

**İSTANBUL İLİNDE YAĞIŞ VE SICAKLIK VERİLERİNİN YENİLİKÇİ
EĞİLİM (TREND) YÖNTEMLERİYLE ANALİZİ**

İSTANBUL MEDİPOL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ, ENERJİ VE SAĞLIK PROGRAMI
YÜKSEK LİSANS DERECEŚİNE İLİŐKİN BELİRLENEN ŐARTLARIN
YERİNE GETİRİLMESİ AMACIYLA SUNULAN
YÜKSEK LİSANS TEZİ

Melis Kurum

Mayıs, 2022

İSTANBUL İLİNDE YAĞIŞ VE SICAKLIK VERİLERİNİN YENİLİKÇİ EĞİLİM
(TREND) YÖNTEMLERİYLE ANALİZİ

Melis Kurum

18 Mayıs 2022

Jüri üyeleri olarak bu tezi okuduğumuzu ve ilgili programın yüksek lisans derecesi için yeterli kapsam ve kalitede olduğunu onaylıyoruz.

Doç. Dr. Eyüp Şişman (Danışman)

Doç. Dr. Yavuz Selim Güçlü

Dr. Öğr. Üyesi Adlen Altunbaş

Fen Bilimleri Enstitüsü tarafından onaylanmıştır:

Prof. Dr. Yasemin Yüksel Durmaz

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

İşbu belge ile bu tezdeki bütün bilgilerin akademik kurallara ve etik davranış ilkelerine uygun olarak toplanıp sunulduğunu beyan ederim. Bu kural ve ilkelerin gereği olarak, çalışmada bana ait olmayan tüm veri, malzeme ve sonuçları alıntıladığımı ve kaynağını gösterdiğimi ayrıca beyan ederim.

İmza :

Adı Soyadı : MELİS KURUM

TEŞEKKÜR

Yüksek lisansa başladığım andan itibaren değerli bilgileri ile bana ışık tutan, manevi desteğini esirgemeyen ve tezimin başlangıcından sonuna kadar geçen zamanda üzerimde en çok emeğini hissettiğim danışmanım, kıymetli hocam Doç. Dr. Eyüp Şişman'a teşekkürü bir borç bilirim.

Yüksek lisans yolculuğumda hem derslerimde hem tezimin analiz kısmında bilgilerinden, tecrübelerinden yararlandığım, bana ilham olan, sorduğum her soru için kıymetli vaktini mutlaka ayırıp sorularımı bıkmadan usanmadan yanıtlayan, her türlü desteğini sağlayan değerli hocam Zekai Şen'e teşekkür ederim.

Maddi manevi desteğini hiçbir zaman eksik etmeyen, doğduğumdan bu yana bana hep inandığını ve güvendiğini bildiğim, kızı olmakla gurur duyduğum canım babam Muharrem Kurum'a sonsuz şükranlarımı sunarım.

Gerek yüksek lisans sürecim gerek tez sürecimde yardımını hiç esirgemeyen ve her daim yanımda olan hayat arkadaşım ve yol arkadaşım Erhan Saatçioğlu'na teşekkür ederim.

Son olarak beni hep izlediğini ve gurur duyduğunu bildiğim rahmetli babaannem Habibe Kurum'a saygı ve özlemle. . .

Melis Kurum

Mayıs, 2022

İÇİNDEKİLER

Sayfa

| | |
|--|-------------|
| TEŞEKKÜR | iv |
| İÇİNDEKİLER | v |
| ŞEKİL LİSTESİ | vi |
| ÇİZELGE LİSTESİ | viii |
| SEMBOLLER | ix |
| KISATMALAR | x |
| ÖZET | xi |
| ABSTRACT | xiii |
| 1. GİRİŞ | 15 |
| 2. TEORİK KISIM | 3 |
| 2.1. Literatür Taraması..... | 3 |
| 2.2. Çalışma Alanı ve İstasyonlar | 14 |
| 3. DENEYSEL KISIM | 16 |
| 3.1. Çalışma Planı ve Kullanılan Yöntemler | 16 |
| 3.1.1. Yenilikçi eğilim (trend) analizi (YTA) yöntemi..... | 16 |
| 3.1.2. Yenilikçi poligon eğilim (trend) analizi (YPTA) yöntemi | 18 |
| 3.1.3. Mann-Kendall yöntemi | 20 |
| 3.1.4. Homojenlik Run (Swed-Eisenhart) testi | 21 |
| 4. BULGULAR VE TARTIŞMA | 22 |
| 4.1. Zaman Seri Analizleri..... | 22 |
| 4.2. Homojenlik Run (Swed-Eisenhart) Testi Bulguları..... | 33 |
| 4.3. YTA Yöntemi Bulguları | 34 |
| 4.3.1. Aylık maksimum sıcaklık verilerinin YTA yöntemi bulguları..... | 34 |
| 4.3.2. Aylık minimum sıcaklık verilerinin YTA yöntemi bulguları..... | 44 |
| 4.3.3. Aylık ortalama sıcaklık verilerinin YTA yöntemi bulguları | 53 |
| 4.3.4. Aylık maksimum yağış verilerinin YTA yöntemi bulguları..... | 63 |
| 4.3.5. Aylık toplam yağış verilerinin YTA yöntemi bulguları | 73 |
| 4.4. YPTA Yöntemi Bulguları..... | 78 |
| 4.4.1. Aylık sıcaklık verilerinin YPTA yöntemi bulguları | 78 |
| 4.4.2. Aylık yağış verilerinin YPTA yöntemi bulguları | 89 |
| 4.5. Mann Kendall Yöntemi Bulguları | 94 |
| 5. SONUÇ VE GELECEKTEKİ ÇALIŞMALAR | 96 |
| KAYNAKÇA | 98 |
| ÖZ GEÇMİŞ | 102 |

ŞEKİL LİSTESİ

| | |
|--|----|
| Şekil 2.1: MGM ölçüm istasyonları konumları. | 15 |
| Şekil 3.1: Tez çalışması kapsamında takip edilen akış şeması. | 16 |
| Şekil 3.2: 1:1 doğrusu ve trend (eğilim) çeşitleri..... | 18 |
| Şekil 3.3: Yenilikçi Poligon Trend Analizi (YPTA) şablon grafiği. | 19 |
| Şekil 4.1: Sarıyer (Kumköy) aylık maksimum sıcaklık verisi zaman serileri. | 24 |
| Şekil 4.2: Şile aylık maksimum sıcaklık verisi zaman serileri. | 25 |
| Şekil 4.3: Kadıköy Rıhtım aylık minimum sıcaklık verisi zaman serileri..... | 26 |
| Şekil 4.4: Şile aylık ortalama sıcaklık verisi zaman serileri. | 27 |
| Şekil 4.5: Sarıyer (Kumköy) aylık maksimum yağış verisi zaman serileri. | 28 |
| Şekil 4.6: Sarıyer aylık maksimum yağış verisi zaman serileri..... | 29 |
| Şekil 4.7: Şile aylık maksimum yağış verisi zaman serileri. | 30 |
| Şekil 4.8: Sarıyer (Kumköy) aylık toplam yağış verisi zaman serileri. | 31 |
| Şekil 4.9: Sarıyer aylık toplam yağış verisi zaman serileri..... | 32 |
| Şekil 4.10: Sarıyer (Kumköy) istasyonu aylık maksimum sıcaklık verileri YTA grafikleri (°C)..... | 35 |
| Şekil 4.11: Sarıyer istasyonu aylık maksimum sıcaklık verileri YTA grafikleri (°C).... | 37 |
| Şekil 4.12: Kadıköy Rıhtım istasyonu aylık maksimum sıcaklık verileri YTA grafikleri (°C)..... | 39 |
| Şekil 4.13: Şile istasyonu aylık maksimum sıcaklık verileri YTA grafikleri (°C)..... | 41 |
| Şekil 4.14: Florya istasyonu aylık maksimum sıcaklık verileri YTA grafikleri (°C).... | 43 |
| Şekil 4.15: Sarıyer (Kumköy) istasyonu aylık minimum sıcaklık verileri YTA grafikleri (°C)..... | 45 |
| Şekil 4.16: Sarıyer istasyonu aylık minimum sıcaklık verileri YTA grafikleri (°C)..... | 47 |
| Şekil 4.17: Kadıköy Rıhtım istasyonu aylık minimum sıcaklık verileri YTA grafikleri (°C). | 48 |
| Şekil 4.18: Şile istasyonu aylık minimum sıcaklık verileri YTA grafikleri (°C). | 50 |
| Şekil 4.19: Florya istasyonu aylık minimum sıcaklık verileri YTA grafikleri (°C)..... | 52 |
| Şekil 4.20: Sarıyer (Kumköy) istasyonu aylık ortalama sıcaklık verileri YTA grafikleri (°C)..... | 54 |
| Şekil 4.21: Sarıyer istasyonu aylık ortalama sıcaklık verileri YTA grafikleri (°C). | 56 |
| Şekil 4.22: Kadıköy Rıhtım istasyonu aylık ortalama sıcaklık verileri YTA grafikleri (°C). | 58 |
| Şekil 4.23: Şile istasyonu aylık ortalama sıcaklık verileri YTA grafikleri (°C)..... | 60 |
| Şekil 4.24: Florya istasyonu aylık ortalama sıcaklık verileri YTA grafikleri (°C)..... | 62 |
| Şekil 4.25: Sarıyer (Kumköy) istasyonu aylık maksimum yağış verileri YTA grafikleri (mm)..... | 64 |
| Şekil 4.26: Sarıyer istasyonu aylık maksimum yağış verileri YTA grafikleri (mm)..... | 66 |
| Şekil 4.27: Kadıköy Rıhtım istasyonu aylık maksimum yağış verileri YTA grafikleri (mm)..... | 68 |
| Şekil 4.28: Şile istasyonu aylık maksimum yağış verileri YTA grafikleri (mm). | 70 |
| Şekil 4.29: Florya istasyonu aylık maksimum yağış verileri YTA grafikleri (mm)..... | 72 |
| Şekil 4.30: Sarıyer (Kumköy) istasyonu aylık toplam yağış verileri YTA grafikleri (mm)..... | 75 |
| Şekil 4.31: Sarıyer istasyonu aylık toplam yağış verileri YTA grafikleri (mm). | 77 |
| Şekil 4.32: Aylık maksimum sıcaklık verileri YPTA grafikleri. | 80 |
| Şekil 4.33: Aylık minimum sıcaklık verileri YPTA grafikleri. | 84 |
| Şekil 4.34: Aylık ortalama sıcaklık verileri YPTA grafikleri..... | 88 |
| Şekil 4.35: Aylık maksimum yağış verileri YPTA grafikleri..... | 91 |

Şekil 4.36: Aylık toplam yağış verileri YPTA grafikleri..... 93



ÇİZELGE LİSTESİ

| | |
|--|----|
| Çizelge 2.1: Trend analizi literatür çalışması. | 12 |
| Çizelge 2.2: İstasyon bilgileri. | 15 |
| Çizelge 4.1: İstasyonlar için Run homojenlik testi Z değerleri. | 33 |
| Çizelge 4.2: Aylık maksimum sıcaklık verileri YPTA istatistikleri. | 81 |
| Çizelge 4.3: Aylık minimum sıcaklık verileri YPTA istatistikleri. | 84 |
| Çizelge 4.4: Aylık ortalama sıcaklık verileri YPTA istatistikleri. | 88 |
| Çizelge 4.5: Aylık maksimum yağış verileri YPTA istatistikleri. | 92 |
| Çizelge 4.6: Aylık toplam yağış verileri YPTA istatistikleri. | 93 |
| Çizelge 4.7: MK test sonuçları. | 94 |



SEMBOLLER

| | |
|-----------------------|--|
| °C | :Santigrat Derece |
| CO₂ | :Karbondioksit |
| H₀ | :Reddedilen Hipotez |
| H₁ | :Alternatif Hipotez |
| Km² | :Kilometrekare |
| N | :Veri Sayısı |
| N_A | :Homojenlik Testi Seviyenin Atında Olanlar Sayısı |
| N_H | :Homojenlik Testi Seviyenin Üstünde Olanlar Sayısı |
| r | :Run Sayısı |
| S | :MK Test İstatistiği |
| SO₂ | :Kükürt Dioksit |
| t_i | :Seride Bağlı Gözlem Sayısı |
| Z | :Önem Seviyesi Standart Normal Değişkeni |
| Z | :Run Testi Sonucu |
| α | :Önem Seviyesi |

KISATMALAR

| | |
|------------------------|---|
| AR5 | :Assessment Report 5 (Değerlendirme Raporu 5) |
| AR6 | :Assessment Report 6 (Değerlendirme Raporu 6) |
| BMİDÇ | :Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçevesi |
| CB | :Change Boxes (Değişim Kutuları) |
| GTA | :Geçiş Trend (Eğilim) Analizi (Crossing Trend Analysis (CTA)) |
| INDC | :Nationally Determined Contributions (Ulusal Olarak Belirlenmiş Katkılar) |
| IPCC | :Intergovernmental Panel on Climate Change (Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli) |
| IPTA | :Innovative Polygon Trend Analysis |
| ITA | :Innovative Trend Analysis |
| İRD | :İzleme, Paporlama ve Doğrulama |
| LR | :Lineer Regresyon |
| MGM | :Meteoroloji Genel Müdürlüğü |
| MK | :Mann Kendall |
| MMK | :Modifiye Mann Kendall |
| OMGİ | :Otomatik Meteoroloji Gözlem İstasyonu |
| PM10 | :10 Nanometreden Küçük Partikül Madde Çapı |
| PTA | :Parçalı Trend (Eğilim) Analizi (Partial Trend Analysis (PTA)) |
| SGS | :Sera Gazı Salınımları |
| SR | :Spearman Rho |
| SS | :Sen's Slope (Sen'in Trend Eğim Testi) |
| VAR_s | :Test İstatistiği Varyansı |
| Y.Y. | :Yüzyıl |
| YPTA | :Yenilikçi Poligon Trend (Eğilim) Analizi |
| YTA | :Yenilikçi Trend (Eğilim) Analizi |

İSTANBUL İLİNDE YAĞIŞ VE SICAKLIK VERİLERİNİN YENİLİKÇİ EĞİLİM (TREND) YÖNTEMLERİYLE ANALİZİ

ÖZET

Melis Kurum

İklim Değişikliği, Enerji ve Sağlık, Yüksek Lisans

Tez Danışmanı: Doç. Dr. Eyüp ŞİŞMAN

Mayıs, 2022

Dünyamızdaki hızlı nüfus artışı, bilinçsiz tüketim, betonlaşma, kaynakların sürdürülebilirliği göz önünde bulundurulmadan kullanımı ve çevre kirliliği gibi pek çok faktöre bağlı olarak küresel ısınma artmakta ve iklim değişikliğine sebep olmaktadır. Bu değişiklik özellikle yağış ve sıcaklık verileri üzerinde önemli değişiklikleri beraberinde getirmekte ve bu konuda gerçekleştirilen trend analizi çalışmaları literatürde önemli bir yer tutmaktadır. Günümüzde yağış ve sıcaklıklarda artış ve azalma şeklinde kendini gösteren eğilimlerin tarım, turizm, sanayi, eğitim, ekonomi ve günlük yaşantımızda etkili pek çok alandaki kaçınılmaz ve hissedilir sonuçları ortadadır. Akdeniz Havzası'nda yer alan Türkiye için iklim değişikliği ve bu değişikliğine bağlı yapılan ve yapılacak araştırmalar sektörler ve toplum açısından çok önemli ve öncelikli konular arasındadır. Bu sebeple Türkiye'nin en önemli şehri olan İstanbul ili için, uzun kayıt süresi boyunca ölçülen yağış ve sıcaklık verilerindeki eğilimler (trend) bu tez çalışması kapsamında araştırılmıştır. Bu kapsamda 1959-2020 yıllarını kapsayan veri setlerine klasik Mann-Kendall (MK), Yenilikçi Trend Analizi (YTA) ve Yenilikçi Poligon Trend Analizi (YPTA) yöntemleri uygulanmıştır. Araştırmada yapılan analizler sonrası veri kalitesi açısından eksik verilerin en az olduğu, Sarıyer (Kumköy), Sarıyer, Kadıköy (Rıhtım), Şile ve Florya, toplamda beş meteoroloji istasyonu seçilmiştir. Tez kapsamında ilk olarak zaman serileri grafikleri üzerinden ön değerlendirmede bulunulmuştur. Verilerin homojenlik sınaması için Run testi kullanılmıştır. Klasik Mann Kendall yaklaşımı pek çok varsayıma dayandığından ve sadece bütüncül artan ve azalan eğilimleri (trendleri) ortaya koyabildiği için, herhangi bir varsayıma dayanmayan ve bütüncül olmayan artan ve azalan eğilimlerinde (trendlerin) de belirlenmesinde kullanılan yenilikçi yaklaşımlar, Yenilikçi Trend Analizi (YTA) ve Yenilikçi Poligon Trend Analizi (YPTA), ile de uygulamalar gerçekleştirilmiştir. MK yönteminde tümünden değerlendirilen veriler, YTA yaklaşımında mevsimsel olarak da incelenmiştir. Ayrıca YTA ve YPTA metodolojileri ile her bir aya ilişkin eğilimler ayrıntılı şekilde ortaya konulmuştur. MK'a göre sıcaklık verilerinde beş istasyon için de önemli trend artışı söz konusudur. Yağış verileri için herhangi önemli bir trend artışı söz konusu değildir. Yenilikçi yaklaşımlar ile gerçekleştirilen analizlere gelince, YTA yöntemine göre, 1990-2020 yıllarında aylık maksimum sıcaklıklarda 1959-1989'a göre önemli artış eğilimleri ortaya çıkmaktadır. Bu artışlar içerisinde özellikle yaz mevsiminde ortaya çıkan artış eğilimleri, diğer mevsimlerdeki eğilimlere nazaran, kolaylıkla ayırt edilebilmektedir. Tüm yıl içerisinde en belirgin eğilim (trend) artışının ortaya çıktığı aylar Ağustos ve Temmuz'dur.

YPTA grafikleri ile YTA grafik sonuçları birbirini desteklemektedir. YPTA grafiklerine göre maksimum sıcaklık verilerinde en büyük trend uzunlukları beş istasyon içinde ortak şekilde Ekim-Kasım ayları geçişinde görülmüştür. Minimum, ortalama sıcaklık ve yağış verilerinin eğilim grafikleri incelendiğinde trendlerin istasyon konumuna ve aya bağlı olarak benzerlikleri yanı sıra önemli farklarında olduğu görülmüştür. Genelde sıcaklık verileri için benzerliklerin fazla olduğu ifade edilebilir. Buna karşın yağış verileri eğilimleri aynı ilçe sınırları içerisinde yer alan Sarıyer (Kumköy) ve Sarıyer istasyonları için karşılaştırıldığında önemli farkların olduğu görülmüştür. Bu durum yağış eğilimlerinin belirlenmesinde ve alansal değerlendirmeler için daha sık istasyon yapısına ihtiyaç duyulabileceğini işaret etmektedir. İstanbul'da seçilen meteoroloji istasyonlarına ait veriler için, trend eğilimleri bu çalışma kapsamında ayrıntılı şekilde belirlenerek yorumlanmıştır. Klasik MK yöntemi ile de aynı veriler için trend analizleri gerçekleştirilmiş ve sonuçlar yorumlanmıştır. İklim değişikliği ile meteoroloji, hidroloji ve hidro-meteoroloji verilerinde kendini gösteren eğilimlerin yönlerinin ve büyüklüklerin belirlenmesinde yenilikçi yöntemlerin kullanımının, sıklıkla tercih edilen klasik MK yöntemine göre çok daha uygun olduğu bu çalışma kapsamında gerçekleştirilen analizler ve ortaya konular sonuçlar ile görülebilmektedir.

Anahtar sözcükler: İstanbul, Trend Analizi, Yenilikçi Trend Analizi (YTA), Yenilikçi Poligon Trend Analizi (YPTA), Mann-Kendall (MK), Yağış, Sıcaklık

ANALYSIS OF PRECIPITATION AND TEMPERATURE DATA IN ISTANBUL WITH INNOVATIVE TREND ANALYSIS METHODS

ABSTRACT

Melis Kurum

MSc Climate Change, Energy and Health

Advisor: Assoc. Prof. Eyüp ŞİŞMAN

May, 2022

Global warming is increasing due to many factors such as rapid population growth, unconscious consumption, concretization, use of resources without considering sustainability, and environmental pollution that causes climate change. This change brings along important changes, especially in precipitation and temperature data, and trend analysis studies on this subject have an important place in the literature. Inevitable and tangible consequences of increase and decrease in precipitation and temperatures affect agriculture, tourism, industry, education, economy, and other areas of our daily life. For Turkey, which is located in the Mediterranean Basin, climate change and the research made or to be made related to this change are among the very important and priority issues in terms of sectors and society. For this reason, trends in precipitation and temperature data were measured and investigated during the long recording period for İstanbul, the most important city in Turkey, as the scope of this thesis study. In this context, classical Mann-Kendall (MK), Innovative Trend Analysis (ITA), and Innovative Polygon Trend Analysis (IPTA) methods were applied to the data sets covering the years 1959-2020. After the analyzes made in the research, a total of five meteorological stations were selected in Sarıyer (Kumköy), Sarıyer, Kadıköy (Rıhtım), Şile, and Florya, where the missing data is the least in terms of data quality. Within the scope of the thesis, firstly, a preliminary evaluation was made on time series graphics. The run test was used to test the homogeneity of the data. Since the classical Mann Kendall approach is based on many assumptions and can only reveal holistic increasing and decreasing trends, innovative approaches that are not based on any assumptions and are used to determine non-holistic increasing and decreasing trends, Innovative Trend Analysis (ITA) and Innovative Polygon Trend Analysis (IPTA) applications have also been made. The data, which were evaluated completely in the MK method, were also examined seasonally in the ITA approach. In addition, the ITA and IPTA methodologies and the trends for each month are presented in detail. According to MK, there is a significant trend increase for all five stations in the temperature data. On the other hand, there is no significant trend increase for precipitation data. As for the analyzes carried out with innovative approaches, according to the ITA method, significant increase trends emerge in the monthly maximum temperatures in the years 1990-2020 compared to 1959-1989. Among these increases, the increasing trends, especially in summer, can be easily distinguished compared to the trends in other seasons. August and July are the months in which the most significant trend increase occurs throughout the year.

Results of the IPTA and ITA results support each other. According to the IPTA graphs, the biggest trend lines in the maximum temperature data are seen in the transition October-November, jointly among the five stations. It is observed that after examining minimum temperature, average temperature, and precipitation data they have similarities depending on station location and month but also they have several significant differences. Similarities are higher mostly for the temperature data. On the other hand, the precipitation data even for the stations in the same district such as Sarıyer (Kumköy) and Sarıyer stations have significant differences. As a result of these findings, it can be pointed out that a more intense station structure is needed to determine precipitation trends and spatial assessments. For the data of the selected meteorological stations in Istanbul, the trends were determined and interpreted in detail within the scope of this study. Trend analyzes were performed for the same data with the classical MK method and the results were interpreted. Analysis and results studied in this study demonstrated that innovative methods are more appropriate than mostly used classical MK methods for determining the magnitude and direction of trend analysis for climate change and meteorology, hydrology, and hydro-meteorology data.

Keywords: Istanbul, Trend Analysis, Innovative Trend Analysis (ITA), Innovative Polygon Trend Analysis (IPTA), Mann-Kendall (MK), Precipitation, Temperature

BÖLÜM 1

1. GİRİŞ

Sanayi devrimi ile artan sera gazı salınımları (SGS) sonrası dünyamızın sıcaklığı artmış ve her gün sera gazlarındaki artışa bağlı olarak artmaya devam etmektedir. Paris Anlaşması sonrası, dünyanın ortalama sıcaklık seviyesindeki artışın 1.5°C dereceyi aşmaması ve maksimum 2°C derece ile sınırlı tutulması beklenmektedir [1]. Hükümetler arası İklim Değişikliği Paneli (IPCC) 5. değerlendirme raporuna (AR5) göre 21.yy'ın ilk on yılı en sıcak yıllar arasında yerini almıştır [2]. Değerlendirme raporu AR6'ya göre ise 1850-1990 yılları temel alınarak raporda ele alınan 5 senaryo için de 21. yüzyılda Dünya'nın ortalama sıcaklık artışının 1.5°C dereceyi aşacağı ortaya çıkmıştır [3]. İklim değişikliği kaynaklı sıcaklık artışları hidrolojik çevrim ve meteorolojik olaylarda önemli değişimlerin ortaya çıkmasına, beklenmeyen ve istenmeyen ciddi sorunlara neden olmaktadır. Son yıllarda dünyada ve özellikle ülkemizde iklim değişikliğine bağlı ortaya çıkan taşkınlar ve yaşanan kuraklıkların ekosistemi ve tüm canlı yaşamını önemli ölçüde etkilediği bilinmektedir. Suudi Arabistan'ın Mekke şehri, Mısır'ın Wadi Feiran Havzası, Ürdün'ün Wadi Yuttum Havzası düzenli olarak ani taşkınlara maruz kalmaktadır. Türkiye'de ise özellikle Doğu Karadeniz Bölgesi başta olmak üzere birçok bölgede ani taşkın olayları yaşanmaktadır. Giresun'un Aksu Çayı ve Batlama Deresi Havzaları Doğu Karadeniz'de ortaya çıkan ani taşkın ve sellere örnektir [4].

İklim değişikliği ülkelerin enerjiden sanayiye, tarımdan turizme, sağlıktan ulaşırmaya, tüm sektörleri ve bağlantılı olarak ülkelerin ekonomileri üzerinde doğrudan etkilidir. Bu sebeple hızlı bir şekilde iklim değişikliğine uyum sağlamak ortaya çıkabilecek zararları en aza indirebilmemizde önemlidir. Bu kapsamda dünyada ve ülkemizde iklim değişikliği konusunda önemli araştırmalar ve proje çalışmaları yürütülmektedir. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı bu konuda en önemli rolü üstlenmektedir. Bakanlık tarafından bu zamana kadar gerçekleştirilen pek çok proje göze çarpmaktadır.

Düşük Karbonlu Kalkınma için Çözümsel Tabanlı Strateji ve Eylem Geliştirilmesi Teknik Yardım Projesi, İklim Değişikliğine Uyum Konusunda Kurumsal Kapasitenin Geliştirilmesi için Eğitim Projesi, Türkiye’de İklim Uyum Eyleminin Güçlendirilmesi Projesi, İklim Değişikliğine Uyum Konusunda Kurumsal Kapasitenin Geliştirilmesi Eğitimi Projesi, Florlu Sera Gazları (F-Gazlar) Konusunda Kapasite Oluşturma ve Aktarım için Kapasite Geliştirme Teknik Yardım Projesi, İzleme, Raporlama ve Doğrulama mevzuatının (İRD) güncellenmesi konusunda Kapasite Geliştirme Projesi örnek projeler arasında sayılabilir. İstanbul Medipol Üniversitesi’nin Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı ile birlikte yürüttüğü içerisinde yer aldığı “Sera Gazı Ulusal Katkı Hedefinin Gerçekleştirilmesi için Kapasite Geliştirme ve İzleme Projesi” de bu önemli projelerden biridir [5].

İklim değişikliği ile ilişkili bilimsel araştırmalar içerisinde yapılan projelere destek niteliğindeki, sıklıkla hidrolojik, meteorolojik ve hidro-meteorolojik verilerin kullanıldığı, trend analiz çalışmaları son yıllarda önemli ölçüde ön plana çıkmaktadır. Özellikle yeraltı suyu kaynaklarının zaman değerlendirmeleri, akifer hidrolik parametrelerinin hızlı ve makul bir şekilde belirlenmesini gerektirir [9]. Söz konusu verilerdeki eğilimler doğal veya insan kaynaklı çeşitli nedenlere bağlı olarak ortaya çıkabilmektedir. Konuyla ilgili araştırmacılar tarafından kullanılan yöntemler incelendiğinde, genelde klasik ve yenilikçi yaklaşımların tercih edildiği görülmektedir.

Bu tez çalışmasında Türkiye’nin ekonomi, eğitim, turizm gibi pek çok açıdan en önemli şehri olan ve en kalabalık nüfusuna sahip ve İstanbul ilinin, yağış ve sıcaklık verilerindeki trendler klasik Mann-Kendall, Yenilikçi Trend Analizi (YTA) ve Yenilikçi Poligon Trend Analizi (YPTA) yöntemleri kullanılarak araştırılmıştır. Analiz çalışmaları için, İstanbul ilinde en uzun kayıt süresine sahip beş meteoroloji istasyonu seçilmiştir. Araştırmada 1959-2020 yıllarına ait aylık maksimum, minimum ve ortalama sıcaklık ile aylık maksimum ve toplam yağış verileri kullanılmıştır.

BÖLÜM 2

2. TEORİK KISIM

2.1. Literatür Taraması

Bu tez çalışması kapsamında İstanbul ilinin en uzun kayıt sürelerine sahip istasyonlarında ölçümlenen yağış ve sıcaklık verilerindeki trendler incelenmiştir. Konuya ilişkin literatürde yer alan çalışmalar araştırıldığında, dünyada ve ülkemizde meteorolojik, hidrolojik ve hidro-meteorolojik verilerin trendlerinin belirlenmesine yönelik önemli uygulama çalışmalarının mevcut olduğu görülmüştür. İklim değişikliğine de bağlı olarak geçmiş yirmi yıllık süreçte bu araştırmaların sayısının önemli ölçüde arttığı söylenebilir. Bu kapsamda genelde klasik yaklaşımlar kullanılırken, özellikle son beş yılda yenilikçi yöntemler de ön plana çıkmaktadır.

Bu tez kapsamında sözü edilen ilk yenilikçi yöntem Şen tarafından geliştirilmiştir [10]. Şen bu yöntemde önerdiği 1:1 (45°) eğime sahip karşılaştırma doğrusunu referans olarak eğilimleri, trend yok, artış ve azalış, şeklinde belirlemektedir. Şen analiz için kullandığı eldeki verileri, iki eşit parçaya bölüp, verileri küçükten büyüğe doğru sıralamış ve bölünmüş parçaları kendi aralarında 1:1 doğrusunu referans olarak karşılaştırmıştır. Önerilen metodoloji ilk olarak, üç farklı veri grubu için uygulanmıştır. 1938-2003 yılları arası Cizre istasyonu yıllık toplam yağış verileri, 1840-2004 yılları arası Danube Nehri yıllık akış verileri, 1954-2003 yılları arası Menzelet ve Aslantaş Barajları yıllık toplam akış verilerindeki trendler, YTA yöntemi kullanılarak araştırılmıştır. Araştırma kapsamında veriler düşük, orta ve yüksek şeklinde sınıflandırılarak trend yorumları bu sınıflara göre gerçekleştirilmiştir [10]. Mann-Kendall (MK) yönteminden, uzun yıllar sonra önerilen bu yöntem sayesinde bugün çok sayıda araştırma yürütülmekte ve farklı yeni yaklaşımlar ortaya konulabilmektedir.

Haktanır ve Çıtakoğlu, maksimum yağış zaman serilerindeki trendleri klasik ve yenilikçi eğilim yöntemleri ile araştırmışlardır. Maksimum yağış verileri 5 dakikadan 24 saate kadar 14 farklı kayıt süresi için değerlendirilmiştir. Yapılan klasik testler sonucunda, yağış verilerinin %90'ında trendin olmadığı tespit edilmiştir. Çalışmada yenilikçi yöntem olarak kullanılan YTA sonuçları ile klasik yöntem sonuçlarının örtüştüğü ifade edilmiştir. Ayrıca araştırma kapsamında Merzifon istasyonu için Şen'in YTA yöntemi ile klasik MK yönteminin benzerlikleri ortaya konulmuştur [11].

Saphioğlu vd., Türkiye'nin batı Akdeniz Havzası'nda iklim değişikliğinin etkilerini araştırmak için, Kavaklıdere, Suçaltı ve Akköprü istasyonlarında toplanan aylık ve yıllık akış verilerini MK, Regresyon testi ve Şen'in YTA yöntemleri ile incelemişlerdir. Analiz sonuçlarına göre, MK ve Regresyon testleri ile aylık akış verilerinde herhangi bir eğilim tespit edilememiştir. Şen YTA yöntemine göre, aylık verilerde azalan eğilimler tespit edilmiştir. Yıllık akış verilerinde ise, tüm yöntemler azalan eğilimlerin varlığını göstermektedir. Kavaklıdere ve Suçaltı istasyon verileri ile gerçekleştirilen analizler, önemli kuraklıkların yaşanabileceğini işaret etmektedir. Bu araştırma küresel iklim değişikliğinin etkilerini en aza indirebilmek için, su kaynaklarındaki azalmanın artışına yönelik önlemler alınması gerektiğini göstermektedir [12].

Elouissi vd., Macta Havzası'ndaki aylık yağış verilerinin eğilimlerini belirlemek için gerçekleştirdikleri çalışmada, Cezayir'in kuzeybatısında yer alan 25 istasyonun aylık yağış verilerine YTA yöntemini uygulamışlardır. Araştırmanın amacı YTA yöntemini kullanarak verilerdeki eğilimlerin belirlenmesi ve objektif olarak yorumlanabilmesidir. Yapılan değerlendirme sonucunda Macta Havzası'nın kuzey kesimindeki aylık yağışlarda azalan eğilimler ve Akdeniz kıyı alanında yer alan güney kesiminde artan eğilimler tespit edilmiştir. Ek olarak YTA yöntemi ile havzanın eğilimleri alt kategorilerde incelenerek (düşük, orta, yüksek) ileride yapılacak çalışmalar için ayrıntılı bilgiler verilmiştir [13].

Dabanlı vd., Türkiye'nin kuzeybatısında yer alan Ergene drenaj havzası için bir çalışmada, MK ve Şen'in YTA metodolojilerini kullanarak, toplam sekiz istasyonun yağış, sıcaklık, bağıl nem ve akış verinin trendlerini araştırmışlardır. Bu çalışma sonucunda, YTA yönteminin ortaya koyduğu sonuçlar üzerinden, MK testinin verilerdeki önemli bazı trendleri belirleyemediği anlaşılmaktadır. Bunun önemli sebeplerinden biri MK'nın verilerdeki sadece monotonik trendleri

değerlendirebilmesidir. YTA ile söz konusu havza verilerindeki trendler “çok düşük”, “düşük”, “orta”, “yüksek” ve “çok yüksek” sınıflar için de değerlendirilmiştir. Yapılan çalışma sonunda trend sonuçlarına ilişkin çıktılar, iklim değişikliği etkilerinin bu havzadaki sıcaklık verileri üzerinde kayda değer değişimlere sebep olduğunu göstermiştir. Ergene Havzası sıcaklıklarında özellikle çok yüksek ve yüksek değer aralıklarında önemli trend artışlarının olduğu ortaya konulmuştur. Bu sonuç Ergene Havzası'nın gelecekte kurak sezonlarda hassasiyetin artacağına önemli bir işarettir [14].

Öztopal ve Şen, Türkiye'nin 7 farklı bölgesinde yer alan 35 istasyona ait yağış verilerindeki parçalı trendleri, YTA yöntemi yardımıyla incelemişlerdir. 1940-1999 zaman serisi 20'şer yıllık üç zaman periyoduna ayrılmıştır. 1960-1979 ve 1980-1999 zaman serileri trend grafiklerinde düşey eksen, 1940-1959 zaman serisi yatay eksen üzerinde gösterilmiştir. Yağış miktarları; düşük (0-75mm), orta (75-150mm) ve yüksek (150-250mm) şeklinde bölümlenmiştir. Eğilim değerlendirmeleri yağış miktarlarındaki bu bölümler üzerinden değerlendirilmiştir. Analiz sonuçlarına göre, düşük yağışlar için kayda değer bir eğilim olmadığı görülmektedir. Orta yağışlar için istasyonların hemen hemen yarısında herhangi bir eğilim tespit edilemezken, diğer yarısında kısmen artan ve azalan eğilimler söz konusudur. Yüksek yağış değerlerinde ise, istasyonların çoğunda azalan eğilimler vardır. Çalışma ile Türkiye'nin yedi farklı bölgesine ait yağış verilerindeki parçalı eğilimler ayrıntılı şekilde belirlenmiştir [15].

Çin'in Shaanxi Eyaletinde bulunan 14 istasyon için, yıllık ve mevsimsel yağış verilerindeki trendler YTA, MK ve Lineer Regresyon (LR) yöntemleri ile belirlenmiştir. Wu ve Qian 2016 yılında yaptıkları bu çalışmada, uç değerlerdeki eğilimleri tespit ederek, kuraklık/sel olaylarını değerlendirmeyi amaçlamışlardır. Çalışma sonucunda genelde güneyden kuzeye doğru gidildikçe, verilerde azalan eğilimler olduğu ifade edilirken, doğudan batıya doğru eğilimlerin artış yönünde olduğu tespit edilmiştir. Yıllık yağış verileri YTA yöntemi ile 5 (beş) alt kategoride (hafif, düşük, orta, yüksek ve ağır) değerlendirilmiştir. MK, LR ve YTA yöntem sonuçlarının hemen hemen benzer sonuçlar içerdiği görülmüş olup, yıllık yağış verilerinin azalan eğilimde olduğu tespit edilmiştir. Mevsimsel analizlere gelince sonuçların genelde uyumlu olduğu, ilkbahar ve sonbahar mevsim yağışlarında azalan trendler görülürken, kış aylarında artış eğilimi söz konusudur. Yaz mevsiminde ise yağışlardaki eğilim artış ve azalış yönündedir. YTA yöntemi kullanılarak gerçekleştirilen analizler ile çok ayrıntılı sonuçlara ulaşılmış

olup, gelecekteki olası sel ve kuraklık afetlerine karşı alınması gerekli tedbirler belirtilmiştir [16].

Cui vd., tarafından yürütülen uluslararası diğer bir araştırmada, Çin'deki 214 istasyonun, 1960-2015 ve 1980-2015 yıllarına ait yağış ve sıcaklık, verileri temin edilmiştir. Söz konusu verilerdeki eğilimler YTA, MK ve Sen'in trend eğim testi (Sen's Slope (SS)) yöntemleri kullanılarak incelenmiştir. Çalışmada 12 istasyon için YTA yöntemi ile MK yöntemi karşılaştırılmıştır. Araştırma sonuçlarına göre 1960-2015 arasında kaydedilen yıllık ortalama sıcaklık verilerinde artış trendi vardır. 1960-2015 ve 1980-2015 periyotları için değerlendirilen yıllık yağış verilerinde belirgin artan veya azalan trend yoktur. Ancak bölgesel olarak istasyonun konumuna göre değişen eğilimler söz konusudur. Çin'deki Asya kıtasının en uzun nehri olan Yangtze Nehri'nin güneyinde azalan eğilimler gözlenirken, güneydoğusunda artan eğilimler söz konusudur. YTA yöntemi ile genelde klasik yöntemleri destekler nitelikte sonuçlar ortaya çıkarılmıştır [17].

Şen, YTA için bir istatistiksel anlamlılık testi uygulanabilirliğini göstermiştir. Bunun için Tuna Nehri'ne ait yıllık ortalama akım verilerini, Diyarbakır'a ait yağış verilerini ve New Jersey'e ait ortalama sıcaklık verilerini kullanmıştır. YTA yaklaşımı anlamlılık testi için gerekli istatistiksel eşitlikler bu çalışmada türetilmiştir. Tuna Nehri ve Diyarbakır istasyonlarında toplanan verilerde azalan eğilimler tespit edilirken, New Jersey verilerinde eğilimler artış yönündedir [18].

Mohorji vd., 1881-2013 yıllarına ait aylık küresel sıcaklık verilerindeki trendleri beş ve on yıllık seriler için belirlemişlerdir. 1970 yılından sonra sıcaklık verilerinde aşırı artış eğilimleri tespit edilmiştir. Yapılan çalışma sonunda IPCC tarafından verilen sonuçlar ($0.76 \pm 0.19^{\circ}\text{C}$) ile, yürütülen araştırma sonuçlarının büyük ölçüde uyumlu olduğu görülmüştür [19].

Caloiero vd., İtalya'nın güneyinde yer alan Campania, Basilicata, Apulia, Calabria ve Sicily bölgelerinin yağış eğilimlerini belirlemeye çalışmışlardır. Araştırmada 5 bölgenin mevsimlik ve yıllık yağış verileri zaman serilerine MK ve YTA yöntemleri uygulanmıştır. 1961-1990 yılları aylık yağış verileri, üç sınıfta (düşük, orta, yüksek) değerlendirilmiştir. Mevsimsel ölçekte Campania ve Sicily bölgeleri için tüm kategorilerde kış mevsiminde azalan eğilim vardır. Araştırma için belirlenen diğer bölgelerde ise orta ve düşük veri değerlerinde azalan eğilimler görülürken, yüksek

değerler için artış trendleri söz konusudur. İlkbahar aylarında Campania ve Sicily bölgelerinde yağışlarda azalan eğilimler olduğu tespit edilmiştir. Yaz mevsimi için sadece Sicily bölgesinde yağış trendleri azalan yöndedir. Sonbaharda ise Campania bölgesinde yağışların artış trendinde olduğu, buna karşın Apulia ve Basilicata bölgelerinde eğilimlerin azaldığı ifade edilmiştir. MK ve YTA analiz sonuçlarına göre genelde belirlenen trendlerde benzerlikler olduğu görülse de araştırma sonunda YTA'nın sonuçlarının çok daha ayrıntılı olduğu vurgulanmıştır [20].

