

**T.C.
İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
COĞRAFYA ANABİLİM DALI**

DOKTORA TEZİ

**TÜRKİYE'DE NÜFUSU 500.000 VE ÜZERİ
KENTLERİN İSİ ADASI ETÜDÜ**

KAMİLE YASDIMAN

2502130027

DANIŞMAN

PROF. DR. BARBAROS GÖNENÇGİL

İSTANBUL - 2021

ÖZ

TÜRKİYE'DE NÜFUSU 500.000 VE ÜZERİ KENTLERİN ISI ADASI ETÜDÜ **Kamile YASDIMAN**

İklim değişikliği konusunda çalışma yapılırken özellikle sıcaklık verileri üzerinde yapılan istatistik eğilimler önemli bir yer tutar. Uzun zaman içerisinde pek çok faktöre göre değişkenlik gösteren bu verilerin trendlerini saptama aşamasında güvenilir yöntemler kullanılmalıdır. Çalışmada kullanılacak istasyonların seçiminde 2013 yılı itibariyle nüfusu 500.000 ve üzeri olan 17 adet şehir merkezi istasyonu ile kırsal çevreleri konu alınmıştır. Bu bağlamda TÜİK verilerine göre, sayısı çok daha fazla olan kentsel istasyonlar, veri setlerindeki düzensizlikler ve eksiklikler nedeniyle yukarıda belirtilen sayıya düşürülmüştür. Şehirsiz istasyonlar ile coğrafi açıdan en az farklılık gösteren ve aynı meteorolojik kütlelerin etkisinde kalan kırsal istasyonların uzun vadeli sıcaklık verileri (en az 41 yıl ile 66 yıl arası) öncelikle parametrik olmayan Mann-Kendall testi uygulanmıştır. İstasyonlara ait trendlerin başlama yılını belirleyebilmek amacıyla ise Sen'in Trend Eğim Metodu tercih edilmiştir.

Elde edilen bulgulara göre 17 istasyon çifti arasından Afyon-Bolvadin, Muğla-Yatağan, Tekirdağ-Çorlu, Aydın-Sultanhisar, Mersin-Silifke, Şanlıurfa-Bozova, Konya-Karapınar, Bursa-M.Kemalpaşa, Ankara-Akyurt ve İstanbul-Şile kentsel istasyonlarında çevresindeki kırsal istasyon verilerine göre şehir ısı varlığı tespit edilmiştir. Buna karşın Trabzon-Akçaabat, Erzurum-Tortum, Samsun-Bafra, Diyarbakır-Ergani, Adana-Yumurtalık ile Antalya-Manavgat istasyon çiftlerinde ise kırsal istasyonların kent merkezinden aylık minimum sıcaklıklarda daha fazla ısındığı ortaya konmuştur. Bu durumun nedenleri çalışma bitiminden sonra detaylı olarak araştırılacaktır.

Çalışmada atmosfer olayları kendine özgü yöntemler ile ele alınmış, iklimbiliminin sürdürülebilir yaşama olan katkısı açısından değerlendirilmiştir. Gerçekleştirilmeye çalışılan bu iklimbilimi araştırması, genel hatları ile ifade edilen

gelişmeyi yakalama ve süreç içinde elde edilen bulgulardan hareketle daha sağlıklıya doğru gelişmede katkıda bulunma çabalarının bir ürünüdür. Alınan sonuçlara göre, ülkemizde büyük şehirlerimizde ve çok yakın bir zamanda nüfusu artarak büyük şehir statüsüne kavuşacak olan şehirlerimizde de şehir ısı adaları meydana gelecektir. Bu konuda alınması gereken önlemlerin zaman kaybetmeden belirlenmesi ve bu doğrultuda harekete geçilmesi gerekmektedir.

Anahtar Kelimeler: İklim Değişikliği, Şehir Isı Adası, Trend Analizi, Mann-Kendall Testi, Sıcaklık



ABSTRACT

URBAN HEAT ISLAND STUDY OF CITIES WITH 500.000 POPULATION AND OVER IN TURKEY

Kamile YASDIMAN

Statistical trends, especially on temperature data, have an important place when working on climate change. Reliable methods should be used in determining the trends of these data, which vary according to many factors over a long period of time. In the selection of the stations to be used in the study, 17 city center stations with a population of 500.000 and over as of 2013 and their rural environments were taken into consideration. In this context, according to TUIK data, the number of urban stations, which are much more, has been reduced to the above-mentioned number due to irregularities and deficiencies in the data sets. First of all, the non-parametric Mann-Kendall test was applied to the long-term temperature data (at least 41 years to 66 years) of the urban stations and the rural stations that differ the least geographically. In order to determine the start year of the trends of the stations, Sen's Trend Slope Method was preferred.

According to the findings, among 17 station pairs, at the stations of Afyon-Bolvadin, Muğla-Yatağan, Tekirdağ-Çorlu, Aydın-Sultanhisar, Mersin-Silifke, Şanlıurfa-Bozova, Konya-Karapınar, Bursa-M.Kemalpaşa, Ankara-Akyurt and İstanbul-Şile, the presence of city heat was determined according to the data of the surrounding rural stations. On the other hand, in the station pairs of Trabzon-Akçaabat, Erzurum-Tortum, Samsun-Bafra, Diyarbakır-Ergani, Adana-Yumurtalık and Antalya-Manavgat, it has been revealed that rural stations are warmer than the city center at monthly minimum temperatures. The reasons for this situation will be investigated in detail after the end of the study.

In the study, atmospheric phenomena were handled with unique methods and evaluated in terms of the contribution of climatology to sustainable life. This climatology research, which is tried to be carried out, is the product of efforts to catch the development expressed in general terms and to contribute to the development towards a healthier one based on the findings obtained in the process. According to the results obtained, urban heat islands will occur in our big cities in our country and in our cities that will gain the status of big cities by increasing their population in a very short time. It is necessary to determine the measures to be taken in this regard without wasting time and take action in this direction.

Keywords: Climate Change, Urban Heat Island, Trend Analysis, Mann-Kendall Test, Temperature

ÖNSÖZ

Günümüzde giderek artan şehirleşme ve teknolojinin ilerlemesi, ne yazık ki insanoğlunun doğal dengeye müdahalesini artırmaktadır. Antropojenik kaynaklı bu müdahaleler tüm dünyada olduğu gibi ülkemizde de etkisini göstermeye başlamış, özellikle yoğun şehirleşmenin görüldüğü alanlarda termal konforu tehdit eder hale gelmiştir. Tüm dünyanın küresel iklim değişikliğine karşı önlem almaya başladığı ve farkındalığının arttığı son yıllarda, ülkemizde de bu farkındalığı artırmak ve hızlı aksiyon almak adına birtakım girişimler yapılması gerekmektedir. Coğrafi bir bakış açısı ile şehirleşmenin özellikle sıcaklık üzerindeki etkileri ve şehir ısı adalarının oluşumunun temel alındığı bu çalışma da ortaya çıkan ve çıkması beklenen olumsuz tabloları en azından azaltmak adına farkındalık yaratmayı amaçlamaktadır.

Çalışmam sırasında her daim beni cesaretlendiren, bilgi birikimi ve deneyimleri ile yoluma ışık tutan çok değerli tez danışmanım ve hocam Prof. Dr. Barbaros GÖNENÇGİL'e sonsuz teşekkür ederim. Yüksek lisans süreci ve doktora öğrenimim boyunca her aşamada desteklerini esirgemeyen, uluslararası akademik havacılık camiasında aktif rol almamı sağlayan ve sadece akademik anlamda değil, yaşamın en stresli zamanlarında dahi motive ederek çalışmalarına devam etmemde yardımcı olan saygıdeğer hocam Yrd. Doç. Dr. Ahmet TOKGÖZLÜ'ye şükranlarımı sunarım. Tez izleme komiteleri boyunca değerli katkıları, eleştirel bakış açısı ve önerileriyle bana yeni ufuklar açan çok değerli hocalarım Doç. Dr. T. Ahmet ERTEK ve Prof. Dr. Zafer ASLAN'a teşekkürü borç bilirim. Haritaların hazırlanmasında emeği geçen Sayın Osman SARIGÜL'e ve doktora boyunca çalışma arkadaşım Cihan ŞEN'e de teşekkürler ederim.

Son olarak gecenin gündüze karıştığı zamanlarda yorucu tez çalışmalarım için beni daima destekleyen, çoğu zaman yaşam ve iş yükümü sırtlanarak zamanımı genişleten, gerekli tüm sabrı ve özveriye gösteren değerli eşim Emre YASDIMAN ile minik kızlarım Cemre ve Defne'ye minnettarım!

Kamile YASDIMAN

İstanbul, 2021

İÇİNDEKİLER

ÖZ.....	iii
ÖNSÖZ.....	vii
TABLOLAR LİSTESİ.....	xi
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	xvii
FOTOĞRAFLAR LİSTESİ.....	xxvii
KISALTMALAR LİSTESİ.....	xxix
GİRİŞ	1

BİRİNCİ BÖLÜM

KURAMSAL ÇERÇEVE

1.1. Araştırmanın Konusu ve Kapsamı.....	5
1.2. Çalışma Amacı ve Hedefleri.....	8
1.3. Enerji Bilançosu.....	8
1.4. Şehir Isı Adası.....	10
1.4.1 Şehir Isı Adası Yoğunluğunu Belirleyen Etmenler.....	13
1.5. Albedo.....	15
1.6. Antropojenik Isı.....	15
1.7. Şehir ile Kır Arasındaki Farklar.....	15
1.8. Şehir Isı Adası ve Yüzey Isı Adası Arasındaki Farklar.....	16
1.9. Önceki Çalışmalar.....	17
1.10. Türkiye’de Şehir Isı Adası Çalışmaları.....	24
1.11. Veri, Yöntem ve Teknikler.....	25
1.12. Şehir İklimi Çalışma Yöntemleri.....	26

1.12.1. Meteoroloji İstasyon Verileri.....	26
1.12. Çalışmada Kullanılan Veri, Yöntem ve Teknikler.....	27
1.12.1 Homojenlik Testi: Kruskal-Wallis Testi.....	27
1.12.2. Mann-Kendall Sıra İlişki Katsayısı.....	30
1.12.3 Sen'in Trend Eğim Metodu.....	31
1.12.4. Trend Analizi Bilgisayar Yazılımı.....	34

İKİNCİ BÖLÜM

BULGULAR

2.1. Sıcaklık Verilerinin Analizi.....	35
2.1.1 Afyonkarahisar ve Bolvadin.....	35
2.1.2 Trabzon ve Akçaabat.....	47
2.1.3 Erzurum – Tortum.....	59
2.1.4 Muğla – Yatağan.....	72
2.1.5 Tekirdağ – Çorlu.....	85
2.1.6 Aydın – Sultanhisar.....	98
2.1.7 Samsun – Bafra.....	112
2.1.8 Diyarbakır – Ergani.....	124
2.1.9 Mersin – Silifke.....	137
2.1.10 Şanlıurfa – Bozova.....	150
2.1.11 Konya – Karapınar.....	163
2.1.12 Adana – Yumurtalık.....	176
2.1.13 Antalya – Manavgat.....	189
2.1.14 Bursa – Mustafakemalpaşa.....	202

2.1.15 İzmir – Bergama.....	215
2.1.16 Ankara – Akyurt.....	228
2.1.17 İstanbul – Şile.....	241

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

BULGULAR VE TARTIŞMA

SONUÇ.....	263
KAYNAKÇA.....	265
EKLER.....	278
ÖZGEÇMİŞ.....	280

TABLÖLAR LİSTESİ

Tablo 1.1 : Çalışması Yapılan Şehir Merkezi ve Kırsal İstasyon Listesi.....	5
Tablo 1.2 : Londra İçin Kentsel Yapılandırma Kategorileri (Watkins, 2002).....	13
Tablo 1.3 : Şehir ve Kır Arasındaki Farklılıklar.....	16
Tablo 1.4 : Çalışmada Seçilen İstasyonlar, Ortamları ve Veri Seti Bilgisi.....	36
Tablo 2.1 : Yıllık ve Mevsimler Bazında Sıcaklık Verilerine Ait Mann-Kendall Analizi (Afyonkarahisar – Bolvadin).....	47
Tablo 2.2 : Aylık Maksimum, Minimum ve Ortalama Sıcaklıkların Yıllık Ortalamaları Arasındaki Farklar (°C) (Afyonkarahisar – Bolvadin).....	48
Tablo 2.3 : Mevsimlere Göre Aylık Maksimum Sıcaklık Ortalamaları Arasındaki Farklar (°C) (Afyonkarahisar – Bolvadin).....	48
Tablo 2.4 : Mevsimlere Göre Aylık Minimum Sıcaklık Ortalamaları Arasındaki Farklar (°C) (Afyonkarahisar – Bolvadin).....	48
Tablo 2.5 : Mevsimlere Göre Aylık Ortalama Sıcaklık Ortalamaları Arasındaki Farklar (°C) (Afyonkarahisar – Bolvadin).....	48
Tablo 2.6 : Yıllık ve Mevsimler Bazında Sıcaklık Verilerine Ait Mann-Kendall Analizi (Trabzon – Akçaabat).....	59
Tablo 2.7 : Aylık Maksimum, Minimum ve Ortalama Sıcaklıkların Yıllık Ortalamaları Arasındaki Farklar (°C) (Trabzon – Akçaabat).....	60
Tablo 2.8 : Mevsimlere Göre Aylık Maksimum Sıcaklık Ortalamaları Arasındaki Farklar (°C) (Trabzon – Akçaabat).....	60
Tablo 2.9 : Mevsimlere Göre Aylık Minimum Sıcaklık Ortalamaları Arasındaki Farklar (°C) (Trabzon – Akçaabat).....	60
Tablo 2.10 : Mevsimlere Göre Aylık Ortalama Sıcaklık Ortalamaları Arasındaki Farklar (°C) (Trabzon – Akçaabat).....	60
Tablo 2.11 : Yıllık ve Mevsimler Bazında Sıcaklık Verilerine Ait Mann-Kendall Analizi (Erzurum –Tortum).....	72
Tablo 2.12 : Aylık Maksimum, Minimum ve Ortalama Sıcaklıkların Yıllık Ortalamaları Arasındaki Farklar (°C) (Erzurum –Tortum).....	73
Tablo 2.13 : Mevsimlere Göre Aylık Maksimum Sıcaklık Ortalamaları Arasındaki Farklar (°C) (Erzurum –Tortum).....	73

Tablo 2.14 : Mevsimlere Göre Aylık Minimum Sıcaklık Ortalamaları Arasındaki Farklar (°C) (Erzurum –Tortum)	73
Tablo 2.15 : Mevsimlere Göre Aylık Ortalama Sıcaklık Ortalamaları Arasındaki Farklar (°C) (Erzurum –Tortum).....	73
Tablo 2.16 : Yıllık ve Mevsimler Bazında Sıcaklık Verilerine Ait Mann-Kendall Analizi (Muğla –Yatağan).....	85
Tablo 2.17 : Aylık Maksimum, Minimum ve Ortalama Sıcaklıkların Yıllık Ortalamaları Arasındaki Farklar (°C) (Muğla –Yatağan).....	86
Tablo 2.18 : Mevsimlere Göre Aylık Maksimum Sıcaklık Ortalamaları Arasındaki Farklar (°C) (Muğla –Yatağan).....	86
Tablo 2.19 : Mevsimlere Göre Aylık Minimum Sıcaklık Ortalamaları Arasındaki Farklar (°C) (Muğla –Yatağan).....	86
Tablo 2.20 : Mevsimlere Göre Aylık Ortalama Sıcaklık Ortalamaları Arasındaki Farklar (°C) (Muğla –Yatağan).....	86
Tablo 2.21 : Yıllık ve Mevsimler Bazında Sıcaklık Verilerine Ait Mann-Kendall Analizi (Tekirdağ – Çorlu).....	98
Tablo 2.22 : Aylık Maksimum, Minimum ve Ortalama Sıcaklıkların Yıllık Ortalamaları Arasındaki Farklar (°C) (Tekirdağ – Çorlu).....	99
Tablo 2.23 : Mevsimlere Göre Aylık Maksimum Sıcaklık Ortalamaları Arasındaki Farklar (°C) (Tekirdağ – Çorlu).....	99
Tablo 2.24 : Mevsimlere Göre Aylık Minimum Sıcaklık Ortalamaları Arasındaki Farklar (°C) (Tekirdağ – Çorlu).....	99
Tablo 2.25 : Mevsimlere Göre Aylık Ortalama Sıcaklık Ortalamaları Arasındaki Farklar (°C) (Tekirdağ – Çorlu).....	99
Tablo 2.26 : Yıllık ve Mevsimler Bazında Sıcaklık Verilerine Ait Mann-Kendall Analizi (Aydın – Sultanhisar).....	111
Tablo 2.27 : Aylık Maksimum, Minimum ve Ortalama Sıcaklıkların Yıllık Ortalamaları Arasındaki Farklar (°C) (Aydın – Sultanhisar).....	112
Tablo 2.28 : Mevsimlere Göre Aylık Maksimum Sıcaklık Ortalamaları Arasındaki Farklar (°C) (Aydın – Sultanhisar).....	112
Tablo 2.29 : Mevsimlere Göre Aylık Minimum Sıcaklık Ortalamaları Arasındaki Farklar (°C) (Aydın – Sultanhisar).....	112

Tablo 2.30 : Mevsimlere Göre Aylık Ortalama Sıcaklık Ortalamaları Arasındaki Farklar (°C) (Aydın – Sultanhisar).....	112
Tablo 2.31 : Yıllık ve Mevsimler Bazında Sıcaklık Verilerine Ait Mann-Kendall Analizi (Samsun – Bafra).....	124
Tablo 2.32 : Aylık Maksimum, Minimum ve Ortalama Sıcaklıkların Yıllık Ortalamaları Arasındaki Farklar (°C) (Samsun – Bafra).....	125
Tablo 2.33 : Mevsimlere Göre Aylık Maksimum Sıcaklık Ortalamaları Arasındaki Farklar (°C) (Samsun – Bafra).....	125
Tablo 2.34 : Mevsimlere Göre Aylık Minimum Sıcaklık Ortalamaları Arasındaki Farklar (°C) (Samsun – Bafra).....	125
Tablo 2.35 : Mevsimlere Göre Aylık Ortalama Sıcaklık Ortalamaları Arasındaki Farklar (°C) (Samsun – Bafra).....	125
Tablo 2.36 : Yıllık ve Mevsimler Bazında Sıcaklık Verilerine Ait Mann-Kendall Analizi (Diyarbakır – Ergani).....	137
Tablo 2.37 : Aylık Maksimum, Minimum ve Ortalama Sıcaklıkların Yıllık Ortalamaları Arasındaki Farklar (°C) (Diyarbakır – Ergani).....	138
Tablo 2.38 : Mevsimlere Göre Aylık Maksimum Sıcaklık Ortalamaları Arasındaki Farklar (°C) (Diyarbakır – Ergani).....	138
Tablo 2.39 : Mevsimlere Göre Aylık Minimum Sıcaklık Ortalamaları Arasındaki Farklar (°C) (Diyarbakır – Ergani).....	138
Tablo 2.40 : Mevsimlere Göre Aylık Ortalama Sıcaklık Ortalamaları Arasındaki Farklar (°C) (Diyarbakır – Ergani).....	138
Tablo 2.41 : Yıllık ve Mevsimler Bazında Sıcaklık Verilerine Ait Mann-Kendall Analizi (Mersin – Silifke).....	150
Tablo 2.42 : Aylık Maksimum, Minimum ve Ortalama Sıcaklıkların Yıllık Ortalamaları Arasındaki Farklar (°C) (Mersin – Silifke).....	151
Tablo 2.43 : Mevsimlere Göre Aylık Maksimum Sıcaklık Ortalamaları Arasındaki Farklar (°C) (Mersin – Silifke).....	151
Tablo 2.44 : Mevsimlere Göre Aylık Minimum Sıcaklık Ortalamaları Arasındaki Farklar (°C) (Mersin – Silifke).....	151
Tablo 2.45 : Mevsimlere Göre Aylık Ortalama Sıcaklık Ortalamaları Arasındaki Farklar (°C) (Mersin – Silifke).....	151

Tablo 2.46 : Yıllık ve Mevsimler Bazında Sıcaklık Verilerine Ait Mann-Kendall Analizi (Şanlıurfa – Bozova).....	163
Tablo 2.47 : Aylık Maksimum, Minimum ve Ortalama Sıcaklıkların Yıllık Ortalamaları Arasındaki Farklar (°C) (Şanlıurfa – Bozova).....	164
Tablo 2.48 : Mevsimlere Göre Aylık Maksimum Sıcaklık Ortalamaları Arasındaki Farklar (°C) (Şanlıurfa – Bozova).....	164
Tablo 2.49 : Mevsimlere Göre Aylık Minimum Sıcaklık Ortalamaları Arasındaki Farklar (°C) (Şanlıurfa – Bozova).....	164
Tablo 2.50 : Mevsimlere Göre Aylık Ortalama Sıcaklık Ortalamaları Arasındaki Farklar (°C) (Şanlıurfa – Bozova).....	164
Tablo 2.51 : Yıllık ve Mevsimler Bazında Sıcaklık Verilerine Ait Mann-Kendall Analizi (Konya – Karapınar).....	176
Tablo 2.52 : Aylık Maksimum, Minimum ve Ortalama Sıcaklıkların Yıllık Ortalamaları Arasındaki Farklar (°C) (Konya – Karapınar).....	177
Tablo 2.53 : Mevsimlere Göre Aylık Maksimum Sıcaklık Ortalamaları Arasındaki Farklar (°C) (Konya – Karapınar).....	177
Tablo 2.54 : Mevsimlere Göre Aylık Minimum Sıcaklık Ortalamaları Arasındaki Farklar (°C) (Konya – Karapınar).....	177
Tablo 2.55 : Mevsimlere Göre Aylık Ortalama Sıcaklık Ortalamaları Arasındaki Farklar (°C) (Konya – Karapınar).....	177
Tablo 2.56 : Yıllık ve Mevsimler Bazında Sıcaklık Verilerine Ait Mann-Kendall Analizi (Adana – Yumurtalık).....	189
Tablo 2.57 : Aylık Maksimum, Minimum ve Ortalama Sıcaklıkların Yıllık Ortalamaları Arasındaki Farklar (°C) (Adana – Yumurtalık).....	190
Tablo 2.58 : Mevsimlere Göre Aylık Maksimum Sıcaklık Ortalamaları Arasındaki Farklar (°C) (Adana – Yumurtalık).....	190
Tablo 2.59 : Mevsimlere Göre Aylık Minimum Sıcaklık Ortalamaları Arasındaki Farklar (°C) (Adana – Yumurtalık).....	190
Tablo 2.60 : Mevsimlere Göre Aylık Ortalama Sıcaklık Ortalamaları Arasındaki Farklar (°C) (Adana – Yumurtalık).....	190
Tablo 2.61 : Yıllık ve Mevsimler Bazında Sıcaklık Verilerine Ait Mann-Kendall Analizi (Antalya – Manavgat).....	202

Tablo 2.62 :Aylık Maksimum, Minimum ve Ortalama Sıcaklıkların Yıllık Ortalamaları Arasındaki Farklar (°C) (Antalya – Manavgat).....	203
Tablo 2.63 :Mevsimlere Göre Aylık Maksimum Sıcaklık Ortalamaları Arasındaki Farklar (°C) (Antalya – Manavgat).....	203
Tablo 2.64 :Mevsimlere Göre Aylık Minimum Sıcaklık Ortalamaları Arasındaki Farklar (°C) (Antalya – Manavgat).....	203
Tablo 2.65 :Mevsimlere Göre Aylık Ortalama Sıcaklık Ortalamaları Arasındaki Farklar (°C) (Antalya – Manavgat).....	203
Tablo 2.66 :Yıllık ve Mevsimler Bazında Sıcaklık Verilerine Ait Mann-Kendall Analizi (Bursa – M. Kemalpaşa).....	216
Tablo 2.67 :Aylık Maksimum, Minimum ve Ortalama Sıcaklıkların Yıllık Ortalamaları Arasındaki Farklar (°C) (Bursa – M. Kemalpaşa).....	216
Tablo 2.68 :Mevsimlere Göre Aylık Maksimum Sıcaklık Ortalamaları Arasındaki Farklar (°C) (Bursa – M. Kemalpaşa).....	216
Tablo 2.69 :Mevsimlere Göre Aylık Minimum Sıcaklık Ortalamaları Arasındaki Farklar (°C) (Bursa – M. Kemalpaşa).....	216
Tablo 2.70 :Mevsimlere Göre Aylık Ortalama Sıcaklık Ortalamaları Arasındaki Farklar (°C) (Bursa – M. Kemalpaşa).....	216
Tablo 2.71 :Yıllık ve Mevsimler Bazında Sıcaklık Verilerine Ait Mann-Kendall Analizi (İzmir – Bergama).....	228
Tablo 2.72 :Aylık Maksimum, Minimum ve Ortalama Sıcaklıkların Yıllık Ortalamaları Arasındaki Farklar (°C) (İzmir – Bergama).....	229
Tablo 2.73 :Mevsimlere Göre Aylık Maksimum Sıcaklık Ortalamaları Arasındaki Farklar (°C) (İzmir – Bergama).....	229
Tablo 2.74 :Mevsimlere Göre Aylık Minimum Sıcaklık Ortalamaları Arasındaki Farklar (°C) (İzmir – Bergama).....	229
Tablo 2.75 :Mevsimlere Göre Aylık Ortalama Sıcaklık Ortalamaları Arasındaki Farklar (°C) (İzmir – Bergama).....	229
Tablo 2.76 :Yıllık ve Mevsimler Bazında Sıcaklık Verilerine Ait Mann-Kendall Analizi (Ankara – Akyurt).....	241
Tablo 2.77 :Aylık Maksimum, Minimum ve Ortalama Sıcaklıkların Yıllık Ortalamaları Arasındaki Farklar (°C) (Ankara – Akyurt).....	242

Tablo 2.78 : Mevsimlere Göre Aylık Maksimum Sıcaklık Ortalamaları Arasındaki Farklar (°C) (Ankara – Akyurt).....	242
Tablo 2.79 : Mevsimlere Göre Aylık Minimum Sıcaklık Ortalamaları Arasındaki Farklar (°C) (Ankara – Akyurt).....	242
Tablo 2.80 : Mevsimlere Göre Aylık Ortalama Sıcaklık Ortalamaları Arasındaki Farklar (°C) (Ankara – Akyurt).....	242
Tablo 2.81 : Yıllık ve Mevsimler Bazında Sıcaklık Verilerine Ait Mann-Kendall Analizi (İstanbul – Şile).....	255
Tablo 2.82 : Aylık Maksimum, Minimum ve Ortalama Sıcaklıkların Yıllık Ortalamaları Arasındaki Farklar (°C) (İstanbul – Şile).....	256
Tablo 2.83 : Mevsimlere Göre Aylık Maksimum Sıcaklık Ortalamaları Arasındaki Farklar (°C) (İstanbul – Şile).....	256
Tablo 2.84 : Mevsimlere Göre Aylık Minimum Sıcaklık Ortalamaları Arasındaki Farklar (°C) (İstanbul – Şile).....	256
Tablo 2.85 : Mevsimlere Göre Aylık Ortalama Sıcaklık Ortalamaları Arasındaki Farklar (°C) (İstanbul – Şile).....	256
Tablo 2.86 : ŞIA Durumuna Göre İstasyon Durumları.....	265

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1.1 :Çalışılan istasyonlara ait genel bir görünüm (Kırmızı kareler şehir istasyonlarını; mavi daireler ise kırsal istasyonları göstermektedir).....	7
Şekil 1.2 :Atmosferin enerji bilançosu.....	10
Şekil 1.3 :Bazı maddelerin yoğunlukları, özgül ısıları ve ısı kapasiteleri.....	12
Şekil 1.4 :Trend olması durumunda örnek $U(t)-U(t)'$ grafiği.....	32
Şekil 1.5 :Trend olmaması durumunda örnek $U(t)-U(t)'$ grafiği.....	33
Şekil 1.6 :Trend analizinde kullanılan “Trend Analysis for Windows” yazılımın başlangıç sayfası görünümü	35
Şekil 2.1 :Afyonkarahisar ve Bolvadin'in Lokasyon Haritası.....	37
Şekil 2.2 :Yıllık Değerlendirmede Mann-Kendall Korelasyon (U_t-U_t') Grafikleri (Afyon).....	39
Şekil 2.3 :Aylık Maksimum Sıcaklıkların Mevsimlik Olarak Mann-Kendall Korelasyon (U_t-U_t') Grafikleri (Afyon).....	40
Şekil 2.4 :Aylık Minimum Sıcaklıkların Mevsimlik Olarak Mann-Kendall Korelasyon (U_t-U_t') Grafikleri (Afyon).....	41
Şekil 2.5 :Aylık Ortalama Sıcaklıkların Mevsimlik Olarak Mann-Kendall Korelasyon (U_t-U_t') Grafikleri (Afyon).....	42
Şekil 2.6 :Yıllık Değerlendirmede Mann-Kendall Korelasyon (U_t-U_t') Grafikleri (Bolvadin).....	43
Şekil 2.7 :Aylık Maksimum Sıcaklıkların Mevsimlik Olarak Mann-Kendall Korelasyon (U_t-U_t') Grafikleri (Bolvadin).....	44
Şekil 2.8 :Aylık Minimum Sıcaklıkların Mevsimlik Olarak Mann-Kendall Korelasyon (U_t-U_t') Grafikleri (Bolvadin).....	45
Şekil 2.9 :Aylık Ortalama Sıcaklıkların Mevsimlik Olarak Mann-Kendall Korelasyon (U_t-U_t') Grafikleri (Bolvadin).....	46
Şekil 2.10 :Trabzon ve Akçaabat'ın Lokasyon Haritası.....	49
Şekil 2.11 :Yıllık Değerlendirmede Mann-Kendall Korelasyon (U_t-U_t') Grafikleri (Trabzon).....	51

Şekil 2.12 :Aylık Maksimum Sıcaklıkların Mevsimlik Olarak Mann-Kendall Korelasyon (Ut-Ut') Grafikleri (Trabzon).....	52
Şekil 2.13 :Aylık Minimum Sıcaklıkların Mevsimlik Olarak Mann-Kendall Korelasyon (Ut-Ut') Grafikleri (Trabzon).....	53
Şekil 2.14 :Aylık Ortalama Sıcaklıkların Mevsimlik Olarak Mann-Kendall Korelasyon (Ut-Ut') Grafikleri (Trabzon).....	54
Şekil 2.15 :Yıllık Değerlendirmede Mann-Kendall Korelasyon (Ut-Ut') Grafikleri (Akçaabat).....	55
Şekil 2.16 :Aylık Maksimum Sıcaklıkların Mevsimlik Olarak Mann-Kendall Korelasyon (Ut-Ut') Grafikleri (Akçaabat).....	56
Şekil 2.17 :Aylık Minimum Sıcaklıkların Mevsimlik Olarak Mann-Kendall Korelasyon (Ut-Ut') Grafikleri (Akçaabat).....	57
Şekil 2.18 :Aylık Ortalama Sıcaklıkların Mevsimlik Olarak Mann-Kendall Korelasyon (Ut-Ut') Grafikleri (Akçaabat).....	58
Şekil 2.19 :Erzurum ve Tortum'un Lokasyon Haritası.....	62
Şekil 2.20 :Yıllık Değerlendirmede Mann-Kendall Korelasyon (Ut-Ut') Grafikleri (Erzurum).....	64
Şekil 2.21 :Aylık Maksimum Sıcaklıkların Mevsimlik Olarak Mann-Kendall Korelasyon (Ut-Ut') Grafikleri (Erzurum).....	65
Şekil 2.22 :Aylık Minimum Sıcaklıkların Mevsimlik Olarak Mann-Kendall Korelasyon (Ut-Ut') Grafikleri (Erzurum).....	66
Şekil 2.23 :Aylık Ortalama Sıcaklıkların Mevsimlik Olarak Mann-Kendall Korelasyon (Ut-Ut') Grafikleri (Erzurum).....	67
Şekil 2.24 :Yıllık Değerlendirmede Mann-Kendall Korelasyon (Ut-Ut') Grafikleri (Tortum).....	68
Şekil 2.25 :Aylık Maximum Sıcaklıkların Mevsimlik Olarak Mann-Kendall Korelasyon (Ut-Ut') Grafikleri (Tortum).....	69
Şekil 2.26 :Aylık Minimum Sıcaklıkların Mevsimlik Olarak Mann-Kendall Korelasyon (Ut-Ut') Grafikleri (Tortum).....	70
Şekil 2.27 :Aylık Ortalama Sıcaklıkların Mevsimlik Olarak Mann-Kendall Korelasyon (Ut-Ut') Grafikleri (Tortum).....	71

Şekil 2.28 :Muğla ve Yatağan'ın Lokasyon Haritası.....	72
Şekil 2.29 :Yıllık Değerlendirmede Mann-Kendall Korelasyon (Ut-Ut') Grafikleri (Muğla).....	77
Şekil 2.30 :Aylık Maksimum Sıcaklıkların Mevsimlik Olarak Mann-Kendall Korelasyon (Ut-Ut') Grafikleri (Muğla).....	78
Şekil 2.31 :Aylık Minimum Sıcaklıkların Mevsimlik Olarak Mann-Kendall Korelasyon (Ut-Ut') Grafikleri (Muğla).....	79
Şekil 2.32 :Aylık Ortalama Sıcaklıkların Mevsimlik Olarak Mann-Kendall Korelasyon (Ut-Ut') Grafikleri (Muğla).....	80
Şekil 2.33 :Yıllık Değerlendirmede Mann-Kendall Korelasyon (Ut-Ut') Grafikleri (Yatağan).....	81
Şekil 2.34 :Aylık Maksimum Sıcaklıkların Mevsimlik Olarak Mann-Kendall Korelasyon (Ut-Ut') Grafikleri (Yatağan).....	82
Şekil 2.35 :Aylık Minimum Sıcaklıkların Mevsimlik Olarak Mann-Kendall Korelasyon (Ut-Ut') Grafikleri (Yatağan).....	83
Şekil 2.36 :Aylık Ortalama Sıcaklıkların Mevsimlik Olarak Mann-Kendall Korelasyon (Ut-Ut') Grafikleri (Yatağan).....	84
Şekil 2.37 :Tekirdağ ve Çorlu'nun Lokasyon Haritası.....	88
Şekil 2.38 :Yıllık Değerlendirmede Mann-Kendall Korelasyon (Ut-Ut') Grafikleri (Tekirdağ).....	90
Şekil 2.39 :Aylık Maksimum Sıcaklıkların Mevsimlik Olarak Mann-Kendall Korelasyon (Ut-Ut') Grafikleri (Tekirdağ).....	91
Şekil 2.40 :Aylık Minimum Sıcaklıkların Mevsimlik Olarak Mann-Kendall Korelasyon (Ut-Ut') Grafikleri (Tekirdağ).....	92
Şekil 2.41 :Aylık Ortalama Sıcaklıkların Mevsimlik Olarak Mann-Kendall Korelasyon (Ut-Ut') Grafikleri (Tekirdağ).....	93
Şekil 2.42 :Yıllık Değerlendirmede Mann-Kendall Korelasyon (Ut-Ut') Grafikleri (Çorlu).....	94
Şekil 2.43 :Aylık Maksimum Sıcaklıkların Mevsimlik Olarak Mann-Kendall Korelasyon (Ut-Ut') Grafikleri (Çorlu).....	95
Şekil 2.44 :Aylık Minimum Sıcaklıkların Mevsimlik Olarak Mann-Kendall Korelasyon (Ut-Ut') Grafikleri (Çorlu).....	96

Şekil 2.45 :Aylık Ortalama Sıcaklıkların Mevsimlik Olarak Mann-Kendall Korelasyon (Ut-Ut') Grafikleri (Çorlu).....	97
Şekil 2.46 :Aydın ve Sultanhisar'ın Lokasyon Haritası.....	101
Şekil 2.47 :Yıllık Değerlendirmede Mann-Kendall Korelasyon (Ut-Ut') Grafikleri (Aydın).....	103
Şekil 2.48 :Aylık Maksimum Sıcaklıkların Mevsimlik Olarak Mann-Kendall Korelasyon (Ut-Ut') Grafikleri (Aydın).....	104
Şekil 2.49 :Aylık Minimum Sıcaklıkların Mevsimlik Olarak Mann-Kendall Korelasyon (Ut-Ut') Grafikleri (Aydın).....	105
Şekil 2.50 :Aylık Ortalama Sıcaklıkların Mevsimlik Olarak Mann-Kendall Korelasyon (Ut-Ut') Grafikleri (Aydın).....	106
Şekil 2.51 :Yıllık Değerlendirmede Mann-Kendall Korelasyon (Ut-Ut') Grafikleri (Sultanhisar).....	107
Şekil 2.52 :Aylık Maksimum Sıcaklıkların Mevsimlik Olarak Mann-Kendall Korelasyon (Ut-Ut') Grafikleri (Sultanhisar).....	108
Şekil 2.53 :Aylık Minimum Sıcaklıkların Mevsimlik Olarak Mann-Kendall Korelasyon (Ut-Ut') Grafikleri (Sultanhisar).....	109
Şekil 2.54 :Aylık Ortalama Sıcaklıkların Mevsimlik Olarak Mann-Kendall Korelasyon (Ut-Ut') Grafikleri (Sultanhisar).....	110
Şekil 2.55 :Samsun ve Bafra'nın Lokasyon Haritası.....	114
Şekil 2.56 :Yıllık Değerlendirmede Mann-Kendall Korelasyon (Ut-Ut') Grafikleri (Samsun).....	116
Şekil 2.57 :Aylık Maksimum Sıcaklıkların Mevsimlik Olarak Mann-Kendall Korelasyon (Ut-Ut') Grafikleri (Samsun).....	117
Şekil 2.58 :Aylık Minimum Sıcaklıkların Mevsimlik Olarak Mann-Kendall Korelasyon (Ut-Ut') Grafikleri (Samsun).....	118
Şekil 2.59 :Aylık Ortalama Sıcaklıkların Mevsimlik Olarak Mann-Kendall Korelasyon (Ut-Ut') Grafikleri (Samsun).....	119
Şekil 2.60 :Yıllık Değerlendirmede Mann-Kendall Korelasyon (Ut-Ut') Grafikleri (Bafra).....	120
Şekil 2.61 :Aylık Maksimum Sıcaklıkların Mevsimlik Olarak Mann-Kendall Korelasyon (Ut-Ut') Grafikleri (Bafra).....	121

Şekil 2.62 :Aylık Minimum Sıcaklıkların Mevsimlik Olarak Mann-Kendall Korelasyon (Ut-Ut') Grafikleri (Bafra).....	122
Şekil 2.63 :Aylık Ortalama Sıcaklıkların Mevsimlik Olarak Mann-Kendall Korelasyon (Ut-Ut') Grafikleri (Bafra).....	123
Şekil 2.64 :Diyarbakır ve Ergani'nin Lokasyon Haritası.....	127
Şekil 2.65 :Yıllık Değerlendirmede Mann-Kendall Korelasyon (Ut-Ut') Grafikleri (Diyarbakır).....	129
Şekil 2.66 :Aylık Maksimum Sıcaklıkların Mevsimlik Olarak Mann-Kendall Korelasyon (Ut-Ut') Grafikleri (Diyarbakır).....	130
Şekil 2.67 :Aylık Minimum Sıcaklıkların Mevsimlik Olarak Mann-Kendall Korelasyon (Ut-Ut') Grafikleri (Diyarbakır).....	131
Şekil 2.68 :Aylık Ortalama Sıcaklıkların Mevsimlik Olarak Mann-Kendall Korelasyon (Ut-Ut') Grafikleri (Diyarbakır).....	132
Şekil 2.69 :Yıllık Değerlendirmede Mann-Kendall Korelasyon (Ut-Ut') Grafikleri (Ergani).....	133
Şekil 2.70 :Aylık Maksimum Sıcaklıkların Mevsimlik Olarak Mann-Kendall Korelasyon (Ut-Ut') Grafikleri (Ergani).....	134
Şekil 2.71 :Aylık Minimum Sıcaklıkların Mevsimlik Olarak Mann-Kendall Korelasyon (Ut-Ut') Grafikleri (Ergani).....	135
Şekil 2.72 :Aylık Ortalama Sıcaklıkların Mevsimlik Olarak Mann-Kendall Korelasyon (Ut-Ut') Grafikleri (Ergani).....	136
Şekil 2.73 :Mersin ve Silifke'nin lokasyon haritası.....	140
Şekil 2.74 :Yıllık Değerlendirmede Mann-Kendall Korelasyon (Ut-Ut') Grafikleri (Mersin).....	142
Şekil 2.75 :Aylık Maksimum Sıcaklıkların Mevsimlik Olarak Mann-Kendall Korelasyon (Ut-Ut') Grafikleri (Mersin).....	143
Şekil 2.76 :Aylık Minimum Sıcaklıkların Mevsimlik Olarak Mann-Kendall Korelasyon (Ut-Ut') Grafikleri (Mersin).....	144
Şekil 2.77 :Aylık Ortalama Sıcaklıkların Mevsimlik Olarak Mann-Kendall Korelasyon (Ut-Ut') Grafikleri (Mersin).....	145
Şekil 2.78 :Yıllık Değerlendirmede Mann-Kendall Korelasyon (Ut-Ut') Grafikleri (Silifke).....	146

Şekil 2.79 :Aylık Maksimum Sıcaklıkların Mevsimlik Olarak Mann-Kendall Korelasyon (Ut-Ut') Grafikleri (Silifke).....	147
Şekil 2.80 :Aylık Minimum Sıcaklıkların Mevsimlik Olarak Mann-Kendall Korelasyon (Ut-Ut') Grafikleri (Silifke).....	148
Şekil 2.81 :Aylık Ortalama Sıcaklıkların Mevsimlik Olarak Mann-Kendall Korelasyon (Ut-Ut') Grafikleri (Silifke).....	149
Şekil 2.82 :Şanlıurfa ve Bozova'nın lokasyon haritası.....	153
Şekil 2.83 :Yıllık Değerlendirmede Mann-Kendall Korelasyon (Ut-Ut') Grafikleri (Şanlıurfa).....	155
Şekil 2.84 :Aylık Maksimum Sıcaklıkların Mevsimlik Olarak Mann-Kendall Korelasyon (Ut-Ut') Grafikleri (Şanlıurfa).....	156
Şekil 2.85 :Aylık Minimum Sıcaklıkların Mevsimlik Olarak Mann-Kendall Korelasyon (Ut-Ut') Grafikleri (Şanlıurfa).....	157
Şekil 2.86 :Aylık Ortalama Sıcaklıkların Mevsimlik Olarak Mann-Kendall Korelasyon (Ut-Ut') Grafikleri (Şanlıurfa).....	158
Şekil 2.87 :Yıllık Değerlendirmede Mann-Kendall Korelasyon (Ut-Ut') Grafikleri (Bozova).....	159
Şekil 2.88 :Aylık Maksimum Sıcaklıkların Mevsimlik Olarak Mann-Kendall Korelasyon (Ut-Ut') Grafikleri (Bozova)	160
Şekil 2.89 :Aylık Minimum Sıcaklıkların Mevsimlik Olarak Mann-Kendall Korelasyon (Ut-Ut') Grafikleri (Bozova).....	161
Şekil 2.90 :Aylık Ortalama Sıcaklıkların Mevsimlik Olarak Mann-Kendall Korelasyon (Ut-Ut') Grafikleri (Bozova).....	162
Şekil 2.91 :Konya ve Karapınar'ın lokasyon haritası.....	166
Şekil 2.92 :Yıllık Değerlendirmede Mann-Kendall Korelasyon (Ut-Ut') Grafikleri (Konya).....	168
Şekil 2.93 :Aylık Maksimum Sıcaklıkların Mevsimlik Olarak Mann-Kendall Korelasyon (Ut-Ut') Grafikleri (Konya).....	169
Şekil 2.94 :Aylık Minimum Sıcaklıkların Mevsimlik Olarak Mann-Kendall Korelasyon (Ut-Ut') Grafikleri (Konya).....	170

Şekil 2.95 :Aylık Ortalama Sıcaklıkların Mevsimlik Olarak Mann-Kendall Korelasyon (Ut-Ut') Grafikleri (Konya).....	171
Şekil 2.96 :Yıllık Değerlendirmede Mann-Kendall Korelasyon (Ut-Ut') Grafikleri (Karapınar).....	172
Şekil 2.97 :Aylık Maksimum Sıcaklıkların Mevsimlik Olarak Mann-Kendall Korelasyon (Ut-Ut') Grafikleri (Karapınar).....	173
Şekil 2.98 :Aylık Minimum Sıcaklıkların Mevsimlik Olarak Mann-Kendall Korelasyon (Ut-Ut') Grafikleri (Karapınar).....	174
Şekil 2.99 :Aylık Ortalama Sıcaklıkların Mevsimlik Olarak Mann-Kendall Korelasyon (Ut-Ut') Grafikleri (Karapınar).....	175
Şekil 2.100 :Adana ve Yumurtalık'ın lokasyon haritası.....	179
Şekil 2.101 :Yıllık Değerlendirmede Mann-Kendall Korelasyon (Ut-Ut') Grafikleri (Adana).....	181
Şekil 2.102 :Aylık Maksimum Sıcaklıkların Mevsimlik Olarak Mann-Kendall Korelasyon (Ut-Ut') Grafikleri (Adana).....	182
Şekil 2.103 :Aylık Minimum Sıcaklıkların Mevsimlik Olarak Mann-Kendall Korelasyon (Ut-Ut') Grafikleri (Adana).....	183
Şekil 2.104 :Aylık Ortalama Sıcaklıkların Mevsimlik Olarak Mann-Kendall Korelasyon (Ut-Ut') Grafikleri (Adana).....	184
Şekil 2.105 :Yıllık Değerlendirmede Mann-Kendall Korelasyon (Ut-Ut') Grafikleri (Yumurtalık).....	185
Şekil 2.106 :Aylık Maksimum Sıcaklıkların Mevsimlik Olarak Mann-Kendall Korelasyon (Ut-Ut') Grafikleri (Yumurtalık)	186
Şekil 2.107 :Aylık Minimum Sıcaklıkların Mevsimlik Olarak Mann-Kendall Korelasyon (Ut-Ut') Grafikleri (Yumurtalık).....	187
Şekil 2.108 :Aylık Ortalama Sıcaklıkların Mevsimlik Olarak Mann-Kendall Korelasyon (Ut-Ut') Grafikleri (Yumurtalık).....	188
Şekil 2.109 :Antalya ve Manavgat'ın lokasyon haritası.....	192
Şekil 2.110 :Yıllık Değerlendirmede Mann-Kendall Korelasyon (Ut-Ut') Grafikleri (Antalya).....	194

Şekil 2.111 :Aylık Maksimum Sıcaklıkların Mevsimlik Olarak Mann-Kendall Korelasyon (Ut-Ut') Grafikleri (Antalya).....	195
Şekil 2.112 :Aylık Minimum Sıcaklıkların Mevsimlik Olarak Mann-Kendall Korelasyon (Ut-Ut') Grafikleri (Antalya).....	112
Şekil 2.113 :Aylık Ortalama Sıcaklıkların Mevsimlik Olarak Mann-Kendall Korelasyon (Ut-Ut') Grafikleri (Antalya).....	197
Şekil 2.114 :Yıllık Değerlendirmede Mann-Kendall Korelasyon (Ut-Ut') Grafikleri (Manavgat).....	198
Şekil 2.115 :Aylık Maksimum Sıcaklıkların Mevsimlik Olarak Mann-Kendall Korelasyon (Ut-Ut') Grafikleri (Manavgat).....	199
Şekil 2.116 :Aylık Minimum Sıcaklıkların Mevsimlik Olarak Mann-Kendall Korelasyon (Ut-Ut') Grafikleri (Manavgat).....	200
Şekil 2.117 :Aylık Ortalama Sıcaklıkların Mevsimlik Olarak Mann-Kendall Korelasyon (Ut-Ut') Grafikleri (Manavgat).....	201
Şekil 2.118 :Bursa ve Mustafakemalpaşa'nın lokasyon haritası.....	205
Şekil 2.119 :Yıllık Değerlendirmede Mann-Kendall Korelasyon (Ut-Ut') Grafikleri (Bursa).....	207
Şekil 2.120 :Aylık Maksimum Sıcaklıkların Mevsimlik Olarak Mann-Kendall Korelasyon (Ut-Ut') Grafikleri (Bursa).....	208
Şekil 2.121 :Aylık Minimum Sıcaklıkların Mevsimlik Olarak Mann-Kendall Korelasyon (Ut-Ut') Grafikleri (Bursa).....	209
Şekil 2.122 :Aylık Ortalama Sıcaklıkların Mevsimlik Olarak Mann-Kendall Korelasyon (Ut-Ut') Grafikleri (Bursa).....	210
Şekil 2.123 :Yıllık Değerlendirmede Mann-Kendall Korelasyon (Ut-Ut') Grafikleri (Mustafakemalpaşa).....	211
Şekil 2.124 :Aylık Maksimum Sıcaklıkların Mevsimlik Olarak Mann-Kendall Korelasyon (Ut-Ut') Grafikleri (Mustafakemalpaşa).....	212
Şekil 2.125 :Aylık Minimum Sıcaklıkların Mevsimlik Olarak Mann-Kendall Korelasyon (Ut-Ut') Grafikleri (Mustafakemalpaşa).....	213
Şekil 2.126 :Aylık Ortalama Sıcaklıkların Mevsimlik Olarak Mann-Kendall Korelasyon (Ut-Ut') Grafikleri (Mustafakemalpaşa).....	214

Şekil 2.127 : İzmir ve Bergama'nın lokasyon haritası.....	218
Şekil 2.128 : Yıllık Değerlendirmede Mann-Kendall Korelasyon (Ut-Ut') Grafikleri (İzmir).....	220
Şekil 2.129 : Aylık Maksimum Sıcaklıkların Mevsimlik Olarak Mann-Kendall Korelasyon (Ut-Ut') Grafikleri (İzmir).....	221
Şekil 2.130 : Aylık Minimum Sıcaklıkların Mevsimlik Olarak Mann-Kendall Korelasyon (Ut-Ut') Grafikleri (İzmir).....	222
Şekil 2.131 : Aylık Ortalama Sıcaklıkların Mevsimlik Olarak Mann-Kendall Korelasyon (Ut-Ut') Grafikleri (İzmir).....	223
Şekil 2.132 : Yıllık Değerlendirmede Mann-Kendall Korelasyon (Ut-Ut') Grafikleri (Bergama).....	224
Şekil 2.133 : Aylık Maksimum Sıcaklıkların Mevsimlik Olarak Mann-Kendall Korelasyon (Ut-Ut') Grafikleri (Bergama).....	225
Şekil 2.134 : Aylık Minimum Sıcaklıkların Mevsimlik Olarak Mann-Kendall Korelasyon (Ut-Ut') Grafikleri (Bergama).....	226
Şekil 2.135 : Aylık Ortalama Sıcaklıkların Mevsimlik Olarak Mann-Kendall Korelasyon (Ut-Ut') Grafikleri (Bergama).....	227
Şekil 2.136 : Ankara ve Akyurt'un lokasyon haritası.....	231
Şekil 2.137 : Yıllık Değerlendirmede Mann-Kendall Korelasyon (Ut-Ut') Grafikleri (Ankara).....	233
Şekil 2.138 : Aylık Maksimum Sıcaklıkların Mevsimlik Olarak Mann-Kendall Korelasyon (Ut-Ut') Grafikleri (Ankara).....	234
Şekil 2.140 : Aylık Minimum Sıcaklıkların Mevsimlik Olarak Mann-Kendall Korelasyon (Ut-Ut') Grafikleri (Ankara).....	235
Şekil 2.141 : Aylık Ortalama Sıcaklıkların Mevsimlik Olarak Mann-Kendall Korelasyon (Ut-Ut') Grafikleri (Ankara).....	237
Şekil 2.142 : Yıllık Değerlendirmede Mann-Kendall Korelasyon (Ut-Ut') Grafikleri (Akyurt).....	238
Şekil 2.143 : Aylık Maksimum Sıcaklıkların Mevsimlik Olarak Mann-Kendall Korelasyon (Ut-Ut') Grafikleri (Akyurt).....	239

Şekil 2.144 :Aylık Minimum Sıcaklıkların Mevsimlik Olarak Mann-Kendall Korelasyon (Ut-Ut') Grafikleri (Akyurt).....	240
Şekil 2.145 :Aylık Ortalama Sıcaklıkların Mevsimlik Olarak Mann-Kendall Korelasyon (Ut-Ut') Grafikleri (Akyurt).....	244
Şekil 2.146 :İstanbul ve Şile'nin lokasyon haritası.....	247
Şekil 2.147 :Yıllık Değerlendirmede Mann-Kendall Korelasyon (Ut-Ut') Grafikleri (İstanbul).....	248
Şekil 2.148 :Aylık Maksimum Sıcaklıkların Mevsimlik Olarak Mann-Kendall Korelasyon (Ut-Ut') Grafikleri (İstanbul).....	249
Şekil 2.149 :Aylık Minimum Sıcaklıkların Mevsimlik Olarak Mann-Kendall Korelasyon (Ut-Ut') Grafikleri (İstanbul).....	250
Şekil 2.150 :Aylık Ortalama Sıcaklıkların Mevsimlik Olarak Mann-Kendall Korelasyon (Ut-Ut') Grafikleri (İstanbul).....	251
Şekil 2.151 :Yıllık Değerlendirmede Mann-Kendall Korelasyon (Ut-Ut') Grafikleri (Şile).....	252
Şekil 2.152 :Aylık Maksimum Sıcaklıkların Mevsimlik Olarak Mann-Kendall Korelasyon (Ut-Ut') Grafikleri (Şile).....	253
Şekil 2.153 :Aylık Minimum Sıcaklıkların Mevsimlik Olarak Mann-Kendall Korelasyon (Ut-Ut') Grafikleri (Şile).....	254
Şekil 2.154. Aylık Ortalama Sıcaklıkların Mevsimlik Olarak Mann-Kendall Korelasyon (Ut-Ut') Grafikleri (Şile).....	255

FOTOĞRAFLAR LİSTESİ

Fotoğraf 2.1 : Afyonkarahisar eski kent merkezi.....	38
Fotoğraf 2.2 : Afyonkarahisar yeni kent merkezi.....	38
Fotoğraf 2.3 : Trabzon eski kent görünümü.....	50
Fotoğraf 2.4 : Trabzon yeni kent görünümü.....	50
Fotoğraf 2.5 : 1904 yılı Erzurum şehir haritası.....	62
Fotoğraf 2.6 : Erzurum şehir merkezinden yeni bir görüntü.....	63
Fotoğraf 2.7 : Muğla eski şehir görüntüsü.....	76
Fotoğraf 2.8 : Muğla güncel şehir görüntüsü.....	76
Fotoğraf 2.9 : Tekirdağ eski şehir görüntüsü.....	89
Fotoğraf 2.10 : Tekirdağ güncel şehir görüntüsü.....	89
Fotoğraf 2.11 : Aydın tarihi şehir görünümü.....	101
Fotoğraf 2.12 : Aydın yeni şehir görünümü.....	101
Fotoğraf 2.13 : 20. yüzyılın başlarında Samsun kent planı.....	115
Fotoğraf 2.14 : Kent planına göre inşa edilmiş yeni kent görüntüsü.....	115
Fotoğraf 2.15 : Tarihi Diyarbakır şehir planı.....	127
Fotoğraf 2.16 : Diyarbakır şehir görünümü.....	128
Fotoğraf 2.17 : Mersin eski şehir görünümü.....	140
Fotoğraf 2.18 : Mersin yeni şehir görünümü.....	141
Fotoğraf 2.19 : Şanlıurfa eski şehir görüntüsü.....	153
Fotoğraf 2.20: Şanlıurfa yeni şehir merkezi görüntüsü.....	154
Fotoğraf 2.21 : Konya eski şehir merkezi.....	166
Fotoğraf 2.22 : Konya yeni şehir görüntüsü.....	167
Fotoğraf 2.23 : Adana eski şehir görüntüsü.....	179
Fotoğraf 2.24 : Adana yeni şehir görünümü.....	180

Fotoğraf 2.25 : Antalya eski şehir görünümü.....	192
Fotoğraf 2.26 : Antalya yeni şehir görünümü.....	193
Fotoğraf 2.27 : Bursa eski şehir görüntüsü.....	205
Fotoğraf 2.28 : Bursa yeni şehir görüntüsü.....	206
Fotoğraf 2.29 : İzmir eski şehir fotoğrafı.....	218
Fotoğraf 2.30 : İzmir yeni şehir fotoğrafı.....	219
Fotoğraf 2.31 : Ankara eski şehir fotoğrafı (1980'ler).....	231
Fotoğraf 2.32 : Ankara yeni şehir fotoğrafı.....	232
Fotoğraf 2.33 : İstanbul yeni şehir görüntüsü.....	245

KISALTMALAR LİSTESİ

ANOVA	: Tek yönlü varyans testi
IPCC	: Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli
İDÇS	: Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi
LST	: Arazi Yüzey Sıcaklığı
MGM	: Meteoroloji Genel Müdürlüğü
SVF	: Gökyüzü Açıklık Değeri
ŞIA	: Şehir Isı Adası
WMO	: Dünya Meteoroloji Örgütü

GİRİŞ

KURAMSAL ÇERÇEVE

17. yüzyıla dek nispeten daha yavaş bir artış gösteren dünya nüfusu, Sanayi Devrimi ve gelişen teknolojik ilerlemeler sayesinde son 350 yıl içerisinde ortalama 500 milyondan 8 milyara kadar artmıştır. Amerika Birleşik Devletleri Ulusal Bilimler Akademisi'ne göre bu rakamın 2075 yılına gelindiğinde 30 milyara ulaşması beklenmektedir. Artan nüfus dünyada pek çok probleme neden olacaktır. Bunlardan biri de kalabalıklaşan şehirlerdir. Sanayi devriminin yaşandığı yıllarda dünya nüfusunun sadece %10'u şehirlerde yaşarken, günümüzde Birleşmiş Milletler raporuna göre bu oranın yüzde %85 civarında olduğu belirtilmiştir. Artan nüfus artışına da bağlı olarak şehirleşmenin tüm dünya genelinde devam edeceği beklenmektedir. 2050'li yıllara gelindiğinde şehirleşme oranının gelişmiş ülkelerde %90, gelişmekte olan ülkelerde ise en az %60 olması beklenmektedir. (İncecik ve İm, 2012). Kentleşme olgusunun bu denli artmasının elbetteki iklim üzerindeki etkisini tahmin etmek güç olmayacaktır.

En genel tanımıyla, iklim değişikliği olgusu sebebi ne olursa olsun iklim koşullarındaki küresel ve önemli yerel etkileri bulunan, uzun süreli ve yavaş gelişen değişiklikler olarak tanımlanabilir. Görülen bu iklim değişimleri, buzul ve buzularası çağlar döneminde, dünyanın farklı yerlerinde yaşanan ortalama sıcaklıklarda büyük değişimlere neden olduğu gibi yağış rejimlerinde de değişiklikler yaşanmasına sebep olmuştur (Türkeş, 2001: 5). Daha dinamik bir yapı özelliği gösteren iklim, hem zaman hem de mekân ölçeğinde sürekli değişim gösterir. Yerküre üzerinde kısa ve uzun dönemlerde iklim pek çok değişime maruz kalmıştır. Öte yandan global ölçekte sıcaklıkların artışı ile yağış rejimlerinin değişimi olarak adlandırılan küresel iklim değişikliği fikri, son zamanlarda elde edilen güçlü bulgular ışığında bilim insanları tarafından kabul edilmeye başlanmıştır (Karabulut ve Cosun, 2009: 1).

Sanayi devrimi ve sonrasında özellikle arazi kullanımındaki değişimler ile fosil yakıtların daha sık kullanılması, ormanlık bölgelerinin azaltılması ve endüstri süreçlerindeki yoğun insan faaliyetleri neticesinde atmosfere bırakılan sera gazının birikimi son derece hızlı şekilde artmaktadır. Bu olayların yanı sıra doğal sera etkisini de güçlendirecek olan şehirleşme olgusunun katkısı da düşünüldüğünde yüzey sıcaklıklarının artışı olayı ortaya çıkmaktadır. Bu sebeple, günümüzdeki iklim değişimleri aslında sera gazı birikimleri üzerinde etkin rol oynayan insan etkinlikleri dikkate alınarak tanımlanmaktadır. Örnek vermek gerekirse, Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi'nde (İDÇS),

kıyaslanabilir bir süreç içerisinde gözlenen doğal iklim değişimlerine ilave olarak, dolaylı ya da doğrudan global atmosfer kompozisyonunu bozan insan etkinlikleri sonucunda iklimde görülen bir değişiklik" olarak belirtilmektedir.

Küresel çapta meydana gelen iklim değişiklikleri arasında insan hayatını en çok etkileyen değişken ise şüphesiz sıcaklıktır. Bu sebeple, iklim değişikliği yerine küresel ısınma ya da küresel soğuma terimlerinin kullanılması daha mantıklı olmaktadır. Küresel ısınma, sanayi devriminden ve özellikle de 1950'li yıllardan sonra insan faaliyetleri sonucu üretilen ve atmosfere bırakılan sera gazları sebebiyle hava sıcaklıklarında ortaya çıkan artışı ifade etmektedir. Oluşan bu artış içerisinde en fazla orana sahip olan fosil yakıtların kullanımı sonucunda atmosfere salınan karbondioksit miktarı gelmektedir. Fosil yakıtlar da motorlu taşıtlarda, enerji santrallerinde, sanayi tesislerinde tüketilerek, açığa çıkan gazlar yeniden atmosfere salınmaktadır. Sıcaklık bilançosunda ortaya çıkardığı değişikliklerle tanınan bu gazlar, özellikle şehir alanlarında yoğun şekilde bulunmaktadır. Ayrıca şehirler, sadece fosil yakıtların fazla miktarda tüketildiği alanlar değil, aynı zamanda arazi örtüsünün de tamamen değiştirildiği bölgelerdir. Bu sebeple şehirler için hem yer örtüsüne bağlı etkenlerin görüldüğü sahalar hem de atmosfer etmenlerine bağlı iklim farklılığının arttığı alanlar denilmektedir. Şehir alanlarında görülen bu sıcaklık farklılıkları, dünya nüfusunun giderek yaşlanması, halihazırdaki nüfusun büyük bir miktarının bu alanlarda yaşamayı tercih etmesi sonucunda sıcaklık artışlarının insan sağlığını tehdit etmesi önemli bir olgu haline gelmiş ve nitekim "Şehir Klimatolojisi"nin doğmasına sebep olmuştur.

Şehir alanlarının çevrelerindeki kırsal bölgelere göre daha sıcak olmasının nedenleri, Belgil, 1995'e göre şöyle özetlenebilir:

1. Birincil olarak şehir alanları, büyük insan kalabalıklarının birlikte yaşadığı toplanma bölgeleri olarak tanımlanabilir. Özellikle Türkiye'de son 50 yıl içerisinde artış gösteren nüfus, global ölçekte son yüzyılda oldukça hızlı şekilde artış göstermiştir. Tabii ki bu durumun nedenleri arasında değişen yaşam stili ile ekonomik faaliyetlerin değişmesi etkilidir. Diğer yandan şehir alanlarında yaşayan insanların öncelikle vücut sıcaklığı vardır. Ayrıca kapalı alanlarda kalorifer ya da soba olmasa bile kalabalık nedeniyle ortamın normalden daha sıcak olmasının sebebi de budur.
2. Şehir alanlarında yoğun şekilde bulunan evlerin soğuk dönemlerde ısıtılması için tercih edilen yakıtlar da havanın ısınmasına sebep olmaktadır.
3. Üretim sürecine etkin olarak katılan imalathane ya da fabrikalarda kullanılan yakıt çeşitleri hava sıcaklığının artışına neden olur.

4. Şehir alanlarında sıkça tercih edilen motorlu taşıtların egzozundan çıkan gazlar ile vapor, tren ve uçaklardan çıkan gazlar da ısınmaya yol açar.
5. Elektrik tüketiminin şehir alanlarında yoğun şekilde kullanımı başlıca ısınma sebepleri arasında gösterilebilir.
6. Şehir alanlarında, çevrede esen tüm rüzgârların etkili olamaması, şehre girmeye çalışan hava akımlarının yüksek yapılar ve binalar sebebiyle yön değişimine uğraması ya da şehrin sıcaklığı nedeniyle ısınarak yükselmesi ısınmaya sebep olmaktadır.
7. Şehirde bulunan bina alanlarının gündüz vakitlerinde aldığı güneş enerjisini absorbe etmesi ve bunu da geceleri dışarı vermesi etkili olmaktadır.

Son yıllarda iklim konusundaki küresel değişimler beraberinde ekstrem olayları da getirmektedir. Bu tip ekstrem olaylar kuraklık, sel, şiddetli fırtınalar, aşırı sıcak ve soğuk havalar olarak belirtilebilir. Herhangi bir iklimsel olaya ekstrem denilebilmesi için IPCC (Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli)'nin 2001 raporunda yaptığı "*ekstrem olay*" tanımı referans alınabilir. Tanıma göre belirli bir bölgede, istatistiksel olarak nadiren gerçekleşen olay şeklinde bir tanımlama kullanılmıştır.

Şehirleşme olgusu sonucu gelişen antropolojik faaliyetlerin şehir iklimi üzerindeki mikro değişimlere neden olduğu da birçok çalışmaya konu olmuştur. Özellikle sıcaklık üzerindeki değişimler nedeniyle şehirleşmenin yoğun olduğu, diğer bir deyişle nüfusun çevreye göre fazla olduğu alanlarda nispeten daha sıcak alanlar meydana gelmektedir. Bu durum ise iklim parametrelerini değiştirmesinin yanı sıra insan sağlığını tehdit eden başlıca olaylar arasındadır. Bu konuda en yakın örneğe gidecek olursak, 2003 yılında 70000'den fazla kişinin ölümüne neden olan sıcak dalga olayı Avrupa'da meydana geldikten sonra, şehirsiz alanlarda sıcaklık değişimlerinin insan sağlığını ne denli tehdit ettiği daha derinlemesine araştırılmaya başlanmıştır.

Milad başlangıcında dünya üzerindeki nüfus yalnızca 250 milyon kadar iken, 1650 yılına gelindiğinde bu oran 500 milyon olmuştur (Çamurcu, 2005), günümüzde ise bu sayı 7 milyarı geçmiştir. Özellikle sanayi devriminden sonra kentlerde yaşayan nüfus %5 iken, günümüzde ise 3/4'ü kentlerde yaşamaktadır (Karakuyu,2002). Bu oranların giderek artması ve özellikle kırdan kente olan göçlerin artış göstermesiyle kent nüfusları daha da artacaktır. Meydana gelen hızlı nüfus artışı, pek çok olumsuz etkiyi de beraberinde getirecektir. Bu duruma acilen önlem alınmazsa, antropolojik durumların yarattığı iklim değişiklikleri kentlerde yaşayan insanların geleceklerini tehdit edecektir.

Birleşmiş Milletler'e bağlı olan Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli (IPCC), küresel iklim değişikliği alanında düzenli aralıklar ile raporlar yayınlamaktadır. Panelin yayınladığı 2013 tarihli raporda iklimsel değişimlerin devam ettiği, sıcaklıkların arttığı, deniz ve kara buzullarının eridiği, şiddetli hava hadiselerinin sayılarının artacağı ve deniz seviyesinin daha da yükseleceği belirtilerek, insanlığın harekete geçmesinin altını önemle çizilmektedir. Türkiye'de dahil olmak üzere yüzlerce ülkenin katıldığı panelden çıkan sonuç, küresel iklimdeki değişimlerin olağandışı olduğunu ortaya koymaktadır. Özellikle 1901 - 2011 yılları arasındaki küresel sıcaklık artışlarının 0.85 °C olduğu dikkati çekmektedir. Bu demektir ki bu tarihler arasında yerkürenin tüm yüzeyi ısınmıştır.

IPCC 2013 raporunu göz önünde bulundursak, tarihsel değişiklikler arasında son 42 yıllık dönemde sıcaklıkların Türkiye'nin her yerinde arttığı, özellikle yaz sıcaklıklarının diğer mevsimlere göre daha da fazla artış kaydedildiği görülmektedir. Yani bu sıcak dönemin daha da genişlediği anlamına da gelmektedir. Yine IPCC tarafından hazırlanan 2018 tarihli özel raporda, dünyanın gittiği tehlikeli yoldan bir an önce kurtulması için küresel ısınmanın 1,5 derece ile sınırlandırılması gerektiğinin altı çizilmiştir. Aksi halde yalnız doğal yaşam alanları ve türlerin kaybolması değil, insanların sağlığı, refahı, güvenliği ve ekonomisi üzerinde de yıkıcı sonuçlar meydana geleceği, bu sonuçların engellenmesi konusunda ise insanlığın sadece 12 yılının kaldığı kaydedilmiştir. Nitekim 2018 yılında Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi 24. Taraflar Toplantısı'nda bu konuda 2020 yılından itibaren yürürlüğe girecek iklim değişikliği ile mücadele hedeflerini somutlaştıran ve tüm dünya ülkelerinin alması gereken önlemleri içeren kurallar kitabı kabul edilmiştir. Bu kitap içerisinde en dikkat çekici olan ise sadece hava kirliliğinin azaltılmasının 2050 yılına kadar 100 milyondan fazla insanın hayatını kurtaracağına yöneliktir.

Şehirleşme olgusu, dünya genelinde birçok gelişmekte olan ülke ile benzer şekilde Türkiye'de de 20. yüzyılın sonlarına doğru hız kazanan bir süreçtir. Bu sebeple günümüzde ülkemizdeki nüfusun üçte ikisinden daha fazlası şehrsel karaktere sahip yerleşmelerde yaşar hâle gelmiştir (Yüceşahin, Bayar ve Özgür, 2004). Şehirleşmenin hız kesmeden arttığı düşünüldüğünde, gelecek yıllarda tıpkı diğer metropoliten şehirler gibi Türkiye nüfusunun büyük bir kısmının ŞIA'dan etkileneceği ortaya çıkmaktadır. Bu noktada oluşabilecek her türlü olumsuz durumun ortadan kaldırılması önemli bir hale gelmektedir.

Türkiye'nin toplam nüfus büyüklüğü ile orantılı olarak, şehirleşme süreci en fazla İstanbul, Ankara, İzmir, Bursa ve Adana çevrelerinde metropol çekirdekli birleşik şehirler doğurmaktadır (Yüceşahin ve diğ., 2004). Bu durum bize bu şehirlerde yaşayan nüfusun

ŞIA'dan daha fazla etkileneceğini göstermektedir. Bunun yanı sıra son yıllarda kentsel nüfusları artan ve şehirleşme yolunda hızla ilerleyen kentlerimizde yer almaktadır. Bu nedenle gerekli çalışmaların yapılarak, giderek nüfusu artan şehirlerin yeniden yapılaşma sürecine girmeleri gerekmektedir. Bu konuda ise temel ölçüt değişen iklim parametreleri olmak zorundadır.

1.1. Araştırmanın Konusu ve Kapsamı

Bu çalışma mekansal bir çalışma olarak Türkiye'de 2013 yılında şehir merkezi nüfusu 500.000 ve üzeri olan 17 adet şehir merkezini ve yakın çevresini konu almıştır. Özellikle 2013 yılının seçilmesinin en güçlü nedeni, IPCC'nin özel olarak yayınladığı raporunda iklimsel değişimlerin hız kesmeden devam etmesi, sıcaklıkların artması ve diğer şiddetli hava olaylarının sayısının artacağını öngörülmesi sonucunda insanlığın bir an önce önlem alması gerekliliğinin altının çizilmesidir. Bu bağlamda çalışmamız amacını karşılayan ve araştırma için seçilen şehirler ve şehir merkezine en yakın kırsal ilçeler aşağıdaki tabloda yer almaktadır:

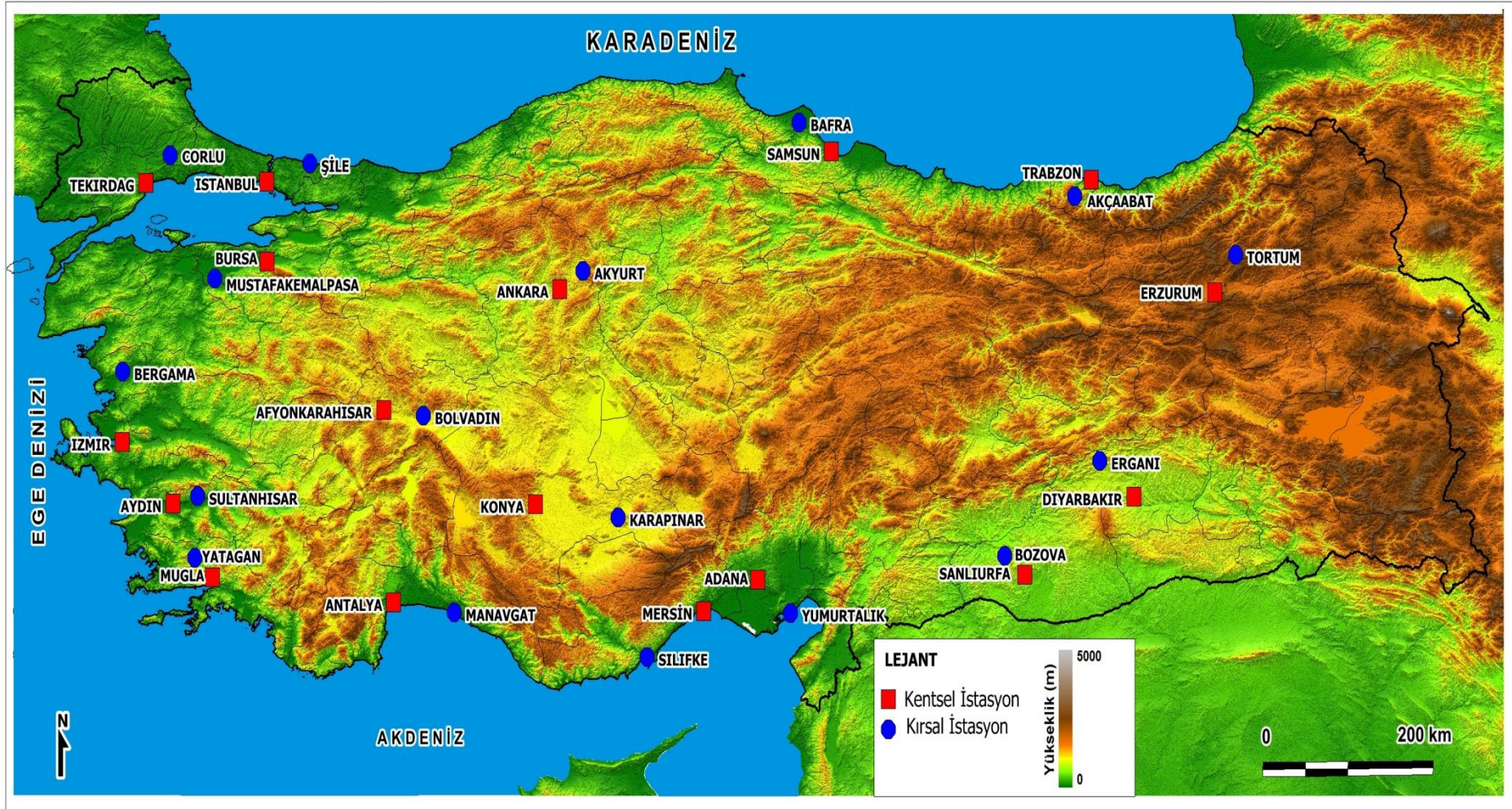
Tablo 1.1: Çalışması Yapılan Şehir Merkezi, Nüfusu (2019) ve Kırsal İstasyon Listesi

İl Adı	İl Nüfusu	İlçe
Afyonkarahisar	729 438	Bolvadin
Trabzon	808 974	Akçaabat
Erzurum	762 062	Tortum
Muğla	983 142	Yatağan
Tekirdağ	1 055 412	Çorlu
Aydın	1 110 972	Sultanhisar
Samsun	1 348 542	Bafra
Diyarbakır	1 756 353	Ergani
Mersin	1 840 425	Silifke
Şanlıurfa	2 073 614	Bozova
Konya	2 232 374	Karapınar
Adana	2 237 940	Yumurtalık
Antalya	2 511 700	Manavgat
Bursa	3 056 120	Mustafa Kemalpaşa
İzmir	4 367 251	Bergama
Ankara	5 639 076	Akyurt
İstanbul	15 519 267	Şile

Genel anlamda Türkiye İstatistik Kurumu verilerine göre 2013 yılı itibariyle şehir merkezi nüfusu 500.000 ve üzeri olan şehir statüsündeki illerin sayısı 30'u aşkın olarak belirlenmişti. Ancak Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü arşivindeki sıcaklıklara ait veri setlerindeki düzensizlikler ve eksiklikler nedeniyle sağlıklı veri analizi yapılamayacağından, çalışmada kullanılacak istasyon sayısı düşürülmüştür.

Çalışma iki farklı mekan düzleminde araştırılmıştır. Bunlardan ilki adı geçen şehir merkezleri; ikincisi ise karşılaştırma yapılabilmesi açısından şehir merkezine en yakın olan kırsal bir ilçe merkezidir.

Çalışmanın temelinde yıl içerisindeki aylık ortalama maksimum, ortalama minimum ve aylık ortalama sıcaklıklar kullanılmıştır. Sıcaklığa bağlı olan değişimler aylar ve mevsimler bazında incelenmiş, şehir merkezleri ve en yakın kırsal alana ait değerler karşılaştırılarak, ŞIA'nın varlığı ya da yokluğu saptamaya çalışılmıştır. Çalışma sürecinde ilk önce veri setleri MGM arşivinden istenmiş, şehir ve kırsal istasyona ait veriler gruplanmış ve verilerin ortalamaları alınmıştır. Daha sonra bu verilerin homojenliği test edilerek, trendlerin görülebilmesi için özel yazılım aracılığı ile grafikleri oluşturulmuştur. Oluşturulan grafiklerin istatistiksel olarak anlamlı olup olmadığı denetlenmiş ve sıcaklık karşılaştırması için kullanılan Sen'in Trend Eğim Metodu sayesinde elde edilen Q Medyan değerleri her bir analiz sonunda not alınmıştır. Bu değer, toplam veri seti yılına göre hesaplanmış ve aylık sıcaklık ortalamalarının her biri için net bir sıcaklık değeri hesaplanarak kentsel istasyon ve kırsal istasyon karşılaştırması yapılmıştır.



Şekil 1.1: Çalışılan istasyonlara ait genel bir görünüm (Kırmızı kareler şehir istasyonlarını; mavi daireler ise kırsal istasyonları göstermektedir)

1.2. Çalışma Amacı ve Hedefleri

Atmosferde görülen olayları kendine özgü orijinal yöntemler ile ele alan, diğer tüm parametreler (mekân ve süreç) ile karşılıklı etkileşimini inceleyen klimatoloji (iklimbilimi), sürdürülebilir yaşam için son derece önemli katkı sağlayabilecek bir potansiye sahiptir. Bu sebeple bilimsel öngörü ve uygulamalardaki değişikliklerin yaşama aktarıldığı iklim bilimi araştırmaları giderek daha fazla önem arz etmeye başlamıştır (Acar, 2005). Şehirleşme olgusu günümüze kadar birçok açıdan ele alınmıştır. Sürecin gösterdiği o ki; dünya nüfusunun çok büyük bir kısmı gelecekte şehirlerde yaşayacaktır. Bu dönemler geldiğinde insanların çevreyi korumayı başarabilme adına sergileyeceği yetenek şimdiden merak konusudur (Tayanç ve Toros, 1997). Bu nedenle yapılmaya çalışılan bu iklimbilim araştırması, en genel çerçevesi ile amaçlanan gelişmeleri yakalama ve süreç boyunca elde edilen sonuçlardan hareketle daha iyiye doğru gelişme sürecine katkıda bulunma çabalarının bir ürünüdür. Önceki çalışmalar incelendiğinde genellikle Türkiye'nin büyük nüfuslu şehirleri şehir ısı adası bakımından incelenmiş, genel anlamda büyük çaplı bir çalışmaya yer verilmemiştir. Ancak ülkemiz genelinde pek çok kentte hızla şehirleşme olgusu görüldüğü ve iklim değişikliğine kentsel alanlarda oluşan şehir ısı adası etkisinin de negatif katkısı söz konusu olduğunda Türkiye'de bu çapta bir etüdün yapılması gerekliliği ortaya çıkmıştır.

Türkiye'de 2013 yılından itibaren, şehir merkezi nüfusu 500.000 ve üzeri olan şehirler çalışmaya dahil edilmiştir. 500.000 nüfusun referans alınmasının nedeni, yürürlükteki bir önceki kanuna göre bu nüfusa sahip şehir merkezlerinin "il" statüsünde bulunmasıdır. Sonuç itibarıyla ilgili nüfusa sahip olan şehirlerin sahip olduğu kentsel sıcaklığa bağlı olarak ŞIA varlıklarının araştırıldığı bu çalışmada, belirtilen şehirlere ait uzun yıllar sıcaklık rasatları alınarak (ortalama sıcaklık, maksimum sıcaklık ve minimum sıcaklık) istatistiksel olarak ŞIA varlığının ya da yokluğunun ortaya konulmasından oluşmaktadır.

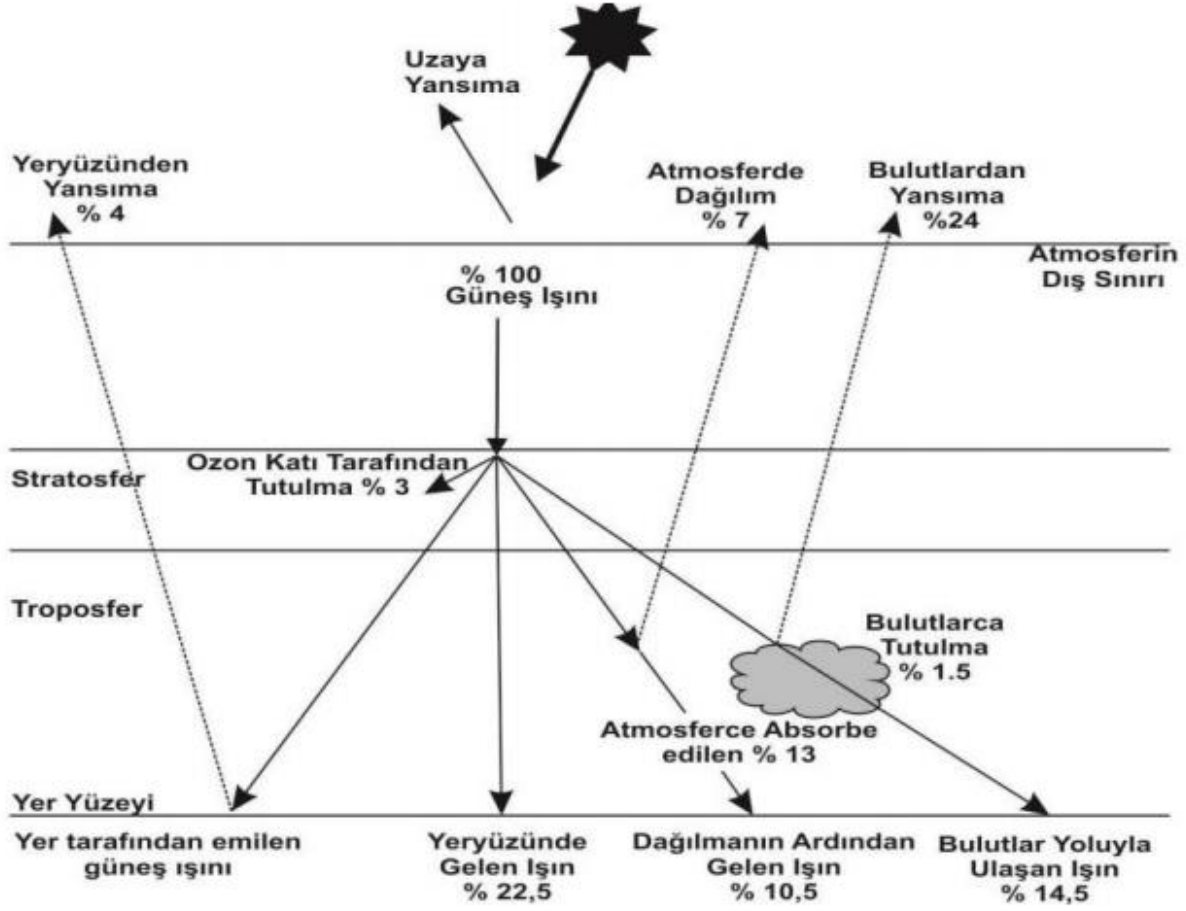
İklim olgusu sıcaklık, nem, rüzgar, yağış gibi değişken meteorolojik parametrelerin uzun yıllar süren ortalamalarıdır. İklimi meydana getiren en önemli değişkenin de sıcaklık olduğu düşünülürse, herhangi bir alandaki enerji dengesini gösteren en önemli kriterlerden biri yine sıcaklık olacaktır. Sıcaklık, Güneş'ten gelen enerji miktarı, enerjinin uğradığı kayıplar, alanın enerji tutma kapasitesi o alanın enerji yayılımı etkilemektedir. Bu etkenler çerçevesinde dünya üzerinde farklı ısınma alanları tespit edilmektedir. Çalışmanın asıl konusu da sıcaklık faktörü üzerinde şekillendiğinden, ŞIA çalışmalarında referans noktası yer seviyesinden 2 metre yükseklikteki *hava sıcaklığı* olacaktır.

1.3. Enerji Bilançosu

Enerjisi daha yüksek olan maddeden, daha düşük olan maddeye dalga ya da fotonlar ile enerji aktarımına radyasyon adı verilir. Enerji kaynağına ve enerji alan maddenin ilksel koşullarına göre değişen enerji aktarım hızı ve miktarı her bir cisimde farklıdır. Üzerinde yaşadığımız Dünyamızın da içinde bulunduğu galaksi içerisinde enerjisi en yüksek gök cismi Güneş'tir. Güneş üzerinde oluşan nükleer etkinlikler, Güneş'in daimî bir enerji kaynağı olmasını sağlamaktadır.

Güneşte meydana gelen enerji yayılımı, belli zamanlarda oluşan güneş lekeleri gibi çeşitli etkinliklere göre değişir. Ancak bu değişiklikler çok etkili değildir. Bu sebeple iklim çalışmaları yapılırken radyasyon miktarı sabit olarak kabul edilir. Buna da “*Güneş Sabitesi*” adı verilmektedir. Güneş sabititesi, güneşin yüzeyinde $1367 \text{ Wm}^{-2}\text{sn}^{-1}$ iken, dünya atmosferinin dış yüzeyinde $342 \text{ Wm}^{-2}\text{sn}^{-1}$ 'dir (Türkeş, 2010).

Güneşten dünyaya atmosferine gelen radyasyonun bir kısmı uzaya yeniden gönderilirken, bir kısmı dünya atmosferine giriş yapar. Atmosferin üst tabakasına gelen bu enerji miktarı %100 olarak kabul edilirse, ortalama %7'lik kısmı atmosferde dağılır. %24'lük bir miktar ise bulutlardan uzaya geri yansıtılır. Kalan miktarın %4'ü ise yerden tekrar uzaya geri yansır (Şekil 1.2). Buna göre, atmosfere giren enerjinin % 35'i direkt olarak uzaya yansıtılır. Bu yansıtılan % 35'lik kısma yeryüzü albedosu adı verilmektedir.



Şekil 1.2: Atmosferin enerji bilançosu (Oke, 2010)

Güneşten gelen enerjinin bir kısmı atmosferde tutulur. Meydana gelen bu tutulmanın %3'ü ozon katında, %1,5'u bulutlarda ve %13'ü ise atmosferde oluşur. Böylece atmosferde tutulan enerji miktarı %17,5'i bulur. Enerji miktarının %22,5'i ise direkt yer yüzüne çarparak burada tutulur. Bulutları geçerek yeryüzüne ulaşan enerji miktarı ise %14,5 civarındadır. Tutulmadan arda kalan enerji miktarı %10,5 ise yere iletilir. Böylece yeryüzüne gelen enerji miktarı %47,5 olmaktadır. Şekil 1.2, yeryüzünde tutulan enerji miktarı ile atmosferde tutulan enerji miktarının birbirinden farklı olduğunu göstermektedir. Başka bir anlatımla, yeryüzüne gelen enerji miktarının çok büyük bir kısmı yeryüzünde tutulur. Sadece bu değerlere göre bile, yeryüzünün atmosfere göre daha fazla ısınma potansiyeli gösterdiği söylenebilir. Dolayısıyla belirli bir bölgedeki yüzey sıcaklığının, hava sıcaklığına göre daha yüksek olması beklenebilir.

Büyüme hızı fazla olan şehirlerin, çevrelerine göre yüzey değişimleri sebebiyle farklı albedo özellikleri gösteren ısı alışverişi de değişiklik göstermektedir. Öte yandan şehirleşme alanlarından atmosfere yayılan kirletici maddeler ile şehrin bulunduğu alanın topoğrafya

özelliklerine de bağılı olarak zaman zaman meydana gelen inversiyonlar, genel iklim özelliklerinde değışiklik görölmesine sebep olmaktadır (Gönençgil, 2011: 59)

Yukarıda belirtilenlerden yola çıkarak aynı enerji bilançosuna sahip olan yerlerin aslında aynı enerji potansiyeline sahip olması beklenir. Ancak bitki örtüsü, arazi yapısındaki farklılıklar, şehirleşme gibi unsurlar bir takım değıişimlere neden olmaktadır. Büyük şehirler üzerinde oluşan kentsel ısı adası da bu bağlamda anlam kazanmaktadır.

1.4. Şehir Isı Adası

Yerleşim alanlarının genişlemesi çevresindeki doğal faktörleri de değıişikliğe uğratmaktadır. Büyük kentlerin bulunduğu alanlar çevrelerine göre yeni koşullar yaratmaktadır. Bu tip bölgeler kendilerine özgü atmosfer özellikleri ile ayrı bir ekoloji sunarlar. Kentleşme olgusunun yoğun olduğu bu alanlardaki insan faaliyetleri yapay ısı üreten kaynak durumundadır. Ayrıca yüzey malzemeleri gün içerisinde yine güneşten gelen ısıyı depolamakta, geceleri ile atmosfere bırakmaktadır. Böylece şehir alanları doğal ortamdan farklı bir atmosfer sıcaklığına sahiptir. Başka bir deyişle, şehir alanları çevresine göre daha sıcak olmaktadır. Şehirleşme olgusunun daha yoğun şekilde görüldüğü kaydedilen hava sıcaklığının, çevresindeki kırsal alanlara göre daha yüksek olması "**Şehir Isı Adası**" olarak tanımlanabilir.

Fiziksel olarak bir alandaki değıişimleri de içeren şehirleşme, aynı zamanda nüfus kitlelerinin bir alanda toplanmasıyla da başlar. Bu toplanda, önceleri sanayi alanlarına yapılan iş göçleri neticesinde oluşmuştur. Daha sonra göç eden bu işçi kitlelerinin bulundukları alanlara yerleşmesi ve hemen ardından iş bürolarının, rereasyon alanlarının, perakendicilerin, malî, idarî ve dinî gibi alanların da gelişmesiyle zirveye çıkmıştır (Gootmann, 1976). Farklı gelişim süreçlerinden gelen şehirlerde ise olarak barınma amacıyla binalar inşa edilir. (Aliagaoglu ve Uğur, 2010).

Şehirlerin inşası esnasında kullanılan koyu ve açık renkli malzemeler ve sanayileşme güneş enerjisini soğurma ve yansıtma süreçlerinde aktif rol oynadıkları için çevrelerindeki sıcaklık değerlerini etkilerler. Buna karşın şehir dokusu dışarısında nispeten daha kırsal kesimde yer alan bitki örtüsü, ağaç topluluğu veya sulak alanların varlığı karşıt etki olarak serinleme faktörünü ortaya çıkarır.

Şehir inşası esnasında kullanılan farklı yapı malzemelerinin ısınma ve soğuma özellikleri yoğunluk, özgül ısı ve ısı kapasitesi anlamında değıişeceğinden, şehir ısı adası oluşumunda aktif rol oynamaktadırlar.

