



**T.C.**

**ÇANAKKALE ONSEKİZ MART ÜNİVERSİTESİ  
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ**

**COĞRAFYA ANABİLİM DALI  
COĞRAFYA BİLİM DALI**

**EKSTREM SICAKLIK ANALİZİ: MARMARA BÖLGESİ ÖRNEĞİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**BİRSU ÇORUK**

**Tez Danışmanı  
DOÇ. DR. ZAHİDE ACAR**

**ÇANAKKALE – 2022**





T.C.

ÇANAKKALE ONSEKİZ MART ÜNİVERSİTESİ  
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

COĞRAFYA ANABİLİM DALI  
COĞRAFYA BİLİM DALI

**EKSTREM SICAKLIK ANALİZİ: MARMARA BÖLGESİ ÖRNEĞİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

BİRSU ÇORUK

Tez Danışmanı  
DOÇ. DR. ZAHİDE ACAR

ÇANAKKALE – 2022

## ETİK BEYAN

Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Tez Yazım Kuralları'na uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada; tez içinde sunduğum verileri, bilgileri ve dokümanları akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi, tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu, tez çalışmada yararlandığım eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi, kullanılan verilerde herhangi bir değişiklik yapmadığımı, bu tezde sunduğum çalışmanın özgün olduğunu, bildirir, aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi taahhüt ve beyan ederim.

../2022

## TEŞEKKÜR

“Ekstrem Sıcaklık Analizi: Marmara Bölgesi Örneği” adlı yüksek lisans tez çalışmasında, günümüz sorunlarının temelini oluşturan iklim değişikliğinin ve beraberinde getirdiği ekstrem sıcaklıkların bölgesel ölçekte analizinin sağlanmasını amaçlamıştır. Konu ile ilgili yapılan test ve analiz sonuçları bölgenin sahip olduğu göreceli ve mutlak konum özellikleri dikkate alınarak açıklanmıştır. Bu çalışma ile güncel bir sorun olan ekstrem sıcaklıkların değişimi ele alınmış olup, bölgesel öneme sahip olan Marmara Bölgesi'nin inceleme alanı olarak kullanılması, bilinen etkilerin küresel ölçek boyutunun yanı sıra bölgesel ölçekteki etkilerine de değinerek literatüre katkı sağlayacaktır.

Gerçekleştirdiğimiz yüksek lisans tez çalışması sırasında desteğini daima üzerimde hissettiğim; tez süresince her başarımda ve attığım her adımda yanımda olan, yapıcı düşünceleri ve yönlendirmeleri ile çalışmamın bütün ayrıntılarını severek ve merak duygusuyla gerçekleştirmemi sağlayan çok değerli danışman hocam Doç Dr. Zahide ACAR'a teşekkürü bir borç bilirim. Çalışmamda kullanacağımız verileri bizimle paylaştığı için Meteoroloji Genel Müdürlüğüne teşekkür ederim. Üzerimde emeği olan, eğitim-öğretim hayatıma dokunan bütün değerli hocalarıma, tez sürecimi kolaylaştıran ve bana daima inanan Büşra ÇELİK ve tüm samimi dostlarıma, ilgisi ve sevgisiyle her anımda yanımda olan, desteğini her koşulda hissettiğim Emre ATA'ya teşekkür ediyorum. Daima yanımda olduklarını hissettiğim ve hissedeceğim, bugünlere gelmemde her türlü fedakarlığa kucak açmış olup hayatımın tüm evrelerinde yoluma ışık tutan, kıymetli annem, ablam ve desteğini esirgemeyen tüm aileme, saygı, sevgi ile beraber teşekkür ediyorum.

Bu tez çalışması Marmara Belediyeler Birliği tarafından desteklenmiştir. Bu sürece olan katkıları için, ayrıca iklim değişikliğine gösterdikleri ilgi ve önemden dolayı emeği geçen herkese teşekkür ediyorum.

Birsu ÇORUK  
Çanakkale, Haziran 2022

**Annem Sevilay ve ablam Derya'ya,**



## ÖZET

### EKSTEM SICAKLIK ANALİZİ: MARMARA BÖLGESİ ÖRNEĞİ

Birsu ÇORUK

Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü

Coğrafya Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi

Danışman: Doç. Dr. Zahide ACAR

14/06/2022, 127

Dünya, 19. yy.dan itibaren iklimsel kaynaklı önemli derecede değişimlere ev sahipliği yapmaktadır. Bu değişimlerin temelinde ise insanın doğal çevreye yaptığı müdahaleler ile iklim sisteminde gözlenen değişimler dikkat çeker. Günümüzde, küresel ölçekte bir sorun teşkil eden bu müdahalelerin de yüzeysel sıcaklıklarının değişmesinde etkisi büyüktür. İklim değişkenliği kavramı, ekstrem hava olaylarının belirgin bir şekilde gerçekleşmesi ile daha popüler bir ifade haline gelmiştir.

Bu kapsamda, ele alınan tez çalışmasının konusu ekstrem sıcaklıkların bölge genelindeki durumunu değerlendirmektir. Çalışma alanı olan Marmara Bölgesi coğrafi konum itibari ile önemli fiziksel ve beşeri faaliyetleri içinde barındırır. Bölge içerisindeki 36 meteoroloji istasyonunun sıcaklık verileri kullanılarak önce homojenlik analizlerinden Pettitt Testi, SNHT ve Buishand Sıra Testi uygulanmış bu kapsamda da önemli sonuçlar yakalanmıştır. ETCCDMI (İklim Değişikliği Belirleme, Görüntüleme ve İndis Uzman Grubu) tarafından hazırlanan ekstrem hava olaylarına yönelik iklim indisleri kullanılarak analizler gerçekleştirilmiştir. Uygulanan analizler sonucunda ise bölge içerisinde önemli değişiklikler tespit edilmiştir. Özellikle, homojenlik analizlerine göre istasyon sıcaklıklarında benzer yıllarda kırılmalar gerçekleştiği sonucuna varılmıştır. İndis analizlerinde ise mevsimler arası kaymalar grafik ve haritalar ile gösterilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Ekstrem Sıcaklıklar, Homojenlik Analizi, Marmara Bölgesi, İklimsel Değişmeler, Sıcaklık İndisleri

## ABSTRACT

### EXTREME TEMPERATURE ANALYSIS: MARMARA REGION EXAMPLE

Birsu ÇORUK

Çanakkale Onsekiz Mart University

School of Graduate Studies

Master of Science Thesis in Animal Science

Advisor: Doç. Dr. Zahide ACAR

14/06/2022, 127

The world has been hosting significant climatic changes since the 19th century. On the basis of these changes, human interventions to the natural environment and the changes observed in the climate system draw attention. Today, these interventions, which pose a problem on a global scale, have a great impact on the change in surface temperatures. The concept of climate variability has become a more popular expression with the apparent occurrence of extreme weather events.

In this context, the subject of the thesis study is to evaluate the situation of extreme temperatures throughout the region. The Marmara Region, which is the study area, contains important physical and human activities due to its geographical location. By using the temperature data of 36 meteorology stations in the region, first of all, the Pettitt Test, SNHT and Buishand Sequence Test, which are homogeneity analyzes, were applied and important results were obtained in this context. Analyzes were carried out using climate indices for extreme weather events prepared by ETCCDMI (Climate Change Identification, Imaging and Index Expert Group). As a result of the analyzes applied, significant changes were determined within the region. According to the homogeneity analysis, it was concluded that there were breaks in the station temperatures in similar years. In the index analysis, the shifts between the seasons are shown with graphs and maps.

**Keywords:** Extreme Temperatures, Homogeneity Analysis, Marmara Region, Climate Changes, Temperature Index.



# İÇİNDEKİLER

Sayfa No

JÜRİ ONAY SAYFASI.....	i
ETİK BEYAN.....	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
ÖZET .....	v
ABSTRACT .....	vi
İÇİNDEKİLER .....	vii
SİMGELER ve KISALTMALAR.....	xi
TABLolar DİZİNİ.....	xii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	xiii

## BİRİNCİ BÖLÜM

### GİRİŞ

1

1.1. Kuramsal Çerçeve.....	6
1.1.1. Önceki Çalışmalar.....	6
1.1.2. Kullanılan Kavram ve Terimler.....	17

## İKİNCİ BÖLÜM

### ARAŞTIRMA VERİ VE YÖNTEMİ

19

2.1. Çalışma Verileri.....	19
2.2. Analiz Yöntemleri.....	22
2.2.1. Homojenlik Testleri.....	22
Pettitt Testi.....	23
Standart Normal Homojenlik Testi (SNHT) .....	25
Buishand Sıra Testi.....	26
2.2.2. Sıcaklık İndisleri.....	28

<b>ÜÇÜNCÜ BÖLÜM</b>		32
<b>MARMARA BÖLGESİ'NİN COĞRAFI ÖZELLİKLERİ</b>		
3.1. Çalışma Alanı.....		32
3.1.1. Bölgenin Fiziki Özellikleri.....		33
3.1.2. Bölgenin Beşeri ve Ekonomik Özellikleri.....		35
<b>DÖRDÜNCÜ BÖLÜM</b>		37
<b>ARAŞTIRMA BULGULARI</b>		
4.1. Homojenlik Analizi Bulguları.....		37
4.1.1. Günlük Ortalama Sıcaklıklar.....		38
4.1.2. Minimum Sıcaklıklar.....		44
4.1.3. Maksimum Sıcaklıklar.....		50
4.2. Sıcaklık İndisleri Bulguları.....		56
4.2.1. SU25(Yaz Günleri) ve TR20 (Tropikal Gece) .....		57
4.2.2. TX90p (Sıcak Günler).....		61
4.2.3. TN90p (Sıcak Geceler).....		64
4.2.4. FD0 (Donlu Günler) ve ID0 (Buzlu Günler) Analizi.....		67
4.2.5. TX10p (Serin Günler).....		69
4.2.6. TN10p (Serin Geceler).....		72
4.2.7. (DTR) Günlük Sıcaklık Genişliği .....		73
<b>BEŞİNCİ BÖLÜM</b>		76
<b>SONUÇ ve ÖNERİLER</b>		
KAYNAKÇA .....		81
EKLER .....		I
Ek 1. 17608 Uzunköprü istasyonu günlük ortalama sıcaklık homojenlik analizi sonuçları.....		I
Ek 2. 17110 Gökçeada istasyonu günlük ortalama sıcaklık homojenlik analizi sonuçları		I

Ek 3. 17175 Ayvalık istasyonu günlük ortalama sıcaklık homojenlik analizi sonuçları	I
Ek 4. 17700 Dursunbey istasyonu günlük ortalama sıcaklık homojenlik analizi sonuçları.....	II
Ek 5. 17674 Balıkesir istasyonu günlük ortalama sıcaklık homojenlik analizi sonuçları	II
Ek 6. 17145 Edremit istasyonu günlük ortalama sıcaklık homojenlik analizi sonuçları	II
Ek 7. 17702 Bozüyük istasyonu günlük ortalama sıcaklık homojenlik analizi sonuçları	III
Ek 8. 17632 İpsala istasyonu günlük ortalama sıcaklık homojenlik analizi sonuçları	III
Ek 9. 17634 Malkara istasyonu günlük ortalama sıcaklık homojenlik analizi sonuçları	III
Ek 10. 17658 Çınarcık istasyonu günlük ortalama sıcaklık homojenlik analizi sonuçları	IV
Ek 11. 17067 Gölcük istasyonu günlük ortalama sıcaklık homojenlik analizi sonuçları	IV
Ek 12. 1722 Burhaniye istasyonu günlük ortalama sıcaklık homojenlik analizi sonuçları.....	IV
Ek 13. 17676 Uludağ istasyonu günlük ortalama sıcaklık homojenlik analizi sonuçları	V
Ek 14. 17114 Bandırma istasyonu günlük ortalama sıcaklık homojenlik analizi sonuçları.....	V
Ek 15. 17120 Bilecik istasyonu günlük ortalama sıcaklık homojenlik analizi sonuçları	V
Ek 16. 17116 Bursa istasyonu günlük ortalama sıcaklık homojenlik analizi sonuçları	VI
Ek 17. 17112 Çanakkale istasyonu günlük ortalama sıcaklık homojenlik analizi sonuçları.....	VI
Ek 18. 17050 Edirne istasyonu günlük ortalama sıcaklık homojenlik analizi sonuçları	VI
Ek 19. 17636 Florya istasyonu günlük ortalama sıcaklık homojenlik analizi sonuçları	VII
Ek 20. 17061 Sarıyer istasyonu günlük ortalama sıcaklık homojenlik analizi sonuçları	VII
Ek 21. 17610 Şile istasyonu günlük ortalama sıcaklık homojenlik analizi sonuçları....	VII
Ek 22. 17059 Kilyos-Kumköy istasyonu günlük ortalama sıcaklık homojenlik analizi sonuçları.....	VIII
Ek 23. 17631 Lüleburgaz istasyonu günlük ortalama sıcaklık homojenlik analizi sonuçları.....	VIII
Ek 24. 17052 Kırklareli istasyonu günlük ortalama sıcaklık homojenlik analizi sonuçları.....	VIII
Ek 25. 17066 Kocaeli istasyonu günlük ortalama sıcaklık homojenlik analizi sonuçları	IX
Ek 26. 17662 Geyve istasyonu günlük ortalama sıcaklık homojenlik analizi sonuçları	IX
Ek 27. 17069 Sakarya istasyonu günlük ortalama sıcaklık homojenlik analizi sonuçları	IX
Ek 28. 17119 Yalova istasyonu günlük ortalama sıcaklık homojenlik analizi sonuçları	X

Ek 29. 17056 Tekirdağ istasyonu günlük ortalama sıcaklık homojenlik analizi sonuçları.....	X
Ek 30. 17054 Çorlu istasyonu günlük ortalama sıcaklık homojenlik analizi sonuçları	X
Ek 31. 17700 Dursunbey istasyonu minimum sıcaklık homojenlik analizi sonuçları	XI
Ek 32. 17674 Balıkesir istasyonu minimum sıcaklık homojenlik analizi sonuçları	XI
Ek 33. 17145 Edremit istasyonu minimum sıcaklık homojenlik analizi sonuçları	XI
Ek 34. 17722 Burhaniye istasyonu minimum sıcaklık homojenlik analizi sonuçları	XII
Ek 35. 17702 Bozüyük istasyonu minimum sıcaklık homojenlik analizi sonuçları	XII
Ek 36. 17695 Keles istasyonu minimum sıcaklık homojenlik analizi sonuçları	XII
Ek 37. 17111 Bozcaada istasyonu minimum sıcaklık homojenlik analizi sonuçları	XIII
Ek 38. 17110 Gökçeada istasyonu minimum sıcaklık homojenlik analizi sonuçları	XIII
Ek 39. 17052 Kırklareli istasyonu minimum sıcaklık homojenlik analizi sonuçları	XIII
Ek 40. 17662 Geyve istasyonu minimum sıcaklık homojenlik analizi sonuçları	XIV
Ek 41. 17632 İpsala istasyonu minimum sıcaklık homojenlik analizi sonuçları	XIV
Ek 42. 17114 Bandırma istasyonu minimum sıcaklık homojenlik analizi sonuçları	XIV
Ek 43. 17116 Bursa istasyonu minimum sıcaklık homojenlik analizi sonuçları	XV
Ek 44. 17636 Florya istasyonu minimum sıcaklık homojenlik analizi sonuçları	XV
Ek 45. 17062 Kadıköy istasyonu minimum sıcaklık homojenlik analizi sonuçları	XV
Ek 46. 17061 Sarıyer istasyonu minimum sıcaklık homojenlik analizi sonuçları	XVI
Ek 47. 17610 Şile istasyonu minimum sıcaklık homojenlik analizi sonuçları	XVI
Ek 48. 17066 Kocaeli istasyonu minimum sıcaklık homojenlik analizi sonuçları	XVI
Ek 49. 17119 Yalova istasyonu minimum sıcaklık homojenlik analizi sonuçları	XVII
Ek 50. 17050 Edirne istasyonu minimum sıcaklık homojenlik analizi sonuçları	XVII
Ek 51. 17056 Tekirdağ istasyonu minimum sıcaklık homojenlik analizi sonuçları	XVII
Ek 52. 17674 Balıkesir istasyonu maksimum sıcaklık homojenlik analizi sonuçları	XVIII
Ek 53. 17175 Ayvalık istasyonu maksimum sıcaklık homojenlik analizi sonuçları	XVIII
Ek 54. 17676 Uludağ istasyonu maksimum sıcaklık homojenlik analizi sonuçları	XVIII
Ek 55. 17608 Uzunköprü istasyonu maksimum sıcaklık homojenlik analizi sonuçları	XIX
Ek 56. 17632 İpsala istasyonu maksimum sıcaklık homojenlik analizi sonuçları	XIX
Ek 57. 17111 Bozcaada istasyonu maksimum sıcaklık homojenlik analizi sonuçları	XIX
Ek 58. 17110 Gökçeada istasyonu maksimum sıcaklık homojenlik analizi sonuçları	XX
Ek 59. 17116 Bursa istasyonu maksimum sıcaklık homojenlik analizi sonuçları	XX
Ek 60. 17056 Tekirdağ istasyonu maksimum sıcaklık homojenlik analizi sonuçları	XX
Ek 61. 17610 Şile istasyonu maksimum sıcaklık homojenlik analizi sonuçları	XXI

Ek 62. 17052 Kırklareli istasyonu maksimum sıcaklık homojenlik analizi sonuçları	XXI
Ek 63. 17662 Geyve istasyonu maksimum sıcaklık homojenlik analizi sonuçları	XXI
Ek 64. 17069 Sakarya istasyonu maksimum sıcaklık homojenlik analizi sonuçları	XXII
Ek 65. 17119 Yalova istasyonu maksimum sıcaklık homojenlik analizi sonuçları	XXII
ÖZGEÇMİŞ .....	XXIII



## SİMGELER VE KISALTMALAR

MGM	Meteoroloji Genel Müdürlüğü
IPCC	Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli
WMO	Dünya Meteoroloji Örgütü
NOAA	Amerikan Ulusal Okyanus ve Atmosfer Yönetimi
GYK	Güney Yarım Küre
KYK	Kuzey Yarım Küre
ABD	Amerika Birleşik Devletleri
NCEP	Ulusal Çevre Tahmin Merkezleri
RClmDex	R istatistik Paketi
RR1	Yağışlı(ıslak) Günler
CDD	Kurak gün sayısı
CLIVAR	Dünya İklim Araştırma Programı
DSİ	Devlet Su İşleri
TÜİK	Türkiye İstatistik Kurumu
$H_0$	Sıfır Hipotezi
$H_a$	Alternatif Hipotez
SNHT	Standard Normal Homojenlik Testi
ETCCDMI	İklim Değişikliği Belirleme, Görüntüleme ve İndis Uzman Grubu
FD0	Donlu Günler
SU25	Yaz Günleri
ID0	Buz Günleri
TR20	Tropikal Geceler
TN10p	Serin Geceler
TX10p	Serin Günler
TN90p	Sıcak Geceler
TX90p	Sıcak Günler
DTR	Günlük Sıcaklık Genişliği
TİGEM	Tarım İşletmeleri Genel Müdürlüğü
BM	Birleşmiş Milletler
BMİDÇS	Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi

## TABLolar DİZİNİ

<b>Tablo No</b>	<b>Tablo Adı</b>	<b>Sayfa No</b>
<b>Tablo 1</b>	Türkiye’de 2020 yılı ekstrem maksimum sıcaklık değışimleri	5
<b>Tablo 2</b>	Çalışma alanı içerisinde yer alan istasyonların genel özellikleri ve veri aralıkları	21
<b>Tablo 3</b>	Pettitt Testi için %5 anlam düzeyinde $X_E$ test değeri	25
<b>Tablo 4</b>	SNHT’de %5 anlamlılık seviyelerinde $T_0$ kritik değeri	26
<b>Tablo 5</b>	Buishand Sıra Testi’nde %5 anlamlılık seviyelerinde $R/\sqrt{n}$ kritik değeri	28
<b>Tablo 6</b>	Çalışma alanında kullanılan sıcaklık indisleri	31
<b>Tablo 7</b>	Pettitt ve SNHT gerçekleşen kırılma yılları	38
<b>Tablo 8</b>	Günlük ortalama sıcaklık değeriinin çalışmadan uygulanan homojenlik testleri kapsamında sonuçları	39
<b>Tablo 9</b>	Minimum sıcaklık değeriinin çalışmadan uygulanan homojenlik testleri kapsamında sonuçları	45
<b>Tablo 10</b>	Maksimum sıcaklık verilerinin Pettitt, SNHT ve Buishand’s testlerinin analizleri	51

## ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil No	Şekil Adı	Sayfa No
Şekil 1	Çalışma kapsamında incelenen istasyonların lokasyon haritası	20
Şekil 2	Marmara Bölgesi Fiziki Haritası	35
Şekil 3	17695-Keles istasyonu için Pettitt Testi ve SNHT grafikleri	40
Şekil 4	17111- Bozcaada istasyonu için Pettitt Testi ve SNHT grafikleri	40
Şekil 5	17150- Bozcaada istasyonu için Pettitt Testi ve SNHT grafikleri	40
Şekil 6	17062- Kadıköy Rıhtım istasyonu için Pettitt Testi ve SNHT grafikleri	41
Şekil 7	17676- Uludağ istasyonu için Pettitt Testi ve SNHT grafikleri	46
Şekil 8	17175- Ayvalık istasyonu için Pettitt Testi ve SNHT grafikleri	46
Şekil 9	17120- Bilecik istasyonu için Pettitt Testi ve SNHT grafikleri	46
Şekil 10	17631- Lüleburgaz Tigem istasyonu için Pettitt Testi ve SNHT grafikleri	46
Şekil 11	17145- Edremit istasyonu için Pettitt Testi ve SNHT grafikleri	52
Şekil 12	17636- Florya istasyonu için Pettitt Testi ve SNHT grafikleri	52
Şekil 13	17112- Çanakkale istasyonu için Pettitt Testi ve SNHT grafikleri	52
Şekil 14	17631- Lüleburgaz- Tigem istasyonu için Pettitt Testi ve SNHT grafikleri	53
Şekil 15	Yaz günü ve Tropikal gece analizinin alansal dağılışı	61
Şekil 16	Sıcak gün sayıları analizi ve mevsimler arası alansal dağılışı	64
Şekil 17	Sıcak gece sayılarının analizi ve mevsimler arası dağılışı	67
Şekil 18	Donlu ve Buzlu gün analizinin alansal dağılışı	69
Şekil 19	Serin günlerin analizi ve alansal dağılışı	71
Şekil 20	Serin gecelerin analizi ve mevsimler arası dağılışı	73





## BİRİNCİ BÖLÜM

### GİRİŞ

Geçmişten günümüze coğrafya bilimi içerik ve tanımsal olarak köklü değişikliklere uğramış bir bilim dalıdır. Bu değişimlere neden olan en etkili unsur ise insanın doğadan daha fazla verim alma ve yarar sağlama amacıyla yaklaşma eğilimidir. Bu yaklaşım tarzı sonucunda ise coğrafya; olay ve nesnelere arası ilişki, etkileşim ve diğer tüm sistemlerle bağlantısını analiz eden bütünleyici bir yaklaşım sistemi haline gelmiştir. Bu yaklaşım sayesinde çeşitli bilim dallarından elde edilen veriler ve çıkan sonuçlar uygulanabilirlik kazanmıştır. Bu nedenle; jeoloji, hidroloji, klimatoloji, kartografya, biyoloji vb. alanlarda kullanılan birçok araştırma metodu ve verileri, coğrafi araştırmalarda temel kaynak olarak kullanılmıştır (Üçışık Erbilgen ve Demirci, 2002). Dünyada özellikle insan varlığının ve etkinliğinin arttığı son birkaç yy. da coğrafyaya temel araştırma kaynağı oluşturan ve alt dallarından olan klimatoloji ve meteoroloji alanında önemli ölçüde değişimler yaşanmıştır. Bu klimatolojik değişimlerin temelinde insanlığın doğal çevre ve iklim sistemine yaptığı müdahaleler yer almaktadır. Bahsedilen iklim sistemi, yeryüzünün jeolojik evrimi süresince kendi iç dinamiklerinin etkisinin yanı sıra dışsal etkenlerle de birçok kez değişime uğramış bir sistemdir. İnsanlığın beraberinde getirdiği bu sistem üzerindeki değişkenlikler son zamanlarda daha çok araştırma ihtiyacının duyulduğu ve etkisinin daha fazla hissedildiği “iklim değişikliği” kavramının hem nedeni hem sonucu niteliğindedir.

Geçmiş zamanlar ele alındığında gerçekleşen soğumaların ya da ısınmaların tümüyle doğal unsurlar sonucu oluşmakta olduğu kabul edilmekteydi ve insan etkisinin dışında gerçekleşmiş olan bu iklimsel değişkenliklere “Doğal İklim Değişikliği” denilmekteydi (Kadıoğlu, 2001; Macana ve Yeşilirmak 2015). Doğal etkenlerin temelinde yer alan güneş ışığı ve beraberinde getirdiği ısınma; atmosferik sera gazlarında bir artışa neden olarak daha fazla güneş ışınının yeryüzünde kalması ve sıcaklıkların yükselmesine neden olmaktadır (IPCC, 2007; Temur, 2017). İklimlerde bahsedilen doğal değişim süreçleri bugün de varlığını sürdürmektedir ancak bugünü geçmiş dönemlerden ayıran en önemli özellik insanlığın doğal sürece olan müdahalesidir (Gönençgil, 2008). Özellikle 19. yy’dan itibaren Sanayi Devrimin varlığını hissettirmesi ile hız kazanan sera gazı emisyonlarındaki artışlar (bunlar başta karbondioksit ile metan, florokloro karbon ve azot oksit gazları vb. olmak üzere) yeryüzünde etkinlerinin artışı ile birlikte hava sıcaklıklarında

gözlenen artışlarda belirgin değişimler meydana getirmişlerdir (IPCC, 2007). Tüm bu etkenler incelenen iklim değişikliği kavramını ve etkilerini belirgin bir şekilde açıklamış olup Dünya tarihinin hiçbir döneminde bu denli hızlı gerçekleşen iklimsel değişkenliğe rastlanmadığını ortaya koymuştur (Güley, 2009).

19. yüzyılın sonları itibariyle sera etkisine bağlı olarak iklimsel değişmelerin göstergesi niteliğinde olan ekstrem hava olayları ise şiddetini artırmıştır (IPCC, 2001). İnsan yaşamını ve ekolojik sistem üzerinde gözlenen değişimleri doğrudan etkileyen, şiddetli kuraklık ve yağışlara aynı zamanda sıcak ve soğuk hava dalgalarına neden olan ekstrem hava olayları yeryüzünün belirli bir alanında “nadir” olarak gerçekleşen hava olayları olarak tanımlanmaktadır (IPCC,2007). Bu kapsamda ekstrem hava olaylarında gerçekleşen değişimler ve eğilimler, iklim değişmelerinin yansıttığı önemli göstergelerinden biri olarak nitelendirilmektedir ve özellikle 21. yy’dan itibaren tüm dünyada ekstrem hava göstergeleri şiddet ve frekans olarak artış eğiliminde olduğu gözlenmiştir (IPCC,2001). Özellikle Kuzey Yarımküre’de Sanayi Devrimi itibariyle 1983-2012 yıllarında 1400 yıl boyunca gerçekleşen en sıcak 30 yılı içinde barındıran dönem olmuştur. 1950 yılından itibaren ise ekstrem hava olaylarında gözlenen bazı değişiklikler saptanmıştır. Küresel ölçekte bakıldığında, sıcak gece ve sıcak gün gözlem sayılarının artışları mevcutken, soğuk gün ve gece sayılarında belirgin azalışlar gözlenmiştir. (IPCC, 2013; Temur, 2017). Ekstrem hava koşulları değişimlerinin değerlendirilmesi bu kapsamda önemli bir noktadadır. Gözlenen ekstrem sıcaklıklar, fırtına, afetler veya diğer birçok iklim ile bağlantılı ekstrem hava koşulları can kaybına ve ciddi toplumsal, ekonomik kayıplara neden olabilmektedir (Nutter, 1999).

IPCC’nin 1988 yılından itibaren gerçekleştirdiği iklim biliminin değerlendirilmesi kapsamında yayınladığı son rapor olan 6. raporda ise özellikle iklimi fiziksel temelli ele alan içeriği ile öne çıkmıştır. Deniz seviyesindeki yükselmeleri, sıcak hava dalgalarını, kuraklığı, sel ve eriyen buzullar gibi iklimde hızlı değişkenlik gösteren birçok unsurun temelinde tam ve kesin olarak insan faaliyetlerinin varlığını onaylamıştır. Ele alınan bu rapor IPCC tarafından 2014 yılında yayınlanmış 5. Değerlendirme raporu içinde “İklim Değişikliği” raporu (AR5) ve 2018 yılında yayımlanan son özel raporu olan 1,5 °C Özel Raporu’ndan sonra (SR1.5) en önemli güncellemelerin yer aldığı rapor olarak nitelendirilmektedir.

Bahsedilen IPCC 6. Raporu'nun tam ismi İklim Değişikliği 2021: Fiziksel Bilim Temeli olarak adlandırılıyor ve içerisinde ele alınan bütün senaryolarda küresel ısınmanın Sanayi Devrimi dönemine kıyasla 1,5 °C sınırını aşacağı belirtilmektedir. Raporla öne çıkan temel bulgular ise; 1970 yılından itibaren küresel yüzey sıcaklıklarında artışlar yaşanmakta ve son 50 yıllık döneme kıyasla daha hızlı gerçekleşen artışlar söz konusudur. Aynı zamanda rapora kritik eşikler de eklenmiştir, bunun nedeni gerçekleşme ihtimalleri düşük olayların dahi (buz tabakasında çöküş yaşanması, ekstrem olaylar ve aşırı ısınma vb.) durumların yaratacağı yıkıcı etkileri göstermek ve risk değerlendirme grubuna almaktır (IPCC, 2021). IPCC'nin bir önceki değerlendirme raporu olan 2013 yılında yayımladığı 5. Değerlendirme raporu ile yeni raporun karşılaştırılması sonucu 6. Değerlendirme raporu; sıcak hava dalgalarına, ekstrem sıcaklık ve yağışlara, kuraklık, orman yangınları vb. birçok iklimsel olaylara ve afetlere önem vermektedir ve gözlenen değişkenliklerin insan kaynaklı bağlantıların ne şekilde sonuçlandığı üzerinde durmuştur. Aynı zamanda raporda 2006-2018 döneminde gözlenen ortalama ısınma hızının 1971-2006 yılına kıyasla yüksek seviyede artışlar gösterdiği tespit edilmiştir. Gelecekteki 10 yıllarda 1,5 °C'lik küresel ısınma seviyesinin aşılma ihtimaline karşın yeni tahminlerin de olduğu raporda sera gazı emisyonlarının ani ve hızlı bir şekilde düşüşü olmadığı müddette sıcaklık artışlarının 1,5 °C ile kalmayacağını 2 °C'de dahi sabit kalmasının güç bir ihtimal olduğuna da değinilmiştir. IPCC bilim insanlarına göre, sera gazı emisyonlarındaki ciddi seviye düşüklüğünün sadece kötü iklim değişkenliklerini engelleyebileceğini ancak dünyanın geçmişte yaşadığı ılıman hava koşullarına geri götüremeyeceğini savunmuşlardır (IPCC, 2021).

2020 yılı Dünya Meteoroloji Örgütü (WMO)'ya göre; son altı yılda kaydedilen en sıcak yıllar içerisinde 2020 yılı da dahil olmuştur. Aynı zamanda 2011-2020 aralığı kayıtlarına göre en sıcak on yıl olmuştur, en sıcak 6 yıl ise 2015 yılından itibaren gerçekleşmiştir. Modern ölçümlerinin başladığı 1850 yılından itibaren küresel ortalama sıcaklıklar özellikle sanayi öncesi dönemde gözlenen 1850-1900 taban seviyesinin yaklaşık 1,2 °C üzerindedir (WMO, 2020). Amerikan Ulusal Okyanus ve Atmosfer Yönetiminin (NOAA) 2020 küresel iklim raporlarına göre ise 2020 yılı 20. yüzyıl ortalaması olan 14 °C'nin 1°C artışı sonucu küresel ortalama kara ve okyanus yüzeyi sıcaklıkları için en sıcak yıl olan 2016 yılından sonra kayıtlara geçen en sıcak 2. yıl olmuştur (NOAA, 2020). Aynı

zamanda 2020 yılı içerisinde 984 ekstrem olay verisi ile en fazla ekstrem faaliyetin gerçekleştiği yıl olması ile birlikte ekstrem olayların trendine bakıldığında özellikle son 20 yıl içerisinde artış eğiliminde oldukları gözlenmiştir (WMO, 2020). Yine WMO'nun 2021 geçici Küresel İklim Durum Raporu'nda da son 7 yılın kaydedilen en sıcak 7 yıl olması özelliğine yer verilmiştir. Soğuk dönem olması beklenen La Nina olayına rağmen 2021 yılı en sıcak 7 yılın 5. sırasında yer alacağını ve yükselen sıcaklıkların eğilimini etkilemeyeceği üzerinde durulmuştur. La Nina olayının genel soğutma etkisine rağmen 2021 yılında dünyanın çoğu yerinde kara yüzeyi sıcaklıkları normalin üzerinde gerçekleşmiştir. Dünya Meteoroloji Örgütü'nün küresel çapta gözlenen değişmelerin kanıtları niteliğinde sunduğu örnekler içerisinde; Grönland'daki zirvede yer alan buz tabakasına ilk kez kar yerine yağmur yağışının gerçekleşmesi, Çin'de aylarca sürmesi gereken yağışın sadece 2 saatte düşmesi, Avrupa'da gerçekleşen sel felaketleri, Kanada'da ve ABD'nin bazı bölgelerinde, California'da sıcak hava dalgalarının varlığı sırasında sıcaklıkların 54.4°C'ye ulaşması yine Britanya Kolombiyası'nda bulunan bir köyde sıcaklıkların 50°C olarak gözlenmesi ve son olarak Akdeniz'in birçok alanında rekor sıcaklıkların varlığı ve gerçekleşen olağanüstü sıcaklıkların genel olarak yıkıcı yangınları da beraberinde getirmesi kayıtlara geçen ekstrem faaliyetlerden sadece bazılarıdır (WMO, 2021). Meteoroloji Genel Müdürlüğü Genel Sekreteri olan Prof. Taalas, gerçekleşen aşırı iklim olaylarının yeni bir norm olduğuna değinmiştir ve artan bilimsel kanıtlar doğrultusunda insan kaynaklı iklim değişikliğinin göstergelerinin kaynağı niteliğinde olduğunu savunmuştur. Ayrıca değerlendirilen son iklim raporunun hem günümüze hem de gelecekteki ısınmaya bağlı olarak bölgesel iklim değişikliklerinin varlığı üzerinde durmuştur (WMO, 2021).

Ülkemizde de küresel anlamda gerçekleşen sıcaklık artışlarının etkileri gözlenmektedir. Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nün yaptığı değerlendirme raporuna göre Türkiye'de ortalama sıcaklık artışı 1,5°C'yi aşmış durumdadır. Sıcaklıkların devamlı olarak artış göstermektedir, 2017 yılında Türkiye'de ortalama sıcaklık değeri 1970 yılında gerçekleşen sıcaklığa göre 1,5 °C artış göstererek 14.2 °C 'ye ulaşmıştır. 1981-2010 yılları arası ortalama sıcaklık 13,5 °C 'dir, buradan hareketle de ortalama artışın 0.7°C olduğu MGM tarafından tespit edilmiştir. Gerçekleşen değerler Türkiye'nin ortalama sıcaklığının 1998 yılından itibaren sadece 2011 yılı hariç tutularak devamlı olarak artış gösteren bir trend üzerinde olduğu gözlenmiştir (MGM, 2020). Çalışma alanımız olan Marmara

Bölgesi'nde ise yapılan analizler sonucu özellikle ekstrem sıcaklıklarda değişkenliğin yoğun olarak gözlemlendiği bir bölge niteliğindedir. Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nün yaptığı son değerlendirme raporunda, ekstrem sıcaklık analiz raporu incelenmesi sonucu Tablo 1'de de görüldüğü gibi ekstrem maksimum sıcaklık değişiminin görüldüğü istasyonlar yer almaktadır. Maksimum sıcaklıkların uzun yıllar değerinin değiştiği yıl olan 2020 yılında özellikle ilkbahar ve sonbahar gibi geçiş mevsimlerinde değişimin yoğunlaştığı tespit edilmiştir.

Tablo 1

Türkiye'de 2020 yılı ekstrem maksimum sıcaklık değişimleri

Gün	Ay	İstasyon	2020 Yılı Maksimum	Uzun Yıllar Maksimum
20	Mayıs	Bilecik	36.6	35.8
20	Mayıs	Geyve	39.1	37.2
20	Mayıs	Kütahya	34.3	33.8
17	Mayıs	Edremit	36.3	35.2
17	Mayıs	Dursunbey	35.7	34.5
17	Mayıs	Burhaniye	36.6	36.0
15	Mayıs	Bandırma	35.4	35.0
15	Mayıs	Gönen	37.5	36.2
6	Ekim	Kumköy-Kilyos	34.5	33.6
5	Ekim	Çanakkale	31.8	31.7
6	Ekim	Balıkesir	38.1	36.4
5	Ekim	Florya	32.3	31.5

(MGM, 2020)

Maksimum sıcaklıkların ekstrem değişkenliği MGM'nin son iklim değerlendirme raporunda yer almaktadır. Toplam 200 meteoroloji istasyonunun yer aldığı analizde uzun yıllar devam eden maksimum sıcaklık sınırını aşan sıcaklıklar tespit edilmiştir. Tabloda görülen istasyonlarda Marmara Bölgesi içerisinde yer alan ve uzun yıllar maksimum sıcaklık değerini kıran istasyonlar yer almaktadır. Özellikle Sakarya iline bağlı Geyve istasyonu ve Balıkesir istasyonu farkın en fazla olduğu 2 istasyondur. Geyve istasyonunda uzun yıllar 37.2 °C'de seyreden maksimum sıcaklıklar 2020 yılında artış göstererek 39.1 °C'ye yükselmiştir. Yine Balıkesir istasyonunda da uzun yıllar 36.4 °C'de bulunan maksimum sıcaklık değeri 2020 yılı ile maksimum sıcaklığını 38.1 °C'ye taşımıştır. Bu kapsamda çalışmanın amacı da şekillenmiştir, özellikle iklimsel değişkenlik kavramının

küresel ölçekte sınırlı kalmaması ve bölgesel, yerel analizlerin de sürece katkı sağlayacağı nedeniyle, ele alınan tez çalışmasında da Marmara bölgesi özelinde ekstrem sıcaklık analizleri ile değişimler ayrıntılı bir şekilde değerlendirmeye alınmıştır. Böylelikle iklim değişikliği Marmara Bölgesi sınırları içinde klimatolojik ve meteorolojik boyutunda incelenmiş olup iklimsel çalışmalarda uygulanması gereken homojenlik analizleri test edilerek, sıcaklık indisleri değerlendirilmeye alınmıştır. Değerlendirme sürecinde değişkenliklerin detaylı incelenmesi, etkili olan küçük ve büyük ölçekli unsurlar, sıcaklığı etkileyen etmenler, bölgenin jeomorfolojik, klimatolojik ve beşeri unsurları üzerinde durularak literatüre bölgesel ölçekte ekstrem sıcaklık analizleri kazandırılmıştır. Belirlenen ekstrem sıcaklık analizleri bölgenin değişim ve eğilimlerinin hangi değişim unsuru kapsamında yer alıp almadığı konusunda açıklayıcı özelliğe sahiptir. Küresel ve bölgesel ölçekte etkisini gösteren iklimsel değişkenlik kavramını bu noktada iyi anlamak ve analiz etmek önemlidir. Ekstrem sıcaklıkların sürece etkileri karşısında gerçekleşen durum ile mücadele etmenin anahtarı, sorunu bilmek ve tanımakla başlayacaktır. Bu nedenle küresel çapta gerçekleşen çalışmaların yanı sıra bölgesel hatta yerel ölçekte de çalışmalar yürütülmelidir ve çağın sorunu olan tüm bu iklimsel değişkenliğin etkileri analiz edilerek geleceğe ışık tutulmalıdır. Bu kapsamda gerçekleştirilmesi gereken çalışmalarda ve bu tez çalışmasında ele alınan bölgesel ekstrem sıcaklık analizi dahilinde gözlenen değişimler ve riskler hakkında yeterli bilgiye sahip olmak hedeflenmiştir. İklimsel kaynaklı araştırmaların sistem üzerinde gerçekleşen değişimi daha anlaşılır kılması ile birlikte sorunların çözümüne de katkıda bulunacaklardır.

## **1.1 Kavramsal Çerçeve**

### **1.1.1 Önceki Çalışmalar**

Yüzey sıcaklıklarındaki artışlar ile ekstrem hava olaylarının sıklığı ve şiddetinin artması, sıcaklıkların alansal olarak dağılışı özellikleri açısından Marmara Bölgesi önemli değişkenlikler göstermektedir. Tez çalışmasının önemi de bu bağlamda öne çıkmaktadır, iklim değişikliğinin önemini ve şiddetini gösteren en önemli kanıtlar gerçekleştirilen küresel ve bölgesel çalışmalardır. Dünya’da, KYK’de, Avrupa’da, Tropiklerde, Güneydoğu Asya’da, Avustralya’da, Ortadoğu’da ve Akdeniz havzası gibi birçok alanda değişkenliklerin ekstrem sıcaklık analizleri değerlendirilmeye alınmıştır. Bununla birlikte küresel, bölgesel ve yerel ölçekte gerçekleştirilen çalışmalara göre, genel olarak

1970'lerden sonra kendini göstermeye başlayan sıcaklık artışları yapılan araştırma çalışmalarının ortak konusu olmuştur. Konuyla ilgili literatürde yapılan araştırmalara bakıldığında ise;

Alexander vd., (2006); ele alınan çalışmada; gözlenen ekstrem sıcaklıklar ve yağışları en geniş kapsamda incelemektedir. Tüm dünya verileri kullanılarak gerçekleştirilen bu çalışmada toplam 2223 sıcaklık istasyonu kullanılmış ve 1999 yılından sonra veri kaydına başlayan istasyonlar değerlendirilmeye alınmamıştır. Ekstremlerin sürelerinin analiz edilmesi sonucunda küresel çapta özellikle 20. yüzyılın ortaları itibariyle ekstrem sıcaklıkların süreleri artarken, soğuk ekstremlerin süreleri ise düşüş eğilimi içerisinde olduğu gözlenmiştir. Yine Dünya genelinde bir ortalama ele alınarak sonuçlara bakıldığında sıcaklık indisleri özellikle 1951-2003 yılları arasında önemli değişkenlikler gösterdiği de saptanmıştır.

Moberg vd., (2006); çalışmasında 1901 ve 2000 yılları arası Avrupa geneli ele alınarak çalışılan araştırmaların değerlendirilmesinde ekstrem sıcaklıkların ve sıcak hava dalgalarının yükseldiğini, Avrupa'da değerlendirme amacıyla kullanılan birçok verinin homojen özellik göstermemesi nedeniyle sonuçların elde edilmesinde sorunlarla karşılaşmıştır. Değişkenlikler incelendiğinde ise kıtanın batı ve güney bölgelerinde son 30 yıl içinde soğuk günlerin giderek azaldığı, yaz ve tropikal gün sayılarının ise arttığı sonucuna ulaşılmaktadır. Örneğin; 1973 yılında Akdeniz ve komşu ülkelerinde yer alan istasyonlarda belirgin sıcak gün artışları gözlenmiştir. İspanya'da ise 2003 yılı en sıcak günlerin yer aldığı yıl olarak analiz edilirken soğuk günlerde gözlenen azalışlarda dikkat çekmiştir.

Rashid, vd., (2020); Suudi Arabistan'da 27 meteoroloji istasyonundan elde edilen günlük maksimum sıcaklık verileri kullanılarak ekstrem sıcaklıklar analiz edilmiştir. Çalışmada ekstrem sıcaklıkları belirlemek amacıyla 1981-2017 yılları arasına yaz sezonları için (Haziran-Temmuz-Ağustos) istasyonların günlük maksimum verilerine 99. Yüzdelik yöntemi uygulanmıştır. Eşik sınırını aşan maksimum sıcaklık değerleri ekstrem olarak kabul edilmiştir. Ülkede iç kesimler için eşik değeri 47°C seçilmiş ve eşiği aşan sıcaklık değerleri yani ekstrem sıcaklıklıklar oldukça yüksek seviyede sonuçlanmıştır. Ülkenin kuzeyi ve kıyı kesimleri için ise eşik değeri 50°C seçilmiş ve bu değeri aşan sıcaklıklar ülkenin iç kesimine göre daha fazla gözlenerek ekstremlerinin artışının bir kanıtı niteliğinde



olmuştur. İç kesimlerde ekstrem sıcaklıkların nedeni daha çok çöl alanından esen rüzgarlarla bağlantılı olurken kuzey ve kıyı kesimlerinde gözlenen ekstrem sıcaklık sonuçları sıcaklıkların yayılış alanının merkezden çevreye yayılış gösterdiğini ve soğuk ekstremlerin giderek azalış gösterdiği sonucunu vermiştir.

Frang, vd., (2008); Çalışmada ele alınan dönem 1948-2006 yılları arası olurken oldukça genel ve kapsamlı bir çalışma alanı olan Kuzey Yarım Küre değerlendirilmeye alınmıştır. Kuzey Yarım Kürede gözlenen yaz aşırı sıcaklıklarının sıcaklık indisleri kapsamında değerlendirilmesi ve iklim değişikliği ile ilgili bağlantıları ele alan bir çalışmadır. Ulusal Çevre Tahmin Merkezleri (NCEP) yeniden analiz veri seti ile yaz aşırı sıcaklık indisleri; sıcak günler, ılık geceler günlük maksimum ve minimum sıcaklık farklarının değişkenlikleri eksiksiz olarak Kuzey Yarım Küre kapsamında ele alınmıştır. Ayrıca çalışmada değişimin El Nino/La Nina ve Güney Salınımı ile bağlantılarını da sunmaktadır. Sonuçlara bakıldığında sıcak gün ve tropikal gecelerin 1948-2006 döneminde kademeli bir şekilde artış gözlenmiştir. Son 30 yılda normalin üzerinde daha geniş ölçekte ve sık bir şekilde aşırı sıcak noktalara maruz kalınmıştır. 59 yıllık uzun vadeli bir yükseliş eğilimi yerini 1970'lerin sonlarında ekstrem olarak artış noktalarına bırakmıştır. Hint Okyanusu, güney ve güneydoğu Asya kıyıları ile iç Asya'da ise gözlenen durumların tam tersi bir etki gözlenmiştir.

Wijngaard vd., (2003); çalışmalarında Avrupa sınırları içerisinde bir değerlendirme yapmıştır ve Avrupa'da gerçekleşen günlük sıcaklığın yanında yağışların da homojenlikleri açısından istatistiksel olarak test edilmiştir. Tespit edilen homojenlik sonuçları kapsamında homojen olmama durumlarının %65 iken bu durum yağış verileri için %90 olarak sonuçlanmıştır. Çalışmada yaz günü sayılarının özellikle 1970 yılının sonunda artış geçtiğini saptamışlardır. 1976 yılı ile 1999 yılları arasında ise belirgin bir ısınma gerçekleşirken, ekstrem soğukların azalmasının ekstrem sıcaklıklarının artışı ile bağlantılı olduğu sonucuna varılmıştır. Sıcaklık değişmelerinin bahsedilen dönemde 1976-1999 yılları arası ekstrem sıcaklıkların aşırı soğuk değerlerinin sayısının 2 katına denk gelmesi hızlı artışın ne denli olduğunu bir kanıttır.

Kovats, vd., (2014); Avrupa ile ilgili yapılan benzer bir çalışmada da özellikle IPCC'nin 4. Değerlendirme raporundan bu yana Avrupa'da insan kaynaklı gerçekleşen iklimsel değişmelerin gözlemlendiği ve etkilerinin açıklandığı bir değerlendirmedir. Coğrafi

kapsam alanına bakıldığında Avrupa bölgesi batıda İzlanda'dan doğuda Rusya Federasyonu'na (Uralların batısında) ve Hazar Denizi'ne, güneyde Akdeniz ve Karadeniz'in kuzey kıyılarından ve Kafkasya'ya kadar tüm ülkeleri kapsar. Bölgesel ve mevsimsel sıcaklık artış farklarına bakıldığında 1950'den beri (sıcak günler, tropikal geceler ve sıcak hava dalgaları) yüksek sıcaklık ekstremleri Kuzey Avrupa'da daha sık gerçekleşirken, (soğuk hava dalgası, donlu günler) olan düşük sıcaklık ekstremlerinin daha az yaşandığı gözlenmiştir. Sonuç olarak ise IPCC beşinci iklim raporunu da göz önünde bulundurarak Avrupa'da ortalama sıcaklık artışının devam ettiği sonucuna varılmıştır.

Alghamdi ve Moore, 2014; Bu çalışmalarında Suudi Arabistan'ın Riyad şehrinde gerçekleşen aşırı sıcaklıkları, iklim indisleri kullanarak trend analizi yapmışlar ve karşılaştırmalı olarak incelemeye almışlardır. Bu incelemeyi 1985-2010 yılları arasında değerlendirmişlerdir. Suudi Arabistanın Jeddah şehrinde 52°C sıcaklıkların görüldüğü ve en sıcak mevsim olan 2010 yazında 8 enerji santrali sıcaklıklar sonucu kapanma yaşamış. Bu kapsamda Riyad incelenirken kentsel ısı ada kanıtları da saptanmış ve ona göre çalışmalar yürütülmüştür. Analizde Rclimdex yazılımı kullanılmış, sıcaklık indisleri ETCCDI tarafından elde edilmiştir. Sonuçlara bakıldığında şehir ve kırsal arasındaki farklılaşmalar yakalanmış ve şehir istasyonunda 10 yılda 0.45°C oranında, kırsal istasyonda ise 0,69°C oranında önemli artışlar gözlenmiştir. Sonuç olarak ise Txx ve Tnx, Txn ve Tnn indislerinden daha fazla yıllık değişkenlik göstermiştir.

