

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

**WILCOXON TESTİ VE SAÇILMA DİYAGRAMI KULLANILARAK
HİDROMETEOROLOJİK VERİLERİN TREND ANALİZİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Hatice Yağmur KALKINÇ

İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı

Hidrolik ve Su Kaynakları Mühendisliği Programı

ŞUBAT 2024

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

**WILCOXON TESTİ VE SAÇILMA DİYAGRAMI KULLANILARAK
HİDROMETEOROLOJİK VERİLERİN TREND ANALİZİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**Hatice Yağmur KALKINÇ
(501201514)**

İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı

Hidrolik ve Su Kaynakları Mühendisliği Programı

Tez Danışmanı: Doç. Dr. Yavuz Selim GÜÇLÜ

ŞUBAT 2024

ISTANBUL TECHNICAL UNIVERSITY★ GRADUATE SCHOOL

**TREND ANALYSIS OF HYDROMETEOROLOGICAL DATA USING
WILCOXON TEST AND SCATTER DIAGRAM**

M.Sc. THESIS

**Hatice Yağmur KALKINÇ
(501201514)**

**Department of Civil Engineering
Hydraulics and Water Resources Engineering Program**

Thesis Advisor: Assoc. Prof. Dr. Yavuz Selim GÜÇLÜ

FEBRUARY 2024

İTÜ, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü'nün **501201514** numaralı Yüksek Lisans Öğrencisi **Hatice Yağmur KALKINÇ**, ilgili yönetmeliklerin belirlediği gerekli tüm şartları yerine getirdikten sonra hazırladığı “**WILCOXON TESTİ VE SAÇILMA DİYAGRAMI KULLANILARAK HİDROMETEOROLOJİK VERİLERİN TREND ANALİZİ**” başlıklı tezini aşağıda imzaları olan jüri önünde başarı ile sunmuştur.

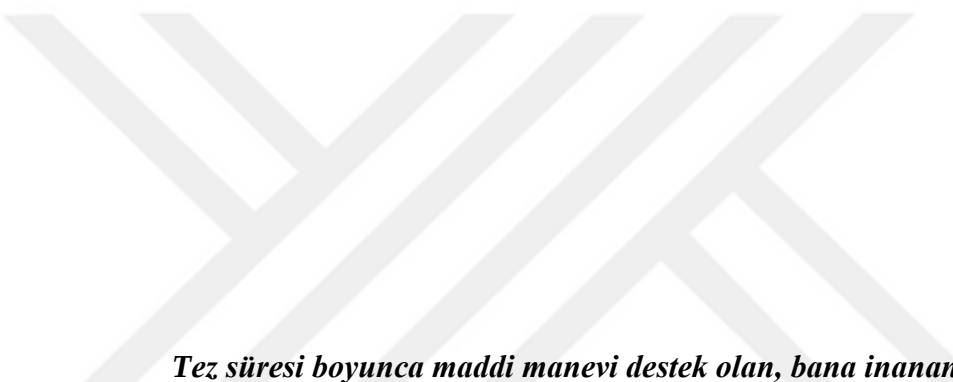
Tez Danışmanı : **Doç. Dr. Yavuz Selim GÜÇLÜ**
İstanbul Teknik Üniversitesi

Jüri Üyeleri : **Dr. Öğr. Üyesi Mehmet Melih KOŞUCU**
İstanbul Teknik Üniversitesi

Dr. Öğr. Üyesi Erdem ÇOBAN
Haliç Üniversitesi

Teslim Tarihi : 5 Ocak 2024
Savunma Tarihi : 8 Şubat 2024





*Tez süresi boyunca maddi manevi destek olan, bana inanan insanlara ve
kardeşlerime,*



ÖNSÖZ

Bu tez, hidrometeorolojik veri türü olan yağış ölçümlerinin trend analizi üzerine bir çalışmadır. Bu çalışmanın tamamlanmasında, beni yönlendiren, destekleyen ve tez sürecinde değerli katkılarda bulunan birçok kişiye teşekkür etmek isterim. İlk olarak, tez danışmanım Yavuz Selim Güçlü'ye, rehberlikleri ve değerli önerileri için minnettarlık duyuyorum. Kendisi ile çalışma şerefine nail olduğum için çok şanslı hissediyorum. Son olarak, aileme, dostlarıma ve bu süreçte moral veren tüm sevdiklerime teşekkür ederim. Onların desteği olmadan bu çalışmanın tamamlanması mümkün olmazdı.

Ocak 2024

Hatice Yağmur Kalkınç
(Data Analisti)



İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖNSÖZ.....	ix
İÇİNDEKİLER	xi
KISALTMALAR	xiii
SEMBOLLER	xv
ÇİZELGE LİSTESİ.....	xvii
ŞEKİL LİSTESİ.....	xix
ÖZET.....	xxi
SUMMARY	xxiii
1. GİRİŞ.....	1
1.1 Önceki Çalışmalar	3
1.1.1 Klasik trend testleri	3
1.1.2 Modern trend analiz yöntemleri	7
1.2 Tezin Amacı	10
2. YÖNTEM.....	11
2.1 Mann-Kendall Testi.....	11
2.2 Yenilikçi Trend Analizi.....	12
2.3 Wilcoxon Testi ve Saçılma Diyagramı	15
3. UYGULAMA.....	19
3.1 Çalışma Alanı ve Veriler	19
3.2 Bulgular	25
3.3 Analiz ve Yorumlar	30
4. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	55
KAYNAKLAR	57
ÖZGEÇMİŞ.....	63



KISALTMALAR

MK	: Mann-Kendall
YTA	: Yenilikçi Trend Analizi
MGM	: Meteroloji Genel Müdürlüğü





SEMBOLLER

Z_{MK} : Mann-Kendall normal dağılım değeri

Z_W : Wilcoxon normal dağılım değeri





ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa

Çizelge 3.1 : İstasyon Bilgileri	20
Çizelge 3.2 : MK ve Wilcoxon testi sonuçları	29





ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 2.1 : Trend Yok	13
Şekil 2.2 : Bütüncül Artan Trend	14
Şekil 2.3 : Bütüncül Azalan Trend	14
Şekil 2.4 : Bütüncül Olmayan Artan Trend	14
Şekil 2.5 : Bütüncül Olmayan Azalan Trend	15
Şekil 2.6 : Sıralanmamış ve sıralanmış verilerin saçılma diyagram farkı	17
Şekil 3.1 : İstasyonların coğrafi konumları (Google Earth®)	19
Şekil 3.2 : İstasyonların 30 dk'lık maksimum yağış grafikleri	22
Şekil 3.3 : İstasyonların 60 dk'lık maksimum yağış grafikleri	23
Şekil 3.4 : İstasyonların 120 dk'lık maksimum yağış grafikleri	24
Şekil 3.5 : Z_{MK} ve Z_W değerlerinin güven aralığına göre karşılaştırılması (Maksimum yağış süreleri bazlı gruplandırma)	27
Şekil 3.6 : Z_{MK} ve Z_W değerlerinin güven aralığına göre karşılaştırılması. (İstasyon bazlı gruplandırma)	28
Şekil 3.7 : Gökçeada - 30dk'lık maksimum yağış verisi YTA grafiği	30
Şekil 3.8 : Gökçeada - 30dk'lık maksimum yağış verisi saçılma grafiği	30
Şekil 3.9 : Gökçeada - 60dk'lık maksimum yağış verisi YTA grafiği	31
Şekil 3.10 : Gökçeada - 60dk'lık maksimum yağış verisi saçılma grafiği	31
Şekil 3.11 : Gökçeada - 120dk'lık maksimum yağış verisi YTA grafiği	32
Şekil 3.12 : Gökçeada - 120dk'lık maksimum yağış verisi saçılma grafiği	32
Şekil 3.13 : Çeşme - 30dk'lık maksimum yağış verisi YTA grafiği	33
Şekil 3.14 : Çeşme - 30dk'lık maksimum yağış verisi saçılma grafiği	33
Şekil 3.15 : Çeşme - 60dk'lık maksimum yağış verisi YTA grafiği	34
Şekil 3.16 : Çeşme - 60dk'lık maksimum yağış verisi saçılma grafiği	34
Şekil 3.17 : Çeşme - 120dk'lık maksimum yağış verisi YTA grafiği	35
Şekil 3.18 : Çeşme - 120dk'lık maksimum yağış verisi saçılma grafiği	35
Şekil 3.19 : Milas - 30dk'lık maksimum yağış verisi YTA grafiği	36
Şekil 3.20 : Milas - 30dk'lık maksimum yağış verisi saçılma grafiği	36
Şekil 3.21 : Milas - 60dk'lık maksimum yağış verisi YTA grafiği	37
Şekil 3.22 : Milas - 60dk'lık maksimum yağış verisi saçılma grafiği	37
Şekil 3.23 : Milas - 120dk'lık maksimum yağış verisi YTA grafiği	38
Şekil 3.24 : Milas - 120dk'lık maksimum yağış verisi saçılma grafiği	38
Şekil 3.25 : Köyceğiz - 30dk'lık maksimum yağış verisi YTA grafiği	39
Şekil 3.26 : Köyceğiz - 30dk'lık maksimum yağış verisi saçılma grafiği	39
Şekil 3.27 : Köyceğiz - 60dk'lık maksimum yağış verisi YTA grafiği	40
Şekil 3.28 : Köyceğiz - 60dk'lık maksimum yağış verisi saçılma grafiği	40
Şekil 3.29 : Köyceğiz - 120dk'lık maksimum yağış verisi YTA grafiği	41
Şekil 3.30 : Köyceğiz - 120dk'lık maksimum yağış verisi saçılma grafiği	41
Şekil 3.31 : Finike - 30dk'lık maksimum yağış verisi YTA grafiği	42
Şekil 3.32 : Finike - 30dk'lık maksimum yağış verisi saçılma grafiği	42
Şekil 3.33 : Finike - 60dk'lık maksimum yağış verisi YTA grafiği	43

Şekil 3.34 : Finike - 60dk'lık maksimum yağış verisi saçılma grafiği	43
Şekil 3.35 : Finike - 120dk'lık maksimum yağış verisi YTA grafiği.....	44
Şekil 3.36 : Finike - 120dk'lık maksimum yağış verisi saçılma grafiği	44
Şekil 3.37 : Manavgat - 30dk'lık maksimum yağış verisi YTA grafiği	45
Şekil 3.38 : Manavgat - 30dk'lık maksimum yağış verisi saçılma grafiği.....	45
Şekil 3.39 : Manavgat - 60dk'lık maksimum yağış verisi YTA grafiği	46
Şekil 3.40 : Manavgat - 60dk'lık maksimum yağış verisi saçılma grafiği.....	46
Şekil 3.41 : Manavgat - 120dk'lık maksimum yağış verisi YTA grafiği	47
Şekil 3.42 : Manavgat - 120dk'lık maksimum yağış verisi saçılma grafiği.....	47
Şekil 3.43 : Gazipaşa - 30dk'lık maksimum yağış verisi YTA grafiği.....	48
Şekil 3.44 : Gazipaşa - 30dk'lık maksimum yağış verisi saçılma grafiği	48
Şekil 3.45 : Gazipaşa - 60dk'lık maksimum yağış verisi YTA grafiği.....	49
Şekil 3.46 : Gazipaşa - 60dk'lık maksimum yağış verisi saçılma grafiği	49
Şekil 3.47 : Gazipaşa - 120dk'lık maksimum yağış verisi YTA grafiği.....	50
Şekil 3.48 : Gazipaşa - 120dk'lık maksimum yağış verisi saçılma grafiği	50
Şekil 3.49 : Erdemli - 30dk'lık maksimum yağış verisi YTA grafiği.....	51
Şekil 3.50 : Erdemli - 30dk'lık maksimum yağış verisi saçılma grafiği	51
Şekil 3.51 : Erdemli - 60dk'lık maksimum yağış verisi YTA grafiği.....	52
Şekil 3.52 : Erdemli - 60dk'lık maksimum yağış verisi saçılma grafiği	52
Şekil 3.53 : Erdemli - 120dk'lık maksimum yağış verisi YTA grafiği.....	53
Şekil 3.54 : Erdemli - 120dk'lık maksimum yağış verisi saçılma grafiği	53

WILCOXON TESTİ VE SAÇILMA DİYAGRAMI KULLANILARAK HİDROMETEOROLOJİK VERİLERİN TREND ANALİZİ

ÖZET

Günümüzde, iklim değişikliğinin etkileriyle birlikte artan su kaynaklarına olan talep arasında denge sağlanması zorunlu hale gelmiştir. İklim değişikliği nedeniyle mevsimsel değişiklikler, sel ve kuraklık gibi aşırı hava olayları artmakta ve bu durum su kaynakları üzerindeki baskıyı artırmaktadır. Bu bağlamda, hidrometeorolojik verilerin trend analizi, su kaynaklarının sürdürülebilir yönetimi için hayati öneme sahiptir. Bu tez çalışması, yağış ölçümlerinin trend analizine odaklanarak detaylı bir inceleme yapmayı amaçlamaktadır.

Tez, geleneksel Mann-Kendall (MK) testi ve modern Yenilikçi Trend Analizi (YTA) yaklaşımı gibi yöntemlerin yanı sıra, Wilcoxon testi ve saçılma diyagramı kombinasyonunu içermektedir. Bu yöntemler, hidrometeorolojik verilerdeki trendleri daha hassas bir şekilde belirlemek ve karakterize etmek için kullanılmıştır. Ayrıca saçılma diyagramı ve Wilcoxon testinin birlikte kullanılması, hidrometeorolojik verilerin değişen eğilimlerini daha açık bir şekilde görselleştirmektedir.