Belirli bir basınç ve sıcaklık altında birim hacim içerisindeki madde miktarına yoğunluk adı verilir. Şekilde görüldüğü gibi şehirselle alan içerisinde yer alan bazı yüzey

örtülerinin (asfalt, kiremit, tuğla) yoğunluk değerleri yüksektir. Buna bağlı olarak özgül ısıları ve ısı kapasiteleri artmaktadır (Yılmaz, 2013). Bir maddenin özgül ısısı da yoğunluğu ile ilişkilendirilir. Özgül ısı, bir maddenin 1 gramının sıcaklığını 1°C artırmak için alması gereken enerji miktarı olarak tanımlanmaktadır. Cisimlerin sahip oldukları özgül ısı değerleri, şehir içerisindeki sıcaklık dağılışını etkilemektedir. Öyle ki, özgül ısıları farklı olan cisimlere aynı değerlerde enerji verildiğinde, özgül ısısı düşük olan cismin sıcaklığı daha fazla artacaktır. Buna karşın aynı cisimler soğuma zamanı geldiklerinde de daha fazla ısı kaybedeceğinden daha hızlı soğuma gerçekleştireceklerdir.

Madde (kuru hal)		Yoğunluk ($\text{kg m}^{-3} \cdot 10^3$)	Özgül Isı ($\text{J.kg}^{-1} \text{K}^{-1} \cdot 10^3$)	Isı kapasitesi ($\text{J m}^{-3} \text{K}^{-1} \cdot 10^6$)
Asfalt		2,11	0,92	1,94
Beton	Havalı	0,32	0,88	0,28
	Yoğun	2,40	0,88	2,11
Taş	Ort.	2,68	0,84	2,25
Tuğla	Ort.	1,83	0,75	1,37
Kil		1,92	0,92	1,77
Kiremidi				
Ahşap	Gevşek	0,32	1,42	0,45
	Yoğun	0,81	1,88	1,52
Çelik		7,85	0,50	3,93
Cam		2,48	0,67	1,66
Sıva	Jipsli	1,28	1,09	1,40
Jips	Ort.	1,42	1,05	1,49
Yalıtım	Polyestren	0,02	0,88	0,02
	Mantar	0,16	1,80	0,29

Şekil 1.3: Bazı maddelerin yoğunlukları, özgül ısıları ve ısı kapasiteleri (Oke, 2002)

Kırsal bölgelerde yer alan taş yüzeyler ve toprak kaplı alanlar daha düşük özgül ısıya sahiptir (Şekil 1.3). Bu sebeple, kırsal alanlar daha hızlı ısınma ve soğuma süreçlerine sahiptir. Şehir alanlarında ise daha yoğun beton, asfalt ve tuğla gibi özgül ısıları yüksek maddeler yer aldığından sıcaklık yavaş arttığı gibi yavaş da düşme eğilimi gösterecektir. Bu sebeple kırsal alanlar ısınma başladığında şehre göre daha sıcak karakterliken, soğuma başladığında ise kırsal alanlara göre daha sıcak karakterli bir özellik gösterir. Şehir alanlarında izlenen bu özellik, birim alanda daha fazla enerji tutulmasını ve depolanmasını gösterir niteliktedir (Yılmaz, 2013).

Sıcaklık değişimi ile ısı akısı arasındaki ilişkiyi belirleyen özellik ısı kapasitesidir. Bir malzemenin miktarına, cinsine ve sıcaklığına bağlı olan ısı kapasitesi bazen düşük bazen de yüksek olabilir. Nispeten daha yüksek ısı kapasitesine sahip bir maddenin sıcaklığı, belirli bir

ısı akısı altında daha küçük bir değişim gösterir. Bazen de belirli bir sıcaklık değişkenliği için yüksek miktarda ısı akısının varlığı gerekebilir. Bu noktada su ise göreceli şekilde yüksek bir ısı kapasitesi özelliği gösterir. Bu sebeple yüksek miktarda suyun varlığı, kendi yakın çevresi üzerinde ılıman bir etkiye neden olur (Shbane, Gasiorowicz ve Thornton, 1996). Bu sebeple yaşam alanlarında yer alan su varlığının aşırı buharlaşmaya uğraması, o alanda yaşayan canlılar için konfor şartlarının da etkilenmesine neden olmaktadır.

1.4.1 Şehir Isı Adası Yoğunluğunu Belirleyen Etmenler

Belirli bir şehirdeki şehir ısı adasının yoğunluğu mekânsal ve zamansal ölçeklerin birbiri ile etkileşiminin sonucudur. Enlem veya iklim bölgesi, topografya ve büyük su kütlelerine olan mesafe mezo ölçekteki 'arka plan' kentsel iklimini belirlerken, şehir büyüklüğü, yapı ve kentsel mimari ile ilgili faktörler ile nüfusla ilgili kriterler mezo ve mikro ölçekte şehir ısı adasını kontrol eder. Bahsi geçen faktörlere ek olarak, geçici etkiler olan bulut örtüsü ve rüzgar hızının yanı sıra yeşil alanlar, yapı malzemesi ve geometri, güneş radyasyonu ile antropojenik döngüsel etkiler arasında da bir sınıflandırma yapılabilir. Kentsel ısı adaları, dünyanın çeşitli iklim bölgeleri için farklı şekillerde ölçülmüştür. Literatürün büyük kısmı orta enlemlerde (40 °N veya S ile 60 ° N veya S arasında) elde edilen ŞIA ile ilgilidir. Elde edilen sonuçlar, ŞIA yoğunluklarının karşılaştırılabilir nüfusa sahip ılıman şehirlere oranla daha düşük seyrettiğini göstermektedir (Wienert ve Kuttler, 2005; Roth, 2007).

Kentsel tasarım ve yapı özelliklerinin de şehir ısı adası üzerindeki etkileri bilinmektedir. Dolayısıyla bir şehir bölgesinin veya bir mahalle tipolojisinin yerel iklim özellikleri üzerinde etkisi bulunur. Watkins (2002) kentsel alan tipolojisinin ŞIA yoğunluğu üzerindeki etkisini göstermek için sekiz kentsel geometri ve 'yeşillik' kategorisi tanımlamıştır (Tablo 2). Bir alandaki yüzeylerin doğası, enerji alımı ile yeniden emisyon için gökyüzüne iletimi kritik faktörlerdir.

Tablo 1.2: Londra için kentsel yapılandırma kategorileri (Watkins, 2002)

Kategori	Sokak oranı (x) (Yükseklik/Genişlik)	Yüzey	Tanımlama
1	$X = 0$	Çim vb.	Kırsal alanlar, büyük parklar veya ağaçlar
2	$X = 0$	Sert zemin veya çim	Park veya konut yakını alan
3	$X = 0$	Sert zemin	Yerleşimsiz alan veya otopark
4	$0 \leq x < 0.3$	Sert zeminli çok geniş	Düşük yoğunluklu yerleşim

		alanlar	alanı
5	$0.3 \leq x < 0.5$	Sert zeminli geniş alanlar	Orta yoğunluklu yerleşim alanı
6	$0.5 \leq x < 1$	Sert zeminli geniş alanlar	Merkez çevresindeki yüksek yoğunluklu kentsel alan
7	$1 \leq x < 2$	Sert zeminli orta genişlikte alanlar	Uzun binalar bulunan şehir merkezi
8	$x \geq 2$	Sert zeminli dar alanlar	Orta yükseklikte binaların olduğu dar "arka sokaklar"

Şehir içerisindeki bitki örtüsünün varlığı, ŞIA yoğunluğu üzerinde daha hafifletici bir özellik oluşturabilir. Uzun olgun ağaçlar hem gölge sağlar hem de kentsel bir bölgedeki hava sıcaklığını azaltır. İkincil etki, bitki örtüsünün güneş enerjisini suyun buharlaşması yoluyla gizli ısı enerjisine dönüştürmesinden kaynaklanmaktadır. Çoğu çalışma parklardaki ve ağaçların altındaki hava sıcaklığını incelemiş ve yeşil alanların yeşil olmayan alanlardan daha soğuk olabileceğini geniş ölçüde desteklemiştir.

Yaz aylarında, göletler, kanallar ve nehirler gibi kentsel alanlardaki su kütleleri, çevresindeki alan üzerinde serinletici etkiye sahip olabilir. Robitu ve diğ. (2004), küçük bir havuzun (4x4 m) 1 metre kadar olan bir yükseklikte ve 30 metre kadar bir mesafede yaklaşık 1 derecelik bir soğutma etkisine sahip olduğunu gözlemlemiştir. Soğutma etkisi buharlaşma ve ısı emiliminden kaynaklanır. Bununla birlikte, su kütlelerinin soğutma etkisinin, bir su kütlesinin serbest rüzgar yolu (havalandırma bölgesi) sağladığı gerçeğinin bir sonucu olabileceğine dikkat edilmelidir. Akan suyun durgun sudan daha büyük bir soğutma etkisi vardır, ancak geniş alanlara dağılmış su en büyük soğutma etkisine sahip olabilir.

Kentsel geometri, bir şehirdeki binaların boyutlarını ve aralıklı durumlarını ifade eder. Kent geometrisi, rüzgar akışı, enerji emilimi ve belirli bir alanın uzun dalga radyasyonunu uzaya geri gönderme yeteneğini etkiler. Gelişmiş alanlarda, yüzeyler ve yapılar genellikle komşu binalar gibi nesneler tarafından en azından kısmen engellenir ve bu engeller nedeniyle ısını çok kolay serbest bırakamayan büyük termal kütleler haline gelir. Özellikle geceleri, kent merkezlerinin üzerindeki hava tipik olarak kırsal alandaki hava sıcaklığından daha yüksektir. Geceleri atmosferde meydana gelen ısı adaları, özellikle sıcak hava dalgaları ile birlikte şehirde kentte yaşayan büyük insan toplulukları üzerinde önemli sağlık sorunlarının ortaya çıkmasına neden olabilir.

Bu sebeple, kentsel bir alanın 3D geometrik konfigürasyonu, ŞIA'nın şehir içi dağılımı konusunda önemli bir etkiye sahiptir. Birçok araştırma ŞIA ile bina yüksekliği ve yoğunluk arasındaki ilişkiye odaklanmaktadır. Kentsel kanyonun geometrisi için alınan ölçü, binaların yüksekliklerine göre ne kadar yoğun aralıklı olduğunu açıklayan yükseklik / genişlik (H/W) oranıdır. Oke (1981), izlenebilen maksimum ŞIA ile kasaba ve şehirlerin merkezi alanları için hesaplanan ortalama H / W oranı arasındaki ampirik bir ilişkiyi şöyle formüle etmiştir:

$$\text{ŞIA}_{\text{max}} = 7.54 + 3.97 (H/W) \quad (r^2 = 0.89)$$

1.5. Albedo

Güneşten gelen sıcaklığın iklime ve atmosfere olan etkisini belirleyen temel etmenlerden biri de albedodur. Kısaca herhangi bir yüzey üzerine düşen Güneş ışınlarının yansıma oranına *Albedo* adı verilir. Albedosu düşük olan yüzeyler, aslında daha fazla enerjiyi absorbe eden alanlardır. Parlak renkli alanlar genellikle ışınları yansıtırken, koyu renkli alanların albedosu düşüktür. Örneğin, uzaydan bakıldığında daha parlak görünen bulutlar üzerine düşen güneş ışığının büyük bölümünü yansıtırken, okyanus yüzeyleri ışınların çoğunluğunu emer ve çok az bir kısmını geri yansıtır.

Bu açıklamalardan hareketle şehirselleşen yüzeylerde kullanılan beton, asfalt, kaldırım, çatı ve cam gibi materyallerin de farklı albedo seviyelerine sahip olması beklenir. Temel olarak koyu maddelerin ısıyı absorbe etme seviyeleri fazladır denilebilir. Asfalt malzemelerinin koyu renk olması, binaların dış cephelerinin koyu renkte olması gibi özellikler ısı absorbe etme ve depolama süresini de artıracığından şehir için sıcaklık seviyesini de artıracaktır.

1.6. Antropojenik Isı

Şehir alanları enerji tüketiminin yoğun olduğu alanlardır. Bu tüketim yoğunlukla soğuk günlerde binaların ısıtılması amacıyla kullanılır. Yaşanılan alanların ısınması ile birlikte bu yapılara temas eden hava parçalarının da ısınması sağlanır. Böylece şehir içerisindeki hava da ısınmış olur. Bununla birlikte yanma nedeniyle bacalardan salınan partiküllerin enerjisi de havanın ısınmasına sebep olmaktadır. Diğer yandan şehir içerisinde kullanılan motorlu taşıtlardan havaya salınan enerji de hava parçalarının ısınmasına neden olur. İşte insanlardan kaynaklanan bu ısı miktarı şehir sıcaklığının da artmasına neden olduğundan bu ısı çeşidine antropojenik ısı adı verilir.

Antropojenik ısıнын yarattığı etki bir yerleşmenin nüfusuna, büyüklüğüne ve o bölgenin yer aldığı iklim şartlarına göre değişiklik gösterir (Oke, 1982). Örneğin, küçük kasaba gibi alanlarda daha az görülen antropojenik etki, metropol gibi büyük şehir alanlarında âdeta tepe noktasına ulaşır. ŞIA oluşumu sırasında antropojenik ısı etkisi, bitki örtüsü ve

albedodan daha azdır (Taha, 1997). Daha yükseklerde etkisi azalan antropojenik ısı, sıklıkla şehir örtü (kanyon) tabakası içerisinde etkilidir.

1.7. Şehir ile Kır Arasındaki Farklar

Şehirleşme ile meydana gelen değişiklikler sonucunda, meteorolojik değişkenlerde bazı farklılıklar görülür. Bu farklılıklar (Tablo 1.3), şehrin bulunduğu enlemine, yükseltisine, denize uzaklığına ve mevsime göre değişiklik gösterir. Şehir alanlarını çevresinden ayıran en temel özellik sıcaklıklardaki farklılıklardır.

Tablo 1.3: Şehir ve Kır Arasındaki Farklılıklar

Meteorolojik Olay/Olgı	Oran veya Durum (Şehirlerde)
Güneşlenme süresi	5 - 15% daha az
Günlük ortalama sıcaklık	0.5-1.0 °C daha yüksek
Maksimum kış sıcaklıkları	1-2 °C daha yüksek
Donlu Gün sayısı	2 ila 3 hafta daha az
Kışın nispi nem	% 2 daha az
Yazın nispi nem	% 8-10 daha az
Toplam yağış	% 5-10 daha fazla
Yağışlı gün sayısı	% 10 daha fazla
Karlı gün sayısı	% 14 daha az
Bulut örtüsü	% 5-10 daha fazla
Kışın sis oluşumu	% 100 daha fazla
Partikül madde miktarı	10 kat daha fazla

Kaynak: (<http://www.metoffice.gov.uk/education/secondary/students/microclimates.html>)

Şehir alanları ile kırsal alanlar arasındaki farklardan biri de kentleşme ile birlikte gelen kentsel yayılım ve artan nüfustur. ŞIA'nın da önemli nedenlerinden olan sert ve ısı emici yüzeylerin devamlı olarak artması ve bununla birlikte doğal bitki örtüsündeki azalma ısı adası etkisini artırır.

Diğer yandan ısınma ihtiyacının olduğu şehirlerde gelişmiş mühendislik malzemeleri kullanılan binalar daha fazla ısı depolama kapasitesine ve düşük albedoya neden olmaktadır. Başka bir deyişle, kentsel alanlarda kullanılan modern inşaat malzemelerinin termal ve hidrolik özellikleri, kırsal alanda kullanılan doğal toprak, kaya ve suya nazaran tamamen farklıdır. Bu gibi değişen malzeme kullanım tercihleri yeni atmosferik ve yüzey koşulların oluşmasına sebep olduğundan, enerji ve hava akışını da değişikliğe uğratar. Bunlara ek olarak kentsel alanların artan nüfusuna bağlı olarak insan faaliyetlerinden meydana gelen antropojenik ısının da artması, farklı bir mikro veya mezo iklimin oluşmasına yol açmaktadır. Kentsel alanlarda yoğunluğu kırsal alanlara göre daha fazla olan kaldırım yayılımlarının dahi ŞIA'ya önemli bir katkı sağladığı bilinmektedir. Kaldırımların kapladığı alan miktarı ile koyu renkli olmaları, nispeten düşük albedo oluşturacağından ısınmayı artırır. Günümüzde büyük

metropol ortamının büyük çoğunluğunu kaplayan kaldırımlar üzerinde yapılan araştırmalarda kızılötesi ve termal aktivite uydularından elde edilen mezo ölçekli görüntülerin kaldırımların güçlü ısı radyasyonu kaynakları olduğunu göstermiştir (Gorsevski vd., 1998). Bu durumun bir nebze de olsa önlenmesi için geleneksel kaldırımların daha serin kalacak kaldırım yapı malzemeleri ile değiştirilmesi gerekmektedir.

1.8. Şehir Isı Adası ve Yüzey Isı Adası Arasındaki Farklar

Şehir ısı adası çalışmalarında “Şehir ısı adası” ile “Yüzey ısı adası” kavramları sıklıkla karıştırılmaktadır. Çalışmamızda kullanılan şehir ısı kavramı, şehir alanlarında görülen ve çevresine göre farklı seyreden ısınma ve soğuma karakteridir. Şehir alanlarının fiziki yapısının zamanla değişmesi, yüzeylerin yansımaya değerlerinin farklılaşması ve jeomorfolojideki değişimler ısınma ve soğuma karakterini belirler. Şehir ısı adasının tespit edilebilmesi ve sıcaklık değerlerinin ölçülebilmesi için yüzey değerlerine değil, yüzeylerin hava sıcaklığına olan etkisi dikkate alınmalıdır. Bunun sonucunda ise şehir ısı adası analizlerinin yapılabilmesi için de şehir içi istasyonlar ile kırsal istasyonlardan alınan veriler arasında kıyaslama yapılması yeterlidir.

Yüzey sıcaklıkları doğal ortamlarda da yüksek seviyelere çıkabilmekte ancak bu sıcaklıkların dağılması hem şehir hem de doğal ortamlarda farklı seyretmektedir. Bu sebeple şehir ısı adası olarak ifade edilen kavram hava sıcaklığını belirtir. Hava sıcaklığının, şehir alanlarında değişmeye başladığı ve yakınındaki doğal çevreden farklı seyretmeye başladığı anda bölgede şehir ısı adasının varlığından bahsedilebilir. Ancak bölgede hiçbir yapılaşmanın bulunmadığı ve çıplak arazinin varlığı durumlarında sadece uzaktan algılama verilerinde görünen sıcaklık değerleriyle şehir ısı adası varlığını söylemek doğru olmaz (Özbilge, 2020)

Yüzey ısı adası çalışmaları için uzaktan algılama yöntemlerine ihtiyaç duyulur. Genellikle tercih edilen termal algılayıcılar aracılığı ile elde edilen görüntülerdeki yüzey yansımaya değerlerine göre sıcaklık değerleri elde edilmektedir. Bu yöntem hem daha geniş alanları kapsar hem de maliyeti daha düşüktür.

Özetle, insan kaynaklı faaliyetlerin bir sonucu olarak bilinen şehir ısı adası kavramı daha çok hava sıcaklığını belirtirken, yüzey ısı adası kavramı doğal ya da yapay fark etmeksizin bir yüzeyde depolanan ve daha sonra çevreye yayılan ısıyı ifade etmektedir.

1.9. Önceki Çalışmalar

Landsberg'in "Şehir İklimi" adındaki kitabında şehirlerin iklimsel özellikleri ile bu çalışmaların tarihsel gelişimi antik çağdan başlayarak 1950'li yıllara kadar incelenmiştir (Landsberg, 1981, pp. 3-9). Ayrıca kitapta, şehir alanlarının kırsal bölgelere oranla sahip olduğu farklara, şehirlerdeki sıcaklık ile rüzgarı etkileyen etmenlere, sonuçlara ait çeşitli

modellemelere ve şehir planlamasının nasıl olması gerektiğine de değinilmiştir. Esere göre, antik dönemde hava kirliliği görülen şehirlerde fosil yakıtların kullanımı nedeniyle çevre sorunları arttığı için bu türdeki yakıtlar ile kömür kullanımı yasaklanmıştır. Ancak Sanayi Devrimi ile birlikte giderek artış gösteren çevre sorunları ve kirlilik 1950'lerle İngiltere'de binlerce kişinin ölümüne kadar insanların dikkatini çekmemiştir.

Şehir kirliliği bakımından ilk çalışmalardan biri, Howard (1818) tarafından yapılan ve şehir sislerinin anlatıldığı "Londra İklimi" adlı çalışmadır. Çalışmada, genel olarak Londra şehri incelenmiştir. Ancak Londra'nın çevresine göre daha sıcak olduğu ortaya konulmuş olduğundan daha sonra tüm araştırmacıların ilgi duyduğu şehir ısı "adası" kavramı ciddi olarak incelenmeye başlanmıştır.

E. Renaou, şehirlerin çevrelerindeki kırsal alanlara oranla sıcaklık farklılıklarına sahip olduğunu Paris ve çevresinde yaptığı çalışma ile saptamıştır. Bu doğrultuda 1800'lü yıllarında başında Paris ve çevresinde yaptığı ölçümler yapmış, Paris'in çevresindeki kırsal alanlara nazaran 1 °C daha sıcak olduğunu saptamıştır (Renou, 1868).

Özellikle 1950'li yıllardan sonra şehir iklimi çalışmalarına ağırlık verilmiştir. Bu araştırmacıların en önemlilerinden olan Chandler, doktora tezi çalışmasında başkent Londra ve çevresindeki kırsal alanlarda yaptığı mobil ölçümlerle şehir ve kırsal bölgelerdeki atmosferik değişkenliği araştırmış ve "Londra'nın İklimi" adlı kitabını (Chandler, 1965) yazmıştır. Chandler'in aynı zamanda şehir tasarımı konusunda da çalışmalar yürüttüğü bilinmektedir.

Konu şehir iklimi olunca, ilk akla gelen isimlerden biri de bu alana adını altın harflerle yazdıran T.R. Oke olmaktadır. Oke, yaptığı çalışmalar ile kent alanlarındaki nüfus yoğunluğu ile şehir ısı adası kavramı arasındaki sıkı ilişkiyi ortaya çıkarmıştır. Bu doğrultuda yaptığı mobil ölçümler ile farklı merkezi bölgeler ile kırsal alanlar arasındaki farkları ortaya koymaya çalışmıştır. Yine aynı zamanda şehir merkezlerindeki enerji dengesini çalışmış, şehir ısı adası modellemesi konusunda yayınlar yapmış ve bu alanda yapılan çalışmalarda eksik konulara da yer vermiştir.

Şehir iklimi çalışmaları, 1968 yılında Dünya Meteoroloji Örgütü (WMO)'nün Brüksel'de Şehir Klimatolojisi ve Bina İklimi ile ilgili bir sempozyumun düzenlenmesinden sonra artmaya başlamış ve yapılan çalışmalara ait bir bibliyograf düzenli olarak yayınlanmıştır. Bu bibliyografyalar ilk olarak Oke tarafından yazılmıştır. Bu bibliyografyada 1968-1973 yılları arasında yapılmış şehir iklimi çalışmaları ile bu çalışmaların kritiği yer almaktadır. Oke, derlediği 352 çalışmadan faydalanmıştır (Oke, 1974).

Baik ve diğerkleri (2001) tarafından yapılan bir araştırmada, şehir ısı adası nedeniyle oluşan kuru ve nemli konveksiyonlara yer verilmiştir. Eserde şehir ısı adasının neden olduğu konvektif fırtınalardan ve yağışlardan bahsedilerek, çok sayıda gözlem ve çalışma ile simüle edilerek geniş kapsamlı şekilde açıklanmıştır.

şehir iklimi ile ilgili en önemli eserlerden biri yine Oke (2002) tarafından ilk yayını 1978 yılında yapılan “Boundary Layer Climates” adlı kitaptır. Bu kitap, temelde genel bir klimatoloji kitabı olmasının yanı sıra, geniş ölçüde şehir iklimine de yer vermiş, cadde ve bina iklimine kadar açıklama yaparak şehir iklimi konusundaki tüm parametreleri detaylandırmıştır.

Dixon ve Mote (2003) tarafından yapılan şehir ısı adası çalışmasında Georgia'ya bağlı hızlı büyüyen kentlerden biri olan Atlanta ele alınmıştır. Son zamanlarda hızla büyüyen kent nedeniyle şehir fırtınalarının arttığı ve muhtemel fırtınaları da yine şehirde bulunan şIA'nın tetikleyeceği ngrlmştir. Çalışmada ayrıca şehrin azalan yağış miktarının nedenleri arasında şIA gösterilmektedir. Arazi kullanım haritaları, radar görüntüleri, st atmosfer ölçümleri ile hava ktellerinin sınıflandırılmasının da kullanıldığı eserde yaygın ve istikrarsız konveksiyon koşullarının yine şIA nedeniyle ortaya çıktığı belirtilmektedir.

Kırsal alanlardaki değişikliğin şIA'nın tespit edilmesine yönelik rolü üzerinde alışan Hawkins ve diğerkleri (2004), Arizona şehrindeki bir çiftliğe sıcaklık ve nem sensörleri yerleştirmiş ve gelen verileri Phoenix'te yer alan Sky Harbor Havaalanı verileri (şehir istasyonu) ile karşılaştırmışlardır. Sonuç olarak sıcaklık farkları arasında minimum 0.8 C , maksimum olarak da 5.4 C fark olduğu ortaya çıkarılmıştır. Çalışmada ayrıca tarım çiftliğine ait arazi örtüsü tipleri ile Phoenix kent merkezindeki arazi örtüsü tipleri uydu görüntüleri ile karşılaştırılmış ve belirli sınıflandırmalar yapılmıştır.

Uzak Doğu'nun büyük şehirlerinden olan Seul'deki şIA varlığı ile mekansal ve zamansal yapısına dair alışma Kim ve Baik (2005) tarafından çalışılmıştır. Bunun için Seul'e 31 adet otomatik ölçüm istasyonu yerleştirilmış ve 2001 yılı Mart ile 2002 yılı şubat arasında yapılan yüzeye yakın sıcaklık ölçümleri karşılaştırılmıştır. Sonuç olarak şIA yoğunluğu bir yıl boyunca gece saatlerinde 2,2 C çıkarken; gündüz vakitlerinde 0,6 C bulunmuştur. Seul'deki şIA nedeni olarak ticari ve endüstriyel blėe kuruluşları ile yerel topografyadaki yerleşim konumları belirtilmiştir.

Gonzalez ve diğerkleri (2007) yaptıkları çalışmada Porto Riko'daki San Juan şehrinde şehir ısı adası etkisi analizi yapmışlardır. alışmalarında kırsal ve kentsel blėe arasındaki karşılaştırmaların iklimsel analizini yaparak, San Juan'da şIA'nın varlığını ortaya çıkarmışlardır. Son 40 yıldan bu yana 0,06 C olan sıcaklık farkının, önlem alınmaz ise

giderek artacağını ve 2050 yılında 8 °C dereceye varacağını öngörmektedirler. Bunun için ise ŞIA'nın varlığını doğrulamak, simülasyonunu ortaya koymak ve karşılaştırma yapmak için bir takım modeller de kullanmışlardır. Çözümüne yönelik öngörülen farklı arazi yapılarının kullanım senaryolarını da mantıklı ısı akışı adı altında açıklamışlar ve şehri soğutmak adına düşük türbülanslı kinetik enerji bölgeleri tasarlamışlardır.

Arazi kullanımının ŞIA üzerindeki etkilerini araştırmak adına Jusuf ve diğerleri (2007) uzaktan algılama metodları ile coğrafi bilgi sistemlerini de kullanarak Singapur'da nitel ve nicel analizler yapmışlardır. Gündüz farklı arazi kullanımının kentsel sıcaklığı etkilediğini, endüstriyel binaların, havaalanının, konut ve son olarak parkların yüksekten düşüğe doğru sıcaklığa sahip olduklarını; ancak geceleri ise tam tersi olarak sıcaklıkların görüldüğünü ortaya çıkarmışlardır. Çalışmanın ana fikri olarak uygun arazi kullanımı ve şehir planlaması ile şehir ısı adasının varlığı hafifletilebilmektedir.

Şehir iklimi konusundaki çalışmalarda genellikle T. R. Oke ismi sıkça görülmektedir.

Herhangi bir yerleşim yerinin nüfus büyüklüğü ile ürettiği kentsel ısı adasının büyüklüğü arasındaki ilişki Oke (1967)'nin "Şehrin Alanı ve Kentsel Isı Adası" adlı çalışmasında incelenmiştir. Çalışmaya göre nüfusu 1000 ila 2 milyon arasında değişen St Lawrence Lowland'ta yer alan 10 yerleşim yerinde mobil ölçümler ile toplanan veriler analiz edilmiştir. Bu alanlar kentsel ısı adası özelliklerini tamamen sergilediği görülmüştür. Buna göre nüfus büyüklüğünün kentsel ısı adasının varlığı ile ilişkili olduğu ortaya çıkarılmıştır.

Oke ve Maxwell (1975) Vancouver, Montreal ve Quebec'te mobil ölçümlerle belirli gecelerde hava sıcaklığı verileri toplamak amacıyla mobil ölçümler yapmışlardır. Kentsel - kırsal ısınma ve soğuma süreçlerinin detaylarının da ortaya konulduğu çalışmada, ŞIA şiddetinin yaz ve kış mevsimlerinde gün batımından 3-5 saat sonra meydana geldiği ortaya konmuştur. Kırsal bölgelerdeki soğuma şartları için Brunt formülü izlenmiş ancak bu formül kentsel alanlarda uyum sağlamamıştır. Sonuç olarak kentsel alanlarda gece şartlarında enerji alışverişinin daha karmaşık olduğu belirtilmiştir.

Sakin ve bulutsuz gecelerde, kırsal alanlar ile kentsel alanların geceleri soğuma koşulları yine Oke (1981) tarafından incelenmiştir. Benzer koşullara sahip sahalar karşılaştırılmış, kentsel ısı adasının geçici gelişimi ile kentsel kanyonlardaki uzun dalga rasyasyonlarının değişiminin birçok özelliği modellenmiştir. Modelde temel olarak kırsal ve kentsel alanların sahip oldukları farklılıkların geometri ve termal özelliklere göre dağılımı araştırılmıştır. Çalışmada ayrıca şehrin büyüklüğü ile kentsel ısı adasının yoğunluğu arasındaki ilişki de ortaya konmuştur.

Oke (1982)'nin “Şehir Isı Adasının Enerji Temelleri” adlı çalışmasında antropojenik ısıнын ŞIA oluşumu üzerindeki etkisi araştırılmış ve hangi faktörlerin kentteki enerji kullanımını doğrudan etkilediği belirlenmiştir. Çalışmada, şehir ısı adası kavramı tüm yönleri ile açıklanmış, şehirdeki dikey ve yatay yapısı verilmiştir.

Solecki ve diğ. (2005), şehirleşme nedeniyle artan karbondioksit ve diğer sera gazları emisyonlarının neden olduğu iklimsel değişikliği, metropol durumundaki kentlerde oluşan kentsel ısı adası yoğunluğunu uzun vadeli bir iklimsel tehlike olduğunu ortaya koymuşlardır. Kentsel ısı adasının varlığı konusunda hem uydu yüzey sıcaklıkları hem de meteorolojik istasyon sıcaklıkları karşılaştırılmış, New Jersey'in kırsal alan olan Newark'tan 3,0 °C ve Camden'de ise 1,5 °C daha sıcak olduğu bulunmuştur.

Kentsel ısı adası konusunda yerel ölçekli termal iklim bölgelerinin bulunduğu dair diğer bir çalışma Oke ve Steward (2009)'ın çalışmalarında da yer almaktadır. Oke, çalışmasında bu tip bölgeleri yüzeysel termal, nem, radyasyon ve aerodinamik özellikler bakımından yerel ölçekte homojen olarak değerlendirmiş ve soğuma sistemlerine karşı termal duyarlılıklarını araştırmıştır. Çalışma genelinde kentsel ısı adasının büyüklüğü, bölgeler arası sıcaklık farkları ile nesnel şekilde ölçülmüş ve raporlanmıştır.

Şehir içerisindeki binaların hacimsel olarak büyüklüklerinin şehir ısı adasını etkileyen faktörlerden biri olduğu Kantzioura ve diğerleri (2012)'nin yaptıkları çalışmada ortaya konulmuştur. Çalışmaya göre binalar, yollar ve şehir içerisindeki asfalt yüzeyler ile birlikte büyük binalar da şehir içerisindeki enerji artışından sorumludur. Araştırma Selanik'teki bina yüzeylerinin gün boyunca sıcaklığı nasıl etkilediğini ve mikro iklimsel parametreleri nasıl değiştirdiğini ele almaktadır. Buna göre yüzey sıcaklığı sabah saat 10'da maksimum seviyede iken, doğu-batı uzanan caddelerde sıcaklık 17.00'a kadar yüksek olmaya devam etmiştir. Buna karşın kuzey-güney yönlü uzanan caddelerde ise 10.00'dan sonra soğuma başlamıştır. Cadde yönelimlerinin, yapı taşlarının da ölçüm ile analizlerinin yapıldığı çalışmada binaların 1. katlarının daha sıcak olduğu ve her 4 katta bir yer sıcaklığından azalma gerçekleştiği ortaya çıkarılmıştır.

Şehir ısı adasının, insan sağlığı üzerine yaptığı etki konusunda Lee ve diğerleri (2014) bir çalışma ortaya koymuş ve uzun süreli ısı etkisine maruz kalan insanlarda sıcaklığa bağlı hastalıkların artacağı belirtilmiştir. Özellikle sıcak çarpmalarına bağlı ölüm vakalarının son yıllarda iklim değişikliğine bağlı olarak ortaya çıktığını ve artan sıcak hava dalgasının her yıl daha da fazla insanları etkileyeceğini belirtmişlerdir. Ayrıca çalışmada Şehir Isı Adası sorununun ciddiyetle ele alınması ve raporlanması gerektiğinden bahsedilmiştir.

Chen ve arkadaşları (2014), Çin'in Hangzhou şehrinde yaptıkları çalışma ile sıcak hava koşullarını simüle etmeyi başarmışlardır. Şehir içerisindeki ŞIA etkisini gösteren simülasyonda'da, şehir merkezinin çevresine oranla 0.7 °C derece artmıştır. Çalışmanın devamında farklı şehirleşme senaryoları oluşturulmuş, çıkarılan sayısal simülasyonların sonucu olan maksimum ŞIA etkisi değerli 1.6 °C derece ile gün batımında gerçekleşmiştir. Yüzeysel alanların da analiz edildiği çalışmada, ısıyı absorbe eden yüzeylerin güneş battıktan sonra bünyelerindeki ısıyı atmosfere salmaları neticesinde ŞIA'ya neden oldukları ortaya konmuştur.

Şehir ısı adasına ait tüm dünyadaki çalışmalardan biri de Malezya'nın hızla kentleşmekte olan güney illerinden birinde, Muar'da yapılmıştır. Rajagopana ve diğerleri (2014) tarafından yapılan "Tropikal Bir Şehirde, Şehir Isı Adası ve Rüzgar Esiş Karakteristikleri" adlı çalışmada, şehrin kaotik gelişiminin ve çarpık kentleşmenin kentsel kanyonlardaki havalandırmayı azalttığını göstermektedir. Yapılan analizlere göre şehir merkezindeki sıcaklık derecesi çevresine göre gün boyunca 4 °C; gece boyunca ise 3,2 °C yüksek olarak kaydedilmiştir. Çözüm olarak çeşitli geometrik yapıların ve yapılaşmaların kullanılmasının, binaların her bir yüzeyine rüzgarın ulaşmasına ve şehrin soğutulmasına izin vereceği ortaya konmuştur.

Kırsal alan ile şehir merkezi karşılaştırması esası ile şehri ısı adası yoğunluğunun tanımı hakkında çalışma yapan Tzavali ve diğerleri (2015), çalışmalarında sıcaklık ölçümlerinden, sıcaklığın şehirleşme ve vejetasyon ile olan sıkı ilişkisinden, şehrin büyüklüğünden, mevcut şehir ısı adasının mevsimlere ve hatta günün belirli saatlerine kadar değiştiğinden bahsetmişlerdir.

Uritescu (2017) tarafından Bükreş'teki farklı arazi kullanım tiplerinin her mevsimde ŞIA'nın artması ya da azaltılması konusundaki araştırma yapılmıştır. Çalışmada su, yeşil alanlar ile bina ile kaplı alanların temel alındığı temel bölgeler, Landsat uydu görüntüleri ile incelenmiş, arazi kullanım tipleri ile yüzey sıcaklıkları arasındaki ilişkiyi belirleyen temel istatistiksel analizler yapılmıştır. Çalışmada, bina ile kaplı alanların, arazi yüzey sıcaklıkları açısından da en yüksek değerlere karşılık geldiği tespit edilmiş, mevsim ne olursa olsun su kütleleri ile ormanlık alanların her daim düşük sıcaklık değerlerine sahip olduğu belirlenmiştir.

Şehir ısı adası yoğunluğunun İngiltere'deli Manchester şehrindeki artan eğilimini ayrıntılı şekilde inceleyen Levermore ve diğerleri (2018), ŞIA verilerini saptamak için meteorolojik ölçümler, bulut örtüsü, rüzgar hızı ve kentsel morfoloji arasındaki ilişkiyi incelemiştir. Elde edilen sonuçlara göre, Manchester'daki kentsel ısı adası yoğunluğunun,

içinde bulunulan yüzyılın sonuna doğru %2.4 artan önemli bir eğilime sahip olduğu saptanmıştır.

Şehir ısı adası etkisinin azaltılması için yeni nesil yeşil binalar üzerinde araştırma yapan ve "Sıfır ŞIA etkili bina" kavramını ileri süren Jie He (2019), şehir merkezlerinde yoğunluğu en fazla yapı olan binaların yeşil binaya çevrilmesi gerektiğini iddia etmiştir. Yeşil bina tabanlı şehir ısı azaltma sisteminin gelecekteki inşaat sektörü ve kent plânlaması ile bağlantısını vurgulayan çalışmada, sistemin sorunsuz işlemesi için kurulması gereken teorik ve pratik temeller vurgulanarak, sıcaklık artışına karşın inşaat sektörünün önemli bir hamle yapabileceği anlatılmaktadır.

Şehir ısı adasının binalarda biriken enerjisi nedeniyle Nanjing'te yerel iklim bölgeleri oluştuğunu ortaya koyan Yang ve diğerleri (2020), enerji birikimi için seçilen 10 farklı mahallede çalışmış ve hava sıcaklığı ile bağıl nem saatlik olarak 3 yıl boyunca ölçmüştür. Hem yerel iklim bölgelerinden hem de şehir meteoroloji istasyonlarından alınan veriler karşılaştırmalı olarak analiz edilmiş ve bina enerji simülasyonlarında temel girdi olarak kullanılmıştır. Konut ve ofis olmak üzere iki tip bina verilerinin ölçümüne göre yıllık şehir ısı adası ortalama yoğunluğunun 19.00 ila 06.00 arasında 0.4 °C ile 2.2 °C; gündüz vakitlerinde ise özellikle 07.00 ila 18.00 arasında 0.3 °C ve 0.9 °C arasında değiştiği görülmüştür.

Kentleşmenin bir sonucu olarak özellikle tropik şehirlerde kentsel ısı adalarının yoğunlaşma seviyesinin araştırıldığı bir başka çalışmada Endonezya kentleri incelenmiştir. Deniz seviyesi yükselmesi yanı sıra ekosistem ve biyolojik çeşitliliğe yönelik tehditlerin artması gibi durumların bina ve şehir planlamasında önemli bir yere sahip olduğunu ileri süren Sari (2021), yerel meteorolojik verilere dayalı yaptığı incelemelerde şehir ısı adasının görüldüğü kentlerde öncelikli iklim değişikliği eğitimi ve medya işbirliği ile hükümet ve vatandaşlar arasındaki uyum ve farkındalığın artırılmasını öne sürmüştür. Ayrıca çalışmada özellikle tropik iklime sahip kentlerde gelecekteki kentsel planlamalar için bina tasarımı, serin kaldırımlar ve yeşil çatılar gibi öneriler de sunulmaktadır.

Konutların oluşturduğu kentsel ısı etkisini azaltmak için çatı ve cephe bahçeleri öneren Esringü ve Toy (2021), bina yüzeylerinde oluşturulan yeşil alanların, soğuk malzeme kullanımına göre daha verimli sonuçlar verdiğini ileri sürmektedir. Bu bağlamda kentsel alanlarda yapı yüzeylerinde oluşturulacak çatı ve cephe bahçelerinin şehir ısı adası etkisini azaltarak, kent insanına daha sağlıklı bir ortam sunacağını ortaya koymaktadır.

1.9. Türkiye’de Şehir Isı Adası Çalışmaları

Türkiye'nin en büyük ve en önemli şehirlerinden biri olan İstanbul'daki şehir ısı adasını belirledikleri çalışmalarında aylık ortalama, maksimum ve minimum sıcaklıkları kullanan M. Karaca, Ü. Anteplioğlu, ve diğerleri (1995), şehir ve kırsal istasyonlar arasındaki farkların belirli bir trende sahip olup olmadığını Lineer regresyon ve Mann-Kendall testleri ile saptamışlardır. Sonuç olarak, Karadeniz ve Marmara denizinin kıyısında bulunmasına rağmen İstanbul şehrinde ısı adası oluştuğunu ve yoğunluğunun oldukça belirgin olduğunu ortaya çıkarmışlardır. Çalışmaya ait trendlerde şehir istasyonlarında pozitif yönde bir sıcaklık trendi görülürken; Karadeniz kıyısındaki kırsal istasyonlara iat trendlerde negatif bir eğilim mevcuttur.

Temuçin (1995), yaptığı çalışmada, 1990 yılı itibariyle kentsel nüfusun 50.000'i aştığı 12 kentin günlük maksimum ve minimum sıcaklıkları ile günlük sıcaklık farklarının yıllık ve mevsimlik ortalamalarını incelemiş ve kentleşmenin sıcaklık üzerine etkisini araştırmıştır. sonuç olarak şehirleşmenin günlük sıcaklık farklarını özellikle güneşten alınan enerjinin artırdığı ve hava koşullarının daha stabil olduğu yaz mevsimi ile ilkbaharda düşürdüğü, buna karşın maksimum sıcaklıklarda da düşme eğilimi olduğu belirtilmektedir.

Tayanç ve Toros (1997) İzmir, Adana, Bursa ve Gaziantep şehirlerinin yağış ve sıcaklık özelliklerini inceledikleri çalışmalarında istasyonları şehrsel olarak kabul ederken, çevrelerindeki kasaba ve ilçe merkezlerini ise kırsal olarak nitelendirmiştir. ŞIA oluşumunun daha net anlaşılabilmesi için saat 21 itibariyle ölçülen minimum ve maksimum sıcaklıklar izlenmiştir. Türkiye’deki şehir ısı adalarının büyüklüklerinin nüfusla ilgili olduğunu belirttikleri çalışmada, Türkiye şehirlerinin ısı adası oluşumu açısından Amerika şehirlerinden çok, Avrupa şehirlerine benzediği belirtilmektedir. Ayrıca çalışmada, şehir gelişiminin yağıştan çok sıcaklığı etkilediği belirtilmiştir.

Kadioğlu (1997), Marmara Bölgesi'ndeki DMİ'ye ait 40 meteoroloji istasyonunun günlük yağış verilerini analiz etmiş, yıllık yağışlı gün sayılan ve aşırı yağış görülen gün sayılarına Mann-Kendall Trend Analizi'ni uygulanmıştır. Çalışmanın sonucu olarak büyük şehirlerin doğu kısımlarında yağışlı gün sayılarında artış olduğunu göstermiş ve bölgedeki şehirleşme seviyesinin günlük yağışlar üzerindeki etkisini belirlemiştir.

Ankara'da şehir ısı adası gelişimini Landsat uydu görüntüleri ile inceleyen Yüksel (2005), 1985, 1995 ve 2002 yıllarına ait görüntüleri sıcaklık haritasına çevirmiş, büyük yeşil alanlarda soğuk çekirdekli ısı adalarının bulunduğunu, buna karşın yoğun yerleşim alanlarında ise sıcak çekirdekli ısı adalarının bulunduğunu kaydetmiştir. Ankara içerisinde yer alan Migros, Bahçelievler ve Anıtkabir istasyonlarında yapılan ölçümler sonucunda izlenen en

yüksek ve en düşük yüzey ısı adası sıcaklıkları Migros'ta yani tamamen yerleşmenin yoğun olduğu bölgelerde saptanmıştır. Yoğun yapısal alanların daha hızlı ve daha çok ısınıp soğuması bu durumun nedeni olarak açıklanmıştır.

Bursa'daki şehirleşmenin yağış ve sıcaklık üzerine etkilerini araştıran Acar (2005), Bursa ile Yenişehir istasyonlarına ait sıcaklık ve yağış verilerini incelemiştir. Çalışmada yağışlı gün sayıları sonbahar ve yaz mevsimlerinde Bursa'da azalırken, Yenişehir'de ise ilkbaharda azalma fakat yaz aylarında ise yağışlı gün sayısında artış görülmüştür. Bunun yanı sıra maksimum ve ortalama sıcaklık farkları genel olarak azalma eğilimi belirlenmiştir.

Türkiye'nin büyük şehirlerinden olan İzmir'de kentsel ısı adasının incelendiği çalışma Tanrikulu (2006) tarafından yapılmış ve İzmir ile Kuşadası istasyonlarına ait aylık maksimum, minimum ve ortalama sıcaklıklar incelenmiştir. Sıcaklıkların gün içindeki 7-14 ve 21 saatlerindeki ölçümleri temel alınmıştır. Sonuç olarak her iki istasyonda da sıcaklıklar genel olarak artış göstermiş, fakat artışın Kuşadası'na ait istasyonda daha fazla olduğu görülmüştür. Ortaya çıkan farklarda belirgin sonuçlara ulaşılamamanın nedeni olarak istasyonun (kırsal istasyon) konumu olduğu belirtilmiştir.

Bilgili (2009), Ankara'ya ait Altınpark, Atatürk Orman Çiftliği, Kurtuluş Parkı ile Gençlik Parkı gibi yeşil alanlarda içerisindeki soğuk çekirdekli ısı adası varlığını çalışmıştır. Araştırmaya göre kent içerisindeki yeşil alan arttıkça, sıcaklık farkları azalacak ve serinletici etki artacaktır.

Nüfusu 100000'den az şehirleri kırsal istasyon ve 500000'den fazla olan şehirleri ise kentsel istasyon olarak belirleyen Özdemir ve diğ. (2011), 1965 - 2006 yılları arasındaki döneme ait sıcaklıkların eğilimini farklarını incelemişlerdir. Çalışmaya göre kırsal alandaki istasyonlarda ait minimum sıcaklıklarda anlamlı bir trend görülme de, şehirsal istasyonların hepsinde anlamlı bir trend belirlenmiştir.

Kum ve Kılıç (2013) Gaziantep'te şehirleşmenin sıcaklık ve yağış parametrelerine etkilerini çalışmıştır. Şehrin sıcak hava dalgalarına uygun konumu nedeniyle şehirleşmenin iklime olan etkilerinin arttığı belirtilmiştir. Merkez ve ilçe istasyonlarına ait aylık maksimum, minimum ve ortalama sıcaklıklar ile 1975 - 2010 arasındaki yağış verilerinin trendleri incelenmiştir. Çalışma sonucunda kent merkezlerinde yaz mevsimi gece sıcaklıklarında oldukça kuvvetli pozitif eğilimler saptanırken, yağış değerlerinde ise anlamlı olmamakla birlikte pozitif trendler ortaya konmuştur.

Aykır (2017), Türkiye'de ekstrem sıcaklık eğilimlerinde şehirleşmenin etkisini araştırmak amacıyla 1970 - 2012 yılları arasındaki 42 meteoroloji istasyonu için şehir ile kır

istasyonu çiftleri oluşturmuş, analiz için RClimDex programı ve Mann-Kendall trend analizi tekniği kullanılmıştır. Veriler için indis değerleri oluşturulan çalışmada, istasyonların iklim indis farklarında anlamlı artış ve azalışların bulunduğu, bu artış ve azalışların kentsel istasyonlarda kırsal alana göre daha fazla olduğu saptanmıştır.

Bursa'daki kentsel büyümenin yerel iklim değişikliği üzerindeki etkilerini araştıran Moradi ve Tamer (2017), 1984 - 2014 yılları arasındaki iklim parametreleri ile uydu görüntülerini incelemiş ve aylık minimum sıcaklıklarda 1,36 °C artış olduğunu saptamışlardır. Bu değişimin nedeni olarak Bursa Ovası'nın kentleşmeye açılmasının önemli bir etmeni olduğundan bahsedilmiştir.

Kent geometrisine bağlı olarak Konya'da kentsel ısı adasının etkisini belirlemeye yönelik yapılan araştırmada (Canan, 2017), ısı adasının belirlenmesinde SVF yani gökyüzü açıklık değerleri dikkate alınmıştır. Çalışma alanı olan Konya'da seçilen 4 farklı bölgede ısı şehir ısı adası etkileri ortalama olarak hesaplanmış ve yüksek yoğunlukta yapılaşmanın bulunduğu kent alanlarında yüksek ısı etkisi görülmüştür.

Kentsel mekan farklılıklarının ısı adası oluşumuna etkisinin Erzurum'da araştırıldığı bir başka çalışmada ise (Yıldız vd. 2019) Erzurum kent merkezine ait Landsat uydu görüntülerinden faydalanılmış ve alan kullanım tiplerinin ŞIA'yı nasıl etkilediği ortaya konulmaya çalışılmıştır. Arazi kullanım tipi haritası ve LST haritası birlikte değerlendirildiğinde, özellikle yeşil alanların yoğunlukta olduğu yerlerin kent içinde sıcaklık değerlerini düşürdüğü ortaya konmuştur.

Bayramoğlu ve Seyhan (2019) tarafından yapılan kentsel açık yeşil alanlarda iklim değişimi incelenmiş ve kent olgusu içerisinde vazgeçilmez bir değer olarak bulunan açık yeşil alanların son yıllardaki iklim değişimlerinden olumsuz yönde etkilendiği ileri sürülmüştür. Bu durumun ayrıca iklimin değişken yapısının kentlerde ısı adası etkisine bağlı olarak yağmur suyu akışının da kontrol edilemediğine dikkat çekilmiştir. Yapılan çalışmalara kentlerde iklim değişimine bağlı olarak oluşan değişimlere örnek verilmiş ve açık yeşil alanların tasarım ve plânlama aşamalarında soruna yönelik önlemler ile sürdürülebilir kentlerde görülmesi muhtemel senaryo etkilerini azaltmaya yönelik tedbirler alınması gerektiği öne sürülmüştür.

Eskişehir kent merkezinde bulunan üniversite kampüslerindeki ŞIA etkisinin araştırıldığı diğer bir çalışmada (Güneş vd. 2020) Eskişehir Teknik Üniversitesi, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi ve Anadolu Üniversitesi kampüsleri çalışmaya dahil edilmiştir. 5 farklı yerleşkesi bulunan üniversite kampüslerindeki şehir ısı adası etkileri uzaktan algılama

ortamında oluşturulan yer yüzey sıcaklığı haritaları üzerinden yorumlanmıştır. CBS ortamında yorumlanan haritalarda, Eskişehir Teknik Üniversitesi'nin 2 Eylül kampüsünün ve Osmangazi Üniversitesi'nin Meşelik kampüsünün çevresine göre daha fazla ortalama yer yüzey sıcaklığına sahip olduğu görülmüştür.

1.10. Veri, Yöntem ve Teknikler

Şehir iklimi çalışmalarında genellikle şehir ısı adası varlığının ortaya konulması için belirli büyüklükte bir şehir ve ona coğrafi özellikler bakımından en benzer kırsal alan seçilerek, yapılacak çalışma ile sıcaklık farklarının ortaya konması esastır. Çalışma için öncelikle 2013 yılı itibariyle şehir merkezi 500.000 ve üzeri şehirler seçilmiştir. Ancak seçilen şehirlerin sayısı en başta daha fazla olmasına karşın, eksik veri setlerinin fazla olması ve seçilen kırsal alanın veri setlerinin paralellik göstermemesi nedeniyle bazı istasyonlar çalışma listesinden çıkarılmıştır.

Nüfus açısından kriterlere uyan şehir merkezlerinin karşılaştırılması için kırsal alan seçimi yapılırken öncelikle aralarındaki mesafenin az olmasına dikkat edilmiştir. İlk etapta 30 km.lik bir daire içerisinde yer alan kırsal istasyonlar değerlendirilmiş; uygun kırsal istasyonun olmaması durumunda ise bu sınır 50 km.ye kadar çıkarılmıştır. Bunun yanı sıra şehir ve kırsal alan arasında ciddi bir yükseltinin olmamasına, ölçümleri alınan meteorolojik istasyonlar arasında fazla yükselti farkı olmamasına, göl gibi sulak alan varlığı olmamasına ve baki şartlarının benzer ya da eşit olmasına dikkat edilmiştir. Mukayese istasyonu seçilirken, bu önemli kriterlerin yanı sıra kentsel ve kırsal alan istasyonlarının özellikle aynı meteorolojik hava kütlelerinden etkileniyor olması da göz önüne alınmıştır. Bu özelliklere uymayanlar veri seti tam olsa dahi çalışmadan çıkarılmıştır.

1.11 . Şehir İklimi Çalışma Yöntemleri

1.11.1. Meteoroloji İstasyon Verileri

Hem şehir iklimi çalışılırken, hem de genel anlamda bir yerin iklimi hakkında herhangi bir araştırma yapılırken tespit edilen meteoroloji istasyonlarına ait veriler kullanılmaktadır. Böyle çalışmalarda bir kaç farklı yöntem kullanılır. Bunlardan ilki çalışması yapılacak olan şehrsel istasyonun iklim verilerini en iyi şekilde gösteren meteoroloji trendlerinin tespit edilmesidir. Buna göre istasyona ait veriler, şehrin büyüklüğü ve sahip olduğu nüfus miktarı belirli dönemlere ayrılır ve bu dönem içerisinde meydana gelen meteorolojik değişkenler arasındaki farklar araştırılabilir (Çiçek ve Türkoğlu, 2005). Burada

çalışmanın amacı meteorolojik olaylarda meydana gelen eğilimleri tespit etmek, varsa değişimleri analiz etmektir.

Çalışma yapılırken kullanılan diğer bir yöntem ise şehir ve kırsal alanı karakterize edebilecek en az bir ya da daha fazla meteoroloji istasyonundan alınan veriler ile bu veriler arasındaki trendleri incelemektir (Çiçek ve Türkoğlu, 2009; Çiçek ve Doğan, 2005; M. Karaca, Ü Anteplioğlu, ve diğ., 1995; Mehmet Karaca ve diğ., 1995; Roy ve Fei, 2009). Bu şekildeki çalışmalar, şehir ile çevresindeki kırsal alan arasındaki farklılıkları ortaya koyma açısından önemlidir.

Bunların dışında meteoroloji istasyonu verilerine bağlı olan bir diğer yöntem ise şehir içinde ve dışında bulunan farklı arazi örtüsüne sahip ve şehrsel karakter taşıyan meteoroloji istasyonları kurmaktır. Böylece bu sahalar arasındaki farklar net şekilde araştırılabilir ve şehre ait bilgiler karşılaştırılabilir bir seviyede tutulabilir (Çiçek ve Doğan, 2006).

1.12. Çalışmada Kullanılan Veri, Yöntem ve Teknikler

Çalışmada kullanılan şehir ve kırsal istasyonun sıcaklık ölçümlerine ait meteorolojik veriler temel veriler olarak kullanılmıştır. Şehir ve kırsal alana ait istasyonların seçiminde öncelikle en az 40 yıl ve daha fazla veri setinin düzenli olduğu ve bu veri setlerinin birbiri ile paralellik gösterdiği yıllar baz alınmıştır. Bazı yıllarda meteoroloji ölçümlerinin aksaması ile oluşan eksik değerler Lineer ortalama hesabıyla ya da bir önceki yıl ile bir sonraki yılın ortalaması alınarak tamamlama sureti ile veri setleri tamamlanmıştır. Veri dizisinde bir aylık eksik bir değer saptanmışsa, bunun yerine onu ortalayan önceki ve sonraki iki yılın aylık ortalaması alınabilir. Bununla birlikte veri dizisinde üst üste iki ayın datası eksik ise, birinci eksik ayın verisi kendisinden önceki iki yılın ortalaması ile; ikinci ay ise kendisinden sonraki iki yılın aylık ortalaması ile tamamlanır (Türkeş vd., 2002: 2). Buna karşın büyük oranda eksik veri seti içeren ancak çalışmanın temel mantığını içeren 2013 yılı itibariyle şehir merkezindeki nüfusu 500.000 ve üzeri olan şehir merkezlerinin meteorolojik veri setlerinde büyük eksiklikler olduğundan, homojen bilgi elde edilemeyeceği ön görülerek, bu istasyonlar çalışma listesinden çıkarılmıştır.

1.12.1 Homojenlik Testi: Kruskal-Wallis Testi

Hidrografik, atmosferik veya iklimle ilgili bir çalışmalarda, türdeşlik veya rastgeleliğin temel alternatiflerini, veri dizilerindeki değişimler, bazı dalgalanmalara, dönemsellik olarak kuvvetli eğilim ya da basamaklı değişiklik gibi bazı sonuçlar oluşturur. Saptanan değişim türlerinden bazıları inhomojenlik oluşturabilir. Genel anlamda, rastgeleliğin ya da türdeşliğin

boş hipotezi, diziyi oluşturan tüm gözlemlerin aynı evrenden geldiğini ve birbirlerinden bağımsız olduğunu kabul eder. Çoğu zaman uygulama esnasında, türdeş gözlem kayıtlarını elde etmek kolay olmaz. Çünkü gözlem yapılan aletler, bakı koşullarındaki değişimler, gözlem zamanları, ortalama alma yöntemleri, gözlem yapılan lokasyondaki istasyon yerleri ve yükseklikleri ile bunların çevrelerindeki koşullar gibi pek çok farklı etken, veri dizileri boyunca inhomojenliğe neden olabilir (Türkeş, 2008: 14- 16).

Bilimsel araştırmalarda kullanılmak istenen veri dizisinin güvenilir olması şarttır. Buna bağlı olarak elde edilen meteorolojik ölçümlerin kalitesi, homojenlik analizi sayesinde saptanabilir. Özellikle şehirleşme görülen istasyon bölgesindeki değişiklikler ve ölçüm aletlerden kaynaklanan bir takım sorunlar sebebiyle klimatolojik verilerin homojen olması beklenmeyebilir. Öte yandan yağış verilerinin süreksizlik göstermesi ve normal dağılım şartlarına uymaması özellikleri sebebiyle pek çok meteorolojik parametreden aykırılık gösterir. Bu sebeple, dağılımların normal olarak kabul edildiği ve veri dizilerinin eşit varyans özelliği kabulüne dayanan tek yönlü varyans testinin (ANOVA) kullanılması sakıncalıdır (Sönmez, 2007: 3).

Tek yönlü varyans analizine parametrik olmayan bir alternatif olarak Kruskal-Wallis testi uygulanabilir. İki ve daha fazla grup karşılaştırılmak istendiği takdirde Kruskal-Wallis testi yapılır. Elde edilen değerlerin sıralanmasının ardından değerlerin ortalamaları birbiri ile karşılaştırılır (Sipahi vd., 2010: 194). K-W testi, bağımsız ilişkisiz örneklem için tek yönlü varyans analizi (ANOVA)'nın parametrik olmayan karşılığıdır. Bu nedenle de parametrik tekniklerin varsayımlarının karşılanmasını gerektirmez. Bağımsız ikiden fazla ortalama arasındaki farkın test edilmesinde kullanılır (Büyüköztürk, 2011: 221).

Kruskal-Wallis testine ait türdeşlik sınaması, varyans ve ortalamaların türdeşliğini doğrulamak amacıyla kullanılabilen, parametrik olmayan (evren değersiz) bir türdeşlik sınamasıdır. Bu sınama içerisinde çözümlenen her bir dizideki orijinal gözlemler (X_i ' lerin) yerine, bu gözlemlerin küçükten büyüğe dizilmesiyle oluşturulan toplam sıralı dizideki sıra numaraları kullanılır (Türkeş, 2008: 21).

Eğer, k , bağımsız dizilerin sayısı; n_j , $j= 1,...,k$ 'ya kadar j bağımsız alt dizilerinin (ya da dönemlerinin) örneklem boyutu (gözlem sayısı) ve r_{ij} , j alt dizilerindeki i gözlemlerinden oluşan toplam sıralı dizideki sıra numaraları ise, her bağımsız dizideki sıra numaralarının toplamı , R_j ,

$$R_j = \sum_{i=0}^{n_j} R_{ij} \quad (1)$$

ve toplam sıralı dizinin gözlem sayısı

$$n = \sum_{j=1}^k n_j \quad (2)$$

olur.

Sınama örneklem değeri, X_k ,

$$X_K = \left[\frac{12}{n(n+1)} \sum_{j=1}^k \frac{R_j^2}{n_j} \right] - 3(n+1) \quad (3)$$

formülüne göre hesaplanmaktadır. Örneklem değeri hesaplanmadan önce R_j değerlerinin doğruluğunun sınanması için,

$$\sum_{j=1}^k R_j = \frac{n(n+1)}{2} \quad (4)$$

eşitliği uygulanmalıdır. Burada;

R_j : Bağımsız dizideki sıra numaralarının toplamı,

n : Toplam dizinin gözlem sayısı,

X_k : Sınama örneklem değerini ifade eder.

Elde edilen ortalamaların türdeş olup olmadığının tespitinin yapılabilmesi için şu hipotezler ele alınır:

H_0 : ortalaması homojen olan gözlem dizisini ifade eder.

H_a : ortalamaması homojen olmayan gözlem dizisidir.

Ortalamlar homojendir boş hipotezi altında, XK örneklem değeri, $(k-1)$ bağımsızlık sayısı ile yaklaşık (X_2) dağılır. Boş hipotezin kabul ya da reddedilmesi, istenilen bir anlamlılık düzeyinde ($\alpha = 0.05$ ya da $\alpha = 0.01$) ve $f = (k-1)$ bağımsızlık sayısına göre X_2 tablosundan bulunarak (Ek 1) XK ile karşılaştırılacak olan X_2 kritik değerinin büyüklüğüne bağlıdır. Boş hipotez, XK 'nın büyük değerleri için ($XK \geq X_2$) reddedilir (Türkeş, 2008: 21–22).

Kruskal-Wallis testi uygulanırken, veri setleri içerisindeki en az 30 yıllık zaman serisinde dört dönem 10 yıllık setler halinde ele alınmış ve hesaplamalar bu kritere göre yapılmıştır. XK ile karşılaştırılacak olan X_2 ise ki-kare tablosu aracılığı ile %95 anlamlılık durumunu ifade eden 7,82 olarak, %99 anlamlılık durumunu ifade eden değer 11,32 olarak değerlendirilmiştir.

1.12.2. Mann-Kendall Sıra İlişki Katsayısı

Mann-Kendall $u(t)$ sına örneklem değerinin ardışık analizi, analiz edilen veri dizisinde anlamlı bir trend görülmemesi durumunda, trendin başlangıcı ile değişim noktasını bulmak adına tercih edilen bir yöntemdir (Türkeş 2011: 7).

Sıralı dizideki sıra numaraları kullanılarak her Y_i değeri için ($i > j$) olmak üzere, Y_i 'nin önündeki Y_j elamanlarının sayısı olarak tanımlanan bir n_i sayısı, ($Y_i > Y_j$) olan sıra numaralarının sayısı hesaplanarak bulunur (Çiçek, 2004: 7).

Sınama örneklem değeri t ,

$$t = \sum_{i=1}^n n_i \quad (10)$$

eşitliği aracılığıyla ifade edilmektedir.

Sınama örneklem değerinin dağılım fonksiyonu, boş hipotez altında asimptotik normaldir. Dağılım fonksiyonunun ortalaması $E(t)$ ve varyansı $var(y)$,

$$E(t) = \frac{n(n-1)}{4} \quad (11)$$

ve

$$var(t) = \frac{n(n-1)(2n+5)}{72} \quad (12)$$

eşitlikleri ile sağlanır.

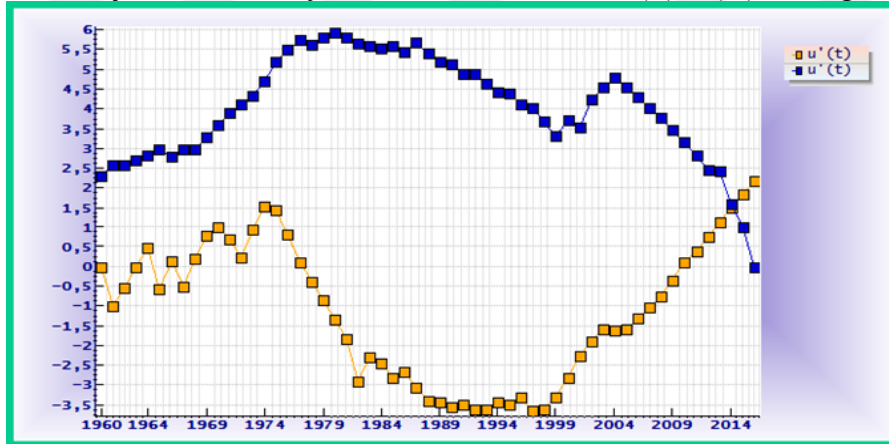
Sınama örneklem değeri $u(t)$,

$$u(t) = [t - E(t)] / \sqrt{\text{var } t} \quad (13)$$

eşitliği ile ifade edilirken, boş hipotezin iki yanlı şekline göre $u(t)$ 'nin büyük değerleri için ret edilir. Hesaplanan $u(t)$ değeri %95 anlamlılık düzeyinde anlamlı ise, azalan ya da artan yöndeki bu eğilimin istatistiksel olarak anlamlı olduğu sonucuna varılır. ($u'(t)$ örneklem değeri de seri içinde işlemin tersi yapılarak $u(t)$ 'ye benzer şekilde elde edilir.

Mann-Kendall trend testinin ardışık analizlerinden elde edilen $u(t)$ ve $u'(t)$ örneklem değerleri ile istasyonlara ait sıcaklık trendleri grafiksel olarak incelenmiştir. Bu grafiklerde, $u(t)$ ve $u'(t)$ eğrilerinin herhangi bir yerde kesişerek birbirinden uzaklaşmaları önemli bir trendin varlığını gösterirken; bazı grafiklerde ise bir kaç kez üst üste gelişi ise dizide herhangi bir eğilimin bulunmadığını göstermektedir. Eğrilerin kesişim yaptıkları yerden itibaren devam eden noktalar, bir artma veya azalma trendinin başlama tarihinin belirlenmesini gösterir (Şekil 1.4).

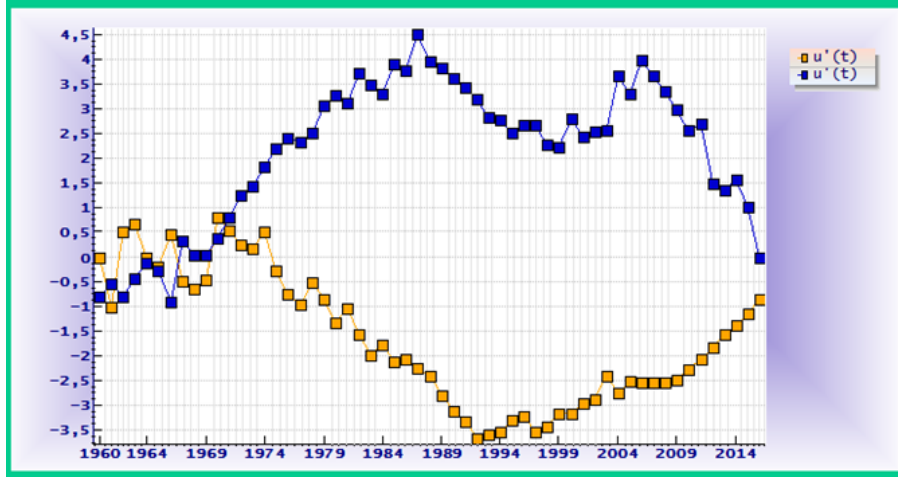
Antalya - İlkbahar Aylık Minimum Sıcaklık $U(T)-U(T)'$ Grafiği



Şekil 1.4: Trend Olması Durumunda Örnek $U(t)-U(t)'$ Grafiği

* Bu grafiğe göre trend başlangıç yılı 2013 olarak belirlenmiştir

Antalya - Kış Aylık Minimum Sıcaklık $U(T)-U(T)'$ Grafiği



Şekil 1.5: Trend Olmaması Durumunda Örnek $U(t)-U(t)'$ Grafiği

1.12.3 Sen'in Trend Eğim Metodu

Veri setine ait genel zaman serisi içerisinde lineer bir trend geçerli ise gerçek birim zamandaki değişim (eğim) tespit edilebilir. Bu yöntem, ekstrem değerler ile veri hatalarından etkilenmeyen data kayıtlarına uygulanmaktadır (Yu et al., 1993). j ve k zamanlarındaki veriler x_j ve x_k olmak üzere ($j > k$ şartı ile)

$N = n(n-1)/2$ adet Q_i ($i = 1, 2, \dots, N$) değeri şu eşitlik ile hesaplanmaktadır:

$$Q_i = \frac{x_j - x_k}{j - k}$$

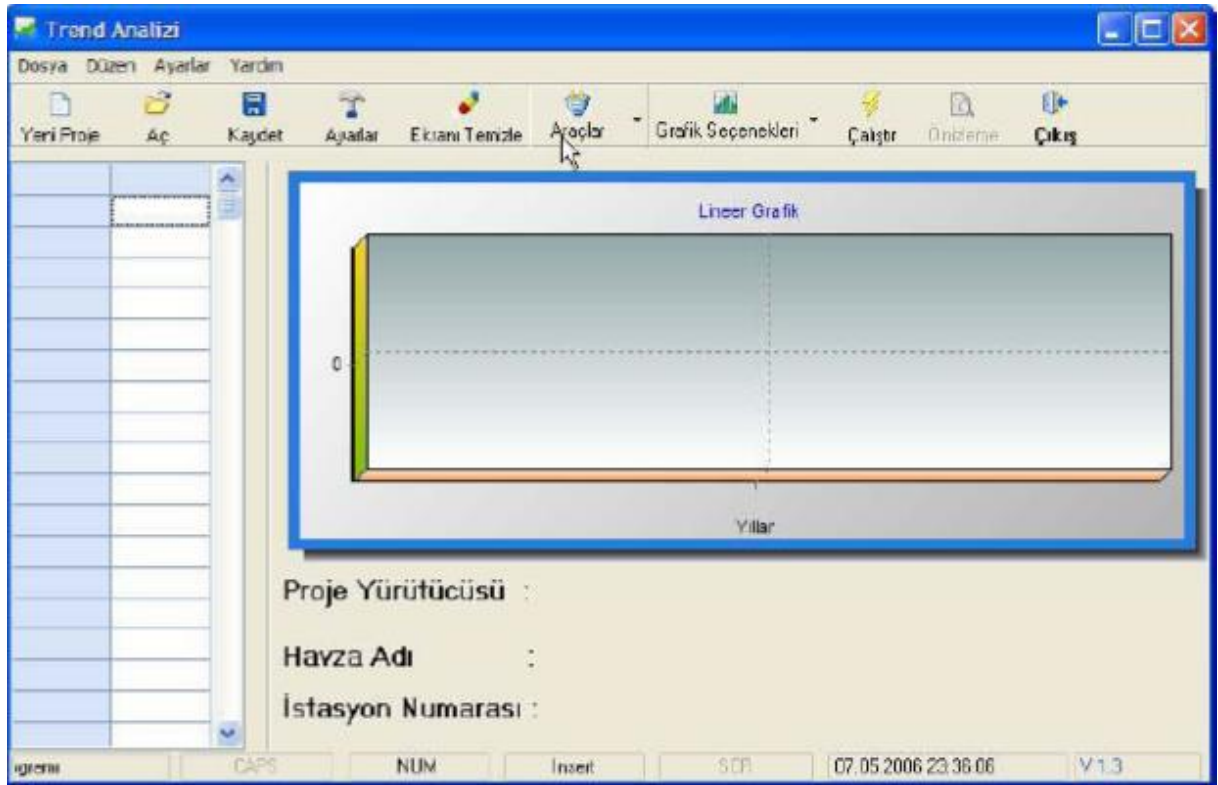
(Q_i) x_j ve x_k arasındaki veri durumunu gösterir. (x_j) j zamanda hesaplanan değeri, (x_k) k zamanda hesaplanan değeri, (j) k zamanındaki sonraki zamanı göstermektedir. N değeri de " $N = n(n-1)/2$ " formülü ile hesaplanır. N ve Q_i değerlerinin medyanı ise Sen'in trend eğim parametresini tespit etmek amacıyla kullanılmaktadır. Q_i 'lerin N değerleri en küçükten en büyüğe doğru sıralanır. Sonuç olarak ise Sen'in trend eğilimi için ilgili formül kullanılarak sonuca ulaşılır (Demirci vd., 2009: 6).

Yapılan analizler sonucunda elde edilen Q medyan değeri, parametrik olmayan ve Sen'in önerdiği teknik de kullanılarak çift taraflı şekilde %95 güven aralığı içerisinde incelenir ve trend değerinin gerçek oranı hakkında sonuca varılır (Bai et al., 2014).

1.12.4. Trend Analizi Bilgisayar Yazılımı

Sonraki yıllarda kullanılmak üzere Delphi 7 (Borland, 2002) programlama dili kullanılan bir yazılım geliştirilmiştir. Adı geçen program, trend bileşenini tespit etmek için kullanılmaktadır. (Şekil 1.6). Özellikle bu yazılımın tercih edilmesindeki temel amaç, kullanılan dilin grafik çalışmaları sırasında daha hızlı ve etkili yapıya sahip olmasıdır. “Trend Analysis for Windows” adına sahip olan bu yazılım, çalışmanın ana uygulaması olan Sen’in Trend Eğitim metodunun yanı sıra tüm verilere aynı zamanda farklı testler de uygulayabildiğinden, elde edilen sonuçları hem metin hem de grafik formatında verebilmektedir. İlgili yazılım, arayüz bakımından son derece kullanışlı şekilde tasarlanmış ve özel eklentiler ile geliştirilmiştir (Gümüş, 2006: 28). Öte yandan program, diğer bilgisayar programları ile uyumlu çalışacak şekilde tasarlandığından veriler Excel dosyası olarak okunabilme ve kayıt edilebilme özelliğine sahiptir. Hazırlanan raporların MX Excel, MS Word, JPEG, TIF ve e-posta olarak yedeklenebilmektedir.

Çalışmada tespit edilen istasyonlar, veriler arasındaki farkların net şekilde ortaya konulabilmesi ve trend analizi çıktılarının grafik şeklinde elde edilebilmesi için, adı geçen programın kullanılması aracılığıyla gerekli testler ile hesaplamaların yapılması oldukça kolaylaşmıştır. Diğer yandan Kruskal-Wallis homojenlik testi ise MS Excel ortamında formüller kullanılarak yapılmıştır. Sonuç olarak elde edilen tablolar ile grafikler bilgisayar ortamında özgün formata getirilmiştir.



Şekil 1.6: Trend analizinde kullanılan “Trend Analysis for Windows” yazılımının başlangıç sayfası görünümü (Gümüş, 2006: 28).

Seçilen istasyon çiftlerine ait bilgiler aşağıdaki gibidir:

Tablo 1.4: Çalışmada seçilen istasyonlar, ortamları ve veri seti bilgisi

İstasyon ifti	İstasyon kodları	İstasyon rakımı (mt)	Veri seti aralığı
Afyon - Bolvadin	17190 - 17796	1034 - 1018	1968 - 2019
Trabzon - Akçaabat	17037 - 17626	25 - 3	1963 - 2019
Erzurum - Tortum	17095 - 17688	1758 - 1576	1959 - 2019
Muğla - Yatağan	17292 - 17886	5 - 8	1967 - 2019
Tekirdağ - Çorlu	17056 - 17054	3 - 144	1950 - 2019
Aydın - Sultanhisar	17234 - 17850	56 - 73	1972 - 2019
Samsun - Bafra	17030 - 17622	4 - 103	1963 - 2019
Diyarbakır - Ergani	17290 - 17847	679 - 931	1963 - 2019
Mersin - Silifke	17340 - 17330	2 - 17	1951 - 2019
şanlıurfa - Bozova	17270 - 7791	553 - 622	1975 - 2019
Konya - Karapınar	17244 - 17902	1020 - 999	1963 - 2019
Adana - Yumurtalık	17351 - 17979	26 - 17	1964 - 2019
Antalya - Manavgat	17300 - 17954	64 - 38	1959 - 2019
Bursa-M.kemalpaşa	17166 - 699	60- 100	1963 - 2019
İzmir - Bergama	17220 - 17742	29 - 53	1959 -2019
Ankara - Akyurt	17130 - 17128	890 - 959	1956 - 2019
İstanbul - şile	17062 - 17610	1 - 74	1950 - 2019

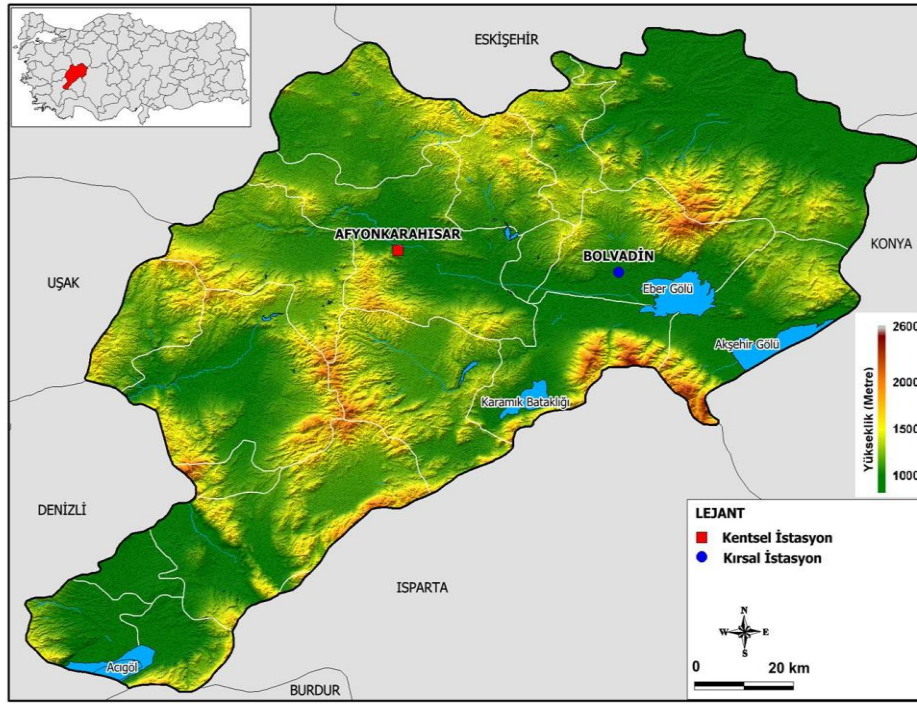
BÖLÜM 2

BULGULAR VE TARTIŞMA

2.1 SICAKLIK VERİLERİNİN ANALİZİ

2.1.1 Afyonkarahisar ve Bolvadin

Afyonkarahisar, Ege Bölgesi'nin İç Batı Anadolu Bölümü'nde yer alan ve 2013 yılı itibariyle şehir merkezi nüfusu 707.123 olan illerimizden biridir. İl 38° 39' doğu boylamları ile 30° 40' kuzey enlemleri arasında yer almaktadır. Çevresinde Konya, Isparta, Denizli, Uşak ve Eskişehir illeri ile çevrilidir. Türkiye'nin 4 istikametine demiryolu olan tek ili olan Afyon, karayolu konusunda da önemli kavşak noktası olmaktadır (Şekil 2.1).



Şekil 2.1: Afyonkarahisar ve Bolvadin'in Lokasyon Haritası

Kırsal mukayese istasyonu olan Bolvadin ise 31° 02' doğu meridyeni ile 38° 43' kuzey enlemleri arasında yer alan, uzun alüvyon kaplı bir ova üzerinde yer alır. İlçenin güneyinde Sultandağları, kuzeydoğusunda Emir Dağları yer alır (Şekil 2.1).

Mermer ve gıda sanayisinin oldukça geliştiği, termal tesisler ile tarımın da ekonomisinde büyük yer kapladığı şehirde özellikle özel sektörün yatırımlara yönelmesi ile sanayileşme ve dolayısıyla nüfus da artmaya başlamıştır. Sektörel düzeyde çeşitlenme ve zengin sanayi yapısı ilin karayolları ve demiryolu ulaşım ağının merkezinde yer alması ile

giderek artmaktadır. Günümüzde nüfusu 750.000'e yaklaşan kentte mahalle sayısı 51'e ulaşmıştır (TÜİK, İller İdaresi Genel Müdürlüğü, 2020).

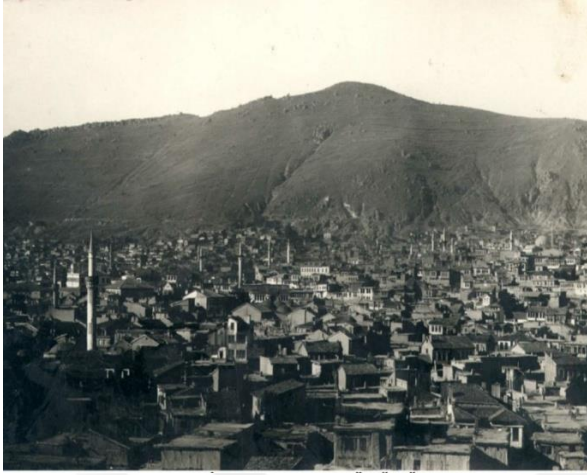


Foto 2.1: Afyonkarahisar eski kent merkezi



Foto 2.2: Afyonkarahisar yeni kent merkezi

(Fotoğraf kaynağı: www.afyon.bel.gov.tr)

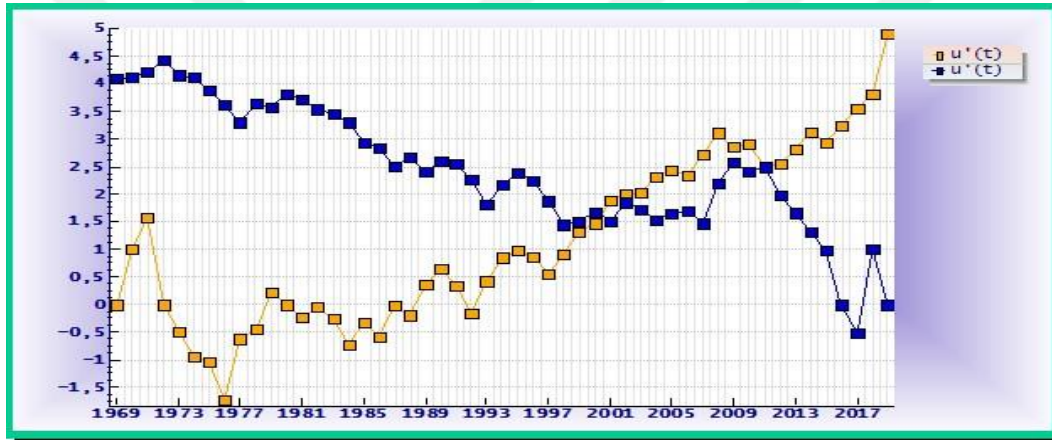
Kentsel ısı adası konusunda ana ilimiz olan Afyonkarahisar ve mukayese istasyonu olan Bolvadin için 1968 - 2019 yılları arasındaki 51 yıllık sıcaklık verileri kullanılmıştır. Afyonkarahisar'ın verileri, meteoroloji kodu 17190 olan 5. Bölge'deki 1034 mt yüksekliğe sahip istasyondan alınmıştır. Bolvadin'e ait meteorolojik veriler ise 17796 meteorolojik kodlu, 1018 mt yükseklikteki meteorolojik istasyondan alınmıştır.

Veri setleri için aylık maksimum sıcaklık, aylık minimum sıcaklık ve aylık ortalama sıcaklıklar ile bunların hepsinin mevsimler bazında trend analizleri yapılmış, Mann-Kendall analizleri ile pozitif veya negatif yönde anlamlı bir trend olup olmadığı denetlenirken; SenQ değerine göre formülize edilen ve uzun yıllar sıcaklık ortalamaları bulunan değerler şehir merkezi ve mukayese edilen kırsal istasyon olarak karşılaştırılmıştır. Çıkan değerlere ait sonuçlar için tablolar özgün şekilde oluşturulmuştur.

