

Farklı Kent Dokularının Yaz Aylarında Biyoklimatik Konfora Etkisi: Erzurum Örneği

Esra BULGAN¹, Sevgi YILMAZ²

ÖZET: İklim; insan ve çevreye ait etkileri nedeniyle araştırılmaya değer önemli konular arasında yer almaktadır. Bu çalışmada, Biyoklimatik konfor değeri hesaplamak için Erzurum kent merkezinde farklı niteliklere sahip beş alan belirlenmiştir. Bu alanlardan; 2012 yılı 20 Haziran ve 10 Eylül aralığında günlük 00:00, 03:00, 06:00, 09:00, 12:00, 15:00, 18:00 ve 21:00 saatlerini kapsayan sıcaklık (°C), nem (%), rüzgar (m/s) ve bulutluluk (oktas) gibi meteorolojik parametreler ölçülmüştür. Çalışmada; fizyolojik Eşdeğer Sıcaklık (FES) indeksi ve RayMan 2.1 modeli kullanılmıştır. Referans istasyon kırsal, diğer 5 istasyon kentsel olarak tanımlandığında kırsal istasyon ile kentsel istasyonlar arasında 1.1°C ve 4.3°C arasında değişen FES farklılıkları olduğu görülmüştür. Step bitki örtüsüyle kaplı kırsal alan olan Erzurum Meteoroloji Havaalanı istasyonunda yaz aylarında “konfor”lu aralık %10,3 oranında hissedilirken, bitki örtüsünce zengin olan Atatürk Üniversitesi yerleşkesinde bu oran %20,4 olarak tesbit edilmiştir. Bu nedenle kent içi yeşil alanları mümkün olduğunca korunmalı ve miktarları artırılmalıdır.

Anahtar Kelimeler: Biyoklimatik konfor, erzurum, fizyolojik eşdeğer sıcaklık, iklim, rayman

Quantification of Summer Thermal Bioclimate of Different Urban Forms in Erzurum City Centre

ABSTRACT: Climate has always become an important research object due to its effects on people and environment. In this study, five different areas in Erzurum city centre were determined for the assessment of thermal comfort areas. For the measurement of bioclimatic comfort values in these areas, meteorological parameters (such as ambient temperature (°C), relative humidity (%), wind speed (m/s) and cloudiness (oktas) for the daily time zones such as 00:00, 03:00, 06:00, 09:00, 12:00, 15:00, 18:00 and 21:00 were taken in 2012 between 20th of June and 10th of September. PET index and RayMan 2.1 model are used for the assessment of bioclimatic comfort conditions. When the reference station is identified as rural and the other five stations are defined as urban, it is observed that there are PET differences between urban and rural stations in the range of 1.1°C to 4.3°C. While the comfortable range for summer time are felt as %10.3 in Erzurum Meteorology Airport Station which is rural area covered with steppe vegetation, this ratio is identified as %20,4 at Ataturk University Campus covered with vegetation. Therefore, urban green areas should be protected and increased as much as possible.

Keywords: Bioclimatic comfort, Erzurum, PET, climate, rayman

¹ Esra BULGAN(0000-0002-0840-8268), Atatürk Üniversitesi, Mimarlık ve Tasarım Fakültesi, Peyzaj Mimarlığı, Erzurum, Türkiye

² Sevgi YILMAZ (0000-0001-7668-5788), Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri, Peyzaj Mimarlığı, Erzurum, Türkiye
Sorumlu yazar/Corresponding Author: Sevgi YILMAZ, sevgiy@atauni.edu.tr

GİRİŞ

İklim insanların; yeryüzüne dağılışları, yiyecek ve giyecek seçimleri, barınma ve konut yapıları, fizyolojik gelişimleri ve karakterlerinde, önemli rol oynamaktadır. Kent iklimi ve biyoklimatik konfor ilişkisi ile ilgili çalışmalarda, yeşil alanların önemini ortaya koyabilmek için parklarda (Thorsson et al., 2007; Zouliya et al., 2009; Bowler et al., 2010; Yang et al., 2011; Cohen et al., 2012; Irmak et al., 2013), suyun etkisini belirlemek için göl veya kıyılarda (Lin and Matzarakis 2009; Xu et al., 2010; Pattacini, 2012) sokak kanyonunda (Ali-Toudert and Mayer, 2007; Hwang et al., 2011), kent morfolojisinde (Kamoutsis et al., 2010; Xi et al., 2012; Yilmaz et al., 2015; Yilmaz et al., 2016), kent-kır karşılaştırmalarında (Oke, 1987; Unger, 1999; Bulgan et al., 2014) ve dağ ikliminde (Irmak et al., 2013) konforun etkisi araştırılmaktadır.

Erzurum kenti; Türkiye'nin nüfusu artan, büyük ve kalabalık şehirlerinden birisidir. Bunun yanı sıra, 2011 Dünya Üniversitelerarası Kış Oyunları'ndan sonra giderek artan kış turizmi nedeniyle uluslararası öneme sahip bir şehirdir. Ayrıca dünyanın yüksek rakımlı kentlerinden birisidir. Şehir, tarihi eserleri, kış sporları tesisleri ve güneşli gün sayısının fazlalığı ile de dikkat çekmektedir. Erzurum da 600 hektarlık bir kentsel dönüşüm alanı sözkonusudur. Bu çalışma ile en azından enerjinin verimli kullanılması, doğal enerji kaynaklarının akıllıca değerlendirilmesi, plan kararları verilirken

iklimin dikkate alınması gerektiği, yeni yerleşim yerleri için iklim odaklı alternatif çözüm üretilmesi hedeflenmiştir.