Zhou vd., yıllık ve mevsimsel güneş ışınım verilerindeki eğilimleri belirlemek için Çin'deki 48 istasyondan elde ettikleri verileri analiz etmişlerdir. Verilerdeki trendleri belirlemek için üç farklı yöntem kullanılmıştır. Ele alınan zaman serileri 1962-2015 yıllarını kapsamaktadır. Araştırmada MK, YTA ve LR yöntemleri kullanılmıştır. Sonuç olarak MK ve LR yöntemi ile ele alınan doksan üç zaman serisinde belirgin bir eğilim olmadığı ortaya çıkmıştır. YTA'da ise en ayrıntılı şekilde tüm eğilimleri ortaya koymuştur. Araştırmada tüm bölgeler için, detaylı şekilde trend analizi metodoloji sonuçları karşılaştırılmıştır [21].

Gedefaw vd., Etiyopya'nın kuzeybatısında Amhara Eyaleti'nde bulunan beş ölçüm istasyonuna ait (Gondar, Adet, Bahir Dar, Dangla ve Motta) yağış verilerindeki trendleri yıllık ve mevsimlik olarak değerlendirmişlerdir. Verilere YTA, MK ve SS testleri uygulanmıştır. Çalışmalar göstermiştir ki; yıllık yağış verilerinde Gondar, Motto ve Bahir Dar istasyonlarında artan eğilimler görülürken, Dangla ve Adet istasyonlarında eğilimler azalan yöndedir. Mevsimsel yağış verilerindeki eğilimlere gelindiğinde, yağış verilerindeki trendlerin Mayıs, Haziran, Ağustos ve Eylül ayları için arttığı, buna karşın diğer aylarda azalmalar olduğu görülmektedir. 1980-2016 yılları arası Kiremt mevsimi için yağışlarda görülen artışa karşın, yağışlı gün sayısı azalmaktadır. Bu durum aşırı yağış olaylarındaki artışlar ile açıklanmaktadır [22].

Li vd., Çin'de 1989-2014 yılları arasında rüzgâr, dolu, orman yangını, kuraklık, sel ve donma şeklindeki çeşitli tehditlerin eğilimlerini MK, LR ve YTA metodolojileri yardımıyla araştırmışlardır. Yapılan araştırma sonucunda genelde rüzgâr, dolu, orman yangını, kuraklık ve sellerde azalan eğilimler olduğu ifade edilirken, donma tehlikesinde artış eğilimi olduğu görülmektedir. Bölgesel değerlendirme açısından ise Güneybatı ve Doğu Çin'de rüzgâr, dolu, orman yangını, kuraklık, sel olaylarında azalan eğilim söz konusuken, Kuzey Çin ve Merkez Çin'in bir kısmında olayların artış eğiliminde olduğu belirlenmiştir. Donma olayları; Kuzey, Merkez, Kuzeybatı ve

Güney'in büyük kısmında artış eğilimindedir. Çalışma sonucunda YTA metodunun sonuçlarının trendlerin belirlenmesi açısından daha etkin olduğu çıkarımında bulunmaktadır [23].

Alashan, gerçekleştirdiği araştırmada YTA yöntemini kullanarak, Türkiye (Diyarbakır), İngiltere (Oxford) ve Amerika (Mississippi) için günlük sıcaklık, aylık yağış ve akım verilerindeki trendleri incelemiştir. Alashan araştırmasında YTA grafiklerinin yanısıra istatistiksel değişim kutu grafiklerini de (Change box) kullanarak trend yorumlarını geliştirmeyi hedeflemiştir. Diyarbakır için 1972-2005 yıllarını kapsayan zaman serisi için, günlük sıcaklık verilerinin düşük ve yüksek değerlerinde artış trendlerinin olduğu ifade edilmiştir. Oxford yağış verilerinin yüksek değerlerinde azalan trendler olduğu görülmektedir. Mississippi'de bulunan Pascagoula Nehri akım verilerinde trendler azalma yönündedir [24].

Güçlü, Türkiye'de 24 meteoroloji istasyonu için yıllık yağış verisindeki trendleri MK ve YTA yöntemleri ile belirlemiştir. Araştırmada trend serileri ikili ve üçlü gruplar şeklinde düşünülerek, parçalı YTA ve parçalı MK uygulamaları gerçekleştirilmiştir. İstasyonlardan 16'sı 72 yıllık 8'i ise 80 yıllık yağış verisine sahiptir. Araştırma kapsamında ilk kez parçalı MK yaklaşımı kullanılarak, YTA yöntemi ile trend sonuçları karşılaştırılmıştır [25].

Çeribaşı, iklim değişikliğinin İznik Gölü'ne olan etkilerini araştırmak için sıcaklık, yüzey buharlaşması, nem, basınç, yağış ve göl su seviyesi verilerindeki trendleri YTA metodolojisi ile incelemiştir. Uygulama sonucunda 1995-2000 yılları arasında sıcaklık ve yüzey buharlaşması verilerinde artış trendi görülürken, nem, basınç ve göl suyu seviyesi trendleri azalmaktadır. Yağış verilerinde ise trend yoktur [26].

Akçay, Doğu Karadeniz Havzasında 1962-2015 yılları arasında ölçülen aylık ve yıllık ortalama akım verilerindeki trendleri MK, Şen'in Geçiş Eğilimi ve YTA yöntemlerini kullanarak analiz etmiştir. Yıllık olarak değerlendirilen verilerde MK test sonucunda, hiçbir istasyonda eğilim görülmemektedir. Şen'in Geçiş Eğilimi yönteminde de geçiş sayıları güven sınırının altında kaldığından, anlamlı bir eğilim bulunamamıştır. YTA yönteminde ise düşük, orta ve yüksek şeklinde üç kategorideki trendler ayrıntılı şekilde belirlenmiştir. Aylık verilere gelindiğinde, MK ve YTA yöntemi sonuçlarının genelde uyumlu oldukları görülmektedir. YTA'ya göre, yaz aylarında azalan eğilim görülürken ilkbahar, sonbahar ve kış aylarında verilerin orta ve yüksek değerlerinde trend artışı söz

konusudur. Şen tarafından geliştirilen Geçiş Eğilim yöntemine göre çoğunlukla verilerde trend yoktur [27].

Güçlü, bu çalışmada YTA metodolojisine dayalı Kıyaslamalı Yenilikçi Eğilim Çözümlemesi olarak isimlendirdiği yeni bir metodoloji önerisinde bulunmuştur. Makale de Şanlıurfa, Gaziantep, Antakya ve Adana'daki güneş ışıınımı verilerindeki trendler araştırılmıştır. Çalışmada 2001 ile 2010 yılları arası seçilen günlük sıcaklık, güneşlenme süresi ve güneş ışıınımı verileri kullanılmıştır. Araştırma sonunda, sıcaklık ve güneşlenme süresi verilerinde azalan trendler görülürken, güneş ışıınımı verilerinde artış trendi vardır. Bunun sebebi ozon tabakası koruyuculuğunun azalması ve kava kirliliğinin artışı olarak ifade edilmiştir [28].

Caloiero, Yeni Zelanda'da 50 yıldan uzun süreli 152 yağış istasyonundaki aylık yağış verilerini kullanarak verilerdeki trendleri araştırmıştır. Bölge genelinde tüm istasyonlara MK testi uygulanmış, seçilen beş istasyon YTA ile analiz edilmiştir. MK sonuçlarına göre inceleme bölgesinin güneybatı kısmı artan eğilimde iken, kuzeydoğu kısmı azalan eğilime sahiptir. Mevsimsel analizlere göre Otago, Southland ve Westland bölgeleri artan, Canterbury ve Nelson Marlborough'da ise azalan eğilimler görülmektedir. YTA yöntemi ile daha detaylı sonuçlar elde edildiği belirtilmiştir [29].

Serencam, Karadeniz'in Yeşilirmak drenaj havzasına ait 1970-2013 yıllarını kapsayan aylık sıcaklık ve yağış verilerine Yenilikçi Trend Analizi yöntemini uygulamıştır. Çalışmada seçilen beş istasyon üzerinden değerlendirmelerde bulunulmuştur. Çalışma sonunda tüm istasyonlardaki sıcaklık verilerinde artış trendi, yağış verilerinde ise azalan trendler vardır. Yağış verileri düşük, orta ve yüksek olarak sınıflandırılarak, verilerdeki ortalama eğilim büyüklükleri -%3.4, -%3.8 ve -%2.4 şeklinde belirlenmiştir. Sıcaklıklar için düşük, orta ve yüksek sınıf aralıklarındaki eğilim büyüklükleri sırasıyla ortalama +%4.6, +%4.8 ve +%7.2'dir. Çalışma sonunda iklim değişikliğinin havza üzerindeki olumsuz etkisi belirtilirken, YTA yönteminin farklı veri aralıklarındaki inceleme ve değerlendirme avantajından söz edilmektedir [30].

Ali vd., su kaynaklarının en iyi şekilde planlanması ve yönetilmesi amacıyla gerçekleştirdikleri araştırmada, Çin'in Yangtze Nehir Havzası'na ait yıllık ve mevsimsel akış verilerindeki trendleri MK, SS ve YTA yöntemleri ile incelemiştir. Aylık akış verileri temel alınarak yapılan çalışma sonucunda Yangtze Nehir Havzası'nın kaynak bölgesinde tüm yöntem sonuçları akımların artan eğilimde

olduğunu buna karşın Yangtze Nehir Havzası genelinde akımların azalan eğilimde olduğu tespit edilmiştir [31].

Güçlü vd., İstanbul'un hava kalitesinin ne yönde değiştiğini YTA'dan esinlenilerek geliştirilen yenilikçi trend diyagramları ile incelemiştir. Araştırmada Beşiktaş, Esenler, Kadıköy ve Ümraniye istasyonlarına ait 2007-2015 yılları arasındaki hava kalitesi verileri kullanılmıştır. Araştırmaya göre Esenler bölgesinde hava kirliliğinin artış eğiliminde olduğu belirlenmiştir. İlk bakışta bunda yüksek nüfus yoğunluğu ve sanayileşmenin etkili olduğu düşünülmektedir [32].

Şişman, Türkiye'nin çeşitli bölgelerindeki hava kalitesini yenilikçi trend diyagramları ile değerlendirmiştir. Hava kalitesi istasyonları olarak Türkiye'de ithal ve linyit kömür kullanılan bölgeler tercih edilmiştir. Analizlerde Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı hava kalitesi izleme istasyonlarında ölçülen PM10 ve SO₂ verileri kullanılmıştır. Yapılan bu çalışma sonunda, hava kalitesi eğilimlerinin inceleme yılları için Zonguldak (Merkez), Kahramanmaraş (Merkez), Çanakkale (Merkez, Biga, Çan), Adana (Çatalan, Doğankent, Valilik), Hatay (İskenderun), Manisa (Merkez), Ankara (Sincan), Kütahya ve Şırnak istasyonlarında iyileştiği, Kahramanmaraş (Elbistan), Hatay (Antakya), Muğla (Yatağan) ve Manisa (Soma) istasyonlarında ise kötüleştiği görülmüştür [33].

Şişman, Türkiye'nin güney ve batı kıyılarında yer alan Bodrum, İzmir, Fethiye ve İskenderun istasyonlarında ölçülen deniz suyu sıcaklık verilerindeki trendleri incelemiştir. Araştırma sonunda deniz suyu sıcaklıklarının artış eğiliminde olduğu ve özellikle 2000 yılından sonra bu artış trendinin daha belirgin şekilde ortaya çıktığı ifade edilmiştir [34].

Alifujiang vd., Kırgızistan'ın Issyk-Kul Gölü havzasına ait 1951-2012 yılları arasındaki aylık yağış verilerindeki trendleri belirlemiştir. Bu amaçla MK ve YTA yöntemleri kullanılmıştır. Sonuç olarak MK yöntemine göre herhangi bir eğilim tespit edilemezken, YTA yöntemi ile önemli eğilimler ortaya konulmuştur. Örneğin; Balykchy istasyonunda Ocak ve Haziran ayları haricinde artan eğilimler görülürken, Cholpon-Ata ve Kyzyl-Suu istasyonlarında Ocak, Haziran, Ağustos ve Kasım aylarında azalan eğilimler görülmektedir. Şubat ve Ekim ayları bu iki istasyon için farklı eğilimler göstermektedir. MK testi sonuçlarına göre, bu aylarda eğilim yok iken, YTA yöntemi sonuçlarına göre artan eğilimler söz konusudur [35].

Almazroui ve Şen, yapılan bu çalışmada birçok araştırmacının problem çözerken temel yaklaşımları önemsemeyip yazılım kullanılmış olduğunu belirtmiş bu sebeple karşılaştırmalı olarak klasik ve yenilikçi metotları detaylı açıklamıştır. Bu metotlar; MK trend testi, Spearman'ın Rho testi, YTA, Parçalı Trend Analizi (PTA) ve Geçiş Trend Analizidir (GTA). Her metoda ait fayda ve mahzurlar bu çalışmada verilmiş buna ek olarak klasik trend analizlerinin iyileştirilmesi için ön arındırma (Pre-Whitening) ve aşırı arındırma (Over-Whitening) işlemleri kısaca anlatılmıştır. Sonuç olarak ise gelecekteki araştırmalar için önerilerde bulunulmuştur [36].

Güçlü vd., tarafından Şen'in YTA yöntemine dayanan, zaman serisindeki parçalı trendlerin YTA grafikleri ile matris formunda gösterildiği, taslak bir şablon önerilmiştir. Ankara, Rize ve İstanbul için yıllık yağış verilerindeki trendler, YTA ve önerilen taslak şablon kullanılarak ayrıntılı şekilde incelenmiştir. Ankara'da azalan, Rize'de artan ve İstanbul Florya'da trendin olmadığı saptanmıştır [37].

Ceyhunlu ve Aydın, Sakarya ilinde iklim değişikliğinin etkilerini araştırmak için, aylık ortalama yağış, aktüel basınç, nispi nem, rüzgâr hızı ve sıcaklık verilerindeki eğilimleri YTA yöntemi ile incelemiştir. Yapılan analizler sonucunda, 120-150 mm arası yağışların azalış eğiliminde olduğu, 150-260 mm arası yağışların ise artış eğiliminde olduğu, basınç, nem, rüzgâr hızı ve sıcaklık verilerinde ise artış eğilimleri tespit edilmiştir. İklim değişikliğinin olumsuz etkileri yapılan çalışma neticesinde ortaya konulmuş ve doğal su kaynaklarının korunması için önerilerde bulunulmuştur [38].

Güçlü, YTA ile eğilimlerin belirlenmesinde kullanılan grafiklerden farklı olarak yeni bir grafik türü önermiştir. Bu grafiklerde trendlerin yanı sıra veri sayıları da görülebilmektedir. Çalışma kapsamında ayrıca eğilim sonuçlarını klasik MK ile kıyaslamıştır [39].

Boudiaf vd., iklim değişikliğinin olumsuz etkilerine karşı önlem alabilmek için YTA yöntemi ile Akdeniz Havzası'nın yağış verilerindeki eğilimleri belirlemeyi amaçlamışlardır. Bu amaçla Cezayir'in kuzeybatısında yer alan Akdeniz Havzası'na ait 1982-2019 yılları arası yıllık yağış verileri kullanılmıştır. 16 meteoroloji istasyon verisinin analiz sonuçlarına göre, Khencla istasyonunun azalan eğilimde olması sebebiyle ileride kuraklık ile karşı karşıya kalabileceği belirtilmiştir. El Taref, Bejaia, Souk Ahras, Batna ve M'Sila istasyonlarında düşük kategoride değerlendirilebilecek yağış verilerinin eğiliminin artmasından dolayı, kuraklık ile karşılaşma olasılığının

azalacağı, diğer taraftan Jijel istasyonunun kuraklık tehlikesinin olmadığı ortaya konmuştur. Çalışmaya göre Cezayir'in kuzeydoğusunun iklim değişikliğinin etkilerini yansıttığı ifade edilebilir [40].

Şişman ve Kızılöz, İngiltere'nin Oxford istasyonundan temin edilen 1870-2019 yılları arasındaki yağış ve sıcaklık verilerindeki parçalı trendleri ve trend büyüklüklerini YTA, MMK ve SS yöntemlerini kullanarak incelemişlerdir. 150 yıllık zaman serisini 30'ar yıllık beş ardışık seriye ayırarak, farklı zaman dilimlerindeki trendleri belirlemeye çalışmışlardır. Çalışmanın sonunda 1990-2019 yıllarının sıcaklık değerlerinin 1990 öncesi 120 yıllık döneme göre artış eğiliminde olduğu ifade edilmiştir. Ayrıca beş periyot içerisinde 1990-2019 ve 1900-1929 yıllarının en yağışlı periyotlar olduğu belirlenmiştir [41].

Çizelge 2.1: Trend analizi literatür çalışması.

| Yıl | Yazar | Çalışma Alanı | Veri | Yöntem |
|------|-----------------------|---|------------------------------------|-------------|
| 2012 | Zekai Şen | Türkiye, Romanya | Yıllık Yağış, Debi, Akış | YTA |
| 2014 | Haktanır ve Çıtakoğlu | Türkiye | Maksimum Yağış Süreleri | MK, YTA, LR |
| 2015 | Saplıoğlu vd. | Türkiye; Akdeniz Havzası | Yıllık Akış | MK, YTA, LR |
| 2016 | Elouissi vd. | Cezayir, Macta Havzası | Aylık Yağış | YTA |
| 2016 | Dabanlı vd. | Türkiye; Ergene Drenaj Havzası | Yağış, Sıcaklık, Bağlı Nem ve Akış | MK, YTA |
| 2016 | Öztopal ve Şen | Türkiye Geneli | Toplam Yağış | YTA |
| 2016 | Wu ve Qian | Çin; Shaanxi Eyaleti | Yıllık Toplam Yağış | MK, YTA, LR |
| 2017 | Cui ve Wang | Çin; Yangtze Nehri Havzası | Yıllık Yağış ve Sıcaklık | MK, YTA, SS |
| 2017 | Zekai Şen | Türkiye; Diyarbakır, New Jersey, Tuna Nehri | Akım, Sıcaklık ve Yağış | YTA |
| 2017 | Mohorji vd. | Küresel Ölçekte | Aylık Sıcaklık | YTA |
| 2018 | Caloiero vd. | İtalya | Yıllık Yağış | MK, YTA |
| 2018 | Zhou vd. | Çin | Mevsimsel Güneş Işınımı | MK, YTA, LR |
| 2018 | Gedefaw vd. | Etiyopya | Yıllık ve Mevsimsel Yağış | MK, YTA, SS |
| 2018 | Li vd. | Çin | Doğal Afet Risk Analizi | MK YTA, LR |

| | | | | |
|------|------------------------|--|--|--|
| 2018 | Sadık Alashan | Türkiye; Diyarbakır, İngiltere; Oxford, Amerika; Mississippi | Günlük Sıcaklık, Aylık Yağış ve Akım | YTA-CB |
| 2018 | Yavuz Selim Güçlü | Türkiye Geneli | Yıllık Yağış | MK (İkili- YTA), (Üçlü- YTA) |
| 2018 | Gökmen Çeribaşı | Türkiye; İznik | Sıcaklık, Yüzey Buharlaşması, Nem, Basınç, Yağış ve Göl Su Seviyesi | YTA |
| 2018 | Fatma Akçay | Türkiye; Karadeniz | Akım | MK, SS ve YTA |
| 2018 | Yavuz Selim Güçlü | Türkiye Geneli | Sıcaklık, Güneşlene Süresi ve Güneş Işınımı | YTA, Kıyaslamalı Eğilim Çözümlemesi |
| 2019 | Tommaso ve Caloiero | Yeni Zelanda | Aylık Yağış | MK, YTA |
| 2019 | Uğur Serencam | Türkiye; Karadeniz, Yeşil Irmak Havzası | Yıllık Yağış ve Sıcaklık | YTA |
| 2019 | Ali ve Abubaker | Çin | Yıllık ve Mevsimsel Akış | YTA, SS |
| 2019 | Güçlü vd. | Türkiye; İstanbul | Hava Kalitesi | Yenilikçi Trend Diyagramı |
| 2019 | Mehr ve Vaheddoost | Türkiye; Ankara | Aylık Yağış ve Sıcaklık | YTA, SR |
| 2019 | Eyüp Şişman | Türkiye Geneli | Hava Kirliliği | Yenilikçi Eğim Diyagramı |
| 2019 | Eyüp Şişman | Türkiye Geneli | Deniz Suyu Sıcaklık | Parçalı Yenilikçi Eğim Çözümlemesi |
| 2020 | Alifujiang vd. | Kırgızistan | Aylık Yağış | MK, YTA |
| 2020 | Almazroui ve Şen | Türkiye; İstanbul, New Jersey | Yıllık Sıcaklık, Günlük Aşırı Yağış | MK, YTA, PTA, GTA |
| 2020 | Güçlü vd. | Türkiye; İstanbul, Ankara, Rize | Yıllık Yağış | YTA |
| 2020 | Ceyhunlu ve Aydın | Türkiye; Sakarya | Aylık Ortalama Yağış, Aktüel Basınç, Nispi Nem, Rüzgâr Hızı ve Sıcaklık | YTA |
| 2020 | Yavuz Selim Güçlü | Türkiye Geneli | Günlük Maksimum Yağış | MK, Yeni- YTA |
| 2020 | Boudiaf vd. | Cezayir, Akdeniz | Yıllık Yağış | YTA |

| Havzası | | | | |
|---------|-------------------|-------------------|-------------------|--------------|
| 2021 | Şişman ve Kızılöz | İngiltere; Oxford | Yağış ve Sıcaklık | MMK, YTA, SS |

2.2. Çalışma Alanı ve İstasyonlar

Tez kapsamında çalışma alanı olarak, Türkiye'nin kuzeybatısında Marmara Bölgesi'nde bulunan yaklaşık 5712 km² yüzey alanına sahip ve ülkenin en kalabalık nüfusunu barındıran İstanbul şehri seçilmiştir. İstanbul Avrupa ve Asya kıtalarının ortak kesişim alanında konumlanmış olup, Marmara ve Karadeniz'de önemli kıyı alanlarına sahiptir. Çalışma alanında yaz ayları Akdeniz ikliminin etkisiyle sıcak ve kurak, kış mevsimi ise Karadeniz iklimi etkisiyle ılık ve yağışlı geçmektedir [42]. Meteorolojik kayıtlara göre 1929-2020 yılları arasında minimum sıcaklık -17.7°C, maksimum sıcaklık ise +45.2°C olarak ölçülmüştür.

Bu tez kapsamındaki araştırma için öncelikle İstanbul ilinde yer alan 64 adet istasyona ait yağış ve sıcaklık verileri Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nden (MGM) talep edilmiştir. Manuel ve Otomatik Meteoroloji Gözlem İstasyonlarından (OMGİ) temin edilen kayıtlar incelenerek, uzun süreli ölçüm verisine sahip istasyonlar arasından veri eksikliği %5'in altında olan beş istasyon seçilerek, verileri analiz edilmiştir Bu istasyonlar; Avrupa yakasında Sarıyer (Kumköy), Sarıyer ve Florya istasyonları, Anadolu yakasında ise Kadıköy Rıhtım ve Şile'dir (**Şekil 2.1**).



Şekil 2.1: MGM ölçüm istasyonları konumları.

Araştırma kapsamında seçilen istasyonlara ait 1959-2020 yıllarındaki aylık sıcaklık ve yağış verilerindeki trendler araştırılmıştır.

Çizelge 2.2: İstasyon bilgileri.

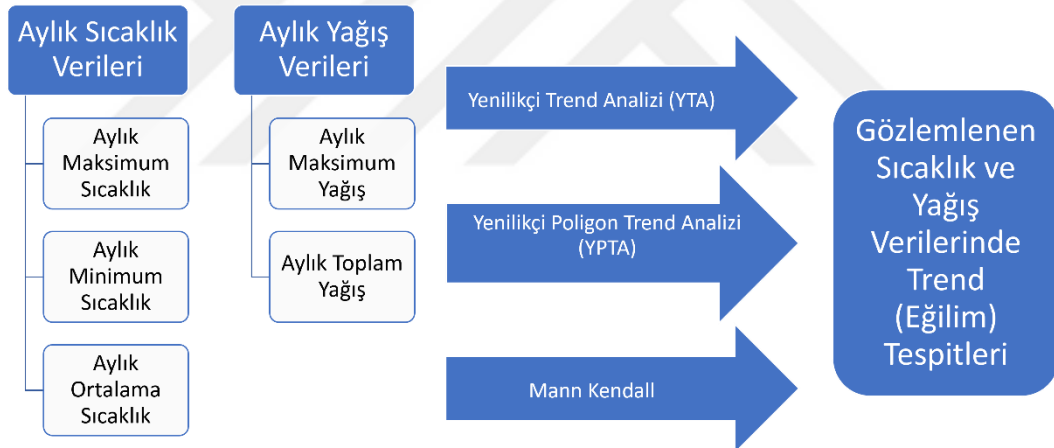
| NO | İSTASYON NO | İSTASYON ADI | ENLEM | BOYLAM | YÜKSEKLİK |
|----|-------------|------------------------|---------|---------|-----------|
| 1 | 17059 | Sarıyer/Kumköy -Kilyos | 41.2505 | 29.0384 | 38 |
| 2 | 17061 | Sarıyer | 41.1464 | 29.0502 | 59 |
| 3 | 17062 | Kadıköy Rıhtım | 40.9883 | 29.0190 | 5 |
| 4 | 17610 | Şile | 41.1668 | 29.6007 | 60 |
| 5 | 17636 | Florya | 40.9758 | 28.7865 | 37 |

BÖLÜM 3

3. DENEYSEL KISIM

3.1. Çalışma Planı ve Kullanılan Yöntemler

Tez çalışması kapsamında seçilen veriler ve kullanılan metodolojilerin yer aldığı trendlerin tespitine yönelik akış şeması çerçevesi özetle aşağıda verilmiştir (**Şekil 3.1**). Şekilde verilen beş farklı veri grubu için seçilen istasyonlardaki trendler ayrıntılı şekilde araştırılarak, elde edilerek bulgular ışığında yorumlarda bulunulmuştur.



Şekil 3.1: Tez çalışması kapsamında takip edilen akış şeması.

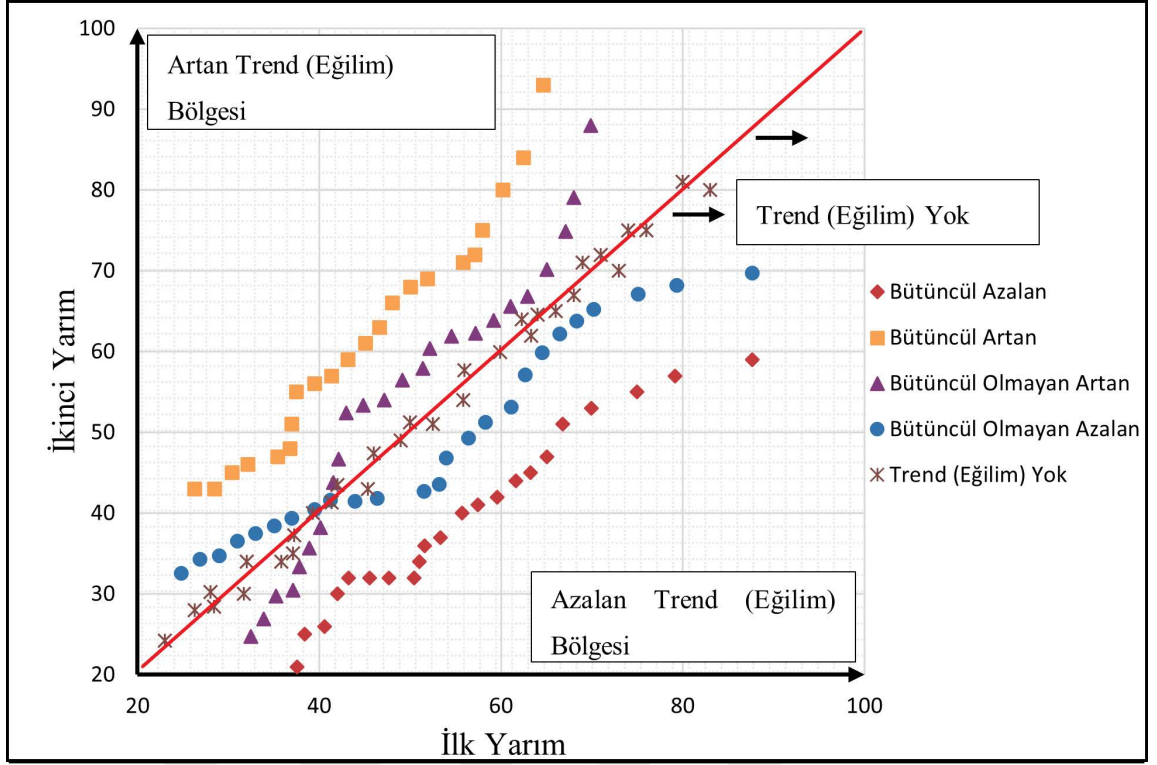
3.1.1. Yenilikçi eğilim (trend) analizi (YTA) yöntemi

Yenilikçi Trend Analizi (YTA) yöntemi Şen tarafından geliştirilmiştir [10]. Klasik yöntemlerden farklı olarak, bu yöntem sayesinde herhangi bir varsayıma dayanmayan trend analiz uygulamaları gerçekleştirilebilir. Yöntem uygulamasında ayrıca eldeki zaman serisine ait verilerin “düşük”, “orta” ve “yüksek” şeklindeki farklı kategorik sınıflandırmaları içinde trend değerlendirmelerinde bulunulabilmektedir.

Analizler için kullanılan YTA şablonu **Şekil 3.2**'de verilmektedir. Şablondaki 1:1 (45°) doğrusu trend yönünü belirler. Trendgrafiklerindeki seriler 1:1 doğrusu üstünde

saçılım gösteriyor ise, bu durumda trend yoktur. Eğer trend serilerinin saçılımları 1:1 doğrusu ile $y(x)$ eksenleri arasındaki, üst(alt) üçgen alan içerisine düşüyorsa trend artışı(azalışı) vardır. YTA uygulama adımları kısaca madde madde aşağıda verilmiştir.

- İlk olarak, elimizde bulunan $(x_1, x_2, x_3, \dots, x_n)$ elemanlarının oluşturduğu zaman serisi, $\frac{n}{2}$ elemanlı ve zaman aralıkları birbiri ile kesişmeyen, iki eşit seriye bölünür.
- Birinci ve ikinci yarım şeklinde ifade edilen serilerin her bir elemanı küçükten büyüğe doğru sıralanarak, YTA grafiklerinin hazırlanması için gerekli sıralı trend serileri elde edilir.
- Küçükten büyüğe doğru sıralanan iki trend serisinin aynı sıra numaralı verileri karşılıklı eşleştirilerek, YTA grafiklerinde kullanılacak (x_i, y_i) veri çiftleri belirlenmiş olur. Veri çiftinde ilk terim x ekseninde, ikinci terim y ekseninde olacak şekilde kartezyen koordinat sisteminde gösterilir (**Şekil 3.2**).
- YTA grafiklerindeki saçılım noktaları göz önünde bulundurularak trendlere karar verilir.
- **Şekil 3.2**'de de görüldüğü şekilde sıralanmış veri saçılımları 1:1 doğrusu üstünde ise, herhangi bir trend yoktur. Eğer veriler 1:1 (45°) doğrunun üzerindeki üst üçgen alan içerisinde kalıyor ve 1:1 doğrusundan giderek uzaklaşıyor ise “bütüncül artan trend” vardır. Eğer veriler 1:1 (45°) doğrunun altında alt üçgen alan içerisinde kalıyor ve 1:1 doğrusundan giderek uzaklaşıyor ise “bütüncül azalan trend” vardır. Bütüncül olmayan artış (azalış) durumu da verilen grafikte değerlendirilmiştir [14].



Şekil 3.2: 1:1 doğrusu ve trend (eğilim) çeşitleri.

3.1.2. Yenilikçi poligon eğilim (trend) analizi (YPTA) yöntemi

Şen vd., tarafından zaman serilerindeki eğilimlerin belirlenmesinde kullanılacak YPTA grafik yöntemi geliştirilmiştir [43]. Bu tez çalışması kapsamında kullanılan aylık verilerdeki eğilimler YPTA grafik metodu aracılığıyla da incelenmiştir. Yöntem uygulamasında ilk olarak toplanan aylık veriler kendi içerisinde, Yenilikçi Eğilim (Trend) Analizinde olduğu gibi, birinci yarım ve ikinci yarım şeklinde iki eşit zaman serisine ayrılmaktadır.

$$\begin{array}{c}
 \left[\begin{array}{cccc}
 x_{1,1} & x_{1,2} & \dots & x_{1,12} \\
 x_{2,1} & x_{2,2} & \dots & x_{2,12} \\
 \dots & \dots & \dots & \dots \\
 x_{i,1} & x_{i,2} & \dots & x_{i,12} \\
 \dots & \dots & \dots & \dots \\
 x_{n,1} & x_{n,2} & \dots & x_{n,12}
 \end{array} \right] \begin{array}{l}
 \uparrow \\
 \text{İlk yarım, } (i = 1, 2, \dots, n/2) \\
 \downarrow \\
 \text{İkinci yarım, } (i = n/2+1, n/2+2, \dots, n)
 \end{array}
 \end{array} \quad (3.1)$$

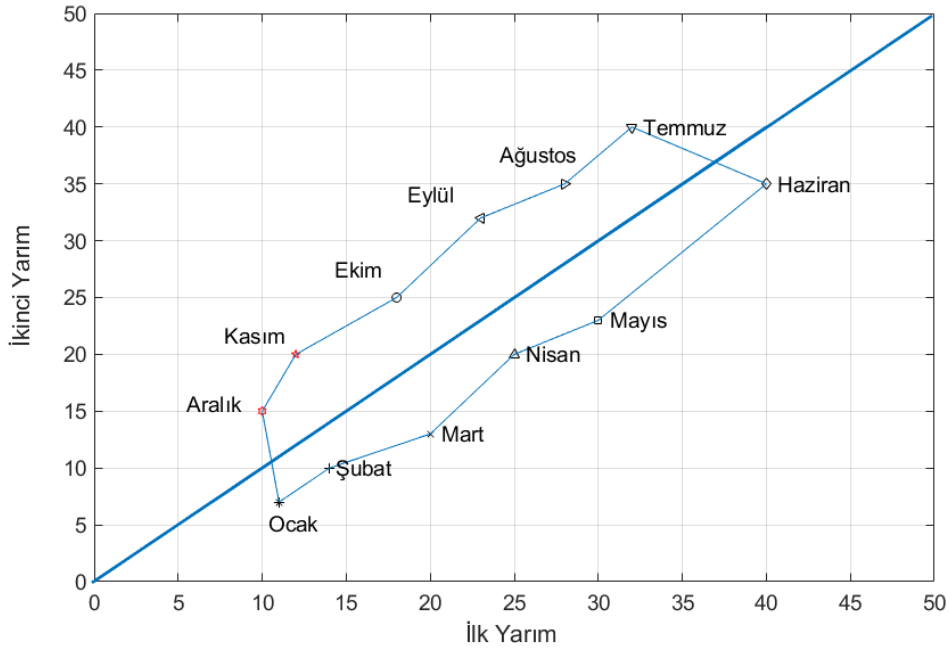
İkinci adımda eğilim için kullanılacak istatistiksel parametreler (aritmetik ortalama, standart sapma, maksimum değer, minimum değer) ilk yarım ve ikinci yarım periyot için hesaplanır. Her bir aya ilişkin ilk yarım ve ikinci yarım istatistikleri kullanılarak Şekil 3.3'te verilen YPTA grafikleri hazırlanır. Saçılım noktalarının işaretlenmesinde

ilk yarım verisi yatay eksende, ikinci yarım verisi dikey eksende gösterilir. Birbirini takip eden aylar arasındaki eğilim geçişleri için her aya ilişkin saçılım noktaları doğrular yardımıyla birleştirilerek incelenen verilere ilişkin eğilim poligonu oluşturulur. Poligonu meydana getiren doğruların uzunluk ve eğimleri aşağıda verilen eşitlikler yardımıyla hesap edilir.

$$|\text{Trendin Uzunluğu}| = \sqrt{(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2} \quad (3.2)$$

$$\text{Trendin Eğimi} = \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1} \quad (3.3)$$

YPTA grafiklerinde eğilimler YTA yöntemine benzer şekilde kartezyen koordinat sistemi ve 1:1 (45°) doğrusu referans alınarak açıklanmaktadır. Eğer saçılma noktaları **Şekil 3.3**'te verilen taslak grafikte görüldüğü gibi üst (alt) üçgen içerisinde yer alıyorsa artan (azalan) eğilime sahiptir.



Şekil 3.3: Yenilikçi Poligon Trend Analizi (YPTA) şablon grafiği.

YPTA grafiklerine ilişkin bazı açıklayıcı bilgiler aşağıda maddeler halinde verilmiştir.

- Birbirini izleyen aylar arasındaki düz çizgiler, ardışık ayların istatistiklerindeki değişimi gösterir.
- Ardışık iki ay arasındaki istatistiksel değişikliğe ilişkin büyüklük düz çizgi uzunluğu ile temsil edilmektedir.

- c) YPTA grafiklerinde doğruların eğimi ele alınan istatistiksel büyüklüğün eğilim yorumlarında kullanılır.
- d) YPTA grafiği ardışık aylar arasında doğrusal bir değişiklik olduğunu varsaymaktadır.

3.1.3. Mann-Kendall yöntemi

Mann-Kendall yaklaşımı hidroloji, meteoroloji ve hidro-meteorolojik verilerin monotonik trendlerinin belirlenmesinde yaygın olarak kullanılan istatistiksel ve parametrik olmayan bir testtir. Mann ve Kendall tarafından geliştirilmiştir [7], [8]. MK testine göre reddedilen (H_0) hipotezinde verilerin bağımsız olduğu, aynı şekilde dağıldığı ve aynı popülasyondan geldiği varsayılarak seride trend olmadığı, buna karşın alternatif hipotez (H_1) de ise seride monotonik trendler olduğu kabul edilir.

Herhangi bir $\{x_1, x_2, x_3, \dots, x_n\}$ zaman serisinde n veri sayılarının, x_j ise j zamandaki veri sayılarını temsil etmesi durumunda MK test istatistiği, S , aşağıdaki 3.4 numaralı denklem ile ifade edilir.

$$S = \sum_{i=1}^{n-1} \sum_{j=i+1}^n \text{sgn}(x_j - x_i) \quad (3.4)$$

Burada;

$$\text{sgn}(x_j - x_i) = \begin{cases} +1 & \text{Eğer } (x_j - x_i) > 0 \\ 0 & \text{Eğer } (x_j - x_i) = 0 \\ -1 & \text{Eğer } (x_j - x_i) < 0 \end{cases} \quad (3.5)$$

S istatistiğinin yüksek pozitif değerleri artan trendi ve düşük negatif değerleri de azalan trendi işaret eder. Verilerin bağımsız ve aynı şekilde dağıtıldığı varsayımı ile S istatistiğinin ortalaması ve varyansı Kendall tarafından aşağıdaki denklemler ile verilir [8].

$$E(S) = 0 \quad (3.6)$$

$$\text{Var}_S = \frac{n(n-1)(2n+5) - \sum_{i=0}^n t_i(i)(i-1)(2i+5)}{18} \quad (3.7)$$

Burada, t_i değeri i uzunluğundaki bir seride bağlı gözlemleri göstermektedir. Eşitlikteki toplama terimi sadece veride bağlı gözlem olduğunda kullanılır. Standartlaştırılmış Mann-Kendall istatistiği Z ise aşağıda 3.8 numaralı denklemde verildiği gibi hesaplanır.

$$Z = \begin{cases} \frac{S - 1}{\sqrt{Var_S}} & \text{Eğer } S > 0 \\ 0 & \text{Eğer } S = 0 \\ \frac{S + 1}{\sqrt{Var_S}} & \text{Eğer } S < 0 \end{cases} \quad (3.8)$$

Hesaplanan $\pm Z$ değeri seçilen α (%5 ve %10) anlamlılık düzeyine karşılık gelen standart normal dağılım tablosundaki ± 1.96 ve ± 1.645 aralığında ise seride H_0 hipotezi (trend yok), aksi durumda alternatif hipotez H_1 (trend var) olduğu varsayımı kabul edilir.

3.1.4. Homojenlik Run (Swed-Eisenhart) testi

Verilerin güvenilirlik analizi için homojenlik testlerinin kullanılması önemlidir. Run homojenlik testi (Swed and Eisenhart) sıklıkla hidrometeorolojik zaman serileri için verilerin homojenliğininin test edilmesinde tercih edilmektedir [6]. Run testi, incelenecek verinin aynı toplumdan geldiği ve birbirinden bağımsız olduğu kabulü veya tersi şeklindeki iki varsayımı test eder. Run homojenlik testi aşağıda verilen 3.9 numaralı denklem yardımıyla hesaplanır.

$$Z = \frac{r - \frac{2N_A N_H}{N_A + N_H} + 1}{\sqrt{\frac{2N_A N_H (2N_A N_H - N)}{N^2 (N - 1)}}} \quad (3.9)$$

Burada, test sonucu Z , veri sayısı N , run sayısı r , orta seviye altındaki değer sayısı N_A , üstündeki değer sayısı N_H olarak ifade edilir. Test sonucu Z değeri, ± 1.96 veya ± 2.58 arasında olması durumunda hidrometeorolojik verilerin istatistik güven seviyesi sırasıyla %95 veya %99 aralığında homojendir.