Zhang, vd., (2005); Orta Doğu'yu ele alan küresel ölçekte bir analiz özelliği gösteren bu geniş ölçekli çalışmada, bölge için ilk iklim aşırılıklarını analiz etmek adına bilim insanlarını ve verileri bir araya getirmiştir. Çalışma bu kapsamda analiz edilen aşırı yağış ve sıcaklıklar indislerini eğilimlerine yer vermektedir. 1950-2003 dönemini kapsayan bu çalışma Ermenistan, Bahreyn, Kıbrıs, Azerbaycan, İran, Gürcistan, Türkiye, Irak, İsrail, Ürdün, Kuveyt, Umman, Katar, Suriye ve Suudi Arabistan olmak üzere toplam 15 ülkeyi kapsamakta ve 52 istasyon verisini kullanmıştır. Sonuçlara bakıldığında mekânsal olarak sıcaklık artışlarıyla ilgili sıcaklık indisleri anlamlı olarak artış göstermiş olup tutarlı eğilimlere sahiptir. Özellikle artış eğiliminde olan indisler; yaz gecesi sayısı, günlük minimum ve maksimum sıcaklıklar, yıllık maksimum ve minimum sıcaklıkların %90 eşik değerini aşan gün sayılarının artan eğilimler gösterdiği tespit edilmiştir.

Zubler, vd., (2014); Gerçekleştirilen çalışmalarında İsviçre kapsamında değerlendirmeler yapmış ve bölgenin gelecekteki küresel etkisi hakkında, iklim ile ilgili öngörülere de yer vermişlerdir. İklim indislerinin; toplumsal, ekonomik, ekolojik ve doğa ölçeğinde analizi önemli sonuçlar vermektedir. Sıcaklık ve yağış verilerine uygulanan başlıca indisleri; tropikal geceler, yaz günleri, büyüme mevsiminin uzunluğu, buzlu günler, donlu günler, taze kar yağışlı gün sayısı olmak üzere 2020-49 yılları, 2045-74, 2070-2099 olmak üzere 3 dönemde gelecek analizleri yapılarak indisler uygulanmıştır. Elde edilen sonuçlara bakıldığında yaz günleri sayılarının özellikle İsviçre ovalarında artış gösterdiğinin aynı zamanda Rhone nehri vadisi ve Ticino içinde sıcaklık artışları öngörülmüştür. Ancak 21. yy'ın sonunda; İsviçre güneyinde neredeyse tamamında 3 aydan fazla yaz günü yaşayabileceği görülmüştür. Bununla birlikte 2070-2099 yılları için yapılan tahminlerde de Alplerdeki birçok alanın dahi yaz günü olmayan günlerin oldukça küçüleceği beklenmektedir.

Zscheischler ve Fischer, (2020); Ele alınan bu çalışmada Almanya'nın rekor kıran sıcaklıklarını ve 2018 yılı kuru hava büyümesinin araştırması temel alınmıştır. 2018 yılı sadece Almanya için değil tüm dünyada rekor düzeyde sıcakların yaşandığı bir yıl niteliğindedir. Bu durum Almanya'da ekstrem sıcaklık olarak yansırken aynı zamanda yağışlarında düşük seviyelerde görülmesi ile ekstremlerin etkisi artış göstermiştir. Araştırma için veriler Alman Hava Hizmetlerinden sağlanarak; 1881-2019 yılları arası dönemi istasyon verileri kullanılarak Almanya üzerinde ortalama sıcaklık ve yağışlar tespit ediliyor. Aynı zamanda küresel ortalama sıcaklığı tahmin etmek adına 1881-2019 yılları arası dönemi kapsayan yıllık küresel ortalama sıcaklık anomalliklerinin (GISS) gözleme dayalı tahminleri de çalışmaya dahil edilmiştir. Çalışmada araştırmanın yönü iki yönlü olarak tespit edilmeye çalışılıyor; ilki 2018 ekstrem sıcaklıklarının Almanya üzerinde nadir bir durum olarak görülmesi, diğeri ise sıcaklık ve yağış dağılımının değişkenliği üzerinde istatistiksel değerleri tartışılıyor. Analizlerin ekstremliği CMIP5 iklim modeli simülasyonu bağlantısı ile araştırılıyor ve hem gözleme dayalı ölçeklendirmeye hem de iklim modeli tahminine göre tutatlı bir şekilde Haziran-Ağustos arası yaz mevsiminde sıcak ve kurak koşulların daha olası bir hale geldiğini ve geleceği öngörülmüyor.

Xoplaki vd., (2003); Akdeniz havzasında gerçekleştirdiği çalışmasında 1950-1999 dönemi için araştırmalar yapıldı ve toplam 213 istasyon verisi kullanılarak sonuçlara ulaşıldı. Soğuk dönemlerin Akdeniz Havzasında 1960'ların ortaları ve 1970'lerin başlarına kadar etkili olduğunu belirtilirken sıcak dönemlerin ise 1950'li, 1980'li ve 1990'lı yıllarda gözlemlendiğini ortaya koymuştur. Özellikle Akdeniz ılımanlığın 1970'li yıllardan sonra artışı dikkat çeken unsurlar arasındadır. Küresel çapta değerlendirilen birçok çalışma ile benzerliği de bu sonuçlar doğrultusunda dikkat çekmektedir. Özellikle dünya çapında 1970'lerden sonra artan sera gazı ve son yıllarda gerçekleşen sıcaklık artışlarıyla beraber ele alınan çalışmalarda ekstrem olayların frekansında da önemli artışlar yaşanmıştır ve uç değerlerin analizi ile değerlendirilmesi gelecek için değerli bir unsur haline gelmiştir.

Acar, (2013); Ekstrem sıcaklığı konu alan bu çalışmasında 91 meteoroloji istasyonunun 1970-2006 yılları arasındaki günlük maksimum sıcaklık verilerini incelemiştir. Yaz günlerindeki değişkenlik, Türkiye'nin tüm güney kıyıları boyunca yüksektir. Tropikal günlerdeki değişkenlik Türkiye'nin kuzey kıyılarına doğru artmıştır. Mann-Kendall sınamasına göre, Türkiye'de yaz günü sayıları genel olarak azalma eğilimi içerir. Azalma eğilimleri, istasyonların büyük bir kısmında istatistiksel olarak anlamlıdır. Buna karşılık tropikal gün sayıları, genel olarak artış eğilimi gösterir. Özellikle, Türkiye'nin batı yarısında bölgesel artış eğilimleri kuvvetlidir. Türkiye'nin batısında Ege Bölgesi ve İstanbul, İzmit vb. gibi sanayileşmiş alanların yer aldığı Marmara Bölgesi, tropikal günlerdeki artışların en belirgin olduğu alanlardır.

Acar ve Gönençgil, (2017); Türkiye genelini ele alan çalışmalarında 1966-2014 yılları arasında Türkiye'de yer alan 156 istasyonun yaz ve kış mevsimlerinde gözlenen ekstrem sıcaklık analizlerini alansal ve zamansal dağılımları kapsamında değerlendirmişlerdir. MGM'den sağlanan sıcaklık verileri kapsamında Mann-Kendall sıra ilişki testi kullanılmış olup verilere uygulanan Kruskal-Wallis istatistiği sonucu istasyonların çoğunda inhomojenlik durumu gözlenmiştir. Çalışmada günlük minimum ve maksimum sıcaklık verilerinden yararlanılarak gerçekleştirilen değerlendirmeler sonucu sıcak geçen günlere ait indislerde artış tespit edilirken, serin ya da soğuk geçen günlere ait olan indislerinde ise azalış eğilimi belirgin olarak analiz edilmiştir. Sonuçlar doğrultusunda Türkiye'de sıcaklık indislerindeki değişim, küresel sonuçlar ile paralellik göstermektedir. Ekstrem serin geceler diğer tüm ekstrem sıcaklık analizlerinde gözlemlendiği gibi 1990'ların

ortasından itibaren azalma eğilimi içerisinde olurken, ekstrem sıcak günler 1990'ların ortaları itibariyle artış trendine girmiştir. Türkiye geneli gözlenen şehirleşme, ve doğal alanların tahribi, nüfusun etkin varlığı sonucu sera gazı salımları gibi etmen ve süreçler de bu değişimin daha kuvvetli ve etkin bir duruma gelmesine neden olmuştur.

Acar, (2018); Türkiye'de İç Anadolu Bölgesi kapsamında ekstrem sıcaklık analizinin yapıldığı bu çalışmada, genel olarak çalışma alanının hava sıcaklıklarındaki artış eğilimi özellikle gece sıcaklıklarının artışı dikkat çekicidir. Son zamanlarda daha sık yaşanan sıcak-soğuk hava dalgaları ve şiddetli yaz kuraklıkları bölgenin de getirdiği karasallık ve kırsallığın sosyo-ekonomik açıdan önemli problemlere neden olacak düzeyde olduğuna değinilmiştir. İç Anadolu Bölgesi'nde yaz ve kış mevsimlerindeki sıcaklıkların alansal ve zamansal dağılışı, ekstrem sıcaklık (sıcak ve soğuk) olayları belirlenmiş ve ekstrem olayların bölgesel özellikleri incelenmiştir.

Acar vd., (2018); Türkiye geneli gerçekleştirilen ekstrem hava olayları, küresel çapta gerçekleşen hava şartlarına bağlı olarak gerçekleşen afetler arasında önde gelen nedenlerinden biri olarak inceleme alanına almıştır. Ekstrem hava olayları genellikle anormal şekilde gerçekleşen sıcak ya da soğuk hava koşulları doğrultusunda gerçekleşmektedir. Bu çalışmada da Türkiye'de yer alan istasyonları için her bir istasyonun persantili ya eşik değeri (99., 95., 1., 5., ) olmak üzere belirlenerek analiz edilmiştir. Analizler sonucu çalışma içerisinde önemli sonuçlar elde edilmiştir. Ekstrem soğuk gün analizlerine bakıldığında 1972, 1983, 1992, 1993 yıllarında en fazla yaşanırken 2005 yılı itibariyle soğuk günler bir azalış trendine girmiştir. Daha sonra ekstrem sıcak günler 2000 yılı ile beraber artarak devam etmiştir. Çalışmada özellikle 2010 yılı Türkiye'nin kayıtlara geçen en sıcak yılı olarak tespit edilmiştir. Sıcaklık indisleri özelinde sonuçlara bakıldığında ise yaz ve kış sıcaklık trendleri Tx99. ve Tx99. İndislerde artış eğilimi gösterirken TN5. Persantil ve Tn1. Persatil ise azalış eğilimleri göstermektedir. Çalışmada öngörülen genel sonuç istasyonların çoğu için maksimum sıcaklıkta daha sıcak koşullara doğru kaymanın olduğu tespit edilmiştir.

Akçay, (2018); Bölgesel bir çalışma niteliğinde olan bu çalışmada, özellikle küresel çapta etkinliğini artıran küresel iklim değişikliğinin Doğu Karadeniz Havzasındaki akım verileri üzerindeki etkilerini belirlemek amaçlanmıştır. Bölge içerisinde değerlendirmek

için toplam 19 adet akım istasyonu seçilmiş ve veri aralığı olarak 1962-2015 yılları seçilmiştir. İlk olarak istasyonlardaki eksik veriler regresyon modelleriyle tamamlanmıştır. Çalışmanın ilerlemesi açısından önemli bir yere sahip olan ve istasyonlar içerisinde zamansal anlamda iklimsel kaynaklı değişkenliklerin olup olmadığını belirlemek amacıyla homojenlik analizleri uygulanmıştır. Seçilen istasyonların homojenliği; Pettitt Testi, Standart Normal Homojenlik Testi, Buishand Testi ile Von-Neumann Testi kullanılarak sağlanmıştır. 19 istasyon içerisinde 14 istasyon homojen olarak analiz edilmiştir. Sonuçlar değerlendirildiğinde homojen olmayan istasyonlar çalışma kapsamının dışında bırakılmış ve bu istasyonlarının homojenliğini bozan unsurlar içerisinde; istasyon konumunun değiştirilmesi, istasyonda aletsel hatalar ve ayarlarda eksiklerin görülmesi, çevresel etki faktörlerine açık bırakılması ve şehirleşme gibi faaliyet söz konusu homojensizliğe sebep olmuştur.

Arıkan, (2018); Tez çalışmasında kuraklık indislerinin hidroklimatolojik verilere dayalı olarak tahminini ele almaktadır. Ele alınan kuraklık ölçümleri genel itibariyle kuraklık indisleri tarafından incelenmektedir. Türkiye geneli ele alan bu çalışmada 160 meteoroloji istasyonunun yağış verileri kullanılarak incelemeler yapılmıştır. Veri aralığı olarak 1974-2014 yılı arası seçilmiş ve aylık yağış verilerine homojenlik analizleri uygulanmıştır. Homojenlik analizleri içerisinde Pettitt Testi, Standart Normal Homojenlik, Buishand Sıra Testi ve Von Neumann Oran testleri kullanılarak analizler sağlanmıştır. Homojen olmayan istasyonlar çalışmada tespit edilmiş ve çift toplama eğrisi kullanılarak homojen hale getirilmişlerdir. Homojenliğini yitiren istasyonlar için değerlendirmeler yapıp arkasında yatan nedenler incelenmiştir. Çalışmada kullanılan homojenlik analiz yöntemleri ve homojen olmayan istasyonların nedenlerinin açıklanması örnek çalışma niteliğinde olmuştur.

Aykır, (2017); Bu çalışmasında Türkiye genelini ele alarak 1970-2012 yılları arasını ele almış ve 42 meteoroloji istasyondaki şehir ve kır çiftleri oluşturmuştur. Bu şehir-kır istasyonlar çiftleri arasında iklim indisleri farklarını değerlendirmiş ve analiz etmiştir. Bu inceleme dahilinde RCLimDex'de 27 iklim indisi üretilen programı ve Mann Kendall trend analizi kullanılmıştır. Ele alınan iklim indis sonuçları sadece ortalama değerlerin zamansal olarak ne denli değiştiğini değil verinin istatistiksel olarak dağılımını da içermektedir. Ekstrem iklim analizi açısından önemli sonuçlar elde edilen bu çalışmada

bu etkilerin beşeri bir sonucu olarak kır ve kent dağılıma etkisi asıl inceleme konusu olmuştur. Değerlendirmek amacıyla seçilen istasyon çiftlerinde sıcaklıkların artış ve azalışları da şehir ve kır alanlarında anlamlı farklar içerdiği artış ve azalışların şehir istasyonlarında kır istasyonlarına nazaran daha fazla gerçekleştiği gözlenmiştir.

Batıdeniz, (2014); Tüm Türkiye’de ekstrem iklim indisleri ele alan bu çalışma da hem yağış hem de sıcaklık analizleri yapılmıştır. Çalışmada tüm sıcaklık ve yağış indisleri incelenmiş olup korelasyonları hesaplanmıştır. Sonuçlarında sıcaklığın özellikle son 10 yılda artan trendleri yakalanmıştır. Daha önce gerçekleştirilen sıcaklık analizleri ve noktasal alan karşılaştırmaları ile uyumlu nitelikte olan bu tez çalışmasında ekstrem indislerdeki değişimler 1991-2008 yılları arası olarak belirlenmiş ve referans dönemi olarak 1961 ile 1990 yılları alınarak anomaliler analiz edilmiştir. Sonucunda ise Türkiye’nin özellikle kuzeyinde yağış indisleri kapsamında ıslak günler indisini ele alan (RR1) 2-15 gün arası bir azalış eğilimi göstermiştir. Yine benzer sonuçlar gösteren tüm Sıcaklık indisleri ise 18 yıllık bir periyotta artışlar göstermiştir. Özellikle yaz günlerini inceleyen (SU), Sıcak Günleri ele alan (TX90p) ve Sıcak Geceleri analiz eden (TN90p) sonuçları ortalama 10-25 gün arasında artış gösterdiği sonuçlarına varılmıştır. Bu bağlamda çalışmada Türkiye’de ekstrem faaliyetlerin son dönemde artışının temel nedeninde insan varlığının etkin varlığı ve küresel iklim değişikliği etkilerinin artışı ile açıklanabilmektedir.

Dün, (2020); çalışmasında Ege Bölgesi’ni ele alarak özellikle kıyılarında bulunan istasyonlarda iklimsel değişkenliğini anlamak amacıyla hem yağış hem de sıcaklık olarak iki unsuru ele almıştır ve belirlenen öncüllerin zaman dilimi içerisinde değişkenliğinin gelişimi ve sıklık derecesini analiz etmektedir. Seçilen istasyonlar için maksimum ve minimum sıcaklık sıcaklık verileri ile aylık olarak toplam gerçekleşen yağışları verilmiştir. Verilerin dağılımında Shapiro Wilk testi kullanılmıştır. Test sonucunda normal dağılıma uymayan verilerin homojenlikleri analiz edilmiştir. Homojenlik testlerinin uygulanması sonucunda CLIVAR ve WMO’nun belirlediği 27 adet iklim indisi içerisinde 16 adet indis günlük maksimum ve günlük minimum sıcaklık verileri üzerinde incelemeye alınarak ekstrem iklim değerleri belirlenmiştir. Analizler sonucu elde edilen bulgular içerisinde sıcaklıkların aylık maksimum da özellikle Şubat ve Nisan ayları, aylık minimum sıcaklıklarda ise Mart, Nisan ve Mayıs ayları ile Temmuz ile Kasım ayları ısınmaların

belirgin olarak gözleendiği yıllar niteliğinde olduğu tespit edilmiştir. Aynı zamanda indis analizleri sonucunda ise özellikle yaz günü, tropikal gece ve sıcak devre süresi analizi göstergelerinde sonuçları artış eğilimi gösterirken, serin günler-geceler, donlu günler ve günlük sıcaklık arağında gözlenen azalışlar tespit edilmiştir.

Erlat ve Yavaşlı, (2011); Ege Bölgesi inceleme alanı olarak ele alınarak ekstrem sıcaklık indisleri sonucu sıcak gün ve gece sayıları ile soğuk gün ve gece sayıları, yaz ve tropikal gece sayıları incelenmiştir. Bölgede yapılan araştırma çalışması sonucu soğuk gün ve gece sayısında genel olarak anlamlı bir azalma eğilimi söz konusu olduğu gözlemlenmiştir. Araştırmanın sonucunda ise Ege Bölgesi'nin soğuk ekstremlerinin gerçekleştiği gün sayısında bir azalma görülürken termik koşulların daha sıcak olduğu değerlere ve yaz günü ile tropikal gece sayılarında artış olduğu tespit edilmiştir ve bölgesel bir analiz çalışması olarak literatüre katkıda bulunmuştur.

Öztürk, (2010); Bursa merkez ve Uludağ istasyonlarının karşılaştırılması ile ekstrem sıcaklık analizlerinin gerçekleştiği bu çalışmada önemli sonuçlar elde edilmiştir. Bursa ve Uludağ istasyonunun uzun süreli klimatolojik verilerinin değerlendirilmeye alınması sonucu Uludağ için özellikle kuzey yamacında gözlenen belirgin iklimsel farklılaşmalar mevcuttur. İki istasyon arasında ise yatay mesafe çok uzak olmamasına rağmen Uludağ'da mevcut olan yükselti nedeniyle sıcaklıkta farka neden olan önemli unsur olmuştur. Bunun yanı sıra farklılığa neden olan birçok unsur tespit edilmiştir. Bursa merkezde kuzeydoğudan esen rüzgarlar egemen iken Uludağ istasyonunda güney yönlü rüzgarlar etkindir. Ayrıca Uludağ istasyonunda 30 °C ve üzeri sıcaklıklar gözlenmez iken Bursa merkezde kayıtlara geçen 30 °C ve üzeri sıcaklıklar Bursa'da buharlaşma ve terlemeyi artırmaktadır ve bunun da sonucu bölgede su açığına da neden olmuştur. Bu ve benzeri etmenlerden dolayı iki istasyon arası mesafe kısa olmasına rağmen birçok iklimsel farklılaşmalar gözlenmiştir. Marmara Bölgesi içerisinde gözlenen ve karşılaştırmalı olarak gerçekleşen bu çalışma da tez çalışmamız içerisinde önemli bir incelenme alanına sahiptir.

Şensoy vd., (2013); Türkiye'yi kapsayan çalışmasında ise iklim olaylarının; toplum, tarım, sağlık, su kaynakları açısından küçük sayılabilecek değişikliklerinin, aslında ekstrem iklimsel olayların kaynağını oluşturduğunu tespit etmiştir. Türkiye'de 1960-2010 döneminde, sıcak gün ve gece ile tropikal gece sayıları yaz mevsiminde artış gösterirken,



serin gün ve serin gece sayıları ile donlu gün ise azalma eğilimi gösterdiğini analiz etmiştir. Sonuçlar, yaz günlerinin sayısının ve tropik gecelerinin tümünün Türkiye üzerinde arttığını göstermektedir. Don günleri azalışı ile birlikte yaz günleri 100 yılda yaklaşık 39 gün artmıştır. Türkiye'de sıcaklıklar sahil bölgelerinde artış gösterirken sıcak günler ve sıcak geceler tüm Türkiye'nin her yerinde artmaktadır ve serin geceler azalış göstermektedir.

Temur, (2017); Türkiye genelini elen alan yüksek lisans tezi kapsamında MGM'den elde edilen istasyon verileri ile analizler sağlanmıştır. Çalışmadan veri aralığı 1963-2015 dönemi seçilmiş olup iklim değişikliği ve etkileri ele alınarak incelemeler yapılmıştır. Çalışma içerisinde değerlendirmeye alınan aylık toplam yağış, aylık ortalama sıcaklık, minimum-maksimum sıcaklıklar ve yağışlar olmak üzere geniş bir inceleme alanına sahiptir. Ayrıca çalışmada (DSİ) Devlet Su İşleri'den sağlanan 1973 ile 2012 yılları arasındaki toplam akış verileri de sağlanmış olup istatistiksel olarak analizler uygulanmıştır. İlk olarak ele alınan gözlem istasyonlarının homojenliğini belirlemek amacıyla homojenlikleri analiz edilmiştir. Kullanılan homojenlik testleri içerisinde; Standart Normal Homojenlik Testi, Buishand Testi, Pettitt Testi ve Von Neumann Testi olmak üzere 4 ayrı homojenlik testi analiz edilmiştir. Veriler içerisinde ele alınan yıllık ortalama sıcaklıkların %65 oranında homojenliğini yitirdiği tespit edilmiştir. Çalışmada dikkat çeken unsur, ortalama sıcaklıklarda homojen olan istasyonların homojen olmayan istasyonlardan daha az sayıda sonuç vermesi olmuştur.

Türkeş ve Erlat, (2008), Arktik Salınımın Türkiye kış sıcaklıklarına etkisini ve değişkenliğinin inceledikleri bir çalışmada ise, sıcaklıklar arası ile arktik salınımın istatistiksel olarak anlamlı negatif ilişkileri saptanmıştır. Türkiye genelini ele alan bu çalışmada 70 istasyona ait kış ortalama sıcaklıkları ile arktik salınımın ekstrem etkilerinin sıcaklık değişimleri ele alınarak atmosferik kontroller açıklanmaya çalışılmıştır. Çalışma sonucu olarak arktik salınımın negatif iken sıcaklıklarda artış saptanmış, arktik salınım pozitif iken ise sıcaklıklarda bir azalış etkisi gösterdiği sonucu elde edilmiştir.

Türkeş, (2012); İklimsel değişkenlik kapsamında ekstrem sıcaklıkları ele alan bu çalışmada; kuvvetlenen sera etkisinin en önemli sonucu olarak Yerküre'nin enerji dengesi üzerinde ek bir pozitif ışınımsal zorlama oluşturarak dünya ikliminin daha sıcak ve daha değişken olmasını sağladığını öne sürmüştür. Öte yandan, ister küresel isterse

bölgesel ölçekte olsun, iklim değişikliği, ekstrem (aşırı) hava ve iklim olaylarının sıklığında, şiddetinde, alansal dağılışında, uzunluğunda ve zamanlamasında da önemli değişikliklerin gerçekleşmesine neden olduğundan bahsetmiştir.

Ünal vd., (2013); Türkiye kapsamında sıcak dalgalarının süresinin araştırıldığı bir diğer çalışmada ise, Türkiye için iklim değişikliği projeksiyonları en yüksek sıcaklık değişiminin yaz aylarında bekleneceği nedeniyle çalışma alanı Türkiye'nin batısı seçilmiştir. 1965 ile 2006 yılları arası dönemde yaz aylarında (Haziran-Ağustos) Türkiye'nin batısında sıcak gün-gece sayıları ile sıcak hava dalgalarının süresinin arttığı sonucuna varılmıştır. Bu etki süresinin artışı da en belirgin olarak 1998 sonrasında gözlemlenmiştir. Son olarak ise çalışmada sıcak hava dalgasının kalma süresinin 2000-2011 yıllarında 4 gün olarak saptanırken 2006 yılında bu gün sayısının 6 güne ulaştığı görülmüştür. Türkiye'nin batısındaki sonuçlar ile, Doğu Akdeniz ve Karadeniz'deki ortalama deniz yüzeyi sıcaklıkları ile daha uyumlu olduğu tespit edilmiştir. Sıcak dalga sayılarının zamanla artışının temel bir sonucu olarak da yangın oluşumu ile bağlantısı üzerinde durulmuştur.

Yarbaşı ve Martı, (2019); Ele alınan bu çalışma havza kapsamında bir inceleme yapılmış olup hidrolojik döngü bileşenlerine etki eden atmosferik hareketlerin araştırılması üzerinde durulmuştur. Çok geniş alanlarda devamlı olmayan atmosfer faaliyetlerinin bir sonucu olarak salınımlar, basınç değişimleri, iklim anomalilerini etkilemektedir. Çalışmada güneyli salınımı ele alarak mekanizmalardaki iklimsel değişimini belirlemede etkili olmuştur. Yeşilirmak Havzasında bulunan 5 meteoroloji istasyonuna ait yağış verilerine yer verilmiş ve üzerinde homojenlik analizleri test edilmiştir. Araştırmada homojenlik analizlerinden Buishand Sıra Testi ve Pettitt Testi kullanılmıştır. Çalışmanın sonucuna bakıldığında homojenlik analizlerinden Pettitt testi sonucu kırılma yılları ile Güneyli Salınımın etkin olduğu değerler yıllarının paralellik göstermesi çalışmayı anlamlı kılmıştır.

### **1.1.2 Kullanılan Kavram ve Terimler**

İklim; Uzun yıllar boyunca yeryüzünün herhangi bir alanında yaşanan hava şartlarının ortalama özelliği olan iklim, doğrudan ve dolaylı olmak üzere çevreyi etkileyen ve şekillendiren en önemli coğrafi unsurlardan bir tanesidir (Erlat, 2016;3)

Atmosfer; Dünyayı çevreleyen bir küre olan atmosfer, içeriğindeki gaz bileşimlerinin yükseldikçe değişmesi nedeniyle sıcaklıkların da benzer doğrultuda yükseldikçe değişim göstermektedir (Gönençgil ve Acar, 2016; 2).

Hava Durumu; Belirli bir alanda kısa bir zaman aralığında etkili olan atmosfer koşullarına hava durumu denir (Erol, 1999).

Ekstrem Hava Olaylar; Bir yerde ortalama değerlerden uzaklaşan sıcaklık, yağış gibi iklim elemanlarında normal olasılık dağılımına göre nadir görülen ve ölçümler sonucu (10. ve 90. Yüzdelik aralığına dahil) değerler ekstrem (uç değerler) olarak tanımlanmaktadır (IPCC, 2007; Erlat, 2016; 264).

Ekstrem Sıcak Hava; Bir yerdeki ortalama iklim koşullarının üzerinde yaşanan hava olayıdır.

Ekstrem Soğuk Hava; Bir yerdeki ortalama iklim koşullarının altında yaşanan hava olayıdır.

Meteoroloji; Atmosferde meydana gelen hava olaylarının; değişimini, gelişimi inceleyen bir bilim dalıdır. Kısaca ise atmosfer bilimidir (MGM).

Klimatoloji; iklim bilimi olarak kelime anlamı olan klimatoloji; uzun yılları ele alarak atmosfer içerisinde meydana gelen hava olayları ve insan-doğa bileşiminin etkilerini de içerisinde barındıran, iklim tiplerini inceleyen bir fiziki coğrafya dalıdır (MGM).

İklim Değişikliği ve İklimsel Değişkenlik; Birleşmiş Milletler (BM), İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi'nde (BMİDÇS), karşılaştırmalı olarak gözlenebilen doğal iklim değişikliğinin yanı sıra doğrudan ve dolaylı bir şekilde küresel ölçekte değişime neden olan, insan etkinlikleri sonucu iklimde gözlenen değişimler şeklinde tanımlanmaktadır (Gönençgil ve Acar, 2016; 59). İklimsel değişebilirlik kavramı ise, iklim sistemi içerisindeki doğal iç süreçlere (içsel değişebilirlik) ya da doğal kaynaklı dış zorlama etmenlerindeki değişimlere (dışsal değişebilirlik) bağlı olarak oluşabilir süreç içerisinde devam eden ve etkinin belirgin bir şekilde gözlemlendiği sistemsel değişimleri kapsamaktadır (Türkeş, 2008).

Homojenlik Analizi; Genellikle iklimsel çalışmalar ve hidroloji alanındaki akım ölçümlerinde kullanılan; verilerin yalnızca iklimsel koşullardan etkilenip etkilenmediği yani hesaplamalar ve analizler yapılırken şehirleşmeden, istasyon yer değişimi, hesaplama şekli gibi dış faktörlerin etkili olup olmadığı yapılan çalışmaların güvenilirliğini artırmaktadır.



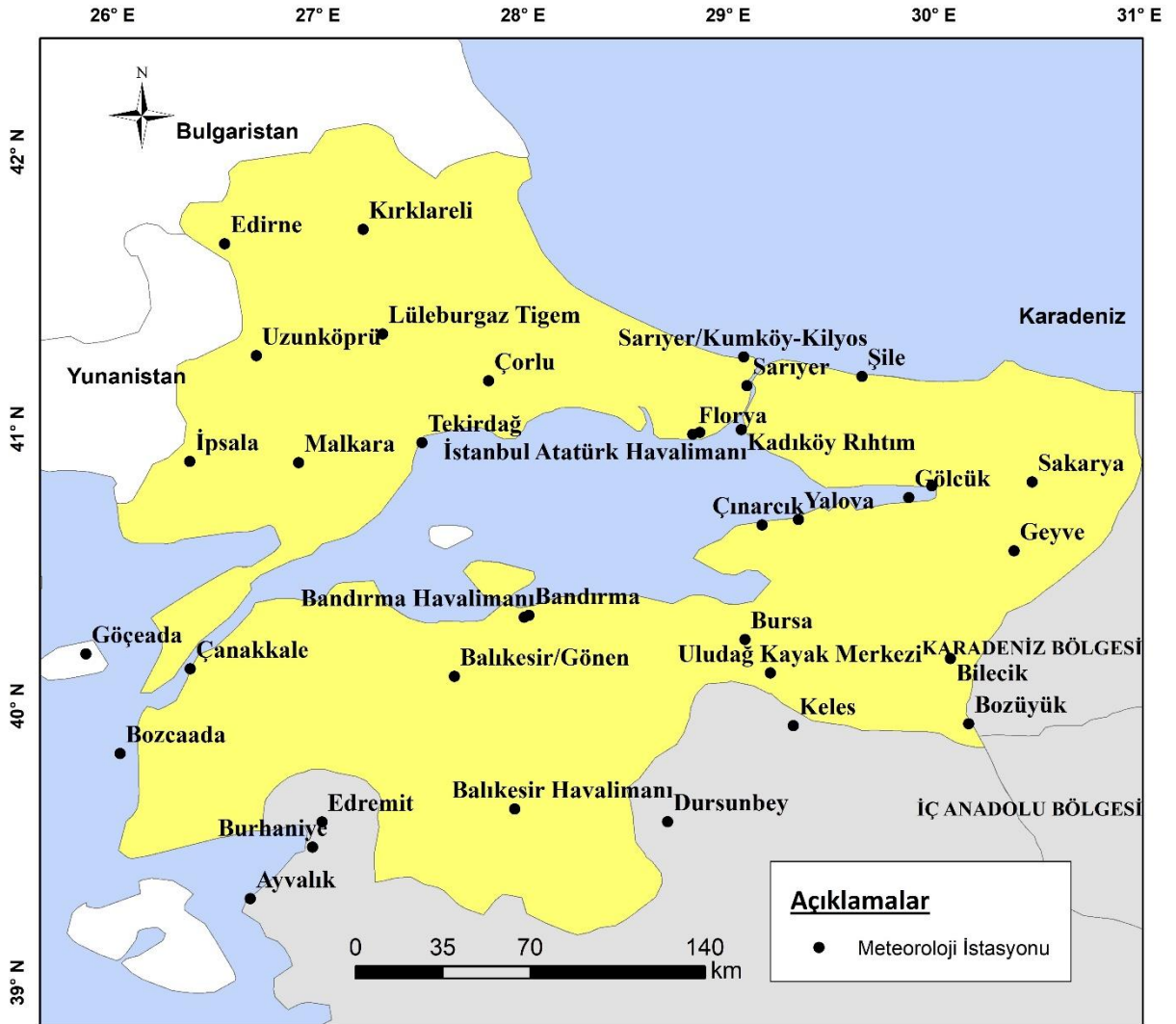
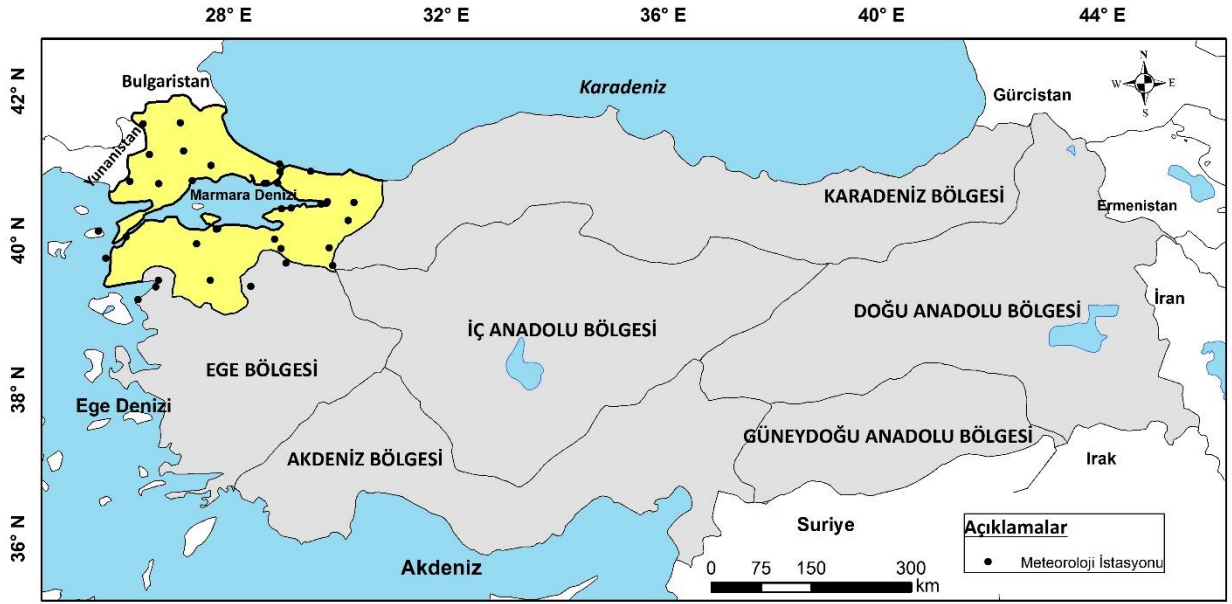
## İKİNCİ BÖLÜM

### ARAŞTIRMA VERİ VE YÖNTEMİ

#### 2.1 Çalışma Verileri

Bu tez çalışmasında, Türkiye genelinde iklim verilerinin kaynağı olan Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nden alınan Marmara Bölgesine ait istasyon verileri kullanılmıştır. İstasyonların bazıları, özellikle il merkez istasyonları 1930,1940 yıllarına ait eski veriye sahipken, bazı istasyonlar 1965, bazıları ise 1980 ve 1982 yıllarından itibaren verileri mevcuttur. Bu yüzden istasyonlara ait veri aralığı değişkenlik göstermekle birlikte en uzun veri 1930-2019 yılları arası olurken en kısa veri aralığı 1982-2019 yılları arasında gerçekleşmektedir. Veri aralığı istasyonlar için en az 37 yıl en fazla 89 yıllık bir dönemi kapsayarak; günlük ortalama sıcaklık, maksimum sıcaklık ve minimum sıcaklık verilerini içermektedir.

Bu çalışmada değerlendirme amacı ile kullanılan 35 adet meteoroloji istasyonunun temel bilgileri ile birlikte koordinat sistemi bilgileri, istasyonların yükseklik değerleri ve sahip olduğu veri aralığı değerleri ise Tablo 2'de verilmektedir. Meteoroloji istasyonlarının Türkiye haritası üzerinde coğrafi konumları ise Şekil 1'de gösterilmektedir.



Şekil 1. Çalışma kapsamında incelenen istasyonların lokasyon haritası

Tablo 2

Çalışma alanı içerisinde yer alan istasyonların genel özellikleri ve veri aralıkları

İller	İstasyon No	İstasyon Adı	Enlem	Boylam	Y*(m)	Veri Aralığı
Balıkesir	17700	Dursunbey	39,5785 °K	28,6327 °D	1045	1965-2019
	17674	Balıkesir/Gönen	40,1135°K	27,6426°D	518	1970-2019
	17114	Bandırma	40,3315 °K	27,9965 °D	517	1950-2019
	17175	Ayvalık	39,3113 °K	26,6861 °D	524	1966-2019
	17145	Edremit	39,5895 °K	27,0192 °D	522	1965-2019
	17150	Balıkesir Havalimanı	39,6326 °K	27,9201 °D	522	1980-2019
	17115	Bandırma Havalimanı	40,3245 °K	27,9737 °D	517	1980-2019
	17722	Burhaniye	39,4983 °K	26,9755 °D	523	1975-2019
Bilecik	17702	Bozüyük	39,9039 °K	30,0525 °D	520	1965-2019
	17120	Bilecik	40,1414 °K	29,9772 °D	518	1939-2019
Bursa	17116	Bursa	40,2308 °K	29,0133 °D	517	1930-2019
	17695	Keles	39,9150 °K	29,2313 °D	520	1966-2019
	17676	Uludağ K.M	40,1075 °K	29,1290 °D	518	1970-2019
Çanakkale	17111	Bozcaada	39,8326 °K	26,0728 °D	520	1967-2019
	17112	Çanakkale	40,1410 °K	26,3993 °D	518	1937-2019
	17110	Gökçeada	40,1910 °K	25,9075 °D	518	1965-2019
Edirne	17050	Edirne	41,6767 °K	26,5508 °D	506	1952-2019
	17608	Uzunköprü	41,2726 °K	26,7056 °D	509	1965-2019
	17632	İpsala	40,8900 °K	26,3900 °D	512	1965-2019
İstanbul	17636	Florya	40,9758 °K	28,7865 °D	512	1937-2019
	17060	İstanbul H.A	40,9819 °K	28,8208 °D	512	1980-2019
	17062	Kadıköy Rihtım	40,9883 °K	29,0190 °D	511	1930-2019
	17061	Sarıyer	41,1464 °K	29,0502 °D	510	1954-2019
	17610	Şile	41,1688 °K	29,6007 °D	510	1939-2019
	17059	Sarıyer/Kumköy-Kilyos	41,2505 °K	29,0384 °D	509	1951-2019
Kırklareli	17631	Lüleburgaz/Tigem	41,3513 °K	27,3108 °D	509	1941-2019
	17052	Kırklareli	41,7282 °K	27,2178 °D	506	1959-2019
Kocaeli	17067	Gölcük	40,7268 °K	29,8066 °D	514	1980-2019
	17066	Kocaeli	40,7663 °K	29,9173 °D	513	1961-2019
Sakarya	17662	Geyve	40,5214 °K	30,2960 °D	515	1959-2019
	17069	Sakarya	40,7676 °K	30,3934 °D	513	1956-2019
Tekirdağ	17056	Tekirdağ	40,9585 °K	27,4965 °D	512	1940-2019
	17634	Malkara	40,8873 °K	26,9080 °D	512	1980-2019
	17054	Çorlu	41,1798 °K	27,8160 °D	510	1958-2019
Yalova	17658	Çınarcık	40,6427 °K	29,1063 °D	514	1982-2019
	17119	Yalova	40,6589 °K	29,2796 °D	514	1958-2019

## 2.2 Analiz Yöntemleri

### 2.2.1 Homojenlik Testleri

İklim değişikliğinin ele alındığı ve işlendiği birçok çalışmada homojenliğin test edilmesi ve veri serilerinin kullanımı çok önemli bir yere sahiptir (Zaifoğlu vd., 2017; Akçay 2018). Homojen serilerindeki gözlemlenen değişimler, klimatolojik ve meteorolojik değişikliklerden kaynaklanmaktadır (Conrad ve Pollak, 1950; Akçay 2018). İklim ve iklimle ilgili bilimsel çalışmalarda ana şartlardan biri olan homojenlik incelenirken, veri setindeki değişimin yalnızca hava ve iklim farkından oluşabilecek değişiklikleri mevcut ise bu veri seti homojen olarak değerlendirilir (Conrad ve Pollak, 1950; Cengiz, 2005). Homojenliği sekteye uğratan, kırılmalara neden olan unsurlar da mevcuttur. Bunlar; iklimsel değişimlerden kaynaklı ani sıçramalar, kullanılan istasyonlara doğal olmayan müdahaleler, kurulu istasyonun yer değişikliği, veri setlerinin ölçümlerindeki değişimler, şehirleşmeler, ormansızlaşmalar vb. unsurlar sayılabilmektedir ( McCuen, 2003; Cengiz, 2005). Buradan hareketle iklim temelli olmayan değişikliklerin zaman serisinin homojenliğinde kırılmalara sebep olabileceği sonucuna varabiliriz (Akçay, 2018). Bu dış etkenler doğrultusunda iklim ve iklimsel kaynaklı araştırmalarda, analizlerde homojenliğin test edilmesi büyük önem taşımaktadır.

Klimatolojik çalışmalarda çeşitli parametrelerde çoğu kez homojenlik test edilir ancak bununla birlikte birçok veri setinde de homojenlik sağlanmayabilir. Homojenlik testi yapılırken çoğunda belli kriterlere göre analiz yapılmaktadır. Buna rağmen araştırmacılar genel hesap ile herhangi bir değişkende %10'dan daha az olan bir değişime tolerans göstererek o veri setini homojen olarak kabul etmektedir (Lins, 1985; Şen, 2002; Cengiz, 2005). Bir veri serisinin istatistiksel yönden homojenliğinin test edilmesinde, serinin bir dağılıma bağlı olup olmamasına göre; parametrik ve parametrik olmayan yöntemler olmak üzere iki başlık altında ele alınmaktadır (Helsel ve Hirsch, 1992; Yerdelen, 2013). Parametrik yöntemlerde seri içerisindeki verinin gerçek değeri önemli olup hesaplamalarda da bu değer kullanılır. Fakat parametrik olmayan yöntemlerde verinin gerçek değeri değil, büyükten küçüğe ya da küçükten büyüğe doğru gerçekleşen sıralanmasıyla elde edilen sıra sayısı kullanılmaktadır. Verilerin normal dağılıma uyma zorunluluğu olmaksızın parametrik olmayan yöntemlerin parametrik yöntemlere göre etkin sonuç verdiği bilinmektedir (Helsel ve Hirsch, 1992; Yerdelen, 2013). Parametrik istatistik yöntemlerin



kullanabilmesi için verilerin birbirinden bağımsız olmasının yanı sıra rastgele de olması gerekmektedir. Klimatolojik açıdan baktığımızda ise iklim verileri her zaman normal dağılıma uymayabilirler. Zaman serilerinde verilerin aynı kümeye ait olmaları daha güvenli analiz yapılması konusunda önemli bir yere sahiptir. Serinin homojen olması için verilerin aynı toplumdaki gelmesi ve verilerin birbirinden tamamen bağımsız olması gerekmektedir. Verilerin kendi içerisinde homojen olup olmadıklarının test edilmesine yönelik hipotezler şunlardır; sıfır hipotezi ( $H_0$ ) verilerin aynı kümeye ait olmasıdır, alternatif hipotez ( $H_a$ ) ise verilerin aynı gruba ait olmadığını savunur. (Swed ve Eisenhart, 1943; Yerdelen, 2013). Herhangi bir veri setinin homojen kabul edilebilmesi için zamanla istatistik parametrelerinin değişikliğe uğramaması gerekir. Böylelikle homojenlik testi zaman serilerinde ortaya çıkan alt grupların birbirinden farklı olup olmadığını inceler (Jonas ve Hulme, 1996; Cengiz, 2005).

Homojenliği test etmek için pek çok yöntem önerilebilir ancak aralarından göreceli ve mutlak konum öne çıkan iki yöntemdir. Genel olarak kullanılacak verilere göreceli homojenlik testlerin işlenmesi tavsiye edilir (Peterson vd., 1998; Cengiz 2005). Eğer iki komşu istasyon verileri arasında anlamlı derecede bir ilişki varsa göreceli homojenlik testlerinin, tek istasyon verisini ele alan mutlak testlerden daha verimli olacağı düşünülür. Bunun sonucunda da homojenliğe sahip olmayan iklim değişimlerinin kolayla belirlenebileceği düşünülmüştür. Göreceli test için eklenmesi gereken bir diğer bilgi ise veri boyunca aynı zamanda olan gözlem değişimleri çok fazla dikkate alınmaz. Çoğu zaman da ölçümleri yapılan istasyonlarının birbirlerine yakın bir ağ içerisinde yer almaları için göreceli testi bu kapsamda kullanmak doğru olmaz. Bundan dolayı homojenlik testi yapılırken mutlak test analizi yapmak önemli bir katkı sağlayacaktır. Veri testleri sürecinde de daimi değişimler ele alınarak değerlendirmeler yapılır (Wijngaard vd., 2003; Cengiz, 2005). Özetleyecek olursak; göreceli yöntemlerde değerlendirmeler yapılırken komşu istasyona ait verilerden yararlanır ve kullanılır, fakat mutlak yöntemlerde sadece analizi yapılacak istasyonun verileri kullanılarak sonuçlar elde edilir (Wijngaard vd., 2003, Akçay 2018). Göreceli yöntemdeki meydana gelebilecek aksaklıklar nedeniyle homojen olmayışının tespitinde başarısız olacağı düşüncesi ile bu problemlerle karşılaşmamak adına bu çalışmada meteoroloji istasyonlarından alınan veriler için mutlak yöntemler kullanıldı.

Sıcaklık verilerinin istatistiksel olarak analizinde homojenlik testlerinden Pettitt (Pettitt, 1979), SNHT (Standard Normal Homogeneity Test) (Alexandersson, 1986), ve Buishand Sıra (Buishand, 1982) testleri kullanılmıştır. Bu 3 testi uygulamaya alınmasıyla verilerin bulunduğu tüm istasyonlarda homojenlikler test edilmiştir. Kullanılan bu 3 test türümüzde de homojenlik ( $H_0$ ) sıfır hipotezi ile kontrol edilirken eğer  $H_0$  kabul edilirse seri homojen olarak sonuçlanır ve bu verilerin aynı toplumdan geldiği kabul edilir. Ancak  $H_0$ 'nın reddedildiği durumlarda ise karşı hipotez olan, alternatif hipotez olarak da bilinen  $H_1$  hipotezinin kabulü ortaya çıkar ve bu da veri serisinde ani bir değişimin varlığını öne sürmüştür. Mutlak testlerden olan ve bizim de çalışmamızda kullandığımız testler; SNHT, Pettitt ve Buishand testleri zaman serilerinde homojenliğin kırıldığı, bozulduğunu ya da bir başka deyişle sıçramanın yıl olarak yerini tespit edebilmektedir (Wijnngaard vd., 2003; Akçay 2018).

Kullanılan testlerden aynı zamanda SNHT (Standard Normal Homogeneity Test) testinde kırılmalarda daha çok zaman serilerinin başlangıçlarında ve son kısımlarında etkili olup sonuçlar çıkarırken, diğer iki testimiz olan Pettitt testinde ve Buishand Sıra testlerinde yönelim daha çok zaman serisinin ortasındaki sıçramaları ortaya koyma konusunda hassaslık göstermektedir. Bununla birlikte Pettitt testi için aykırı değerlere daha az hassaslık gösterdiği de söyleyebiliriz (Wijnngaard vd., 2003; Cengiz, 2005).

### **Pettitt Testi**

Pettitt (1979) tarafından geliştirilen ve parametrik olmayan bu yöntem ile aylık veya yıllık ölçekte değişim gösteren noktaların belirlenmesinde kullanılır. Asıl amacı zaman serisinde gerçekleşen değişim noktalarını belirlemek ile birlikte ilgi alanı verilerin dağılımı ile ilgili değil, bu test verilerin sıralama değeri ile ilgilidir (Pettitt, 1979; Wijnngaard vd., 2003). Bu testin aykırı değerlere olan hassasiyeti fazla olmamakla birlikte sıfır hipotezi serinin bağımsız ve rastgele dağılımının varlığını belirtirken alternatif hipotez veri setinde ani bir değişim olma durumunu belirtmektedir. Test istatistiği Mann-Whitney istatistiği ile ilişkilidir (Wijnngaard vd., 2003). Test istatistiği Denklem 1' deki gibi hesaplanır.

$Y_1, \dots, Y_n$  değerleri  $r_1, \dots, r_n$  olarak sıralanır. Test istatistiği olan  $X_k$  ise şöyle hesaplanır:

$$X_k = 2 \sum_{i=1}^k r_i - k(n+1) \quad k=1, 2, 3, \dots, n \quad (1)$$

$X_k$  değerleri öncelikle grafik olarak çizilir.  $X_k$  'nın mutlak maksimum değeri değişim noktasını belirler. Eğer, veri serisinde “E” yılında bir değişim meydana geldiyse test istatistiği olan  $X_k$  mutlak en büyük değerini alır.

$$X_E = \max_{1 \leq k \leq n} |X_k| \quad (2)$$

$X_k$  değerlerinin mutlak değerlerinin maksimum olanı şeklinde seçilen  $X_E$  (değişim noktasını) istatistiğinin örnek büyüklüğüne bağlı bir kritik değeri geçmesi durumunda zaman serisinde homojenliğin bozulduğu sonucuna varılır ve  $H_0$  hipotezi reddedilir (Pettitt, 1979). Bu testin kritik değerleri Tablo 3’te verilmiştir.