MATERYAL VE YÖNTEM

Çalışmanın materyalini Erzurum kent merkezi içerisinde seçilen 5 ayrı istasyondan elde edilen iklimsel veriler oluşturmaktadır. İklimsel değişimleri ortaya koyabilmek amacıyla farklı rakım değerleri de dikkate alınmıştır. Çalışma alanı; yüksekliği 5 katı geçmeyen apartmanlardan ve konutlardan oluşan, geniş rüzgar koridoruna sahip yerleşim yeri Dadaşkent (1), Erzurum kentine oranla daha fazla yeşil dokuya ve çok yüksek olmayan yapı yoğunluğuna sahip 1958 yılında kurulan Atatürk Üniversitesi Yerleşkesi (2), yoğun insan ve trafik yükünün bulunduğu, neredeyse %100 oranında sert zemin, mimari yapılardan oluşan ve yeşil dokunun yok denecek kadar az olduğu Cumhuriyet Caddesi (3), diğer çalışma alanlara göre daha yeni yapılaşmış olan yüksek katlı apartmanlar ve villa-konutlarından meydana gelen Yıldızkent (4) 1977 yılında Üçnolu Gecekondular Bölgesi olarak planlanan ve çok sayıda kent parkına sahip olan Yenişehir'i (5) içermektedir. Ölçüm sonuçlarının analiz edilmesi için 6. İstasyon olarak Erzurum ovasında yer alan Erzurum M.G.M. havaalanı istasyonu verileri kullanılmış olup, ölçüm cihazı şekil 1 'de verilmiştir (Bulgan, 2014) (Şekil 1).



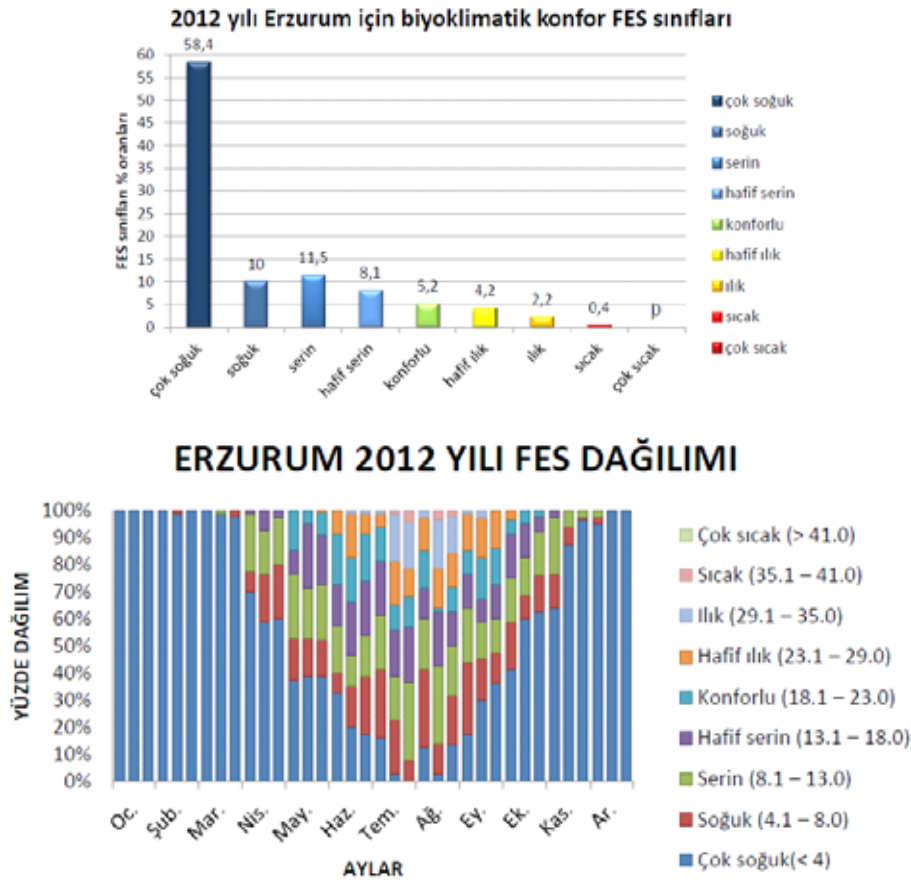
Şekil 1. Çalışma alanının lokasyon haritası ve ölçüm aleti (Araştırmada kullanılan YCOM – KMN 305 iç/dış ısı ve nem ölçer ve kaydeden cihaz