BÖLÜM 4

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

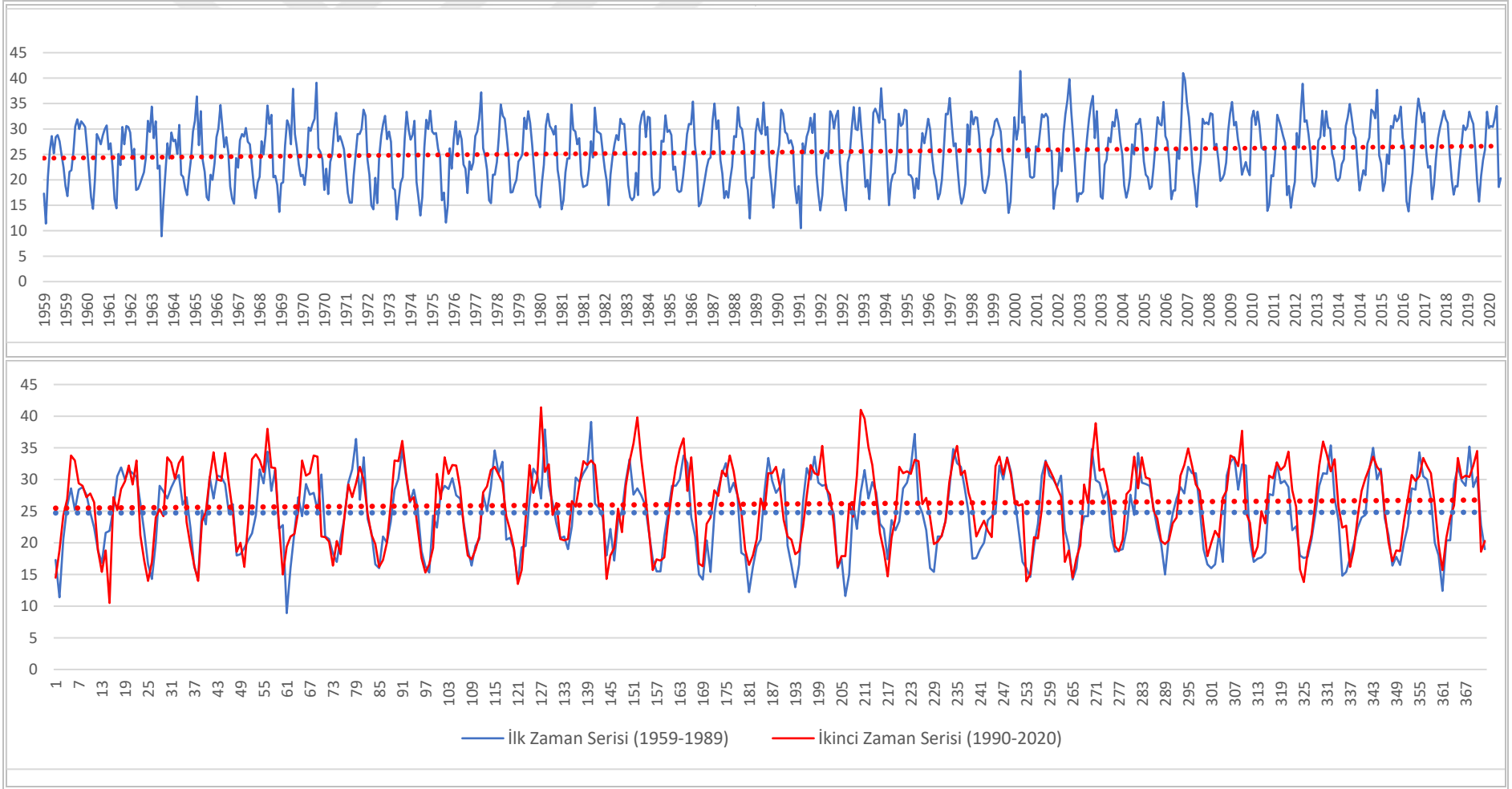
Bu tez çalışmasında İstanbul ilindeki Sarıyer (Kumköy), Sarıyer, Kadıköy, Şile ve Florya meteoroloji istasyonları için, aylık maksimum, minimum ve ortalama sıcaklıkları ile aylık maksimum ve toplam yağış verilerindeki trendler araştırılmış olup, bunun için ilk olarak zaman serileri grafikleri gözden geçirilmiş, verilere ilişkin homojenlik testlerinin ardından trend analizleri için Şen [10] tarafından geliştirilen YTA ve Şen vd. [43] tarafından önerilen YPTA yöntemleri kullanılmıştır. Klasik MK yaklaşımı ile de analizler gerçekleştirerek, klasik ve yenilikçi trend analiz sonuçları karşılaştırılmıştır. YTA yöntemi ile veriler yıllık ve mevsimlik olarak değerlendirilmiş, sonuçlar toplam beş trend grafiği ile verilmiştir. Analizlerde 1959-2020 yılları arasındaki 62 yıllık zaman serisine ait aylık veriler kullanılmıştır.

4.1. Zaman Seri Analizleri

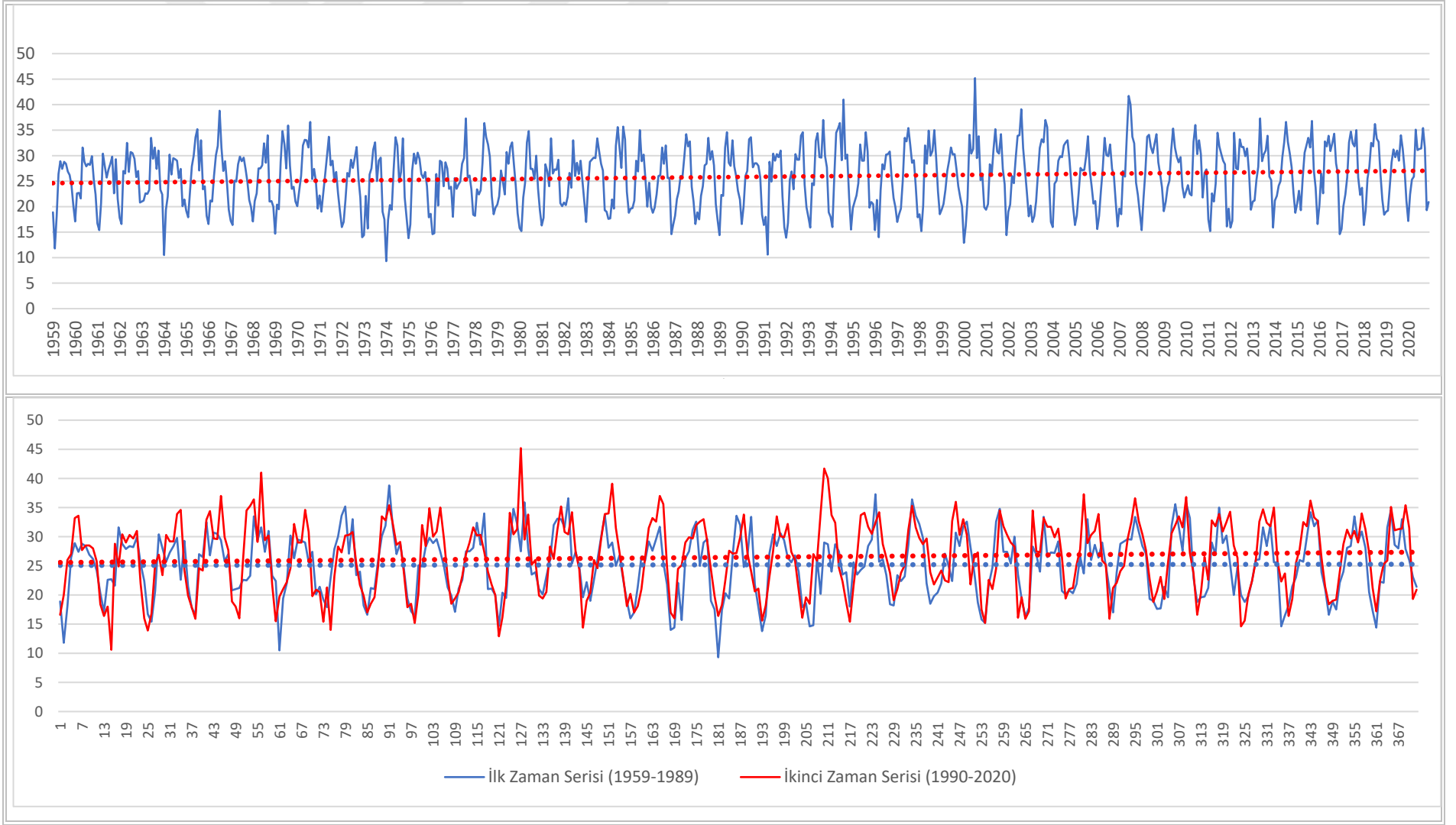
Tez çalışması kapsamında gerçekleştirilecek trend analiz çalışmaları öncesi, eldeki verilerin zaman serisi grafikleri incelendiğinde tüm istasyonlarda sıcaklıklarda belirgin artış eğilimi dikkat çekmektedir. Göz ile kabaca ilk incelemelere göre aylık maksimum sıcaklık grafikleri içerisinde Şile ve Sarıyer (Kumköy) istasyonunda eğilimlerin daha belirgin olduğu görülmektedir. Kadıköy Rıhtım istasyonu için minimum sıcaklıklardaki artış eğilimi kayda değerdir. Ortalama sıcaklıklardaki artış trendleri içerisinde Şile istasyonunun bir adım öne çıktığı söylenebilir. Zaman serilerinin incelemesi üzerinden eğilimler için kabaca öngörülerde bulunulabilmektedir. Genel eğilim ile ilgili zaman serileri kabaca bir bilgi verebilmektedir. Yağış verileri zaman serileri incelendiğinde istasyonlar için kayda değer trend artışı olmadığı söylenebilir. Ancak bazı yıllarda istasyon özelinde, maksimum yağışlar ve toplam yağışlar için belirgin artışlar ve azalmalar gözlemlenmektedir. Örneğin aylık maksimum yağış grafikleri zaman serileri

incelendiğinde, Sarıyer (Kumköy) istasyonunda zaman zaman bazı aylar için belirgin artışlar söz konusudur. Sarıyer istasyonunda da nispeten benzer durum söz konusudur. Sarıyer (Kumköy) ve Sarıyer istasyonları toplam yağış miktarları açısından 1959-1989 yıllarına kıyasla 1990-2020 yılları bir miktar artış söz konusudur. Şile istasyonunda toplanan aylık maksimum yağış verisi zaman serisini incelediğimizde gözle görülür bir eğilimin söz konusu olmadığı ifade edilebilir. Toplam yağış zaman serilerini incelediğimizde, Sarıyer (Kumköy) istasyonu için 1990-2020 periyodunda bazı dönemlerde 1959-1989 yıllarına kıyasla önemli miktarlarda aylık toplam yağışlar ortaya çıkmıştır. Sarıyer istasyonuna ait zaman serilerine göz atıldığında 1990-2020 periyodunun 1959-1989 yıllarına kıyasla daha yağışlı olduğu ifade edilebilir. İstasyonlara ilişkin bazı örnek zaman serisi grafiklerine aşağıda yer verilmiştir.

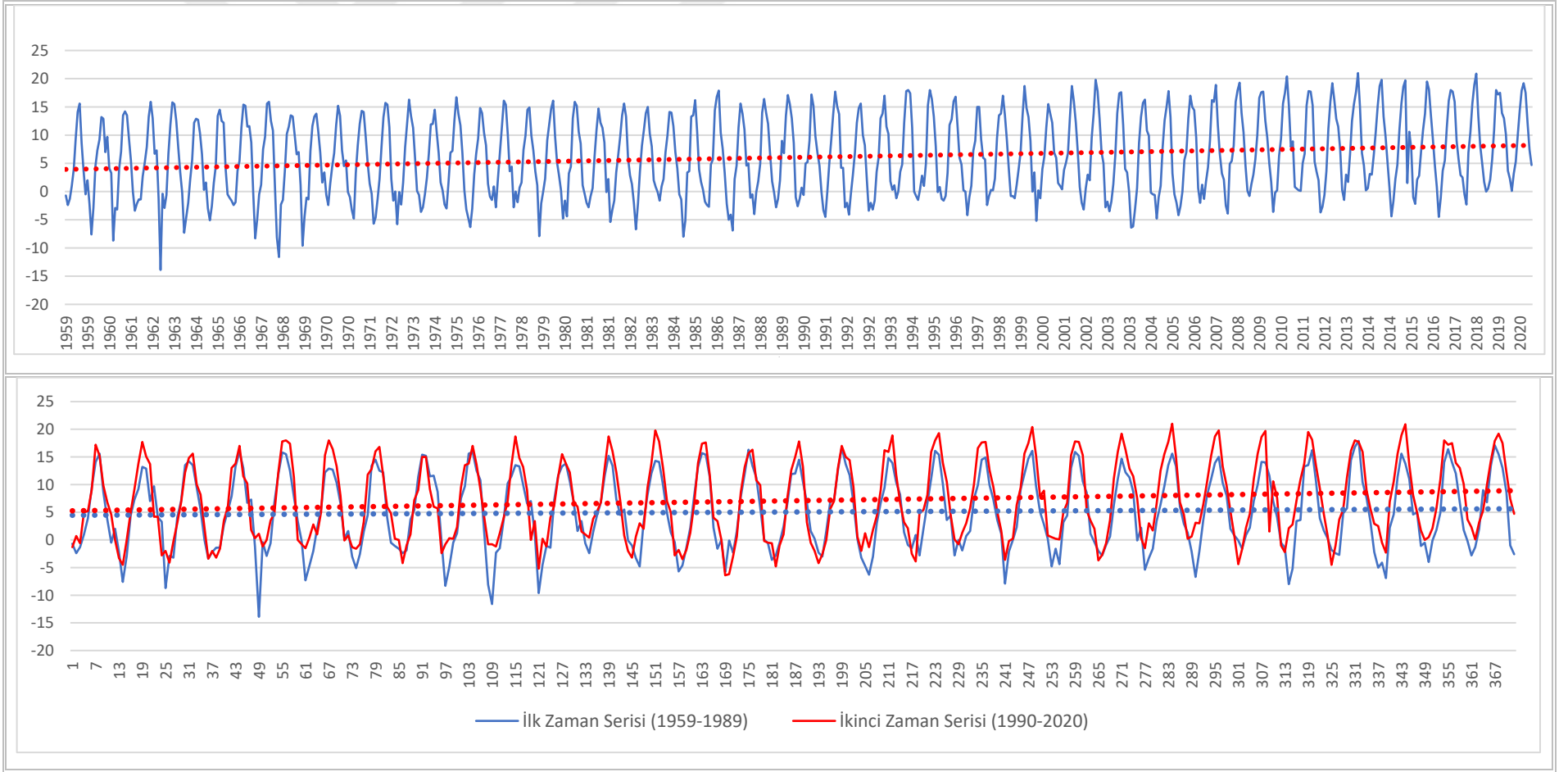




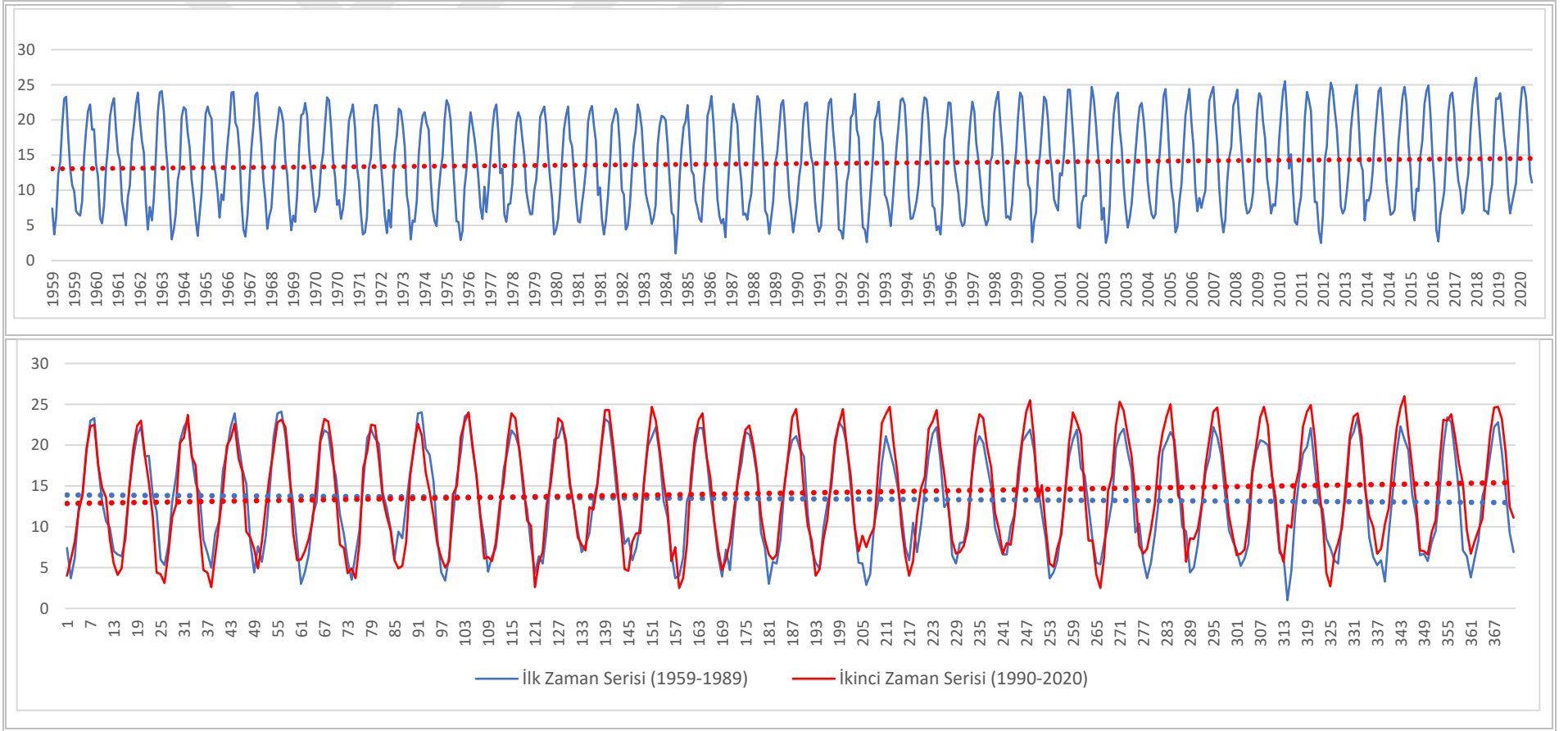
Şekil 4.1: Sarıyer (Kumköy) aylık maksimum sıcaklık verisi zaman serileri.



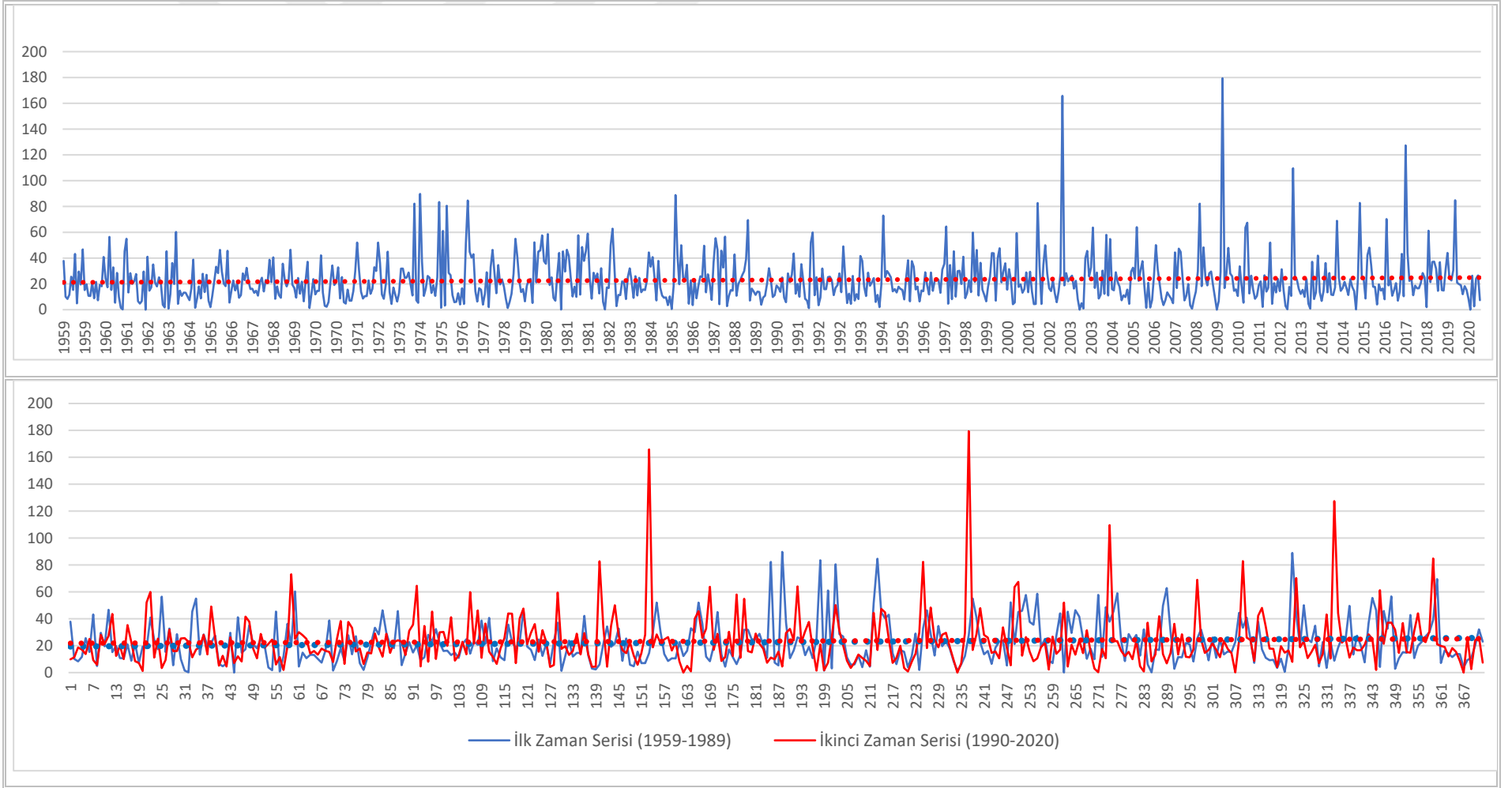
Şekil 4.2: Şile aylık maksimum sıcaklık verisi zaman serileri.



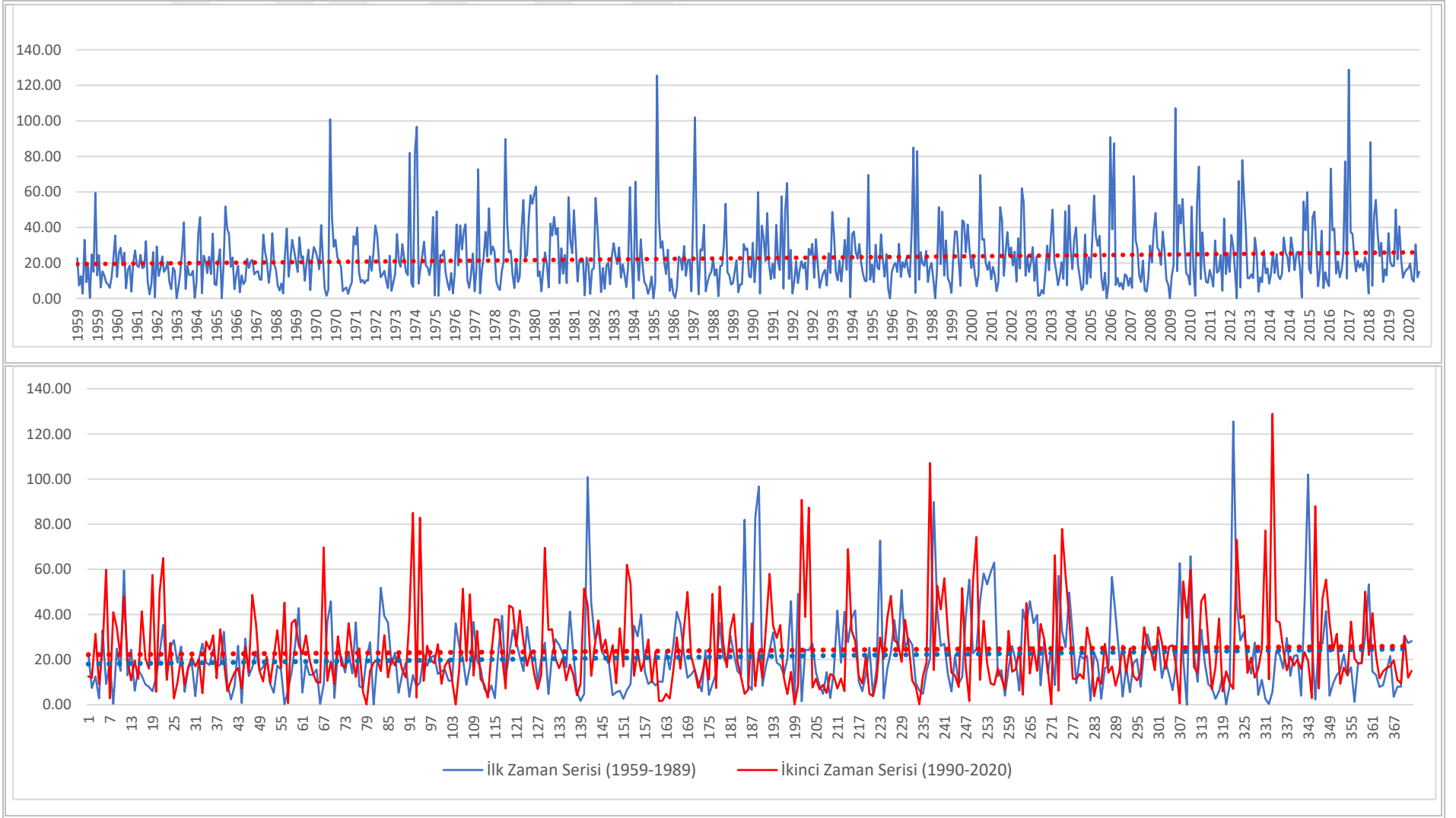
Şekil 4.3: Kadıköy Rıhtım aylık minimum sıcaklık verisi zaman serileri.



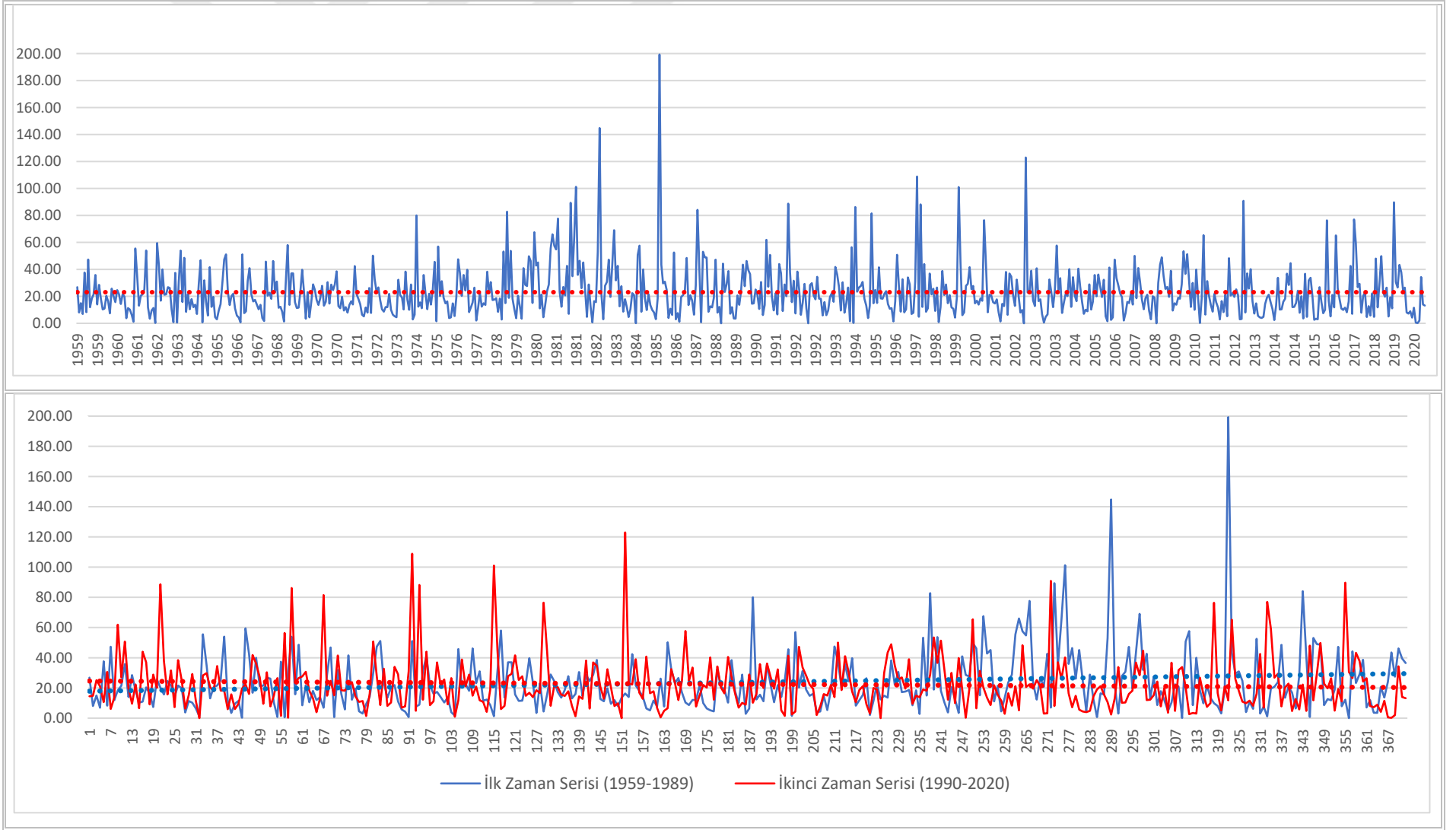
Şekil 4.4: Şile aylık ortalama sıcaklık verisi zaman serileri.



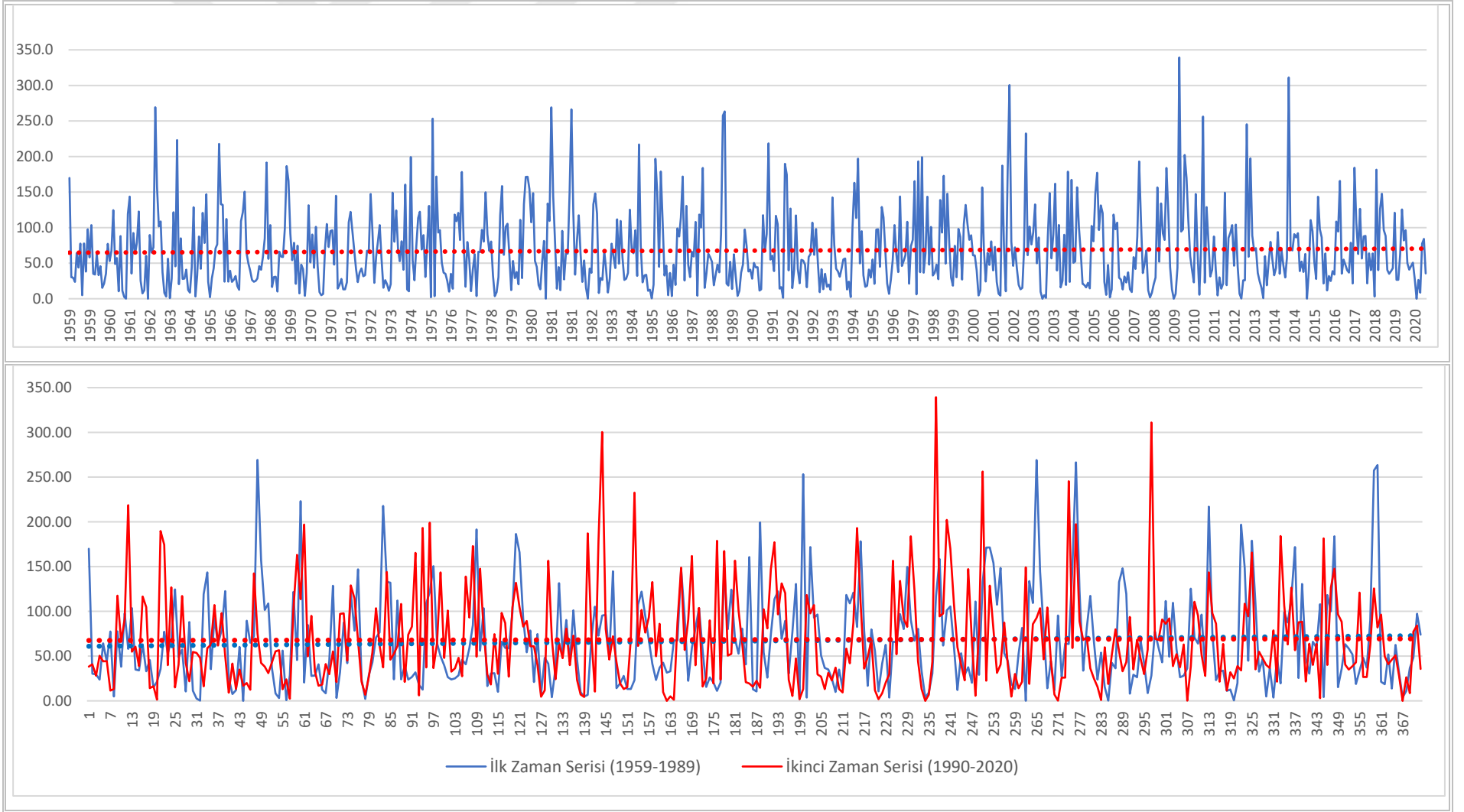
Şekil 4.5: Sarıyer (Kumköy) aylık maksimum yağış verisi zaman serileri.



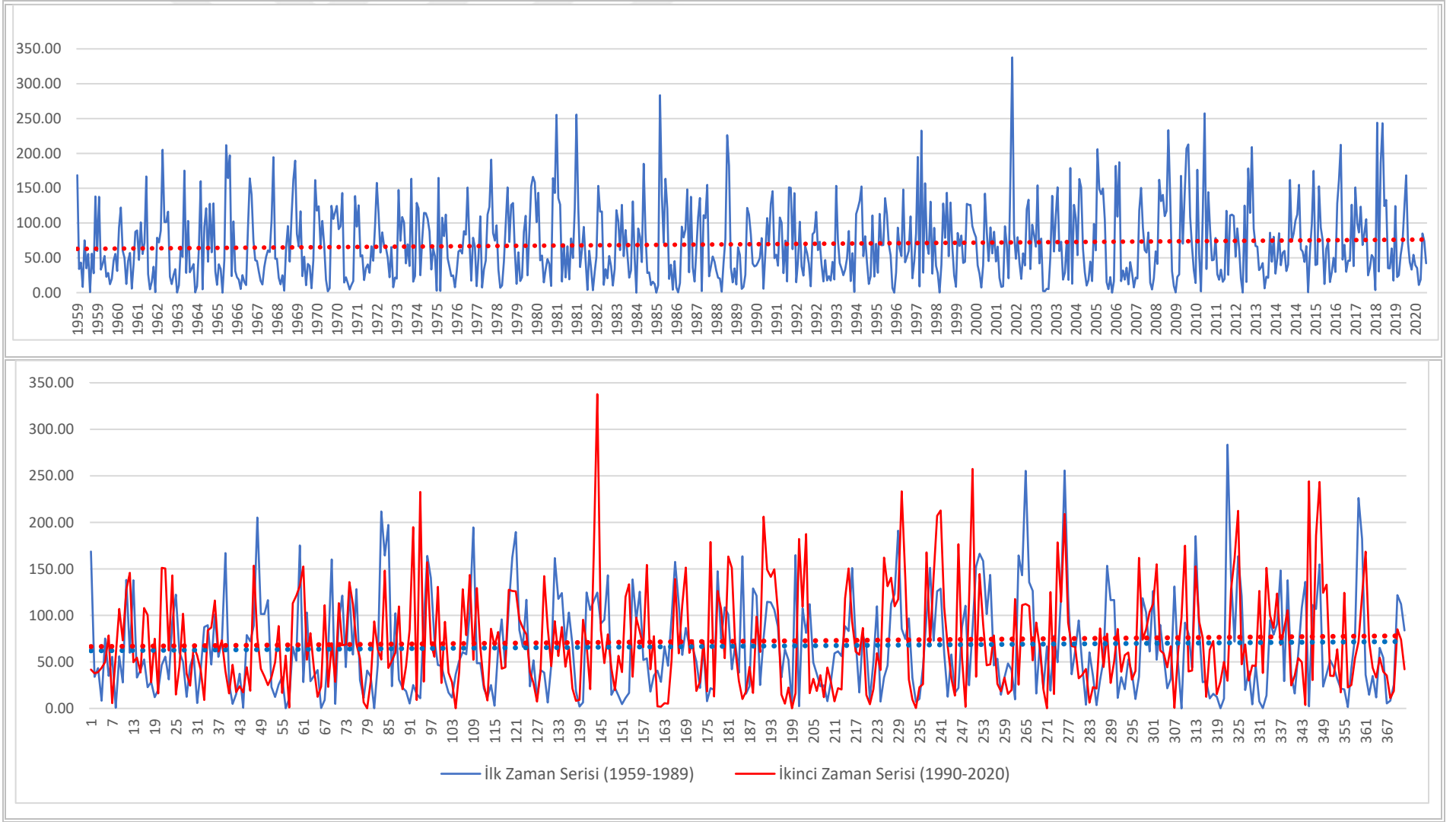
Şekil 4.6: Sarıyer aylık maksimum yağış verisi zaman serileri.



Şekil 4.7: Şile aylık maksimum yağış verisi zaman serileri.



Şekil 4.8: Sarıyer (Kumköy) aylık toplam yağış verisi zaman serileri.



Şekil 4.9: Sarıyer aylık toplam yağış verisi zaman serileri.

4.2. Homojenlik Run (Swed-Eisenhart) Testi Bulguları

Verilerin güvenilirliğini analiz etmek için Run homojenlik testi (Swed and Eisenhart), Sarıyer (Kumköy), Sarıyer, Kadıköy Rıhtım, Şile ve Florya istasyonlarının sıcaklık ve yağış verilerine uygulanmıştır. **Çizelge 4.1**'de gösterilen Run homojenlik testi analiz sonuçlarına göre tüm istasyon verilerinin homojen olduğu gösterilmiştir [6].