Çalışma, Türkiye'nin Ege ve Akdeniz kıyı şeridinde yer alan Çeşme, Erdemli, Finike, Gazipaşa, Gökçeada, Köyceğiz, Manavgat ve Milas istasyonlarına ait 1989-2020 yılları arasındaki 32 yıllık yağış verilerini incelemiştir. İncelenen sekiz istasyonda genel olarak yıllık yağış miktarında bir artış eğilimi gözlemlenmiştir. Analizler, Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nden alınan 30 dakika, 60 dakika ve 120 dakika süreyle ölçülen maksimum yağış verilerini içermektedir.

Yapılmış olan analizlerde, 30 dk, 60 dk ve 120 dk'lık yağış verileri ve sekiz istasyon için (MK testi için 24, Wilcoxon için 24 ve YTA için 24) toplamda görsel ve sayısal olmak üzere 24'der sonuç elde edilmiştir. MK ve Wilcoxon testleri, istatistiksel olarak anlamlı azalan bir trende rastlanmadığını, ancak bazı istasyonlarda genellikle artan bir trendin olduğunu göstermiştir. 30, 60 ve 120 dakikalık verilerin analizlerinde benzer örüntüler ortaya çıktığı gözlemlenmiştir. Coğrafi olarak Ege ile Akdeniz birleşiminde bulunan istasyonlarda bariz bir trend artışı ortaya çıkarken, bu artışın Akdeniz'in iç istasyonlarında azaldığı net olarak belirlenmiştir.

Elde edilen sonuçlar, bölgesel ölçekte iklim değişikliğinin yağışlara etkilerini vurgulamaktadır. Bu bulgular, taşkın risk hesaplamalarında ve su yapılarının tasarımında kullanılabilir. Çalışma, Türkiye'nin belirli bölgelerindeki yağış trendlerini anlamak adına önemli bir adım oluşturmuş ve sürdürülebilir su kaynakları yönetimi için önemli ipuçları sunmaktadır. Bu bağlamda, hidrometeorolojik verilerin analizi, gelecekteki iklim değişikliklerine uyum sağlama stratejilerinin geliştirilmesinde kritik bir rol oynamaktadır.



TREND ANALYSIS OF HYDROMETEOROLOGICAL DATA USING WILCOXON TEST AND SCATTER DIAGRAM

SUMMARY

In the present era, striking a balance between the effects of climate change and the increasing demand for water resources has become imperative. Seasonal variations due to climate change lead to extreme events such as floods and droughts, intensifying the pressure on water resources. In this context, trend analysis of hydro-meteorological data is crucial for sustainable water resource management. This thesis aims to conduct a detailed trend analysis of rainfall measurements, a type of hydro-meteorological data.

The thesis employs both traditional methods like the Mann-Kendall (MK) test and modern approaches like the YTA method, alongside the combination of the Wilcoxon test and scatter diagram. These methods will be used to determine and characterize trends in hydro-meteorological data more accurately. Additionally, the study encourages the use of scatter diagrams and the combined use of the Wilcoxon test to visualize changing trends in hydro-meteorological data more explicitly.

Focusing on a comparative and practical contribution to the field of trend analysis of hydro-meteorological data, the thesis examines 32 years of rainfall data (1989-2020) from eight stations located in the coastal areas of Cesme, Erdemli, Finike, Gazipasa, Gokceada, Koycegiz, Manavgat, and Milas in Turkey. The results generally indicate an increasing trend in annual rainfall in these regions, possibly linked to the onset of the impacts of climate change.

The analysis includes time series graphs, MK and Wilcoxon test results, and YTA trend analyses based on 30-minute, 60-minute, and 120-minute maximum rainfall data obtained from the Turkish State Meteorological Service for the years 1989-2020. The results from MK and Wilcoxon tests organized geographically and by station, reveal consistent patterns in the analysis of 30-minute, 60-minute, and 120-minute rainfall data. Notably, a clear upward trend is observed in stations located at the confluence of the Aegean and Mediterranean regions, while a decrease in increasing trend is noted in the inner stations of the Mediterranean.

Various analyses, including time series graphs, MK and Wilcoxon tests, and YTA trend analyses, have been conducted on 30-minute, 60-minute, and 120-minute maximum rainfall data. The results indicate consistent patterns, with an overall upward trend observed in most stations.

The maximum rainfall data for 30 minutes, 60 minutes, and 120 minutes from the Gökçeada station was analyzed through the MK test, Wilcoxon analysis, and YTA. For 30 minutes, Z_{MK} was found to be 2.06, and Z_W was 1.71; for 60 minutes, Z_{MK} was 2.79, and Z_W was 2.48; for 120 minutes, Z_{MK} was 2.56, and Z_W was 2.12. In all three cases, positive trends were observed. The YTA results support an overall increasing trend.

The 30-minute maximum rainfall data for the Çeşme station reveals a Z_{MK} value of 2.08 based on MK test results, and the Wilcoxon analysis on the same dataset determines a Z_W value of 1.34. For the 60-minute data, Z_{MK} is found to be 2.42 with a positive trend in MK, and Z_W is 1.65 with a positive trend in Wilcoxon. The 120-minute data indicates a Z_{MK} value of 2.32 with a positive trend in MK, and Z_W is

1.45 with no significant trend in Wilcoxon. The overall increasing trend is evident in the YTA results for each case.

The 30-minute maximum rainfall data from the Milas observation station were evaluated using MK and Wilcoxon test results, determining a Z_{MK} value of 4.18 and Z_W value of 2.59. Similar analyses for 60-minute and 120-minute data sets also revealed positive trends with Z_W values of 2.59 and 2.90, and Z_{MK} values of 4.35 and 4.33, respectively. These statistical results are supported by YTA results and depicted in corresponding scatter diagrams.

The MK test on 30-minute maximum rainfall data from the Köyceğiz station yielded a Z_{MK} value of 1.59, while the Wilcoxon analysis based on the same data indicated a Z_W value of 2.33, revealing a positive trend, confirmed by YTA results. Similar analyses for 60-minute and 120-minute data sets also revealed positive trends, with Z_{MK} values of 1.56 and 1.59; Z_W values of 2.17 and 1.86, respectively, supported by YTA results and evident in corresponding scatter diagrams.

Analyzing the 30-minute maximum rainfall data from the Finike station using the MK test revealed a Z_{MK} value of 1.93, while the Wilcoxon analysis yielded a Z_W value of 1.47. Positive trends were evident in the MK test results, in contrast to the absence of a discernible trend in the Wilcoxon test results; nonetheless, the overall increasing trend was affirmed by YTA. For the 60-minute dataset, the MK test produced a Z_{MK} value of 2.08, and the Wilcoxon analysis resulted in a Z_W value of 1.47, indicating a positive trend in MK results, while no discernible trends were observed in Wilcoxon test results, supported by YTA findings. In the case of the 120-minute dataset, the MK test yielded a Z_{MK} value of 1.54, and the Wilcoxon analysis resulted in a Z_W value of 0.67. No discernible trends were identified in both MK and Wilcoxon test results, supported by YTA findings for the overall trend.

Manavgat station's 30-minute maximum rainfall data showed a Z_{MK} value of 2.55 in the MK test and Z_W value of 1.76 in the Wilcoxon analysis, indicating a positive trend; a consistent increasing trend was evident in YTA. Similarly, for the 60-minute dataset, Z_{MK} was 2.21, Z_W was 1.60, and a positive trend was observed in MK, with an overall increasing trend confirmed by YTA. The 120-minute data had Z_{MK} of 1.95 and Z_W of 1.40, with a positive trend in MK, an increasing trend affirmed by YTA.

The 30-minute maximum rainfall data from Gazipaşa observation station showed Z_{MK} as 0.60 in the MK test and Z_W as 0.67 in the Wilcoxon analysis, indicating no discernible trend, a conclusion supported by YTA results. Similarly, for the 60-minute data from Milas station, Z_{MK} was 0.65, and Z_W was 0.57 in MK and Wilcoxon analyses, respectively, with no observed trend in both analyses. The 120-minute data from the same station had Z_{MK} of 0.99 and Z_W of 1.14 in MK and Wilcoxon analyses, respectively, with no discernible trend. The YTA results also confirmed the absence of a trend.

Erdemli station's 30-minute maximum rainfall data resulted in Z_{MK} of -0.45 in the MK test and Z_W of 0.00 in the Wilcoxon analysis, indicating no discernible trend in both tests, a conclusion supported by YTA results. The 60-minute data from the same station had Z_{MK} of -0.23, Z_W of 0.59, with no observed trend in MK and Wilcoxon tests, further confirmed by YTA results. The 120-minute data yielded Z_{MK} of 0.24 and Z_W of 1.09, with no discernible trend in both MK and Wilcoxon tests, as evidenced by YTA results. The scatter diagram also supports the absence of a trend, consistent with the Wilcoxon test.

Mann-Kendall (MK) and Wilcoxon test results did not reveal statistically significant decreasing trends, but generally indicated an increasing trend in some stations. This may signify changes in rainfall patterns due to the effects of climate change.

The trend analysis of rainfall data holds critical importance for future water resource management. While increased rainfall facilitates irrigation and meets drinking water needs, intense and short-duration rainfall poses risks such as floods. Therefore, water resource management must consider these risks. The study's results offer valuable insights into water resource management. While increased rainfall can positively impact sustainable water resource use, the potential risks of intense rainfall events must be considered. Flood risk assessments and the design of water structures can benefit from the trend analyses conducted in this study.

In conclusion, this research represents a significant step in understanding rainfall trends in specific regions of Turkey. Future research should expand to include more stations and diverse climate regions for a comprehensive perspective.





1. GİRİŞ

Günümüzde, çevresel konular ve sürdürülebilirlik, insanlık için öncelikli bir endişe haline gelmiştir. İnsanoğlunun yaşamını devam ettirebilmesi için vazgeçilmez olan hava, su, toprak ve enerji, bu endişenin odağında yer almaktadır. Bu dört temel unsur, insanların hayatta kalabilmesi, refahını sürdürebilmesi ve gelecek nesiller için yaşanabilir bir çevre bırakabilmesi açısından kritik öneme sahiptir (Sarı, 2023). Ancak, bu değerli kaynaklar günümüzde artan nüfus, endüstriyel gelişmeler, kentleşme ve insan faaliyetleri ile artan sera gazı emisyonlarının sebep olduğu iklim değişikliği etkisi ile ciddi tehdit altındadır. Atmosferdeki bu değişiklikler, hava, su ve toprak üzerinde doğrudan etkilere neden olmaktadır (Mumlu, 2023).

Yaşamın temellerinden biri olan su her türlü planlama ve tasarım sürecinde dikkate alınması gereken bir unsurdur. Su, oksijen ile birlikte tüm canlı organizmaların temel yapıtaşlarından biri ve ekosistemlerin vazgeçilmez bir parçası, bitkilerin büyümesi, hayvanların hayatta kalması ve doğal dengenin bozulmaması için vazgeçilmezdir.

Su, insanların temel ihtiyaçlarından biri olmasının yanı sıra enerji üretimi, tarım ve endüstri gibi alanlarda da hayati bir rol oynamaktadır. Su kaynaklarının sürdürülebilir şekilde yönetilmesi, iklim değişikliğiyle mücadelede kritik bir faktördür (Şen, 2009).

Dünya nüfusunun artması ve iklim değişikliğinin etkisiyle su kıtlığı giderek yaygınlaşmaktadır. İklim değişikliği nedeniyle mevsimsel değişiklikler, sel ve kuraklık gibi uç (ekstrem) olaylar sıklaşmakta ve bu durum su kaynakları yönetimini daha karmaşık bir hale getirmektedir. Sulama ve tarımsal uygulamalarda verimlilik kayıpları yaşanmaktadır. Bu durum, su talebini artırmaktadır (Parmesan ve diğ., 2022).

Hidro-meteorolojik bir değişken olan yağış şiddeti de iklim değişikliğinin etkilediği bir unsur olarak öne çıkmaktadır. Türkiye'nin coğrafi konumu ve iklim çeşitliliği nedeniyle yağışlar büyük ölçüde değişkenlik göstermektedir. Bu değişkenlikler, gelecekteki su kaynakları yönetimi için büyük önem taşımaktadır. Yağışların

trendlerini ve risk değerlerini belirlemek, taşkın tahmini, baraj rezervuar kapasite hesapları ve su stresi altındaki bölgeler için kritik bir gerekliliktir. Özellikle yağışın az olduğu ve su ihtiya ının yüksek olduğu bölgelerde su kaynaklarının etkili bir şekilde yönetilmesi büyük bir önem taşımaktadır (Güçlü, 2018).

2022 yılı, Türkiye’de iklim değişikliğinin etkilerinin açıkça hissedildiği bir yıl olarak kayda geçmiştir. Sıcaklık ortalaması 0.6  C artarken, yağış ortalaması %12.1 azalmıştır. Bu değişiklikler ekstrem hava olaylarının artmasına ve yaygın kuraklık yaşanmasına yol açmıştır.  lke genelinde 1030 ekstrem olay yaşanmış ve kuraklık özellikle tarım, ormancılık ve diğer sektörlerde önemli kayıplara neden olmuştur. Bu durum, su kaynaklarının sürdürülebilir yönetimine yönelik daha fazla önlem alınması gerektiğini vurgulamaktadır (MGM,Url 1).