Biyoklimatik konfor; genel olarak insanın en az miktarda enerji harcayarak çevresine uyum sağladığı ve kendisini son derece sağlıklı ve dinamik hissettiği iklim koşullarıdır (Fanger, 1970). Fizyolojik Eşdeğer Sıcaklık (FES=PET = Physiologically Equivalent Temperature) indeksi insan ısı enerjisi denkliliğinden türetilen bir indekstir. FES indeksinden çıkan rakamsal değerlerin günümüzde en yaygın kullanılan sıcaklık birimi santigrat (°C) cinsi olmasından dolayı anlaşılması kolaydır (Matzarakis et al., 1999; Lin and Matzarakis, 2009). Atmosferik ortamda insan biyoklimatik konforunu değerlendirme ve planlamada, insan-biyoklimatik konfor konumunu kanıtlamak ve sürdürmek için hava sıcaklığı (Ta-°C), rüzgar hızı V (m/s), nispi nem (RH-%) ve bulutluluk (N-octas) gibi meteorolojik parametreler kullanılmıştır (Höppe, 1999; Matzarakis et al., 1999). Erzurum kentinin biyoklimatik konforunun belirlenmesi için bu konuda uzman Prof. Dr. Andreas Matzarakis ile sözlü görüşmeler

yapılmıştır (Workshop 2014 Erzurum). Ölçümler cihazın sensörü açık alanda, zeminden 1,5 m yükseklikte olacak şekilde elde edilmiştir. 2012 yılı 20 Haziran ve 10 Eylül aralığında günlük 00:00, 03:00, 06:00, 09:00, 12:00, 15:00, 18:00, 21:00 saatlerinde sıcaklık verileri alınmıştır. Sıcaklık verileri Erzurum'un farklı alan kullanımı ve farklı rakımlara sahip 5 kentsel bölgesine kurulan meteorolojik ölçüm cihazlarından ve Erzurum MGM Havaalanı istasyonundan alınmıştır.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Erzurum İli 2012 Yılı Biyoklimatik Konfor Değerleri : Erzurum Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü Havaalanı merkez istasyonundan (MGM) elde edilen değerlere göre hesaplanmış 2012 yılını kapsayan FES değerlerinin zamansal dağılımları, 10'ar günlük ortalamalar ile yüzde değer olarak belirlenmiştir (Bulgan, 2014) (Şekil 2).



Şekil 2. 2012 yılı Erzurum FES yüzde dağılımı, biyoklimatik konfor FES sınıfları yüzde dağılımı

Şekil 2’ de görüldüğü gibi Erzurum ilinde, Ocak ayından Nisan ayına ve Aralık ayından yıl bitimine kadar çok düşük orandaki istisnalar dışında genellikle “çok soğuk” stres aralığı hakimdir.

“Konforlu” aralık Mayıs ayı ile hissedilmeye başlanmakta ve Ekim sonuna kadar aralıksız devam etmiştir. Kısacası “konforlu” aralık ilkbahar sonundan sonbahar ortasına kadar etkisini hissettirmektedir. Mayıs sonunda beliren “hafif ılık” aralık ise ekim başına kadar devam etmektedir. Yaz mevsiminin başlaması ile birlikte ortaya çıkan “ılık” stres aralığı son bahara, Eylül ayı ortasına kadar devam etmektedir. “sıcak” stres aralığı Temmuz ve Ağustos aylarında 40 gün içinde hissedilmektedir. “Çok sıcak” stres aralığı yıl boyunca hiç görülmemiştir.

Biyoklimatik Konfor Değerlerinin İstasyonlara Göre Zamansal Dağılımları

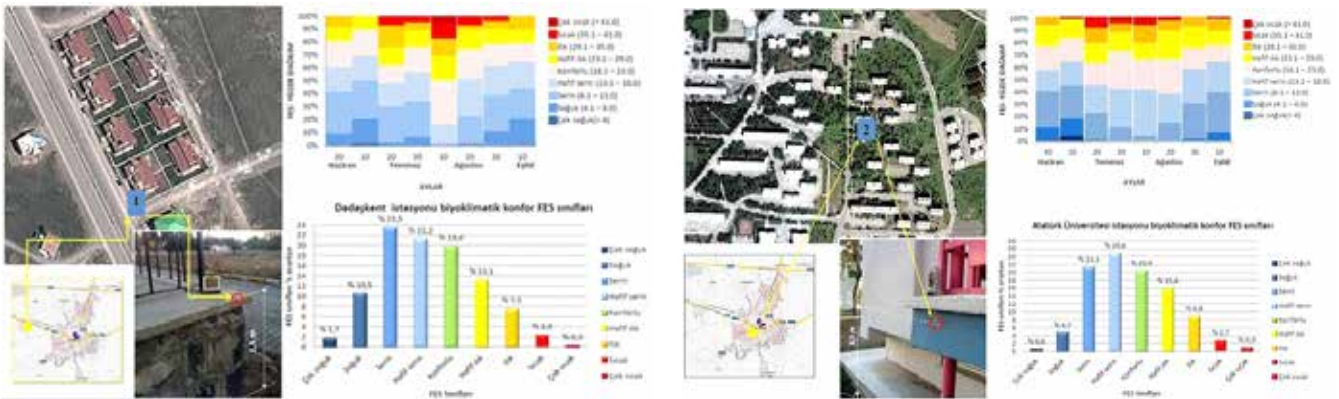
Dadaşkent biyoklimatik konfor değerleri: Dadaşkent semtinde bir konut bahçesine yerleştirilen meteorolojik ölçüm cihazının ölçüm

noktası, meteorolojik ölçüm cihazından elde edilen değerlere göre hesaplanmış, Dadaşkent’e ait bu stres aralıklarının yüzde dağılımları gösterilmektedir (Şekil 3).