Çizelge 4.1: İstasyonlar için Run homojenlik testi Z değerleri.

| | | Run Homojenlik testi Z değerleri | | | | | | | | | | | |
|------------------|--------------------|----------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
| İstasyon Adı | Veri Adı | Ocak | Şubat | Mart | Nisan | Mayıs | Haz | Tem | Ağu | Eylül | Ekim | Kas | Aralık |
| Sarıyer (Kumköy) | Maksimum Sıcaklık | 0.608 | 0.608 | 0.124 | 0.200 | 0.309 | 0.823 | 0.804 | 0.442 | 0.306 | 0.993 | 0.309 | 0.200 |
| | Minumum Sıcaklık | 0,798 | 0,124 | 0,046 | 0,306 | 0,043 | 0,041 | 0,203 | 0,001 | 0,306 | 0,993 | 0,993 | 0,460 |
| | Ortalama Sıcaklık | 0,798 | 0,040 | 0,306 | 0,200 | 0,011 | 0,319 | 0,001 | 0,001 | 0,041 | 0,126 | 0,124 | 0,200 |
| | Maksimum Yağış | 0,124 | 0,608 | 0,442 | 1,000 | 0,442 | 0,306 | 0,608 | 0,608 | 0,608 | 0,200 | 0,124 | 0,442 |
| | Toplam Yağış | 0,798 | 0,040 | 0,306 | 0,200 | 0,011 | 0,319 | 0,001 | 0,001 | 0,041 | 0,126 | 0,124 | 0,200 |
| Sarıyer | Maksimum Sıcaklık | 0,608 | 1,000 | 0,306 | 0,798 | 0,124 | 0,442 | 0,823 | 0,442 | 0,306 | 0,608 | 0,460 | 0,306 |
| | Minumum Sıcaklık | 0,200 | 0,210 | 0,203 | 0,124 | 0,010 | 0,460 | 0,041 | 0,002 | 0,602 | 1,000 | 1,000 | 0,798 |
| | Ortalama Sıcaklık | 0,798 | 0,124 | 0,126 | 0,039 | 0,011 | 0,124 | 0,001 | 0,021 | 0,012 | 0,126 | 0,614 | 0,200 |
| | Maksimum Yağış | 0,005 | 0,608 | 0,798 | 0,306 | 0,073 | 0,306 | 0,442 | 0,021 | 1,000 | 0,306 | 0,010 | 0,442 |
| | Toplam Yağış | 0,001 | 0,608 | 0,442 | 0,442 | 0,804 | 0,798 | 0,798 | 0,200 | 0,608 | 0,798 | 0,608 | 0,442 |
| Kadıköy Rıhtım | Maksimum Sıcaklık | 0,940 | 0,608 | 0,306 | 0,442 | 0,306 | 0,005 | 0,200 | 0,309 | 0,124 | 0,309 | 0,073 | 0,124 |
| | Minumum Sıcaklık | 0,798 | 0,010 | 0,011 | 0,010 | 0,040 | 0,041 | 0,002 | 0,001 | 0,002 | 0,584 | 0,126 | 0,460 |
| | Ortalama Sıcaklık | 0,798 | 0,040 | 0,306 | 0,442 | 0,011 | 0,124 | 0,001 | 0,001 | 0,002 | 0,041 | 0,309 | 0,203 |
| | Maksimum Yağış | 0,001 | 0,798 | 0,122 | 0,200 | 0,200 | 1,000 | 1,000 | 0,798 | 0,040 | 0,608 | 0,608 | 0,518 |
| Şile | Maksimum Sıcaklık | 0,306 | 1,000 | 0,090 | 0,993 | 0,126 | 0,200 | 0,011 | 0,124 | 0,306 | 0,301 | 1,000 | 0,203 |
| | Minumum Sıcaklık | 0,197 | 0,798 | 0,200 | 0,447 | 0,074 | 0,608 | 0,460 | 0,011 | 0,608 | 0,306 | 0,940 | 0,200 |
| | Ortalama Sıcaklık | 0,791 | 0,306 | 0,974 | 0,067 | 0,010 | 0,041 | 0,001 | 0,001 | 0,001 | 0,309 | 0,309 | 0,200 |
| | Maksimum Yağış | 0,005 | 0,203 | 0,200 | 0,200 | 0,306 | 0,442 | 0,608 | 0,005 | 0,200 | 0,124 | 0,124 | 0,442 |
| Florya | Maksimum Sıcaklık. | 0,602 | 0,993 | 0,306 | 0,442 | 0,309 | 0,126 | 0,319 | 0,993 | 0,041 | 0,124 | 0,041 | 0,203 |

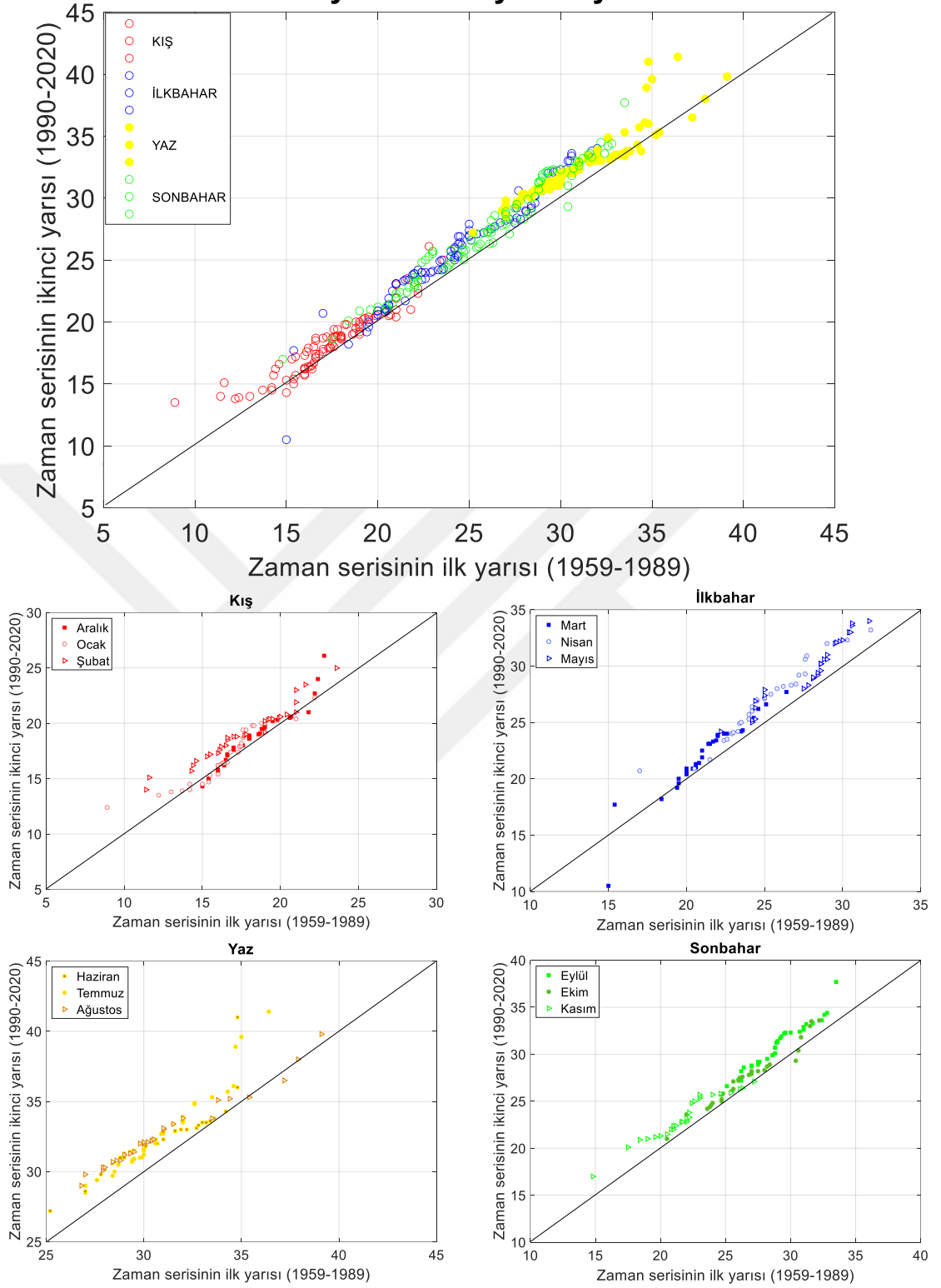
| | | | | | | | | | | | | |
|-------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Minumum Sıcaklık | 0,151 | 0,791 | 0,200 | 0,200 | 0,041 | 0,011 | 0,010 | 0,005 | 0,993 | 0,608 | 0,614 | 0,437 |
| Ortalama Sıcaklık | 0,437 | 0,124 | 0,309 | 0,437 | 0,003 | 0,124 | 0,005 | 0,001 | 0,043 | 0,126 | 0,614 | 0,447 |
| Maksimum Yağış | 0,001 | 0,608 | 0,798 | 0,040 | 0,442 | 1,000 | 0,804 | 0,608 | 0,798 | 0,002 | 0,200 | 0,319 |

4.3. YTA Yöntemi Bulguları

4.3.1. Aylık maksimum sıcaklık verilerinin YTA yöntemi bulguları

Aşağıda Şekil 4.10'da Sarıyer (Kumköy) istasyonu aylık maksimum sıcaklık verileri YTA grafikleri verilmiştir. Analiz sonuçlarına göre, 1990-2020 periyodunda 1959-1989'a göre aylık maksimum sıcaklıklarda önemli artışlar söz konusudur. Dört mevsimde de aylık maksimum sıcaklık verilerinde trend artışı görülmektedir. Ancak yaz aylarındaki artış trendi tüm aylarda belirgin şekilde ortaya çıktığından, yaz mevsimindeki artış eğilimleri diğer üç mevsimdeki eğilimlere nazaran kolaylıkla ayırt edilebilmektedir. YTA grafikleri incelendiğinde, yaz mevsiminde özellikle Temmuz aylarında maksimum sıcaklıkların ekstrem değerlerinde önemli artışların olduğu görülmektedir. Mevsimsel YTA'nın aylara göre ayrıntılı şekilde verilen grafikleri incelendiğinde Kış mevsimi için, aylık maksimum sıcaklıklar açısından Sarıyer (Kumköy) istasyonu verilerine göre, Şubat ayında ikinci yarım periyotta trend artışları çok daha belirgindir. Tüm aylar içerisinde Aralık ve Ocak, aylık maksimum sıcaklıklar açısından en az trend artışının tespit edildiği zaman dilimleridir. İlkbahar ve sonbahar mevsimlerine ilişkin YTA grafiklerini incelediğimizde, aylık maksimum sıcaklıklarda belirgin trend artışları vardır. İlkbaharda Mayıs ve sonbaharda Eylül en belirgin trend artışlarının görüldüğü aylardır. Analiz sonuçlarına özetlenirse, 1959-1989 periyoduna nazaran, 1990-2020 periyodunda aylık maksimum sıcaklıklarda belirgin şekilde artışlar söz konusudur. Özellikle ilkbahar aylarında zaman zaman aylık maksimum sıcaklıkların yaz ayları sıcaklıklarına ulaştığı görülmektedir. Grafiklere göre yaz mevsiminde Haziran ayının bir bölümü dışında genelde ortalama trend artışları üç ay içinde benzerlik göstermektedir.

Sarıyer Kumköy İstasyonu



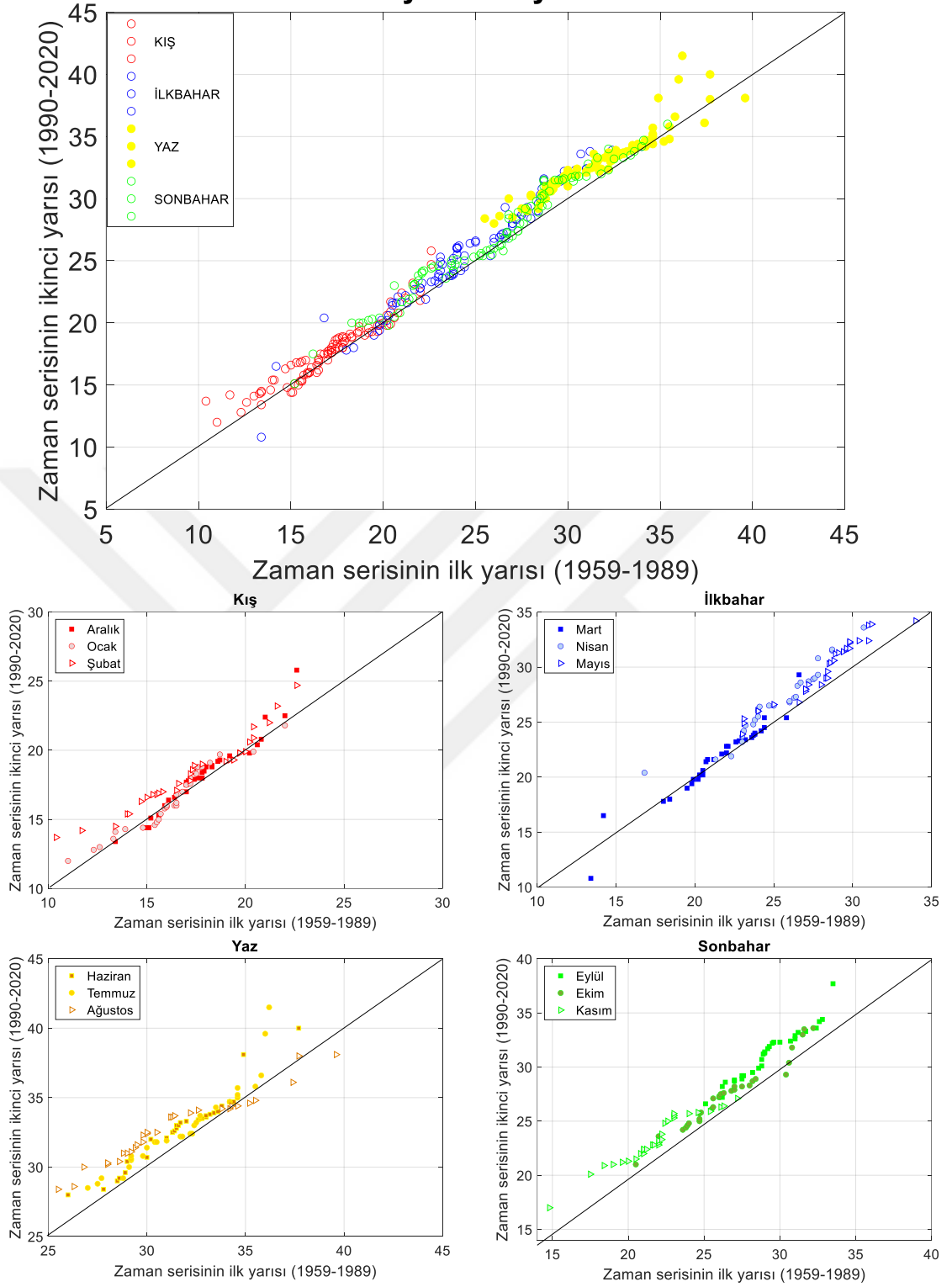
Şekil 4.10: Sarıyer (Kumköy) istasyonu aylık maksimum sıcaklık verileri YTA grafikleri ( C).

İkinci istasyon olarak Sarıyer ilçesindeki diğerk bir istasyon için, aylık maksimum sıcaklık verilerindeki trendler aylık olarak ve mevsimsel şekilde analiz edilerek YTA

grafiklerine göre elde edilen bulgular burada değerlendirilmiştir. Bu istasyon verileri değerlendirildiğinde, ilk istasyondakine benzer şekilde özellikle yaz aylarındaki trend artışları grafiklerde belirgin şekilde grlelebilmektedir. Trendlerin ayrıntılı şekilde işlendiği mevsimsel yenilikçi trend analizi grafiklerine göre Aralık, Ocak, Mart aylarında belirgin bir trend yoktur. Buna karşın diğer aylarda trend artışları çok belirgindir. Sonbaharda Eylül ayı, yaz mevsiminde Temmuz ve ilkbaharda Mayıs ayı aylık maksimum sıcaklıklarda en yüksek trend artışlarının yaşandığı zamanlardır (**şekil 4.11**).



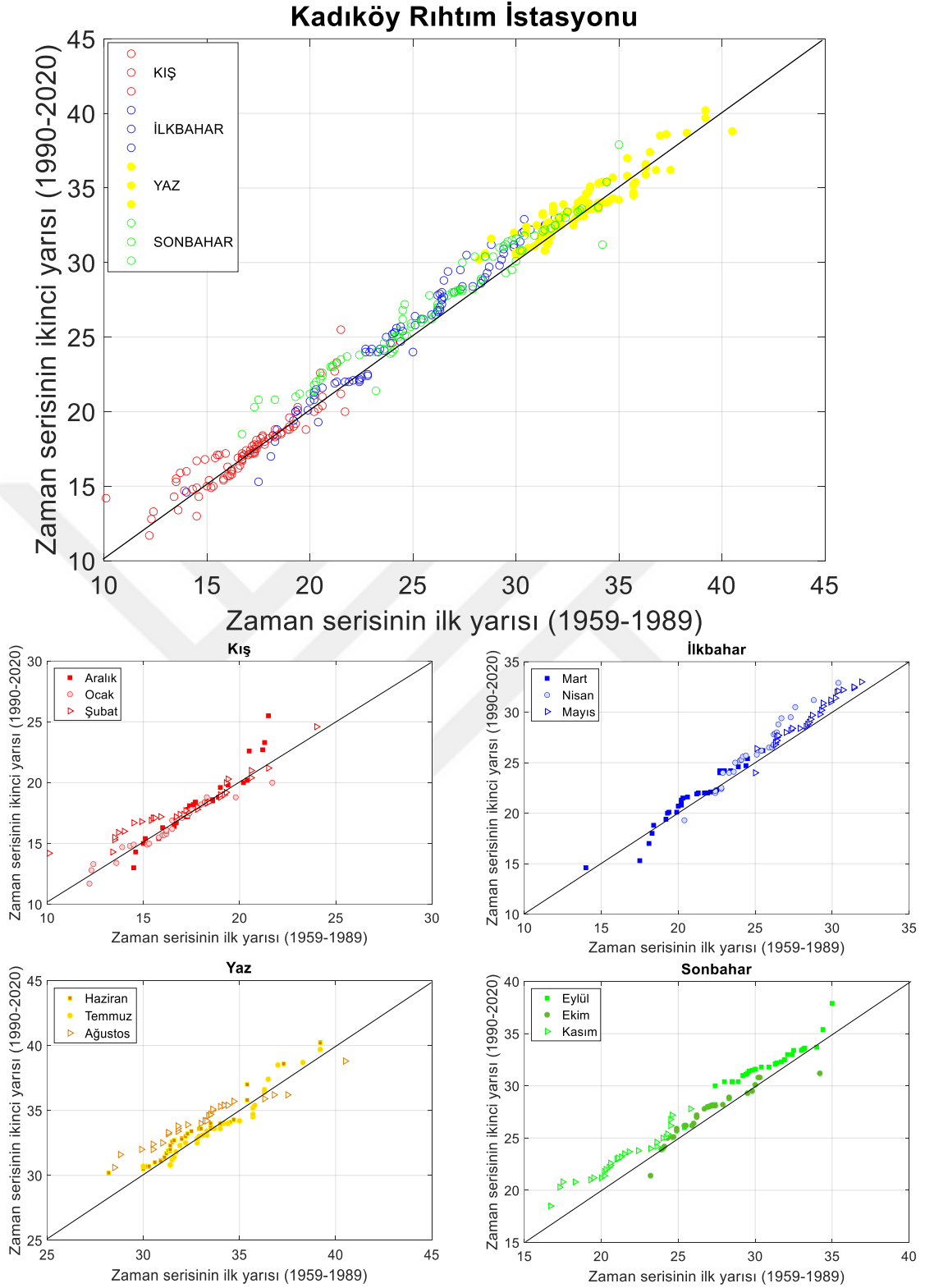
Sarıyer İstasyonu



Şekil 4.11: Sarıyer istasyonu aylık maksimum sıcaklık verileri YTA grafikleri (°C).

Aylık maksimum sıcaklık verileri için elde edilen beş trend grafiği diğer önemli bir istasyon olan Kadıköy Rıhtım istasyonu için aşağıda verilmiştir. Verilen grafikler

incelendiğinde, kış mevsimi için önemli belirgin bir trendin olduğunu söylemek pek mümkün değildir. Kış mevsimi için hazırlanan grafiğe göre, ilkbahar aylarına geçişten hemen önce Şubat ayında maksimum sıcaklıkların düşük değerlerinde kısmen bir miktar artış trendi görülmektedir. Onun haricinde kış mevsimi için saçılma desenleri 1:1 trend yok doğrusundan belirgin şekilde ayrılmamaktadır. Aralık ayında görülen maksimum sıcaklıkların maksimum değerlerinde bazı ekstrem durumların yaşandığı da grafikten çıkarılabilir. İlkbahar mevsiminde özellikle Nisan ve Mayıs aylarında maksimum sıcaklık verileri artış trendindedir. Mart ayı trend deseni incelendiğinde belirgin bir trendin olmadığı görülmüştür. Yaz mevsimine ilişkin grafiği incelediğimizde, Temmuz ayı maksimum sıcaklıkları için 1990 öncesi ve sonrasında genelde önemli bir artış trendi söz konusu değildir. Ancak maksimum sıcaklıkların uç değerlerinde bazı yıllar için önemli artışların olduğu görülmektedir. Haziran ve özellikle Ağustos ayında önemli ve kayda değer artış trendi vardır. Son olarak sonbahar mevsiminde Eylül ve Kasım aylarındaki trend artışı Ekim ayına göre çok daha belirgindir. Kadıköy istasyonu maksimum sıcaklık verilerinin tüm aylar için bir arada değerlendirildiği trend grafiğine göre maksimum sıcaklıklarda tümünden genelde önemli trend artışı vardır. Özellikle yüksek sıcaklık değerlerinde bu artışlar çok daha belirgindir (**Şekil 4.12**).

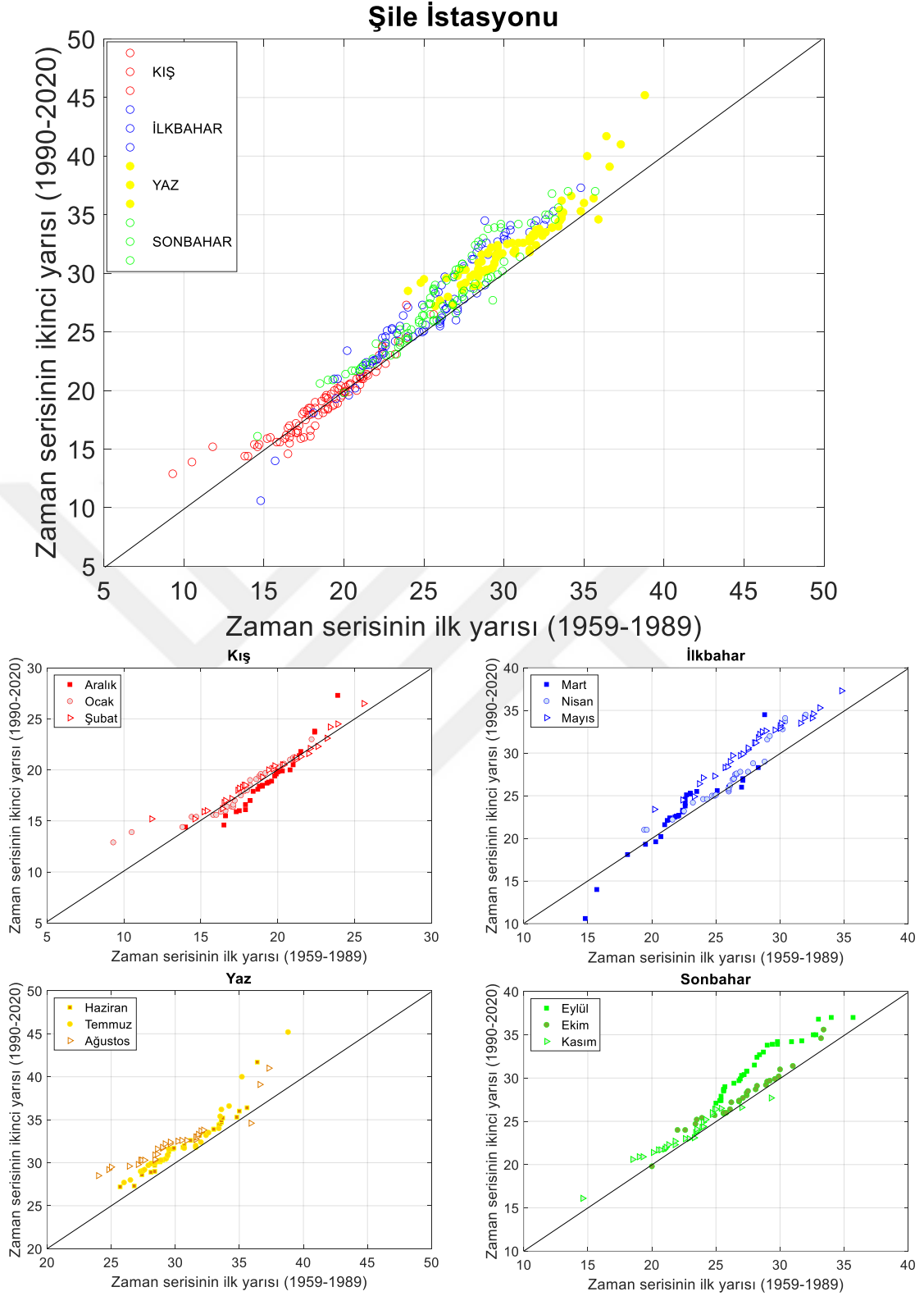


Şekil 4.12: Kadıköy Rıhtım istasyonu aylık maksimum sıcaklık verileri YTA grafikleri (°C).

İstanbul'daki önemli istasyonlardan bir diğeri olan Şile'de ölçülen maksimum sıcaklık verilerindeki trendler incelendiğinde, özellikle 25°C derece üzerindeki sıcaklık

verilerinde kayda değer trend artışları olduğu görülmektedir. Kış mevsimi için maksimum sıcaklıklara göre hazırlanan trend grafiğini ele aldığımızda Aralık ayında azalan trend vardır. Grafik ayrıntılı şekilde incelendiğinde Ocak ve Şubat ayları için belirgin bir trend durumundan söz edilememiştir. İlkbahar mevsiminde Nisan ayı trend görülmezken, Mart ayı için kısmen bir artış söz konusudur. Mayıs ayında toplanan veriler analiz edildiğinde kayda değer artış trendinin olduğu görülmektedir. ilkbahar için Mayıs ayındaki trend artışına benzer bir durum sonbaharda Eylül ayında yaşanmıştır. Sonbaharda Ekim ve Kasım aylarındaki artış trendinin sınırlı kaldığı söylenebilir. Yaz mevsimi ise genelde artış trendinde olup, özellikle Ağustos ayındaki artışlar dikkat çekicidir (**Şekil 4.13**).



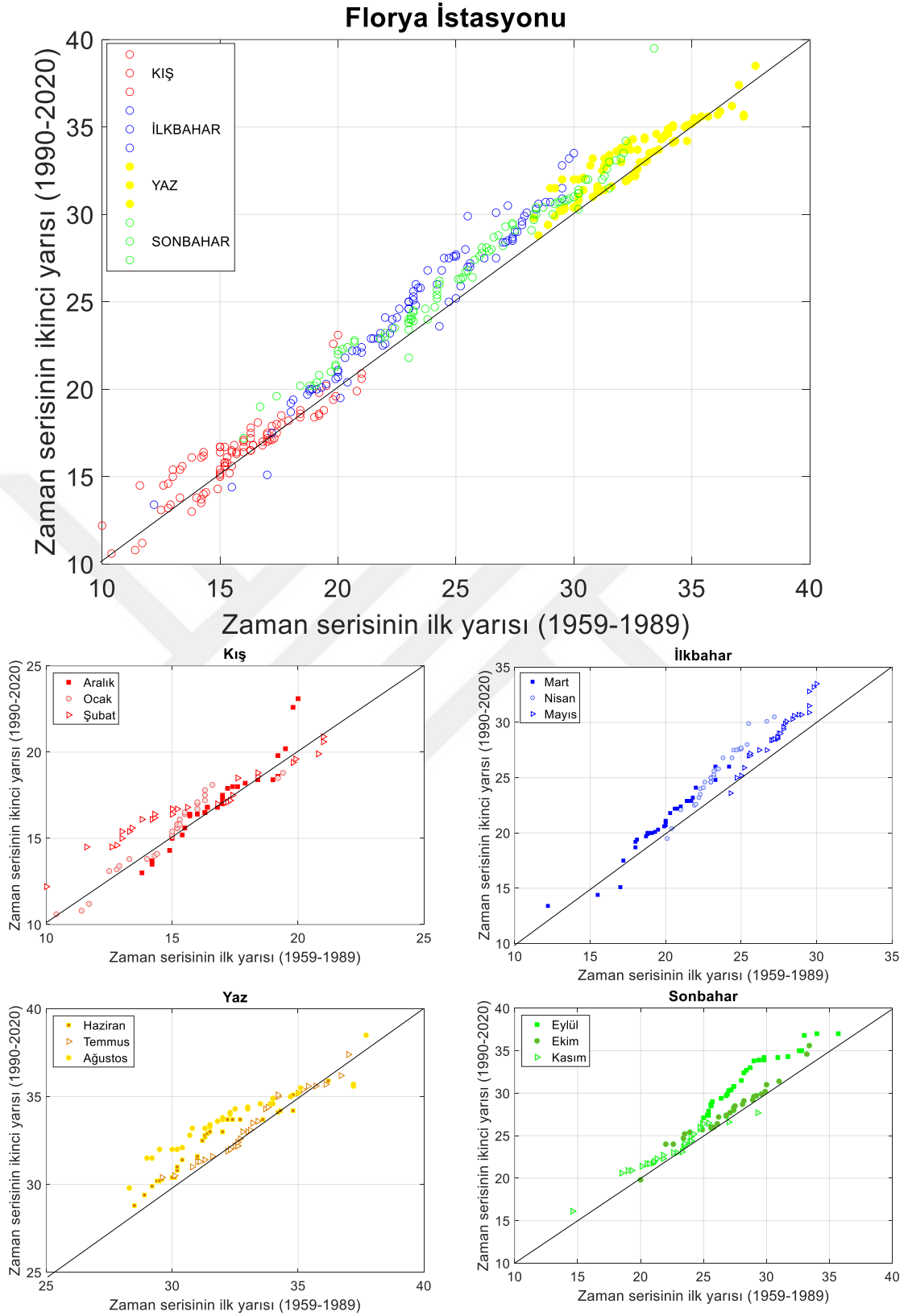


Şekil 4.13: Şile istasyonu aylık maksimum sıcaklık verileri YTA grafikleri (°C).

Aylık maksimum sıcaklık verilerinin analiz edileceği son istasyon olan Florya için hazırlanan YTA grafikleri incelendiğinde tüm mevsimlerde ve maksimum sıcaklıkların

tüm değerlerinde önemi trend artışları söz konusudur. Kışın Şubat ayı, ilkbaharda Nisan ve Mayıs ayları, yaz mevsiminde Haziran ve Ağustos, sonbaharda ise özellikle Eylül ayı maksimum sıcaklıklarda önemli trend artışlarının görüldüğü zaman dilimleridir. Buna karşın Temmuz, Ekim, Kasım ve Aralık ayları için artan veya azalan yönde trend tespiti yapabilmek güçtür (**Şekil 4.14**).



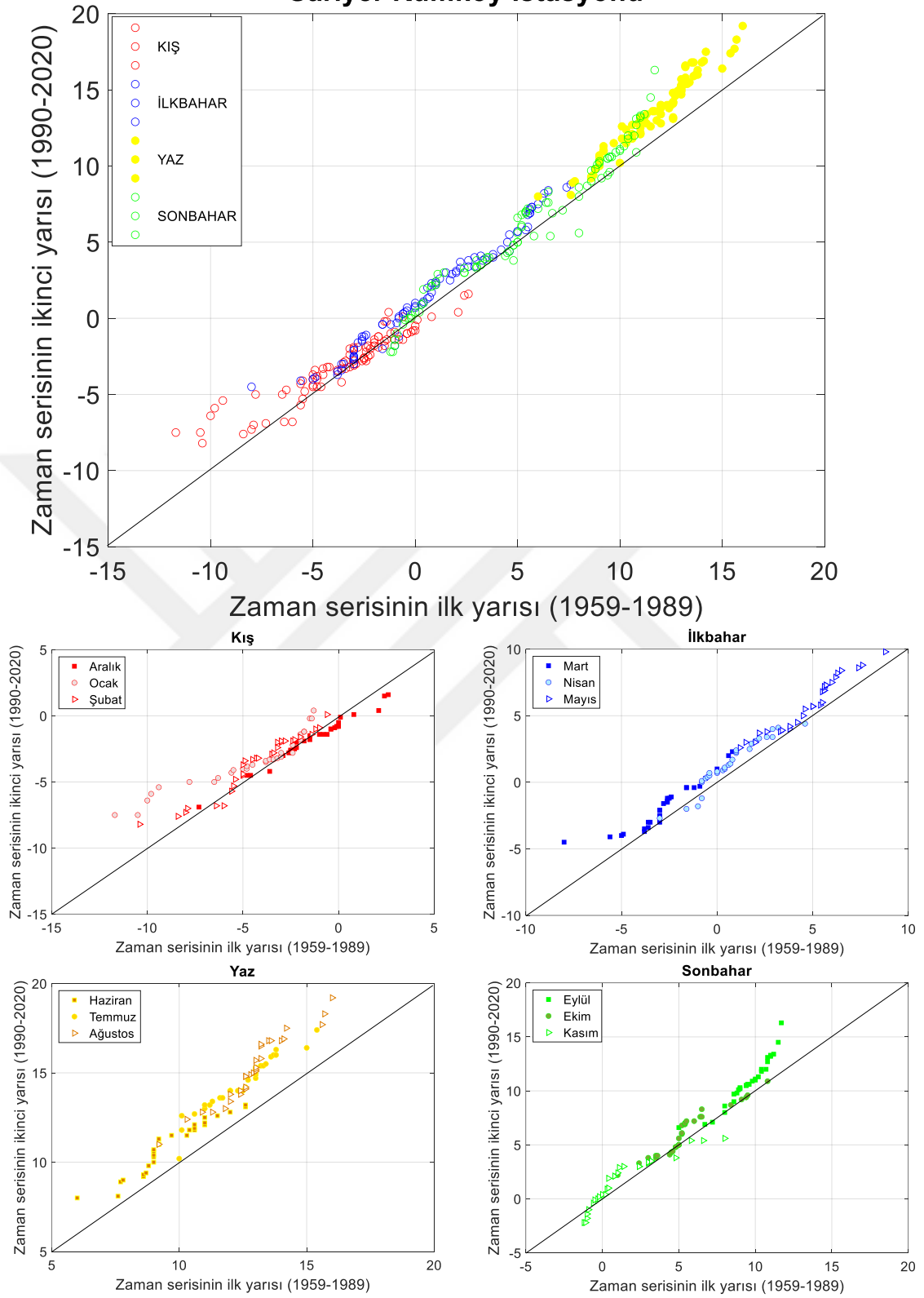


Şekil 4.14: Florya istasyonu aylık maksimum sıcaklık verileri YTA grafikleri (°C).

4.3.2. Aylık minimum sıcaklık verilerinin YTA yöntemi bulguları

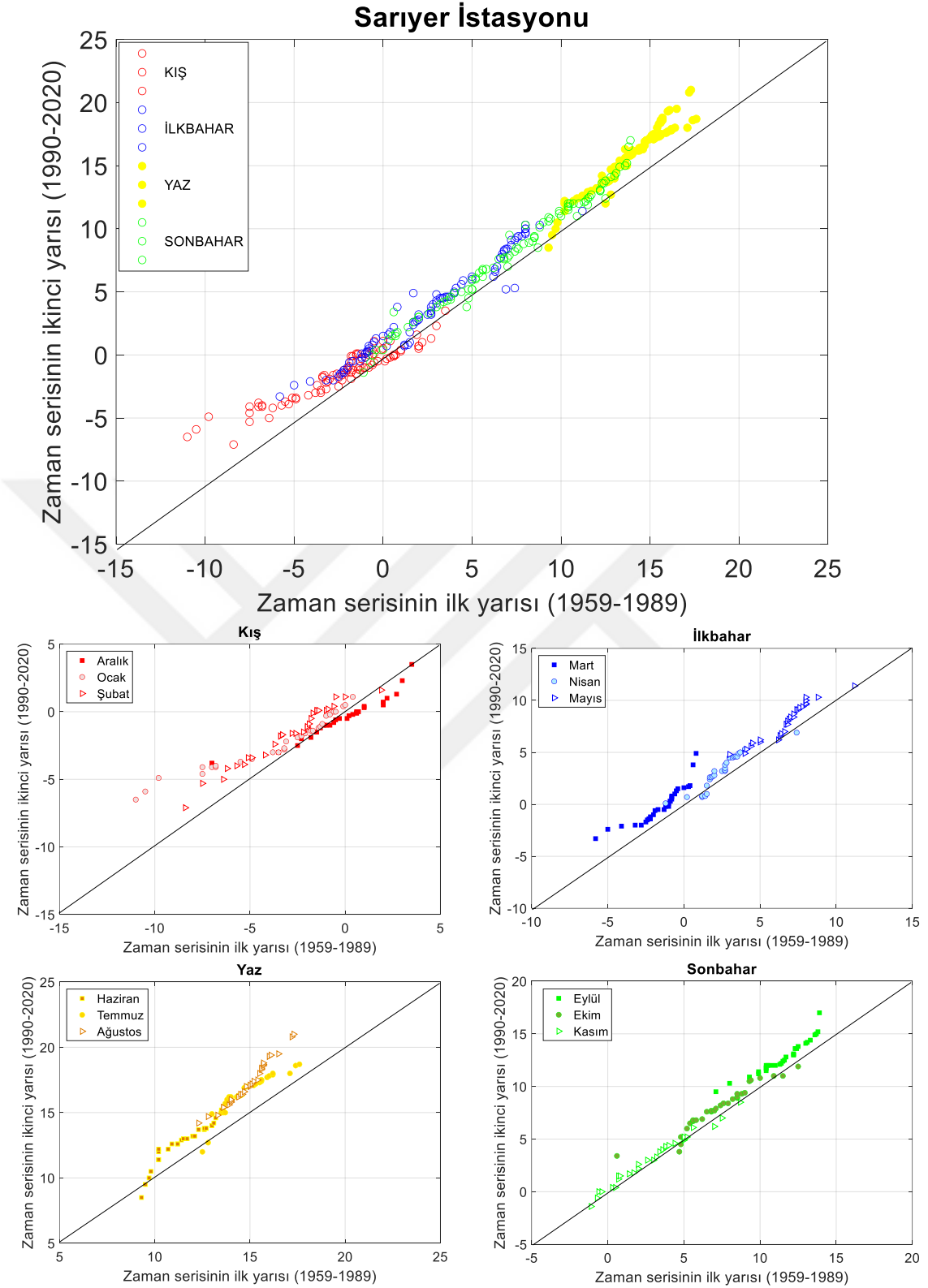
Şekil 4.15'te Sarıyer (Kumköy) istasyonu aylık minimum sıcaklık verileri için YTA grafikleri verilmiştir. Grafikler incelendiğinde tüm mevsimler için artış trendleri olduğu görülmektedir. Özellikle yaz mevsiminde Ağustos ve sonbahar mevsiminde Eylül ayının artış trendi dikkat çekmektedir. Kış mevsiminde Ocak ayında ilk yarım periyoda kıyasla ikinci yarım periyotta -5 °C derecenin altındaki sıcaklıklar için artış trendi vardır. Aralık ve Şubat ayları saçılımları aşağı yukarı 1:1 (45°) doğrusu üstünde olup, belirgin bir trend yoktur. İlkbahar mevsimi için de Mart, Nisan ve Mayıs ayları saçılımlarına göre, her bir ayın eğilimleri birbiri ile benzerlikler göstermekte olup, eğilimler bir miktar artış yönünde ayrılmıştır. Sonbahar mevsiminde Eylül ve Ekim aylarında artış trendi görülürken, Kasım ayında belirgin bir trend yoktur.

Sarıyer Kumköy İstasyonu



Şekil 4.15: Sarıyer (Kumköy) istasyonu aylık minimum sıcaklık verileri YTA grafikleri (°C)

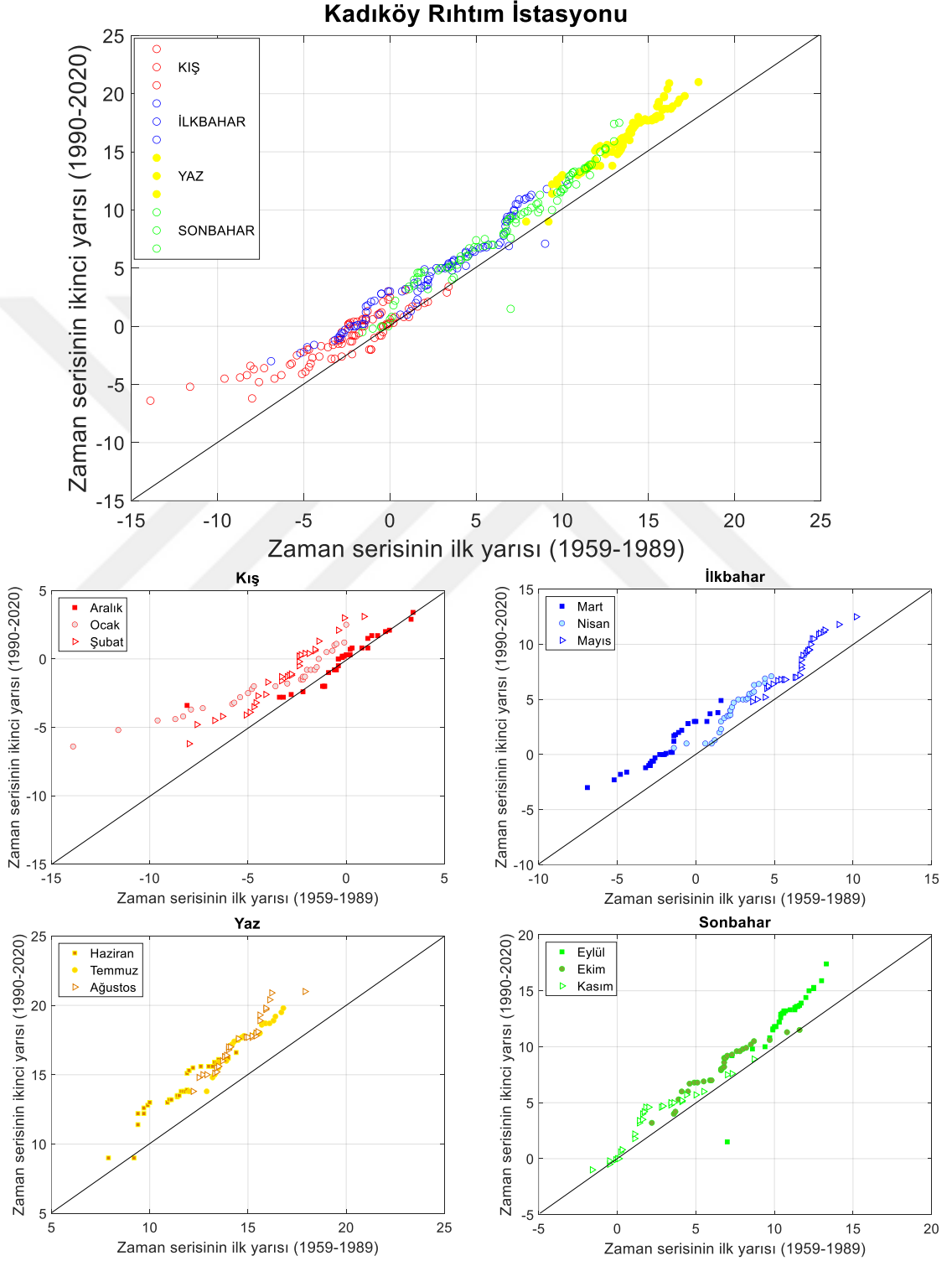
Sarıyer istasyonu trend grafikleri ile Sarıyer (Kumköy) istasyonu trend grafikleri arasındaki benzerlikler dikkat çekicidir (**Şekil 4.15** ve **Şekil 4.16**). Sarıyer YTA grafikleri içerisinde özellikle yaz ayları trend artışında ön plana çıkmaktadır. İlkbahar mevsiminde minimum sıcaklıkların trend artışı üç ay içinde ortalama olarak birbirine yakınlık göstermektedir. Grafiklerin yorumlanmasında kış mevsiminde Aralık, Ocak, Şubat aylarına ait saçılımların grafikte iç içe olması ve 1:1 doğrusuna yakın seyretmeleri dolayısıyla, trendlerin yorumlanması diğer grafiklere nazaran daha zorlayıcıdır. Kış mevsiminde Ocak ve Şubat ayları için minimum sıcaklıklardaki trend artışı, Aralık ayı trend durumunun yorumlanmasına nazaran daha belirgindir. Aralık ayı minimum sıcaklık verilerinde bir miktar azalma görülse de trend azalışı olduğu söylenemez. Kış mevsimi için en önemli trend artışlarının görüldüğü sıcaklık değerleri -5°C derecenin altındaki sıcaklıklardır. Yaz mevsiminde üç ay içinde toplanan minimum sıcaklık verilerine göre birbirine yakın önemli trend artışları görülmektedir. Sonbahar mevsiminde aylar arasında küçük farklılıklar ortaya çıkmaktadır. Kasım ayındaki trend durumu incelendiğinde, veri saçılımının 1:1 doğrusunun küçük bir miktar üzerinde olduğu görülmekte olup, buna bağlı olarak kayda değer bir trend artışının olmadığı ifade edilebilir. Buna karşın Ekim ayı ve özellikle Eylül ayında minimum sıcaklıklarda belirgin trend artışları vardır.