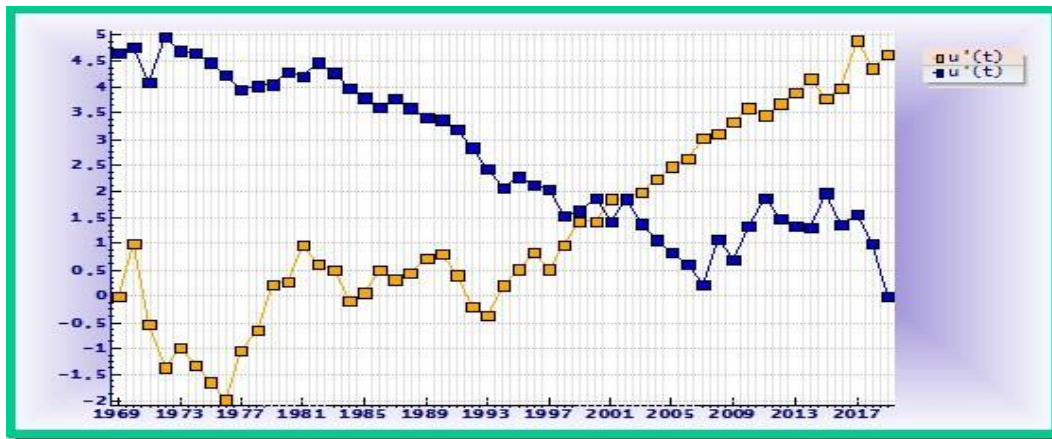
Afyon Aylık Maksimum Sıcaklık $U(t)-U(t')$ Grafiği



Afyon Aylık Minimum Sıcaklık $U(t)-U(t')$ Grafiği



Afyon Aylık Ortalama Sıcaklık $U(t)-U(t')$ Grafiği

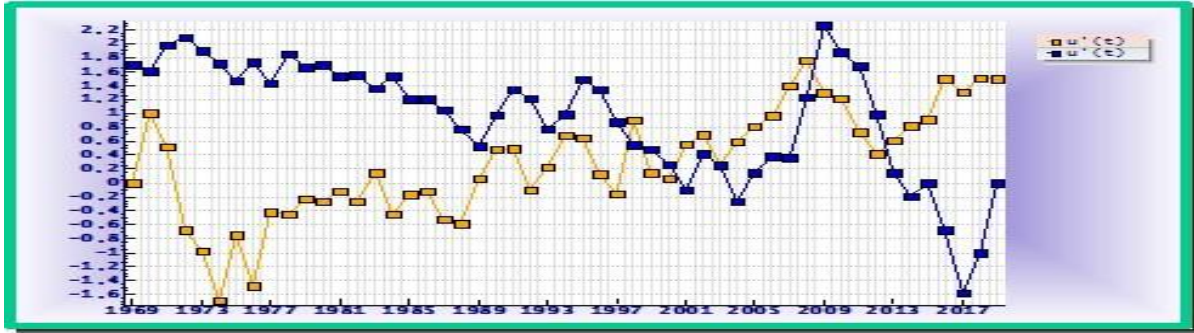


Şekil 2.2: Yıllık Değerlendirmede Mann-Kendall Korelasyon ($U_t-U_{t'}$) Grafikleri (Afyon)

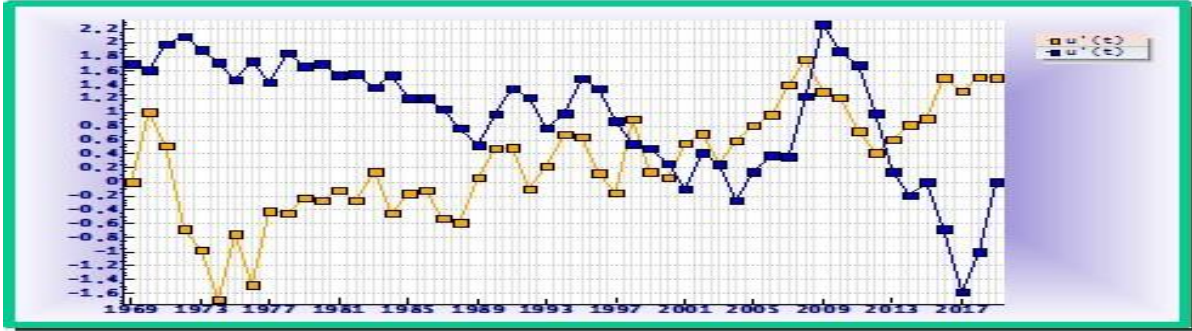
Afyon - Kış (Ut-Ut') Grafiği



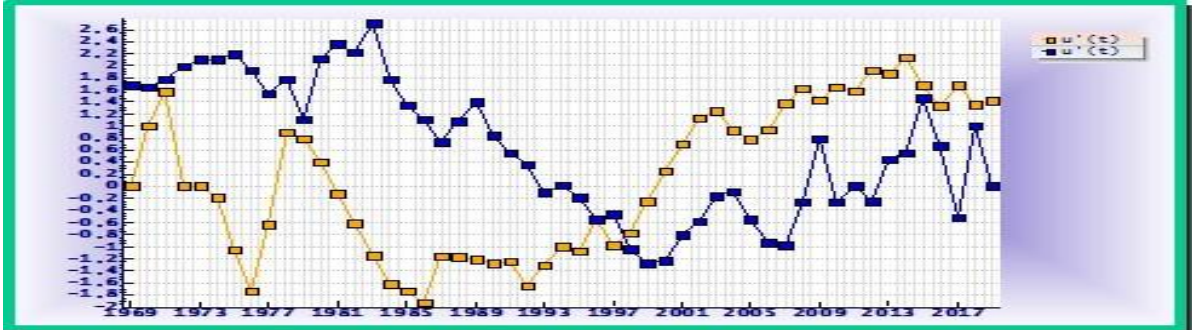
Afyon - İlkbahar (Ut-Ut') Grafiği



Afyon - Yaz (Ut-Ut') Grafiği

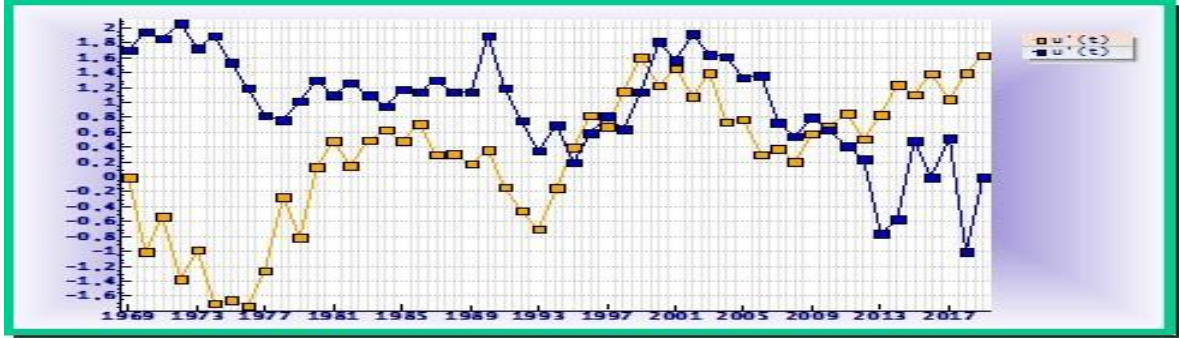


Afyon - Sonbahar (Ut-Ut') Grafiği



Şekil 2.3: Aylık Maksimum Sıcaklıkların Mevsimlik Olarak Mann-Kendall Korelasyon (Ut-Ut') Grafikleri (Afyon)

Afyon - Kış (Ut-Ut') Grafiği



Afyon - İlkbahar (Ut-Ut') Grafiği



Afyon - Yaz (Ut-Ut') Grafiği

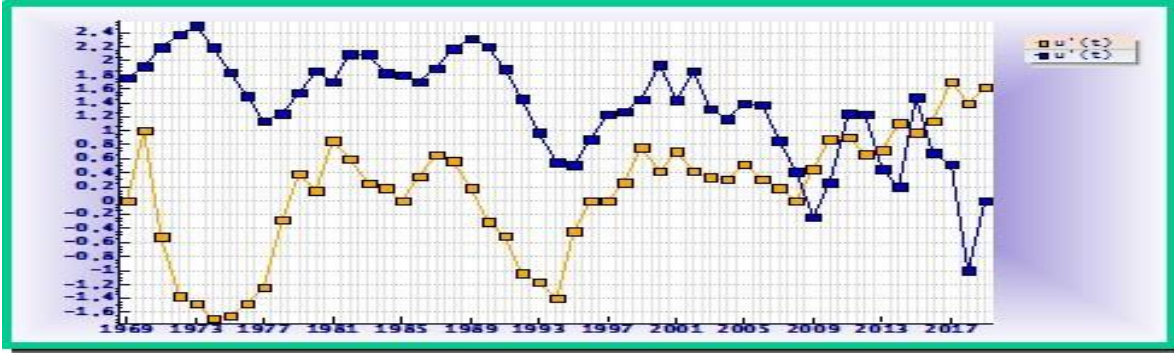


Afyon - Sonbahar (Ut-Ut') Grafiği



Şekil 2.4: Aylık Minimum Sıcaklıkların Mevsimlik Olarak Mann-Kendall Korelasyon (Ut-Ut') Grafikleri (Afyon)

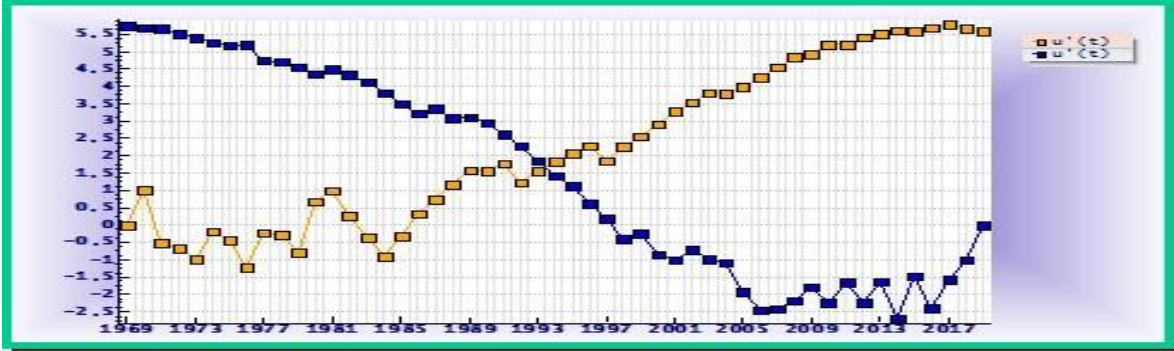
Afyon - Kış (Ut-Ut') Grafiği



Afyon - İlkbahar (Ut-Ut') Grafiği



Afyon - Yaz (Ut-Ut') Grafiği



Afyon - Sonbahar (Ut-Ut') Grafiği

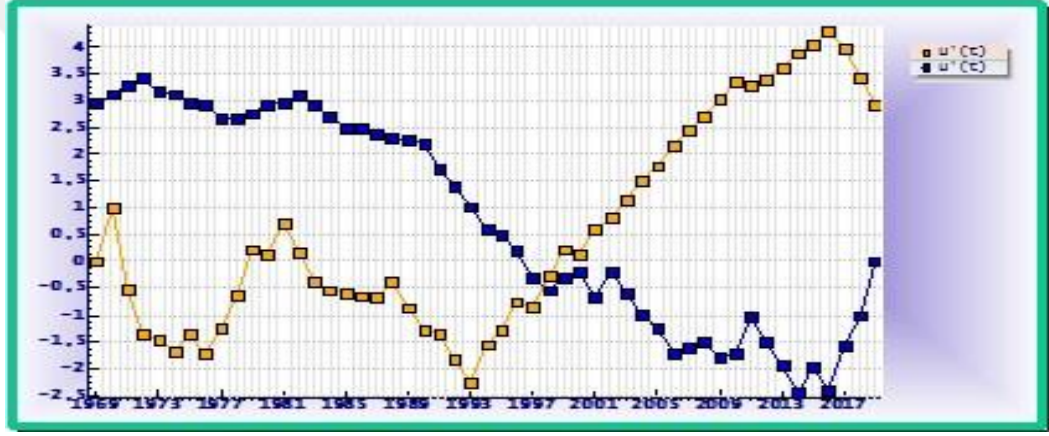


Şekil 2.5: Aylık Ortalama Sıcaklıkların Mevsimlik Olarak Mann-Kendall Korelasyon (Ut-Ut') Grafikleri (Afyon)

Bolvadin Aylık Maksimum Sıcaklık (U_t-U_t') Grafiği



Bolvadin Aylık Minimum Sıcaklık (U_t-U_t') Grafiği



Bolvadin Aylık Ortalama Sıcaklık (U_t-U_t') Grafiği



Şekil 2.6: Yıllık Değerlendirmede Mann-Kendall Korelasyon (U_t-U_t') Grafikleri (Bolvadin)

Bolvadin - Kış (Ut-Ut') Grafiği



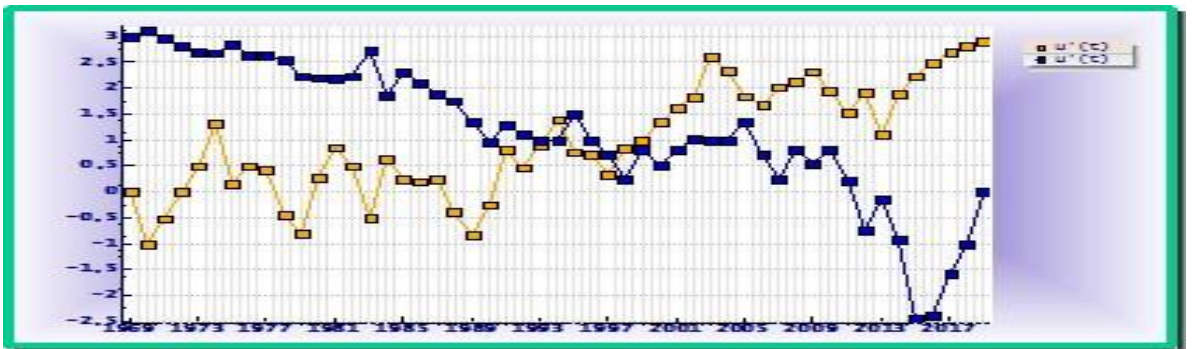
Bolvadin - İlkbahar (Ut-Ut') Grafiği



Bolvadin - Yaz (Ut-Ut') Grafiği



Bolvadin - Sonbahar (Ut-Ut') Grafiği



Şekil 2.7: Aylık Maksimum Sıcaklıkların Mevsimlik Olarak Mann-Kendall Korelasyon (Ut-Ut') Grafikleri (Bolvadin)

Bolvadin - Kış (Ut-Ut') Grafiği



Bolvadin - İlkbahar (Ut-Ut') Grafiği



Bolvadin - Yaz (Ut-Ut') Grafiği



Bolvadin - Sonbahar (Ut-Ut') Grafiği

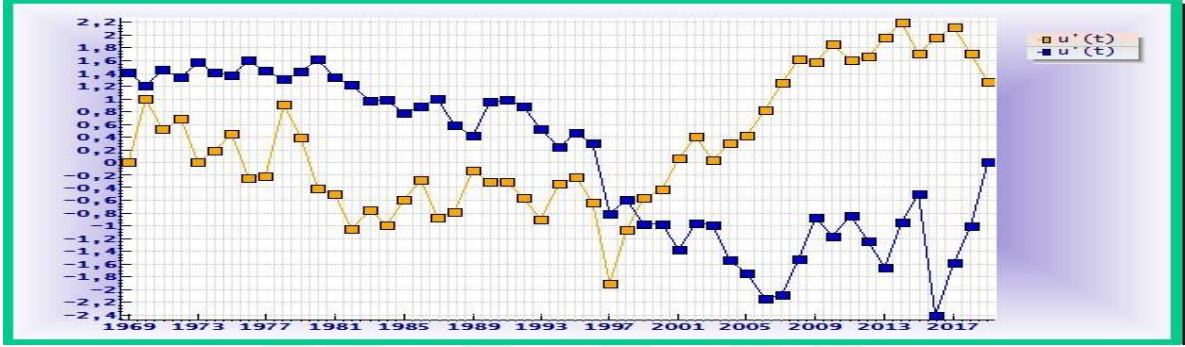


Şekil 2.8: Aylık Minimum Sıcaklıkların Mevsimlik Olarak Mann-Kendall Korelasyon (Ut-Ut') Grafikleri (Bolvadin)

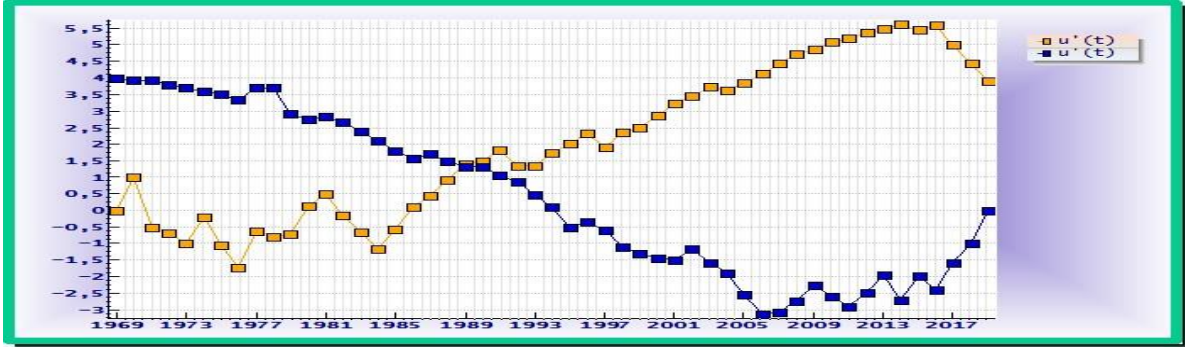
Bolvadin - Kış (Ut-Ut') Grafiği



Bolvadin - İlkbahar (Ut-Ut') Grafiği



Bolvadin - Yaz (Ut-Ut') Grafiği



Bolvadin - Sonbahar Ut-Ut') Grafiği



Şekil 2.9: Aylık Ortalama Sıcaklıkların Mevsimlik Olarak Mann-Kendall Korelasyon (Ut-Ut') Grafikleri (Bolvadin)

Tablo 2.1: Yıllık ve Mevsimler Bazında Sıcaklık Verilerine Ait Mann-Kendall Analizleri

Metod	Z değeri	
İstasyonlar	Afyonkarahisar	Bolvadin
Yıllık Max. Sıc. Ort.	2,1*	3,97*
Yıllık Min. Sıc. Ort.	4,13*	3,99*
Yıllık Ort. Sıc. Ort.	3,28*	3,94*
Max. Sıc. Kış	2,27*	1,16
Max. Sıc. İlkbahar	1,36	2,36*
Max. Sıc. Yaz	1,48	4,99*
Max. Sıc. Sonbahar	1,68	1,8
Min. Sıc. Kış	1,02	1,38
Min. Sıc. İlkbahar	2,87*	2,43*
Min. Sıc. Yaz	5,79*	5,8*
Min. Sıc. Sonbahar	3,55*	3,97*
Ort. Sıc. Kış	0,97	1,38
Ort. Sıc. İlkbahar	1,72	2,43*
Ort. Sıc. Yaz	6,12*	5,8*
Ort. Sıc. Sonbahar	3,3*	3,97*

* %95 ($\alpha=0.05$) güven aralığında anlamlılık seviyesini gösterir.

51 yıllık sıcaklık verilerinin ortalamalarına uygulanan Mann-Kendall testi sonucunda elde edilen bulguları incelediğimizde Afyonkarahisar'a ait aylık maksimum sıcaklıklara ait mevsimsel verilerde ilkbahar, yaz ve sonbahar mevsimlerinde tespit edilen %95 anlamlılık seviyesinde anlamlı bir trende rastlanmamıştır. Aynı durum Bolvadin'deki kış mevsimine ait maksimum sıcaklık kış ve sonbahar ortalamaları ile minimum sıcaklık kış ve ortalama sıcaklıklara ait kış mevsimlerinde de anlamlı bir trendin bulunmadığı görülmektedir. Başka bir anlatımla, istasyonların **Z** değeri, $\pm 1,96$ olan kritik değere göre güven aralığında kaldığından H_0 hipotezi kabul edilmiş ve trendin olmadığı tespit edilmiştir. Ancak elde edilen sonuç, belirtilen istasyonlarda anlamlı olmayan bu artış ve azalışların olmadığı anlamına da gelmemektedir. Mann-Kendall tabloları incelemek olursa, trendlerin durumu daha net görülecektir.

Tablo 2.2: Aylık Maksimum, Minimum ve Ortalama Sıcaklıkların Yıllık Ortalamaları Arasındaki Farklar (°C)

Aylık Sıcaklık Ortalamaları	Afyonkarahisar	Bolvadin	Fark
Maksimum	1,8	1,2	0,6
Minimum	2,5	1,6	0,9
Ortalama	1,5	1,3	0,2

Tablo 2.3: Mevsimlere Göre Aylık Maksimum Sıcaklık Ortalamaları Arasındaki Farklar (°C)

Mevsimler	Afyonkarahisar	Bolvadin	Fark
Kış	2,3	1	1,3
İlkbahar	1,4	0,9	0,4
Yaz	2,8	0,8	2,7
Sonbahar	1,5	1	0,5

Tablo 2.4: Mevsimlere Göre Aylık Minimum Sıcaklık Ortalamaları Arasındaki Farklar (°C)

Mevsimler	Afyonkarahisar	Bolvadin	Fark
Kış	1,2	1,1	0,1
İlkbahar	2,4	0,9	1,5
Yaz	3,6	2,7	0,9
Sonbahar	2,6	2,1	0,5

Tablo 2.5: Mevsimlere Göre Aylık Ortalama Sıcaklık Ortalamaları Arasındaki Farklar (°C)

Mevsimler	Afyonkarahisar	Bolvadin	Fark
Kış	0,8	0,6	0,2
İlkbahar	1,3	0,9	0,4
Yaz	2,8	2,7	0,1
Sonbahar	1,5	1,4	0,1

Aylık maksimum, minimum ve ortalama sıcaklıkların yıllık bazdaki değerlendirmelerine göre şehir merkezi konumundaki Afyon'un kırsal istasyon olan Bolvadin'e göre daima daha sıcak olduğu net olarak görülmektedir. Bununla birlikte kentsel ısı adasının şiddetini özellikle minimum sıcaklıklarda daha fazla gösterdiğini varsayarsak, Afyonkarahisar ilinde kırsal mukayese istasyonu olan Bolvadin'e göre daha sıcak olması, diğer bir deyişle uzun yıllar ortalamalarındaki sıcaklık değerlerinin daha yüksek çıkması ise şehir merkezi konumundaki Afyon'da kentsel ısı adasının varlığı konusundaki hipotezimizi de doğrulamaktadır.

2.1.2 Trabzon ve Akçaabat

The figure is a topographic map of the Trabzon region in Turkey. The map uses a color gradient to represent elevation, with green indicating lower altitudes (up to 500 meters) and transitioning through yellow and orange to red and brown for higher altitudes (up to 3373 meters). The Karadeniz (Black Sea) is visible to the north. Key urban centers are marked: Akçaabat (blue dot) and Trabzon (red square). The map also shows the locations of Rize to the east and Gümüşhane to the south. A legend in the top right corner identifies the symbols for urban centers and provides a scale bar (0 to 10 km) and a compass rose. An inset map in the top left corner shows the location of the study area within the borders of Turkey.

49

2000'li yıllardan sonra hızlı bir mekansal değişime giren il, kentin ulaşım ihtiyaçlarının giderilmesine yönelik denizin doldurulması sonucu doğu-batı yönünde genişlemiştir. Özellikle Doğu Karadeniz kıyılarının en önemli limanının Trabzon'da yer alması ticaretin yoğun olarak yaşanmasını, sanayi faaliyetlerinin artmasını ve sonuç olarak nüfusun buraya çekilmesini sağlamıştır (Bayartan, 2007). Günümüzde nüfusu 760.000'e yaklaşan kent merkezinde mahalle sayısı 84'e ulaşmıştır (TÜİK, İller İdaresi Genel Müdürlüğü, 2020).



Foto 2.3: Trabzon eski kent görünümü

(Fotoğraf kaynakları: investguideturkey.com)

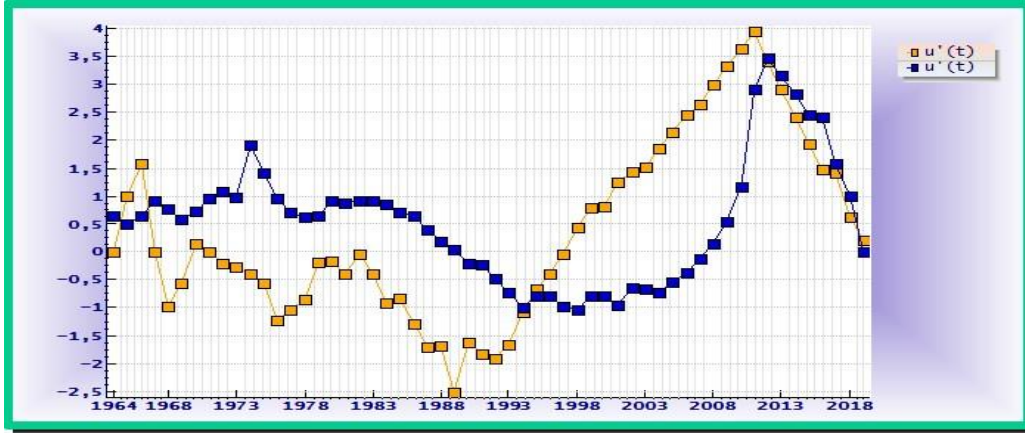


Foto 2.4: Trabzon yeni kent görünümü

Kentsel ısı adası konusunda Trabzon için mukayese istasyonu olarak Akçaabat seçilmiştir. Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nden alınan 1963 ve 2019 yılları arasını kapsayan 56 yıllık sıcaklık verileri kullanılmıştır. Trabzon'un verileri, meteoroloji kodu 17037 olan 11. Bölge'deki 25 mt yüksekliğe sahip istasyondan alınmıştır. Akçaabat'a ait meteorolojik veriler ise 17626 meteorolojik kodlu, 3 mt yükseklikteki meteorolojik istasyondan alınmıştır.

Trabzon ve Akçaabat'a ait 56 yıllık veri setleri için aylık maksimum sıcaklık, aylık minimum sıcaklık ve aylık ortalama sıcaklıklar ile bunların hepsinin mevsimler bazında trend analizleri yapılmış, Mann-Kendall analizleri ile anlamlı yönde pozitif veya negatif bir trend olup olmadığı denetlenirken; SenQ değerine göre formülize edilen ve uzun yıllar sıcaklık ortalamaları bulunan değerler şehir merkezi ve mukayese edilen kırsal istasyon olarak karşılaştırılmıştır. Çıkan değerlere ait sonuçlar için tablolar özgün şekilde oluşturulmuştur.

Aylık Maksimum Sıcaklık (U_t-U_t') Grafiği



Aylık Minimum Sıcaklık (U_t-U_t') Grafiği



Aylık Ortalama Sıcaklık (U_t-U_t') Grafiği



Şekil 2.11: Yıllık Değerlendirmede Mann-Kendall Korelâsyon (U_t-U_t') Grafikleri (Trabzon)

Trabzon - Kış (Ut-Ut') Grafiği



Trabzon - İlkbahar (Ut-Ut') Grafiği



Trabzon - Yaz (Ut-Ut') Grafiği



Trabzon - Sonbahar (Ut-Ut') Grafiği

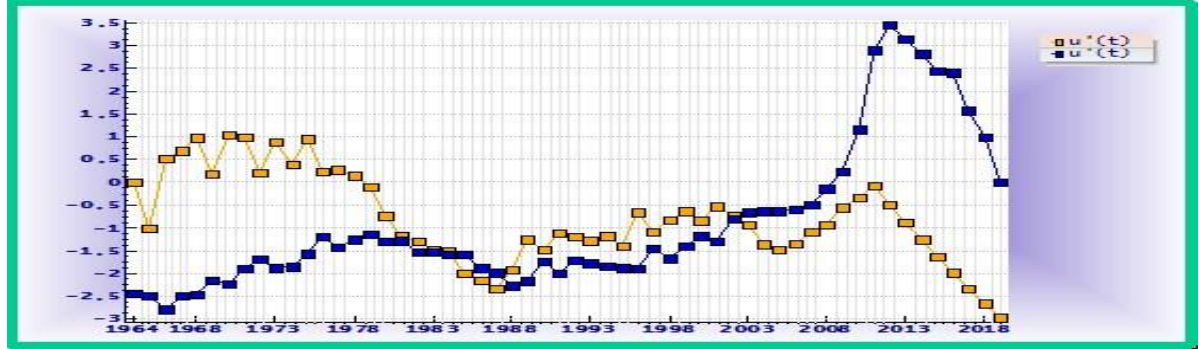


Şekil 2.12: Aylık Maksimum Sıcaklıkların Mevsimlik Olarak Mann-Kendall Korelasyon ($U_t-U_{t'}$) Grafikleri (Trabzon)

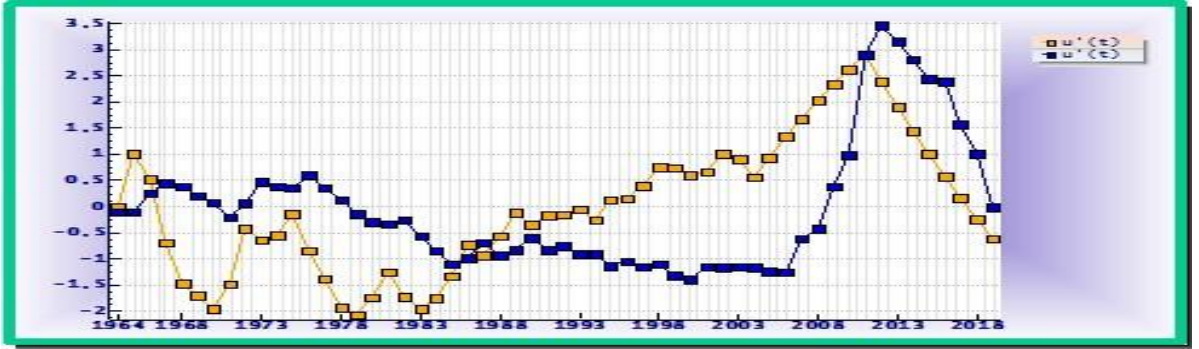
Trabzon - Kış Korelasyon (U_t-U_t') Grafiği



Trabzon - İlkbahar Korelasyon (U_t-U_t') Grafiği



Trabzon - Yaz Korelasyon (U_t-U_t') Grafiği

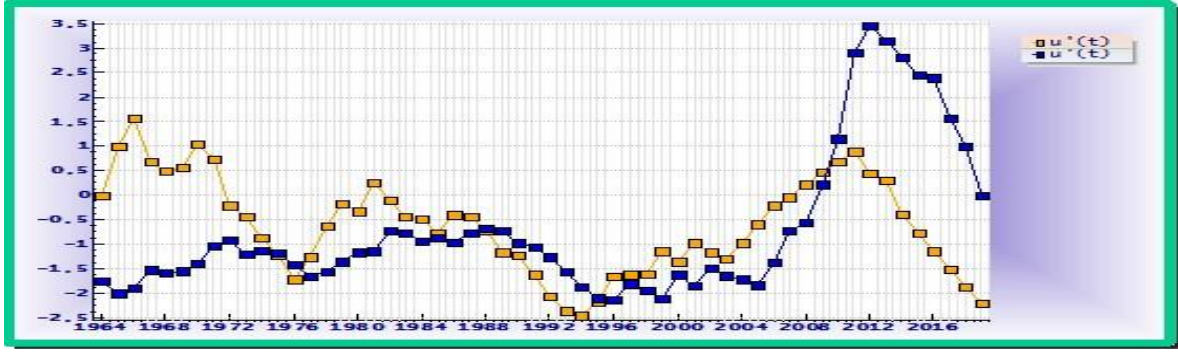


Trabzon - Sonbahar Korelasyon (U_t-U_t') Grafiği

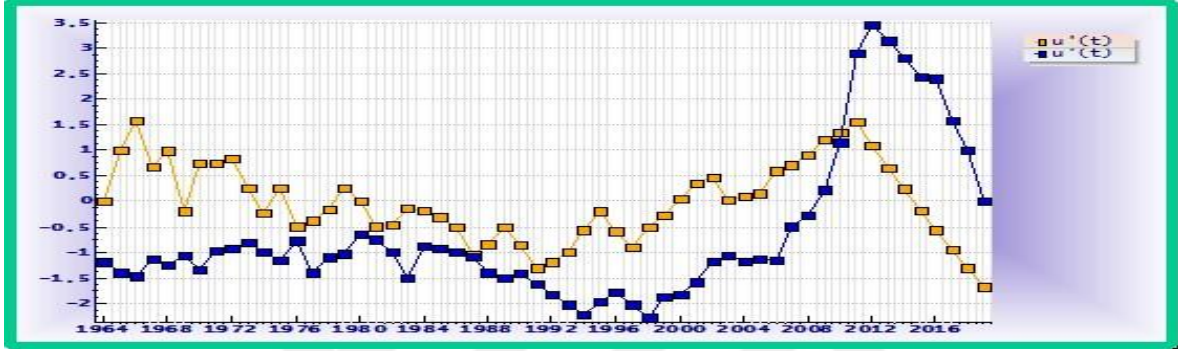


Şekil 2.13: Aylık Minimum Sıcaklıkların Mevsimlik Olarak Mann-Kendall Korelasyon (U_t-U_t') Grafikleri (Trabzon)

Trabzon - Kış (Ut-Ut') Grafiği



Trabzon - İlkbahar (Ut-Ut') Grafiği



Trabzon - Yaz (Ut-Ut') Grafiği



Trabzon - Sonbahar (Ut-Ut') Grafiği



Şekil 2.14: Aylık Ortalama Sıcaklıkların Mevsimlik Olarak Mann-Kendall Korelasyon (U_t-U_t') Grafikleri (Trabzon)

Aylık Maksimum Sıcaklık (U_t-U_t') Grafiği



Aylık Minimum Sıcaklık (U_t-U_t') Grafiği



Aylık Ortalama Sıcaklık (U_t-U_t') Grafiği



Şekil 2.15: Yıllık Değerlendirmede Mann-Kendall Korelâsyon (U_t-U_t') Grafikleri (Akçaabat)

Akçaabat - Kış (Ut-Ut') Grafiği



Akçaabat - İlkbahar (Ut-Ut') Grafiği



Akçaabat - Yaz (Ut-Ut') Grafiği

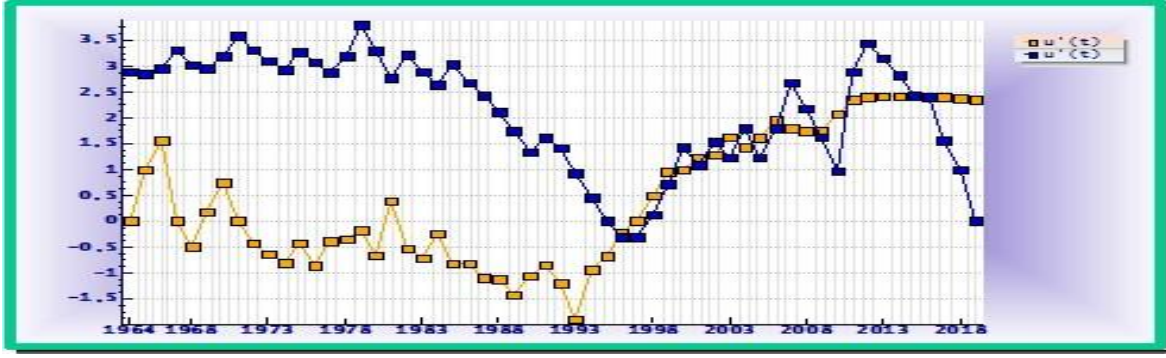


Akçaabat - Sonbahar (Ut-Ut') Grafiği



Şekil 2.16: Aylık Maksimum Sıcaklıkların Mevsimlik Olarak Mann-Kendall Korelasyon (Ut-Ut') Grafikleri (Akçaabat)

Akçaabat - Kış (Ut-Ut') Grafiği



Akçaabat - İlkbahar (Ut-Ut') Grafiği



Akçaabat - Yaz (Ut-Ut') Grafiği

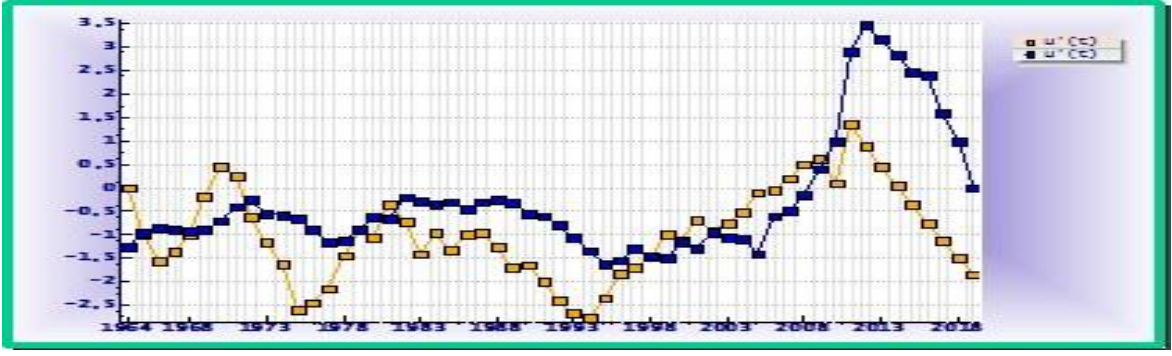


Akçaabat - Sonbahar (Ut-Ut') Grafiği



Şekil 2.17: Aylık Minimum Sıcaklıkların Mevsimlik Olarak Mann-Kendall Korelasyon (Ut-Ut') Grafikleri (Akçaabat)

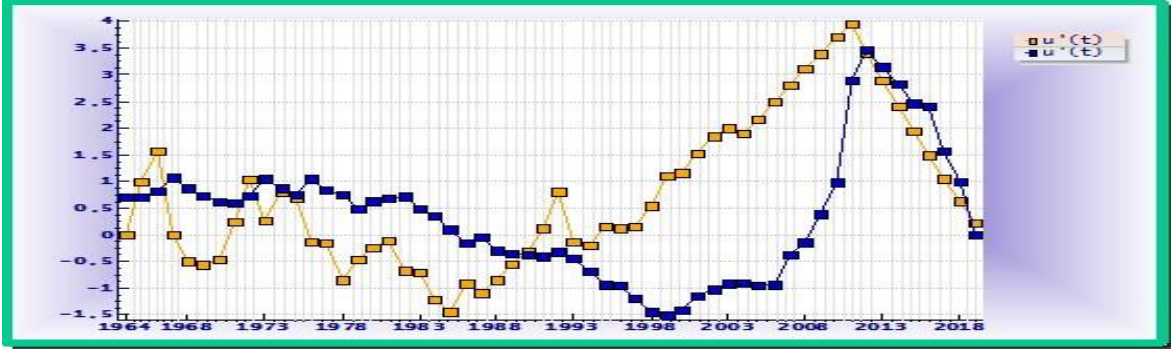
Akçaabat - Kış (Ut-Ut') Grafiği



Akçaabat - İlkbahar (Ut-Ut') Grafiği



Akçaabat - Yaz (Ut-Ut') Grafiği



Akçaabat - Sonbahar (Ut-Ut') Grafiği



Şekil 2.18: Aylık Ortalama Sıcaklıkların Mevsimlik Olarak Mann-Kendall Korelasyon (Ut-Ut') Grafikleri (Akçaabat)

Tablo 2.6: Yıllık ve Mevsimler Bazında Sıcaklık Verilerine Ait Mann-Kendall Analizi

Metod	Mann-Kendall	
İstasyonlar	Trabzon	Akçaabat
Yıllık Max. Sıc. Ort.	5,11*	0,17
Yıllık Min. Sıc. Ort.	2,77*	3,56*
Yıllık Ort. Sıc. Ort.	4,19*	2,63*
Max. Sıc. Kış	4,24*	-1
Max. Sıc. İlkbahar	3,45*	-0,99
Max. Sıc. Yaz	3,75*	1,59
Max. Sıc. Sonbahar	3,8*	0,24
Min. Sıc. Kış	1,95	1,59
Min. Sıc. İlkbahar	-0,67*	1,59
Min. Sıc. Yaz	4,22*	4,21*
Min. Sıc. Sonbahar	2,3*	4,7*
Ort. Sıc. Kış	2,55*	1,08
Ort. Sıc. İlkbahar	3,1*	1,67
Ort. Sıc. Yaz	5,48*	4,51*
Ort. Sıc. Sonbahar	3,13*	1,92

* %95 ($\alpha=0.05$) güven aralığında anlamlılık seviyesini gösterir.

56 yıllık sıcaklık verilerinin ortalamalarına uygulanan Mann-Kendall testi sonucunda elde edilen bulguları incelediğimizde Trabzon'un aylık minimum sıcaklık ortalamalarına ait mevsimsel verilerde sadece kış mevsiminde tespit edilen %95 anlamlılık seviyesinde anlamlı bir trende rastlanmamıştır. Bununla birlikte Akçaabat'ın yıllık maksimum sıcaklık ortalamaları, maksimum sıcaklık ortalamalarının mevsim dağılımları, minimum sıcaklık ortalamalarda kış ve ilkbahar mevsimleri ile ortalama sıcaklık ortalamalarının kış, ilkbahar ve sonbahar ortalamalarında anlamlı bir trendin bulunmadığı görülmektedir. Başka bir anlatımla, istasyonların Z değeri, $+1,96$ olan kritik değere göre güven aralığında kaldığından H_0 hipotezi kabul edilmiş ve trendin olmadığı tespit edilmiştir. Ancak elde edilen sonuç, belirtilen istasyonlarda anlamlı olmayan bu artış ve azalışların olmadığı anlamına da gelmemektedir. Mann-Kendall tabloları incelemek olursa, trendlerin durumu daha net görülecektir. Sıcaklık farklarının net olarak ortaya konulması için Sen'in Trend Analizi

çıkartılmasına ait formüllerden elde edilen sıcaklık değerleri sonraki tablolarda özgün olarak oluşturulmuştur.

Tablo 2.7: Aylık Maksimum, Minimum ve Ortalama Sıcaklıkların Yıllık Ortalamaları Arasındaki Farklar (°C)

Aylık Sıcaklık Ortalamaları	Trabzon	Akçaabat	Fark
Maksimum	3,6	0,1	3,5
Minimum	1	1,5	0,4
Ortalama	2,5	0,9	1,6

Tablo 2.8: Mevsimlere Göre Aylık Maksimum Sıcaklık Ortalamaları Arasındaki Farklar (°C)

Mevsimler	Trabzon	Akçaabat	Fark
Kış	5,2	0,8	4,4
İlkbahar	3,7	-0,9	4,6
Yaz	3	1	2
Sonbahar	2,6	0,1	2,5

Tablo 2.9: Mevsimlere Göre Aylık Minimum Sıcaklık Ortalamaları Arasındaki Farklar (°C)

Mevsimler	Trabzon	Akçaabat	Fark
Kış	1,4	1,1	0,3
İlkbahar	0,3	1	0,7
Yaz	2,5	2	0,5
Sonbahar	1,2	2,6	1,4

Tablo 2.10: Mevsimlere Göre Aylık Ortalama Sıcaklık Ortalamaları Arasındaki Farklar °C

Mevsimler	Trabzon	Akçaabat	Fark
Kış	1,7	0,4	1,3
İlkbahar	1,7	0,7	1
Yaz	4,1	2	2,1
Sonbahar	5,5	0,7	4,8

Tablolarda görüldüğü üzere yıllık ve mevsimlik sıcaklık verilerinin türdeş olması, diğer bir deyişle aynı evrenden geldiği hipotezinin kabul edilmesi varsayımı ile zaman serilerine ait trendlerde anlamlılık gözlenmiştir. Yani sabit güven aralığı $\pm 1,96$ aralığında olanları anlamlı kabul ettiğimizde (uygulanan teste göre istatistiksel anlamda önemli olan) meydana gelen artış ve azalışlara göre fark değerlendirmeleri tablolardaki gibi ortaya çıkmaktadır. Yıllık minimum sıcaklık değerlendirmelerinde kırsal istasyon olan Akçaabat'ın

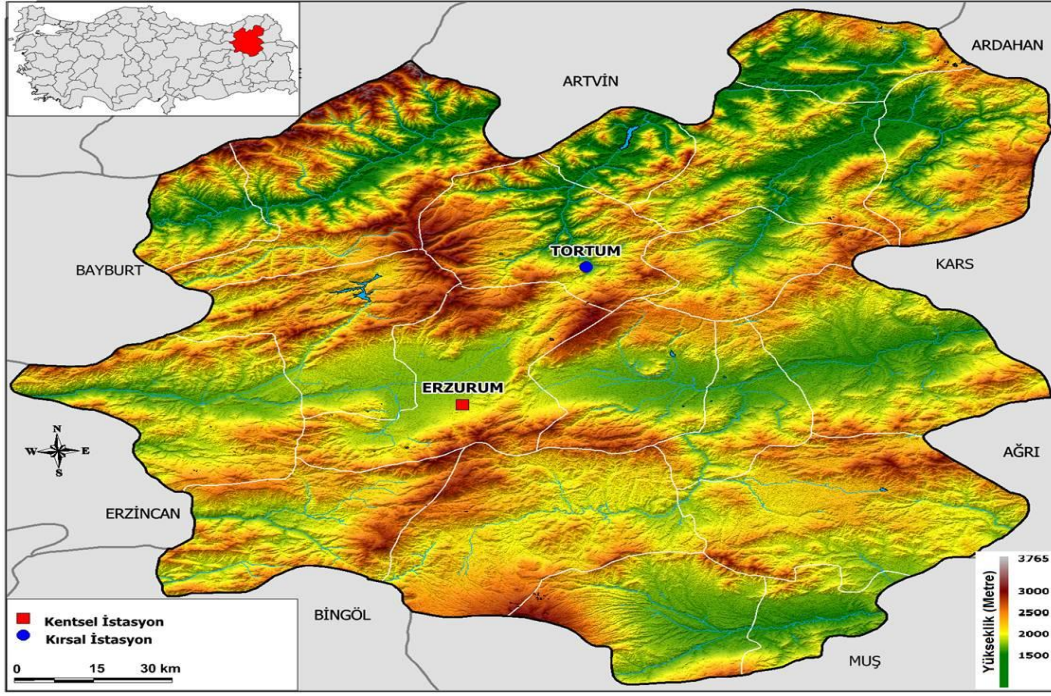
şehir konumundaki Trabzon'dan daha fazla ısındığı gözlenmiştir. Buna karşın yıllık maksimum ve ortalama sıcaklık farklarında hipotezimiz olan Trabzon'un sıcaklık değerlerinde Akçaabat'a göre artış olduğu kaydedilmiştir.

Maksimum ve ortalama sıcaklıkların mevsimlik değerlendirmelerinde ise yine Trabzon'da kentsel ısı adası varlığı net olarak görülürken; minimum sıcaklıkların mevsimlik değerlendirmelerinde ilkbahar ve sonbahar mevsimlerinde Akçaabat'ın Trabzon'dan daha fazla ısındığı görülmektedir. Diğer bir deyişle, çalışmaya ait hipotezimiz kırsal Alan olan Akçaabat'ın şehir merkezi konumunda olan Trabzon'dan uzun yıllar ortalamalarında daha sıcak olduğudur.

Trabzon ve karşılaştırma istasyonu Akçaabat için uzun yılları kapsayan eğilimler Mann-Kendall Korelasyon (Ut-Ut') grafiklerine göre yıllık bazda değerlendirmelerde Trabzon için aylık maksimum, aylık minimum ve aylık ortalama sıcaklıklarda anlamlı bir trend varlığı gözlenebilir. Mukayese istasyonu Akçaabat'ın grafiklerinde ise yıllık bazda sadece aylık ortalama sıcaklıklarda anlamlı bir trend görülmüştür. SenQ değerine göre baz alınan yıllık değerlendirmelerdeki sıcaklık farklarına ait sonuçlara göre (Tablo 2.7) Trabzon'un, mukayese istasyonu olan Akçaabat'tan yıllık bazda aylık maksimum sıcaklıklarda 3,5 °C ve aylık ortalama sıcaklıklarda 1,6 °C daha fazla ısındığı görülürken; ŞIA'nın en şiddetli görüldüğü aylık minimum sıcaklıklarda ise Akçaabat'ın kentsel istasyon olan Trabzon'dan 0,4 °C daha sıcak olduğu gözlenmiştir. Mevsimlere göre yapılan değerlendirmelerde ise (Tablo 2.8, 2.9, 2.10) aylık maksimum ve aylık ortalama sıcaklıklarda da kentsel istasyon olan Trabzon'un daima mukayese istasyonu olan Akçaabat'tan daha fazla ısındığı görülürken; aylık minimum sıcaklık ortalamalarının ilkbahar ve sonbahar dönemlerinde Akçaabat'ın Trabzon'dan daha fazla ısındığı görülmektedir. Bu durumların sebebi olarak Akçaabaat kıyılarında tropikal sıcaklığa sahip gün sayısında artışın varlığı tahmin edilmektedir. Ancak çalışmanın ana konusu kentsel ısı adasının varlığının tespit edilmesi olduğundan, hipotezin kabul edilmediği istasyonlarda bu durumun nedenleri konusunda detaylı araştırmalar ayrıca yapılmalıdır.

2.1.3 Erzurum - Tortum

Doğu Anadolu Bölgesi sınırları içerisinde yer alan Erzurum, bölgenin en büyük 3. ili olmasının yanı sıra Türkiye'nin de en yüksek kentidir. Kuzeyinde Rize ve Artvin, güney kısmında ise Muş ve Bingöl bulunmaktadır. İl, 41° 19' ile 41° 05' doğu boylamları ile 39° 55' ile 39° 05' kuzey enlemleri arasında yer almaktadır (Şekil 2.19).



Şekil 2.19: Erzurum ve Tortum'un Lokasyon Haritası

Erzurum ilinde ana geçim kaynağı tarım sektörü olmasına rağmen, kurulduğu yüksek rakımın etkisi ile halen kentte gelişmeye devam eden bir kış turizminin varlığı bilinmektedir. İldeki turizm faaliyetleri arasında en önemli yere sahip olan kış turizminin çeşitli yıllarda kış olimpiyatlarına ev sahipliği yapması kentin gelişiminde de hızlı bir değişim süreci başlatmıştır. Ancak yine de sanayileşme ve nüfus artışı diğer kentlere oranla hızlı bir gelişim göstermemiştir. Bunun aksine son yıllardaki düşük sıcaklıklar ve aşırı hava kirliliği nedeniyle şehirden göçler başlamıştır. 2000'li yılların başında 800.000 civarında iken, 2013 yılı itibariyle kent nüfusu 766.729 seviyesine düşmüştür (TÜİK, 2020).



Foto 2.5: 1904 yılı Erzurum şehir haritası (Kaynak: www.gazetepusula.net)



Foto 2.6: Erzurum şehir merkezinden yeni bir görüntü (Kaynak: www.pinterestde.com)

Çalışma doğrultusunda Erzurum için mukayese istasyonu olarak Tortum seçilmiştir. Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nden alınan 1959 ve 2019 yılları arasını kapsayan 60 yıllık sıcaklık verileri kullanılmıştır. Erzurum'un verileri, meteoroloji kodu 17095 olan 12. Bölge'deki 1758 metre yüksekliğe sahip istasyondan alınmıştır. Tortum'a ait meteorolojik veriler ise 17688 meteorolojik kodlu, 1576 metre yükseklikteki meteorolojik istasyondan alınmıştır.

Erzurum ve Tortum'a ait 60 yıllık veri seti kapsamındakiler aylık maksimum sıcaklık, aylık minimum sıcaklık ve aylık ortalama sıcaklıklardır ve bunların hepsinin mevsimler bazında trend analizleri yapılarak, Mann-Kendall analizleri ile anlamlı yönde pozitif veya negatif bir trend olup olmadığı denetlenirken; SenQ değerine göre formülize edilen ve uzun yıllar sıcaklık ortalamaları bulunan değerler şehir merkezi ve mukayese edilen kırsal istasyon olarak karşılaştırılmıştır. Çıkan değerlere ait sonuçlar için tablolar özgün şekilde oluşturulmuştur.

Aylık Maksimum Sıcaklık (U_t-U_t') Grafiği



Aylık Minimum Sıcaklık (U_t-U_t') Grafiği

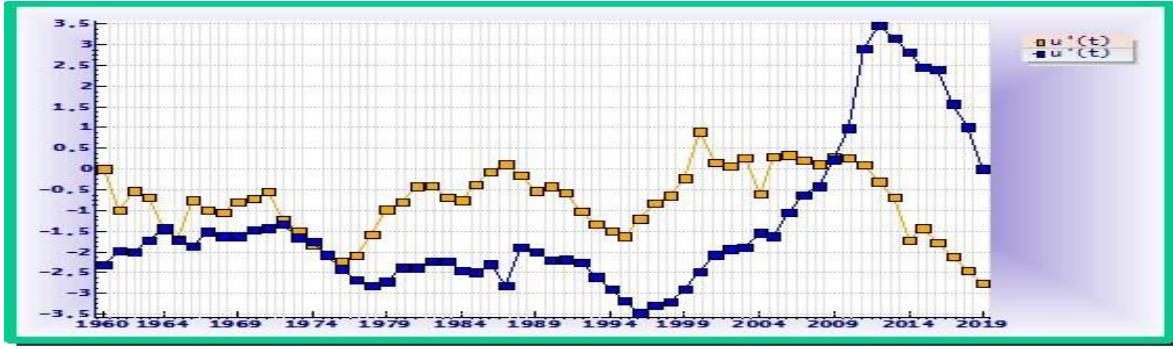


Aylık Ortalama Sıcaklık (U_t-U_t') Grafiği



Şekil 2.20: Yıllık Değerlendirmede Mann-Kendall Korelâsyon (U_t-U_t') Grafikleri (Erzurum)

Erzurum - Kış (U_t-U_t') Grafiği



Erzurum - İlkbahar (U_t-U_t') Grafiği



Erzurum - Yaz (U_t-U_t') Grafiği

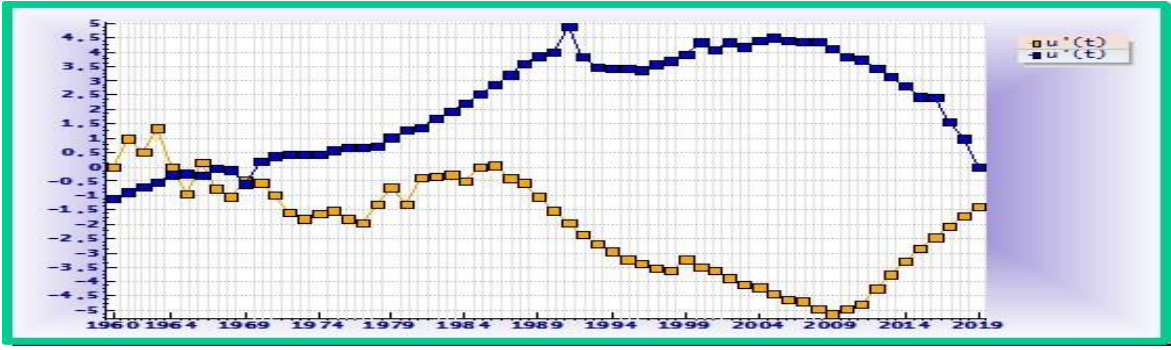


Erzurum - Sonbahar (U_t-U_t') Grafiği



Şekil 2.21: Aylık Maksimum Sıcaklıkların Mevsimlik Olarak Mann-Kendall Korelasyon (U_t-U_t') Grafikleri (Erzurum)

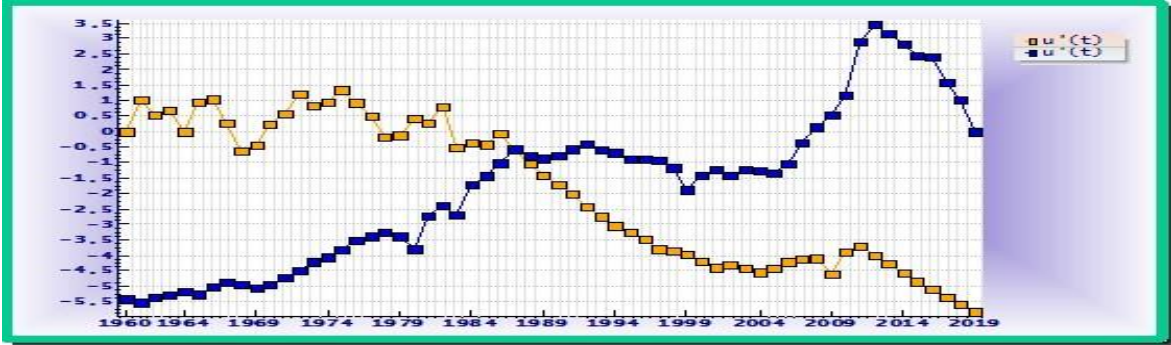
Erzurum - Kış (U_t-U_t') Grafiği



Erzurum - İlkbahar (U_t-U_t') Grafiği



Erzurum - Yaz (U_t-U_t') Grafiği



Erzurum - Sonbahar (U_t-U_t') Grafiği



Şekil 2.22: Aylık Minimum Sıcaklıkların Mevsimlik Olarak Mann-Kendall Korelasyon (U_t-U_t') Grafikleri (Erzurum)

Erzurum - Kış (U_t-U_t') Grafiği



Erzurum - İlkbahar(U_t-U_t') Grafiği



Erzurum - Yaz (U_t-U_t') Grafiği

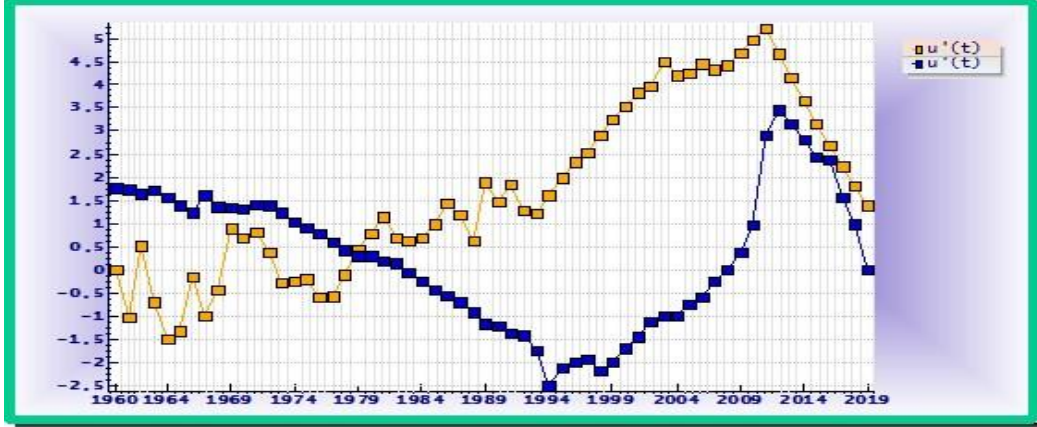


Erzurum - Sonbahar (U_t-U_t') Grafiği



Şekil 2.23: Aylık Ortalama Sıcaklıkların Mevsimlik Olarak Mann-Kendall Korelasyon (U_t-U_t') Grafikleri (Erzurum)

Aylık Maksimum Sıcaklık (U_t-U_t') Grafiği



Aylık Minimum Sıcaklık (U_t-U_t') Grafiği



Aylık Ortalama Sıcaklık (U_t-U_t') Grafiği



Şekil 2.24: Yıllık Değerlendirmede Mann-Kendall Korelâsyon (U_t-U_t') Grafikleri (Tortum)

Tortum - Kış (Ut-Ut') Grafiği



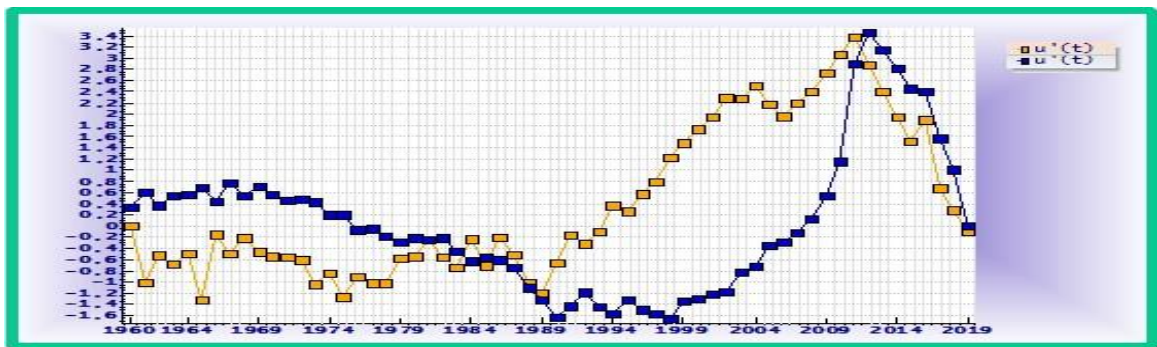
Tortum - İlkbahar (Ut-Ut') Grafiği



Tortum - Yaz (Ut-Ut') Grafiği



Tortum - Sonbahar (Ut-Ut') Grafiği



Şekil 2.25: Aylık Maximum Sıcaklıkların Mevsimlik Olarak Mann-Kendall Korelasyon ($U_t - U_t'$) Grafikleri (Tortum)

Tortum - Kış (Ut-Ut') Grafiği



Tortum - İlkbahar (Ut-Ut') Grafiği



Tortum - Yaz (Ut-Ut') Grafiği

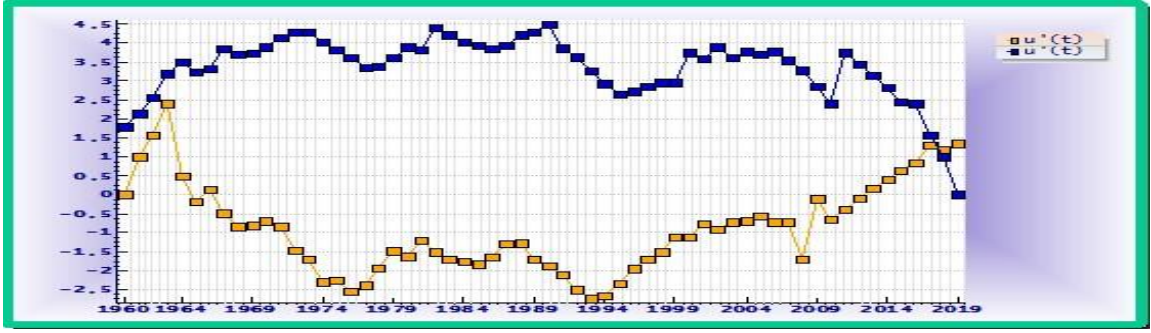


Tortum - Sonbahar (Ut-Ut') Grafiği

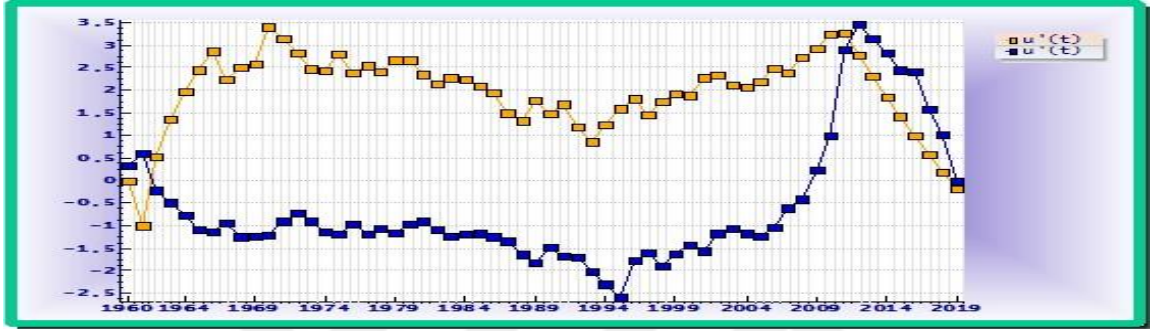


Şekil 2.26: Aylık Minimum Sıcaklıkların Mevsimlik Olarak Mann-Kendall Korelasyon ($U_t-U_{t'}$) Grafikleri (Tortum)

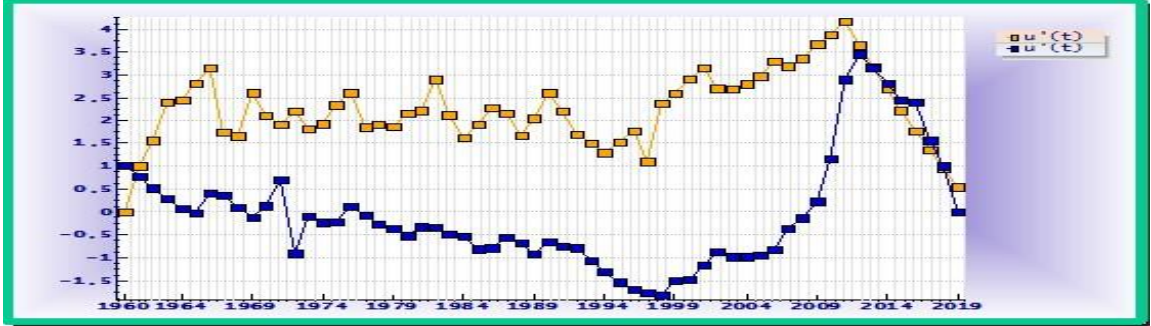
Tortum - Kış (Ut-Ut') Grafiği



Tortum - İlkbahar (Ut-Ut') Grafiği



Tortum - Yaz (Ut-Ut') Grafiği



Tortum - Sonbahar (Ut-Ut') Grafiği



Şekil 2.27: Aylık Ortalama Sıcaklıkların Mevsimlik Olarak Mann-Kendall Korelasyon ($U_t - U_t'$) Grafikleri (Tortum)

Tablo 2.11: Yıllık ve Mevsimler Bazında Sıcaklık Verilerine Ait Mann-Kendall Analizi

Metod	Mann-Kendall	
İstasyonlar	Erzurum	Tortum
Yıllık Max. Sıc. Ort.	5,58*	5,43*
Yıllık Min. Sıc. Ort.	-5,9*	2,17*
Yıllık Ort. Sıc. Ort.	-2,5*	2,1*
Max. Sıc. Kış	1,71	3,39
Max. Sıc. İlkbahar	3,17*	3,92*
Max. Sıc. Yaz	4,34*	4,94*
Max. Sıc. Sonbahar	5,24*	3,19*
Min. Sıc. Kış	-5,62*	-0,98
Min. Sıc. İlkbahar	-5,68*	1,16
Min. Sıc. Yaz	-2,53*	-2,24*
Min. Sıc. Sonbahar	-2,68*	-3,38*
Ort. Sıc. Kış	-0,38	0,6
Ort. Sıc. İlkbahar	1,84	3,78*
Ort. Sıc. Yaz	2,61*	4,89*
Ort. Sıc. Sonbahar	-1,8	1,78*

* %95 ($\alpha=0.05$) güven aralığında anlamlılık seviyesini gösterir.

60 yıllık sıcaklık verilerinin ortalamalarına uygulanan Mann-Kendall testi sonucunda elde edilen bulguları incelediğimizde Erzurum'un aylık maksimum sıcaklık ortalamalarına ait mevsimsel verilerde kış mevsiminde ve aylık ortalama sıcaklık ortalamalarının kış, ilkbahar ve sonbahar mevsimlerinde tespit edilen %95 anlamlılık seviyesinde anlamlı bir trende rastlanmamıştır. Buna karşın Tortum'un yıllık maksimum sıcaklık ortalamalarına ait kış mevsiminde, minimum sıcaklık ortalamalarına ait kış ve ilkbahar mevsimlerinde ve ortalama sıcaklık ortalamalarının kış mevsime ait değerlerde anlamlı bir trendin bulunmadığı görülmektedir. Başka bir anlatımla, istasyonların Z değeri, $\pm 1,96$ olan kritik değere göre güven aralığında kaldığından H_0 hipotezi kabul edilmiş ve trendin olmadığı tespit edilmiştir. Ancak elde edilen sonuç, belirtilen istasyonlarda anlamlı olmayan bu artış ve azalışların olmadığı anlamına da gelmemektedir. Mann-Kendall tabloları incelemek olursa, trendlerin durumu daha net görülecektir. Sıcaklık farklarının net olarak ortaya konulması için Sen'in

Trend Analizi çıktılarına ait formüllerden elde edilen sıcaklık değerleri sonraki tablolarda özgün olarak oluşturulmuştur.

Tablo 2.12: Aylık Maksimum, Minimum ve Ortalama Sıcaklıkların Yıllık Ortalamaları Arasındaki Farklar (°C)

Aylık Sıcaklık Ortalamaları	Erzurum	Tortum	Fark
Maksimum	3,4	1,9	1,5
Minimum	-4,9	0,9	5,8
Ortalama	-1	0,5	1,5

Tablo 2.13: Mevsimlere Göre Aylık Maksimum Sıcaklık Ortalamaları Arasındaki Farklar (°C)

Mevsimler	Erzurum	Tortum	Fark
Kış	0,7	1,8	1,1
İlkbahar	1,8	2	0,2
Yaz	2,4	2,8	0,4
Sonbahar	3,1	1,4	1,7

Tablo 2.14: Mevsimlere Göre Aylık Minimum Sıcaklık Ortalamaları Arasındaki Farklar (°C)

Mevsimler	Erzurum	Tortum	Fark
Kış	-1,7	0,5	2,2
İlkbahar	-5,8	0,5	6,3
Yaz	-1,9	-0,8	1,1
Sonbahar	-2,9	-1,6	1,3

Tablo 2.15: Mevsimlere Göre Aylık Ortalama Sıcaklık Ortalamaları Arasındaki Farklar °C

Mevsimler	Erzurum	Tortum	Fark
Kış	0,7	0,4	0,3
İlkbahar	1,1	1,8	0,7
Yaz	1,2	2	0,8
Sonbahar	-0,7	0,6	1,3

SenQ metoduna göre hesaplanan tablolarda görülen sıcaklık değerlerine göre 60 yıllık ve mevsimlik sıcaklık verilerinin türdeş olması, diğer bir deyişle aynı evrenden geldiği hipotezinin kabul edilmesi varsayımı ile zaman serilerine ait trendlerde anlamlılık gözlenmiştir. Yani sabit güven aralığı $\pm 1,96$ aralığında olanları anlamlı kabul ettiğimizde (uygulanen teste göre istatistiksel anlamda önemli olan) meydana gelen artış ve azalışlara

göre fark değerlendirmeleri tablolarındaki gibi ortaya çıkmaktadır. Yıllık minimum ve ortalama sıcaklık değerlendirmelerinde kırsal istasyon olan Tortum'un daha fazla ısındığı gözlenmiştir. Aynı şekilde aylık maksimum sıcaklıklar ortalamalarının kış, ilkbahar ve yaz mevsimlerinde de durum benzer durum hakimdir. Bunun yanı sıra kentsel ısı adasının minimum sıcaklıklarda daha çok gözlemlendiği düşünülürse, kırsal istasyon olan Tortum'un tüm mevsimsel koşullarda daha çok ısındığı gözlenmiştir. Ortalama sıcaklıklara ait ortalamalarda ise sadece sonbahar hariç diğer mevsimlerde yine Tortum, merkez istasyon olan Erzurum'dan daha sıcaktır.

Erzurum ve karşılaştırma istasyonu Tortum için uzun yılları kapsayan eğilimler Mann-Kendall Korelasyon (Ut-Ut') grafiklerine göre yıllık bazda değerlendirmelerde Erzurum için aylık maksimum ve aylık minimum ortalama sıcaklıklarda anlamlı bir trend varlığı gözlenebilir. Buna karşın aylık ortalama sıcaklıkların ortalamalarında ise anlamlı bir trend artışı gözlenmemiştir. Mukayese istasyonu Tortum'un yıllık bazda grafiklerinde ise sadece aylık maksimum sıcaklıklarda anlamlı bir trend görülmüş, buna karşın aylık minimum ve aylık ortalama sıcaklık ortalamalarına ait verilerde ise anlamlı bir trend gözlenmemiştir. SenQ değerine göre baz alınan yıllık değerlendirmelerdeki sıcaklık farklarına ait sonuçlara göre (Tablo 2.12) Erzurum'un, mukayese istasyonu olan Tortum'dan sadece aylık maksimum sıcaklık ortalamalarında 1,5 °C daha fazla ısındığı görülmüştür. Bununla birlikte kırsal istasyon olan Tortum'un aylık minimum ve aylık ortalama sıcaklıklarda 1,5 °C ve 5,8 °C daha sıcak olduğu gözlenmiştir. Mevsimlere göre yapılan değerlendirmelerde ise (Tablo 2.13, 2.14, 2.15) ŞIA'nın en şiddetli gözlemlendiği aylık minimum sıcaklık ortalamalarında Tortum'un şehir merkezi Erzurum'dan her mevsim daha fazla ısındığı görülmüştür. Benzer durum aylık maksimum sıcaklıklara ait ortalamaların sadece sonbahar mevsimi ve aylık ortalama sıcaklıklara ait ortalamaların sadece kış mevsimi haricinde yine benzer şekildedir. Bu durumun nedeni olarak Erzurum'un yükseltisi en fazla ilimiz olduğundan kış aylarında çok soğuk olması ve yine özellikle kış aylarında hava kirliliği fazla olduğu için, diğer bölgelere mevsimsel göçe neden olduğundan antropolojik faaliyetlerin kışın yani minimum sıcaklıkların görüldüğü zamanlarda daha düşük olması düşünülmektedir. Zira TÜİK raporlarına göre 2000'li yılların başında yüksek olan nüfusun giderek düşmeye başlaması da kentten yapılan göçü ve dolayısıyla azalan nüfusu da ortaya koymaktadır.

2.1.4 Muğla - Yatağan

Türkiye'nin batısında yer alan Muğla, Ege Bölgesi'nin güney kısmında yer almaktadır. Kuzeyinde Aydın, doğusunda Burdur ve Antalya, kuzeydoğusunda ise Denizli illeriyle

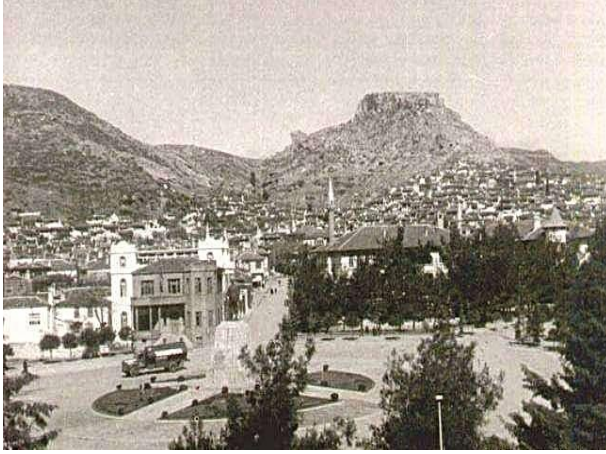


Foto 2.7: Muğla eski şehir görüntüsü

(Fotoğraf kaynakları: www.houshamadyan.org - www.demirciogluhotel.com)

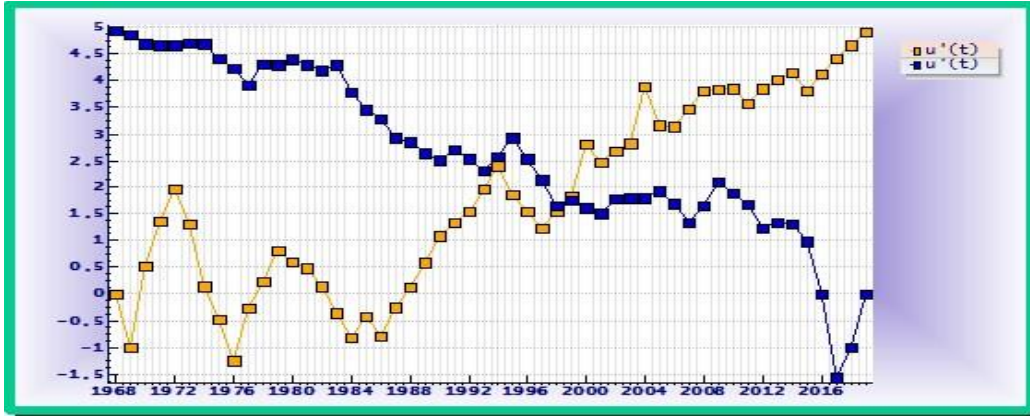


Foto 2.8: Muğla güncel şehir görüntüsü

Çalışma doğrultusunda Muğla için mukayese istasyonu olarak Yatağan seçilmiştir (Şekil 33). Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nden alınan 1967 ve 2019 yılları arasını kapsayan 52 yıllık sıcaklık verileri kullanılmıştır. Muğla'nın verileri, meteoroloji kodu 17292 olan ve 5 metrede istasyondan alınmıştır. Mukayese istasyonu olan Yatağan'a ait meteorolojik veriler ise 17886 meteorolojik kodlu 8 metredeki meteorolojik istasyondan alınmıştır.

Muğla ve Yatağan'a ait 52 yıllık veri seti kapsamındakiler aylık maksimum sıcaklık, aylık minimum sıcaklık ve aylık ortalama sıcaklıklardır ve bunların hepsinin yıllık ve mevsimler bazında trend analizleri yapılarak, Mann-Kendall analizleri ile anlamlı yönde pozitif veya negatif bir trend olup olmadığı denetlenirken; SenQ değerine göre formülize edilen ve uzun yıllar sıcaklık ortalamaları bulunan değerler, şehir merkezi ve mukayese edilen kırsal istasyon olarak karşılaştırılmıştır. Çıkan değerlere ait sonuçlar için tablolar özgün şekilde oluşturulmuştur.

Aylık Maksimum Sıcaklık ($U_t-U'_t$) Grafiği



Aylık Minimum Sıcaklık ($U_t-U'_t$) Grafiği



Aylık Ortalama Sıcaklık ($U_t-U'_t$) Grafiği



Şekil 2.29: Yıllık Değerlendirmede Mann-Kendall Korelâsyon ($U_t-U'_t$) Grafikleri
(Muğla)

Muğla - Kış (Ut-Ut') Grafiği



Muğla - İlkbahar (Ut-Ut') Grafiği



Muğla - Yaz (Ut-Ut') Grafiği

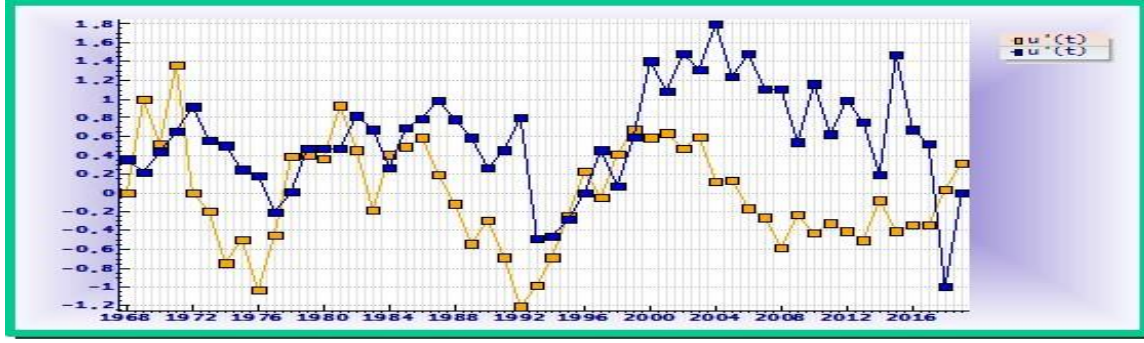


Muğla - Sonbahar (Ut-Ut') Grafiği



Şekil 2.30: Aylık Maksimum Sıcaklıkların Mevsimlik Olarak Mann-Kendall Korelasyon (Ut-Ut') Grafikleri (Muğla)

Muğla - Kış (U_t-U_t') Grafiği



Muğla - İlkbahar (U_t-U_t') Grafiği



Muğla - Yaz (U_t-U_t') Grafiği

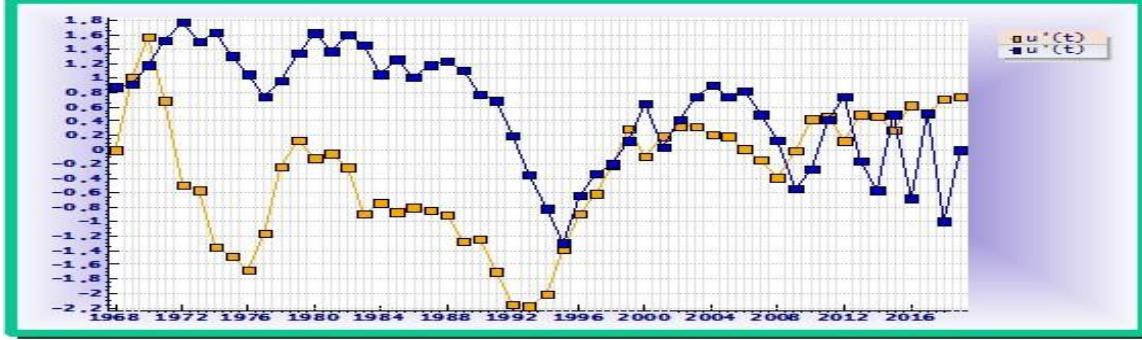


Muğla - Sonbahar (U_t-U_t') Grafiği

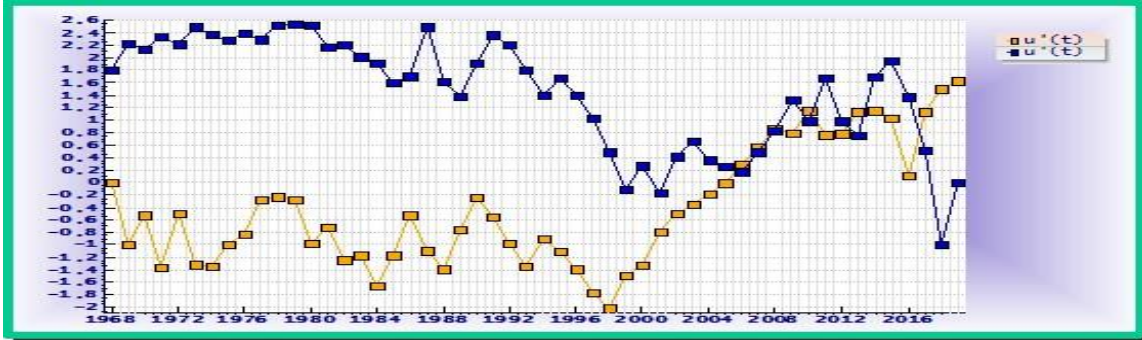


Şekil 2.31: Aylık Minimum Sıcaklıkların Mevsimlik Olarak Mann-Kendall Korelasyon (U_t-U_t') Grafikleri (Muğla)

Muğla - Kış (U_t-U_t') Grafiği



Muğla - İlkbahar (U_t-U_t') Grafiği



Muğla - Yaz (U_t-U_t') Grafiği

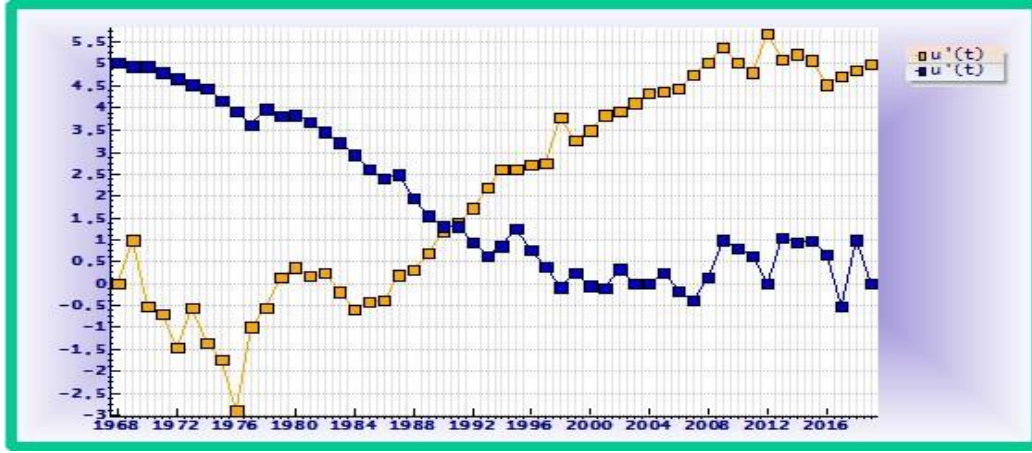


Muğla - Sonbahar (U_t-U_t') Grafiği

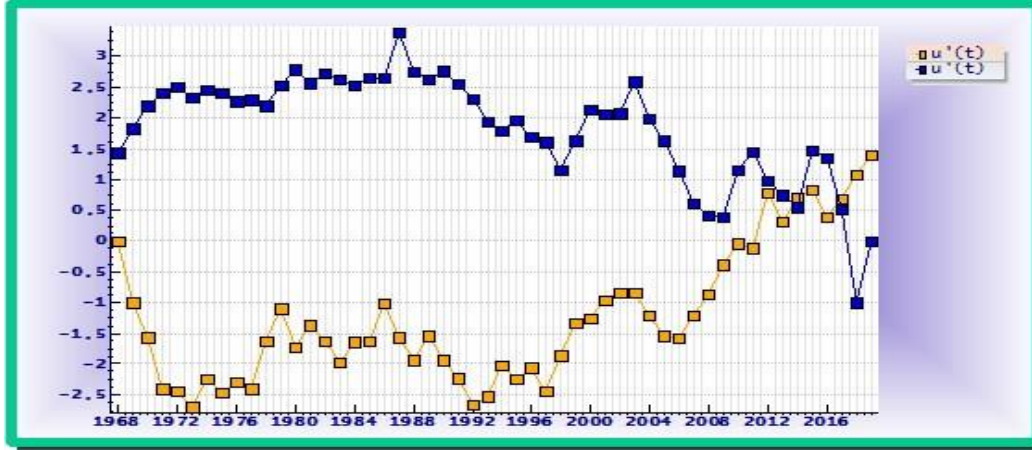


Şekil 2.32: Aylık Ortalama Sıcaklıkların Mevsimlik Olarak Mann-Kendall Korelasyon (U_t-U_t') Grafikleri (Muğla)

Aylık Maksimum Sıcaklık (U_t-U_t') Grafiği



Aylık Minimum Sıcaklık (U_t-U_t') Grafiği



Aylık Ortalama Sıcaklık (U_t-U_t') Grafiği



Şekil 2.33: Yıllık Değerlendirmede Mann-Kendall Korelâsyon (U_t-U_t') Grafikleri (Yatağan)

Yatağan - Kış (Ut-Ut') Grafiği



Yatağan - İlkbahar (Ut-Ut') Grafiği



Yatağan - Yaz (Ut-Ut') Grafiği

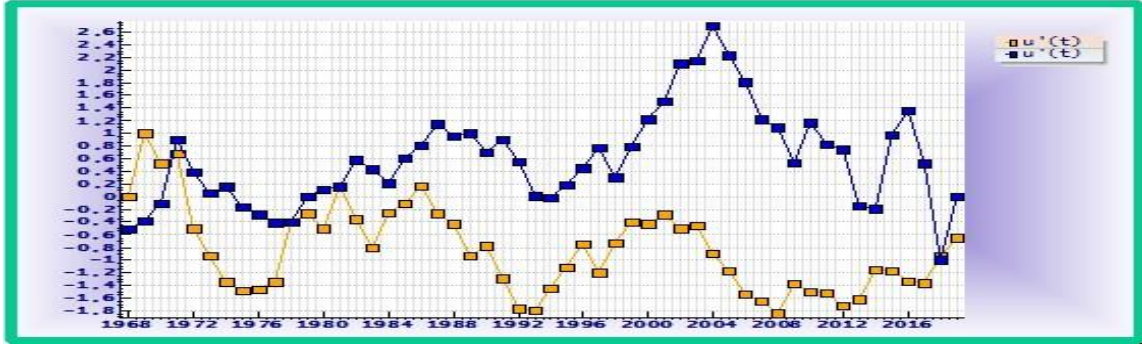


Yatağan - Sonbahar (Ut-Ut') Grafiği

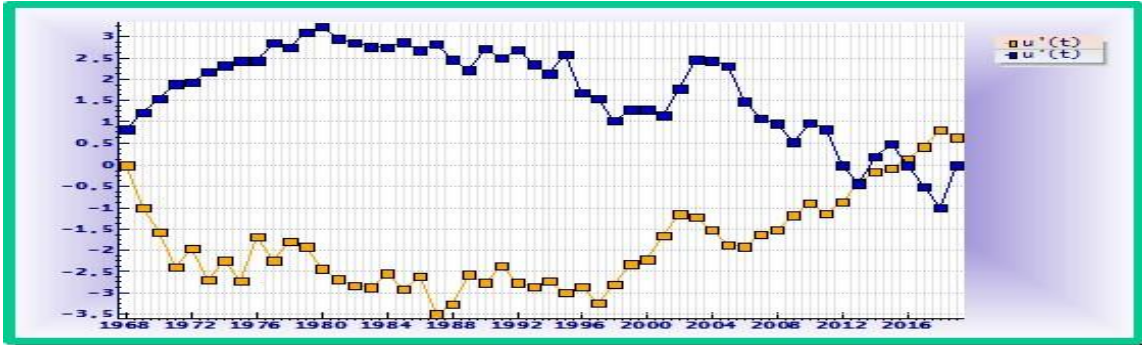


Şekil 2.34: Aylık Maksimum Sıcaklıkların Mevsimlik Olarak Mann-Kendall Korelasyon ($U_t-U_{t'}$) Grafikleri (Yatağan)

Yatağan - Kış (Ut-Ut') Grafiği



Yatağan - İlkbahar (Ut-Ut') Grafiği



Yatağan - Yaz (Ut-Ut') Grafiği

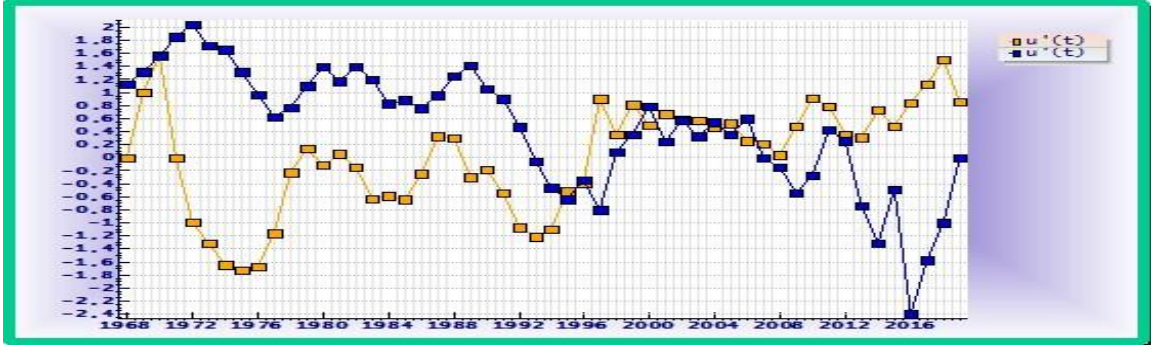


Yatağan - Sonbahar (Ut-Ut') Grafiği

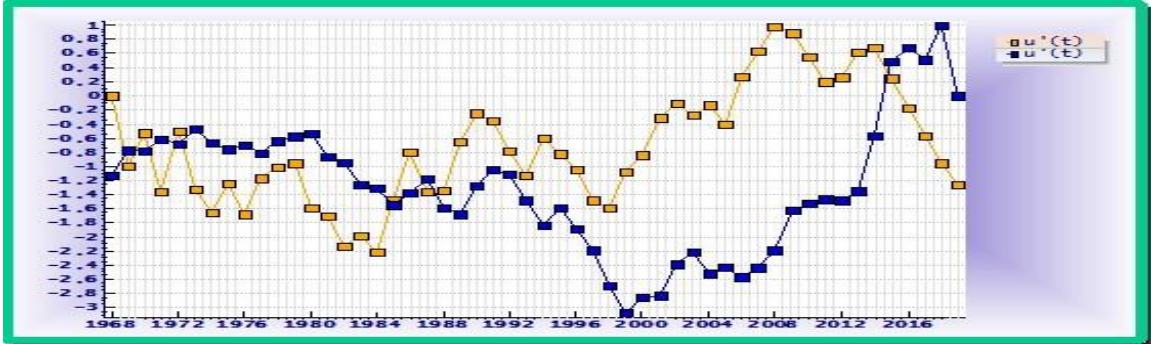


Şekil 2.35: Aylık Minimum Sıcaklıkların Mevsimlik Olarak Mann-Kendall Korelasyon (U_t-U_t') Grafikleri (Yatağan)

Yatağan - Kış (U_t-U_t') Grafiği



Yatağan - İlkbahar (U_t-U_t') Grafiği



Yatağan - Yaz (U_t-U_t') Grafiği



Yatağan - Sonbahar (U_t-U_t') Grafiği



Şekil 2.36: Aylık Ortalama Sıcaklıkların Mevsimlik Olarak Mann-Kendall Korelasyon (U_t-U_t') Grafikleri (Yatağan)

Tablo 2.16: Yıllık ve Mevsimler Bazında Sıcaklık Verilerine Ait Mann-Kendall Analizi

Metod	Mann-Kendall	
İstasyonlar	Muğla	Yatağan
Yıllık Max. Sıc. Ort.	3,73*	4,63*
Yıllık Min. Sıc. Ort.	2,72*	0,82
Yıllık Ort. Sıc. Ort.	3,97*	2,1*
Max. Sıc. Kış	3,09*	3,61*
Max. Sıc. İlkbahar	1,44	1,92
Max. Sıc. Yaz	3,73*	4,75*
Max. Sıc. Sonbahar	2,56*	4,1*
Min. Sıc. Kış	-0,78	-1
Min. Sıc. İlkbahar	2,1*	0,86*
Min. Sıc. Yaz	4,28*	4,7*
Min. Sıc. Sonbahar	2,25*	1,22
Ort. Sıc. Kış	0,58	-0,13
Ort. Sıc. İlkbahar	0,56	0,33
Ort. Sıc. Yaz	4,53*	5,84*
Ort. Sıc. Sonbahar	1,3*	1,65

* %95 ($\alpha=0.05$) güven aralığında anlamlılık seviyesini gösterir.

52 yıllık sıcaklık verilerinin ortalamalarına uygulanan Mann-Kendall testi sonucunda elde edilen bulguları incelediğimizde, Muğla'nın aylık maksimum sıcaklık ortalamalarına ait mevsimsel verilerinde ilkbahar mevsiminde, aylık minimum sıcaklık ortalamalarının kış mevsiminde, aylık ortalama sıcaklık ortalamalarına ait mevsimler verilerinde ise kış ile ilkbahar mevsimlerinde tespit edilen %95 anlamlılık seviyesinde anlamlı bir trende rastlanmamıştır. Buna karşın Yatağan'ın yıllık minimum sıcaklık ortalamalarında, aylık maksimum sıcaklıkların ilkbahar mevsiminde, minimum sıcaklık ortalamalarına ait kış ve sonbahar mevsimlerinde ve ortalama sıcaklıklara ait kış, ilkbahar ve sonbahar mevsimlerine ait değerlerde anlamlı bir trendin bulunmadığı görülmektedir. Başka bir anlatımla, istasyonların Z değeri, $\pm 1,96$ olan kritik değere göre güven aralığında kaldığından H_0 hipotezi kabul edilmiş ve trendin olmadığı tespit edilmiştir. Ancak elde edilen sonuç, belirtilen istasyonlarda anlamlı olmayan bu artış ve azalışların olmadığı anlamına da

gelmemektedir. Mann-Kendall tabloları incelemek olursa, trendlerin durumu daha net görülecektir. Sıcaklık farklarının net olarak ortaya konulması için Sen'in Trend Analizi çıktılarına ait formüllerden elde edilen sıcaklık değerleri sonraki tablolarda özgün olarak oluşturulmuştur.

Tablo 2.17: Aylık Maksimum, Minimum ve Ortalama Sıcaklıkların Yıllık Ortalamaları Arasındaki Farklar (°C)

Aylık Sıcaklık Ortalamaları	Muğla	Yatağan	Fark
Maksimum	1,4	2,3	0,9
Minimum	1	0,2	0,8
Ortalama	0,9	0,4	0,5

Tablo 2.18: Mevsimlere Göre Aylık Maksimum Sıcaklık Ortalamaları Arasındaki Farklar (°C)

Mevsimler	Muğla	Yatağan	Fark
Kış	1,8	2,1	0,3
İlkbahar	0,7	1,2	0,5
Yaz	2,1	3,2	1,1
Sonbahar	2,2	2,3	0,1

Tablo 2.19: Mevsimlere Göre Aylık Minimum Sıcaklık Ortalamaları Arasındaki Farklar (°C)

Mevsimler	Muğla	Yatağan	Fark
Kış	-0,5	-0,8	0,3
İlkbahar	1	0,3	0,7
Yaz	2,5	1,8	0,7
Sonbahar	1	0,7	0,3

Tablo 2.20: Mevsimlere Göre Aylık Ortalama Sıcaklık Ortalamaları Arasındaki Farklar (°C)

Mevsimler	Muğla	Yatağan	Fark
Kış	0,2	-0,1	0,3
İlkbahar	0,2	0,1	0,1
Yaz	2,6	1,9	0,7
Sonbahar	0,6	0,5	0,1

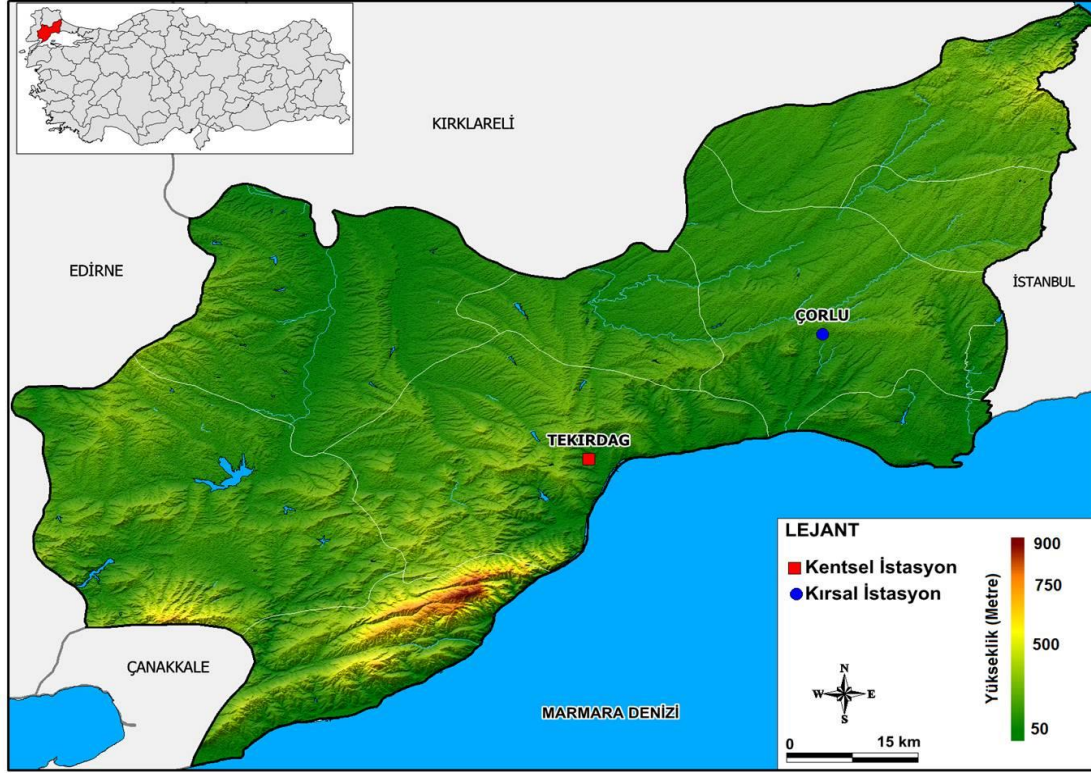
SenQ metoduna göre hesaplanan tablolarda görülen sıcaklık değerlerine göre yıllık ve mevsimlik sıcaklık verilerinin türdeş olması, diğer bir deyişle aynı evrenden geldiği hipotezinin kabul edilmesi varsayımı ile zaman serilerine ait trendlerde anlamlılık

gözlenmiştir. Yani sabit güven aralığı $\pm 1,96$ aralığında olanları anlamlı kabul ettiğimizde (uygulanan teste göre istatistiksel anlamda önemli olan) meydana gelen artış ve azalışlara göre fark değerlendirmeleri tablolardaki gibi ortaya çıkmaktadır.