Tablo 3

Pettitt Testi için % 5 anlam düzeyinde kritik  $X_E$  test değerleri

N	20	30	40	50	70	100
%5	57	107	167	235	393	677

### Standart Normal Homojenlik Testi (SNHT)

Birçok klimatolojik çalışmada kullanılan standart normal homojenlik testi Alexandersson tarafından geliştirilmiştir. Bu test istatistiğinde, homojenliği test edilecek verilerin normal dağılıma uygunluk gösterdiğini kabul edilmektedir. Bu test homojenliğin bozulduğu zamanı bulmakla birlikte veri içerisindeki homojenliği verinin başında ve sonunda yakalamada hassaslık göstermektedir (Alexandersson, 1986; Winjgaard vd., 2003). Bu testte Alexandersson, incelenen serinin bir “k” noktasını referans olarak ikiye böler ve  $T(k)$  değerini hesaplar,  $T(k)$  istatistik değeri ise denklem 3 ile hesaplanır;

$$T(k) = k\bar{z}_1^2 + (n-k)\bar{z}_2^2 \quad k = 1, 2, 3 \dots n \quad (3)$$

burada;

$$\bar{z}_1 = \frac{1}{k} \sum (Y_i - \bar{Y}) / s \quad \text{ve} \quad (4)$$

$$\bar{z}_2 = \frac{1}{n-k} \sum (Y_i - \bar{Y}) / s \quad \text{dir.} \quad (5)$$

Seride  $\bar{Y}$  gözlem değerlerinin ortalaması ifade ederken, s serideki standart sapma değeri ve  $Y_i$  her bir yıl için gözlem değerleri temsil etmektedir. Zaman serilerinde verilerin kırılma noktalarını bulan bu homojenlik testinde  $H_0$  şartı Y değişkeninin testi yapılacak  $Y_i$  yıllık değerlerinin bağımsız ve benzer bir yayılım göstermesidir.  $H_1$  de ise ortalamadan bir sıçrama olmasıdır (Winjgaard vd., 2003).

Denklem 4 ve 5 te eğer serideki “K” yılında  $k=K$  herhangi bir değişiklik yani sıçrama (kırılma) meydana geldiyse testin istatistiği olan  $T(k)$  en büyük değerine yani maksimuma yaklaşacaktır. Bu durum da  $T_0$  test istatistiği:

$$T_0 = \max_{1 \leq k \leq n} T(k) \quad \text{olarak tanımlanır.} \quad (6)$$

$T_0$  test istatistiğinin tablo değerini aşması durumunda  $H_0$  hipotezi reddedilir.  $T_0$  değerinin kritik değeri aşmadığı durumlarda ise  $H_0$  hipotezi kabul edilerek veri seti homojen kabul edilir. Bu homojenlik testinin kritik değerleri Tablo 4’te verilmektedir.

Tablo 4

SNHT’de %5 anlamlılık seviyelerinde  $T_0$  kritik değerleri

N	20	30	40	50	70	100
%5	6.95	7.65	8.10	8.45	8.80	9.15

### Buishand Sıra Testi

Buishand sıra testini ele aldığımızda ise verilerin homojenliğini bozan kırılma noktalarını belirleme de kullanılan bir diğer testtir. Buishand tarafından geliştirilmiş ve

kullandığımız son test olan bu testte verilerin normal bir dağılıma göre uyduğu kabul edilmektedir.

Buishand testi de tıpkı pettitt testinde olduğu gibi homojenliği test ederken zaman serilerinin ortasında meydana gelmiş kırılmalara, sıçramalara karşı hassaslık göstererek aykırı veriyi yakalamaktadır (Winjgaard vd., 2003). Aynı zamanda bu testte de sıfır hipotezi ele aldığımız veri serisinin homojenliğini temsil ederken, karşıt hipotez olan alternatif hipotezde ise zaman serisinin ortasında bir kırılma olduğunun ve bundan dolayı veri serisinin homojen olmadığını savunmaktadır. Buishand (1982) tarafından öne sürülen bu testin test istatistiği olarak belirlenen R, formülde düzeltme oranı olarak yer alır ve şu şekilde hesaplanır:

$$R = (\max_{1 \leq k \leq n} S_k^* - \min_{1 \leq k \leq n} S_k^*) / s \quad (7)$$

Burada s, standart sapmayı temsil ederken,  $S_0^*$  ve  $S_k^*$  kısmi toplamları temsil etmektedir. Buishand sıra testinde düzeltilmiş kısmi toplamlar tanımı ise şöyledir;

$$S^* = 0 \text{ ve } S_k^* = \sum_{i=1}^k (Y_i - \bar{Y}) \quad k = 1, 2, \dots, n \quad (8)$$

Eğer veri serisi homojenlik gösteriyorsa bunun sistemli olarak herhangi bir sapma göstermediğini ve ortalamadan ayrılmadığından  $S^* = 0$  (sıfır) olur çünkü  $Y_i$  'nin de sistemli bir sapması gözlenmeyecektir. Eğer k yılında bir sıçrama mevcut ise  $S_k^*$  değeri k yılı yakınlarında maksimum değere veya tam tersi olan minimum değerlere ulaşmıştır. Bahsedilen sıçramaların (kırılmaların) anlamlılık seviyelerinin testi olan R istatistiği ise formül 7'de gösterilmiştir.

$Y_i$  : ( i 1'den n kadar yılı gösteren) test edilen seriyi gösterir,

$\bar{Y}$  : veri serisi gözlemlerinin ortalamasını gösterir ( $Y_1, Y_2, \dots, Y_n$ )

s : veri serisinin standart sapması iken,

k: kırılma noktasının olduğu gözlem sayısıdır.

Sıfır hipotezinin ( $H_0$ ) Buishand Sıra Testi'nde kabul edilmesi için  $R/\sqrt{n}$  değerinin Tablo 5'te gösterilen kritik değerleri aşmaması lazımdır. Kritik değer aşılmadığı takdirde ise seri veri serisi homojen olarak kabul edilmektedir (Buishand, 1982). Çalışma kapsamımızda yaptığımız homojenlik testlerinde %5 anlamlılık seviyesine göre analizler yapılmıştır.

Tablo 5

Buishand Sıra Testi'nde %5 anlamlılık seviyelerinde  $R/\sqrt{n}$  kritik değerleri

<b>N</b>	<b>20</b>	<b>30</b>	<b>40</b>	<b>50</b>	<b>70</b>	<b>100</b>
<b>%5</b>	1,43	1,5	1,53	1,55	1,59	1,62

### 2.2.2 Sıcaklık İndisleri

İklimsel değişkenlik kavramı özellikle insan varlığının etkisi ve beraberinde gelen çevresel faaliyetlerin artışı ile son birkaç yy da hayatımızda önemli bir yere sahip olurken 21. yy da insanlığın karşılaştığı en büyük sorunlardan da biri haline gelmiştir. IPCC'nin sunduğu değerlendirme raporunda antropojenik unsurların iklimdeki ısınma ve ekstrem olaylardaki trendlerin artışında doğrudan etkili olduğunu ve olacağını da açıkça ortaya koymuştur (IPCC, 2013). Günümüze baktığımızda ise Sanayi devrimi öncesinde yaşanan döneme göre, birçok iklim elemanında ve özellikle sıcaklık değerleri üzerinde artışlar ve azalışlar dikkat çekici bir değişim göstermektedir. İnsanlığın çevre üzerindeki artan faaliyetleri, yüzey sıcaklıklarındaki artışlar ile beraber iklim değişikliğinin şiddetini gösteren ekstrem hava olaylarını da beraberinde getirmiştir.

Küresel çapta etkili olan sıcaklıklardaki artış eğiliminin gözlenmesi ve bununla birlikte hidrolojik döngüde gerçekleşen hızlanma ile ilgili olarak iklim modellerine bakıldığında; yaşadığımız yüzyılda sıcak ve soğuk hava dalgaları, kuraklıklar, ekstrem yağışlar ve sıcaklıklar gibi ekstrem iklim olaylarının sıklığı veya şiddetinde artışlar öngörülmektedir (IPCC, 2007; Ertat ve Yavaşlı, 2011). Ekstrem hava olayları ile ilgili edinilen bilgiler uzun yıllar önce toplanmaya ve incelenmeye başlanmış, edinilen bilgiler sonucunda sıcaklıkların olağanın üzerine çıktığı zamanların; mevsimlere, yıllara, aylara ve günlere göre değişkenlik göstermesi dikkat çekmiştir. Gözlemler doğrultusunda belirlenen sabit eşiklerin altında veya üstünde olan değerler ve 20. yy ile birlikte ekstremelerde

gözlenen değerlerinin artışı klimatolojik açıdan dikkat çekmiştir (Zhang vd., 2011). İklim sisteminde gözlenen değişimler ve küresel etkileri dikkate alındığında; ekstrem hava olaylarını ele almak amacıyla uluslararası bir işbirliğini de kaçınılmaz kılmıştır. Bunun sonucunda Dünya Meteoroloji Örgütü (WMO), Dünya İklim Araştırma Programı (CLIVAR) 1997 yılı Haziran ayında iklim ekstremleri için uluslararası bir çalışma düzenlemek amacıyla bir araya gelmişlerdir (Zhang vd., 2011). Dünya Meteoroloji Örgütü (WMO) ile sıcaklık indisleri konusunda; İklim Değişikliği Belirleme, Görüntüleme ve İndis Uzman Grubu (ETCCDMI) ekstrem hava olaylarına yönelik temelde 27 adet iklim indisi belirlemiştir. Belirlenen indisleri hesaplamak amacıyla ise Kanada Meteoroloji Servisinden Xuebin Zhang, RClimDex yazılımını geliştirmiştir. Bu yazılım R istatistik paketini kullanmaktadır. Yazılım girdi olarak aylık veya yıllık veri kullanmaz, çünkü bu şekilde uzun süreli veri girdilerinde önemli hava olaylarının varlığını filtrelemeye neden olabilmektedir. Bu nedenle yazılıma girdi olarak günlük veriler işlenir ve RClimDex ham veri üzerinde birkaç kalite kontrol işlemi gerçekleştirme aşamalarından sonra 27 adet çekirdek indisi üretmektedir (Şensoy vd., 2005).

İklim Değişikliği Tespiti, İzleme ve İndisler Konusunda Klimatoloji Uzman Ekibi (ETCCDMI) geliştirdiği 27 indis öncelikle sıcaklık ve yağış olaylarının şiddet, süresi ve sıklık çerçevesinde gerçekleşen değişiklikleri ele alarak sonuçlara ulaşmaktadır (Peterson vd., 2001; Alexander vd. 2006; Erlat ve Güler, 2018). İndislerden elde edilen bilgi sadece ortalama değerlerin zaman içerisinde nasıl değiştiğini değil; aynı zamanda verinin istatistiksel dağılımında göstermiş olduğu farklılaşmalar ile ilgili de bilgileri içerir. Gerçekleştirilen bu indis çalışması elde edilen sonuçlar dahilinde ekstremlerin trendleri hakkında çok önemli bilgileri de sağlanmaktadır. (Şensoy vd., 2005). Geliştirilen bu indisler, bölgesel farklılaşmayı önlemek ve veri değerlerinin güvenilirliği sağlamak amacıyla yüzdeler (persantil) oluştururlar. İndisler kapsamında gerçekleşen iklim olayının “nadir” olarak tanımlanması için incelemesi yapılan iklim elemanının oluşturduğu veri setinde değerler normal dağılıma göre 10’uncu veya 90’ıncı persantili(yüzdeler) içinde yer alması esas kılınmıştır. “Nadir” olma durumu, çeşitli istatistiksel dağılımlar temel alınarak, % 90 ya da % 95 güven düzeyleri ile de tanımlanabilmektedir. Bunun ile birlikte ekstrem iklim olaylarının tanımlanmasında dikkate alınan diğer eşikler ise yaz günleri veya tropikal günler, don olaylı gün sayılarında

olduğu gibi belli başlı eşik değerlerde de dikkate alınabilmektedir. Belirlenen bu indisler hem küresel hem de bölgesel çalışmalarda kullanılmıştır (Erlat ve Yavaşlı, 2011).

Bölgesel bazlı bir çalışma olan bu tez çalışmasında da referans olarak ETCCDMI tarafından hazırlanmış olan 27 indis alınmıştır. Marmara Bölgesi kapsamında 11 iklim indisinin en az 37 en fazla 89 yıllık veri aralığına sahip yıllar arasındaki eğilimler incelenmiştir. Bu analiz ile çalışma alanı dahilinde 36 meteoroloji istasyonunun maksimum ve minimum sıcaklık gözlemleri kullanılarak dönemlerindeki ekstrem sıcaklıkların etki sürelerinde (uzunluğunda) gözlenen değişim ve eğilimler incelenmiştir. Ekstremlere ait 27 indisten analizi yapılan indisler; donlu günler (FD0) indisi olan bu indis minimum sıcaklıkların 0°C'nin altında olduğu günlerin sayısı hesaplamak amacıyla kullanılmıştır. Yaz günleri (SU25) indisinde maksimum sıcaklık verileri kullanılmış olup günlük maksimum sıcaklıkların 25°C üzerinde olan günler tespit edilmiştir. Bu indis için yaz mevsimi (Haziran, Temmuz, Ağustos) maksimum sıcaklık verileri kullanılmıştır. Maksimum sıcaklık verileri üzerinde 0°C'den büyük günlerin sayısı hesaplanarak buzlulu günler indisi olan ID0 elde edilmiştir ve TR20 indisi tropikal gecelerin analizi için kullanılmaktadır. Minimum sıcaklık verilerine uygulanan bu indis 20°C üzerinde olan tropikal geceleri analiz etmektedir. TX10p indisi ise serin günleri hesaplamak amacıyla kullanılmıştır. 10. Yüzdelik değeri eşik değeri olarak seçilmiştir ve maksimum sıcaklık verileri değer olarak kullanılmıştır. Yine bu indiste de belirlene eşik değeri aşan maksimum sıcaklık sayıları analiz edilip hesaplamalar yapılmıştır. TN10p indisinde TX10p indisinde olduğu gibi 10. Yüzdelik değer eşik değeri olarak seçilmiştir ve serin geceleri hesaplamak amacıyla kullanılmıştır. TX10p sıcaklık indisinden farklı olarak ise maksimum sıcaklıklara değil minimum sıcaklık verileri kullanılarak bu sıcaklık verilerin aşan değerler tespit edilip sonuçlara ulaşılmıştır. TX90p indisi sıcak günleri hesaplamak için kullanılmıştır, 90. Yüzdelik değeri eşik değeri olarak seçilmekte ve maksimum sıcaklıkların kullanılarak hesaplanmaktadır. Daha sonra ise belirlenen eşik değerinden büyük maksimum sıcaklıkların sayısı hesaplanarak sonuçlara ulaşılmıştır. TN90p indisinde ise sıcak geceleri hesaplamak için TX90p indisi ile aynı yollar izlenmiş olup buradaki TN90p indisinin tek farkı maksimum sıcaklıklar değil minimum sıcaklıklar kullanılarak hesaplamalar yapılmıştır. Daha sonra yine belirlenen eşik değerinden fazla çıkan minimum sıcaklıklarının sayısı elde edilerek sonuçlara varılmıştır. Son olarak ise DTR(Günlük sıcaklık genişliği) indisi kullanılmıştır ve maksimum sıcaklıklardan minimum sıcaklık verileri



çıkarılarak hesaplanmıştır. Çalışmada, sıcaklıklar için uygulanan indisler Tablo 6’te liste halinde sunulmuştur.

Tablo 6

Çalışma alanında kullanılan sıcaklık indisleri

İndis-ID	İndis Adı	İndis Tanımı	Birim
FD0	Donlu günler	Minimum sıcaklık $< 0^{\circ}\text{C}$ olduğu günler	Gün
SU25	Yaz günleri	Maksimum sıcaklık $> 25^{\circ}\text{C}$ olduğu günler	Gün
ID0	Buz günleri	Maksimum sıcaklık $< 0^{\circ}\text{C}$ olduğu günler	Gün
TR20	Tropik geceler	Minimum sıcaklık $> 20^{\circ}\text{C}$ olduğu günler	Gün
TN10p	Serin geceler	$T_{\min} < \text{normalinin } \%10$ olduğu günler	Gün
TX10p	Serin günler	$T_{\max} < \text{normalinin } \%10$ olduğu günler	Gün
TN90p	Sıcak geceler	$T_{\min} > \text{normalinin } \%90$ olduğu günler	Gün
TX90p	Sıcak günler	$T_{\max} > \text{normalinin } \%90$ olduğu günler	Gün
DTR	Günlük sıcaklık genişliği	$T_{\max} - T_{\min}$	$^{\circ}\text{C}$

(Zhang vd., 2005)

## ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

### MARMARA BÖLGESİ'NİN COĞRAFI ÖZELLİKLERİ

#### 3.1 Çalışma Alanı

Marmara Bölgesi 67 000  $km^2$  yüzölçümüyle, Türkiye'nin 7 coğrafi bölgesinden bir tanesidir. Türkiye'nin yüzölçüm olarak %8,5'ini kaplayan bölge aynı zamanda Marmara Denizi, Ege Denizi ve Karadeniz çevresinde şekillenen çok yönlü bir dağılımı mevcuttur. Coğrafi konum yönünden en önemli özelliği Avrupa ile Asya kıtalarını birbirinden ayıran ve uluslararası alanda büyük bir öneme sahip olan İstanbul ve Çanakkale Boğazlarına sahip olmasıdır. Marmara Bölgesi doğuda Karadeniz Bölgesi, güneyde Ege Bölgesi ve güneydoğuda İç Anadolu Bölgesi ile komşudur. Bununla birlikte batıdaki sınırını Meriç Nehri'nin de geçtiği Türkiye-Yunanistan sınırı belirlerken, kuzeybatıda da Bulgaristan ile olan siyasi sınırlara sahiptir. Marmara Bölgesi sınırları içerisinde İstanbul, Edirne, Kırklareli, Tekirdağ, Çanakkale, Kocaeli, Yalova, Sakarya, Bilecik, Bursa, Balıkesir olmak üzere 11 il bulunmaktadır. İdari bölünüş açısından bakıldığında ise sınırlara uygunluk göstermemektedir. Edirne, Kırklareli, Tekirdağ, İstanbul, Kocaeli, Yalova illerinin tamamı bölgenin sınırları içerisinde yer alırken Çanakkale ilinin Edremit Körfezi kıyısındaki bir bölümü, Balıkesir ilinin; Ayvalık, Burhaniye, Havran, Gömeç, Edremit, Dursunbey ilçeleri ile Bursa ilinin; Harmancık, Keles, Orhaneli ve Büyükorhan ilçeleri Ege Bölgesi'nde yer almaktadır. Bununla birlikte Sakarya ilinin; Kocaeli ve Taraklı ilçeleri Karadeniz Bölgesi'nde bulunmakta ve Marmara Bölgesi aynı zamanda Manisa ve Kütahya illerinin çok küçük bazı bölümlerini de içine almaktadır (Atalay ve Mortan, 2011).

Bölgenin Trakya kesimi, ülkemizin en az engebeye sahip alanları arasında yer almaktadır. Bu alanda bulunan Yıldız (Istranca) Dağları da basık bir dağ olup yüksekliği 1000 m'nin altındadır. Bölgenin Güney Marmara Bölümü ise oldukça engebelidir. Güney Marmara Bölümü'nün batısındaki Biga Yarımadasında Kaz Dağları yükselir ve bu dağ kütlelerinin en yüksek zirvesi 1774 m'dir. Bölgenin en yüksek dağı ise Bursa Ovasının güneyinde yükselen 2543 m yüksekliğinde olan Uludağ'dır. Marmara Bölgesi ova varlığı açısından da zengin bir alan konumundadır. Bu ovaların başlıcaları; Ergene Ovası, Balıkesir Ovası, Bursa Ovası ve Adapazarı Ovasıdır. Özellikle alüvyal çöküntülü ovaların varlığı ile tarım, sanayi ve yerleşim alanları niteliğindedir. Marmara Bölgesi'nin beşeri

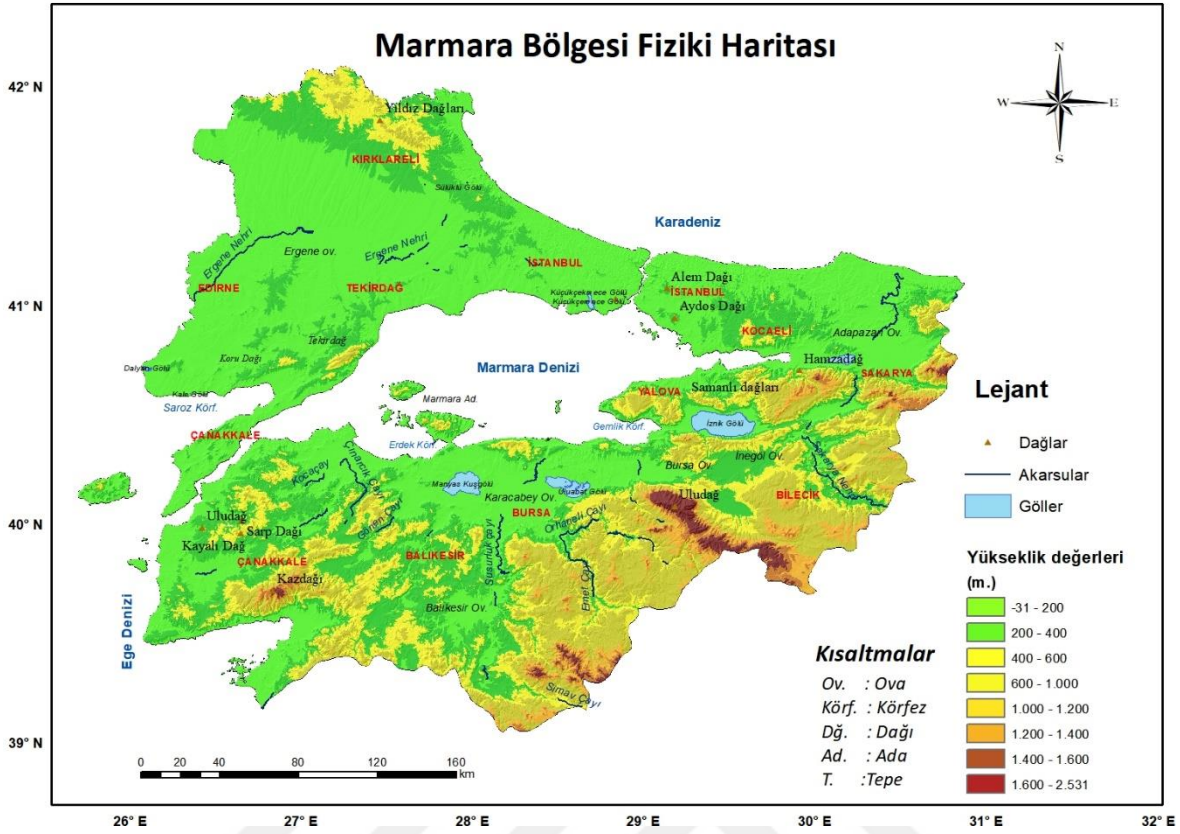
olarak dikkat çeken yanları ise yüzölçüm olarak kapladığı alana karşın ülkemizde nüfusun en fazla olduğu ve en yoğun olduğu bölgedir. Türkiye'nin toplam nüfusunun %31,3'ünü bünyesinde barındıran Marmara Bölgesi,  $km^2$  'ye düşen ortalama nüfus yoğunluğu 900 kişiye yakın olup bu değer ile Türkiye'nin 9 katı nüfusu Marmara Bölgesi'nde bulunmaktadır. Böylelikle Türkiye'nin en kalabalık, en yoğun nüfuslu ve kentleşmenin ileri düzeyde olduğu bir bölgedir (Atalay ve Mortan, 2011). Son verilere bakıldığında ise Türkiye'de bölgeler arası en yüksek nüfusa sahip olan Marmara Bölgesi'nin toplam nüfusu 24.899.126 kişi olarak kayıtlara geçmiştir (İçişleri Bakanlığı, 2021). TÜİK verilerine göre ise; Marmara Bölgesi içerisinde gelişmişliğin en yüksek İstanbul ilinde olduğu tespit edilmiştir. Bölge kapsamında bakıldığında sanayi, tarımsal üretim ve sektörleri, birçok turizm kolunun varlığı, ticaret olanakları ve ticaret oranı diğer bölgelere kıyasla önemli derece üstünlük göstermektedir. Aynı zamanda Türkiye'nin önemli istihdam alanı sayılmaktadır, toplam istihdamın 1/3'ini karşılar ve özellikle sanayi alanında gerçekleşen gelişmeler sayesinde istihdamın yarısını elinde tutmaktadır (Kılıç, vd., 2014: 34).

### 3.1.1 Bölgenin Fiziki Özellikleri

Marmara Bölgesi'nin iklimini, fiziki coğrafya özellikleri ve mevsimler arası etkili olan hava kütleleri belirlemektedir. Bölge meteorolojik olarak bir geçiş iklim özelliği göstermektedir ve kuzeyli rüzgarlar etkili olan hakim rüzgar yönüdür (Kılıç, vd., 2014). Sıcak ve soğuk cephelelerin etkisine bağlı olarak hava sıcaklıklıkları ile yağışlarda sık sık değişimler meydana gelir. Bölge genel olarak yazın sıcak ve tropikal kökenli hava kütesinin etkisi altına girmektedir. Balkanlardan bölgeye etki eden hava kütesi sıcaklıkları düşürürken Orta Avrupa'da etkinliğini gösteren Frontall faaliyetler de bölgenin kuzey kesimine etkisi nedeniyle yağışları meydana getirmektedir. Orta Akdeniz'den gelen sıcak cephenin bölgeyi etkilemesi ile lodoslu günler gelir ve bu ılık rüzgarlar beraberinde yağışı da getirir. Bölge aynı zamanda sis etkinliğinin yoğun olarak gerçekleştiği bir alandır. Deniz ile hava kütesi arasındaki sıcaklık farkından meydana gelen sisler özellikle ilkbahar- sonbahar mevsimi gibi havanın sakin olduğu zamanlarda sıcak havanın boğaz üzerinden geçmesiyle soğur ve sisi meydana getirirken yine aynı şekilde soğuk hava da sıcak denizin üzerinden geçerken sisi meydana getirir. Bölgenin kuzeye bakan yamaçları güney yamaçlarına göre daha fazla yağış alır ve daha nemlidir. Yükselti, dağların uzanışı, bakı durumu, denizden uzaklık gibi durumlar bölgesel iklim farklılaşmalarına

neden olmaktadır. Yıllık ortalama sıcaklıkları kıyı boyunca bakıldığında Marmara Denizi'nin güneyi ve Trakya'da ortalama 12-14 derece arasındayken yükseltinin arttığı alanlara doğru sıcaklık düşer ve 1000 m de 8-10 derece, 1500 metrelerde ise 6-7 derece arasında seyreder. Bölgenin en yüksek alanın oluşturan Uludağ'da ise 4 derecenin altına inmektedir. Denizellik ve karasallığın etkilerinden dolayı genel olarak en düşük ve en yüksek sıcaklık farklılıkları değişkenlik gösterir. Bundan dolayı denizelliğin etkin olmadığı iç kesimlerde sıcaklık farkı fazla olurken kıyı kesimlerde ise azdır (Atalay ve Mortan, 2011).

Marmara Bölgesi'nin dağlık alan varlığı çok fazla bulunmamaktadır. Bölgenin Trakya kesimi oldukça basık ve düşük seviyede yükseltilere sahiptir. Trakya bölümünde 1031 m ile Yıldız Dağları ve 689 m olan güneyde Işık ile Kuru Dağları yer almaktadır. Bölgenin önemli dağ sıraları ve yüksek alanları daha çok güney Marmara Bölümü'nde şekillenmiştir. İzmit Körfezi ile Gemlik Körfezi arasında yükselen Samanlı Dağları, güney Marmara Bölümü'nün batısına yer alan Biga yarımadasındaki Kaz Dağları ve bölgenin güneydoğusunda Bursa Ovasının güneyinde yükselişe geçen bölgenin en yüksek dağı 2543 metre ile Uludağ yer almaktadır. Bölgede doğrusal bir uzanışa sahip olan çöküntü alanları da geniş ölçekte gözlenmektedir. Bu çöküntü alanlarından başlıcaları; güney Marmara Bölümü'nde İnegöl Ovası, Balıkesir Ovası, Uluabat ve Kuş gölü Havzaları, kuzeydoğuda Adapazarı Ovası, kuzeybatıda Eğene Havzası önemli engebesiz araziler içerisinde. Bölgenin yüzölçümü olarak geniş alana sahip olmaması nedeniyle Sakarya Nehri dışında önemli bir akarsu kaynağı yoktur. Başlıca akarsuları ve su kaynakları; Eğene çayı, Eğene Havzası boyunca batıya doğru yönelir ve Meriç Nehri ile birleşir, güney Marmara Bölümünde Susurluk Çayı, Simav Çayı, Nilüfer Çayı belli başlı akarsulardandır. Bunun yanı sıra bölgenin önemli akarsularından bir diğeri ise Meriç Nehridir. Bulgaristan'dan kaynağını alarak Türkiye-Yunanistan sınırını oluşturmaktadır. Sakarya Nehri ise bölge içerisindeki küçük kolları alarak Adapazarı Ovasını geçer ve Karadeniz'e dökülür. Göl varlığı açısından Marmara Bölgesi tektonik oluşumlu göller bakımından zengindir, ayrıca bölgede bulunan göllerin tamamının dışarıya akışının varlığı nedeniyle de suları tatlı özellik göstermektedir. Bu göller içerisinde; Sapanca, İznik, Uluabat, Manyas Kuş gölü tektonik kökenli iken, Durusu(Terkos), Büyük Çekmece, Küçük Çekmece Gölleri kıyı set gölü özelliğindeki göllerdir.



Şekil 2. Marmara Bölgesi Fiziki Haritası

### 3.1.2 Bölgenin Beşeri ve Ekonomik Özellikleri

Marmara Bölgesi yüzölçümü olarak, Türkiye’de Güneydoğu Anadolu Bölgesi’nden sonra gelen ikinci derecede en küçük yüzölçüme sahip bölge özelliğine sahiptir. Bunun yanı sıra bölge en fazla nüfus ve nüfus yoğunluğuna sahiptir. Ayrıntılı bir şekilde incelendiğinde Marmara bölgesi kendi içerisinde önemli farklılıkları barındıran, değişkenliği kısa mesafelerde gözlenen ve bu noktada değerlendirmesi önem arz eden bir bölgedir. Kısa mesafelerde gözlenen değişkenlikler nüfus ve nüfus yoğunluklarının dağılımında da dikkat çekmektedir. Türkiye’de toplam nüfusun %31.3’ü Marmara Bölgesi’nde yer almaktadır ve bölge içerisinde en yoğun nüfus İstanbul ilinde yer almaktadır, aynı zamanda ülke içerisinde kentsel nüfusun en fazla artış gösterdiği bölgedir. Nüfusun iş kollarına dağılımında ise %39 oranıyla hizmet sektörü başta gelmektedir. %36 ile sanayi ve %25’i tarımda çalışmaktadır. Dolayısıyla bölge ekonomisinin ana unsurunu sanayi ve hizmet sektörü oluşturmaktadır. Çalışan nüfusta özellikle İstanbul ve Kocaeli illeri hariç tarımda çalışma oranı yüksek seviyededir. Bölgede yerleşmeler yoğun olarak Marmara Denizi’nin etrafında ve kuzey kıyısında yer almaktadır. Bu aşamada yine İstanbul

öne çıkmaktadır ve İstanbul ve çevresi bir metropolden ziyade çok katmanlı kent (megapolis) olma sürecine girmiştir. İstanbul'daki bu denli kentsel nüfus varlığı bölge içerisinde tarımı ve tarıma dayalı sanayi kollarına da etki etmiştir. Bölgede tarım, kırsal alanlarda sanayi ve hizmet sektörüne göre öne çıkarken geçim kaynağı durumundadır. Tarımın önemi aynı zamanda bölge içerisinde yer alan yoğun nüfuslu İstanbul'un besin kaynağı ihtiyacının karşılanma gerekliliğidir. Bu kapsamda da tarımsal ürünlerin büyük çoğunluğu İstanbul kentinde pazar alanı bulmaktadır. Bölge bitkisel yağ ve peynir başta olmak üzere, süt ürünleri ile meyve suları üreticiliğinde ilk sırada yer almaktadır. Marmara Bölgesi'nde aynı zamanda Türkiye'de üretilen ayçiçeğinin 4/5, pirincin yarısının üretimini elinde bulundurmaktadır. Tahıl üretimlerinden buğday daha çok Trakya kesiminde üretilirken, Ergene Havzası bölgenin tahıl ambarı durumundadır. Yine bölgede pirinç(çeltik) üretimi de önemli bir yere sahip olup Meriç nehri kıyısında ve Güney Marmara Bölümü'nde Gönen çayı boyunca yetiştirilir (Atalay ve Mortan, 2011).

Marmara Bölgesi'nin öne çıkan bir diğer özelliği ise sanayi kolları açısından zenginliğe sahip olmasıdır. Özellikle bölgenin Kocaeli ve İzmit bölümü isimlerini sanayi faaliyetleri ile duyurmuşlardır. Türkiye'de; kimya, ilaç, kağıt üretimi Marmara Bölgesi sınırları içerisinde bulunan Balıkesir ve Bandırma önde gelirken, petrokimyada İzmit, tekstil-konfeksiyonda İstanbul ile Bursa, yine Bursa ve İstanbul'da otomotiv sanayide önde gelmektedir. Bunun yanı sıra tarım alet ve makinaları (Adapazarı), ağaç işleri, taşa toprağa dayalı sanayi ürünleri; seramik, tuğla, kiremit, mermer gibi üretim kolları oldukça gelişme göstermiştir. Türkiye geneli üretimin yarıdan fazlasını elinde buldursan Marmara Bölgesi bu kapsamda katma değerini de Türkiye'nin 2.5 katına çıkarmıştır (Atalay ve Mortan, 2011).

Bölge içerisinde fiziki koşulların çeşitliliği beşeri faktörler üzerinde görmek mümkündür. Marmara Bölgesi genel itibari ile önemli ve değişmeye, gelişmeye devam eden dinamik bir bölge niteliğindedir. Bulunduğu konum itibari ile doğu-batı arasında bir geçit görevi görmektedir bu durum ve önemli boğazlara sahip olması diğer birçok unsurun yanında jeopolitik ve ulaşım hattı açısından da değerlidir. Bu etkenleri sonucu olarak da ithalat, ihracat, ticaret gibi bir çok faaliyetin devamlılığı doğrudan ya da dolaylı bu güzergahla sağlanmaktadır. Son olarak bölgenin ve Türkiye'nin en büyük yerleşimi olan İstanbul kenti gerek kültürel geçmişi gerekse bilim ve turizm çekiciliği ile öne çıkarken, aynı zamanda uluslararası toplantı ve kongre merkezi durumundadır.



## **DÖRDÜNCÜ BÖLÜM**

### **ARAŞTIRMA BULGULARI**

Marmara Bölgesi'nde ekstrem sıcaklık analizlerinin belirlenmesi amacı ile bu tez çalışmasında bölgede yer alan ve Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nden alınan 36 meteoroloji gözlem istasyonuna ait sıcaklık verilerinin değişkenlikleri iki aşamada ele alınmıştır. Öncelikle homojenlik analizleri sonucunda parametrik olmayan yöntemlerden yararlanılmıştır. Sonuçlar ise 0,05 anlamlılık düzeyinde değerlendirmeye alınmış olup araştırma bulguları çalışma alanı içerisinde bulunan sıcaklık verilerinin homojenlik analizini ve ekstrem sıcaklık analizlerini belirlemek amacıyla sıcaklık indislerinden yararlanılarak gerçekleştirilmiştir ve iki başlıkta ele alınmıştır.

#### **4.1. Homojenlik Analizi Bulguları**

Homojenlik Analizi testlerimiz günlük ortalama sıcaklık, minimum sıcaklık ve maksimum sıcaklık olmak üzere 3 ayrı işlemde ele alınmıştır. Günlük ortalama sıcaklıkta 36 istasyon işleme alınırken, maksimum ve minimum sıcaklık verilerinde 34 istasyon için Pettitt, SNHT ve Buishand homojenlik testleri uygulanmıştır. Marmara Bölgesi'nde bulunan ve Meteoroloji Genel Müdürlüğünden sağlanan gözlem istasyonları aracılığıyla sıcaklık verilerinin homojenlik analizleri incelenmiş ve istasyonlardan elde edilen kırılma yılları tespit edilmiştir. Genel olarak bakıldığında elde edilen bulgular; günlük ortalama sıcaklık için Pettitt testinde 22 istasyon 1997 yılında kırılma gösterirken, SNHT'de de kırılmalar yine 22 istasyonda gözlenmiş olup kırılmalar 2006 yılında tespit edilmiştir. Maksimum sıcaklıklara bakıldığında ise Pettitt testinde 13 istasyonda yine 1997 yılı kırılma gözlenirken, SNHT için ise, 17 istasyonda 2006 yılında gerçekleşen kırılmalar analiz edilmiştir. Son olarak minimum sıcaklıklarda Pettitt testi için 1997 yılı 16 istasyonda kırılmanın gerçekleştiği yıl olarak gözlenirken, SNHT'de ise 2006 yılında toplam 18 istasyonda kırılmalar gerçekleşmiştir. Belirlenen kırılma yılları Tablo 7'de verilmiştir.



Tablo 7

Pettitt ve SNHT gerçekleşen kırılma yılları

Yıllar	Pettitt Testi <u>1997 yılı</u>	Standart Normal Homojenlik Testi (SNHT) <u>2006 yılı</u>
<b>Günlük Ortalama Sıcaklık</b>	22 İstasyon	22 İstasyon
<b>Minimum Sıcaklık</b>	16 İstasyon	18 İstasyon
<b>Maksimum Sıcaklık</b>	13 İstasyon	17 İstasyon

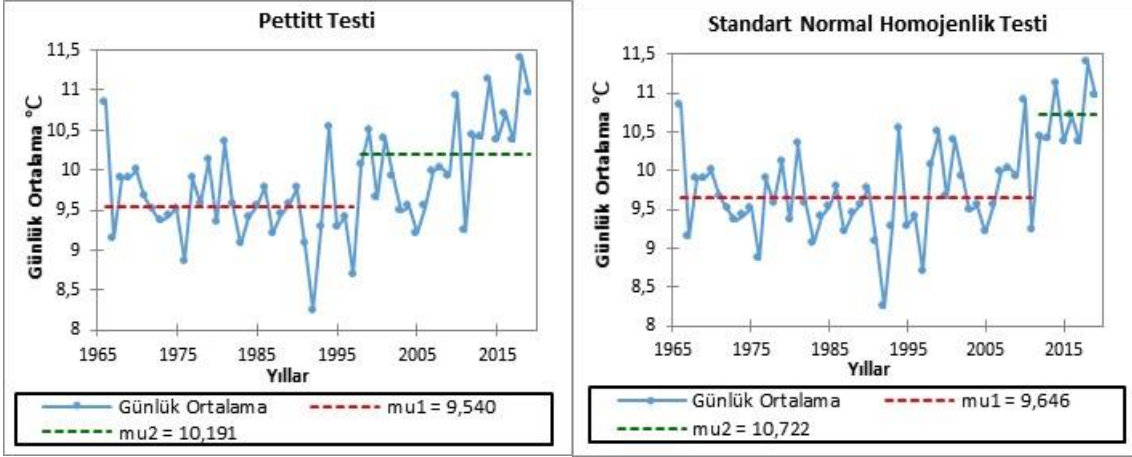
#### 4.1.1 Günlük Ortalama Sıcaklıklar

Çalışmada kullanılan istasyon verilerinin günlük ortalama sıcaklık sonuçları Pettitt ve SNHT uygulanarak homojenlikleri test edilmiştir. Test sonuçları kritik değerleri ve değişim yılları çalışmadan uygulanan testler kapsamında derlenmiş ve Tablo 8’de gösterilmiştir. Homojenlik testi yapılan istasyonlar arasında seçilmiş önemli değişkenliğe sahip 4 istasyonun grafiksel olarak sonuçları ise şekil 2-5 arasında gösterilmiştir. Genel olarak incelendiğinde günlük ortalama sıcaklıklarda Pettitt Testi ve Buishand Sıra Testi sonuçları benzerlik gösterirken Standart Normal Homojenlik Testi ise farklı sonuçlara sahip olan homojenlik analiz örneği sunmuştur. Nedenleri konusuna analiz yöntemleri açıklamasında ve özellikle bulgular kısmında ayrıntılı olarak değinilmiştir. 3 farklı analiz yöntemini kullanmak bu kapsamda daha etkin ve perspektifi geniş bir bakış açısı sunulmasında ve incelenmesinde kolaylık sağlamıştır. Özellikle günlük ortalama sıcaklık sonuçları dikkate alındığında ise değerlendirme kapsamında bulunan tüm istasyonlarda ağırlık olarak Pettitt Testi için 1997 yılı kırılma yılı olarak dikkat çekerken SNHT’de ise 2006 yılı kırılmaların çoğunlukta gözlemlendiği yıl olarak sonuçlanmıştır.

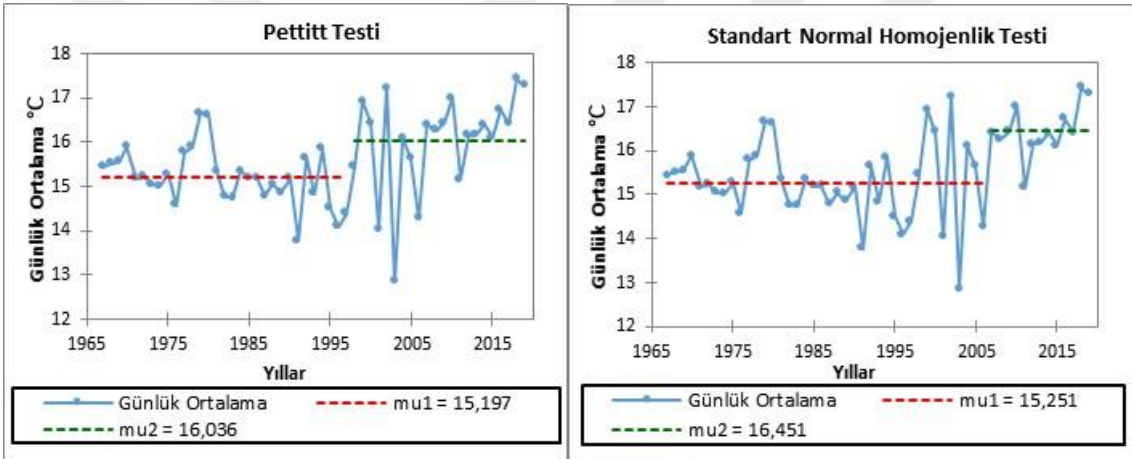
Tablo 8

Günlük ortalama sıcaklık değerlerinin çalışmadan uygulanan homojenlik testleri kapsamında sonuçları

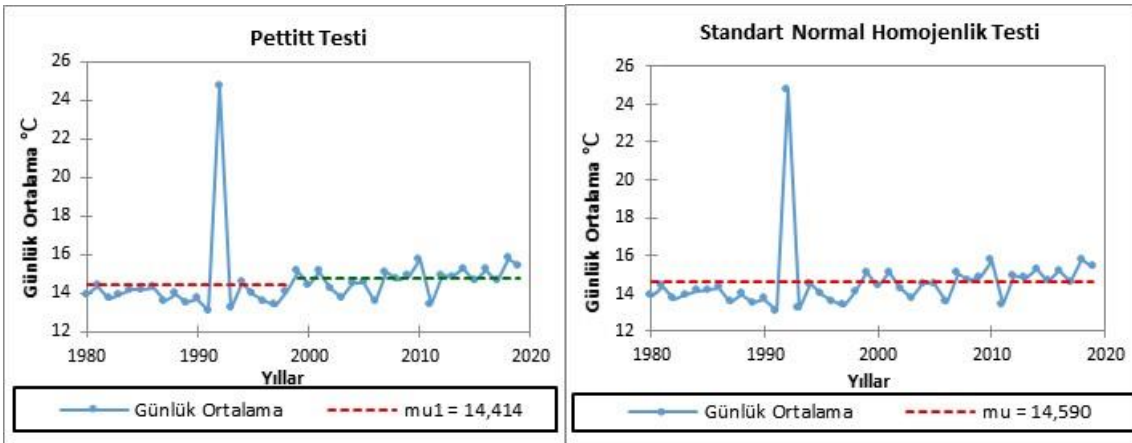
<b>GÜNLÜK ORTALAMA SICAKLIK</b>						
<b>İstasyon Numarası</b>	<b>Pettitt Test</b>		<b>SNHT</b>		<b>Buishand's test</b>	
	<b>T</b>	<b>p-value</b>	<b>T</b>	<b>p-value</b>	<b>T</b>	<b>p-value</b>
<b>17700</b>	2006	0,001	2006	< 0,0001	2006	0,000
<b>17175</b>	2003	< 0,0001	2006	0,000	2003	0,000
<b>17110</b>	2003	< 0,0001	2006	< 0,0001	2006	< 0,0001
<b>17608</b>	2003	< 0,0001	2006	< 0,0001	2006	< 0,0001
<b>17674</b>	1997	< 0,0001	1997	< 0,0001	1997	< 0,0001
<b>17145</b>	1997	< 0,0001	2006	< 0,0001	2003	< 0,0001
<b>17702</b>	2003	< 0,0001	2006	< 0,0001	2003	0,000
<b>17695</b>	1997	0,000	2011	< 0,0001	1997	0,001
<b>17111</b>	1997	0,001	2006	0,000	2006	0,001
<b>17632</b>	1998	< 0,0001	1998	< 0,0001	1998	< 0,0001
<b>17634</b>	1998	< 0,0001	2006	< 0,0001	1998	< 0,0001
<b>17658</b>	1998	< 0,0001	2006	< 0,0001	1998	< 0,0001
<b>17067</b>	1997	0,004	1991	0,460	1991	0,191
<b>17060</b>	2000	< 0,0001	1991	0,158	1991	0,002
<b>17722</b>	1997	< 0,0001	1997	< 0,0001	1997	< 0,0001
<b>17115</b>	2000	0,000	1991	0,448	1991	0,183
<b>17150</b>	1998	0,000	1991	0,500	1991	0,232
<b>17676</b>	2006	< 0,0001	2006	< 0,0001	2006	< 0,0001
<b>17114</b>	1997	0,000	2006	< 0,0001	1998	< 0,0001
<b>17120</b>	1997	< 0,0001	2006	< 0,0001	1997	< 0,0001
<b>17116</b>	1997	0,002	2006	< 0,0001	1997	0,000
<b>17112</b>	1997	< 0,0001	2006	< 0,0001	1997	< 0,0001
<b>17050</b>	1998	< 0,0001	2006	< 0,0001	1998	< 0,0001
<b>17636</b>	1993	< 0,0001	1998	< 0,0001	1993	< 0,0001
<b>17061</b>	1997	< 0,0001	2006	< 0,0001	1997	< 0,0001
<b>17062</b>	1997	< 0,0001	2006	< 0,0001	1997	< 0,0001
<b>17610</b>	1997	0,000	2006	< 0,0001	1997	< 0,0001
<b>17059</b>	1997	< 0,0001	2006	< 0,0001	1997	< 0,0001
<b>17631</b>	1997	< 0,0001	1997	< 0,0001	1997	< 0,0001
<b>17052</b>	1997	< 0,0001	1998	< 0,0001	1998	< 0,0001
<b>17066</b>	1997	0,000	2006	< 0,0001	1997	< 0,0001
<b>17662</b>	1997	0,000	1962	0,000	1997	0,001
<b>17069</b>	1997	< 0,0001	2006	< 0,0001	1997	< 0,0001
<b>17119</b>	1997	< 0,0001	1997	< 0,0001	1997	< 0,0001
<b>17056</b>	1997	< 0,0001	2006	< 0,0001	1997	< 0,0001
<b>17054</b>	1997	< 0,0001	1998	< 0,0001	1997	< 0,0001



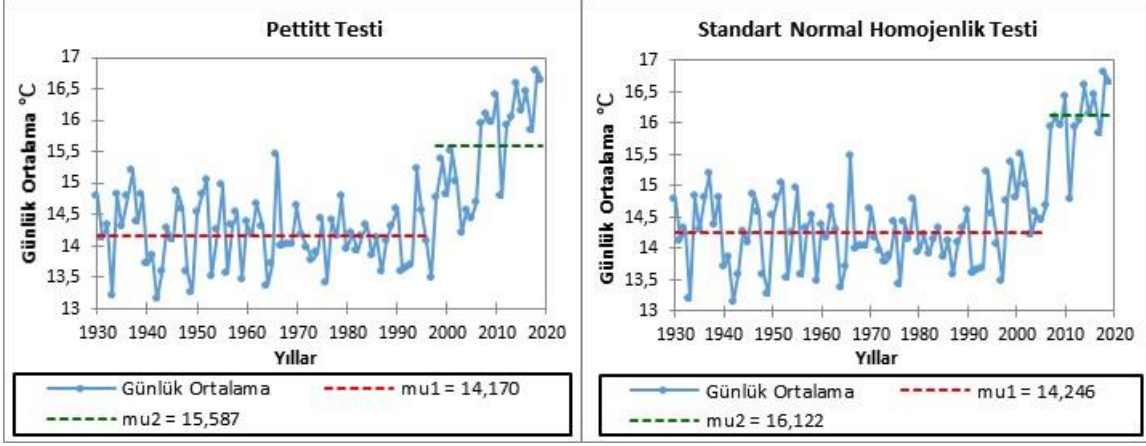
Şekil 3. 17695-Keles istasyonu için Pettitt Testi ve SNHT grafikleri



Şekil 4. 17111-Bozcaada istasyonu için Pettitt Testi ve SNHT grafikleri



Şekil 5. 17150-Balıkesir Havalimanı istasyonu için Pettitt Testi ve SNHT grafikleri



Şekil 6. 17062-Kadıköy Rıhtım istasyonu için Pettitt Testi ve SNHT grafikleri

Günlük ortalama sıcaklık üzerinde yapılan homojenlik testinin sonuçlarına baktığımızda  $H_0$ 'da verileri homojen kabul edilirken,  $H_1$  verilerinde belirli bir yıldan itibaren istasyon verilerinde homojenliğin bozulduğu görülmektedir. Marmara bölgesi kapsamında ele alınan istasyonlar benzer iklim ve yer şekillerine sahip olmalarının yanı sıra istasyon verilerinde sapmalara veya kırılmalara neden olacak birçok dış etkenin varlığı da söz konusudur. Test sonuçlarımıza göre %5 anlamlılık düzeyinde  $H_0$  hipotezi reddedilmekte, alternatif hipotez olan  $H_1$  ise kabul edilmektedir. Bu sonuçlara göre günlük ortalama sıcaklıklarda belirli bir yıldan itibaren değişimlerin varlığı oldukça belirgindir. Günlük ortalama sıcaklığın ele alındığı homojenlik testleri kapsamında 3 farklı homojenlik testi uygulanmış olup hem verilerin homojenliği hem de homojenliğin bozulduğu yıllar ile ilgili değerlendirmeler yapılmıştır.