Şekil 4.16: Sarıyer istasyonu aylık minimum sıcaklık verileri YTA grafikleri (°C).

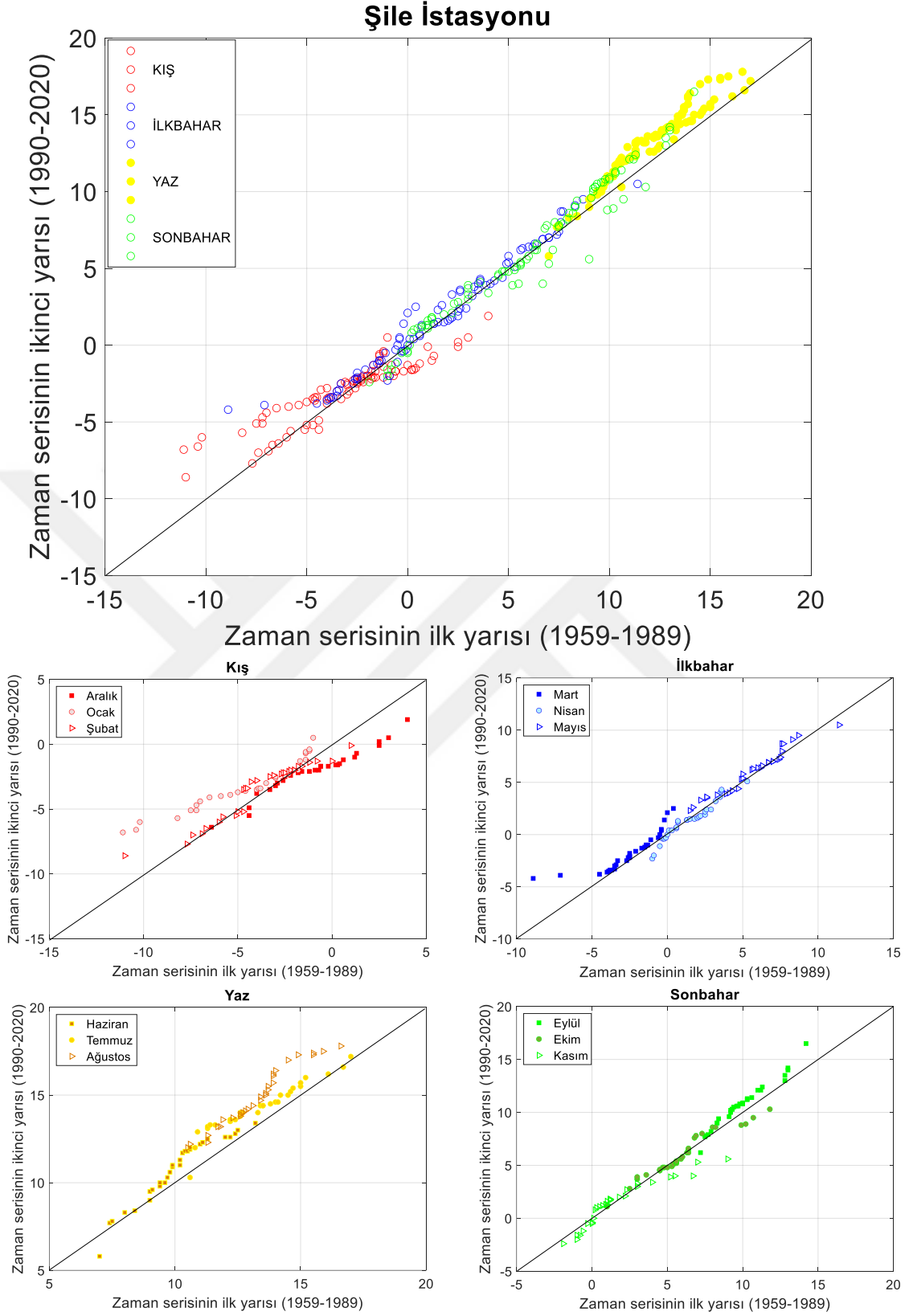
Kadıköy Rıhtım istasyonunda ölçülen aylık minimum sıcaklıklara ilişkin YTA grafikleri incelendiğinde, tüm mevsimler için önemli belirgin trend artışları görülmektedir. Grafikler ay ay incelenirse Aralık ayı haricinde tüm aylarda kayda değer trend artışları

ortaya çıkmıştır. Kış ve yaz aylarında minimum sıcaklıklarda trend artışları iç içe ve üst üste düşmektedir. İlkbahar ve sonbahar aylarında ise, iklim geçişlerine bağlı sıcaklık değişimindeki artış trendleri mevsimsel ortalamalardadır. Bu mevsim grafiklerinde aylar arasında ısınma ve soğuma yönündeki trend geçişleri de görülebilir (Şekil 4.17).



Şekil 4.17: Kadıköy Rıhtım istasyonu aylık minimum sıcaklık verileri YTA grafikleri (°C).

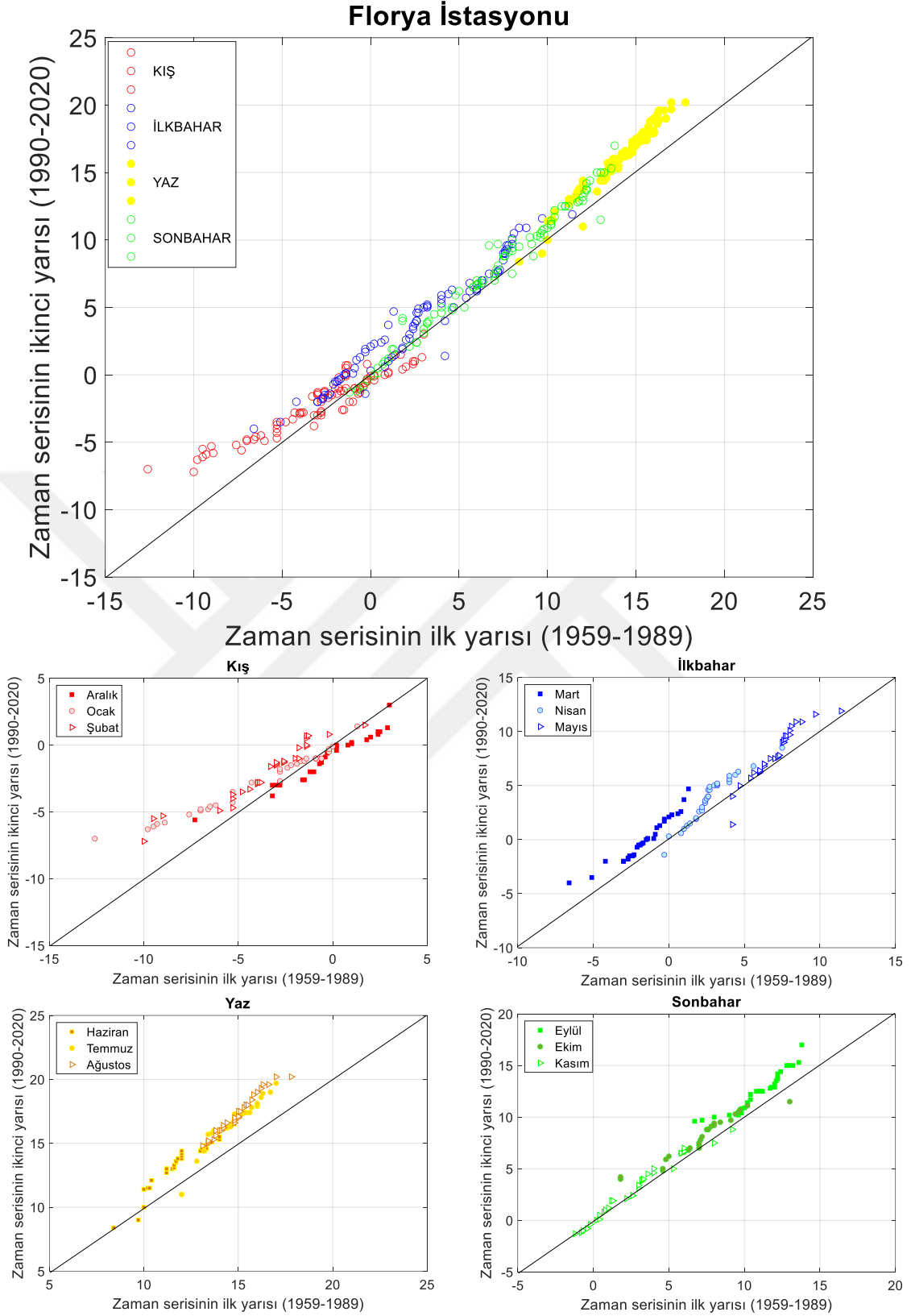
Şile istasyonuna göre aylık minimum sıcaklıklarda ilkbahar-sonbahar aylarında ve kış mevsiminde Şubat ayında belirgin bir eğilim görülmezken, veri saçılımları 1:1 trend yok çizgisinin yakın çevresinde dağılım göstermektedir. Haziran, Temmuz, Ağustos ve Ocak aylarında trend artışları ve Aralık ayında ise trend azalışı söz konusudur. En belirgin trend artışı Ağustos ayında gerçekleşmiştir. Artışlarda monotonik ve non-monotonik davranışlar söz konusudur. Mevsimler itibariyle aylar arasındaki geçişlerde aşağıda verilen YTA grafikleri yardımıyla yorumlanabilir. Misal olarak ilkbahar ve sonbahar aylarındaki minimum sıcaklık geçişleri, grafiklerde yaz ve kış aylarında göre, daha belirgindir. Mevsimsel verilen trend grafiklerinde aylar itibariyle üst üste düşen veriler aylar arasındaki benzerlikleri ifade etmektedir. Grafiklere ilk bakışta en fazla çakışmanın olduğu Ocak-Şubat ve Temmuz-Ağustos ayları benzer davranışların daha fazla görüldüğü zamanlardır (**Şekil 4.18**).



Şekil 4.18: Şile istasyonu aylık minimum sıcaklık verileri YTA grafikleri (°C).

İstanbul içinde farklı konumlarda seçilen aynı dönemli istasyonlar içerisinde Florya istasyonuna ait YTA grafiklerini incelediğimizde, aylar itibariyle minimum aylık

sıcaklık trendleri açısından hazırlanan grafiklere göre, aylık trendlerin ve/veya trend büyüklüklerinin konuma bağlı olarak önemli farklılıklar gösterdiği anlaşılmaktadır. Aylık minimum sıcaklık verileri içinde en yüksek trend artışı yaz mevsiminde görülmektedir. Yaz mevsimi içerisinde Haziran ayına göre, Temmuz ve Ağustos aylarında daha yüksek trend artışı söz konusudur. Ağustos artışlarda diğer aylara göre en yüksek artışın gerçekleştiği periyot olmuştur. Kasım ayı ise hemen hemen değişimin görülmediği tek aydır. Aralık trendlerin azaldığı tek aydır. En düşük aylık minimum sıcaklıkların görüldüğü Ocak ayında, en düşük minimum sıcaklık değerlerinde (-5°C ile -10°C arasında) belirgin trend artışları söz konusudur. İlkbahar mevsimine ait aylara ilişkin YTA grafiğini incelediğimizde Mart, Nisan ve Mayıs aylarında ortalama artışların birbirine yakın gerçekleştiği görülmektedir. Aynı zamanda söz konusu grafikte mevsim içerisinde Mart, Nisan ve Mayıs aylarını takiben aylık minimum sıcaklık trend geçişleri yorumlanabilir (**Şekil 4.19**).

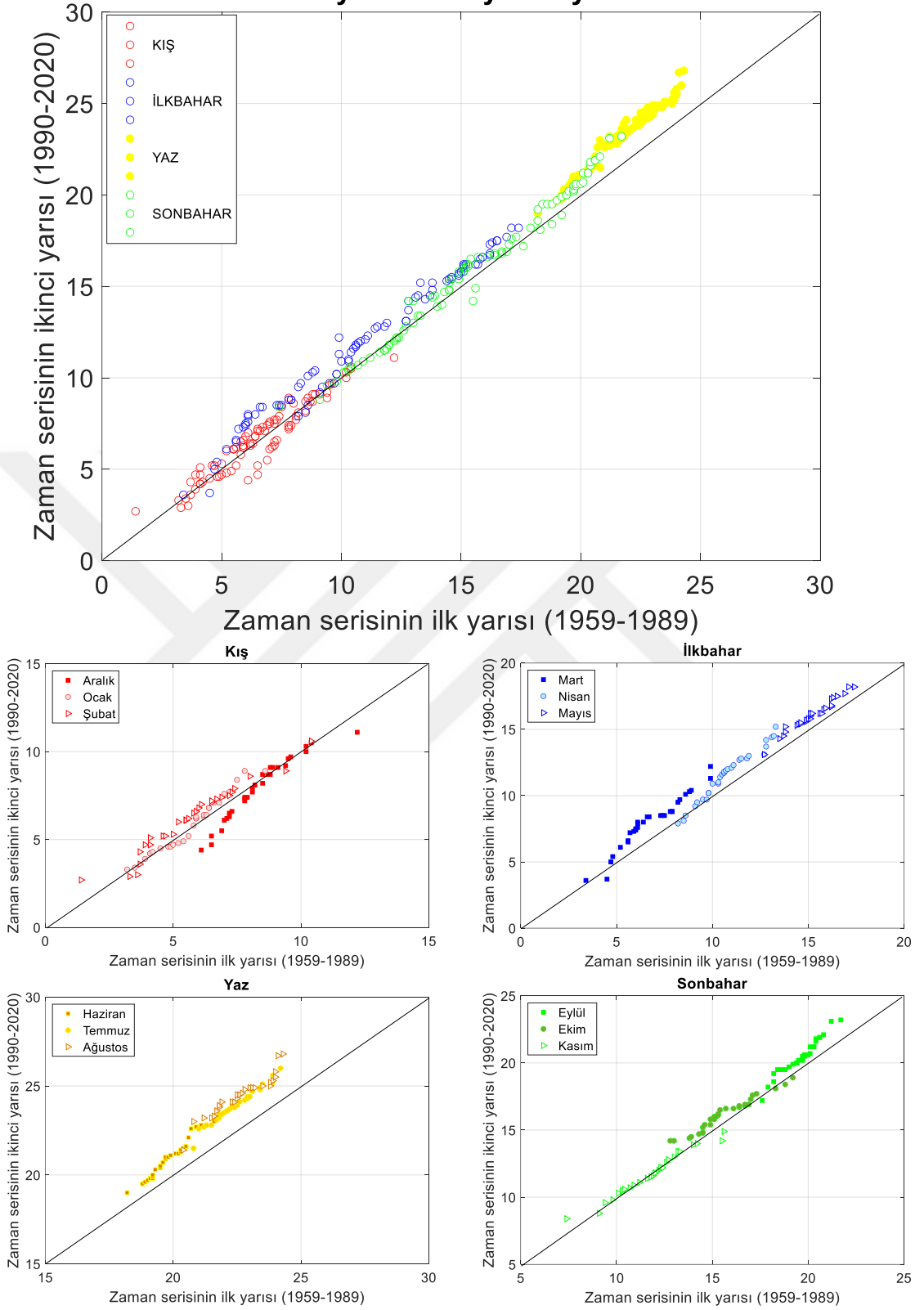


Şekil 4.19: Florya istasyonu aylık minimum sıcaklık verileri YTA grafikleri (°C).

4.3.3. Aylık ortalama sıcaklık verilerinin YTA yöntemi bulguları

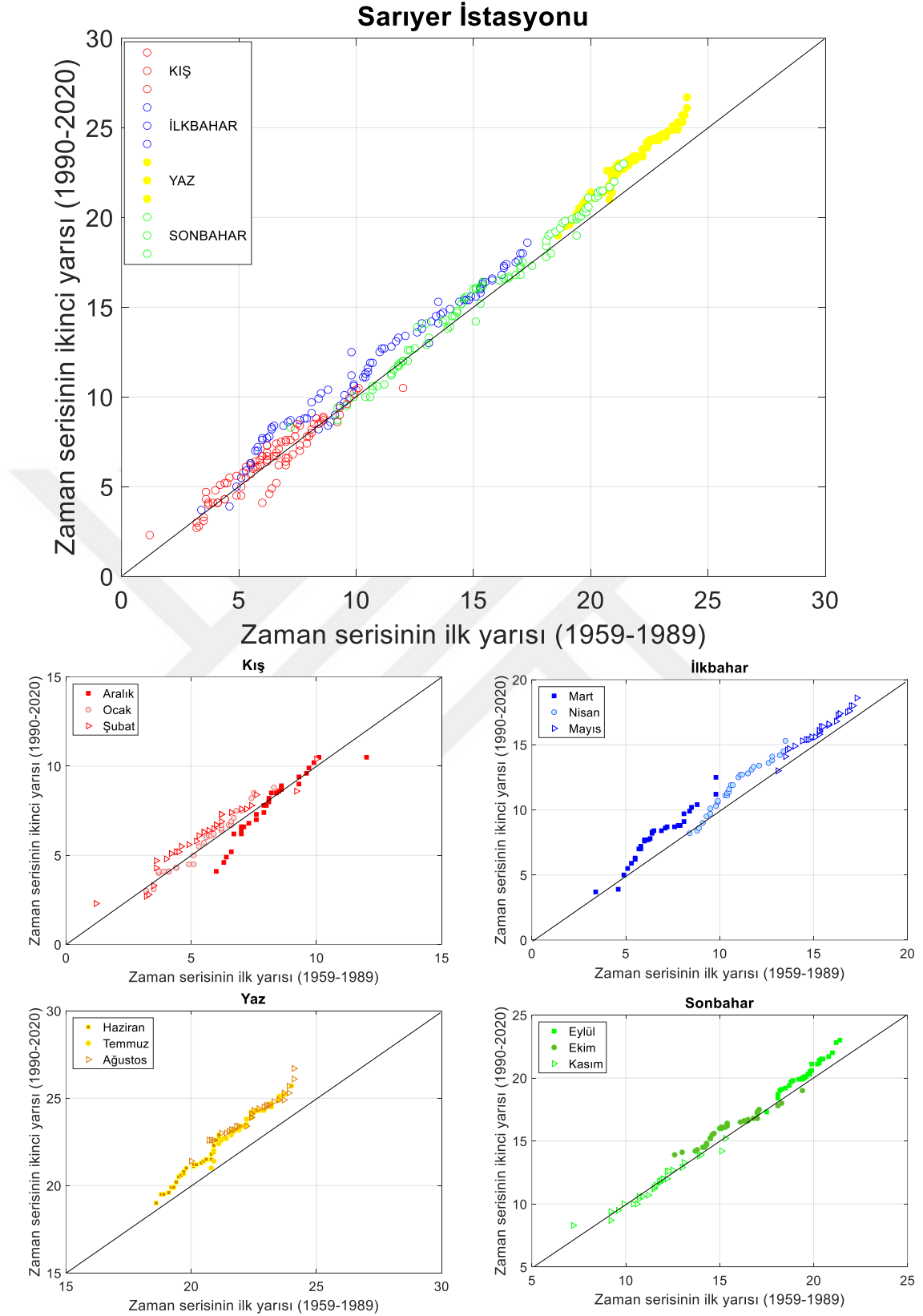
Şekil 4.20’de Sarıyer (Kumköy) istasyonuna ait, aylık ortalama sıcaklık verileri referans alınarak oluşturulmuş, beş farklı kombinasyon için YTA grafikleri verilmiştir. Grafiklerin dört tanesi minimum ve maksimum sıcaklık verilerinde olduğu şekilde mevsimler için hazırlanmış, en üstte yer alan ilk grafik ise yıl içerisindeki tüm aylık eğilimleri göstermektedir. Dört mevsime ait grafikler incelendiğinde, özellikle yaz aylarına ait ortalama sıcaklıklarda önemli trend artışları söz konusudur. Bu grafiğe göre Temmuz ve Ağustos aylarındaki artış eğilimleri Haziran ayından bir miktar yüksektir. Verilen grafikler içerisinde Ocak ve Kasım ayları için kayda değer bir trendin ortaya çıkmadığı görülmektedir. Diğer bir kış ayı olan Aralık için yüksek sıcaklık değerlerinde trend yok, düşük değerlerde ise azalan trend olduğu ifade edilebilir. İlkbahar aylarına ait YTA grafiği incelendiğinde, üç ay içinde artış trendleri ortalama büyüklükleri hemen hemen birbirine yakındır. Kış mevsiminde sadece Şubat ayında ortalama sıcaklıklarda artış trendi görülmektedir. Sonbahar mevsiminde Eylül ve Ekim aylarında ortalama sıcaklık verileri artış trendindedir. Artışlar genelde yüksek sıcaklık değerlerinde daha belirgindir.

Sarıyer Kumköy İstasyonu



Şekil 4.20: Sarıyer (Kumköy) istasyonu aylık ortalama sıcaklık verileri YTA grafikleri (°C).

Sarıyer ilçesinde bulunan diğler bir istasyonunun verileri kullanılarak YTA grafikleri hazırlandığında, Sarıyer (Kumköy) istasyonu ile benzer eğilimler söz konusudur. YTA grafikleri ayrıntılı incelendiğinde, mevsimsel grafiklere göre yaz mevsiminin üç ayı için de belirgin trend artışı söz konusudur. Özellikle Temmuz ve Ağustos aylarında eğilim büyüklükleri çok daha yüksektir. Yaz sonrası sonbahar başlangıcı Eylül ayında da sıcaklık değerleri ve artış eğilimleri yaz ayı başlangıcı olan Haziran ayı ile benzerlikler göstermektedir. Kış ve sonbahar mevsiminde Eylül ve Şubat ayları haricinde belirgin bir trend olduğunu söylemek pek mümkün değildir. Özellikle Kasım ve Ocak aylarında eğilim saçılımları, herhangi bir trendin olmadığı tespitinde kullanılan, 1:1 doğrusuna oldukça yakındır. Aralık ayında kısmen düşük sıcaklık değerlerinde azalma eğilimi görülürken, Ekim ayında bir miktar artış eğilimi olduğu söylenebilir. İlkbahar mevsiminde aylar itibariyle eğilim artışları büyüklükleri birbirine yakındır (**Şekil 4.21**).



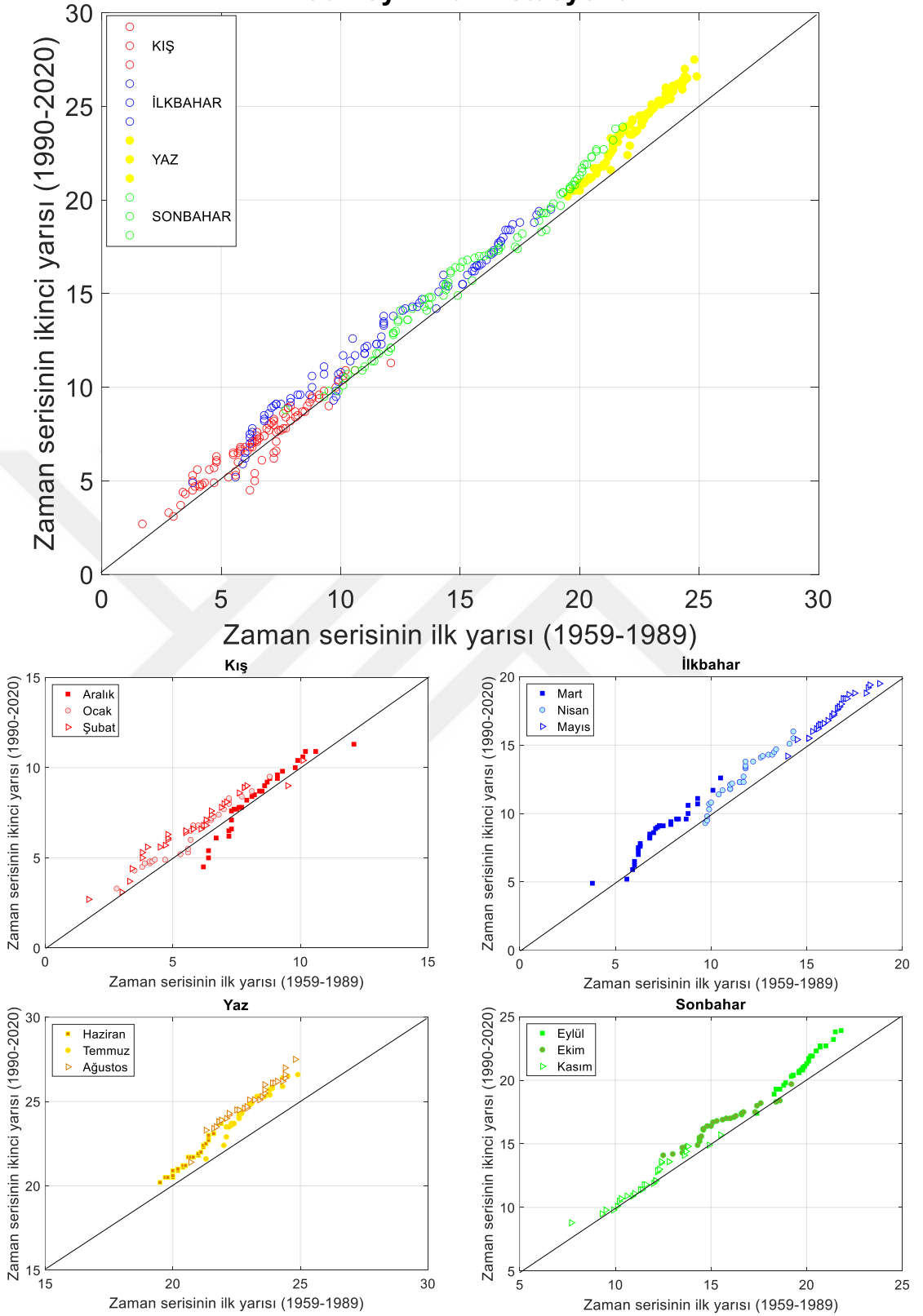
Şekil 4.21: Sarıyer istasyonu aylık ortalama sıcaklık verileri YTA grafikleri (°C).

Şekil 4.22’de verilen Kadıköy Rıhtım istasyonunun aylık ortalama sıcaklık verileri YTA grafikleri yorumlandığında genelde artış eğiliminin hâkim olduğu, aylık

ortalamalarda azalan trendin olmadığı, Kasım, Aralık ve Ocak aylarında ise kayda değer bir trend değişiminden söz edilemeyeceği ifade edilebilir. İlkbahar, yaz mevsimleri ile sonbaharda Eylül ve Ekim aylarında artış eğilimleri belirgindir. En önemli artış eğiliminin yaşandığı yaz mevsiminde, Temmuz ve Ağustos aylarındaki eğilim büyüklükleri birbirine yakındır.



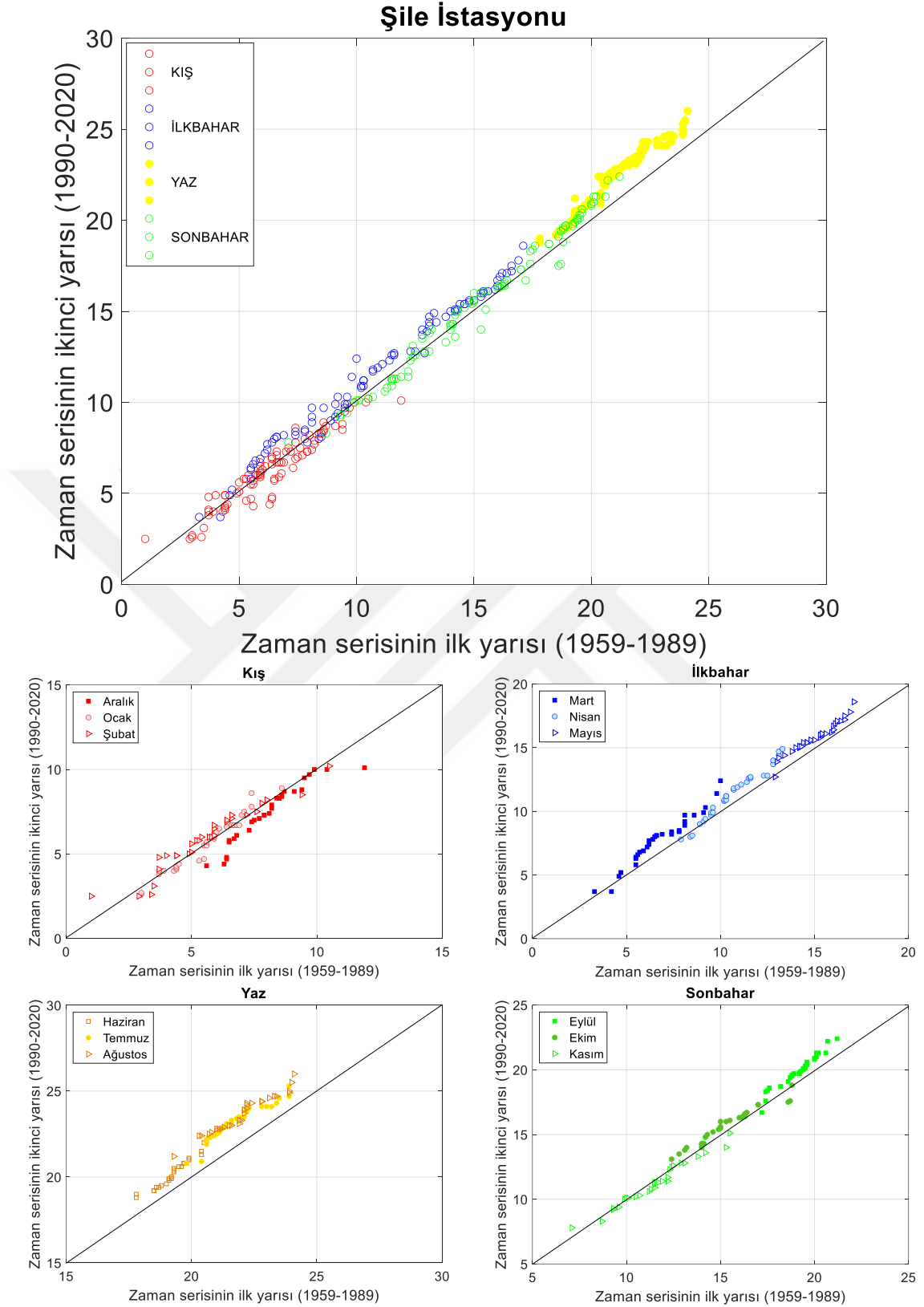
Kadıköy Rıhtım İstasyonu



Şekil 4.22: Kadıköy Rıhtım istasyonu aylık ortalama sıcaklık verileri YTA grafikleri (°C).

Şile istasyonu için hazırlanan YTA grafikleri incelendiğinde, kış mevsiminde Aralık ayında aylık ortalama sıcaklık verileri azalış eğilimindedir. Ocak ve Şubat aylarında belirgin bir trend söz konusu değildir. İlkbahar mevsiminde tüm aylar artış trendinde olup, ortalama artış büyüklükleri birbirine yakındır. Sonbahar mevsiminde Kasım ayında veri saçılımları 1:1 doğrusuna oldukça yakın seyretmekte olup önemli bir trend yoktur. Buna karşın Eylül ve Ekim aylarında veri saçılımları üst üçgen alan içerisinde kalmakta olup, bu durum artış trendine işaret eder. YTA analizlerinde yaz mevsimi en bariz trend artışının ortaya çıktığı dönem olup, özellikle Temmuz ve Ağustos aylarında trend artış büyüklükleri dikkat çekici mertebelere ulaşmaktadır (**Şekil 4.23**).

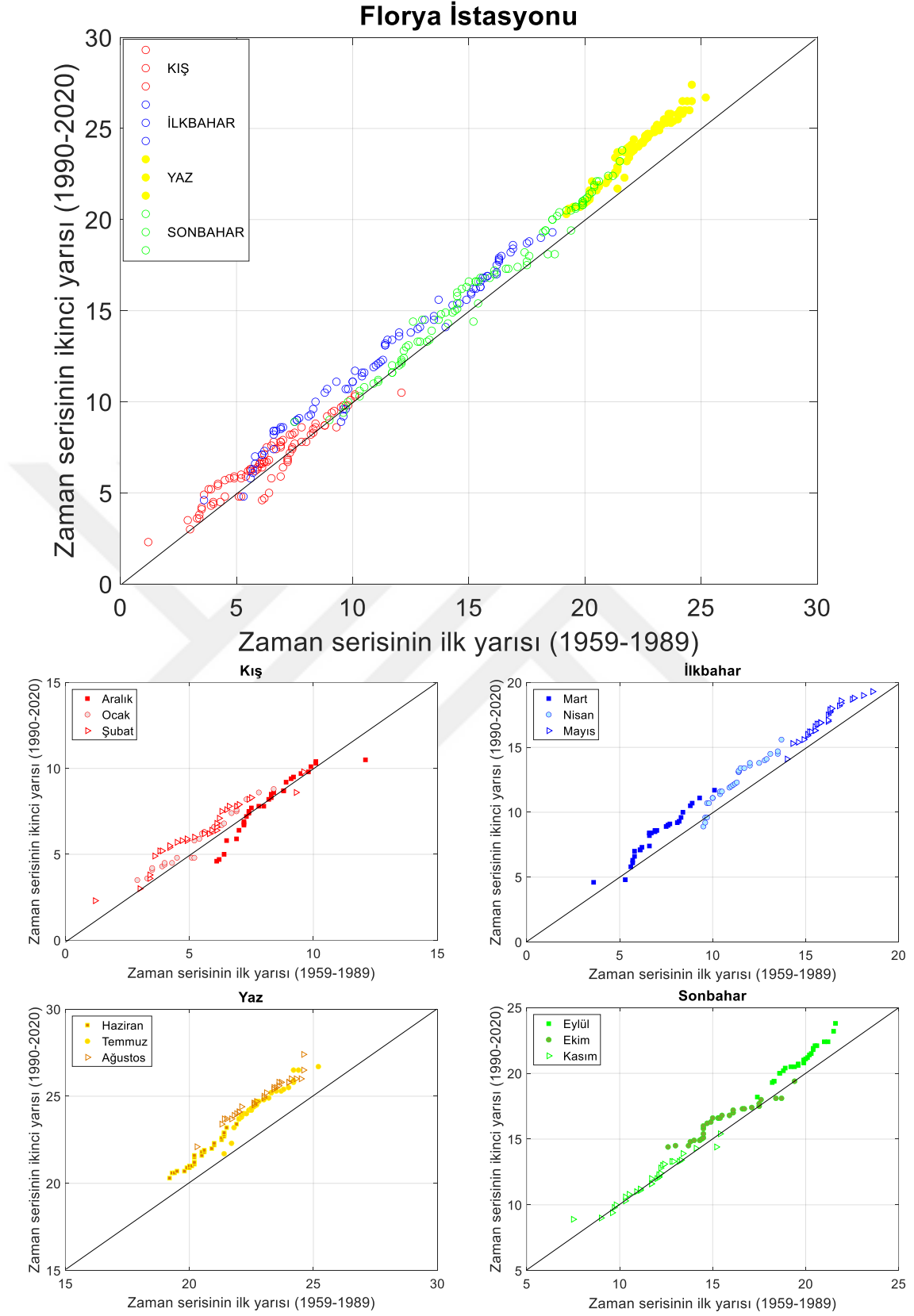




Şekil 4.23: Şile istasyonu aylık ortalama sıcaklık verileri YTA grafikleri (°C).

Son olarak **Şekil 4.24**'te verilen Florya İstasyonu aylık ortalama sıcaklık verileri YTA grafiklerini yorumlayacak olursak, ilk olarak verilen kış mevsimi grafiğine göre her bir

ayın trend deseni birbirinden farklıdır. Yorumlanması en kolay Şubat ayı olup, veriler 1:1 doğrusu üzerindeki üst üçgen alan içerisinde kalmıştır. Buna göre aylık ortalama sıcaklıklar artış trendindedir. Ocak ayı verileri için hazırlanan grafik incelendiğinde, saçılımın kararlı bir yapıda olmadığı 1:1 doğrusuna yakın şekilde altında, üzerinde ve üstünde saçılım gösterdiği görülmektedir. Dolayısıyla Ocak ayı için kayda değer önemli bir trend yoktur. Son olarak Aralık ayı için verilerin genelde 1:1 doğrusuna çok yakın olduğu ve trendin olmadığı görülmektedir. Ancak bu ay için kısmen düşük sıcaklık değerlerine ait saçılımlar 1:1 doğrusu altında kalmakta olup kayda değer trend azalışı söz konusudur. Bahar ayları grafiklerini değerlendirdiğimizde Kasım ayı hariç diğer beş ayda trendlerin artış yönünde olduğu görülmektedir. Kasım ayında belirgin bir trend söz konusu değildir. İlkbahar YTA grafiğini incelediğimizde, aylar itibariyle görülen trend artış büyüklükleri birbirine yakındır. Son olarak yaz mevsimi YTA grafiğine göre, değerlendirilen diğer istasyonlarda olduğu gibi, bu periyot en önemli trend artışlarının yaşandığı dönemdir. Temmuz ve Ağustos aylarındaki trend artışları çok belirgin seviyededir. Temmuz ve Ağustos ayları için artış eğilimi 1.5-2°C mertebelerindedir.

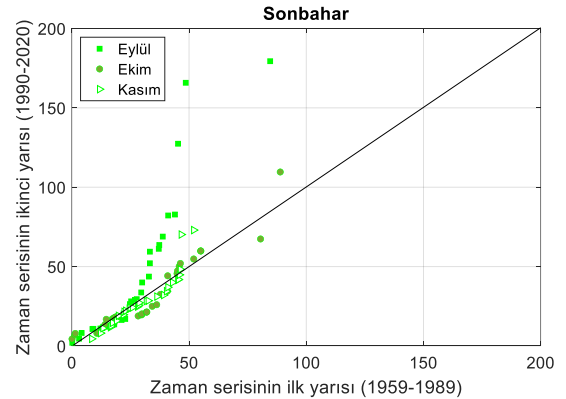
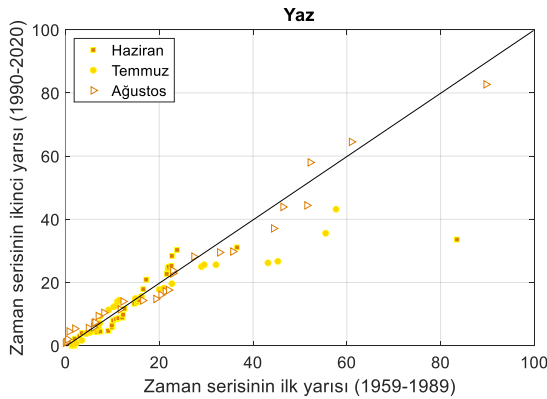
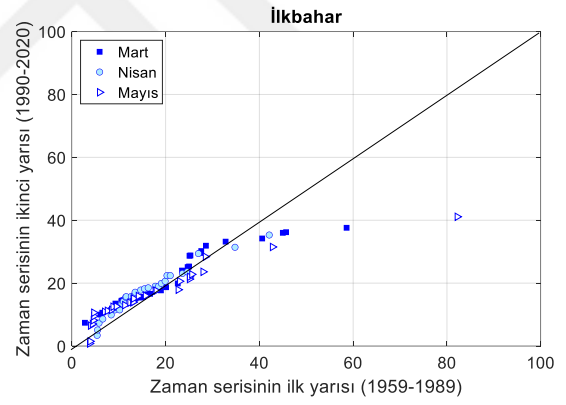
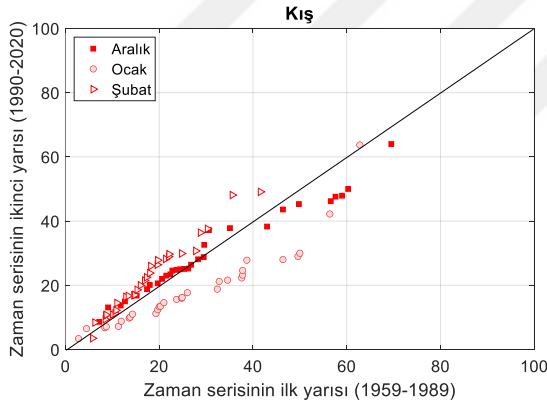
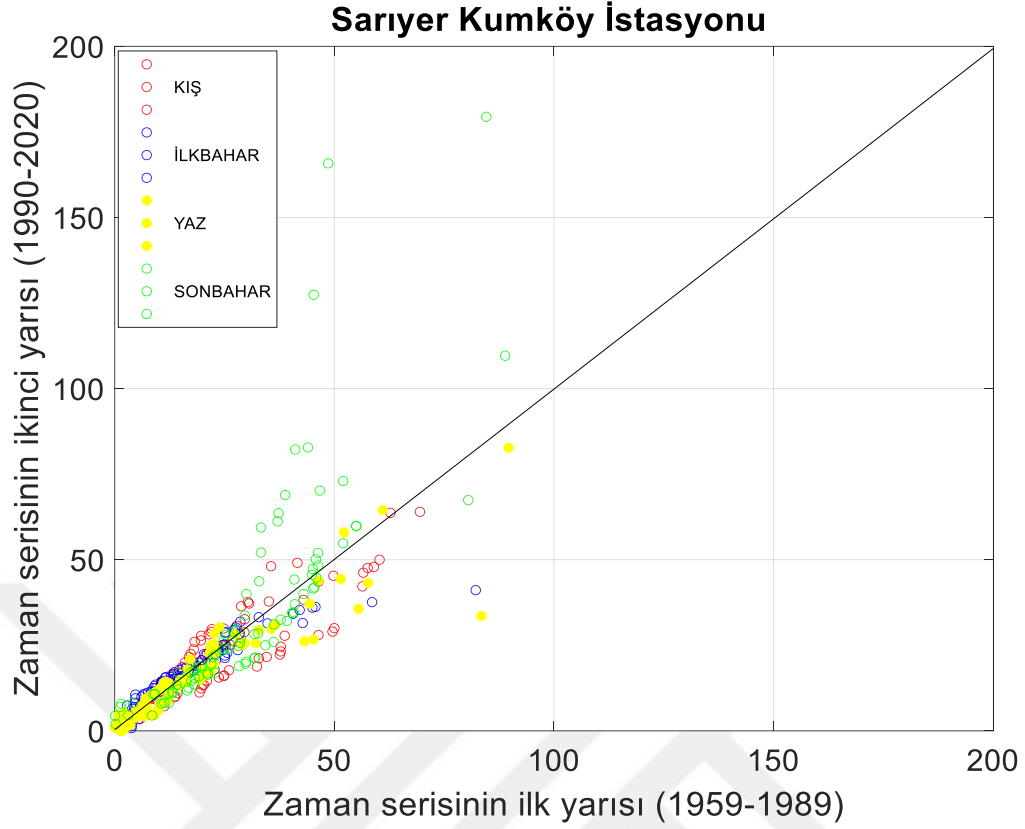


Şekil 4.24: Florya istasyonu aylık ortalama sıcaklık verileri YTA grafikleri (°C).