Ayrıca, su kaynaklarının yönetimi, gelecekteki iklim değişiklikleri ve yağış değişkenlikleri de dikkate alınarak ele alınmalıdır. İ lim değişikliğinin ekosistemler ve toplumlar üzerindeki etkileri, küresel sıcaklığın 1.5  C artması halinde daha da şiddetlenecektir (Rama ve diğ., 2022).

Bu tez çalışması, iklim değişikliğinin etkilerini anlamak için özellikle yağış verilerini incelemek amacıyla hazırlanmıştır. Tez, hidrometeorolojik bir veri olan yağış ölçümlerinin trend analizi için farklı yöntemlerin kullanılmasını ve bu yöntemlerin sonuçlarının karşılaştırılmalı olarak incelenmesini içermektedir. Mann-Kendall (MK) testi, Wilcoxon testi ve şen’in Yenilikçi Trend Analizi (YTA) yöntemleri bu çalışmanın temel araçlarıdır.

Özetlemek gerekirse, iklim değişikliği dünya genelinde yaşam alanlarımıza ciddi tehditler oluşurmaktadır. Türkiye’de 2022 yılında yaşanan iklim değişikliği etkileri, bu küresel tehdidin yerel düzeyde ne kadar etkili olduğunu gözler önüne sermiştir. Özellikle uluslararası kuruluşlar ve yerel yönetimler tarafından yapılan çeşitli incelemeler, bu durum acilen dikkate alınması gereken bir sorun olduğunu ortaya koymaktadır. Parmesan (2022), tarafından yayınlanan rapora göre, iklim değişikliğinin etkileri daha da artacak ve su kaynakları üzerindeki baskılar artacaktır. Bu nedenle, su kaynaklarının sürdürülebilir yönetimi, iklim değişikliği ile mücadelede kritik bir öneme sahiptir. Ayrıca, bu tez çalışması, su kaynaklarının gelecekteki değişen koşullara nasıl uyum sağlayabileceğini ve su kaynakları yönetimi

stratejilerinin nasıl güncellenebileceğini incelemek için önemli bir adım olarak kabul edilebilir.

1.1 Önceki Çalışmalar

Genel olarak, burada aktarılabilecek literatür özeti, hidrolojik ve meteorolojik verilerde trendleri analiz etmek için kullanılan yöntemlerin kapsamlı bir genel bakışını sunmaktadır. Bu özetle tartışılan yöntemler; yağış, sıcaklık, akış ve ekstrem olayların ilgili değerleri gibi çeşitli değişkenlerde trendleri tespit etmek için kullanılabilir. Hidro-meteorolojik verilerde trend analizi için çeşitli yöntemler mevcuttur. Bu yöntemlerin seçiminde verilerin özelliklerinin ve amaçlanan analizlerin dikkate alınması önemlidir. Literatür özeti, klasik trend testleri ve modern trend analiz yöntemleri olmak üzere iki başlıkta ele alınmıştır.

1.1.1 Klasik trend testleri

Mann-Kendall (MK) testi, Mann (1945) ve Kendall (1970) tarafından geliştirilen, zaman serisinde bir trendin varlığını veya olmadığını belirlemek için kullanılan parametrik olmayan bir testtir. Test, zaman içindeki gözlemlerin sıralanması ve bu sıralamaya göre bir dizi istatistiksel testin uygulanmasıyla gerçekleştirilir. Bu test, Kendall'ın Tau korelasyon katsayısını kullanarak hesaplanır. MK testinin avantajları arasında normal dağılım varsayımlarını gerektirmemesi ve değişkenlerin türüne bakılmaksızın uygulanabilmesiyatlabilmektedir. Dezavantajı ise belirlenen trendi sadece bütüncül (monotononik) olarak ortaya koymasıdır. (Mann, 1945; Kendall, 1970). Yazılan bu tezde, MK testi tek başına kullanılmayıp, diğer yöntemlerle birlikte destekleyici olarak kullanılması tercih edilmiştir.

Wilcoxon (1945), iki grubun karşılaştırılmasında kullanılan bir istatistiksel işaret testidir. Test, verilerin normal dağılım göstermediği durumlarda bile kullanılabilir. Testin istatistiksel gücü, farkların büyüklüğüne ve veri setinin büyüklüğüne bağlıdır. Wilcoxon İşaret Testi, tıbbi araştırmalarda, sosyal bilimlerde, mühendislikte ve diğer birçok alanda yaygın olarak kullanılmaktadır.

Sen (1968), Kendall'ın Tau korelasyon katsayısına dayalı bir regresyon katsayısı tahmincisi sunmuştur. Sen'in eğim tahmincisi, Kendall'ın Tau korelasyon katsayısına dayalı bir regresyon katsayısı tahmincisidir. Sen'in eğim tahmincisi, MK testinin sonuçlarını kullanarak, bağımsız değişkenler arasındaki ilişkinin doğrusal

olmayan yönünü tahmin etmektedir. Bu tahmin, daha sonra regresyon katsayısı tahmini için kullanılır. Sen'in eğim tahmincisi, özellikle normallik varsayımı karşılanmayan veya bağımsız değişkenler arasında doğrusal olmayan ilişki olduğu durumlarda faydalıdır.

Haan (1977), hidrolojik verilerin, genellikle düzensiz, eksik ve karmaşık olmasından kaynaklı, verilerin analizi için istatistiksel yöntemlerin kullanılması gerekliliğini vurgulamıştır. Çalışma, hidrolojide lineer regresyon ve trend analizinin temellerini ve hidrolojide kullanımına ilişkin örnekleri kapsamaktadır. Bu örnekler arasında, yağış ve akış arasındaki ilişkiyi analiz etmek, sıcaklık ve buharlaşma arasındaki ilişkiyi analiz etmek, gelecekteki yağış miktarını tahmin etmek ve hidrolojik trendleri belirlemek sayılabilir. Lineer regresyon, iki veya daha fazla değişken arasındaki ilişkiyi tanımlamak için kullanılan bir istatistiksel yöntemdir. Bu yöntem, bağımlı değişkenin (y) bağımsız değişken(ler) (x) tarafından açıklanan kısmını tahmin etmek için kullanılır. Trend analizi, zaman içinde bir değişkenin davranışını tanımlamak için kullanılan bir istatistiksel yöntemdir. Bu yöntem, değişkenin eğilimini, dalgalanmalarını ve mevsimselliğini belirlemek için kullanılır. Haan yaklaşımı, zaman serileri verilerinde trendi tahmin etmek için kullanılan bir yöntemdir. Bu yöntem, MK testinin sonuçlarını kullanarak, trendin eğilimini, dalgalanmalarını ve mevsimselliğini tahmin etmektedir (Haan 1977).

Pettitt (1979), zaman serisi verilerindeki değişim noktalarını belirlemek için parametrik olmayan bir yaklaşım önermiştir. Yöntem, her olası değişim noktasında bir test istatistiğinin hesaplanmasını ve test istatistiğini en üst düzeye çıkaran değişim noktasının seçilmesini içerir. Çalışma, yöntemin çeşitli simüle edilmiş ve gerçek veri kümelerinde etkinliğini göstermiştir.

Taylor ve Loftis (1989), su kalitesi değerlendirmesinde trend analizinin önemini tartışmıştır. Göl ve yeraltı suyu kalitesi zaman serisi verilerinde trendleri tespit etmek için çeşitli istatistiksel yöntemlerin bir karşılaştırmasını sunmuştur. Çalışma, MK testinin ve Sen'in eğim tahmincisinin su kalitesi verilerinde trendleri tespit etmek için etkili yöntemler olduğu sonucunu göstermiştir.

Chiew ve McMahon (1993), Avustralya nehirlerinin yıllık akışında trendleri tespit etmek için yeni bir yöntem geliştirmiştir. Yöntem, MK testine dayanmaktadır, ancak ek olarak verilerdeki otokorelasyonu hesaba katmıştır. Yazarlar, yeni yöntemin

Avustralya nehirlerinin yıllık akışında trendleri tespit etmede MK testinden daha güçlü olduğunu bulmuştur.

Hamed ve Rao (1998), otokorelasyonlu veriler için modifiye edilmiş bir MK trend testi önermiştir. Yöntemin geleneksel MK testinden daha güçlü olduğu ve otokorelasyonlu verilerde, trendleri daha iyi tespit edebildiği belirtilmiştir.

Lehmann ve D'Abrera (2006), sıralama yöntemine dayalı istatistiksel yöntemlerin bir derlemesini sunan kitap yazmıştır. Kitapta Kendall'ın Tau korelasyon katsayısının yanı sıra, Spearman'ın Rho korelasyon katsayısı ve Mann-Whitney U testi gibi diğer sıralama yöntemleri de tartışılmaktadır.

Karabulut ve Cosun (2007), Kahramanmaraş ilinde 1950-2005 yılları arasında ölçülmüş yağış verilerini kullanarak trend analizi gerçekleştirmiştir. Analiz sonucunda, yağış miktarının genel olarak arttığı, ancak bu artışın özellikle son yıllarda daha belirgin hale geldiği bulunmuştur.

Çiçek ve Ataol (2009), Türkiye'nin su potansiyelini belirlemek için yeni bir yaklaşım önermiştir. Yaklaşım, su kaynakları değerlendirmesi ve su talebi tahmininin bir kombinasyonuna dayanmaktadır.

Jhajharia ve diğ. (2009), Hindistan'ın kuzeydoğusundaki nemli koşullar altında buharlaşma trendlerinin zamansal özelliklerini araştırmıştır. Çalışmada, buharlaşmada önemli bir trend tespit edildiği ve bu trendin iklim değişikliğinden kaynaklanabileceği sonucuna varılmıştır.

Nalley ve diğ. (2013), Kanada'nın Ontario ve Quebec eyaletleri için 1967-2006 yılları arasındaki yüzey hava sıcaklığı verilerini kullanarak bir trend analizi gerçekleştirmiştir. Analiz sonucunda bölgedeki yüzey hava sıcaklığının genel olarak arttığı, ancak bu artışın özellikle son yıllarda daha belirgin hale geldiği bulunmuştur.

Saplıoğlu ve diğ. (2014), Türkiye'nin Batı Akdeniz Havzası'ndaki akış ve su kalitesi parametrelerindeki trendleri araştırmıştır. MK testini ve Sen'in eğim tahmincisini kullanarak trendleri belirlemiş ve miktarsal olarak ifade etmiştir. Sonuçlar akış ve su kalitesinde önemli trendler ortaya çıkarmıştır. Bu çalışma özellikle antropojenik (insan kaynaklı) faaliyetlerin sebep olduğu iklim değişikliğinin bölgedeki su kaynakları üzerindeki etkisini göstermiştir.

Jones ve diğ. (2015), Amerika Birleşik Devletleri'nin Tennessee Vadisi'ndeki yağışın zamansal değişkenliğini araştırmışlardır. Çalışmada yağışın mevsimsel değişkenliğinin yüksek olduğu ve iklim değişikliğinin yağışın zamansal değişkenliğini etkileyebileceği sonucuna varılmıştır.

Soldini ve Darvini (2017), İtalya'nın Marche bölgesi'nde ekstrem (uç) yağış istatistiklerinin bir analizini sunmuştur. Çalışma, çeşitli istatistiksel yöntemler kullanarak aşırı yağış olaylarının sıklığını, şiddetini ve süresini araştırmaktadır. Parametrik olmayan MK testi kullanılarak elde edilen sonuçlar, son birkaç on yılda aşırı yağış olaylarının sıklığında ve şiddetinde önemli bir artış olduğunu göstermiştir. Çalışma, aşırı yağış olaylarının etkilerini azaltmak için bunların daha iyi anlaşılması ve yönetilmesi ihtiyacını vurgulamıştır.

Xie ve diğ. (2018), Çin genelinde yağış trendlerinin istatistiksel önemindeki alansal ve zamansal varyasyonları araştırmıştır. Analiz, trendleri belirlemek ve nicel olarak ifade etmek için MK testi ve Sen'in eğim tahmincisini ve trendlerin önem düzeylerini değerlendirmek için Z-skor testini kullanmıştır. Sonuçlar, önemli uzamsal ve zamansal varyasyonları göstermekte ve trend analizinde bölgesel ve zamansal hususların önemini vurgulamaktadır.

Gao ve diğ. (2020), Kuzey Çin'deki Shanxi eyaletinde 1957-2019 yılları arasındaki yağış zaman serilerinde trend analizi gerçekleştirmişlerdir. Çalışmada, yıllık ve mevsimsel yağışlarda önemli bir azalma tespit edilmiştir.

Gadedjisso-Tossou ve diğ. (2021), Togo'nun kuzeyinde yağmur beslemeli tahıl verimleri için MK testi ve önem seviyesi ile yağış ve sıcaklık trend analizini gerçekleştirmiştir. Çalışmada, yağış ve sıcaklık trendlerinin tahıl verimleri üzerinde önemli bir etkiye sahip olduğu sonucuna varılmıştır.

Hordofa ve diğ. (2021), Etiyopya'daki Ziway Gölü Havzası'nda sıcaklık ve yağışın zamansal ve mekansal trend analizini gerçekleştirmiştir. Çalışmada sıcaklık ve yağışta önemli bir trend tespit edildiği görülmüştür.

Md Juber Alam ve Majumder (2022), Hindistan'ın Kolkata kentinde 1901-2020 yılları arasındaki yağış verilerini kullanarak trend analizi gerçekleştirmiştir. Analiz sonucunda, kentte yağış miktarının genel olarak arttığı, ancak bu artışın özellikle son yıllarda daha belirgin hale geldiği belirtilmiştir.