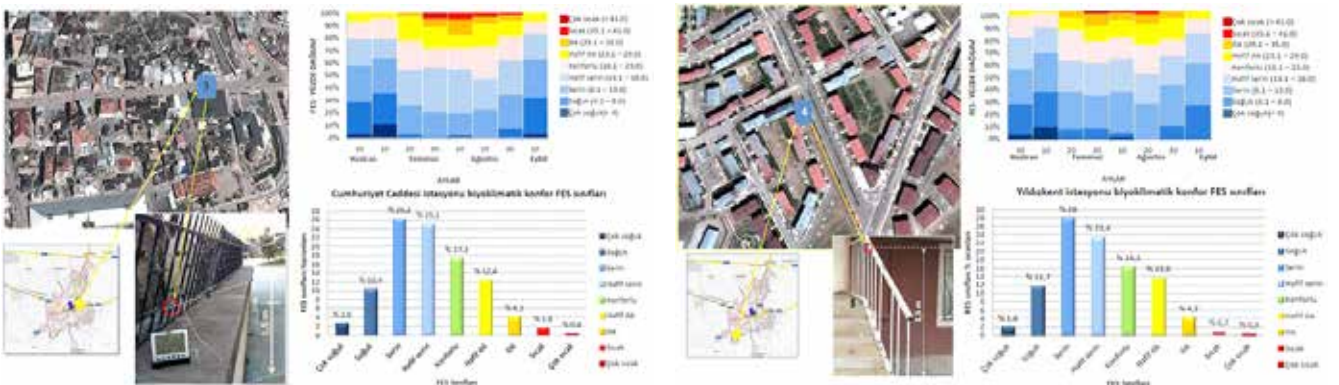
Atatürk Üniversitesi yerleşkesi biyoklimatik konfor değerleri : Atatürk Üniversitesi Yerleşkesi FES değerleri, 21. lojman önüne yerleştirilen meteorolojik ölçüm cihazı ile elde edilmiştir (Şekil 3).

Cumhuriyet Caddesi biyoklimatik konfor değerleri : Cumhuriyet Caddesi’ne ait FES değerleri cadde üzerinde Çifte Minareli Medrese’nin yakınında yer alan bir mağaza önüne yerleştirilmiş meteorolojik ölçüm cihazından elde edilmiştir. Mağazaya ait hava fotoğrafı Şekil 4’te gösterilmiştir. Grafiğe bakıldığında cadde için baskın aralığın “hafif serin” stres aralığı ile “serin” stres aralığı arasında olduğu görülmektedir.

Yıldızkent biyoklimatik konfor değerleri : Bu alanda bir konut bahçesine yerleştirilen ölçüm cihazı verilerine göre FES değerlerinin dağılımları Şekil 4’te gösterilmektedir.



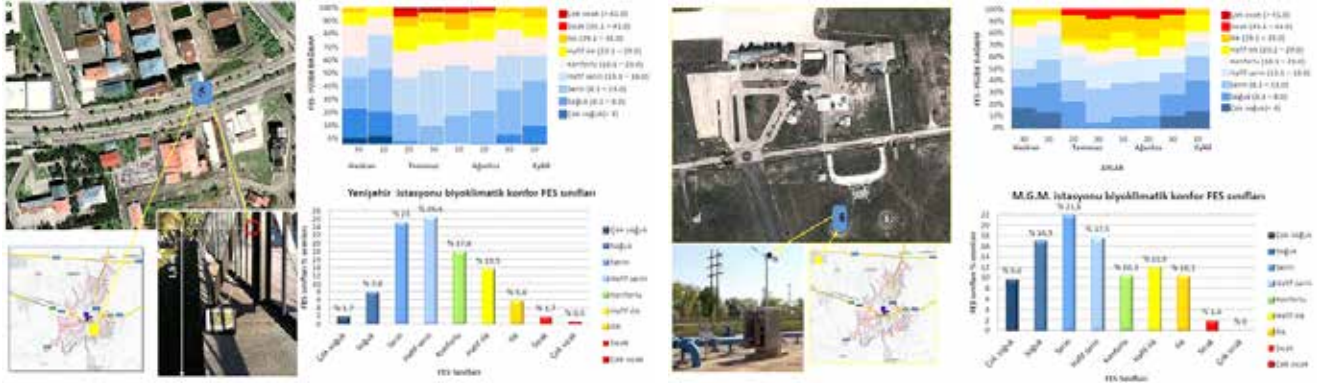
Şekil 3. Dadaşkent ölçüm noktası (sol taraf) ve Atatürk Üniversitesi Yerleşkesi ölçüm noktası (sağ taraf) için FES sınıflarının yüzde dağılımları



Şekil 4. Cumhuriyet Caddesi ölçüm noktası (sol taraf) ve Yıldızkent ölçüm noktası (sağ taraf) FES sınıflarının yüzde dağılımları

Yenişehir biyoklimatik konfor değerleri: Yenişehir semtine ait sıcaklık değerleri semtte bulunan bir mağaza önüne yerleştirilen cihazdan alınmış ve FES değerlerinin yüzde dağılımları aşağıda gösterilmektedir (Şekil 5).

Erzurum M.G.M. havaalanı istasyonu biyoklimatik konfor değerleri : Verilerin zamansal dağılımları şekil 5’de verilmiştir.



