İklim ve kentsel ısı adası: Mersin ve Silifke örneği

Climate and urban heat island: example of Mersin and Silifke

Kamile YASDIMAN¹ , Barbaros GÖNENÇGİL² , Ahmet TOKGÖZLÜ³

¹İstanbul Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Coğrafya Doktora Öğrencisi, İstanbul, Türkiye

²İstanbul Üniversitesi, Edebiyat Fakültesi, İstanbul, Türkiye

³Süleyman Demirel Üniversitesi, Edebiyat Fakültesi, Isparta, Türkiye

ORCID: K.Y. 0000-0001-5600-9184; B.G. 0000-0001-6535-4481; A.T. 0000-0003-2447-7068

ÖZ

Günümüzdeki büyük şehirlerde, antropolojik girişimlere bağlı olarak yeşil alanların azalması, asfalt yüzeylerin ve bina alanlarının artması dolayısıyla meteorolojik parametrelerin değişmeye başladığı görülmektedir. Böylece birçok büyük metropolde, kentlerin kendine özgü iklim özelliklerine sahip olarak yerel ve bölgesel iklim değişikliklerine neden oldukları görülmektedir. Kentsel alanlar ile çevresinde coğrafi benzerlik gösteren kırsal alanlar arasındaki bu iklim farklılaşmasına "Kentsel Isı Adası" adı verilmektedir. Kent ikliminde meydana gelen değişimler ve oluşan yeni mikroklimatik özellikler ve hava kirliliği insanların sağlığı ve yaşam konforu üzerinde olumsuz rol oynamaktadır.

Çalışmanın amacı, Mersin'de hızla artan sanayileşme, nüfus artışı ve göç gibi faktörlerin şehirde kentsel ısı adası yarattığını ortaya koymaktır. Bu çalışmada şehir merkezi nüfusu 2013 yılı itibarıyla 500.000'i aşkın olan ve kent özelliğine sahip Mersin ile kentsel ısı adası açısından mukayese edilecek kırsal istasyon olan Silifke seçilmiştir. Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nün 1951 – 2016 yılları arasındaki 65 yıllık sıcaklık veri setleri ile yıllık ve mevsimlik trend analizleri yapılmış ve sıcaklık farklarının ortaya konulabilmesi için Sen'in Trend Eğitim metodu kullanılmıştır. Yıllık bazda trendler incelendiğinde, kentsel ısı adasının kendini en iyi gösterdiği minimum sıcaklıklarda Mersin, mukayese istasyonu olan Silifke'den 4,1 °C daha sıcak olduğu gözlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Kentsel Isı Adası, Şehirleşme, Mersin, Silifke.

ABSTRACT

In today's big cities, it is observed that due to the decrease of green areas due to anthropological interventions, asphalt surfaces and building areas increase, meteorological parameters are changed. Thus, in many metropolises, cities have distinctive climatic characteristics and they cause local and regional climate changes. This climate differentiation between urban areas and rural areas with geographical similarity is called Urban Heat Island. As a result, changes in urban climate and new microclimatic properties and air pollution play a negative role on the health and comfort of people.

The aim of this study is to show that the factors such as industrialization, population growth and migration in Mersin have created an urban heat island in the city. In this study, the city center population was selected as Silifke, which is the rural station to be compared in terms of urban heat island with Mersin, which has more than 500.000 inhabitants. The criteria of extreme elevation difference between the two measuring stations which do not affect the climatic parameters, such as the absence of a geographic shape such as lake or high peak were taken into consideration. The annual and seasonal trend analyzes of the 65-year temperature datasets of the General Directorate of Meteorology between 1951 and 2016 were carried out and Sen's Trend Education method was used to reveal the temperature differences. When the trends are analyzed on an annual basis, Mersin is 4,1 °C warmer than the comparative station Silifke at the minimum temperatures shown by the urban heat island.

Keywords: Urban Heat Island, Urbanization, Mersin, Silifke.

Başvuru/Submitted: 10.04.2019 **Kabul/Accepted:** 08.05.2019

Sorumlu yazar/Corresponding author: Kamile YASDIMAN / kamileyasdiman@gmail.com

Atıf/Citation: Yasdiman, K., Gonencgil, B., Tokgozlu, A., (2019). İklim ve kentsel ısı adası: Mersin ve Silifke örneği. B. Gonencgil, T. A. Ertek, I. Akova ve E. Elbasi (Ed.), 1st Istanbul International Geography Congress Proceedings Book (s. 588-594) içinde. İstanbul, Türkiye: Istanbul University Press.
<https://doi.org/10.26650/PB/PS12.2019.002.058>