Herho ve Firdaus (2022), Endonezya'nın Kupang şehrinde günlük yağış verilerinin analizi ve istatistiksel tahminini gerçekleştirmişlerdir. Çalışmada, yağış verilerinde önemli bir trend tespit edilemediği, ancak yağışların mevsimsel değişkenliğinin yüksek olduğu sonucuna varılmıştır.

1.1.2 Modern trend analiz yöntemleri

Şen (2012), günümüzde son derece yaygın kullanılmaya başlayan yenilikçi trend analizi (YTA) metodolojisini önermiştir. Çalışmada, simüle edilmiş ve gerçek veri kümeleri kullanılarak değerlendirilmeler yapılmıştır. Sonuçlar, önerilen metodolojinin trendleri belirleme ve karakterize etmedeki etkinliğini göstermektedir. Önerilen metodolojinin hidroloji ve diğer alanlarda çeşitli trend analizi uygulamaları için potansiyelini vurgulamıştır.

Timbadiya ve diğ. (2013), Hindistan'ın Tapi Havzası'ndaki yıllık pik (uç) debi trendlerini ve olasılık dağılımlarını araştırmışlardır. Çalışmada, MK testi ve YTA, trendleri belirlemek için ve Gumbel dağılımı, yıllık pik (uç) debi olasılık dağılımları karakterize etmek için kullanılmıştır. Sonuçlar, iklim değişikliği ve antropojenik faaliyetlere atfedilen yıllık zirve akışlarında önemli trendler olduğunu göstermektedir.

Gocic ve Trajkovic (2013), Sırbistan'da MK ve Sen'in eğim tahmincisi testlerini kullanarak meteorolojik değişkenlerdeki eğilimleri analiz etmiştir. Çalışmada, yıllık sıcaklıkta önemli bir artış, yıllık yağışta ise önemli bir azalma tespit edilmiştir.

Sonali ve Kumar (2013), trend tespit yöntemleri ile Hindistan'da sıcaklık değişikliklerini tespit etmek için bu yöntemlerin uygulamalarını kapsamlı bir şekilde gözden geçirmiştir. Çalışmada, parametrik, parametrik olmayan ve hibrit yöntemleri içeren çeşitli trend tespit yöntemlerinin performansını değerlendirilmiştir. Sonuçlar, yöntem seçiminin, sıcaklık trendlerinin güvenilir bir şekilde tespit edilmesi için çok önemli olduğunu ve sonuçların güvenilir olması için birden fazla trend tespit yönteminin kullanılmasını önermektedir.

Şen (2014), trend analizinin hidrolojide önemini ve trend tespit yöntemlerinin etkinliğini vurgulamıştır. Çalışma, MK testi ve Sen'in eğim tahmincisi gibi geleneksel trend tespit yöntemlerinin yanı sıra, yenilikçi trend analiz yöntemlerini de

değerlendirmektedir. Yenilikçi trend analiz yöntemlerinin, özellikle kısa veya karmaşık veri kümeleri için geleneksel yöntemlerden daha etkili olabileceği gösterilmiştir.

Saplıoğlu (2015), MK testini, Sen'in eğim tahmincisini ve Şen'in grafik yöntemini birleştiren yeni bir trend analizi metodolojisi önermiştir. Yöntem, Türkiye'nin Burdur ve Isparta illerindeki sıcaklık ve yağış verileri trendlerini analiz etmek için uygulanmıştır. Sonuçlar, önerilen metodolojinin trendleri belirleme ve karakterize etmedeki etkinliğini göstermiştir.

Dabanlı ve diğ. (2016), YTA ve MK testinin hidrolojik ve meteorolojik verilerde trendleri tespit etmedeki performansını karşılaştırmışlardır. Otokorelasyonlu verilerde trendleri tespit etmede YTA'nın MK testinden daha güçlü olduğu bulunmuştur.

Şen (2017a), trend tespitinin önemli bir bileşeni olan trend istatistiksel anlamlılığının değerlendirilmesini ele almaktadır. Çalışma, geleneksel trend istatistiksel anlamlılık testlerinin bazı sınırlamalarını tartışarak, yenilikçi bir trend istatistiksel anlamlılık testi önermektedir. Önerilen test, geleneksel testlerden daha güçlü istatistiksel güce sahiptir ve daha az varsayıma dayanmaktadır.

Şen (2017b), trend analizinin temellerini ve çeşitli trend analizi yöntemlerini ele almıştır. Geleneksel trend analizi yöntemlerinin yanı sıra, yenilikçi trend analizi yöntemleri de çalışmada yer almaktadır. Çalışma, trend analizinin hidroloji, iklim bilimi, çevre bilimi ve diğer birçok alandaki uygulamalarına odaklanmaktadır.

Cui ve diğ. (2017), 1960-2015 yılları arasında Çin'in Yangtze Nehri Havzası'nda yıllık ve mevsimsel hava sıcaklığı ve yağış trendlerini araştırmak için YTA yöntemini kullanmıştır. Havzadaki yıllık ve mevsimsel hava sıcaklıklarının çalışma döneminde önemli ölçüde arttığı bulunmuştur. Havzadaki yıllık ve mevsimsel yağışlar, havzanın güney ve orta kesimlerinde önemli ölçüde azalırken, havzanın kuzey kesiminde önemli ölçüde artmıştır.

Mohorji ve diğ. (2017), modern trend analizi yaklaşımlarını gözden geçirmiştir. Çalışma, geleneksel trend analizi yaklaşımlarına göre modern trend analizi yaklaşımlarının avantajlarını vurgulamıştır. Bu avantajlar arasında daha fazla esneklik ve daha az varsayım sayılabilmektedir. Çalışma, küresel aylık sıcaklık verilerinde yenilikçi çoklu süreli trend analizi uygulamasına da odaklanmaktadır. Bu

uygulama, geleneksel trend analizi yaklaşımlarına göre daha fazla bilgi sağlayarak, trendin uzun vadeli davranışını daha iyi anlamamıza olanak tanımıştır.

Güçlü (2018a), hidrolojik ve meteorolojik verilerde trendleri analiz etmek için yeni bir yöntem olan yarı zaman serisi metodolojisini önermiştir. Zaman serisi ikiye bölünerek, iki yarıdaki eğilimler karşılaştırılmıştır. Yöntemin, geleneksel yöntemlerden daha duyarlı ve güçlü olduğu tespit edilmiştir.

Wang ve diğ. (2020), doğu Çin'deki Yangtze Nehri Deltası'ndaki yıllık ve mevsimlik yağışlardaki trendleri araştırmak için yenilikçi bir trend analizi yaklaşımı uygulamıştır. Çalışma, yağış verilerindeki trendleri belirlemek ve karakterize etmek için YTA yöntemini kullanmaktadır. Sonuçlar, yağış modellerinde meydana gelen karmaşık bir değişim desenini gösteren yıllık ve mevsimlik yağışlarda önemli trendler ortaya çıkarmaktadır.

Alashan (2020), hidrolojik ve meteorolojik verilerde trendleri tespit etmek için modifiye MK testi ve Şen'in yenilikçi trend analizi yönteminin bir kombinasyonunu önermiştir. Yöntem, otokorelasyonlu verilerde trendleri tespit etmede daha uygun bulunmuştur.

Güçlü (2020), klasik MK testi ve YTA ile karşılaştırarak trend analizi için geliştirilmiş bir görselleştirme yöntemi önermiştir. Yöntem, trendleri daha anlaşılır bir şekilde görselleştirmeyi hedeflemiştir.

Ghate ve Timbadiya (2022), Hindistan'ın Ahmedabad bölgesi için saatlik yağış verilerini kullanarak, olasılıksal yaklaşıma dayalı ekstrem yağış analizi, YTA ile yapılmıştır. Çalışmada, aşırı yağış olaylarının sayısında ve şiddetinde bir artış tespit edilmiştir.

Berhail ve diğ. (2022), Cezayir'in kuzeybatısındaki Macta Havzası'nda iklim değişikliği bağlamında meteorolojik kuraklık değerlendirmesi yapmıştır. Araştırmacılar, 1961-2020 arasındaki verileri kullanarak havzada kuraklık sıklığı, şiddeti ve süresinin zaman içinde nasıl değiştiğini belirlemek için Sen'in eğim tahmincisini, MK testi ve yakın zamanda geliştirilen YTA yöntemini kullanmışlardır.

Saplıoğlu ve Güçlü (2022), hidrolik verilerin trend analizi için Wilcoxon testi ve saçılma diyagramlarının bir kombinasyonunu önermiştir. Yöntem, Türkiye'nin Doğu Karadeniz Bölgesi'nde ölçülen akış verilerinin trendlerini analiz etmek için

uygulanmıştır. Sonuçlar, önerilen yöntemin trendleri belirleme ve karakterize etmedeki etkinliğini göstermiştir.

1.2 Tezin Amacı

Bu tez çalışması, hidrometeorolojik bir veri türü olan yağış ölçümlerinin, trend analizine odaklanarak incelemeyi amaçlamaktadır. Günümüzde, iklim değişikliği etkileri ile artan su kaynaklarına olan talep arasında bir denge kurulması zorunlu hale gelmiştir. İklim değişikliği nedeniyle mevsimsel değişiklikler, sel ve kuraklık gibi uç olaylar artmakta ve bu uç olaylar su kaynaklarına olan baskıyı artırmaktadır. Bu bağlamda, hidrometeorolojik verilerin trend analizi, su kaynaklarının sürdürülebilir yönetimi için hayati bir öneme sahiptir.

Tez, geleneksel trend analizi yöntemi olan MK testi ve modern yöntem olan YTA yaklaşımının yanı sıra, Wilcoxon testi ve saçılma diyagramı kombinasyonu yöntemini içermektedir. Bu yöntemler, hidrometeorolojik verilerdeki trendleri daha hassas bir şekilde belirlemek ve karakterize etmek için kullanılacaktır. Ayrıca, bu çalışma hidrometeorolojik verilerin değişen eğilimlerini daha açık bir şekilde görselleştirmek amacıyla saçılma diyagramını ve kombin olarak Wilcoxon testinin kullanımını teşvik edecektir.

Bu tez, hidrometeorolojik verilerin trend analizi alanında kıyaslamalı ve pratik bir katkı sağlamayı hedeflemektedir. Elde edilecek sonuçlar, su kaynakları yönetimi, su yapılarının tasarımında ve iklim değişikliği ile mücadele konularında karar alıcıların daha iyi bilgilendirilmesine yardımcı olacaktır.

2. YÖNTEM

Bu çalışma, verilerin incelenmesi ve analizi için çeşitli istatistiksel yöntemleri içeren bir metodolojiyi benimsemektedir. İlk olarak, zaman içindeki trendleri belirlemek amacıyla klasik yöntemlerden olan Man-Kendall (MK) testi kullanılmıştır. Ardından, daha kapsamlı bir perspektif için modern yöntemlerden Yenilikçi Trend Analizi (YTA) uygulanmıştır. Ayrıca, bu çalışma, klasik ve modern analiz yöntemlerini birleştirerek, verilerin dağılımını değerlendirmek ve istatistiksel anlamlılığı ortaya çıkarmak amacıyla Wilcoxon testi ve saçılma diyagramını kullanmaktadır. Bu yöntemlerin bir araya getirilmesi, çalışmanın kapsamlı bir analitik yaklaşım sunmasına olanak tanımaktadır.

2.1 Mann-Kendall Testi

Mann-Kendall (MK) testi (Mann, 1945; Kendall, 1970), zaman serisindeki verilerin trendlerini belirlemek ve zamanla olan ilişkilerini değerlendirmek için kullanılan bir istatistiksel yöntemdir. Bu test, veri setindeki sıralı gözlemleri analiz eder ve trendin artan, azalan veya değişmeyen bir yapıda olup olmadığını belirlemeye yardımcı olur. Mann-Kendall testi, zaman serisi verilerinin istatistiksel özelliklerini anlamak için güçlü bir araçtır.

Mann-Kendall testi, zaman serisinin $X = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$ olduğu veri setinde uygulanmak istenildiğinde ilk olarak Mann-Kendall istatistiği olan S değeri (Denklem 2.1 ve 2.2) elde edilir.

$$S = \sum_{i=1}^{n-1} \sum_{j=i+1}^n \text{sgn}(x_j - x_i) \quad (2.1)$$

$$\text{sgn}(x_j - x_i) = \begin{cases} +1 & x_j - x_i > 0 \\ 0 & x_j - x_i = 0 \\ -1 & x_j - x_i < 0 \end{cases} \quad (2.2)$$

İstatistiksel çıkarımlar için temel hipotezler şu şekildedir: H_0 hipotezi, S istatistiğinin sıfıra eşit olduğunu ifade eder ($S = 0$) veya sıfırdan farklı olan değer in güven aralığı içinde kaldığını gösterir. Bu durumda zaman serisinde bir trendin olmadığı anlamına gelir. H_1 hipotezi ise S istatistiğinin sıfırdan farklı olduğunu ve güven aralığı dışına çıktığını belirtir ($S \neq 0$), yani zaman serisinde belli bir önem düzeyinde bir trendin bulunduğunu gösterir.