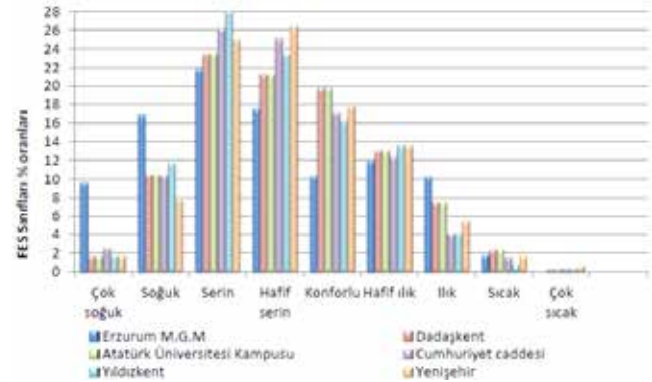
Şekil 5. Yenişehir ölçüm noktası (sol taraf) ve Erzurum M.G.M. havaalanı istasyonu ölçüm noktası (sağ taraf) için FES sınıflarının yüzde dağılımı

Biyoklimatik Konfor Değerlerinin Tüm Saatlere Göre Dağılımları

Erzurum kenti ortalama FES değerleri ölçüm yapılan saatler arasında incelendiğinde yüksek FES saat 12:00’da 28.6°C ile kentsel alan Atatürk Üniversitesi Yerleşkesi’nde yaşanmıştır. Düşük ortalama FES ise saat 3:00’da Erzurum M.G.M. Havaalanı istasyonu

göstermiştir (Şekil 6). Yaz mevsimi içinde istasyonlardan elde edilen değerlere göre hesaplanmış ortalama FES değerlerinin dağılımları şekil 6’da verilmiştir. Grafiğe bakıldığında beş istasyonda konforlu durumuna göre sıralamada: Atatürk Üniversitesi Yerleşkesi > Dadaşkent > Yenişehir > Cumhuriyet Caddesi > Yıldızkent, şeklinde sıralanmaktadır.

| Saat | Erzurum M.G.M. FES °C | Dadaşkent FES °C | Atatürk Üniversitesi Yerleşkesi FES °C | Cumhuriyet cd. FES °C | Yıldızkent FES °C | Yenişehir FES °C |
|----------|-----------------------|------------------|--|-----------------------|-------------------|------------------|
| 00:00 | 6.2 | 11.3 | 12.6 | 10.4 | 10.0 | 11.2 |
| 03:00 | 5.1 | 9.1 | 10.1 | 9.4 | 8.4 | 9.8 |
| 06:00 | 15.7 | 12.3 | 14.9 | 13.0 | 12.5 | 13.6 |
| 09:00 | 24.6 | 20.6 | 22.4 | 19.6 | 19.8 | 20.5 |
| 12:00 | 27.4 | 26.6 | 28.6 | 24.2 | 23.9 | 26.1 |
| 15:00 | 23.7 | 27.4 | 26.3 | 23.2 | 22.7 | 24.6 |
| 18:00 | 12.0 | 18.5 | 19.0 | 16.8 | 15.9 | 17.1 |
| 21:00 | 8.5 | 13.9 | 14.4 | 12.4 | 12.0 | 13.0 |
| Ortalama | 15.4 | 17.5 | 18.5 | 16.1 | 15.7 | 17.0 |

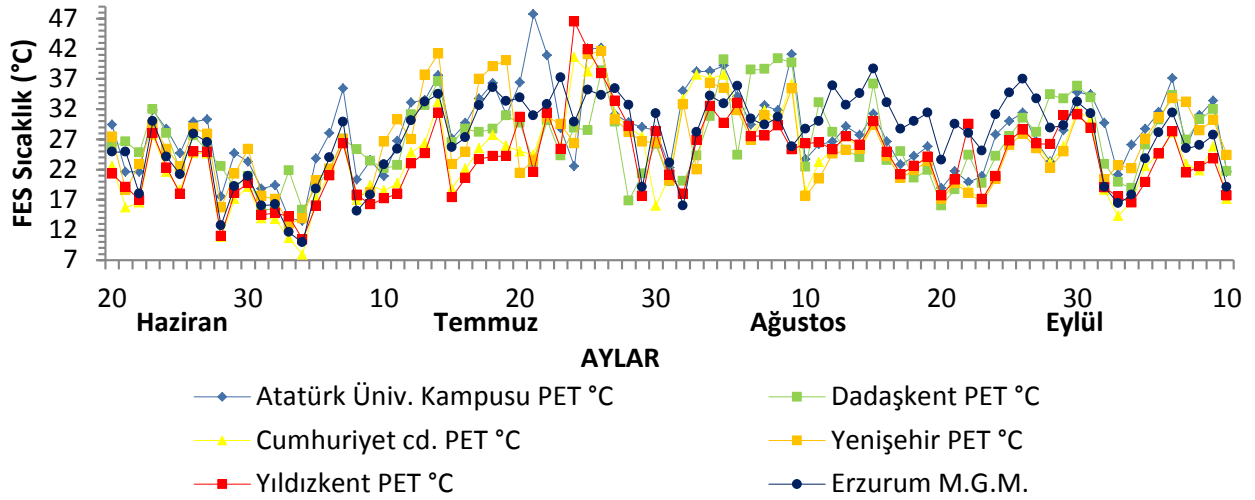


Şekil 6. İstasyonlara ait saatlik ortalama FES değerleri (sol taraf), Yaz aylarında incelenen altı alanın FES yüzde dağılımı ve istasyonlara ait saatlik ortalama FES diyagramı (sağ taraf)

Erzurum genelinde gece -gündüz arası FES farkı yaklaşık 10°C ile 12°C arası değişmektedir.