Muğla ve karşılaştırma istasyonu Yatağan için uzun yılları kapsayan eğilimler Mann-Kendall Korelasyon (Ut-Ut') grafiklerine göre yıllık bazda değerlendirmelerde, Muğla için sadece aylık maksimum sıcaklık ortalamalarında anlamlı bir trend varlığı gözlenmiştir. Buna karşın aylık minimum sıcaklık ve aylık ortalama sıcaklıkların ortalamalarında ise anlamlı bir trend artışı gözlenmemiştir. Mukayese istasyonu Yatağan'ın yıllık bazda grafiklerinde ise sadece aylık maksimum sıcaklıklarda anlamlı bir trend görülmüş, buna karşın aylık minimum ve aylık ortalama sıcaklık ortalamalarına ait verilerde ise anlamlı bir trend gözlenmemiştir. SenQ değerine göre baz alınan yıllık değerlendirmelerdeki sıcaklık farklarına ait sonuçlara göre (Tablo 2.17) Muğla'nın, mukayese istasyonu olan Yatağan'dan aylık minimum sıcaklık ortalamalarında $0,8^{\circ}\text{C}$ ve aylık ortalama sıcaklık ortalamalarında ise $0,5^{\circ}\text{C}$ daha fazla ısındığı görülmüştür. Buna karşın aylık maksimum sıcaklık ortalamalarında ise Yatağan'ın Muğla'dan $0,9^{\circ}\text{C}$ daha sıcak olduğu izlenebilir. Mevsimlere göre yapılan değerlendirmelerde ise (Tablo 2.18, 2.19, 2.20) sadece aylık maksimum sıcaklık ortalamalarında Yatağan'ın tüm mevsimlerde Muğla'dan daha fazla ısındığı gözlenirken; ŞIA'nın en şiddetli gözlemlendiği aylık minimum sıcaklık ortalamaları ile aylık ortalama sıcaklık ortalamalarında şehir merkezi Muğla'nın tüm mevsimlerde daha fazla ısındığı görülmektedir.

2.1.5 Tekirdağ - Çorlu

Tekirdağ, ülkemizin kuzeybatısındaki Marmara Bölgesi'nde yer almaktadır. Doğusunda İstanbul, güney ve güneybatısında Çanakkale, batısında Edirne ve kuzeyinde ise Kırklareli mevcuttur. İl matematiksel konum itibarıyla $26^{\circ} 41'$ ile $28^{\circ} 07'$ doğu boylamları ile $40^{\circ} 32'$ ile $41^{\circ} 36'$ kuzey enlemleri arasında yer almaktadır (Şekil 2.37).



Şekil 2.37: Tekirdağ ve Çorlu'nun Lokasyon Haritası

Türkiye'nin hızla gelişen ev göç alan kentlerinden biri olan Tekirdağ'ın kentleşme süreci sadece nüfusa baktığında dahi anlaşılabilir bir yapıdadır. Öyle ki 2016 yılı itibari ile 874.475 olan şehir nüfusu, 2020 yılında 1 milyonu aşmıştır. Sadece 4 yıl içerisinde görülen bu artış şehrin ne denli hızlı büyüdüğünü de göstermektedir. Kentte bir çok küçüksanayi kuruluşu olsa da özellikle tekstil, deri ve gıda sanayilerinin her geçen gün gelişmesi ile istihdam olanakları da artmaktadır. Günümüzde Tekirdağ'ın en büyük merkez ilçesi olan Çorlu'da 26 adet mahalle bulunmaktadır (İller İdaresi Genel Müdürlüğü, 2020).

Çalışma doğrultusunda Tekirdağ için mukayese istasyonu olarak Çorlu seçilmiştir. Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nden alınan 1950 ve 2019 yılları arasını kapsayan 69 yıllık sıcaklık verileri kullanılmıştır. Tekirdağ'ın verileri, meteoroloji kodu 17056 olan ve 3 metredeki istasyondan alınmıştır. Mukayese istasyonu olan Çorlu'ya ait meteorolojik veriler ise 17054 meteorolojik kodlu, 144 metredeki meteorolojik istasyondan alınmıştır.

Tekirdağ ve Çorlu'ya ait 69 yıllık veri seti kapsamındaki aylık maksimum sıcaklık, aylık minimum sıcaklık ve aylık ortalama sıcaklıklardır ve bunların hepsinin yıllık ve mevsimler bazında trend analizleri yapılarak, Mann-Kendall analizleri ile anlamlı yönde pozitif veya negatif bir trend olup olmadığı denetlenirken; SenQ değerine göre formülize

edilen ve uzun yıllar sıcaklık ortalamaları bulunan değerler, şehir merkezi ve mukayese edilen kırsal istasyon olarak karşılaştırılmıştır. Çıkan değerlere ait sonuçlar için tablolar özgün şekilde oluşturulmuştur.



Foto 2.9: Tekirdağ eski şehir görüntüsü (1950) (Kaynak: www.br.pinterest.com)



Foto 2.10: Tekirdağ güncel şehir görüntüsü (www.ntv.com.tr)

Aylık Maksimum Sıcaklık ($U_t-U'_t$) Grafiği



Aylık Minimum Sıcaklık ($U_t-U'_t$) Grafiği

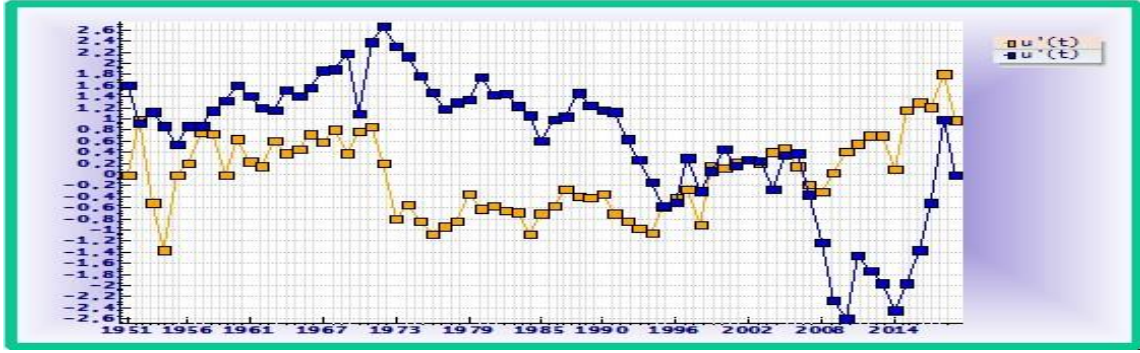


Aylık Ortalama Sıcaklık ($U_t-U'_t$) Grafiği



Şekil 2.38: Yıllık Değerlendirmede Mann-Kendall Korelasyon ($U_t-U'_t$) Grafikleri (Tekirdağ)

Tekirdağ - Kış ($U_t-U_{t'}$) Grafiği



Tekirdağ - İlkbahar ($U_t-U_{t'}$) Grafiği



Tekirdağ - Yaz ($U_t-U_{t'}$) Grafiği

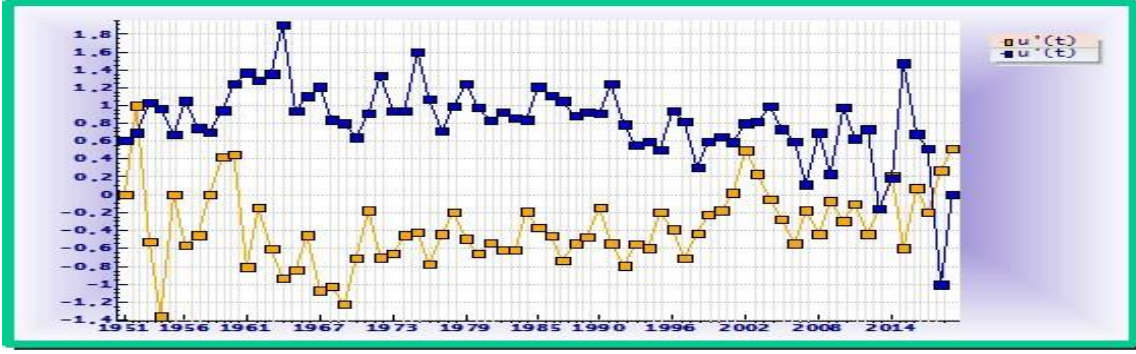


Tekirdağ - Sonbahar ($U_t-U_{t'}$) Grafiği



Şekil 2.39: Aylık Maksimum Sıcaklıkların Mevsimlik Olarak Mann-Kendall Korelasyon ($U_t-U_{t'}$) Grafikleri (Tekirdağ)

Tekirdağ - Kış (Ut-Ut') Grafiği



Tekirdağ - İlkbahar (Ut-Ut') Grafiği



Tekirdağ - Yaz (Ut-Ut') Grafiği

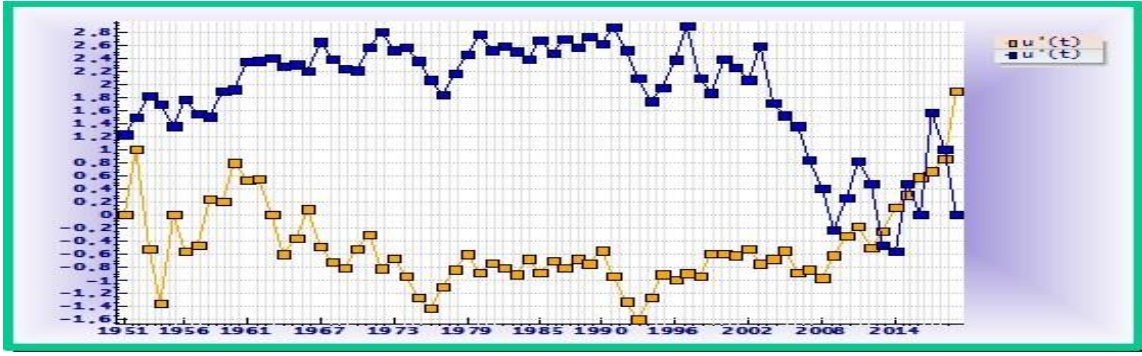


Tekirdağ - Sonbahar (Ut-Ut') Grafiği

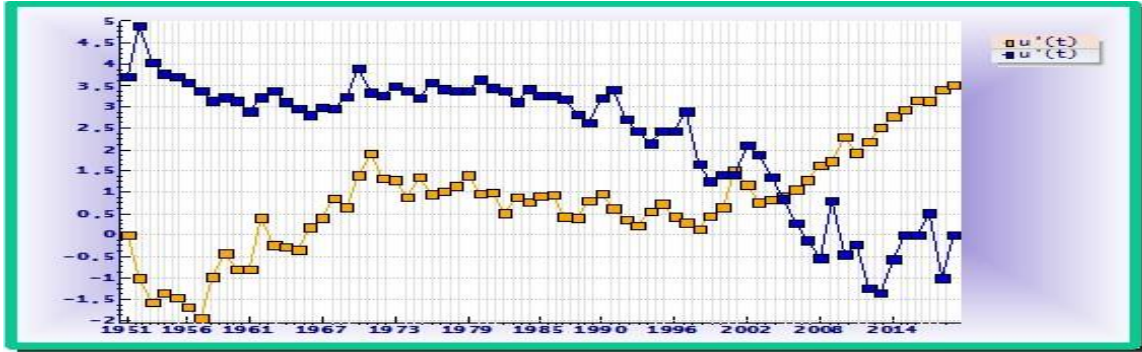


Şekil 2.40: Aylık Minimum Sıcaklıkların Mevsimlik Olarak Mann-Kendall Korelasyon (Ut-Ut') Grafikleri (Tekirdağ)

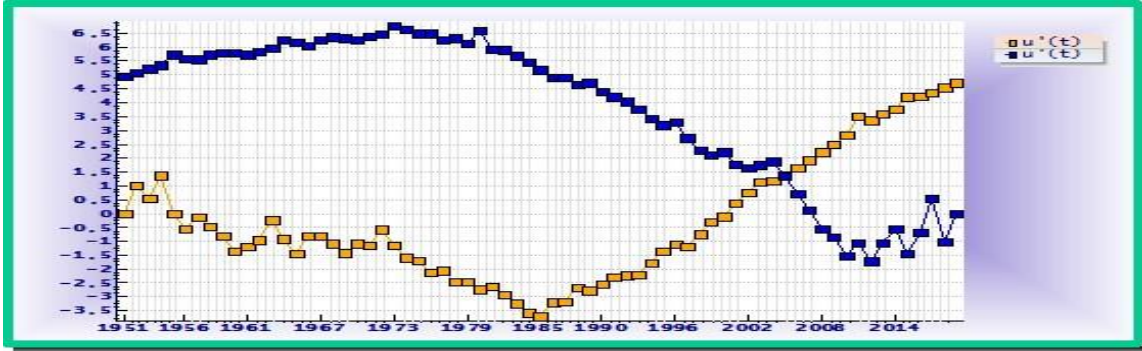
Tekirdağ - Kış (Ut-Ut') Grafiği



Tekirdağ - İlkbahar (Ut-Ut') Grafiği



Tekirdağ - Yaz (Ut-Ut') Grafiği

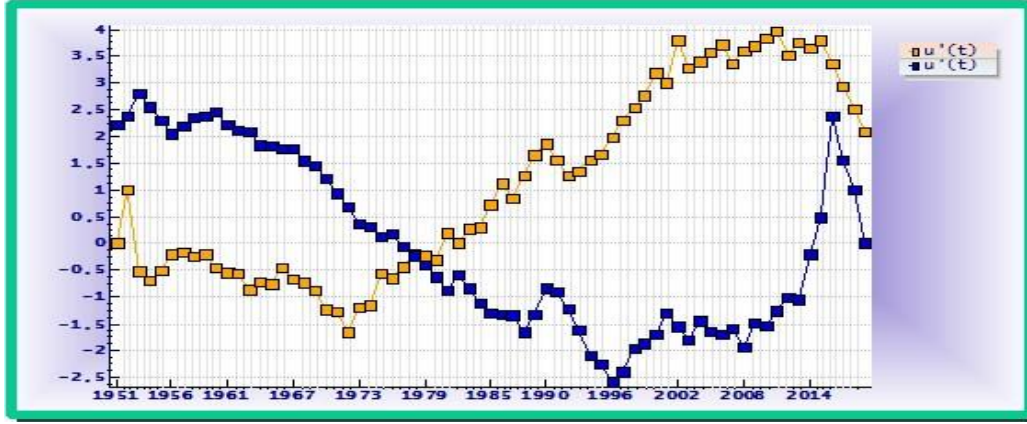


Tekirdağ - Sonbahar (Ut-Ut') Grafiği



Şekil 2.41: Aylık Ortalama Sıcaklıkların Mevsimlik Olarak Mann-Kendall Korelasyon ($U_t-U_{t'}$) Grafikleri (Tekirdağ)

Aylık Maksimum Sıcaklık ($U_t-U'_t$) Grafiği



Aylık Minimum Sıcaklık ($U_t-U'_t$) Grafiği



Aylık Ortalama Sıcaklık ($U_t-U'_t$) Grafiği



Şekil 2.42: Yıllık Değerlendirmede Mann-Kendall Korelasyon ($U_t-U'_t$) Grafikleri (Çorlu)

Çorlu - Kış (U_t-U_t') Grafiği



Çorlu - İlkbahar (U_t-U_t') Grafiği



Çorlu - Yaz (U_t-U_t') Grafiği



Çorlu - Sonbahar (U_t-U_t') Grafiği



Şekil 2.43: Aylık Maksimum Sıcaklıkların Mevsimlik Olarak Mann-Kendall Korelasyon (U_t-U_t') Grafikleri (Çorlu)

Çorlu - Kış (Ut-Ut') Grafiği



Çorlu - İlkbahar (Ut-Ut') Grafiği



Çorlu - Yaz (Ut-Ut') Grafiği

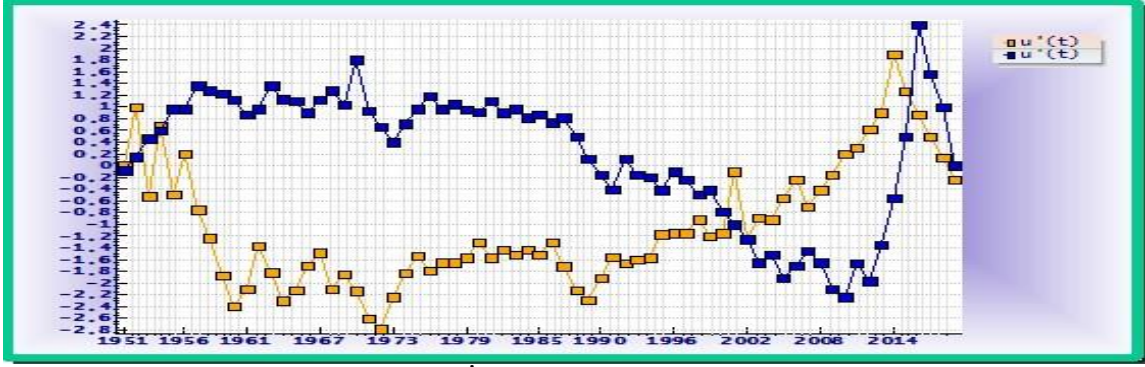


Çorlu - Sonbahar (Ut-Ut') Grafiği



Şekil 2.44: Aylık Minimum Sıcaklıkların Mevsimlik Olarak Mann-Kendall Korelasyon ($U_t-U_{t'}$) Grafikleri (Çorlu)

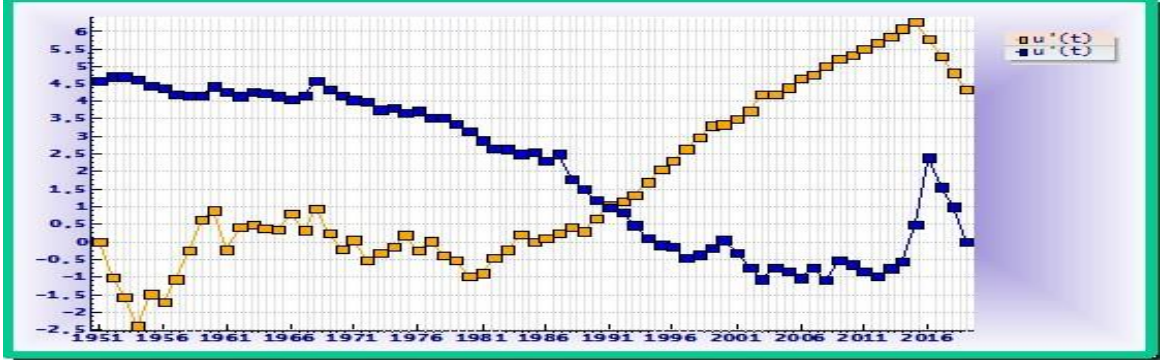
Çorlu - Kış (Ut-Ut') Grafiği



Çorlu - İlkbahar (Ut-Ut') Grafiği



Çorlu - Yaz (Ut-Ut') Grafiği



Çorlu - Sonbahar (Ut-Ut') Grafiği



Şekil 2.45: Aylık Ortalama Sıcaklıkların Mevsimlik Olarak Mann-Kendall Korelasyon ($U_t - U_t'$) Grafikleri (Çorlu)

Tablo 2.21: Yıllık ve Mevsimler Bazında Sıcaklık Verilerine Ait Mann-Kendall Analizi

Metod	Mann-Kendall	
İstasyonlar	Tekirdağ	Çorlu
Yıllık Max. Sıc. Ort.	3,52*	4,06*
Yıllık Min. Sıc. Ort.	2,92*	1,14
Yıllık Ort. Sıc. Ort.	2,84*	2,32*
Max. Sıc. Kış	1,75	2,35*
Max. Sıc. İlkbahar	1,67	2,96*
Max. Sıc. Yaz	3,15*	3,84*
Max. Sıc. Sonbahar	2,09*	6,66*
Min. Sıc. Kış	-0,69	-0,51
Min. Sıc. İlkbahar	2,29*	2,78*
Min. Sıc. Yaz	4,07*	4,85*
Min. Sıc. Sonbahar	2,46*	0,58*
Ort. Sıc. Kış	0,74	-0,48
Ort. Sıc. İlkbahar	3,45*	2,49*
Ort. Sıc. Yaz	4,54*	5,74*
Ort. Sıc. Sonbahar	1,47	0,58

* %95 ($\alpha=0.05$) güven aralığında anlamlılık seviyesini gösterir.

69 yıllık sıcaklık verilerinin ortalamalarına uygulanan Mann-Kendall testi sonucunda elde edilen bulguları incelediğimizde, Tekirdağ'ın aylık maksimum sıcaklık ortalamalarına ait mevsimsel verilerinde kış ve ilkbahar mevsimlerinde, aylık minimum sıcaklık ortalamalarının kış mevsiminde ve aylık ortalama sıcaklık ortalamalarına ait mevsimsel verilerinde ise kış ile sonbahar mevsimlerinde tespit edilen %95 anlamlılık seviyesinde anlamlı bir trende rastlanmamıştır. Buna karşın Çorlu'ya ait yıllık minimum sıcaklık ortalamalarında, aylık minimum sıcaklıkların kış mevsiminde, ortalama sıcaklık ortalamalarına ait kış ve sonbahar mevsimlerine ait değerlerde anlamlı bir trendin bulunmadığı görülmektedir. Başka bir anlatımla, istasyonların Z değeri, $+1,96$ olan kritik değere göre güven aralığında kaldığından H_0 hipotezi kabul edilmiş ve trendin olmadığı tespit edilmiştir. Ancak elde edilen sonuç, belirtilen istasyonlarda anlamlı olmayan bu artış ve azalışların olmadığı anlamına da

gelmemektedir. Mann-Kendall tabloları incelemek olursa, trendlerin durumu daha net görülecektir. Sıcaklık farklarının net olarak ortaya konulması için Sen'in Trend Analizi çıktılarına ait formüllerden elde edilen sıcaklık değerleri sonraki tablolarda özgün olarak oluşturulmuştur.

Tablo 2.22: Aylık Maksimum, Minimum ve Ortalama Sıcaklıkların Yıllık Ortalamaları Arasındaki Farklar (°C)

Aylık Sıcaklık Ortalamaları	Tekirdağ	Çorlu	Fark
Maksimum	1,6	1,8	0,2
Minimum	1,1	0,4	0,7
Ortalama	0,9	0,6	0,3

Tablo 2.23: Mevsimlere Göre Aylık Maksimum Sıcaklık Ortalamaları Arasındaki Farklar (°C)

Mevsimler	Tekirdağ	Çorlu	Fark
Kış	1,1	1,3	0,2
İlkbahar	0,9	3,1	2,2
Yaz	1,7	1,3	0,4
Sonbahar	1,3	1,7	0,4

Tablo 2.24: Mevsimlere Göre Aylık Minimum Sıcaklık Ortalamaları Arasındaki Farklar (°C)

Mevsimler	Tekirdağ	Çorlu	Fark
Kış	-0,5	-0,7	0,2
İlkbahar	2,1	1,1	1
Yaz	2,4	2,1	0,3
Sonbahar	1,5	0,2	1,3

Tablo 2.25: Mevsimlere Göre Aylık Ortalama Sıcaklık Ortalamaları Arasındaki Farklar (°C)

Mevsimler	Tekirdağ	Çorlu	Fark
Kış	0,2	-0,2	0,4
İlkbahar	1,7	1,5	0,2
Yaz	1,9	1,8	0,1
Sonbahar	0,6	0,2	0,4

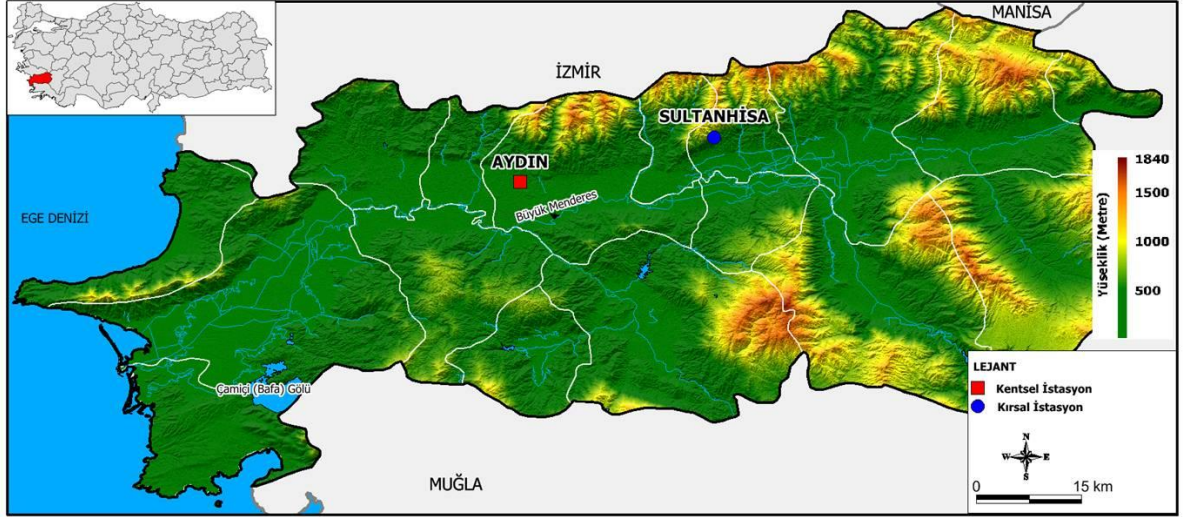
SenQ metoduna göre hesaplanan tablolarda görülen sıcaklık değerlerine göre yıllık ve mevsimlik sıcaklık verilerinin türdeş olması, diğer bir deyişle aynı evrenden geldiği hipotezinin kabul edilmesi varsayımı ile zaman serilerine ait trendlerde anlamlılık

gözlenmiştir. Yani sabit güven aralığı $\pm 1,96$ aralığında olanları anlamlı kabul ettiğimizde (uygulanen teste göre istatistiksel anlamda önemli olan) meydana gelen artış ve azalışlara göre fark değerlendirmeleri tablolardaki gibi ortaya çıkmaktadır. Aylık maksimum, minimum ve ortalama sıcaklıkların yıllık bazdaki değerlendirmelerinde maksimum sıcaklıklarda Çorlu'nun $0,2\text{ }^{\circ}\text{C}$ daha sıcak olduğu görülmüştür. Aynı durum aylık maksimum sıcaklıklara ait mevsimsel bazda da kış, ilkbahar ve sonbahar mevsimlerinde de görülmektedir. Buna karşın aylık minimum ve ortalama sıcaklıkların tüm mevsimsel değerlendirmelerinde şehir merkezi istasyonu olan Tekirdağ'ın Çorlu'ya göre daha fazla ısındığı, dolayısıyla hipotezimizi doğrular nitelikte olduğu görülmektedir. Diğer bir deyişle kent merkezi istasyonu durumunda olan Tekirdağ'da kentsel ısı adası varlığı mevcuttur.

Tekirdağ ve karşılaştırma istasyonu Çorlu için uzun yılları kapsayan eğilimler Mann-Kendall Korelasyon (Ut-Ut') grafiklerine göre yıllık bazda değerlendirmelerde, Tekirdağ için aylık minimum sıcaklıklar ile aylık ortalama sıcaklık ortalamalarında anlamlı bir trend varlığı gözlenmiştir. Buna karşın aylık maksimum sıcaklıkların ortalamalarında ise anlamlı bir trend artışı gözlenmemiştir. Mukayese istasyonu Çorlu'nun yıllık bazda değerlendirme grafiklerinde ise aylık maksimum, aylık minimum ve aylık ortalama sıcaklık ortalamalarına ait verilerde daima anlamlı trendler görülmektedir. SenQ değerine göre baz alınan yıllık değerlendirmelerdeki sıcaklık farklarına ait sonuçlara göre (Tablo 2.22) Tekirdağ'ın, mukayese istasyonu olan Çorlu'dan aylık minimum sıcaklık ortalamalarında $0,7\text{ }^{\circ}\text{C}$ ve aylık ortalama sıcaklık ortalamalarında ise $0,3\text{ }^{\circ}\text{C}$ daha fazla ısındığı görülmüştür. Buna karşın aylık maksimum sıcaklık ortalamalarında ise Çorlu'nun Tekirdağ'dan $0,2\text{ }^{\circ}\text{C}$ daha sıcak olduğu görülmektedir. Mevsimlere göre yapılan değerlendirmelerde ise (Tablo 2.23, 2.24, 2.25) aylık minimum ve aylık ortalama sıcaklık ortalamalarında Tekirdağ'ın tüm mevsimlerde Çorlu'dan daha fazla ısındığı gözlenirken; aylık maksimum sıcaklık ortalamalarına ait kış, ilkbahar ve sonbahar mevsimlerinde Tekirdağ'ın daha fazla ısındığı görülürken, sadece yaz mevsiminde Çorlu'nun kentsel istasyondan $0,4\text{ }^{\circ}\text{C}$ daha fazla ısındığı görülmektedir.

2.1.6 Aydın - Sultanhisar

Aydın, Türkiye'nin batısında Ege Bölgesi'nde yer almaktadır. Kuzeyinde İzmir, doğusunda Denizli, güneyinde Muğla ve kuzeydoğusunda ise Manisa ile çevrilidir. Aydın, matematiksel konum itibarıyla $27^{\circ} 00'$ ile $28^{\circ} 52'$ doğu boylamları ile $37^{\circ} 20'$ ile $38^{\circ} 07'$ kuzey enlemleri arasında yer almaktadır (Şekil 2.46).



Şekil 2.46: Aydın ve Sultanhisar'ın Lokasyon Haritası

Cumhuriyet döneminden itibaren tarım konusunda önde gelen kentlerden biri olan Aydın, coğrafi konumu ve ekonomik durumu sayesinde daima göç almaya devam etmiştir. 2013 yılında dahi kent merkezi nüfusu 1 milyona yaklaşmışken; 2018 yılı itibariyle 1 milyon 100bin civarındadır. Aydın'ın merkez ilçesi konumunda olan Efeler'deki mahalle sayısı 83'tür (TÜİK, İller İdaresi Genel Müdürlüğü, 2020).



Foto 2.11: Aydın tarihi şehir görünümü



Foto 2.12: Aydın yeni şehir görünümü

(Fotoğraf kaynakları: www.aydinitani.blogspot.com - www.aydin.bel.tr)

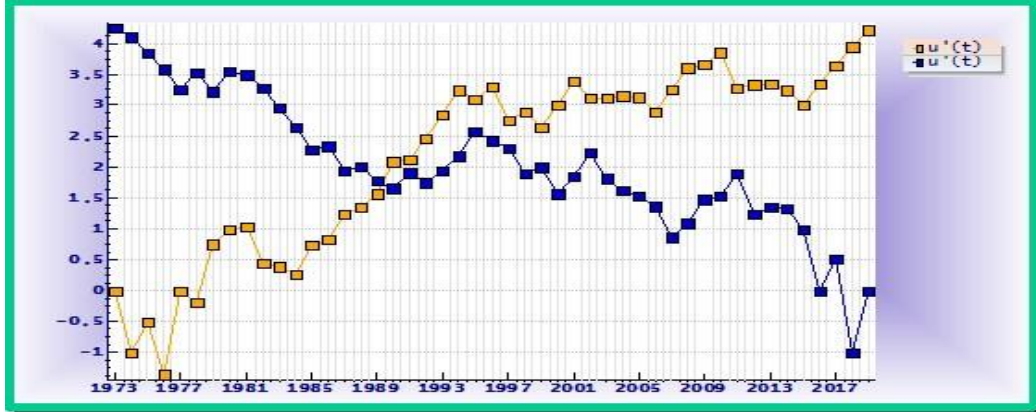
Çalışma doğrultusunda Aydın için mukayese istasyonu olarak Sultanhisar seçilmiştir (Şekil 51). Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nden alınan 1972 ve 2019 yılları arasını kapsayan 47 yıllık sıcaklık verileri kullanılmıştır. Aydın'ın verileri, meteoroloji kodu 17234 olan ve 56 mt yükseklikte bulunan istasyondan alınmıştır. Mukayese istasyonu olan Sultanhisar'a ait

meteorolojik veriler ise 17850 meteorolojik kodlu, 73 metredeki meteorolojik istasyondan alınmıştır.

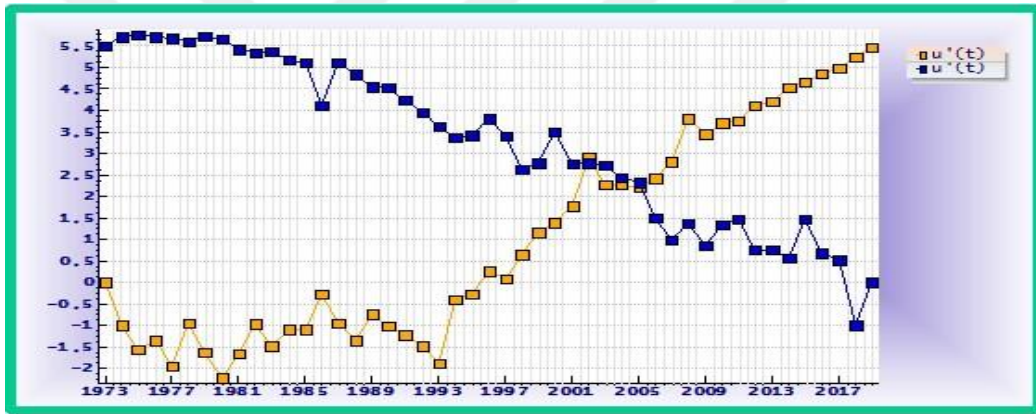
Aydın ve Sultanhisar'a ait 47 yıllık veri seti kapsamındakiler aylık maksimum sıcaklık, aylık minimum sıcaklık ve aylık ortalama sıcaklıklardır ve bunların hepsinin yıllık ve mevsimler bazında trend analizleri yapılarak, Mann-Kendall analizleri ile anlamlı yönde pozitif veya negatif bir trend olup olmadığı denetlenirken; SenQ değerine göre formülize edilen ve uzun yıllar sıcaklık ortalamaları bulunan değerler, şehir merkezi ve mukayese edilen istasyon olarak karşılaştırılmıştır. Çıkan değerlere ait sonuçlar için tablolar özgün şekilde oluşturulmuştur.



Aylık Maksimum Sıcaklık ($U_t-U'_t$) Grafiği



Aylık Minimum Sıcaklık ($U_t-U'_t$) Grafiği



Aylık Ortalama Sıcaklık ($U_t-U'_t$) Grafiği



Şekil 2.47: Yıllık Değerlendirmede Mann-Kendall Korelasyon ($U_t-U'_t$) Grafikleri (Aydın)

Aydın - Kış (U_t-U_t') Grafiği



Aydın - İlkbahar (U_t-U_t') Grafiği



Aydın - Yaz (U_t-U_t') Grafiği



Aydın - Sonbahar (U_t-U_t') Grafiği



Şekil 2.48: Aylık Maksimum Sıcaklıkların Mevsimlik Olarak Mann-Kendall Korelasyon (U_t-U_t') Grafikleri (Aydın)

Aydın - Kış (Ut-Ut') Grafiği



Aydın - İlkbahar (Ut-Ut') Grafiği



Aydın - Yaz (Ut-Ut') Grafiği

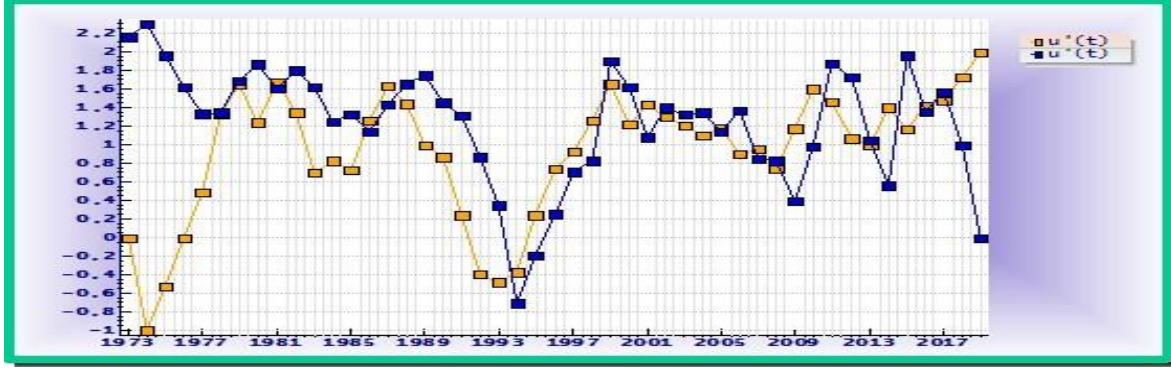


Aydın - Sonbahar (Ut-Ut') Grafiği

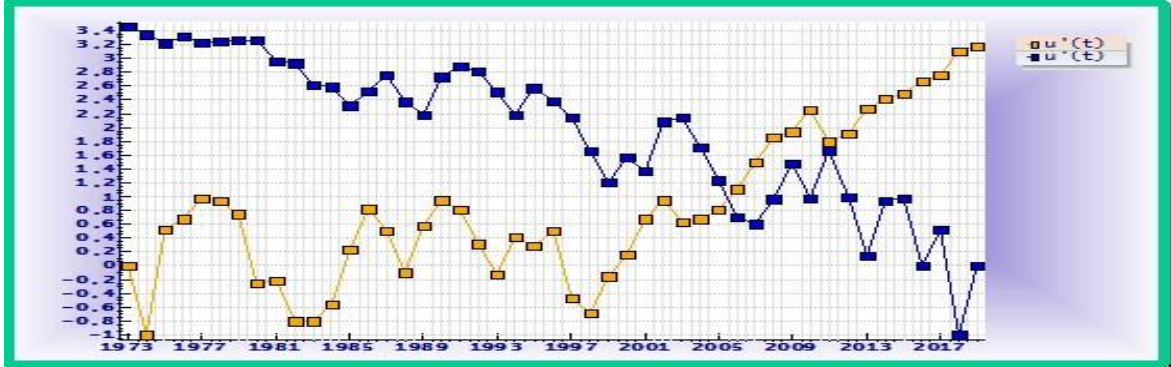


Şekil 2.49: Aylık Minimum Sıcaklıkların Mevsimlik Olarak Mann-Kendall Korelasyon ($U_t-U_{t'}$) Grafikleri (Aydın)

Aydın - Kış (Ut-Ut') Grafiği



Aydın - İlkbahar (Ut-Ut') Grafiği



Aydın - Yaz (Ut-Ut') Grafiği



Aydın - Sonbahar (Ut-Ut') Grafiği

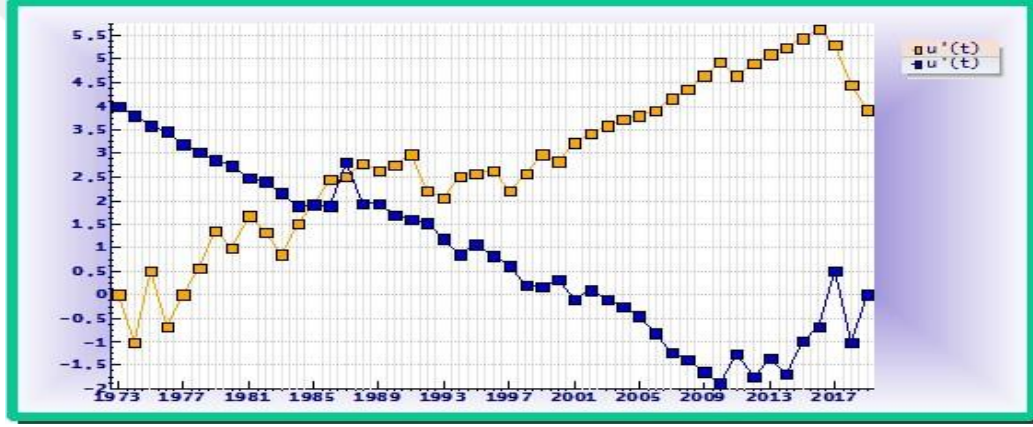


Şekil 2.50: Aylık Ortalama Sıcaklıkların Mevsimlik Olarak Mann-Kendall Korelasyon (Ut-Ut') Grafikleri (Aydın)

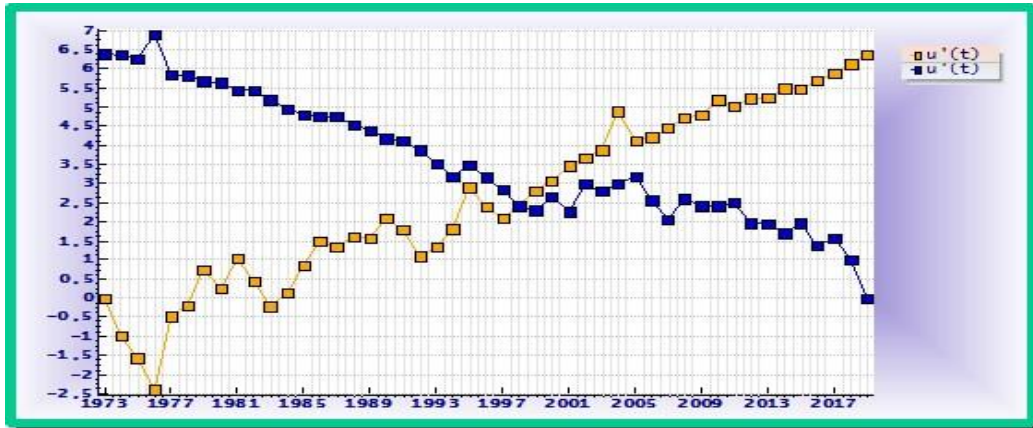
Aylık Maksimum Sıcaklık ($U_t-U'_t$) Grafiği



Aylık Minimum Sıcaklık ($U_t-U'_t$) Grafiği

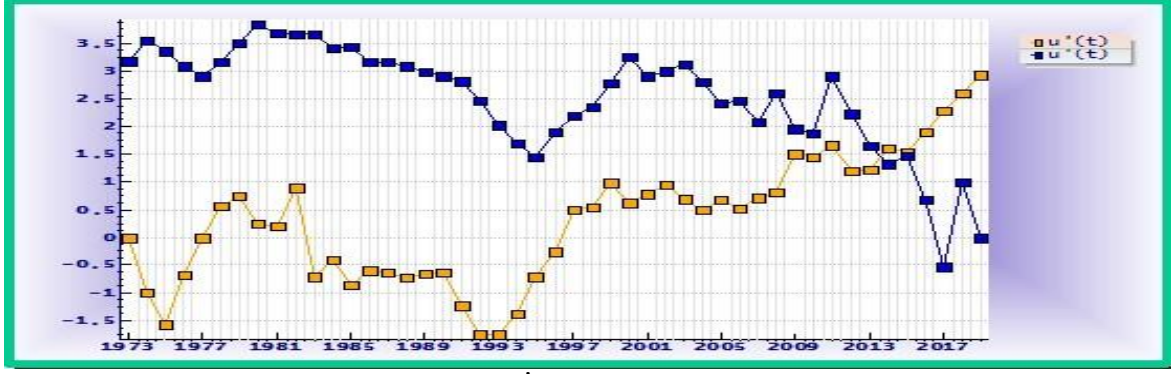


Aylık Ortalama Sıcaklık ($U_t-U'_t$) Grafiği



Şekil 2.51: Yıllık Değerlendirmede Mann-Kendall Korelasyon ($U_t-U'_t$) Grafikleri (Sultanhisar)

Sultanhisar - Kış (Ut-Ut') Grafiği



Sultanhisar - İlkbahar (Ut-Ut') Grafiği



Sultanhisar - Yaz (Ut-Ut') Grafiği



Sultanhisar - Sonbahar (Ut-Ut') Grafiği

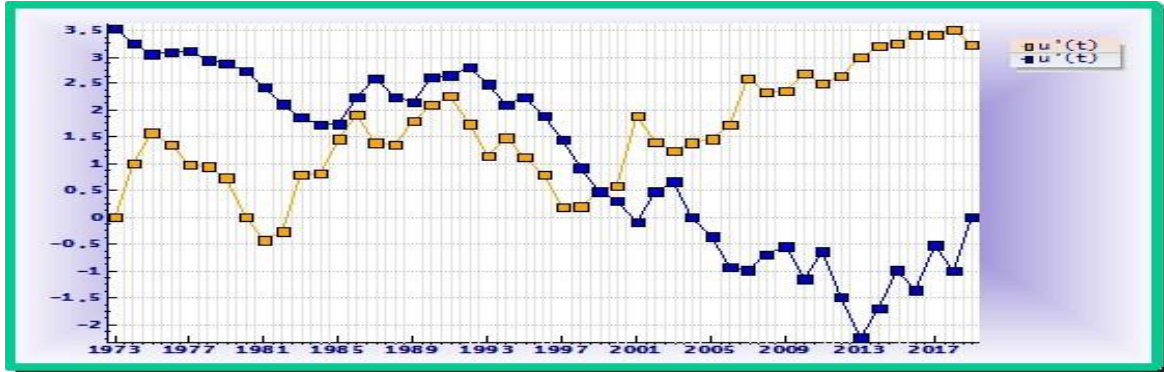


Şekil 2.52: Aylık Maksimum Sıcaklıkların Mevsimlik Olarak Mann-Kendall Korelasyon ($U_t-U_{t'}$) Grafikleri (Sultanhisar)

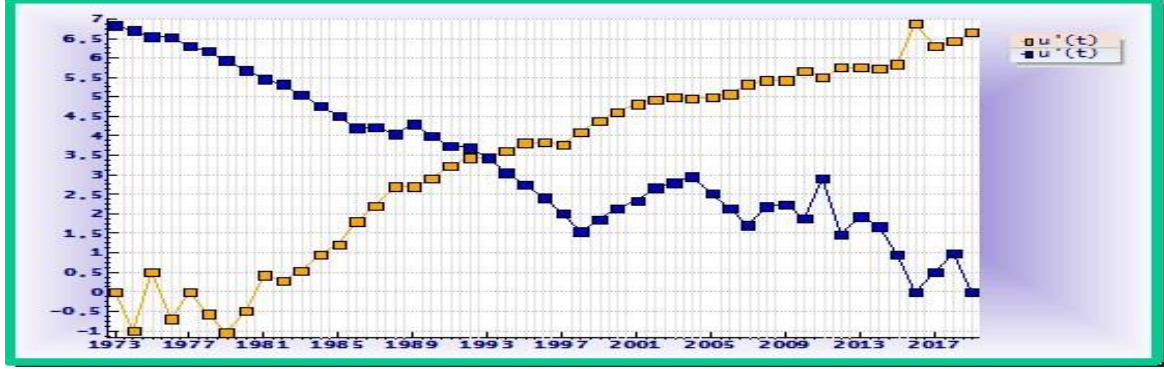
Sultanhisar - Kış (Ut-Ut') Grafiği



Sultanhisar - İlkbahar (Ut-Ut') Grafiği



Sultanhisar - Yaz (Ut-Ut') Grafiği



Sultanhisar - Sonbahar (Ut-Ut') Grafiği



Şekil 2.53: Aylık Minimum Sıcaklıkların Mevsimlik Olarak Mann-Kendall Korelasyon (U_t-U_t') Grafikleri (Sultanhisar)

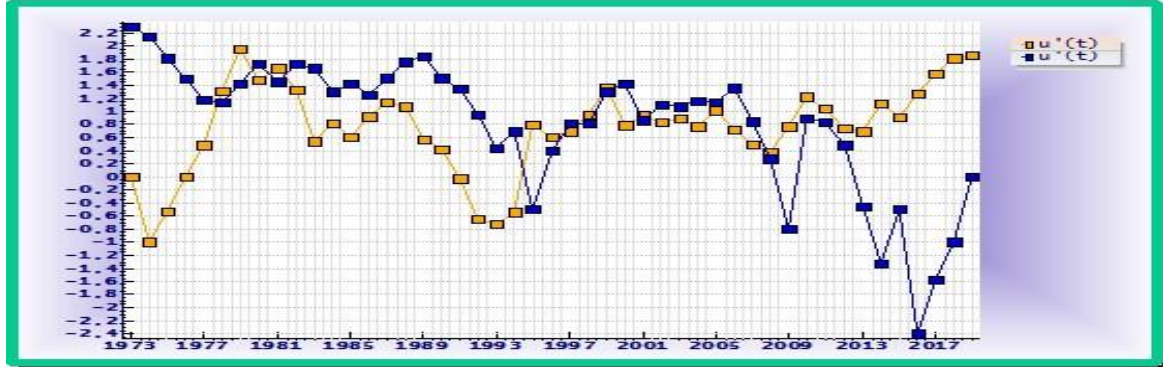
Sultanhisar - Kış (U_t-U_t') Grafiği



Sultanhisar - İlkbahar (U_t-U_t') Grafiği



Sultanhisar - Yaz (U_t-U_t') Grafiği



Sultanhisar - Sonbahar (U_t-U_t') Grafiği



Şekil 2.54: Aylık Ortalama Sıcaklıkların Mevsimlik Olarak Mann-Kendall Korelasyon (U_t-U_t') Grafikleri (Sultanhisar)

Tablo 2.26: Yıllık ve Mevsimler Bazında Sıcaklık Verilerine Ait Mann-Kendall Analizi

Metod	Mann-Kendall	
İstasyonlar	Aydın	Sultanhisar
Yıllık Max. Sıc. Ort.	3,27*	5,43*
Yıllık Min. Sıc. Ort.	4,91*	5,21*
Yıllık Ort. Sıc. Ort.	4,62*	3,67*
Max. Sıc. Kış	1,81*	1,35
Max. Sıc. İlkbahar	1,69*	2,54*
Max. Sıc. Yaz	2,98*	4,32*
Max. Sıc. Sonbahar	1,95	1,35
Min. Sıc. Kış	0,98	0,8
Min. Sıc. İlkbahar	2,68*	3,71*
Min. Sıc. Yaz	6,56*	6,8*
Min. Sıc. Sonbahar	4,68*	4,46*
Ort. Sıc. Kış	1,22	0,9
Ort. Sıc. İlkbahar	1,65	3,19*
Ort. Sıc. Yaz	5,17*	5,45*
Ort. Sıc. Sonbahar	3,81*	2,5*

* %95 ($\alpha=0.05$) güven aralığında anlamlılık seviyesini gösterir.

47 yıllık sıcaklık verilerinin ortalamalarına uygulanan Mann-Kendall testi sonucunda elde edilen bulguları incelediğimizde, Aydın'ın aylık maksimum sıcaklık ortalamalarına ait mevsimsel verilerinde kış ve sonbahar mevsimlerinde, aylık ortalama sıcaklık ortalamalarına ait mevsimsel verilerinde ise kış ile ilkbahar mevsimlerinde tespit edilen %95 anlamlılık seviyesinde anlamlı bir trende rastlanmamıştır. Buna karşın Sultanhisar'a ait yıllık maksimum sıcaklık ortalamalarına ait kış ve sonbahar mevsimlerinde, aylık minimum sıcaklıkların kış mevsiminde, aylık ortalama sıcaklık ortalamalarına ait kış mevsimine ait değerlerde anlamlı bir trendin bulunmadığı görülmektedir. Başka bir anlatımla, istasyonların Z değeri, $\pm 1,96$ olan kritik değere göre güven aralığında kaldığından H_0 hipotezi kabul edilmiş ve trendin olmadığı tespit edilmiştir. Ancak elde edilen sonuç, belirtilen istasyonlarda anlamlı olmayan bu artış ve azalışların olmadığı anlamına da gelmemektedir. Mann-Kendall tabloları incelemek olursa, trendlerin durumu daha net görülecektir. Sıcaklık farklarının net olarak ortaya

konulması için Sen'in Trend Analizi çıktılarına ait formüllerden elde edilen sıcaklık değerleri sonraki tablolarda özgün olarak oluşturulmuştur.

Tablo 2.27: Aylık Maksimum, Minimum ve Ortalama Sıcaklıkların Yıllık Ortalamaları Arasındaki Farklar (°C)

Aylık Sıcaklık Ortalamaları	Aydın	Sultanhisar	Fark
Maksimum	1,3	1,7	0,4
Minimum	2,5	1,4	1,1
Ortalama	1,4	1,2	0,2

Tablo 2.28: Mevsimlere Göre Aylık Maksimum Sıcaklık Ortalamaları Arasındaki Farklar (°C)

Mevsimler	Aydın	Sultanhisar	Fark
Kış	1,1	0,7	0,4
İlkbahar	1,4	1,4	0
Yaz	1,7	2,1	0,4
Sonbahar	1,2	0,6	0,6

Tablo 2.29: Mevsimlere Göre Aylık Minimum Sıcaklık Ortalamaları Arasındaki Farklar (°C)

Mevsimler	Aydın	Sultanhisar	Fark
Kış	0,5	0,4	0,1
İlkbahar	2,5	1,4	1,1
Yaz	4,2	3	1,2
Sonbahar	3,2	2,2	1

Tablo 2.30: Mevsimlere Göre Aylık Ortalama Sıcaklık Ortalamaları Arasındaki Farklar (°C)

Mevsimler	Aydın	Sultanhisar	Fark
Kış	0,6	0,4	0,2
İlkbahar	0,9	1,4	0,5
Yaz	2,5	2,2	0,3
Sonbahar	1,6	1,1	0,5

SenQ metoduna göre hesaplanan tablolarda görülen sıcaklık değerlerine göre yıllık ve mevsimlik sıcaklık verilerinin türdeş olması, diğer bir deyişle aynı evrenden geldiği hipotezinin kabul edilmesi varsayımı ile zaman serilerine ait trendlerde anlamlılık gözlenmiştir. Yani sabit güven aralığı $\pm 1,96$ aralığında olanları anlamlı kabul ettiğimizde (uygulanen teste göre istatistiksel anlamda önemli olan) meydana gelen artış ve azalışlara

göre fark değerlendirmeleri tablolardaki gibi ortaya çıkmaktadır. Buna göre yıllık bazda sadece aylık maksimum sıcaklık ortalamalarının uzun yıllar ortalamasında Sultanhisar'ın sıcaklık değeri Aydın'dan 0,4 °C yüksek çıkmıştır. Bunun yanı sıra yine maksimum sıcaklıkların mevsimsel bazdaki değerlendirmesinde yaz mevsiminin Sultanhisar'da daha yüksek olduğu görülmektedir. Ayrıca aylık ortalama sıcaklık ortalamalarının mevsimsel değerlendirmesinde ise sadece ilkbahar mevsimi Sultanhisar'da yüksektir. Diğer yıllık ve mevsimsel değerlendirmelerde daima Aydın'ın Sultanhisar'dan daha sıcak olduğu tablolardaki şekli ile görülmektedir.

Aydın ve karşılaştırma istasyonu Sultanhisar için uzun yılları kapsayan eğilimleri gösteren Mann-Kendall Korelasyon (Ut-Ut') grafikleri ile yıllık bazda değerlendirmelerde, Aydın için aylık maksimum, aylık minimum ve aylık ortalama sıcaklık ortalamalarında anlamlı bir trend varlığı gözlenmiştir. Mukayese istasyonu Sultanhisar'ın yıllık bazda değerlendirme grafiklerinde ise aylık maksimum sıcaklık ortalamalarında anlamlı bir trend görülmüştür. Buna karşın aylık minimum sıcaklık ve aylık ortalama sıcaklık ortalamalarına ait verilerde anlamlı trendler izlenmemiştir. SenQ değerine göre baz alınan yıllık değerlendirmelerdeki sıcaklık farklarına ait sonuçlara göre ise (Tablo 2.27) Aydın'ın, mukayese istasyonu olan Sultanhisar'dan aylık minimum sıcaklık ortalamalarında 1,1 °C ve aylık ortalama sıcaklık ortalamalarında ise 0,2 °C daha fazla ısındığı görülmüştür. Buna karşın aylık maksimum sıcaklık ortalamalarında ise Sultanhisar'ın Aydın'dan 0,4 °C daha sıcak olduğu görülmektedir. Mevsimlere göre yapılan değerlendirmelerde ise (Tablo 2.28, 2.29, 2.30) aylık minimum sıcaklık ortalamalarında daima Aydın daha fazla ısınma değerlerine sahiptir. Aynı durum aylık maksimum sıcaklık ortalamalarının kış ve sonbahar; aylık ortalama sıcaklık ortalamalarının ise kış, yaz ve sonbahar mevsimleri için de benzerdir. Buna karşın aylık maksimum sıcaklık ortalamalarında yaz mevsimi ile aylık ortalama sıcaklık ortalamalarında ise ilkbahar mevsimlerinde Sultanhisar'ın Aydın'a göre daha fazla ısındığı görülmektedir. Bununla birlikte aylık maksimum sıcaklık ortalamalarına ait ilkbahar mevsiminde ise anlamlı bir sıcaklık değeri farkı görülmemiştir. Özellikle kentsel ısı adasının aylık minimum sıcaklıklarda daha fazla etkili olduğu düşünülürse, tüm mevsimsel değerlendirmelerde Aydın'ın Sultanhisar'dan daha fazla ısındığı, dolayısıyla hipotezimizi doğrular nitelikte olduğu görülmektedir. Diğer bir deyişle kent merkezi istasyonu durumunda olan Aydın'da kentsel ısı adası varlığı mevcuttur.

2.1.7 Samsun - Bafra

Samsun, Türkiye'nin kuzeyindeki Karadeniz Bölgesi'nin orta kesiminde bulunmaktadır. Güneyinde Amasya, doğusunda Ordu, güneydoğusunda Tokat, güneybatısında Çorum ve kuzeybatısında ise Sinop ile çevrilidir. Samsun, matematiksel konum itibarıyla $34^{\circ} 52'$ ile $37^{\circ} 10'$ doğu boylamları ile $40^{\circ} 50'$ ile $41^{\circ} 44'$ kuzey enlemleri arasında yer almaktadır (Şekil 2.55).



Şekil 2.55: Samsun ve Bafra'nın Lokasyon Haritası

19. Yüzyıl ortalarında, Karadeniz'in buharlı gemilere açılması kentin ekonomik yönden canlanmasına yardımcı olmuş, yüksek kaliteli tütün ekiminin Bafra çevresinden başlayarak Samsun yöresine yayılması kent nüfusunun artmasında etkili olmuştur. Kentin ulaşım açısından taşıdığı bu özellik, sonraki dönemlerde Trabzon ve Ege kıyıları ile İç Anadolu'dan gelen ve Türkçe konuşan Rumların, Ermenilerin ve Avrupalı tüccarların Samsun'a yerleşmelerine de sebep olmuştur. Kente yeni yerleşen bu insanlar ve eskiden beri burada yaşayan gayrimüslimler şehir içinde kendilerine yeni mahalleler kurmuşlardır. Cumhuriyetin ilk yıllarından itibaren, aldığı ve verdiği dış göçler hariç, kendi nüfus artışı ile baş başa kalan şehir, 1950'li yıllardan itibaren Türkiye genelinde görülen kırdan kente göç sürecinde önemli bir durak noktasıdır. Bu dönemde liman inşası ve benzeri çalışmalarla birlikte kentteki göreceli kalkınma çabaları doğusundaki illerden göç almasına neden olur. Bu göçlerin bir kısmı Bafra ve Çarşamba ovalarına yönelse da asıl hedef yine Samsun şehri olur (Yılmaz, 2015).



Foto 2.13: 20. yüzyılın başlarında Samsun kent planı (Yılmaz, 2015)



Foto 2.14: Kent planına göre inşa edilmiş yeni kent görüntüsü (Yılmaz, 2015)

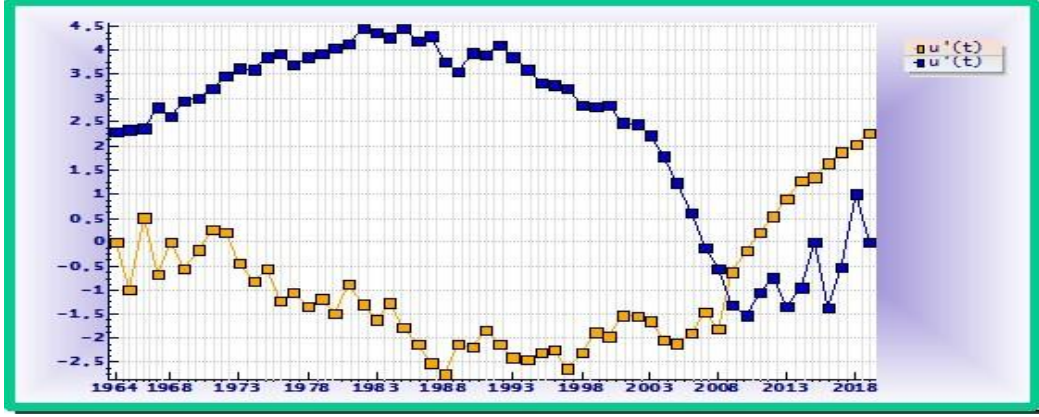
Çalışma doğrultusunda Samsun için mukayese istasyonu olarak Bafra seçilmiştir. Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nden alınan 1963 ve 2019 yılları arasını kapsayan 56 yıllık sıcaklık verileri kullanılmıştır. Samsun'un verileri, meteoroloji kodu 17030 olan ve 4 mt yükseklikte bulunan istasyondan alınmıştır. Mukayese istasyonu olan Bafra'ya ait meteorolojik veriler ise 17622 meteorolojik kodlu, 103 metredeki meteorolojik istasyondan alınmıştır.

Samsun ve Bafra'ya ait 56 yıllık veri seti kapsamındakiler aylık maksimum sıcaklık, aylık minimum sıcaklık ve aylık ortalama sıcaklıklardır ve bunların hepsinin yıllık ve mevsimler bazında trend analizleri yapılarak, Mann-Kendall analizleri ile anlamlı yönde pozitif veya negatif bir trend olup olmadığı denetlenirken; SenQ değerine göre formülize edilen ve uzun yıllar sıcaklık ortalamaları bulunan değerler, şehir merkezi ve mukayese edilen istasyon olarak karşılaştırılmıştır. Çıkan değerlere ait sonuçlar için tablolar özgün şekilde oluşturulmuştur.

Aylık Maksimum Sıcaklık ($U_t-U'_t$) Grafiği



Aylık Minimum Sıcaklık ($U_t-U'_t$) Grafiği

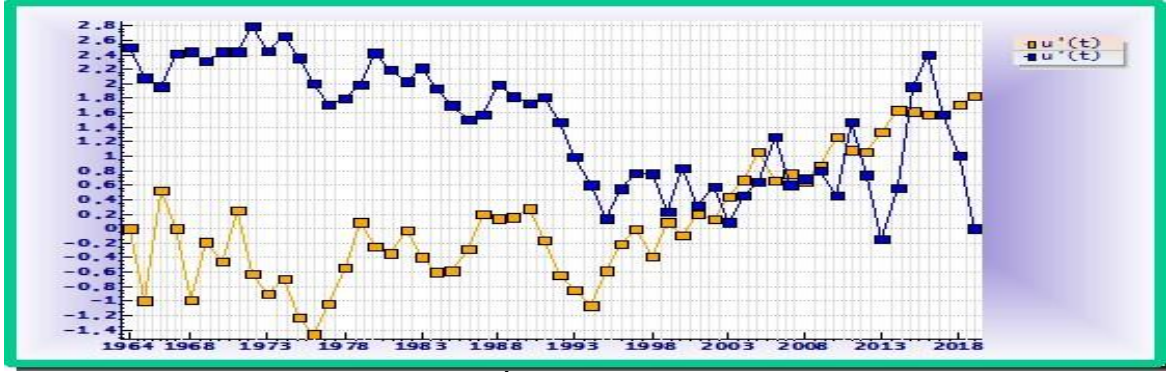


Aylık Ortalama Sıcaklık ($U_t-U'_t$) Grafiği



Şekil 2.56: Yıllık Değerlendirmede Mann-Kendall Korelâsyon ($U_t-U'_t$) Grafikleri (Samsun)

Samsun - Kış (U_t-U_t') Grafiği



Samsun - İlkbahar (U_t-U_t') Grafiği



Samsun - Yaz (U_t-U_t') Grafiği



Samsun - Sonbahar (U_t-U_t') Grafiği



Şekil 2.57: Aylık Maksimum Sıcaklıkların Mevsimlik Olarak Mann-Kendall Korelasyon (U_t-U_t') Grafikleri (Samsun)

Samsun - Kış (Ut-Ut') Grafiği



Samsun - İlkbahar (Ut-Ut') Grafiği



Samsun - Yaz (Ut-Ut') Grafiği



Samsun - Sonbahar (Ut-Ut') Grafiği



Şekil 2.58: Aylık Minimum Sıcaklıkların Mevsimlik Olarak Mann-Kendall Korelasyon (Ut-Ut') Grafikleri (Samsun)

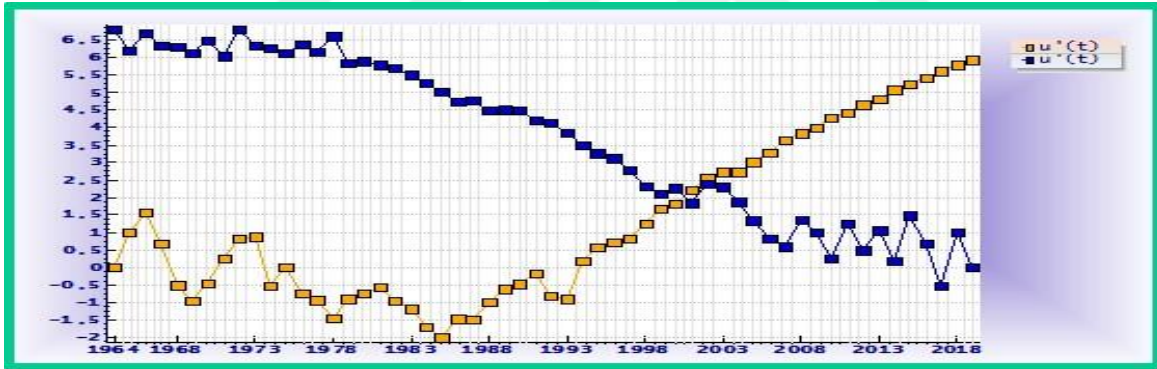
Samsun - Kış (Ut-Ut') Grafiği



Samsun - İlkbahar (Ut-Ut') Grafiği



Samsun - Yaz (Ut-Ut') Grafiği

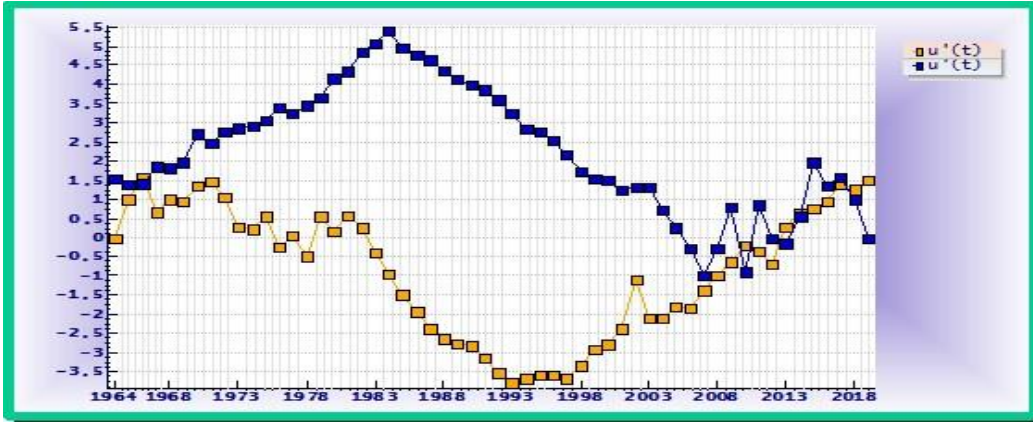


Samsun - Sonbahar (Ut-Ut') Grafiği



Şekil 2.59: Aylık Ortalama Sıcaklıkların Mevsimlik Olarak Mann-Kendall Korelasyon (U_t-U_t') Grafikleri (Samsun)

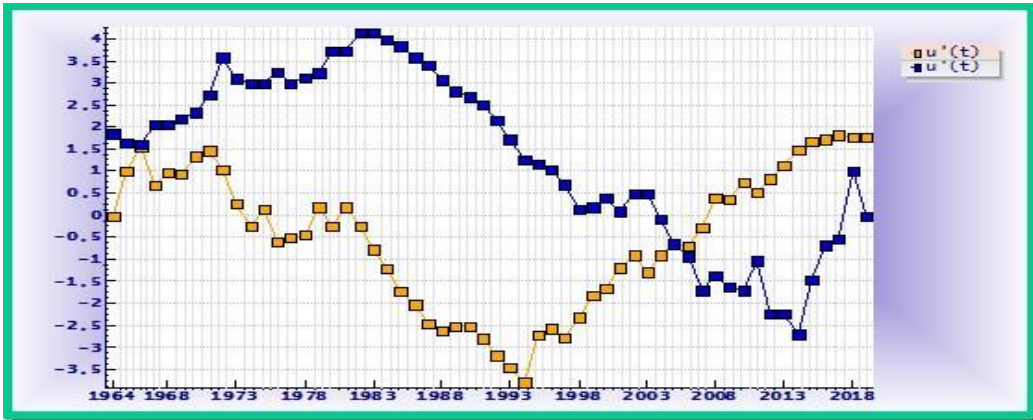
Aylık Maksimum Sıcaklık U_t-U_t') Grafiği



Aylık Minimum Sıcaklık U_t-U_t') Grafiği

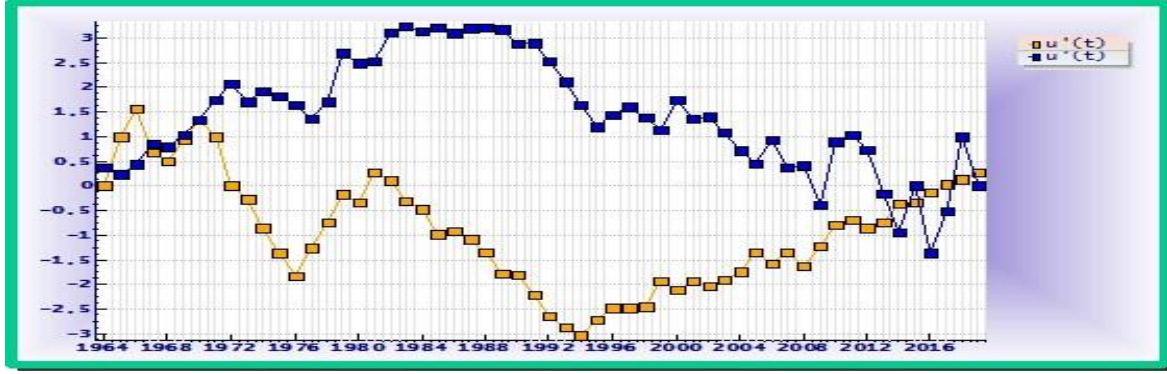


Aylık Ortalama Sıcaklık U_t-U_t') Grafiği



Şekil 2.60: Yıllık Değerlendirmede Mann-Kendall Korelasyon (U_t-U_t') Grafikleri (Bafra)

Bafra - Kış (Ut-Ut') Grafiği



Bafra - İlkbahar (Ut-Ut') Grafiği



Bafra - Yaz (Ut-Ut') Grafiği



Bafra - Sonbahar (Ut-Ut') Grafiği



Şekil 2.61: Aylık Maksimum Sıcaklıkların Mevsimlik Olarak Mann-Kendall Korelasyon ($U_t - U_{t'}$) Grafikleri (Bafra)

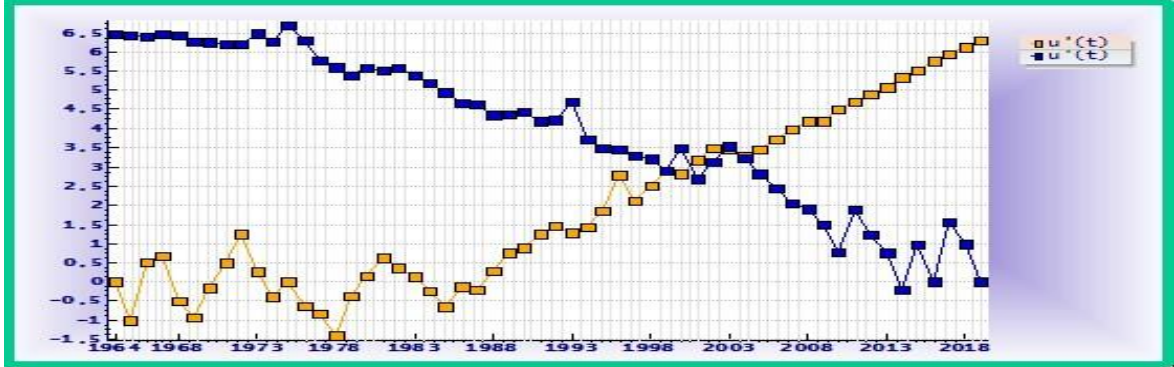
Bafra - Kış (Ut-Ut') Grafiği



Bafra - İlkbahar (Ut-Ut') Grafiği



Bafra - Yaz (Ut-Ut') Grafiği



Bafra - Sonbahar (Ut-Ut') Grafiği



Şekil 2.62: Aylık Minimum Sıcaklıkların Mevsimlik Olarak Mann-Kendall Korelasyon ($U_t - U'_t$) Grafikleri (Bafra)

Bafra - Kış (Ut-Ut') Grafiği



Bafra - İlkbahar (Ut-Ut') Grafiği



Bafra - Yaz (Ut-Ut') Grafiği



Bafra - Sonbahar (Ut-Ut') Grafiği



Şekil 2.63: Aylık Ortalama Sıcaklıkların Mevsimlik Olarak Mann-Kendall Korelasyon (Ut-Ut') Grafikleri (Bafra)

Tablo 2.31: Yıllık ve Mevsimler Bazında Sıcaklık Verilerine Ait Mann-Kendall Analizi

Metod	Mann-Kendall	
İstasyonlar	Samsun	Bafra
Yıllık Max. Sıc. Ort.	0,7	0,75
Yıllık Min. Sıc. Ort.	1,38	4,8*
Yıllık Ort. Sıc. Ort.	3,57*	1,73
Max. Sıc. Kış	1,82	-0,23
Max. Sıc. İlkbahar	-1,25	0,12
Max. Sıc. Yaz	1,21	2,44*
Max. Sıc. Sonbahar	0,77	0,59
Min. Sıc. Kış	0,36	0,78
Min. Sıc. İlkbahar	-0,17*	1,44*
Min. Sıc. Yaz	2,2*	5,69*
Min. Sıc. Sonbahar	1,7	3,87*
Ort. Sıc. Kış	0,78	0,31
Ort. Sıc. İlkbahar	0,97	-0,02
Ort. Sıc. Yaz	5,41*	3,89*
Ort. Sıc. Sonbahar	2,74*	1,46

* %95 ($\alpha=0.05$) güven aralığında anlamlılık seviyesini gösterir.

56 yıllık sıcaklık verilerinin ortalamalarına uygulanan Mann-Kendall testi sonucunda elde edilen bulguları incelediğimizde, Samsun'un aylık maksimum ve minimum sıcaklık ortalamalarına ait yıllık değerlendirmesinde, aylık maksimum sıcaklık ortalamalarına ait mevsimsel verilerinde, aylık minimum sıcaklık ortalamalarının mevsimsel değerlendirmesine ait kış ve sonbahar mevsimlerinde, aylık ortalama sıcaklıkların ise kış ile ilkbahar mevsimlerinde tespit edilen %95 anlamlılık seviyesinde anlamlı bir trende rastlanmamıştır. Buna karşın Bafra'ya ait yıllık maksimum ve ortalama sıcaklık ortalamalarında, aylık maksimum sıcaklıkların mevsimsel değerlendirmelerinde yaz hariç diğer mevsimlerin hepsinde, aylık minimum sıcaklık ortalamalarının kış mevsiminde, aylık ortalama sıcaklık ortalamalarına ait yaz hariç diğer mevsimlerine ait değerlerde anlamlı bir trendin bulunmadığı görülmektedir. Başka bir anlatımla, istasyonların Z değeri, $\pm 1,96$ olan kritik değere göre

güven aralığında kaldığından H_0 hipotezi kabul edilmiş ve trendin olmadığı tespit edilmiştir. Ancak elde edilen sonuç, belirtilen istasyonlarda anlamlı olmayan bu artış ve azalışların olmadığı anlamına da gelmemektedir. Mann-Kendall tabloları incelemek olursa, trendlerin durumu daha net görülecektir. Sıcaklık farklarının net olarak ortaya konulması için Sen'in Trend Analizi çıktılarına ait formüllerden elde edilen sıcaklık değerleri sonraki tablolarda özgün olarak oluşturulmuştur.

Tablo 2.32: Aylık Maksimum, Minimum ve Ortalama Sıcaklıkların Yıllık Ortalamaları Arasındaki Farklar (°C)

Aylık Sıcaklık Ortalamaları	Samsun	Bafra	Fark
Maksimum	0,3	0,4	0,1
Minimum	0,5	1,3	0,8
Ortalama	1,3	0,1	1,2

Tablo 2.33: Mevsimlere Göre Aylık Maksimum Sıcaklık Ortalamaları Arasındaki Farklar (°C)

Mevsimler	Samsun	Bafra	Fark
Kış	1,4	-0,2	1,6
İlkbahar	-1,7	0,2	1,9
Yaz	0,7	1,3	0,5
Sonbahar	0,6	0,2	0,4

Tablo 2.34: Mevsimlere Göre Aylık Minimum Sıcaklık Ortalamaları Arasındaki Farklar (°C)

Mevsimler	Samsun	Bafra	Fark
Kış	0,2	0,3	0,1
İlkbahar	-0,1	0,5	0,6
Yaz	1,1	2,1	1
Sonbahar	1,1	1,7	0,6

Tablo 2.35: Mevsimlere Göre Aylık Ortalama Sıcaklık Ortalamaları Arasındaki Farklar (°C)

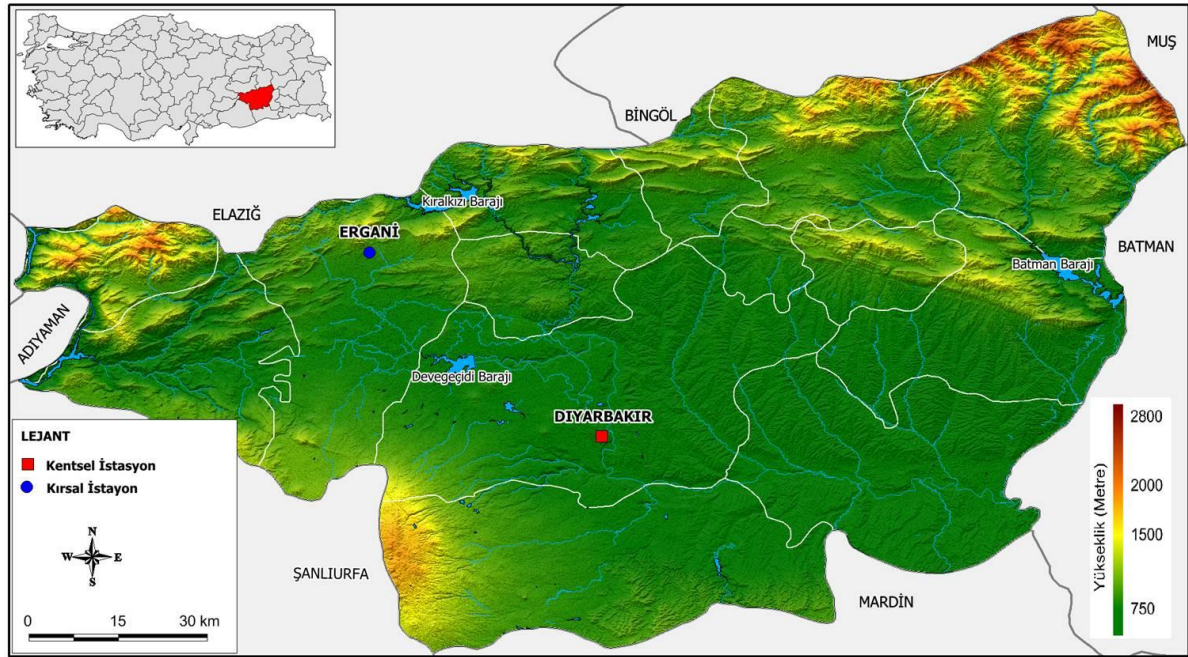
Mevsimler	Samsun	Bafra	Fark
Kış	0,4	0,1	0,3
İlkbahar	0,4	-0,1	0,5
Yaz	2,5	1,7	0,8
Sonbahar	1,1	0,5	0,6

SenQ metoduna göre hesaplanan tablolarda görülen sıcaklık değerlerine göre yıllık ve mevsimlik sıcaklık verilerinin türdeş olması, diğer bir deyişle aynı evrenden geldiği hipotezinin kabul edilmesi varsayımı ile zaman serilerine ait trendlerde anlamlılık gözlenmiştir. Yani sabit güven aralığı $\pm 1,96$ aralığında olanları anlamlı kabul ettiğimizde (uygulanan teste göre istatistiksel anlamda önemli olan) meydana gelen artış ve azalışlara göre fark değerlendirmeleri tablolardaki gibi ortaya çıkmaktadır.

Samsun ve karşılaştırma istasyonu olan Bafra için uzun yılları kapsayan eğilimleri gösteren Mann-Kendall Korelasyon (Ut-Ut') grafikleri ile yıllık bazda değerlendirmelerde, Samsun için aylık minimum ve aylık ortalama sıcaklık ortalamalarında anlamlı bir trend varlığı gözlenmiştir. Buna karşın aylık maksimum sıcaklık ortalamalarında anlamlı bir trend görülmemektedir. Mukayese istasyonu Bafra'nın yıllık bazda değerlendirme grafiklerinde ise aylık minimum sıcaklık ortalamalarında anlamlı bir trend görülürken, aylık maksimum sıcaklık ve aylık ortalama sıcaklık ortalamalarına ait verilerde anlamlı trendler izlenmemiştir. SenQ değerine göre baz alınan yıllık değerlendirmelerdeki sıcaklık farklarına ait sonuçlara göre ise (Tablo 2.32) Samsun'un, mukayese istasyonu olan Bafra'dan sadece aylık ortalama sıcaklık ortalamalarında $1,2^{\circ}\text{C}$ daha fazla ısındığı görülmüştür. Buna karşın Bafra, aylık maksimum sıcaklık ortalamalarında $0,1^{\circ}\text{C}$ ve aylık minimum sıcaklık ortalamalarında ise $0,8^{\circ}\text{C}$ daha fazla ısınmıştır. Mevsimlere göre yapılan değerlendirmelerde ise (Tablo 2.33, 2.34, 2.35) aylık ortalama sıcaklık ortalamalarında daima Samsun, kırsal istasyon Bafra'ya göre daha fazla sıcaklık değerine sahiptir. Aynı durum aylık maksimum sıcaklık ortalamalarının kış ve sonbahar mevsimleri için de benzerdir. Buna karşın aylık maksimum sıcaklık ortalamalarında ilkbahar ve yaz mevsimleri ile aylık minimum sıcaklık ortalamalarının tüm mevsimlerinde kırsal istasyon Bafra'nın kent istasyonu Samsun'a göre daha fazla ısındığı görülmektedir.

2.1.8 Diyarbakır - Ergani

Diyarbakır, Türkiye'de Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nin kuzey kesiminde bulunmaktadır. Güneyinde Mardin, kuzeyinde Bingöl, kuzeydoğusunda Muş, kuzeybatısında Elazığ, güneybatısında Şanlıurfa, batısında Adıyaman, Malatya ve doğusunda Batman ile komşudur. Diyarbakır, matematiksel konum itibarıyla $39^{\circ} 06'$ ile $41^{\circ} 20'$ doğu boylamları ile $37^{\circ} 30'$ ile $38^{\circ} 43'$ kuzey enlemleri arasında yer almaktadır (Şekil 2.64).



Diyarbakır artan nüfusunu maalesef yoğun göç almasına borçludur. Kırsal alandan kente olan göçün nedenlerine bakıldığında; kırsal kesimlerdeki yüksek doğurganlık oranı ile artan nüfus, terör ve güvenlik sorunsalı olayları, kent merkezinin bir çok yönden cazip bir merkez olmasıdır. 2013 yılı itibariyle 1.607.437 olan şehir merkezi nüfusu, 2018 yılında 1.732.396'ya kadar çıkmıştır. Diyarbakır'ın merkez ilçelerinin mahalle sayıları toplamı ise günümüzde 224'tür (TÜİK, İller İdaresi Genel Müdürlüğü, 2020).

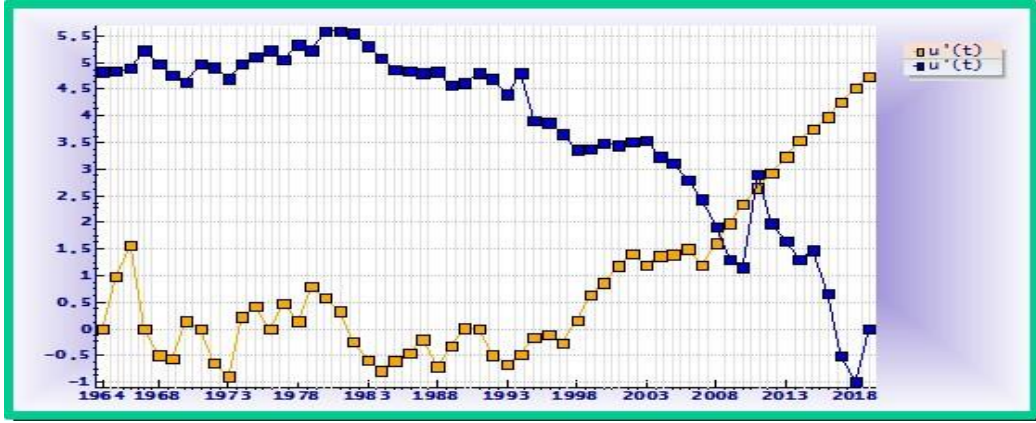


Foto 2.16: Diyarbakir Şehir Görünümü (Kaynak: www.nycturk.com)

Çalışma doğrultusunda Diyarbakir için mukayese istasyonu olarak Ergeni seçilmiştir. Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nden alınan 1963 ve 2019 yılları arasını kapsayan 56 yıllık sıcaklık verileri kullanılmıştır. Diyarbakir'in verileri, meteoroloji kodu 17280 olan ve 679 mt yükseklikte bulunan istasyondan alınmıştır. Mukayese istasyonu olan Ergani'ye ait meteorolojik veriler ise 17847 meteorolojik kodlu, 931 metredeki meteorolojik istasyondan alınmıştır.

Diyarbakir ve Ergani'ye ait 56 yıllık veri seti kapsamındakiler aylık maksimum sıcaklık, aylık minimum sıcaklık ve aylık ortalama sıcaklıklardır ve bunların hepsinin yıllık ve mevsimler bazında trend analizleri yapılarak, Mann-Kendall analizleri ile anlamlı yönde pozitif veya negatif bir trend olup olmadığı denetlenirken; SenQ değerine göre formülize edilen ve uzun yıllar sıcaklık ortalamaları bulunan değerler, şehir merkezi ve mukayese edilen istasyon olarak karşılaştırılmıştır. Çıkan değerlere ait sonuçlar için tablolar özgün şekilde oluşturulmuştur.