Mann-Kendall istatistiği S hesaplandıktan sonra, düzeltilmiş varyans $Var(S)$ (Denklem 2.3) hesaplanır. Daha sonra, elde edilen S ve $Var(S)$ değerleri kullanılarak normal dağılım test istatistiği olan Z_{MK} değeri Denklem 2.4 ile bulunur.

$$Var(S) = \frac{n(n-1)(2n+5)}{18} \quad (2.3)$$

$$Z_{MK} = \begin{cases} \frac{S-1}{\sqrt{Var(S)}} & S > 0 \\ 0 & S = 0 \\ \frac{S+1}{\sqrt{Var(S)}} & S < 0 \end{cases} \quad (2.4)$$

Genellikle, kabul edilen bir anlamlılık düzeyi üzerinden hipotez testi gerçekleştirilir ve elde edilen sonuçlar, zaman serisindeki olası trendin varlığı veya yokluğu hakkında çıkarımlar yapmak için kullanılır. Anlamlılık düzeyi, %99 güven aralığında ve %1 önem düzeyinde Z_{MK} değeri -2.58 ‘den küçük ve $+2.58$ ‘den büyük , %98 güven aralığında ve %2 önem düzeyinde Z_{MK} değeri -2.33 ‘den küçük ve $+2.33$ ‘den büyük, %95 güven aralığında ve %5 önem düzeyinde Z_{MK} değeri -1.96 ‘dan küçük ve $+1.96$ ‘dan büyük, %90 güven aralığında ve %10 önem düzeyinde Z_{MK} değeri -1.645 ‘den küçük ve $+1.645$ ‘ten büyüktür.

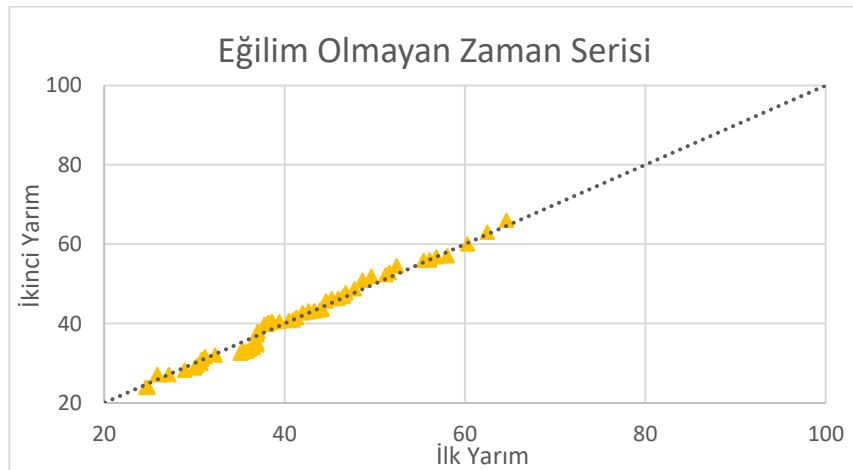
2.2 Yenilikçi Trend Analizi

Yenilikçi Trend Analizi (YTA) (Şen, 2012), zaman içindeki veri setlerindeki trendleri ve desenleri belirlemek için geliştirilmiş modern bir yöntemdir. Bu analiz, veri setindeki değişiklikleri daha hassas bir şekilde değerlendirebilir ve gelecekteki eğilimleri tahmin etmek için daha kapsamlı bir perspektif sunabilir. YTA, geleneksel yöntemlere göre daha güçlü ve esnek bir analitik araç sunar.

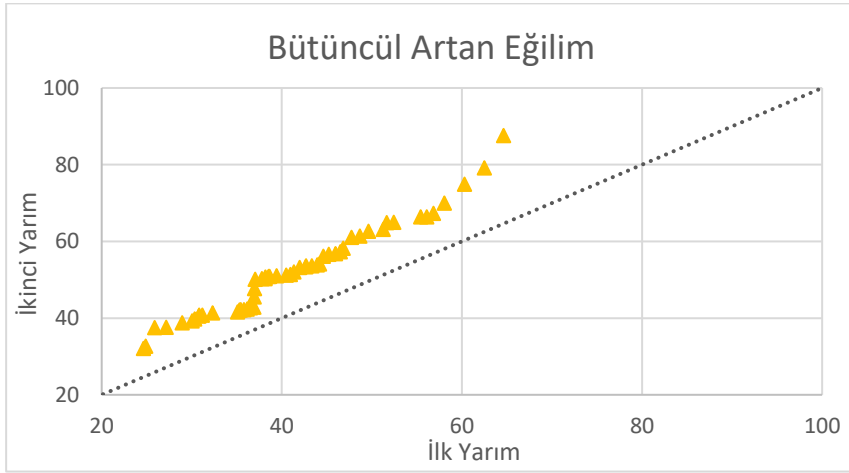
YTA, bütüncül veya bütüncül olmayan eğilimleri görsel olarak tanımlayarak önemli avantajlar sağlar ve uygulaması oldukça kolaydır. Zaman serisinin $X = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$ olduğu n elemanlı veri seti, $y_{1,n/2} = \{x_1, x_2, \dots, x_{n/2}\}$ ve $y_{2,n/2} = \{x_{(n/2)+1}, x_{(n/2)+2}, \dots, x_n\}$ olmak üzere iki eşit parçaya ayrılır. Daha sonra, her iki seri de küçükten en büyüğe (Denklem 2.4'te gösterildiği gibi) veya büyüktен küçüğe sıralanır.

$$\begin{aligned} \{s_1\} &= \{\min(y_{1,n/2}), \dots, x_i, \dots, \max(y_{1,n/2})\} (1 \leq i \leq n/2) \\ \{s_2\} &= \{\min(y_{2,n/2}), \dots, x_j, \dots, \max(y_{2,n/2})\} (1 \leq j \leq n/2) \end{aligned} \quad (2.4)$$

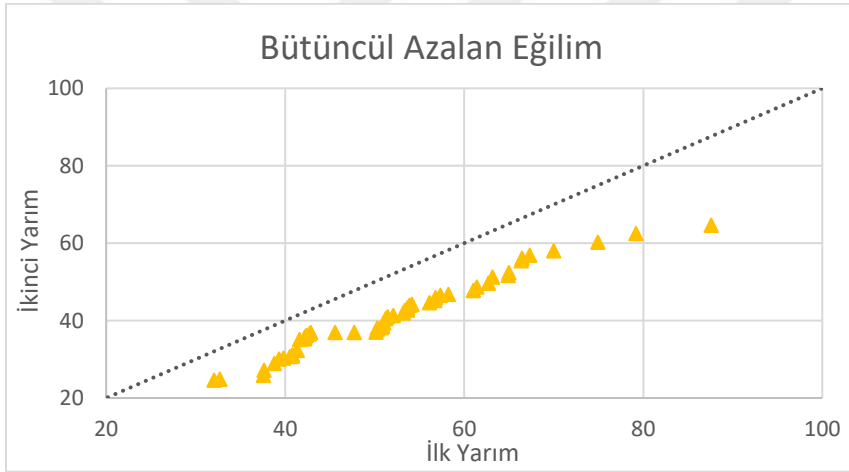
YTA yöntemi, zaman serisinin öğeleri üzerinde bu bölünmüş yapının avantajını kullanarak, eğilimlerin görsel şekilde tanımlamasını sağlar. Belirlenen serilerden ilk yarım olan $\{s_1\}$ serisini yatay eksen, ikinci yarım olan $\{s_2\}$ serisini de dikey eksen üzerinde saçılma diyagramı oluşturarak görselleştirir. Saçılma grafiği ile oluşan veri dağılımı sonucunda elde edilebilecek beş farklı durum vardır. Bu durumlar veri dağılımının 1:1 doğrusuna göre konumlandırılmasına göre belirlenir. Veri dağılımı 1:1 doğrusunun tam olarak üzerindeyse (Şekil 2.1) trend yok demektir. Şekil 2.2 (Şekil 2.3)' de görüldüğü gibi tüm veriler 1:1 doğrusunun tamamen üst (alt) kısmında kalıyor ve 1:1 doğru çizgisinden giderek uzaklaşıyorsa bütüncül artan (azalan) trend vardır. Bunların haricinde, 1:1 doğru çizgisinin alt kısmından üst kısmına bir geçiş var ise bütüncül olmayan artan trend vardır (Şekil 2.4). Tam tersi durumda ise bütüncül olmayan azalan trend mevcuttur (Şekil 2.5).



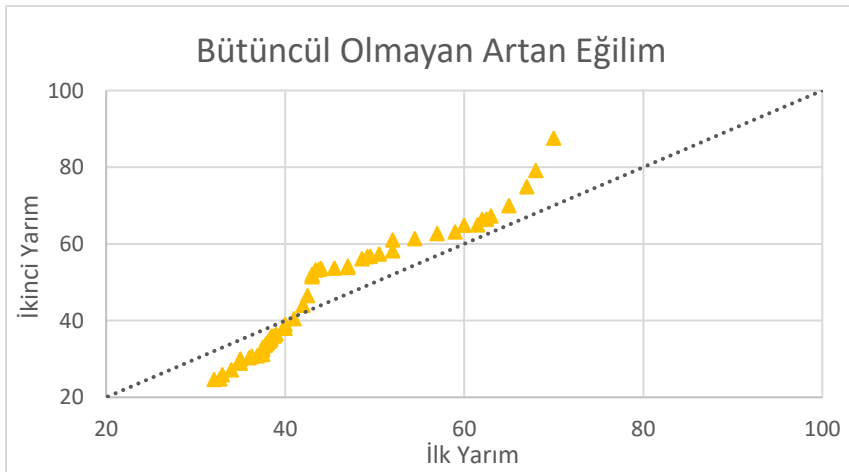
Şekil 2.1 : Trend Yok



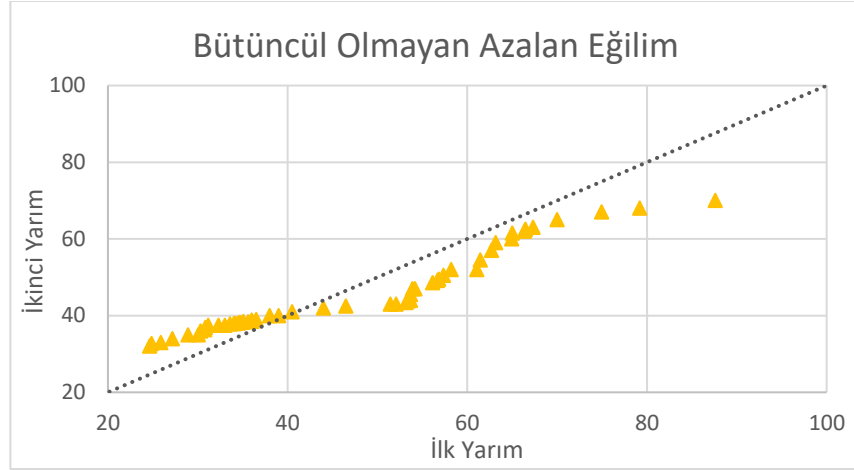
Şekil 2.2 : Bütüncül Artan Trend



Şekil 2.3 : Bütüncül Azalan Trend



Şekil 2.4 : Bütüncül Olmayan Artan Trend



Şekil 2.5 : Bütüncül Olmayan Azalan Trend

2.3 Wilcoxon Testi ve Saçılma Diyagramı

Wilcoxon (1945) testi, eşlenik değerler arasındaki farklılıkları değerlendirmek için kullanılan bir istatistiksel testtir. Bu çalışma kapsamında, Wilcoxon testi, veri setlerindeki istatistiksel anlamlılığı belirlemek ve farklı gruplar arasındaki ilişkiyi incelemek için kullanılmıştır. Ayrıca, saçılma diyagramı, verilerin dağılımını görselleştirmek ve anlamak için kullanılan bir araçtır. Bu yöntemler, klasik ve modern analiz yaklaşımlarını birleştirerek kapsamlı bir istatistiksel değerlendirme sunmaktadır.