Yapılan çalışmaya göre güneşin batışından itibaren gece ve erken sabah saatlerinde (21:00, 00:00, 03:00, 06:00) tüm alanların FES değerleri

karşılaştırıldığında kırsal alanda konumlanmış Erzurum M.G.M. Havaalanı istasyonu; ortalama değeri saat 03:00’da 5.1°C ile en düşük sıcaklığı göstermiştir. Saat 12:00’ ye göre tüm istasyonların FES dağılım grafiği şekil 7 de verilmiştir.



Şekil 7. Tüm istasyonların saat 12:00'a ait günlük ortalama FES değerleri

M.G.M. Havaalanı istasyonu kırsal, diğer 5 istasyon kentsel olarak tanımlandığında kırsal istasyon ile kentsel istasyonlar arasında 1.1°C ve 4.3°C arasında değişen FES farklılıkları olduğu görülmektedir. Oke'nin (1987) de tespitine göre; bir milyon veya daha fazla nüfuslu şehirlerin yıllık ortalama hava sıcaklıkları çevrelerindeki kırsal alanda 1°C ya da 3°C daha sıcak olabilmektedir. Açık ve rüzgarsız bir gecede Oke (1987) bu farkın yaklaşık 12°C fazla olabildiğini öne sürmüştür. Ketterer and Matzarakis'de (2012) kırsal alanın kentsel alana göre rüzgâr hızından dolayı daha soğuk olduğunu tespit etmiştir. Buna karşılık Toy and Yılmaz (2010) Erzurum kentinde, kışa göre yazın biyoklimatik açıdan daha uzun bir konforlu dönem olduğunu tespit etmiştir. Grafiklerde soğuk zaman aralıkları mavi renkte, sıcak zaman aralıkları ise kırmızı renkte ifade edilmiştir. Tüm grafikler incelendiğinde soğuk zamanlar yaz mevsiminin başı ve sonu, günlük bazda ise gece geç saatlerde görülmüştür. Kırmızı tonlarla ifade edilen "sıcak" aralıklar ise tüm grafiklere bakıldığında Temmuz- Ağustos aylarında bulunmuştur. Genellikle sıcak stres yoğun kentsel alanlar, çıplak zeminler ve büyük sert yüzeyli zeminlerin olduğu alanlarda ortaya çıkmaktadır. Aynı zamanda kırsalın kente göre çabuk ısınıp çabuk soğuduğu ortaya çıkmıştır. Atatürk Üniversitesi Yerleşkesi; Yaz mevsimi boyunca (%61) konforlu olarak bulunmuştur. Dimoudi and Nikolopoulou (2003), gölgelendirme, evapotranspirasyon vb. yoluyla ısıtma, soğutma ve aydınlatma için, çevredeki

binaların enerji kullanımının yanı sıra mevcut açık yeşil alanların biyoklimatik konfora olumlu etkilerini savunmuştur. Yenişehir; FES ortalama değeri 17.5°C ile ikinci sırada gelmiştir. Bunun nedeninde, kampüsten sonra daha çok bitki örtüsüne sahip olması ve şehir planlama prensiplerine uygun olarak planlanması olarak gösterilebilir. Yine bu alanda fazla sayıda park olması, bu parkların yoğun ve birbirine yakın olması da parkların iyileştirici etkisini yükseltmektedir. Aynı şekilde Upmanis and Chen'da (1999) yaptığı bir çalışmada kent iklimi üzerinde parkın serinletici etkisi olduğu kanıtlamıştır. Benzer şekilde, Abreu-Harbach et al. 'de (2012) farklı ağaç türlerinin mikroklimaya etkisini araştıran çalışmada ağaçların biyoklimatik konforu iyileştirmesi ve izole edici etkisini belirlemiştir. Bu yüzden Yenişehir yaz mevsimi boyunca FES ortalamalarına göre büyük ölçüde (%57,3) konforlu bulunmuştur. Dadaşkent; FES ortalama değeri 17.3°C ile üçüncü sırada yer almıştır. Dadaşkent konum itibarıyla ovada ve şehrin düşük kotunda yer aldığı için şehrin soğuk bölgesi olma özelliğine sahiptir. Dadaşkent'te FES ortalamalarına göre konfor değeri (%54,1) olarak bulunmuştur. Cumhuriyet Caddesi; 16.1°C FES ortalama değeri ile 4. Sırada, diğer alanların gerisinde kalmıştır. Ancak caddenin doğu-batı yönelimli olması gün boyunca sıcaklık stresi yaşamamasına, binaların kaldırımlara çok fazla gölge oluşturmamasına neden olmaktadır. Nitekim Ali-Toudert and Mayer'de (2007) yaptığı bir çalışmada Doğu - Batı yönelimli caddelerde konforun düşük

olduğunu belirlemişlerdir. Ayrıca geçirimsiz geniş sert yüzeyler, gece saatlerinde sıcaklığın azalarak “soğuk stres” in ortaya çıkmasına gündüz saatlerinde artmasına “sıcak stres” in hissedilmesine neden olmaktadır. Yıldızkent; 15.6°C ile düşük ortalama FES değerine sahiptir. Bununla birlikte; Yenişehir kadar bitkisel alana sahip olmaması ve binaların bu semte göre düzensiz konumlanması gösterilebilir.