Pettitt testine göre, günlük ortalama sıcaklık verilerinde değişim yılı ağırlıklı olarak 1997 olarak belirlenmiştir. Pettitt ve Buishand testinin benzerliği bu veri serimizde de gözlenmektedir iki homojenlik testi de zaman serilerinin ortasını dikkate almasından dolayı kırılma yılları her iki testte de çoğunlukla 1997 olarak saptanmıştır. SNHT sonuçlara göre ise günlük ortalama sıcaklıklarda değişim yılı çoğunlukla 2006 yılı olarak belirlenmiştir. Çalışma kapsamındaki verilerin homojenliği test edilirken, test yöntemlerinin veri setlerinde ağırlık verdikleri noktaların farklı olması nedeniyle belirlenen kırılma yılları farklılık içerebilmektedir. SNHT homojenlik testi sonuçlarına göre homojen olmayan 36 istasyonda veri serilerinin sonlarına doğru gerçekleşen sıçramalar yakaladığı tespit edilmiştir. (1997-1998 yılı ve sonrası). Ayrıca 2006 yılı, 22 istasyonda kırılmanın

gerçekleştiği yıl olarak dikkat çekmektedir. İstasyonlar içerisinde örnek olarak 4 önemli istasyona yer verilmiş olup bu istasyonlarda da kırılmaların görüldüğü ve dalgalanmaların belirgin bir şekilde dikkat çektiği görülmektedir.

Günlük ortalama sıcaklıkta Keles istasyonunun Pettitt ve SNHT için sonuçları Şekil 2’de verilmiştir. Bu istasyonda sıcaklığı etkileyen unsurlara bakıldığında; istasyon konumu ve Keles’in bölge arazisi bakımından yoğun bir alanı dağlık ve engebeli bir yapıya sahiptir. Bursa’nın orman varlığı bakımından en zengin ilçesi olan Keles aynı zamanda en fazla yağışa da sahip olan alanıdır. Uludağ’ın varlığı nedeniyle denizellikten kaynaklı nemlilik de iç kesimlere kadar sokulamamıştır. Bölgedeki diğer istasyonların aksine düşük sıcaklıklara sahip, kendi içinde dalgalanmalara sahip ve yine Pettitt testi için 1997’de kırılmanın gerçekleşmesi ile birlikte sıcaklıklarda artış trendine giren bir istasyon durumundadır. Keles istasyonunda en yüksek sıcaklık değeri 11,5 °C iken en düşük sıcaklık 8 °C olarak gözlenen günlük ortalama sıcaklıklar gözlenmiştir. Pettitt testinde gözlenen kırılma yılı 1997 ‘de 8,6 °C seviyesinde gözlenen sıcaklık değeriyle başlamıştır ve daha sonra sıcaklıklar devamlı artış göstererek ilerlemiş ve 1997 yılında gözlenen sıcaklık değerine düşüşü ilerleyen yıllarda gözlenmemiştir. Ancak SNHT’de gözlenen 2011 yılında gerçekleşen kırılmada 1997’den sonra dalgalanmalar göstererek yükselen sıcaklıkların aksine 2010 yılındaki 10.9 °C sıcaklığın aksine 2011’de 9.2 °C ye düşen bir ani bir sapma tespit edilmiştir. 2011 yılından sonra sıcaklık devamlı olarak artış göstererek ortalamanın üzerinde bir sıcaklık seviyesinde ilerlemiş ve 10.3 °C’nin altına hiç düşmemiştir. Bu durum üzerinde çalışmanın giriş bölümünde bahsedilen ve WMO’nun yayınladığı rapora göre 2020 yılı dahil olmak üzere son 20 yılda (2011 yılı hariç tutulmuş) sıcaklıkların katlanarak ve şiddetlenerek artış gösterdiğini belirtmişlerdir. Bu istasyonda da 2011 yılında kırılmanın gerçekleşmesi uzun yıllar devam eden sıcaklık artışın kesintiye uğraması ile anlamlı bir kırılma özelliği kazanmıştır.

Örnek olarak seçilen bir diğer istasyonumuz ise Bozcaada istasyonudur. Bu istasyon grafiğinde dikkat edilmesi gereken ilk unsur bir ada istasyonu olmasıdır. Diğer grafik örnekleri seçilirken de bu değişkenler dikkate alınarak seçilmiştir. Özellikle ada istasyonu, belirgin yükselti alanları, şehir/kır farklılaşması, kıyı/iç değişkenliği gibi etkenler görüldüğü istasyonlar inceleme ve değerlendirme kapsamına alınmıştır. Bozcaada istasyonu Pettitt testinde 1997 yılında bir kırılma gerçekleştirirken SNHT’de 2006 yılı

kırılmanın gözleendiği yıl olarak sonuçlanmıştır. Bozcaada istasyonu günlük ortalama sıcaklıkta en fazla 18, en düşük ise 12 °C'ye ulaşmıştır. Sıcaklıkları etkileyen en önemli unsur adanın yıl boyunca rüzgârlara açık bir konumda bulunmasıdır. Bu etkenlerin dışında denizellik unsuru da sıcaklıklar üzerinde etkili olup şekillendirmiştir. İstasyonun bölgedeki diğer çoğu istasyondan farkı Pettitt testinden sonra kademeli bir şekilde sıcaklık artışları görülmemiştir özellikle 2002 yılında 17,2 °C ortalama sıcaklıktan 2003 yılında ani olarak ortalama 12,8 dereceye düşüşü gözlenmiştir. Bu noktada Türkiye'de en sıcak yıllardan biri olan 2001 yılının etkisi ile soğuk dönemin görüldüğü 2003 yılının yansımaları gözlenmektedir. Kuba'nın çalışmasında bahsettiği gibi yıllar bazında Türkiye üzerinde etkili olan sıcak ve soğuk dönemlere bakıldığında 1983, 1992, 1999, 2003 gibi yılları soğuk hava dalgasının etkili olduğu yıllar olurken farklı şekilde gerçekleşen atmosferik nedenler ile elde edilen maksimum sıcaklıklar ve sıcak hava dalga sayılarının büyük ölçüde azalma gösterdiği söylenenebilir. Bunların aksine, 1960, 1970, 1977, 2001 ve 2006 yıllarında gözlenen daha çok ılıman koşullara sahip kış sıcaklıklarında ise artışlar yaşanmıştır (Kuba, 2016).

Günlük ortalama sıcaklık sonuçlarında Balıkesir Havalimanı istasyonu ise; konumsal olarak havalimanı sınırlarında bulunması nedeniyle analiz sonuçları da farklılıklar barındırmaktadır. Havalimanı sahasında gerekli alan özelliklerinden; şehrin dışında yer alması, olabildiğince düz bir arazi üzerinde bulunması vb. unsurlara sahip olan bir istasyondur. İstasyon sıcaklıkları 1980'den itibaren veri kaydına sahip ve sıcaklıklar yıllar içinde benzer bir ilerleyişe sahipken 1992 yılında gözlenen ani bir sıçrama ile 13,14 °C sıcaklıklardan 24°C'ye yükselen sıcaklıklar tespit edilmiştir. Pettitt testi ise 1998 yılında bir kırılma tespit etmiş ve bu yıldan sonra sıcaklık kademeli olarak artış ve düzenli dalgalanmalar gerçekleştirmiştir SNHT ise Balıkesir Havalimanı istasyonu için herhangi bir kırılma tespit etmemiştir. Bu homojenlik testi, özelliği açısından veri aralığının son yıllarına hassasiyet göstermesi nedeniyle bir kırılma tespit etmemiştir. Pettitt testinde bahsettiğimiz 1998 yılı sonrası düzenli ve sabit dalgalanmalar bir kırılmanın varlığını ortaya çıkarmamıştır. Bir sonraki örneğimiz olan Kadıköy Rıhtım istasyonu ise diğer örneklerinden farklı olarak geniş bir veri aralığına sahiptir. 1930 yılında itibaren veri kaydı bulunan istasyon Pettitt testinde 1997 yılında bir kırılma gösterirken SNHT'de ise 2006 yılı kırılmanın gerçekleştiği yıl olmuştur. Bu istasyonda sıcaklıklara etki eden birçok faktörden bahsedebiliriz. Öncelikle denizellik ve buna bağlı nemliliğin varlığı söz konusu olan

Marmara Denizi kıyısında bulunan bir istasyondur. İstanbul gibi bir metropol niteliğine sahip şehrin göbeğinde bulunan bu istasyon önemli bir şehir ısı adasına da sahiptir ve nüfus ve yerleşmenin varlığı ile sıcaklıklara etki eden unsurlar açısından önemli bir istasyon konumundadır. Değineceğimiz bir diğer nokta ise Pettitt testinde kırılmanın gerçekleştiği 1997 yılından gözlenen sıcaklık değerleri düşmemiş ve devamlı bir artış göstererek dalgalanmalar yaşamıştır. SNHT ile de sıcaklıklar artış göstererek dalgalanmaya devam etmiş bir kırılmanın gerçekleştiği 2006 yılından itibaren ortalamanın üzerinde sıcaklık değerleri saptanmıştır.

#### **4.1.2 Minimum Sıcaklıklar**

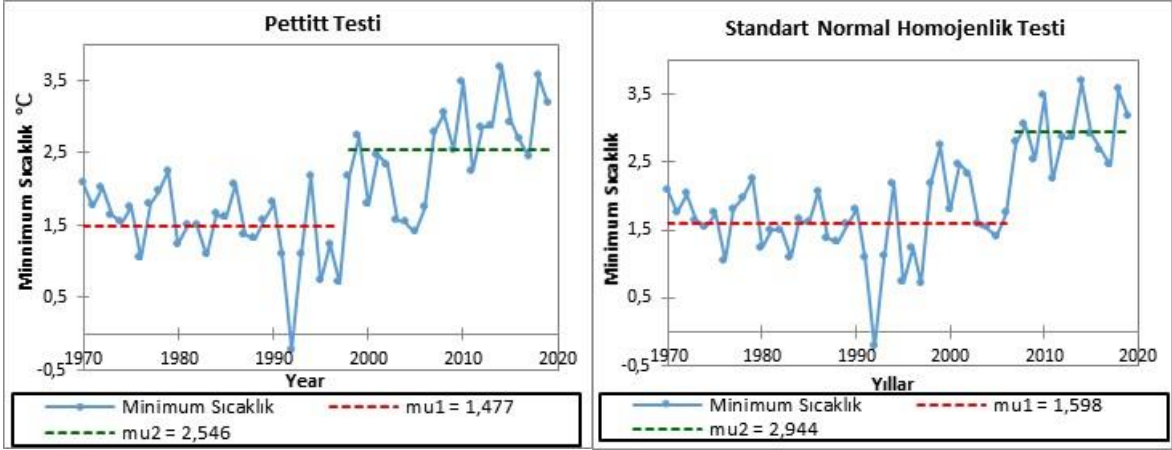
Çalışmada kullanılan istasyon verilerinin minimum sıcaklık sonuçları Pettitt ve SNHT uygulanarak homojenlikleri test edilmiştir. Test sonuçları kritik değerleri ve değişim yılları çalışmadan uygulanan testler kapsamında derlenmiş ve Tablo 9’de gösterilmiştir. Homojenlik testi yapılan istasyonlar arasında seçilmiş önemli değişkenliğe sahip 4 istasyonun grafiksel olarak sonuçları ise şekil 6-9 arasında gösterilmiştir. Yine günlük ortalama sıcaklıkta gözlendiği minimum sıcaklıklar için de genel değerlendirmeler sonucu Pettit ve Buishand Sıra Testi’nin kırılma yılları için gösterdikleri ağırlık noktaları benzerlik gösterirken SNHT ise farklı olan test istatistiği olmuştur. Sonuçlar kapsamında ise Günlük ortalama sıcaklık gözlenen kırılmalara benzer bir kırılma oranları gözlenmiştir. Yine 1997 yılı ile 2006 yılı önemli kırılma yılları içerisinde yer alırken minimum sıcaklık açısından sıçramaların ve dalgalanmaların belirginliği diğer değerlendirme verilerine göre öne çıkan bir unsur olmuştur. Ayrıntılı değerlendirmeler özellikle test istatistiği sonuçlarının tek tek ele alınarak grafiksel sonuçlarla ve beraberinde gelen bölgesel incelemelerin değerlendirilmesi ile ele alınmıştır.

Tablo 9

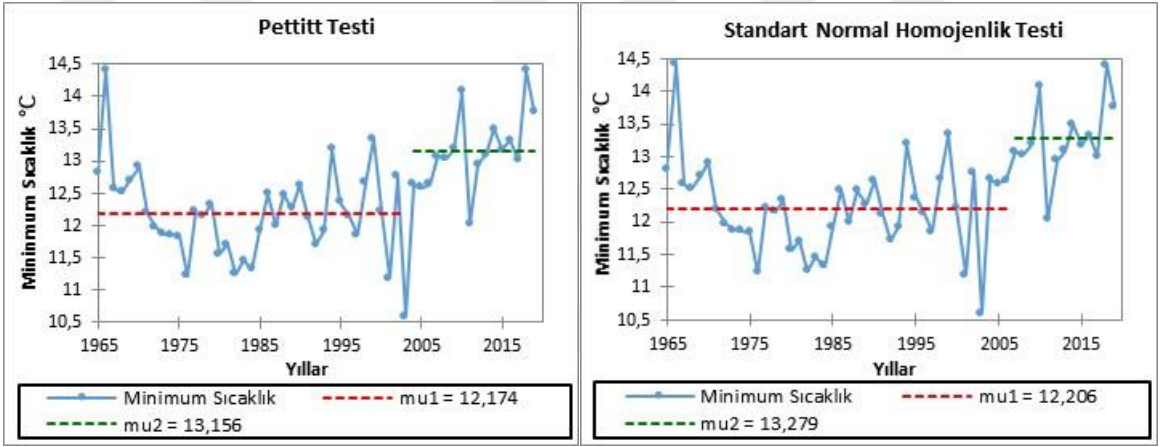
Minimum sıcaklık değerlerinin çalışmadan uygulanan homojenlik testleri kapsamında sonuçları

MİNİMUM SICAKLIK						
İstasyon Numarası	Pettitt Test		SNHT		Buishand's test	
	T	p-value	T	p-value	t	p-value
17700	2006	0,012	2006	0,012	2006	0,009
17674	1997	< 0,0001	1997	< 0,0001	1997	< 0,0001
17175	2003	< 0,0001	2006	0,000	2003	0,000
17145	1997	< 0,0001	1997	< 0,0001	1997	< 0,0001
17722	1997	< 0,0001	1997	< 0,0001	1997	< 0,0001
17702	2004	< 0,0001	2006	< 0,0001	2006	< 0,0001
17695	2006	0,004	2011	0,001	2006	0,003
17676	1997	< 0,0001	2006	< 0,0001	1997	< 0,0001
17111	1997	< 0,0001	1997	< 0,0001	1997	< 0,0001
17110	2006	0,000	2006	< 0,0001	2006	< 0,0001
17052	1997	0,000	2006	< 0,0001	2003	< 0,0001
17662	2006	0,016	2013	0,007	2006	0,018
17658	2006	0,000	2006	< 0,0001	2006	< 0,0001
17608	2006	< 0,0001	2006	< 0,0001	2006	0,000
17632	1998	0,000	2006	< 0,0001	2006	< 0,0001
17634	2006	< 0,0001	2006	< 0,0001	2006	< 0,0001
17114	1997	< 0,0001	2006	< 0,0001	1997	< 0,0001
17120	1993	< 0,0001	2006	< 0,0001	1997	< 0,0001
17116	1993	< 0,0001	2007	< 0,0001	1993	< 0,0001
17054	1997	< 0,0001	2006	< 0,0001	1997	< 0,0001
17112	1983	< 0,0001	1997	< 0,0001	1993	< 0,0001
17636	1987	< 0,0001	1997	< 0,0001	1987	< 0,0001
17062	1987	< 0,0001	1997	< 0,0001	1993	< 0,0001
17061	1997	< 0,0001	2006	< 0,0001	1997	< 0,0001
17610	1997	0,000	2006	0,000	1997	0,001
17059	1997	< 0,0001	2007	< 0,0001	1997	< 0,0001
17631	1997	< 0,0001	1997	< 0,0001	1997	< 0,0001
17066	1997	< 0,0001	2006	< 0,0001	2000	< 0,0001
17069	1993	< 0,0001	1997	< 0,0001	1997	< 0,0001
17119	1997	< 0,0001	1997	< 0,0001	1997	< 0,0001
17050	1997	< 0,0001	2006	< 0,0001	1997	< 0,0001
17056	1997	< 0,0001	2006	< 0,0001	1997	< 0,0001

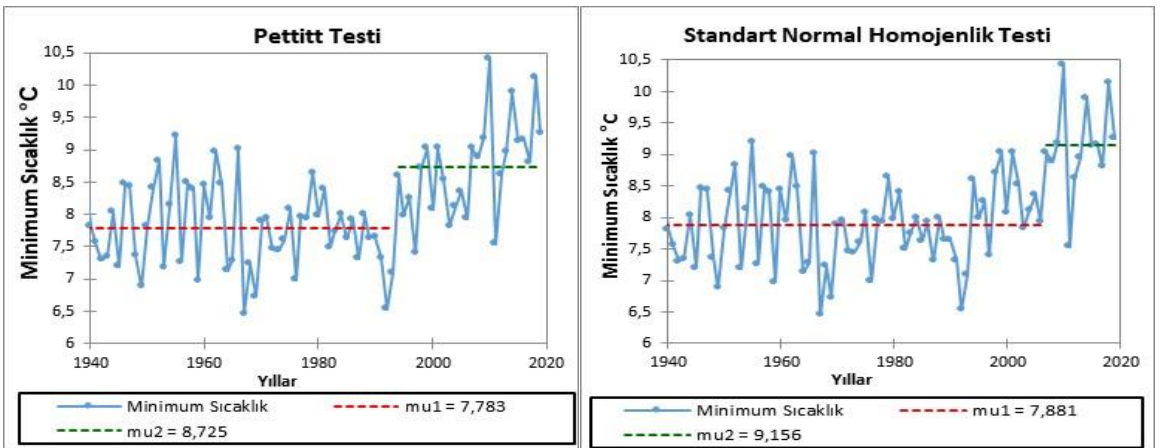




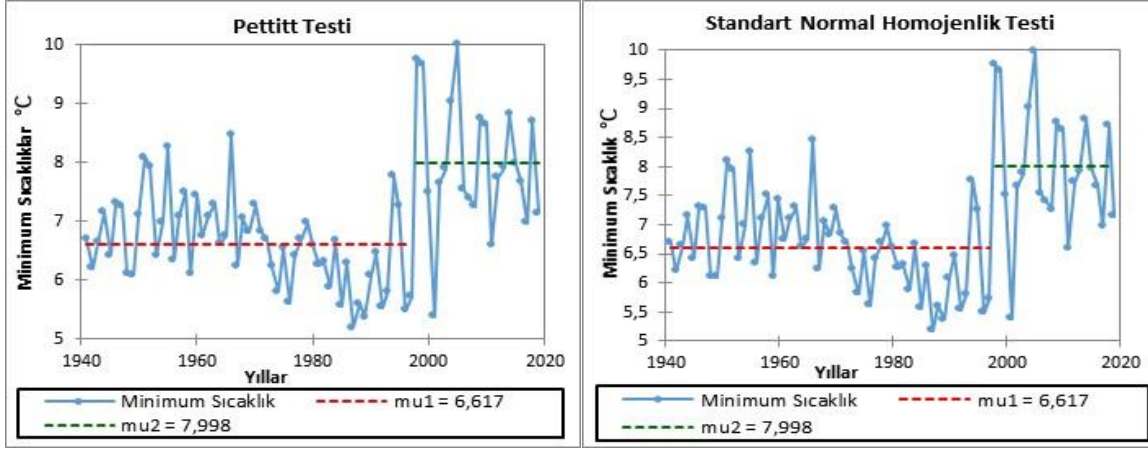
Şekil 7. 17676-Uludağ istasyonu için Pettitt Testi ve SNHT grafikleri



Şekil 8. 17175-Ayvalık istasyonu için Pettitt Testi ve SNHT grafikleri



Şekil 9. 17120-Bilecik istasyonu için Pettitt Testi ve SNHT grafikleri



Şekil 10. 17631-Lüleburgaz Tigem istasyonu için Pettitt Testi ve SNHT grafikleri

Homojenlik testi sonuçlarının incelenmesinde minimum sıcaklık üzerinde yapılan testlere bakıldığında  $H_0$ 'da verileri homojen kabul edilirken,  $H_1$  verilerinde belirli bir yıldan itibaren istasyon verilerinde homojenliğin bozulduğu görülmektedir. Test sonuçlarımıza göre %5 anlamlılık düzeyinde  $H_0$  hipotezi reddedilmekte, alternatif hipotez olan  $H_1$  ise kabul edilmektedir. Bu sonuçlara minimum sıcaklıklarda belirli bir yıldan itibaren değişimlerin varlığı oldukça belirgin olduğu görülmüştür. Minimum sıcaklığın ele alındığı homojenlik testleri kapsamında 3 farklı homojenlik testi uygulanmış olup hem verilerin homojenliği hem de homojenliğin bozulduğu yıllar ile ilgili değerlendirmeler yapılmıştır. Yapılan homojenlik testlerinden Pettitt ve Buishand testlerinde ele alınan istasyon verileri için ortasındaki kırılmalara hassasiyet gösterirken, SNHT (Standart Normal Homojenlik Testi) ise zaman serilerinde başlangıçta ve son kısımlarında gerçekleşmiş kırılmaları tespit etmektedir.

Pettitt testine göre, minimum sıcaklık verilerinde değişim yılı ağırlıklı olarak 1997 olarak belirlenmiştir. Pettitt ve Buishand testinin benzerliği bu veri serimizde de gözlenmektedir iki homojenlik testi de zaman serilerinin ortasını dikkate almasından dolayı kırılma yılları her iki testte de çoğunlukla 1997 olarak saptanmıştır. Her iki testte de kırılma yılı olan 1997, 16 istasyonda gözlenmektedir. SNHT sonuçlara göre ise minimum sıcaklıklarda değişim yılı çoğunlukla 2006 yılı olarak belirlenmiştir. SNHT homojenlik testi sonuçlarına göre homojen olmayan 34 istasyonda veri serilerinin sonlarına doğru gerçekleşen sıçramalar yakaladığı tespit edilmiştir. (1997 yılı ve sonrası). Ayrıca 2006 yılı, 18 istasyonda kırılmanın gerçekleştiği yıl olarak dikkat çekmektedir.

Değerlendirme amacıyla seçilen örneklerden ilki; Marmara Bölgesi içerisinde minimum sıcaklıkları değerlendirilmesi gereken en önemli istasyon niteliğinde olan Uludağ istasyonudur. Bölgenin en yüksek dağı özelliğine sahip Uludağ istasyonu Şekil 6'da Pettitt ve SNHT sonuçları grafiksel olarak gösterilmiştir. Uludağ istasyonu bulunduğu konum ve özellik itibarıyla kısa mesafeler içerisinde farklı yükselti değerleri gösterir ve dağın zirvesinin yükselti değeri 2543 metredir. Bu kapsamda gözlenen sıcaklıklar da kısa mesafeler içerisinde değişkenliğin daha belirgin bir şekilde gözlenmesine sebebiyet vermiştir. Minimum sıcaklıklar değerlendirmesi içeren istasyonlar içerisinde en düşük sıcaklık verilerine sahip olan bu istasyonda Pettitt testi sonucu kırılmalar yine 1997 yılı olarak tespit edilirken SNHT ise kırılmalar 2006 yılı olarak gözlenmiştir. İstasyonda minimum sıcaklıklar içerisinde gözlenen en yüksek sıcaklık değeri 3.7 °C ile 2014 yılı olurken en düşük sıcaklığa ise 1992 yılında -0,2 °C olmuştur. 1992 yılından sonra kademeli bir şekilde sıcaklıklar artarken 1997 yılında tekrar 0 °C düşen sıcaklıklar Pettitt testi için bir kırılma yılına sebebiyet vermiştir. Bu kırılma yılından sonra sıcaklıklar daha sonra gözlenen yıllar içerisinde 0°C'ye düşüş göstermemiş ve dalgalanmalar göstererek sürekli olarak artışlar gözlenmiştir. SNHT'nin kırılma yılında ise minimum sıcaklıklar 2006 yılında 1,5 °C tespit edilirken bu sıcaklıklar sonraki yıl bir sıçrama göstermiş ve 3°C'ye ulaşmıştır. Veri aralığının son kısımlarına hassasiyet gösteren SNHT de bu noktada kırılmayı tespit etmiştir. Ek olarak SNHT testi sonucunda Uludağ istasyon verilerinin ortalama sıcaklık değeri olan 1.5 °C'de kırılma gerçekleştirmiş bu kırılma değeri itibarıyla devam eden yıllar içerisinde sıcaklıklar ortalama değer altına düşmeyerek artış trendine girmiştir.

Minimum sıcaklık analizinde ele alınan diğer istasyon Ayvalık istasyonu olmuştur. Günlük ortalama sıcaklıkta değerlendirmeye alınan Ayvalık istasyonu minimum sıcaklıkta dikkat çeken değişimlerle sonuçlanmıştır. Şekil 7'de gözlenen istasyonun minimum sıcaklık analizleri içerisinde sıcaklık değerleri en yüksek seviyelere ulaşan; en düşük-yüksek değerleri 10,5-14,5°C arasında olan tek istasyondur. Bölge içerisinde kıyı istasyonu olması nedeniyle denizin varlığını açık bir şekilde sıcaklıklar içerisinde barındırdığını gösteren bir istasyon olduğunu gözlemliyoruz. Minimum sıcaklıklar analizi olmasına karşın yüksek değerler gösteren bu sıcak iklim istasyonunda Pettitt testi 2003 yılı kırılma gerçekleşirken SNHT'de ise 2006 yılında gerçekleşen kırılmanın varlığını gözlemliyoruz. 2002 yılındaki 12.7 °C'lik sıcaklık 2003 yılında 10,5 °C'ye düşerek ani bir sıcaklık

değişimi ile kırılma gerçekleşmiştir. SNHT’de ise genel analizler sonucunda çoğunlukta gözlenen 2006 yılı bu istasyonda da kırılmanın gerçekleştiği yıl olarak sonuçlanmıştır. Bu kırılma yılından sonra sıcaklıklar herhangi bir yılda 12 °C’nin altına düşmemiş ve dalgalanmalar göstererek devamlı olarak bir yükseliş göstermiştir. Ayvalık istasyonunda 1965 yılından itibaren sıcaklık verileri mevcuttur ve en son 1966 da gözlenen en yüksek sıcaklık değeri 14.4 °C tekrar 2018 yılında gözlenerek minimum sıcaklıklarda en yüksek değerini 2. kez gözlendiği yıl olmuştur.

Değerlendirme amacıyla ele alınan diğer istasyonlarımız ise Bilecik ve Lüleburgaz Tigem istasyonlarıdır. İki istasyonun özellikleri göz önüne alındığında birlikte değerlendirmek daha açıklayıcı olup sonuçları daha anlaşılır kılacaktır. Şekil 8 ve 9 da gösterilen istasyon grafiklerinde benzerlik ilk olarak belirgin şekilde minimum sıcaklıklarından kaynaklanmaktadır. Analizi yapılan istasyonlar arasında Uludağ istasyonundan sonra en düşük sıcaklığa sahip istasyonlarda 5.1 °C ile Lüleburgaz Tigem istasyonu daha sonra 6.4 °C’ye sahip Bilecik istasyonu gelmektedir. İki istasyon dizisinde gözlenen en yüksek sıcaklık 9-10 °C ile sınırlı kalmıştır. İki alanı da coğrafi konum açısından incelediğimizde kıyı varlığından, nemliliğinden uzak daha çok bölgenin iç kesimlerinde yer alan hatta Bilecik istasyonunun İç Anadolu Bölgesi’ne sınır olarak yakınlığı ve karasallığın bölgede etkisi ile düşük sıcaklık varlığının en önemli unsurlarındandır. Lüleburgaz istasyonu ise şehir merkezinden uzak bir istasyon konumuna sahiptir. Bunun yanı sıra Türkgeldi Tarım İşletme Müdürlüğü’nün yer aldığı bir alandan bulunan meteoroloji istasyonunun sıcaklıkları etkilenmiş ve şekillenmiştir. Tarımsal üretim faaliyetlerinin gerçekleştiği ve hayvancılığın yapıldığı bir bölge olması nedeniyle düz ve engebesiz bir arazi yapısına sahiptir. Karasal alandan konumlanan bu istasyon verileri de düşük sıcaklıklar göstererek Şekil 9’da gösterildiği gibi belirgin dalgalanmalar göstererek grafiksel analizler elde edilmiştir. Lüleburgaz Tigem istasyonunda dikkat çeken bir diğer unsur ise Petitt Testi ve SNHT’nde kırılma yılı 1997 olarak tespit edilmiştir. Kırılmanın gerçekleştiği 1997 yılına baktığımızda ise 5.7 °C sıcaklık değerinden 1998 yılında 9.8 °C bir sıçrama yapan sıcaklık değişimi gözlenmiştir, daha sonra istasyonda bu geniş aralıklı sıcaklık sıçramaları daha sık gözlenmeye başlanmıştır ve bu süreçte minimum sıcaklık değerleri artış göstermeye başlamıştır. Yine 2001’de 5.3 °C’den 2005’te istasyon içerisinde en yüksek minimum sıcaklık değeri olan 9.9 °C ulaşmıştır. Bu şekilde gözlenen hızlı değişimler ve ani sıçramalar ve dalgalanmalar Lüleburgaz Tigem istasyonunda oldukça sık

gerçekleşmiştir. Bilecik istasyonu da Pettitt Testinde 1993 yılında bir kırılmaya yer verirken SNHT’de ise bölgede yer alan 17 istasyonda olduğu gibi 2006 yılında gerçekleşen kırılma tespit edilmiştir. Bilecik istasyonunda gözlenen en düşük sıcaklık 1992 yılında gerçekleşen 6.5 °C sıcaklık olmuştur. Bu yıldan itibaren 1994’te bir sıçrama yaşanmış ve 8.7 °C’ye yükselen sıcaklık değişimi gözlenmiştir bu esnada Pettitt testi 1993 yılında kırılma göstermiştir. Pettitt testinde gerçekleşen kırılmadan sonra sıcaklık tekrar hiçbir yılda 6.5 °C’ye kadar düşmemiştir, sıcaklık artışları dalgalanmalar göstererek kademeli olarak yükselmiştir. İstasyonun minimum sıcaklık değerleri en yüksek seviyesine 10.5 °C ile 2010 yılında ulaşmıştır.

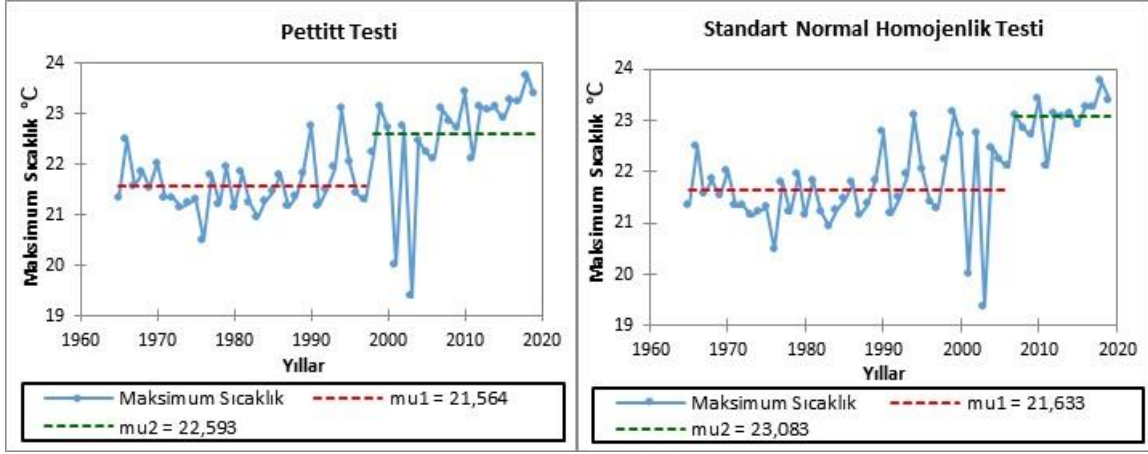
#### **4.1.3 Maksimum Sıcaklıklar**

Çalışmada kullanılan istasyon verilerinin maksimum sıcaklık sonuçları Pettitt ve SNHT uygulanarak homojenlikleri test edilmiştir. Tablo 10’de çalışma kapsamında değerlendirilen istasyonlar derlenmiştir. Homojenlik testi yapılan istasyonlar arasında seçilmiş önemli değişkenliğe sahip 4 istasyonun grafiksel olarak sonuçları ise şekil 10-13 arasında gösterilmiştir. Son olarak değerlendirilmeye alınan maksimum sıcaklıklarda ise yine diğer iki değerlendirme grubumuz olan günlük ortalama sıcaklık ve minimum sıcaklıkta gözleendiği gibi; homojenlik analizlerinden Pettitt ve Busihand Sıra Testi benzer sonuçlar vermiştir. Bununla birlikte özellikle kırılma yıllarındaki benzer yılların varlığı sonuçlar değerlendirilmesinde de benzer unsurların ele alınmasını destekler nitelikte olacaktır. 1997 ve 2006 yılı maksimum sıcaklık içerisinde de önemli kırılmaların gerçekleştiği yıllar olmuştur. Kırılma yıllarının haricinde de maksimum sıcaklıklar içerisinde istasyonlar genelinde ani sıçramaların ve dalgalanmaların belirgin varlığı da dikkat çekmiştir. İstasyon özelinde dikkat çeken alanlar ayrı olarak ele alınıp bölgesel incelemeler ile analiz edilip test istastiği anlamlı sonuçlar vermiştir. Maksimum sıcaklıklar analizinde dikkat çeken ve analiz edilen testler sonucunda öne çıkan istasyonlar ise Edremit(17145) başta olmak üzere Florya(17636) istasyonu, Çanakkale(17112) istasyonu ve beraberinde Lüleburgaz-Tigem(17631) istasyonu gelmektedir.

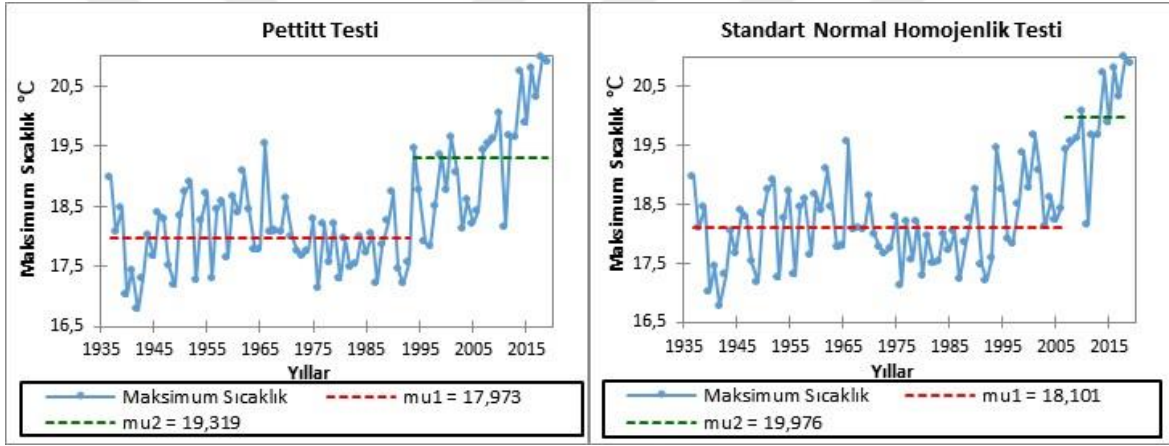
Tablo 10

Maksimum sıcaklık verilerinin Pettitt, SNHT ve Buishand's testlerinin analizleri

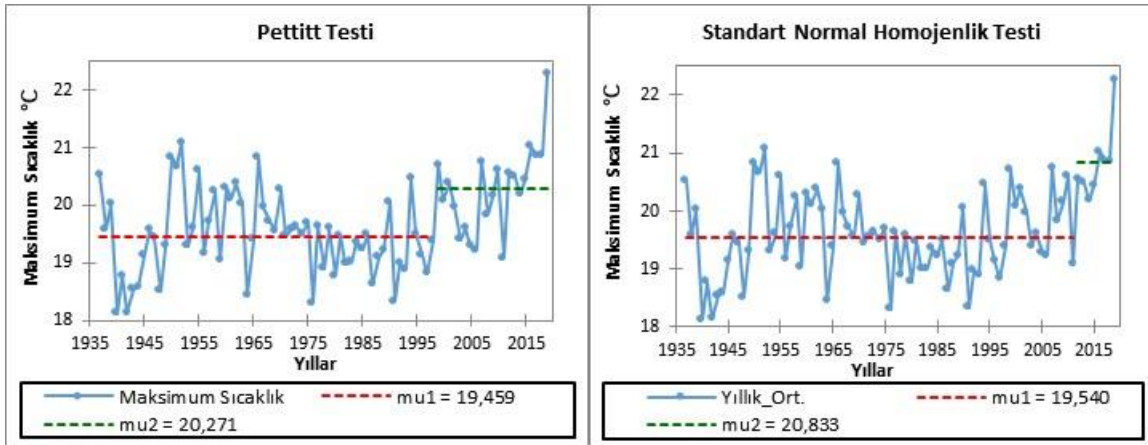
MAKSİMUM SICAKLIK						
İstasyon Numarası	Pettitt Test		SNHT		Buishand's test	
	t	p-value	T	p-value	t	p-value
17700	2003	< 0,0001	2006	< 0,0001	2003	< 0,0001
17674	1997	< 0,0001	1998	< 0,0001	1998	< 0,0001
17175	1997	< 0,0001	2006	< 0,0001	2006	< 0,0001
17722	1997	< 0,0001	1998	< 0,0001	1998	< 0,0001
17702	2003	< 0,0001	2003	< 0,0001	2003	< 0,0001
17695	2005	< 0,0001	2005	< 0,0001	2005	< 0,0001
17676	2006	0,000	2006	0,001	2006	0,001
17608	2003	< 0,0001	2006	< 0,0001	2003	< 0,0001
17632	1998	0,000	2006	< 0,0001	2003	0,000
17634	1998	< 0,0001	1998	< 0,0001	1998	< 0,0001
17111	2003	< 0,0001	2007	< 0,0001	2006	0,000
17110	1993	< 0,0001	2006	< 0,0001	2003	< 0,0001
17658	1997	< 0,0001	2006	< 0,0001	2000	< 0,0001
17145	1997	< 0,0001	2006	< 0,0001	2003	< 0,0001
17114	1998	0,000	2006	< 0,0001	1998	0,000
17120	1997	< 0,0001	1997	< 0,0001	1997	< 0,0001
17116	1997	0,000	1998	< 0,0001	1997	< 0,0001
17050	1998	< 0,0001	2006	< 0,0001	1998	< 0,0001
17056	1997	< 0,0001	2006	< 0,0001	1997	< 0,0001
17054	1998	< 0,0001	1998	< 0,0001	1998	< 0,0001
17112	1998	0,003	2011	< 0,0001	1998	0,001
17636	1993	< 0,0001	2006	< 0,0001	1993	< 0,0001
17061	1997	< 0,0001	2006	< 0,0001	1997	< 0,0001
17610	1993	< 0,0001	2006	< 0,0001	1993	< 0,0001
17059	1997	< 0,0001	1998	< 0,0001	1997	< 0,0001
17631	1991	< 0,0001	1998	< 0,0001	1992	< 0,0001
17052	1998	< 0,0001	2011	< 0,0001	1998	< 0,0001
17066	1997	< 0,0001	2006	< 0,0001	1997	< 0,0001
17662	1997	< 0,0001	2006	< 0,0001	1998	< 0,0001
17069	1997	< 0,0001	1998	< 0,0001	1997	< 0,0001
17119	1993	< 0,0001	1993	< 0,0001	1993	< 0,0001
17062	1998	< 0,0001	2006	< 0,0001	1998	< 0,0001



Şekil 11. 17145-Edremit istasyonu için Pettitt Testi ve SNHT grafikleri

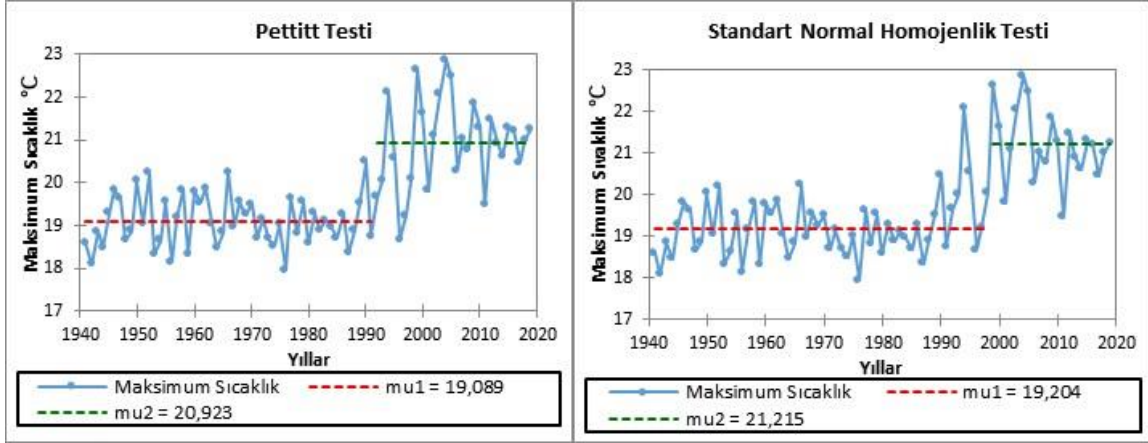


Şekil 12. 17636-Florya istasyonu için Pettitt Testi ve SNHT grafikleri



Şekil 13. 17112-Çanakkale istasyonu için Pettitt Testi ve SNHT grafikleri





Şekil 14. 17631-Lüleburgaz-Tigem istasyonu için Pettitt Testi ve SNHT grafikleri

Maksimum sıcaklıkların homojenlik testi sonuçlarına baktığımızda  $H_0$ 'da verileri homojen kabul edilirken,  $H_1$  verileri belirli bir yıldan itibaren istasyon verilerinde homojenliğin bozulduğu görülmektedir. Test sonuçlarımıza göre %5 anlamlılık düzeyinde  $H_0$  hipotezi reddedilmekte, alternatif hipotez olan  $H_1$  ise kabul edilmektedir. Bu sonuçlara göre maksimum sıcaklıklarda belirli bir yıldan itibaren değişimlerin olduğu oldukça belirgindir. Maksimum sıcaklığın ele alındığı homojenlik testleri kapsamındaki hem verilerin homojenliği hem de homojenliğin bozulduğu yıllar ile ilgili değerlendirmeler yapılmıştır. Pettitt testine göre, maksimum sıcaklık verilerinde değişim yılı ağırlıklı olarak 1997-1998 yılları olarak belirlenmiştir. SNHT sonuçlara göre maksimum sıcaklıklarda değişim yılı çoğunlukla 2006 yılı olarak belirlenmiştir. Tablo 10 da, homojenliği test edilmiş maksimum sıcaklık verilerinin değerleri ve bu değerlerin olduğu yılları göstermektedir. Tablo 9 da verilen istatistiki bilgilerden Pettit ve Buishand testlerinin yakaladığı kırılmalar çoğunlukla 1993-1997 yıllarına denk gelirken, SNHT'de ise ağırlıklı olarak 2006 kırılma yılı olarak öne çıkmaktadır. Çalışma alanının veri sıralamasında SNHT genellikle başlangıç ve bitişine yakın yerlerde kırılmalar tespit etmekte hassasiyet göstermektedir. Çalışma kapsamındaki verilerin homojenliği test edilirken, test yöntemlerinin veri setlerinde ağırlık verdikleri noktaların farklı olması nedeniyle belirlenen kırılma yılları farklılık içerebilmektedir. SNHT homojenlik testi sonuçlarına göre homojen olmayan 34 istasyonda veri serilerinin sonlarına doğru gerçekleşen sıçramalar yakaladığı tespit edilmiştir. (1998 yılı ve sonrası). Pettitt testinde 1997 yılı 13 istasyonda kırılmanın gerçekleştiği yıl olurken, SNHT için 2006 yılı, 17 istasyonda kırılmanın gerçekleştiği yıl olarak dikkat çekmektedir.



Analizi yapılan istasyonlar içerisinde ilk olarak maksimum sıcaklık varlığının belirgin olarak gözlemlendiği Edremit istasyonu dikkat çekmektedir. İstasyon 1965 yılından itibaren veri kaydına sahiptir ve maksimum sıcaklıklar içerisinde en yüksek sıcaklık değeri olan 2018 yılına ait 23.7 °C 'ye sahip istasyondur. 1997 yılına kadar dalgalanma gösteren sıcaklıklarla beraber devamlı olarak da artış trendine girmiştir. Ancak 1997 yılında Pettitt Testinin yakaladığı kırılma ile birlikte sıcaklık 21.5'ten 23.1 °C'ye yükseldiği gözlenmiş ve bu seviyeden sonra ise maksimum sıcaklıklar değişiminde bazı farklılıklar gerçekleşmiştir. Özellikle 1997 yılına kadar düzenli sıcaklık artışları gözlenirken; ilk olarak 2001 yılında veri serisinin ortalamasının altında sıcaklık gözlenerek ani bir düşüşe geçiş nedeniyle sıcaklık 20 °C'ye düşmüş ve hemen ardından 2003 yılında ise veri serisinin en düşük sıcaklık değeri olan 19.3 °C gerçekleşmiştir. SNHT'ne baktığımızda ise 2006 yılında bir kırılma yakaladığımızı gözlemliyoruz. Özellikle bu yıl ani sıcaklık düşüşlerinin yaşandığı 2001-2003 yıllarının ardından sıcaklık değerlerinin tekrar yükselişe geçtiği zaman olması nedeniyle dikkat çekmektedir. Aynı zamanda SNHT'de gerçekleşen kırılmadan sonra sıcaklık hiçbir yılda tekrar 2006 yılında gözlenen değere düşmemiş dalgalanmalar göstererek devamlı olarak yükselişe geçmiştir. Marmara Bölgesi içerisinde değerlendirilen istasyonlar arasında sıcaklığın yüksek seviyelerde gerçekleştiği Edremit istasyonu; gerek denize sınırı olması, kıyı istasyon özelliği göstermesi gerekse bölge sınırı olarak Marmara Bölgesi sınırları dışında kalması diğer istasyonlara göre gözlenen yüksek sıcaklık değerlerini anlamlandıran niteliktedir. Balıkesir ili Marmara Bölgesi içerisinde olsa da Edremit istasyonu Ege Bölgesi sınırları içerisinde ve Ege Denizine kıyısı bulunmaktadır bu nedenle de istasyonda etkili olan iklim tipi daha ılıman ve daha sıcak koşullar barındırmaktadır.

Değerlendirme amacıyla örnek seçilen bir diğer istasyonumuz ise Florya istasyonudur. İstasyonu önemli kılan ilk unsur İstanbul sınırları içerisinde yer alması ve İstanbul'un da Türkiye'nin hem yerleşiminin hem de nüfus yoğunluğunun en fazla yaşandığı il olması nedeniyle Florya istasyonunun analizi dikkat çekmiştir. İstasyon 1937 yılından itibaren veri kaydına sahip olması ile de geniş bir zaman serisini içerisinde barındırmaktadır. Bu durum da sıcaklık analizi sırasında dalgalanmaları ve değişkenlikleri daha belirgin görülmesini sağlayacaktır. Maksimum sıcaklık verilerinde en düşük sıcaklık 1946 yılında 16.7 °C ile gerçekleşirken gözlenen en yüksek sıcaklık değeri 2018 yılında

20.9 °C olarak tespit edilmiştir. Bir önceki istasyonumuz olan Edremit istasyonunda veri aralığı süresince en yüksek sıcaklık değerinin 2018 yılında gözlenmesi de istasyonlar arasındaki benzerliğe dikkat çekmektedir. Pettitt testi içerisinde 13 istasyonda gözlenen 1997 yılı kırılması Florya istasyonunda gözlenmemiştir ve kırılma Pettitt testinde 1993 yılı olarak tespit edilmiştir. 1993 yılındaki 17.5 °C'den bir sonraki yıl 19.4 °C'ye bir sıçrama gerçekleşmiş ve bu tarihten itibaren sıcaklıklar tekrar 1993 yılında gözlenen sıcaklık değerine düşmemiştir. Özellikle SNHT'deki 2006 yılında gözlenen kırılma itibariyle sıcaklıklar artış trendine girmiş ve 2013 yılı itibariyle düzenli artışlar gözlenmiştir. Florya istasyonunun kentsel ısı adası etkisine bağlı olarak incelemek gerekirse de İstanbul içerisinde özellikle 1990 yıllarında yerleşim ve nüfus açısından bir öneme sahip olurken hatta 1990 yılında en kalabalık nüfuslu ilçe unvanını almış bu bölge 1990 yılı sonrası yoğun nüfus kayıpları yaşamıştır. Bu kapsamda bölgenin sıcaklık değişkenliklerini kentsel ısı adasının etkisinden çok bölgenin coğrafi konum olarak nemliliği barındıran kıyı kesimde yer alması ve Akdeniz iklim özelliklerini içerisinde barındırması etkili olmuştur.