4.3.4. Aylık maksimum yağış verilerinin YTA yöntemi bulguları

İstanbul'da seçilen istasyonlarda ölçülen aylık maksimum yağış verileri için hazırlanan YTA grafikleri incelendiğinde, ortaya çıkan eğilim desenlerinin sıcaklık verilerine göre genelde daha düzensiz olduğu ve farklı değer aralıklarındaki alt gruplar için eğilimlerin değişkenlik gösterdiği görülmüştür. YTA grafikleri ayrıntılı şekilde incelendiğinde, yağış eğilimleri aydan aya ve istasyondan istasyona farklılık göstermektedir. Özellikle sonbahar mevsiminde maksimum yağış verilerinin yüksek değerlerinde önemli münferit artışlar söz konusudur. Bu ayda istasyondan istasyona artış desenlerinde farklılık söz konusu olup, bazı istasyonlarda Ekim ve Kasım ayları maksimum yağış verilerinde kayda değer eğilimler söz konusu değilken, Eylül ayına gelindiğinde ortalama üzerinde önemli trend artışlarının ortaya çıktığı görülmektedir. yaz mevsiminde aylık maksimum yağış büyüklüğünün 40 mm'nin altında olduğu durumda, genelde belirgin bir trend söz konusu değildir. Yaz aylarında aylık maksimum yağışların yüksek değerlerinde bazı aylarda azalan yönde eğilimler görülmektedir. Örneğin Sarıyer (Kumköy) istasyonunda (Şekil 4.25) Temmuz ayında yağış büyüklüğünün 40 mm'nin üzerinde olduğu durumlar için, kayda değer trend azalışı söz konusudur. İstasyonlarda aynı mevsim içerisinde aylık maksimum yağış verileri için trendler farklılık gösterdiğinden, YTA grafiklerinin yorumlanması ve değerlendirmeler istasyon bazında incelenmiştir.

İlk olarak Sarıyer (Kumköy) istasyonu maksimum yağış verilerinin YTA grafikleri incelendiğinde, sonbahar mevsimi yılın en yüksek trend artışının yaşandığı zaman olarak göze çarpmaktadır. Özellikle Eylül ve kısmen de Kasım ayında maksimum yağış verilerinin yüksek değerlerinde artış eğilimi görülürken, Ekim ayında kısmen belli aralıkta azalma eğilimi görülmüş ve genelde kayda değer bir trend söz konusu olmamıştır. Kış mevsiminde Aralık ayında yağış yüksekliklerinin 0-40 mm olarak ölçüldüğü aralıkta trend yokken, 40 mm üzerinde azalan eğilim vardır. Ocak ve Şubat aylarında ise eğilimler sırasıyla azalma ve artış yönündedir. İlkbahar mevsiminde de tüm aylar için yağış yüksekliklerinin 20 mm altında ölçüldüğü durumda genelde küçük miktar artış trendi olup, 20-40 mm aralığında trend yoktur. Yağışların 40 mm üzerinde olduğu durum için azalan trend söz konusudur. Son olarak yaz mevsimine ilişkin YTA eğilim grafiğini değerlendirdiğimizde, özellikle Ağustos ayındaki maksimum yağış verilerinde belirgin artış trendi söz konusudur. Temmuz ayında da belli yükseklikteki yağışların bir miktar artışı söz konusu olup, yaz aylarında bunun dışında kayda değer önemli bir trend yoktur (Şekil 4.25).

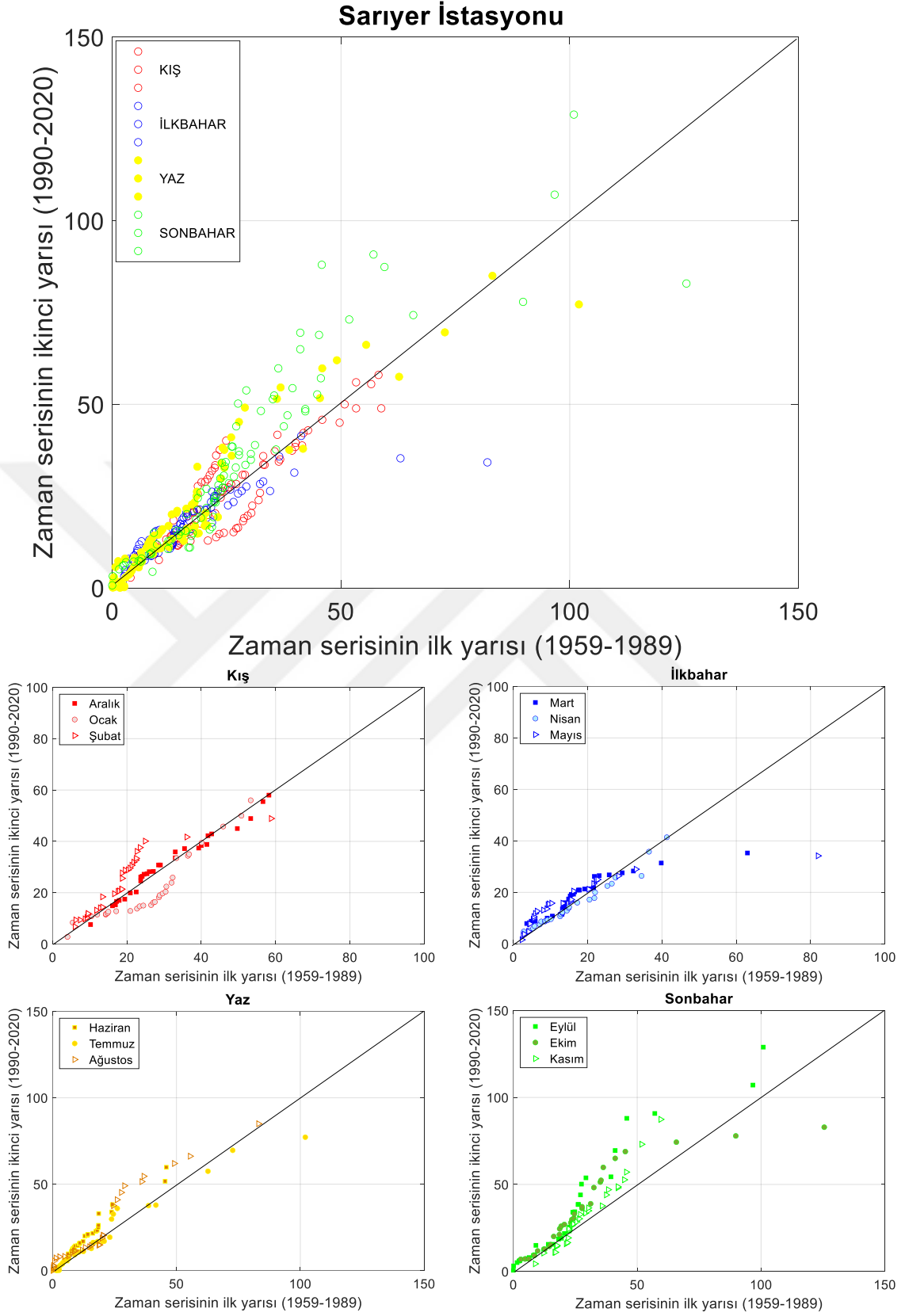


Şekil 4.25: Sarıyer (Kumköy) istasyonu aylık maksimum yağış verileri YTA grafikleri (mm).

Sarıyer istasyonu için aylık maksimum yağış verilerine ait (Şekil 4.26) aşağıda verilen mevsimsel YTA eğilim grafiklerini incelediğimizde, ilk olarak sonbahar mevsimindeki

kayda değer trend artışları dikkat çekmektedir. Verilerin uç değerlerinde önemli artışlar söz konusudur. Bunun dışında kışın Şubat ayında ve yazın Ağustos ayında trend artışları öne çıkmaktadır. Diğer taraftan kış mevsiminde Ocak ayı en dikkat çekici trend azalışının ortaya çıktığı ay olmuştur. Kış ayında Aralık, ilkbaharda Nisan ve yaz aylarında Temmuz trendlerin görölmediği aylardır.

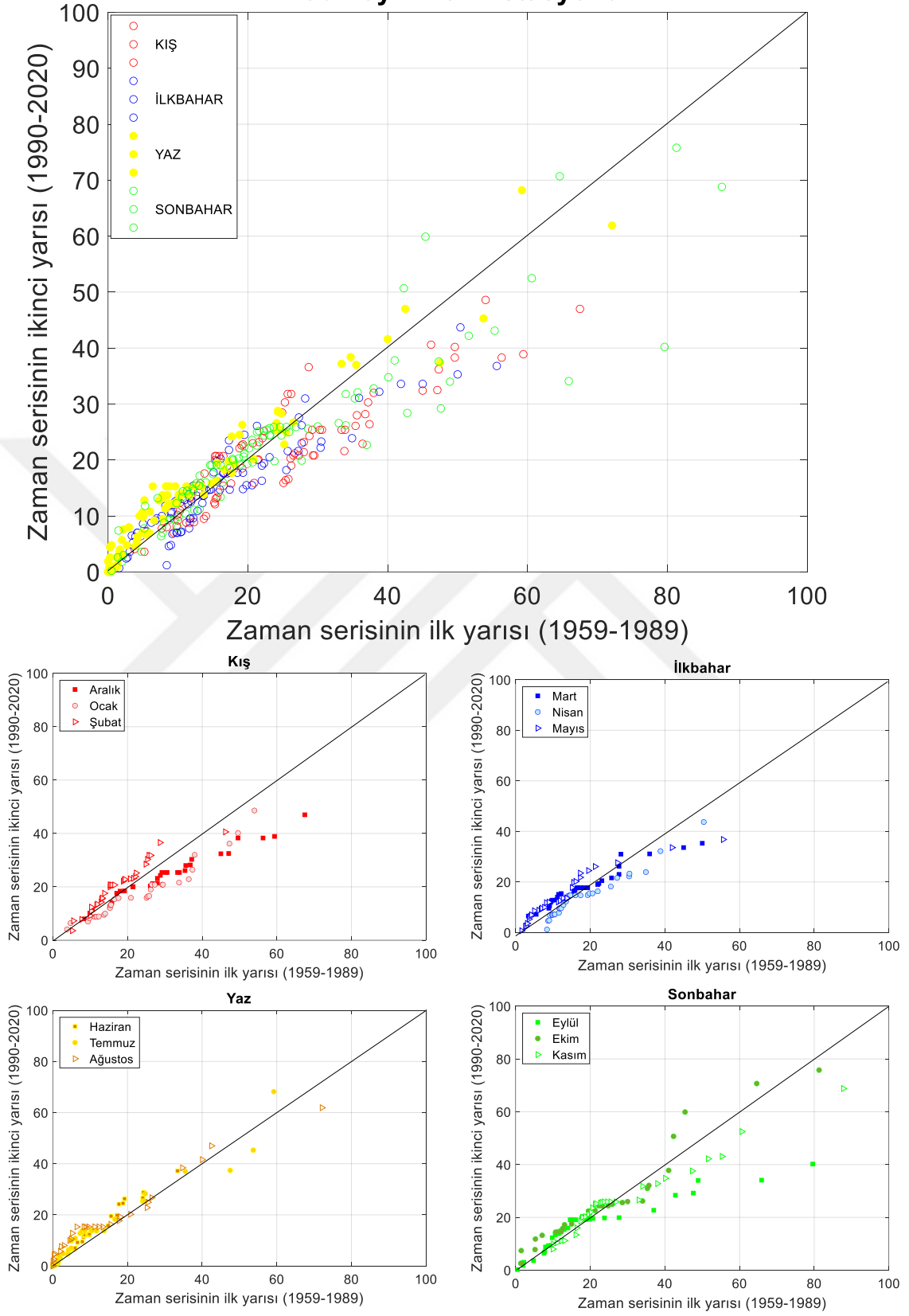




Şekil 4.26: Sarıyer istasyonu aylık maksimum yağış verileri YTA grafikleri (mm).

Şekil 4.27'de yer alan Kadıköy Rıhtım istasyonunun aylık maksimum yağış verileri YTA grafikleri yorumlanacak olursa, genelde kış mevsiminde azalan, yaz mevsiminde artan ve sonbahar mevsiminde yağış yüksekliklerinin büyük değerlerinde azalan eğilim hakimdir. Kış mevsiminde Aralık ve Ocak aylarına ait YTA grafiklerinde maksimum yağış verileri saçılımları alt üçgende yer alarak azalan eğilim göstermiştir. Şubat ayında ise eğilimler artış yönündedir. İlkbahar mevsiminde Mayıs ayında artış eğilimi, Nisan ayında ise eğilim azalma yönündedir. Mart ayında eğilim yönü açıkça belirtilememektedir. Yaz mevsimi için hazırlanan YTA grafiklerinde veri saçılımları sıklıkla 20 mm altı yağış yüksekliklerinde yoğunlaşmış olup, saçılım noktaları artış trendinin görüldüğü 1:1 doğrusunun üzerinde kalan üçgen alan içerisinde yoğunlaşmıştır. Su kaynaklarını besleyen en önemli yağışların görüldüğü mevsim olan sonbahar aylarında ise, artış ve azalış trendleri birlikte görülmektedir. En fazla 30 mm yağış yüksekliğinin görüldüğü durumlar için eğilim artış yönündedir. Daha yüksek yağış durumlarında, Ekim ayındaki üç münferit yıllık yağış verisi dışında, genelde maksimum yağışlar için eğilim azalan yöndedir.

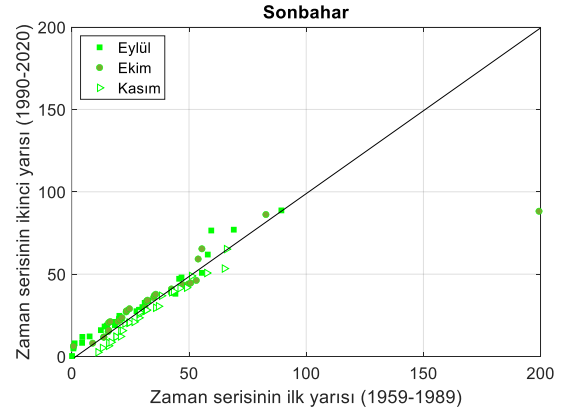
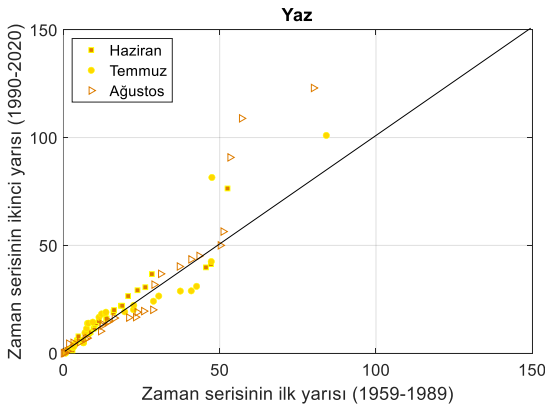
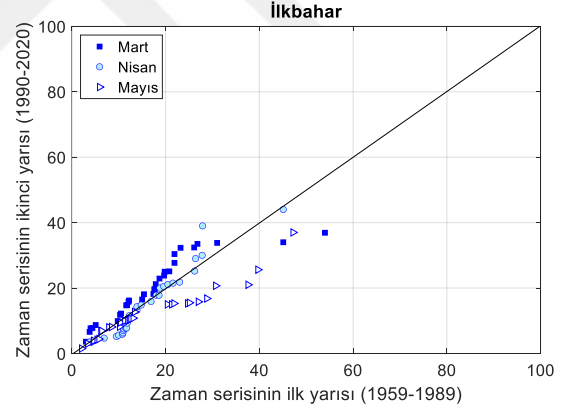
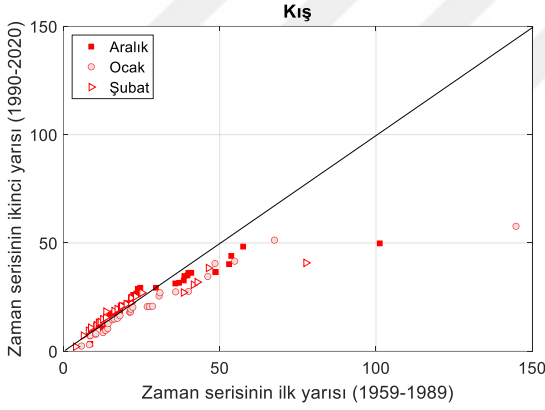
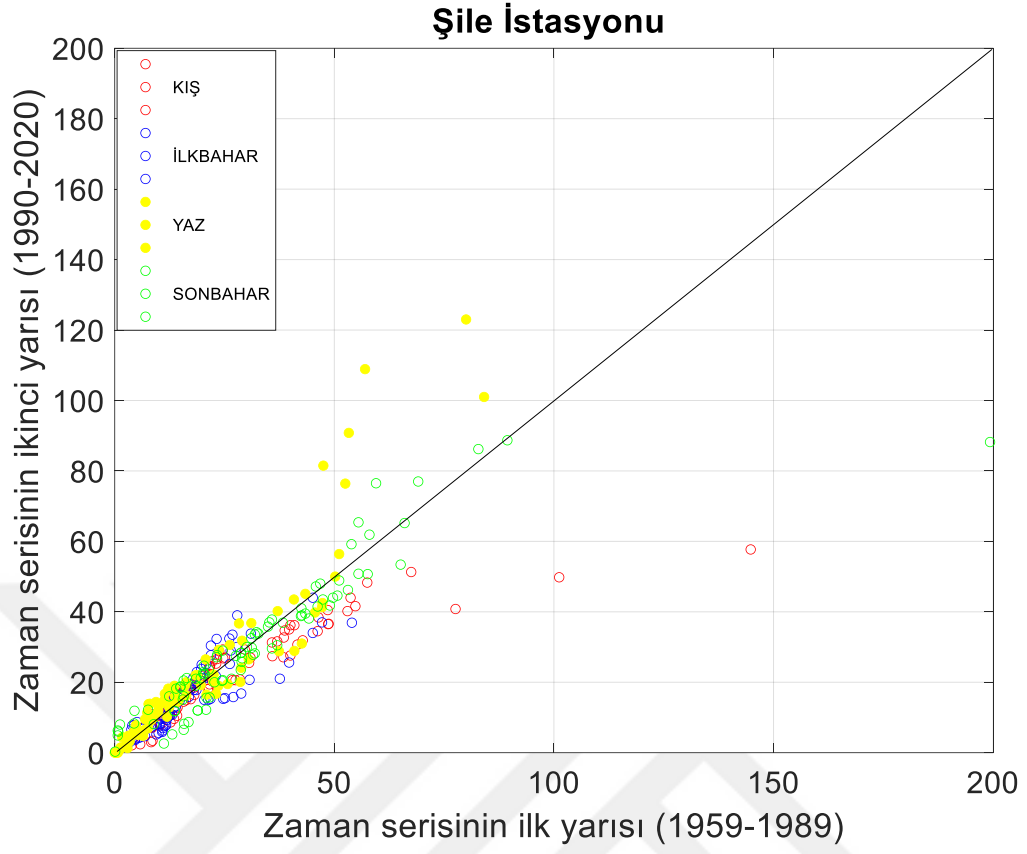
Kadıköy Rıhtım İstasyonu



Şekil 4.27: Kadıköy Rıhtım istasyonu aylık maksimum yağış verileri YTA grafikleri (mm).

Şile’de (**Şekil 4.28**) ölçülen maksimum yağış verilerindeki trendleri hazırlanan YTA grafikleri üzerinden değerlendirecek olursak, yaz mevsimindeki artış eğilimleri dikkat çekicidir. Temmuz ve Ağustos aylarında gerçekleşen trend artışları, ilk yarımda meydana gelen yağış miktarının neredeyse iki katına denk gelmektedir. İlkbahar mevsiminde Mart, Nisan ve Mayıs aylarında maksimum yağışların düşük değerlerinde artan eğilimler, orta değerlerde ise azalan trendler vardır. Sonbahar mevsiminde Eylül, Ekim ve Kasım aylarında bazı eğilimler ortaya çıkmasına rağmen, belirgin trend yoktur. Son olarak bu istasyon için kış ayları maksimum yağış verileri değerlendirildiğinde, YTA grafiklerine göre düşük ve yüksek değerler için iki farklı değerlendirmede bulunulabilir. Yaklaşık 30 mm’ye kadar olan düşük maksimum yağış değerlerinde eğilim yok iken, yüksek değerlerde eğilim azalma yönündedir.

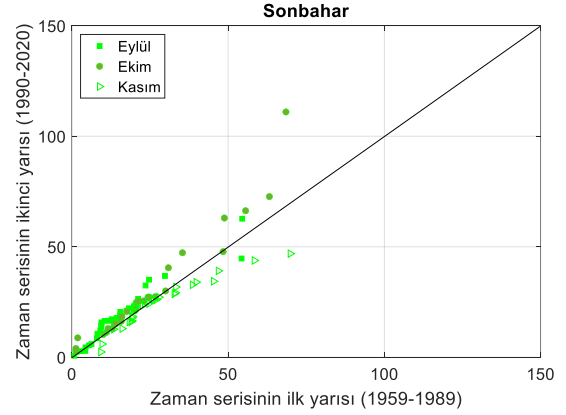
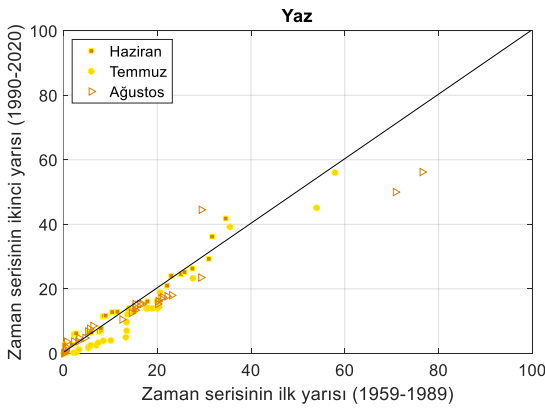
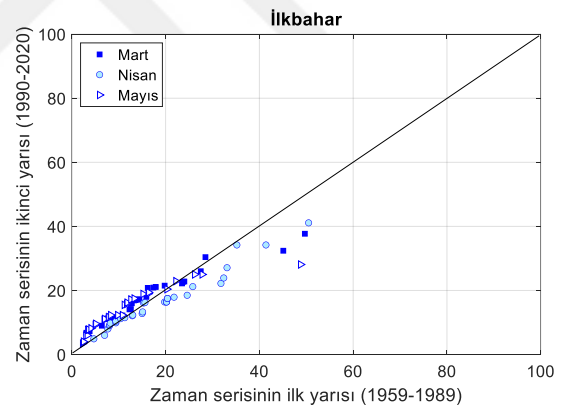
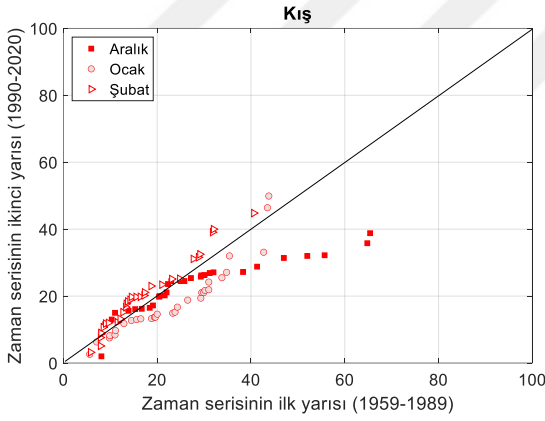
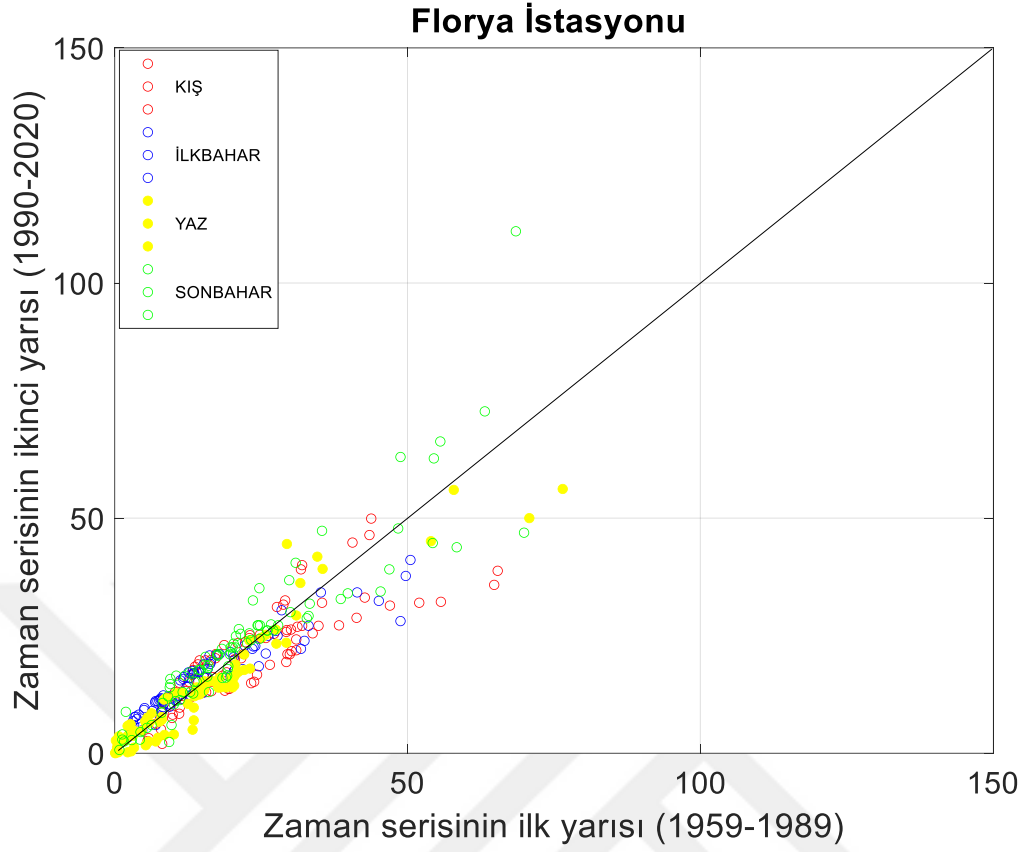




Şekil 4.28: Şile istasyonu aylık maksimum yağış verileri YTA grafikleri (mm).

Florya istasyonuna ait (**Şekil 4.29**) kış mevsimi YTA grafiklerine göre, Aralık ayının maksimum yağış trendinde belirgin azalış olduğu görülmektedir. Ocak ayında 20-40 mm maksimum yağış yükseklikleri için azalış eğilimi görülürken, 40-60 mm arasında eğilimler artış yönündedir. Şubat ayına ait maksimum yağış verileri YTA grafiklerinde 1:1 doğrusundan bariz şekilde ayrılmasa da nispeten artış eğilimindedir. İlkbahar aylarının tümünde azalış eğilimi hakimdir. Yaz mevsiminde Haziran ve Ağustos aylarında belirgin bir eğilim yoktur. Temmuz ayı genel itibari ile azalan eğilimdedir. Son olarak sonbahar mevsiminde Eylül ve Ekim aylarında az da olsa trend artışı görülmekte, Kasım ayında ise maksimum yağış verileri için eğilim azalma yönündedir.





Şekil 4.29: Florya istasyonu aylık maksimum yağış verileri YTA grafikleri (mm).

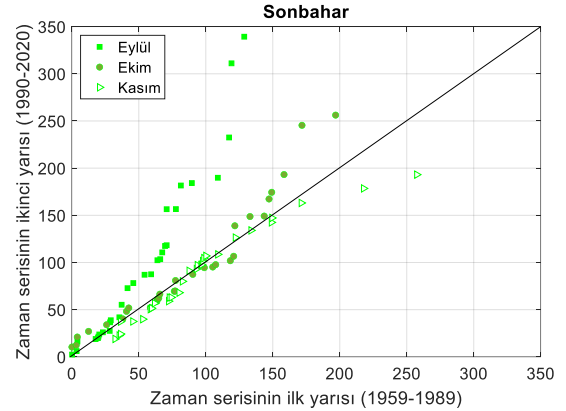
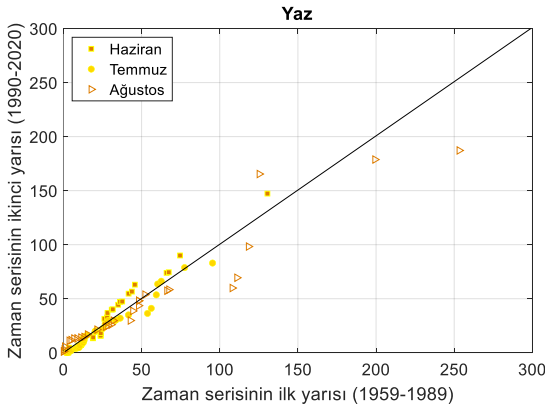
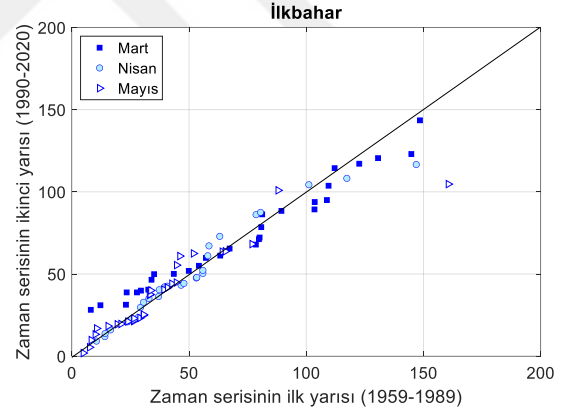
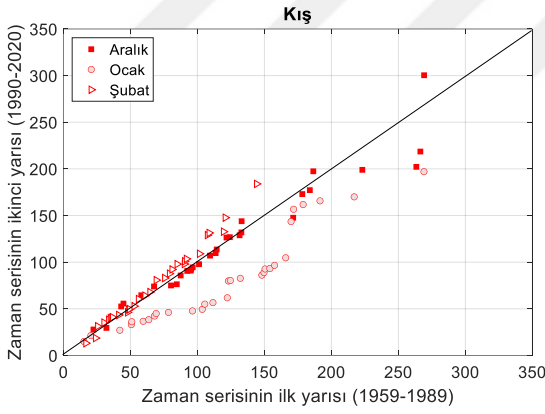
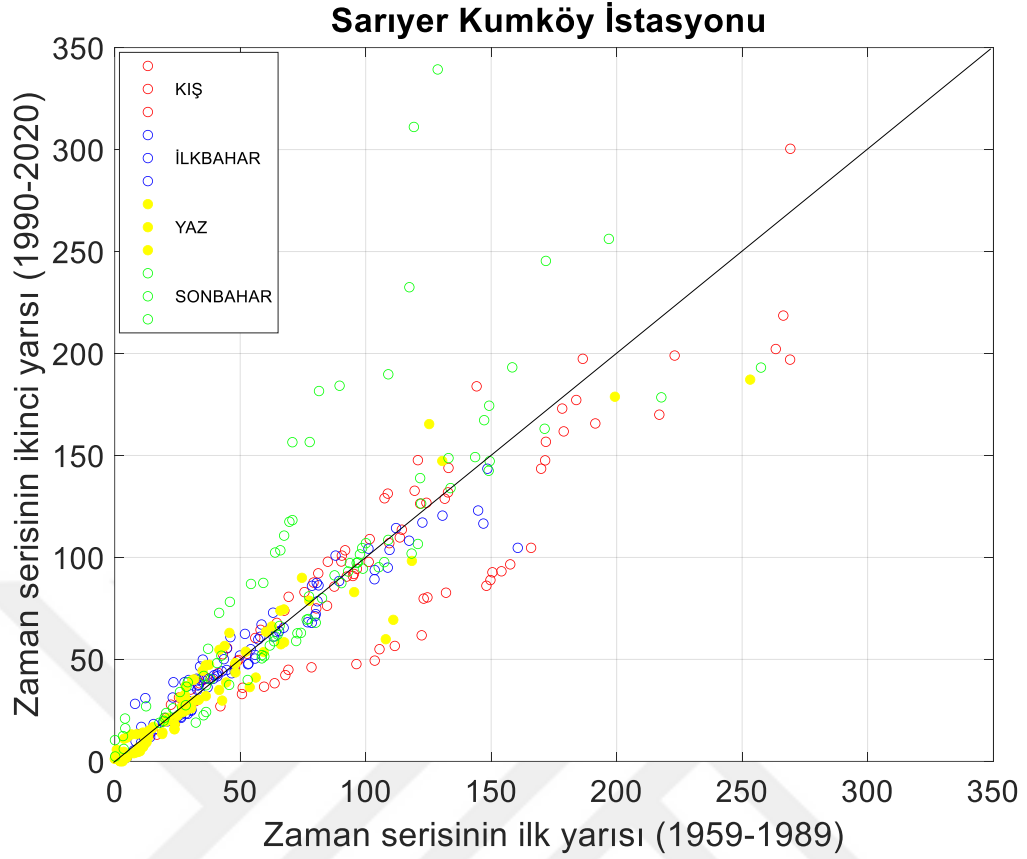
4.3.5. Aylık toplam yağış verilerinin YTA yöntemi bulguları

Sarıyer (Kumköy) ve Sarıyer istasyonları 1959-2020 yılları aylık toplam yağış verilerinin trendlerinin incelenmesi için aşağıdaki YTA grafikleri verilmiştir. Bu araştırmada yer alan diğer istasyonların belirtilen tarih aralığı için, aylık toplam yağış ölçüm kayıtları bulunmamaktadır. Sarıyer (Kumköy) ve Sarıyer istasyonlarındaki aylık toplam yağış yükseklik verileri incelendiğinde, yağış kayıtların 0-350 mm aralığında olduğu görülmektedir. Hazırlanan YTA grafikleri incelendiğinde ay bazında toplam yağış yükseklikleri trendlerinde önemli farklılıkların ortaya çıktığı görülmüştür. Örneğin Sarıyer (Kumköy) istasyonunda Ocak ayında toplam yağışlarda önemli azalma söz konusuken, Şubat ayında bir miktar artış, Aralık'ta ise kayda değer belirgin bir trend değişimi yoktur. Eylül ayı yağışlarında önemli artış trendi görülürken, Ekim ve Kasım ayları için belirgin bir trend değişimi söz konusu değildir. Toplam yağış yüksekliğinin 150 mm'nin üzerinde olduğu yağışlar için kısmen de olsa yazın artan ve kışın azalan trend değerlendirmesi yapılabilir. Sarıyer istasyonu içinde mevsimler ve aylar arasındaki trend farklılıkları bariz olarak göze çarpmaktadır.

Sarıyer (Kumköy) (**Şekil 4.30**) istasyonu YTA grafiklerini ayrıntılı olarak incelediğimizde, mevsimler arasındaki trend desen farklılıkları veya veri saçılımları arasında önemli farklar dikkat çekicidir. İlkbahar ve yaz için veriler 1:1 doğrusuna yakın dağılım gösterirken, kış ve sonbaharda aylara göre verilerin saçılımları 1:1 doğrusundan belirgin şekilde ayrılmaktadır. Trend grafiklerini incelediğimizde kışın Ocak ayındaki trend azalışı ve sonbaharda Eylül ayındaki artan trend durumu öncelikli olarak gözümüze çarpmaktadır. Aralık ayı YTA grafiğini incelediğimizde, veriler genelde 1:1 doğrusuna yakın konumlanmış olup trend yoktur. Şubat ayında veriler özellikle yağışların yüksek değerleri için, bir miktar 1:1 doğrusundan uzaklaşarak artış trendinin olduğu üst üçgen alan içerisinde kalmıştır. İlkbahar ayları YTA grafikleri yorumlanırsa, genelde kayda değer bir saçılım trendi söz konusu değildir. Parçalı inceleme yapılacak olur ise, belli yağış değerleri için, aylara göre ayrıntılı yorumlar yapılabilir. Örneğin Mart ayında 0-50 mm toplam yağış yüksekliği aralığında artan trend, 50-100 mm aralığında trend yok ve 100-150 mm aralığında trend azalışı söz konusudur. Yaz mevsimine ilişkin verilen trend grafiğini incelediğimizde, aylık toplam yağış yüksekliklerinin genelde 0-50 mm aralığında olduğu görülmektedir. Diğer mevsimlerde görüldüğü şekilde ay bazında trendler farklılık göstermektedir. Yaz mevsiminde Haziran ayı için, bir miktar artış trendinden söz edilebilir. Temmuz ayında

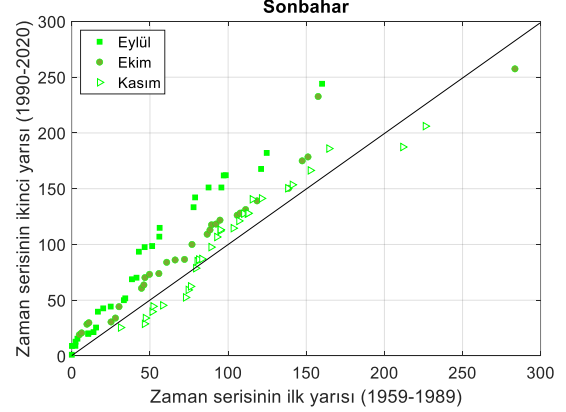
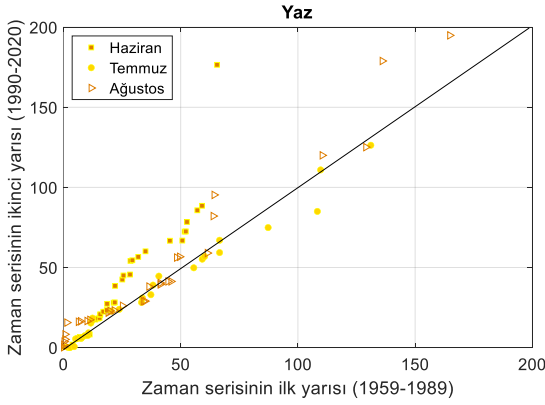
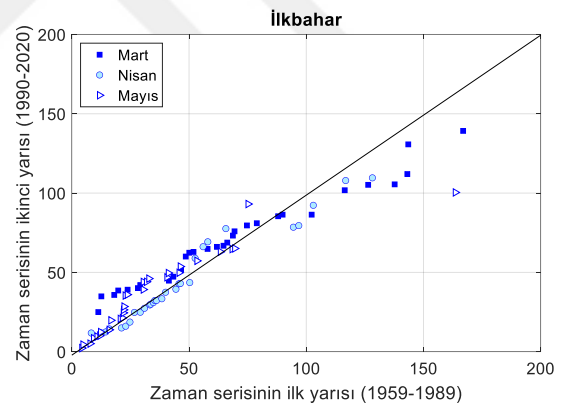
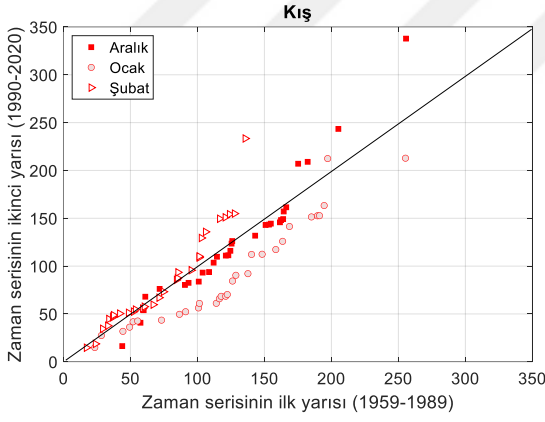
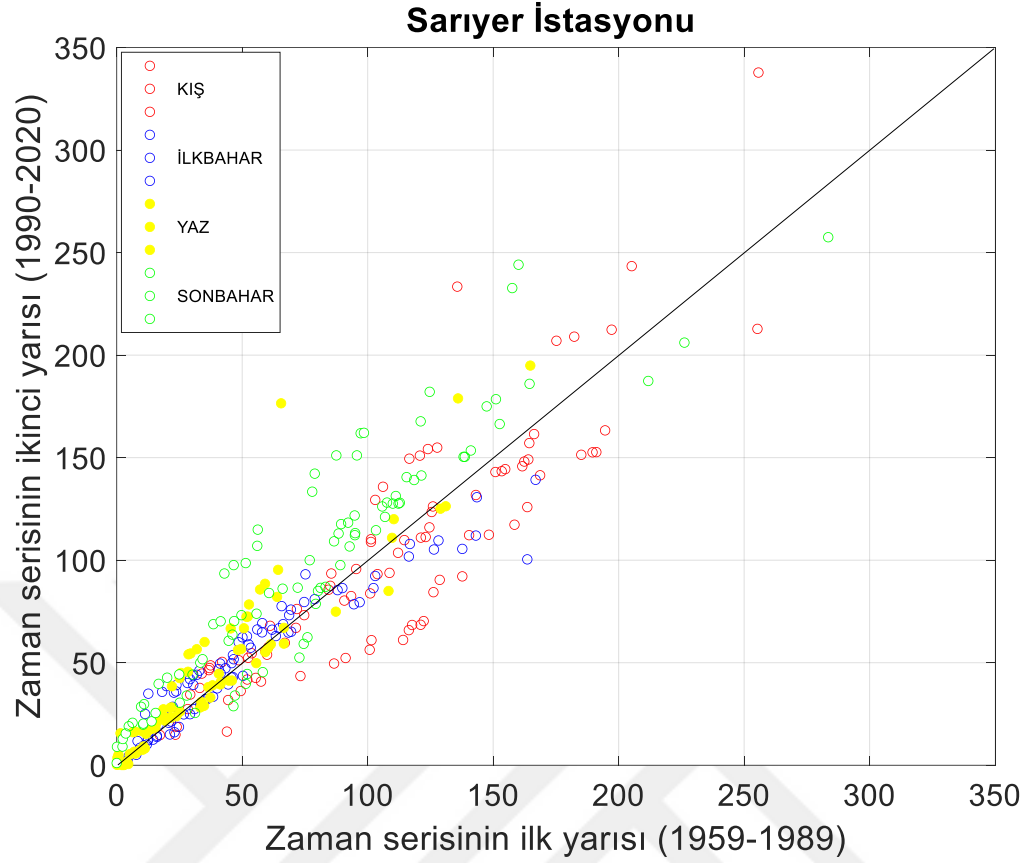
önemli bir trend değişimi söz konusu değildir. Ağustos ayı yüksek yağış değerlerinde azalan trend, düşük değerlerde ise küçük bir miktar artış eğilimi görölmektedir.