Wilcoxon testi, ikiye ayrılmış veri grubundaki farkları göz önüne alarak iki değişkenin dağılımının aynı olup olmadığını test etmeye çalışır. Zaman serisinin $X = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$ olduğu n elemanlı veri seti, $X_{1,n/2} = \{x_1, x_2, \dots, x_{n/2}\}$ ve $X_{2,n/2} = \{y_1, y_2, \dots, y_{n/2}\}$ olmak üzere iki eşit parçaya ayrılır. İkiye ayrılmış veri grubundaki farklar Denklem 2.5’de belirtildiği gibi mutlak içerisinde hesaplanır. Bu mutlak değerler, küçükten büyüğe sıralanarak numaralandırılır.

$$|D_i| = |Y_i - X_i| \quad (2.5)$$

Bu sıra numaralarına ilgili satırın orijinal farkına denk gelen işaret verilir. Artı işaretli sıralamaların toplamı (T^+) ve eksi işaretli sıralamaların toplamı (T^-) denklem 2.6’de belirtildiği şekilde toplanarak T değeri elde edilir.

$$T = T^+ + T^- \quad (2.6)$$

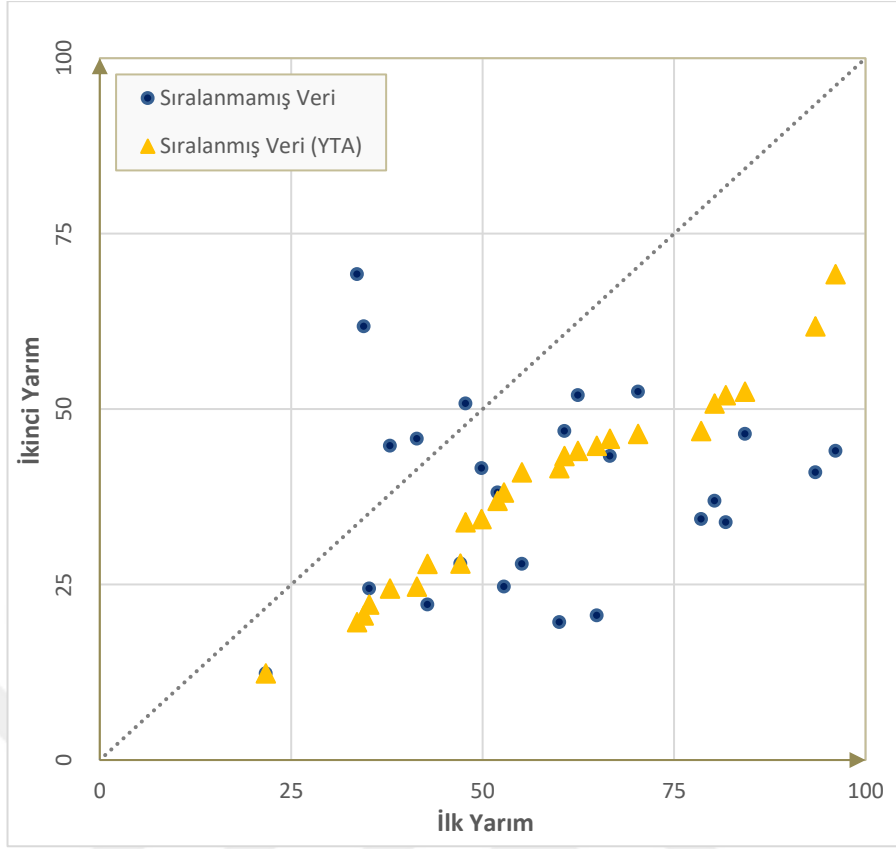
Veri kümesi $n > 10$ olduğunda örnek küme dağılımı, standart normal dağılıma yaklaşacağı için Z_w değeri (Denklem 2.7) ve standart sapması (Denklem 2.8) aşağıda yer aldığı şekilde hesaplanır. Hipotez, μ_T değerinin sıfır olmasına dayandığından bu değer sıfır olarak kabul edilir ($\mu_T = 0$). Sıfır hipotezinde T^+ ve T^- değerlerinin birbirine eşit olması beklenir.

$$Z_w = \frac{T - \mu_T}{\sigma_T} = \frac{T}{\sigma_T} \quad (2.7)$$

$$\sigma_T = \sqrt{\frac{n(n+1)(2n+1)}{6}} \quad (2.8)$$

Wilcoxon testi sonucunda elde edilmiş olan Z_w , MK eğilim testinde elde edilmiş olan Z_{MK} gibi sayısal bir analiz sunarak kıyaslanabilmesine olanak sağlamaktadır. Anlamlılık düzeyi, %99 güven aralığında ve %1 önem düzeyinde Z_w değeri -2.58 'den küçük ve $+2.58$ 'den büyük, %98 güven aralığında ve %2 önem düzeyinde Z_w değeri -2.33 'den küçük ve $+2.33$ 'den büyük, %95 güven aralığında ve %5 önem düzeyinde Z_w değeri -1.96 'dan küçük ve $+1.96$ 'dan büyük, %90 güven aralığında ve %10 önem düzeyinde Z_w değeri -1.645 'den küçük ve $+1.645$ 'ten büyüktür.

Wilcoxon testi ile beraber elde edilen saçılma diyagramı aynı zamanda, YTA yönteminde olduğu gibi grafiksel bir sonuç ortaya koymaktadır. YTA yönteminde olduğu gibi iki yarıya bölünen ancak sıralanmayan veriler, ilk yarım yatay ekseninde ikinci yarım dikey ekseninde olacak şekilde saçılma diyagramını oluşturur. Aynı veri kullanılarak yapılan YTA ve saçılma diyagramı arasındaki ilişki, Şekil 2.6'da görülmektedir. Özetle, Wilcoxon testi, sıralanmamış ilk ve ikinci yarıya ait verilerin farklarını dikkate alarak istatistiksel analiz için kullanılmaktadır. Son olarak, trend, Şekil 2.6'daki saçılma diyagramı ile görselleştirilerek ve istatistik değeri (Z_w) ile sayısallaştırılarak belirlenmektedir.



Şekil 2.6 : Sıralanmamış ve sıralanmış verilerin saçılma diyagram farkı



3. UYGULAMA

3.1 Çalışma Alanı ve Veriler

Türkiye, coğrafi konumu nedeniyle çeşitli iklim koşullarına sahip bir ülkedir. Akdeniz kıyıları, Ege kıyıları ve Marmara Denizi çevresinde bulunan bölgelerde, yazlar sıcak ve kuru; kışlar ise ılıman ve yağışlı geçmektedir. Karadeniz kıyıları ise, özellikle kuzeyde, yıl boyunca sürekli ve yoğun yağışlara maruz kalmaktadır. Bu bölgeleri çevreleyen iç bölgelerde ise genellikle karasal iklim etkilidir, yazlar sıcak ve kuru, kışlar ise soğuk ve kar yağışlıdır. Türkiye'nin iklim çeşitliliği, farklı meteorolojik koşulları ve hidrometeorolojik olayları beraberinde getirir, bu da özellikle yağış verilerinin değişkenliği açısından önemli bir zemin oluşturmaktadır.

Çalışma kapsamında seçilen istasyonlar, genellikle Akdeniz İklimi etkisi altında bulunmaktadır. Manavgat, Finike, Köyceğiz, Milas, Erdemli, Gazipaşa ve Çeşme gibi yerlerde genellikle sıcak ve kuru yazlar, ılıman ve yağışlı kışlar görülmektedir. Gökçeada ise ılıman deniz iklimi etkisi altındadır. Burada yazlar ılıman, kışlar ise genellikle ılık ve yağışlı geçer. İstasyonların coğrafi konumları Şekil 3.1'de; enlem, boylam, rakım ve havza bilgileri Çizelge 3.1'de verilmiştir.



Şekil 3.1 : İstasyonların coğrafi konumları (Google Earth®)

Çizelge 3.1 : İstasyon Bilgileri

İstasyon Adı	Enlem	Boylam	Rakım (m)	Havza Adı
Manavgat	36.7895	31.4410	38	Antalya
Finike	36.3024	30.1458	2	Batı Akdeniz
Köyceğiz	36.9700	28.6869	24	Batı Akdeniz
Milas	37.3027	27.7804	57	Batı Akdeniz
Erdemli	36.6268	34.3380	7	Doğu Akdeniz
Gazipaşa	36.2715	32.3045	21	Doğu Akdeniz
Çeşme	38.3036	26.3724	5	Küçük Menderes
Gökçeada	40.1910	25.9075	79	Marmara

Tez kapsamında kullanılan veriler, Meteoroloji Genel Müdürlüğü (MGM) tarafından elde edilmiştir ve 1989 ile 2020 yılları arasındaki otuz iki yıllık dönemi içermektedir. Yıllık; 30, 60 ve 120 dakikalık maksimum yağış ölçümleri, belirtilen istasyonlardan elde edilmiştir ve analiz için kullanılmıştır. Çalışmada ele alınan standart zamanlı maksimum yağış değerleri, taşkın açısından değerlendirme yapılabilmesi için uygun zamanları temsil etmektedir.

Gökçeada, Çanakkale ilinin bir ilçesidir. Ege Denizi'nde yer alır. Enlemi 40° 20' 00" Kuzey, boylamı 26° 00' 00" Doğu'dur. Ilıman deniz iklimi etkisi altındadır. Gökçeada, turizm ve balıkçılıkla önemli bir gelir kaynağına sahiptir. İlçede, Gökçeada Barajı ve Kaleköy Barajı gibi barajlar bulunmaktadır. Gökçeada Barajı, ilçenin içme ve sulama suyu ihtiyacını karşılamaktadır. Kaleköy Barajı ise, tarımsal sulama ve rekreasyon amaçlı kullanılmaktadır.

Çeşme, Ege Denizi kıyısında yer alır ve İzmir ilinin bir ilçesidir.. Enlemi 38° 11' 00" Kuzey, boylamı 26° 32' 00" Doğu'dur. Akdeniz iklimi etkisi altındadır. Çeşme, turizm ve balıkçılıkla önemli bir gelir kaynağına sahiptir. İlçede, Çeşme Barajı ve Alaçatı Barajı gibi barajlar bulunmaktadır. Çeşme Barajı, ilçenin içme ve sulama suyu ihtiyacını karşılamaktadır. Alaçatı Barajı ise, tarımsal sulama ve rekreasyon amaçlı kullanılmaktadır.

Milas, Muğla ilinin Ege Denizi kıyısında yer alan bir ilçesidir. Enlemi 37° 15' 00" Kuzey, boylamı 27° 00' 00" Doğu'dur. Akdeniz iklimi etkisi altındadır. Milas, turizm ve tarımla önemli bir gelir kaynağına sahiptir. İlçede, Milas Barajı ve Gökçeova Barajı gibi barajlar bulunmaktadır. Milas Barajı, ilçenin içme ve sulama suyu ihtiyacını karşılamaktadır. Gökçeova Barajı ise, tarımsal sulama ve rekreasyon amaçlı kullanılmaktadır. Köyceğiz de, Muğla ilinin bir ilçesidir. Akdeniz kıyısında

yer alır. Enlemi 37° 00' 00" Kuzey, boylamı 28° 30' 00" Doğu'dur. Akdeniz iklimi etkisi altındadır. Köyceğiz, turizm ve tarımla önemli bir gelir kaynağına sahiptir. İlçede, Köyceğiz Barajı ve Yeşilyuva Barajı gibi barajlar bulunmaktadır.

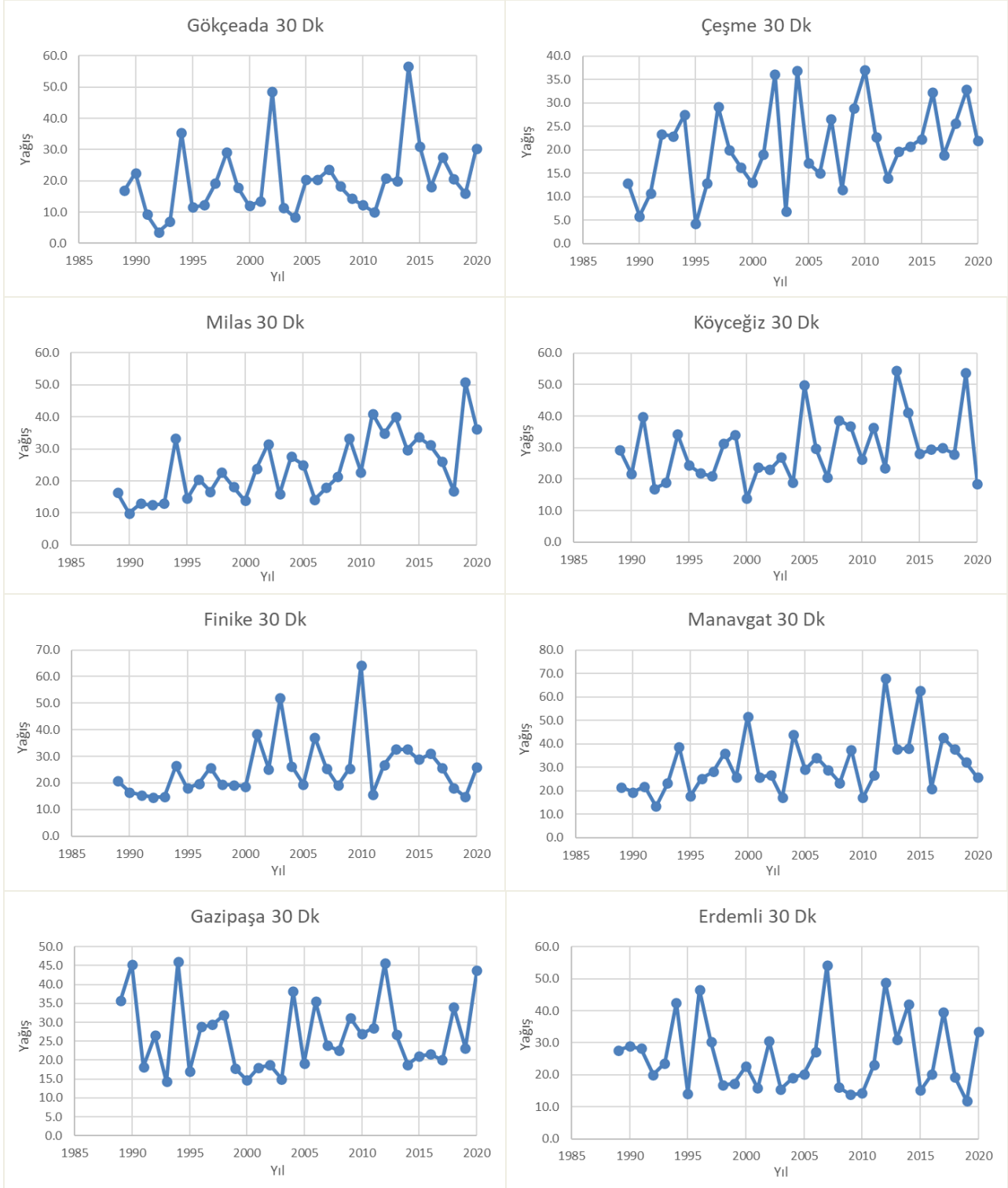
Akdeniz kıyısında yer alan Finike, Antalya ilinin bir ilçesidir.. Enlemi 36° 15' 00" Kuzey, boylamı 30° 30' 00" Doğu'dur. Akdeniz iklimi etkisi altındadır. Finike, turizm ve tarımla önemli bir gelir kaynağına sahiptir. İlçede, Adrasan Barajı ve Göynük Barajı gibi barajlar bulunmaktadır. Adrasan Barajı, ilçenin içme ve sulama suyu ihtiyacını karşılamaktadır. Göynük Barajı ise, tarımsal sulama ve rekreasyon amaçlı kullanılmaktadır.

