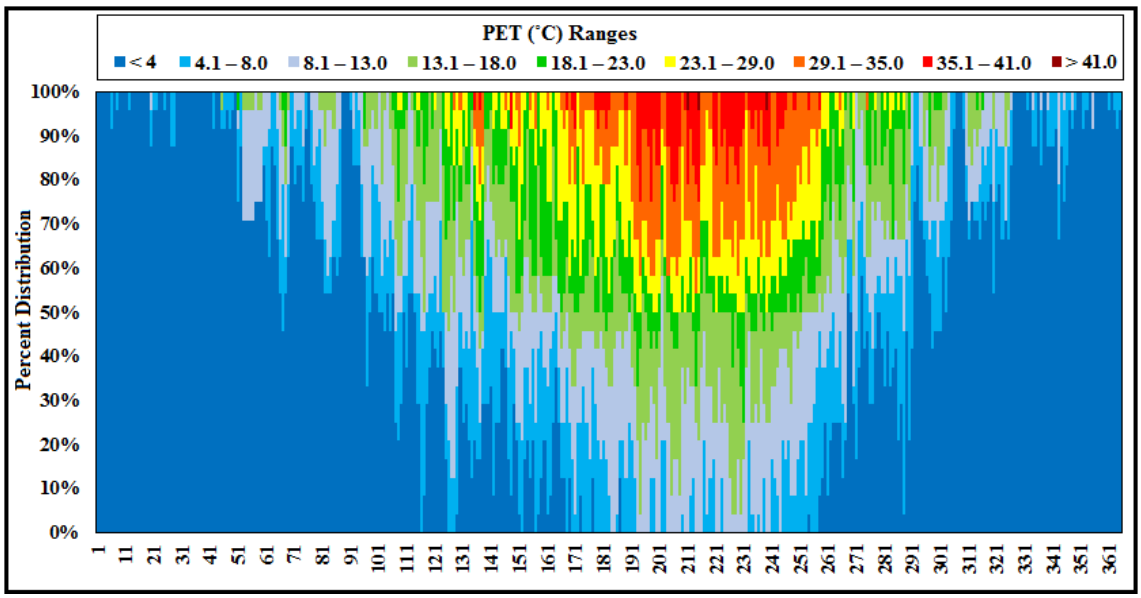
Biyoklimatik konforu sağlamada (konforlu aralıkta) kırsal alana göre kentte %0,8 oranında daha uzun bir periyotla avantaj sağlanırken (kent merkezi daha uzun saatler konforlu) sıcaklık stresine giren aralıklarda kırsal alanda %8,4'lük oran varken kentsel alanda bu oran %11,3'tür. Kırsal alanın çalışma süresinin tamamında sıcaklık stresi açısından %3'lük bir avantaj sağladığı görülmektedir. Kentsel alanın kentsel ısı adası etkisi nedeniyle kırsaldan daha yüksek sıcaklıklara sahip olması soğuk stresinin daha geç başlamasına neden olmaktadır. Bu nedenle konforlu aralıkta geçen süre kentsel ortamda kırsala göre daha yüksek çıkmaktadır. En yüksek otalama sıcaklığın yaşandığı dört ayın değerlendirildiği dönemde "konforlu" aralıkta geçen dönemin süre uzunluğu her iki alanda da aynıya yakın iken soğuk stresindeki aralıkların hakim olduğu dönem kırsalda (%63,9), sıcak stresine neden olan aralıkların hakim olduğu dönem ise kentte daha uzundur (%31,8'e karşı %23,9).

Kırsal ve kentsel alanlara ait PET değerlerinin konfor aralıklarına göre sınıflan-

dırılmış değerlerinin 10 günlük periyotlara göre zamansal dağılımları yüzdelik değer (%) olarak Şekil 5 ve 6'da verilmiştir. Bu dağılımlar incelendiğinde kırsal alanda en sıcak 4 ay özelinde (en yüksek temmuz ve ağustos olmak üzere) sıcaklık stresinin az bir süre devam ettiği bunun yerini "konforlu" aralığın aldığı görülmektedir (Şekil 5). Kentsel ortamda aynı dönemde sıcaklık stresine neden olan aralıkların yüzde değerlerinin ve sürelerinin daha fazla olduğu kırdan farklı olarak "konforlu" aralığın süre ve yüzdesinin "sıcak" aralık tarafından alındığı görülmektedir (Şekil 6).



