

İKLİM VE ŞEHİRLEŞME: MİNİMUM SICAKLIK TRENDLERİ

Mesut DEMİRCAN, Hüseyin ARABACI, Alper AKÇAKAYA, Serhat ŞENSOY, Erdoğan BÖLÜK, Mustafa COŞKUN

Meteoroloji Genel Müdürlüğü, Araştırma Dairesi Başkanlığı, Ankara

mdemircan@mgm.gov.tr, harabaci@mgm.gov.tr, aakcakaya@mgm.gov.tr, ssensoy@mgm.gov.tr, eboluk@mgm.gov.tr, mustafacoskun@mgm.gov.tr

Özet

Ekstrem sıcaklık olaylarının uzun süreli değişimlerini anlamak, iklim değişikliğinin tespiti ve özelliklerinin anlaşılması için önemlidir. Bununla birlikte kentleşmeden ne kadar etkinin geldiği açık değildir. Bu çalışmada kent özelliğine sahip Ankara, İstanbul'dan Florya ile Göztepe ve İzmir olmak üzere dört iklim istasyonu ile kırsal özelliklere sahip Beypazarı, Kızılcahamam, Esenboğa Kireçburnu, Kumköy, Şile, Seferihisar ve Çeşme olmak üzere sekiz kırsal istasyon seçilmiştir. Nüfusu 100 binin altında olan yerler kırsal olarak belirlenmiştir. Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nün 1971-2014 periyodunda ortalama minimum sıcaklık verileri ve trend analizleri için Mann-Kendall mertebeli korelasyon istatistiği kullanılmıştır. Şehir istasyonu olarak seçilen istasyonların tamamında ve kırsal istasyon olarak belirlenen istasyonlarda, Kızılcahamam ve Beypazarı hariç, yıllık minimum sıcaklık ortalamaları trendlerinde önemli artışlar belirlenmiştir. Şehirleşme etkisinin belirlenebilmesi amacıyla, şehir-kırsal istasyon çiftleri oluşturulmuş ve minimum sıcaklık ortalamalarının farkları alınarak elde edilen serilerdeki eğilimler incelenmiştir. Minimum sıcaklık ortalamalarının farkları ile oluşturulan serilerin trendlerinde, İzmir istasyon çiftleri hariç, % 95 ve üzeri güven aralığında bir artış vardır.

Anahtar Kelimeler: Şehirleşme, minimum ortalama sıcaklık, Mann-Kendall, trend

Abstract

Understanding the long-term change of extreme temperature events is important to the detection and attribution of climate change. However, it's unclear how much effect coming from the urbanization. In this study Ankara, Florya and Goztepe from Istanbul and Izmir were selected as a city station which shows the city characteristics and Beypazari, Kizilcahamam, Esenboga Kirecburnu, Kumkoy, Sile, Seferihisar and Cesme station were selected as rural stations which shows has rural characteristics. If the population less than 100 thousand it's determined as rural area. Turkish State Meteorological Service's mean minimum temperature data with the periods 1971-2014 and Mann-Kendall rank correlation statistics for trend analysis were used. All city stations and rural stations except Beypazari and Kizilcahamam have showed increasing trends in their mean minimum temperatures. And also stations couples were created between city and rural stations by taking the differences from their mean minimum temperature. These station couples' data have also showed significant increasing trend with except Izmir's station couples.

Key words: Urbanization, mean minimum temperature, Mann-Kendall, trend

1. GİRİŞ

Kentlerde yaşayan nüfusun hızla artması sonucunda bu alanlardaki arazi örtüsünde belirgin değişiklikler olmaktadır. Kent içindeki ve çevresindeki doğal peyzajlar taş ve beton yüzeylerle yer değiştirmekte, doğal peyzaj elemanları kent merkezinden gittikçe daha uzağa itilmekte, daha fazla endüstriyel, ticari ve ulaşım servisi, büyüyen kente hizmet vermek üzere

geliştirilmektedir. Kentleşme ve sanayileşme, atmosferin sınır tabakasındaki ısı ve su döngüsünü etkilemekte ve kent iklimini kırsal alandan farklılaştırmaktadır (1).

Hem ülkemizde hem dünyada nüfus hızla artmakta ve bu artışa paralel olarak şehirlere doğru hızlı bir göç yaşanmaktadır. Dünya nüfusunun yarısından fazlası (3.5 Milyar) 2010 yılı itibariyle kentsel alanlarda yaşamakta ve 2030 yılına kadar bu sayının 5 Milyar olması beklenmektedir (2).