Şekil 4.30: Sarıyer (Kumköy) istasyonu aylık toplam yağış verileri YTA grafikleri (mm).

Sarıyer ve (Şekil 4.31) Sarıyer (Kumköy) istasyonları toplam yağış verileri YTA grafikleri birlikte değerlendirildiğinde, birbirlerinden oldukça farklı saçılımlar gösterdikleri görülmektedir. Sarıyer istasyonunda Sarıyer (Kumköy) istasyonuna nazaran artış eğilimleri daha belirgindir. Mevsimler içerisinde sonbahar, sonbahar ayları içerisinde de Eylül ayı en belirgin artış trendlerinin ortaya çıktığı zaman dilimidir. Kasım ayında artış eğilimi hakimken, Ekim ayında yüksek yağış değerlerinde artış düşük değerlerde azalış eğilimi görülmektedir. İlkbaharda Nisan ayında trend yoktur. Mart ve Mayıs aylarında 100 mm altı yağışlarda eğilim artış yönündedir. Yüksek değerlerde bu aylarda toplam yağış miktarları azalma eğilimindedir. Kış mevsiminde Ocak ayı toplam yağış miktarları azalma eğilimi gösterirken, Şubat ayı tam tersi artış eğilimindedir. Yaz mevsiminde ise artış trendleri hakimdir. Özellikle Haziran ayı artışlarda ön plana çıkmaktadır.



Şekil 4.31: Sarıyer istasyonu aylık toplam yağış verileri YTA grafikleri (mm).

4.4. YPTA Yöntemi Bulguları

Bu tez kapsamında kullanılan ikinci yöntem olan YPTA ile seçilen beş istasyon için ayrıntılı trend yorumlarında bulunulmuştur.

4.4.1. Aylık sıcaklık verilerinin YPTA yöntemi bulguları

YTA yöntemi uygulamasına benzer şekilde, YPTA metodolojisi ile Sarıyer (Kumköy), Sarıyer, Kadıköy Rıhtım, Şile ve Florya istasyonları için sıcaklık ve yağış verilerindeki trendler incelenmiştir. Aylık maksimum sıcaklık verileri YPTA grafikleri, trend uzunluk ve eğim bilgileri aşağıda **Şekil 4.32** ve **Çizelge 4.2**'de sunulmaktadır. Şekilde verilen YPTA grafikleri kendi içerisinde belirgin bir eğilim poligonuna sahiptir. Tüm istasyonlarda aylık maksimum sıcaklık verileri için eğilimler genelde üst üçgen bölge içerisinde kalmakta olup, artış trendi söz konusudur. Grafikler incelendiğinde aylık maksimum sıcaklık verileri istasyonların genelinde artış eğiliminde olmasına rağmen, bazı ayların trend göstermeyen 1:1 eğilim çizgisine oldukça yakın olduğu, hatta Şile istasyonu Aralık ayında trendin azalan yönde alt üçgen alan içerisinde yer aldığı görülmektedir. Mevsimsel olarak değerlendirildiğinde grafiklerde kış ayları grafiklerin sol alt bölümünde olup, yaz ayları sağ üstte, ilkbahar ve sonbahar ayları ise kış ve yaz mevsimleri arasındaki geçiş bölgesinde yer almaktadır. Grafikleri ayrıntılı olarak incelediğimizde eğilimler açısından bazı istasyonlarda beklenmedik durumların ortaya çıktığı görülmektedir. Örneğin; Şile istasyonundaki Mayıs, Eylül ve yaz aylarında görülen trend artışları genel ortalamanın oldukça üzerinde gerçekleşmiştir. Eylül ayında görülen eğilim, maksimum sıcaklık açısından yaz mevsimi şartlarını işaret etmektedir.

Sarıyer (Kumköy) istasyonuna ait YPTA grafiği incelendiğinde kış mevsiminde en yüksek trend artışı Şubat ayında gerçekleşirken, ilkbahar ve sonbahar mevsiminde ortalama trend artış değerleri mevsimsel olarak kendi içinde benzerlik göstermektedir. Aylar arasındaki geçiş uzunlukları karşılaştırıldığında, yaz ve kış mevsimlerinde görülen küçük değişikliklere karşın, ilkbahar ve sonbaharda aylar arasında kayda değer sıcaklık değişimleri söz konusudur. Sarıyer (Kumköy) istasyonu maksimum trend uzunluk değeri ve eğimi sırasıyla; Ekim ayından Kasım ayına 6.54 ve eğimi ise Eylül ayından Ekim ayına 1.45 olarak hesaplanmıştır.

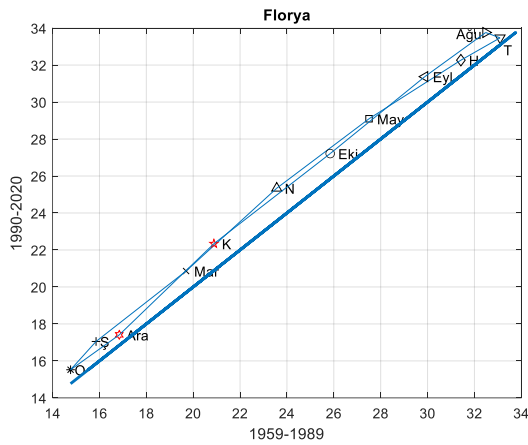
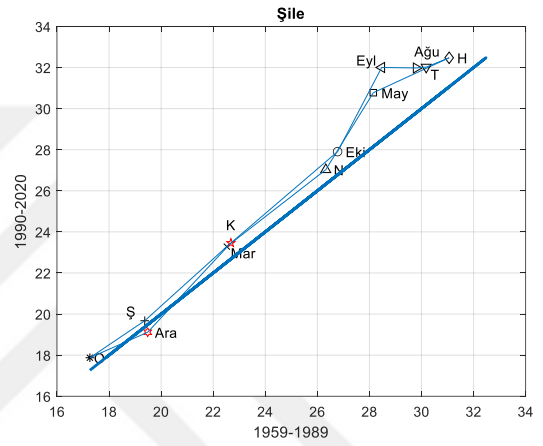
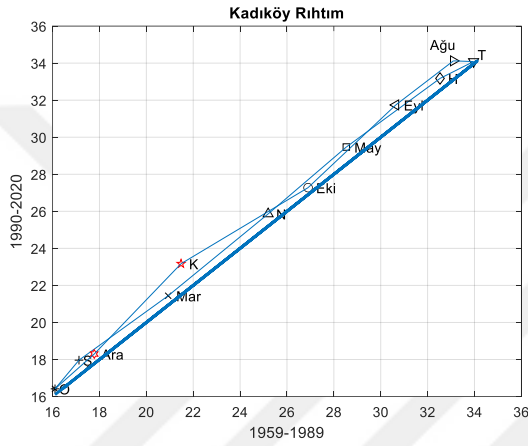
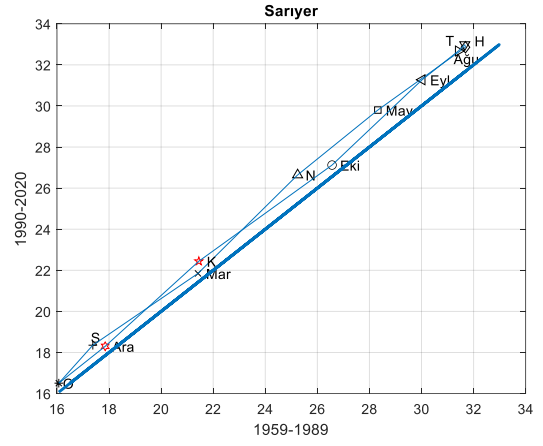
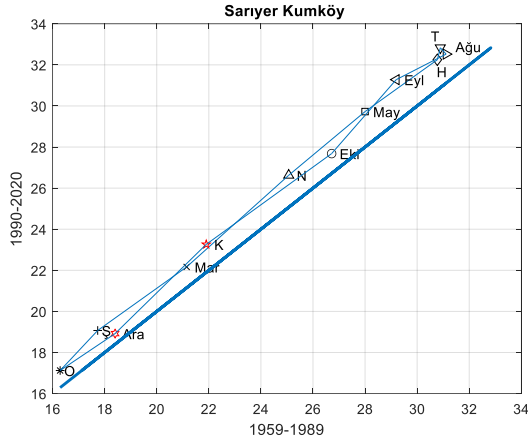
Sarıyer istasyonu için **Şekil 4.32**'de verilen maksimum sıcaklık YPTA grafiği yorumlanırsa, poligonun tüm aylar için artış trendinin olduğu üst üçgen alan içerisinde

kaldığı anlaşılmaktadır. Grafiğe göre maksimum sıcaklığın minimum olduğu ay Ocak, maksimum olduğu ise Temmuz ayıdır. Kış mevsiminde Şubat ayı, ilkbaharda Nisan ve Mayıs ayları, yaz mevsiminde tüm aylar, sonbaharda ise Eylül ve Kasım ayları önemli trend artışlarının görüldüğü sürelerdir. Sarıyer istasyonu içinde aylar arasındaki trend geçişlerine ilişkin trend uzunlukları ve eğimleri **Çizelge 4.2**'de ayrıntılı şekilde hesaplanmıştır. Sarıyer istasyonu için Ekim ayından Kasım ayına geçişte maksimum trend uzunluğu 6.93 ve Aralık ayından Ocak ayına geçişte maksimum trend eğimi 1.41'dir.

Kadıköy Rıhtım istasyonu maksimum sıcaklık verilerine ait YPTA grafiği incelendiğinde, maksimum sıcaklık değerleri artan bölge olan üst üçgende yer almaktadır. Grafiğe göre yaz mevsimine ait Temmuz ve Ağustos en yüksek sıcaklıkların görüldüğü aylardır. Temmuz ayından Ağustos ayına geçişte maksimum sıcaklık verilerinde ikinci yarımda değişiklik gözlemlenmezken, ilk yarımda azalma eğilimi söz konusudur. Yazı takip eden bahar aylarında da düzenli artış eğilimleri olduğu görülmektedir. Özellikle sonbaharda Kasım ayındaki artış eğilimi oldukça dikkat çekicidir. Kış mevsiminde Aralık, Ocak ve Şubat ayları sıcaklık değerleri eğilim olmayan 1:1 doğrusuna oldukça yakın seyretmektedir. **Çizelge 4.2**'den görüleceği üzere maksimum trend uzunluğu Ekim ayından Kasım ayına 6.80 ve eğimi ise Ocak ayından Şubat ayına 1.51 olarak hesaplanmıştır.

Şekil 4.32'de yer alan Şile istasyonu YPTA grafiği değerlendirildiğinde ilkbahar, yaz ve sonbahar da Mayıs, Haziran, Temmuz, Ağustos ve Eylül aylarında önemli artış trendi vardır. Kış mevsiminde Aralık-Ocak arasında azalan eğilimden artana doğru geçiş söz konusudur. İstasyonun maksimum trend uzunluğu 6.05 ile Ekim ayından Kasım ayına geçişte hesaplanırken, eğimi Eylül ayından Ekim ayına geçişte 2.42 dir.

Florya istasyonuna ait YPTA grafiği incelendiğinde, önemli artış trendlerinin olduğu görülmektedir. En yüksek artış Ağustos ayında ortaya çıkarken, en düşük artışlar Aralık ve Ocak aylarındadır. Maksimum trend uzunluğu Ekim-Kasım geçişinde 6.96 olarak hesaplanmıştır. Ocak-Şubat ayları arasındaki geçişe ait eğim değeri 1.41 dir.



Şekil 4.32: Aylık maksimum sıcaklık verileri YPTA grafikleri.

Maksimum sıcaklık verileri YPTA grafikleri referans alınarak her bir istasyona için ayrıntılı şekilde hesaplanan trend uzunlukları ve trend eğimleri, aşağıda **Çizelge 4.2'**de verilmiştir.

Çizelge 4.2: Aylık maksimum sıcaklık verileri YPTA istatistikleri.

| Sarıyer (Kumköy) | | | | | | | | | | | | |
|-------------------------|------|------|------|------|------|------|-------|------|------|------|------|------|
| Aylar | Oca | Şub | Mar | Nis | May | Haz | Tem | Ağu | Eyl | Eki | Kas | Ara |
| Trend uzunluğu | 2.42 | 4.61 | 5.94 | 4.27 | 3.75 | 0.60 | 0.38 | 2.28 | 4.37 | 6.54 | 5.58 | 2.77 |
| Trend eğimi | 1.35 | 0.91 | 1.14 | 1.06 | 0.91 | 5.03 | -1.39 | 0.65 | 1.45 | 0.92 | 1.24 | 0.85 |

| Sarıyer | | | | | | | | | | | | |
|-----------------------|------|------|------|------|------|-------|------|------|------|------|------|------|
| Aylar | Oca | Şub | Mar | Nis | May | Haz | Tem | Ağu | Eyl | Eki | Kas | Ara |
| Trend uzunluğu | 2.26 | 5.34 | 6.13 | 4.41 | 4.55 | 0.13 | 0.40 | 1.97 | 5.40 | 6.93 | 5.49 | 2.53 |
| Trend eğimi | 1.41 | 0.87 | 1.25 | 1.03 | 0.91 | -4.87 | 1.25 | 1.01 | 1.20 | 0.91 | 1.15 | 1.01 |

| Kadıköy Rıhtım | | | | | | | | | | | | |
|-----------------------|------|------|------|------|------|------|-------|------|------|------|------|------|
| Aylar | Oca | Şub | Mar | Nis | May | Haz | Tem | Ağu | Eyl | Eki | Kas | Ara |
| Trend uzunluğu | 1.86 | 5.16 | 6.14 | 4.91 | 5.45 | 1.70 | 0.86 | 3.42 | 5.83 | 6.80 | 6.12 | 2.52 |
| Trend eğimi | 1.51 | 0.91 | 1.04 | 1.08 | 0.93 | 0.64 | -0.04 | 0.97 | 1.19 | 0.76 | 1.32 | 1.12 |

| Şile | | | | | | | | | | | | |
|-----------------------|------|------|------|------|------|------|------|-------|------|------|------|------|
| Aylar | Oca | Şub | Mar | Nis | May | Haz | Tem | Ağu | Eyl | Eki | Kas | Ara |
| Trend uzunluğu | 2.77 | 4.79 | 5.33 | 4.17 | 3.37 | 0.99 | 0.39 | 1.33 | 4.43 | 6.05 | 5.39 | 2.54 |
| Trend eğimi | 0.85 | 1.15 | 0.98 | 2.05 | 0.58 | 0.52 | 0.11 | -0.02 | 2.42 | 1.09 | 1.36 | 0.56 |

| Florya | | | | | | | | | | | | |
|-----------------------|------|------|------|------|------|------|-------|------|------|------|------|------|
| Aylar | Oca | Şub | Mar | Nis | May | Haz | Tem | Ağu | Eyl | Eki | Kas | Ara |
| Trend uzunluğu | 1.88 | 5.41 | 5.92 | 5.44 | 5.04 | 2.06 | 0.68 | 3.53 | 5.80 | 6.96 | 6.37 | 2.81 |
| Trend eğimi | 1.41 | 0.99 | 1.16 | 0.95 | 0.81 | 0.72 | -0.47 | 0.92 | 1.03 | 0.98 | 1.22 | 0.91 |

Aylık minimum sıcaklık verileri YPTA grafikleri incelendiğinde seçilen tüm istasyonlarda hemen hemen trendin 1:1 doğrusu üzerinde artan bölgedeki üst üçgen alan içerisinde kaldığı görülmektedir. Genelde yaz mevsiminde aylık minimum sıcaklıklara ilişkin trend artış büyüklüklerinin daha belirgin olduğu ilk olarak göze çarpmaktadır.

Minimum sıcaklık verileri için her bir aya ilişkin belirlenen trend noktaları arası trend geçiş uzunlukları ve eğimleri **Çizelge 4.3**'te seçilen beş istasyon için ayrıntılı şekilde verilmiştir. Kış mevsiminde Ocak, Şubat ayları ve yaz mevsiminde Temmuz, Ağustos ayları trend büyüklükleri ve minimum sıcaklık ortalamaları açısından diğer aylara nazaran oldukça birbirine yakındır. Bu yakınlık minimum sıcaklıklar açısından ele alınan mevsimde sözü edilen aylardaki benzer fiziksel değerlendirmeleri düşündürür.

Sarıyer (Kumköy) istasyonu YPTA grafiğinde Nisan- Kasım, Mayıs-Ekim ve Eylül-Haziran ayları trend büyüklükleri mevsimsel farklılığa rağmen yakın değer aralığındadır. Poligon grafikleri yorumlandığında ilkbahar ve sonbahar mevsimlerinde aylar arası minimum sıcaklık geçişlerinin yaz ve kışa nazaran çok daha belirgin oldukları görülmektedir. Aylara ilişkin belirlenen trend noktaları arası maksimum uzunluk Mayıs-Haziran ayları arasında 6.96 olarak hesaplanırken, en büyük pozitif eğim değeri Temmuz-Ağustos geçişinde 2.48 dir.

Şekil 4.33'te yer alan Sarıyer istasyonu için YPTA grafiği incelendiğinde Sarıyer (Kumköy) istasyonu ile benzer görüntüye sahip olduğu söylenebilir. Minimum sıcaklık verileri açısından en yüksek değer Ağustos, en düşük değer Ocak ayındadır. Tüm ayların minimum sıcaklık değerleri artış eğiliminde iken, Aralık ayının minimum sıcaklık değerlerinin ortalamasında herhangi bir eğilim değişikliği gerçekleşmemiştir. Sarıyer istasyonunun maksimum trend uzunluğu Haziran ayından Temmuz ayına 7.20, Eylül ayından Ekim ayına eğim 1.31 olarak hesaplanmıştır.

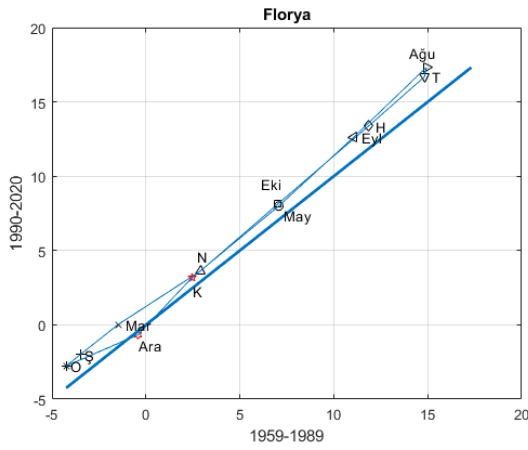
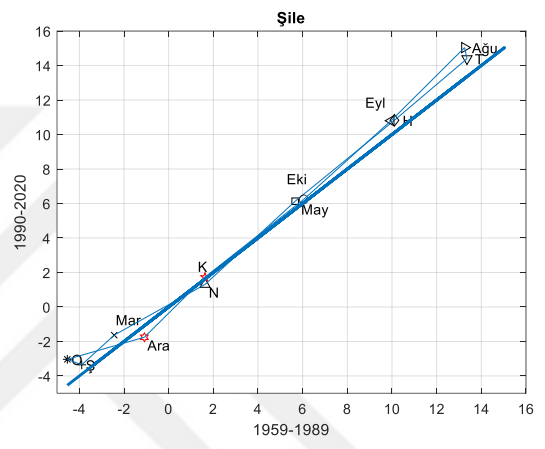
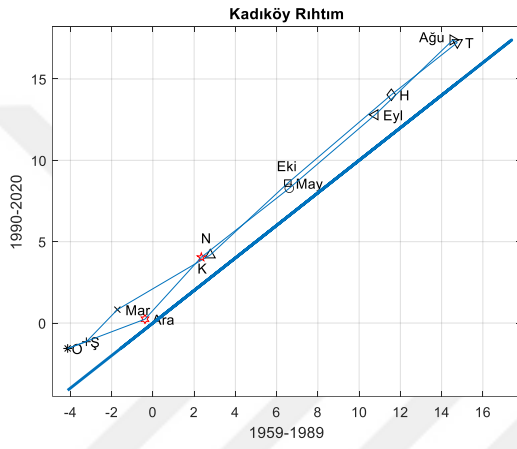
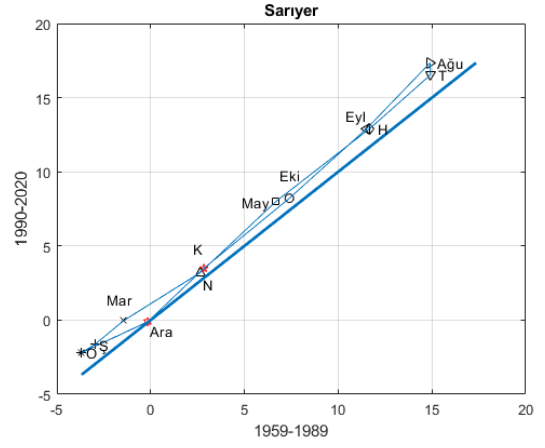
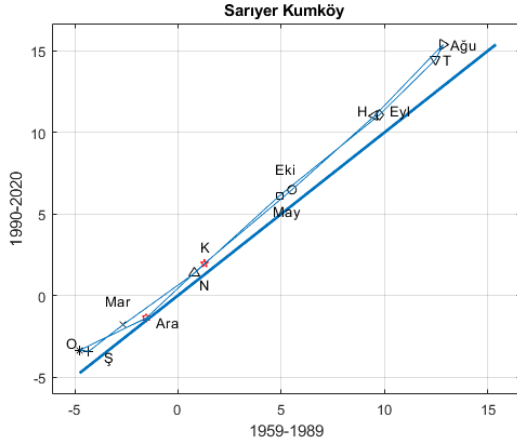
Kadıköy Rıhtım istasyonunun aylık minimum sıcaklık verileri YPTA grafiği yorumlandığında, en yüksek eğilim artışı Mart ayında görülürken, en düşük artış Aralık ayındadır. Kış mevsiminde Ocak ve Şubat ayları minimum sıcaklık ortalamaları ve eğilimleri birbirine yakındır. Benzer durum yazın en büyük eğilimlerin görüldüğü Temmuz ve Ağustos ayları için de geçerlidir. Mayıs-Ekim ve Haziran-Eylül ayları ortalama minimum sıcaklıkları ve bu aylarda görülen artış trendleri birbirine yakın seyretmektedir. Kadıköy Rıhtım istasyonuna ait maksimum trend uzunluğu Mayıs-Haziran arası 7.39 olarak hesaplanırken, Kasım-Aralık geçişi için eğim değeri 1.39 olarak bulunmuştur.

Şile istasyonu YPTA grafiği yorumlandığında, Ağustos, Temmuz, Ocak ve Mart aylarında trend artışları belirgindir. Aralık ve Nisan aylarında eğilim azalma yönündedir. Kasım ayı trend yoktur. Eylül-Haziran ve Ekim-Mayıs ayları artış

eğilimleri benzerlik göstermektedir. En büyük trend uzunluğu Mayıs-Haziran arası 6.46'dır. Eğim ise Kasım-Aralık geçişinde 1.28 olarak hesaplanmıştır.

Florya istasyonunda Kasım-Nisan, Ekim-Mayıs, Ocak-Şubat, Ağustos-Temmuz ve Eylül-Haziran aylarına ait eğilimler artış yönünde olup, benzerlik göstermektedir. En düşük minimum ortalama sıcaklık Ocak ayında olup, en yüksek minimum sıcaklıkların görüldüğü Ağustos ve Temmuz ayları birbirine yakın seyretmektedir. Aralık ayında belirgin bir eğilim görülmezken, takip eden aylarda eğilimler artış yönündedir. Florya istasyonu için YPTA grafikleri kullanılarak hesaplanan maksimum trend uzunluğu Mayıs-Haziran arası 7.11, eğim Haziran-Temmuz 6.69'dur (**Şekil 4.33**).





Şekil 4.33: Aylık minimum sıcaklık verileri YPTA grafikleri.

Çizelge 4.3: Aylık minimum sıcaklık verileri YPTA istatistikleri.

| Sarıyer (Kumköy) | | | | | | | | | | | | |
|-----------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Aylar | Oca | Şub | Mar | Nis | May | Haz | Tem | Ağu | Eyl | Eki | Kas | Ara |
| Trend uzunluğu | 0.45 | 2.30 | 4.69 | 6.30 | 6.96 | 4.31 | 1.00 | 5.47 | 6.06 | 6.20 | 4.38 | 3.77 |

| | | | | | | | | | | | | |
|-----------------------|-------|------|------|------|------|------|-------|--------|------|------|------|------|
| Trend eğimi | -0.15 | 0.99 | 0.91 | 1.15 | 1.03 | 1.25 | 2.48 | 1.32 | 1.13 | 1.07 | 1.19 | 0.61 |
| Sarıyer | | | | | | | | | | | | |
| Aylar | Oca | Şub | Mar | Nis | May | Haz | Tem | Ağu | Eyl | Eki | Kas | Ara |
| Trend uzunluğu | 4.08 | 0.91 | 2.21 | 5.21 | 6.28 | 7.02 | 4.84 | 0.81 | 5.60 | 6.22 | 6.56 | 4.70 |
| Trend eğimi | 0.59 | 0.78 | 1.05 | 0.79 | 1.19 | 0.98 | 1.12 | -35.71 | 1.31 | 1.14 | 1.04 | 1.20 |
| Kadıköy Rıhtım | | | | | | | | | | | | |
| Aylar | Oca | Şub | Mar | Nis | May | Haz | Tem | Ağu | Eyl | Eki | Kas | Ara |
| Trend uzunluğu | 1.00 | 2.48 | 5.62 | 5.80 | 7.39 | 4.53 | 0.27 | 5.95 | 6.14 | 6.01 | 4.69 | 4.16 |
| Trend eğimi | 0.46 | 1.31 | 0.75 | 1.17 | 1.08 | 1.00 | -0.76 | 1.22 | 1.09 | 0.99 | 1.39 | 0.48 |
| Şile | | | | | | | | | | | | |
| Aylar | Oca | Şub | Mar | Nis | May | Haz | Tem | Ağu | Eyl | Eki | Kas | Ara |
| Trend uzunluğu | 0.72 | 2.25 | 5.02 | 6.29 | 6.46 | 4.83 | 0.65 | 5.37 | 6.01 | 6.32 | 4.42 | 3.68 |
| Trend eğimi | -0.49 | 1.18 | 0.72 | 1.20 | 1.06 | 1.10 | -6.06 | 1.29 | 1.17 | 1.02 | 1.28 | 0.37 |
| Florya | | | | | | | | | | | | |
| Aylar | Oca | Şub | Mar | Nis | May | Haz | Tem | Ağu | Eyl | Eki | Kas | Ara |
| Trend uzunluğu | 1.11 | 2.83 | 5.66 | 6.13 | 7.11 | 4.46 | 0.63 | 6.08 | 6.11 | 6.66 | 4.82 | 4.36 |
| Trend eğimi | 1.02 | 1.00 | 0.82 | 1.10 | 1.09 | 1.11 | 6.69 | 1.21 | 1.16 | 1.04 | 1.33 | 0.55 |

Şekil 4.34'te verilen ortalama sıcaklık YPTA grafikleri incelendiğinde, Sarıyer (Kumköy) istasyonu için Ocak ve Şubat ayları küçük bir miktar artış eğilimindedir. Bu ayların ilk yarı sıcaklık değerleri birbirine çok yakın olduğu için eğim değeri hesaplanamamıştır. Kış mevsimi için Aralık, Ocak ve Şubat aylarının trend grafiğindeki konumları göz önünde bulundurulduğunda, 1:1 doğrusuna yakın oldukları dolayısıyla kayda değer bir trendin olmadığı belirtilebilir. Sonbahar mevsiminin son ayı kış mevsimi öncesindeki Kasım ayında da ortalama sıcaklıklarda trend yoktur. Kış mevsimi sonrasında ilkbahar aylarından başlanarak, yaz ve sonrasında sonbaharda Eylül ve Ekim aylarında kayda değer trend artışları söz konusudur. Özellikle yaz mevsiminde aylar itibariyle artış eğilim büyüklükleri, grafiklerden de görüleceği üzere 1:1 doğrusuna

olan dik uzaklıkları göreceli olarak büyük değerlere sahip olup, diğer mevsimlere veya aylara nazaran artışlar daha belirgindir. Sarıyer (Kumköy) istasyonu için aylar arası trend geçiş uzunlukları ve eğimleri ayrıntılı şekilde aşağıda **Çizelge 4.4**'te verilmiştir. Buna göre en büyük trend uzunluğu Mayıs-Haziran arası 6.62 olup, eğim değerine gelince Şubat-Mart arası 1.58 olarak hesaplanmıştır.

Sarıyer istasyonu YPTA grafiği ele alındığında Sarıyer (Kumköy) istasyonu ile olan eğilim benzerliği dikkat çekmektedir. Kış mevsimine ait Ocak ve Şubat ayları eğimin 82.0 olarak hesaplanmıştır. Eğim değerinin oldukça büyük bir değere karşılık gelmesinin sebebi, Ocak ayından Şubat ayına geçişte birinci yarıma nazaran ikinci yarımdaki göreceli önemli değişiktir. Sarıyer istasyonu YPTA grafiğinden görüleceği üzere, yatay eksendeki diğer bir ifadeyle, ilk yarımdaki aylar arası küçük sıcaklık farkı ikinci yarımda görece aylar arası sıcaklık farkının açılmasına da bağlı olarak önemli ölçüde artış göstermiştir. Kış mevsiminde Aralık ayı için trend yoktur. Bahar aylarında artış eğilimine sahip önemli sıcaklık değişimleri söz konusudur ve bu sebeple de geçişler oldukça net görülebilmektedir. Ağustos ayında en yüksek sıcaklık değeri görülürken, Ocak ayında ise en düşük sıcaklık değeri görülmektedir. Sarıyer istasyonuna ait maksimum trend uzunluğu Mayıs-Haziran arası 6.64, eğimi ise Ocak-Şubat 82.0 olarak hesaplanmıştır.

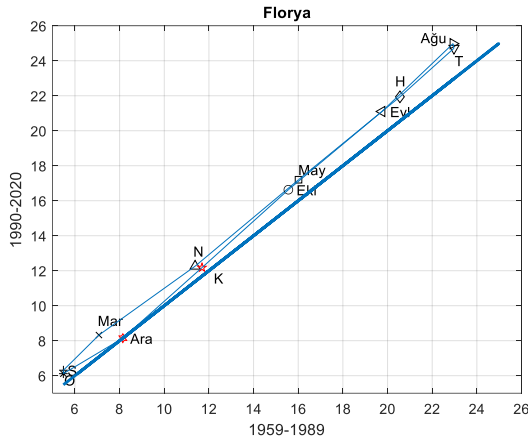
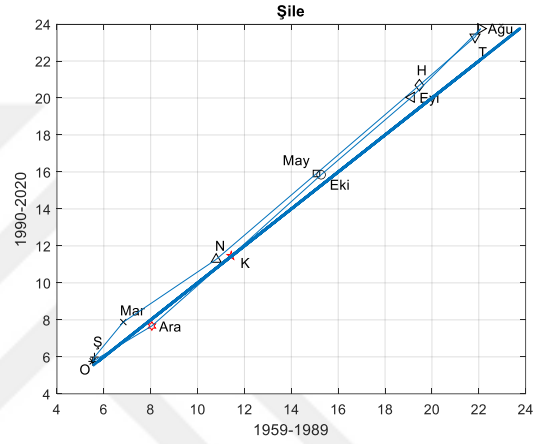
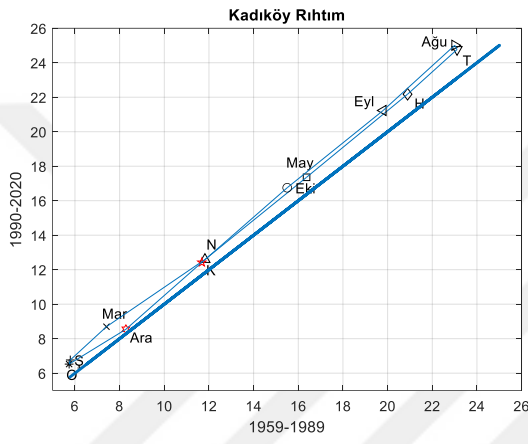
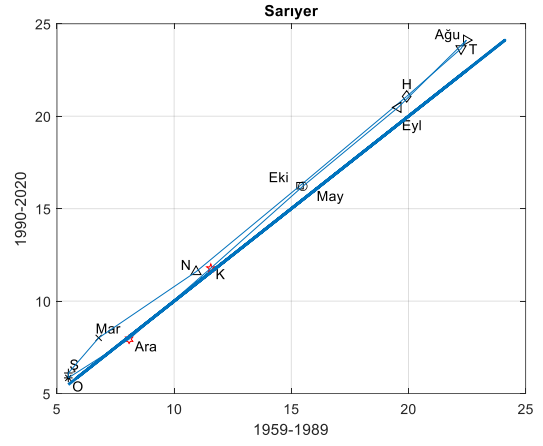
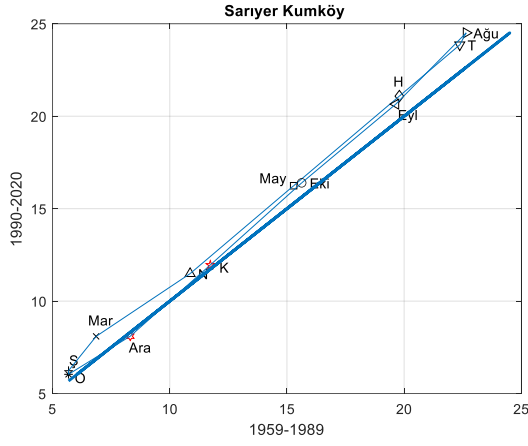
Kadıköy Rıhtım istasyonu ortalama sıcaklık verilerine göre, Temmuz-Ağustos ayları en yüksek ortalama sıcaklıkların ölçüldüğü zaman dilimi olurken, Ocak ve Şubat ortalama minimum sıcaklıkların olduğu aylardır. Yılın on iki ayında ortalama sıcaklıklarda artış eğilimi görülmektedir. Tüm aylara kıyasla Aralık trend artışının sınırlı olduğu aydır. Kadıköy istasyonu için tüm ay geçilerine ait trend uzunlukları ve eğimleri hesaplanarak aşağıda **Çizelge 4.4**'te verilmiştir.

Şile istasyonu YPTA grafiği incelendiğinde, kış mevsiminde Ocak ve sonbaharda Kasım ayında trend yoktur. Aralık trendin azaldığı tek aydır. Buna karşın kalan dokuz ayda artış trendleri ortaya çıkmaktadır. En belirgin artışlar sırasıyla Ağustos, Temmuz ve Haziran aylarındadır. YPTA grafikleri kullanılarak hesaplanan trend uzunlukları ve eğimleri Şile istasyonu için **Çizelge 4.4**'te hesaplanmıştır.

Florya istasyonu YPTA grafiğine göre yıl boyu ortalama sıcaklık verilerinde artış trendi görülmektedir. Mart ayından Ekim ayına kadar artış trendleri Kasım ayı ve kış aylarından belirgin şekilde ayrılmaktadır. Kasım ayı trend artışı sınırlıdır. Aralık ayı

trend yok doğrusunun bir miktar üzerinde yer almaktadır. Ocak ve Şubat ayları artış trend büyüklükleri yakın seyretmekte olup, 1:1 doğrusundan belirgin şekilde ayrılmıştır. On iki aya ilişkin trend uzunluk ve eğimleri aşağıda **Çizelge 4.4**'te verilmiştir. Trend uzunluğu maksimum değeri ve eğimi sırasıyla Nisan ayından Mayıs ayına 6.67 ve Ocak ayından Şubat ayına 61.0 olarak hesaplanmıştır.





Şekil 4.34: Aylık ortalama sıcaklık verileri YPTA grafikleri.

Çizelge 4.4: Aylık ortalama sıcaklık verileri YPTA istatistikleri.

| Sarıyer (Kumköy) | | | | | | | | | | | | |
|------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Aylar | Oca | Şub | Mar | Nis | May | Haz | Tem | Ağu | Eyl | Eki | Kas | Ara |
| Trend uzunluğu | 0.20 | 2.20 | 5.25 | 6.49 | 6.62 | 3.79 | 0.70 | 4.89 | 5.85 | 5.91 | 5.15 | 3.34 |

| | | | | | | | | | | | | |
|-----------------------|-------|------|------|------|------|------|-------|------|------|------|------|------|
| Trend eğimi | - | 1.58 | 0.85 | 1.08 | 1.07 | 1.08 | 2.36 | 1.28 | 1.06 | 1.14 | 1.13 | 0.78 |
| Sarıyer | | | | | | | | | | | | |
| Aylar | Oca | Şub | Mar | Nis | May | Haz | Tem | Ağu | Eyl | Eki | Kas | Ara |
| Trend uzunluğu | 0.26 | 2.30 | 5.48 | 6.43 | 6.64 | 3.47 | 0.52 | 4.66 | 5.90 | 5.92 | 5.19 | 3.33 |
| Trend eğimi | 82.00 | 1.47 | 0.86 | 1.05 | 1.06 | 1.11 | 2.01 | 1.25 | 1.05 | 1.13 | 1.10 | 0.81 |
| Kadıköy Rıhtım | | | | | | | | | | | | |
| Aylar | Oca | Şub | Mar | Nis | May | Haz | Tem | Ağu | Eyl | Eki | Kas | Ara |
| Trend uzunluğu | 0.24 | 2.52 | 5.88 | 6.59 | 6.61 | 3.41 | 0.27 | 4.96 | 6.21 | 5.78 | 5.16 | 3.25 |
| Trend eğimi | 4.62 | 1.19 | 0.88 | 1.05 | 1.06 | 1.17 | -2.38 | 1.18 | 1.04 | 1.13 | 1.14 | 0.79 |
| Şile | | | | | | | | | | | | |
| Aylar | Oca | Şub | Mar | Nis | May | Haz | Tem | Ağu | Eyl | Eki | Kas | Ara |
| Trend uzunluğu | 0.24 | 2.26 | 5.21 | 6.32 | 6.49 | 3.53 | 0.51 | 4.74 | 5.69 | 5.82 | 5.09 | 3.17 |
| Trend eğimi | 3.13 | 1.54 | 0.86 | 1.09 | 1.09 | 1.10 | 1.89 | 1.26 | 1.09 | 1.14 | 1.12 | 0.76 |
| Florya | | | | | | | | | | | | |
| Aylar | Oca | Şub | Mar | Nis | May | Haz | Tem | Ağu | Eyl | Eki | Kas | Ara |
| Trend uzunluğu | 0.20 | 2.56 | 5.83 | 6.77 | 6.56 | 3.68 | 0.27 | 5.02 | 6.13 | 5.90 | 5.37 | 3.35 |
| Trend eğimi | 61.00 | 1.26 | 0.91 | 1.07 | 1.04 | 1.15 | -6.31 | 1.22 | 1.07 | 1.15 | 1.14 | 0.76 |

4.4.2. Aylık yağış verilerinin YPTA yöntemi bulguları

İlk olarak Sarıyer (Kumköy) istasyonuna ait aylık maksimum yağış verileri YPTA grafiğini değerlendirirsek, Ağustos ve Ekim ayları 1:1 doğrusuna yakın seyrederken Eylül ayında önemli trend artışı ortaya çıkmıştır (**Şekil 4.35**). Sıcaklık verileri için genelde poligon artış trend bölgesinde yer alırken, yağış verilerinde poligonların artış ve azalış bölgelerinde dağılım gösterdiği görülmektedir. Bu durum sıcaklık verilerinde olduğu gibi belirgin bir yöne eğilimden ziyade istasyondan istasyona ve aydan aya değişen her iki yönde rastlantısal şekilde eğilimlere işaret eder. İlk grafik olan Sarıyer (Kumköy) istasyonu için Aralık, Ocak, Mayıs, Haziran ve Temmuz ayları eğilimleri

azalan (alt üçgen) bölgede yer almakta olup, bu durum ikinci yarım 1990-2020 yılları aralığında aylık maksimum yağışların azaldığına işarettir. Diğer taraftan Nisan, Şubat ve özellikle Eylül ayında artış trendleri söz konusudur. Aylar itibariyle trend noktaları arası geçiş uzunlukları ve eğimleri aylık maksimum yağış verileri için ayrıntılı şekilde **Çizelge 4.5**'te verilmiştir. Sarıyer (Kumköy) istasyonun Ağustos-Eylül arası trend uzunluğu 21.18 (mm) iken eğimi 4.82 olarak hesaplanmıştır.