Şekil 5. Konfor aralıklarının zamansal dağılımı (Kırsal alan)



Şekil 6. Konfor aralıklarının zamansal dağılımı (Kentsel alan)

OPEN ACCESS creative commons COPE

4. Değerlendirme ve Sonuç

Bu çalışmada, dünyada tecrübe edilen kentleşme süreçlerinin aynısını yaşayan Türk kentlerinde kentleşmenin biyoklimatik konfor şartlarına etkisi orta büyüklükte sanayileşmemiş bir kent olan Erzurum'da incelenmiştir. Çalışma sonucunda kır kent karşılaştırılmasında; PET ortalamalarına göre kırın kente göre 2,8°C, maksimum ortalamalara göre 2,4°C ve minimum ortalamaya göre ise 4,8°C daha serin olduğu ortaya çıkmıştır. Ayrıca kentsel alanın kıra göre tüm yıl boyunca %3,0, yaz döneminde ise %7,9 oranında daha fazla sıcak stresine maruz kaldığı tespit edilmiştir. Kentsel alanın kırsal alana göre olumsuz konfor koşullarına sahip olduğu görülmüştür. Dünya nüfusunun büyük çoğunluğunun yaşadığı kent merkezlerinde konfor şartlarının olumsuzlaştığı Dünya genelinde ve Türkiye'de yapılan diğer çalışmalarda da görülmektedir (Tablo 5).

Tablo 5. Önceki çalışmaların sonuçları ile karşılaştırma

Literatür	Çalışma alanı	Periyot	Kent – kır farkı
Oke, 1973	St. Lawrence Lowland (Canada)	1969-1971	0.27- 1.91 °C
Unger, 1999	Szeged (Hungary)	1978-1980	2,5 °C
Svensson and Eliason (2002)	Gothenburg (Sweden)	1998-1999	4 -8 °C
Lee et al., 2009	Gyeong-In (Korea)	2002	45 W m^{-2}
Çalışkan and Türkoğlu, 2014	Ankara (Turkey)	1975-2013	0.5-2.6 °C
Çağlak, 2017	Samsun (Turkey)	2000-2015	0.3- 1.7 °C
Toy et al., 2019	Eskişehir (Turkey)	2007-2017	~ 2.5 °C
Tonyaloğlu, 2019	Aydın (Turkey)	2005-2015	~ 3.6 °C
Çağlak et al., 2021	Bolu (Turkey)	2010 - 2020	6-11 °C

Çalışmada önceki çalışmaların çoğunda sonuç olarak bulunan kentsel ortamın daha fazla sıcaklık stresi sunduğu ve süre olarak daha uzun dönemde konforsuz aralıkların var olduğu sonucuna ulaşılmıştır (Tuller, 1980). Bu durum yüksek rakımlı ve kış döneminin uzun ve soğuk olduğu bir kentte kentsel ısı adası nedeniyle bazı dönemlerde konforlu süreyi uzatıyor olsa da bunun karşılığında yaz aylarında daha uzun sıcak stresine maruz bırakmaktadır. Kentsel ortamlar özellikle yazın güneşlenme şiddetinin yüksek olduğu alanlarda oldukça konforsuz alanlar sunmaktadır. Başta iklim

değişikliği ve sonrasında bu değişikliğe hazırlıksız yakalanan ve uyum kapasitesi fiziksel olarak düşük olan Türk kentlerinde biyoklimatik konfor şartlarının gittikçe kötüleştiği ve kentlerin yaşanabilirliklerinin azaldığı gözlemlenen bir durumdur.

Tedbir olarak yapılan mekânsal plan ve tasarımların uygulanması için yerel yönetimlerin çaba göstermesi, geleceğe dönük planların ekolojik ve iklim duyarlı olması, kentlerin sosyo ekonomik gelişimine engel olmadan sürdürülebilir biçimde gelişmesine imkan sağlayacak çevre duyarlılığı yüksek planlama çalışmaları yapılması gerekmektedir. Planlarda yapılı çevre ve yeşil sistem uyumu sağlanmalıdır. Karbon salımını sıfırlayacak, hatta karbon negatif hale gelecek kentlerin planlanması çalışmalarına başlanmalıdır. Biyoklimatik konfor koşulları dikkate alınarak yapılacak planlamalar gerek kent insanın sağlığına ve refahına gerekse küresel ısınma kaynaklı iklim değişikliğinin yavaşlatılmasına da katkı sağlayacaktır.