Son olarak maksimum sıcaklıklar için ele alınan istasyonlar ise Çanakkale ve Lüleburgaz-Tigem istasyonları olmuştur. Her iki istasyon da uzun süre veri kaydına sahip olup sıcaklıklar arası belirgin dalgalanmalar göstermiştir. Özellikle Lüleburgaz-Tigem istasyonu hem minimum sıcaklıklarda hem de maksimum sıcaklıklar içerisinde değerlendirmeye alınmıştır. İstasyonun özelliklerine minimum sıcaklık açıklamasında bahsedilmiştir ve aynı etkilerin yani şehirden uzak bir konumda bulunan istasyon varlığı, denizellikten, nemlilikten uzak düz ve kırsal bir arazi olduğu bununla birlikte istasyon konumunun bulunduğu alanda gerçekleştirilen tarım işletmesinin varlığı etkindir. Bu kapsamda istasyonda minimum sıcaklıkların belirgin değişkenlik gösterdiği gibi maksimum sıcaklıkta da benzer sıçramalar ve ani değişimlere rastlanmıştır. Bu durumu çok net karaların çabuk ısınıp çabuk soğuması özelliği ile anlamlandırabiliriz. İki inceleme ölçeği olan maksimum ve minimum sıcaklıkta dikkat çeken özellikler gösteren bu istasyonda Pettitt testinde 1991 yılı kırılmanın gerçekleştiği yıl olan kayıt edilmiştir. SNHT'de ise 1998 yılında kırılmanın varlığı söz konusu olmuştur. Bu istasyonda hem Pettitt hem de SNHT sonuçları genel analizlere ters sonuçlar vermiştir. Bölge genelinde Pettitt testinde kırılma yılı 1997 yılı, SNHT'de ise 2006 yılı olurken Lülebugaz-Tigem istasyonu bu tarihlere aykırı olarak sonuçlanmış bu özelliği ile de açıklanmak amacıyla örnek olarak iki veri serisinde de ele alınmıştır. Ayrıca istasyon her iki kırılmanın

sonrasında düzensiz dalgalanmalar ve ani sıcaklık düşüşleri ve yükselişleri ile kayıtlara geçmiştir. Ani sıcaklık değişkenlikleri özellikle 1991-2006 yılları arasında kendini göstermiş olup uyguladığımız testler de bu aralıktaki değişimlere hassasiyet gösterip kırılmaları tespit etmiştir. Çanakkale istasyonuna baktığımızda ise bulunduğu konum itibari ile geçiş iklimi göstermektedir. Ayrıca İstasyonu diğer bölgelerden ayıran özellikle ise yılın büyük çoğunluğunun rüzgarlı geçmesidir. Bun durumun bölge sıcaklıklarına etkisi istasyon üzerinde varlığını göstermiştir. Buradan hareketle istasyonun bulunduğu alanda denizelliğin varlığı, sıcaklığı engelleyecek etkili bir dağ sırasının olmaması bunun yanı sıra hem Marmara Denizi'ne hem de Ege Denizi'ne kıyısı olması, Çanakkale boğazının etkinliği ile sıcaklığı etkileyen birçok unsuru içerisinde barındıran önemli bir istasyondur. Pettitt testi 1998 yılında kırılma gerçekleştirirken SNHT'de ise 2011 yılı bir kırılma tespit edilmiştir. Özellikle 2011 yılındaki kırılmadan sonra sıcaklıklar ortalama sıcaklığın altına düşmemiş ve 2019 yılı Çanakkale istasyonu veri serisinin en yüksek sıcaklığı olan 22.2 °C olarak Şekil 12'de yer verilen grafiksel analizde kendini belirgin olarak göstermiştir.

#### **4.2 Sıcaklık İndisleri Bulguları**

Araştırmada analiz yöntemleri bölümünde ayrıntılı olarak ele alınan sıcaklık indisleri için ETCCDI indisindeki referans dönemleri kapsamında eşik değerleri kullanılarak hesaplanmıştır. Bu bölümde sıcak değerleri ölçen; Sıcak Günler (TX90p), Sıcak Geceler (TN90p), Yaz Günleri (SU25) ve Tropikal Geceler (TR20) indisi kullanılmıştır. Serin değerlerin hesaplanması amacıyla ise; Serin Günler (TX10p), Serin Geceler (TN10p), Donlu Günler (FD0), Buz Günleri (ID0) indisi analiz edilmiştir. Günlük Sıcaklık Genişliğini hesaplamak amacıyla ise (DTR) indisi kullanılmış olup hesaplamalar yapılarak ekstrem sıcaklıklar analiz edilmiştir. Elde edilen analiz sonuçları kapsamında alansal dağılımları ArcGis 10.6 haritalandırılmıştır. Dağılım haritalarında anlamlılık kazanması adına sıcaklığı ve serin-soğuk günleri analiz eden tüm indislerde aynı aralıklar seçilmiş ve uygulanmıştır. En düşük aralık 0-10 gün arası iken en yüksek aralık değeri 30-140 gün olacak şekilde 4 skala belirlenmiştir. Aralıklar belirlenirken tüm indisler doğrultusunda en düşük ve en yüksek gün sonuçları dikkate alınmıştır. Harita üzerinde uyumu yakalamak adına ise sıcaklığı analiz eden indisler için kırmızı rengi ağırlıklı kullanmış olup, serin indislerin analizinde ise mavi geçişli renkler tercih edilmiştir.

#### 4.2.1 SU25 (Yaz Günleri) ve Tropikal Gece Analizi

**Yaz Günleri (SU25):** Yaz günleri için kullanılan bu indiste maksimum sıcaklık verileri kullanılmıştır ve günlük maksimum sıcaklıkların 25°C üzerinde olan günler tespit edilmiştir. Bu indis için yaz mevsimi (Haziran, Temmuz, Ağustos) maksimum sıcaklık verileri kullanılmıştır. Bununla birlikte ilkbahar (Mart, Nisan, Mayıs) mevsimi ve sonbahar (Eylül, Ekim, Kasım) mevsimi de değerlendirmeye alınmıştır. Normal şartlarda bu indis için sadece yaz mevsimi değerlendirmeye alınıyor olsa da çalışmamızda diğer iki mevsim olan ilkbahar ve sonbahar da değerlendirilmiştir. Ele alınmasında ise her iki mevsimde de yani ilkbahar ve sonbaharda yaz günleri değerlerinin bir yansıması olan sıcaklık değerleri tespit edilmiştir ve yaz günü değerinde sıcaklıkların mevsimler arası kayma göstermesi değerlendirmenin alanını genişletmiştir. Yoğun olarak sonbahara doğru bir yaz sıcaklıkları kayma gösterse de, ilkbahar mevsimi yaz günleri değerlerine ait verilere ve yine sonbahar mevsiminde gözleendiği gibi sıcaklıkların mevsimler arası bir geçiş gösterdiği tespit edilmiştir. Tam bu noktada diğer mevsimleri de kapsam içine almak anlamlı olacaktır çünkü bu değerler ve geçişlilik halinde gözlenen kaymalar bize iklimsel değişkenliğin önemli göstergelerinden birini sunmuştur.

Marmara Bölgesi'nde en fazla yaz günü sayısı Şekil 14(c)'de de görüldüğü gibi yaz mevsiminde bölgenin neredeyse tamamına hakim olmuştur. Yaz mevsimi içerisinde yalnızca belirgin olarak bölgeden ayrılan Uludağ istasyonunda yaz günü 3 gün ile en düşük seviyede yaşanmıştır. Yaz mevsiminde tespit edilen değerler doğrultusunda ayrıntılı ele alınacak olursa; bölgenin güney kıyıları ile batı kesiminde önemli yaz günü değerleri bulunmaktadır. Bu alanlarda, özellikle Marmara Bölgesi içerisinde olan ancak bazı illerinin Ege Bölgesi'ne dahil olduğu Balıkesir'in Ayvalık-Edremit-Burhaniye ilçeleri yaz günü sayılarının en fazla çıktığı 3 istasyondur. En fazla yaz gün sayısına sahip olan Ayvalık (90 gün) ile başta gelmektedir. Bölgede genel olarak ise ortalama 75-85 arası yaz günü yaşanırken, Marmara Bölgesi'nin kuzeyi ve kuzeydoğusundaki dağlık ve karasal alanlarda bu değer 50-55 güne kadar düşmektedir. Yaz günü sayısında en düşük değere sahip olan istasyon ise 3 yaz günü ile çalışma alanının en yüksek noktası olan 2543 m yüksekliğindeki Uludağ istasyonudur. Bursa iline bağlı bu istasyon ile Bursa merkezi ele alan meteoroloji

istasyonu arasında sıcaklık oldukça farklı olup şehir merkezini kapsayan istasyonda yaz günü sayısının 52 güne kadar ulaştığını görmekteyiz. Aynı il sınırları içerisinde bulunan bu iki istasyon arası fark bize yükseltinin sıcaklığı ne denli etkilediğini aynı zamanda şehirleşme ve nüfusun da etkin varlığını gözler önüne sermiştir. Şehirleşmenin getirdiği fark İstanbul ili için de belirgin bir biçimde gözlenmektedir. Bu il de yükseltinin etkisinden daha çok şehir-kır farklılaşmasına rastlamaktayız. Şehrin merkezi durumda olan ve nüfusun, yerleşmenin yoğun olarak yaşandığı İstanbul- Florya ve Kadıköy istasyonları yaz günü sayısı 75-80 gün iken; Şile istasyonu ortalamasının altında kalan 50 yaz günü sayısı ile İstanbul geneli dağılıştan ayrılmıştır. Bu durum üzerinde Şile'nin şehir ve yerleşmeden uzak olması ile Karadeniz'e yakın kıyı özelliği taşıması etkili olmuştur. Yine bu örneğe benzer bir örnek de Bursa-Keles istasyonunu verebiliriz. Uludağ istasyonunda gözlenen farklılaşmanın aksine Bursa-Merkez ile Keles istasyonun arasında gözlenen yaz günü sayısının nedeni şehir-kır alan farkından dolayıdır. Keles istasyonu Bursa merkez istasyonunun sıcaklık koşullarına göre daha kırsal ve nüfusun yerleşmenin daha az görüldüğü bir alandır ve iki istasyon arasında gözlenen farklılaşma yaz mevsiminin alansal dağılıştından çok sonbahar mevsiminde öne çıkmış olup bu şekilde anlamlılık kazanmıştır. Sonbahar mevsiminde Bursa-Merkez en yüksek aralık olan 30-140 içerisinde sonuç verirken Keles istasyonu 10-20 gün yaz günü ile sınırlı kalmıştır.

Marmara Bölgesi genelinde ise yaz günü sayılarının ortalamalarına bakıldığında batıdan doğuya doğru azaldığı gözlemlendiği gibi kıyıda iç kesimlere doğru da Şekil 14'te özellikle (a) ve (b) görsellerinde görüldüğü gibi belirgin bir değişim gözlenmektedir. Özellikle kıyı ve iç kesim sıcaklık değişkenliğinin varlığı yaz günü sayılarının değerlendirilmesinde ele alınan (b) sonbahar mevsimi haritasında kendini göstermektedir. Sıcaklıklar daha çok kıyı kuşakta yaz mevsiminde gözlenen değerlere yakın günler görülürken bölgenin iç kesimlerine doğru, kuzeybatı kesiminden başlayan Tekirdağ-Çorlu istasyonu ile bölgenin güneyinde bulunan Bilecik ve Bozüyük istasyonları ile başlayan sıcaklık düşüşleri belirgin şekilde görülmektedir. Bu noktada Sonbahar mevsimi kaymanın daha da belirgin olduğunu göstermektedir. Sonbahar mevsiminde 37 gün ile en fazla yaz gününe sahip alan Edremit istasyonu olmuştur, 35 gün ile Burhaniye 34 gün ile Ayvalık ve 30 gün ile Bursa-Merkez istasyonu olmak üzere toplam 4 istasyonda sonbahar mevsiminde en yüksek aralıkta yaz günü yaşanmıştır. Sonbahar mevsiminde genel olarak ortalama yaz günü sayısı ise 20-25 arasındadır. Son olarak ele aldığımız diğer mevsim olan ilkbaharda

ise yaz günü sayısının değerleri diğer iki mevsime göre oldukça düşük ancak yine de kaymaları sıcaklık geçişlerinin mevsimler arası varlığını göstermek açısından önemli bir durumdadır. İlkbahar mevsiminde ortalama yaz günü sayısı 10-15 yaz günü olarak tespit edilmiştir ve en fazla yaz gününe sahip olan istasyon 22 gün ile yine Edremit istasyonudur. Şekil 14(a)'da görüldüğü gibi ilkbahar mevsiminde belirgin olarak yaz günü indisi yalnızca Edremit istasyonu ve onu izleyen Burhaniye istasyonunda belirgin sonuçlar vermiştir. Özellikle bölgenin iç ve kıyı kesimleri kış mevsiminin etkilerine nispeten sahiptir. Kıyı kuşakta gözlenen 0-10 gün aralığına sahip yaz günü sonuçları denizlerin geç ısınıp geç soğumasının bir göstergesidir. Bu mevsimde en düşük aralıkta (0-10gün) yaz günü değerlerine sahip olan bölgenin güneydoğusu ise topografik şartların etkisi ile Uludağ istasyonunda, Keles istasyonunda ise karasallık özelliğinin varlığı nedeniyle sonuçlar anlamlı hale gelmiştir.

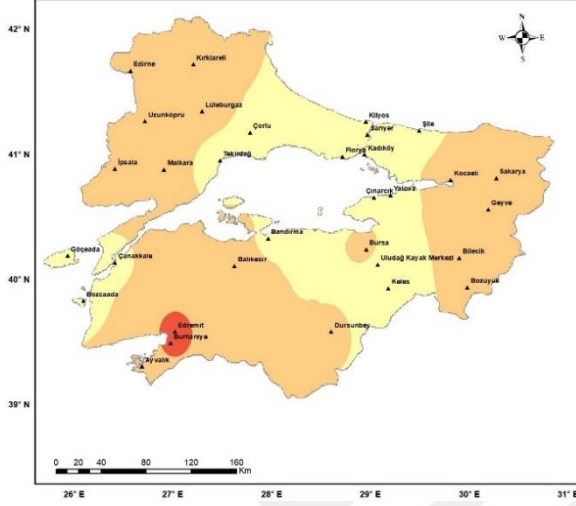
**Tropikal Gece (TR20) İndisi:** TR20 indisi tropikal gecelerin analizi için kullanılmaktadır. Minimum sıcaklık verilerine uygulanan bu indis 20°C üzerinde olan tropikal geceleri analiz etmektedir. Marmara Bölgesi'nde tropikal gece sayılarının dağılışı yine yaz günlerinin belirlenmesinde olduğu gibi sıcaklığı etkileyen faktörlerin büyük öneme sahiptir. Başta bölgenin aldığı güneş radyasyonu olmak üzere bulunduğu konum, denizellik-karasallık, havadaki nem miktarı ve yükselti gibi birçok unsura bağlı olarak alansal farklılıklar göstermektedir. Şekil 14(d)'de görüldüğü gibi çalışma alanında Tropikal gece sayılarında en fazla yıllık ortalama değerlere 55 gün ile Ayvalık istasyonu yer alırken bu değeri 48 gün ile Edremit istasyonu takip etmektedir.

Çalışma alanı içerisinde en yüksek yaz günü aralığı olan 30-140 gün arası bölgenin ağırlıklı olarak güneybatısı ve denize kıyısı olan alanlarda görülmüştür. Bandırma, Çınarcık, Gökçeada, Bozcaada bölge içerisinde en yüksek tropikal gece değerine sahip diğer alanlardandır. İstanbul'un içerisinde yer alan istasyonlardan ise 30 gün ile Sarıyer başta olmak üzere Kumköy/Kilyos ve Florya, Kadıköy istasyonları 20-30 gün aralığında tropikal gece özelliği göstermiştir. Bu alanların İstanbul'un gibi bir metropolde yer almasına ek olarak denizelliğin getirdiği nemlilik ve nüfusun, yerleşimin etkisi ile şehirselleşmiş adaların minimum sıcaklıkta dahi 20°C'yi aşan sıcaklıkların varlığını belirgin olarak göstermiştir. Şile istasyonu ise yine İstanbul kapsamından farklı sonuç vererek 19 gün

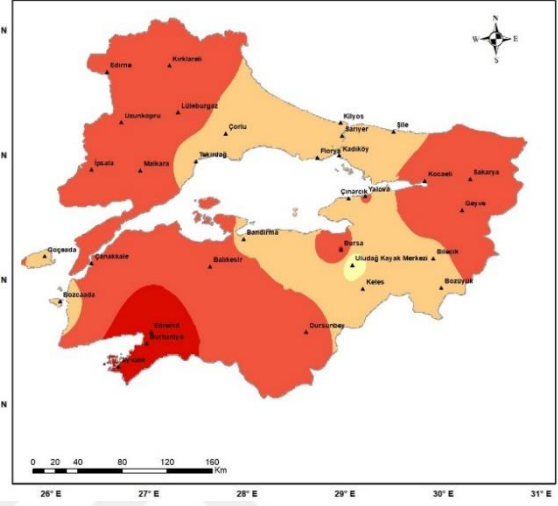
tropikal gece değeri göstermiştir. Tropikal gece sonuçları ile yaz günlerinin belirgin gözlendiği alanlar arasında güneşlenme süresinin ve şiddetinin yoğun olması, yükseltinin az ve denize yakın alanlar olması nedeniyle yılın büyük bir bölümünde birbiri ile paralellik gösteren alanlar olarak sonuçlar anlamlı hale gelmiştir. Tropikal gece değerlerinin özellikle Ege ve Marmara Denizi kıyı kuşaklarında ve hatta Karadeniz'e kıyısı olan Kilyos istasyonu gibi istasyonlarda yıllık ortalama tropikal gece sayıları genel olarak 25-55 gün arasında değişmektedir.

Marmara Bölgesi'nin; İç Anadolu Bölgesi sınırından bulunan istasyonlar ile Ege Bölgesi'nin İç Batı Anadolu Bölümü ile sınır olan alanlardaki istasyonlarda ise en düşük tropikal gece değeri (0-10 gün) görülmektedir. 0 gün ile Uludağ istasyonun başta olmak üzere Uludağ istasyonu gibi dağlık ve karasal bir özellik gösteren yerleşimini az olduğu Balıkesir-Dursunbey istasyonu, yine Bursa'da yer alan Keles istasyonu ve İç Anadolu kırsallığından etkilenen Bilecik-Bozyk istasyonu Tropikal gecelerin en az göründüğü alanlardandır. Ayrıca Tropikal gece sayılarında değinilecek bir diğer alan ise Bulgaristan ile Yunanistan sınırında bulunan Edirne, Uzunköprü istasyonları ile iç kesimlere doğru Lüleburgaz ve orlu istasyonlarında da tropikal gece sayıları 2-9 gün arasında değişmektedir. Bu alanlarda da yine denizellikten uzak olmaları ve orlu ve Lüleburgaz istasyonları gibi alanların bölgenin i bölgelerde bulunması nedeniyle karasallığın daha etken olması, iklimsel benzerlik ile coğrafi yapı uyumları dikkat çeken başlıca nedenler arasındadır. Bahsedilen bu alan içerisinde bulunan Lüleburgaz-Tigem istasyonunda tropikal gece sayısı 2 gün ile en az görülen alanlardan birisidir. Bulunduğu konum itibariyle Trakya'nın tarımsal üretimine katkısı olan Tarım İşletme Müdürlüğüne bağlı Türkgeldi Tarım İşletmesi'nin meteoroloji istasyonunun bulunduğu alanda yer alması ve istasyon çevresinde tarıma açılmış çok geniş bir arazi varlığı herhangi bir yükseltinin ve yerleşmenin olmaması tarım ve hayvancılığı gerçekleştiği bölge sıcaklık analizleri açısından dikkat çekmektedir. Çalışma alanımız olan Marmara Bölgesi'nde genel olarak Tropikal geceler için denize kıyısı olan alanlardan iç kesimlere doğru gidildikçe karasallık etkinliğine bağlı olarak tropikal gece sayılarında gözle görülür şekilde bir değişim söz konusudur.

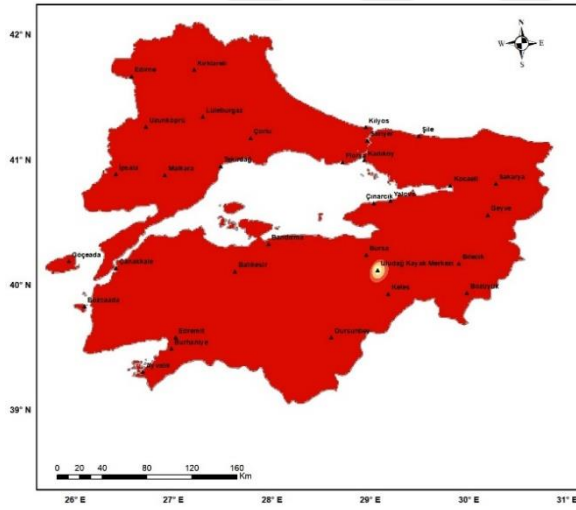
a. Yaz günü (İlkbahar)



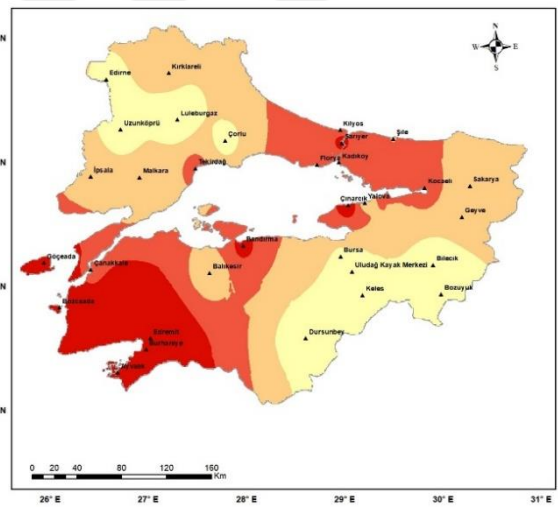
b. Yaz günü (Sonbahar)



c. Yaz Günü (Yaz)



d. Tropikal gece



**Lejant**

• Meteoroloji İstasyonları

**Gün sayısı**

- 0 - 10,0
- 10,0 - 20,0
- 20,0 - 30,0
- 30,0 - 140,0

Şekil 15. Yaz günü ve tropikal gece analizinin alansal dağılışı.

#### 4.2.2 TX90p (Sıcak Günler)



Sıcak günleri hesaplamak için kullanılan bu indiste 90. Yüzdelik değeri eşik değeri olarak seçilmekte ve maksimum sıcaklık verileri kullanılarak hesaplanmaktadır. Hesaplamalar mevsimlere bölünerek (ilkbahar, yaz, sonbahar, kış) olmak üzere değerlendirilmiş ve sonuçları anlamlandırmak adına eşik değerleri tüm mevsimler ve tüm indisler için aynı aralıkta seçilmiş, daha sonra ise belirlenen eşik değerinden büyük maksimum sıcaklıkların sayısı hesaplanarak sonuçlara ulaşılmıştır. Sıcak günleri hesaplamak amacıyla kullanılan bu indiste maksimum sıcaklıkların 90. Persantil değerinin üzerinde olduğu günlerin sayısı değerlendirmeye alınmıştır. Sıcak günler incelenirken belirlenen eşik değeri sonuçları her bir istasyonun sıcaklık aralığına göre değişiklik göstermektedir. Bu kapsamda Şekil 15 incelendiğinde sıcak gün sayısı maksimum sıcaklığın ortalama belirlenen eşik değerinin üzerinde en fazla gözlenen mevsim sonbahar olmuştur. Maksimum sıcaklık üzerinde gözlenen değerlerin ise en az gerçekleştiği mevsim yaz ve kış mevsimi olarak tespit edilmiştir. Yaz kış mevsiminde en düşük aralık değeri olan 0-10 gün arasında sonuçlar gözlenmiştir. Bu durum iki mevsimde de ekstrem bir sıcaklığın varlığının çok düşük seviyede gerçekleştiğini göstermektedir. Geçiş mevsimleri olan ilkbahar ve sonbaharda gözlenen sıcak gün sayıları daha çok bölgenin batı ve kuzeybatı kesimlerinde gözlenmektedir. Bu alandan ise doğu ve özellikle kuzeydoğu bölgelerine kademeli olarak geçişler gözlenirken sıcak gün sayıları da azalış eğilime geçmiştir.

Sonbahar mevsimi ele alındığında belirlenen aralık ölçeğinde 2. Seviye olan 10-20 gün arasındaki sıcak gün sayısı bölge içerisinde önemli bir yayılım göstermektedir. Sonbahar mevsiminde gözlenen sıcak gün sayılarının fazlalığı başta Bulgaristan ve Yunanistan kara sınırimız olmak üzere; bölgenin Yıldız Dağları bölümü, Ergene Havzası Bölümü ve Ege bölgesi ile sınırı olan Güney Marmara Bölümü içerisinde artışlar söz konusudur. Bu bölümler içerisinde ise en yüksek sıcak gün sayısı 19 gün ile Ayvalık istasyonu olurken onu 18 gün ile İpsala istasyonu ile Kırklareli, Edirne, Uzunköprü, Malkara, Gökçeada, Çanakkale, Edremit, Burhaniye, istasyonları sıcak gün sayılarının benzerlik göstererek takip etmişlerdir. Sonbahar mevsimi için bölgenin Karadeniz kıyısına ve Karadeniz Bölgesi'ne kıyısı olan istasyonlarda (Şile, Kilyos, Sarıyer, Geyve, Sakarya) sıcak gün sayısı düşük seviyede (0-10) aralığında görülmüştür. Beraberinde bir iç deniz özelliği gösteren Marmara Denizi kıyısında bulunan Çınarcık ve Bandırma istasyonlarında da sıcak gün sayısı düşük seviyede yine 0-10 gün aralığında gerçekleşmiştir. Özellikle

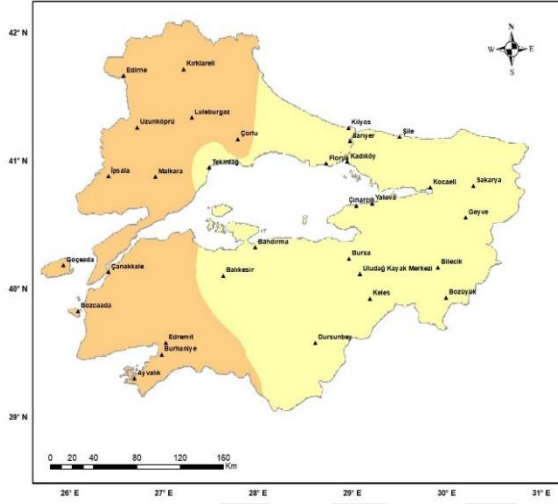
sonbahar mevsiminde gözlenen sıcak gün sayısının varlığı yaz mevsiminden geçiş ile birlikte gerçekleşen sıcaklık birikimi ile beraber geçmişte gözlenen sonbahar serinliğinin yerini yaz sıcaklığının alması elde edilen sonuçları ekstrem düzeye taşımıştır ve mevsimlerde gözlenen kaymaların varlığının en belirgin özelliği niteliğindedir.

Sonbahar mevsiminde ortalama maksimum değerlerinin aşımının kıyı kuşağındaki belirginliği denizin getirdiği nemlilikten kaynaklanırken istasyonlarda arazi koşulları ve kuzeybatıda yer alan Yıldız Dağlarının varlığı çıkan sonuçları etkiler niteliktedir. Aynı zamanda kıyı kuşağında bulunmasına rağmen sıcak gün sayısı düşük seviyede kalan Karadeniz kıyı kuşağı; gerek dağların uzanış doğrultusu gerekse enlemsel faktörlerden kaynaklı elde edilen sonuçlar şekillenmiştir. Bölgenin iç ve doğu kesimlerinde gözlenen engebe, yükselti farkı gibi durumlar çabuk ısınıp çabuk soğuma özelliğine sahip kara parçalarının etkinliği nedeniyle sonbahar mevsiminde ortalama maksimum değerleri korumuş olup eşik değerlerini düşük seviyelerde aşmalar göstererek tamamlamışlardır. Kış mevsiminde bölge genelinde eşik değerleri en düşük seviyelerde seyretmiş ve bu mevsimde sıcak gün sayısı en fazla görülen istasyon ise; İç Anadolu Bölgesi'ne sınır özelliği gösteren Bozüyük istasyonu olmuştur.

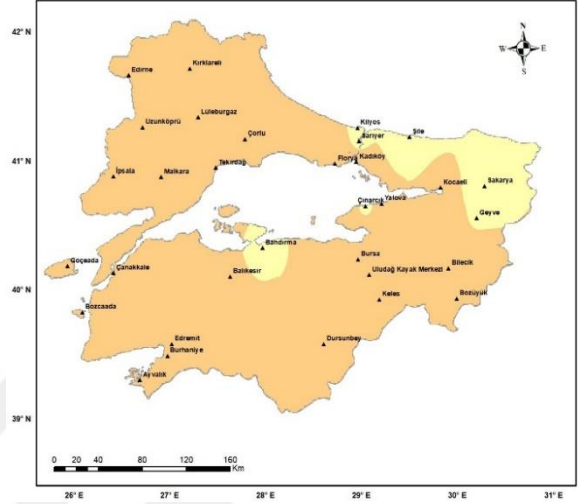
Sıcak gün indisi kapsamında ilkbahar mevsimi de bir geçiş mevsimi olarak kaymaların yaz-kış mevsimine göre nispeten sıcak günlerin görüldüğü mevsimlerden olmuştur. Özellikle İpsala ve Ayvalık başta olmak üzere Kırklareli, Uzunköprü istasyonları ortalamanın üzerinde bir değer ulaşarak eşik değerinde sıcak gün sayısının en yüksek değeri olan 14-15 güne ulaşmıştır. Bu alanların özellikle Ergene Bölümünde yer alan istasyonlardan; İpsala, Uzunköprü, Kırklareli düz bri arazi yapısı ve geniş ovalara sahip olması, belirgin yükseltelerin görülmemesi nedeniyle kış mevsiminden çıkan kara alanlarının çabuk ısınma özelliğinin sonuçları niteliğindedir. Bölge genelinde ise ilkbahar mevsiminde daha çok kuzey ve güneybatıda ağırlıklı sıcak günler yoğunlaşmıştır. En fazla yaz günü 16 gün İpsala olurken bu alandan itibaren bölgenin doğusuna doğru ise sıcak gün sayıları kademeli olarak düşüş göstermiştir. En düşük sıcak gün de 5 gün ile Şile istasyonu olmuştur. Bu duruma etken birçok unsur söz konusudur; kış mevsimin bitişi ile Karadeniz'e kıyısı olan bu istasyon denizlerin geç ısınıp geç soğuması özelliğinin bir sonucu niteliğindedir. Bunun yanı sıra Şile %79 oranında orman varlığına sahiptir Karadeniz iklimi ile Akdeniz iklimi karışık olarak görülür. Karadeniz üzerinden gelen

nemli hava doğrultusunda istasyon alanında güneşli gün sayısını düşük seviyelerdedir. Dalgali yükseltelerin varlığı ve yerleşme ve nüfustan nispeten yoksun olması gibi unsurlar sonuçlara etki etmiştir.

**a. İlkbahar**

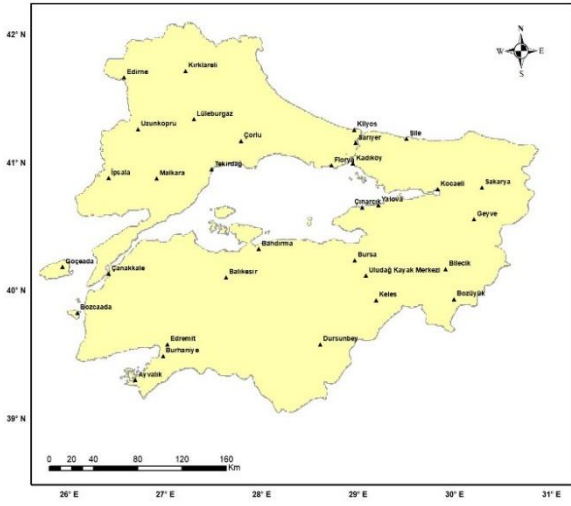
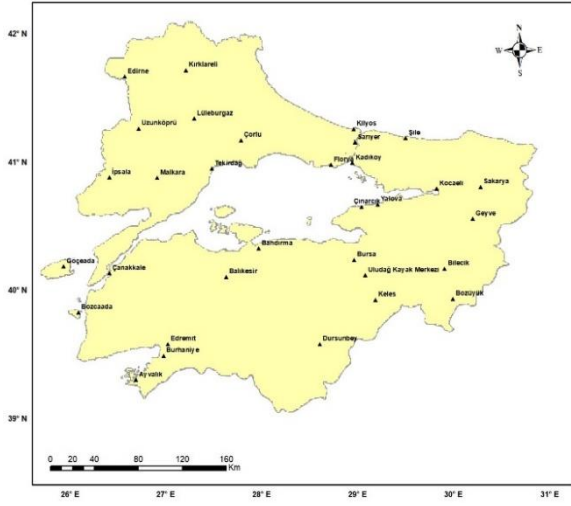


**b. Sonbahar**



**c. Yaz**

**d. Kış**



#### Lejant

- Meteoroloji İstasyonları
- Gün sayısı**
- 0 - 10,0
  - 10,0 - 20,0
  - 20,0 - 30,0
  - 30,0 - 140,0

Şekil 16. Sıcak gün sayıları analizi ve mevsimler arası dağılışı.

### 4.2.3 TN90p (Sıcak Geceler)

TN90p indisinde ise sıcak geceleri hesaplamak için TX90p indisi ile aynı yollar izlenmiş olup buradaki TN90p indisinin tek farkı maksimum sıcaklıklar değil minimum sıcaklıklar kullanılarak hesaplamalar yapılmıştır. Daha sonra yine belirlenen eşik değerinden fazla çıkan minimum sıcaklıklarının sayısı elde edilerek sonuçlara varılmıştır.

Minimum sıcaklık verilerinin mevsim normali değerlerinin üzerinde gerçekleştiği alanlar içerisinde ilkbahar ve sonbahar mevsimleri sıcak geceler en fazla 10-20 aralığındaki

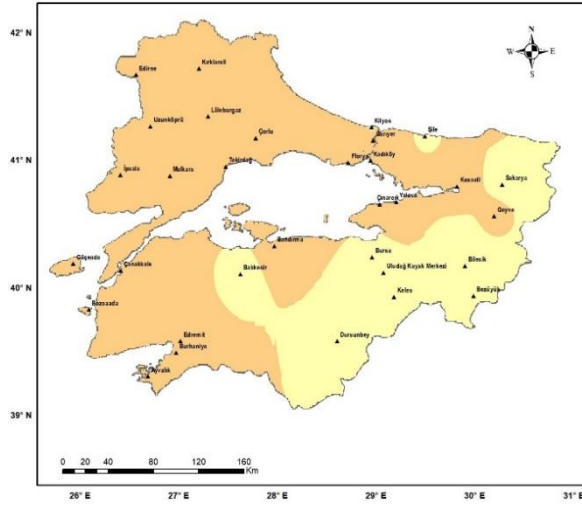
gün değerlerine ulaşabilmiştir. Özellikle sonbahar mevsimi diğer sıcaklık indis sonuçlarında olduğu gibi belirgin sonuçlar göstermektedir. Sıcak geceler sonbahar mevsimi kapsamında İpsala, Uzunköprü, Lüleburgaz istasyonlarında ekstrem düzeyde bir artış göstermemesi sebebiyle en düşük aralık olan 0-10 gün aralığında sonuçlar göstermiştir. Aynı zamanda bölgenin güneydoğusu ve İç Anadolu Bölgesi'ne sınır olan istasyonların varlığı ile yükselti ve karasallığın etken sonuçları ile sıcak geceler düşük aralıklarda gözlenmiştir. Bu mevsimde genel olarak sıcak geceler daha çok 8-12 gün sıcak gece süresine sahipken Sarıyer istasyonu en yüksek sıcak gece aralığı içerisinde yer almaktadır. Sarıyer istasyonunda 16 gün görülen sıcak gece süresi istasyonun İstanbul ilinde yer alan bir şehir merkezi olması kapsamındadır.

İlkbahar mevsiminde ise daha çok bir sokulum şeklinde bölgenin güney ve kuzeydoğusundan Balıkesir merkez istasyonuna geçiş gerçekleşmiştir. Bu sokulum ilkbahar mevsiminde bölge genelinin dışında düşük seviyede sıcak gece sayısına sahip alanlar olarak ayrılmıştır. Aynı zaman bu geçişe Şile istasyonu da İstanbul ili içi istasyonların harici olarak sonuçlar vermiştir. Şekil 16(c)'de görüldüğü gibi sıcak gün analizinin aksine sıcak gece indisinde yaz mevsiminde de 10-20 gün aralığına sahip ekstrem değerlere rastlanmıştır. Bu alanlar dar bir alanda sıkışmış olsa da özellikle istasyon yoğunluğu açısından İstanbul ili sınırları içerisindeki alanlarda görülmesi dikkat çekicidir. En yüksek sıcak gece değerine sahip alan Sarıyer istasyonu olarak belirlenmiştir. Yaz mevsiminde bölge genelinde 5-6 gün ekstrem sıcak gece yaşanırken Sarıyer istasyonunda 14 gün sıcak gece sonucuna ulaşmıştır. Bu istasyonda genel olarak Akdeniz ikliminin hâkim olması ile denize kıyısı olması neticesinde ılıman özelliği sıcak gecelerin yaşanmasını tetikleyen bir durumdur.

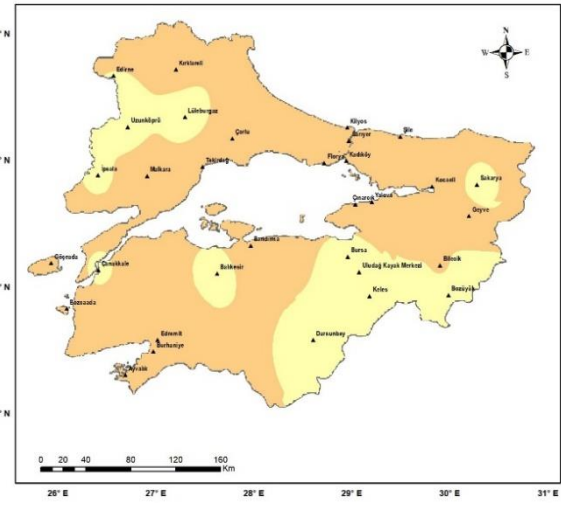
Sıcak geceler analiz edilirken diğer sıcaklık indislerinde değinilen noktalara ek olarak Şehir, kentsellik, nüfus varlığı gibi unsurların da üzerinde durulması sonuçları anlamlı kılacaktır. Şekil 16'da verilen görseller içerisinde (a) görselinde, ilkbahar mevsiminde sıcak gecelerin yoğun olarak gözleendiği alanlar incelendiğinde özellikle şehir merkezleri ve Marmara Bölgesi içerisinde nüfusun dağılışı ile paralellik gösteren bir dağılışı dikkat çekmektedir. Özellikle Türkiye'nin en fazla nüfusa sahip olan ili 15 milyon ile İstanbul, şehirleşme ve nüfus varlığı etkinliğinin sıcak gece dağılışı üzerinde de gözleneceği bir alan niteliğindedir ve bu il için ilkbahar, sonbahar ve yaz mevsimlerinde

sıcak gece sonuçları 10-20 aralığında gerçekleşmiştir. Özellikle iklim değişikliği kavramının varlığı sıcak gecelerin sayısına oldukça etki etmiştir. Marmara Bölgesi bu anlamda değerli ve önemli bir alandır. Gerek nüfus, yerleşme gerekse sanayi ve tarım gibi unsurların bir arada görüldüğü beşeri unsurların yanı sıra fiziki birçok değişkenliği de içinde barındırmaktadır. Bu geniş kapsamından hareketle de sıcak gecelerin dağılışı birçok alana değinerek ve birçok alandan etkilenerek şekillenmiştir. Özellikle Şekil 16'da (a) ve (b) görsellerinde görüldüğü gibi dağılış kıyılarından çevreye doğru şekillenmiş ve karasallığın etkin olduğu iç alanlar ile denizden uzak yükseltisi fazla olan alanlara doğru sıcak gecelerde aşamalı olarak bir azalış tespit edilmiştir. Bu kapsamda minimum sıcaklıkların yaz mevsimi normallerinin üzerinde gerçekleştiği iki alan öne çıkarken diğer alanlarda sıcak geceler çoğunlukta 0-10 gün aralığında kalmıştır. Son olarak sıcak geceler için kış mevsimine bakıldığında Marmara Bölgesi genelinde bir denge durumu söz konusu olmuştur. Bölgenin kuzeyi de, güneyi de, doğu ile batısı bir değişiklik göstermemiştir.

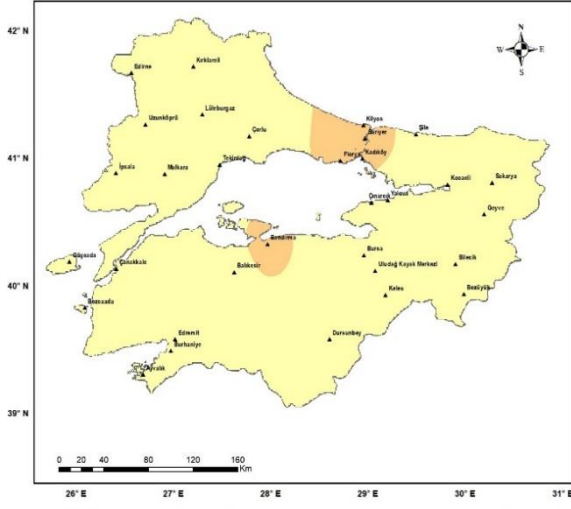
#### a. İlkbahar



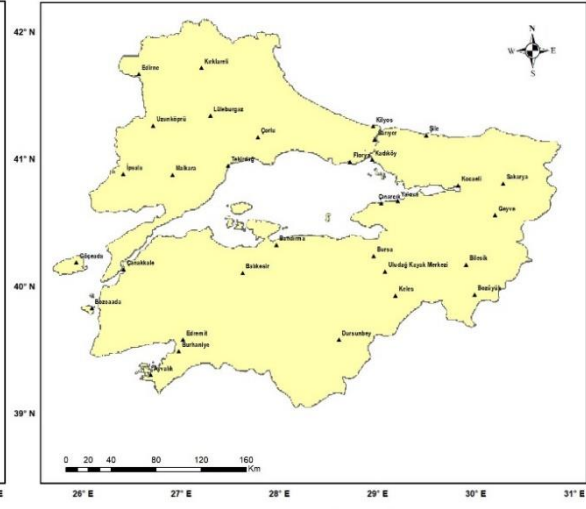
#### b. Sonbahar



### c. Yaz



### d. Kış



Şekil 17. Sıcak gece sayılarının analizi ve mevsimler arası dağılışı.

#### 4.2.4 FD0 (Donlu Günler) ve ID0 Buzlu Günler Analizi

**FD0 (Donlu Gün):** Donlu gün indisi olan bu indis minimum sıcaklıkların  $0^{\circ}\text{C}$ 'nin altında olduğu günlerin sayısı hesaplamak amacıyla kullanılmıştır. Donlu gün sayıları için Şekil 17'de (a) görseline baktığımızda Tropikal gecelerde gözlenen alanların tam tersi bir sonuç çıktığını görüyoruz. Tropikal sıcaklık indisi için çok düşük seviyede görüldüğü analiz edilen alanların, donlu gün sayılarında en fazla gün sayısına sahip alanlar olarak gözlenmiştir. En yüksek donlu gün sayıları ise; kırsallığın belirgin bir şekilde gözlendiği, denizden uzak iç kesimlerde ve yükseltinin, karasallığın fazla olduğu alanlarda görülür. İstasyonlar arasında değerlendirme yapıldığında ise Uludağ istasyonu 140 donlu gün ile hem belirlenen aralık değerlerinde sınır özelliği göstermiş hem de diğer istasyonlardan büyük oranda bir fark yaratarak en yüksek donlu gün sonucu vermiştir. Devamında gelen istasyonlarda 88-90 gün ile Keles ve Bozöyük istasyonlarıdır. Bozöyük istasyonunun İç Anadolu Bölgesi'ne yakınlığı ile karasal bir iklime geçişin etkisini sıcaklık düşüşleri ile gösterirken, Keles istasyonu ise Uludağ'ın eteklerinde bulunan bir konuma sahip olması ile karasallık ve dağlık özellikleri içerisinde barındıran bir alanda yer alması nedeniyle donlu

gün sayılarının artışı belirgin bir şekilde kendini göstermektedir. Donlu gün sayılarının az olduğu alanlar ise yine tahmin edileceği üzere denizelliğin, nemin yoğun olduğu kıyı kesimlerde yayılış gösterirken aynı zamanda bu alanlarda engebenin az, şehirleşme ile yerleşmenin ise yoğunlaştığı alanlar olarak gözlenmiştir. Bu alanların başında en düşük buzlu gün değerine sahip alanların başında 5 gün ile bir ada istasyonu olan Bozcaada gelmektedir, devamında ise 7 gün ile yine iç bir denize kıyısı olan ve daha çok turizm kaynaklı bir özellik gösteren Çınarcık istasyonu gelmektedir.

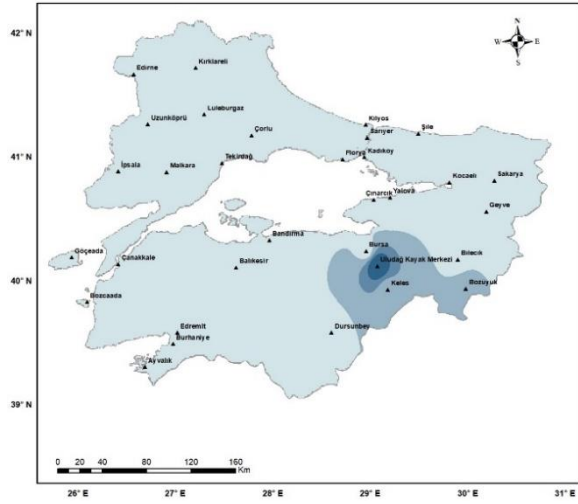
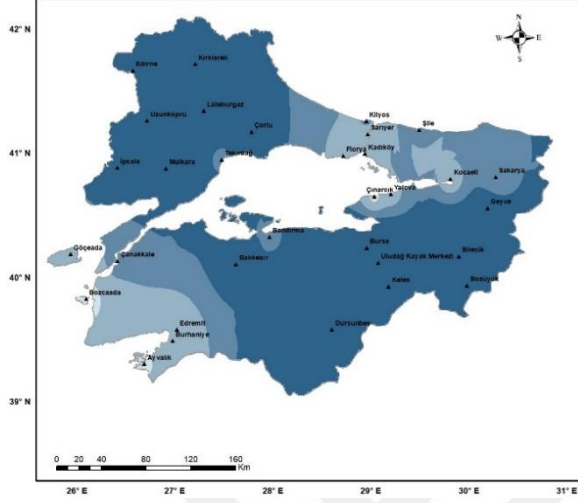
**ID0 (Buzlu Gün):** Maksimum sıcaklık verileri üzerinde 0°C'nin altında kalan günlerin sayısı hesaplanarak buzlu günler indisi olan ID0 elde edilmiştir. Buzlu günler yine Şekil 17'de (b) görseline bakıldığında bölgenin denizel ve karasal alanlarına göre bir şekillenme göstermektedir. Bu alanda gözle görülür ve dikkat çeken tek bir alan vardır o da 50 buzlu gün sayısı ile Uludağ istasyonudur. Buzlu gün yoğunluğu fazla olduğu alanlarda yine diğer indislerle benzerlik gösteren kırsallığın belirgin bir şekilde gözleendiği ve kıyılardan uzak bir alan olan 12 buzlu gün ile Keles istasyonu yer almaktadır. Buzlu günler Uludağ-Keles-Dursunbey-Bozüyük istasyonları kapsamında bir aşamalılık göstererek bu alanda yoğunlaşmıştır.

Buzlu gün sayılarının en az olduğu alanlar ise sıcaklığın, nemliliğin ve doğrudan denizellik bağlantılı kıyı alanlarının bulunduğu alanların düşük buzlu gün sayılarına sahip oldukları belirlenmiştir. Bu alanlar genel olarak 0-2 gün arasında buzlu güne sahiptirler. Değinilen alanlar dışında yine buzlu gün sayısı az olan alanlarda şehir merkezleri de yer almaktadır. Örnek olarak belirgin özellikler gösteren ve göze çarpan alanlar Bursa merkez istasyonunun en düşük buzlu gün istasyonu içerisinde yer alması ile Uludağ istasyonunun en yüksek seviyedeki buzlu günler içerisinde bulunması verilebilir. Bu duruma benzer olarak Kocaeli, Kırklareli gibi istasyonların tıpkı Bursa istasyonu gibi şehir merkezi niteliğine ve özelliğine sahip olması sıcaklıklar üzerinde etkili olmuştur. Buzlu günlerin neredeyse hiç yaşanmadığı istasyonlar ise Özellikle deniz kıyısı ve Ege Bölgesi'ne yakınlığı nedeniyle başta Ayvalık ve Edremit istasyonu yer alır devamında ise Burhaniye ile Bozcaada istasyonları gelir. Yalova istasyonu da iç denize kıyısı olması ve genel itibari ile ılıman koşulların hakim olması nedeniyle en düşük buzlu günlerin yaşandığı istasyonlar içerisinde yer almaktadır.



### a. Donlu gün

### b. Buzlu gün



#### Lejant

• Meteoroloji İstasyonları

#### Gün sayısı

0,0 - 10,0
10,0 - 20,0
20,0 - 30,0
30,0 - 140,0

Şekil 18. Donlu ve Buzlu gün analizinin alansal dağılışı.

### 4.2.5 TX10p (Serin Günler)

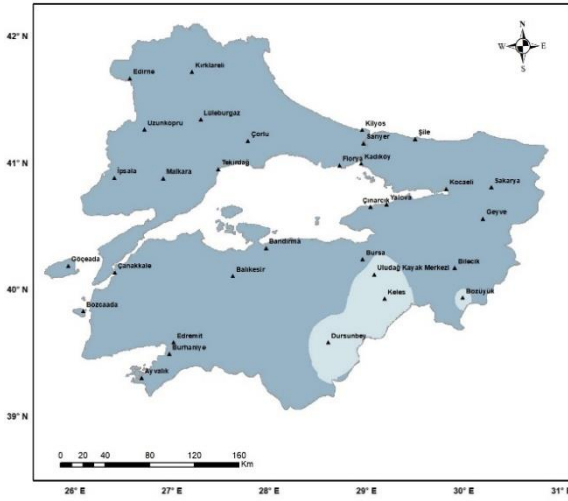
Bu indis ise serin günleri hesaplamak amacıyla kullanılmıştır. 10. Yüzdilik değeri eşik değeri olarak seçilmiştir ve maksimum sıcaklık verileri değeri olarak kullanılmıştır.