Aylık Maksimum Sıcaklık ($U_t-U'_t$) Grafiği



Aylık Minimum Sıcaklık ($U_t-U'_t$) Grafiği

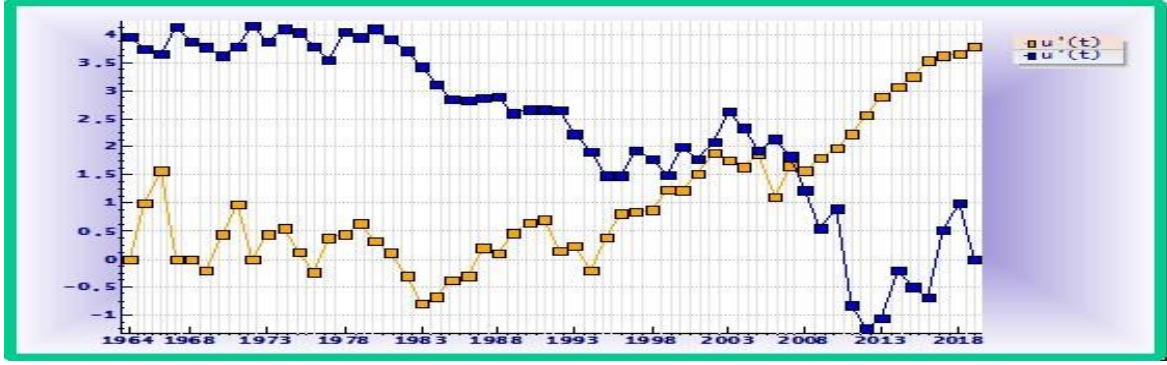


Aylık Ortalama Sıcaklık ($U_t-U'_t$) Grafiği



Şekil 2.65: Yıllık Değerlendirmede Mann-Kendall Korelâsyon ($U_t-U'_t$) Grafikleri
(Diyarbakır)

Diyarbakır - Kış ($U_t-U'_t$) Grafiği



Diyarbakır - İlkbahar ($U_t-U'_t$) Grafiği



Diyarbakır - Yaz ($U_t-U'_t$) Grafiği

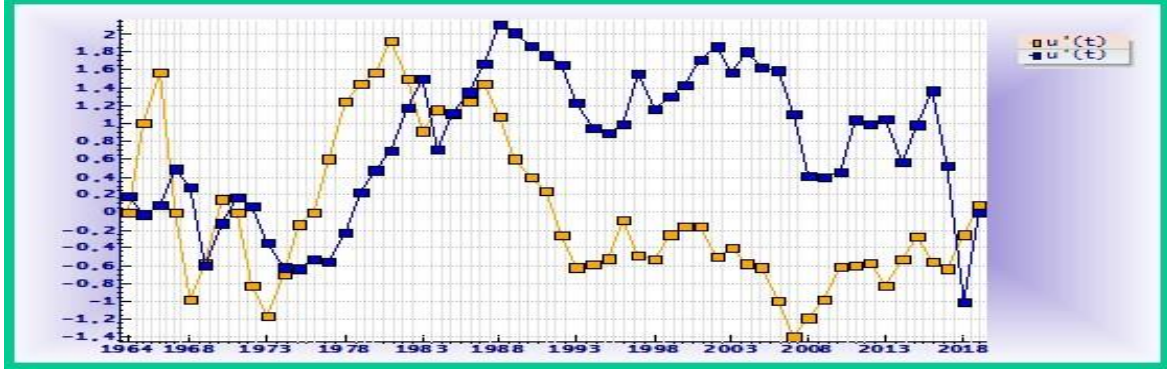


Diyarbakır - Sonbahar ($U_t-U'_t$) Grafiği



Şekil 2.66: Aylık Maksimum Sıcaklıkların Mevsimlik Olarak Mann-Kendall Korelasyon ($U_t-U'_t$) Grafikleri (Diyarbakır)

Diyarbakır - Kış (Ut-Ut') Grafiği



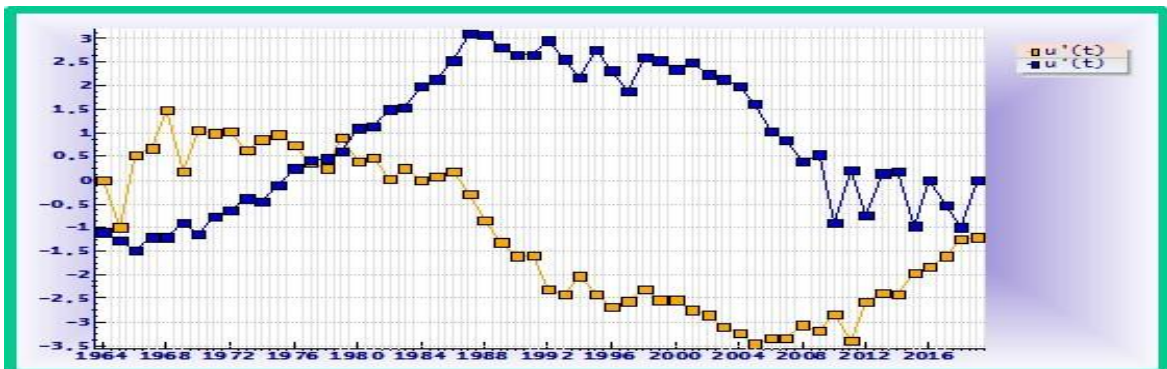
Diyarbakır - İlkbahar (Ut-Ut') Grafiği



Diyarbakır - Yaz (Ut-Ut') Grafiği

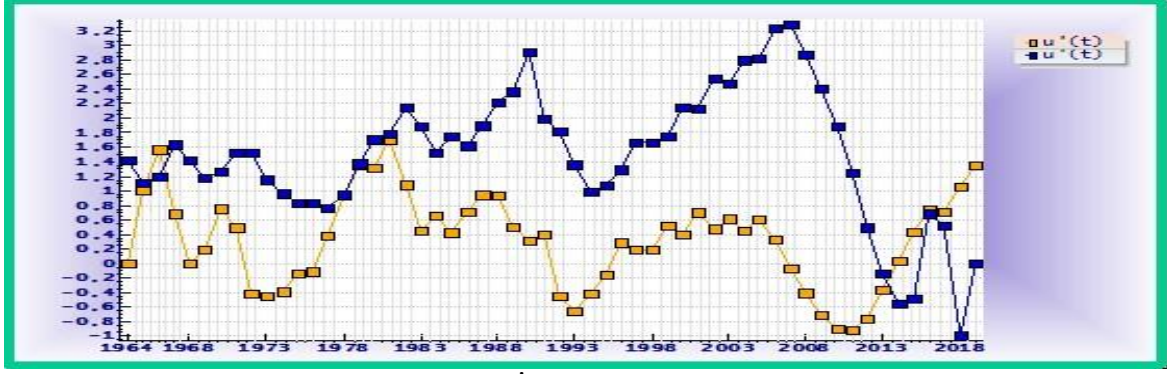


Diyarbakır - Sonbahar (Ut-Ut') Grafiği



Şekil 2.67: Aylık Minimum Sıcaklıkların Mevsimlik Olarak Mann-Kendall Korelasyon ($U_t - U_{t'}$) Grafikleri (Diyarbakır)

Diyarbakır - Kış (Ut-Ut') Grafiği



Diyarbakır - İlkbahar (Ut-Ut') Grafiği



Diyarbakır - Yaz (Ut-Ut') Grafiği

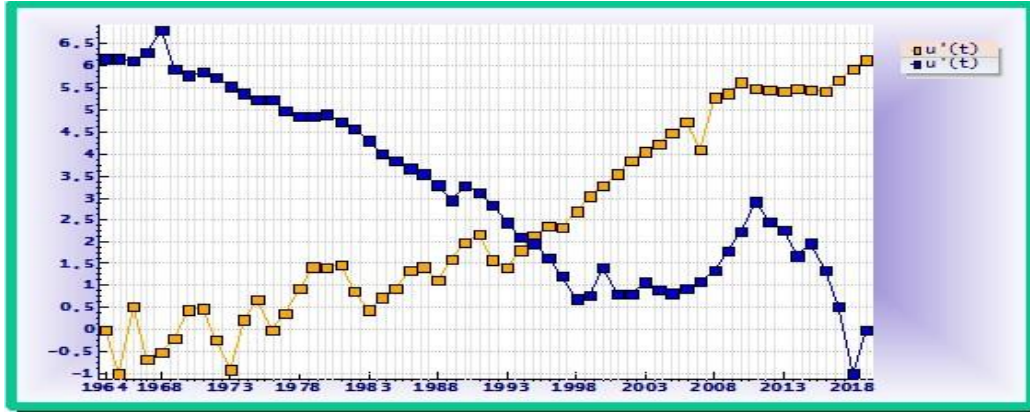


Diyarbakır - Sonbahar (Ut-Ut') Grafiği



Şekil 2.68: Aylık Ortalama Sıcaklıkların Mevsimlik Olarak Mann-Kendall Korelasyon ($U_t - U_{t'}$) Grafikleri (Diyarbakır)

Aylık Maksimum Sıcaklık (U_t-U_t') Grafiği



Aylık Minimum Sıcaklık (U_t-U_t') Grafiği

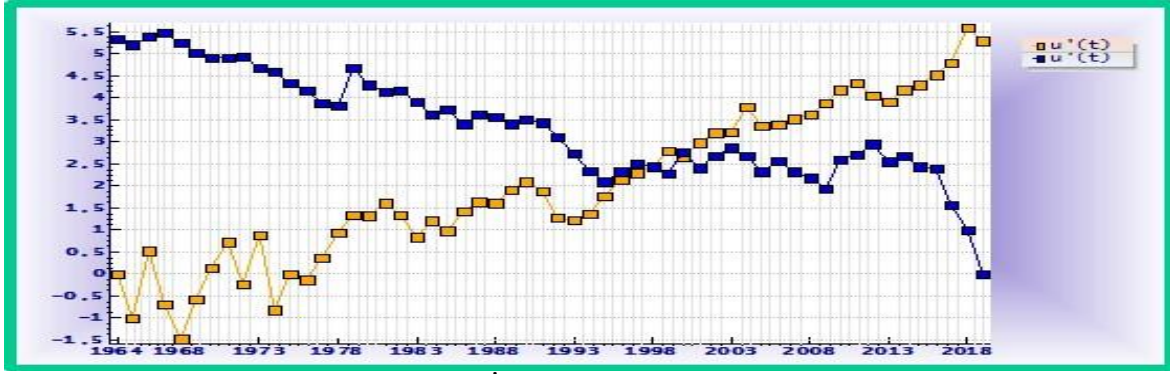


Aylık Ortalama Sıcaklık (U_t-U_t') Grafiği



Şekil 2.69: Yıllık Değerlendirmede Mann-Kendall Korelasyon (U_t-U_t') Grafikleri (Ergani)

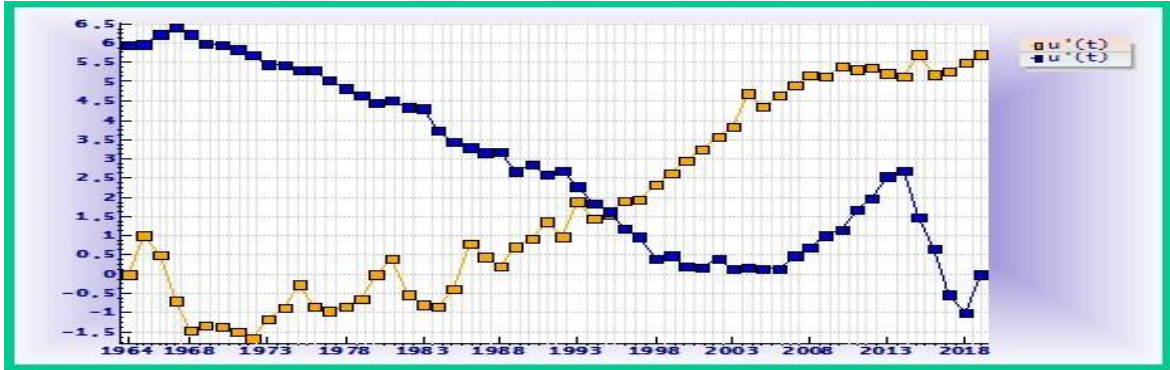
Ergani - Kış (Ut-Ut') Grafiği



Ergani - İlkbahar (Ut-Ut') Grafiği



Ergani - Yaz (Ut-Ut') Grafiği



Ergani- Sonbahar (Ut-Ut') Grafiği



Şekil 2.70: Aylık Maksimum Sıcaklıkların Mevsimlik Olarak Mann-Kendall Korelasyon (Ut-Ut') Grafikleri (Ergani)

Ergani - Kış (Ut-Ut') Grafiği



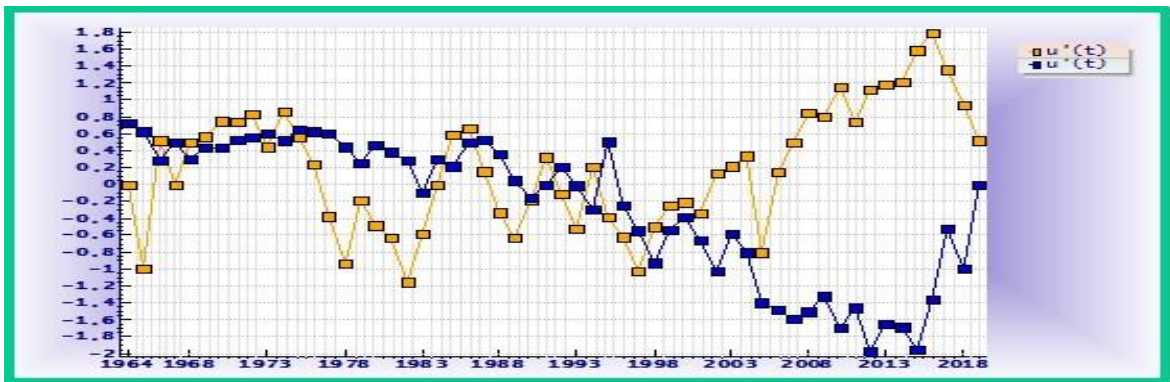
Ergani - İlkbahar (Ut-Ut') Grafiği



Ergani - Yaz (Ut-Ut') Grafiği

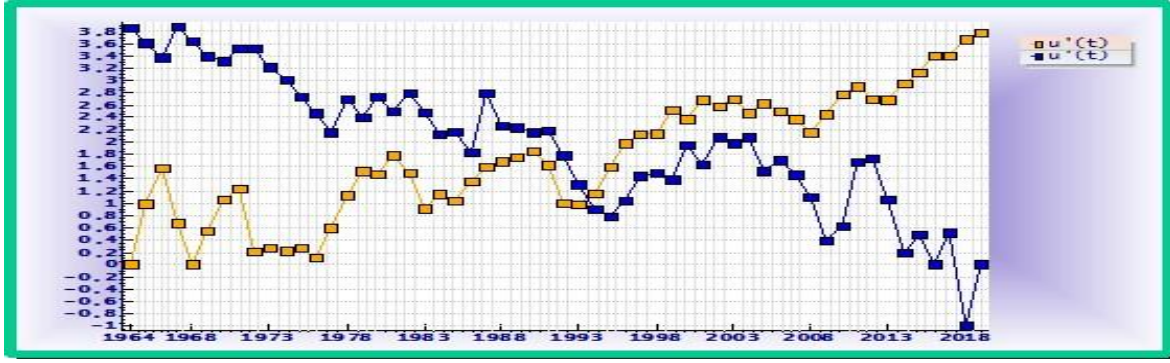


Ergani- Sonbahar (Ut-Ut') Grafiği

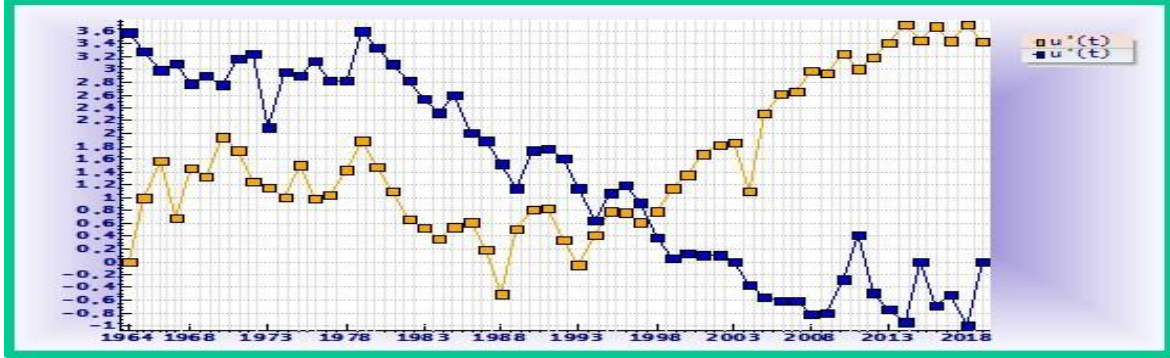


Şekil 2.71: Aylık Minimum Sıcaklıkların Mevsimlik Olarak Mann-Kendall Korelasyon (U_t-U_t') Grafikleri (Ergani)

Ergani - Kış (Ut-Ut') Grafiği



Ergani - İlkbahar (Ut-Ut') Grafiği



Ergani - Yaz (Ut-Ut') Grafiği



Ergani- Sonbahar (Ut-Ut') Grafiği



Şekil 2.72: Aylık Ortalama Sıcaklıkların Mevsimlik Olarak Mann-Kendall Korelasyon (Ut-Ut') Grafikleri (Ergani)

Tablo 2.36: Yıllık ve Mevsimler Bazında Sıcaklık Verilerine Ait Mann-Kendall Analizi

Metod	Mann-Kendall	
İstasyonlar	Diyarbakır	Ergani
Yıllık Max. Sıc. Ort.	4,29*	5,45*
Yıllık Min. Sıc. Ort.	-1,33	3,12*
Yıllık Ort. Sıc. Ort.	2,6*	5,1*
Max. Sıc. Kış	3,86*	4,56*
Max. Sıc. İlkbahar	3,4*	3,78*
Max. Sıc. Yaz	3,9*	5,4*
Max. Sıc. Sonbahar	3,78*	3,97*
Min. Sıc. Kış	-0,44	2,35*
Min. Sıc. İlkbahar	-2,45*	2,23*
Min. Sıc. Yaz	-1,96*	4,27
Min. Sıc. Sonbahar	-1,17	1,91
Ort. Sıc. Kış	-0,44	3,46*
Ort. Sıc. İlkbahar	-2,95*	3,8*
Ort. Sıc. Yaz	-1,99*	4,73*
Ort. Sıc. Sonbahar	-1,62	2,23*

* %95 ($\alpha=0.05$) güven aralığında anlamlılık seviyesini gösterir.

56 yıllık sıcaklık verilerinin ortalamalarına uygulanan Mann-Kendall testi sonucunda elde edilen bulguları incelediğimizde, Diyarbakır'ın aylık minimum sıcaklık ortalamalarına ait yıllık değerlendirmesinde, aylık minimum sıcaklık ortalamalarının mevsimsel değerlendirmesine ait kış ve sonbahar mevsimlerinde, aylık ortalama sıcaklıkların ise kış ile sonbahar mevsimlerinde tespit edilen %95 anlamlılık seviyesinde anlamlı bir trende rastlanmamıştır. Bununla birlikte Ergani'ye ait aylık minimum sıcaklık ortalamalarına ait mevsimsel değerlendirmelerde sonbahar mevsimine ait anlamlı bir trendin bulunmadığı görülmektedir. Başka bir anlatımla, istasyonların Z değeri, $\pm 1,96$ olan kritik değere göre güven aralığında kaldığından H_0 hipotezi kabul edilmiş ve trendin olmadığı tespit edilmiştir. Ancak elde edilen sonuç, belirtilen istasyonlarda anlamlı olmayan bu artış ve azalışların olmadığı anlamına da gelmemektedir. Mann-Kendall tabloları incelemek olursa, trendlerin durumu daha net görülecektir. Sıcaklık farklarının net olarak ortaya konulması için Sen'in

Trend Analizi çıktılarına ait formüllerden elde edilen sıcaklık değerleri sonraki tablolarda özgün olarak oluşturulmuştur.

Tablo 2.37: Aylık Maksimum, Minimum ve Ortalama Sıcaklıkların Yıllık Ortalamaları Arasındaki Farklar (°C)

Aylık Sıcaklık Ortalamaları	Diyarbakır	Ergani	Fark
Maksimum	2,6	2,9	0,3
Minimum	-0,1	1,1	1,2
Ortalama	1,1	1,9	0,8

Tablo 2.38: Mevsimlere Göre Aylık Maksimum Sıcaklık Ortalamaları Arasındaki Farklar (°C)

Mevsimler	Diyarbakır	Ergani	Fark
Kış	3,1	3,3	0,2
İlkbahar	4,2	2,7	1,5
Yaz	2,5	3,6	1,1
Sonbahar	2,1	2,5	0,4

Tablo 2.39: Mevsimlere Göre Aylık Minimum Sıcaklık Ortalamaları Arasındaki Farklar (°C)

Mevsimler	Diyarbakır	Ergani	Fark
Kış	-0,5	1,7	2,2
İlkbahar	-2,2	1,1	3,3
Yaz	-1	1,8	2,8
Sonbahar	-0,9	0,7	1,6

Tablo 2.40: Mevsimlere Göre Aylık Ortalama Sıcaklık Ortalamaları Arasındaki Farklar (°C)

Mevsimler	Diyarbakır	Ergani	Fark
Kış	-0,5	2,3	2,8
İlkbahar	-2,7	2,2	4,9
Yaz	-1,1	2,3	3,4
Sonbahar	-1,1	0,9	2

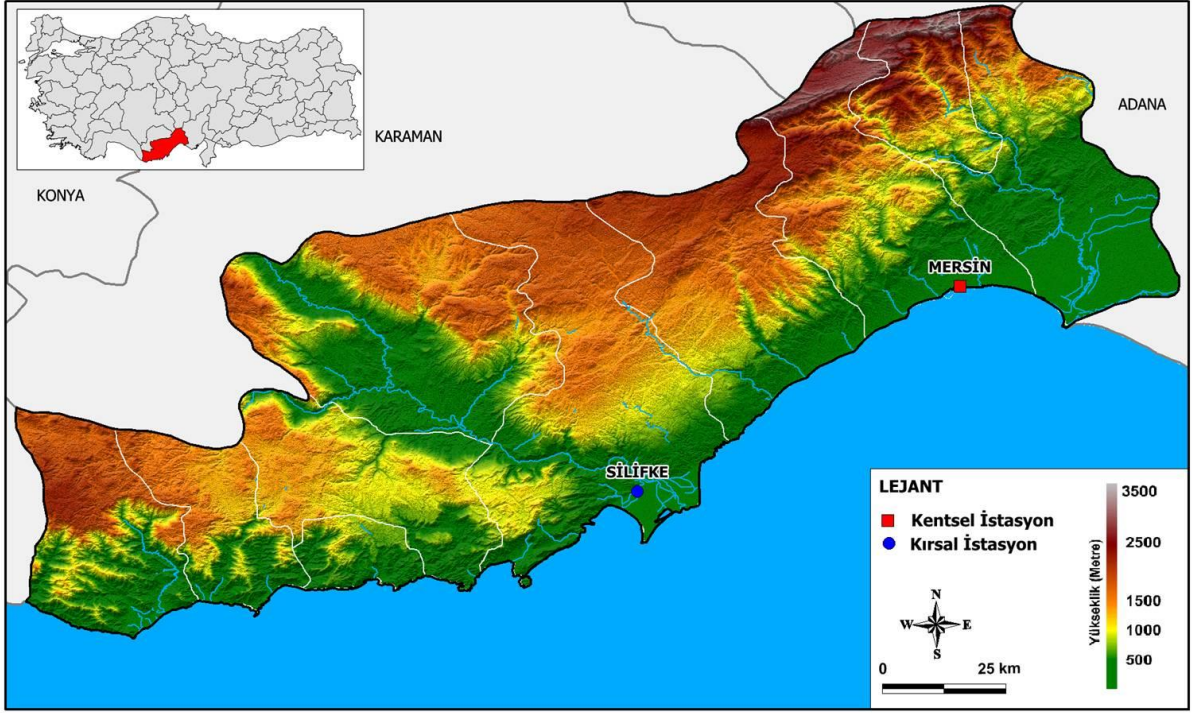
SenQ metoduna göre hesaplanan tablolarda görülen sıcaklık değerlerine göre yıllık ve mevsimlik sıcaklık verilerinin türdeş olması, diğer bir deyişle aynı evrenden geldiği hipotezinin kabul edilmesi varsayımı ile zaman serilerine ait trendlerde anlamlılık gözlenmiştir. Yani sabit güven aralığı $\pm 1,96$ aralığında olanları anlamlı kabul ettiğimizde (uygulanen teste göre istatistiksel anlamda önemli olan) meydana gelen artış ve azalışlara

göre fark değerlendirmeleri tablolarındaki gibi ortaya çıkmaktadır. Yıllık maksimum, minimum ve ortalama sıcaklık değerlendirmelerinde kırsal istasyon olan Ergani'nin sıcaklık değerlerinin Diyarbakır'a oranla daha fazla olduğu gözlenmiştir. Aynı şekilde aylık maksimum sıcaklıklar ortalamalarının kış hariç diğer mevsimlerinde de durum benzer durum hakimdir. Bunun yanı sıra kentsel ısı adasının minimum sıcaklıklarda daha çok gözlemlendiği düşünülürse, kırsal istasyon olan Ergani'nin tüm mevsimsel koşullarda daha çok ısındığı gözlenmiştir. Ortalama sıcaklıklara ait değerlerde durum değişmemiş, kırsal istasyon olan Ergani, Diyarbakır'dan daha yüksek sıcaklıklarda seyretmiştir.

Diyarbakır ve karşılaştırma istasyonu olan Ergani için uzun yılları kapsayan eğilimleri gösteren Mann-Kendall Korelasyon (Ut-Ut') grafikleri ile yıllık bazda değerlendirmelerde, Diyarbakır için aylık maksimum ve aylık ortalama sıcaklık ortalamalarında anlamlı bir trend varlığı gözlenmiştir. Buna karşın aylık minimum sıcaklık ortalamalarında anlamlı bir trend görülmemektedir. Mukayese istasyonu Ergani'nin yıllık bazda değerlendirme grafiklerinde ise aylık maksimum, minimum ve ortalama sıcaklık ortalamalarında anlamlı bir trend görülmektedir. SenQ değerine göre baz alınan yıllık değerlendirmelerdeki sıcaklık farklarına ait sonuçlara göre ise (Tablo 2.37) Ergani'nin, kentsel istasyon olan Diyarbakır'dan daha fazla ısındığı görülmektedir. Özellikle sıcaklık farklı ŞIA'nın şiddetinin daha fazla hissedildiği aylık minimum sıcaklıklarda 1,2 °C'dir. Benzer durum mevsimlere göre yapılan değerlendirmelere ait tablolara ait (Tablo 2.38, 2.39, 2.40) aylık minimum sıcaklık ve aylık ortalama sıcaklık ortalamalarına ait tüm mevsimlerde de geçerlidir. Bununla birlikte aylık maksimum sıcaklık ortalamalarına ait tabloda ilkbahar, yaz ve sonbahar mevsimlerinde de kırsal istasyon Ergani daha fazla ısınmışken, sadece kış mevsiminde Diyarbakır'ın Ergani'den 0,2 °C daha fazla ısındığı görülmektedir.

2.1.9 Mersin - Silifke

Mersin, ülkemizin güneyinde yer alan Akdeniz Bölgesi'nin orta kesiminde bulunmaktadır. Doğusunda Adana, batısında Antalya, kuzeyinde Karaman ve Konya, kuzeydoğusunda Niğde ile komşudur. Güneyinde ise uzun sınırı olarak Akdeniz yer almaktadır. İl, matematiksel konum itibarıyla 32° 32' ile 35° 09' doğu boylamları ile 36° 01' ile 37° 26' kuzey enlemleri arasında yer almaktadır (Şekil 2.73).



Şekil 2.73: Mersin ve Silifke'nin lokasyon haritası

Mersin, liman faaliyetleri ile doğru orantılı olarak artan sanayi faaliyetleri nedeniyle yoğun göç alan bir şehir olduğundan, son yıllardaki kentli nüfusu oldukça artmıştır. 2013 yılı itibarıyla 1.647.899 olan şehir nüfusu, 2018 yılında 1.814.468'e kadar çıkmıştır. Mersin'in merkez ilçelerinin mahalle sayıları toplamı ise günümüzde 204'tür (TÜİK, İller İdaresi Genel Müdürlüğü, 2020).



Foto 2.17: Mersin eski şehir görünümü (1980) (Kaynak: www.pinterest.ch)

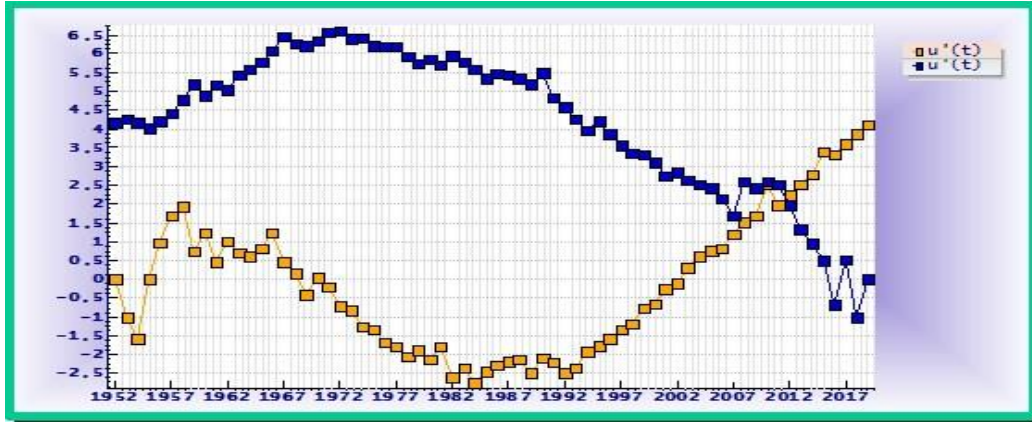


Foto 2.18: Mersin yeni şehir görünümü (2018) (Kaynak: www.haberturk.com)

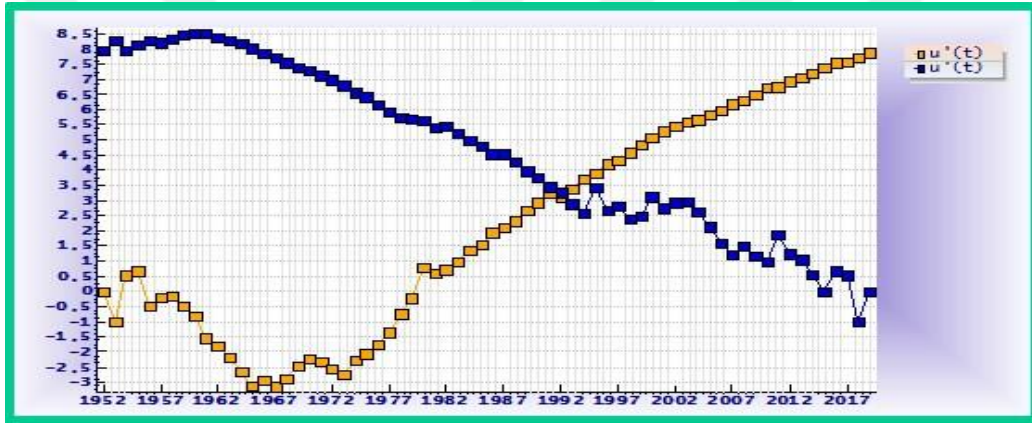
Çalışma doğrultusunda Mersin için mukayese istasyonu olarak Silifke seçilmiştir. Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nden alınan 1951 ve 2019 yılları arasını kapsayan 68 yıllık sıcaklık verileri kullanılmıştır. Mersin'in verileri, meteoroloji kodu 17340 olan ve 2 mt yükseklikte bulunan istasyondan alınmıştır. Mukayese istasyonu olan Silifke'ye ait meteorolojik veriler ise 17330 meteorolojik kodlu, 17 metredeki meteorolojik istasyondan alınmıştır.

Mersin ve Silifke'ye ait 68 yıllık veri seti kapsamındakiler aylık maksimum sıcaklık, aylık minimum sıcaklık ve aylık ortalama sıcaklıklardır ve bunların hepsinin yıllık ve mevsimler bazında trend analizleri yapılarak, Mann-Kendall analizleri ile anlamlı yönde pozitif veya negatif bir trend olup olmadığı denetlenirken; SenQ değerine göre formülize edilen ve uzun yıllar sıcaklık ortalamaları bulunan değerler, şehir merkezi ve mukayese edilen istasyon olarak karşılaştırılmıştır. Çıkan değerlere ait sonuçlar için tablolar özgün şekilde oluşturulmuştur..

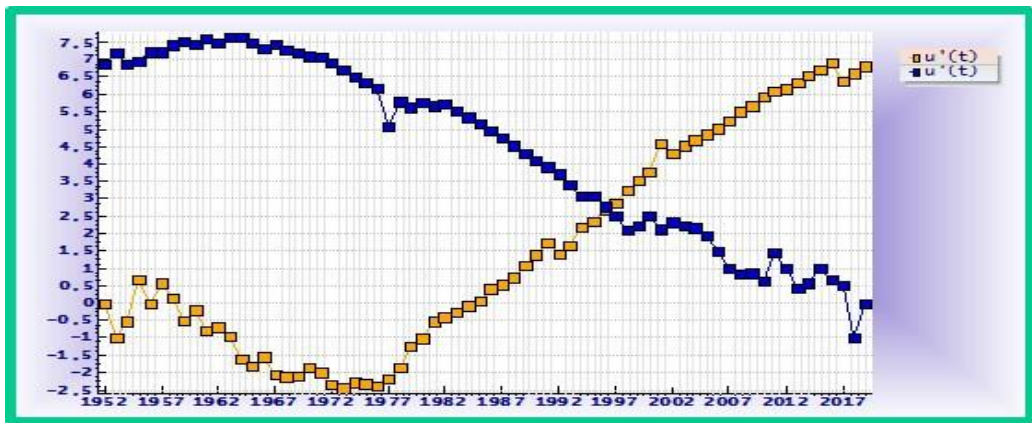
Aylık Maksimum Sıcaklık (U_t-U_t') Grafiği



Aylık Minimum Sıcaklık (U_t-U_t') Grafiği



Aylık Ortalama Sıcaklık (U_t-U_t') Grafiği

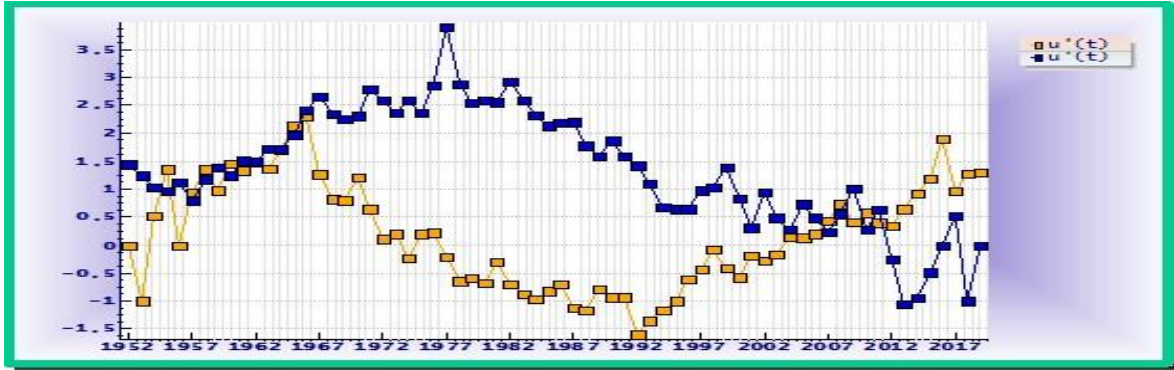


Şekil 2.74: Yıllık Değerlendirmede Mann-Kendall Korelâsyon (U_t-U_t') Grafikleri (Mersin)

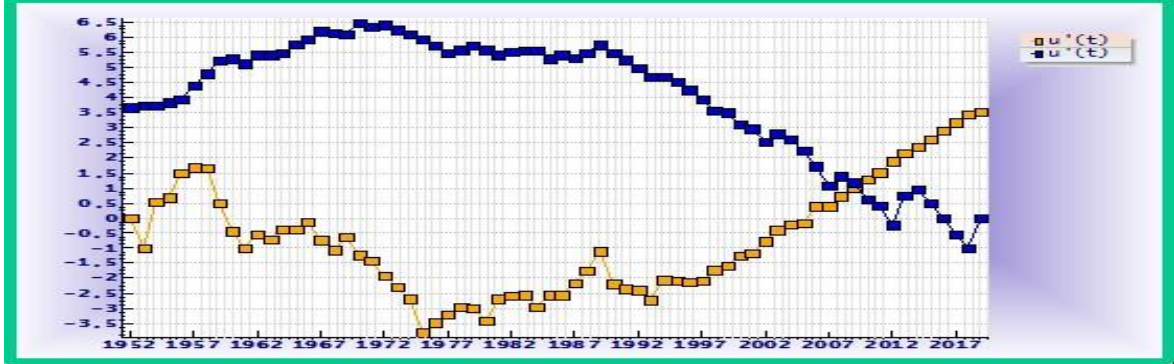
Mersin - Kış (Ut-Ut') Grafiği



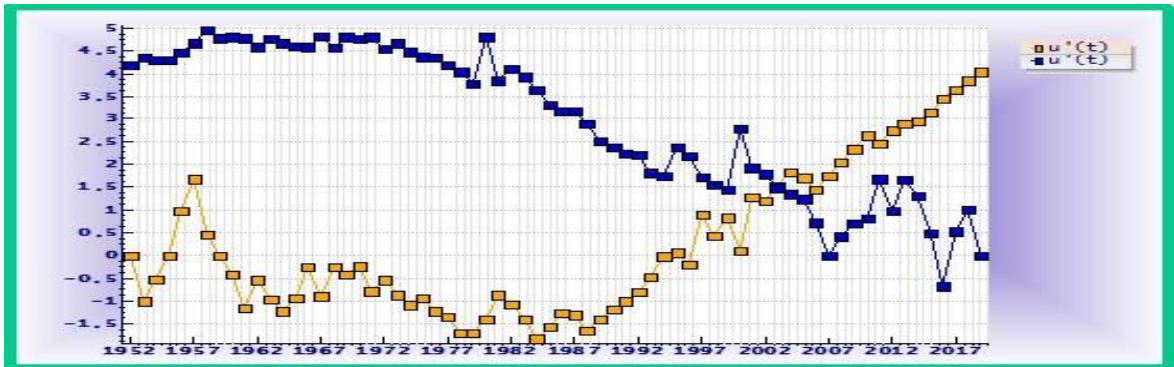
Mersin - İlkbahar (Ut-Ut') Grafiği



Mersin - Yaz (Ut-Ut') Grafiği



Mersin - Sonbahar (Ut-Ut') Grafiği



Şekil 2.75: Aylık Maksimum Sıcaklıkların Mevsimlik Olarak Mann-Kendall Korelasyon ($U_t-U_{t'}$) Grafikleri (Mersin)

Mersin - Kış (Ut-Ut') Grafiği



Mersin - İlkbahar (Ut-Ut') Grafiği



Mersin - Yaz (Ut-Ut') Grafiği

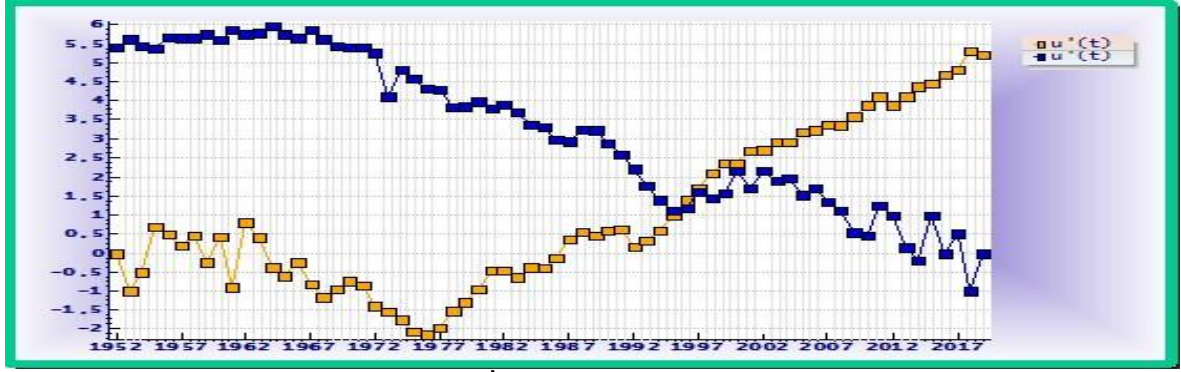


Mersin - Sonbahar (Ut-Ut') Grafiği



Şekil2.76: Aylık Minimum Sıcaklıkların Mevsimlik Olarak Mann-Kendall Korelasyon (Ut-Ut') Grafikleri (Mersin)

Mersin - Kış (Ut-Ut') Grafiği



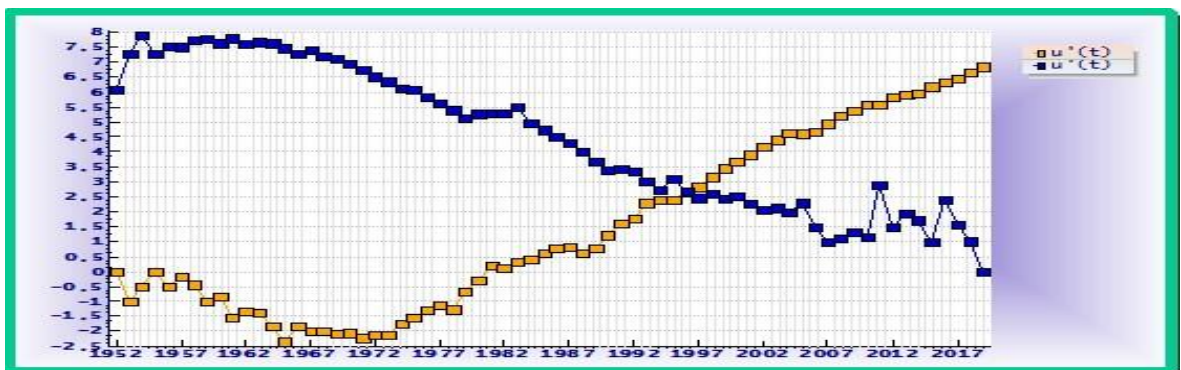
Mersin - İlkbahar (Ut-Ut') Grafiği



Mersin - Yaz (Ut-Ut') Grafiği

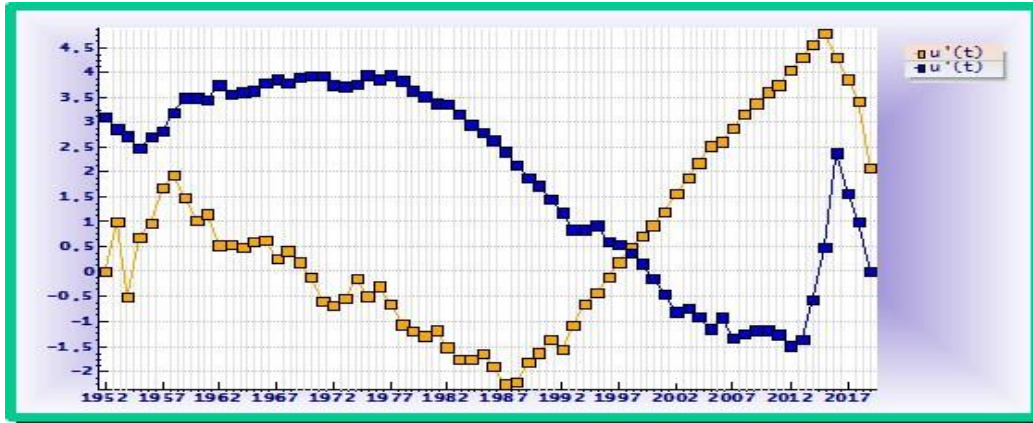


Mersin - Sonbahar (Ut-Ut') Grafiği

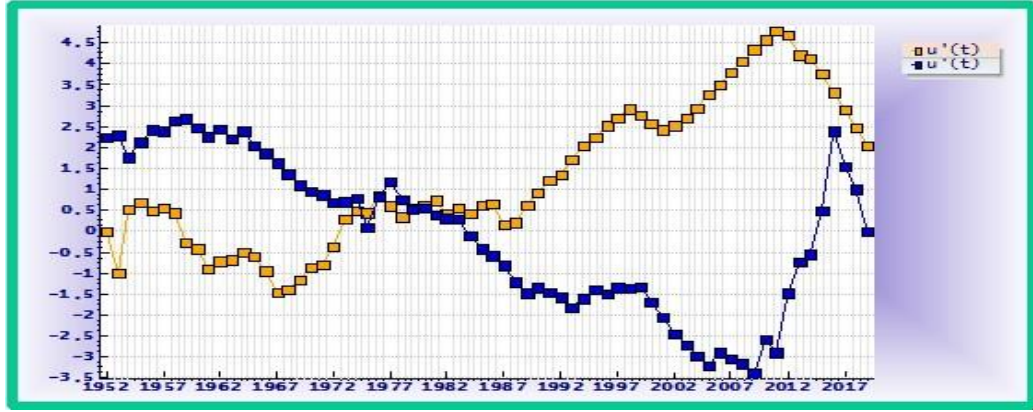


Şekil 2.77: Aylık Ortalama Sıcaklıkların Mevsimlik Olarak Mann-Kendall Korelasyon (Ut-Ut') Grafikleri (Mersin)

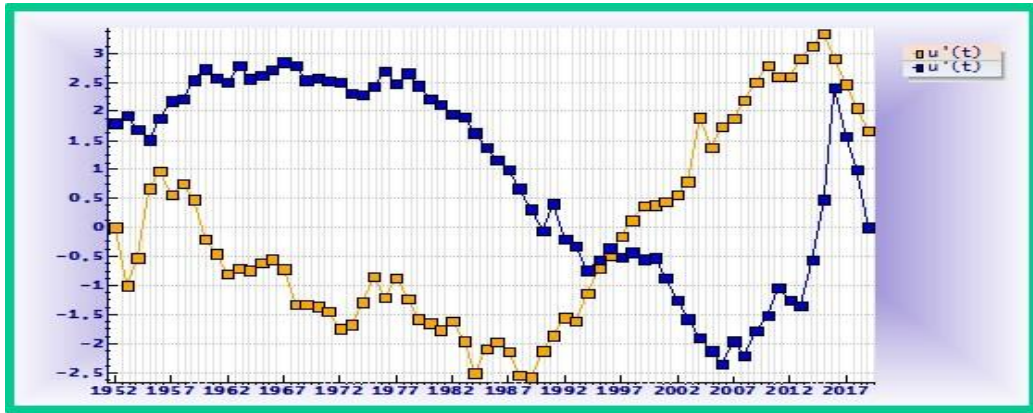
Aylık Maksimum Sıcaklık ($U_t-U'_t$) Grafiği



Aylık Minimum Sıcaklık ($U_t-U'_t$) Grafiği



Aylık Ortalama Sıcaklık ($U_t-U'_t$) Grafiği



Şekil 2.78: Yıllık Değerlendirmede Mann-Kendall Korelasyon ($U_t-U'_t$) Grafikleri (Silifke)

Silifke - Kış (Ut-Ut') Grafiği



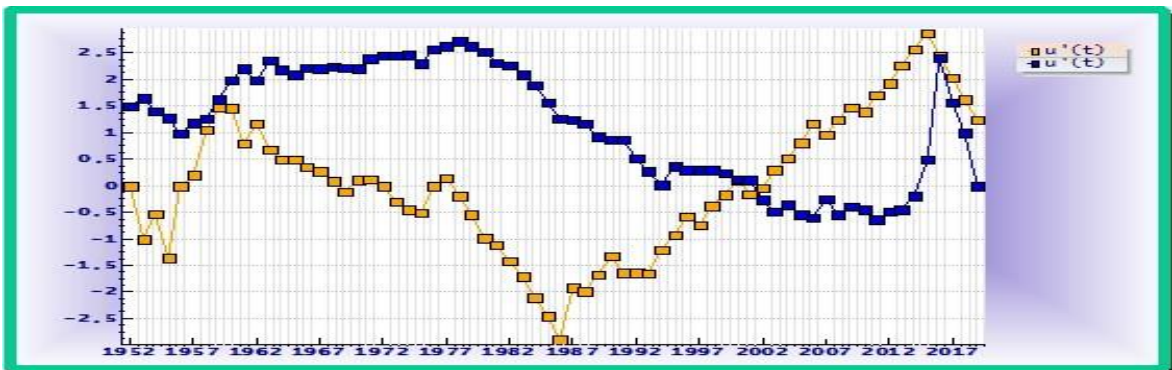
Silifke - İlkbahar (Ut-Ut') Grafiği



Silifke - Yaz (Ut-Ut') Grafiği



Silifke - Sonbahar (Ut-Ut') Grafiği



Şekil 2.79: Aylık Maksimum Sıcaklıkların Mevsimlik Olarak Mann-Kendall Korelasyon ($U_t - U_{t'}$) Grafikleri (Silifke)

Silifke - Kış (Ut-Ut') Grafiği



Silifke - İlkbahar (Ut-Ut') Grafiği



Silifke - Yaz (Ut-Ut') Grafiği

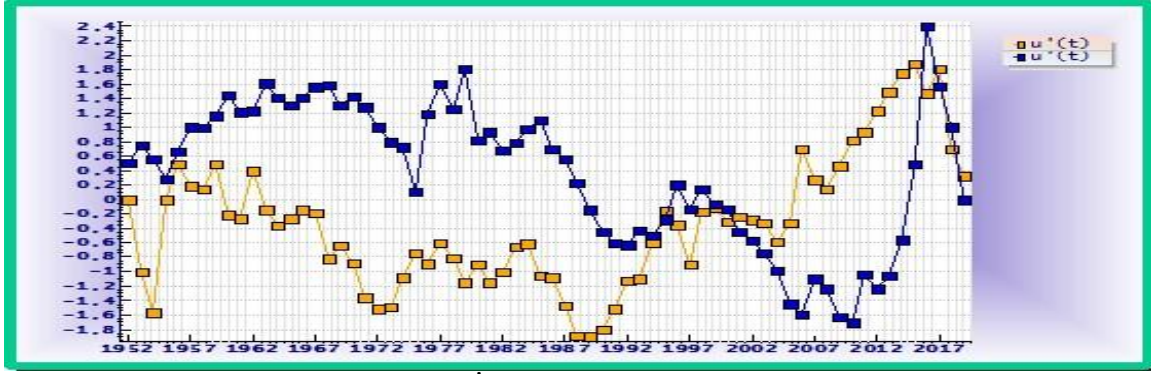


Silifke - Sonbahar (Ut-Ut') Grafiği



Şekil 2.80: Aylık Minimum Sıcaklıkların Mevsimlik Olarak Mann-Kendall Korelasyon ($U_t-U_{t'}$) Grafikleri (Silifke)

Silifke - Kış (Ut-Ut') Grafiği



Silifke - İlkbahar (Ut-Ut') Grafiği



Silifke - Yaz (Ut-Ut') Grafiği



Silifke - Sonbahar (Ut-Ut') Grafiği



Şekil 2.81: Aylık Ortalama Sıcaklıkların Mevsimlik Olarak Mann-Kendall Korelasyon ($U_t-U_{t'}$) Grafikleri (Silifke)

Tablo 2.41: Yıllık ve Mevsimler Bazında Sıcaklık Verilerine Ait Mann-Kendall Analizi

Metod	Mann-Kendall	
İstasyonlar	Mersin	Silifke
Yıllık Max. Sıc. Ort.	3,37*	4,65*
Yıllık Min. Sıc. Ort.	7,64*	5,52*
Yıllık Ort. Sıc. Ort.	7*	4,09*
Max. Sıc. Kış	2,33*	3,27*
Max. Sıc. İlkbahar	1,4	4,09*
Max. Sıc. Yaz	3,04*	4,57*
Max. Sıc. Sonbahar	3,5*	3,14*
Min. Sıc. Kış	4,58*	2,39*
Min. Sıc. İlkbahar	6,96*	5,11*
Min. Sıc. Yaz	7,38*	6,12*
Min. Sıc. Sonbahar	6,87*	4,08*
Ort. Sıc. Kış	4,81*	-0,53*
Ort. Sıc. İlkbahar	6,26*	4,16*
Ort. Sıc. Yaz	6,17*	4,99*
Ort. Sıc. Sonbahar	6,54*	1,47

* %95 ($\alpha=0.05$) güven aralığında anlamlılık seviyesini gösterir.

68 yıllık sıcaklık verilerinin ortalamalarına uygulanan Mann-Kendall testi sonucunda elde edilen bulguları incelediğimizde, Mersin'in aylık maksimum sıcaklık ortalamalarına ait mevsimsel değerlendirmesinde sadece ilkbahar mevsiminde tespit edilen %95 anlamlılık seviyesinde anlamlı bir trende rastlanmamıştır. Buna karşın Silifke'ye ait aylık ortalama sıcaklık ortalamalarına ait mevsimsel değerlendirmelerde sonbahar mevsimine ait anlamlı bir trendin bulunmadığı görülmektedir. Başka bir anlatımla, istasyonların Z değeri, $\pm 1,96$ olan kritik değere göre güven aralığında kaldığından H_0 hipotezi kabul edilmiş ve trendin olmadığı tespit edilmiştir. Ancak elde edilen sonuç, belirtilen istasyonlarda anlamlı olmayan bu artış ve azalışların olmadığı anlamına da gelmemektedir. Mann-Kendall tabloları incelemek olursa, trendlerin durumu daha net görülecektir. Sıcaklık farklarının net olarak ortaya konulması için Sen'in Trend Analizi çıktılarına ait formüllerden elde edilen sıcaklık değerleri sonraki tablolarda özgün olarak oluşturulmuştur.

Tablo 2.42: Aylık Maksimum, Minimum ve Ortalama Sıcaklıkların Yıllık Ortalamaları Arasındaki Farklar (°C)

Aylık Sıcaklık Ortalamaları	Mersin	Silifke	Fark
Maksimum	1,4	1,8	0,4
Minimum	5,9	1,8	4,1
Ortalama	2,7	1,2	1,5

Tablo 2.43: Mevsimlere Göre Aylık Maksimum Sıcaklık Ortalamaları Arasındaki Farklar (°C)

Mevsimler	Mersin	Silifke	Fark
Kış	1,4	1,6	0,2
İlkbahar	0,8	1,8	1
Yaz	2,1	1,8	0,3
Sonbahar	1,8	1,4	0,4

Tablo 2.44: Mevsimlere Göre Aylık Minimum Sıcaklık Ortalamaları Arasındaki Farklar (°C)

Mevsimler	Mersin	Silifke	Fark
Kış	3,6	0,9	2,7
İlkbahar	5,8	1,5	4,3
Yaz	6,5	2,3	4,2
Sonbahar	6,5	1,8	4,7

Tablo 2.45: Mevsimlere Göre Aylık Ortalama Sıcaklık Ortalamaları Arasındaki Farklar (°C)

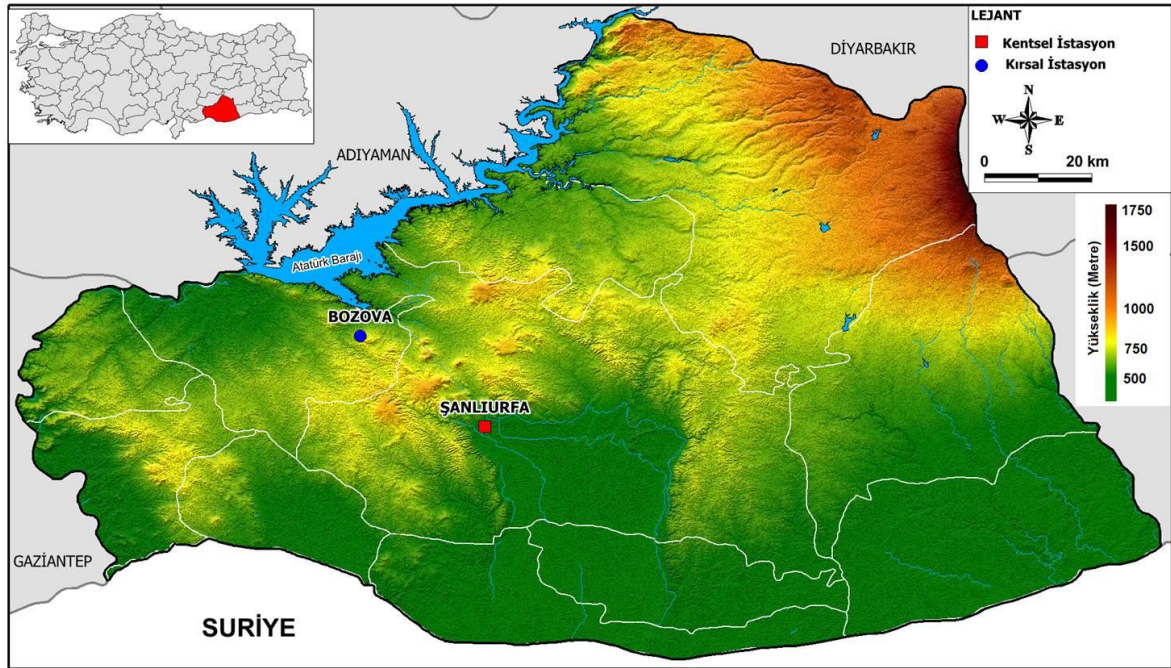
Mevsimler	Mersin	Silifke	Fark
Kış	2,2	-0,2	2,4
İlkbahar	2,5	1,6	0,9
Yaz	2,3	1,6	0,7
Sonbahar	3,6	0,5	3,1

SenQ metoduna göre hesaplanan tablolarda görülen sıcaklık değerlerine göre yıllık ve mevsimlik sıcaklık verilerinin türdeş olması, diğer bir deyişle aynı evrenden geldiği hipotezinin kabul edilmesi varsayımı ile zaman serilerine ait trendlerde anlamlılık gözlenmiştir. Yani sabit güven aralığı $\pm 1,96$ aralığında olanları anlamlı kabul ettiğimizde (uygulanan teste göre istatistiksel anlamda önemli olan) meydana gelen artış ve azalışlara göre fark değerlendirmeleri tablolardaki gibi ortaya çıkmaktadır.

Mersin ve karşılaştırma istasyonu olan Silifke için uzun yılları kapsayan eğilimleri gösteren Mann-Kendall Korelasyon (Ut-Ut') grafikleri ile yıllık bazda değerlendirmelerde, Mersin için aylık minimum ve aylık ortalama sıcaklık ortalamalarında anlamlı bir trend varlığı gözlenmiştir. Buna karşın aylık maksimum sıcaklık ortalamalarında anlamlı bir trend görülmemektedir. Mukayese istasyonu Silifke'nin yıllık bazda değerlendirme grafiklerinde ise aylık maksimum ve aylık ortalama sıcaklık ortalamalarında anlamlı bir trend görülmektedir. Buna karşın aylık minimum sıcaklık ortalamalarında anlamlı bir trend izlenmemiştir. SenQ değerine göre baz alınan yıllık değerlendirmelerdeki sıcaklık farklarına ait sonuçlara göre ise (Tablo 2.42) Mersin'in, mukayese istasyonu olan Silifke'den aylık minimum sıcaklık ortalamalarında 4,1 °C ve aylık ortalama sıcaklık ortalamalarında ise 1,5 °C daha fazla ısındığı görülmektedir. Özellikle sıcaklık farklı ŞIA'nın şiddetinin daha fazla hissedildiği aylık minimum sıcaklıklarda görülen ısınma değeri dikkat çekicidir. Buna karşın aylık maksimum sıcaklık ortalamalarında ise kırsal istasyon olan Silifke'nin Mersin'den 0,4 °C daha fazla ısındığı görülmektedir. Bununla birlikte mevsimlere göre yapılan değerlendirmelere ait tablolara ait (Tablo 2.43, 2.44, 2.45) aylık minimum ve aylık ortalama sıcaklık ortalamalarına ait tüm mevsimlerde de Mersin'in Silifke'den daha fazla ısındığı görülmektedir. Aylık maksimum sıcaklık ortalamalarına ait tabloda ise kış, yaz ve sonbahar mevsimlerinde de Mersin yine Silifke'den daha fazla sıcaklık değerlerine sahipken, sadece kış mevsiminde Silifke 0,2 °C daha fazla ısınmış görülmektedir. Özellikle kentsel ısı adasının aylık minimum sıcaklıklarda daha fazla etkili olduğu düşünülürse, Mersin'in Silifke'den daha fazla ısındığı, dolayısıyla hipotezimizi doğrular nitelikte olduğu görülmektedir. Diğer bir deyişle kent merkezi istasyonu durumunda olan Mersin'de kentsel ısı adası varlığı mevcuttur denilebilir.

2.1.10 Şanlıurfa - Bozova

Şanlıurfa, ülkemizin Güneydoğu Bölgesi'nde yer almaktadır. Doğusunda Mardin, batısında Gaziantep, kuzeydoğusunda Diyarbakır, kuzeybatısında ise Adıyaman illeri ile çevrilidir. Güneyinde uzun kara sınırı olarak Suriye yer almaktadır. İl, matematiksel konum itibarıyla 37° 51' ile 40° 13' doğu boylamları ile 36° 40' ile 38° 01' kuzey enlemleri arasında yer almaktadır (Şekil 2.82).



Şanlıurfa'da her ne kadar işsizlik nedeniyle diğer illere göç edilse de, son yıllarda artan yüksek doğum sayısı kent nüfusunu hızla artıran faktörlerdendir. Yine artan olanaklar nedeniyle köyden kente göç edilmesi de şehir merkezi nüfusunu hızla artırmıştır. 2013 yılı itibariyle 700.000 civarında olan şehir merkezi nüfusu, 2018 yılında 1 milyonu geçmiştir.. Şanlıurfa'nın merkez ilçelerinin mahalle sayıları toplamı ise günümüzde 431'dir (TÜİK, İller İdaresi Genel Müdürlüğü, 2020).



Foto 2.20: Şanlıurfa yeni şehir merkezi görüntüsü (2018) (Kaynak: www.sanlıurfagazetesi.com)

Çalışma doğrultusunda Şanlıurfa için mukayese istasyonu olarak Bozova seçilmiştir. Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nden alınan 1975 ve 2019 yılları arasını kapsayan 44 yıllık sıcaklık verileri kullanılmıştır. Şanlıurfa'nın verileri, meteoroloji kodu 17270 olan ve 553 mt yükseklikte bulunan istasyondan alınmıştır. Mukayese istasyonu olan Bozova'ya ait meteorolojik veriler ise 7791 meteorolojik kodlu, 622 metredeki meteorolojik istasyondan alınmıştır.

Şanlıurfa ve Bozova'ya ait 44 yıllık veri seti kapsamındakiler aylık maksimum sıcaklık, aylık minimum sıcaklık ve aylık ortalama sıcaklıklardır ve bunların hepsinin yıllık ve mevsimler bazında trend analizleri yapılarak, Mann-Kendall analizleri ile anlamlı yönde pozitif veya negatif bir trend olup olmadığı denetlenirken; SenQ değerine göre formülize edilen ve uzun yıllar sıcaklık ortalamaları bulunan değerler, şehir merkezi ve mukayese edilen istasyon olarak karşılaştırılmıştır. Çıkan değerlere ait sonuçlar için tablolar özgün şekilde oluşturulmuştur.

Aylık Maksimum Sıcaklık ($U_t-U'_t$) Grafiği



Aylık Minimum Sıcaklık ($U_t-U'_t$) Grafiği

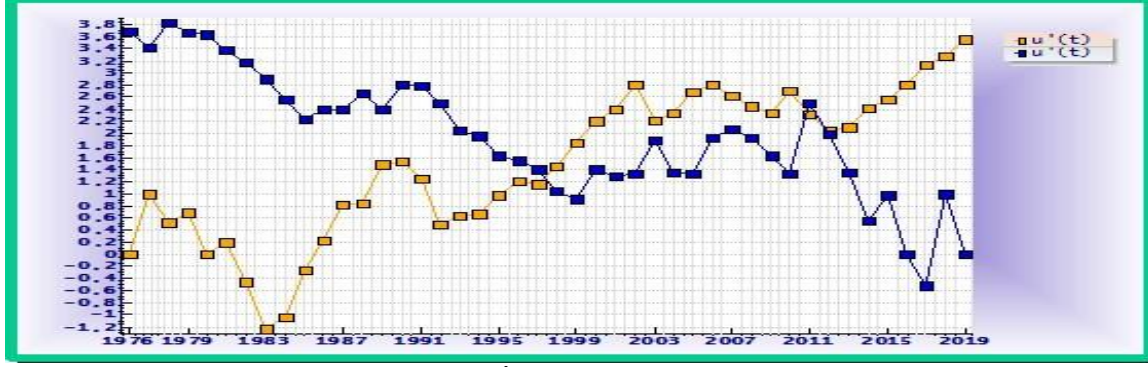


Aylık Ortalama Sıcaklık ($U_t-U'_t$) Grafiği



Şekil 2.83: Yıllık Değerlendirmede Mann-Kendall Korelâsyon ($U_t-U'_t$) Grafikleri (Şanlıurfa)

Şanlıurfa - Kış (Ut-Ut') Grafiği



Şanlıurfa - İlkbahar (Ut-Ut') Grafiği



Şanlıurfa - Yaz (Ut-Ut') Grafiği



Şanlıurfa - Sonbahar (Ut-Ut') Grafiği

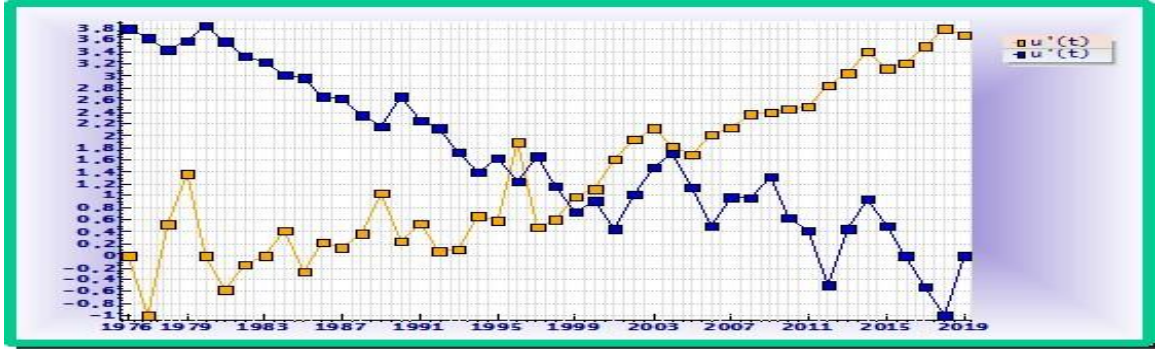


Şekil 2.84: Aylık Maksimum Sıcaklıkların Mevsimlik Olarak Mann-Kendall Korelasyon (Ut-Ut') Grafikleri (Şanlıurfa)

Şanlıurfa - Kış (Ut-Ut') Grafiği



Şanlıurfa - İlkbahar (Ut-Ut') Grafiği



Şanlıurfa - Yaz (Ut-Ut') Grafiği

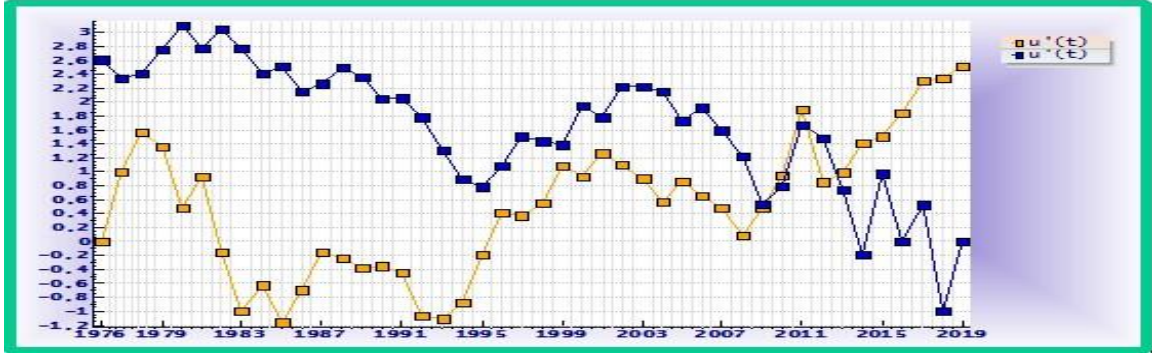


Şanlıurfa - Sonbahar (Ut-Ut') Grafiği

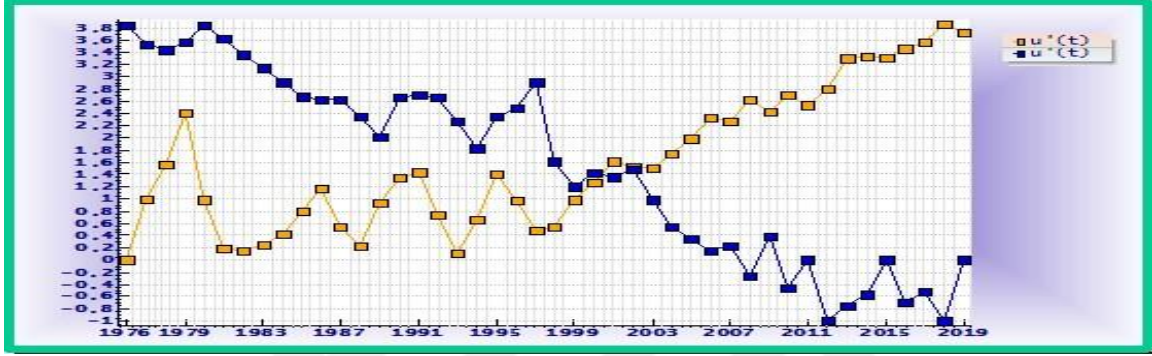


Şekil 2.85: Aylık Minimum Sıcaklıkların Mevsimlik Olarak Mann-Kendall Korelasyon (Ut-Ut') Grafikleri (Şanlıurfa)

Şanlıurfa - Kış (Ut-Ut') Grafiği



Şanlıurfa - İlkbahar (Ut-Ut') Grafiği



Şanlıurfa - Yaz (Ut-Ut') Grafiği



Şanlıurfa - Sonbahar (Ut-Ut') Grafiği

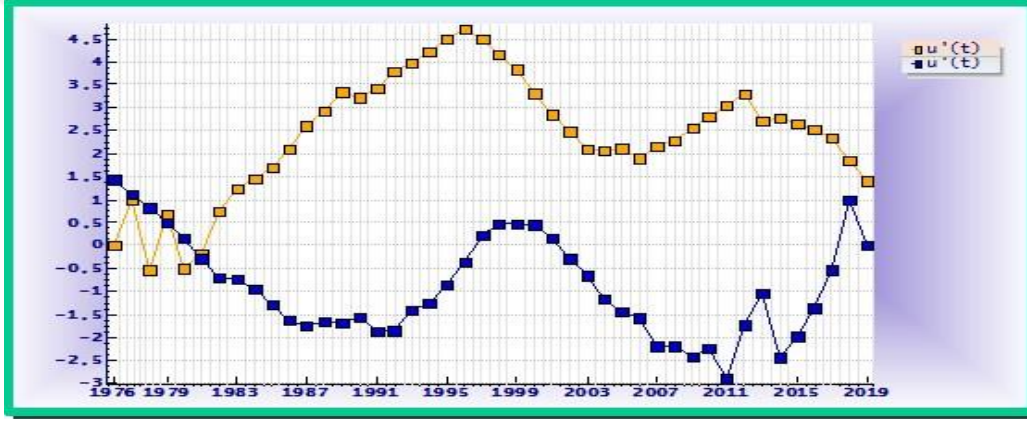


Şekil 2.86: Aylık Ortalama Sıcaklıkların Mevsimlik Olarak Mann-Kendall Korelasyon (Ut-Ut') Grafikleri (Şanlıurfa)

Aylık Maksimum Sıcaklık ($U_t-U'_t$) Grafiği



Aylık Minimum Sıcaklık ($U_t-U'_t$) Grafiği



Aylık Ortalama Sıcaklık ($U_t-U'_t$) Grafiği



Şekil 2.87: Yıllık Değerlendirmede Mann-Kendall Korelâsyon ($U_t-U'_t$) Grafikleri (Bozova)

Bozova - Kış (Ut-Ut') Grafiği



Bozova - İlkbahar (Ut-Ut') Grafiği



Bozova - Yaz (Ut-Ut') Grafiği

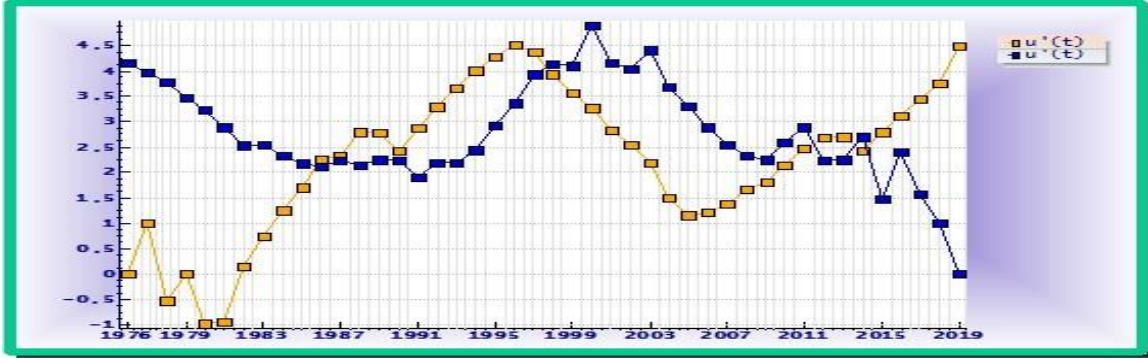


Bozova - Sonbahar (Ut-Ut') Grafiği



Şekil 2.88: Aylık Maksimum Sıcaklıkların Mevsimlik Olarak Mann-Kendall Korelasyon (U_t-U_t') Grafikleri (Bozova)

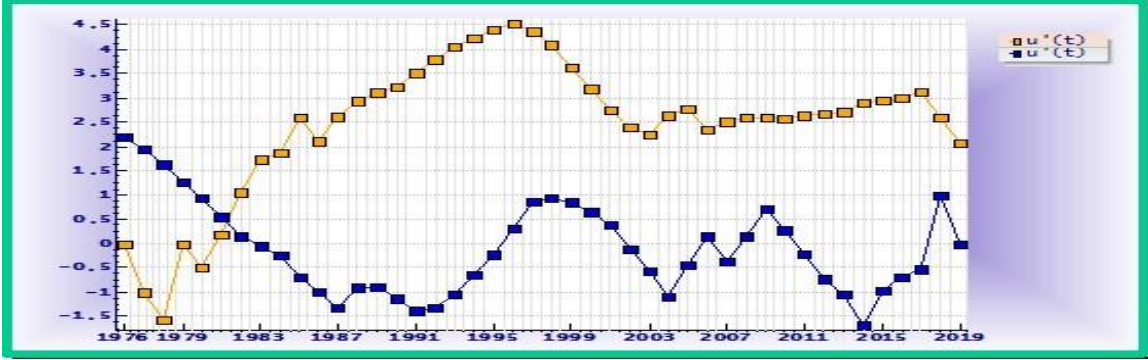
Bozova - Kış (Ut-Ut') Grafiği



Bozova - İlkbahar (Ut-Ut') Grafiği



Bozova - Yaz (Ut-Ut') Grafiği

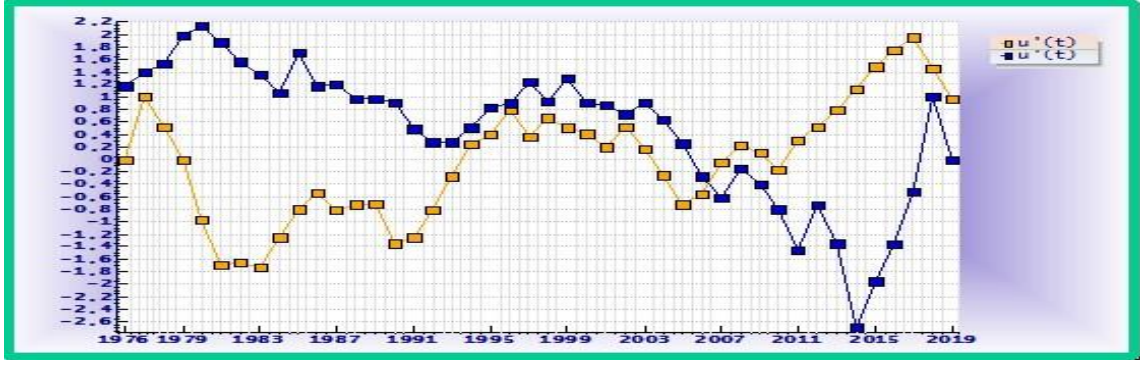


Bozova - Sonbahar (Ut-Ut') Grafiği



Şekil 2.89: Aylık Minimum Sıcaklıkların Mevsimlik Olarak Mann-Kendall Korelasyon (U_t-U_t') Grafikleri (Bozova)

Bozova - Kış (Ut-Ut') Grafiği



Bozova - İlkbahar (Ut-Ut') Grafiği



Bozova - Yaz (Ut-Ut') Grafiği



Bozova - Sonbahar (Ut-Ut') Grafiği



Şekil 2.90: Aylık Ortalama Sıcaklıkların Mevsimlik Olarak Mann-Kendall Korelasyon (U_t-U_t') Grafikleri (Bozova)

Tablo 2.46: Yıllık ve Mevsimler Bazında Sıcaklık Verilerine Ait Mann-Kendall Analizi

Metod	Mann-Kendall	
İstasyonlar	Şanlıurfa	Bozova
Yıllık Max. Sıc. Ort.	4,28*	2,55*
Yıllık Min. Sıc. Ort.	4,53*	4,3*
Yıllık Ort. Sıc. Ort.	4,55*	4,8*
Max. Sıc. Kış	2,1*	3,02*
Max. Sıc. İlkbahar	3,76*	-0,37
Max. Sıc. Yaz	3,72*	4,8*
Max. Sıc. Sonbahar	1,52	1,38
Min. Sıc. Kış	1,18	0,73
Min. Sıc. İlkbahar	3,47*	3,22*
Min. Sıc. Yaz	5,27*	3,25*
Min. Sıc. Sonbahar	2,48*	4,37*
Ort. Sıc. Kış	1,92	3,04*
Ort. Sıc. İlkbahar	3,72*	3,11*
Ort. Sıc. Yaz	4,89*	4,28*
Ort. Sıc. Sonbahar	2,41*	4,73*

* %95 ($\alpha=0.05$) güven aralığında anlamlılık seviyesini gösterir.

44 yıllık sıcaklık verilerinin ortalamalarına uygulanan Mann-Kendall testi sonucunda elde edilen bulguları incelediğimizde, Şanlıurfa'nın aylık maksimum sıcaklık ortalamalarına ait mevsimsel değerlendirmesinde sonbahar ve kış mevsimlerinde ve aylık ortalama sıcaklıkların mevsimsel bazdaki değerlendirilmesinde kış döneminde tespit edilen %95 anlamlılık seviyesinde anlamlı bir trende rastlanmamıştır. Buna karşın Bozova'ya ait aylık maksimum sıcaklık ortalamalarına ait mevsimsel değerlendirmelerde ilkbahar ve sonbahar mevsimleri ile aylık minimum sıcaklık ortalamalarının mevsimsel değerlendirmesine kış dönemine ait anlamlı bir trendin bulunmadığı görülmektedir. Başka bir anlatımla, istasyonların Z değeri, $\pm 1,96$ olan kritik değere göre güven aralığında kaldığından H_0 hipotezi kabul edilmiş ve trendin olmadığı tespit edilmiştir. Ancak elde edilen sonuç, belirtilen istasyonlarda anlamlı olmayan bu artış ve azalışların olmadığı anlamına da gelmemektedir. Mann-Kendall tabloları incelemek olursa, trendlerin durumu daha net

görülmektedir. Sıcaklık farklarının net olarak ortaya konulması için Sen'in Trend Analizi çıktılarına ait formüllerden elde edilen sıcaklık değerleri sonraki tablolarda özgün olarak oluşturulmuştur.

Tablo 2.47: Aylık Maksimum, Minimum ve Ortalama Sıcaklıkların Yıllık Ortalamaları Arasındaki Farklar (°C)

Aylık Sıcaklık Ortalamaları	Şanlıurfa	Bozova	Fark
Maksimum	1,7	1,5	0,2
Minimum	4,9	2,4	2,5
Ortalama	1,6	0,2	1,4

Tablo 2.48: Mevsimlere Göre Aylık Maksimum Sıcaklık Ortalamaları Arasındaki Farklar (°C)

Mevsimler	Şanlıurfa	Bozova	Fark
Kış	2,6	2,1	0,5
İlkbahar	0,3	-0,7	1
Yaz	2,3	2,2	0,1
Sonbahar	0,8	0,8	-

Tablo 2.49: Mevsimlere Göre Aylık Minimum Sıcaklık Ortalamaları Arasındaki Farklar (°C)

Mevsimler	Şanlıurfa	Bozova	Fark
Kış	1	0,9	0,1
İlkbahar	3	2,7	0,3
Yaz	4,5	3,1	1,4
Sonbahar	5,9	1,9	4

Tablo 2.50: Mevsimlere Göre Aylık Ortalama Sıcaklık Ortalamaları Arasındaki Farklar (°C)

Mevsimler	Şanlıurfa	Bozova	Fark
Kış	1,6	1,1	0,5
İlkbahar	2,7	1,6	1,1
Yaz	2,5	2	0,5
Sonbahar	3,3	1	2,3

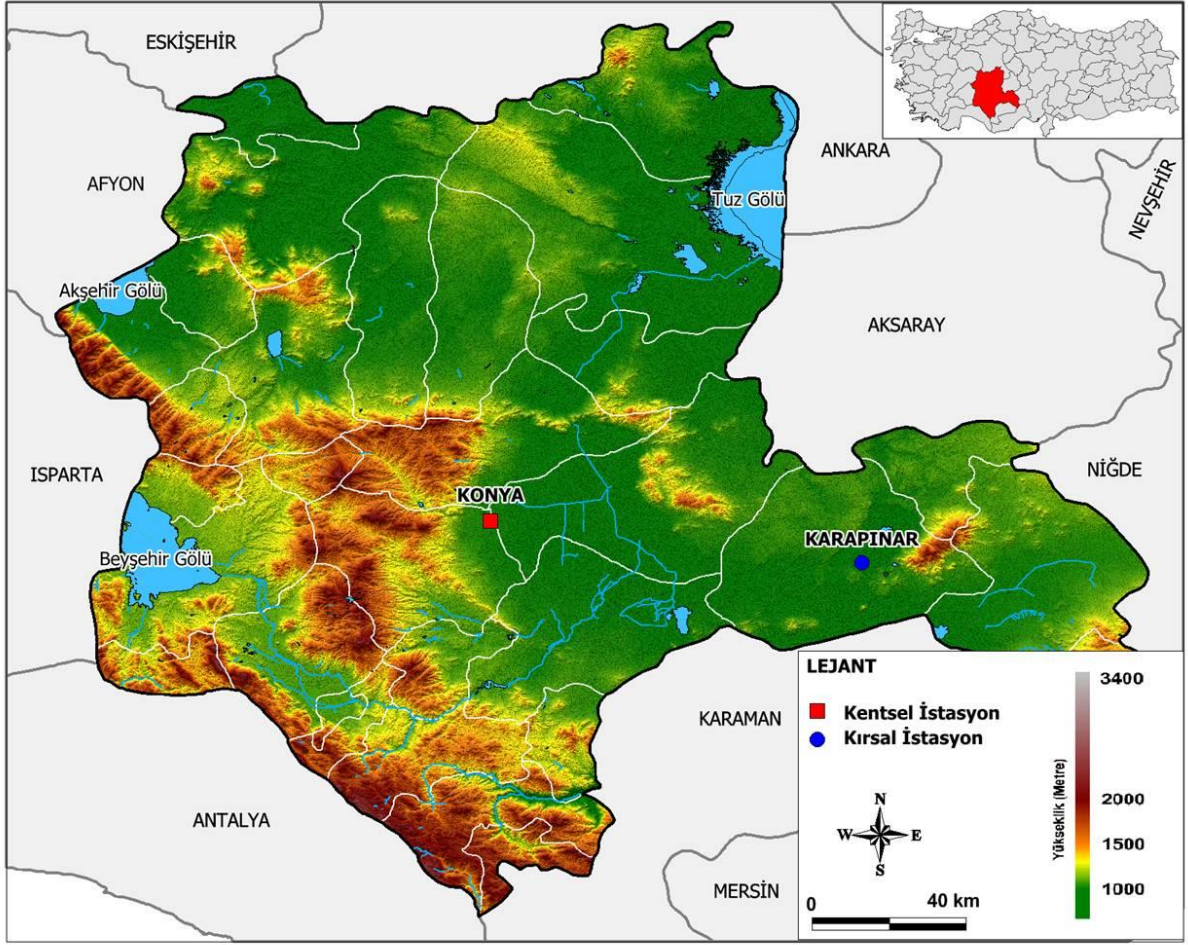
SenQ metoduna göre hesaplanan tablolarda görülen sıcaklık değerlerine göre yıllık ve mevsimlik sıcaklık verilerinin türdeş olması, diğer bir deyişle aynı evrenden geldiği hipotezinin kabul edilmesi varsayımı ile zaman serilerine ait trendlerde anlamlılık gözlenmiştir. Yani sabit güven aralığı $\pm 1,96$ aralığında olanları anlamlı kabul ettiğimizde

(uygulanan teste göre istatistiksel anlamda önemli olan) meydana gelen artış ve azalışlara göre fark değerlendirmeleri tablolardaki gibi ortaya çıkmaktadır.

Şanlıurfa ve karşılaştırma istasyonu olan Bozova için uzun yılları kapsayan eğilimleri gösteren Mann-Kendall Korelasyon (Ut-Ut') grafikleri ile yıllık bazda değerlendirmelerde, Şanlıurfa için aylık maksimum ve aylık minimum sıcaklık ortalamalarında anlamlı bir trend varlığı gözlenmiştir. Buna karşın aylık ortalama sıcaklık ortalamalarında anlamlı bir trend görülmemektedir. Mukayese istasyonu Bozova'nın yıllık bazda değerlendirme grafiklerinde ise sadece aylık ortalama sıcaklıklarda anlamlı trend mevcutken; aylık maksimum ve aylık minimum sıcaklık ortalamalarında anlamlı bir trend görülmemektedir. SenQ değerine göre baz alınan yıllık değerlendirmelerdeki sıcaklık farklarına ait sonuçlara göre ise (Tablo 2.47) Şanlıurfa'nın, mukayese istasyonu olan Bozova'dan aylık minimum sıcaklık ortalamalarında 2,5 °C ve aylık ortalama sıcaklık ortalamalarında ise 1,4 °C daha fazla ısındığı görülmektedir. Buna karşın aylık maksimum sıcaklık ortalamalarında ise kırsal istasyon olan Bozova'nın kent istasyonu olan Şanlıurfa'dan 0,2 °C daha fazla ısındığı görülmektedir. Bununla birlikte mevsimlere göre yapılan değerlendirmelere ait tablolara ait (Tablo 2.48, 2.49, 2.50) aylık maksimum, aylık minimum ve aylık ortalama sıcaklık ortalamalarına ait tüm mevsimlerde de kent istasyonu Şanlıurfa'nın kırsal istasyon Bozova'dan daha fazla ısındığı görülmektedir. Özellikle kentsel ısı adasının aylık minimum sıcaklıklarda daha fazla etkili olduğu düşünülürse, Şanlıurfa'nın Bozova'dan daha fazla ısındığı, dolayısıyla hipotezimizi doğrular nitelikte olduğu görülmektedir. Diğer bir deyişle kent merkezi istasyonu durumunda olan Şanlıurfa'da kentsel ısı adası varlığı mevcuttur denilebilir.

2.1.11 Konya - Karapınar

Konya, Türkiye'nin İç Anadolu Bölgesi'nde yer almaktadır. Doğusunda Niğde ve Aksaray, batısında Isparta, kuzeydoğusunun bir bölümünde Tuz Gölü, kuzeybatısında Afyonkarahisar ile Eskişehir, kuzeyinde Ankara, güney-güneydoğusunda Karaman ile Mersin, güneybatısında ise Antalya illeri ile çevrilidir. İl, matematiksel konum itibariyle 31° 14' ile 34° 25' doğu boylamları ile 36° 41' ile 39° 16' kuzey enlemleri arasında yer almaktadır (Şekil 2.91).



Şekil 2.91: Konya ve Karapınar'ın lokasyon haritası

Konya, Türkiye'de nüfus artışı konusunda en ferah illerden biridir. TÜİK raporlarına göre 2013 yılı itibariyle 920.000 civarında olan şehir merkezi nüfusu, 2018 yılında daha yeni 1 milyonu aşmıştır. Konya'nın merkez ilçelerinin mahalle sayıları toplamı ise günümüzde 222'dir (TÜİK, İller İdaresi Genel Müdürlüğü, 2020).



Foto 2.21: Konya eski şehir merkezi (1970) (Kaynak: www.lcivelekoglu.blogspot.com)

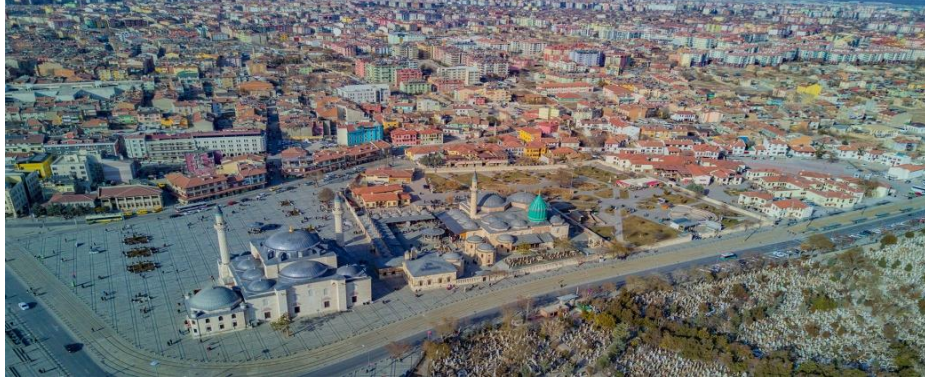


Foto 2.22: Konya yeni şehir görüntüsü (Kaynak: www.pusulahaber.com.tr)

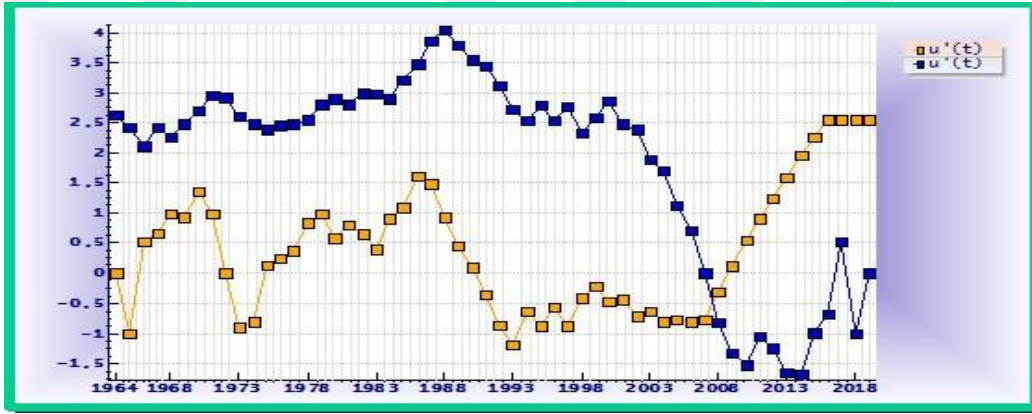
Çalışma doğrultusunda Konya için mukayese istasyonu olarak Karapınar seçilmiştir. Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nden alınan 1963 ve 2019 yılları arasını kapsayan 56 yıllık sıcaklık verileri kullanılmıştır. Konya'nın verileri, meteoroloji kodu 17244 olan ve 1020 mt yükseklikte bulunan istasyondan alınmıştır. Mukayese istasyonu olan Karapınar'a ait meteorolojik veriler ise 17902 meteorolojik kodlu, 999 metredeki meteorolojik istasyondan alınmıştır.

Konya ve Karapınar'a ait 56 yıllık veri seti kapsamındakiler aylık maksimum sıcaklık, aylık minimum sıcaklık ve aylık ortalama sıcaklıklardır ve bunların hepsinin yıllık ve mevsimler bazında trend analizleri yapılarak, Mann-Kendall analizleri ile anlamlı yönde pozitif veya negatif bir trend olup olmadığı denetlenirken; SenQ değerine göre formülize edilen ve uzun yıllar sıcaklık ortalamaları bulunan değerler, şehir merkezi ve mukayese edilen istasyon olarak karşılaştırılmıştır. Çıkan değerlere ait sonuçlar için tablolar özgün şekilde oluşturulmuştur.