Büyük Şehir istasyonu, 500.000'in üzerinde nüfusa sahip bölgelerdeki istasyonlar, orta şehir istasyonu 300.000 ile 500.000 arasında nüfusa sahip bölgelerdeki istasyonlar, küçük şehir istasyonu 100.000 ile 300.000 arasında nüfusa sahip bölgelerdeki istasyonlar ve 100.000'in altında nüfusa sahip olan bölgelerdeki istasyonlar ise kırsal istasyon olarak belirtilmiştir (2;3).

Küresel ortalama yüzey sıcaklıkları artmaktadır. Küresel sıcaklık artışı ve şehirlerin büyümesi (asfalt yüzeylerin artması, nüfus artışına bağlı olarak ulaşımda araç kullanımındaki artmalar ve enerji kullanımının artması gibi değişiklikler) yerel iklim koşulları üzerinde etkiye neden olan iki önemli unsur olarak değerlendirilmektedir.

Yılın ilk on bir ayını kapsayan verilere göre 2016 yılı ortalama küresel sıcaklığı, 2015 yılı rekorunu kırarak, en sıcak yıl olma yolunda ilerliyor. Çok güçlü bir El Nino olayı nedeniyle 2016 yılının ilk aylarında sıcaklıklar zirve yaptı ve yılın ikinci yarısında da uzun dönem ortalamaların çok üzerinde kaldı. Yıl içinde sadece bir ay kalmasına rağmen, NOAA'ya göre, 2016 yılının en güncel küresel sıcaklığı (ocak-kasım döneminde), 20. Yüzyılın ortalaması olan 14.0°C'nin 0.94°C üzerinde gerçekleşerek bu dönemde kaydedilen en yüksek sıcaklık oldu (4;7).

Ülkemizde de dünyadakine benzer şekilde yıllık ortalama sıcaklıklarda bir artış söz konusudur. Türkiye 2016 yılı ortalama sıcaklığı 14.5°C ile 1981-2010 normali olan 13.5°C'nin 1.0°C üzerinde gerçekleşmiştir. En sıcak yıl 2.0°C'lik sapma ile 2010 yılıdır. 2016 yılı 1.0°C fark ile en sıcak dördüncü yıl olmuştur. En sıcak yıl sıralamasına bakıldığında ilk beş sırada yer alan yıllardan üç tanesinin 2010 ve sonrası yıllar olduğu görülmektedir. Türkiye ortalama sıcaklıklarında 1994 yılından bu yana (1997 ve 2011 yılları hariç) pozitif sıcaklık anomalileri mevcuttur (4).

Nüfus artışına bağlı olarak şehirlerimizin büyüyeceği ve 2023 yılında Türkiye Nüfusunun 85 milyona yaklaşacağı beklenmektedir. Kentsel büyüme sonucunda, ilave ısı kaynakları, kent yüzeyindeki değişiklikler ve sera gazlarındaki artış gibi nedenler iklim parametreleri üzerinde etkiye neden olmaktadır.

2. YÖNTEM

Çalışmada için 12 meteoroloji istasyonu belirlenmiş ve bu istasyonların 4 tanesi şehir istasyonu 8 tanesi kırsal istasyon olarak değerlendirmeye alınmıştır. İncelemeler yapılırken nüfusu 100000'nin üzerinde olan bölgelerdeki istasyonlar şehir istasyonu, nüfusu 100.000'in altında olan bölgelerdeki istasyonlar kırsal istasyon olarak tanımlanmıştır (6). Çalışmada minimum sıcaklıkların ortalamaları kullanılmıştır. Ayrıca şehir ile kırsal istasyonlar arasında minimum sıcaklık ortalamaları farkları oluşturulmuştur. Meteoroloji istasyonlarındaki minimum sıcaklık ortalamaların ve aralarındaki farkların eğilimleri parametrik olmayan Mann-Kendall Mertebe Korelasyon İstatistiği ile incelenmiştir.