Çalışmada kullanılan değerlendirme metodu kent kır arasındaki konfor aralıklarının saat olarak belirlenmesi ve bu aralıkların yüzde dağılımının karşılaştırılması üzerine kurulu olduğu için net sonuçlar vermiştir. Yıldan yıla değişmesine rağmen uzun yıllara ait veriler kullanılarak da aynı metot kullanılabilir ve sonuçlar daha yüksek sayılarla daha belirgin çıkabilir. Dünyada sayısı ve niteliği her geçen gün artan benzer çalışmaların tüm kentlerin konfor açısından kıyaslanabilir hale gelmesi amacıyla benzer göstergeleri ortaya koyması gerekmektedir.

"COPE-Dergi Editörleri İçin Davranış Kuralları ve En İyi Uygulama İlkeleri" beyanları:

Etik Kurul Belgesi:	Bu çalışma için etik kurul onayı gerekmemektedir.
Çıkar Çatışması Beyanı:	Bu makalenin araştırması, yazarlığı veya yayınlanmasıyla ilgili olarak yazar/ların potansiyel bir çıkar çatışması yoktur.
Finansal Destek:	Bu çalışmanın araştırma ve yazım aşamasında herhangi kişi/kurum veya kuruluşlar tarafından finansal destek alınmadığı bildirilmiştir.
Katkı Oranı Beyanı:	%40-%40-%20
Destek ve Teşekkür Beyanı:	
Sorumlu Yazar:	Aslıhan ESRİNGÜ
Çifte Kör Hakem Değerlendirmesi:	Dış-bağımsız

The following statements are made in the framework of "COPE-Code of Conduct and Best Practices Guidelines for Journal Editors":

Ethics Committee Approval:	Ethics committee approval is not required for this article.
Declaration of Conflicting Interests:	No conflicts of interest were reported for this article.
Financial Support:	It has been reported that this study did not receive financial support from any per-

son/institution or organization during the research and writing phase.
Author Contributions: %40-%40-%20
Statement of Support and Acknowledgment: -
Corresponding Author: Aslıhan ESRİNGÜ
Double-Blind Peer Review: External-independent

KAYNAKÇA

Atalay, I. (1983). Erzurum Ovası ve Çevresinin Toprakları. *Ege Coğrafya Dergisi*, 1 (1), 68-99.

Basiago, A. D. (1999). Economic, social, and environmental sustainability in development theory and urban planning practice. *The Environmentalist* 19, 145 – 161.

Blażejczyk, K.,Kuchcik, M., Dudek, W., Kręcisz, B., BLażejczyk, A., Milewski, P., Szmyd, J., PaLczyński, C. (2016). Urban heat ısland and bioclimatic comfort in Warsaw. In F. Musco (ed.), *Counteracting Urban Heat Island Effects in a Global Climate Change Scenario* (pp. 305-321). DOI 10.1007/978-3-319-10425-6_11

Cheung, W.W. L., Pauly, D. (2016) Global-scale responses and vulnerability of marine species and fisheries to climate change, fisheries, climate change, *Global Atlas of Marine Fisheries*. Island Press.

Demircan, N., Toy S. (2018). Turkish urban climate change literature, *Atlas Journal*, 10, 809-814.

Çalışkan, O., Türkoğlu, N. (2011). Ankara şehrinin insan biyoklimatolojisi açısından analizi. *Uluslararası İnsan Bilimleri Dergisi*, *8*(2), 978-1001.

Çalışkan, O., Türkoğlu, N. (2014). Ankara'da termal koşulların eğilimi ve şehirleşmenin termal konfor koşulları üzerine etkisi. *Coğrafi Bilimler Dergisi*, 12 (2), 119-132.

Çağlak, S. (2017). *Samsun'un biyoklimatik konfor şartlarının incelenmesi ve şehirleşmenin biyoklimatik konfor şartlarına etkisi* [Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi]. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.

Çağlak, S. (2021*). Effects and possible consequences of climate change on bioclimatic comfort conditions* [Unpublished doctoral thesis]. Ondokuz Mayıs University.

Çağlak, S., Kırkık Aydemir, K. P., Kazancı, G. (2021). Effects of urbanization on bioclimatic comfort conditions; Bolu example. *City Health Journal*, 2(2), 47-55.