1. GİRİŞ

Günümüzde dünya üzerinde gerçekleşen çevre sorunları anlatılırken “küresel ısınma” tabirinin çokça geçtiğini görülmektedir. Özellikle son yıllarda meydana gelen doğal problemler ve iklimdeki ekstrem değerler, bilim adamları tarafından küresel iklim değişikliğinin etkileri olarak anlatılmaktadır. Fakat bilinmelidir ki küresel iklim değişikliği, yaşanan diğer sorunlar için dolaylı bir etkidir. Aslında ortaya çıkan bulgular küresel çevresel değişimleri işaret eder. Sonuç olarak da birbirini tekrar eden, karmaşık neden-sonuç ilişkilerinin bulunduğu problemler ortaya çıkmakta, bu problemler de çevresel sorunlar ya da değişimler olarak algılanmaktadır. Örnek vermek istersek çölleşme, yangın, ormansızlaşma, sel, taşkın, biyolojik çeşitliliğin azalması gibi değişimler sayılabilir.

Çok genel bir yaklaşımla, iklim değişikliği, “Nedeni ne olursa olsun iklim koşullarındaki büyük ölçekli (küresel) ve önemli yerel etkileri bulunan, uzun süreli ve yavaş gelişen değişiklikler” biçiminde tanımlanabilir (Türkeş, 2001: 5). İklimdeki değişiklikler, buzul ve buzularası çağlar arasında, dünyanın çeşitli bölgelerinde ortalama sıcaklıklarda oluşan büyük değişiklikler şeklinde ortaya çıktığı gibi, yağış değişimlerini de içermektedir. Dinamik bir yapıya sahip olan iklim zamansal ve mekânsal ölçekte sürekli değişkenlik gösterir. Yerkürenin büyük bir bölümü kısa veya uzun dönemler içerisinde iklimin doğası gereği değişimlere maruz kalır. Diğer taraftan küresel sıcaklığın artması ve yağış deseninin değişmesi şeklinde ifade edilen küresel iklim değişikliği fikri son yıllarda elde edilen bulgular nedeniyle bilim adamları tarafından kabul edilmeye başlanmıştır. (Karabulut ve Cosun, 2009: 1).

Sanayi devriminden beri, özellikle fosil yakıtların yakılması, arazi kullanımı değişiklikleri, ormansızlaşma ve sanayi süreçleri gibi insan etkinlikleri sonucunda atmosfere salınan sera gazlarının atmosferdeki birikimleri hızla artmaktadır. Bu ise, doğal sera etkisini kuvvetlendirerek, şehirleşmenin de katkısıyla, dünyanın yüzey sıcaklıklarının artmasına neden olmaktadır. Bu yüzden, günümüzde iklim değişikliği, sera gazı birikimlerini arttıran insan etkinlikleri dikkate alınarak da tanımlanabiliyor. Örneğin, Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi’nde (İDÇS), karşılaştırılabilir bir zaman döneminde gözlenen doğal iklim değişikliğine ek olarak, doğrudan ya da dolaylı olarak küresel atmosferin bileşimini bozan insan etkinlikleri sonucunda iklimde oluşan bir değişiklik” biçiminde tanımlanmaktadır (Türkeş, 2001).

Küresel olarak gelişen iklim değişikliği konusunda insanları belki de en fazla etkileyen olgu şüphesiz sıcaklık olmaktadır. En genel bilinen adı ile küresel ısınma, özellikle sanayi devriminden sonra insan faaliyetleri sonucunda üretilen ve atmosfere salınan sera gazları sonucu hava sıcaklığında meydana gelen artış demektir.

Peki neden şehirler, çevrelerindeki kırsal alanlara göre daha sıcaktır? Bunun birden fazla cevabı vardır: **1.** Öncelikle şehirler büyük insan kalabalıklarının bir arada yaşadığı toplanma alanlarıdır. Nüfus şehirlerde Türkiye’de son elli yılda; dünyada son yüzyılda hızlı bir şekilde artmıştır. Bunda tabii ki değişen ekonomik faaliyetler ve yaşam tarzı da etkilidir. Şehirlerde yaşayan bunca insanın öncelikle vücut sıcaklığı var. Kapalı ortamlarda soba ya da kalorifer olmasa bile içerisi kalabalık iken sıcak olması bundandır. **2.** Evlerin ısıtılması için kullanılan yakıtlar da havanın ısınmasına neden olmaktadır. **3.** Fabrika veya imalathanelerde kullanılan yakıtlar. **4.** Motorlu taşıtların egzoz gazları ve uçak, vapur ve trenlerden çıkan gazlar. **5.** Şehirdeki elektrik tüketimi. **6.** Şehirde, çevresinde esen bütün rüzgârların esmemesi; şehre giren hava akımlarının şehirdeki binalar nedeniyle yön değiştirmesi veya şehrin sıcaklığından ısınarak yükselmesi. **7.** Binaların gündüz aldıkları güneş enerjisini absorbe etmeleri ve bunu geceleri dışarı vermeleri (Belgil, 1995).