SONUÇ

Bu çalışmada görüldüğü üzere genellikle kentsel alanlar ve çevresi, kırsal çevreye göre, yüksek sıcaklık değerlerine sahiptir. Bu sıcaklık farkı kentsel ısı adası sonucu meydana gelmektedir. Yapılan çalışma kapsamında Erzurum kentinde yaz aylarında kentsel ısı adasının olduğu belirlenmiştir. Erzurum’un kentsel dokusu incelendiğinde geçen yıllar boyunca uyumsuz plan kararları ile hava koridorlarının önü kesilerek, artan nüfus ve yapılaşma baskısı ile özellikle kent merkezinde yaşam konforu azalmaktadır. Bu durum kent içinde yaz mevsiminde yüksek sıcaklık stresinin görüldüğü Temmuz-Ağustos aylarında kentsel ısı adası oluşumunu arttırmaktadır. Araştırmaya göre yoğun yapısal alanlar, özellikle rüzgar sirkülasyonunu engelleyecek nitelikte ise, ortamın sıcaklığını artırmaktadır. Kentsel ortamdaki hava ile kırsal ortamdaki hava karşılaştırıldığında aradaki FES değeri farkı atmosferik kentsel ısı adasını ortaya çıkarmaktadır. Buna en uygun örnek Cumhuriyet Caddesi’dir. Çünkü cadde boyunca yer alan işyerlerinin üzerindeki gölgelikler gün boyunca yoğun insan trafiği sonucu sıcak ve durgun havanın etkisiyle ortamda ısı adası oluşumuna katkı sağladığı düşünülmektedir. Oke (1982) tarafından bu durum sarkan çatılar ve ağaçların altında kalan yerlerde insanlar tarafından hava tabakası oluşturan “gölgeli kentsel ısı adası” olarak tanımlanmaktadır.

Yapılan analizler sonucunda, FES değerlerinin alanlara göre zamansal dağılımlarında kitle yeşil alan miktarı ve konumun etkili olduğu tespit edilmiştir. Bitkisel tasarımın yoğun olarak görüldüğü alanlar daha konforlu, açık yüksek, ova ve korunmasız çıplak alanlar çoğunlukla “soğuk” ve “sıcak” stres aralıklarına girdiği görülmüştür. Benzer sonuç Picot’un (2004) gün boyu güneşe maruz kalan ortamlarda yetişkin bir ağacın, yüksek hava sıcaklığında konfora çok yakın bir enerji

stoğu üreterek kullanıcılar tarafından emilen radyasyonu azalttığını tespit ettiği çalışma ile örtüşmektedir. Erzurum kentinde biyoklimatik konforunu sağlamak/arttırmak için alınacak önlemlerin başında; Erzurum kenti için iklim atlası hazırlayarak, iklimsel olarak stresli alanları irdelenmek gelmektedir. Özellikle kentsel ısı adası ve hava kirliliği etkisinin azaltılmasında önemli olan rüzgarın yönü incelenmeli ve Erzurum’da rüzgarın nasıl hareket ettiği belirlenerek, kentin rüzgar haritaları oluşturulmalıdır. Kentsel gelişimin etkili rüzgar hareketi üzerinde nasıl bir rol oynadığı tespit edilmeli ve bunun sonucunda rüzgarı etkinleştiren veya engelleyen önlemler alınmalıdır. İncelemenin sonuçlarına göre hava koridorlarını kapatan yapılaşmalara karşı gerekli önlemler alınmalı ve bu yöndeki fiziki gelişim sınırlandırılmalıdır. Binalar ve caddeler ısı tabakası oluşturmaması için hava koridorlarına paralel şekilde planlanmalıdır.

Peyzaj tasarımlarında doğal bitki örtüsünde yer alan türler kullanılarak, cadde ve sokaklarda kesinlikle yol ağaçlandırmalarına önem verilmelidir. Erzurum kentinde yaz aylarındaki kentsel ısı adası etkisinin azaltılması için bir planlama ekibi oluşturularak gerekli çalışmalar başlatılmalıdır. Sağlıklı, sürdürülebilir, biyoklimatik konforlu ve daha yaşanabilir akıllı kentleşme için farklı meslek disiplinlerinin çalışması bir zorunluluk olarak görülmelidir. Kentsel ısı adası sorununu çözmek için son yıllarda önemi giderek artan sürdürülebilir planlama, etkin enerji kullanımı, ekolojik gelişim gibi yaklaşımlar göz önüne alınmalıdır.

TEŞEKKÜR

Bu araştırma, Esra Bulgan’ın yüksek lisans tezinden üretilmiş ve Third International Conference on Countermeasures to Urban Heat Island, October 13-15, 2014, Venezia, Italy) sempozyumunda Doç. Dr. M. Akif IRMAK tarafından sunulmuştur. Çalışmanın planlamasını yapan Almanya’nın Freiburg Üniversitesi öğretim üyesi Prof. Dr. Andreas Matzarakis’e, 2012/495 nolu proje ile destekleyen, Atatürk Üniversitesi BAP Koordinasyon Komisyonuna, ölçüm cihazlarına yer ayıranlara, kullanılan bazı meteorolojik verileri sağlayan Erzurum M.G.M. çalışanlarına sonsuz teşekkürlerimizi sunarız.