Çiftci, Ç., Dursun, Ş., Levend, S., Fatma, K. (2013). Topoğrafik yapı, iklim şartları ve

kentleşmenin Konya'da hava kirliliğine etkisi. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, *1*(1): 19-24.

de Freitas, C. R., Grigorieva, E.A. (2015). A Comprehensive catalogue and classification of human thermal climate ındices. *International Journal of Biometeorology*, 59, 109–120.

Durand, J.O. (1967). The modern expansion of world population. *Proceedings of the American Philosophical Society*, June 1967.

Epstein, Y., Moran, D.S. (2006). Thermal comfort and the heat stress ındices. *Industrial Health*, 44: 388–398.

Erkek, E., Başaran, N., Atun, R, Kalaycı, Ö., Lamba, H., Öner, A., Çabuk, S.N., Uyguçgil, H. ve Ağaçsapan, B. (2020). Biyoklimatik konfor ve arazi kullanımı arasındaki ilişkinin cbs ve ua teknikleri kullanılarak incelenmesi: İzmir ili örneği. *Afyon Kocatepe University Journal of Science and Engineering*, 20, 174-188.

Fanger, P.O. (1970). *Thermal comfort.* Copenhagen, Danish Technical Press, 244 pp.

Gonzalez, M. J., De Lazora, M.L., (2011). Urban development and sustainability. *European Journal of Geography*,1, 1- 12.

Gulyas, A.,Unger, J., Matzarakis, A., (2006). Assessment of the microclimatic and human comfort conditions in a complex urban environment: Modelling and measurements. *Building and Environment*, 41, 1713–1722.

Haldane, J.S. (1905). The influence of high air temperature. *J Hyg*, 5, 494–513.

Höppe, P., 1993. Heat balance modelling. *Experientia*, 49, 741-746.

Höppe, P., 1999. The physiological equivalent temperature-a universal index for the biometeorological assessment of the thermal environment. *Int. J. Biometeorol*. 43, 71-75.

IPCC (2014). *Climate Change 2014. Synthesis Report*. https://www.ipcc.ch/pdf/assessmentreport/ar5/syr/SYR_AR5_FINAL_full.pdf

Kestane, Ö. ve Ülgen, K. (2013). İzmir ili için biyoklimatik konfor bölgelerinin belirlenmesi. *Süleyman Demirel Üniversitesi Teknik Bilimler Dergisi*, 5 (3), 18-25.

Koç, A. (2019). Yalova kent merkezinin biyo-klimatik konfor yönüyle değerlendirilmesi. *4th International Scientific Research Congress* (14 – 17 February 2019 / Yalova) (UBAK).

Lee, S. H., Song, C. K., Baik, J. J., Park, S. U. (2009). Estimation of anthropogenic heat emission in the gyeong-in region of Korea. *Theoretical and Applied Climatology*, 96 (4); 291-303.

Lerner, D. (1964). *The passing of traditional society modernizing The Middle East.* The Free Press.

Le Treut, H.R., Somerville, U., Cubasch, Y., Ding, C., Mauritzen, A., Mokssit, T., Peterson, M. (2007). Historical overview of climate change. In Solomon vd. (Eds.), Climate change 2007: *The physical science basis. contribution of working group ı to the fourth assessment report of the IPCC.* Cambridge University Press.

Matzarakis, A., Mayer, H. (1996). Another kind of environmental stress: Thermal stress. *WHO Newsletters*, 18, 7-10.

Matzarakis, A., Mayer, H., Iziomon, M. G. (1999). Applications of a universal thermal ındex: Physiological equivalent temperature. *Int J Biometeorol*, 43, 76–84

Matzarakis, A.; Rutz, F.; Mayer, H., 2000. Estimation and calculation of the mean radiant temperature within urban structures. in: biometeorology and urban climatology at the turn of the millenium. In R.J. de Dear, J.D. Kalma, T.R. Oke and A. Auliciems (Eds.*), Selected Papers from the Conference ICB-ICUC'99*, Sydney, WCASP-50, WMO/TD No. 1026, 273-278.

Matzarakis, A., Rutz, F., Mayer, H., 2007. Modelling radiation fluxes in simple and complex environments – application of the Rayman model. *International Journal of Biometeorology*, 51, 323-334.