2.1. Mann-Kendall Mertebe Korelasyon İstatistiği

Bütün korelasyon yöntemlerinde olduğu gibi Mann-Kendall Mertebe Korelasyonu da iki değişken arasındaki ilişkiyi bulmak için yapılan dağılımdan bağımsız bir yöntemdir (5). Test istatistiğinin ($u(t)$) pozitif değerleri zamanla bir artış eğiliminin olduğunu, negatif değerler ($u(t)<0$) zamanla bir azalma eğiliminin olduğunu gösterir. $u(t)$ nin anlamlılık seviyesine karşılık gelen kritik değerlere ulaşması trendin güvenilirlik düzeyinin anlamlı olduğunu gösterir. Grafıksel olarak, $u(t)$ ve geriye doğru test istatistiği olarak hesaplanan $u'(t)$, değişimin başladığı yerde birbirine yaklaşır ve sonra birbirlerinden uzaklaşarak trendin başladığı yer ile önemliliklerini gösterirler. Eğer seri içerisinde herhangi bir trend yok ise $u(t)$ ve $u'(t)$ birbirlerine birçok defa yaklaşarak yakın salınım yaparlar. Bu testte veriler baştan sona doğru numaralandırılarak (i) gerçek veri yerine verinin seri içerisindeki mertebesi (m_i) kullanılır. Her bir “ m_i ”, önceki mertebelerden küçük olanlar sayılarak “ n_i ” gibi bir sayı ile tanımlanır. “ n_i ” lerin toplamları ile test istatistiği olan “ t ”;

$$t = \sum_{i=1}^n n_i$$

eşitliği ile bulunur. Bunun ortalaması;

$$E(t_i) = \frac{n(n-1)}{4}$$

varyansı;

$$\text{var}(t) = \frac{n(n-1)(2n+5)}{72}$$

eşitlikleri ile hesaplanır. Mann-Kendall Mertebe Korelasyon Test istatistiği $u(t)$ ise;

$$u(t) = \frac{t - E(t)}{\sqrt{\text{var}(t)}}$$

olarak bulunur. Geriye doğru Mann-Kendall Test istatistiği $u'(t)$ de benzer şekilde hesaplanır.

Bu kez veriler sondan başa doğru (i') numaralandırılır. Gerçek veri yerine verinin seri içerisindeki mertebesi olan her bir " m_i " için, sondan başa doğru kendinden önceki (gerçek anlamda kendinden sonraki yıllarda) kendinden küçük mertebe sayısı " n_i "ler hesaplanır. " n_i "lerin toplamları ile test istatistiği olan " t " bulunur. Bu şekilde hesaplanan geriye doğru Mann-Kendall Test istatistiğinde; $u'(t) = -u(t)$ 'dir. $u(t)$ nin ± 1.96 'nın üzerindeki değerleri %95 güven aralığını belirlemektedir (5).

3. BULGULAR ve ANALİZ

Ankara için, şehirleşme etkisi kapsamında değerlendirmeleri yapılmak üzere 4 meteoroloji istasyonunun (Keçiören olmak üzere 1 şehir ve Beypazarı, Kızılcahamam ve Esenboğa olmak üzere 3 kırsal) verileri incelenmiştir. Ankara meteoroloji istasyonunun minimum sıcaklık ortalamalarının trendin de 1995 yılından itibaren başlayan bir artış görülmektedir. Kırsal istasyon olarak seçilen Beypazarı, Kızılcahamam ve Esenboğa istasyonları için yapılan hesaplamada, Beypazarı ve Kızılcahamam da bir artış veya azalış eğilimi bulunmazken, Esenboğa meteoroloji istasyonunun trendin de 2005 yılından itibaren başlayan bir artış görülmektedir (Tablo 1).

İncelenen periyodun başlangıcındaki şehir-kırsal istasyon minimum sıcaklık ortalamaları farkları daha düşükken, dönem sonunda şehir-kırsal istasyon farkları artış göstermiştir. Ankara Şehir-kırsal istasyon çiftlerinde yüksek Mann-Kendall istatistikleri vardır. Ankara – Kızılcahamam, Ankara – Beypazarı ve Ankara – Esenboğa istasyon çiftleri için minimum sıcaklıkların ortalamalarının farkları alınarak oluşturulan serilerin trendinde % 95 ve üzeri güven aralığında bir artış vardır. Ankara – Kızılcahamam, Ankara – Beypazarı istasyon çiftlerinin fark serilerinin trendindeki artış daha kuvvetlidir (Tablo 2).