Yine bu indiste de belirlene eşik değerinin altında kalan maksimum sıcaklık sayıları analiz edilip hesaplamalar yapılmıştır. Marmara Bölgesi önemli denizelliğin ve karasal alan farklılaşmasının yaşandığı bir coğrafi konumda yer almaktadır. Özellikle diğer sıcaklık indislerinde de gözlendiği gibi geçiş iklimleri ekstrem değerlerin gözlendiği alanlar niteliğindedir. Serin günlerin 10-20 gün aralığında gözlendiği nadir alanlardan yalnızca ilkbahar ve sonbahar mevsimlerinde gözlenmiştir. İlkbahar mevsiminde güneyden kuzeye doğru hatta güneydoğudan şekillenen geçişler mevcutken bölgenin iç kesimlerinde ve kuzeyinde serin günlerin sayısı yüksek seviyede çıkmıştır. Bölge genelinden farklı sonuç veren Dursunbey, Uludağ, Keles ve Bozüyük istasyonları öne çıkan başlıca alanlar olmuştur. Bu istasyonların ortak özellikleri ise sıcak iklim koşullarının düşük olması ile birlikte bölge coğrafi konum, yükselti, ve karasallıktan ötürü yıl süresince sıcaklık dereceleri yüksek seviyelerde görülmemiştir. Bu bağlamda kış mevsiminde bahara geçiş ile birlikte özellikle kara alanlarının çabuk ısınması ile serin gün sayıları azalış eğilimine girmiştir. Bu durumun tipik bir şekilde örneğini de Şekil 18 (a) görselinde, ilkbahar mevsiminde Marmara Bölgesi'nin güneydoğusundan kuzeydoğusuna doğru kademeli olarak geçiş ile gözlenmektedir. Özellikle İç Anadolu'nun kuraklığının ve karasallığının hissedildiği Bozüyük'teki serin gece sayısı ile yükseltinin ve yine engebe ve karasallığın hâkim olduğu Dursunbey, Keles istasyonlarının serin gün sayıları belirlenen aralıklar içerisinde en düşük gün sayısı olan 0-10 gün arasındadır. İstasyonlar özelinde ise 6-9 gün arasında sonuçlar değişmektedir. Bu nedenle hali hazırda serinliğe sahip olan bu istasyonların da ilkbaharda ekstrem bir serin gün göstermemesi bölge genelinden ayrılmasına sebebiyet vermiştir. İlkbahar mevsiminde coğrafi konum olarak bölgenin kuzeyinde şekillenen ve Karadeniz'e kıyısının varlığı nedeniyle Şile ve Kumköy-Kilyos istasyonları 16 gün ile en yüksek serin gün değeri sonucu vermişlerdir. İlkbahar mevsiminde denize kıyısı olan alanlarda serin günlerin daha belirgin bir şekilde yer alması denizlerin ani bir şekilde ısınma veya soğuma göstermemesine dayanmaktadır. Buradan hareketle de mevsim ortalama değerlerinin altında seyreden maksimum sıcaklık verileri denizel alanlarda serin günlerin bu mevsimde fazla çıkmasına yol açmıştır.

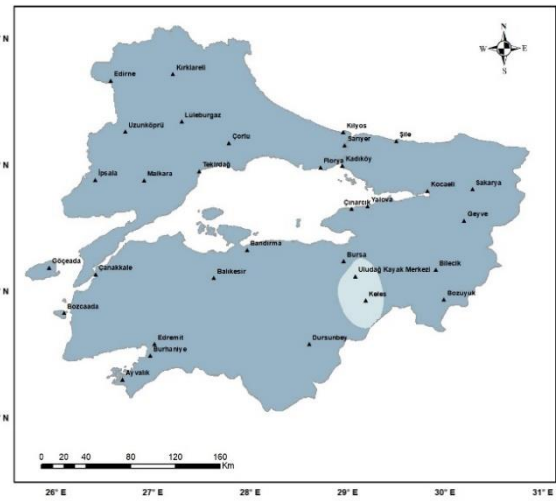
Sonbaharda ise yine Uludağ ve Keles istasyonları hariç bölgenin %95'inde 10-20 gün aralığında ekstrem serin gün sonucuna ulaşılmıştır. Bölge içerisinde farklılık gösteren alanlar için nemlilik temelli kara-deniz dağılışı önemli bir yere sahiptir. Karaların çabuk ısınıp çabuk soğuması ve denizlerin geç ısınıp geç soğumasını geçiş iklimleri üzerindeki

varlığını açık bir şekilde göstermektedir. Yine ilkbahar mevsiminde dikkat çeken bir diğer unsur ise dağlık ve yükseltisi fazla olan karasal alanlardan elde edilen sonuçlar olmuştur. Sonbaharda, ilkbahar mevsimindeki kadar belirgin bir nokta veya alansal geçiş gözlenmesi de yazdan kış mevsimine geçiş bağlantısı nedeniyle karasallık ve denizelliğin etkinliğini, dağlık ve düz arazi farkının varlığı Şekil 18 (b)'de anlamlı hale gelmiştir. Yaz ve kış mevsimine baktığımızda olağan seyirlerini bozmayarak iki mevsimde de yüksek aralıkta bir ekstrem serin gün tespit edilmemiştir. Yaz mevsiminde dikkat çeken bir alan olan Şile istasyonu, bölge içerisinde çoğunlukla 4-6 gün aralığında serin gün gözlenirken, Şile istasyonu serin gün sayısının 9 gün olarak sonuç vermesi ile en yüksek değere sahip olmuştur. Neredeyse 2. Aralık olan 10-20 gün aralığı içinde yer alacak olan bu istasyon, alan olarak Marmara Bölgesi'nin kuzeydoğusunda ve Karadeniz kıyısında yer almaktadır, Bu nedenle yaz mevsiminde gözlenen mevsimsel ortalamaların altında kalan sıcaklık değerleri, serin günlerin varlığının artırmıştır.

#### a. İlkbahar

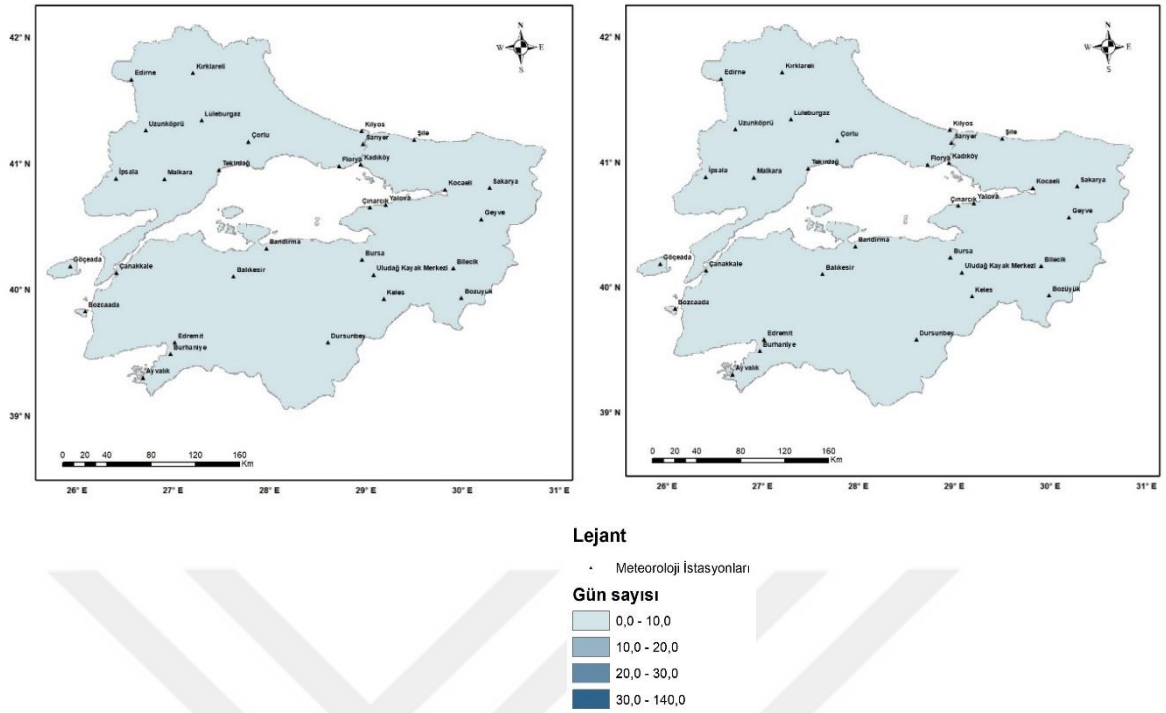


#### b. sonbahar



#### c. Yaz

#### d. kış



Şekil 19. Serin Günlerin analizi ve alansal dağılışı.

#### 4.2.6 TN10p (Serin Geceler)

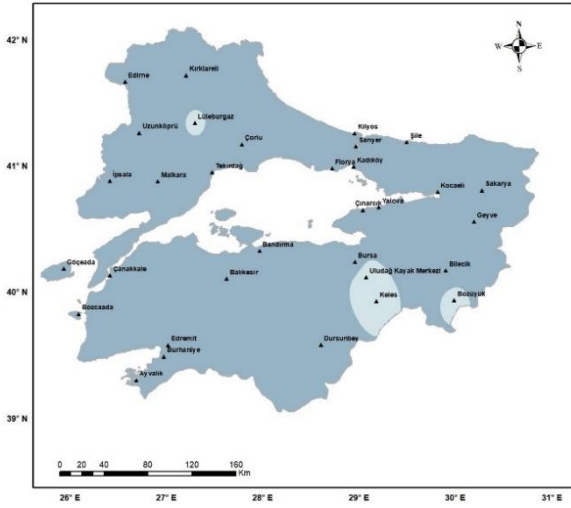
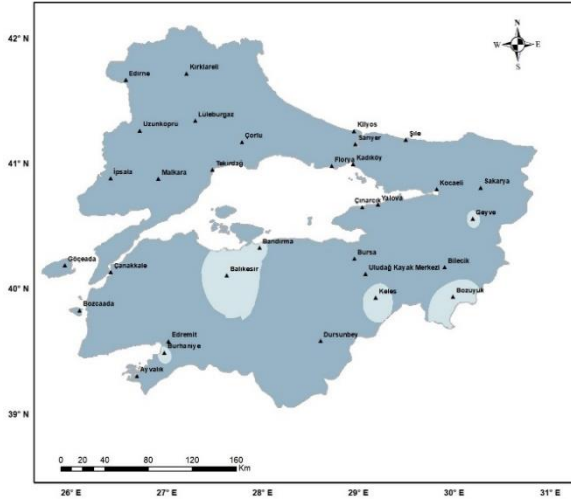
TN10p indisinde TX10p indisinde olduğu gibi 10. Yüzdelik değer eşik değeri olarak seçilmiştir ve serin geceleri hesaplamak amacıyla kullanılmıştır. Burada TX10p sıcaklık indisinden farklı olarak ise maksimum sıcaklıklara değil minimum sıcaklık verileri kullanılarak bu sıcaklık verileri ortalama değerinin altında kaldığı günler tespit edilip sonuçlara ulaşılmıştır. Minimum sıcaklık verilerinin uzun yıllar incelenen değerler olan %10 normalinin altında kalması ile sonuçlar elde edilir. Yine diğer indis hesaplamalarında olduğu gibi mevsimlere bölünerek gözlemler yapılmıştır.

İlkbahar ve sonbahar mevsimlerinde normalin altında gerçekleşen değerler ağırlıkta iken yaz ve kış mevsimleri seyirlerinde ilerlemişler ve dikkat çeken bir minimum sıcaklık değeri düşüşlerine rastlanmamıştır. Yaz ve kış mevsimlerinde serin geceler tamamen ilk aralık olan 0-10 gün arasında sınırlı kalmışlardır. İlkbahar mevsiminin bir geçiş iklimi olması nedeniyle bahar mevsimi ile birlikte kış mevsimine ait minimum değerler bir miktar devam

etmesi sonucu serin gece sayısında en yüksek değere sahip olan 13-15 aralığı yalnızca bu mevsimde ve sonbahar mevsiminde Çınarcık ve Ayvalık istasyonlarında gözlenmektedir. Alansal olarak farklılıklara sahip olan bazı istasyonlar da mevcuttur, ilkbahar ve sonbahar mevsimlerinde Lüleburgaz, Bozüyük, Balıkesir, Geyve, Keles, Uludağ istasyonları ilkbahar mevsimi içerisinde minimum sıcaklıkları ortalama değerine yakın seyretmesi nedeniyle serin gecelerin sayısı düşük seviyelerde 5-7 gün aralığında sonuç vermiştir. Yine geçiş mevsimlerinde gözlenen denize kıyısı olan alanlarda görülen serin gece sayısının fazlalığı; denizlerin geç ısınıp geç soğumasına bağlı olarak uzun yıllar ölçülen mevsim normalleri ortalamasının altında kalan değerler serin gecelerin sayısında bir artışa neden olmuştur. İç karasal bölgeler ve dağlık engebeli alanlar ise yine ilkbahar ve sonbahar mevsimlerinde beklenen minimum değerleri korumuş ve serin geceler sayıları 3-5 ve 5-7 gün arasında değişmiştir. Bölge içerisinde birçok unsurun ve indis sonuçlarına etki eden topografik ve morfolojik özelliklerin varlığı Marmara Bölgesi kapsamında incelemelerin zenginliğini de ortaya koymuştur. Seri gün ve serin gece indisleri ekstremleri analiz etmede önemli bir alansal sonuçlara ulaşmamızı sağlamışlardır. Her iki indiste de sonuçlar benzerlik göstermektedir ve yaz-kış mevsimlerinde yüksek değerlerde ekstrem serinliğe rastlanmamıştır. Bu duruma sebep olan en güçlü unsur ise gün geçtikçe artış gösteren sıcaklıkların soğuk ekstremelerde bir azalışa sebebiyet vermesi ile bağlantılıdır.

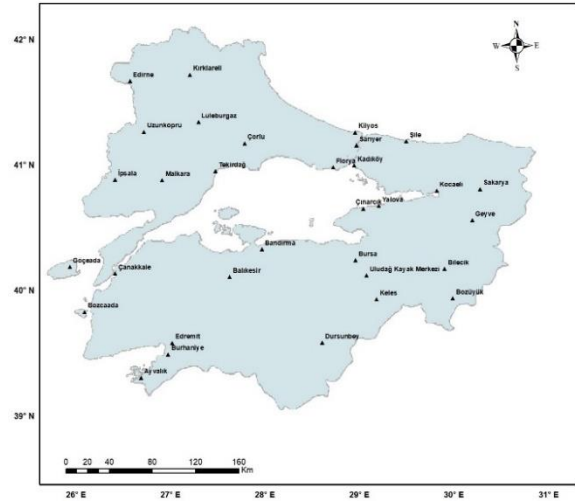
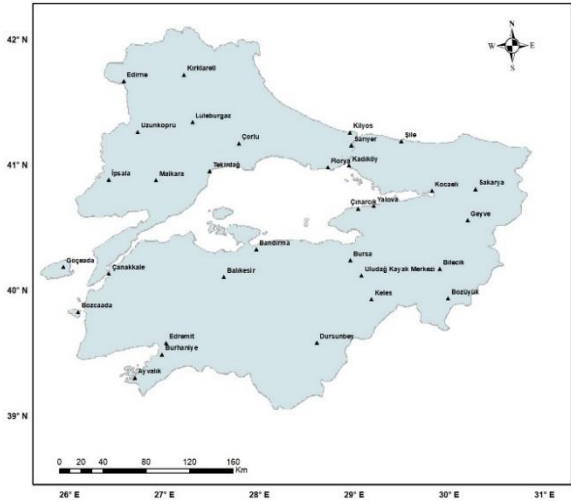
#### **a. İlkbahar**

#### **b. Sonbahar**



**c. Yaz**

**d. Kış**



**Lejant**

• Meteoroloji İstasyonları



Şekil 20. Serin gecelerin analizi ve mevsimler arası dağılışı.

#### 4.2.7 (DTR) Günlük Sıcaklık Genişliği

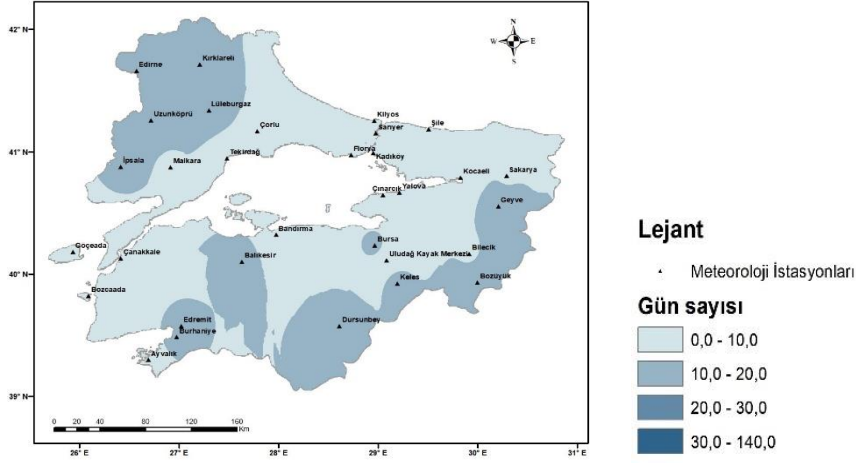
Günlük sıcaklık genişliğini belirlemek amacıyla kullanılan son indisimiz ise maksimum sıcaklıklardan minimum sıcaklık verileri çıkarılarak hesaplanmıştır. Aykır, (2017); günlük sıcaklık genişliği ile ilgili değişimlerde etkili olan üç unsur olduğunu belirtmiştir; bunlardan ilki minimum sıcaklığın sabit kalarak maksimum sıcaklığın artış göstermesi ya da maksimum sıcaklığın sabit kalması ile minimum sıcaklığın düşmesi, son olarak ise minimum sıcaklığın düşme göstermesi sonucu maksimum sıcaklığın artışa geçmesidir. Marmara Bölgesi analiz edildiğinde ise sıcaklık farkının en az çıktığı alan 5,8 °C ile Bozcaada istasyonu olurken, en fazla sıcaklık farkı ise 12,7 °C sahip olan Lüleburgaz-Tigem istasyonudur. Sıcaklık farkları bölge genelinde ortalama 9-10 °C civarındadır. Şekil 20’de de görüldüğü gibi istasyonlar arasında sıcaklık farklarının en az görüldüğü alanlar; bölge genelince daha çok denize kıyısı alanlar yani nemliliğin hakim olduğu istasyonlarda görülürken değer olarak 0-10 aralığındadırlar. Kalan alan ise farkın çok olmaması ile birlikte daha çok 10-20 aralığında sonuç vermişlerdir.

Sıcaklık farklarının düşük seviyede gözlendiği alanlar incelendiğinde kıyı kuşağında yer alan, denizel alanların varlığı dikkat çekici niteliktedir. Bunun yanı sıra iç deniz özelliği gösteren Marmara Denizi’ne kıyısı olan birkaç istasyonda, bölgenin güneybatı kesiminde yer alan Çanakkale ilinin Bozcaada ile Gökçeada istasyonları ve Karadeniz’e kıyısı olan bazı istasyonlarda denizelliğin ve nemliliği etkisi nedeniyle sıcaklık farklarının düşük seviyede olduğu gözlenmiştir. Bu alanlar arasında dikkat çeken bir istasyon ise Uludağ istasyonudur. Uludağ istasyonunun sıcaklık değişkenliğinde farkın çok büyük olmadığını ya da belirgin bir değişimin görülmediği saptanmıştır. Bursa istasyonunu ele alarak bir karşılaştırma yapacak olursak sıcaklık değişkenlikleri bakımından Bursa merkez istasyonunun gösterdiği fark her zaman Uludağ istasyonundan daha fazla olmuştur. Bursa istasyonunda sıcaklık farkı 11,2 °C gözlenirken, Uludağ istasyonunda sıcaklık farkı 1970-2019 yılları arası 6,9 °C olarak sonuçlanmıştır. Bursa istasyonunda maksimum 33-35 °C sıcaklıklara rastlanırken minimum sıcaklıklarda -4 °C seviyelerine de ulaştığını görülmüştür. Bursa’daki bu yüksek derece gözlenen maksimum ve minimum sıcaklıkların varlığı gözlenen farkı açıklar niteliktedir. Bu noktada Uludağ

istasyonu üzerinde gözlenen sıcaklıklara baktığımızda ve incelediğimizde en yüksek sıcaklık bugüne dek 22 °C'yi geçmemiştir. İstasyonun dikkat çeken özelliği bu noktada ortaya çıkmaktadır gündüz sıcaklıklarının genel itibariyle düşük seviyede gözlenmesi gece ile gündüz sıcaklık farkının da azalmasına neden olmuştur. Uludağ istasyonunun sıcaklıklar arası farkın düşük seviyelerde gerçekleşmesi ise; çok yüksek sıcaklıklara sahip olmamasının yanında ekstrem düşük bir sıcaklığa da sahip olmamasından kaynaklanmaktadır. Bu durumu diğer indis analizleri olan serin gece(TN10p) ve serin gündü(TX10p) analizlerinde de Uludağ istasyonu dikkat çeker nitelikte olmuştur. İstasyonu etkileyen diğer faktörler incelendiğinde; yükselti arttıkça sıcaklıklar da belirgin bir şekilde düşüş göstermesi sonucu yağışlarda da bir artış görülür bu nedenle Uludağ istasyonun bulunduğu alan soğuk ve belirgin bir nemli dağ iklimine sahip olduğu görülür. Akdeniz ikliminin etkili olduğu Bursa istasyonunda ise yaz dönemlerinde kuraklıkların dahi yaşandığı gözlenmiştir. Bu farkın alansal dağılışı şekil 20'de Bursa-Uludağ ve Keles istasyonu üçgeninde açık bir şekilde gözlenmektedir.

Marmara Bölgesi kapsamında ele alınacak bir diğer unsur ise kır/kent değişkenliğidir. Şehirleşmenin, nüfusun, kentsel yaşamın getirdiği sonuçlar da sıcaklıkta etkin bir role sahiptir. Şehirleşmenin belirgin olarak gözlendiği; Bursa, İstanbul gibi istasyonlarda nüfus ve yerleşmenin fazlalığı şehir ısı adalarını arttırarak kırsal bölgelere göre şehir istasyonlarının gece sıcaklıklarını arttırmıştır ve bu nedenle şehir alanlarında kırsal alanlara göre sıcaklıklar daha az düşüş göstermektedir. Bu durum da şehir ile kırsal alan arası değerlendirme yapıldığında 2 bölge arasında sıcaklık farkının zamanla artışına neden olmuştur. Bu durum için en belirgin örnekler; şehir merkezi olan Balıkesir istasyonu ile yükseltinin fazla, karasallığın etkili olduğu Balıkesir'e bağlı Dursunbey istasyonunu, yine aynı şekilde şehir merkezi olan Bilecik istasyonu ve İç Anadolu Bölgesine sınır olması nedeniyle karasallığın keskin bir şekilde gözlendiği Bozüyük istasyonu verilebilir. Son olarak ise yine aynı nedene ve sonuca bağlı olan Sakarya istasyonu ile kırsal kesim alanında yer alan Geyve istasyonu arasında sıcaklık farkları belirgin örneklerdendir. Genel olarak da şehir/kır alanları arası ile kıyı/iç kesim bölgeleri arasında yer alan istasyonlarda sıcaklık farkının belirgin derecede farklar yarattığı analiz edilmiştir.





Şekil 21. Maksimum-minimum sıcaklık farkının alansal dağılışı.

## BEŞİNCİ BÖLÜM SONUÇ VE ÖNERİLER

Ele alınan tez çalışmasında; değişimi gün geçtikçe belirginleşen ve hissedilen iklim değişikliği ile en önemli göstergelerinde olan ekstrem sıcaklık analizleri Marmara Bölgesi kapsamında ele alınmıştır. Marmara Bölgesi bulunduğu konum ve içerisinde barındırdığı faaliyet çeşitliliği nedeniyle önemli farklılıkları içerisinde barındıran bir bölgedir. Hem Türkiye içerisinde en gelişmiş bölge olması hem de nüfus olarak İstanbul gibi bir metropole sahip olmasıyla, değişkenlikleri ile öne çıkan bir bölge niteliği göstermiştir. Bölge içerisinde Meteoroloji Genel Müdürlüğü tarafından sağlanan 36 meteoroloji istasyonunun günlük ortalama, minimum ve maksimum sıcaklık verileri kullanılmıştır.

Yararlanılan gözlem istasyonlarında ilk olarak homojenlik analizi yapılarak kırılma yıllarının varlığı ve nedenleri incelenmiştir. Homojenlik analizi gerçekleştirilirken Pettitt Testi, Standart Normal Homojenlik Testi (SNHT) ve Buishand Sıra Testi uygulanmıştır. Gerçekleştirilen homojenlik testleri ardından ise ekstrem sıcaklıkların varlığını ve etkilerini tespit etmek amacıyla belirlenen 9 adet sıcaklık indisinde yararlanılarak analizler gerçekleştirilmiştir. Elde edilen analiz sonuçları ise;

- Homojenlik analizi sonucu istasyonlar genelinde Pettitt Testi ile Buishand Sıra Testi sonuçlarının zaman serilerinin ortasında gerçekleşen sıçramalara ağırlık vermesi nedeniyle benzerlik göstermektedir. SNHT testi ise veri aralığının ağırlıklı olarak başı ve sonundaki kırılmalara hassasiyet

göstermektedir. Bu kapsamda sonuçlar değerlendirilirken Pettitt Testi ile SNHT arasında karşılaştırmalı olarak değerlendirilmiştir.

- Pettitt Testi için istasyonlarda ağırlıklı olarak kırılmalar 1997 yılında gerçekleşmiştir. Özellikle günlük ortalama sıcaklıklarda 36 istasyon içerisinde 22 istasyonda, maksimum sıcaklıkta da yine 1997 yılında 18 istasyonda kırılmalar gerçekleşmiştir.
- SNHT’de ise analizler sonucu yine kırılmalar belli bir tarihte ağırlıklı olarak tespit edilmiştir. 2006 yılı SNHT için günlük ortalama sıcaklıkta 22 istasyonda kırılmanın gerçekleştiği yıl olmuştur. Minimum sıcaklıklarda ise yine 2006 yılı 18 istasyonda kırılma göstermiştir. Son olarak maksimum sıcaklık verileri üzerinde uygulanan SNHT sonucu ise 17 istasyonda kırılmalar tespit edilmiştir.
- Bu kapsamda 3 farklı test istatistiği kullanmak daha etkin sonuçlar elde etmekte ve tek bir test sonucuna bağlı analizlerin sağlanmamasına katkıda bulunmuştur. Test sonuçlarının ağırlık verdiği tarihler özelinde 1997-1998 yılı özellikle istasyonların geçmiş yıllarda gözlenen sıcak dönemlerin varlığı; örneğin 1992-1993 yıllarında gözlenen sıcaklıkların artışının bir yansıması olarak tespit edilmiş ve paralellik gösterdiği analiz edilmiştir.
- Homojenlik analizi sonuçları doğrultusunda gözlenen SNHT’de gerçekleşen 2. kırılma dönemi olarak belirlenen 2006 yılı ise yine istasyonlar içerisinde en fazla 22 en az 16 istasyonda kırılmanın gerçekleştiği yıl olarak tespit edilmiştir. Ağırlıklı olarak gerçekleşen kırılma yılı 2006-2007 dönemleri ise çoğunlukla Türkiye genelinde istasyonların 2007 yılı itibari ile dijital ölçümlere geçmesiyle bir uyum ve paralellik göstermektedir.
- Kırılma yılların gözlenmesinin, yani kırılmaların varlığının asıl nedeni ise istasyonlar genelinde çevresel etkilerden kaynaklanan sorunların açığa çıkması, istasyonların konumunda değişiklikler, şehirleşme ve insan varlığı gibi ve aletsel ölçümlerden kaynaklanan hatalardan dolayı kaynaklanmakta ve homojensizliğe sebep olmaktadır.

- Homojenlik analizi sonuçları doğrultusunda özellikle minimum sıcaklık verilerinin kırılma yılları incelendiğinde kırılmaların geçmiş yıllara göre kademeli bir şekilde artış göstermiş ve 1997 yılından sonra sıcaklıklar hiçbir dönemde azalma göstermeyerek sıçramalarla beraber artışına devam etmiştir. Minimum sıcaklıklarda gözlenen bu kademeli sıcaklık artışları da aslında iklim değişikliğinin ve beraberinde küresel ölçekte gözlenen ısınmanın bölgesel bir sonucu niteliğindedir.
- Marmara Bölgesi fiziki ve beşeri özellikleri dikkate alınarak gözlenen analiz sonuçları doğrultusunda; bölgenin nüfusunun, kentleşmenin, denizel varlığı ve karasallığın hakim olduğu alanlar, tarımsal ve dağlık alan özelliğine sahip birçok istasyon etkilerini sonuçlarda belirgin olarak göstermiştir.
- Dış etkenlerin analiz sonucu gerçekleşen istasyon grafiklerinde özellikle belli istasyonlarda açıkça gözlenmektedir. Örneğin İstanbul-Florya istasyonunda gözlenen değişimlerin en etken unsur istasyonun kentsel ısı adasının etkisinin belirginliği öne çıkmaktadır.
- Bir diğer öne çıkan istasyon Uludağ istasyonu yükselti, Lüleburgaz-Tigem istasyonu ise nemlilikte uzak tarıma ayrılmış düz ve kırsal bir arazi ile tarım işletmesinin bölgedeki varlığı etkili olmuştur.
- Diğer bir analiz yöntemi olan sıcaklık indisi sonuçlarında ise eşik değerleri kullanılarak; Sıcak Günler (TX90p), Sıcak Geceler (TN90p), Serin Günler (TX10p), Serin Geceler (TN10p), Günlük Sıcaklık Genişliği (DTR), Donlu Günler (FD0), Yaz Günleri (SU25), Buz Günleri (ID0), Tropikal Geceler (TR20) için hesaplamalar yapıldı ve ekstrem sıcaklıklar analiz edildi.
- Genel olarak indis sonuçlarına bakıldığında geçiş mevsimi olan ilkbahar ve sonbaharda ağırlıklı olarak sonuçlar belirginleşmiştir. Özellikle sonbahar mevsiminde analiz sonuçları yoğunluk kazanmıştır. Bu sonucun en büyük nedeni sıcaklıkların yaz mevsiminden sonbahara bir kayma göstermesidir.

Bu sonuçlar gözlenen mevsimler arası geçiş iklimsel kaymanın da bir sonucu niteliğindedir.

- Marmara Bölgesi içerisinde yaz günleri sıcaklık indisi analiz sonucunda; en fazla yaz günü sayısı bölgenin güney kıyılarında yer alan (Ayvalık, Edremit, Burhaniye) istasyonlarında gözlenirken, en az yaz günü sayısı ise bölgenin kuzeyinde yer alan dağlık ve karasal alanlarda gözlenmiştir. En düşük yaz günü sayısı 4 yaz günü ile Uludağ istasyonu olmuştur.
- Sıcaklık indislerinde tropikal gece sayıları ise yine yaz günü sonuçları ile paralellik göstermektedir. Özellikle bölgedeki denizellik-karasallık farklı belirgin bir şekilde tespit edilmiştir. Bölgenin iç ve karasal alanlara olan sınırı ile Bilecik-Bozüyük istasyonu ve Bursa'nın Keles istasyonu tropikal gecelerin en az görüldüğü istasyonlar olmuştur.
- Buzlu ve donlu gün sayılarında öne çıkan, bölgenin en yüksek alanı olan 2543 m ile Uludağ istasyonudur. 50 buzlu gün değeri sonucu vermesi ile Uludağ istasyonu bölge içerisinde yer alan diğer istasyonlardan ayrılmıştır. Özellikle buzlu ve donlu gün indisinin bölge içerisinde yayılışı geniş ölçekte görülmemiştir. Bu durumun temel sebebi ise iki indis içinde gerekli olan unsur düşük sıcaklıklardır. Özellikle buzlu gün için 0°'nin altında sıcak şartı mevcuttur. Bu kapsamda da sıcaklık şartı bölgenin bulunduğu coğrafi konum itibariyle pek mümkün değildir. Görülen alanlarda daha çok dağlık ve yüksek kesimlerde kendini göstermiştir.
- Günlük sıcaklık genişliği analizleri sonucu Marmara Bölgesi içerisinde sıcaklık farkının en fazla çıktığı istasyon 12,7 °C ile Lüleburgaz-Tigem istasyonu olurken, farkın en az çıktığı istasyon ise 5,8 °C ile Bozcaada istasyonudur.
- Marmara Bölgesi kapsamında dikkat çeken bir diğer unsur kıır/kent farklılaşmasının bölgesel anlamda belirginleşmesidir. Özellikle şehirleşmenin belirgin gözlemlendiği Bursa, İstanbul, Balıkesir gibi

istasyonlarda gece sıcaklıkları artarken yine şehirsal alanların kırsala göre düşüşleri daha az gözlenmektedir.

- Bölge kapsamında il sınırları içerisinde dar alanda görülen değişkenliklerin varlığı da söz konusudur. Belirgin şekilde gözlenen istasyonlar içerisinde; merkez istasyon olan şehir istasyonu Balıkesir ile dağlık ve engebelik istasyon olan ilçesi Dursunbey, Sakarya istasyonunun merkezi durumu ile Geyve istasyonunun karasal özelliği yine aynı alan içerisinde yer alan iki istasyonun sıcaklık farkının belirginleşmesinin göstergelerindedir.
- TX90p (Sıcak Günler) indisinde belirlenen eşik değerinin üzerinde en fazla sonbahar mevsiminde gözlenmiştir. Sonbahar mevsiminde yazın etkisinde kalan ve özelliğini bir süre daha içerisinde barındıran tipik sıcak ve nemli alanlar özellikle bölgenin güney ve güneybatı kısmında, Yıldız Dağları Bölümü, Ergene Havzası Bölümü'nde ve Güney Marmara Bölümü içerisinde artışlar gözlenmiştir.
- TN90p (Sıcak Geceler) indisinde ise ağırlıklı olarak ilkbahar ve sonbahar mevsiminde yoğunlaşmalar mevcuttur. Yaz mevsiminde ise daha çok bölgenin iç ve denizel alanlarda varlığı gözlenmiştir. Özellikle sıcak geceler indisinde 15 milyon nüfusu ile İstanbul kent ve yerleşmenin etkin varlığı sebebiyle sıcak gece dağılışında önemli bir noktada yer almaktadır.
- Serin gece ve serin gün indislerinden olan (TN10p ve TX10p) ağırlıklı olarak yine geçiş mevsimleri üzerinde etkin durumdadır. Serin geceler özellikle karasallığın ve yükseltinin hâkim olduğu istasyonlarda ve İç Anadolu Bölgesi'ne sınır olan istasyon dizilerinde serin gece yoğunluğu kış aylarında belirgindir.
- Bölge genelinde serin gün ve gece analizinde özellikle ilkbahar mevsimi başta olmak üzere ekstrem serin günlerin varlığı denize kıyısı olan alanlarda kendini göstermiştir. Kış mevsiminin bitişi ve geride bıraktığı serin günlerin izlerini ara mevsimlerde bu geçişin izlerini barındırması nedeniyle ve

ilkbahar mevsiminde denizlerin geç ısınıp geç soğuması dolayı ile elde edilen sonuçlar anlamlandırılmıştır.

Marmara Bölgesi'nde gözlenen ekstrem sıcaklık analizleri sonucu elde edilen sonuçlar bölgenin önemi ve geleceği açısından anlamlı sonuçlar vermiştir. Özellikle küresel ölçekte gözlenen ısınmaların bölgesel hatta yerel seviyelerde dahi etkisi bu çalışmada açıkça gözlenmiştir. İncelenen çalışmaların çoğunda tespit edilen sonuçlar örneğin; Gönençgil ve Acar'ın (2017) yılında Türkiye geneli çalışmasında elde ettikleri sonuçlara bakıldığında 1966-2014 yılları arasında yaz günleri, ekstrem sıcak günler, tropikal geceler ve sıcak günler indisleri sonucu artış eğilimi gözlenmişken, ekstrem serin geceler, buzlu günler, donlu günler, günlük sıcaklık aralında ise azalma eğilimi saptanmıştır. Genel olarak değerlendirildiğinde ele alınan bu tez çalışmasında da sıcaklık indislerinden tropikal geceler, sıcak günler, yaz günleri sonuçlarının göstergesinde artış belirgin bir şekil alırken, serin gece ve günler, donlu günler, buzlu günler ve günlük sıcaklık genişliğinde saptanan azalış eğilimleri birbirini destekler niteliktedir.

Çalışmada kullanılan analiz yöntemleri bu çalışmada ve Marmara Bölgesi özelinde sıcaklıklar temel alınarak gerçekleştirilmiştir. Özellikle klimatolojik çalışmaların temelinde olması gereken homojenlik analizi başta olmak üzere benzer analizler farklı disiplinlerde ve farklı bölgelerde sıcaklığın yanı sıra yağış ve hatta hidrolojik elemanlar kullanılarak akım hesaplamalarında da kullanılabilir. Bu şekilde iklimsel değişkenliğin varlığı ve etkileri de geniş ölçekte ele alınmış olup gelecek çalışmalara ve literatüre katkı sağlayacaktır.

## KAYNAKÇA

- Acar, Z. (2013). “Türkiye’de yaz mevsimindeki sıcak günler ve sıcak günlerin eğilimleri (1970-2006)”. *Türk Coğrafya Dergisi*, (61), 1-10.
- Acar, Z., ve Gönençgil, B. (2017). “Türkiye Sıcaklık Ekstremlerindeki Değişkenlikler”. *Coğrafya Dergisi* (35), 41-54.
- Acar, Z. (2018). “ İç Anadolu Bölgesi’nin ekstrem sıcaklık özellikleri”. *Türk Coğrafya Dergisi*, (71), 93-99. DOI: 10.17211/tcd.436198
- Acar, Z., Gönençgil, B., ve Gümüšoğlu, N. (2018). “Long-Term Changes in Hot and Cold Extremes in Turkey”. C.8, S. 57-67. DOI: 10.26650/JGEOG2018-0002
- Akçay, F. (2018). Doğu Karadeniz Havzası Aylık ve Yıllık Ortalama Akımlarının Eğilim(Trend) Analizi. Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü. Trabzon.
- Alexandersson, H. (1986). A homogeneity test applied to precipitation data. *Journal of climatology*, 6(6), 661-675.
- Alexander, L. V., Zhang, X., Peterson, T. C., Caesar, J., Gleason, B., Klein Tank, A. M. G., ve Vazquez- Aguirre, J. L. (2006). “Global observed changes in daily climate extremes of temperature and precipitation”. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, 111/5
- Alghamdi, A. S., ve Moore, T. W. (2014). Analysis and comparison of trends in extreme temperature indices in Riyadh City, Kingdom of Saudi Arabia, 1985–2010. *Journal of Climatology*, 2014.
- .Arıkan, B. (2018). Kuraklık indislerinin Hidroklimatolojik Verilere Dayalı Tahmini. Yayımlanmamış Doktora Tezi. İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü. İstanbul.
- Atalay İ., Mortan, K. (2011). *Resimli ve Haritalı Türkiye Bölgesel Coğrafyası*. İnkılap Yayınevi: İstanbul.
- Aykır, D. (2017). “Türkiye’de ekstrem sıcaklık indislerinin eğilimlerinde şehirleşmenin etkisi”. *Türk Coğrafya Dergisi*. C.69, S. 47-57.

- Batıdeniz, F. (2014). Yüksek Çözünürlükteki Bölgesel İklim Modeli Simülasyonu ile Ekstrem iklim indekslerinin Belirlenmesi. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü. İstanbul.
- Buishand, T. A. (1982). "Some methods for testing the homogeneity of rainfall records". *Journal of hydrology*, 58(1-2), 11-27.
- Cengiz, T. M. (2005). "Türkiye göl seviyelerinin hidroklimatolojik analizi". Yayınlanmamış Doktora Tezi. İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Conrad, V., & Pollak, L. W. (1950). *Method in climatology*. Harvard university press, Cabridge, Massachussetts.
- Dün, S. (2020). "Ege Bölgesi Kıyılarında Sıcaklık ve Yağış Derecelerinde Görülen Değişimler". İstanbul Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Coğrafya Anabilim Dalı. İstanbul.
- Erlat, E. ve Yavaşlı, D., (2008). Ege Bölgesi'nde Sıcaklık Ekstremlerinde Gözlenen Değişim ve Eğilimlerin Değerlendirilmesi. *Ankara Üniversitesi Çevre Bilimleri Dergisi*, Cilt 3 Sayı 1 25-37
- Erlat, E., ve Yavaşlı, D. D. (2011). "Ege Bölgesi'nde sıcaklık ekstremlerinde gözlenen değişim ve eğilimlerin değerlendirilmesi". *Ankara Üniversitesi Çevre Bilimleri Dergisi*, 3(1), 25-38.
- Erlat, E., (2016). İklim Sistemi ve İklim Değişimleri. *Ege Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Yayınları*, İzmir.
- Erlat, E. ve Güler, H., (2018). "Türkiye'de sıcaklık ekstremlerinin sürelerinde gözlenen değişim ve eğilimler (1950-2017)". *Ege Coğrafya Dergisi*, 26/2, 1-9. İzmir.
- Erol, O. (1999). Genel Klimatoloji (Genişletilmiş 5. Baskı). İstanbul, Çantay Kitabevi.
- Fang, X., Wang, A., Fong, S. K., Lin, W., & Liu, J. (2008). Changes of reanalysis-derived Northern Hemisphere summer warm extreme indices during 1948–2006 and links with climate variability. *Global and Planetary Change*, 63(1), 67-78.
- Gönençgil, B. (2008). Doğal süreçler açısından iklim değişikliği ve insan. Çantay Yayınevi. İstanbul.



- Gönençgil, B., ve Acar , Z., (2016). *Atmosfer Kökenli Afetler ve Ekstrem Hava Olayları* . İstanbul: Çantay Kitabevi.
- Güley, A. Ö. (2009). “Evaluating the level of the students of the University of Abant İzzet Baysal about the global warming”. Erciyes Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü.
- Helsel D. R., Hirsch R. M. (1992). *Statistical Methods in Water Resources*. Studies in Environmental Science 49, Elsevier Science Publishers, New York.
- İçişleri Bakanlığı, (2021). Türkiye Bölgesel Nüfus Dağılışı. <https://www.icisleri.gov.tr/turkiyenin-nufus-haritasi-10072021>
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), (2014). AR5-Fifth Assessment Report, Cambridge: Cambridge University Press.
- IPCC, (2001). “The Third Assessment Report”.The Intergovernmental Panel on Climate Change, 22-47.
- IPCC 2007. Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Solomon, S., D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K.B. Averyt, M. Tignor ve H.L. Miller (editörler)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, ABD.
- IPCC, 2013: Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P.M. Midgley. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, 1535 pp.
- IPCC, 2014: Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Core Writing Team, R.K. Pachauri and L.A. Meyer. IPCC, Geneva, Switzerland, 151 pp.
- IPCC, 2018: Summary for Policymakers. In: Global Warming of 1.5°C. An IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1.5°C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and

efforts to eradicate poverty [Masson-Delmotte, V., P. Zhai, H.-O. Pörtner, D. Roberts, J. Skea, P.R. Shukla, A. Pirani, W. Moufouma-Okia, C. Péan, R. Pidcock, S. Connors, J.B.R. Matthews, Y. Chen, X. Zhou, M.I. Gomis, E. Lonnoy, T. Maycock, M. Tignor, and T. Waterfield (eds.)]. In Press.

IPCC, (2021). “Climate Change 2021: The Physical Science Basis”. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Masson-Delmotte, V., P. Zhai, A. Pirani, S.L. Connors, C. Péan, S. Berger, N. Caud, Y. Chen, L. Goldfarb, M.I. Gomis, M. Huang, K. Leitzell, E. Lonnoy, J.B.R. Matthews, T.K. Maycock, T. Waterfield, O. Yelekçi, R. Yu, and B. Zhou (eds.)]. Cambridge University Press. In Press.

Jones, P. D., ve Hulme, M. (1996). Calculating regional climatic time series for temperature and precipitation: methods and illustrations. *International Journal of Climatology: A Journal of the Royal Meteorological Society*, 16(4), 361-377.

Kadioğlu, M. (2001). “Bilddiğiniz Havaların Sonu, Küresel İklim Değişimi ve Türkiye”. (s. 121-125). Güncel Yayıncılık, İstanbul.

Kılıç, A., Kum, S., Ünal, A., Kındap, T. (2014). “Marmara Bölgesi’ndeki Hava Kirliliğinin Modellenmesi, Kirlilik Azaltımı ve Maruziyet Analizi”. *BAÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, Cilt 16/1, S. 27-46.

Kovats, R.S., R. Valentini, L.M. Bouwer, E. Georgopoulou, D. Jacob, E. Martin, M. Rounsevell, and J.-F. Soussana. (2014). “Europe. In: Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part B” Regional Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change Barros, V.R., C.B. Field, D.J. Dokken, M.D. Mastrandrea, K.J. Mach, T.E. Bilir, M. Chatterjee, K.L. Ebi, Y. Estrada, R.C. Genova, B. Girma, E.S. Kissel, A.N. Levy, S. MacCracken, P. R. Mastrandrea, and L.L. White (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY , USA, pp. 1267326.

Kuba, E. B., (2016). Türkiye’de 1960-2010 Döneminde Oluşan Sıcak Hava Dalgalarının Klimatolojik ve Meteorolojik Analizi. Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü. Yayınlamamış Yüksek Lisans Tezi, Çanakkale.

- Lins, H. F. (1985). Streamflow variability in the United States: 1931–78. *Journal of Applied Meteorology and Climatology*, 24(5), 463-471.
- Macana, E. ve Yeşilirmak, E. (2015). “Büyük menderes havzasında ortalama, maksimum ve Minimum sıcaklık eğilimleri. *Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 12(1), 73-80.
- McCuen, R. H. (2016). Modeling hydrologic change statistical methods. Lewis Publisher, Boca Raton, Florida.
- MGM, (2020). Türkiye 2020 yılı iklim değerlendirmesi. <https://mgm.gov.tr/iklim/iklim-raporlari.aspx>
- MGM, (2021). Sıcaklık analizi Aylık Sıcaklık Analizi - Meteoroloji Genel Müdürlüğü (mgm.gov.tr) 07. 01. 2021
- Moberg, A., Jones, P. D., Lister, D., Walther, A., Brunet, M., Jacobeit, J., ve Xoplaki, E. (2006). “Indices for daily temperature and precipitation extremes in Europe analyzed for the period 1901–2000”. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, 111/22.
- NOAA (2020). <https://www.ncdc.noaa.gov/sotc/global/202011/supplemental/page-1>
- Nutter, F. W. (1999). Global climate change: why US insurers care. *Climatic Change*, 42(1), 45-49.
- Öztürk, M. (2010). “Uludağ (Zirve) ve Bursa Meteoroloji İstasyonlarının Karşılaştırmalı İklimi”. *Türk Coğrafya Dergisi*. C. 55, S. 13-24.
- Peterson, T. C., Easterling, D. R., Karl, T. R., Groisman, P., Nicholls, N., Plummer, N., Parker, D. (1998). Homogeneity adjustments of in situ atmospheric climate data: a review. *International Journal of Climatology. A Journal of the Royal Meteorological Society*, 18(13), 1493-1517.
- Peterson, T.C., Folland, C., Gruza, G., Hogg, W., Mokssit, A. ve Plummer, N. (2001). Report on the Activities of the Working Group on Climate Change Detection and Related Reporters 1998-2001. WMO, Rep. WCDMP-47, WMO-TD 1071, Cenova, İsviçre.

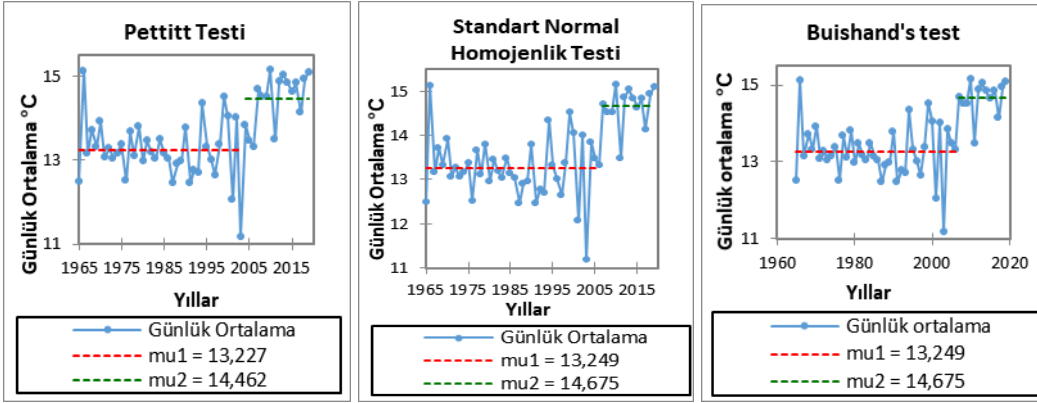
- Pettitt, A. N. (1979). A non- parametric approach to the change- point problem. *Journal of the Royal Statistical Society: Series C (Applied Statistics)*, 28(2), 126-135.
- Rashid, I. U., Almazroui, M., Saeed, S., & Atif, R. M. (2020). Analysis of extreme summer temperatures in Saudi Arabia and the association with large-scale atmospheric circulation. *Atmospheric Research*, 231, 104659.
- Swed F. S., Eisenhart C. (1943). Tables for Testing Randomness of Grouping in a Sequence of Alternatives, *Annals of Mathematical Statistics*, Cilt 14, s.66-87.
- Şen, Z., (2002). İstatistik veri işleme yöntemleri ( Hidroloji ve Meteoroloji), Su Vakfı Yayınları, İstanbul.
- Şensoy, S., Demircan, M., Alan, İ. (2005) 1971 - 2004 Yılları Arası Türkiye İklim İndisleri Trendleri. Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü, Ankara, Turkey.
- Şensoy, S., Türkoğlu, N., Akçakaya, A. Ekici, M., Demircan, M., Ulupınar, Y., Atay, H., Tüvan, A., ve Demirbaş, H. (2013). “*Trends in Turkey Climate Indices From 1960 to 2010*”. 6th Atmospheric Science Symposium, İstanbul, 3-5 Haziran 2013.
- Temur, T. (2017). Türkiye’de İklim Değişikliğinin Zaman Serileri ile Analizi. Orman ve Su İşleri Genel Müdürlüğü, Uzmanlık Tezi. Ankara.
- Türkeş, M. (2008). Küresel iklim değişikliği nedir? Temel kavramlar, nedenleri, gözlenen ve öngörülen değişiklikler. *İklim Değişikliği ve Çevre*, 1(1), 26-37.
- Türkeş, M., ve Erlat, E. (2008). “Influence of the Arctic Oscillation on the variability of winter mean temperatures in Turkey”. *Theoretical and Applied Climatology*, 92(1), 75-85.
- Türkeş, M. (2012). “Türkiye’de gözlenen ve iklim şartları, kuraklık ve yaklaşma”. *Ankara Üniversitesi Çevre Bilimleri Dergisi*, 4 (2), 1-32.
- Üçışık Erbilin, S. ve Demirci, A. (2002). “21. yüzyılda çağdaş coğrafya bilimi ve temel unsurlar”. *Marmara Coğrafya Dergisi*, S.2.
- Ünal, Y. S., Tan, E. ve Menten, S. S. (2013). “Summer heat waves over western Turkey between 1965 and 2006”. *Theoretical and Applied Climatology*, 112(1), 339-350.