Mayer, H. (1993). *Urban bioclimatology.* Experientia 49: 957-963.

NASA (2018). https://climate.nasa.gov/causes/ .

Oke, T. R. (1973). City size and the urban heat ısland. *Atmospheric Environment*, 7 (8): 769-779.

Parsons, K.C. (2003). *Human thermal environments: the effects of hot, moderate, and cold environments on human health, comfort and performance*. Taylor & Francis, London, New York.

Raven, J., Stone, B., Mills, G., Towers, J., Katzschner, L., Leone, M., Gaborit, P., Georgescu, M., and Hariri, M. (2018). *Urban planning and design*. In Rosenzweig, C., W. Solecki, P. Romero-Lankao, S. Mehrotra, S. Dhakal, and S. Ali Ibrahim (eds.), Climate change and cities: Second assessment report of the urban climate change research network. Cambridge University Press. New York. 139–172.

Rossi, U. 2004. The multiplex city. The process of urban change in the historic centre district of Naples. *European Urban and Regional Studies*, 11 (2) :156-169.

Rzepa,M. (2009).*The Map of sky view factor in the center of Lodz.* The Sevent ınternational conference on urban climate.,29 June – 3 July 2009,Yokohama, Japan.

Satterthwaite, D. (2008). Cities' contribution to global warming: Notes on the allocation of greenhouse gas emission. *Environment and Urbanization*, 20 (2), 539-550.

Svensson M. K., Eliason I. (2002). Diurnal air temperatures in built-up areas in relation to urban planning. *LandscapeAnd Urban Planning*, 61 (1), 37-54.

Tonyaloğlu, E.,E. (2019). Kentleşmenin kentsel termal çevre üzerindeki etkisinin değerlendirilmesi, Efeler ve İncirliova (Aydın) örneği. *Türkiye Peyzaj Araştırmaları Dergisi*, 2 (1), 1-13.

Toy S, Yilmaz S, Yilmaz, H. (2007). Determination of bioclimatic comfort in three different land uses in the City of Erzurum, Turkey. *Building environment*, 42(3), 1315–1318.

Toy, S. (2010). *Biyoklimatik konfor değerleri bakımından Doğu Anadolu bölgesi rekreasyonel alanların incelenmesi* [Yayınlanmamış Doktora Tezi]. Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

Toy, S., Kantor, N. (2017). Evaluation of human thermal comfort ranges in urban climate of winter cities on the example of Erzurum city. *Environmental Science and Pollution Research*, 24 (2):1811–1820.

Tuller, S.E. (1980). Effects of a moderate sized city on human thermal bioclimate during clear winter nights. *International Journal of Biometeorology*, 24, 97–106.

Türkeş, M. (2012). *Küresel iklim değişikliği ve çölleşme.* İçinde N. Özgen (Ed.) Günümüz Dünya Sorunları – Disiplinlerarası Bir Yaklaşım. Eğiten Kitap.

Türkeş, M. (2013). İklim değişiklikleri: Kambriyen'den pleyistosene, geç holosen'den 21. yüzyıla. *Ege Coğrafya Dergisi*, 22 (1), 1- 25.

Türkoğlu, N., Çalışkan, O., Çiçek, İ., Yılmaz, E. (2012). Şehirleşmenin biyoklimatik koşullara etkisinin Ankara ölçeğinde incelenmesi. *Uluslararası İnsan Bilimleri Dergisi*, 9 (1): 932-955.

UNHABITAT (United Nations Human Settlements Programme) (2014). Urban planning for city leaders (2nd Edition). Nairobi. https://unhabitat.org/

Unger, J. (1999). Comparisons of urban and rural bioclimatological conditions in the case of a Central-European city. *International Journal of Biometeorology*, 43: 139–44.

World Bank (2018). https://data.worldbank.org/indicator/SP.URB.TOTL

Yazar, K.H. (2006). *Sürdürülebilir Kentsel Gelişme Çerçevesinde Orta Ölçekli Kentlere Dönük Kent Planlama Yöntem Önerisi* [Unpublished Doctoral Thesis]. Ankara University Social Sciences Institute.

Yılmaz, S., Yıldız, N. D., Avdan, U. (2013). Ekolojik kentsel planlamada Rayman modeli ve termal bant kullanılarak biyoklimatik konforun hesaplanması. *SUNUŞ YAZILARI*, 53.