Tablo 1. Yıllık Minimum Sıcaklık Ortalamalarının Mann-Kendall İstatistikleri

İstasyon adı	$u(t)$ değeri
Ankara *	5,34
Kızılcahamam	1,76
Beypazarı	0,34
Esenboğa *	4,03

* İstatistiksel olarak anlamlı artış eğilimi

Tablo 2. Şehir ve Kırsal İstasyon Çiftlerinin Minimum Sıcaklık Ortalamaları Farkları için Mann-Kendall İstatistikleri

İstasyon adı	$U(t)$ değeri
Ankara - Kızılcahamam *	6,07
Ankara –Beypazarı *	6,17
Ankara -Esenboğa *	2,08

* İstatistiksel olarak anlamlı artış eğilimi

İstanbul için, şehirleşme etkisi kapsamında değerlendirmeleri yapılmak üzere 5 meteoroloji istasyonunun (Göztepe ve Florya olmak üzere 2 şehir ve Kireçburnu, Kumköy, Şile

3 kırsal) verileri incelenmiştir. Meteoroloji istasyonlarının bireysel olarak minimum sıcaklık ortalamalarındaki eğilimleri Mann-Kendall testi ile incelenmiş olup tablo 5’de verilmiştir. Şehir istasyonu olarak seçilen Göztepe ve Florya meteoroloji istasyonlarındaki trendin artışı kırsal istasyonlarına göre daha yüksektir (Tablo 3).

İstanbul Şehir-kırsal istasyon çiftlerinde yüksek Mann-Kendall istatistikleri vardır. Şehir istasyonu olarak seçilen Göztepe ve Florya istasyonlarının minimum sıcaklık ortalamalarının kırsal istasyonlarla farkları alınarak oluşturulan serilerin trendinde % 95 ve üzeri güven aralığında bir artış vardır (Tablo 3).

Tablo 3. Yıllık Minimum Sıcaklık Ortalamalarının Mann-Kendall İstatistikleri

İstasyon adı	u(t) değeri
Göztepe *	5,91
Florya *	5,62
Kireçburnu *	3,90
Kumköy *	4,29
Şile *	4,23

* İstatistiksel olarak anlamlı artış eğilimi

Tablo 4. Şehir ve Kırsal İstasyon Çiftlerinin Minimum Sıcaklık Ortalamaları Farkları için Mann-Kendall İstatistikleri

İstasyon adı	U(t) değeri
Göztepe-Kireçburnu	7,06
Göztepe-Kumköy	5,08
Göztepe-Şile	5,64
Florya-Kireçburnu	4,67
Florya-Kumköy	3,66
Florya-Şile	3,01

İzmir için şehirleşme etkisi kapsamında değerlendirmeleri yapılmak üzere 3 meteoroloji istasyonunun (İzmir olmak üzere 1 şehir, Seferihisar ve Çeşme olmak üzere 2 kırsal) verileri incelenmiştir. Meteoroloji istasyonlarının bireysel olarak minimum sıcaklık ortalamalarındaki eğilimleri Mann-Kendall testi ile incelenmiştir. Seferihisar ve Çeşme meteoroloji istasyonlarının minimum sıcaklık ortalamalarındaki trendin artışı, İzmir meteoroloji istasyonundaki trend artışından daha yüksektir (Tablo 5).

Şehirleşme etkisinin belirlenebilmesi amacıyla, Şehir-kırsal istasyon çiftleri oluşturulmuş ve minimum sıcaklık ortalamalarının farkları alınarak, elde edilen serilerdeki eğilimler incelenmiştir. İzmir ile Seferihisar istasyonlarının minimum sıcaklık ortalamaları farkları alınarak oluşturulan serinin trendinde % 95 ve üzeri güven aralığında bir azalış vardır (Tablo 6).

Tablo 5. Yıllık Minimum Sıcaklık Ortalamalarının Mann-Kendall İstatistikleri

İstasyon adı	u(t) değeri
İzmir*	4,43
Seferihisar*	5,77

Çeşme*	5,16
--------	------

* İstatistiksel olarak anlamlı artış eğilimi

Tablo 6. Şehir ve kırsal istasyon çiftlerinin Minimum Sıcaklık Ortalamaları farkları için Mann-Kendall istatistikleri

İstasyon adı	U(t) değeri
İzmir-Seferihisar	-5,22

İzmir-Çeşme	-1,88
-------------	-------

*İstatistiksel olarak anlamlı artış-azalış eğilimi

4. SONUÇ

Küresel ortalama yüzey sıcaklıkları artmaktadır. Ülkemizde de dünyadakine benzer bir şekilde yıllık ortalama sıcaklıklarda bir artış söz konusudur. Bununla beraber kentleşme etkisinin de belirginleşmesi yerel iklim koşulları dolayısı ile canlılar üzerindeki etkinin daha da fazla olmasına neden olmaktadır. Hem ülkemizde hem dünyada nüfus hızla artmakta ve bu artışa paralel olarak şehirlere doğru hızlı bir göç yaşanmaktadır. Şehirler, nüfusları artarken, bir taraftan da alansal olarak büyümektedirler.