Manavgat, Akdeniz Bölgesi'ndedir ve Antalya ilinin bir ilçesidir. 36° 52' 30" Kuzey enlemi ile 31° 25' 00" Doğu boylamı arasında yer alan Manavgat, Akdeniz ikliminin etkisi altındadır. Yazları sıcak ve kurak, kışları ılıman ve yağışlı geçer. Manavgat, Türkiye'nin su kaynakları açısından da önemli bir yere sahiptir. Manavgat Nehri, ilçenin en önemli su kaynağıdır. Nehir, ilçenin önemli bir kısmında sulama ve içme suyu olarak kullanılmaktadır.

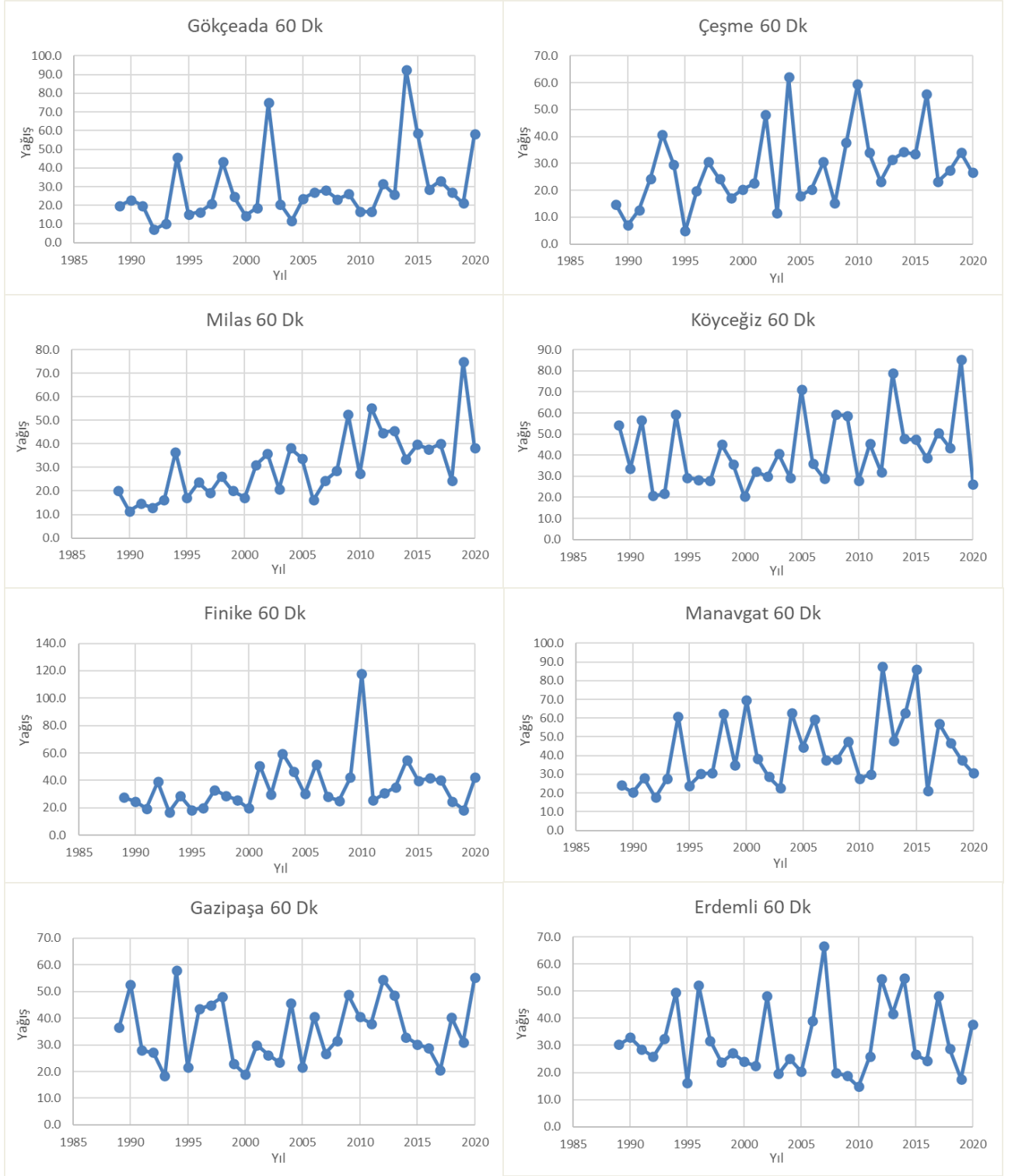
Gazipaşa, Mersin ilinin bir ilçesidir. Akdeniz kıyısında yer alır. Enlemi 36° 45' 00" Kuzey, boylamı 32° 25' 00" Doğu'dur. Akdeniz iklimi etkisi altındadır. Gazipaşa, turizm ve tarımla önemli bir gelir kaynağına sahiptir. İlçede, Anamur Barajı ve Gazipaşa Barajı gibi barajlar bulunmaktadır. Anamur Barajı, ilçenin içme ve sulama suyu ihtiyacını karşılamaktadır. Gazipaşa Barajı ise, tarımsal sulama ve rekreasyon amaçlı kullanılmaktadır.

Mersin ilinin ilçelerinden biri olan Erdemli, Akdeniz kıyısında yer alır. Enlemi 36° 35' 00" Kuzey, boylamı 34° 15' 00" Doğu'dur. Akdeniz iklimi etkisi altındadır. Erdemli, turizm ve tarımla önemli bir gelir kaynağına sahiptir. İlçede, Erdemli Barajı ve Kızkalesi Barajı gibi barajlar bulunmaktadır. Erdemli Barajı, ilçenin içme ve sulama suyu ihtiyacını karşılamaktadır. Kızkalesi Barajı ise, tarımsal sulama ve rekreasyon amaçlı kullanılmaktadır.

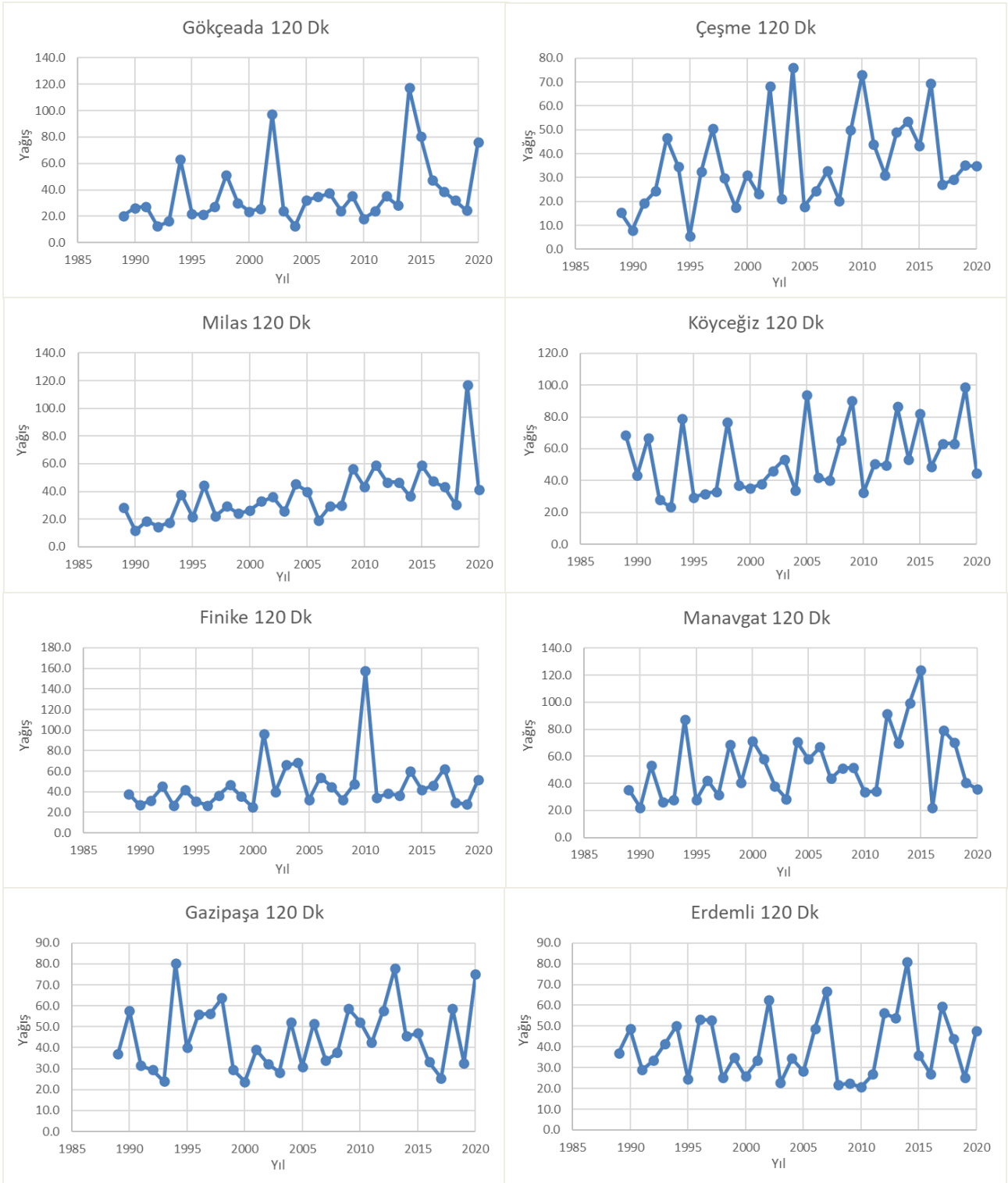
Belirtilen bu istasyonlara ait 30 dk'lık maksimum yağış zaman serisi grafikleri Şekil 3.2'de, 60 dk'lık maksimum yağış zaman serisi grafikleri Şekil 3.3'te ve 120 dk'lık maksimum yağış zaman serisi grafikleri Şekil 3.4'te gösterildiği gibidir.



Şekil 3.2 : İstasyonların 30 dk'lık maksimum yağış grafikleri



Şekil 3.3 : İstasyonların 60 dk'lık maksimum yağış grafikleri



Şekil 3.4 : İstasyonların 120 dk'lık maksimum yağış grafikleri

3.2 Bulgular

Yağış verilerine ait trend analizleri, gelecekteki su kaynakları yönetimi için kritik bir öneme sahiptir. Artan yağış miktarı, sulama ve içme suyu ihtiyaçlarının karşılanmasında kolaylık sağlayacaktır. Ancak, şiddetli ve kısa süreli yağışlar, sel ve taşkın gibi riskleri de artırmaktadır. Bu nedenle, su kaynakları yönetiminde bu riskleri göz önünde bulundurmak gerekmektedir.

Bu tez kapsamında Türkiye'nin Ege ve Akdeniz kıyı şeridinde yer alan Çeşme, Erdemli, Finike, Gazipaşa, Gökçeada, Köyceğiz, Manavgat ve Milas ilçelerinde, 1989-2020 yılları arasındaki 32 yıllık yağış verileri incelenmiştir. Analiz sonuçlarına göre, bu ilçelerde yıllık yağış miktarında genel olarak artış eğilimi görülmüştür. Bu artış, Akdeniz ikliminin etkisinin artmasına veya iklim değişikliğinin etkilerinin hissedilmeye başlamasına bağlanabilir.