Ülkemizin nüfusu artmakla birlikte kırsal kesimden kentlere göç nedeniyle, özellikle şehir nüfus oranındaki artış daha dikkat çeker hale gelmiştir. Nüfusun artmasına bağlı olarak şehirlerimizin daha da büyüyeceği ve Türkiye nüfusunun bir kaç yıl içinde 85 milyona yaklaşacağı ön görülmektedir. Kentlerin de bu büyümeden etkileneceği göz önüne alınırsa, ek ısı kaynakları, kent dokusunda değişiklikler ve sera gazı artışı gibi nedenler iklim parametreleri üzerinde etkiye neden olmaktadır. Özellikle çalışma alanı olan Mersin’deki hızlı gelişen sanayi ve artan göç olayları sonucu nüfusu katlanarak artmıştır. Bu da şehir merkezinin sıcaklık durumunun kırsal ortama göre artmasına neden olmuştur.

2. VERİ VE YÖNTEM

Çalışmada kullanılan şehir merkezi istasyonu olan Mersin ile kırsal istasyon olarak seçilen Silifke, Akdeniz Bölgesi içerisinde yer almaktadır. Çalışma istasyonları ülkemizin kıyı kesiminde yer aldığı için bütünüyle Akdeniz ikliminin etkisi altındadır. Şehir ve kırsal istasyon arasında karşılaştırma yaparken, öncelikle iki istasyon arasındaki mesafenin fazla olmamasına, yine aralarında ciddi bir yükselti ögesi, yükselti farkı, göl gibi sulak alan varlığı olmamasına dikkat edilmiştir.

Şekil 1: Çalışma Alanının Lokasyon Haritası

Tablo 1: Çalışmada Kullanılan İstasyonların Genel Özellikleri

İstasyonlar	İstasyon Numarası	Veri Süresi (Yıl)	Enlem (Desimal)	Boylam (Desimal)	Rakım (Metre)
Mersin	17340	65	36,78	34,60	2
Silifke	17330	65	36,38	33,93	17

Şehir istasyonu olan Mersin ile kırsal istasyon olan Silifke'nin 65 yıllık minimum sıcaklık ortalamaları farkları alınarak, ilk önce farklara ait trendler parametrik olmayan Mann-Kendall Trend İstatistiği ile incelenmiştir.

Kendall'in Tau'su ve Spearman'ın Rho'su şeklinde adlandırılan katsayı ve yöntemler Sosyal Bilimler alanındaki araştırmalarda (analizlerde) sıklıkla kullanılırlar (Gibbons, 1993: 4). İklim değişikliklerini değerlendirmek için kullanılan trend analizi yöntemlerinden Mann-Kendall trend testi (Mann, 1945; Kendall, 1975), zaman serilerindeki eğilimleri tespit etmek için yaygın olarak kullanılan parametrik olmayan bir test yöntemidir. Mann-Kendall istatistiği Z değeri aşağıdaki denklemde verildiği gibi hesaplanabilmekte (Sneyers 1990) ve seride gidiş yoktur sıfır hipotezi (H_0) varsayımı altında ortalaması sıfır, varyansı bir olan standart normal dağılım göstermektedir.

$$Z = \begin{cases} \frac{S-1}{\sqrt{\text{Var}(S)}} & ; S > 0 \\ 0 & ; S = 0 \\ \frac{S+1}{\sqrt{\text{Var}(S)}} & ; S < 0 \end{cases}$$

Sıfır hipotezi Mann-Kendall test istatistiği $-Z_{\text{tablo}}, 1-\alpha/2 \leq Z \leq Z_{\text{tablo}}, 1-\alpha/2$ ise kabul edilmektedir. Artı Z değeri artış eğilimini gösterirken, eksi Z değeri azalış eğilimini göstermektedir (Bulut 2006). Çalışmada iki yönlü %95 güven aralığında ($Z_{1-0.05/2} = Z_{0.975}$) karşılığı 1,96 olarak alınmıştır. İlgili zaman serisinde Mann-Kendall istatistiği (Z değeri) 1,96'dan yüksekse, söz konusu zaman serisinde %95 oranında anlamlı bir artış var demektir. Eğer Z değeri -1.96'dan düşükse, zaman serisinde % 95 oranında anlamlı artış eğilimi var demektir. Z değeri bu iki -1.96 ile +1,96 arasında ise anlamlı bir artış veya azalış yoktur.