Kentleşme, asfalt yüzeylerin artması, ilave ısı kaynaklarının oluşması ve araç kullanımının fazlalaşması gibi nedenlerle doğal doku üzerinde değişikliklere neden olmaktadır. Bunun sonucu olarak da sıcaklık eğilimlerinde değişiklikler görülmektedir. Bu çalışmada, 12 meteoroloji istasyonu belirlenmiş ve bu istasyonların 4 tanesi şehir istasyonu 8 tanesi kırsal istasyon olarak değerlendirmeye alınmıştır. Sıcaklıkların zamanla arttığı görülmüştür.

Meteoroloji istasyonlarının bireysel olarak yıllık minimum sıcaklık ortalamaları trendleri incelenmiş olup; Şehir istasyonu olarak seçilen istasyonların tamamında (Ankara, İstanbul-Florya, İstanbul-Göztepe, İzmir) yıllık minimum sıcaklık ortalamaları trendlerinde önemli artışlar belirlenmiştir. İstasyonların yıllık minimum sıcaklık ortalamaları serilerindeki trendlerde % 95 ve üzeri güven aralığında artışlar vardır.

Kırsal İstasyon olarak belirlenen istasyonların 6 tanesinin (Esenboğa, Kireçburnu, Kumköy, Şile, Seferihisar ve Çeşme) yıllık minimum sıcaklık ortalamaları trendlerinde artış görülürken 2 tanesinde (Kızılcahamam ve Beypazarı) anlamlı bir artış veya azalış trendi tespit edilmemiştir.

Şehirleşme etkisinin belirlenebilmesi amacıyla, şehir-kırsal istasyon çiftleri oluşturulmuş ve minimum sıcaklık ortalamalarının farkları alınarak elde edilen serilerdeki eğilimler incelenmiştir; Şehir istasyonu olarak seçilen istasyonlarının minimum sıcaklık ortalamalarının kırsal istasyonlarla farkları alınarak oluşturulan serilerin trendlerinde % 95 ve üzeri güven aralığında bir artış vardır (İzmir istasyon çiftleri hariç).

İzmir’de İzmir meteoroloji istasyonu ile Seferihisar istasyonunun minimum sıcaklık ortalamaları farkı alınarak oluşturulan serinin trendinde azalış vardır. Bu da Seferihisar’daki şehirleşme etkisinin İzmir’den daha yüksek olduğunu ortaya koymaktadır. İzmir-Çeşme istasyon çiftinde anlamlı bir eğilim bulunmamaktadır. İzmir şehir istasyonunun deniz üzerinden

batıdan gelen sistemlere ve rüzgârlara açık körfez içinde oluşu, bunun tersine Çeşme istasyonunun ters körfezde yani batılı rüzgârlara kapalı bir konumda olması, Seferihisar ilçesinin ise kıyıdan uzak oluşunun minimum sıcaklıklarının yüksek olmasını açıkladığı düşünülmektedir. Bu da şu anlama gelmektedir; şehir ve kırsal istasyonlar arasındaki ilişki incelenirken sadece nüfus büyüklüğü, sıcaklık farkları gibi istatistiksel yöntemler ile değil aynı zamanda istasyonların coğrafi konum ve koşulları ile birlikte incelenmesi gereklidir.