- Yarbaşı, G. ve Martı, A. (2019). “Güneyli Salınımın Yeşilirmak Havzası Üzerindeki Etkileri”. *Ulusal Çevre Bilimleri Araştırma Dergisi*. 2(3). 112-121.
- Yerdelen, C. (2013). “Susurluk havzası yıllık akımlarının trend analizi ve değişim noktasının araştırılması”. *Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Fen ve Mühendislik Dergisi*, 15(44), 77-87.
- Zaifoğlu, H., Akıntuğ, B., Yanmaz, A. M., (2017). Quality control, homogeneity analysis, and trends of extreme precipitation indices in Northern Cyprus. *Journal of Hydrologic Engineering* , vol.22.
- Zhang, X., Aguilar, E., Sensoy, S., Melkonyan, H., Tagiyeva, U., Ahmed, N., Wallis, T. (2005). “Trends in Middle East climate extreme indices from 1950 to 2003”. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, 110(D22).
- Zhang, X., Alexander, L., Hegerl, G.C., Jones, P., Klein, T.A., Peterson, T.C. (2011). “Indices for monitoring changes in extremes based on daily temperature and precipitation data”. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Climate Change*, S. 851-870
- Zubler, E. M., Scherrer, S. C., Croci-Maspoli, M., Liniger, M. A., Appenzeller, C. (2014). Key climate indices in Switzerland; expected changes in a future climate. *Climatic change*, 123(2), 255-271.
- Zscheischler, J., & Fischer, E. M. (2020). The record-breaking compound hot and dry 2018 growing season in Germany. *Weather and Climate Extremes*, 29, 100270.
- Xoplaki, E., González-Rouco, J. F., Luterbacher, J., Wanner, H. (2003). “Mediterranean summer air temperature variability and its connection to the large-scale atmospheric circulation and SST”. *Climate dynamics*, 20(7-8), 723-739.
- Wijngaard, J. B., Klein Tank, A. M. G., ve Können, G. P. (2003).”Homogeneity of 20th century European daily temperature and precipitation series”. *International Journal of Climatology: A Journal of the Royal Meteorological Society*, 23(6), 679-692.
- WMO (2020a). [https://library.wmo.int/doc\\_num.php?explnum\\_id=10444](https://library.wmo.int/doc_num.php?explnum_id=10444)
- WMO (2020b). [2020 rekor en sıcak üç yıldan biri olma yolunda Dünya Meteoroloji Örgütü \(WMO\)](#)

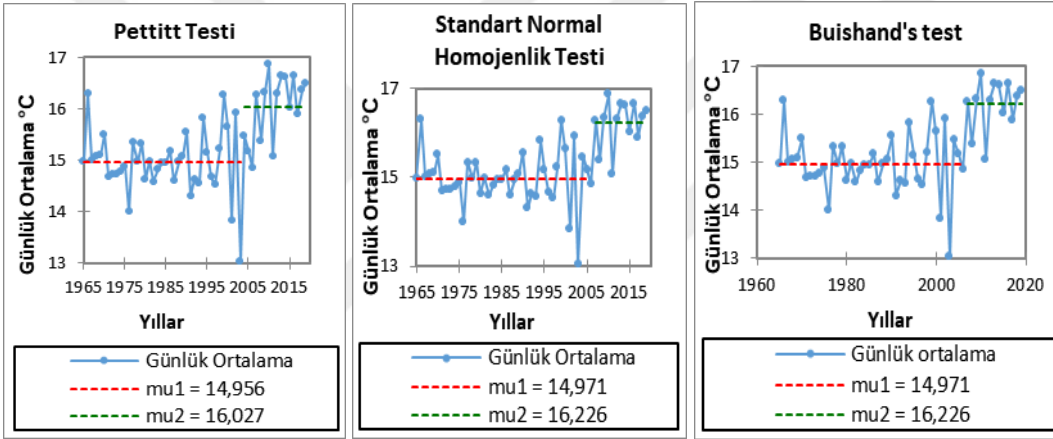
WMO, (2021). 2021'de iklim durumu: Aşırı olaylar ve büyük etkiler. Erişim: 31 Ekim 2021. <https://public.wmo.int/en/media/press-release/state-of-climate-2021-extreme-events-and-major-impacts>



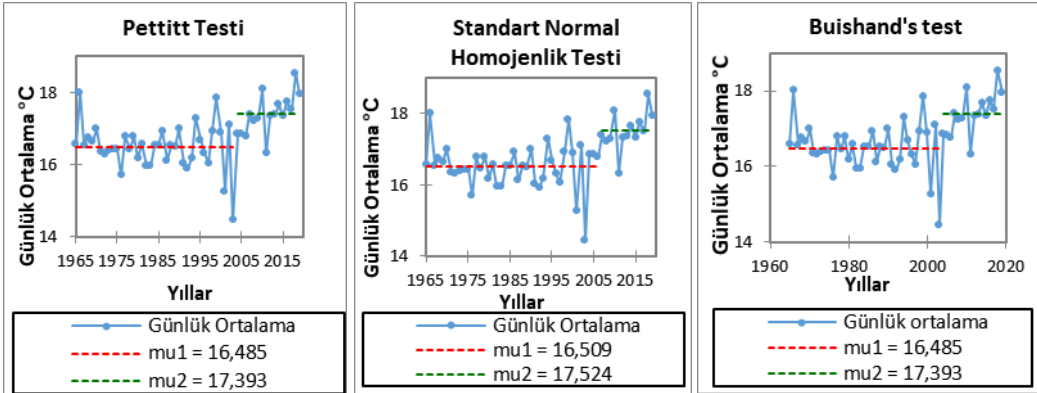
## EKLER



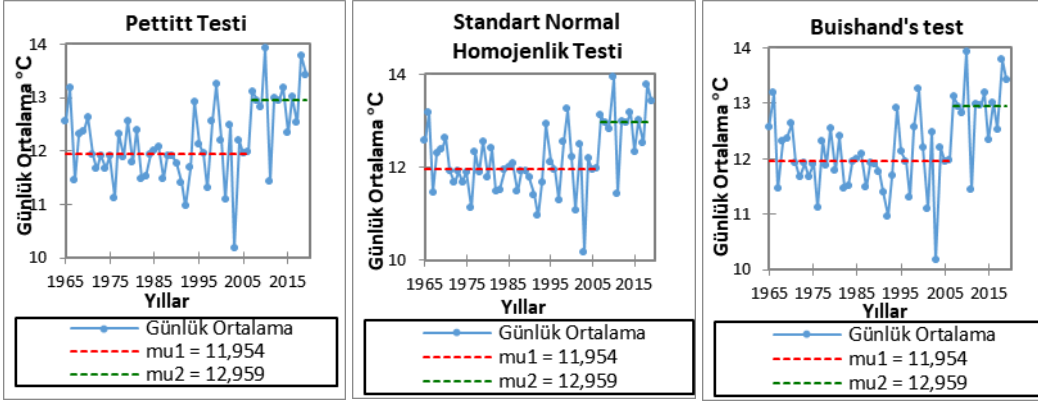
Ek 1. 17608 Uzunköprü istasyonu günlük ortalama sıcaklık homojenlik analizi sonuçları



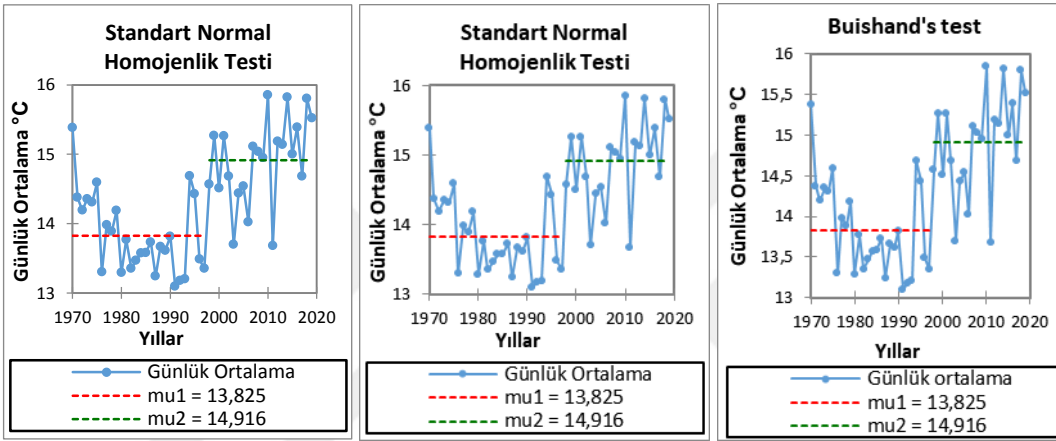
Ek 2. 17110 Gökçeda istasyonu günlük ortalama sıcaklık homojenlik analizi sonuçları



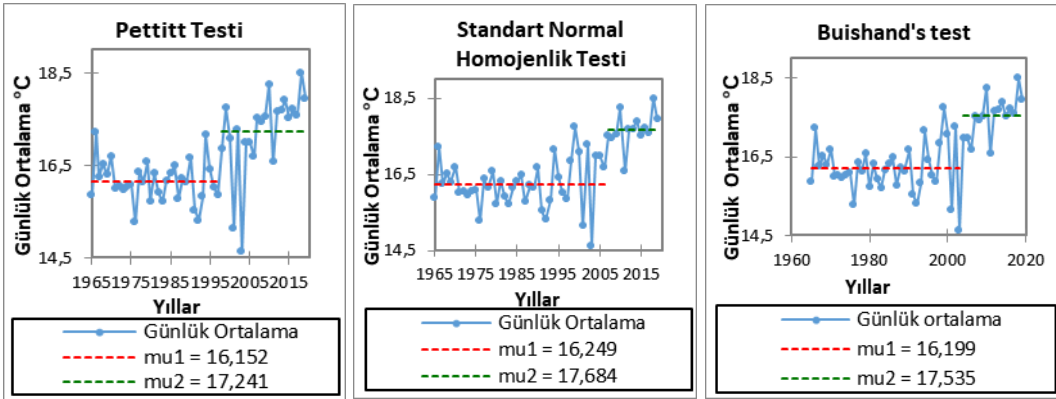
Ek 3. 17175 Ayvalık istasyonu günlük ortalama sıcaklık homojenlik analizi sonuçları



Ek 4. 17700 Dursunbey istasyonu günlük ortalama sıcaklık homojenlik analizi sonuçları

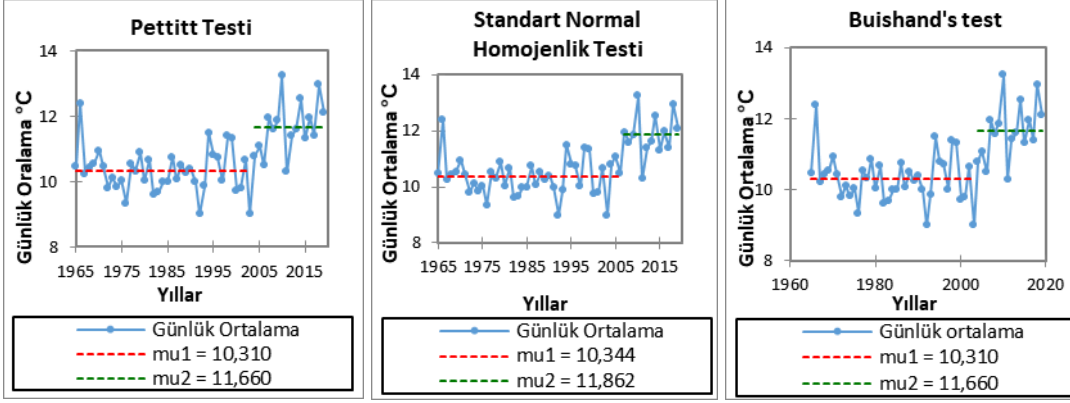


Ek 5. 17674 Balıkesir istasyonu günlük ortalama sıcaklık homojenlik analizi sonuçları

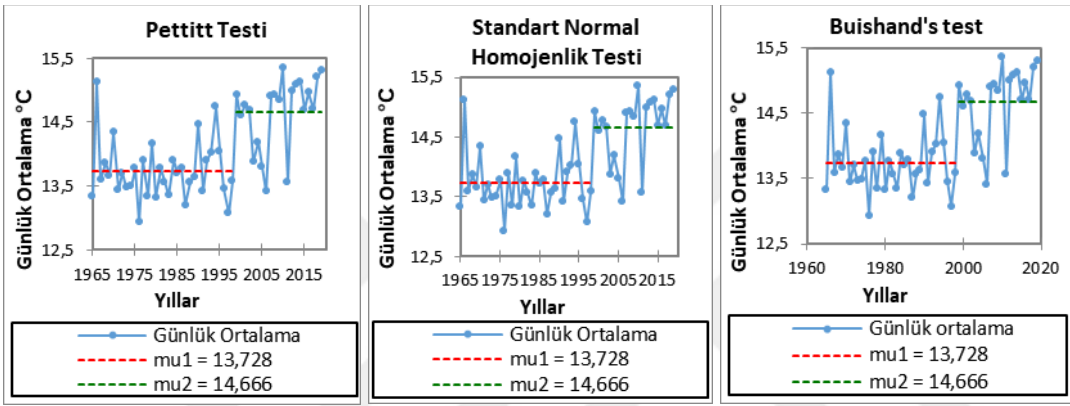


Ek 6. 17145 Edremit istasyonu günlük ortalama sıcaklık homojenlik analizi sonuçları

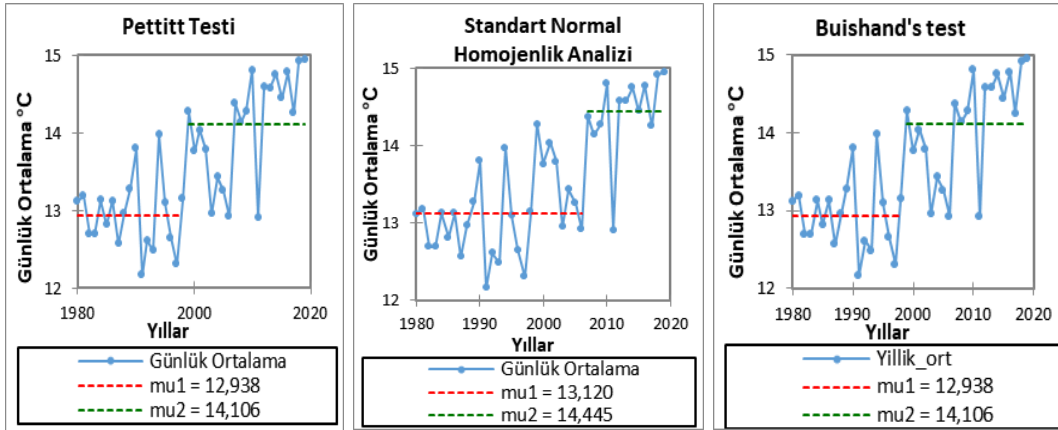




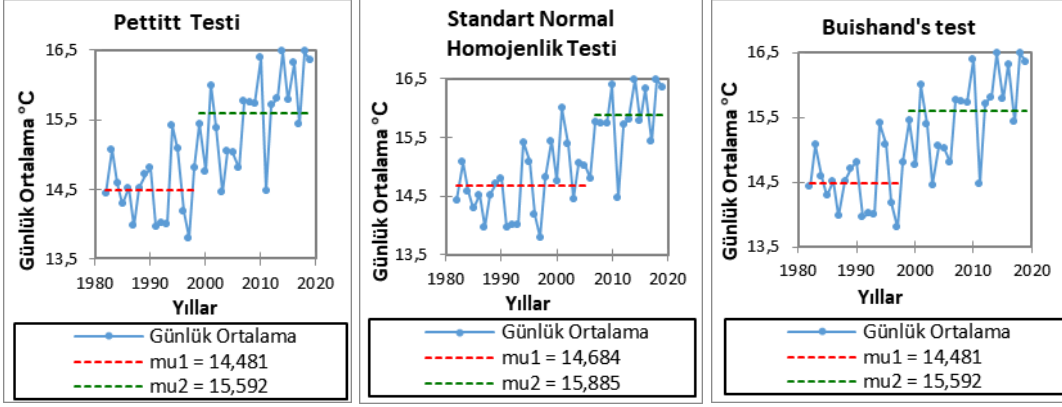
Ek 7. 17702 Bozüyük istasyonu günlük ortalama sıcaklık homojenlik analizi sonuçları



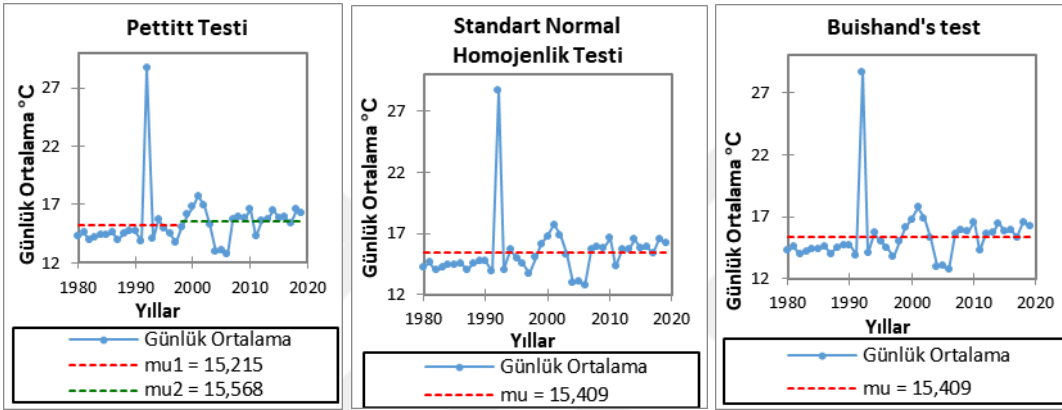
Ek 8. 17632 İpsala istasyonu günlük ortalama sıcaklık homojenlik analizi sonuçları



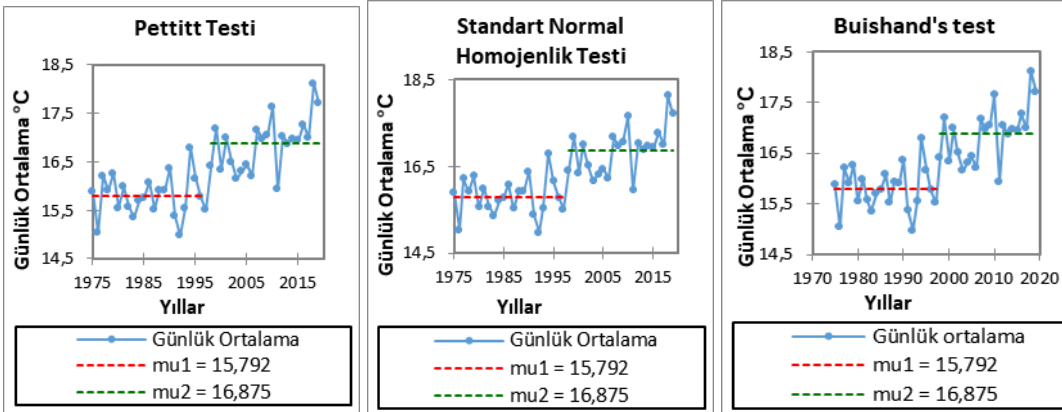
Ek 9. 17634 Malkara istasyonu günlük ortalama sıcaklık homojenlik analizi sonuçları



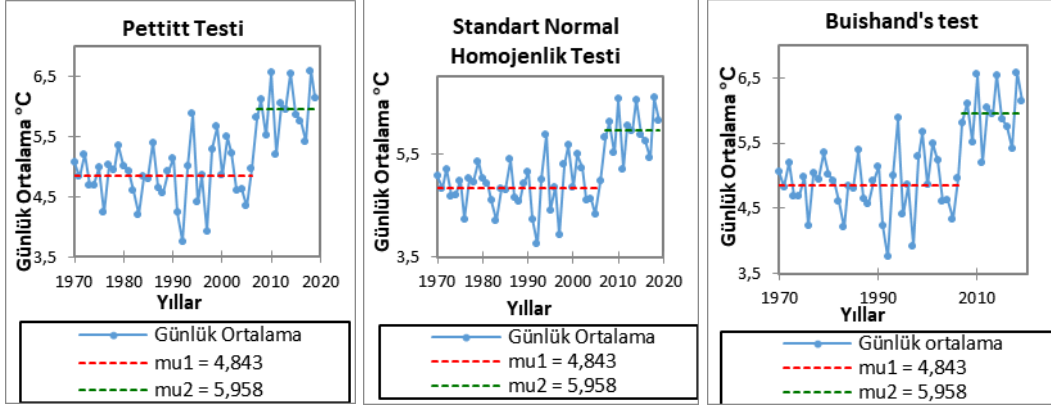
Ek 10. 17658 Çınarcık istasyonu günlük ortalama sıcaklık homojenlik analizi sonuçları



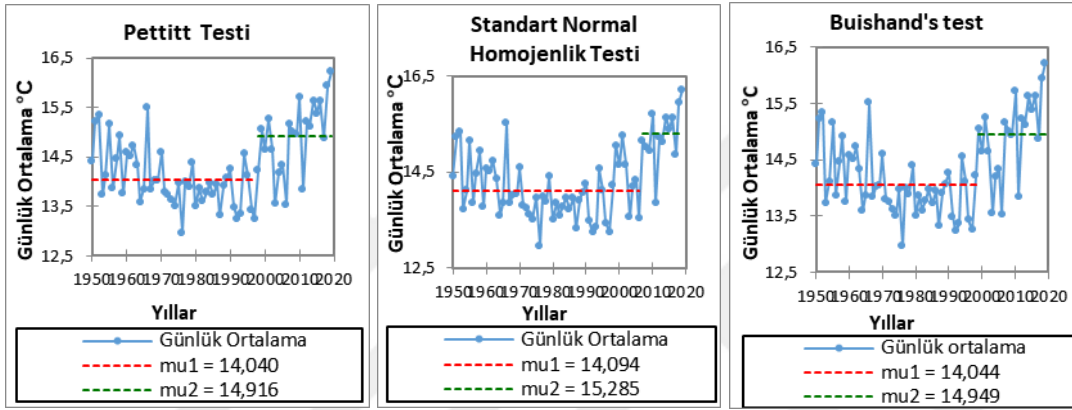
Ek 11. 17067 Gölcük istasyonu günlük ortalama sıcaklık homojenlik analizi sonuçları



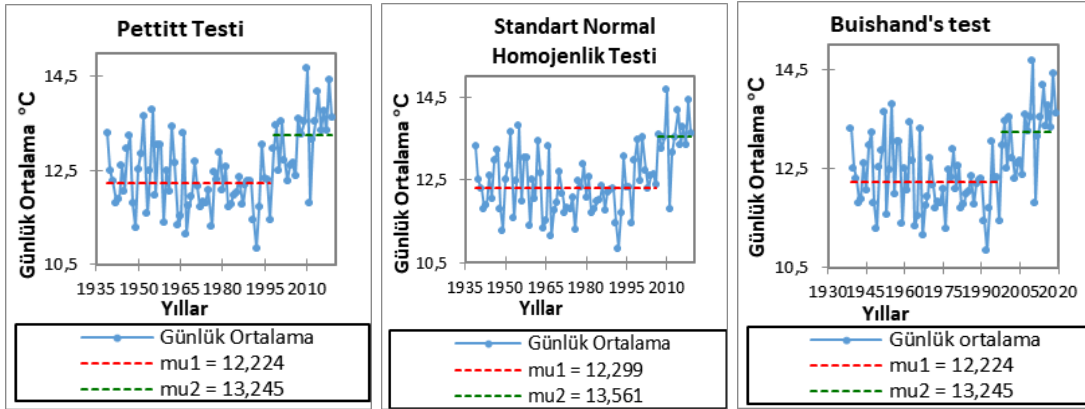
Ek 12. 1722 Burhaniye istasyonu günlük ortalama sıcaklık homojenlik analizi sonuçları



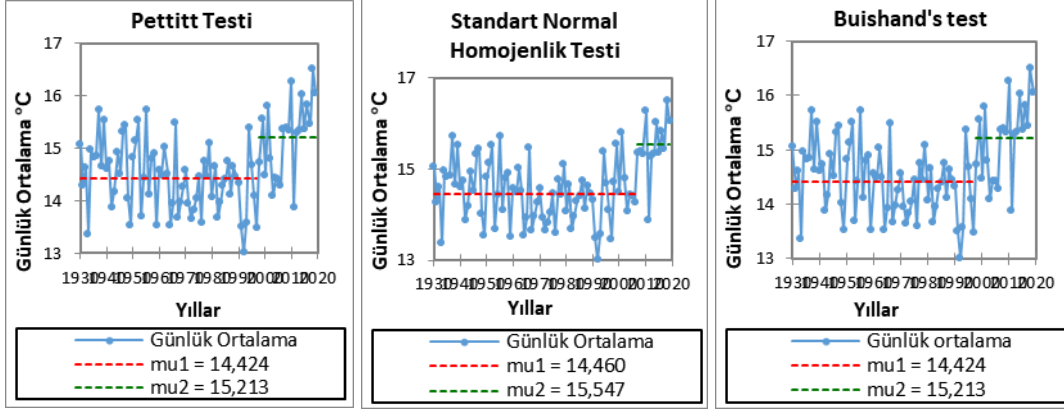
Ek 13. 17676 Uludağ istasyonu günlük ortalama sıcaklık homojenlik analizi sonuçları



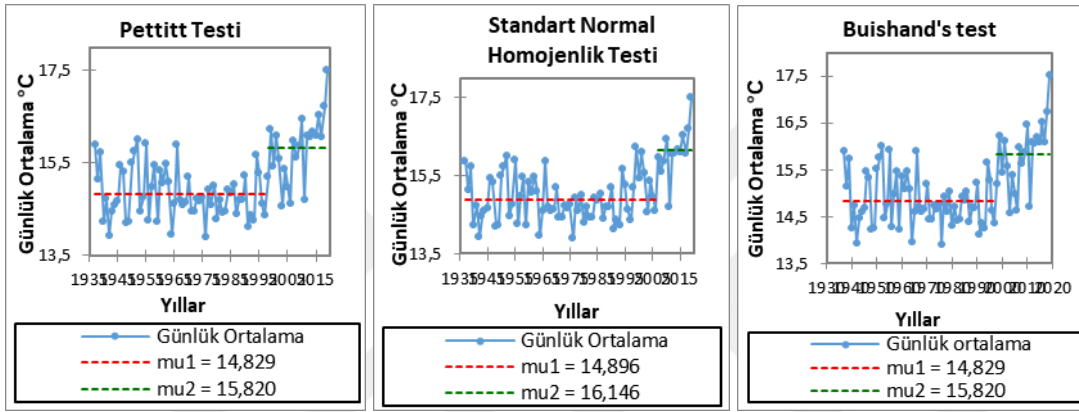
Ek 14. 17114 Bandırma istasyonu günlük ortalama sıcaklık homojenlik analizi sonuçları



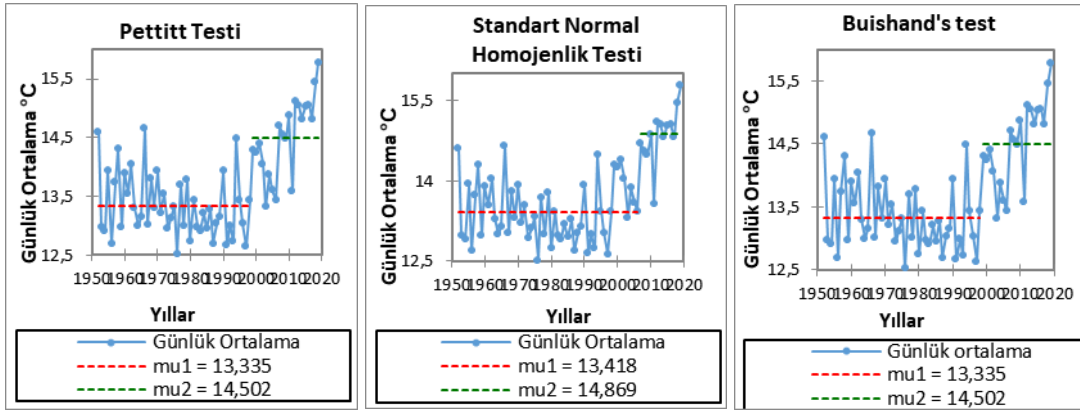
Ek 15. 17120 Bilecik istasyonu günlük ortalama sıcaklık homojenlik analizi sonuçları



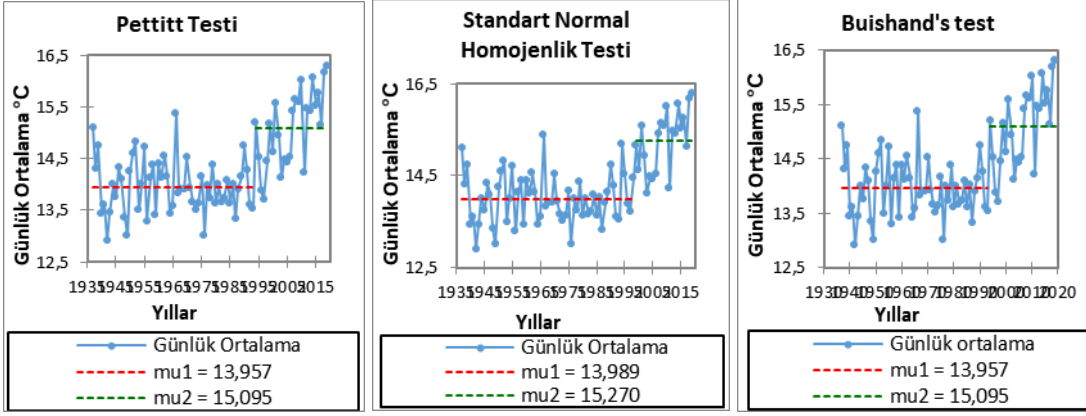
Ek 16. 17116 Bursa istasyonu günlük ortalama sıcaklık homojenlik analizi sonuçları



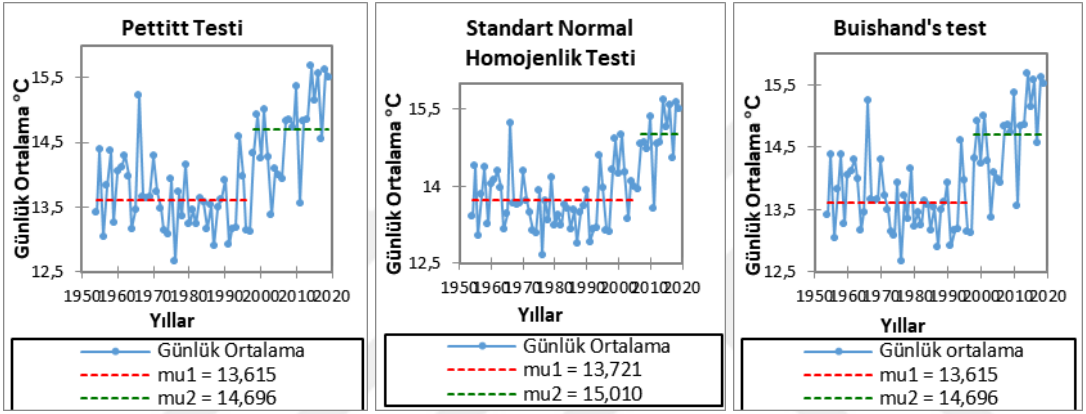
Ek 17. 17112 Çanakkale istasyonu günlük ortalama sıcaklık homojenlik analizi sonuçları



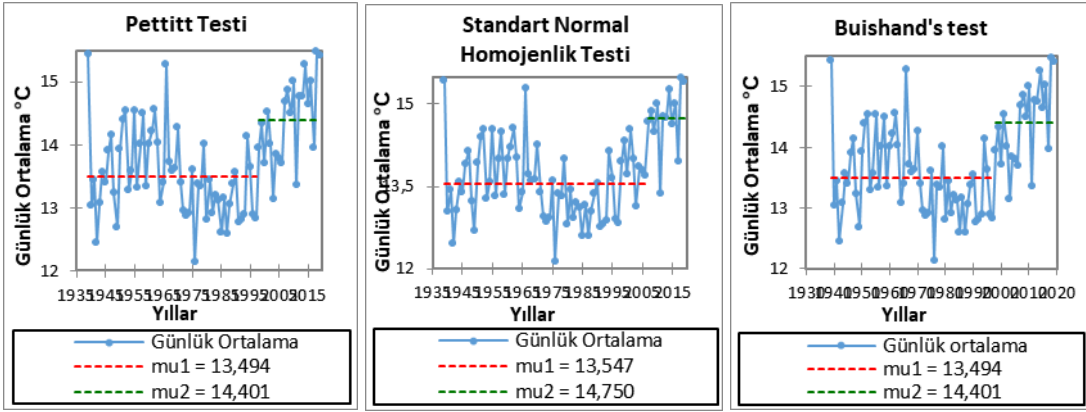
Ek 18. 17050 Edirne istasyonu günlük ortalama sıcaklık homojenlik analizi sonuçları



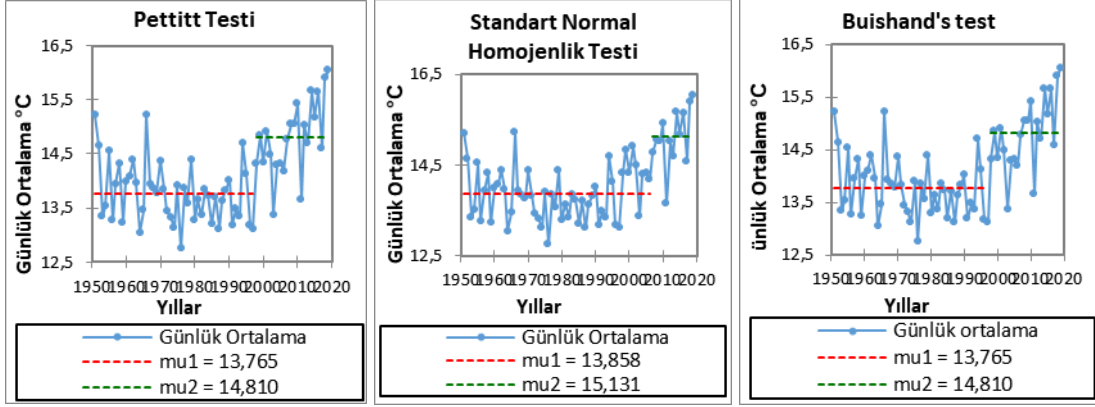
Ek 19. 17636 Florya istasyonu günlük ortalama sıcaklık homojenlik analizi sonuçları



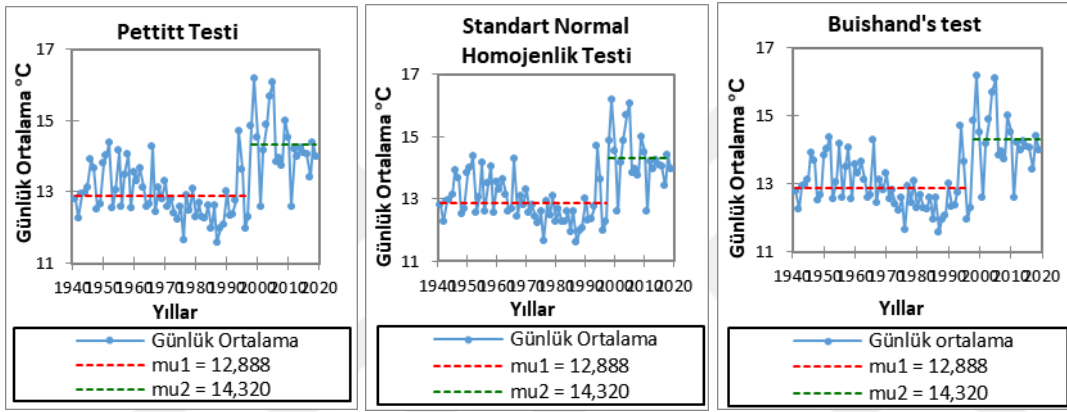
Ek 20. 17061 Sarıyer istasyonu günlük ortalama sıcaklık homojenlik analizi sonuçları



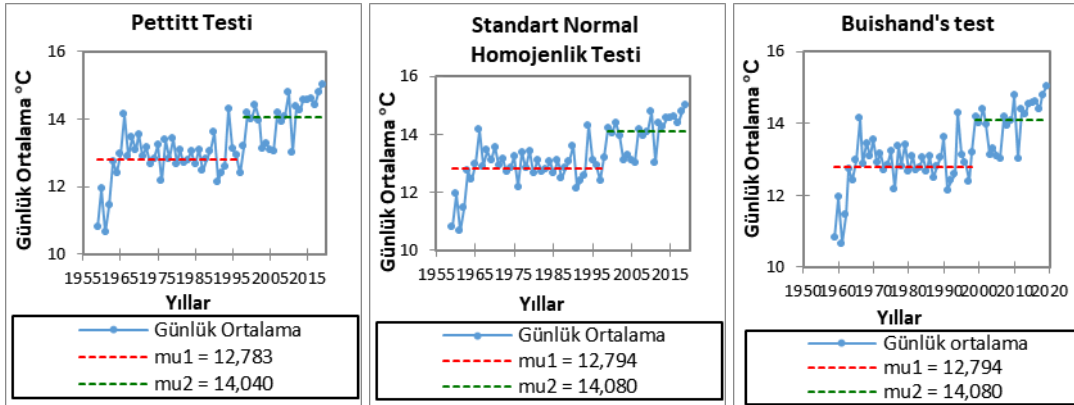
Ek 21. 17610 Şile istasyonu günlük ortalama sıcaklık homojenlik analizi sonuçları



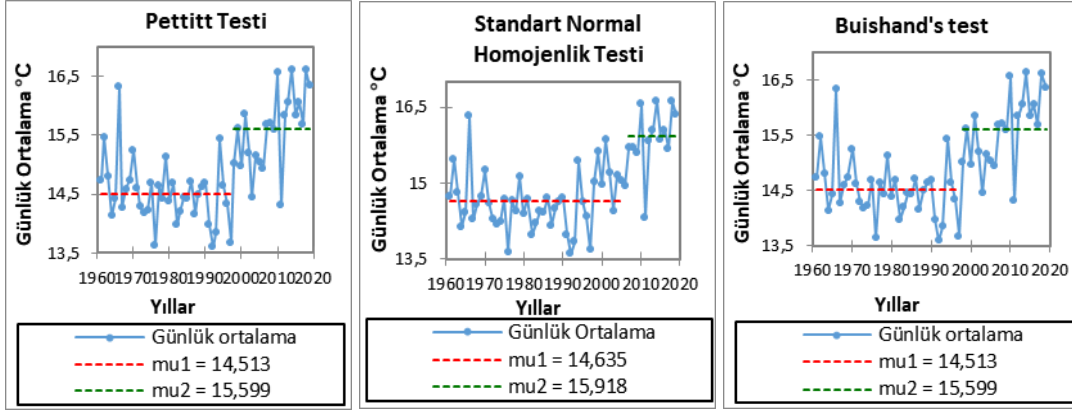
Ek 22. 17059 Kilyos-Kumköy istasyonu günlük ortalama sıcaklık homojenlik analizi sonuçları



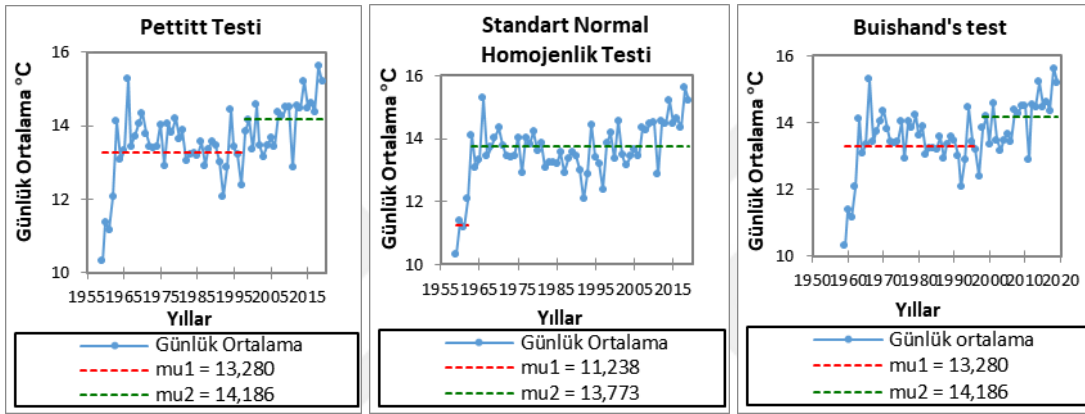
Ek 23. 17631 Lüleburgaz istasyonu günlük ortalama sıcaklık homojenlik analizi sonuçları



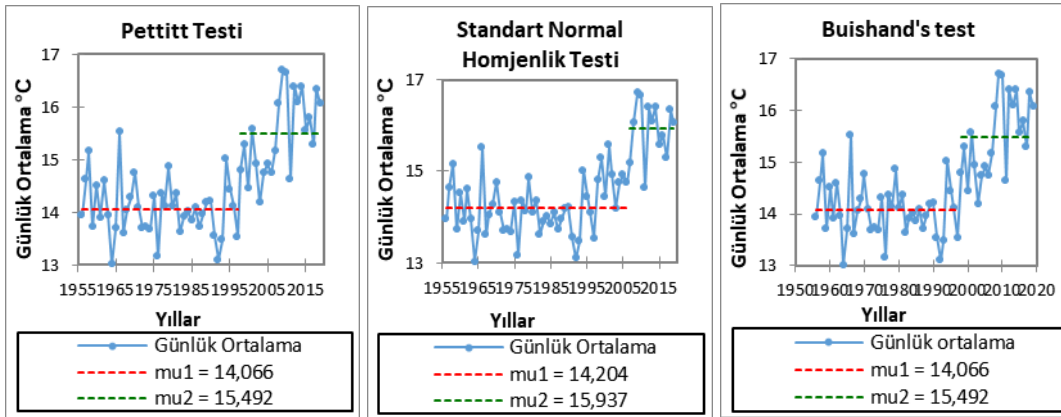
Ek 24. 17052 Kırklareli istasyonu günlük ortalama sıcaklık homojenlik analizi sonuçları



Ek 25. 17066 Kocaeli istasyonu günlük ortalama sıcaklık homojenlik analizi sonuçları

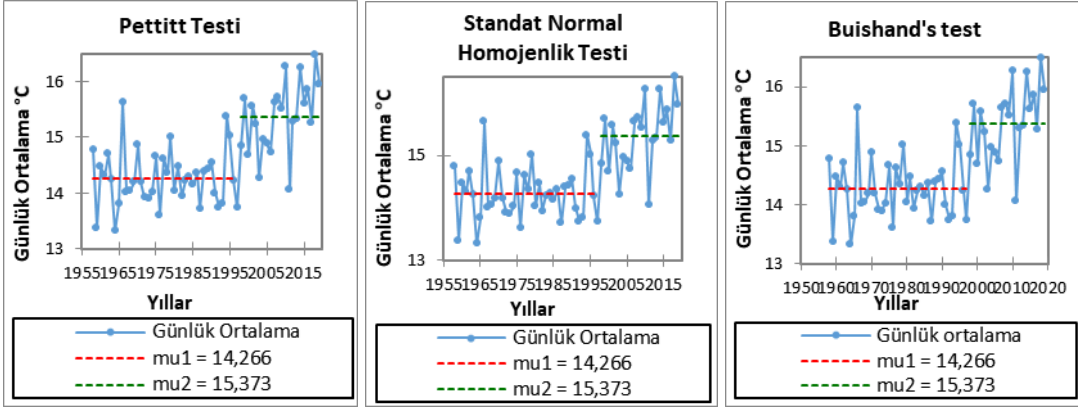


Ek 26. 17662 Geyve istasyonu günlük ortalama sıcaklık homojenlik analizi sonuçları

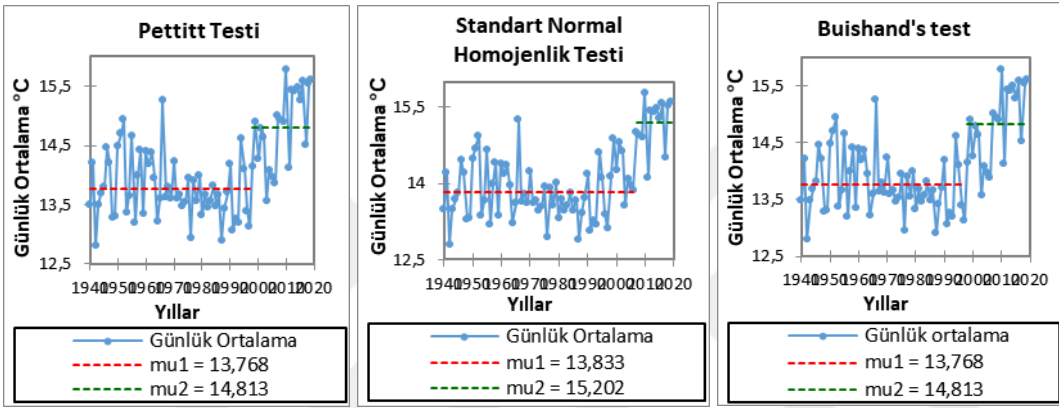


Ek 27. 17069 Sakarya istasyonu günlük ortalama sıcaklık homojenlik analizi sonuçları

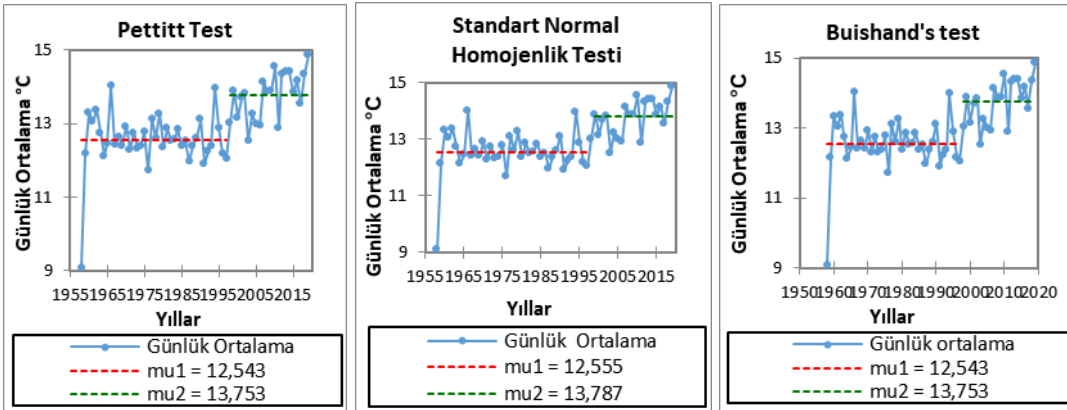




Ek 28. 17119 Yalova istasyonu günlük ortalama sıcaklık homojenlik analizi sonuçları

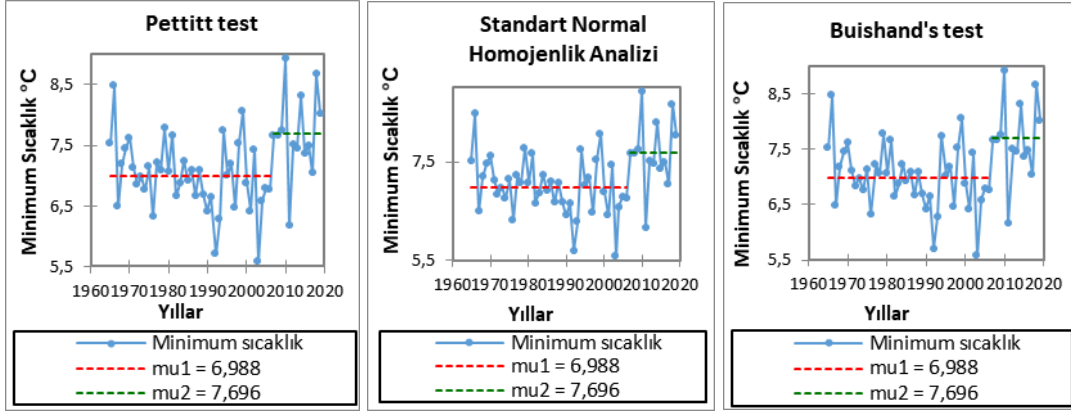


Ek 29. 17056 Tekirdağ istasyonu günlük ortalama sıcaklık homojenlik analizi sonuçları