Aylık Maksimum Sıcaklık (U_t-U_t') Grafiği



Aylık Minimum Sıcaklık (U_t-U_t') Grafiği

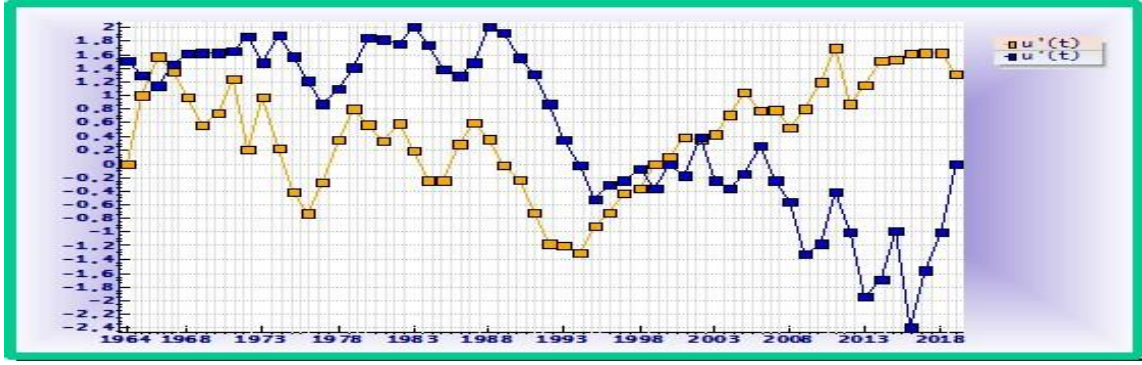


Aylık Ortalama Sıcaklık (U_t-U_t') Grafiği

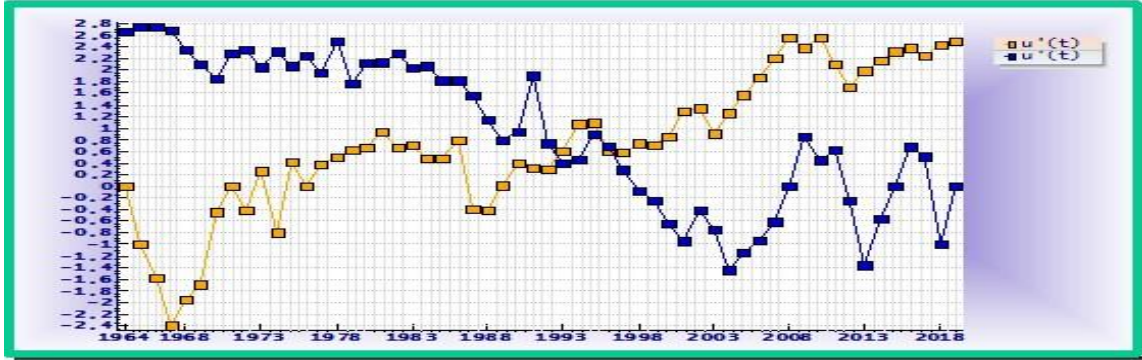


Şekil 2.92: Yıllık Değerlendirmede Mann-Kendall Korelasyon (U_t-U_t') Grafikleri (Konya)

Konya - Kış (Ut-Ut') Grafiği



Konya - İlkbahar (Ut-Ut') Grafiği



Konya - Yaz (Ut-Ut') Grafiği

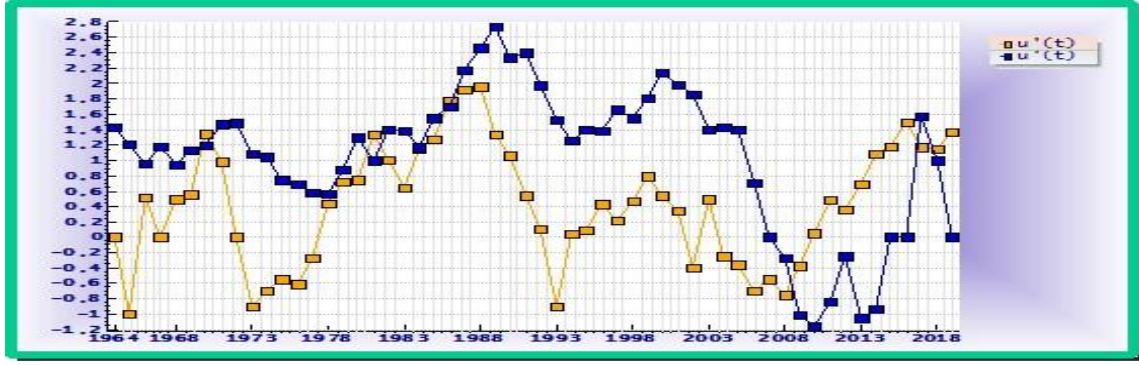


Konya - Sonbahar (Ut-Ut') Grafiği



Şekil 2.93: Aylık Maksimum Sıcaklıkların Mevsimlik Olarak Mann-Kendall Korelasyon ($U_t-U_{t'}$) Grafikleri (Konya)

Konya - Kış (Ut-Ut') Grafiği



Konya - İlkbahar (Ut-Ut') Grafiği



Konya - Yaz (Ut-Ut') Grafiği



Konya - Sonbahar (Ut-Ut') Grafiği



Şekil 2.94: Aylık Minimum Sıcaklıkların Mevsimlik Olarak Mann-Kendall Korelasyon (U_t-U_t') Grafikleri (Konya)

Konya - Kış (Ut-Ut') Grafiği



Konya - İlkbahar (Ut-Ut') Grafiği



Konya - Yaz (Ut-Ut') Grafiği

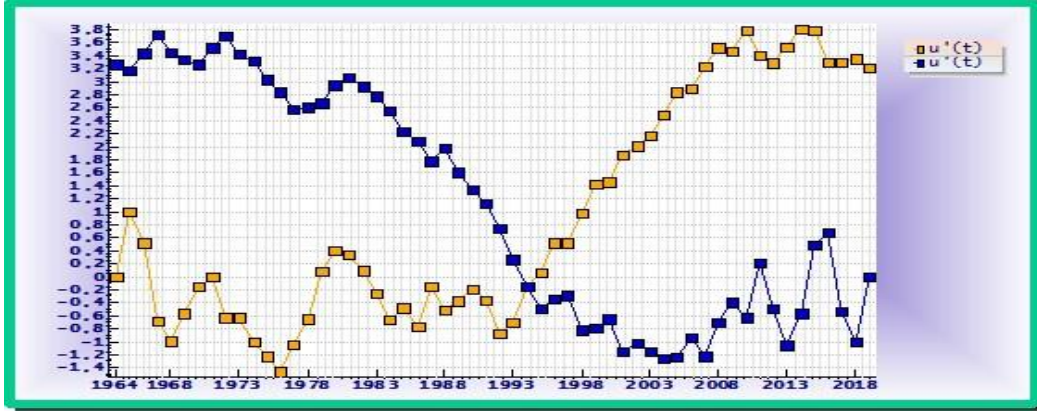


Konya - Sonbahar (Ut-Ut') Grafiği

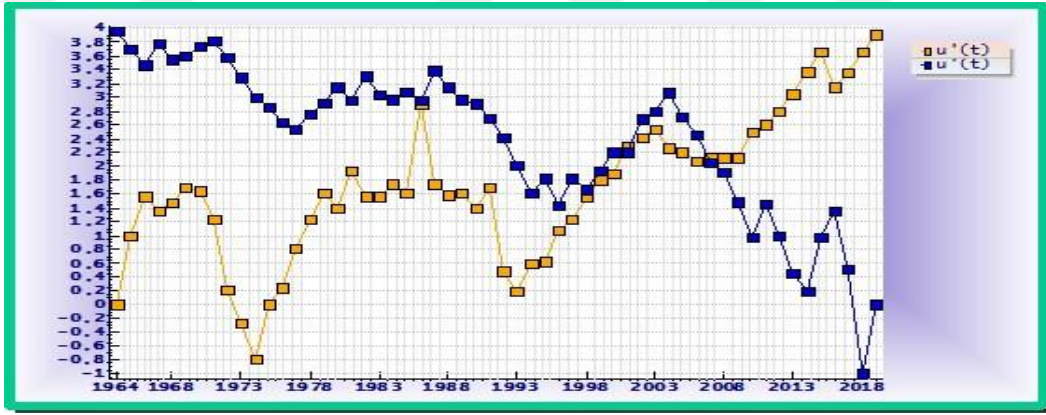


Şekil 2.95 Aylık Ortalama Sıcaklıkların Mevsimlik Olarak Mann-Kendall Korelasyon ($U_t-U_{t'}$) Grafikleri (Konya)

Aylık Maksimum Sıcaklık ($U_t-U'_t$) Grafiği



Aylık Minimum Sıcaklık ($U_t-U'_t$) Grafiği



Aylık Ortalama Sıcaklık ($U_t-U'_t$) Grafiği

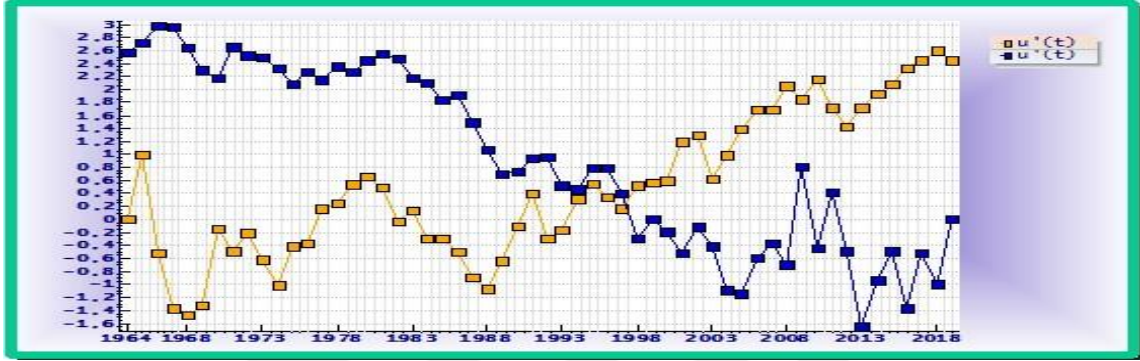


Şekil 2.96: Yıllık Değerlendirmede Mann-Kendall Korelâsyon ($U_t-U'_t$) Grafikleri (Karapınar)

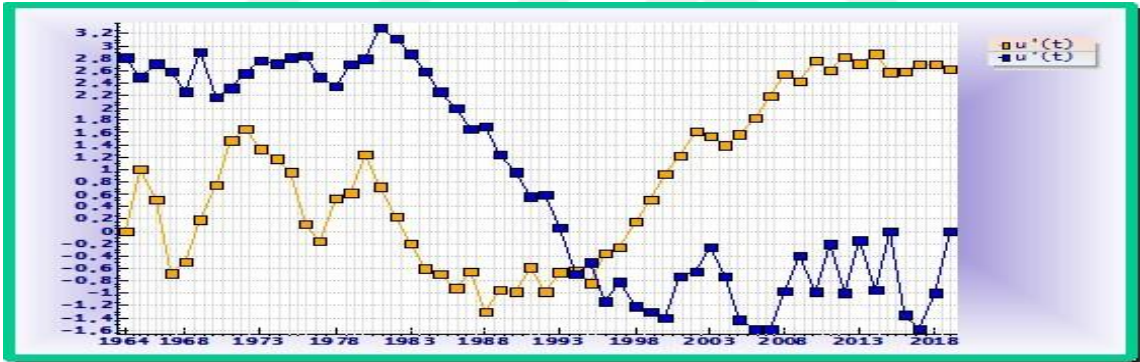
Karapınar - Kış (Ut-Ut') Grafiği



Karapınar - İlkbahar (Ut-Ut') Grafiği



Karapınar - Yaz (Ut-Ut') Grafiği

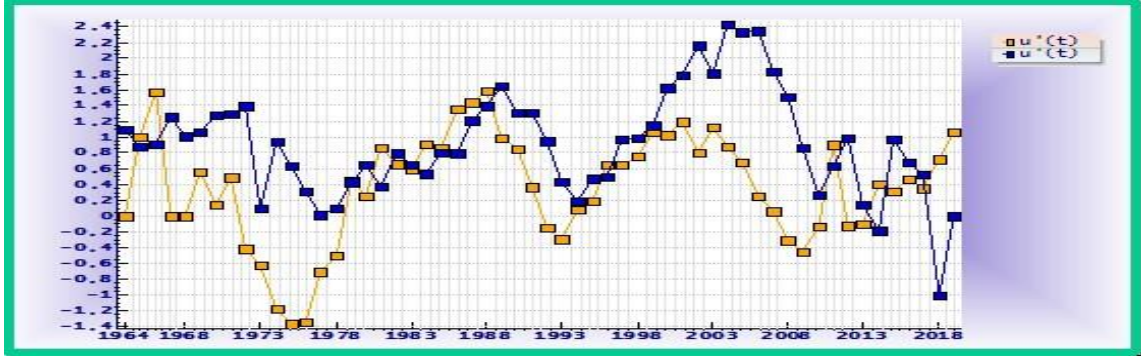


Karapınar - Sonbahar (Ut-Ut') Grafiği

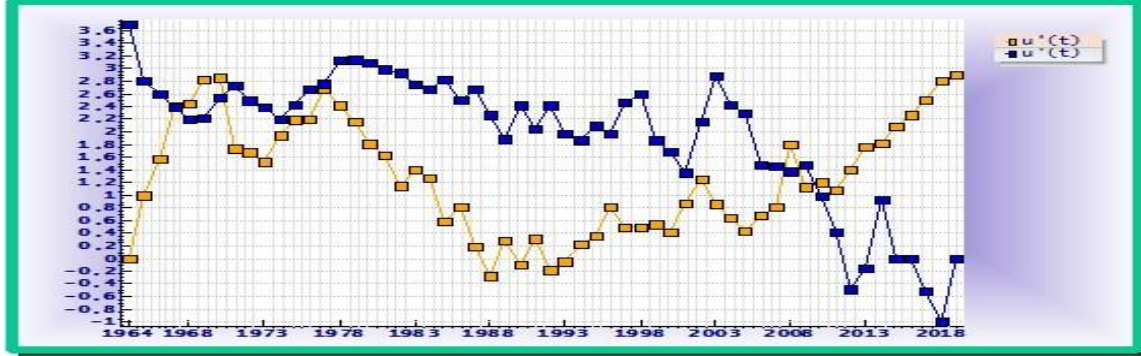


Şekil 2.97: Aylık Maksimum Sıcaklıkların Mevsimlik Olarak Mann-Kendall Korelasyon (Ut-Ut') Grafikleri (Karapınar)

Karapınar - Kış (Ut-Ut') Grafiği



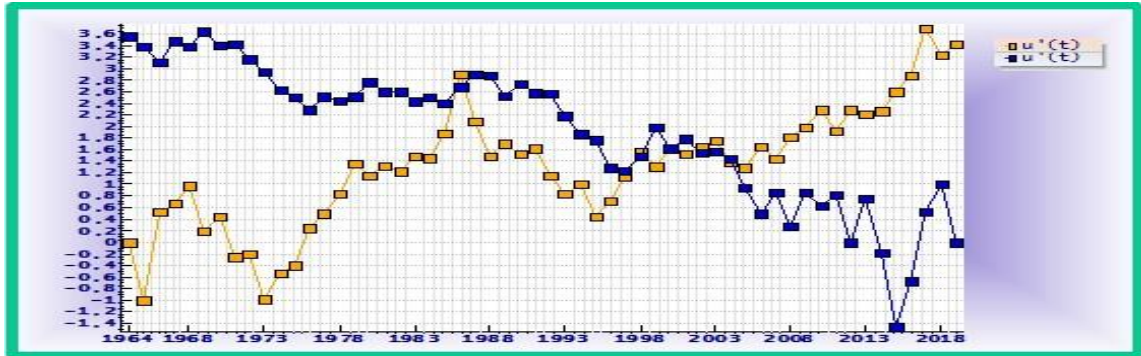
Karapınar - İlkbahar (Ut-Ut') Grafiği



Karapınar - Yaz (Ut-Ut') Grafiği

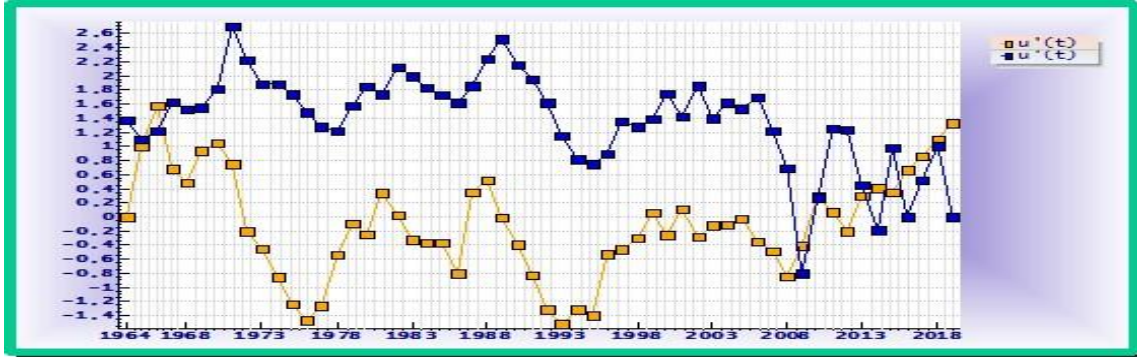


Karapınar - Sonbahar (Ut-Ut') Grafiği

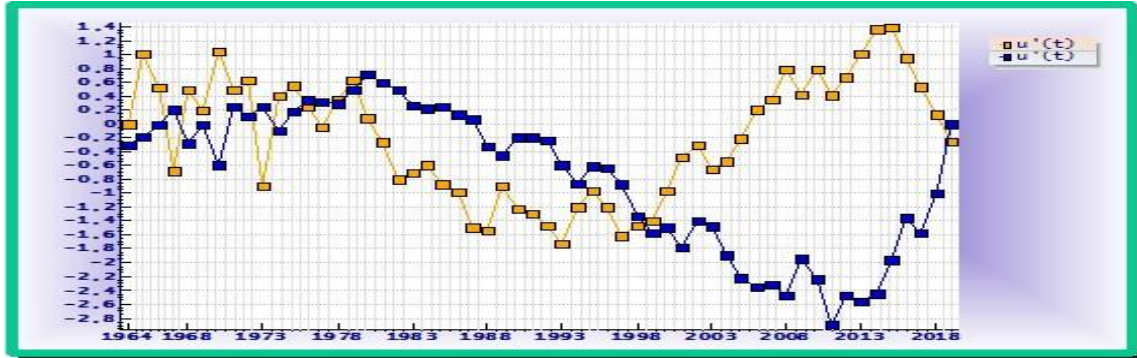


Şekil 2.98: Aylık Minimum Sıcaklıkların Mevsimlik Olarak Mann-Kendall Korelasyon (Ut-Ut') Grafikleri (Karapınar)

Karapınar - Kış (Ut-Ut') Grafiği



Karapınar - İlkbahar (Ut-Ut') Grafiği



Karapınar - Yaz (Ut-Ut') Grafiği



Karapınar - Sonbahar (Ut-Ut') Grafiği



Şekil 2.99: Aylık Ortalama Sıcaklıkların Mevsimlik Olarak Mann-Kendall Korelasyon (Ut-Ut') Grafikleri (Karapınar)

Tablo 2.51: Yıllık ve Mevsimler Bazında Sıcaklık Verilerine Ait Mann-Kendall Analizi

Metod	Mann-Kendall	
İstasyonlar	Konya	Karapınar
Yıllık Max. Sıc. Ort.	3,9*	3,63*
Yıllık Min. Sıc. Ort.	2,91*	3,89*
Yıllık Ort. Sıc. Ort.	3,47*	2,74*
Max. Sıc. Kış	1,39	2,22*
Max. Sıc. İlkbahar	2,65*	1,94
Max. Sıc. Yaz	3,09*	2,2*
Max. Sıc. Sonbahar	2,22*	2,22*
Min. Sıc. Kış	1,82	0,13
Min. Sıc. İlkbahar	2,12*	2,34*
Min. Sıc. Yaz	5,25*	5,13
Min. Sıc. Sonbahar	3,2*	3,3*
Ort. Sıc. Kış	1,36	0,68
Ort. Sıc. İlkbahar	1,7	1,27
Ort. Sıc. Yaz	4,72*	4,17*
Ort. Sıc. Sonbahar	3,55*	2,16*

* %95 ($\alpha=0.05$) güven aralığında anlamlılık seviyesini gösterir.

56 yıllık sıcaklık verilerinin ortalamalarına uygulanan Mann-Kendall testi sonucunda elde edilen bulguları incelediğimizde, Konya'nın aylık maksimum sıcaklık ortalamalarına ait mevsimsel değerlendirmesinde kış, aylık minimum sıcaklıkların mevsimsel bazdaki değerlendirilmesinde kış ve aylık ortalama sıcaklıkların ilkbahar ve yaz mevsimlerine ait dönemlerinde tespit edilen %95 anlamlılık seviyesinde anlamlı bir trende rastlanmamıştır. Buna karşın Karapınar'a ait aylık maksimum sıcaklık ortalamalarına ait mevsimsel değerlendirmelerde ilkbahar, aylık minimum sıcaklık ortalamalarının mevsimsel değerlendirmesine kış ve aylık ortalama sıcaklıklara ait kış ve ilkbahar mevsimlerinde anlamlı bir trendin bulunmadığı görülmektedir. Başka bir anlatımla, istasyonların **Z** değeri, $\pm 1,96$ olan kritik değere göre güven aralığında kaldığından **H₀** hipotezi kabul edilmiş ve trendin olmadığı tespit edilmiştir. Ancak elde edilen sonuç, belirtilen istasyonlarda anlamlı olmayan bu artış ve azalışların olmadığı anlamına da gelmemektedir. Mann-Kendall tabloları inceleyecek

olursa, trendlerin durumu daha net görülecektir. Sıcaklık farklarının net olarak ortaya konulması için Sen'in Trend Analizi çıktılarına ait formüllerden elde edilen sıcaklık değerleri sonraki tablolarda özgün olarak oluşturulmuştur.

Tablo 2.52: Aylık Maksimum, Minimum ve Ortalama Sıcaklıkların Yıllık Ortalamaları Arasındaki Farklar (°C)

Aylık Sıcaklık Ortalamaları	Konya	Karapınar	Fark
Maksimum	1,7	1,6	0,1
Minimum	3,1	1,9	1,2
Ortalama	1,5	1,1	0,4

Tablo 2.53: Mevsimlere Göre Aylık Maksimum Sıcaklık Ortalamaları Arasındaki Farklar (°C)

Mevsimler	Konya	Karapınar	Fark
Kış	2	1,1	0,9
İlkbahar	2,1	1,5	0,6
Yaz	2,1	1,1	1
Sonbahar	1,2	1,3	0,1

Tablo 2.54: Mevsimlere Göre Aylık Minimum Sıcaklık Ortalamaları Arasındaki Farklar (°C)

Mevsimler	Konya	Karapınar	Fark
Kış	2,7	0,1	2,6
İlkbahar	2,6	1,8	0,8
Yaz	4,9	2,5	2,3
Sonbahar	3,4	2,6	0,7

Tablo 2.55: Mevsimlere Göre Aylık Ortalama Sıcaklık Ortalamaları Arasındaki Farklar (°C)

Mevsimler	Konya	Karapınar	Fark
Kış	1	0,6	0,4
İlkbahar	1	0,5	0,6
Yaz	2,5	1,9	0,6
Sonbahar	1,6	1	0,6

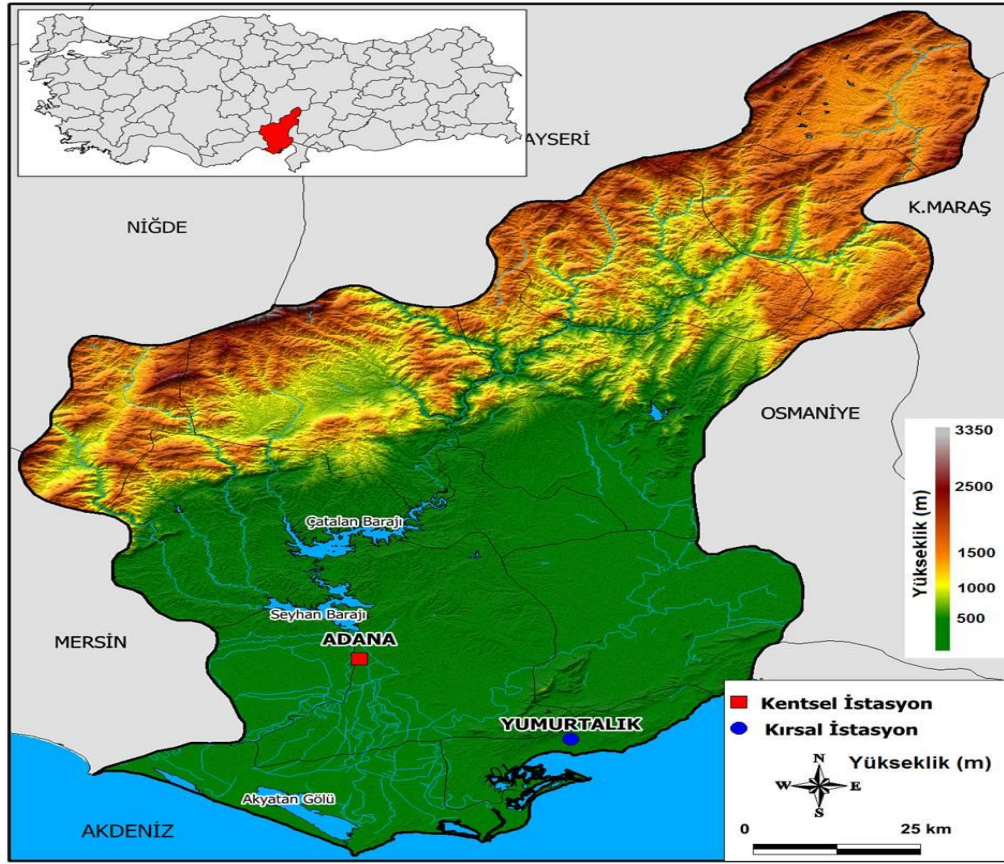
SenQ metoduna göre hesaplanan tablolarda görülen sıcaklık değerlerine göre yıllık ve mevsimlik sıcaklık verilerinin türdeş olması, diğer bir deyişle aynı evrenden geldiği hipotezinin kabul edilmesi varsayımı ile zaman serilerine ait trendlerde anlamlılık gözlenmiştir. Yani sabit güven aralığı $\pm 1,96$ aralığında olanları anlamlı kabul ettiğimizde

(uygulanen teste göre istatistiksel anlamda önemli olan) meydana gelen artış ve azalışlara göre fark değerlendirmeleri tablolardaki gibi ortaya çıkmaktadır.

Konya ve karşılaştırma istasyonu olan Karapınar için uzun yılları kapsayan eğilimleri gösteren Mann-Kendall Korelasyon (Ut-Ut') grafikleri ile yıllık bazda değerlendirmelerde, Konya için aylık maksimum, aylık minimum ve aylık ortalama sıcaklık ortalamalarının hepsinde anlamlı trend artışı gözlenmiştir. Mukayese istasyonu Karapınar'ın yıllık bazda değerlendirme grafiklerinde ise sadece aylık maksimum sıcaklıklarda anlamlı trend mevcutken; aylık minimum ve aylık ortalama sıcaklık ortalamalarında anlamlı bir trend görülmemektedir. SenQ değerine göre baz alınan yıllık değerlendirmelerdeki sıcaklık farklarına ait sonuçlara göre ise (Tablo 2.52) Konya'nın, mukayese istasyonu olan Karapınar'dan aylık maksimum sıcaklık ortalamalarında 0,1 °C, aylık minimum sıcaklık ortalamalarında ise 1,2 °C ve aylık ortalama sıcaklık ortalamalarında ise 0,4 °C daha fazla ısındığı görülmektedir. Bununla birlikte mevsimlere göre yapılan değerlendirmelere ait tablolara ait (Tablo 2.53, 2.54, 2.55) aylık maksimum, aylık minimum ve aylık ortalama sıcaklık ortalamalarına ait tüm mevsimlerde de kent istasyonu Konya'nın kırsal istasyon Karapınar'dan daha fazla ısındığı görülmektedir. Sadece aylık maksimum sıcaklık ortalamalarına ait sonbahar mevsiminde Karapınar'ın 0,1 °C daha fazla ısındığı göze çarpmaktadır. Özellikle kentsel ısı adasının aylık minimum sıcaklıklarda daha fazla etkili olduğu düşünülürse, tüm mevsimsel değerlendirmelerde Konya'nın Karapınar'dan daha fazla ısındığı, dolayısıyla hipotezimizi doğrular nitelikte olduğu görülmektedir. Diğer bir deyişle kent merkezi istasyonu durumunda olan Konya'da kentsel ısı adası varlığı mevcuttur.

2.1.12 Adana - Yumurtalık

Adana, Türkiye'nin güneyindeki Akdeniz Bölgesi'nde yer almaktadır. Doğusunda Osmaniye, kuzeyinde Kayseri, güneydoğusunda Hatay, güneybatısında Mersin, kuzeybatısında Niğde ve kuzeydoğusunda Kahramanmaraş ile komşudur. Ayrıca güneyinde Akdeniz yer almaktadır. İl, matematiksel konum itibarıyla 34° 45' ile 36° 24' doğu boylamları ile 36° 32' ile 38° 25' kuzey enlemleri arasında yer almaktadır.



Şekil 2.100: Adana ve Yumurtalık'ın lokasyon haritası

Adana, sanayi ve tarım faaliyetlerindeki artış ve köyden kente göç faaliyetleri nedeniyle son yıllarda şehir merkezi artan kentlerimizden biridir. 2013 yılı itibariyle 1,5 milyonun civarında olan olan şehir merkezi nüfusu, 2018 yılında 2 milyonu aşmıştır. Adana'nın merkez ilçelerinin mahalle sayıları toplamı ise günümüzde 359'dur (TÜİK, İller İdaresi Genel Müdürlüğü, 2020).

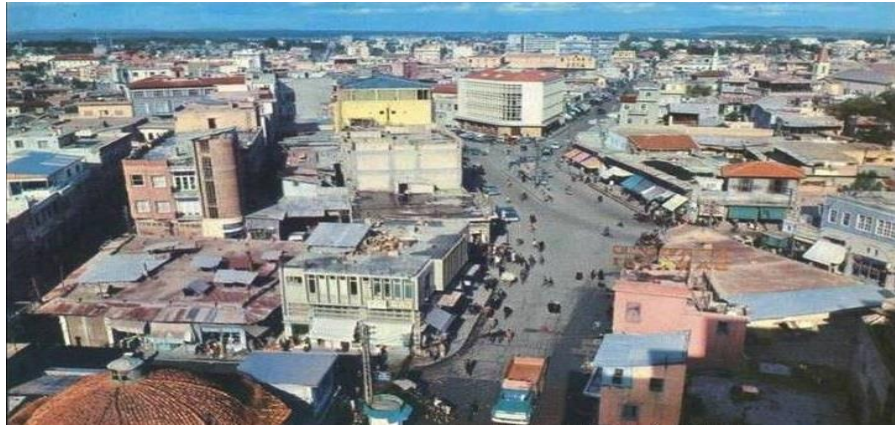


Foto 2.23: Adana eski şehir görüntüsü (Shutler,1960'lar)



Foto 2.24: Adana yeni şehir görünümü (H.Bener)

Çalışma doğrultusunda Adana için mukayese istasyonu olarak Yumurtalık seçilmiştir. Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nden alınan 1964 ve 2019 yılları arasını kapsayan 55 yıllık sıcaklık verileri kullanılmıştır. Adana'nın verileri, meteoroloji kodu 17351 olan ve 26 mt yükseklikte bulunan istasyondan alınmıştır. Mukayese istasyonu olan Yumurtalık'a ait meteorolojik veriler ise 17979 meteorolojik kodlu, 17 metredeki meteorolojik istasyondan alınmıştır.

Adana ve Yumurtalık'a ait 55 yıllık veri seti kapsamındakiler aylık maksimum sıcaklık, aylık minimum sıcaklık ve aylık ortalama sıcaklıklardır ve bunların hepsinin yıllık ve mevsimler bazında trend analizleri yapılarak, Mann-Kendall analizleri ile anlamlı yönde pozitif veya negatif bir trend olup olmadığı denetlenirken; SenQ değerine göre formülize edilen ve uzun yıllar sıcaklık ortalamaları bulunan değerler, şehir merkezi ve mukayese edilen istasyon olarak karşılaştırılmıştır. Çıkan değerlere ait sonuçlar için tablolar özgün şekilde oluşturulmuştur.

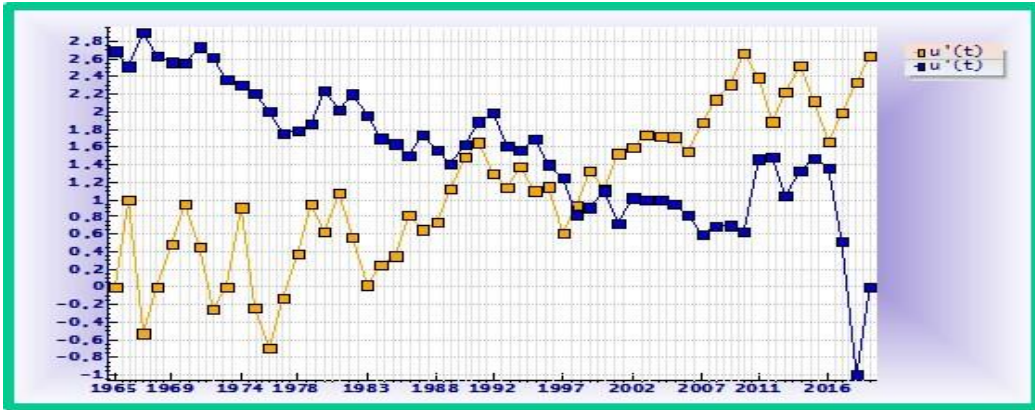
Aylık Maksimum Sıcaklık ($U_t-U'_t$) Grafiği



Aylık Minimum Sıcaklık ($U_t-U'_t$) Grafiği

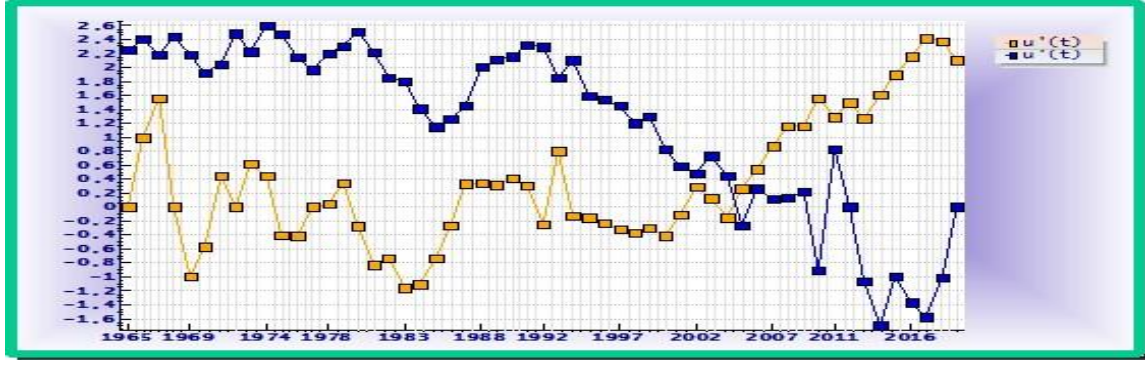


Aylık Ortalama Sıcaklık ($U_t-U'_t$) Grafiği



Şekil 2.101: Yıllık Değerlendirmede Mann-Kendall Korelasyon ($U_t-U'_t$) Grafikleri (Adana)

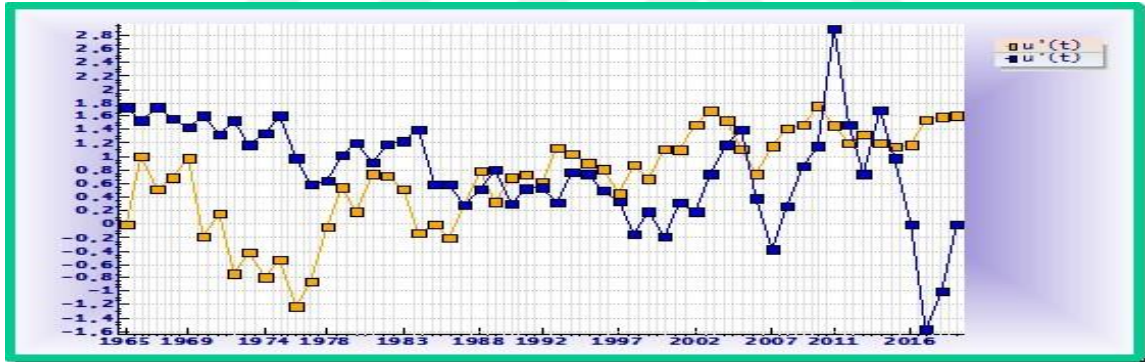
Adana - Kış (Ut-Ut') Grafiği



Adana - İlkbahar (Ut-Ut') Grafiği



Adana - Yaz (Ut-Ut') Grafiği



Adana - Sonbahar (Ut-Ut') Grafiği



Şekil 2.102: Aylık Maksimum Sıcaklıkların Mevsimlik Olarak Mann-Kendall Korelasyon (Ut-Ut') Grafikleri (Adana)

Adana - Kış (Ut-Ut') Grafiği



Adana - İlkbahar (Ut-Ut') Grafiği



Adana - Yaz (Ut-Ut') Grafiği



Adana - Sonbahar (Ut-Ut') Grafiği



Şekil 2.103: Aylık Minimum Sıcaklıkların Mevsimlik Olarak Mann-Kendall Korelasyon (U_t-U_t') Grafikleri (Adana)

Adana - Kış (Ut-Ut') Grafiği



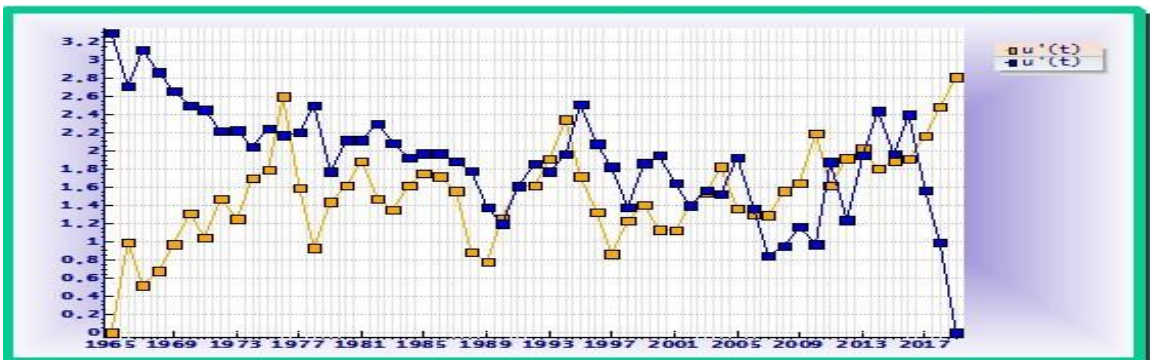
Adana - İlkbahar (Ut-Ut') Grafiği



Adana - Yaz (Ut-Ut') Grafiği



Adana - Sonbahar (Ut-Ut') Grafiği

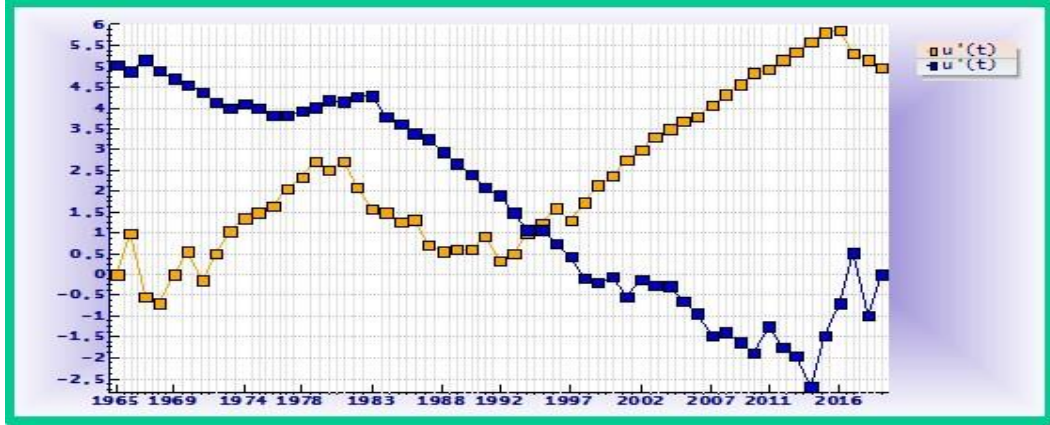


Şekil 2.104: Aylık Ortalama Sıcaklıkların Mevsimlik Olarak Mann-Kendall Korelasyon ($U_t-U_{t'}$) Grafikleri (Adana)

Aylık Maksimum Sıcaklık ($U_t-U'_t$) Grafiği



Aylık Minimum Sıcaklık ($U_t-U'_t$) Grafiği

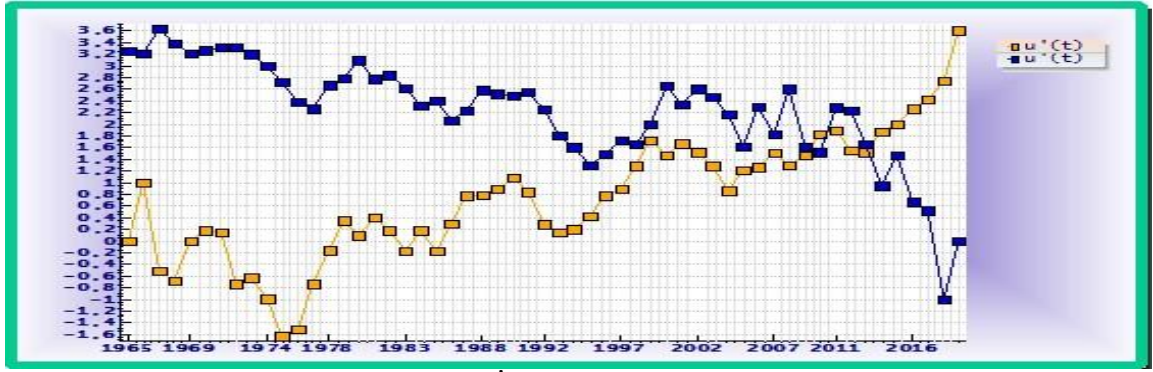


Aylık Ortalama Sıcaklık ($U_t-U'_t$) Grafiği



Şekil 2.105: Yıllık Değerlendirmede Mann-Kendall Korelasyon ($U_t-U'_t$) Grafikleri
(Yumurタルık)

Yumurtalık - Kış (Ut-Ut') Grafiği



Yumurtalık - İlkbahar (Ut-Ut') Grafiği



Yumurtalık - Yaz (Ut-Ut') Grafiği



Yumurtalık - Sonbahar (Ut-Ut') Grafiği



Şekil 2.106: Aylık Maksimum Sıcaklıkların Mevsimlik Olarak Mann-Kendall Korelasyon (Ut-Ut') Grafikleri (Yumurtalık)

Yumurtalık - Kış (U_t-U_t') Grafiği



Yumurtalık - İlkbahar (U_t-U_t') Grafiği



Yumurtalık - Yaz (U_t-U_t') Grafiği



Yumurtalık - Sonbahar (U_t-U_t') Grafiği



Şekil 2.107: Aylık Minimum Sıcaklıkların Mevsimlik Olarak Mann-Kendall Korelasyon (U_t-U_t') Grafikleri (Yumurtalık)

Yumurtalık - Kış (Ut-Ut') Grafiği



Yumurtalık - İlkbahar (Ut-Ut') Grafiği



Yumurtalık - Yaz (Ut-Ut') Grafiği



Yumurtalık - Sonbahar (Ut-Ut') Grafiği



Şekil 2.108: Aylık Ortalama Sıcaklıkların Mevsimlik Olarak Mann-Kendall Korelasyon (U_t-U_t') Grafikleri (Yumurtalık)

Tablo 2.56: Yıllık ve Mevsimler Bazında Sıcaklık Verilerine Ait Mann-Kendall Analizi

Metod	Mann-Kendall	
İstasyonlar	Adana	Yumurtalık
Yıllık Max. Sıc. Ort.	1,89	5,11*
Yıllık Min. Sıc. Ort.	3,4*	5,93*
Yıllık Ort. Sıc. Ort.	2,3*	3,86*
Max. Sıc. Kış	2,3*	2,42*
Max. Sıc. İlkbahar	0,13*	4,68*
Max. Sıc. Yaz	1,65	5,53*
Max. Sıc. Sonbahar	1,13	3,43*
Min. Sıc. Kış	1,21*	3,62*
Min. Sıc. İlkbahar	1,98*	4,7*
Min. Sıc. Yaz	5,61*	6,49*
Min. Sıc. Sonbahar	1,93	5,9*
Ort. Sıc. Kış	-0,12	1,44
Ort. Sıc. İlkbahar	1,4	3,13*
Ort. Sıc. Yaz	5,66*	4,49*
Ort. Sıc. Sonbahar	2,33*	2,23*

* %95 ($\alpha=0.05$) güven aralığında anlamlılık seviyesini gösterir.

55 yıllık sıcaklık verilerinin ortalamalarına uygulanan Mann-Kendall testi sonucunda elde edilen bulguları incelediğimizde, Adana'nın aylık maksimum sıcaklık ortalamalarına ait yıllık değerlendirmesinde, aylık maksimum sıcaklık ortalamalarının mevsimsel değerlendirmelerine ait yaz ve sonbahar dönemlerinde, aylık minimum sıcaklıkların mevsimsel bazdaki değerlendirilmesinde sonbahar ve aylık ortalama sıcaklıkların kış ve ilkbahar ve yaz mevsimlerine ait dönemlerinde tespit edilen %95 anlamlılık seviyesinde anlamlı bir trende rastlanmamıştır. Buna karşın Yumurtalık'a ait aylık ortalama sıcaklık ortalamalarına ait mevsimsel değerlendirmelerde kış mevsiminde anlamlı bir trendin bulunmadığı görülmektedir. Başka bir anlatımla, istasyonların Z değeri, $\pm 1,96$ olan kritik değere göre güven aralığında kaldığından H_0 hipotezi kabul edilmiş ve trendin olmadığı tespit edilmiştir. Ancak elde edilen sonuç, belirtilen istasyonlarda anlamlı olmayan bu artış ve azalışların olmadığı anlamına da gelmemektedir. Mann-Kendall tabloları incelemek olursa,

trendlerin durumu daha net görülecektir. Sıcaklık farklarının net olarak ortaya konulması için Sen'in Trend Analizi çıktılarına ait formüllerden elde edilen sıcaklık değerleri sonraki tablolarda özgün olarak oluşturulmuştur.

Tablo 2.57: Aylık Maksimum, Minimum ve Ortalama Sıcaklıkların Yıllık Ortalamaları Arasındaki Farklar (°C)

Aylık Sıcaklık Ortalamaları	Adana	Yumurtalık	Fark
Maksimum	0,6	1,6	1
Minimum	1,2	2,1	0,9
Ortalama	0,4	1,1	0,7

Tablo 2.58: Mevsimlere Göre Aylık Maksimum Sıcaklık Ortalamaları Arasındaki Farklar (°C)

Mevsimler	Adana	Yumurtalık	Fark
Kış	1,1	0,8	0,3
İlkbahar	0,1	2	1,9
Yaz	0,7	2,6	1,9
Sonbahar	0,6	1,4	0,8

Tablo 2.59: Mevsimlere Göre Aylık Minimum Sıcaklık Ortalamaları Arasındaki Farklar (°C)

Mevsimler	Adana	Yumurtalık	Fark
Kış	0,9	1,8	0,9
İlkbahar	1	1,7	0,7
Yaz	2,3	2,4	0,1
Sonbahar	1,3	2,7	1,4

Tablo 2.60: Mevsimlere Göre Aylık Ortalama Sıcaklık Ortalamaları Arasındaki Farklar (°C)

Mevsimler	Adana	Yumurtalık	Fark
Kış	-0,1	0,6	0,7
İlkbahar	0,4	1	0,6
Yaz	2	1,5	0,5
Sonbahar	0,7	0,7	-

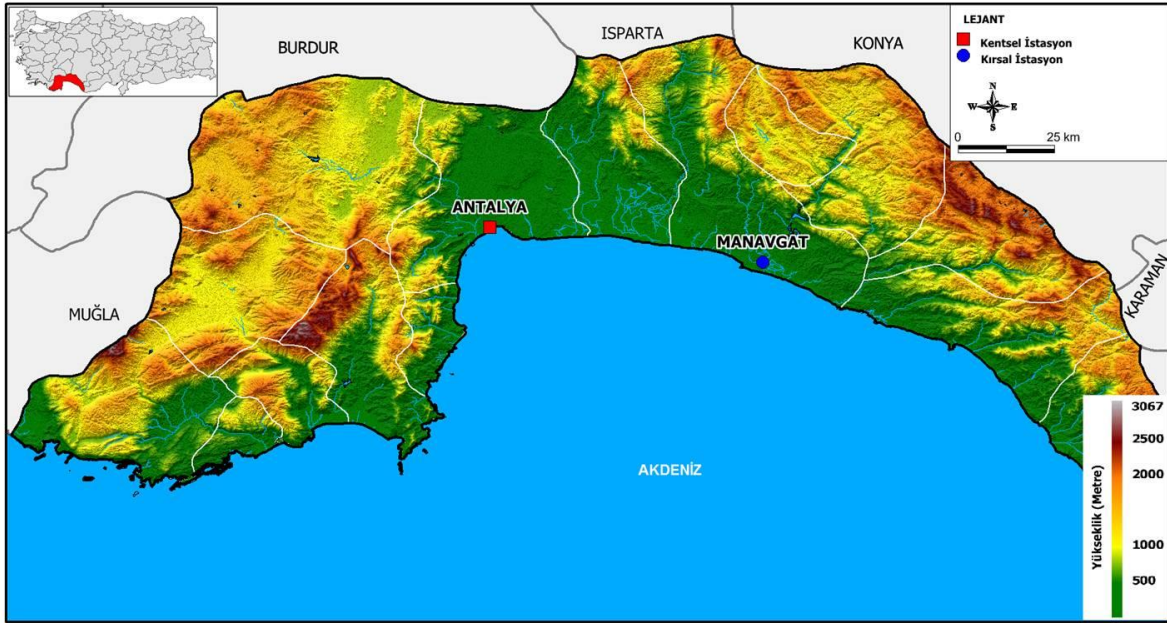
SenQ metoduna göre hesaplanan tablolarda görülen sıcaklık değerlerine göre yıllık ve mevsimlik sıcaklık verilerinin türdeş olması, diğer bir deyişle aynı evrenden geldiği hipotezinin kabul edilmesi varsayımı ile zaman serilerine ait trendlerde anlamlılık gözlenmiştir. Yani sabit güven aralığı $\pm 1,96$ aralığında olanları anlamlı kabul ettiğimizde

(uygulanen teste göre istatistiksel anlamda önemli olan) meydana gelen artış ve azalışlara göre fark değerlendirmeleri tablolarındaki gibi ortaya çıkmaktadır.

Adana ve karşılaştırma istasyonu olan Yumurtalık için uzun yılları kapsayan eğilimleri gösteren Mann-Kendall Korelasyon (Ut-Ut') grafikleri ile yıllık bazda değerlendirmelerde, Adana için aylık minimum ve aylık ortalama sıcaklık ortalamalarında anlamlı trend artışı gözlenmiştir. Mukayese istasyonu Yumurtalık'ın yıllık bazda değerlendirme grafiklerinde ise aylık maksimum, aylık minimum ve aylık ortalama sıcaklıkların hepsinde anlamlı trend mevcuttur. SenQ değerine göre baz alınan yıllık değerlendirmelerdeki sıcaklık farklarına ait sonuçlara göre ise (Tablo 2.57) Adana'nın, mukayese istasyonu olan Yumurtalık'tan aylık maksimum sıcaklık ortalamalarında 1 °C, aylık minimum sıcaklık ortalamalarında ise 0,9 °C ve aylık ortalama sıcaklık ortalamalarında ise 0,7 °C daha fazla ısındığı görülmektedir. Bununla birlikte mevsimlere göre yapılan değerlendirmelere ait tablolara ait (Tablo 2.58, 2.59, 2.60) aylık maksimum, aylık minimum ve aylık ortalama sıcaklık ortalamalarına ait tüm mevsimlerde de kırsal istasyon olan Yumurtalık'ın, kent istasyonu olan Adana'dan daha fazla ısındığı görülmektedir. Sadece aylık maksimum sıcaklık ortalamalarına ait kış mevsiminde Adana'nın 0,3 °C daha fazla ısındığı göze çarpmaktadır. Sonuç olarak kentsel ısı adasının minimum sıcaklıklarda daha çok gözlemlendiği düşünülürse, kırsal istasyon olan Yumurtalık'ın tüm mevsimsel koşullarda daha çok ısındığı gözlenmiştir. Ortalama sıcaklıklara ait değerlerde durum değişmemiş, kırsal istasyon olan Yumurtalık, Adana'dan daha yüksek sıcaklıklarda seyretmiştir.

2.1.13 Antalya - Manavgat

Antalya, ülkemizin güneyindeki Akdeniz Bölgesi'nin batı kısmında yer almaktadır. Doğusunda Karaman ve Mersin, kuzeydoğusunda Konya, kuzeyinde Isparta, kuzeybatısında Burdur ve batısında ise Muğla ile komşudur. Güneyinde Akdeniz ile uzun bir kıyısı vardır. İl, matematiksel konum itibarıyla 29° 15' ile 32° 36' doğu boylamları ile 36° 05' ile 37° 26' kuzey enlemleri arasında yer almaktadır (Şekil 2.109).



Şekil 2.109: Antalya ve Manavgat'ın lokasyon haritası

Turizm faaliyetlerine bağlı olarak istihdam seçeneklerinin artması ve doğudan göç alan Antalya, son yıllarda şehir merkezi nüfusu hızla artan kentlerimiz arasındadır. 2013 yılı itibariyle 1.2 milyon civarında olan şehir merkezi nüfusu, 2018 yılında 2 milyona kadar çıkmıştır. Antalya'nın merkez ilçelerinin mahalle sayıları toplamı ise günümüzde 229'dur (TÜİK, İller İdaresi Genel Müdürlüğü, 2020).



Foto 2.25: Antalya eski şehir görünümü (N.Atik)



Foto 2.26: Antalya yeni şehir görünümü (gsafilm.com)

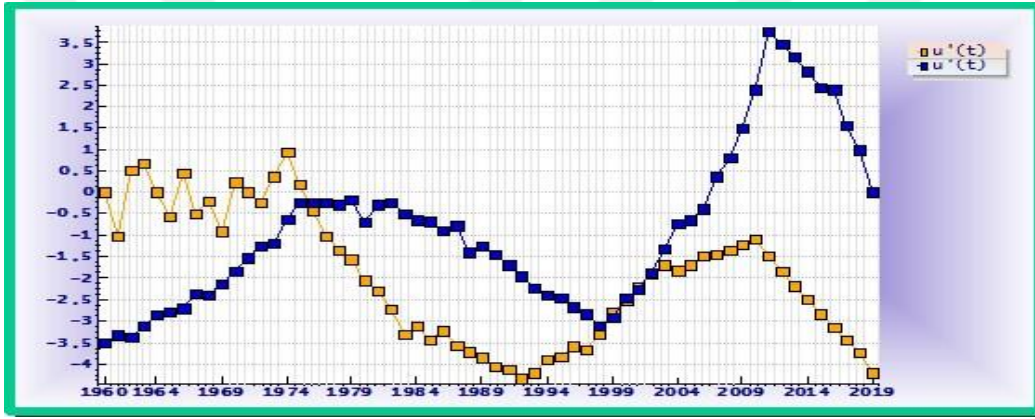
Çalışma doğrultusunda Antalya için mukayese istasyonu olarak Manavgat seçilmiştir (Şekil 114). Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nden alınan 1959 ve 2019 yılları arasını kapsayan 60 yıllık sıcaklık verileri kullanılmıştır. Antalya'nın verileri, meteoroloji kodu 17300 olan ve 64 mt yükseklikte bulunan istasyondan alınmıştır. Mukayese istasyonu olan Manavgat'a ait meteorolojik veriler ise 17954 meteorolojik kodlu, 38 metredeki meteorolojik istasyondan alınmıştır.

Antalya ve Manavgat'a ait 60 yıllık veri seti kapsamındakiler aylık maksimum sıcaklık, aylık minimum sıcaklık ve aylık ortalama sıcaklıklardır ve bunların hepsinin yıllık ve mevsimler bazında trend analizleri yapılarak, Mann-Kendall analizleri ile anlamlı yönde pozitif veya negatif bir trend olup olmadığı denetlenirken; SenQ değerine göre formülize edilen ve uzun yıllar sıcaklık ortalamaları bulunan değerler, şehir merkezi ve mukayese edilen istasyon olarak karşılaştırılmıştır. Çıkan değerlere ait sonuçlar için tablolar özgün şekilde oluşturulmuştur.

Aylık Maksimum Sıcaklık ($U_t-U'_t$) Grafiği



Aylık Minimum Sıcaklık ($U_t-U'_t$) Grafiği



Aylık Ortalama Sıcaklık ($U_t-U'_t$) Grafiği



Şekil 2.110: Yıllık Değerlendirmede Mann-Kendall Korelasyon ($U_t-U'_t$) Grafikleri (Antalya)

Antalya - Kış (U_t-U_t') Grafiği



Antalya - İlkbahar (U_t-U_t') Grafiği



Antalya - Yaz (U_t-U_t') Grafiği



Antalya - Sonbahar (U_t-U_t') Grafiği



Şekil 2.111: Aylık Maksimum Sıcaklıkların Mevsimlik Olarak Mann-Kendall Korelasyon (U_t-U_t') Grafikleri (Antalya)

Antalya - Kış (Ut-Ut') Grafiği



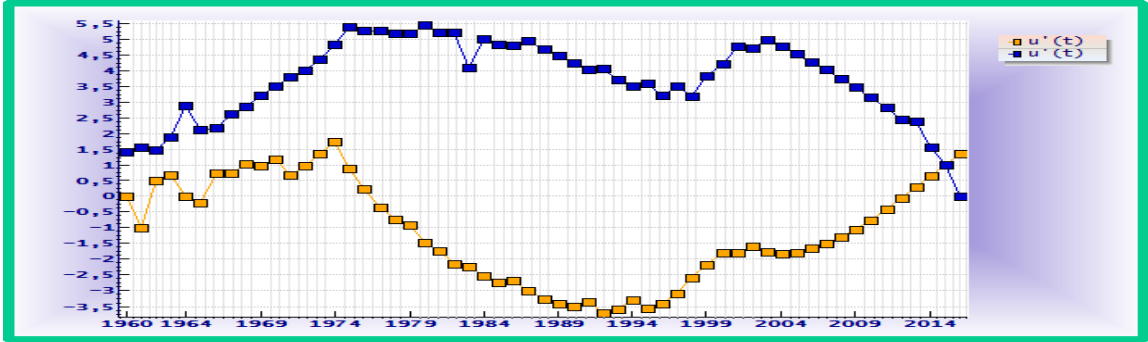
Antalya - İlkbahar (Ut-Ut') Grafiği



Antalya - Yaz (Ut-Ut') Grafiği

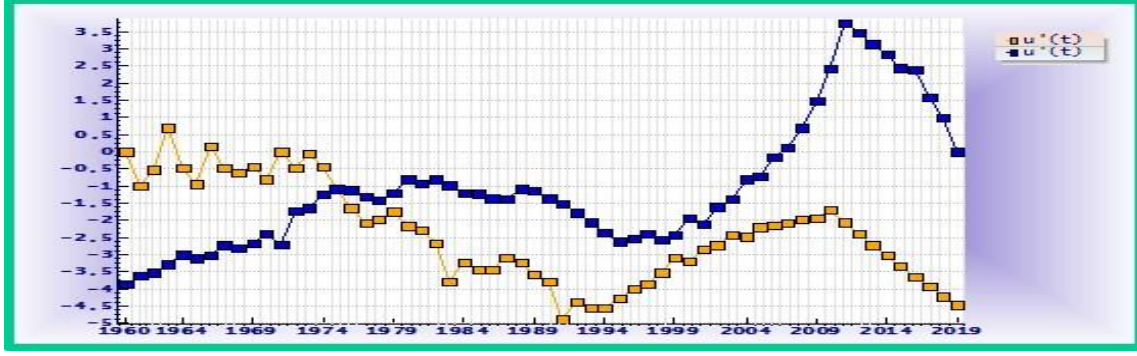


Antalya - Sonbahar (Ut-Ut') Grafiği



Şekil 2.112: Aylık Minimum Sıcaklıkların Mevsimlik Olarak Mann-Kendall Korelasyon ($U_t-U_{t'}$) Grafikleri (Antalya)

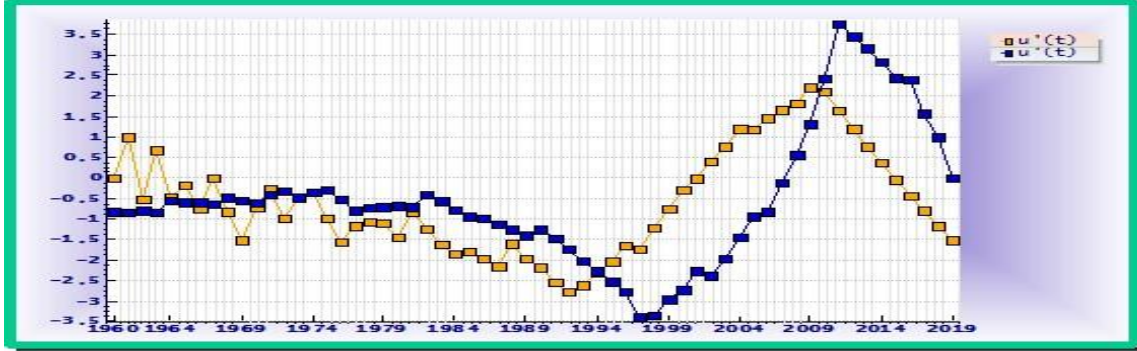
Antalya - Kış ($U_t-U_{t'}$) Grafiği



Antalya - İlkbahar ($U_t-U_{t'}$) Grafiği



Antalya - Yaz ($U_t-U_{t'}$) Grafiği

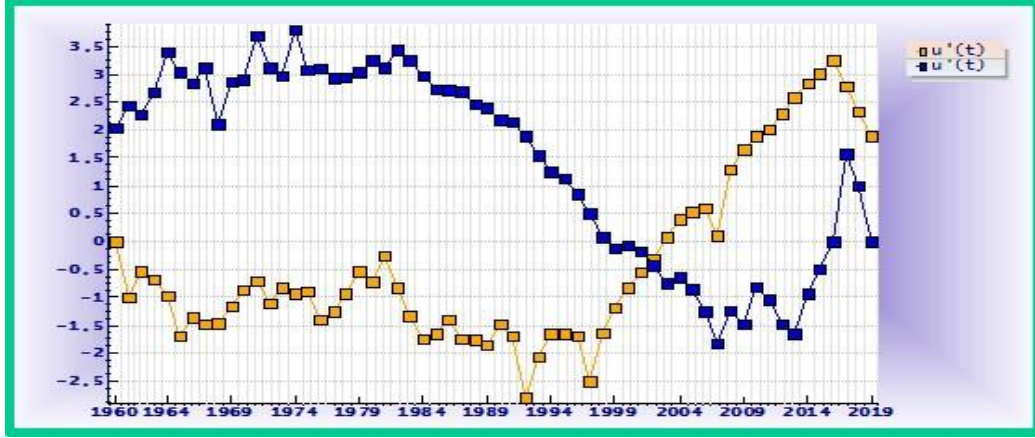


Antalya - Sonbahar ($U_t-U_{t'}$) Grafiği



Şekil 2.113: Aylık Ortalama Sıcaklıkların Mevsimlik Olarak Mann-Kendall Korelasyon ($U_t-U_{t'}$) Grafikleri (Antalya)

Aylık Maksimum Sıcaklık ($U_t-U'_t$) Grafiği



Aylık Minimum Sıcaklık ($U_t-U'_t$) Grafiği

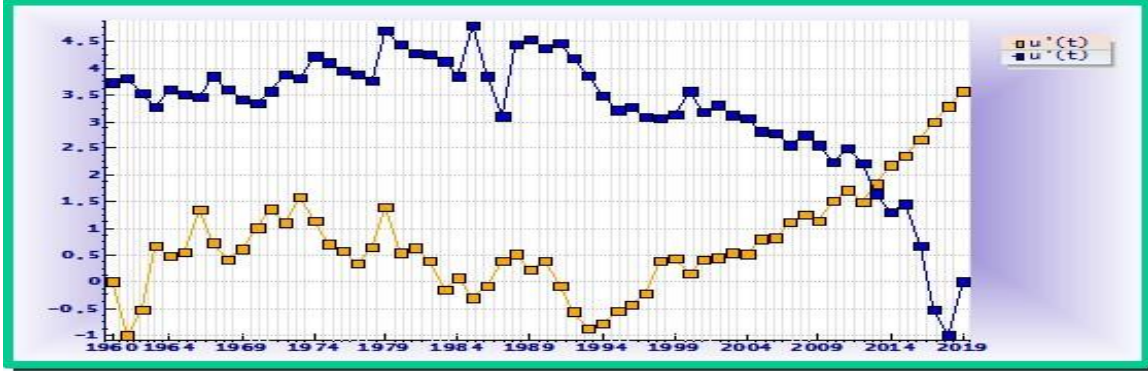


Aylık Ortalama Sıcaklık ($U_t-U'_t$) Grafiği



Şekil 2.114: Yıllık Değerlendirmede Mann-Kendall Korelasyon ($U_t-U'_t$) Grafikleri
(Manavgat)

Manavgat - Kış (Ut-Ut') Grafiği



Manavgat - İlkbahar (Ut-Ut') Grafiği



Manavgat - Yaz (Ut-Ut') Grafiği

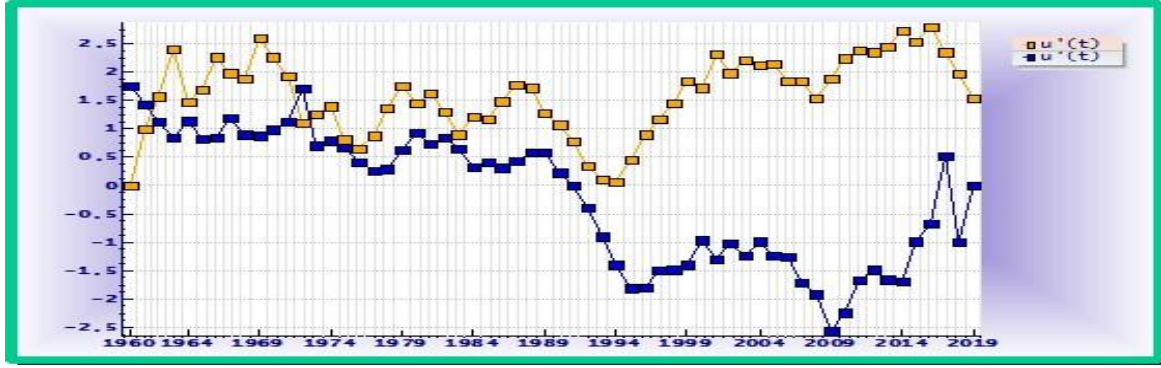


Manavgat - Sonbahar (Ut-Ut') Grafiği



Şekil 2.115: Aylık Maksimum Sıcaklıkların Mevsimlik Olarak Mann-Kendall Korelasyon (Ut-Ut') Grafikleri (Manavgat)

Manavgat - Kış (Ut-Ut') Grafiği



Manavgat - İlkbahar (Ut-Ut') Grafiği



Manavgat - Yaz (Ut-Ut') Grafiği

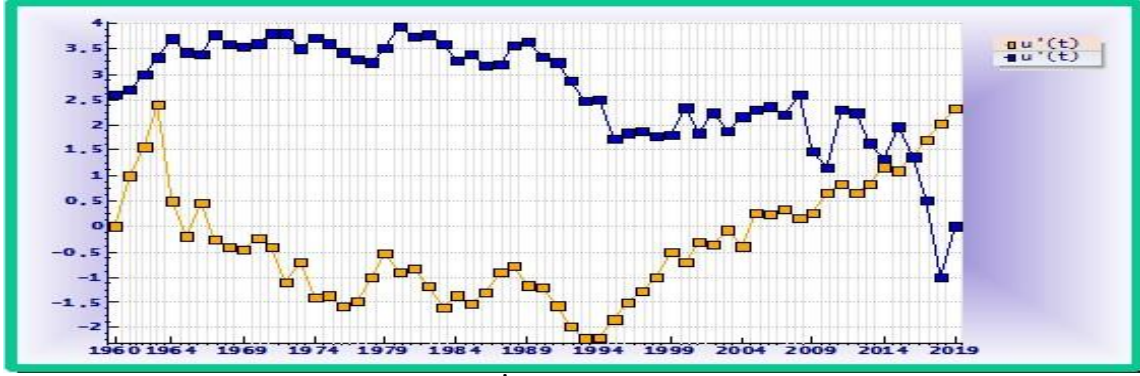


Manavgat - Sonbahar (Ut-Ut') Grafiği

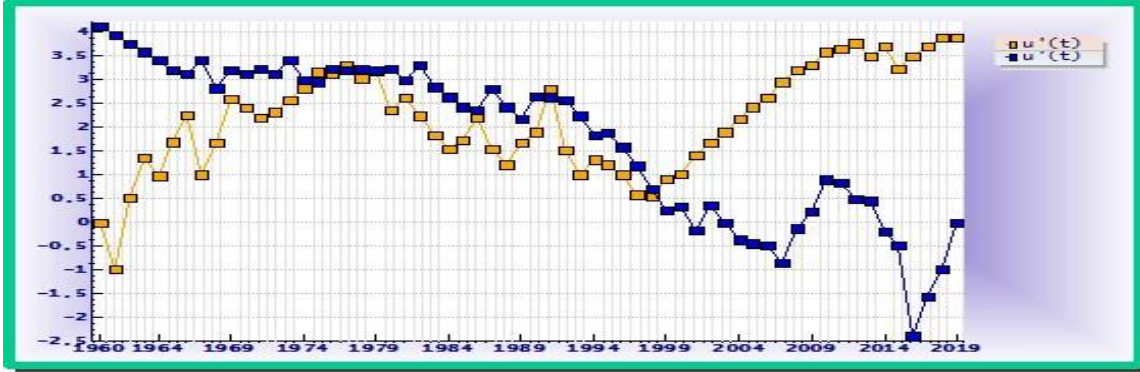


Şekil 2.116: Aylık Minimum Sıcaklıkların Mevsimlik Olarak Mann-Kendall Korelasyon ($U_t - U_{t'}$) Grafikleri (Manavgat)

Manavgat - Kış (Ut-Ut') Grafiği



Manavgat - İlkbahar (Ut-Ut') Grafiği



Manavgat - Yaz (Ut-Ut') Grafiği



Manavgat - Sonbahar (Ut-Ut') Grafiği



Şekil 2.117: Aylık Ortalama Sıcaklıkların Mevsimlik Olarak Mann-Kendall Korelasyon (Ut-Ut') Grafikleri (Manavgat)

Tablo 2.61: Yıllık ve Mevsimler Bazında Sıcaklık Verilerine Ait Mann-Kendall Analizi

Metod	Mann-Kendall	
İstasyonlar	Antalya	Manavgat
Yıllık Max. Sıc. Ort.	4,7*	3,35*
Yıllık Min. Sıc. Ort.	1,25	4,45*
Yıllık Ort. Sıc. Ort.	1,67*	5,46*
Max. Sıc. Kış	4,33*	2,79*
Max. Sıc. İlkbahar	3,93*	2,21*
Max. Sıc. Yaz	3,63*	2,82*
Max. Sıc. Sonbahar	2,25*	1,09
Min. Sıc. Kış	-0,81	1,59*
Min. Sıc. İlkbahar	2,28*	5,76*
Min. Sıc. Yaz	3,67*	7,54*
Min. Sıc. Sonbahar	1,42	3,67*
Ort. Sıc. Kış	0,7	1,45
Ort. Sıc. İlkbahar	1,93	2,84*
Ort. Sıc. Yaz	4,56*	5,91*
Ort. Sıc. Sonbahar	2,95*	4,54*

* %95 ($\alpha=0.05$) güven aralığında anlamlılık seviyesini gösterir.

57 yıllık sıcaklık verilerinin ortalamalarına uygulanan Mann-Kendall testi sonucunda elde edilen bulguları incelediğimizde, Antalya'nın aylık minimum sıcaklık ortalamalarına ait yıllık değerlendirmesinde, aylık minimum sıcaklık ortalamalarının mevsimsel değerlendirmelerine ait kış ve sonbahar mevsimlerinde, aylık ortalama sıcaklıkların kış ve ilkbahar dönemlerinde tespit edilen %95 anlamlılık seviyesinde anlamlı bir trende rastlanmamıştır. Buna karşın Manavgat'a ait aylık maksimum sıcaklık ortalamalarına ait mevsimsel değerlendirmelerde sonbahar mevsiminde ve aylık ortalama sıcaklık ortalamalarına ait mevsimsel değerlendirmede kış döneminde anlamlı bir trendin bulunmadığı görülmektedir. Başka bir anlatımla, istasyonların Z değeri, $\pm 1,96$ olan kritik değere göre güven aralığında kaldığından H_0 hipotezi kabul edilmiş ve trendin olmadığı tespit edilmiştir. Ancak elde edilen sonuç, belirtilen istasyonlarda anlamlı olmayan bu artış ve azalışların olmadığı anlamına da gelmemektedir. Mann-Kendall tabloları incelemek olursa, trendlerin

durumu daha net görülecektir. Sıcaklık farklarının net olarak ortaya konulması için Sen'in Trend Analizi çıktılarına ait formüllerden elde edilen sıcaklık değerleri sonraki tablolarda özgün olarak oluşturulmuştur.

Tablo 2.62: Aylık Maksimum, Minimum ve Ortalama Sıcaklıkların Yıllık Ortalamaları Arasındaki Farklar (°C)

Aylık Sıcaklık Ortalamaları	Antalya	Manavgat	Fark
Maksimum	1,5	1,1	0,4
Minimum	1,7	0,7	1
Ortalama	1,5	0,5	1

Tablo 2.63: Mevsimlere Göre Aylık Maksimum Sıcaklık Ortalamaları Arasındaki Farklar (°C)

Mevsimler	Antalya	Manavgat	Fark
Kış	2,4	1	1,4
İlkbahar	2,7	0,7	2
Yaz	1,7	1,4	0,3
Sonbahar	1,4	0,4	1

Tablo 2.64: Mevsimlere Göre Aylık Minimum Sıcaklık Ortalamaları Arasındaki Farklar (°C)

Mevsimler	Antalya	Manavgat	Fark
Kış	-0,3	0,5	0,8
İlkbahar	1,7	1,8	0,1
Yaz	2,9	3,8	0,9
Sonbahar	1,	1,9	0,9

Tablo 2.65: Mevsimlere Göre Aylık Ortalama Sıcaklık Ortalamaları Arasındaki Farklar (°C)

Mevsimler	Antalya	Manavgat	Fark
Kış	0,4	0,5	0,1
İlkbahar	1	0,9	0,1
Yaz	2,3	2,2	0,1
Sonbahar	1,4	1,7	0,3

SenQ metoduna göre hesaplanan tablolarda görülen sıcaklık değerlerine göre yıllık ve mevsimlik sıcaklık verilerinin türdeş olması, diğer bir deyişle aynı evrenden geldiği hipotezinin kabul edilmesi varsayımı ile zaman serilerine ait trendlerde anlamlılık gözlenmiştir. Yani sabit güven aralığı $\pm 1,96$ aralığında olanları anlamlı kabul ettiğimizde

(uygulanen teste göre istatistiksel anlamda önemli olan) meydana gelen artış ve azalışlara göre fark değerlendirmeleri tablolardaki gibi ortaya çıkmaktadır.

Antalya ve karşılaştırma istasyonu olan Manavgat için uzun yılları kapsayan eğilimleri gösteren Mann-Kendall Korelasyon (Ut-Ut') grafikleri ile yıllık bazda değerlendirmelerde, Antalya için aylık maksimum, aylık minimum ve aylık ortalama sıcaklık ortalamalarında anlamlı trend artışı gözlenmiştir. Mukayese istasyonu Manavgat'ın yıllık bazda değerlendirme grafiklerinin tümünde de aynı şekilde anlamlı trend mevcuttur. SenQ değerine göre baz alınan yıllık değerlendirmelerdeki sıcaklık farklarına ait sonuçlara göre ise (Tablo 2.62) Antalya'nın, mukayese istasyonu olan Manavgat'tan aylık maksimum sıcaklık ortalamalarında 0,4 °C, aylık minimum sıcaklık ortalamalarında ise 1 °C ve aylık ortalama sıcaklık ortalamalarında ise 1 °C daha fazla ısındığı görülmektedir. Bununla birlikte mevsimlere göre yapılan değerlendirmelere ait tablolara ait (Tablo 2.63, 2.64, 2.65) aylık maksimum sıcaklık ortalamalarına ait tüm mevsimlerde de kentsel istasyon olan Antalya'nın, kırsal istasyon olan Manavgat'tan daha fazla ısındığı görülmektedir. Aylık ortalama sıcaklık ortalamalarının yıllık değerlendirmesinde ise ilkbahar ve yaz mevsimlerinde Antalya'nın daha fazla ısındığı görülürken, kış ve sonbahar mevsimlerinde Manavgat'ın daha sıcak olduğu göze çarpmaktadır. Bunlarla birlikte aylık minimum sıcaklık ortalamalarının mevsimsel değerlendirmelerinde ise Manavgat'ın tüm mevsimlerde Antalya'dan daha fazla ısındığı görülmektedir. Bu durumun nedeni olarak, Antalya'nın verilerinin alındığı istasyonun Antalya Havalimanı istasyonu olması düşünülmektedir. Daha önce şehir merkezinde konumlanan istasyon, daha sonra Antalya Havalimanı'na taşınmıştır. Ancak bu durumda da istasyonun lokasyonu itibariyle yarı kırsal bir özellik gösterdiği bilinmektedir. Buna karşın Manavgat istasyonu kırsal mukayese istasyonu olsa da, ilçe merkezinde bulunan bir istasyon olduğundan sıcaklık değerlerinin aylık minimum sıcaklık ortalamalarına ait mevsimsel değerlendirmelerde yüksek çıkmış olabileceği öngörülmektedir. Ancak çalışmanın ana konusu kentsel ısı adasının varlığının tespit edilmesi olduğundan, hipotezin kabul edilmediği bu gibi mukayeselerde bu durumun nedenleri konusunda detaylı araştırma yapılmalıdır.

2.1.14 Bursa - Mustafakemalpaşa

Bursa, Türkiye'nin kuzeybatısında yer alan Marmara Bölgesi'nin güney kısmında yer almaktadır. Doğusunda Bilecik, kuzeydoğusunda Kocaeli, kuzeyinde Yalova ve Marmara Denizi, güney - güneydoğusunda Kütahya ve batısında ise Balıkesir ile komşudur. Bursa,



Foto 28: Bursa yeni şehir görüntüsü (www.osmangazi.bel.tr)

Çalışma doğrultusunda Bursa için mukayese istasyonu olarak Mustafakemalpaşa seçilmiştir. Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nden alınan 1963 ve 2019 yılları arasını kapsayan 56 yıllık sıcaklık verileri kullanılmıştır. Bursa'nın verileri, meteoroloji kodu 17116 olan ve 100 mt yükseklikte bulunan istasyondan alınmıştır. Mukayese istasyonu olan Mustafakemalpaşa'ya ait meteorolojik veriler ise 699 meteorolojik kodlu, 60 metredeki meteorolojik istasyondan alınmıştır.

Bursa ve Mustafakemalpaşa'ya ait 56 yıllık veri seti kapsamındaki aylık maksimum sıcaklık, aylık minimum sıcaklık ve aylık ortalama sıcaklıklardır ve bunların hepsinin yıllık ve mevsimler bazında trend analizleri yapılarak, Mann-Kendall analizleri ile anlamlı yönde pozitif veya negatif bir trend olup olmadığı denetlenirken; SenQ değerine göre formülize edilen ve uzun yıllar sıcaklık ortalamaları bulunan değerler, şehir merkezi ve mukayese edilen istasyon olarak karşılaştırılmıştır. Çıkan değerlere ait sonuçlar için tablolar özgün şekilde oluşturulmuştur.

Aylık Maksimum Sıcaklık (U_t-U_t') Grafiği



Aylık Minimum Sıcaklık (U_t-U_t') Grafiği

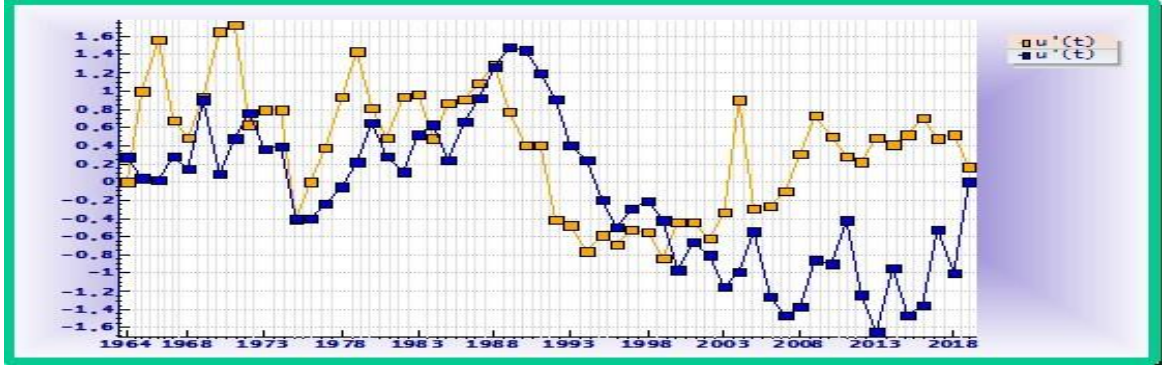


Aylık Ortalama Sıcaklık (U_t-U_t') Grafiği

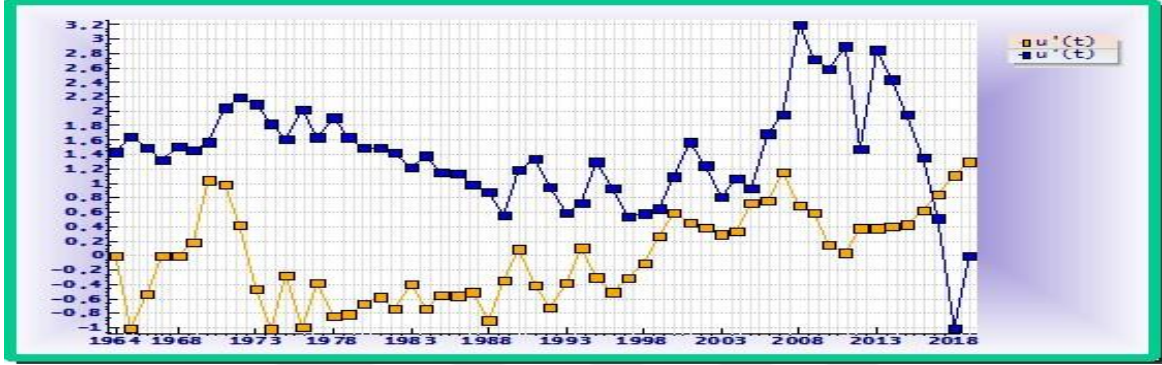


Şekil 2.119: Yıllık Değerlendirmede Mann-Kendall Korelasyon (U_t-U_t') Grafikleri (Bursa)

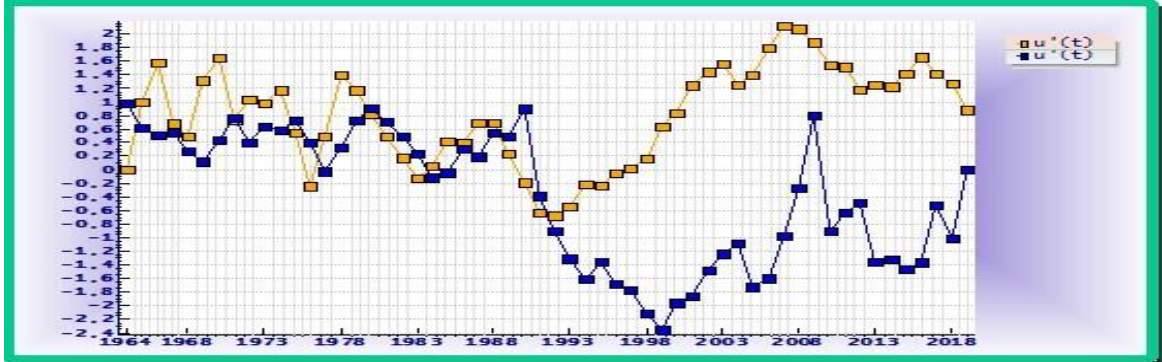
Bursa - Kış (Ut-Ut') Grafiği



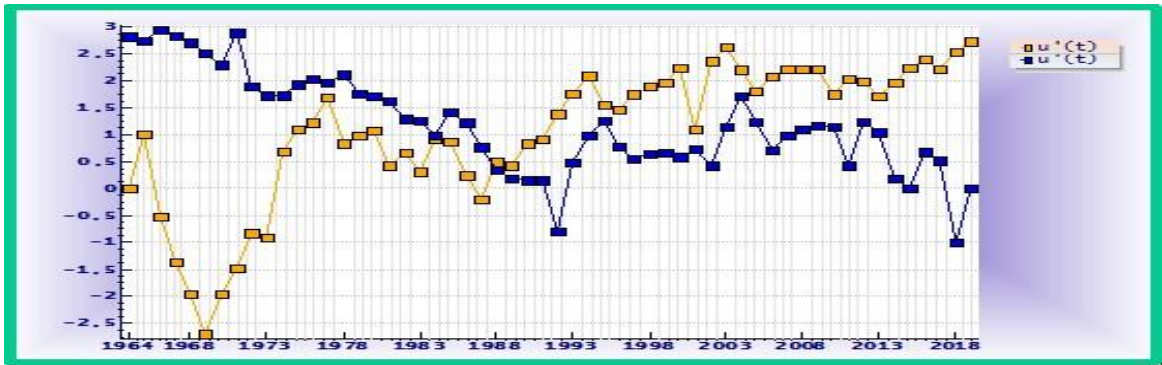
Bursa - İlkbahar (Ut-Ut') Grafiği



Bursa - Yaz (Ut-Ut') Grafiği

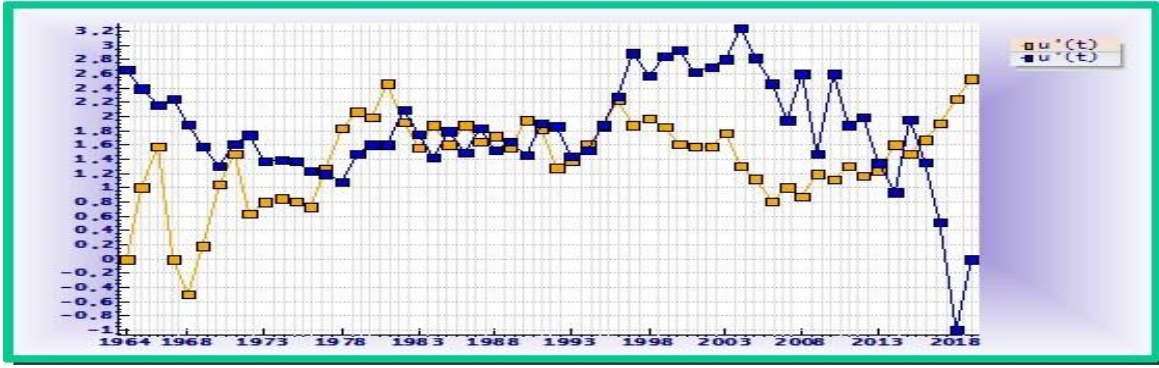


Bursa - Sonbahar (Ut-Ut') Grafiği

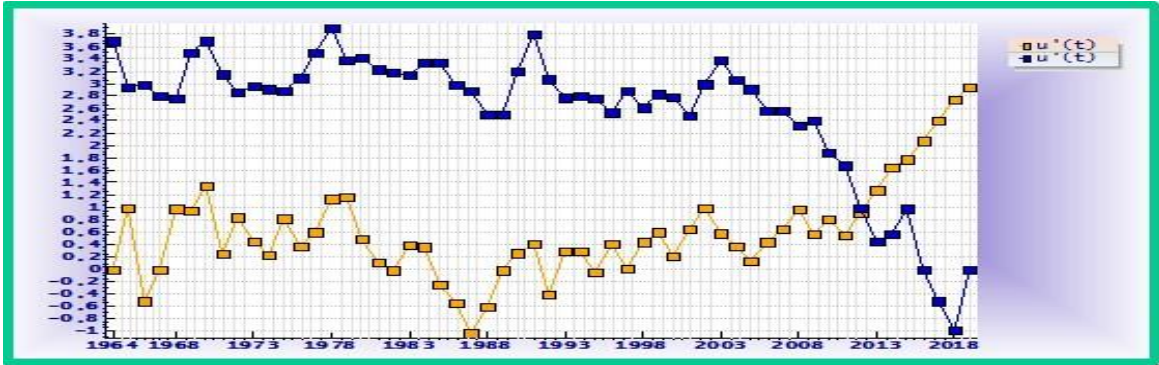


Şekil 2.120: Aylık Maksimum Sıcaklıkların Mevsimlik Olarak Mann-Kendall Korelasyon (Ut-Ut') Grafikleri (Bursa)

Bursa - Kış (Ut-Ut') Grafiği



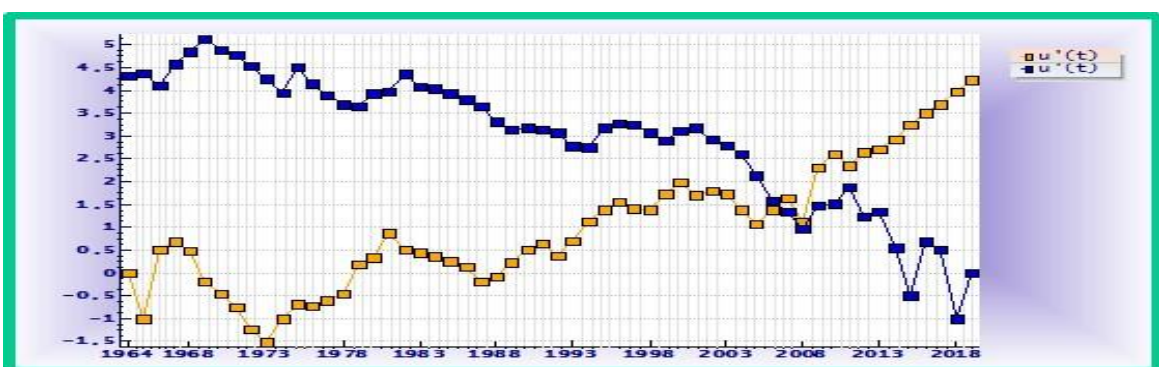
Bursa - İlkbahar (Ut-Ut') Grafiği



Bursa - Yaz (Ut-Ut') Grafiği

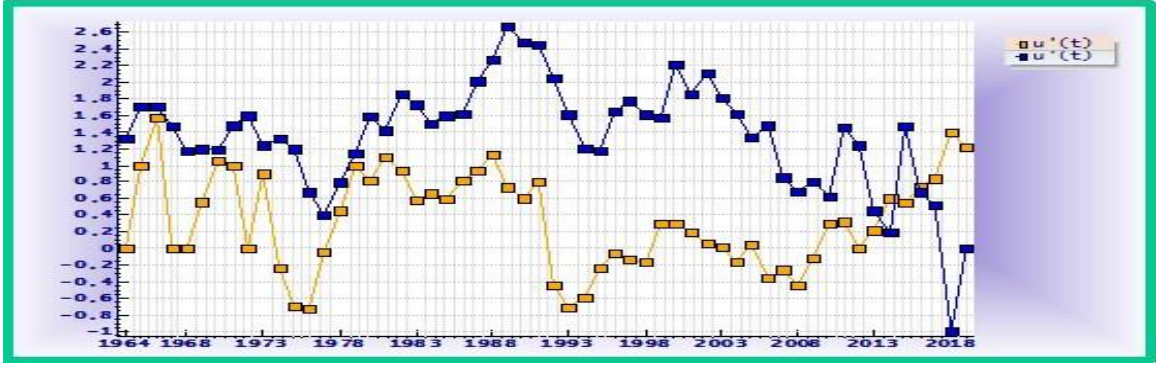


Bursa - Sonbahar (Ut-Ut') Grafiği

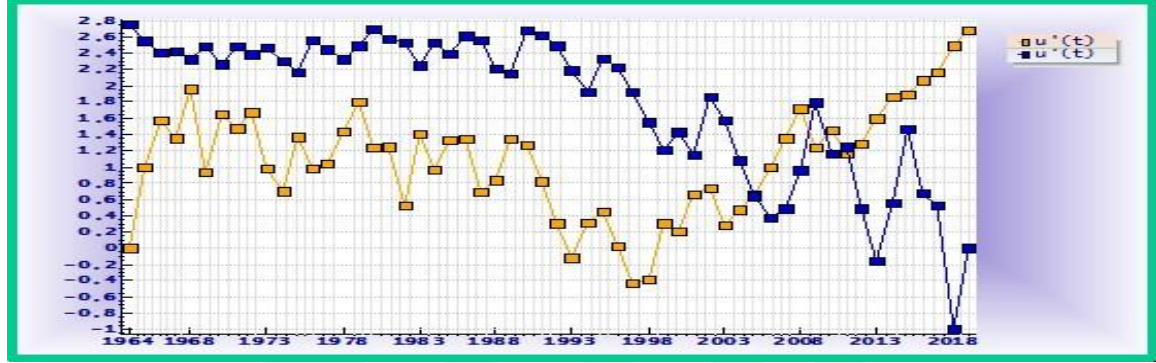


Şekil 2.121: Aylık Minimum Sıcaklıkların Mevsimlik Olarak Mann-Kendall Korelasyon ($U_t - U_{t'}$) Grafikleri (Bursa)

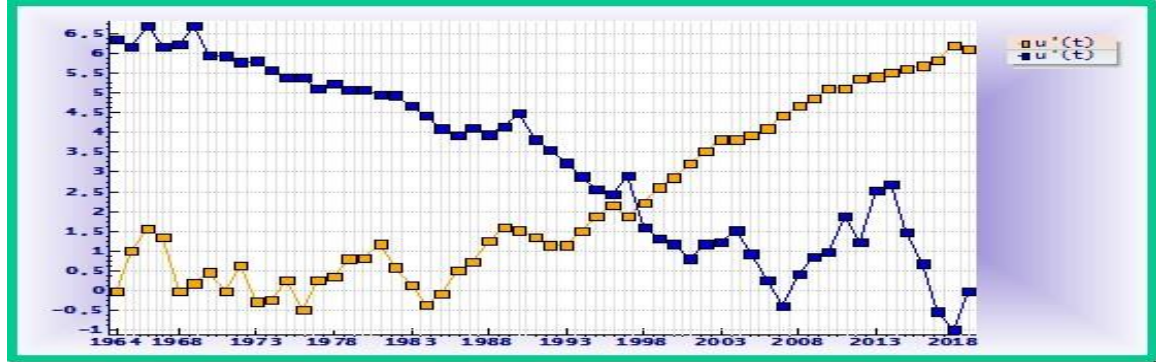
Bursa - Kış (Ut-Ut') Grafiği



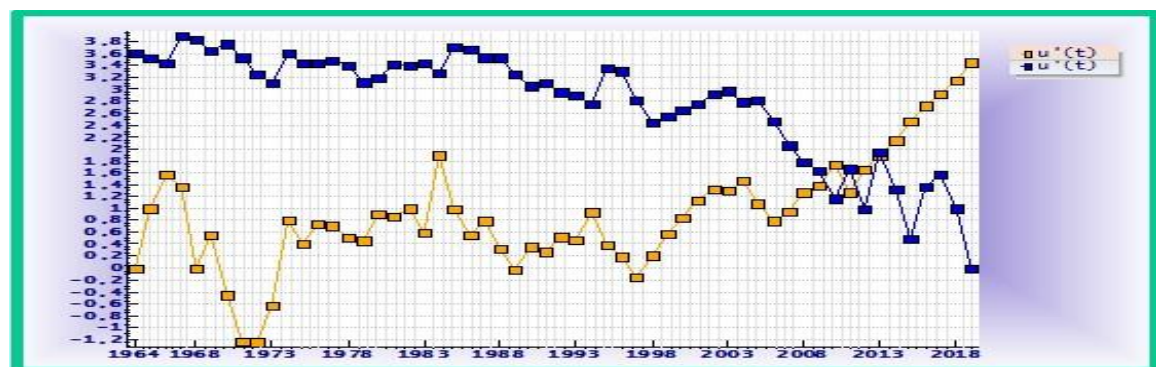
Bursa - İlkbahar (Ut-Ut') Grafiği



Bursa - Yaz (Ut-Ut') Grafiği



Bursa - Sonbahar (Ut-Ut') Grafiği



Şekil 2.122: Aylık Ortalama Sıcaklıkların Mevsimlik Olarak Mann-Kendall Korelasyon ($U_t - U_{t'}$) Grafikleri (Bursa)

Aylık Maksimum Sıcaklık ($U_t-U'_t$) Grafiği



Aylık Minimum Sıcaklık ($U_t-U'_t$) Grafiği



Aylık Ortalama Sıcaklık ($U_t-U'_t$) Grafiği



Şekil 2.123: Yıllık Değerlendirmede Mann-Kendall Korelasyon ($U_t-U'_t$) Grafikleri
(Mustafakemalpaşa)

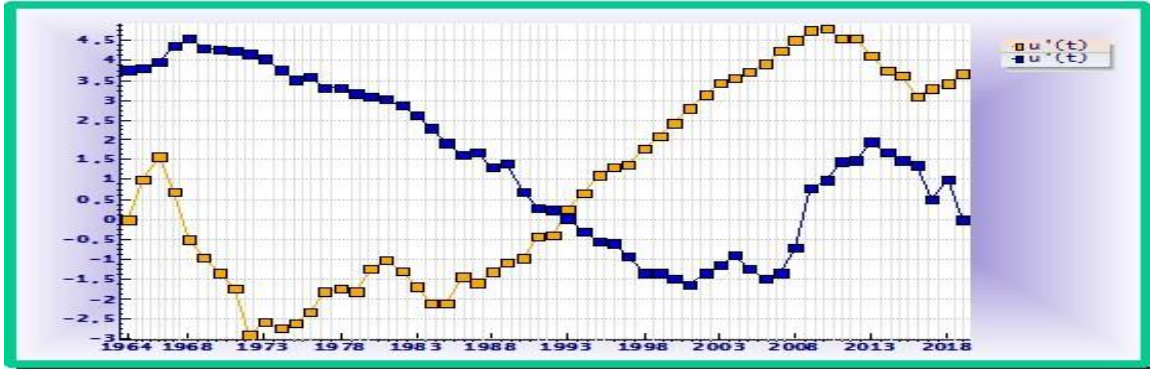
Mustafakemalpaşa - Kış (U_t-U_t') Grafiği



Mustafakemalpaşa - İlkbahar (U_t-U_t') Grafiği



Mustafakemalpaşa - Yaz (U_t-U_t') Grafiği

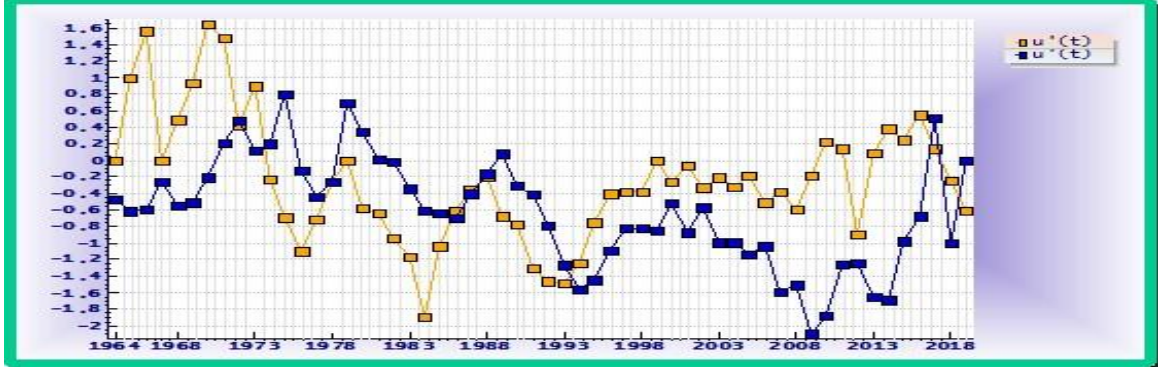


Mustafakemalpaşa - Sonbahar (U_t-U_t') Grafiği



Şekil 2.124: Aylık Maksimum Sıcaklıkların Mevsimlik Olarak Mann-Kendall Korelasyon (U_t-U_t') Grafikleri (Mustafakemalpaşa)

Mustafakemalpaşa - Kış (Ut-Ut') Grafiği



Mustafakemalpaşa - İlkbahar (Ut-Ut') Grafiği



Mustafakemalpaşa - Yaz (Ut-Ut') Grafiği

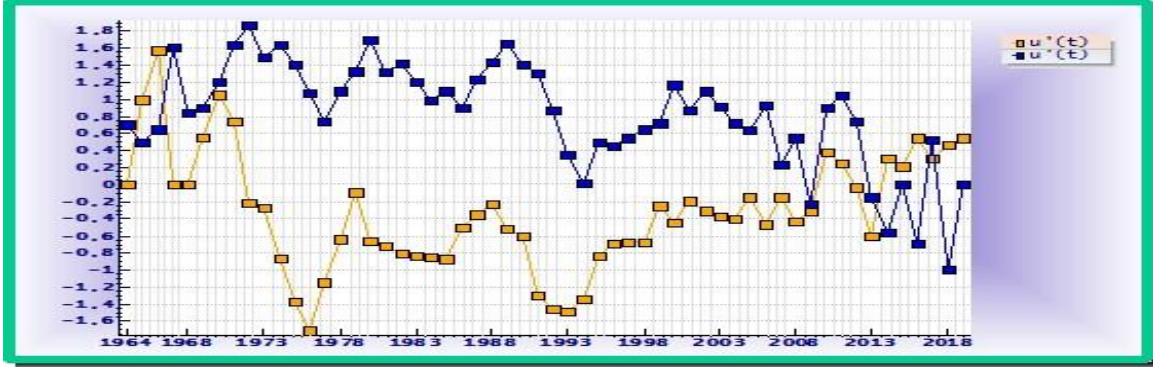


Mustafakemalpaşa - Sonbahar (Ut-Ut') Grafiği

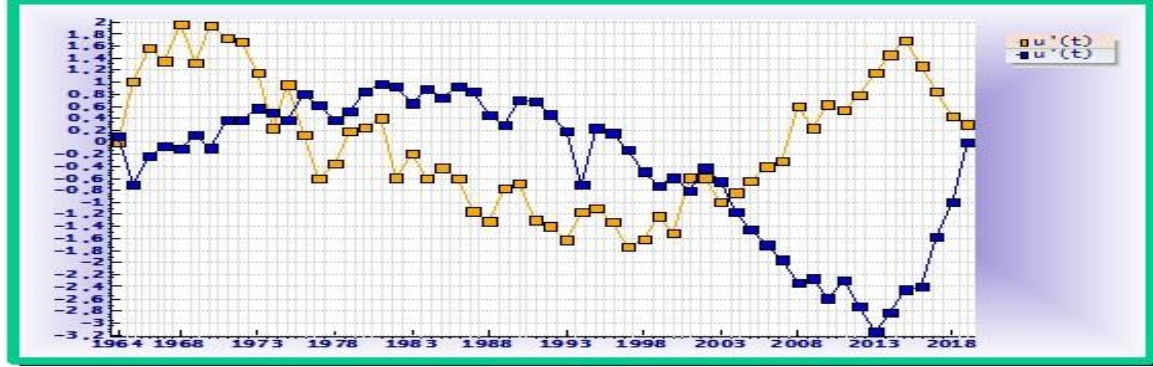


Şekil 2.125: Aylık Minimum Sıcaklıkların Mevsimlik Olarak Mann-Kendall Korelasyon (Ut-Ut') Grafikleri (Mustafakemalpaşa)

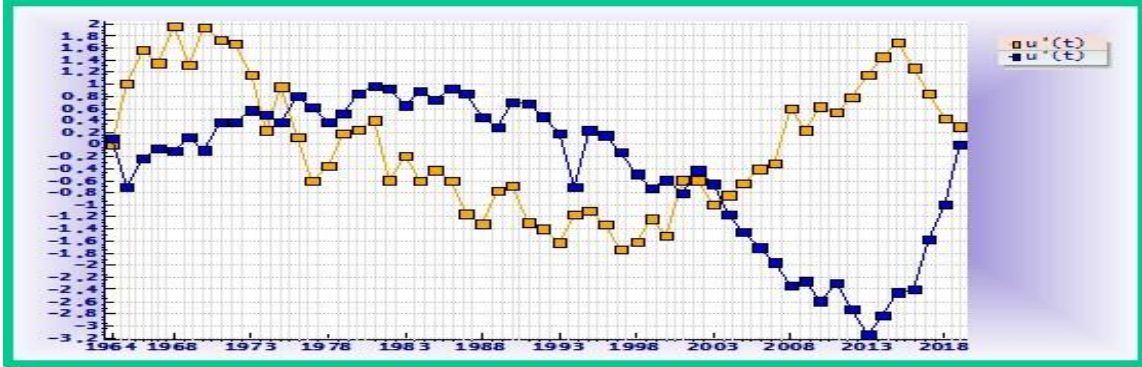
Mustafakemalpaşa - Kış (Ut-Ut') Grafiği



Mustafakemalpaşa - İlkbahar (Ut-Ut') Grafiği



Mustafakemalpaşa - Yaz (Ut-Ut') Grafiği



Mustafakemalpaşa - Sonbahar (Ut-Ut') Grafiği



Şekil 2.126: Aylık Ortalama Sıcaklıkların Mevsimlik Olarak Mann-Kendall Korelasyon (Ut-Ut') Grafikleri (Mustafakemalpaşa)

Tablo 2.66: Yıllık ve Mevsimler Bazında Sıcaklık Verilerine Ait Mann-Kendall Analizi

Metod	Mann-Kendall	
İstasyonlar	Bursa	M. Kemalpaşa
Yıllık Max. Sıc. Ort.	2,97*	-1,73*
Yıllık Min. Sıc. Ort.	4,96*	2,33*
Yıllık Ort. Sıc. Ort.	3,73*	3,24*
Max. Sıc. Kış	0,3	-2,33*
Max. Sıc. İlkbahar	0,58	2,25*
Max. Sıc. Yaz	1,27	3,81*
Max. Sıc. Sonbahar	2,34*	-0,56
Min. Sıc. Kış	2,3*	0,4*
Min. Sıc. İlkbahar	2,6*	0,94
Min. Sıc. Yaz	5,59*	3,62*
Min. Sıc. Sonbahar	3,34*	1,46*
Ort. Sıc. Kış	0,65	0,34
Ort. Sıc. İlkbahar	1,95	1,78
Ort. Sıc. Yaz	5,77*	5,36*
Ort. Sıc. Sonbahar	2,61*	1,46

* %95 ($\alpha=0.05$) güven aralığında anlamlılık seviyesini gösterir.