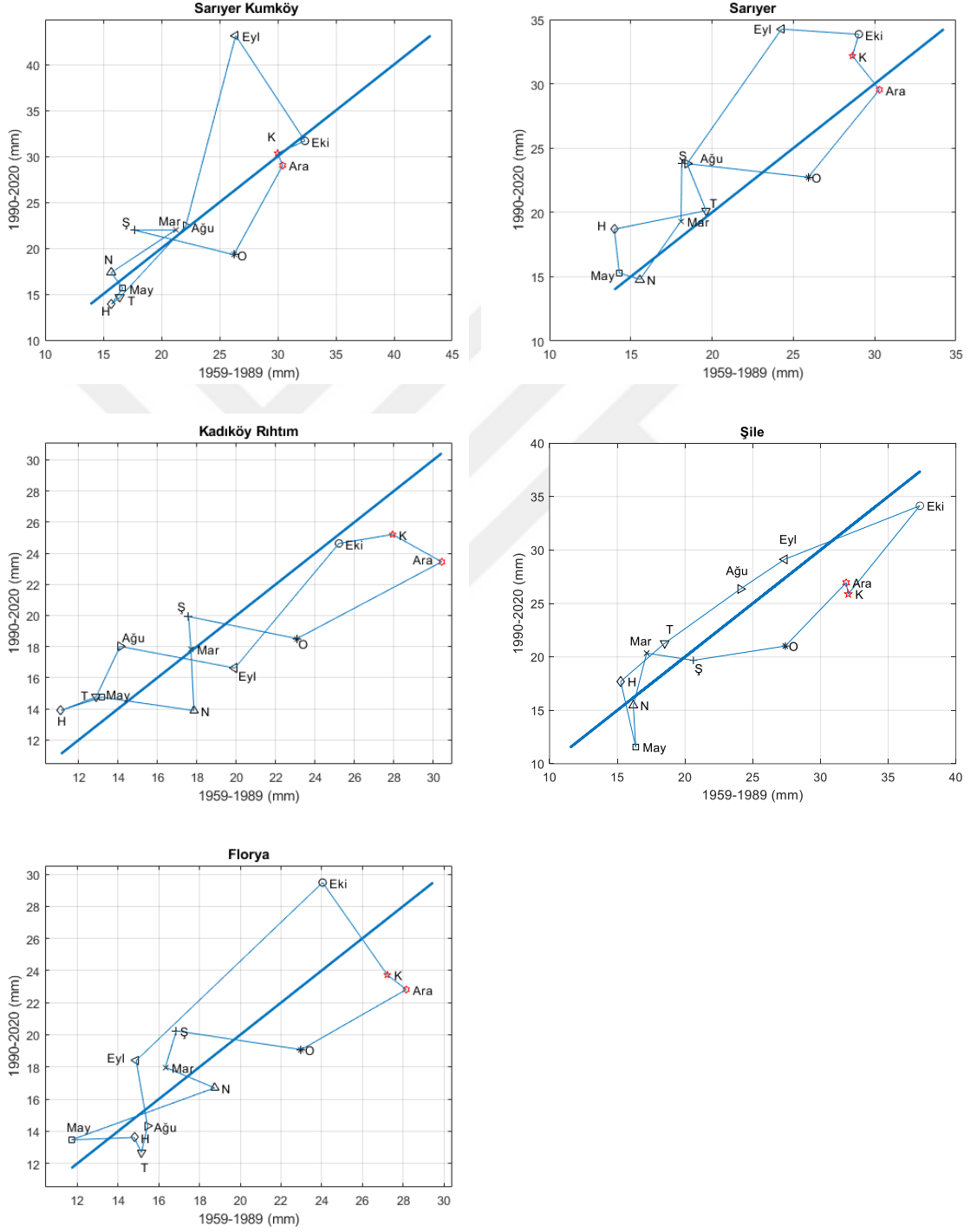
Sarıyer istasyonu Sarıyer (Kumköy) istasyonu ile aynı ilçede yer almasına rağmen YPTA grafikleri benzerlik göstermemektedir. Bu durum yağışlardaki eğilim farklılaşmasının aynı ilçe sınırları içerisinde konuma bağlı olarak büyük ölçüde farklılaşabileceğini göstermektedir. Her iki istasyon için en büyük eğilimin görüldüğü Eylül ayı ortaktır. Sarıyer istasyonunda aylar itibariyle aylık maksimum yağış trendleri artış eğilimindeyken Sarıyer (Kumköy) istasyonunda özellikle azalma eğilimi ve trend yok durumu baskındır. Tüm aylara ilişkin eğilimler **Şekil 4.35**'te ayrıntılı şekilde verilmiştir. Hesaplamalara göre maksimum trend uzunluğu 11.98 (mm) ile Ağustos-Eylül ayları arasında, eğim ise 11.21 ile Mayıs-Haziran geçişinde hesaplanmıştır.

Kadıköy Rıhtım istasyonu (**Şekil 4.35**) YPTA grafiğine göre en fazla döngüyü barındıran ve sonbahar ile kış yağışlarında ciddi azalma trendlerine sahip istasyondur. Mayıs, Haziran, Temmuz, Ağustos ve Şubat ayları hariç diğer tüm aylar alt üçgende (azalan bölgede) yer almaktadır. Kadıköy Rıhtım istasyonu için söylenebilir ki; 1959-1989 dönemi 1990-2020 döneminden daha fazla yağışa sahiptir. İkinci yarımda maksimum yağış miktarı azalmaktadır. Maksimum trend uzunluğu 9.60 (mm) ile Eylül-Ekim arası geçişe aittir. Eğimi ise 26.11 ile Mart-Nisan aylarında hesaplanmıştır.

Aşağıda **Şekil 4.35**'te verilen Şile istasyonu YPTA grafiği incelendiğinde, Kadıköy Rıhtım ve Florya grafiklerinde olduğu gibi yılın büyük bir kısmında aylık maksimum yağış verilerinde eğilim azalma yönündedir. Mart, Haziran, Temmuz, Ağustos ve Eylül aylarında artış trendi vardır. Trend geçişlerine ilişkin YPTA grafikleri kullanılarak hesaplanan büyüklükler **Çizelge 4.5**'te sunulmuştur.

Florya istasyonu maksimum yağışlar YPTA grafiğine göre Kasım, Aralık, Ocak, Nisan ve Yaz aylarının tümü azalan bölgede yer almaktadır. Sonbahar mevsiminde Ekim ayında artışlar görülürken Kasım ve Aralık aylarında tam tersi kayda değer miktarda azalma eğilimi söz konusudur (**Şekil 4.35**). Ocak ayında da azalma eğilimi devam etmekte, Şubat ve Mart ayları maksimum yağışlarında artış eğilimi kendini

göstermektedir. Yaz mevsimi maksimum yağış verilerindeki trendlerde azalma göstermektedir. En dikkat çekici trend uzunluğu üst üçgende Eylül-Ekim ayları arasındadır. Trend uzunluğu 14.37 (mm) olarak hesaplanmıştır.



Şekil 4.35: Aylık maksimum yağış verileri YPTA grafikleri.

Çizelge 4.5: Aylık maksimum yağış verileri YPTA istatistikleri.

| Sarıyer (Kumköy) | | | | | | | | | | | | |
|----------------------------|-------|------|------|-------|------|------|------|-------|-------|------|-------|-------|
| Aylar | Oca | Şub | Mar | Nis | May | Haz | Tem | Ağu | Eyl | Eki | Kas | Ara |
| Trend uzunluğu (mm) | 8.96 | 3.54 | 7.23 | 1.96 | 2.00 | 1.01 | 9.62 | 21.18 | 12.92 | 2.70 | 1.42 | 10.58 |
| Trend eğimi | -0.31 | 0.00 | 0.84 | -1.68 | 1.77 | 1.01 | 1.37 | 4.82 | -1.93 | 0.56 | -3.10 | 2.31 |

| Sarıyer | | | | | | | | | | | | |
|----------------------------|-------|-------|------|-------|--------|------|-------|-------|-------|------|-------|------|
| Aylar | Oca | Şub | Mar | Nis | May | Haz | Tem | Ağu | Eyl | Eki | Kas | Ara |
| Trend uzunluğu (mm) | 7.86 | 4.51 | 5.20 | 1.37 | 3.41 | 5.83 | 3.83 | 11.98 | 4.77 | 1.72 | 3.12 | 8.09 |
| Trend eğimi | -0.14 | 99.79 | 1.80 | -0.40 | -11.21 | 0.26 | -3.09 | 1.80 | -0.08 | 4.25 | -1.59 | 1.55 |

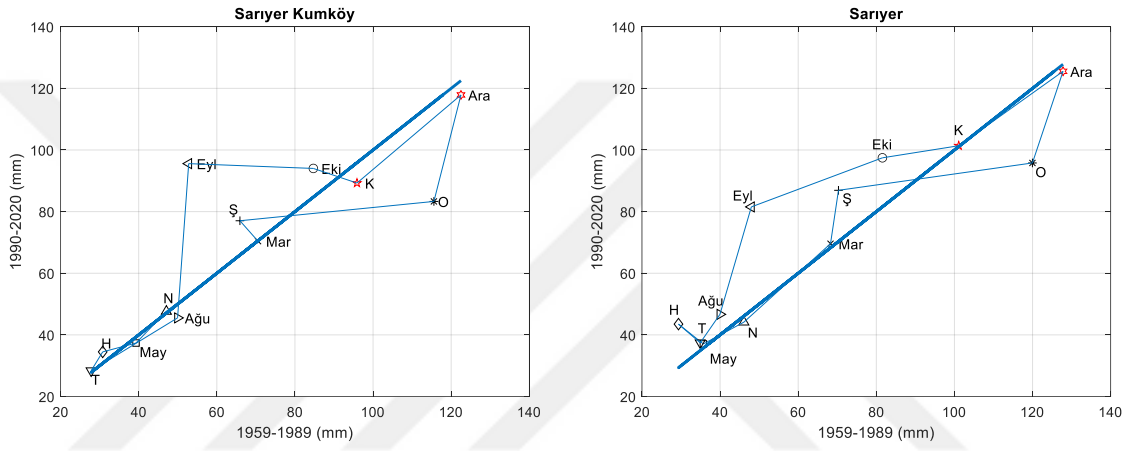
| Kadıköy Rıhtım | | | | | | | | | | | | |
|----------------------------|-------|--------|--------|-------|------|------|------|-------|------|------|-------|------|
| Aylar | Oca | Şub | Mar | Nis | May | Haz | Tem | Ağu | Eyl | Eki | Kas | Ara |
| Trend uzunluğu (mm) | 5.69 | 2.09 | 3.96 | 4.77 | 2.23 | 1.98 | 3.47 | 5.99 | 9.60 | 2.78 | 3.05 | 8.85 |
| Trend eğimi | -0.26 | -17.03 | -26.11 | -0.18 | 0.41 | 0.49 | 2.67 | -0.24 | 1.52 | 0.21 | -0.71 | 0.67 |

| Şile | | | | | | | | | | | | |
|----------------------------|------|-------|------|--------|-------|------|------|------|-------|------|-------|------|
| Aylar | Oca | Şub | Mar | Nis | May | Haz | Tem | Ağu | Eyl | Eki | Kas | Ara |
| Trend uzunluğu (mm) | 6.91 | 3.52 | 4.98 | 3.90 | 6.23 | 4.84 | 7.55 | 4.28 | 11.18 | 9.81 | 1.07 | 7.44 |
| Trend eğimi | 0.20 | -0.20 | 4.96 | -21.59 | -5.49 | 1.10 | 0.91 | 0.85 | 0.50 | 1.56 | -7.00 | 1.32 |

| Florya | | | | | | | | | | | | |
|----------------------------|-------|------|-------|------|------|-------|------|-------|-------|-------|-------|------|
| Aylar | Oca | Şub | Mar | Nis | May | Haz | Tem | Ağu | Eyl | Eki | Kas | Ara |
| Trend uzunluğu (mm) | 6.24 | 2.33 | 2.74 | 7.74 | 3.09 | 1.00 | 1.66 | 4.12 | 14.37 | 6.56 | 1.30 | 6.38 |
| Trend eğimi | -0.19 | 4.15 | -0.53 | 0.46 | 0.05 | -2.65 | 5.45 | -7.32 | 1.21 | -1.81 | -0.98 | 0.72 |

Yenilikçi analizler kapsamında son olarak su kaynaklarının beslenmesi açısından önemli bir veri olan aylık toplam yağışlara ait YPTA grafikleri hazırlanmıştır. Sarıyer (Kumköy) istasyonu grafiği yorumlandığında yılın büyük bölümünde saçılımlar 1:1 doğrusuna yakın olup kayda değer trend yoktur. Eylül, Ekim ve Şubat aylarında toplam yağışlarda trend artarken, Kasım, Aralık ve Ocak aylarında trendler azalmıştır. Sarıyer

(Kumköy) ile Sarıyer istasyonu aynı ilçe sınırları içerisinde yer almasına rağmen aylar itibariyle eğilim yönleri ve büyüklükleri arasında benzerliklerin yanısıra bazı önemli farklılıklar da söz konusudur. Sarıyer istasyonu içinde Eylül en büyük trend artışının ve Ocak ise en büyük trend azalmasının yaşandığı dönemlerdir. Şubat ve Ekim ayları da aşağı yukarı benzer artış trendleri göstermektedir. Buna karşın Kasım, Aralık aylarında Sarıyer (Kumköy) istasyonunda trendler azalırken, Sarıyer istasyonunda kayda değer trend belirlenememiştir. Ağustos ayında Sarıyer (Kumköy) istasyonunda trend azalırken, Sarıyer istasyonunda artış trendi olduğu belirlenmiştir. Mart, Nisan, Mayıs ve Temmuz aylarında her iki istasyonda toplam yağış verilerinde trend yoktur.



Şekil 4.36: Aylık toplam yağış verileri YPTA grafikleri.

Çizelge 4.6: Aylık toplam yağış verileri YPTA istatistikleri.

| Sarıyer (Kumköy) | | | | | | | | | | | | |
|---------------------|-------|-------|-------|-------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Aylar | Oca | Şub | Mar | Nis | May | Haz | Tem | Ağu | Eyl | Eki | Kas | Ara |
| Trend uzunluğu (mm) | 50.06 | 8.09 | 32.69 | 12.89 | 9.00 | 6.79 | 28.00 | 50.13 | 31.95 | 12.13 | 39.06 | 35.24 |
| Trend eğimi | 0.13 | -1.43 | 0.97 | 1.32 | 0.34 | 2.06 | 0.77 | 17.57 | -0.05 | -0.42 | 1.07 | 4.99 |

| Sarıyer | | | | | | | | | | | | |
|---------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Aylar | Oca | Şub | Mar | Nis | May | Haz | Tem | Ağu | Eyl | Eki | Kas | Ara |
| Trend uzunluğu (mm) | 50.44 | 17.44 | 33.76 | 12.55 | 9.06 | 8.23 | 10.52 | 35.78 | 37.14 | 19.93 | 36.00 | 30.75 |
| Trend eğimi | 0.18 | 8.51 | 1.15 | 0.68 | -1.01 | -1.09 | 1.83 | 4.34 | 0.47 | 0.20 | 0.90 | 3.79 |

4.5. Mann Kendall Yöntemi Bulguları

Yenilikçi yöntemler ile karşılaştırma olması açısından tez çalışması kapsamındaki veriler son olarak MK metodolojisi yardımıyla incelenmiştir (**Çizelge 4.7**). Yenilikçi yöntemlere göre sıcaklık verilerinde hâkim olan artış eğilimi, MK sonuçlarında da görülebilmektedir. Sarıyer (Kumköy), Sarıyer ve Florya istasyonlarında ölçülen maksimum, minimum ve ortalama sıcaklık verilerinin tümünde artış trendi olduğu tespit edilmiştir. MK çözümüne göre Kadıköy Rıhtım maksimum sıcaklık verileri ve Şile istasyonu minimum sıcaklık verilerinde önemli bir trend görülmezken, bu istasyonların diğer sıcaklık parametrelerinde eğilim artış yönündedir. M. Karaca vd., İstanbul ilindeki ısı adası etkisini tespit etmek amacıyla gerçekleştirmiş oldukları çalışmada, Sarıyer (Kumköy), Sarıyer, Şile ve Florya istasyonlarını kullanarak, MK yöntemi ile verilerdeki eğilimleri araştırmışlardır. Sarıyer (Kumköy) (1952-1989), Sarıyer (1950-1989) ve Şile (1940-1989) istasyonlarının sıcaklık değerlerinde azalan, Florya (1937-1989) istasyonunda artan eğilim tespit edilmiştir [44]. 1990 sonrası sıcaklık verilerindeki eğilimlerin değiştiği anlaşılmaktadır. Diğer bir araştırmada Ezber vd., Sarıyer (Kumköy) 1957-1980 ve Florya 1981-2004 istasyonlarında ölçülen sıcaklık verilerini MK testi ile analiz etmişlerdir. Sarıyer (Kumköy) istasyonunda eğilimler azalma yönünde çıkarken, Florya istasyonunda artış trendi vardır [45].

Yağış verileri için MK'a göre sadece Sarıyer istasyonu maksimum yağışlarında önemli trend artışı tespit edilmiştir. Diğer istasyonların maksimum yağış verilerinde ve ölçüm yapılan toplam yağış verilerinde MK uygulamasına göre trend yoktur. YTA ve YPTA metodoloji sonuçları ile MK yöntem sonuçları birlikte değerlendirildiğinde, bu tez çalışması kapsamında seçilen yenilikçi yaklaşımlar ile eğilimlere ilişkin ayrıntılı yorumların öne çıktığı ifade edilebilir. MK ile sadece monotonik eğilimlere ilişkin aşağıda çizelgede verilen istatistikler üzerinden çok kısıtlı yorumlarda bulunulabileceği aşikardır. Buna karşın YTA ve YPTA grafikleri üzerinden çok kapsamlı değerlendirmeler gerçekleştirilebilir.

Çizelge 4.7: MK test sonuçları.

| İstasyonlar | Veri Aralığı | Parametreler | MK Test İstatistiği | Kritik Z Değeri $\alpha=5\%$ | Z Değeri | Trend (\pm) |
|------------------|--------------|-------------------|---------------------|------------------------------|----------|-----------------|
| Sarıyer (Kumköy) | 1959-2020 | Maksimum Sıcaklık | 21051 | ± 1.96 | 3.1087 | Artış (+) |
| | | Minimum Sıcaklık | 19299 | ± 1.96 | 2.8500 | Artış (+) |
| | | Ortalama Sıcaklık | 16506 | ± 1.96 | 2.4375 | Artış (+) |

| | | | | | | |
|----------------|-----------|-------------------|-------|-------|--------|-----------|
| | | Maksimum Yağış | 6492 | ±1.96 | 0.9586 | Trend yok |
| | | Toplam Yağış | 4985 | ±1.96 | 0.736 | Trend yok |
| Sarıyer | 1959-2020 | Maksimum Sıcaklık | 16356 | ±1.96 | 2.4153 | Artış (+) |
| | | Minimum Sıcaklık | 17465 | ±1.96 | 2.5791 | Artış (+) |
| | | Ortalama Sıcaklık | 15575 | ±1.96 | 2.3000 | Artış (+) |
| | | Maksimum Yağış | 16409 | ±1.96 | 2.4232 | Artış (+) |
| | | Toplam Yağış | 12137 | ±1.96 | 1.7923 | Trend yok |
| Kadıköy Rıhtım | 1959-2020 | Maksimum Sıcaklık | 12999 | ±1.96 | 1.9196 | Trend yok |
| | | Minimum Sıcaklık | 31284 | ±1.96 | 4.6199 | Artış (+) |
| | | Ortalama Sıcaklık | 21457 | ±1.96 | 3.1686 | Artış (+) |
| | | Maksimum Yağış | 1954 | ±1.96 | 0.4104 | Trend yok |
| Şile | 1959-2020 | Maksimum Sıcaklık | 22112 | ±1.96 | 3.2654 | Artış (+) |
| | | Minimum Sıcaklık | 7634 | ±1.96 | 1.1273 | Trend yok |
| | | Ortalama Sıcaklık | 21457 | ±1.96 | 3.1686 | Artış (+) |
| | | Maksimum Yağış | 1954 | ±1.96 | 0.4104 | Trend yok |
| Florya | 1959-2020 | Maksimum Sıcaklık | 19597 | ±1.96 | 2.8940 | Artış (+) |
| | | Minimum Sıcaklık | 16993 | ±1.96 | 2.5094 | Artış (+) |
| | | Ortalama Sıcaklık | 18537 | ±1.96 | 2.7374 | Artış (+) |
| | | Maksimum Yağış | 6637 | ±1.96 | 0.9800 | Trend yok |

BÖLÜM 5

5. SONUÇ VE GELECEKTEKİ ÇALIŞMALAR

İklim değişikliğinin sıcaklık ve yağış parametreleri üzerinde önemli eğilimlere sebep olduğu bilinmektedir. Mühendislik yapılarının tasarımlarında da önemli birer girdi olan bu verilerin, eğilimleri üzerine son yıllarda yapılan araştırmaların sayısı önemli ölçüde artış göstermiştir. Eğilimlerin en doğru ve ayrıntılı şekilde belirlenebilmesi mühendislik tasarımları açısından da kritik öneme sahiptir. Yağışlar ve sıcaklık verilerde ortaya çıkan eğilimler özellikle su kaynaklarının planlanması, işletilmesi ve açısından çok kritiktir. Sıcaklık değerlerindeki eğilimlerin belirlenmesi aynı zamanda her geçen gün önemini arttıran ısınma ve soğuma enerji hesapları için de büyük önem taşır. Yağışların azalma eğilimi, ortalama ve maksimum sıcaklıkların artış eğilimleri sonrası orman yangınlarında görülen artışlar ve kuraklık olayları söz konusu verilerdeki eğilimlerin diğer önemli sonuçları arasında sayılabilir.

Tez çalışması kapsamında bu bilgiler ışığında özellikle yenilikçi yöntemler kullanılarak İstanbul ilindeki en uzun süreli ölçüm gerçekleştirilen beş istasyona ait maksimum sıcaklık, minimum sıcaklık, ortalama sıcaklık, maksimum yağış ve toplam yağış verilerindeki trendler YTA, YPTA ve son olarak da klasik MK metodolojisi kullanılarak araştırılmıştır. Özellikle gelecekte gerçekleştirilmesi planlanan su yapıları ve enerji konusundaki mühendislik çalışmalarına yol göstermesi hedeflenen bu çalışmada ayrıntılı ve mümkün mertebe nesnel yorumlarda bulunulmaya çalışılmıştır.

İstanbul genelinde seçilen Sarıyer (Kumköy), Sarıyer, Kadıköy Rıhtım, Şile ve Florya istasyonlarında ölçülen sıcaklık verilerinde genel olarak kayda değer önemli trend artışları söz konusudur. Özellikle su ve enerji kullanımının artış gösterdiği yaz ayları sıcaklıklarındaki artış trendleri dikkat çekici mertebelerde olup, buharlaşma kayıpları ve enerji tüketimlerini daha fazla arttıracak olması açısından da kritiktir. Kış mevsiminde sıcaklık verilerindeki eğilim artışları enerji tüketimleri açısından bir miktar tasarruf

sağlayacaktır. Bahar aylarında görülen sıcaklık artışları ve yağışlarda görülecek azalmalara bağlı olarak, yaşanacak kuraklık olaylarının şiddetinin artması beklenmektedir.

Maksimum yağış ve toplam yağış verileri için gerçekleştirilen YTA ve YPTA analizlerine göre, aylar ve istasyonlar için sıcaklıklarda olduğu gibi ortak bir çıkarımda bulunabilmenin güç olduğu görülmekte olup, verilerdeki eğilimler zaman ve konuma bağlı olarak farklılaşmaktadır. YTA ve YPTA grafiklerine göre kayda değer trendler özetlenecek olursa, toplam yağış verilerinde Sarıyer (Kumköy) istasyonu için Eylül ayında artış ve Ocak ayındaki azalmadır. Sarıyer istasyonu için önemli artışların olduğu aylar Eylül, Ekim ve Şubat ayları olup, Şubat ayı Sarıyer (Kumköy) istasyonuna benzer şekilde trendlerin azaldığı bir dönem olmuştur. Aylık maksimum yağış verilerindeki trendler incelendiğinde Sarıyer (Kumköy) istasyonu için kayda değer artışın görüldüğü zaman Eylül ayıdır. Sarıyer istasyonunda maksimum yağış verilerindeki artışlar Eylül, Ekim, Ağustos, Şubat, Haziran ve Kasım aylarında ortaya çıkmıştır. Kadıköy Rıhtım ve Şile istasyonlarında yaz aylarında önemli trend artışları görülürken, Florya da sonbaharda Eylül ve Ekim aylarında belirgin artışlar söz konusudur. Maksimum yağış verileri açısından beş istasyon içinde ortak Aralık ve Ocak aylarında önemli trend azalışı vardır. YTA ve YPTA grafiklerinin ayrıntılı incelemesi ile, konuma ve zamana bağlı olarak trendlerdeki azalmaların yorumlanabilmesi mümkündür. Klasik MK yöntemi toplam yağış verilerinde Sarıyer (Kumköy) ve Sarıyer istasyonlarında trendin olmadığını göstermektedir. Maksimum yağış verilerinin analizinde ise beş istasyondan sadece Sarıyer istasyonunda artış yönünde önemli trendin olduğunu belirleyebilmiştir. Yenilikçi yöntemler ile kıyaslandığında MK'nın analiz sonuçları ile, oldukça kısıtlı değerlendirmelerde bulunulabilmektedir.

Son olarak; İstanbul genelinde farklı noktalarda seçilen istasyonlara ve aynı zaman dilimi için YTA, YPTA yöntemleri ile gerçekleştirilen trend analizi sonuçlarına göre, ele alınan veriler için literatürde bu eğilimlerin en önemli sebebi olarak gösterilen iklim değişikliğinin olumsuz etkilerinin İstanbul ili için de kendisini gösterdiği ve özellikle yapılacak mühendislik çalışmalarında bu etkilerin araştırılması ve göz önüne alınması gerektiği açıktır.

KAYNAKÇA

- [1] Z. Şen, “Reservoirs for Water Supply Under Climate Change Impact—A Review,” *Water Resources Management* 2021 35:11, cilt 35, sayı 11, ss. 3827–3843, Aug. 2021, doi: 10.1007/S11269-021-02925-0.
- [2] R. K. Pachauri, Leo. Mayer vd., “Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change”, *Climate change 2014 : Synthesis Report*, 2015
- [3] I. Change, “Climate Change 2021 Working Group I contribution to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change Summary for Policymakers.”, *IPCC Climate*, Ağustos 2021
- [4] M. B. Koçyigit, H. Akay, ve E. Babaiban, “Evaluation of Morphometric Analysis of Flash Flood Potential of Eastern Mediterranean Basin Using Principle Component Analysis,” *Journal of the Faculty of Engineering and Architecture of Gazi University*, cilt 36, sayı 3, ss. 1669–1685, 2021, doi: 10.17341/gazimmfd.829390.
- [5] “Devam Eden Projeler- İklim Değişikliği.” <https://iklim.csb.gov.tr/devam-eden-projeler-i-4372> (Erişim: 27 Ekim, 2021).
- [6] F. S. Swed, C. Eisenhart, "Tables for Testing Randomnes of Grouping in a Sequence of Alternatives," *The Annals of Mathematical Statistics* cilt 14, sayı 1, ss. 66-87, Mart 1943.
- [7] Henry B. Mann, “Nonparametric Tests Against Trend”, *Journal of Econometric Society*, cilt 13, no 3, ss. 245-259, Temmuz 1945
- [8] Kendall, Maurice G., ve J. D. Gibbons. "Rank Correlation Methods 4th ed." *Griffin, London*, 1970.
- [9] Z. Sen, “Determination of Aquifer Parameters by the Slope-Matching Method” *Groundwater*, cilt 24, sayı 2, ss. 217–223, 1986, doi: 10.1111/J.1745-6584.1986.TB00997.X.
- [10] Z. Şen, “Innovative Trend Analysis Methodology,” *Journal of Hydrologic Engineering*, cilt 17, sayı 9, ss. 1042–1046, Eylül 2012, doi: 10.1061/(ASCE)HE.1943-5584.0000556.
- [11] T. Haktanir and H. Citakoglu, “Trend Independence Stationarity and Homogeneity Tests on Maximum Rainfall Series of Standard Durations Recorded in Turkey,” *Journal of Hydrologic Engineering*, cilt 19, sayı 9, Ocak 2014, doi: 10.1061/(ASCE)HE.1943-5584.0000973.
- [12] M. Kilit, B. Kagan Yavuz, K. Saphioğlu, “Trend Analysis of Streams in The Western Mediterranean Basin of Turkey”, *Fresenius Enviromental Bulletin*, sayı 1, ss. 313-327, Şubat 2014
- [13] A. Elouissi, Z. Şen, ve M. Habi, “Algerian Rainfall İnnovative Trend Analysis and Its İmplications to Macta Watershed” *Arabian Journal of Geosciences*, cilt 9, sayı 4, Nisan 2016, doi: 10.1007/s12517-016-2325-x.

- [14] İ. Dabanlı, Z. Şen, M. Ö. Yeleğen, E. Şişman, B. Selek, ve Y. S. Güçlü, “Trend Assessment by the Innovative-Şen Method” *Water Resources Management*, cilt 30, sayı 14, ss. 5193–5203, Kasım 2016, doi: 10.1007/s11269-016-1478-4.
- [15] A. Öztopal ve Z. Şen, “Innovative Trend Methodology Applications to Precipitation Records in Turkey” *Water Resources Management*, cilt 31, sayı 3, ss. 727–737, Şubat 2017, doi: 10.1007/s11269-016-1343-5.
- [16] H. Wu ve H. Qian, “Innovative Trend Analysis of Annual and Seasonal Rainfall and Extreme Values in Shaanxi, China, Since The 1950s” *International Journal of Climatology*, cilt 37, sayı 5, ss. 2582–2592, Nisan 2017, doi: 10.1002/joc.4866.
- [17] L. Cui, L. Wang, Z. Lai, Q. Tian, W. Liu, ve J. Li, “Innovative Trend Analysis of Annual and Seasonal Air Temperature and Rainfall in The Yangtze River Basin, China During 1960–2015” *Journal of Atmospheric and Solar-Terrestrial Physics*, cilt 164, ss. 48–59, Kasım 2017, doi: 10.1016/j.jastp.2017.08.001..
- [18] Z. Şen, “Innovative Trend Significance Test and Applications” *Theoretical and Applied Climatology*, cilt 127, sayı 3–4, ss. 939–947, Şubat 2017, doi: 10.1007/s00704-015-1681-x.
- [19] A. M. Mohorji, Z. Şen, ve M. Almazroui, “Trend Analyses Revision and Global Monthly Temperature Innovative Multi-Duration Analysis,” *Earth Systems and Environment*, cilt 1, sayı 1, Haziran 2017, doi: 10.1007/s41748-017-0014-x.
- [20] T. Caloiero, R. Coscarelli, ve E. Ferrari, “Application of the Innovative Trend Analysis Method for the Trend Analysis of Rainfall Anomalies in Southern Italy,” *Water Resources Management*, cilt 32, sayı 15, ss. 4971–4983, Aralık 2018, doi: 10.1007/s11269-018-2117-z.
- [21] Z. Zhou, L. Wang, A. Lin, M. Zhang, ve Z. Niu, “Innovative Trend Analysis of Solar Radiation in China During 1962–2015” *Renewable Energy*, cilt 119, ss. 675–689, Nisan 2018, doi: 10.1016/j.renene.2017.12.052.
- [22] M. Gedefaw vd., “Innovative Trend Analysis of Annual and Seasonal Rainfall Variability in Amhara Regional State, Ethiopia” *Atmosphere*, cilt 9, sayı 9, Ağustos 2018, doi: 10.3390/atmos9090326.
- [23] J. Li vd., “Innovative Trend Analysis of Main Agriculture Natural Hazards in China During 1989–2014,” *Natural Hazards*, cilt 95, sayı 3, ss. 677–720, Şubat 2019, doi: 10.1007/s11069-018-3514-6.
- [24] S. Alashan, “An Improved Version of Innovative Trend Analyses” *Arabian Journal of Geosciences*, cilt 11, sayı 3, Şubat 2018, doi: 10.1007/s12517-018-3393-x.
- [25] Y. S. Güçlü, “Multiple Şen-Innovative Trend Analyses and Partial Mann-Kendall Test” *Journal of Hydrology*, cilt 566, ss. 685–704, Kasım 2018, doi: 10.1016/j.jhydrol.2018.09.034.

- [26] G. Ceribasi, "Analysis of Meteorological and Hydrological Data of Iznik Lake Basin by Using Innovative Sen Method", *Journal of Environmental Protection and Ecology* 19, sayı 1, ss. 15-24, Şubat 2018
- [27] F. Akçay, "Doğu Karadeniz Havzası Aylık ve Yıllık Ortalama Akımlarının Eğilim (Trend) Analizi" Yüksek Lisans Tezi, İnşaat Müh. Böl., Karadeniz Teknik Üniversitesi, 2018.
- [28] Y. S. Güçlü, "Kıyaslamalı Yenilikçi Eğilim Çözümlemesi Temelleri ve Uygulamaları," *Doğal Afetler ve Çevre Dergisi*, ss. 182–191, Haziran 2018, doi: 10.21324/dacd.412274.
- [29] T. Caloiero, "Evaluation of Rainfall Trends in The South Island of New Zealand Through the Innovative Trend Analysis (ITA)," *Theoretical and Applied Climatology*, cilt 139, sayı 1–2, ss. 493–504, Haziran 2020, doi: 10.1007/s00704-019-02988-5.
- [30] U. Serencam, "Innovative Trend Analysis of Total Annual Rainfall and Temperature Variability Case Study: Yesilirmak Region, Turkey," *Arabian Journal of Geosciences*, cilt 12, sayı 23, Aralık 2019, doi: 10.1007/s12517-019-4903-1.
- [31] R. Ali, S. Rashid Abubaker, ve R. Othman Ali, "Spatio-Temporal Pattern in The Changes in Availability and Sustainability of Water Resources in Afghanistan View Project Water Resources Problem in Huai River Basin View Project Trend Analysis Using Mann-Kendall, Sen's Slope Estimator Test and Innovative Trend Analysis Method İn Yangtze River Basin, China: Review," *International Journal of Engineering & Technology*, cilt 8, sayı 2, ss. 110–119, 2019, doi: 10.14419/ijet.v7i4.29591.
- [32] Y. S. Güçlü, Dabanlı, E. Şişman, ve Z. Şen, "Air Quality (AQ) İdentification by İnnovative Trend Diagram and AQ İndex Combinations in Istanbul Megacity," *Atmospheric Pollution Research*, cilt 10, sayı 1, ss. 88–96, Haziran 2019, doi: 10.1016/j.apr.2018.06.011.
- [33] E. Şişman, "Türkiye'de Seçilen Hava Kalitesi İzleme İstasyonları için Eğilim (Trend) Değerlendirmeleri," *Doğal Afetler ve Çevre Dergisi*, ss. 134–152, Ekim 2018, doi: 10.21324/dacd.444503.
- [34] E. Şişman, "Ege ve Akdeniz Kıyılarında Seçilen İstasyonlarda Deniz Suyu Sıcaklıkları için Soğuma Dönemi Trend Analizleri," *Doğal Afetler ve Çevre Dergisi*, ss. 1–14, Mart 2019, doi: 10.21324/dacd.492730.
- [35] Y. Alifujiang, J. Abuduwaili, B. Maihemuti, B. Emin, ve M. Groll, "Innovative Trend Analysis of Precipitation in The Lake Issyk-Kul Basin, Kyrgyzstan," *Atmosphere*, cilt 11, sayı 4, Nisan 2020, doi: 10.3390/atmos11040332.
- [36] M. Almazroui ve Z. Şen, "Trend Analyses Methodologies in Hydro-Meteorological Records," *Earth Systems and Environment*, cilt 4, sayı 4. Springer Science and Business Media Deutschland GmbH, ss. 713–738, 01 Aralık, 2020. doi: 10.1007/s41748-020-00190-6.
- [37] Y. S. Güçlü, E. Şişman, ve İ. Dabanlı, "Innovative Triangular Trend Analysis," *Arabian Journal of Geosciences*, cilt 13, sayı 2, Haziran 2020, doi: 10.1007/s12517-019-5048-y.

- [38] A. I. Ceyhunlu, ve Ferhat AYDIN. "Yenilikçi Şen Trend Yöntemi ile Sakarya'nın Meteorolojik Verilerinin Eğilim Analizi." *İklim Değişikliği ve Çevre*, Cilt 5, sayı 2, ss. 1-7, Eylül 2020
- [39] Y. S. Güçlü, "Improved Visualization for Trend Analysis by Comparing With Classical Mann-Kendall Test and ITA," *Journal of Hydrology*, cilt 584, Mayıs 2020, doi: 10.1016/j.jhydrol.2020.124674.
- [40] B. Boudiaf, Z. Şen, ve H. Boutaghane, "Climate Change İmpact on Rainfall in North-Eastern Algeria Using İnnovative Trend Analyses (ITA)", doi: 10.1007/s12517-021-06644-z
- [41] E. Şişman ve B. Kizilöz, "The Application of Piecewise ITA Method in Oxford, 1870–2019," *Theoretical and Applied Climatology*, cilt 145, sayı 3–4, ss. 1451–1465, Ağustos 2021, doi: 10.1007/s00704-021-03703-z.
- [42] "Asya ve Avrupa'yı Birleştiren Şehir." <http://www.istanbul.gov.tr/asya-ve-avrupayi-birlestiren-sehir-istanbul> (Erişildi: 07 Ağustos, 2021).
- [43] Z. Şen, E. Şişman ve I. Dabanlı, "İnnovative Polygon Trend Analysis (IPTA) and Applications," *Journal of Hydrology*, cilt 575, ss. 202–210, Ağustos 2019, doi: 10.1016/j.jhydrol.2019.05.028.
- [44] M. Karaca, Ü. Anteplioğlu, ve H. Karsan, "Detection of Urban Heat İland in Istanbul, Turkey," *Il Nuovo Cimento C*, cilt 18, sayı 1, ss. 49–55, 1995, doi: 10.1007/BF02561458.
- [45] Y. Ezber, O. L. Sen, T. Kindap, ve M. Karaca, "Climatic Effects of Urbanization in Istanbul: A Statistical And Modeling Analysis," *International Journal of Climatology*, cilt. 27, sayı 5, ss. 667–679, Nisan 2007, doi: 10.1002/JOC.1420.

ÖZ GEÇMİŞ

Adı Soyadı :Melis Kurum

Doğum Yeri ve Tarihi :

E-Posta :

Fotoğraf

EĞİTİM BİLGİLERİ:

Lisans : 2013-2018, Karabük Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Ulaştırma Mühendisliği



İSTANBUL İLİNDE YAĞIŞ VE SICAKLIK VERİLERİNİN YENİLİKÇİ EĞİLİM (TREND) YÖNTEMLERİYLE ANALİZİ

ORIGINALITY REPORT

6%

SIMILARITY INDEX

5%

INTERNET SOURCES

2%

PUBLICATIONS

2%

STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

| | | |
|---|---|-----|
| 1 | abakus.inonu.edu.tr Internet Source | 1% |
| 2 | tr.wikipedia.org Internet Source | 1% |
| 3 | acikerisim.medipol.edu.tr Internet Source | <1% |
| 4 | KANIT, Recep and ERDAL, Mürsel. "Kırşehir-Kültepe sulamasında sulama verimliliğinin artırılması", Gazi Üniversitesi, 2009. Publication | <1% |
| 5 | polen.itu.edu.tr Internet Source | <1% |
| 6 | dacd.artvin.edu.tr Internet Source | <1% |
| 7 | Submitted to Kocaeli Üniversitesi Student Paper | <1% |
| 8 | tr.weatherspark.com Internet Source | <1% |