KAYNAKLAR

- Abreu-Harbich LV, Labaki LC and Matzarakis A, 2012. Paper 327: Different Trees and configuration as microclimate control strategy in Tropics. ICUC8 6th-10th August, 2012, UCD, Dublin Ireland.
- Ali-Toudert F and Mayer H, 2007. Effects of asymmetry, galleries, overhanging facades and vegetation on thermal comfort in urban street canyons. *Solar Energy*, 81(6), 742–754.
- Bowler DE, Buyung-Ali L, Knight TM and Pullin AS, 2010. Urban greening to cool towns and cities: A systematic review of the empirical evidence. *Landscape and Urban Planning*, 97(3), 147-155.
- Bulgan E, 2014. Erzurum Kenti Farklı Kent Dokularının Yaz Aylarında Biyoklimatik Konforun Hesaplaması. Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, S.137
- Bulgan E, Yılmaz S, Matzarakis A and Irmak MA, 2014. Quantification of summer thermal bioclimate of different land uses in an urban city centre. IC2UH13, October 13-15, 2014, pp. 523-534, Venezia, Italy
- Cohen P, Potchter O and Matzarakis A, 2012. Daily and seasonal climatic conditions of green urban open spaces in the mediterranean climate and their impact. *Building and Environment*, 51, 285-295.
- Dimoudi A and Nikolopoulou M, 2003. Vegetation in the urban environment: microclimatic analysis and benefits. *Energy and buildings*, 35(1), 69-76.
- Fanger PO, 1970. Thermal comfort. Analysis and application in Environmental Engineering. Danish Technical Press, 244, Copenhagen.
- Höppe P, 1999. The physiological equivalent temperature - A universal index for the biometeorological assessment of the thermal environment. *International Journal of Biometeorology*, 43(2), 71-75.
- Hwang RL, Lin TP and Matzarakis A, 2011. Seasonal effects of urban street shading on long-term outdoor thermal comfort. *Building and Environment*, 46(4), 863–870.
- Kamoutsis A, Matsoukis A, Chronopoulos K and Manoli E, 2010. A comparative study of human thermal comfort conditions in two mountainous regions in Greece during summer. *Global N.J.*, 12(4), 401-408.
- Ketterer C and Matzarakis A, 2012. 312: Development and application of assessment methods for thermal bioclimate conditions in Stuttgart. ICUC8 - 6th-10th August, 2012, UCD, Dublin Ireland.
- Lin TP, Matzarakis A, 2009. Tourism climate and thermal comfort in Sun Moon Lake, Taiwan. *Int J Biometeorol*, 52(4), 281–290.
- Matzarakis A, Rutz F and Mayer H, 1999. Estimation and calculation of the mean radiant temperature within urban structures. *Biomet. and urban clim. at the turn of the millennium*. WMO/TD, 1026, 273–278.
- Oke TR, 1982. The Energetic Basis of the Urban Heat Island. *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society*, 108(455), 1-24.
- Oke TR, 1987. *Boundary Layer Climates*. New York, Routledge.
- Pattacini L, 2012. Climate and urban form. *Urban design international*, 17(2), 106-114.
- Picot X, 2004. Thermal comfort in urban spaces: impact of vegetation growth - Case study: Piazza della Scienza, Milan, Italy. *Energy and buildings*, 36(4), 329–334.
- Thorsson S, Honjo T, Lindberg F, Eliasson I and Lim EM, 2007. Thermal comfort and outdoor activity in Japanese urban public places. *Environment and Behavior*, 39(5), 660-684.
- Toy S and Yılmaz S, 2010. Thermal sensation of people performing recreational activities in shadowy environment: a case study from Turkey. *Theoretical and applied climatology*, 101(3-4), 329-343.
- Unger J, 1999. Comparisons of urban and rural bioclimatological conditions in the case of a Central-European city. *International Journal of Biometeorology*, 43(3), 139-144.
- Upmanis H and Chen DL, 1999. Influence of geographical factors and meteorological variables on nocturnal urban-park temperature differences... Sweden. *Climate Research*, 13(2), 125-139.
- Xi TY, Li Q, Mochida A and Meng QL., 2012. Study on the outdoor thermal environment and thermal comfort around campus clusters in subtropical urban areas. *Building and Environment*, 52, 162-170.
- Xu J, Wei Q, Huang X, Zhu X and Li G, 2010. Evaluation of human thermal comfort near urban waterbody during summer. *Building and Environment*, 45(4), 1072-1080.
- Yang F, Lau SY and Qian F, 2011. Thermal comfort effects of urban design strategies in high-rise urban environments in a subtropical climate. *Architectural Science Review*, 54(4), 285-304.
- Yılmaz S, Avdan U, Yılmaz H, Yıldız ND and Irmak MA, 2015. Quantification of thermal bioclimate of Erzurum based on different land uses and thermal band information. ICUC9- 20-24 July, France
- Yılmaz S, Koç A, Mutlu E and Yıldız ND, 2016. Integration of Thermal Comfort Information with Spatial Modelling in Erzurum City Center. *Procedia Engineering*, 169, 80-87
- Zoulia I, Santamouris M and Dimoudi A, 2009. Monitoring the effect of urban green areas on the heat island in Athens. *Environmental Monitoring and Assessment*, 156(1-4), 275-292.