56 yıllık sıcaklık verilerinin ortalamalarına uygulanan Mann-Kendall testi sonucunda elde edilen bulguları incelediğimizde, Bursa'nın aylık maksimum sıcaklık ortalamalarına ait mevsimsel değerlendirmesinde kış, ilkbahar ve yaz; aylık ortalama sıcaklıkların kış ve ilkbahar mevsimlerine ait dönemlerinde tespit edilen %95 anlamlılık seviyesinde anlamlı bir trende rastlanmamıştır. Bununla birlikte Mustafakemalpaşa'ya ait aylık maksimum sıcaklık ortalamalarına ait mevsimsel değerlendirmelerde sonbahar; aylık minimum sıcaklık ortalamalarının mevsimsel değerlendirmesine göre ilkbahar ve aylık ortalama sıcaklıklara ait kış, ilkbahar ve sonbahar mevsimlerinde anlamlı bir trendin bulunmadığı görülmektedir. Başka bir anlatımla, istasyonların Z değeri, $\pm 1,96$ olan kritik değere göre güven aralığında kaldığından H_0 hipotezi kabul edilmiş ve trendin olmadığı tespit edilmiştir. Ancak elde edilen sonuç, belirtilen istasyonlarda anlamlı olmayan bu artış ve azalışların olmadığı anlamına da gelmemektedir. Mann-Kendall tabloları incelemek olursa, trendlerin durumu daha net

görülmektedir. Sıcaklık farklarının net olarak ortaya konulması için Sen'in Trend Analizi çıktılarına ait formüllerden elde edilen sıcaklık değerleri sonraki tablolarda özgün olarak oluşturulmuştur.

Tablo 2.67: Aylık Maksimum, Minimum ve Ortalama Sıcaklıkların Yıllık Ortalamaları Arasındaki Farklar (°C)

Aylık Sıcaklık Ortalamaları	Bursa	Mustafakemalpaşa	Fark
Maksimum	-1	-0,8	0,2
Minimum	2,4	0,8	1,6
Ortalama	1,3	1,1	0,2

Tablo 2.68: Mevsimlere Göre Aylık Maksimum Sıcaklık Ortalamaları Arasındaki Farklar (°C)

Mevsimler	Bursa	Mustafakemalpaşa	Fark
Kış	0,1	-2	2,1
İlkbahar	0,4	1,7	1,3
Yaz	0,7	2,1	1,4
Sonbahar	2	-0,3	2,3

Tablo 2.69: Mevsimlere Göre Aylık Minimum Sıcaklık Ortalamaları Arasındaki Farklar (°C)

Mevsimler	Bursa	Mustafakemalpaşa	Fark
Kış	2,1	0,2	1,9
İlkbahar	1,1	0,4	0,7
Yaz	3,7	1,7	2
Sonbahar	2,2	0,7	1,5

Tablo 2.70: Mevsimlere Göre Aylık Ortalama Sıcaklık Ortalamaları Arasındaki Farklar (°C)

Mevsimler	Bursa	Mustafakemalpaşa	Fark
Kış	0,3	0,2	0,1
İlkbahar	1,3	0,9	0,4
Yaz	2,4	2,3	0,1
Sonbahar	1	0,6	0,4

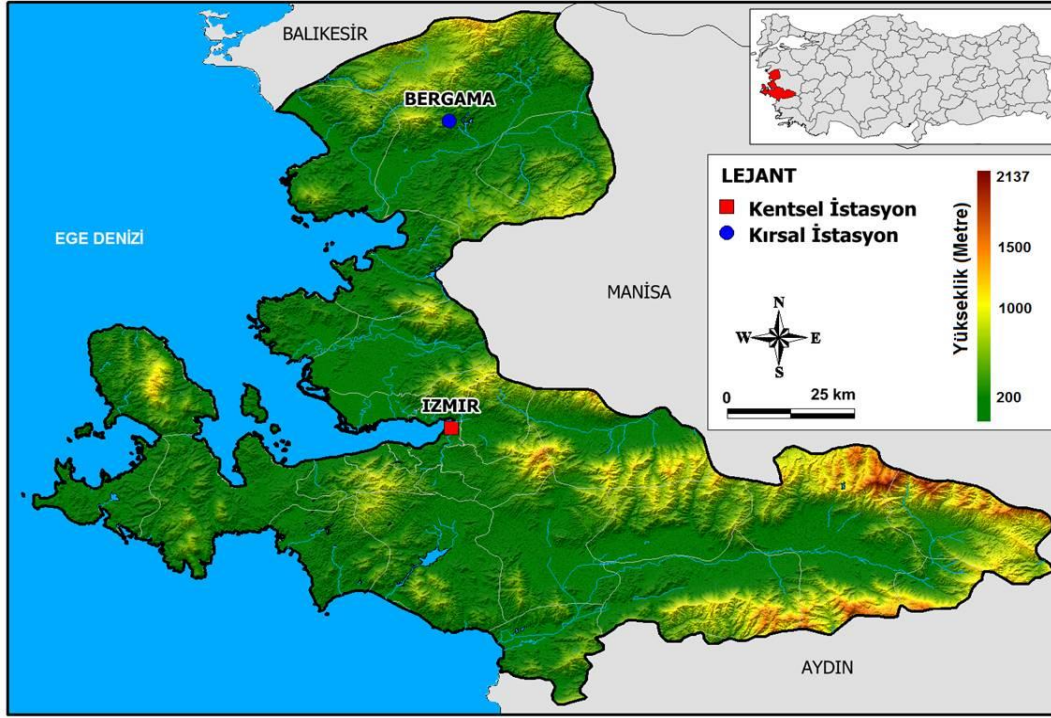
SenQ metoduna göre hesaplanan tablolarda görülen sıcaklık değerlerine göre yıllık ve mevsimlik sıcaklık verilerinin türdeş olması, diğer bir deyişle aynı evrenden geldiği hipotezinin kabul edilmesi varsayımı ile zaman serilerine ait trendlerde anlamlılık gözlenmiştir. Yani sabit güven aralığı $\pm 1,96$ aralığında olanları anlamlı kabul ettiğimizde

(uygulanan teste göre istatistiksel anlamda önemli olan) meydana gelen artış ve azalışlara göre fark değerlendirmeleri tablolardaki gibi ortaya çıkmaktadır.

Bursa ve karşılaştırma istasyonu olan Mustafakemalpaşa için uzun yılları kapsayan eğilimleri gösteren Mann-Kendall Korelasyon (Ut-Ut') grafikleri ile yıllık bazda değerlendirmelerde, Bursa ve Mustafakemalpaşa için aylık maksimum, aylık minimum ve aylık ortalama sıcaklık ortalama grafiklerinde anlamlı trend artışı gözlenmemiştir. Ancak sıcaklık farklarının karşılaştırılabilmesi için tercih edilen SenQ değerine göre baz alınan yıllık değerlendirmelerdeki sonuçlara göre ise (Tablo 2.67) Bursa'nın, mukayese istasyonu olan Mustafakemalpaşa'dan aylık minimum sıcaklık ortalamalarında 1,6 °C ve aylık ortalama sıcaklık ortalamalarında ise 0,2 °C daha fazla ısındığı görülmektedir. Buna karşın aylık maksimum sıcaklık ortalamalarında ise Mustafakemalpaşa'nın Bursa'dan 0,2 °C daha sıcak olduğu görülebilir. Öte yandan mevsimlere göre yapılan değerlendirmelere ait tablolara ait (Tablo 2.68, 2.69, 2.70) aylık maksimum kış ve sonbahar mevsimlerinde de kent istasyonu Bursa'nın daha fazla ısındığı görülürken, ilkbahar ve yaz mevsimlerinde durum tam tersidir. Benzer diğer bir durum aylık ortalama sıcaklık ortalamalarına ait ilkbahar, yaz ve sonbahar mevsimlerinde Bursa'nın kırsal istasyondan daha sıcak olmasını; kırsal istasyonun ise sadece kış mevsiminde 0,1 °C daha fazla ısındığını göstermektedir. Özellikle kentsel ısı adasının aylık minimum sıcaklıklarda daha fazla etkili olduğu düşünülürse aylık minimum sıcaklık ortalamalarına ait tüm mevsimlerde Bursa'nın Mustafakemalpaşa'dan daha fazla sıcaklık değerlerine sahip olduğu görülmektedir. Bu durumun hipotezimizi doğrular nitelikte olduğu görülmektedir. Diğer bir deyişle kent merkezi istasyonu durumunda olan Bursa'da kentsel ısı adası varlığı mevcuttur.

2.1.15 İzmir - Bergama

İzmir, Türkiye'nin batısında bulunan Ege Bölgesi'nde yer almaktadır. Doğusunda Manisa, kuzeyinde Balıkesir, güneyinde Aydın ile komşudur. Batıdaki sınırı itibariyle Ege Denizi'ne kıyısı bulunmaktadır. İzmir, matematiksel konum itibariyle 26° 13' ile 28° 29' doğu boylamları ile 37° 49' ile 39° 23' kuzey enlemleri arasında yer almaktadır (Şekil 2.127).



Şekil 2.127: İzmir ve Bergama'nın lokasyon haritası

Artan sanayi ve turizm faaliyetlerine bağlı olarak yoğun göç alan İzmir, şehir merkezi nüfusu hızla artan ve bunun sonucunda da hızla şehirleşen illerimiz arasındadır. 2013 yılı itibarıyla 2.5 milyon civarında olan şehir merkezi nüfusu, 2019 yılında 4 milyona yaklaşmıştır. İzmir'in merkez ilçelerinin mahalle sayıları toplamı ise günümüzde 388'dir (TÜİK, İller İdaresi Genel Müdürlüğü, 2020).



Foto 2.29: İzmir eski şehir fotoğrafı (1970) (Kaynak: www.ezelizmir.blogspot.com)

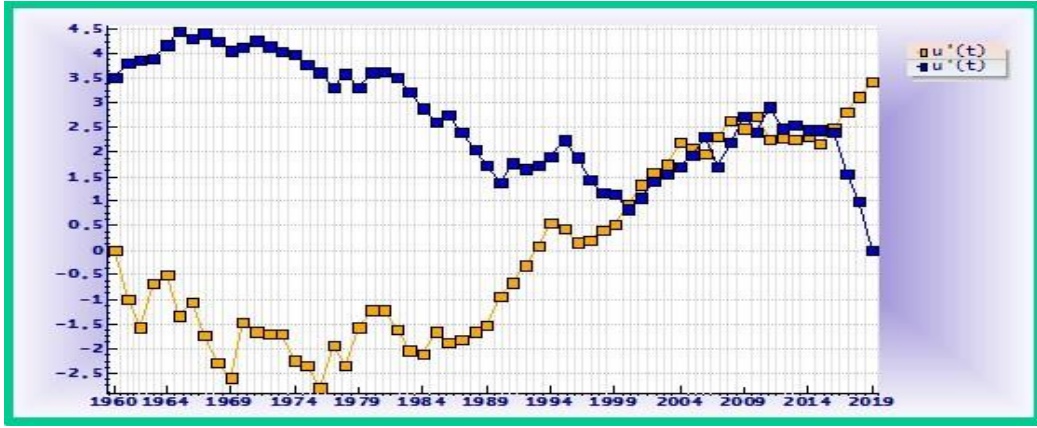


Foto 2.30: İzmir yeni şehir fotoğrafı (Kaynak: www.espassanat.com)

Çalışma doğrultusunda İzmir için mukayese istasyonu olarak Bergama seçilmiştir (Şekil 132). Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nden alınan 1959 ve 2019 yılları arasını kapsayan 60 yıllık sıcaklık verileri kullanılmıştır. İzmir'in verileri, meteoroloji kodu 17220 olan ve 29 mt yükseklikte bulunan istasyondan alınmıştır. Mukayese istasyonu olan Bergama'ya ait meteorolojik veriler ise 17742 meteorolojik kodlu, 53 metredeki meteorolojik istasyondan alınmıştır.

İzmir ve Bergama'ya ait 60 yıllık veri seti kapsamındaki aylık maksimum sıcaklık, aylık minimum sıcaklık ve aylık ortalama sıcaklıklardır ve bunların hepsinin yıllık ve mevsimler bazında trend analizleri yapılarak, Mann-Kendall analizleri ile anlamlı yönde pozitif veya negatif bir trend olup olmadığı denetlenirken; SenQ değerine göre formülize edilen ve uzun yıllar sıcaklık ortalamaları bulunan değerler, şehir merkezi ve mukayese edilen istasyon olarak karşılaştırılmıştır. Çıkan değerlere ait sonuçlar için tablolar özgün şekilde oluşturulmuştur.

Aylık Maksimum Sıcaklık ($U_t-U'_t$) Grafiği



Aylık Minimum Sıcaklık ($U_t-U'_t$) Grafiği



Aylık Ortalama Sıcaklık ($U_t-U'_t$) Grafiği

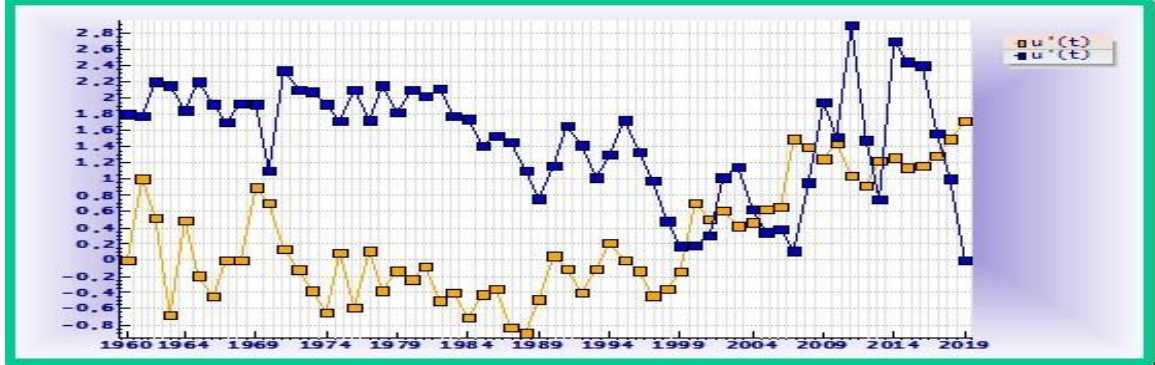


Şekil 2.128: Yıllık Değerlendirmede Mann-Kendall Korelâsyon ($U_t-U'_t$) Grafikleri (İzmir)

İzmir - Kış (Ut-Ut') Grafiği



İzmir - İlkbahar (Ut-Ut') Grafiği



İzmir - Yaz (Ut-Ut') Grafiği



İzmir - Sonbahar (Ut-Ut') Grafiği



Şekil 2.129: Aylık Maksimum Sıcaklıkların Mevsimlik Olarak Mann-Kendall Korelasyon (Ut-Ut') Grafikleri (İzmir)

İzmir - Kış (Ut-Ut') Grafiği



İzmir - İlkbahar (Ut-Ut') Grafiği



İzmir - Yaz (Ut-Ut') Grafiği

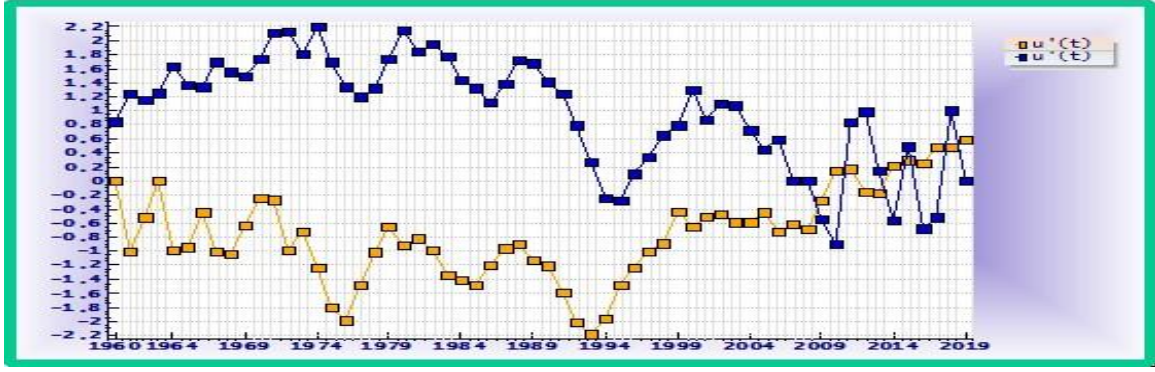


İzmir - Sonbahar (Ut-Ut') Grafiği



Şekil 2.130: Aylık Minimum Sıcaklıkların Mevsimlik Olarak Mann-Kendall Korelasyon ($U_t - U_t'$) Grafikleri (İzmir)

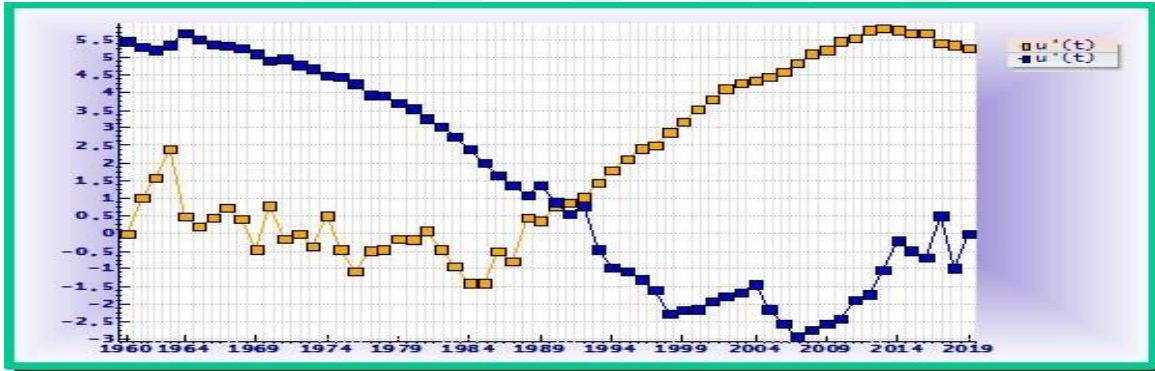
İzmir - Kış (Ut-Ut') Grafiği



İzmir - İlkbahar (Ut-Ut') Grafiği



İzmir - Yaz (Ut-Ut') Grafiği



İzmir - Sonbahar (Ut-Ut') Grafiği



Şekil 2.131: Aylık Ortalama Sıcaklıkların Mevsimlik Olarak Mann-Kendall Korelasyon ($U_t - U_{t'}$) Grafikleri (İzmir)

Aylık Maksimum Sıcaklık ($U_t-U'_t$) Grafiği



Aylık Minimum Sıcaklık ($U_t-U'_t$) Grafiği



Aylık Ortalama Sıcaklık ($U_t-U'_t$) Grafiği

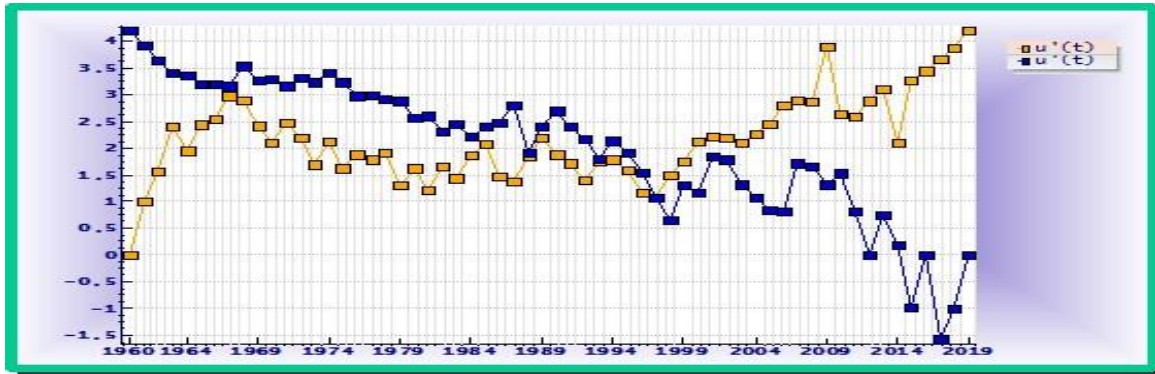


Şekil 2.132: Yıllık Değerlendirmede Mann-Kendall Korelasyon ($U_t-U'_t$) Grafikleri
(Bergama)

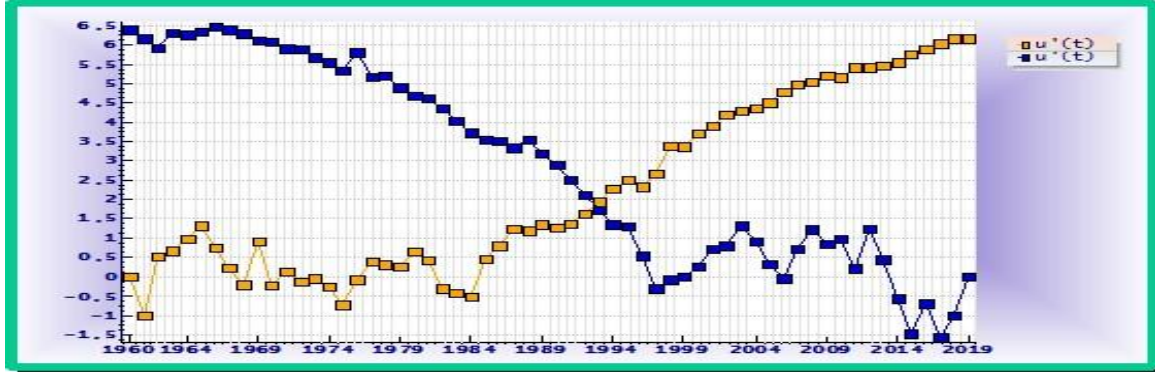
Bergama - Kış (Ut-Ut') Grafiği



Bergama - İlkbahar (Ut-Ut') Grafiği



Bergama - Yaz(Ut-Ut') Grafiği



Bergama - Sonbahar (Ut-Ut') Grafiği



Şekil 2.133: Aylık Maksimum Sıcaklıkların Mevsimlik Olarak Mann-Kendall Korelasyon (Ut-Ut') Grafikleri (Bergama)

Bergama - Kış ($U_t-U_{t'}$) Grafiği



Bergama - İlkbahar ($U_t-U_{t'}$) Grafiği



Bergama - Yaz ($U_t-U_{t'}$) Grafiği



Bergama - Sonbahar ($U_t-U_{t'}$) Grafiği



Şekil 2.134: Aylık Minimum Sıcaklıkların Mevsimlik Olarak Mann-Kendall Korelasyon ($U_t-U_{t'}$) Grafikleri (Bergama)

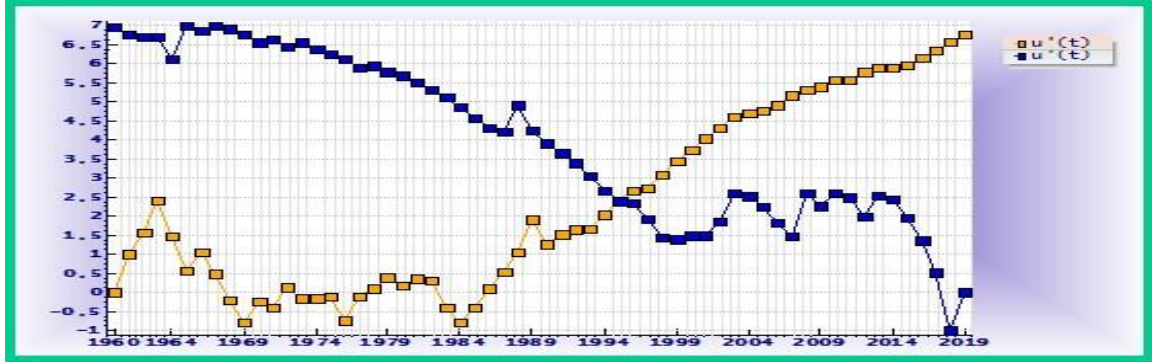
Bergama - Kış (Ut-Ut') Grafiği



Bergama - İlkbahar (Ut-Ut') Grafiği



Bergama - Yaz (Ut-Ut') Grafiği



Bergama - Sonbahar (Ut-Ut') Grafiği



Şekil 2.135: Aylık Ortalama Sıcaklıkların Mevsimlik Olarak Mann-Kendall Korelasyon ($U_t - U_{t'}$) Grafikleri (Bergama)

Tablo 2.71: Yıllık ve Mevsimler Bazında Sıcaklık Verilerine Ait Mann-Kendall Analizi

Metod	Mann-Kendall	
İstasyonlar	İzmir	Bergama
Yıllık Max. Sıc. Ort.	2,27*	3,47*
Yıllık Min. Sıc. Ort.	4,71*	6,3*
Yıllık Ort. Sıc. Ort.	3,65*	4,4*
Max. Sıc. Kış	2,13*	2,16*
Max. Sıc. İlkbahar	1,22*	3,19*
Max. Sıc. Yaz	1,9*	5,62*
Max. Sıc. Sonbahar	-0,5	1,41
Min. Sıc. Kış	1,58	1,11
Min. Sıc. İlkbahar	3,26*	3,57*
Min. Sıc. Yaz	5,58*	6,68*
Min. Sıc. Sonbahar	3,64*	5,22*
Ort. Sıc. Kış	0,3	0,28
Ort. Sıc. İlkbahar	2,2*	3,95*
Ort. Sıc. Yaz	5,84*	5,34*
Ort. Sıc. Sonbahar	2,07*	1,28

* %95 ($\alpha=0.05$) güven aralığında anlamlılık seviyesini gösterir.

60 yıllık sıcaklık verilerinin ortalamalarına uygulanan Mann-Kendall testi sonucunda elde edilen bulguları incelediğimizde, İzmir'in aylık maksimum sıcaklık ortalamalarına ait mevsimsel değerlendirmesinde sonbahar ve kış; aylık ortalama sıcaklıkların kış mevsimine ait dönemlerinde tespit edilen %95 anlamlılık seviyesinde anlamlı bir trende rastlanmamıştır. Buna karşın Bergama'ya ait aylık maksimum sıcaklık ortalamalarına ait mevsimsel değerlendirmelerde sonbahar; aylık minimum sıcaklık ortalamalarının mevsimsel değerlendirmesine göre kış ve aylık ortalama sıcaklıklara ait kış ve sonbahar mevsimlerinde anlamlı bir trendin bulunmadığı görülmektedir. Başka bir anlatımla, istasyonların Z değeri, $\pm 1,96$ olan kritik değere göre güven aralığında kaldığından H_0 hipotezi kabul edilmiş ve trendin olmadığı tespit edilmiştir. Ancak elde edilen sonuç, belirtilen istasyonlarda anlamlı olmayan bu artış ve azalışların olmadığı anlamına da gelmemektedir. Mann-Kendall tabloları incelemek olursa, trendlerin durumu daha net görülecektir. Sıcaklık farklarının net olarak

ortaya konulması için Sen'in Trend Analizi çıktılarına ait formüllerden elde edilen sıcaklık değerleri sonraki tablolarda özgün olarak oluşturulmuştur.

Tablo 2.72: Aylık Maksimum, Minimum ve Ortalama Sıcaklıkların Yıllık Ortalamaları Arasındaki Farklar (°C)

Aylık Sıcaklık Ortalamaları	İzmir	Bergama	Fark
Maksimum	1,2	0,7	0,5
Minimum	2	1,7	0,3
Ortalama	1,2	1	0,2

Tablo 2.73: Mevsimlere Göre Aylık Maksimum Sıcaklık Ortalamaları Arasındaki Farklar (°C)

Mevsimler	İzmir	Bergama	Fark
Kış	0,9	0,9	-
İlkbahar	2	0,7	1,3
Yaz	2,4	0,9	1,5
Sonbahar	-0,1	0,8	0,9

Tablo 2.74: Mevsimlere Göre Aylık Minimum Sıcaklık Ortalamaları Arasındaki Farklar (°C)

Mevsimler	İzmir	Bergama	Fark
Kış	1	0,6	0,4
İlkbahar	1,7	1,5	0,2
Yaz	3	2,5	0,5
Sonbahar	2,1	1,9	0,2

Tablo 2.75: Mevsimlere Göre Aylık Ortalama Sıcaklık Ortalamaları Arasındaki Farklar (°C)

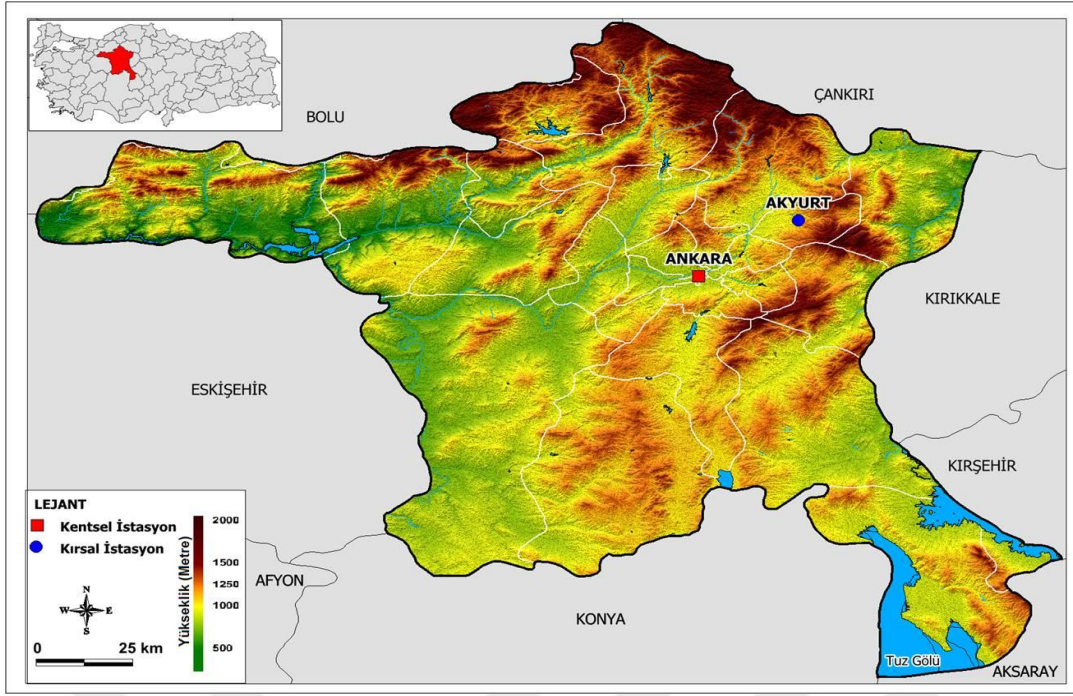
Mevsimler	İzmir	Bergama	Fark
Kış	0,8	0,1	0,7
İlkbahar	1,1	1,7	0,6
Yaz	2,2	2,1	0,1
Sonbahar	0,8	0,5	0,3

SenQ metoduna göre hesaplanan tablolarda görülen sıcaklık değerlerine göre yıllık ve mevsimlik sıcaklık verilerinin türdeş olması, diğer bir deyişle aynı evrenden geldiği hipotezinin kabul edilmesi varsayımı ile zaman serilerine ait trendlerde anlamlılık gözlenmiştir. Yani sabit güven aralığı $\pm 1,96$ aralığında olanları anlamlı kabul ettiğimizde (uygulanan teste göre istatistiksel anlamda önemli olan) meydana gelen artış ve azalışlara göre fark değerlendirmeleri tablolardaki gibi ortaya çıkmaktadır.

İzmir ve karşılaştırma istasyonu olan Bergama için uzun yılları kapsayan eğilimleri gösteren Mann-Kendall Korelasyon (Ut-Ut') grafikleri ile yıllık bazda değerlendirmelerde, İzmir ve Bergama'nın aylık maksimum, aylık minimum ve aylık ortalama sıcaklık ortalama grafiklerinin tümünde anlamlı trend artışı gözlenmektedir. Bununla birlikte sıcaklık farklarının karşılaştırılabilmesi için tercih edilen SenQ değerine göre baz alınan yıllık değerlendirmelerdeki sonuçlara göre ise (Tablo 2.72) İzmir'in, mukayese istasyonu olan Bergama'dan aylık maksimum sıcaklık ortalamalarında 0,5 °C, aylık minimum sıcaklık ortalamalarında 0,3 °C ve aylık ortalama sıcaklık ortalamalarında ise 0,2 °C daha fazla ısındığı görülmektedir. Öte yandan mevsimlere göre yapılan değerlendirmelere ait tablolara ait (Tablo 2.73, 2.74, 2.75) aylık maksimum, aylık minimum ve aylık ortalama sıcaklık ortalamalarına ait mevsimlerde de kent istasyonu olan İzmir, kırsal istasyon olan Bergama'dan daima daha fazla ısınmıştır. Sadece aylık maksimum sıcaklıklara ait kış mevsimi karşılaştırmasında herhangi bir fark görülmemiştir. Özellikle kentsel ısı adasının aylık minimum sıcaklıklarda daha fazla etkili olduğu düşünülürse aylık minimum sıcaklık ortalamalarına ait tüm mevsimlerde İzmir'in kırsal mukayese istasyonu olan Bergama'dan daha fazla sıcaklık değerlerine sahip olduğu görülmektedir. Bu durumun hipotezimizi doğrular nitelikte olduğu görülmektedir. Diğer bir deyişle kent merkezi istasyonu durumunda olan İzmir'de kentsel ısı adası varlığı mevcuttur.

2.1.16 Ankara - Akyurt

Ankara, Türkiye'nin iç bölgesini oluşturan İç Anadolu Bölgesi'nde yer almaktadır. Doğusunda Kırıkkale, kuzeydoğusunda Çankırı, güneyinde Konya ve güneydoğusunda ise Kırşehir ve Aksaray çevrilidir. Güneydoğu sınırının bir bölümünü ise Tuz Gölü'ne kıyısı bulunmaktadır. Ankara, matematiksel konum itibariyle 30° 50' ile 33° 53' doğu boylamları ile 38° 40' ile 40° 45' kuzey enlemleri arasında yer almaktadır (Şekil 2.136).



Şekil 2.136 Ankara ve Akyurt'un lokasyon haritası

Artan sanayi faaliyetlerine bağlı olarak yoğun göç alan Ankara, şehir merkezi nüfusu hızla artan ve bunun sonucunda da hızla şehirleşen illerimiz arasındadır. 2013 yılı itibariyle 4 milyon civarında olan şehir merkezi nüfusu, 2019 yılında 5 milyonu aşmıştır. Ankara'nın merkez ilçelerinin mahalle sayıları toplamı ise günümüzde 488'dir (TÜİK, İller İdaresi Genel Müdürlüğü, 2020).



Foto 2.31: Ankara eski şehir fotoğrafı (1980'ler) (Kaynak: www.gazeteilksayfa.com)



Foto 2.32: Ankara yeni şehir fotoğrafı (Kaynak: www.insanhaber.com)

Çalışma doğrultusunda Ankara için mukayese istasyonu olarak Akyurt seçilmiştir. Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nden alınan 1956 ve 2019 yılları arasını kapsayan 63 yıllık sıcaklık verileri kullanılmıştır. Ankara'nın verileri, meteoroloji kodu 17130 olan ve 890 mt yükseklikte bulunan istasyondan alınmıştır. Mukayese istasyonu olan Akyurt'a ait meteorolojik veriler ise 17128 meteorolojik kodlu, 959 metredeki meteorolojik istasyondan alınmıştır.

Ankara ve Akyurt'a ait 63 yıllık veri seti kapsamındakiler aylık maksimum sıcaklık, aylık minimum sıcaklık ve aylık ortalama sıcaklıklardır ve bunların hepsinin yıllık ve mevsimler bazında trend analizleri yapılarak, Mann-Kendall analizleri ile anlamlı yönde pozitif veya negatif bir trend olup olmadığı denetlenirken; SenQ değerine göre formülize edilen ve uzun yıllar sıcaklık ortalamaları bulunan değerler, şehir merkezi ve mukayese edilen istasyon olarak karşılaştırılmıştır. Çıkan değerlere ait sonuçlar için tablolar özgün şekilde oluşturulmuştur.

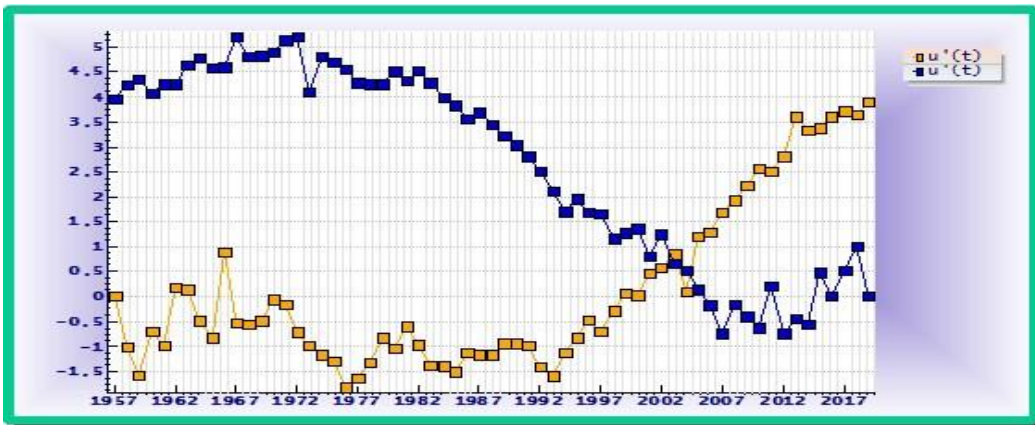
Aylık Maksimum Sıcaklık ($U_t-U'_t$) Grafiği



Aylık Minimum Sıcaklık ($U_t-U'_t$) Grafiği



Aylık Ortalama Sıcaklık ($U_t-U'_t$) Grafiği



Şekil 2.137: Yıllık Değerlendirmede Mann-Kendall Korelâsyon ($U_t-U'_t$) Grafikleri (Ankara)

Ankara - Kış (U_t-U_t') Grafiği



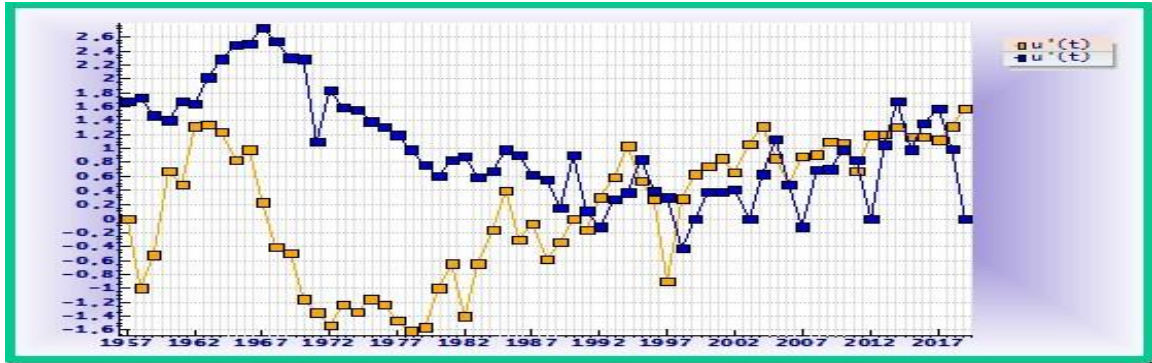
Ankara - İlkbahar (U_t-U_t') Grafiği



Ankara - Yaz (U_t-U_t') Grafiği

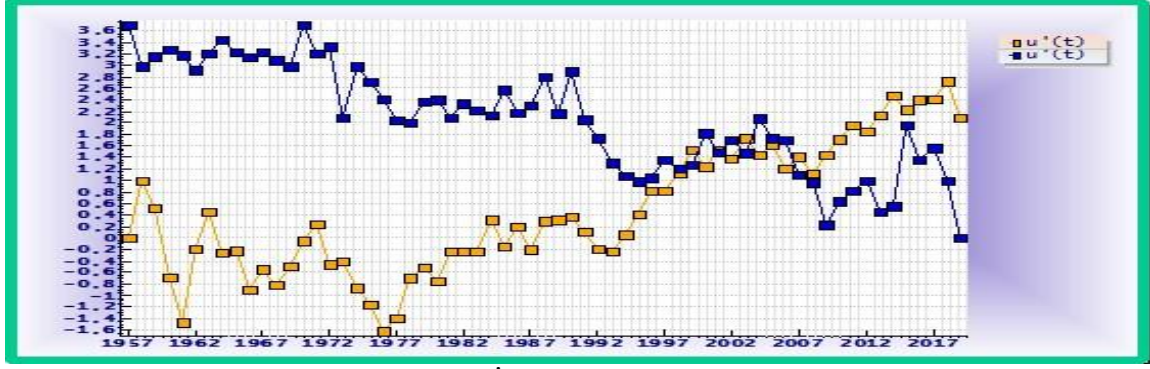


Ankara - Sonbahar (U_t-U_t') Grafiği



Şekil 2.138: Aylık Maksimum Sıcaklıkların Mevsimlik Olarak Mann-Kendall Korelasyon (U_t-U_t') Grafikleri (Ankara)

Ankara - Kış (Ut-Ut') Grafiği



Ankara - İlkbahar (Ut-Ut') Grafiği



Ankara - Yaz (Ut-Ut') Grafiği



Ankara - Sonbahar (Ut-Ut') Grafiği



Şekil 2.139: Aylık Minimum Sıcaklıkların Mevsimlik Olarak Mann-Kendall Korelasyon ($U_t - U_{t'}$) Grafikleri (Ankara)

Ankara - Kış (Ut-Ut') Grafiği



Ankara - İlkbahar (Ut-Ut') Grafiği



Ankara - Yaz (Ut-Ut') Grafiği



Ankara - Sonbahar (Ut-Ut') Grafiği



Şekil 2.140: Aylık Ortalama Sıcaklıkların Mevsimlik Olarak Mann-Kendall Korelasyon ($U_t - U_{t'}$) Grafikleri (Ankara)

Aylık Maksimum Sıcaklık ($U_t-U'_t$) Grafiği



Aylık Minimum Sıcaklık ($U_t-U'_t$) Grafiği



Aylık Ortalama Sıcaklık ($U_t-U'_t$) Grafiği



Şekil 2.141: Yıllık Değerlendirmede Mann-Kendall Korelasyon ($U_t-U'_t$) Grafikleri (Akyurt)

Akyurt - Kış (Ut-Ut') Grafiği



Akyurt - İlkbahar (Ut-Ut') Grafiği



Akyurt - Yaz (Ut-Ut') Grafiği

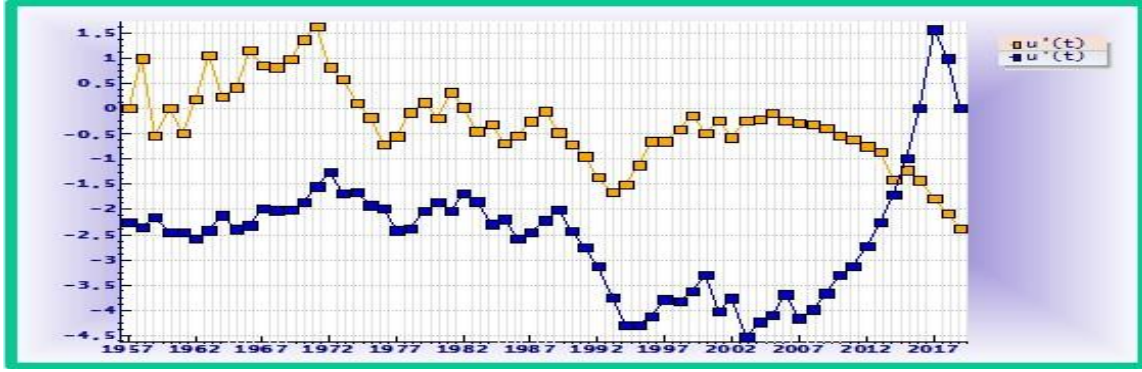


Akyurt - Sonbahar (Ut-Ut') Grafiği



Şekil 2.142: Aylık Maksimum Sıcaklıkların Mevsimlik Olarak Mann-Kendall Korelasyon (Ut-Ut') Grafikleri (Akyurt)

Akyurt - Kış (Ut-Ut') Grafiği



Akyurt - İlkbahar (Ut-Ut') Grafiği



Akyurt - Yaz (Ut-Ut') Grafiği



Akyurt - Sonbahar (Ut-Ut') Grafiği



Şekil 2.143: Aylık Minimum Sıcaklıkların Mevsimlik Olarak Mann-Kendall Korelasyon ($U_t-U_{t'}$) Grafikleri (Akyurt)

Akyurt - Kış (Ut-Ut') Grafiği



Akyurt - İlkbahar (Ut-Ut') Grafiği



Akyurt - Yaz (Ut-Ut') Grafiği



Akyurt - Sonbahar (Ut-Ut') Grafiği



Şekil 2.144: Aylık Ortalama Sıcaklıkların Mevsimlik Olarak Mann-Kendall Korelasyon (Ut-Ut') Grafikleri (Akyurt)

Tablo 2.76: Yıllık ve Mevsimler Bazında Sıcaklık Verilerine Ait Mann-Kendall Analizi

Metod	Mann-Kendall	
İstasyonlar	Ankara	Akyurt
Yıllık Max. Sıc. Ort.	2,71*	3,32*
Yıllık Min. Sıc. Ort.	4,74*	2,47*
Yıllık Ort. Sıc. Ort.	3,58*	2,44*
Max. Sıc. Kış	1,87	-3,26*
Max. Sıc. İlkbahar	1,28	1,8
Max. Sıc. Yaz	1,66	4,4*
Max. Sıc. Sonbahar	1,31*	-2,69
Min. Sıc. Kış	2,4*	-2,98*
Min. Sıc. İlkbahar	2,99*	1,98*
Min. Sıc. Yaz	5,4*	4,6*
Min. Sıc. Sonbahar	2,91*	3,25*
Ort. Sıc. Kış	1,01	-0,15
Ort. Sıc. İlkbahar	2,7*	2,85*
Ort. Sıc. Yaz	4,75*	4,57*
Ort. Sıc. Sonbahar	2,44*	1,28

* %95 ($\alpha=0.05$) güven aralığında anlamlılık seviyesini gösterir.

63 yıllık sıcaklık verilerinin ortalamalarına uygulanan Mann-Kendall testi sonucunda elde edilen bulguları incelediğimizde, Ankara aylık maksimum sıcaklık ortalamalarına ait mevsimsel değerlendirmesinde kış, ilkbahar ve yaz; aylık ortalama sıcaklıkların kış dönemlerinde tespit edilen %95 anlamlılık seviyesinde anlamlı bir trende rastlanmamıştır. Bununla birlikte Akyurt'a ait aylık maksimum sıcaklık ortalamalarına ait mevsimsel değerlendirmelerde ilkbahar ve sonbahar; aylık ortalama sıcaklıklara ait kış ve sonbahar mevsimlerinde anlamlı bir trendin bulunmadığı görülmektedir. Başka bir anlatımla, istasyonların Z değeri, $+1,96$ olan kritik değere göre güven aralığında kaldığından H_0 hipotezi kabul edilmiş ve trendin olmadığı tespit edilmiştir. Ancak elde edilen sonuç, belirtilen istasyonlarda anlamlı olmayan bu artış ve azalışların olmadığı anlamına da gelmemektedir. Mann-Kendall tabloları incelemek olursa, trendlerin durumu daha net görülecektir. Sıcaklık farklarının net olarak ortaya konulması için Sen'in Trend Analizi

çıktılarına ait formüllerden elde edilen sıcaklık değerleri sonraki tablolarda özgün olarak oluşturulmuştur.

Tablo 2.77: Aylık Maksimum, Minimum ve Ortalama Sıcaklıkların Yıllık Ortalamaları Arasındaki Farklar (°C)

Aylık Sıcaklık Ortalamaları	Ankara	Akyurt	Fark
Maksimum	1,1	1,6	0,4
Minimum	2,5	1	1,5
Ortalama	1,4	0,9	0,5

Tablo 2.78: Mevsimlere Göre Aylık Maksimum Sıcaklık Ortalamaları Arasındaki Farklar (°C)

Mevsimler	Ankara	Akyurt	Fark
Kış	1,2	-2,8	4
İlkbahar	0,6	0,4	0,2
Yaz	1,1	2,1	0,9
Sonbahar	0,6	-1,6	2,2

Tablo 2.79: Mevsimlere Göre Aylık Minimum Sıcaklık Ortalamaları Arasındaki Farklar (°C)

Mevsimler	Ankara	Akyurt	Fark
Kış	2,6	-2,9	5,5
İlkbahar	2,1	0,9	1,2
Yaz	3,7	3,1	0,6
Sonbahar	2,1	1,9	0,2

Tablo 2.80: Mevsimlere Göre Aylık Ortalama Sıcaklık Ortalamaları Arasındaki Farklar (°C)

Mevsimler	Ankara	Akyurt	Fark
Kış	0,7	-0,1	0,8
İlkbahar	1,1	1,2	0,1
Yaz	2,7	2,4	0,3
Sonbahar	1,3	0,5	0,8

SenQ metoduna göre hesaplanan tablolarda görülen sıcaklık değerlerine göre yıllık ve mevsimlik sıcaklık verilerinin türdeş olması, diğer bir deyişle aynı evrenden geldiği hipotezinin kabul edilmesi varsayımı ile zaman serilerine ait trendlerde anlamlılık gözlenmiştir. Yani sabit güven aralığı $\pm 1,96$ aralığında olanları anlamlı kabul ettiğimizde (uygulanan teste göre istatistiksel anlamda önemli olan) meydana gelen artış ve azalışlara göre fark değerlendirmeleri tablolardaki gibi ortaya çıkmaktadır.

Ankara ve karşılaştırma istasyonu olan Akyurt için uzun yılları kapsayan eğilimleri gösteren Mann-Kendall Korelasyon (Ut-Ut') grafikleri ile yıllık bazda değerlendirmelerde, Ankara ve Akyurt'un aylık maksimum, aylık minimum ve aylık ortalama sıcaklık ortalama grafiklerinin tümünde anlamlı trend artışı gözlenmektedir. Bununla birlikte sıcaklık farklarının karşılaştırılabilmesi için tercih edilen SenQ değerine göre baz alınan yıllık değerlendirmelerdeki sonuçlara göre ise (Tablo 2.77) Ankara'nın, mukayese istasyonu olan Akyurt'tan aylık minimum sıcaklık ortalamalarında 1,5 °C ve aylık ortalama sıcaklık ortalamalarında ise 0,5 °C daha fazla ısındığı görülmektedir. Buna karşın aylık maksimum sıcaklık ortalamalarında ise Akyurt 0,4 °C daha fazla ısınmış görülmektedir. Öte yandan mevsimlere göre yapılan değerlendirmelere ait tablolara ait (Tablo 2.78, 2.79, 2.80) aylık maksimum, aylık minimum ve aylık ortalama sıcaklık ortalamalarına ait mevsimlerde de kent istasyonu olan Ankara, kırsal istasyon olan Akyurt'tan daima daha fazla ısınmıştır. Sadece Akyurt'un aylık maksimum sıcaklıklara ait yaz mevsiminde 0,9 °C ve aylık ortalama sıcaklık ortalamalarında ise ilkbahar döneminde 0,1 °C daha fazla ısındığı görülmektedir. Sonuç olarak özellikle kentsel ısı adasının aylık minimum sıcaklıklarda daha fazla etkili olduğu düşünülürse aylık minimum sıcaklık ortalamalarına ait tüm mevsimlerde Ankara'nın kırsal mukayese istasyonu olan Akyurt'tan daha fazla sıcaklık değerlerine sahip olduğu görülmektedir. Bu durumun hipotezimizi doğrular nitelikte olduğu görülmektedir. Diğer bir deyişle kent merkezi istasyonu durumunda olan Ankara'da kentsel ısı adası varlığı mevcuttur.

2.1.17 İstanbul - Şile

İstanbul, Türkiye'nin kuzeybatısında yer alan Marmara Bölgesi'nde yer almaktadır. Bir boğaz ile Avrupa ve Asya olmak üzere iki farklı yakaya ayrılır. Avrupa yakası batısında Tekirdağ ili ile çevrili iken; Anadolu yakasının komşu ili Kocaeli'dir. Güneyinde Marmara Denizi'ne, kuzeyinde ise Karadeniz'e kıyısı vardır. İstanbul, matematiksel konum itibarıyla 27° 58' ile 39° 54' doğu boylamları ile 40° 48' ile 41° 35' kuzey enlemleri arasında yer almaktadır (Şekil 2.145).



Şekil 2.145: İstanbul ve Şile'nin lokasyon haritası

Artan sanayi, turizm ve ticaret bağlı olarak yoğun göç alan İstanbul, şehir merkezi nüfusu hızla artan ve bunun sonucunda da hızla şehirleşen illerimiz arasındadır. 2013 yılı itibariyle 14 milyon civarında olan şehir merkezi nüfusu, 2019 yılında 19 milyonu aşmıştır. İstanbul'un merkez ilçelerinin mahalle sayıları toplamı ise günümüzde 674'tür (TÜİK, İller İdaresi Genel Müdürlüğü, 2020).



Foto 2.33: İstanbul eski şehir görüntüsü (tr.pinterest.com)



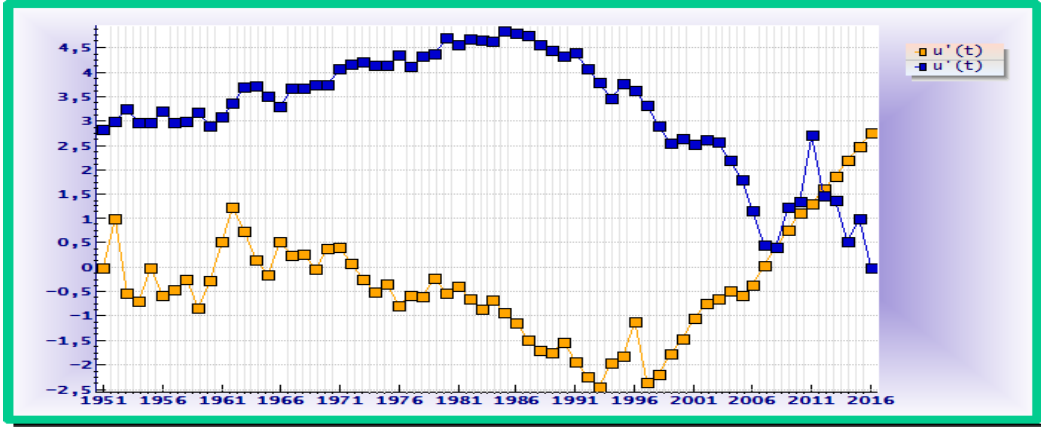
Foto 2.34: İstanbul yeni şehir görüntüsü (www.mocah.org)

Çalışma doğrultusunda İstanbul için mukayese istasyonu olarak Şile seçilmiştir. Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nden alınan 1950 ve 2019 yılları arasını kapsayan 69 yıllık sıcaklık verileri kullanılmıştır. İstanbul'un verileri, meteoroloji kodu 17062 olan ve 1 mt yükseklikte bulunan istasyondan alınmıştır. Mukayese istasyonu olan Şile'ye ait meteorolojik veriler ise 17610 meteorolojik kodlu, 74 metredeki meteorolojik istasyondan alınmıştır.

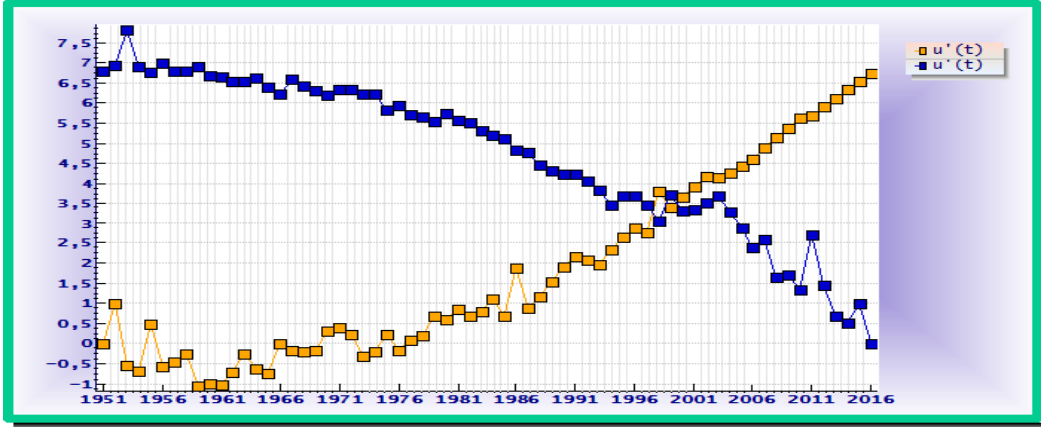
İstanbul ve Şile'ye ait 69 yıllık veri seti kapsamındakiler aylık maksimum sıcaklık, aylık minimum sıcaklık ve aylık ortalama sıcaklıklardır ve bunların hepsinin yıllık ve mevsimler bazında trend analizleri yapılarak, Mann-Kendall analizleri ile anlamlı yönde pozitif veya negatif bir trend olup olmadığı denetlenirken; SenQ değerine göre formülize edilen ve uzun yıllar sıcaklık ortalamaları bulunan değerler, şehir merkezi ve mukayese edilen istasyon olarak karşılaştırılmıştır. Çıkan değerlere ait sonuçlar için tablolar özgün şekilde oluşturulmuştur.



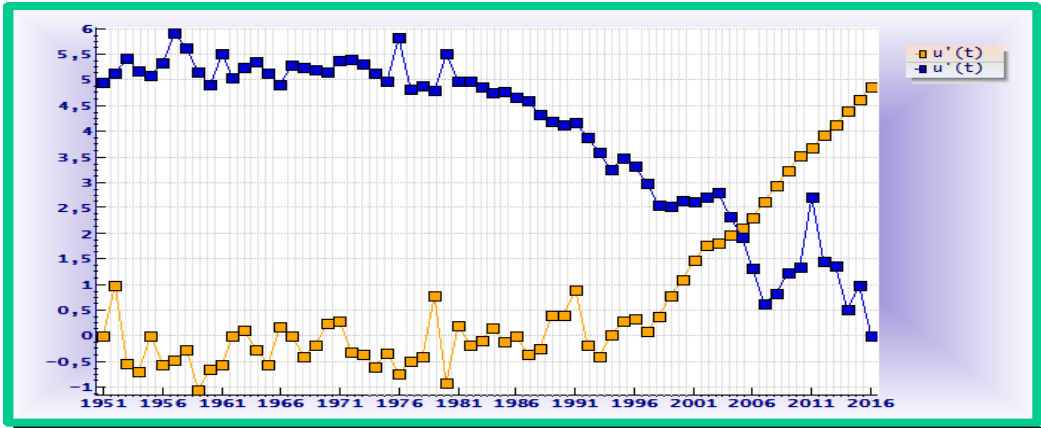
Aylık Maksimum Sıcaklık ($U_t-U'_t$) Grafiği



Aylık Minimum Sıcaklık ($U_t-U'_t$) Grafiği

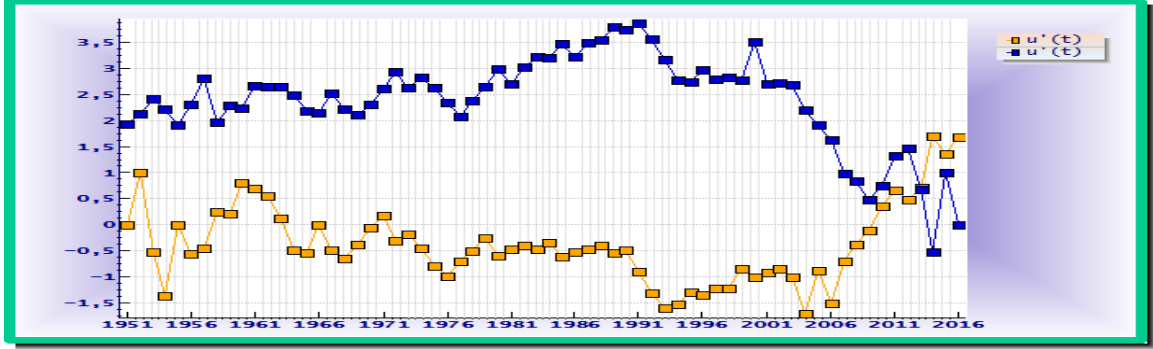


Aylık Ortalama Sıcaklık ($U_t-U'_t$) Grafiği

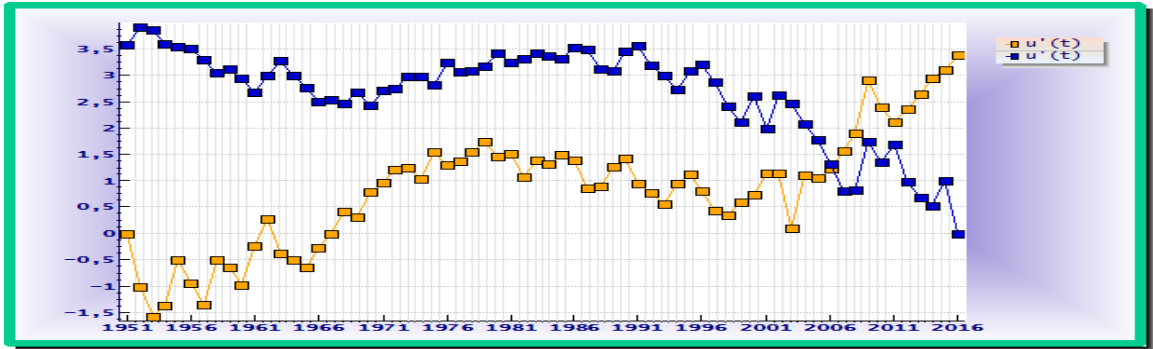


Şekil 2.146: Yıllık Değerlendirmede Mann-Kendall Korelasyon ($U_t-U'_t$) Grafikleri (İstanbul)

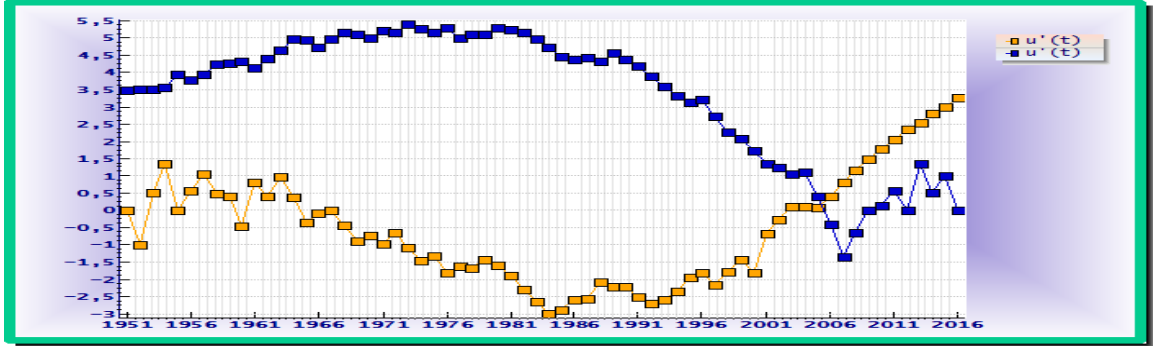
İstanbul - Kış (U_t-U_t') Grafiği



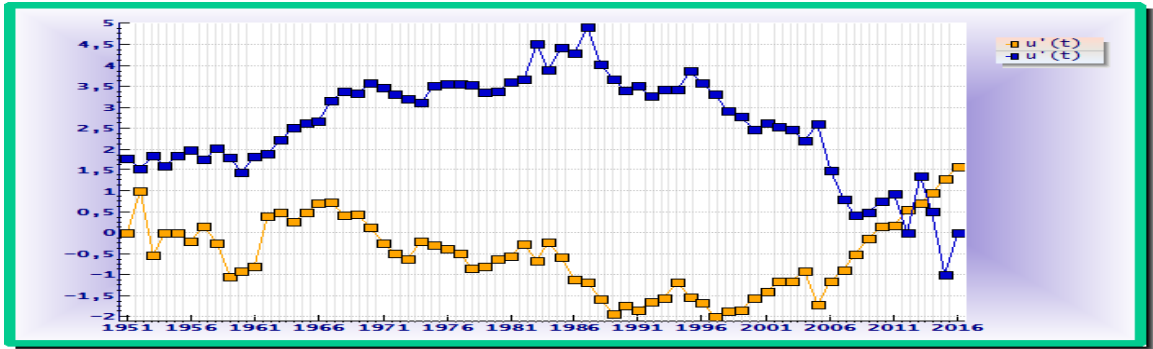
İstanbul - İlkbahar (U_t-U_t') Grafiği



İstanbul - Yaz (U_t-U_t') Grafiği

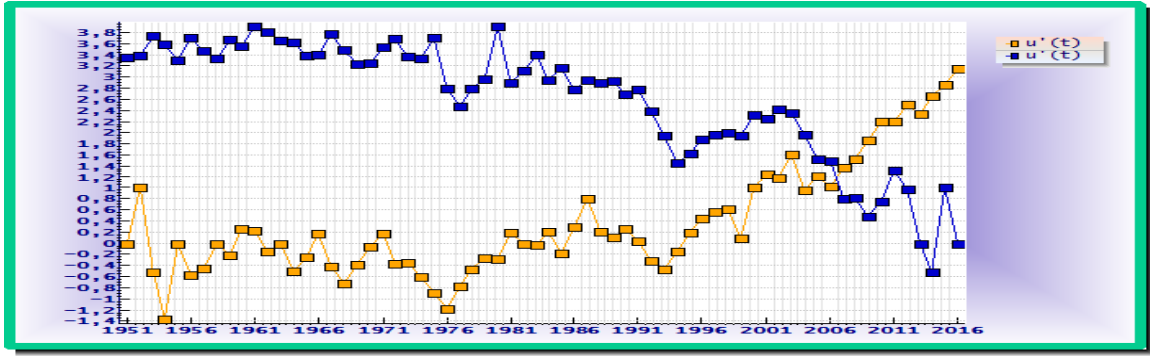


İstanbul - Sonbahar (U_t-U_t') Grafiği

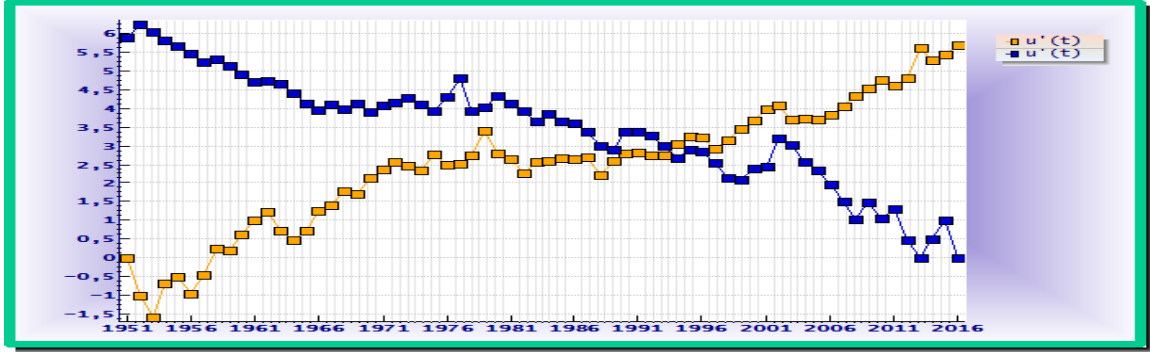


Şekil 2.147: Aylık Maksimum Sıcaklıkların Mevsimlik Olarak Mann-Kendall Korelasyon (U_t-U_t') Grafikleri (İstanbul)

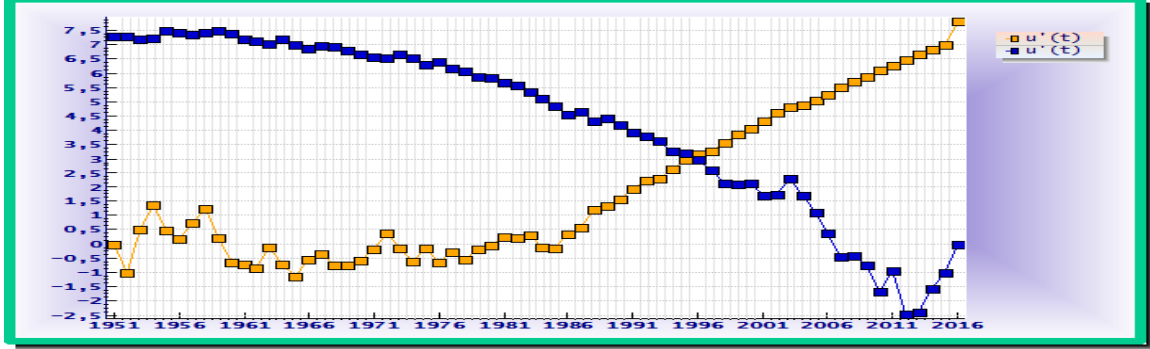
İstanbul - Kış (U_t-U_t') Grafiği



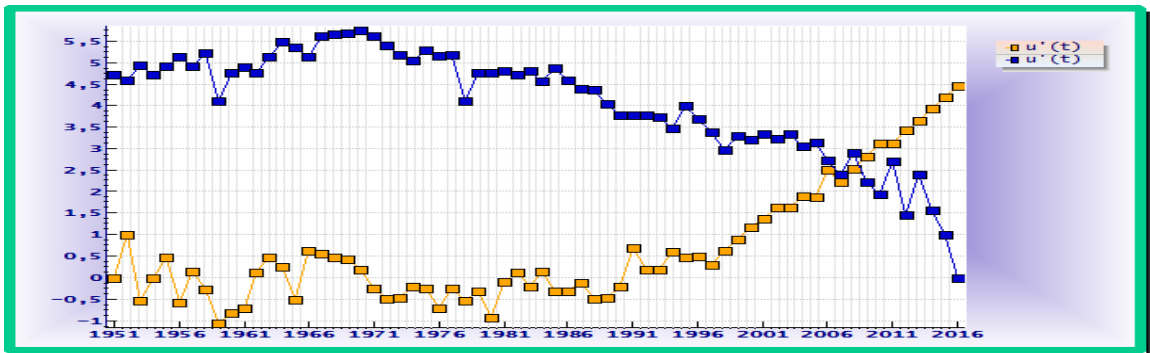
İstanbul - İlkbahar (U_t-U_t') Grafiği



İstanbul - Yaz (U_t-U_t') Grafiği



İstanbul - Sonbahar (U_t-U_t') Grafiği

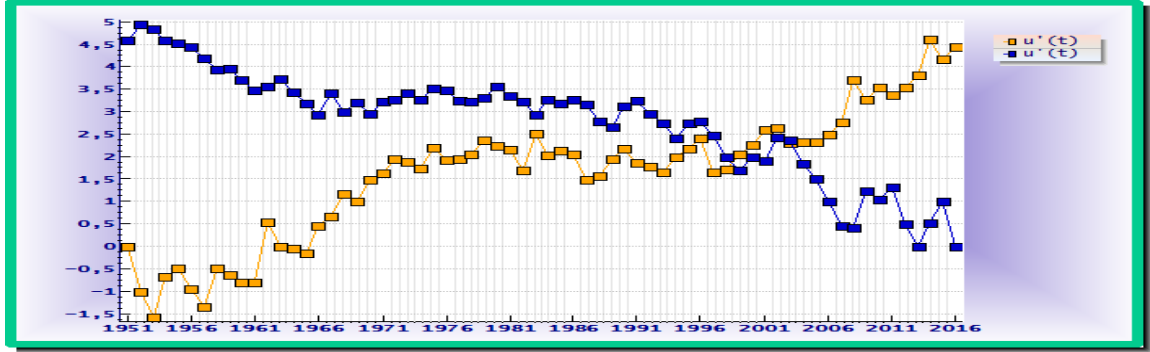


Şekil 2.148: Aylık Minimum Sıcaklıkların Mevsimlik Olarak Mann-Kendall Korelasyon (U_t-U_t') Grafikleri (İstanbul)

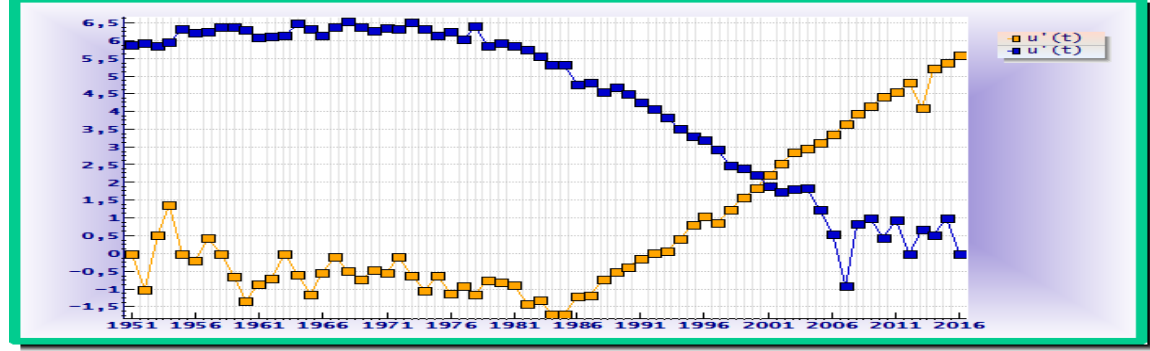
İstanbul - Kış (Ut-Ut') Grafiği



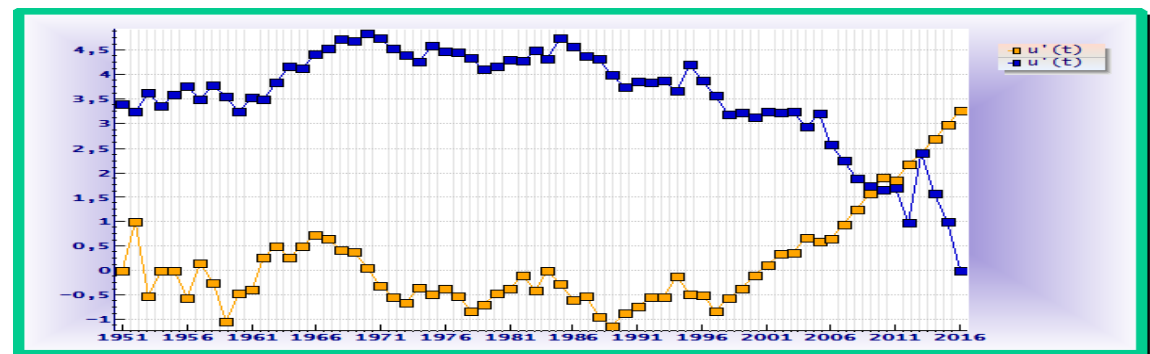
İstanbul - İlkbahar (Ut-Ut') Grafiği



İstanbul - Yaz (Ut-Ut') Grafiği

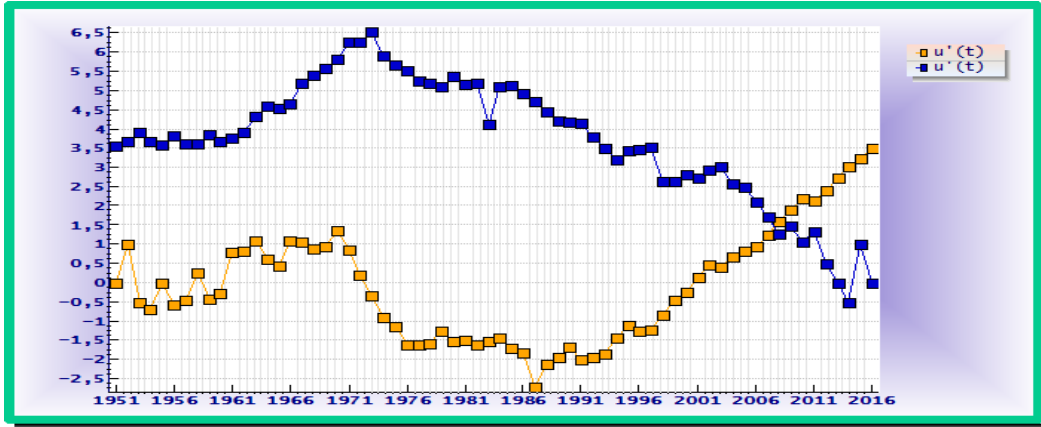


İstanbul - Sonbahar (Ut-Ut') Grafiği

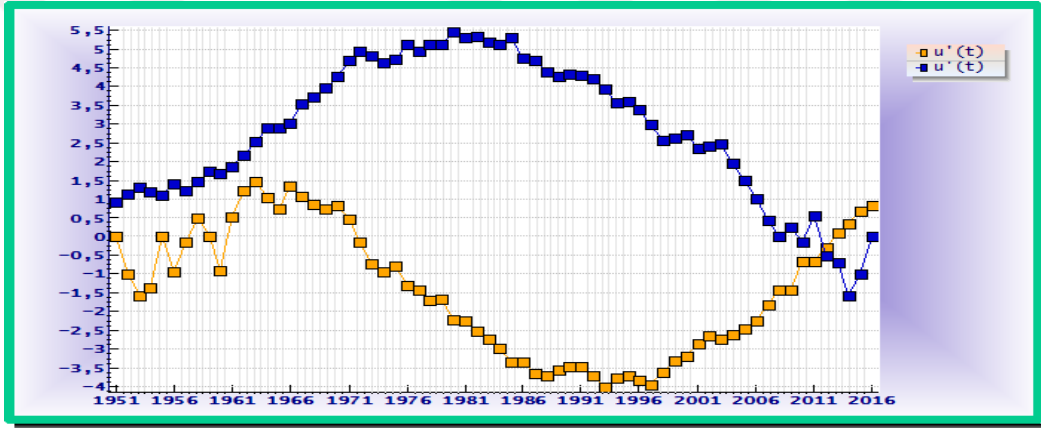


Şekil 2.149: Aylık Ortalama Sıcaklıkların Mevsimlik Olarak Mann-Kendall Korelasyon ($U_t-U_{t'}$) Grafikleri (İstanbul)

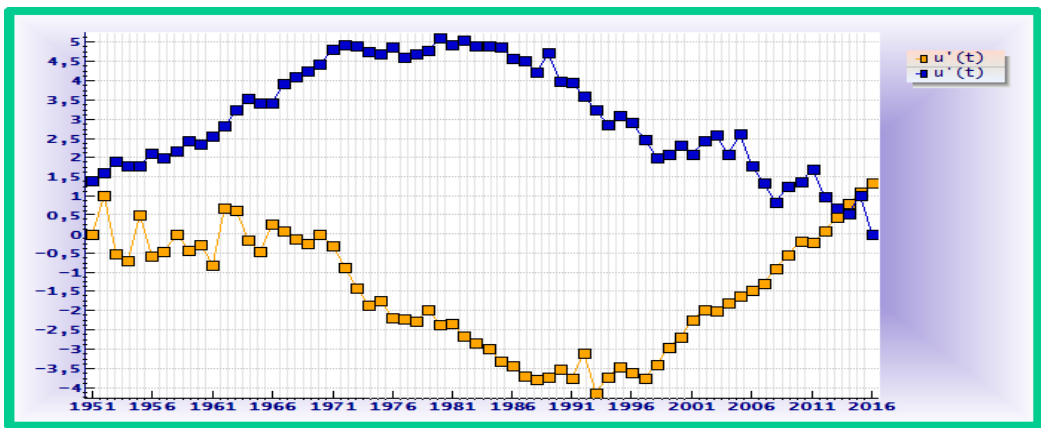
Aylık Maksimum Sıcaklık ($U_t-U'_t$) Grafiği



Aylık Minimum Sıcaklık ($U_t-U'_t$) Grafiği

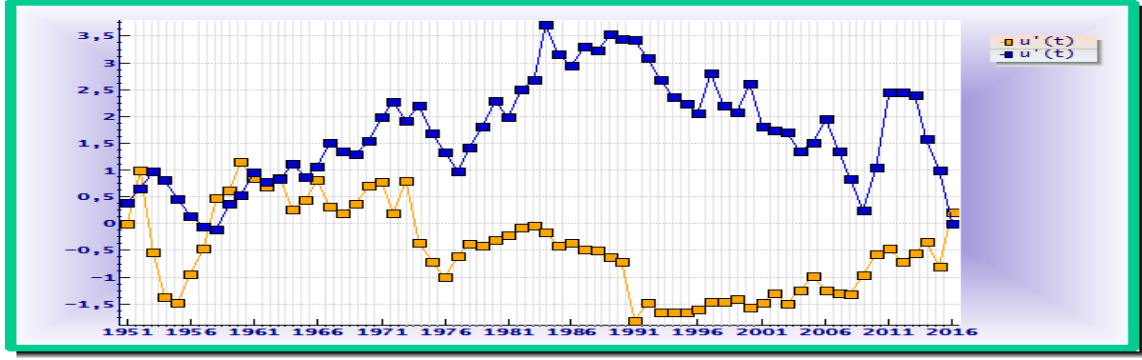


Aylık Ortalama Sıcaklık ($U_t-U'_t$) Grafiği

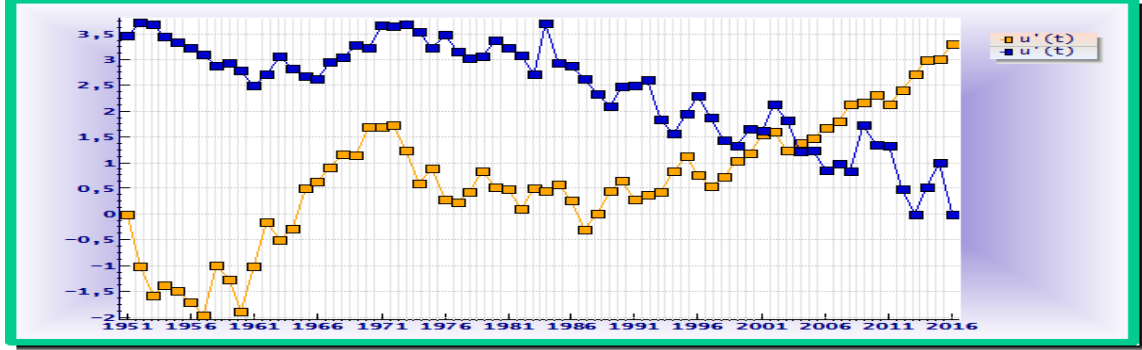


Şekil 2.150: Yıllık Değerlendirmede Mann-Kendall Korelâsyon ($U_t-U'_t$) Grafikleri (Şile)