Trendler belirlendikten sonra çalışmanın ana fikrini oluşturan konu ise her iki istasyon arasında şehir ısı adası varlığının ne oranda fark yarattığını tespit etmek olduğundan, Sen'in Trend Eğim Metodu kullanılmıştır. Sen (1968) tarafından geliştirilen parametrik olmayan bir testtir. Eğer doğrusal bir gidiş mevcut ise gerçek eğim için veri hatalarından veya ekstrem değerlerden etkilenmeyen, eksik değerlerin bulunduğu kayıtlara uygulanabilen parametrik olmayan bir yöntem kullanılabilir (Yue vd., 1993). Burada veri sayısı n olmak üzere önce j ve k zamanlarındaki veriler x_j ve x_k ($j > k$) ise;

$$N = n(n-1)/2$$

adet olmak üzere Q_i parametresi;

$$Q_i = (x_j - x_i) / (j - k), (i = 1, \dots, N)$$

bağıntısı ile hesaplanır. Bu bağıntı yardımı ile tüm Q_i değerleri küçükten büyüğe doğru sıralanır. Sen yöntemine göre, hesaplanan N adet Q_i değerlerinin medyanı söz konusu doğrusal gidişin eğimini verir. N sayısının tek olması durumunda Denklem 1, çift olması durumunda ise Denklem 2 kullanılarak ilgili gözlemlerin birim zamandaki değişimi bulunur. Bu değerlerin pozitif olması artan yönde, negatif olması ise azalan yönde bir eğilimin olduğunu gösterir.

$$Q_{\text{medyan}} = Q_{(N+1)/2} \quad (1)$$

$$Q_{\text{medyan}} = \frac{|Q_{(N)/2} + Q_{(N+2)/2}|}{2} \quad (2)$$

Bu kapsamda trend analizi sonucunda veri setlerine ve trendlere ait Q medyan değerleri de ortaya çıkmaktadır. Bu değerler ile veri setinin kapsadığı yıl birlikte değerlendirilirse, sıcaklık farklarını ortaya koymak üzere çıkan değerler de bulunabilecektir.

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

Google Earth programından alınan hava fotoğrafları incelendiğinde her iki istasyonun da bulundukları konum ve çevre etkileşimi net görülmektedir (Şekil 2). Mersin istasyonu deniz kenarına kurulmuş, istasyonun çevresi ise şehir etkisine açık hale gelmiştir. Yakından alınan diğer fotoğraflarda görüldüğü gibi bir takım binalar 30 metre kadar (doğu yönünde) istasyona yaklaşmıştır. İstasyonun güney (denize doğru) tarafında işlek bir cadde yer almaktadır. İstasyonun Doğu ve Batı yönünde binaların yer alması, sıcaklık ve rüzgar ölçüm değerlerinde sorun oluşturma potansiyeline sahiptir.

Şekil 2: Mersin Meteoroloji İstasyonunun Çevresine Göre Konumu

Şekil 3: Mersin İstasyonu Genel Görünüm

Şekil 4: Silifke Meteoroloji İstasyonunun Çevresine Göre Konumu

2013 yılı itibarıyla ortalama 114.675 nüfusu ile nüfus açısından kırsal istasyon statüsündeki bir istasyon olarak kabul edilebilir. Mersin'in gözde ilçelerinden olan Silifke'de de göç nedeniyle şehir nüfusu giderek artmaktadır. Kurulduğu günden itibaren istasyon çevresindeki binaların ve asfalt kaplama yolların artışı gelecek yıllarda şehirleşme etkisinin daha da artacağını ispatlamaktadır.

Tablo 2: Mersin Ortalama Minimum Sıcaklık Farkları Trend Analizi Sonuçları (1970-2015)

Metodlar	Mann-Kendall (z)	Sen'in Q Medyan Değeri
Değerler	Mersin - Silifke	Mersin - Silifke
Yıllık	7,64*	0,09
Kış	4,58*	0,05
İlkbahar	6,96*	0,09
Yaz	7,38*	0,10
Sonbahar	6,87*	0,10

* %95 Anlamlılık Seviyesinde Trend Var Demektir

4. SONUÇ

Şehir ısı adası varlığının etkisini ortaya koymak amacıyla, şehir-kırsal istasyon çifti oluşturulmuş ve ilk önce minimum sıcaklık ortalamalarının farkları alınarak elde edilen serilerdeki eğilimler incelenmiştir. Şehir istasyonu olarak seçilen Mersin'in minimum sıcaklık ortalamaları ile Silifke kırsal istasyonunun farkları alınarak oluşturulan serilerin trendlerinde % 95 anlamlılık seviyesinde bir artış vardır.