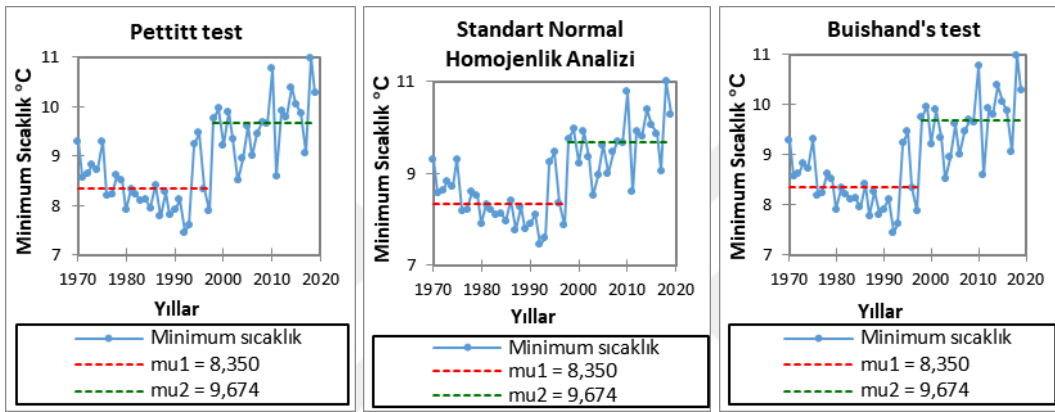


Ek 30. 17054 Çorlu istasyonu günlük ortalama sıcaklık homojenlik analizi sonuçları

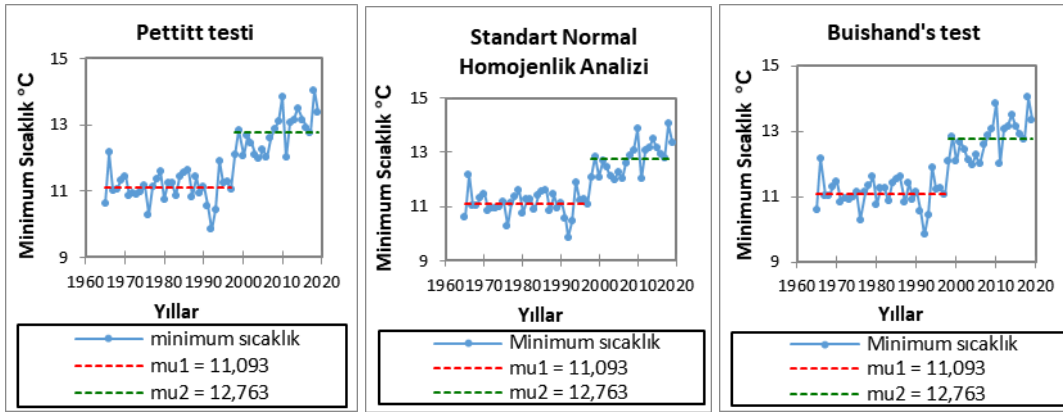




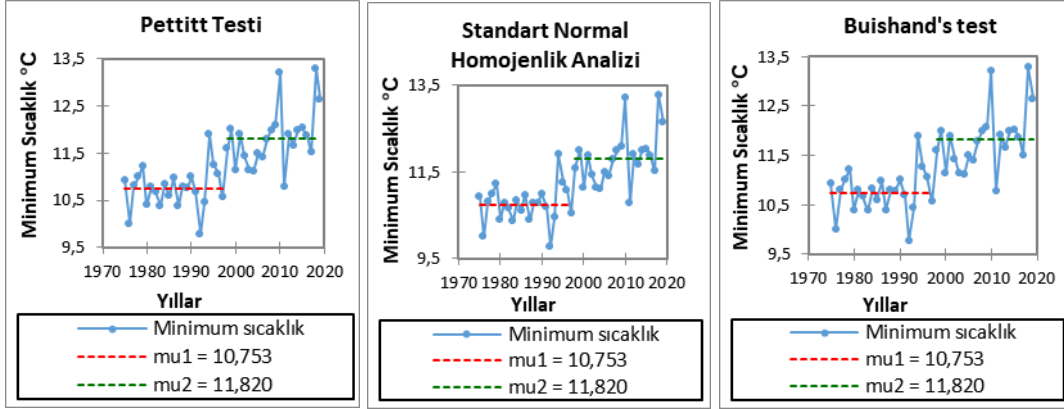
Ek 31. 17700 Dursunbey istasyonu minimum sıcaklık homojenlik analizi sonuçları



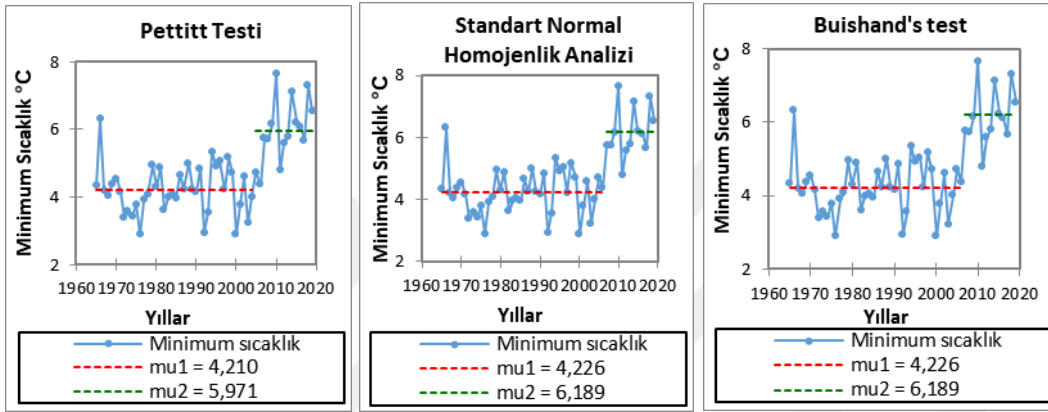
Ek 32. 17674 Balıkesir istasyonu minimum sıcaklık homojenlik analizi sonuçları



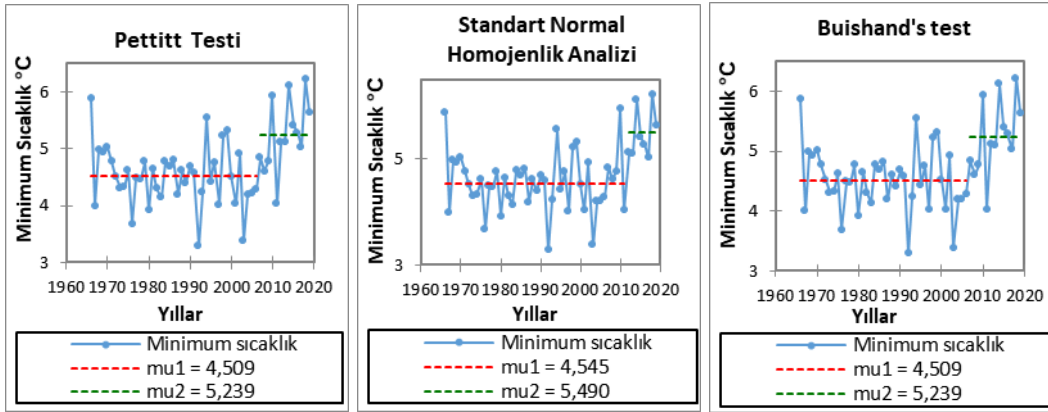
Ek 33. 17145 Edremit istasyonu minimum sıcaklık homojenlik analizi sonuçları



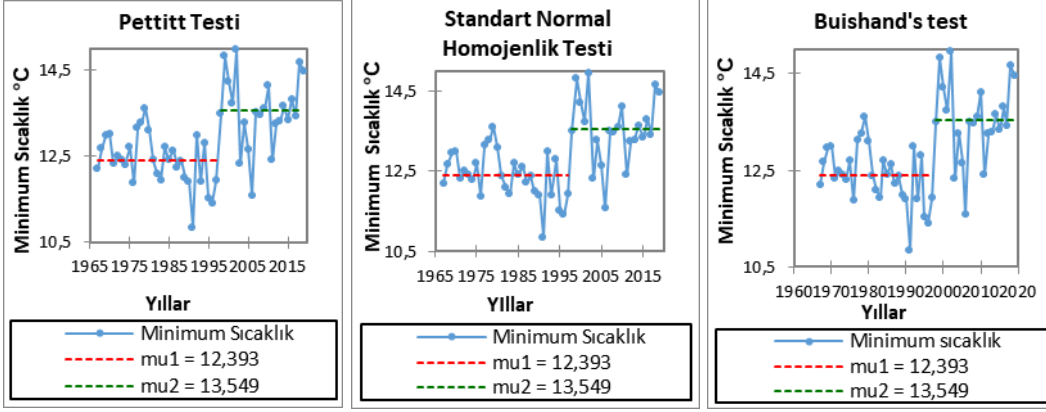
Ek 34. 17722 Burhaniye istasyonu minimum sıcaklık homojenlik analizi sonuçları



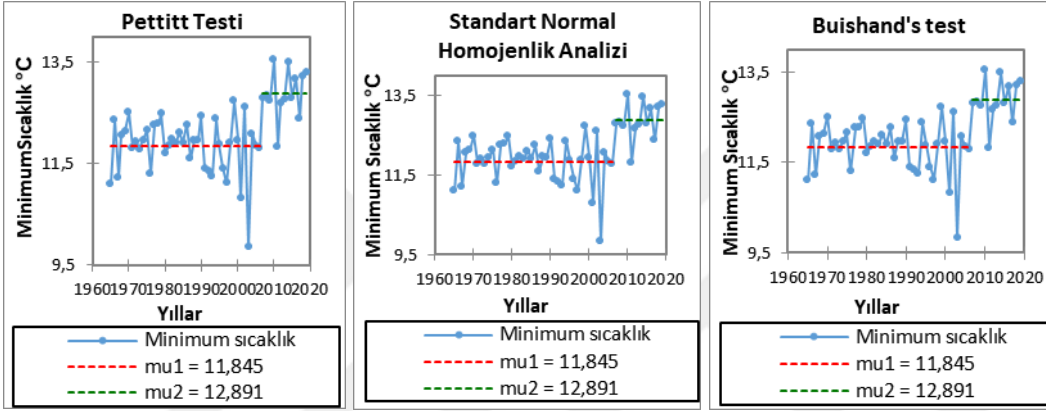
Ek 35. 17702 Bozüyük istasyonu minimum sıcaklık homojenlik analizi sonuçları



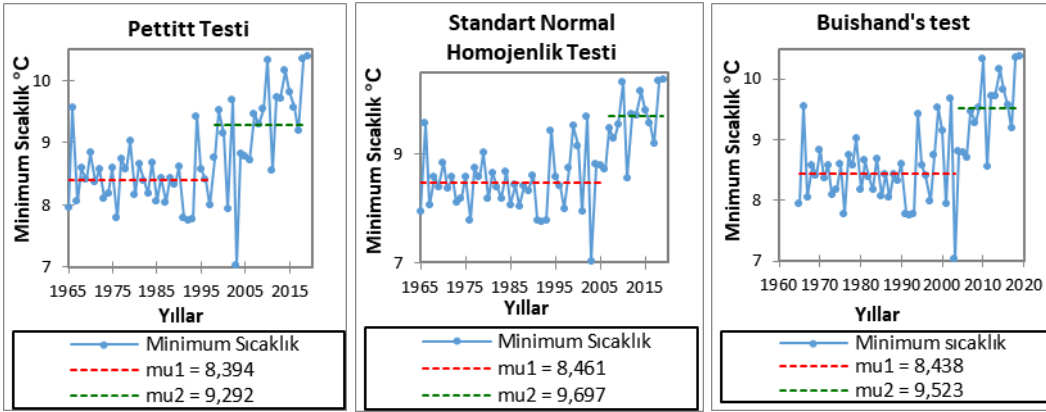
Ek 36. 17695 Keles istasyonu minimum sıcaklık homojenlik analizi sonuçları



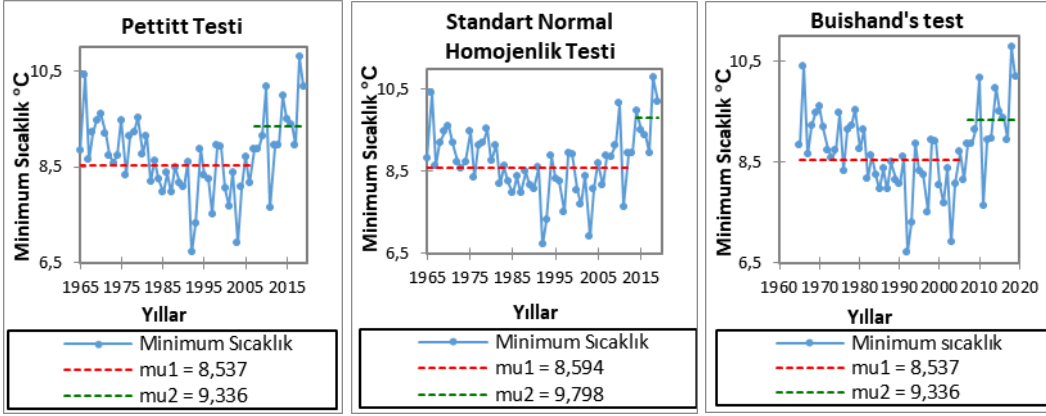
Ek 37. 17111 Bozcaada istasyonu minimum sıcaklık homojenlik analizi sonuçları



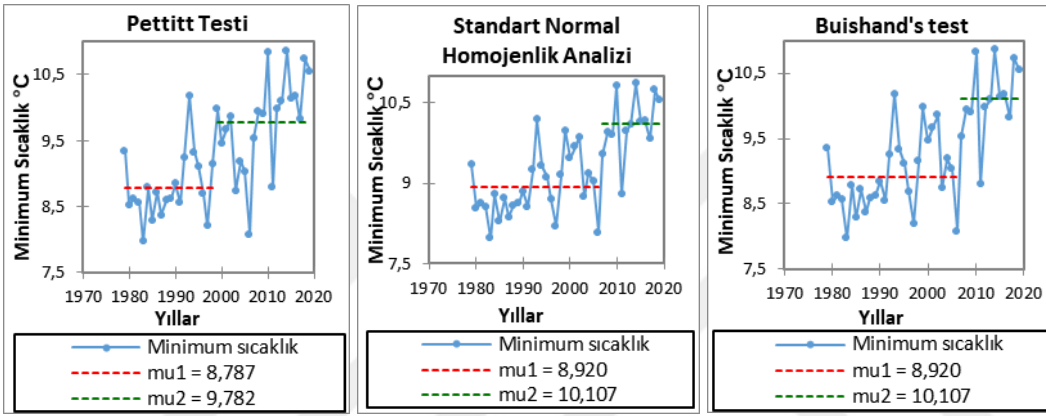
Ek 38. 17110 Gökçeada istasyonu minimum sıcaklık homojenlik analizi sonuçları



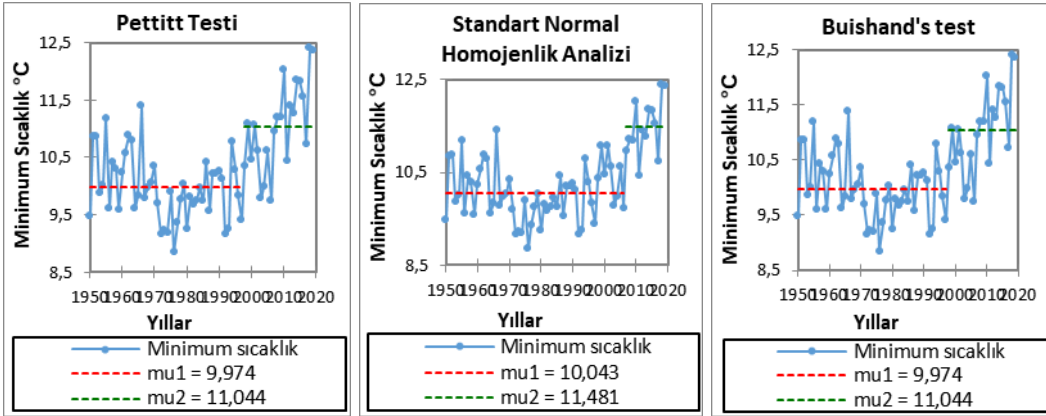
Ek 39. 17052 Kırklareli istasyonu minimum sıcaklık homojenlik analizi sonuçları



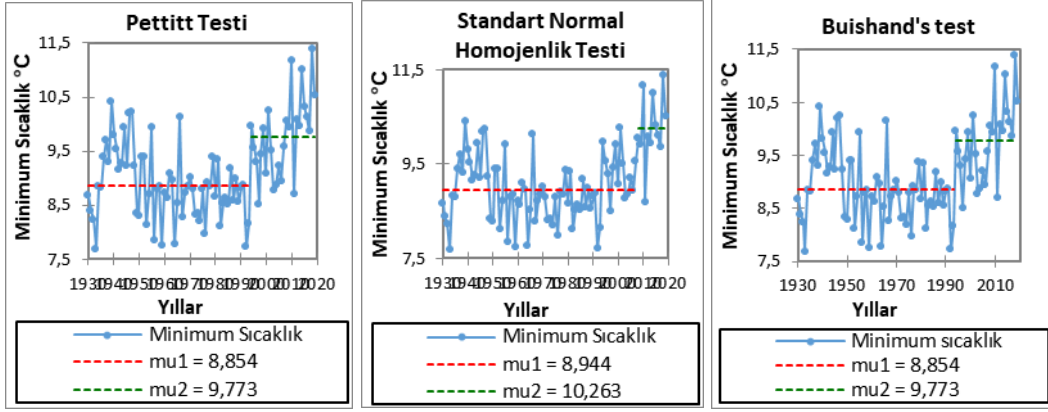
Ek 40. 17662 Geyve istasyonu minimum sıcaklık homojenlik analizi sonuçları



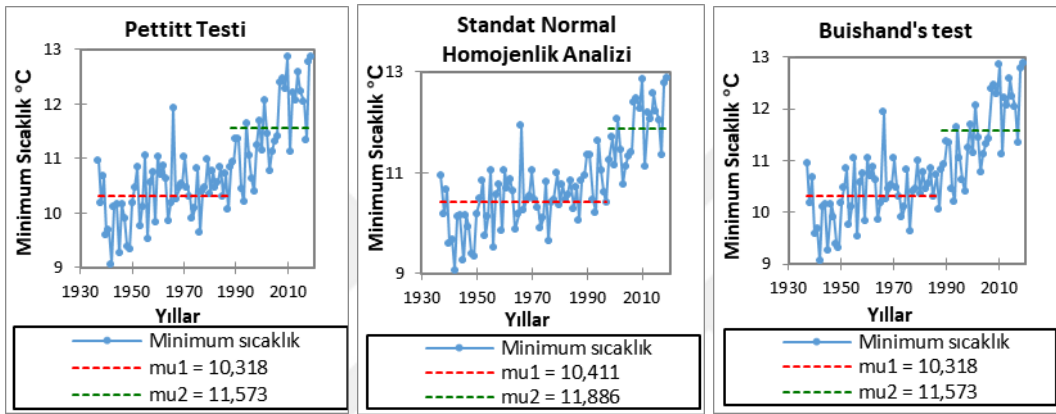
Ek 41. 17632 İpsala istasyonu minimum sıcaklık homojenlik analizi sonuçları



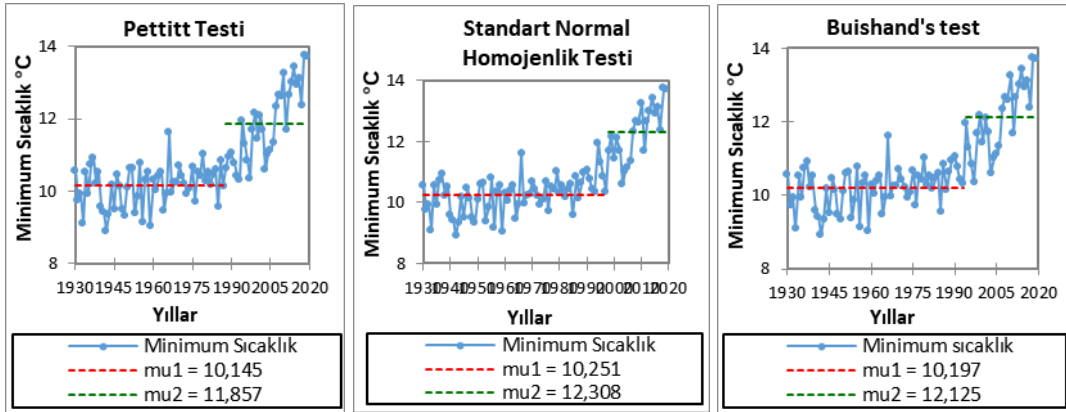
Ek 42. 17114 Bandırma istasyonu minimum sıcaklık homojenlik analizi sonuçları



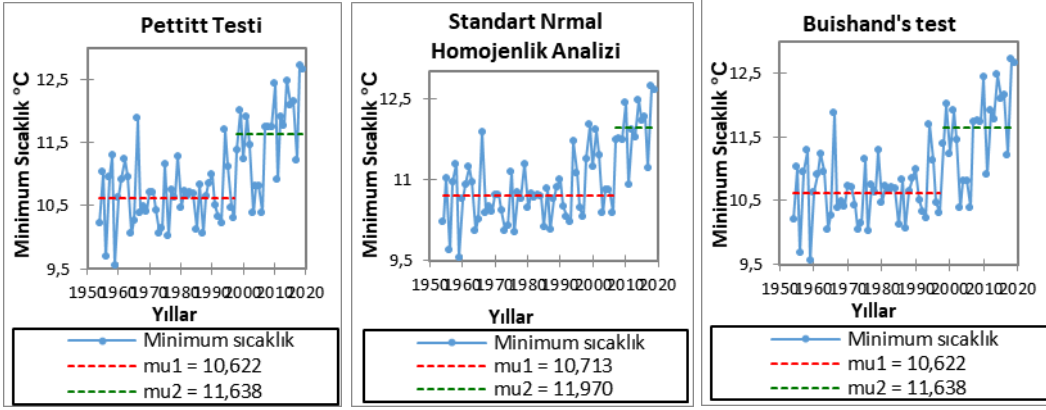
Ek 43. 17116 Bursa istasyonu minimum sıcaklık homojenlik analizi sonuçları



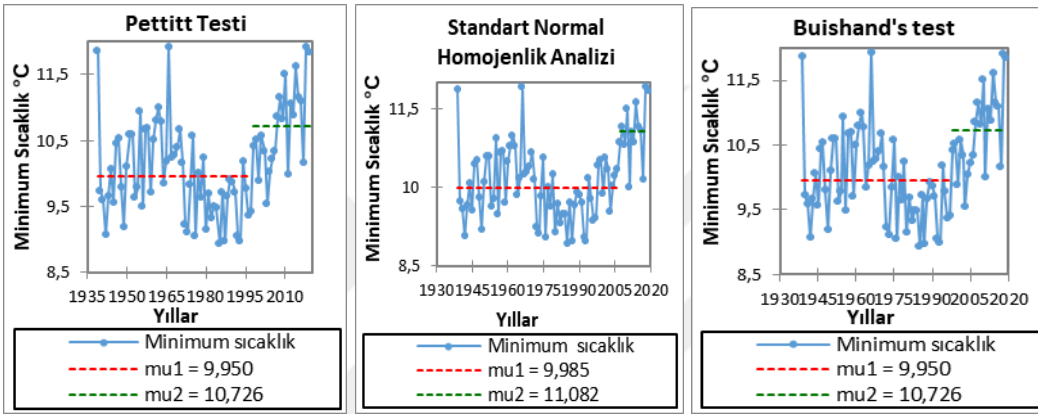
Ek 44. 17636 Florya istasyonu minimum sıcaklık homojenlik analizi sonuçları



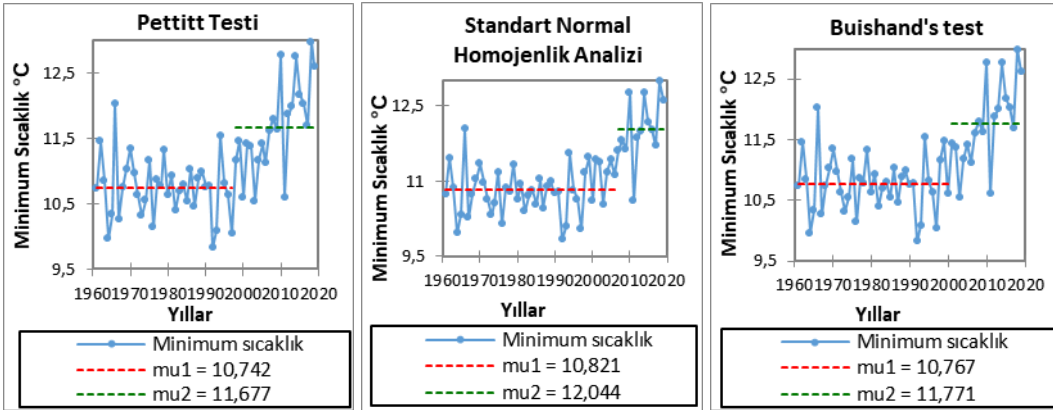
Ek 45. 17062 Kadıköy istasyonu minimum sıcaklık homojenlik analizi sonuçları



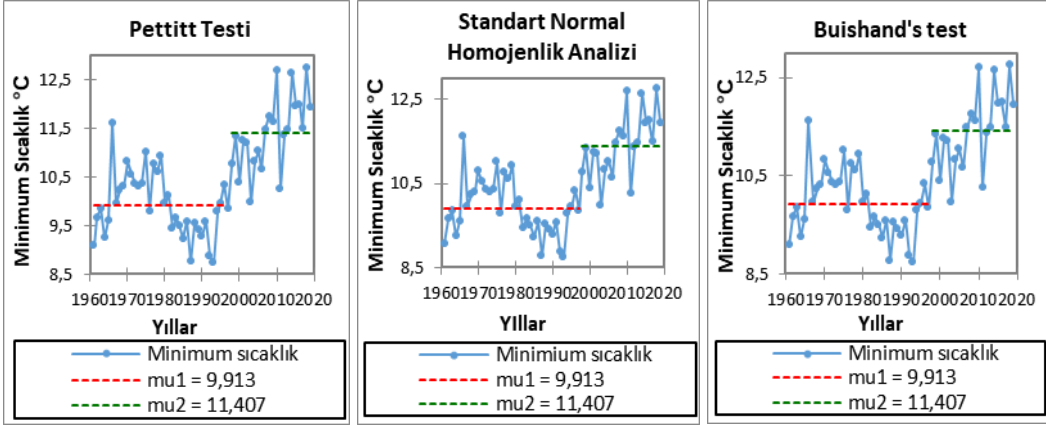
Ek 46. 17061 Sarıyer istasyonu minimum sıcaklık homojenlik analizi sonuçları



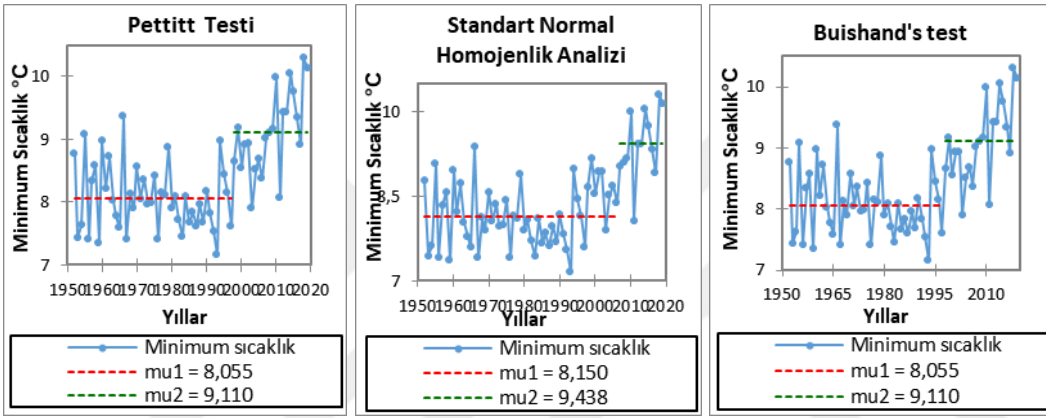
Ek 47. 17610 Şile istasyonu minimum sıcaklık homojenlik analizi sonuçları



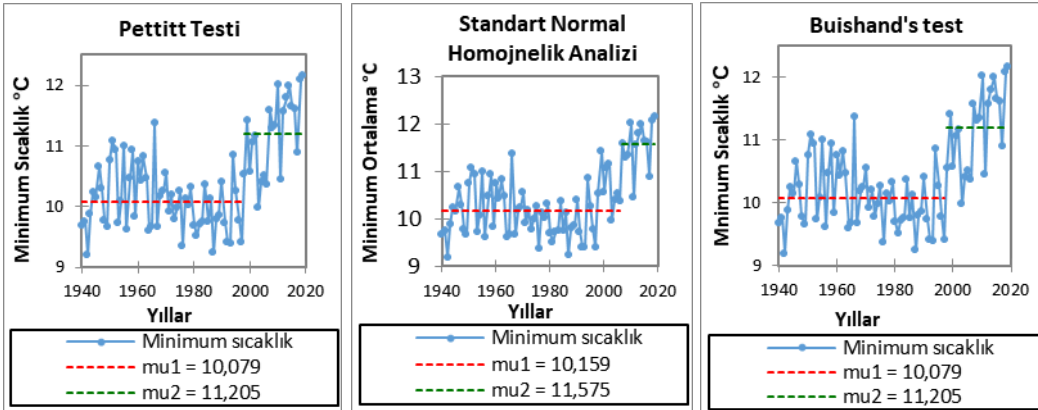
Ek 48. 17066 Kocaeli istasyonu minimum sıcaklık homojenlik analizi sonuçları



Ek 49. 17119 Yalova istasyonu minimum sıcaklık homojenlik analizi sonuçları

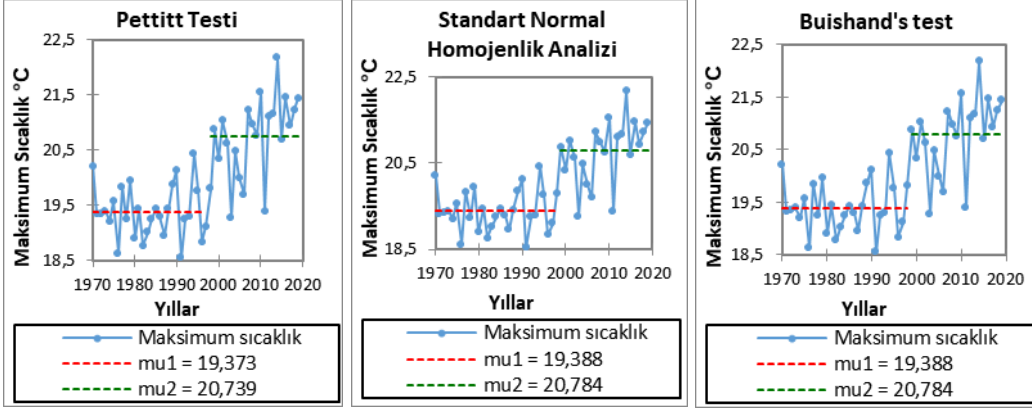


Ek 50. 17050 Edirne istasyonu minimum sıcaklık homojenlik analizi sonuçları

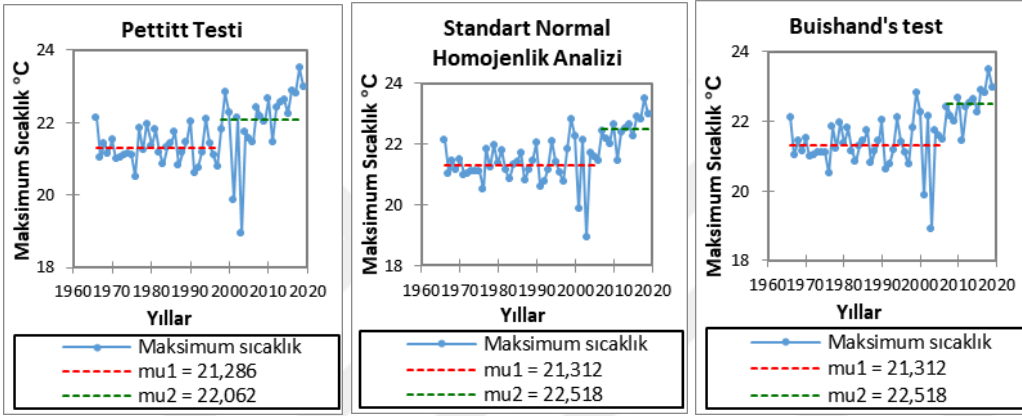


Ek 51. 17056 Tekirdağ istasyonu minimum sıcaklık homojenlik analizi sonuçları

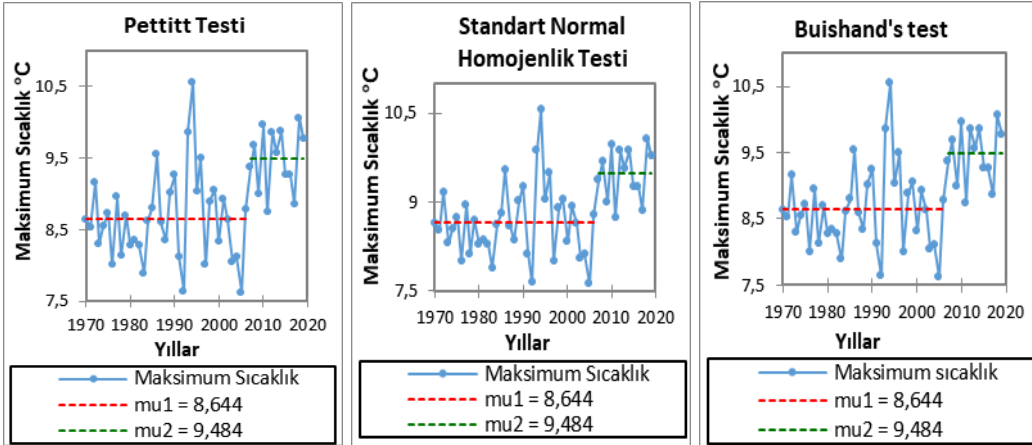




Ek 52. 17674 Balıkesir istasyonu maksimum sıcaklık homojenlik analizi sonuçları

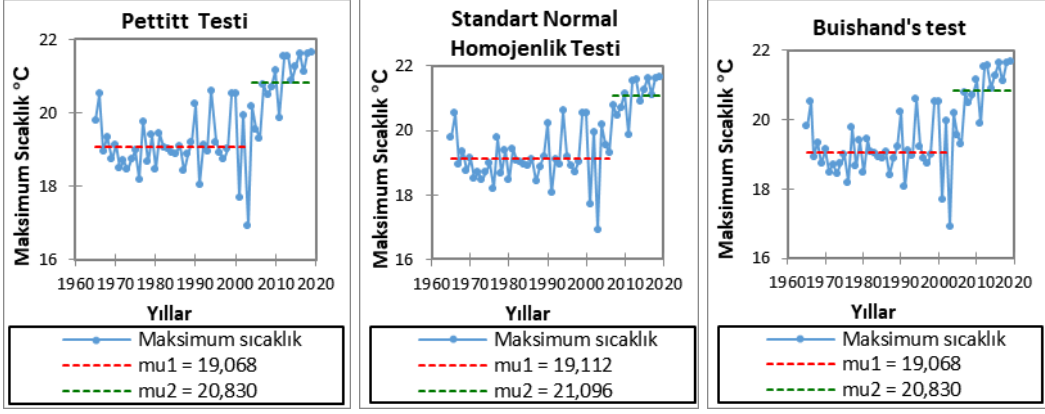


Ek 53. 17175 Ayvalık istasyonu maksimum sıcaklık homojenlik analizi sonuçları

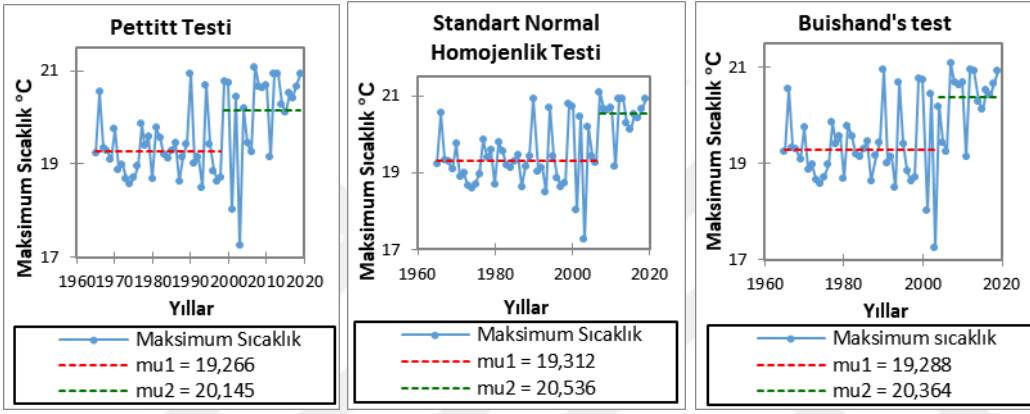


Ek 54. 17676 Uludağ istasyonu maksimum sıcaklık homojenlik analizi sonuçları

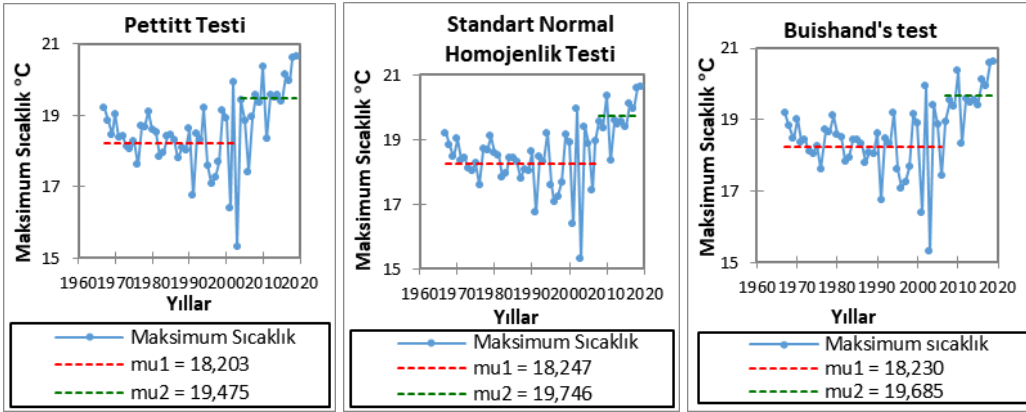




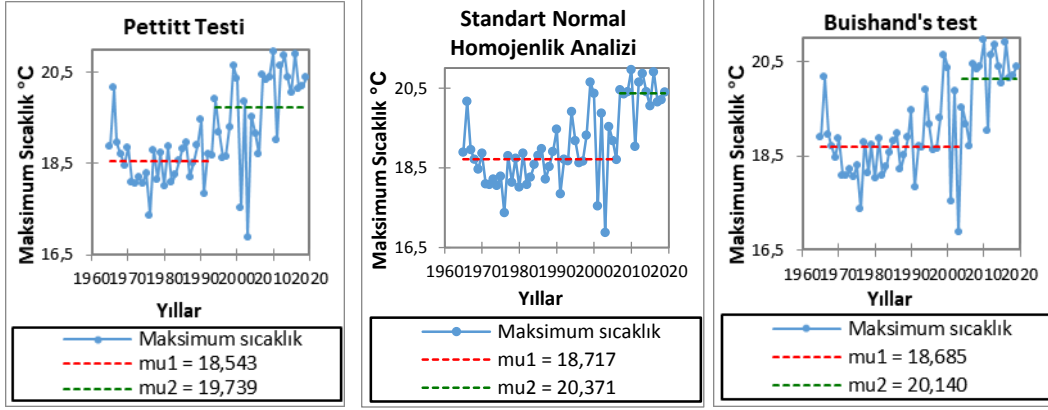
Ek 55. 17608 Uzunköprü istasyonu maksimum sıcaklık homojenlik analizi sonuçları



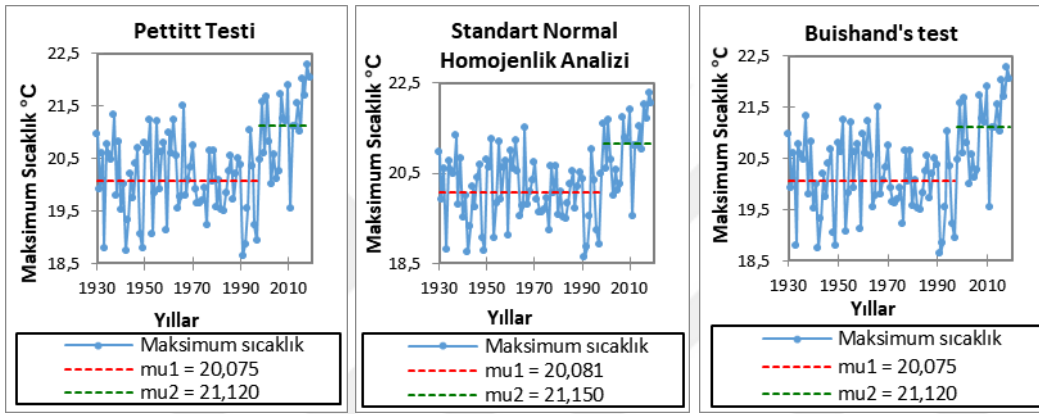
Ek 56. 17632 İpsala istasyonu maksimum sıcaklık homojenlik analizi sonuçları



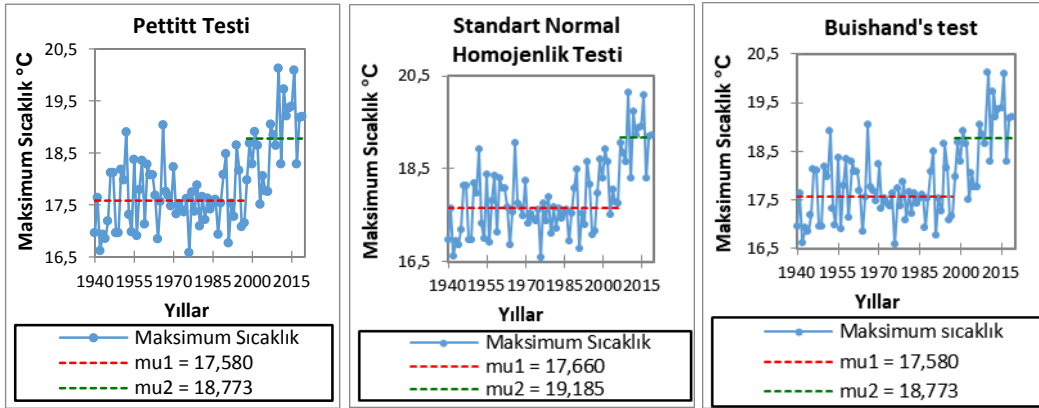
Ek 57. 17111 Bozcaada istasyonu maksimum sıcaklık homojenlik analizi sonuçları



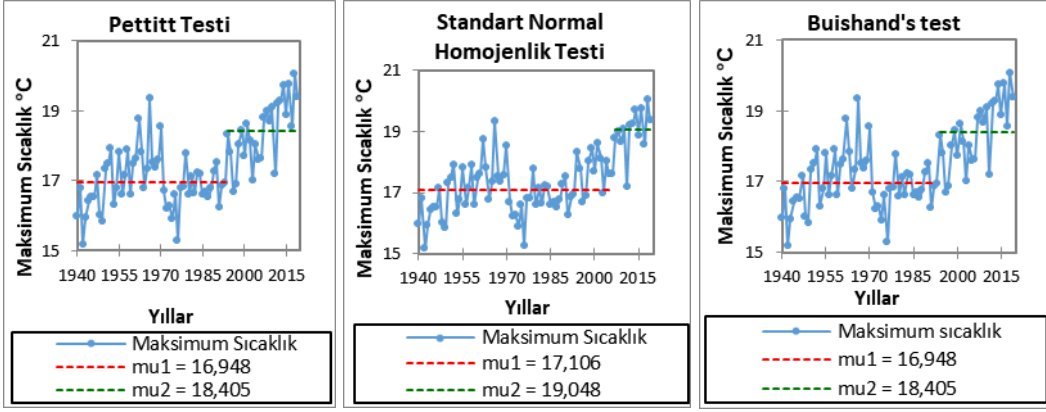
Ek 57. 17110 Gökçeada istasyonu maksimum sıcaklık homojenlik analizi sonuçları



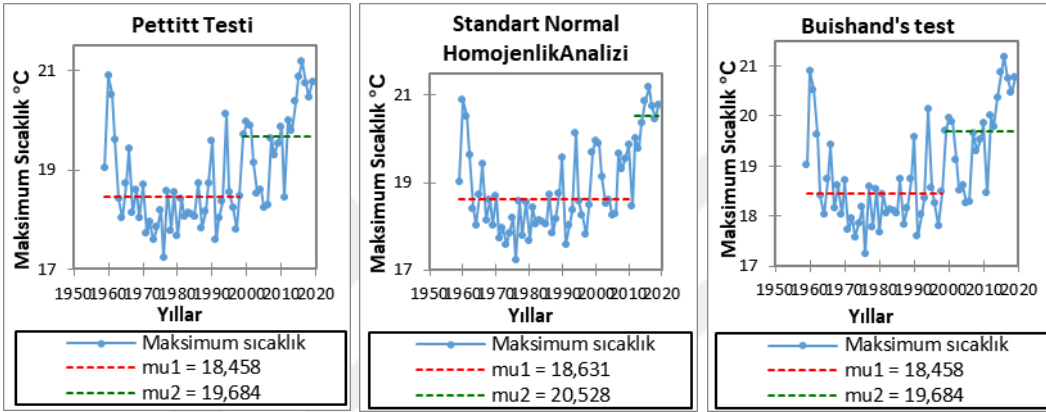
Ek 58. 17116 Bursa istasyonu maksimum sıcaklık homojenlik analizi sonuçları



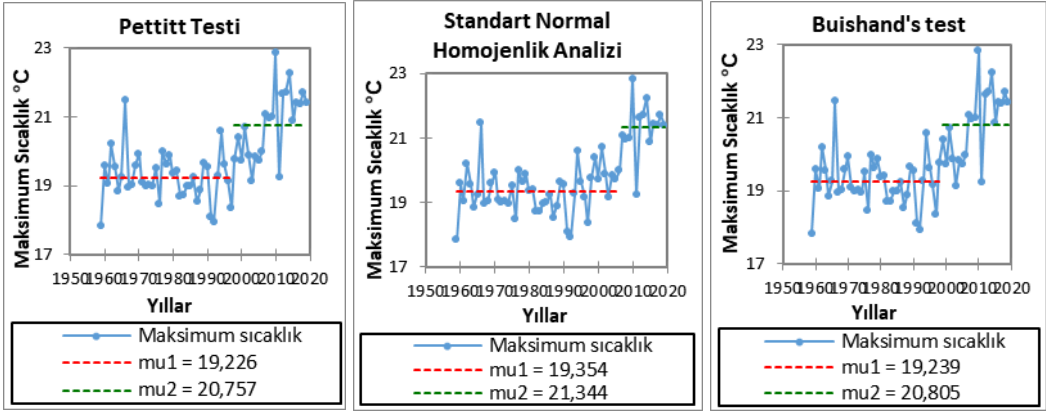
Ek 59. 17056 Tekirdağ istasyonu maksimum sıcaklık homojenlik analizi sonuçları



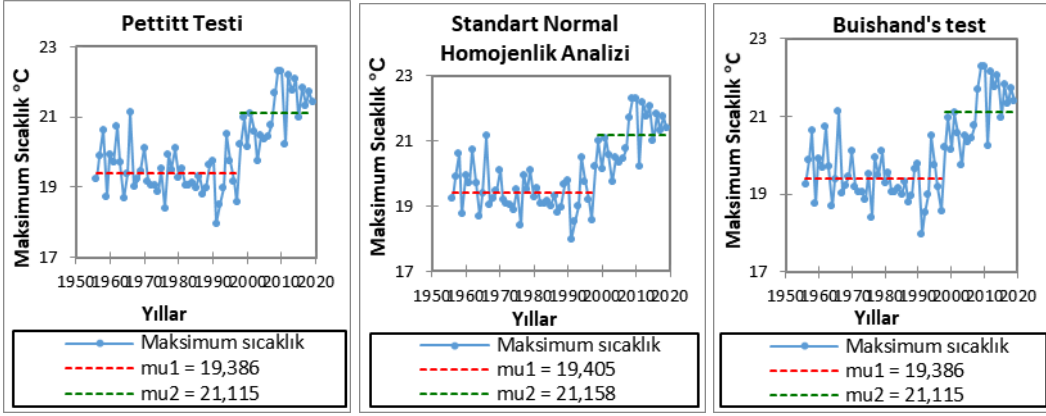
Ek 60. 17610 Şile istasyonu maksimum sıcaklık homojenlik analizi sonuçları



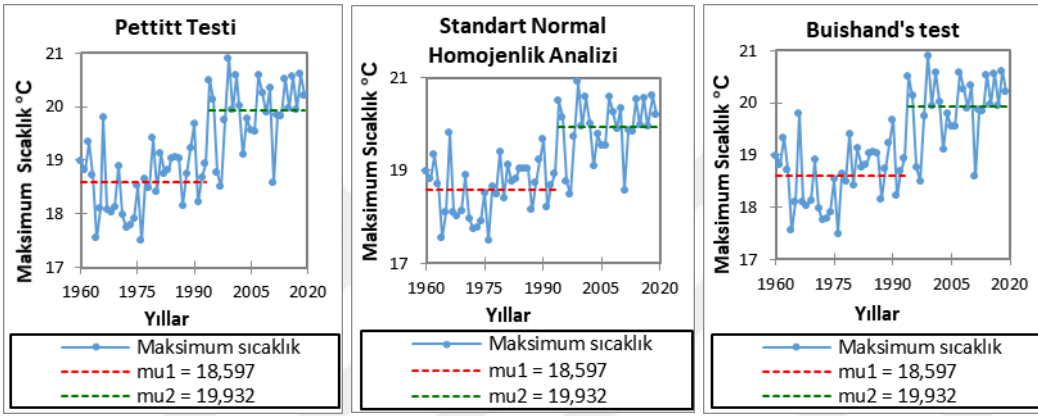
Ek 61. 17052 Kırklareli istasyonu maksimum sıcaklık homojenlik analizi sonuçları



Ek 62. 17662 Geyve istasyonu maksimum sıcaklık homojenlik analizi sonuçları



Ek 63. 17069 Sakarya istasyonu maksimum sıcaklık homojenlik analizi sonuçları



Ek 64. 17119 Yalova istasyonu maksimum sıcaklık homojenlik analizi sonuçları