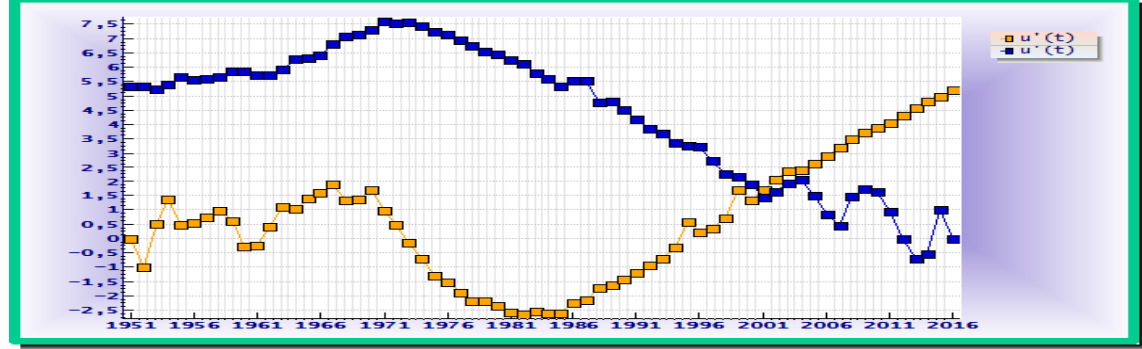
Şile- Kış (U_t-U_t') Grafiği



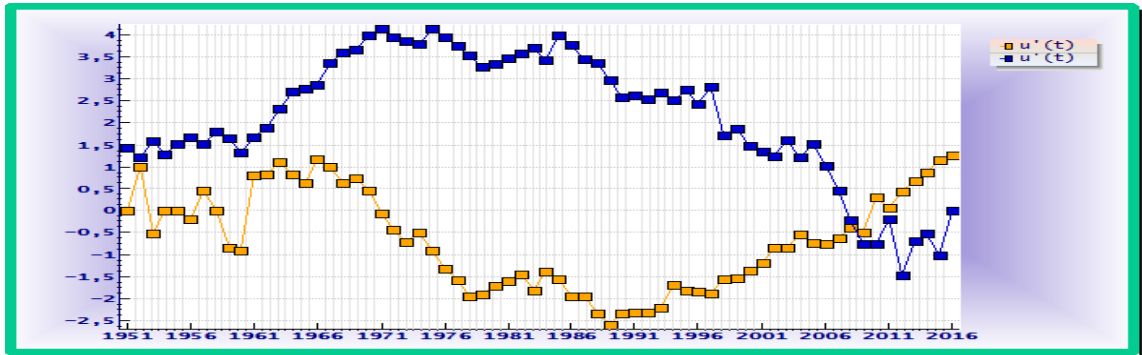
Şile - İlkbahar (U_t-U_t') Grafiği



Şile - Yaz (U_t-U_t') Grafiği

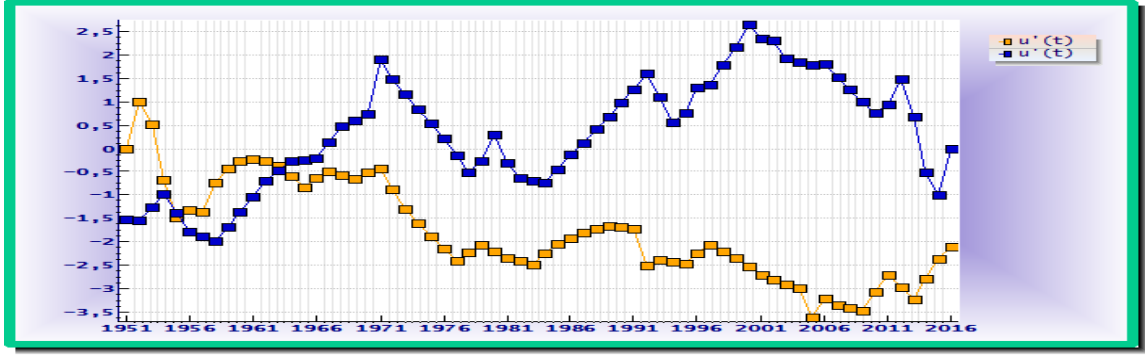


Şile - Sonbahar (U_t-U_t') Grafiği

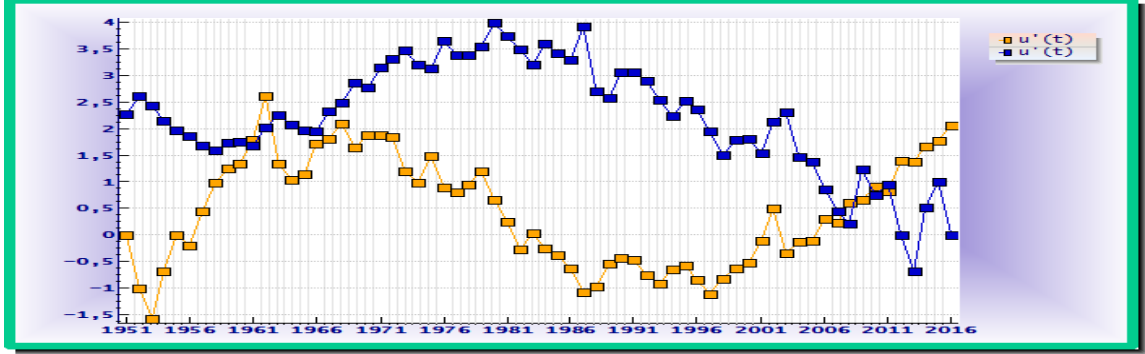


Şekil 2.151: Aylık Maksimum Sıcaklıkların Mevsimlik Olarak Mann-Kendall Korelasyon (U_t-U_t') Grafikleri (Şile)

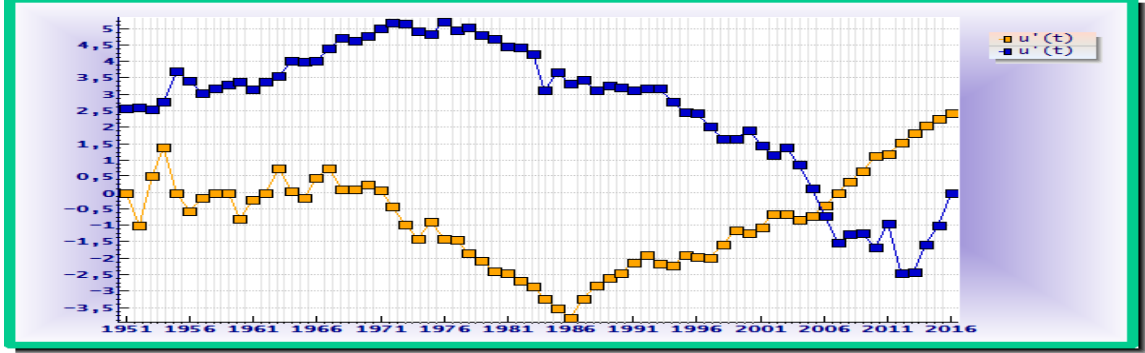
Şile- Kış (Ut-Ut') Grafiği



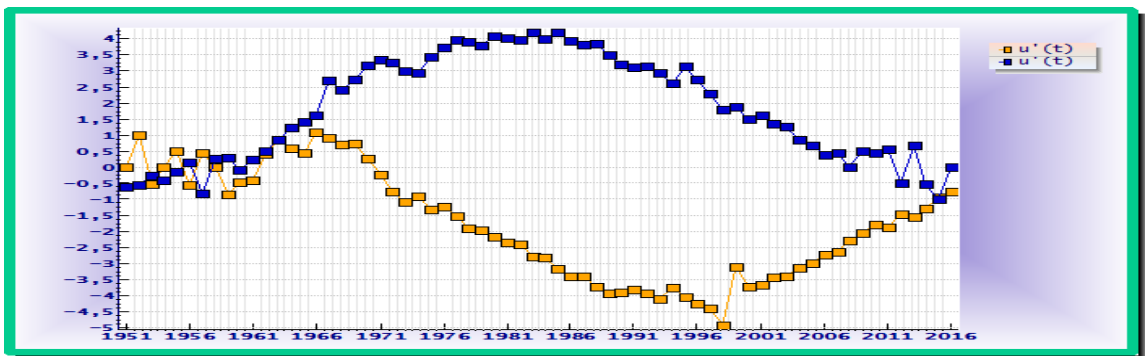
Şile - İlkbahar (Ut-Ut') Grafiği



Şile - Yaz (Ut-Ut') Grafiği

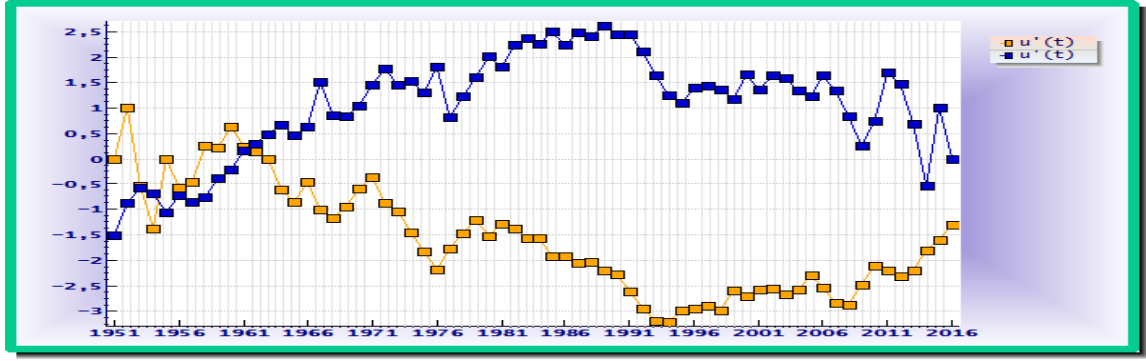


Şile - Sonbahar (Ut-Ut') Grafiği

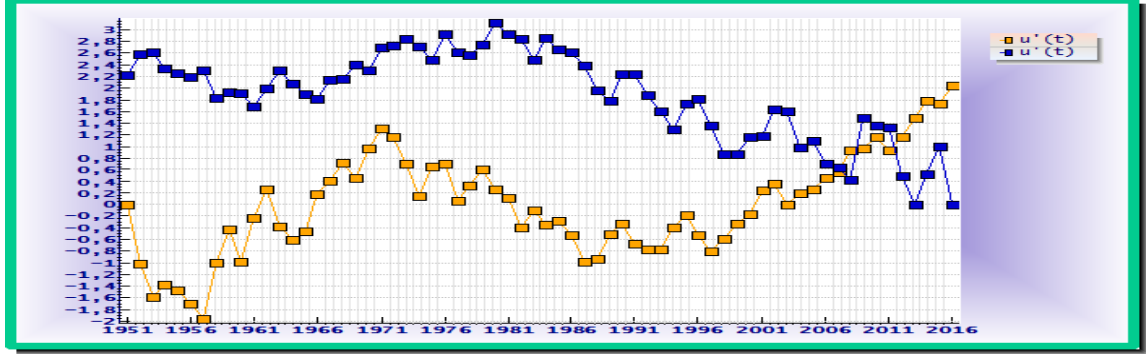


Şekil 2.152: Aylık Minimum Sıcaklıkların Mevsimlik Olarak Mann-Kendall Korelasyon ($U_t-U_{t'}$) Grafikleri (Şile)

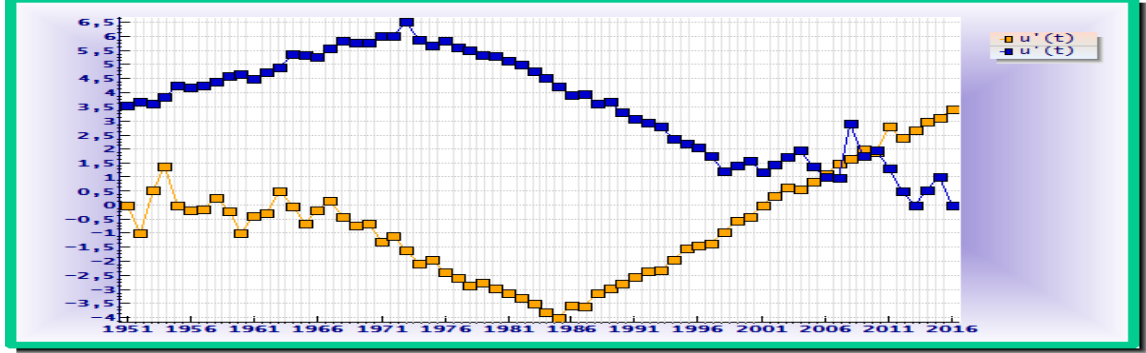
Şile- Kış (Ut-Ut') Grafiği



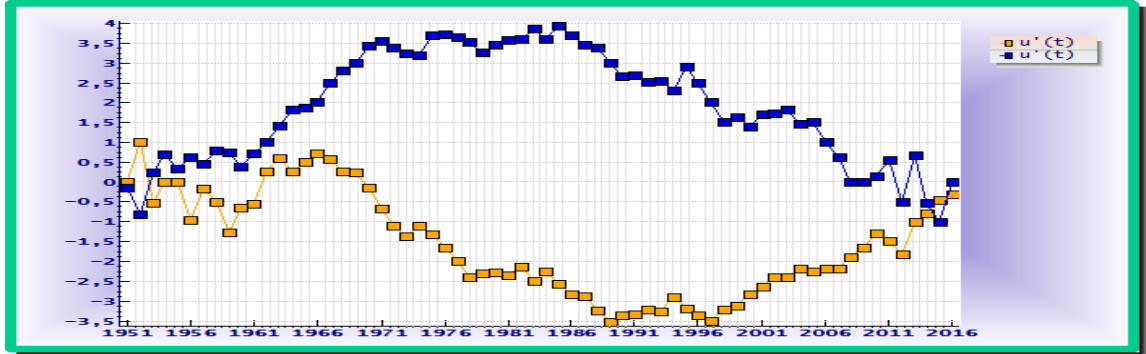
Şile - İlkbahar (Ut-Ut') Grafiği



Şile - Yaz (Ut-Ut') Grafiği



Şile - Sonbahar (Ut-Ut') Grafiği



Şekil 2.153: Aylık Ortalama Sıcaklıkların Mevsimlik Olarak Mann-Kendall Korelasyon (Ut-Ut') Grafikleri (Şile)

Tablo 2.81: Yıllık ve Mevsimler Bazında Sıcaklık Verilerine Ait Mann-Kendall Analizi

Metod	Mann-Kendall	
İstasyonlar	İstanbul	Şile
Yıllık Max. Sıc. Ort.	2,8	3,54
Yıllık Min. Sıc. Ort.	6,76	0,91
Yıllık Ort. Sıc. Ort.	4,93	1,37
Max. Sıc. Kış	1,93	0,4
Max. Sıc. İlkbahar	3,55	3,44
Max. Sıc. Yaz	3,46	5,32
Max. Sıc. Sonbahar	1,77	1,43
Min. Sıc. Kış	3,33	-1,52
Min. Sıc. İlkbahar	5,87	2,26
Min. Sıc. Yaz	7,26	2,56
Min. Sıc. Sonbahar	4,7	-0,6
Ort. Sıc. Kış	2,37	-1,04
Ort. Sıc. İlkbahar	4,57	2,21
Ort. Sıc. Yaz	5,87	3,53
Ort. Sıc. Sonbahar	3,39	-0,13

* %95 ($\alpha=0.05$) güven aralığında anlamlılık seviyesini gösterir.

69 yıllık sıcaklık verilerinin ortalamalarına uygulanan Mann-Kendall testi sonucunda elde edilen bulguları incelediğimizde, İstanbul'un aylık maksimum sıcaklık ortalamalarına ait mevsimsel değerlendirmesinde kış ve sonbahar dönemlerinde tespit edilen %95 anlamlılık seviyesinde anlamlı bir trende rastlanmamıştır. Bununla birlikte Şile'ye ait aylık minimum ve ortalama sıcaklık ortalamalarına ait yıllık değerlendirmelerde; aylık maksimum sıcaklık ortalamalarının mevsimsel değerlendirmelerinde kış ve sonbahar; aylık minimum sıcaklıkların ortalamalarına ait kış ve sonbahar mevsimleri ile aylık ortalama sıcaklıklara ait mevsimsel değerlendirmenin kış döneminde anlamlı bir trendin bulunmadığı görülmektedir. Başka bir anlatımla, istasyonların **Z** değeri, $\pm 1,96$ olan kritik değere göre güven aralığında kaldığından **H₀** hipotezi kabul edilmiş ve trendin olmadığı tespit edilmiştir. Ancak elde edilen sonuç, belirtilen istasyonlarda anlamlı olmayan bu artış ve azalışların olmadığı anlamına da gelmemektedir. Mann-Kendall tabloları incelemek olursa, trendlerin durumu daha net

görülmektedir. Sıcaklık farklarının net olarak ortaya konulması için Sen'in Trend Analizi çıktılarına ait formüllerden elde edilen sıcaklık değerleri sonraki tablolarda özgün olarak oluşturulmuştur.

Tablo 2.82: Aylık Maksimum, Minimum ve Ortalama Sıcaklıkların Yıllık Ortalamaları Arasındaki Farklar (°C)

Aylık Sıcaklık Ortalamaları	İstanbul	Şile	Fark
Maksimum	1,1	1,4	0,3
Minimum	2,6	0,2	2,4
Ortalama	1,7	0,4	1,3

Tablo 2.83: Mevsimlere Göre Aylık Maksimum Sıcaklık Ortalamaları Arasındaki Farklar (°C)

Mevsimler	İstanbul	Şile	Fark
Kış	0,9	0,1	0,8
İlkbahar	2,6	2,1	0,5
Yaz	2,7	1,6	1,1
Sonbahar	0,9	0,7	0,2

Tablo 2.84: Mevsimlere Göre Aylık Minimum Sıcaklık Ortalamaları Arasındaki Farklar (°C)

Mevsimler	İstanbul	Şile	Fark
Kış	1,5	0,5	1
İlkbahar	3	0,9	2,1
Yaz	3,8	1	2,8
Sonbahar	2,5	-0,3	2,8

Tablo 2.85: Mevsimlere Göre Aylık Ortalama Sıcaklık Ortalamaları Arasındaki Farklar (°C)

Mevsimler	İstanbul	Şile	Fark
Kış	1,2	-0,6	1,8
İlkbahar	2,4	1,2	1,2
Yaz	2,5	1,4	1,1
Sonbahar	1,7	-0,1	1,8

SenQ metoduna göre hesaplanan tablolarda görülen sıcaklık değerlerine göre yıllık ve mevsimlik sıcaklık verilerinin türdeş olması, diğer bir deyişle aynı evrenden geldiği hipotezinin kabul edilmesi varsayımı ile zaman serilerine ait trendlerde anlamlılık gözlenmiştir. Yani sabit güven aralığı $\pm 1,96$ aralığında olanları anlamlı kabul ettiğimizde

(uygulanen teste göre istatistiksel anlamda önemli olan) meydana gelen artış ve azalışlara göre fark değerlendirmeleri tablolardaki gibi ortaya çıkmaktadır.

İstanbul ve karşılaştırma istasyonu olan Şile için uzun yılları kapsayan eğilimleri gösteren Mann-Kendall Korelasyon (Ut-Ut') grafikleri ile yıllık bazda değerlendirmelerde, İstanbul'un aylık maksimum, aylık minimum ve aylık ortalama sıcaklık ortalama grafiklerinin tümünde anlamlı trend artışı gözlenmektedir. Buna karşın Şile'nin aylık maksimum sıcaklıklarında anlamlı artış trendi gözlenirken, aylık minimum ve aylık ortalama sıcaklık ortalamalarında anlamlı trende rastlanmamıştır. Bununla birlikte sıcaklık farklarının karşılaştırılabilmesi için tercih edilen SenQ değerine göre baz alınan yıllık değerlendirmelerdeki sonuçlara göre ise (Tablo 2.82) İstanbul'un, mukayese istasyonu olan Şile'den aylık minimum sıcaklık ortalamalarında 2,4 °C ve aylık ortalama sıcaklık ortalamalarında ise 1,3 °C daha fazla ısındığı görülmektedir. Ancak aynı periyottaki aylık maksimum sıcaklık ortalamalarında Şile'nin 0,3 °C daha sıcak olduğu görülmektedir. Öte yandan mevsimlere göre yapılan değerlendirmelere ait tablolara ait (Tablo 2.83, 2.84, 2.85) aylık maksimum, aylık minimum ve aylık ortalama sıcaklık ortalamalarına ait tüm mevsimlerde kent istasyonu olan İstanbul, kırsal istasyon olan Şile'den daima daha fazla ısınmıştır. Özellikle kentsel ısı adasının aylık minimum sıcaklıklarda daha fazla etkili olduğu düşünülürse, aylık minimum sıcaklık ortalamalarına ait tüm mevsimlerde İstanbul'un kırsal mukayese istasyonu olan Şile'den daha fazla sıcaklık değerlerine sahip olduğu görülmektedir. Bu durumun hipotezimizi doğrular nitelikte olduğu görülmektedir. Diğer bir deyişle kent merkezi istasyonu durumunda olan İstanbul'da kentsel ısı adası varlığı mevcuttur.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Her bir kent merkezi ile mukayese yapılacak kırsal alan için sıcaklık veri setleri Meteoroloji Genel Müdürlüğü arşiv kayıtlarından elde edilmiştir. Minimum 30 yıllık veri seti elde etme amacıyla yola çıkılan verilerde en az 41 yıl en fazla 66 yıl arasında değişen veri setlerinden yararlanılmıştır. Çalışma yapılırken iki farklı mekan düzlemi üzerinden karşılaştırma yapılmış, şehir merkezi sıcaklık trendleri ile kırsal alan sıcaklık trendleri karşılaştırılarak uzun yıllar ortalamasındaki sıcaklık farkı net olarak ortaya konulmaya çalışılmıştır. Ayrıca mega kentlerde şehir ısı adası şiddetinin kentleşmeye bağlı olarak daha şiddetli olduğu görülmüştür.

Şehir istasyonu ile kırsal istasyon arasındaki karşılaştırma aylık maksimum sıcaklık, aylık minimum sıcaklık ve aylık ortalama sıcaklık değerlerinin trendleri arasında yapılmıştır.

İlk etapta veri setlerine Kruskal-Wallis homojenlik testi uygulanmıştır. Sonrasında verilerin trend analizleri yıllık, aylık ve mevsimlik bazda oluşturulmuş, her bir istasyon çifti için 30 farklı trend grafiği karşılaştırılmıştır. Son olarak $\pm 1,96$ güven aralığı sunan analizler sonucunda bulunan Q medyan değeri, Sen'in önerdiği parametrik olmayan teknik kullanılarak iki taraflı test ile %95 güven aralığında test edilmiş ve gerçek eğim değerleri arasındaki farklar bulunarak yıllık ve mevsimlik olarak karşılaştırmalar yapılmıştır. Bazı istasyon çiftlerinde mevsimlik veya yıllık değerlendirmelerde anlamlı trendler görülme de, Mann-Kendall tablolarında trendin başladığı tarih net olarak görülmektedir. **Bu tarih için ayrıca ait olduğu şehir genelinde kentleşmenin başladığı, yoğun göç alarak nüfusunun artmaya başladığı tarih de denilebilir.**

Çalışmanın ana konusunu oluşturan kent ve kırsal istasyon karşılaştırmalarına ait elde edilen bulgular şu şekilde özetlenebilir:

➤ Afyonkarahisar ve Bolvadin istasyon çiftleri arasında, 51 yıllık aylık maksimum, aylık minimum ve aylık ortalama sıcaklık verileri üzerinde yapılan karşılaştırmaya göre, hem yıllık hem de mevsimlik olarak Afyonkarahisar'ın kırsal istasyon olan Bolvadin'den daima daha yüksek sıcaklık değerlerine sahip olduğu görülmüştür. Bu bilgi ışığında yıllık veri değerlendirmesine göre Thorntwaite sıcaklık etkinlik indeksine göre 1. derece mezotermal iklim özelliği gösteren Afyon ve kırsal istasyon Bolvadin'den aylık maksimum sıcaklıklarda $0,6^{\circ}\text{C}$, aylık minimum sıcaklıklarda $0,9^{\circ}\text{C}$ ve aylık ortalama sıcaklıklarda ise $0,2^{\circ}\text{C}$ daha fazla ısınmıştır. Benzer durum mevsimsel bazdaki değerlendirmelerde de benzerdir. Özellikle aylık minimum sıcaklık ortalamalarına ait mevsimlerde Afyon'un daha fazla sıcaklık değerlerine sahip olduğu açıkça görülmektedir.

➤ Trabzon ve Akçaabat istasyon çiftleri arasında, 56 yıllık veri seti analiz edilmiştir. Ancak yapılan karşılaştırmaya göre kırsal istasyon konumunda olan Akçaabat'ın şehir merkezi olan Trabzon'dan nispeten daha yüksek sıcaklık ortalamalarına sahip olduğu görülmüştür. Aylık maksimum, aylık minimum ve aylık ortalama sıcaklıkların yıllık değerlendirmesinde, Thorntwaite sıcaklık etkinlik indeksine göre 4. derece mezotermal iklim özelliği gösteren Trabzon, kırsal istasyon Akçaabat'tan aylık maksimum sıcaklık ortalamalarında $3,5^{\circ}\text{C}$ ve aylık ortalama sıcaklık ortalamalarında ise $1,6^{\circ}\text{C}$ daha fazla ısınırken, ŞIA'nın daha çarpıcı şekilde ortaya konduğu minimum sıcaklık ortalamasında bu fark $0,4^{\circ}\text{C}$ 'dir. Aynı durum mevsimlere göre yapılan aylık minimum sıcaklık ortalamalarına ait değerlendirmede de görülmektedir. Özellikle ilkbahar ve sonbahar mevsimlerindeki $0,7^{\circ}\text{C}$ ve $1,4^{\circ}\text{C}$ 'lik artışlar Akçaabat lehinedir. Bu durumun temel nedeni olarak Akçaabat kıyılarının tropikal sıcaklığa sahip gün sayısındaki artış olgusu akla gelmektedir. Ancak çalışmanın ana konusundan

çıkkmamak için hipotezin doğrulanmadığı bu istasyonlarla ilgili detaylı araştırma, çalışma sonrasında ayrıca yapılacaktır.

➤ Erzurum ve Tortum istasyon çiftleri arasında, 60 yıllık sıcaklık verileri için karşılaştırma yapılmıştır. Bu istasyon çiftinde de hem mevsimsel hem de yıllık olarak kırsal konumda olan ve Thorntwaite sıcaklık etkinlik indeksine göre 2. derece mezotermal iklim özelliği gösteren Tortum'un yine aynı özellikteki Erzurum'dan daha yüksek sıcaklık değerlerine sahip olduğu görülmüştür. Buna bağlamda Tortum, kentsel istasyon olan Erzurum'dan aylık minimum ve aylık ortalama sıcaklıklarda 5,8 °C ve 1,5 °C daha fazla ısınmıştır. Aynı durum ŞIA'nın daha çarpıcı şekilde ortaya konduğu minimum sıcaklık ortalamalarına ait mevsimlik analizlerde de görülmektedir. Bu şekilde bir sonuca ulaşılmasının nedeni olarak Erzurum'un çetin geçen kış şartlarına istinaden hem soğuk olması hem de hava kirliliğinin yoğun şekilde yaşanması nedeniyle, özellikle yaşlı nüfusun çevre kırsal alanlarda kış mevsiminde göç etmesi düşünülmektedir. Bilindiği üzere sıcak havalar kadar soğuk havalar ve hava kirliliği de sağlık açısından konforu etkileyen temel etmenlerdir. Zira TÜİK raporlarına göre, 2000'li yılların başında daha yüksek seyreden kent merkezi nüfusunun belirli dönemlerde azalması ile oluşan dalgalanmalar, saptadığımız bu nedeni güçlendirmektedir. Ancak bir önceki istasyonda olduğu gibi çalışmanın ana konusundan çıkkmamak için hipotezin doğrulanmadığı bu istasyonlarla ilgili detaylı araştırma, çalışma sonrasında ayrıca yapılacaktır.

➤ Muğla ve Yatağan istasyon çiftleri için 52 yıllık sıcaklık verileri karşılaştırılmıştır. Kentsel istasyon olan Muğla'da sadece aylık maksimum sıcaklık ortalamalarına ait yıllık değerlendirme de kırsal istasyon olan ve Thorntwaite sıcaklık etkinlik indeksine göre 4. derece mezotermal iklim özelliği gösteren Yatağan'ın sıcaklık değeri 0,9 °C ile Muğla'dan yüksek çıkmıştır. Buna karşın kentsel istasyon olan Muğla, kırsal istasyon olan Yatağan'dan aylık minimum sıcaklık ortalamalarında 0,8 °C ve aylık ortalama sıcaklık ortalamalarında ise 0,5 °C daha fazla ısınmıştır. Yalnızca aylık maksimum sıcaklık değerlerinde Yatağan, kentsel istasyondan daha sıcak seyretmiştir. Ancak ŞIA şiddetinin daha net olarak hissedildiği aylık minimum sıcaklıkların tüm mevsimlik değerlendirmelerinde kentsel istasyon olan Muğla'nın Yatağan'a göre kış ve sonbahar mevsimlerinde 0,3 °C, ilkbahar ve yaz mevsimlerinde ise 0,7 °C daha fazla ısındığı görülmektedir. Bu sonuçlar da Muğla'da şehir ısı adası varlığını ispatlar niteliktedir.

➤ Tekirdağ ve Çorlu istasyon çiftleri arasında 69 yıllık sıcaklık veri seti karşılaştırılmıştır. Aylık maksimum, minimum ve ortalama sıcaklıkların yıllık değerlendirmelerinde Thorntwaite sıcaklık etkinlik indeksine göre 4. derece mezotermal iklim

özelliği gösteren Çorlu'nun 0,2 °C daha sıcak olduğu kaydedilmiştir. Buna karşın aynı iklim özelliği gösteren Tekirdağ'ın aylık minimum sıcaklık ortalamalarında 0,7 °C ve aylık ortalama sıcaklık ortalamalarında ise 0,3 °C daha fazla ısınmıştır. Benzer durum şIA şiddetinin daha net olarak hissedildiği aylık minimum sıcaklıkların tüm mevsimlik değerlendirmelerinde görölmektedir. Bu bağlamda Tekirdağ kırsal istasyon olan Çorlu'ya göre aylık minimum sıcaklık ortalamalarının kış mevsiminde 0,2 °C, ilkbahar mevsiminde 1 °C, yaz mevsiminde 0,3 °C ve sonbahar mevsiminde ise 1,3 °C daha fazla ısınmıştır. Böylece Tekirdağ için şehir ısı adası varlığından bahsedilebilir.

➤ Aydın ve Sultanhisar istasyon çifti arasında 47 yıllık sıcaklık veri seti karşılaştırılmıştır. Buna göre aylık maksimum sıcaklıkların yıllık değerlendirmesi ile mevsimsel değerlendirmenin yaz döneminde Thorntwaite sıcaklık etkinlik indeksine göre 4. derece mezotermal iklim özelliği gösteren Sultanhisar, aynı iklim özelliğindeki kentsel istasyon olan Aydın'a göre 0,4 °C daha fazla ısınmıştır. Buna karşın Aydın, aylık minimum sıcaklık ortalamalarının yıllık değerlendirmesinde 1,1 °C ve aylık ortalama sıcaklık ortalamalarının yıllık değerlendirmesinde 0,2 °C daha fazla ısınmıştır. Benzer durum aylık maksimum sıcaklık ortalamalarının mevsimsel değerlendirmesinde Sultanhisar'ın yaz mevsiminde 0,4 °C ısınması ancak diğer mevsimlerde yine Aydın'ın daha fazla ısınması şeklinde görölrken, aylık ortalama sıcaklık ortalamalarının ilkbahar mevsiminde Sultanhisar'ın küçük bir sıcaklık artışı yaşaması ancak yine de Aydın'ın diğer mevsimlerde daha fazla ısınması olarak görölmektedir. Fakat şIA şiddetinin daha net olarak hissedildiği aylık minimum sıcaklık ortalamalarının mevsimsel değerlendirmesinde kentsel istasyon olan Aydın kış mevsiminde 0,1 °C, ilkbaharda 1,1 °C, yaz mevsiminde 1,2 °C ve sonbahar mevsiminde ise 1 °C daha fazla ısındığı görölmektedir. Bu değerler Aydın'da şehir ısı adası varlığını ispatlar niteliktedir.

➤ Samsun ve Bafra istasyon çifti arasında 56 yıllık sıcaklık veri seti karşılaştırılmıştır. Yıllık maksimum ve minimum sıcaklık değerlendirmeleri ile aylık maksimum sıcaklık ortalamalarının ilkbahar ve yaz mevsimlerinde Bafra'nın daha sıcak olduğu gözlenmiştir. Buna göre Thorntwaite sıcaklık etkinlik indeksine göre 3. derece mezotermal iklim özelliği gösteren Bafra, yıllık değerlendirmede aylık maksimum sıcaklık ortalamalarında 0,1 °C ve aylık minimum sıcaklık ortalamalarında ise 0,8 °C daha fazla ısınmıştır. Benzer durum aylık minimum sıcaklık ortalamalarının mevsimlik değerlendirmesinde de tüm mevsimlerin analizinde de görölmektedir. Kentsel istasyon olan ve aynı iklim özelliğine sahip Samsun yalnızca aylık ortalama sıcaklık ortalamalarına ait mevsimlerde dikkati çeker nitelikte daha fazla ısınmıştır. Bu bağlamda Samsun'un değerleri kış mevsiminde 0,3 °C; ilkbahar

mevsiminde 0,5 °C; yaz mevsiminde 0,8 °C ve sonbahar mevsiminde de 0,6 °C daha fazladır. Şehir ısı adasının minimum sıcaklıklarda daha belirgin olduğu düşünülürse kırsal istasyon olan Bafra, şehir merkezi konumunda olan Samsun'dan daha yüksek sıcaklık ortalamaları kaydetmiştir. Aylık minimum sıcaklık ortalamalarının mevsimlik değerlendirmesine göre Bafra'nın ilkbahar ve sonbahar aylarında 0,6 °C, yaz mevsiminde 1 °C ve kış mevsiminde ise 0,1 °C daha fazla ısındığı görülmektedir. Bu istasyon çifti için hipotezimiz doğrulanmamış olup, çalışmanın ana konusundan uzaklaşmamak adına kırsal istasyon olan Bafra'nın neden daha fazla ısındığı çalışma sonrası detaylı araştırılacaktır.

➤ Diyarbakır ve Ergani istasyon çifti arasında 56 yıllık sıcaklık veri seti karşılaştırılmıştır. Aylık maksimum, minimum ve ortalama sıcaklıklar ortalamalarında hem yıllık hem de mevsimlik karşılaştırmalarda Thorntwaite sıcaklık etkinlik indeksine göre 4. derece mezotermal iklim özelliği gösteren Ergani'nin daima daha fazla ısındığı görülmektedir. Bu bağlamda aylık sıcaklık ortalamalarının yıllık değerlendirmelerinde Ergani'nin aylık maksimum sıcaklık ortalamalarında 0,3 °C; aylık minimum sıcaklık ortalamalarında 1,2 °C ve aylık ortalama sıcaklık ortalamalarında ise 0,8 °C daha fazla ısındığı görülmektedir. Benzer durum aylık sıcaklık ortalamalarının mevsimsel bazda değerlendirmelerinde de tüm mevsimlerde görülmektedir. Bu istasyon çifti için hipotezimiz doğrulanmamış olup, çalışmanın ana konusundan uzaklaşmamak adına kırsal istasyon olan Ergani'nin neden daha fazla ısındığı çalışma sonrası detaylı araştırılacaktır.

➤ Mersin ve Silifke istasyon çifti arasında 68 yıllık sıcaklık veri seti karşılaştırılmıştır. Sadece aylık maksimum sıcaklıkların yıllık ortalamalarında 0,4 °C ve yine aynı verilerin mevsimsel değerlendirmesinin kış mevsiminde Thorntwaite sıcaklık etkinlik indeksine göre 4. derece mezotermal iklim özelliği gösteren Silifke daha sıcak görülmüşken, diğer tüm ortalamalara ait trend kıyaslamalarında aynı iklim özelliğine sahip Mersin'in daima daha fazla ısındığı görülmektedir. Özellikle ŞIA'nın şiddetini daha net gösterdiği aylık minimum sıcaklıklarda Mersin'in sahip olduğu sıcaklık değerleri dikkat çekicidir. Aylık minimum sıcaklık ortalamalarının yıllık değerlendirmesinde bu fark 4,1 °C iken, mevsimsel değerlendirmenin kış mevsiminde 2,7 °C; ilkbahar mevsiminde 4,3 °C; yaz mevsiminde 4,2 °C ve sonbahar mevsiminde ise 4,7 °C gibi yüksek değerlere sahiptir. Dolayısıyla bu istasyon çifti için hipotezimiz doğrulanmış olup, Mersin'de şehir ısı adası varlığının net biçimde bulunduğu söylenebilir.

➤ Şanlıurfa ve Bozova istasyon çifti arasında 44 yıllık sıcaklık veri seti karşılaştırılmıştır. Thorntwaite sıcaklık etkinlik indeksine göre megatermal iklim özelliği gösteren Bozova yalnızca aylık maksimum sıcaklık ortalamalarının yıllık değerlendirmesinde

0,2 °C daha fazla ısınmıştır. Bununla birlikte bu değerler aylık minimum sıcaklık ortalamalarında 2,5 °C ve aylık ortalama sıcaklık ortalamalarında ise 1,4 °C daha fazladır. Diğer yandan ŞIA şiddetinin daha net olarak hissedildiği aylık minimum sıcaklık ortalamalarının mevsimlik değerlendirmelerinde ise aynı iklim özelliğine sahip Şanlıurfa; kış mevsiminde 0,1 °C, ilkbahar mevsiminde 0,3 °C, yaz mevsiminde 1,4 °C ve sonbahar mevsiminde ise 4 °C daha fazla ısınmıştır. Benzer durum aylık maksimum ve aylık ortalama sıcaklık ortalamalarında da kentsel istasyon Şanlıurfa lehinedir. Bu istasyon çifti için de hipotezimiz doğrulanmış olup, Şanlıurfa için şehir ısı adasının varlığı söylenebilir.

➤ Konya ve Karapınar istasyon çifti arasında 56 yıllık sıcaklık veri seti karşılaştırılmıştır. Sadece aylık maksimum sıcaklık ortalamalarına ait mevsimsel değerlendirmedeki sonbahar mevsiminde Thorntwaite sıcaklık etkinlik indeksine göre 1. derece mezotermal iklim özelliği gösteren Karapınar, aynı iklim özelliğine sahip Konya'dan 0,1 °C daha yüksek çıkmıştır. Diğer tüm mevsimsel ve yıllık trend karşılaştırmalarında Konya'nın kırsal mukayese istasyonu olan Karapınar'dan daha fazla ısındığı ortaya konmuştur. Bu bağlamda Konya, aylık sıcaklık ortalamalarının yıllık değerlendirmesine ait aylık maksimum sıcaklıklarda 0,1 °C, aylık minimum sıcaklıklarda 1,2 °C ve aylık ortalama sıcaklıklarda ise 0,4 °C daha fazla ısınmıştır. Benzer durum mevsimlik değerlendirmeler için de geçerli olup, tablolarda açıkça görülmektedir. Ancak ŞIA şiddetinin ne olarak ortaya konduğu aylık minimum sıcaklıklarda Konya, kış mevsiminde 2,6 °C , ilkbahar mevsiminde 0,8 °C, yaz mevsiminde 2,3 °C ve sonbahar mevsiminde ise 0,7 °C daha fazla ısınmıştır. Bu istasyon çifti için de hipotezimiz doğrulanmış olup, Konya için şehir ısı adasının varlığı söylenebilir.

➤ Adana ve Yumurtalık istasyon çifti arasında 55 yıllık sıcaklık veri karşılaştırması yapılmıştır. Aylık sıcaklık ortalamalarına ait yıllık karşılaştırmada Thorntwaite sıcaklık etkinlik indeksine göre megatermal iklim özelliği gösteren Adana'nın aylık maksimum sıcaklıklarda 1 °C, aylık minimum sıcaklıklarda 0,9 °C ve aylık ortalama sıcaklıklarda ise 0,7 °C yüksek çıktığı görülmektedir. Buna karşın mevsimlere göre yapılan analizlerde ise daima kırsal istasyon olan ve kent merkezi ile aynı iklim özelliği gösteren Yumurtalık'ın daha fazla ısındığı görülmektedir. Özellikle ŞIA'nın şiddetinin daha net görüldüğü aylık minimum sıcaklıklarda Yumurtalık'ın daha fazla ısındığı göze çarpmaktadır. Bu bağlamda aylık minimum sıcaklık ortalamalarına ait kış mevsiminde 0,9 °C, ilkbahar mevsiminde 0,7 °C, yaz mevsiminde 0,1 °C ve sonbahar mevsiminde ise 1,4 °C'lik artış farkı mevcuttur. Bu sebeple bu istasyon çifti için hipotezimiz doğrulanmamış olup, çalışmanın ana konusundan uzaklaşmamak adına kırsal istasyon olan Yumurtalık'ın neden daha fazla ısındığı çalışma sonrası detaylı araştırılacaktır.

➤ Antalya ve Manavgat istasyon çifti için yapılan 60 yıllık sıcaklık veri seti karşılaştırması yapılmıştır. Aylık sıcaklık ortalamalarının yıllık değerlendirmesinde Thorntwaite sıcaklık etkinlik indeksine göre 4. derece mezotermal iklim özelliği gösteren Antalya'nın, kırsal mukayese istasyonu olan ve aynı iklim özelliği gösteren Manavgat'a göre aylık maksimum sıcaklık ortalamalarında 0,4 °C, aylık minimum ve ortalama sıcaklık ortalamalarında ise 1 °C daha fazla ısındığı görülmektedir. Benzer durum mevsimlere göre yapılan aylık maksimum sıcaklık ve aylık ortalama sıcaklık analizlerinde de görülmektedir. Ancak ŞİA'nın en şiddetli görüldüğü aylık minimum sıcaklık ortalamalarında Manavgat istasyonunun sahip olduğu değerler dikkat çekicidir. Bu bağlamda aylık minimum sıcaklık ortalamalarında Manavgat'ın kış mevsiminde 0,8 °C, ilkbahar mevsiminde 0,1 °C ve yaz ile sonbahar mevsiminde ise 0,9 °C daha fazla ısındığı görülmektedir. Bu durumun nedeni olarak Antalya verilerinin alındığı istasyonun Antalya Havalimanı olması düşünülmektedir. Şehir merkezine nispeten uzak olan istasyon tam kentsel değil, yarı kırsal bir istasyon özelliği taşıdığı bilinmektedir. Buna karşın Manavgat istasyonu kırsal mukayese istasyonu olsa da, lokasyonu itibarıyla ilçe merkezinde olduğundan aylık minimum sıcaklık değeri ortalamalarının daha yüksek çıkacağı düşünülmektedir. Bu konuda detaylı araştırma çalışma konusundan uzaklaşmamak adına daha sonra yapılacaktır.

➤ Bursa ve Mustafakemalpaşa istasyon çiftleri için 56 yıllık sıcaklık veri seti karşılaştırması yapılmıştır. Aylık sıcaklık ortalamalarına ait yıllık değerlendirmede Thorntwaite sıcaklık etkinlik indeksine göre 3. derece mezotermal iklim özelliği gösteren Bursa, kırsal istasyon olan ve aynı iklim özelliği gösteren Mustafakemalpaşa'dan aylık minimum sıcaklıklarda 1,6 °C ve aylık ortalama sıcaklık ortalamalarında ise 0,2 °C daha fazla ısınmıştır. Buna karşın Mustafakemalpaşa yalnızca aylık maksimum sıcaklıklarda 0,2 °C daha yüksek değere sahiptir. Buna benzer durum 0,1 °C fark ile aylık ortalama sıcaklıkların mevsimsel değerlendirmesine ait kış mevsiminde ve aylık maksimum sıcaklıklara ait mevsimsel değerlendirmenin ilkbahar ve yaz mevsiminde de görülmektedir. Ancak ŞİA'nın şiddetinin tam olarak görüldüğü aylık minimum sıcaklıkların hem yıllık hem de mevsimsel değerlendirmesinde Bursa'nın kırsal istasyon Mustafakemalpaşa'dan daha fazla ısındığı görülmektedir. Bu bağlamda özellikle aylık minimum sıcaklık ortalamalarının mevsimsel değerlendirme sonuçlarına göre Bursa'nın kış mevsiminde 1,9 °C, ilkbahar mevsiminde 0,7 °C, yaz mevsiminde 2 °C ve sonbahar mevsiminde ise 1,5 °C kırsal istasyondan daha fazla ısındığı ortadadır. Sonuç olarak sıcaklıkların karşılaştırılması anlamında hem yıllık hem de mevsimlik karşılaştırmalarında kentsel istasyon olan Bursa'nın sıcaklık değerlerinin daha

yüksek olduğu gözlenmiştir. Böylece bu istasyon çifti için hipotezimiz doğrulanmış, Bursa'da şehir ısı adası varlığı ortaya konmuştur.

➤ İzmir ve Bergama istasyon çifti için 60 yıllık sıcaklık veri seti karşılaştırması yapılmıştır. Aylık sıcaklık ortalamalarının yıllık değerlendirmesinde Thorntwaite sıcaklık etkinlik indeksine göre megatermal iklim özelliği gösteren İzmir'in aynı iklim özelliğine sahip Bergama'dan aylık maksimum sıcaklık ortalamalarında 0,5 °C, aylık minimum sıcaklık ortalamalarında 0,3 °C ve aylık ortalama sıcaklık ortalamalarında ise 0,2 °C daha fazla ısındığı görülmektedir. Benzer durum aylık maksimum ve aylık ortalama sıcaklık ortalamalarında da İzmir'in daha fazla ısındığı şeklindedir. Bununla birlikte aylık maksimum sıcaklık ortalamaları için yapılan trend karşılaştırmasında şehir merkezi İzmir ve Bergama arasında sıcaklık farkının kayda değer olmadığı tek periyot kış mevsimi olmuştur. Sonuç olarak ŞIA'nın şiddetini en fazla gösterdiği aylık minimum sıcaklık ortalamalarına ait mevsimsel değerlendirmede İzmir'in ilkbahar ve sonbahar mevsimlerinde 0,2 °C, kış mevsiminde 0,4 ve yaz mevsiminde de 0,5 °C daha fazla ısındığı bulunmuştur. Bu bilgiler ışığında bu istasyon çifti için hipotezimiz doğrulanmış olup, İzmir'de şehir ısı adası varlığı ifade edilebilir.

➤ Ankara ve Akyurt istasyon çifti için 63 yıllık sıcaklık veri seti karşılaştırması yapılmış olup, aylık maksimum sıcaklık ortalamalarının yıllık değerlendirmesinde ve yaz mevsimi karşılaştırmasında Thorntwaite sıcaklık etkinlik indeksine göre 1. derece mezotermal iklim özelliği gösteren Akyurt'un nispeten aynı iklim özelliğine sahip Ankara'dan daha yüksek sıcaklık değerleri kaydettiği görülmüştür. Benzer diğer bir durum aylık ortalama sıcaklıkların mevsimsel değerlendirmesine ait ilkbahar mevsiminde de geçerlidir. Ancak bunların dışında Ankara, aylık minimum sıcaklık ortalamalarının yıllık değerlendirmesinde 1,5 °C ve ortalama sıcaklıkların yıllık değerlendirmesinde 0,5 °C daha fazla ısınmıştır. Ayrıca ŞIA'nın daha şiddetli görüldüğü aylık minimum sıcaklık ortalamalarının mevsimsel değerlendirmesinde ise Ankara'nın kış mevsiminde 5,5 °C, ilkbahar mevsiminde 1,2 °C, yaz mevsiminde 0,6 °C ve sonbahar mevsiminde ise 0,2 °C Akyurt'a göre daha fazla ısındığı dikkati çekmektedir. Böylece Ankara ve Akyurt istasyon çiftleri için hipotezimiz doğrulanmış olup, Ankara'da şehir ısı adasının varlığından söz edilebilir.

➤ İstanbul ve Şile istasyon çifti için 69 yıllık sıcaklık veri seti karşılaştırması yapılmıştır. Yalnızca aylık maksimum sıcaklık ortalamalarının yıllık değerlendirmesinde Thorntwaite sıcaklık etkinlik indeksine göre 4. derece mezotermal iklim özelliği gösteren Şile'nin aynı iklim özelliğine sahip İstanbul'dan 0,3 °C daha sıcak olduğu izlenmiştir. Buna karşın aylık maksimum, minimum ve ortalama sıcaklık ortalamalarının mevsimsel ve yıllık

değerlendirmelerinde ise İstanbul'un, kırsal istasyon olan Şile'den daha fazla ısındığı görülmektedir. Bu bağlamda özellikle aylık minimum sıcaklık ortalamalarının mevsimsel değerlendirmesinde, kentsel istasyon olan İstanbul'un Şile'ye göre kış mevsiminde 1 °C, ilkbahar mevsiminde 2,1 °C, yaz ve sonbahar mevsimlerinde ise 2,8 °C daha fazla ısındığı gözlenmektedir. Başka bir deyişle, kent merkezi istasyonu durumunda olan İstanbul'da şehir ısı adası varlığı ispatlanmıştır.

➤ Tüm bu sonuçlardan hareketle ŞIA varlığı ispat edilen şehirler ile ŞIA varlığı tespit edilmeyen şehirler şu şekilde tablolastırılabilir:

Tablo 2.86: ŞIA Durumuna Göre İstasyon Durumları

ŞIA Varlığı Tespit Edilen Şehirler	ŞIA Varlığı Tespit Edilemeyen Şehirler
Afyon	Trabzon
Muğla	Erzurum
Tekirdağ	Samsun
Aydın	Diyarbakır
Mersin	Adana
Şanlıurfa	Antalya
Konya	
Bursa	
İzmir	
Ankara	
İstanbul	

SONUÇ

Çalışmamız bütününde de görüldüğü üzere atmosfer olayları kendine özgü yöntemler ile ele alınmış, iklimbiliminin sürdürülebilir yaşama olan katkısı açısından değerlendirilmiştir. Gerçekleştirilmeye çalışılan bu iklimbilimi araştırması, genel hatları ile ifade edilen gelişmeyi yakalama ve süreç içinde elde edilen bulgulardan hareketle daha sağlıklıya doğru gelişmede katkıda bulunma çabalarının bir ürünüdür.

Şehir ısı adası kavramı, günümüz Türkiye'sinde hem coğrafyacılar, hem de kent planlamacıları tarafından önemle üzerinde durulması gereken bir konudur. Öyle ki 20. yüzyılın ortalarına kadar Sanayi Devrimi'nin neden olduğu çevresel sorunlar insanlarda ölüme neden olana dek araştırılmamıştır. Bunlardan biri olan şehir ısı adası kavramı apaçık canlılar üzerinde olumsuz etkilere neden olmaya devam eden bir süreçtir. Bu duruma en güzel örnek, son aylarda yaşadığımız, ülkemizin güzide değerlerinden olan denizlerimizdeki müsilaj sorunu verilebilir.

Şehir ısı adasının temel olarak doğrudan güneş radyasyonu yoğunluğu, antropojenik ısı ve ardından yüzey malzemelerinin termal davranışından kaynaklandığı sonucuna varılabilir. Bu faktörler arasındaki değişkenler elbette karmaşık ancak gerekli olan kentsel tasarım ve planlama parametrelerini kapsar. Sonuç olarak, şehir ısı adası fenomeni nedeniyle sıcaklık artışları, termal konfor ve ciddi bir sağlık sonucu olan felç gibi hastalıklar insanlar üzerinde olumsuz etkiler yaratmaya devam etmektedir. Bu nedenle, Türkiye'de şehir ısı adası varlığı saptanan kentlerde azaltma yöntemlerine dair daha fazla araştırmaya ihtiyaç vardır.

Uygun etki azaltma stratejileri konusunda bilgilenmek ve alınacak olan önlemleri uygulama yöntemlerinin değerlendirilmesi esastır. Ancak yapılan çalışmaların daha sağlıklı olabilmesi için gerekli veri setlerinin bir istasyondan değil de kurulacak yeni istasyonlardan elde edilecek veriler ile birlikte kombine edilerek çalışılması son derece önemlidir. Zira çalışmamızda veri setlerinin eksikliği, kırsal istasyon verilerinin şehir istasyonu ile aynı zaman dilimini kapsamaması nedeniyle mukayese yapılamaması gibi nedenlerden dolayı nüfus kriteri yeterli olsa da pek çok şehir istasyonu çıkarılmak zorunda kalmıştır. Diğer yandan meteoroloji istasyonlarının bulunduğu ortam şartlarını gözlemlemek için istasyonların havadan çekilmiş fotoğraflarına ulaşılmaya çalışılmış ancak MGM'nin veritabanı merkezinde yüksek çözünürlüklü fotoğraflar bulunmadığı için çalışmada kullanılamamıştır. MGM ile yapılan görüşmeler neticesinde yetkililer bu durumun bir eksiklik olduğunu kabul etmiş ve resmî olarak başvurulduğu takdirde süreç içerisinde bu tür görüntülerin depolanacağını bildirmişlerdir.

Çalışmamız sonucunda ortaya konduğu gibi şehir ısı adası varlığının ortaya konduğu büyük şehirlerimizde olduğu gibi çok yakın bir zamanda nüfusu artarak büyük şehir statüsüne kavuşacak olan şehirlerimizde de şehir ısı adaları meydana gelecektir. İnsan kaynaklı iklim değişikliğini azaltma konusunda artan enerji tüketimini ve karbon emisyonlarını azaltmak için ŞIA etkisinin de azaltılma yoluna gidilmesi gerekir. Daha da önemlisi şehir alanlarında yaşayan insanların sağlığı ve konforu için birtakım önlemlerin alınması elzemdir. Bu doğrultuda uygulanabilecek yöntemlerden biri de sıfır ısı binası ya da mikro iklimli nötr binalar olabilir. Serin tutacak inşaat malzemelerinin kullanımı ve yeşil çatılar bu kapsamda sayılabilir. Özellikle bina iklimine yoğunlaşırken, binanın bulunduğu çevre ortamı, ısı değişimi ve transferi hakkında bilgi sahibi olmak ve bu termal değişimlere uygun yapı malzemeleri kullanmak gerekmektedir. Diğer yandan kent içinde yerel iklim bölgeleri tespit edilerek, ŞIA'nın yoğunlaştığı alanların yeniden yapılandırılması yoluna gidilebilir.

Giderek artan şehirleşmeye karşın alınabilecek önlemler sayesinde iklim dostu şehirler inşa edilebilir. Bunun için öncelikli olan küresel ölçekte düşünüldüğünde karbon emisyonunu düşürmek ve yeşil alanların kapladığı sahaları arttırmak olmalıdır. Bu bağlamda kentsel büyüme modelleri yapılırken, alınması gereken önlemler konusunda şehir plânlamacıları, coğrafyacılar, meteoroloji mühendisleri, mimarlar ve politikacılar bir araya gelmelidir. Tüm bu meslek gruplarının işbirliği, "ekosisteme hizmet" öncelikli projelerin hayata geçirilmesi ve şehir sakinlerinin sağlığını ve refahını koruyacak kentsel tasarımların ortaya çıkmasının sağlanması çerçevesinde olmalıdır. Şimdinin şehirlerinin iklim dostu şehir bağlamında yeniden optimize edilmesi, mezo ölçekte ŞIA'nın hafifletilmesi ve gelecekte daha fazla iklim esnekliği sağlayacak stratejilerin geliştirilmesi hem ülkemizin hem de dünyanın iklim geleceği açısından göz ardı edilemez bir husustur. Aynı zamanda alınacak önlemler sonucunda yaşanabilir kentlerin varlığı, kentli nüfusumuzun sağlığı üzerinde de son derece önem arz etmektedir.

KAYNAKÇA

- Acar, D.: 2005 “Bursa’da Şehirleşmenin Yağış ve Sıcaklık Üzerine Etkisi” **Yüksek Lisans Tezi-- Hacettepe Üniversitesi**
- Akalan, İ. :1984 **Hava Kirlenmesi Ankara Örneği**, Ankara, TÜBİTAK.
- Alcoforado, M. J., Andrade, H.: 2006 Nocturnal Urban Heat Island In Lisbon (Portugal): Main Features And Modelling Attempts. **Theoretical & Applied Climatology**, 84 (1-3), 9p.
- Aliagaoglu, A, Uğur, A. : 2010 **Şehir Coğrafyası**, Ankara, Nobel Yayın Dağıtım.
- Aykır, D. : 2017 “Türkiye’de Ekstrem Sıcaklık İndislerinin Eğilimlerinde Şehirleşmenin Etkisi” **Türk Coğrafya Dergisi**, (69), 47-57. DOI: 10.17211/TCD.306742
- Bai, Y., Xu, Z., Zhang, J., Mao, D., Luo, C., He, Y., Liang, G., Lu, B., Bisesi, Ms., Sun, Q., Xu, X., Yang, W., Liu, Q. : 2014 “Regional Impact Of Climate On Japanese Encephalitis In Areas Located Near The Three Gorges Dam”, Plos One 9:1.
- Baik, J-J., Kim Y-H., Chun, H-Y. : 2001 “Dry and Moist Convection Forced by an Urban Heat Island” **Journal of Applied Meteorology and Climatology**, 40(8): 1462-1475.
- Balogun, A. A., Balogun, I.A., ve Adeyewa, Z. D. : 2010 “Comparisons of urban and rural heat stress conditions in a hot-humid tropical city”, **Global Health Action**, 3, 5p.
- Bayartan, M. : 2007 “Kentsel Fonksiyonlar, Özel Fonksiyonların Kentsel Gelişime Etkileri ve Trabzon Örneği”, **Uluslararası Karadeniz İncelemeleri Dergisi**, no.2, s. 123-135.
- Bayramoğlu, E., Seyhan, S. : 2019 “Kentsel Açık Yeşil Alanlarda İklim Değişimi” **4th International Symposium on Innovative Approaches in Architecture, Planning and Design**. 4 (7), 25-27.
- Bhang, K. J., ve Park, S. S. : 2009 “Evaluation of the Surface Temperature Variation With Surface Settings on the Urban Heat Island in Seoul, Korea, Using Landsat-7 ETM+ and SPOT”, **Ieee Geoscience and Remote Sensing Letters**, 6 (4), 708-712.

- Bilgili, C. : 2009 “Ankara Kenti Yeşil Alanlarının Kent Ekosistemine Olan Etkilerinin Bazı Ekolojik Göstergeler Çerçevesinde Değerlendirilmesi Üzerine Bir Araştırma”, **Doktora Tezi--Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü**
- BM. : 2013 *Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Sözleşmesi*
- Canan, F. : 2017 “Kent Geometrisine Bağlı Olarak Kentsel Isı Adası Etkisinin Belirlenmesi: Konya Örneği”, **Çukurova Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi**, 32 (3) , 69-80.
- Chandler, T.J. : 1965 **The Climate of London**, London, Hutchinson.
- Chen, F., Yang, X., Zhu, W. : 2014 “WRF simulations of urban heat island under hot-weather synoptic conditions: The case study of Hangzhou City, China”, **Atmospheric Research**,138, 364–377
- Cheng, Man T., ve Tsai, Y. I., 2000 “Characterization of visibility and atmospheric aerosols in urban, suburban, and remote areas”, **Science of the Total Environment**, 263 (1–3), 101-114.
- Chen, Zhi, Gong, C, Wu, Jie, ve Yu, S., 2012 “The influence of socioeconomic and topographic factors on nocturnal urban heat islands: a case study in Shenzhen, China”, **International Journal of Remote Sensing**, 33 (12), 16p.
- Çiçek, İ. : 2012 **Ankara’da Şehirleşmenin Biyoklimatik Koşullar Üzerine Etkisi**, Uluslararası İnsan Bilimleri Dergisi, Cilt:9, Sayı:1
- Çiçek, İ, ve Türkoğlu, N., 2005 “Urban effects on precipitation in Ankara”, **Atmosfera**, 18:3, 172-186.
- Çiçek, İ. : 2005 “Ankara’da Şehir ve Kırsal Sıcaklık Farklarındaki Değişiklikler (1970-2002)” **Fırat Üniversitesi, Sosyal Bilimler Dergisi**, 15 (2), 1-16.
- Çiçek, İ, ve Doğan, U. : 2006 “Detection of urban heat island in Ankara, Turkey”, **Il Nuovo Cimento C**, 29 (4), 399-409.
- Çicek, İ, ve Türkoğlu, N. : 2009 “The effects of Urbanization on Water Vapour Pressure in a Semi-Arid Climate”, **Theoretical & Applied Climatology**, 95 (1/2), 10p.

- Çamurcu, H. : 2005 "Dünya Nüfus Artışı ve Getirdiği Sorunlar", **Balıkesir Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi**, 8, 87-105.
- Dixon, P.G. and Mote, T.L. : "Patterns And Causes Of Atlanta'S Heat Island - Initiated Precipitation", **Journal of Applied Meteorology**, 42 (9): 1273-1284.
- Erol, O. : 1999 **Genel Klimatoloji**, İstanbul, Çantay Kitabevi.
- Esringü, A. ve Toy, S. : 2021 Çatı ve Cephe Bahçelerinin Kentsel İklim Etkisi, İklim ve Sağlık Dergisi, Ağustos 2021, Cilt 1, S:2
- Fast, J D., Torcolini, Joel, C., "Pseudovertical Temperature Profiles and the Urban Heat Island Measured by a Temperature Datalogger Network in Phoenix, Arizona", **Journal of Applied Meteorology**, 44 (1), 3-13.
- Fishbane, P. M., Gasiorowicz, S, Thornton, S. T. :1996 **Temel Fizik**, Çev. C. Yalçın, Ankara: Arkadaş Yayınevi.
- Frey, C. M., Rigo, G., Ve Parlow, E. : 2007 "Urban Radiation Balance Of Two Coastal Cities in a Hot And Dry Environment", **International Journal of Remote Sensing**, 28 (12), 18p.
- González, J.E., Luvall, J.C., Rickman, D.L., Comarazamy, D. And Picón, A.J. : 2007 "Urban Heat Island Identification And Climatological Analysis in a Coastal, Tropical City: San Juan, Puerto Rico", **In Urban Remote Sensing**, Ed. By Q. Weng and D.A. Quattrochi, Florida: CRC Press, pp. 223 – 252.
- Gorsevski, V., Taha, H., Quattrochi, D., Luvall, J. : 1998 "Air Pollution Prevention Through Urban Heat Island Mitigation: An Update On The Urban Heat Island Pilot Project", **Proceedings of the ACEEE Summer Study, Asilomar**, CA, vol. 9, pp. 23-32.
- Gootmann, Jean. : 1976 **Şehirsel Merkeziyetin Gelişmesi**, Çev. Nimet Özgüç, İstanbul, Edebiyat Fakültesi Matbaası.
- Gönençgil, B. : 2011 "Şehirleşmenin Sıcaklık Trendleri Üzerine Etkileri ve Şehirsel Isı Adası Kavramı", Fiziki Coğrafya Araştırmaları, Sistematik ve Bölgesel. Prof. Dr. M. Yıldız Hoşgören Anısına Armağan, **Türk Coğrafya Kurumu**

- Guoxiang, Yang, Bowling, Laura C., Cherkauer, Keith A., Pijanowski, Bryan C., ve Niyogi, D. : 2010 “Hydroclimatic Response of Watersheds to Urban Intensity: An Observational and Modeling-Based Analysis for the White River Basin, Indiana”, **Journal of Hydrometeorology**, 11 (1), 17p.
- Güneş, C., Pekkan, E., Tün, M. : 2020 “Eskişehir Kent Merkezinde Yer Alan Üniversite Kampüslerindeki Kentsel Isı Adası Etkilerinin Landsat-8 Uydu Görüntüleri Üzerinden Araştırılması”, **Ulusal Çevre Bilimleri Araştırma Dergisi**, 4 (1), 22-32
- Hawkins, T., Brazel. A., Stefanov, W., Bigler, W. And Saffell, E. : 2004 “The Role Of Rural Variability in Urban Heat Island Determination For Phoenix, Arizona”, **Journal of Applied Meteorology**, 43(3): 476 – 486.
- Hwesen, R. H. : 2001 **Armenia: A Historical Atlas**, Chicago/London, University of Chicago Press.
- Hoffmann, P, Krueger, O, ve Schlünzen, K. H. : 2016 “Statistical-Dynamical Downscaling Of The Urban Heat Island in Hamburg, Germany”, **International Journal of Climatology**, Meteorologische Zeitschrift, 27(2)
- Howard, L. : 2010 **The Climate of London**, W. Phillips, sold also by J. and A. Arch. Imhoff, Marc L., Zhang, Ping, Wolfe, Robert E., ve Bounoua, Lahouari.
- Imhoff, Marc L., Zhang, P, Wolfe, Robert E., Bounoua, L. : 2010 “Remote Sensing of the Urban Heat Island Effect Across Biomes in the Continental USA”, **Remote Sensing of Environment**, 114 (3), 504-513.
- İncecik, S., İm, U. : 2012 “Mega Şehirlerde Hava Kalitesi ve İstanbul Örneği”, **Hava Kirliliği Araştırmaları Dergisi** 2, 133 – 145.
- Jauregui, E. :1996 “Bibliography of Urban Climatology For the Period 1992 – 1995”, (Vol. 759): **World Meteorological Organisation**.
- Jensen, Ryan R., Hardin, P J., Curran, Richard, Hardin, T. : 2010 “The Relationship Between Urban Land Cover and Surface Kinetic Temperature: A Case Study In Terre Haute, Indiana”, **Journal of Terrestrial Observation**, 2 (2), 20p.

- Jie He, B. : 2019 **Sustainable Cities and Society**, Vol. 50. 101647.
- Jusuf, S.K., Wong, N.H., Hagen, E., Anggoro, R. and Hong, Y. : 2007 “The Influence of Land Use On The Urban Heat Island in Singapore”, **Habitat International**, 31: 232-242.
- Kadioğlu, M., 1997 “Şehirleşmenin Marmara Bölgesindeki Yağışlara Etkisi” **Su ve Çevre Sempozyumu '97**, İstanbul.
- Kantzioura, A., Kosmopoulos, P., Zoras, S. : 2012 “Urban Surface Temperature and Microclimate Measurements in Thessaloniki”, **Energy & Buildings**, 44, 10p.
- Karabulut, M., Cosun, F. : 2009 “Kahramanmaraş İlinde Yağışların Trend Analizi”, **Coğrafi Bilimler Dergisi**, 7 (1), ss. 65-83.
- Karaca, M., Anteplioğlu, Ü., Karsan, H. : 1995 “Detection of Urban Heat Island in Istanbul, Turkey”, **Il Nuovo Cimento C**, 18 (1), 49-55.
- Karaca, M., Tayanç, M., Toros, H. : 1995 “Effects of Urbanization on Climate of İstanbul and Ankara”, **Atmospheric Environment**, 29 (23), 3411-3421.
- Karaca, M., Tayanç, M. : 1998 “Urbanization Effects on Regional Climate Change in Turkey”, **Second European Climate Conference**, Vienna, Austria.
- Karakuyu, M. : 2002 “Şehirleşmenin Küresel İklim Saptamaları ve Taşkınlar Üzerindeki Etkisi”, **Marmara Coğrafya Dergisi**, 6, 97-108.
- Keramitsoglou, I, Kiranoudis, Chris T., Ceriola, G, Weng, Q, Rajasekar, U. : 2011 “Identification and Analysis of Urban Surface Temperature Patterns in Greater Athens, Greece, Using MODIS Imagery”, **Remote Sensing of Environment**, 115 (12), 11p.
- Kim, Y.H. and Baik, J.J. : 2005 “Spatial and Temporal Structure Of The Urban Heat Island In Seoul”, **Journal of Applied Meteorology**, 44 (5): 591 - 605

- Koca, F. : 2015 “Muğla'da Kentsel Büyüme, Çeper-Kuşak Oluşumu ve Değişen Kent Formu”, **Türkiye Kentsel Morfoloji Sempozyumu**, 217-230.
- Kum, G., Kılıç, S. : 2014 “Şehirleşmenin Sıcaklık ve Yağış Parametreleri Üzerine Etkisi: Gaziantep Örneği”, **Sosyal Bilimler Dergisi**, 3 (6), 21-42.
- Landsberg, H.E. : 1981 **The Urban Climate**, Academic Pres, **New York**.
- Lin, Chuan-Yao, Chen, Fei, Huang, J. C., Chen, W. C., Liou, Y. A., Chen, W. N., Liu, Shaw-C. : 2008 “Urban Heat Island Effect and Its Impact On Boundary Layer Development And Land-Sea Circulation Over Northern Taiwan”, **Atmospheric Environment**, 42 (22), 15p.
- Laaïdi, K, Zeghnoun, A, Dousset, B, Bretin, P, Vandentorren, S, Giraudet, E, Beaudeau, P. : 2012 “The Impact of Heat Islands on Mortality in Paris During the August 2003 Heat Wave”, **Environmental Health Perspectives**, 120 (2), 6p.
- Levermore, G., Parkinson, J., Lee, Kwanho., Laycock, Patrick., Lindley, Sarah. : 2018 **Urban Climate**, Vol. 24, 360-368.
- Malevich, Steven B., Klink, K. : 2011 “Relationships between Snow and the Wintertime Minneapolis Urban Heat Island”, **Journal of Applied Meteorology & Climatology**, 50 (9), 11p.
- Martin-Vide J, Sarricolea, P., and Moreno-García Mc. : 2015 “On the Definition Of Urban Heat Island Intensity: The “Rural” Reference”, **Front. Earth Sci**, 3:24.
- Melhuish, E., Pedder, M. : 1998 “Observing an urban Heat Island by Bicycle”, **Weather**, 53, 121-128.
- Mortaza, M., Tamer, N. G. : 2017 “The Urban Growth Effects Over the Local Climate Change in the Case of Bursa”, **Planning**, 27 (1):26-37.

- Niyogi, Dev, Pyle, Patrick, L, Ming, Arya, S. Pal, Kishtawal, Chandra M., Shepherd, M, Wolfe, B. : 2011 "Urban Modification of Thunderstorms: An Observational Storm Climatology and Model Case Study for the Indianapolis Urban Region", **Journal of Applied Meteorology & Climatology**, 50 (5), 16p.
- Oke, T.R. : 1973 "City Size and The Urban Heat Island", **Atmospheric Environment** (1967), 7 (8), 769-779.
- Oke, T.R. : 1974 "Bibliography of Urban Climate", 1968-1973 (Vol. 383), **World Meteorological Organization**, Geneva.
- Oke, T. R., Maxwell, G. B. : 1975 "Urban Heat Island Dynamics in Montreal and Vancouver", **Atmospheric Environment** (1967), 9(2), 191-200.
- Oke, T.R. : 1979 "Review of Urban Climatology, 1973-1976", **Secretariat of the World Meteorological Organization**, Geneva.
- Oke, T. R.. : 1981 Canyon Geometry And The Nocturnal Urban Heat Island: Comparison of Scale Model And Field Observations", **Journal of Climatology**, 1 (3), 237-254.
- Oke, T. R.. : 1982 "The Energetic Basis Of The Urban Heat Island", **Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society**, 108 (455), 1-24.
- Oke, T. R., Johnson, G. T., Steyn, D. G., Watson, I. D. : 1991 "Simulation of Surface Urban Heat Islands Under 'Ideal' Conditions at Night Part 2: Diagnosis Of Causation", **Boundary-Layer Meteorology**, 56 (4), 339-358.
- Oke, T. R. : 1995 "The Heat Island Of The Urban Boundary Layer; Characteristics, Causes And Effects, The Heat Island Of The Urban Boundary Layer: Characteristics, Causes and Effects", 81-107.
- Oke, T. R., Spronken-Smith, R. A., Jáuregui, E., Grimmond, C. S. B. : 1999 "The Energy Balance of Central Mexico City During The Dry Season", **Atmospheric Environment**, 33 (24-25), 3919-3930.

- Oke, T.R. : 2002 **Boundary Layer Climates**, Routledge.
- Özbilge, M. : 2020 Şehir Isı Adası ile Yüzey Isı Adası Kavramları Arasındaki Farklar ve İstanbul Örneği, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul
- Özçağlar, A. : 2009 **Coğrafyaya Giriş**, Ankara, Ümit Ofset Matbaacılık.
- Özdemir, H., Ünal, A., Kindap, T., Turuncoglu, U., Durmusoglu, Z., Khan, M., Karaca. : 2011 “Quantification of The Urban Heat Island Under a Changing Climate Over Anatolian Peninsula”, **Theoretical and Applied Climatology**, Prof. Dr. Sırrı Erinç Anısına Klimatoloji Çalıştayı, İzmir.
- Pena, M. A. : 2008 “Relationships Between Remotely Sensed Surface Parameters Associated With The Urban Heat Sink Formation in Santiago, Chile”, **International Journal of Remote Sensing**, 29 (15/16), 20p.
- Rajagopalan, P., Lim, C. K., Jamei, E. : 2014 “Urban Heat Island and Wind Flow Characteristics of A Tropical City”, **Solar Energy**, Vol. 107, 159-170.
- Renou, E. : 1868 “Differences de Temperature Entre La Ville Et La Campagne”, **Annuaire Societe Meeorologie de France**, 3, 83-97.
- Rizwan, A. Memon, Dennis, Leung Y. C., Liu, C. : 2008 “A Review On The Generation, Determination and Mitigation of Urban Heat Island”, **Journal of Environmental Sciences**, 20(1), 120-128.
- Rosenzweig, C., Solecki, W.D., Parshall, L., Chopping, M., Pope, G. and Goldberg, R. : 2005 “Characterizing the Urban Heat Island in Current And Future Climates in New Yersey”, **Environmental Hazards**, 6: 51 - 62.
- Roy, S. S., Fei, Y. : 2009 “Trends in Extreme Temperatures in Relation to Urbanization in the Twin Cities Metropolitan Area, Minnesota”, **Journal of Applied Meteorology & Climatology**, 48(3), 11p.

- Runnalls, K.E., Oke, T.R. : 2000 “Dynamics and Controls of the Near-Surface Heat Island of Vancouver, B.C.”, **Physical Geography**, 21, 283-304.
- Saaroni, Hadas, Ben-Dor, Eyal, Bitan, Arie Potchter, O. : 2000 “Spatial Distribution and Microscale Characteristics of the Urban Heat Island in Tel-Aviv, Israel”, **Landscape and Urban Planning**, 48(1–2), 1-18.
- Salmond, J. : 2005 Bibliography Of Urban Climate 1996-1999. Çevrimiçi, http://www.urban-climate.org/resources_fr.htm
- Santana, L. M. : 2007 “Landsat ETM+ Image Applications To Extract Information For Environmental Planning in a Colombian City”, **International Journal of Remote Sensing**, 28 (19), 18p.
- Sari, Dany P. : 2021 "A Review of How Building Mitigates the Urban Heat Island in Indonesia and Tropical Cities" *Earth* 2, no. 3: 653-666. <https://doi.org/10.3390/earth2030038>
- Schlünzen, K. Heinke, Katzfey, Jack J. : 2003 “Relevance of Sub-Grid-Scale Landuse Effects For Mesoscale Models”, **Tellus A**, 55(3), 232-246.
- Su, Weizhong, Gu, Chaolin, Yang, Guishan. : 2010 “Assessing the Impact of Land Use/Land Cover on Urban Heat Island Pattern in Nanjing City, China”, **Journal of Urban Planning & Development**, 136 (4), 8p.
- Spronken-Smith, R. A., Oke, T. R. : 1998 “The Thermal Regime Of Urban Parks in Two Cities With Different Summer Climates”, **International Journal of Remote Sensing**, 19 (11), 2085-2104.
- Stathopoulou, M., Cartalis, C., Keramitsoglou, I. : 2004 “Mapping Micro-Urban Heat Islands Using NOAA/AVHRR Images and CORINE Land Cover: An Application To Coastal Cities Of Greece”, **International Journal of Remote Sensing**, 25(12), 16p.
- Stathopoulou, M., Synnefa, A., Cartalis, C., Santamouris, M., Karlessi, T., Akbari, H. : 2009 A Surface Heat Island Study of Athens Using High-Resolution Satellite Imagery And Measurements of the Optical and Thermal Properties Of Commonly Used Building And Paving Materials”, **International Journal of**

Sustainable Energy, 28(1-3), 18p.

Synnefa, A., Dandou, A., “On the Use of Cool Materials as a Heat Island Mitigation Strategy”, **Journal of Applied Meteorology & Climatology**, 47(11), 11p.
Santamouris, M., Tombrou, M., Ve Soulakellis, N. : 2008

Taha, H. : 1997 “Urban Climates And Heat Islands: Albedo, Evapotranspiration, and Anthropogenic Heat”, **Energy and Buildings**, 25(2), 99-103.

Tanrikulu, M. : 2006 “İzmir’de Şehirleşmenin Sıcaklığa Etkisi”, Yüksek Lisans Tezi-Ankara Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü

Tayanç, M, Toros, H. : 1997 “Urbanization Effects On Regional Climate Change in The Case Of Four Large Cities Of Turkey”, **Climatic Change**, 35 (4), 501-524.

Temuçin, E. : 1995 “Türkiye’de Kentleşmenin Sıcaklık Koşulları Üzerine Etkisi”, **Ege Coğrafya Dergisi**, 8, 75-92.

Tomlinson, Charlie J., Chapman, Lee, Thornes, John E., Baker, Christopher J. : 2011 “Including the Urban Heat Island in Spatial Heat Health Risk Assessment Strategies: A Case Study For Birmingham, UK”, **International Journal of Health Geographics**, 10 (1), 14p.

Tran, Hung, Uchiama, Daisuke, Ochi, Shiro, Yasuoka, Y. : 2006 “Assessment With Satellite Data of the Urban Heat Island Effects in Asian Mega Cities”, **International Journal of Applied Earth Observation & Geoinformation**, 8(1), 15p.

Tsing-Chang, Chen, Shih-Yu, Wang, Ming-Cheng, Yen. : 2007 Enhancement of Afternoon Thunderstorm Activity by Urbanization in a Valley: Taipei”, **Journal of Applied Meteorology & Climatology**, 46 (9), 17p.

Türkeş, M. : 2001 “Hava, İklim, Şiddetli Hava Olayları ve Küresel Isınma”, **Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü 2000 Yılı Seminerleri**, 1: ss. 187–205, Ankara.

Türkeş, M. : 2010 **Klimatoloji ve Meteoroloji**. İstanbul: Kriter Yayınevi.

- Trusilova, K., Jung, M., “Urbanization Impacts on the Climate in Europe: Numerical Experiments by the PSU-NCAR Mesoscale Model (MM5)”, Churkina, G., Karstens, U., Heimann, M., Claussen, M. : **Journal of Applied Meteorology & Climatology**, 47(5), 2008 14p.
- Uritescu, B. : 2017 “The Influences of Land Use On The Urban Heat Island In Bucharest”, **Air and Water Components of The Environment Conference**, Romania.
- Voogt, J. A. : 2002 “Urban Heat Island”, **Encyclopedia of Global Environmental Change** (Vol. 3, pp. 660 - 666).
- Voogt, J. A., Oke, T. R. : 2003 “Thermal Remote Sensing of Urban Climates”, **Remote Sensing of Environment**, 86(3), 15p.
- Wald, L., Antipolis, S., “Observing Air Quality Over The City Of Nantes by Means of Landsat Thermal Infrared Data”, Baleynaud, J. M. : 2012 **International Journal of Remote Sensing**, 20 (5), 13p
- Watkins, R. : 2002 “The Impact of the Urban Enviroment on the Energy Used For Cooling Buildins”, **Doktora Tezi. Brunel Üniversitesi, İngiltere.**
- Weng, Q, Rajasekar, U, Hu, X. : 2011 “Modeling Urban Heat Islands and Their Relationship With Impervious Surface and Vegetation Abundance by Using ASTER Images”, **IEEE Transactions on Geoscience & Remote Sensing**, 49(10), 10p.
- Wienert, U., Kuttler, W. : 2005 “The Dependence Of The Urban Heat Island Intensity On Latitude - A Statistical Approach”, **Meteorologische Zeitschrift**, 14. pp. 677-686.
- Xian, George, Ve Crane, Mike : 2006 “An Analysis Of Urban Thermal Characteristics and Associated Land Cover in Tampa Bay and Las Vegas Using Landsat Satellite Data”, **Remote Sensing of Environment**, 104(2), 10p.
- Xiaofeng, Z, Jucong, H, Hong, Ye, Kai, W, Quanyi, Q. : 2010 “Spatiotemporal Changes of The Urban Heat Island of a Coastal City in the Context Of Urbanisation”, **International**

Journal of Sustainable Development & World Ecology,
17(4), 311-316.

Yang, Xiaoshan., Peng, Lilliana “**Applied Energy**”, Volume 260. 114279.
L.H., Jiang, Zhidian., Chen,
Yuan., Yao, Lingye., O, Yunfei.,
Xu, Tianjing. : 2020

Yap, D., Oke, T. R. : 1974 “Sensible Heat Fluxes Over An Urban Area – Vancouver,
B.C”, **Journal of Applied Meteorology**, 13(8), 880-890.

Yıldız, N. D., Avdan, U., Avdan, Z. : 2019 “Kentsel Mekan Farklılıklarının Isı Adası Oluşumuna
Etkisinin Belirlenmesi: Erzurum Kenti Örneği”, **3rd International Symposium on Innovative Approaches in Scientific Studies**. SETSCI Conference Proceedings, 4 (3):
220-224.

Yılmaz, C. : 2015 “Samsun Şehri; Kuruluş Yeri ve Kentsel Gelişim
Özellikleri”, **Samsun 2011 Sempozyumu Bildiriler Kitabı**,
Cilt: 2 içinde (s. 361-378). Samsun.

Yılmaz, E. : 2013 “Ankara Şehrinde Isı Adası Oluşumu”, **Doktora Tezi—
Ankara Üniversitesi, Dil Tarih Coğrafya Fakültesi**

Yu, S., Zou, S., Whittemore, D. : 1993 “Non-Parametric Trend Analysis Of Water Quality Data Of
Rivers In Kansas”, **Journal Of Hydrology**, 150 (1), 61-80

Yüceşahin, M., Bayar, R., Özgür, M. : 2004 “Türkiye’de Şehirleşmenin Mekansal Dağılışı ve Değişimi”,
Coğrafi Bilimler Dergisi, 2 (1), 23-39.

Yüksel, Ü. : 2005 “Ankara Kentinde Kentsel Isı Adası Etkisinin Yaz Aylarında
Uzaktan Algılama ve Meteorolojik Gözlemlere Dayalı
Olarak Saptanması ve Değerlendirilmesi Üzerinde Bir
Araştırma”, **Doktora Tezi - Ankara Üniversitesi**.

Yüksel, Ü, Kuntay, O. : 2009 “Effects of Urbanization on the Climate of Ankara”,
**Symposium: Cities and Climate Change: Responding to
an Urgent Agenda Marseille**.

KENT FOTOĞRAFLARINA AİT ELEKTRONİK KAYNAKÇALAR

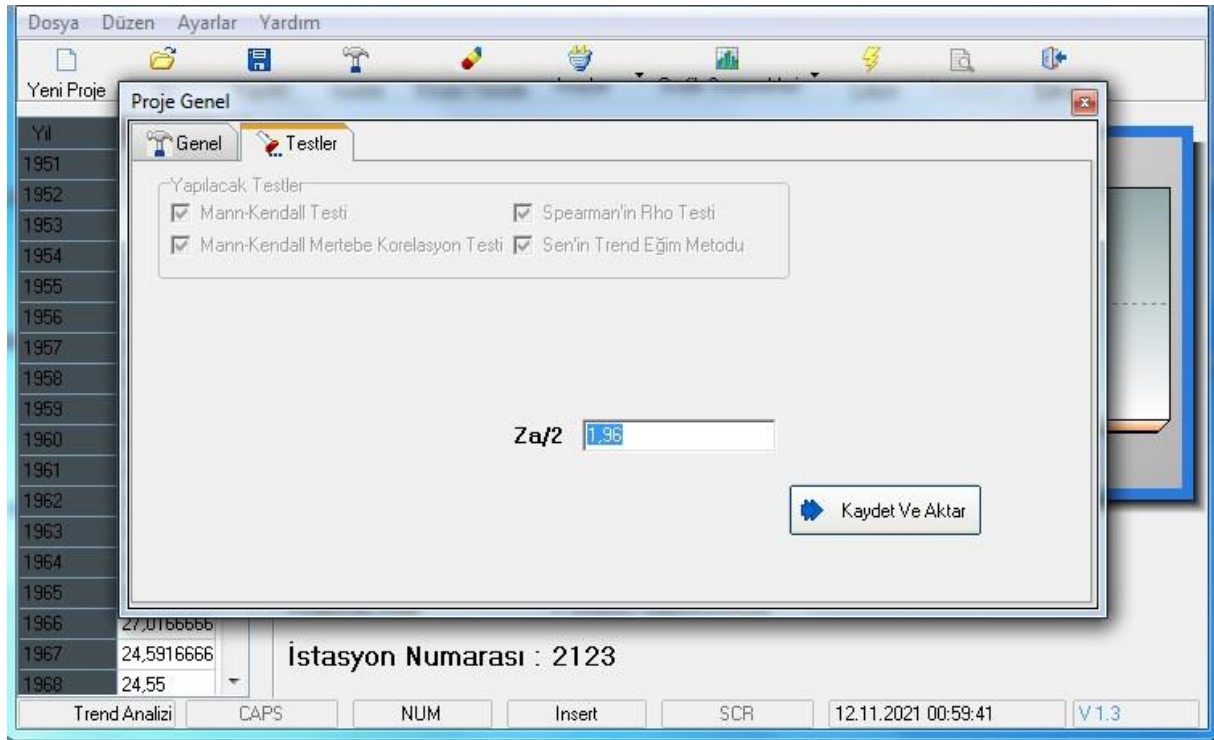
- afyonbel.gov.tr
- investguideturkey.com
- aydinitani.blogspot.com
- pinterestde.com
- houshamadyan.org
- gazetepusula.net
- tr3d.com
- sosyalpaylar.com
- demirciogluhotel.com
- tekirdagfso.com.tr
- aydin.bel.tr
- univerlist.com
- magazinizmir.com
- ewallpapers.eu
- m.haberler.com
- www.ntv.com.tr
- nycturk.com
- haberturk.com
- pinterest.ch
- civelekoglu.blogspot.com
- pusulahaber.com.tr
- karaerolcukarat.com.tr
- osmangazi.bel.tr
- ezelizmir.blogspot.com
- epassanat.com
- gazeteilksayfa.com
- insanhaber.com
- gsafilm.com
- osmangazi.bel.tr
- tr.pinterest.com

- mocah.org



EKLER

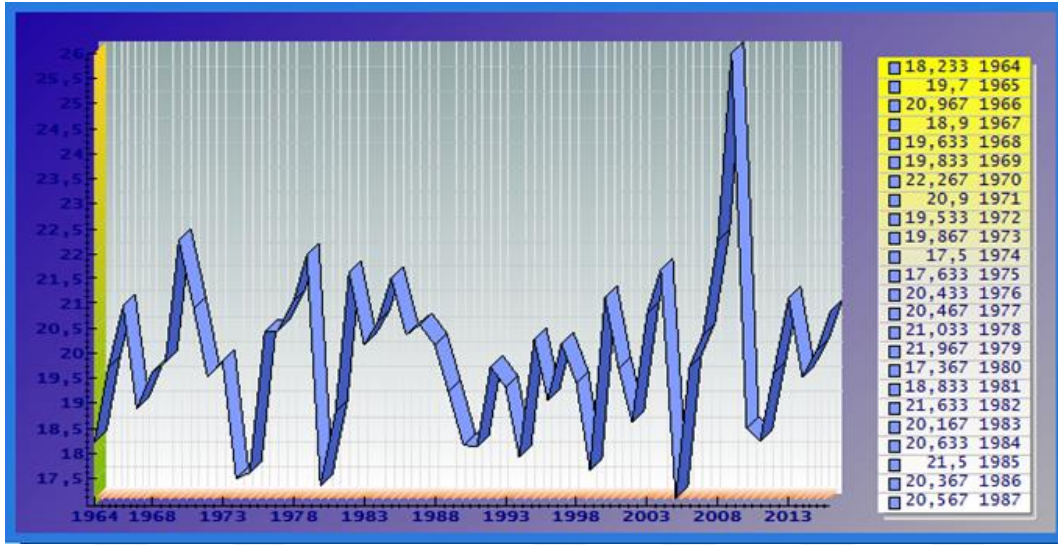
Ek 1: Trend Analizi Yazılımında Kullanılan Testler Penceresi



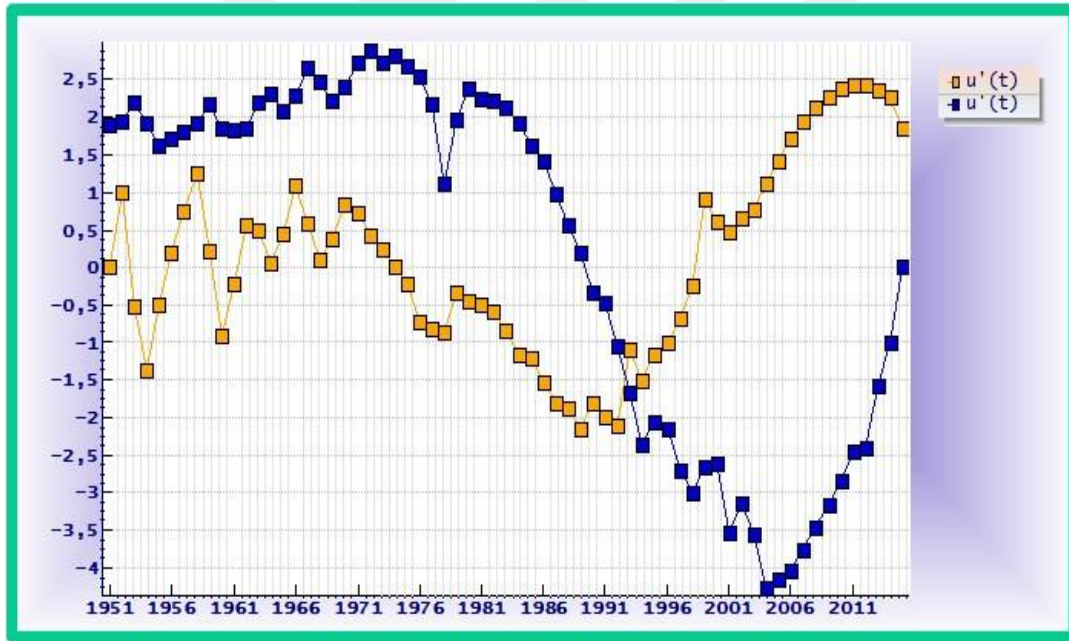
Ek 2: Yapılan testler sonucunda alınan sonuçlardan bir örnek

<u>Mann-Kendall Testi Sonuçları</u>	
Za/2	1,96
S	334
Sigma S	176,64
Kendal Kor. Kat.	0,16
Z	1,89
Sonuç	İncelenen Zaman Serisinde H0 hipotezi Kabul Edilir ve Anlamlı Bir Trend Olmadığı Sonucuna Varılır
<u>Spearman'in Rho Testi Sonuçları</u>	
Za/2	1,96
Rho Test İst. (rs)	0,27
Z	2,14
Sonuç	İncelenen Zaman Serisinde H0 hipotezi Red Edilir ve Artan Yönde Anlamlı Bir Trend Olduğu Sonucuna Varılır
<u>Sen'in Trend Eğim Metoduna Göre QMedyan(Birim Zamandaki Değişim)</u>	
0,0155092592592584	

Ek 3: Verilerin Örnek Lineer Grafiği



Ek 4: Mann-Kendall Mertebe Korelasyon Testi Sonucunda Örnek



ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Adı ve Soyadı : Kamile YASDIMAN

Eğitim Durumu

Lise : 2002 -2006 Antalya Çağlayan Anadolu Lisesi

Lisans : 2006-2010 Afyon Kocatepe Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Coğrafya Bölümü

Erasmus: Università Degli Studi Di Modena e Reggio Emilia - Doğal Bilimler Fakültesi -
Klimatoloji Bölümü

Yüksek Lisans : 2010-2013 Süleyman Demirel Üniversitesi, Coğrafya Bölümü, Fiziki
Coğrafya Ana Bilim Dalı

İş Deneyimi: 1- Türk Hava Kurumu - Öğretmen Pilot (2012 - 2021)

2- KTO Karatay Üniversitesi - Havacılık ve Eğitimi İktisadi İşletmesi -
Uygulamalı Bilimler Yüksekokulu - Pilotaj Bölümü - Öğretmen Pilot / 050 Meteoroloji
Teorik Bilgi Öğretmeni (2021 - ...)