Bu sonuçtan hareketle, Sen'in trend eğilim analizi sonucu ortaya çıkan Q Medyan değerinin, 65 yıla (yıllık minimumlar) oranla nihai değerinin bulunması sonucunda Mersin'in veri setlerinden elde edilen sıcaklık değeri 5,9 °C çıkarken; Silifke'nin sıcaklık değeri ise 1,8 °C bulunmuştur. Farkın 4,1 °C olduğu göz önüne alınırsa, 65 yıllık dönemde Mersin'in şehirleşme etkisi nedeniyle Silifke'den daha sıcak olduğu söylenebilir.

Bunun yanı sıra şehir ısı adası şiddetini en iyi şekilde ortayakoyan kış mevsimlerine ait minimum sıcaklıkların da aynı yöntem ile hesaplaması yapılabilir. Buna göre 65 yıllık dönemde kış mevsimlerine ait farklar alınarak oluşturulan trendlerde eğilim görülmektedir. Q Medyan değerlerine göre her iki istasyon mukayese edilirse, Mersin'in sıcaklık değeri 3,6 °C iken, kırsal istasyon konumundaki Silifke 0,9 °C olarak hesaplanmaktadır. Farkın yine 2,7 °C olarak kaydedilmesi, kış mevsimlerine ait minimumlar değerlendirildiğinde yine Mersin'in kış sıcaklık değerlerinin de şehirleşmeden ne denli etkilendiği ortaya çıkarılabilir.

Küresel sıcaklıklarda, ülkemizde de dünyadakine benzer şekilde sıcaklık artışı devam etmektedir. Kentleşme, yerel iklim koşulları üzerinde etkisini gösterirken, doğrudan canlılar üzerinde de etkili olmaktadır. Antropojenik kaynaklı sıcaklık artışı, sıcaklık eğilimlerini etkilemektedir. Bu nedenle insan yaşamının sıcaklık değerlerinden ne denli etkilendiği göz önüne alınırsa, şehir içi yeşil alanların artırılması, yeşil çatı kullanımı, binaların dış yüzeyinin sıcaklığı absorbe etmemesi açısından daha açık renkle kaplanması, fosil yakıtların azaltılması, şehir planlamacıların coğrafyacılar ile işbirliği içerisinde çalışması, sanayileşmenin şehir iklimini etkilemeyecek şekilde şehrin daha da dışarısına kaydırılması gibi faktörler önem arz etmektedir.

Yine meteorolojik verilerin alındığı istasyonların yer seçimi konusunda bina, beton ve asfalt kaplama vb. gibi beşeri etkilerden korunması gerekmektedir. Bu durum meteoroloji istasyonlarının daha güvenilir veri kaydetmesinde çok önemlidir. Eğer istasyonlar şehir içerisinde konumlandırılacaksa, imar planlarının istasyon çevresi için daha özenli yapılması ve doğal ortamın gerekliliklerinin korunması gerekmektedir.

KAYNAKÇA

- Belgil, V. (1995): “Karlar ve Rüzgârlar”. Cumhuriyet Bilim – Teknik Dergisi, Ocak 1995.
- Bulut, H.- Yeşilata, B.- Yeşilnacar, M.İ., (2006), Atatürk Baraj Gölünün Bölge İklimi Üzerine Etkisinin Trend Analizi İle Tespiti. GAP V. Mühendislik Kongresi, Şanlıurfa, 1, ss. 79–86.
- Gibbons, J. D., (1993), Nonparametric Measures of Association. Sage University Paper Series on Quantitative Applications in the Social Sciences, 07–091. Newbury Park, CA: Sage.
- Karabulut, M., Cosun F. Kahramanmaraş İlinde Yağışların Trend Analizi
- Kendall, M.G. (1975). Rank Correlation Methods. *Griffin*, London
- Mann, H.B. (1945). Non parametric tests against trend. *Econometrica* 13, 245-259
- Sneyers, R., (1990).”On the Statistical Analysis of Series of Observations”. WMO Technical Note 143, 192.
- Türkeş M., (1997). Hava ve İklim Kavramları Üzerine, *TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi*, 355, 36-37, Ankara
- Yue, S., Zou, S., ve Whittemore, D. 1993. Nonparametric trend analysis of water quality data of rivers in Kansas, *Journal of Hydrology* 150(1), s. 61-80.