Ankara için belirlenen şehir-kırsal istasyon çiftlerinde yüksek Mann-Kendall istatistikleri vardır. Ankara – Kızılcahamam, Ankara –Beypazarı ve Ankara -Esenboğa istasyon çiftleri için minimum sıcaklıkların ortalamalarının farkları alınarak oluşturulan serilerin trendinde % 95 ve üzeri güven aralığında bir artış vardır. Ankara – Kızılcahamam, Ankara – Beypazarı istasyon çiftlerinin fark serilerinin trendindeki artış daha kuvvetlidir. Ankara Esenboğa İstasyon çiftinin farkındaki artışın daha az olması Esenboğa istasyonunun da şehirleşme etkisinden Kızılcahamam ve Beypazarı İstasyonlarına göre daha fazla etkilendiği şeklinde değerlendirilebilir. Beypazarı'nın ormanlık alan olan milli parklara ile Sarıyer Barajına ve Kızılcahamam'ın ise ormanlık alan olan milli parklara ile Eğrekaya Barajına yakın olan konumlarının sıcaklık artışının Ankara istasyonuna göre daha az olmasını açıkladığı düşünülmektedir.

İstanbul için Asya ve Avrupa taraflarında olmak üzere iki şehir istasyon (Göztepe ve Florya) belirlenmiştir. İstanbul Şehir-kırsal istasyon çiftlerinde yüksek Mann-Kendall istatistikleri vardır. Şehir istasyonları olarak seçilen Göztepe ve Florya istasyonlarının minimum sıcaklık ortalamalarının kırsal istasyonlarla farkları alınarak oluşturulan serilerin trendinde % 95 ve üzeri güven aralığında bir artış vardır. Ayrıca Göztepe ile kırsal istasyonların minimum sıcaklık ortalamalarındaki farkların trendlerinin, Florya ile kırsal istasyonların minimum sıcaklık ortalamalarındaki farkların trendinden daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Bu durum Göztepe'deki şehirleşme etkisinin daha fazla olduğu yönünde bir yaklaşım vermektedir. Bu durum Göztepe'deki istasyonun yüksek binalar arasında kalmış olması, Florya istasyonunun ise Florya Atatürk Ormanı içerisinde yer almasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Türkiye'deki tüm kırsal ve şehirsal istasyonlar gibi çalışmada incelenmesi yapılan istasyonlar da iklim değişikliğinden etkilenmiştir. Bireysel olarak istasyonları incelediğimizde iklim değişikliğine bağlı artışlar net bir şekilde görülmektedir. Şehir istasyonlarında iklim değişikliğine bağlı artışlara, şehirleşme ile gelen artış miktarı da eklendiği için artış miktarı kırsal alanlara göre daha çok olmaktadır. Ayrıca bu tür çalışmalarda doğru bir yorum yapabilmek için, istatistiksel sonuç ve yorumlardan önce istasyonların coğrafi konum ile koşulları ve bu koşulların meteorolojik parametreler ile iklime olan etkileri de dikkatlice incelenmelidir.

5. KAYNAKLAR

1. 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, <http://www.mmfdergi.gazi.edu.tr/article/view/1061000443>
2. Kindap T., Unal A., Ozdemir H., Bozkurt D., Turuncoglu U.U., Demir G., Tayanc M., Karaca M., Chhetri N. (Ed.), "Quantification of the Urban Heat Island Under a Changing Climate over Anatolian Peninsula", 11/2012, ISBN: 978-953-51-0847-4, InTech.
3. Hua, L.J.; MA, Z.G. & Guo, W.D. (2007). The impact of urbanization on air temperature across China. Theoretical and Applied Climatology.
4. Meteoroloji Genel Müdürlüğü, (2016), 2016 Yılı İklim Değerlendirmesi, 2016, https://www.mgm.gov.tr/files/en-US/State_of_the_Climate_in_Turkey_in_2016.pdf
5. Sneyers, R.: 1990, On the Statistical Analysis of Series of Observations WMO No:415
6. TÜİK (2015). Türkiye İstatistik Kurumu (Genel Nüfus Sayımı Sonuçları, 1927-2000 ve Adrese Dayalı Nüfus Kayıt Sistemi Sonuçları, 2007-2014). <http://www.tuik.gov.tr/UstMenu.do?metod=temelist>, <http://tuikapp.tuik.gov.tr/nufusapp/idari.zul>.
7. WMO (2015). https://www.wmo.int/pages/mediacentre/press_releases/documents/1009_Draft_Statement_2014.pdf
8. Sensoy, S., Türkoğlu,N., Çiçek, İ., Demircan, M., Arabacı, H. And Boluk, E., Urbanization Effect on Trends of Extreme Temperature Indices in Ankara, VII. Uluslararası Katılımlı Atmosfer Bilimleri Sempozyumu, 28-30 Nisan 2015, İstanbul Teknik Üniversitesi İstanbul Aydın Üniversitesi, İstanbul, Türkiye