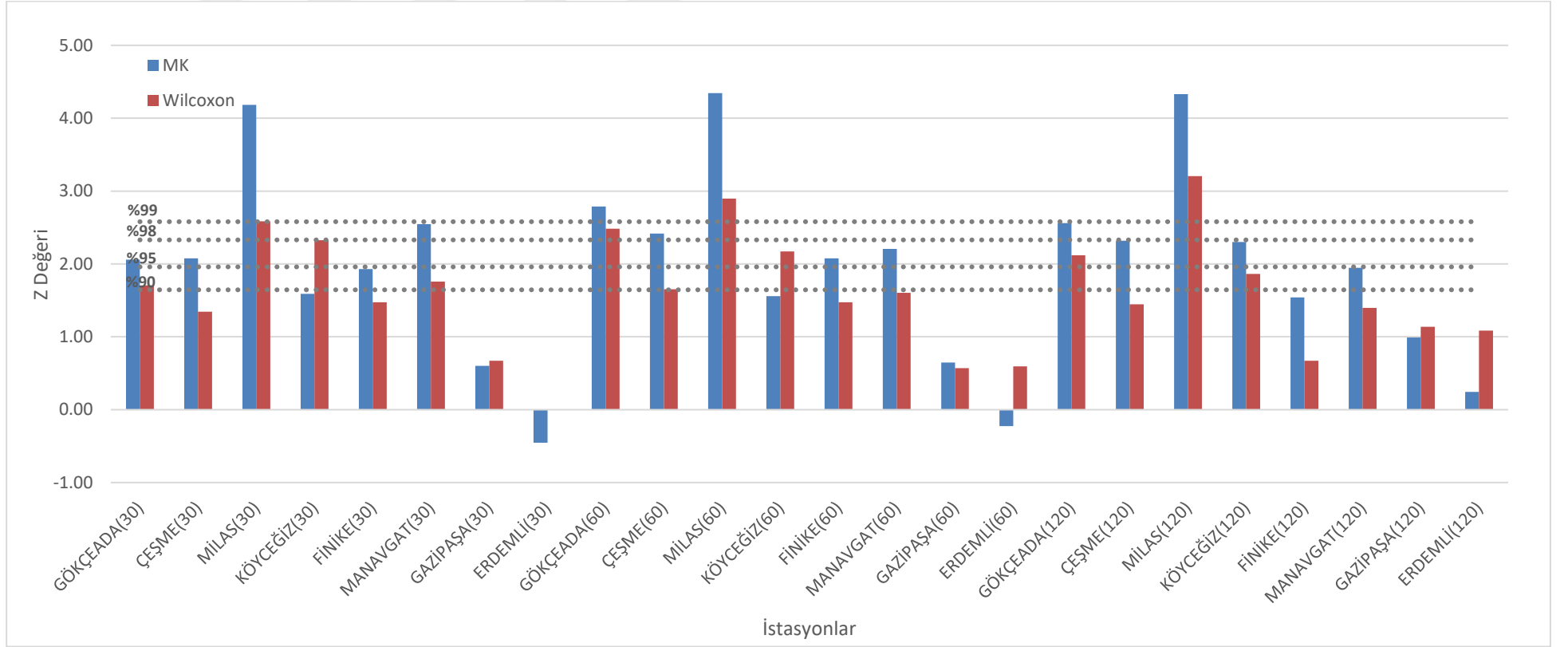
Analiz kapsamında ilk olarak zaman serisi grafikleri incelenmiş, ardından MK ve Wilcoxon testlerinin sonuçları incelenmiştir. Sonrasında YTA ile trend analizleri gerçekleştirilmiştir. Analizlerde MGM'den alınan 1989-2020 yılları arasındaki 30 dk, 60 dk ve 120'dk'lık maksimum yağış verileri kullanılmıştır.

YTA ve Wilcoxon uygulanırken veriler ikiye bölünmüştür. 1989-2004 yılları arasındaki 16 yıllık veriler ilk yarım, 2005-2020 arasındaki 16 yıllık veriler ise ikinci yarım verileri olarak kullanılmıştır. MK ve Wilcoxon testi her istasyon için ayrı uygulanmıştır. 30 dk, 60 dk ve 120 dk'lık yağış verileri ve sekiz istasyon için (MK testi için 24, Wilcoxon için 24 ve YTA için 24) toplamda görsel ve sayısal olmak üzere 24'der sonuç elde edilmiştir ve anlamlı azalan trende hiç rastlanmamıştır. Bazı istasyonlarda trend yok kararı verilirken genellikle artan trend tespit edilmiştir.

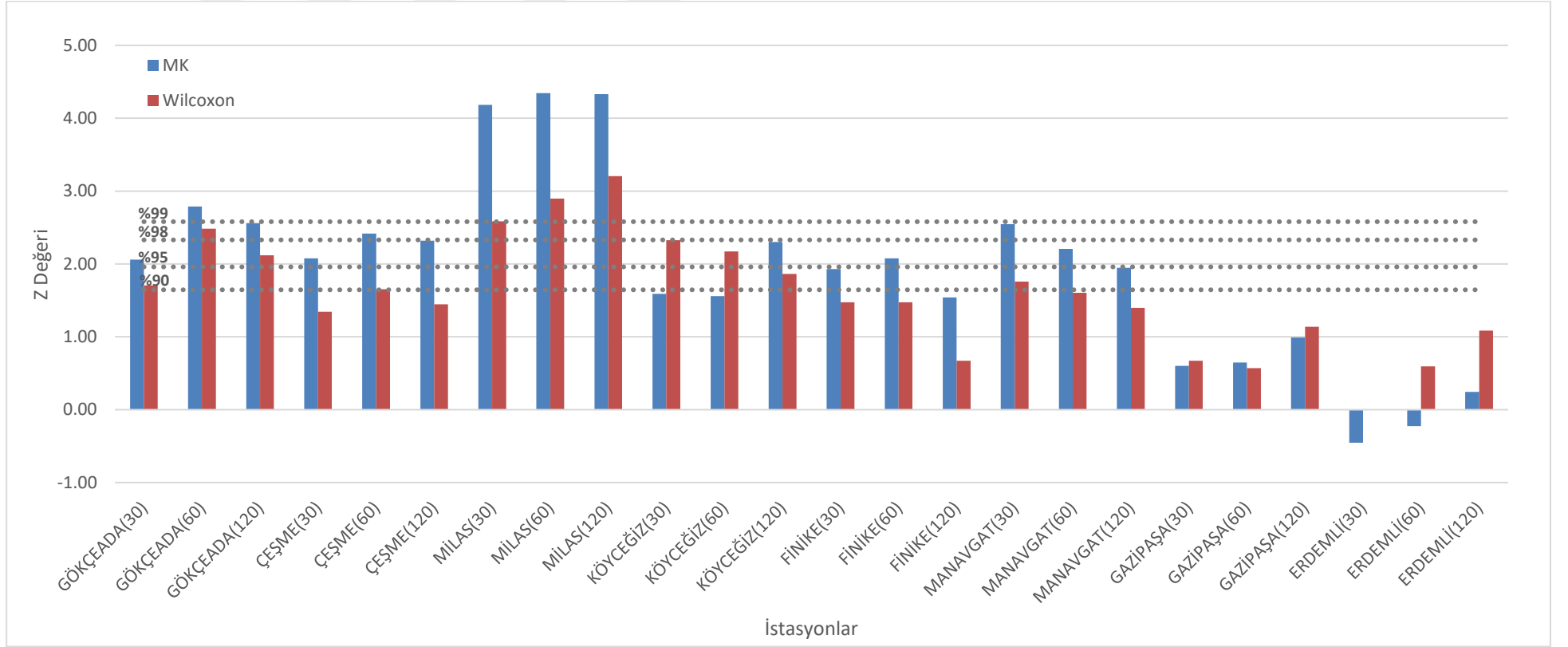
MK ve Wilcoxon sonuçları, coğrafi konum sıralaması ile 30 dk ,60 dk ve 120 dk'lık maksimum yağış veri analizlerinin gruplandırılması ile karşılaştırmalı olarak Şekil 3.5 ; yine coğrafi konum sıralaması ile istasyon bazlı analizlerin gruplandırılması ile karşılaştırmalı ise Şekil 3,6' da görülmektedir. Belirtilen şekiller sonucunda 30, 60 ve 120 dk'lık verilerin analizlerinde benzer örüntüler ortaya çıktığı, coğrafi olarak Ege ile Akdeniz birleşiminde bulunan istasyonlarda bariz bir trend artışı olduğu ve bu artışın Akdeniz'in iç istasyonlarında azaldığı net olarak gözlemlenmektedir.

MK ve Wilcoxon sonuçlarının istatistiksel sonuçları Çizelge 3.2’de incelenebilmektedir. Sonuçlar, istasyon bazında trend grafikleri ve istatistiksel değerleriyle detaylı olarak paylaşılmıştır.





Şekil 3.5 : Z_{MK} ve Z_W değerlerinin güven aralığına göre karşılaştırılması (Maksimum yağış süreleri bazlı gruplandırma)



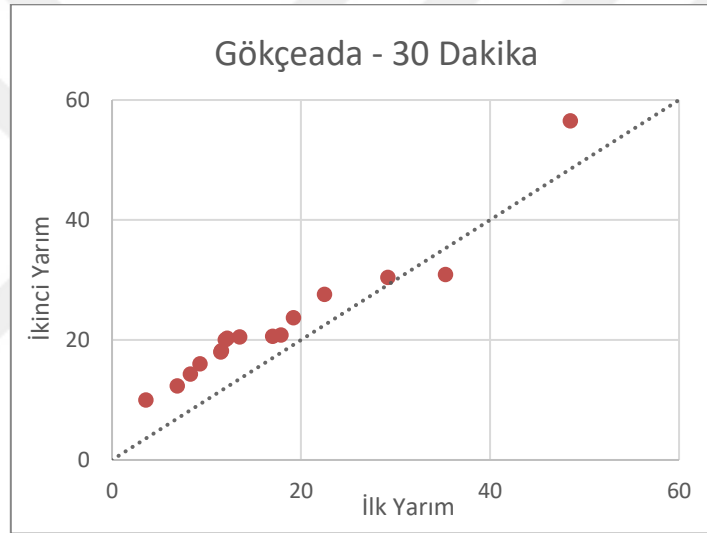
Şekil 3.6 : Z_{MK} ve Z_W değerlerinin güven aralığına göre karşılaştırılması. (İstasyon bazlı gruplandırma)

Çizelge 3.2 : MK ve Wilcoxon testi sonuçları

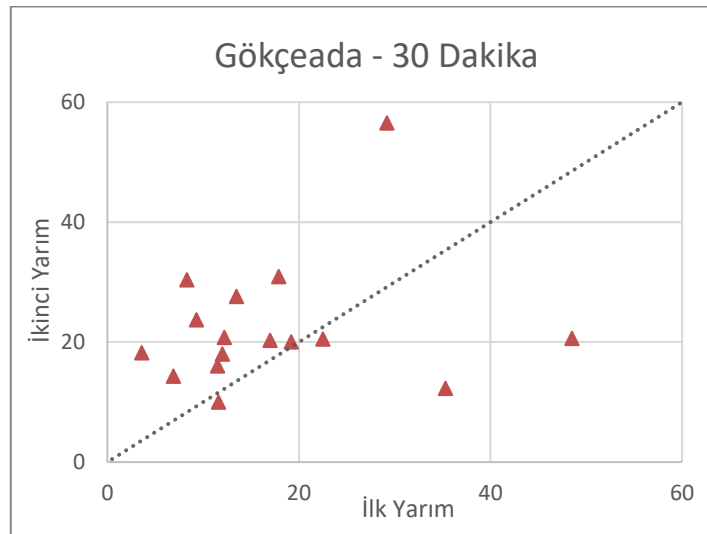
Standart Süre	İstasyon Adı	Z _{MK}	Z _{MK} göre Önem Düzeyindeki Trendler				Z _W	Z _W göre Önem Düzeyindeki Trendler			
			%10	%5	%2	%1		%10	%5	%2	%1
30 dk	Çeşme	2.08	Var (+)	Var (+)	Yok	Yok	1.34	Yok	Yok	Yok	Yok
	Erdemli	-0.45	Yok	Yok	Yok	Yok	0.00	Yok	Yok	Yok	Yok
	Finike	1.93	Var (+)	Yok	Yok	Yok	1.47	Yok	Yok	Yok	Yok
	Gazipaşa	0.60	Yok	Yok	Yok	Yok	0.67	Yok	Yok	Yok	Yok
	Gökçeada	2.06	Var (+)	Var (+)	Yok	Yok	1.71	Var (+)	Yok	Yok	Yok
	Köyceğiz	1.59	Yok	Yok	Yok	Yok	2.33	Var (+)	Var (+)	Yok	Yok
	Manavgat	2.55	Var (+)	Var (+)	Var (+)	Yok	1.76	Var (+)	Yok	Yok	Yok
	Milas	4.18	Var (+)	Var (+)	Var (+)	Var (+)	2.59	Var (+)	Var (+)	Var (+)	Var (+)
60 dk	Çeşme	2.42	Var (+)	Var (+)	Var (+)	Yok	1.65	Var (+)	Yok	Yok	Yok
	Erdemli	-0.23	Yok	Yok	Yok	Yok	0.59	Yok	Yok	Yok	Yok
	Finike	2.08	Var (+)	Var (+)	Yok	Yok	1.47	Yok	Yok	Yok	Yok
	Gazipaşa	0.65	Yok	Yok	Yok	Yok	0.57	Yok	Yok	Yok	Yok
	Gökçeada	2.79	Var (+)	Var (+)	Var (+)	Var (+)	2.48	Var (+)	Var (+)	Var (+)	Yok
	Köyceğiz	1.56	Yok	Yok	Yok	Yok	2.17	Var (+)	Var (+)	Yok	Yok
	Manavgat	2.21	Var (+)	Var (+)	Yok	Yok	1.60	Yok	Yok	Yok	Yok
	Milas	4.35	Var (+)	Var (+)	Var (+)	Var (+)	2.90	Var (+)	Var (+)	Var (+)	Var (+)
120 dk	Çeşme	2.32	Var (+)	Var (+)	Yok	Yok	1.45	Yok	Yok	Yok	Yok
	Erdemli	0.24	Yok	Yok	Yok	Yok	1.09	Yok	Yok	Yok	Yok
	Finike	1.54	Yok	Yok	Yok	Yok	0.67	Yok	Yok	Yok	Yok
	Gazipaşa	0.99	Yok	Yok	Yok	Yok	1.14	Yok	Yok	Yok	Yok
	Gökçeada	2.56	Var (+)	Var (+)	Var (+)	Yok	2.12	Var (+)	Var (+)	Yok	Yok
	Köyceğiz	2.30	Var (+)	Var (+)	Yok	Yok	1.86	Var (+)	Yok	Yok	Yok
	Manavgat	1.95	Var (+)	Yok	Yok	Yok	1.40	Yok	Yok	Yok	Yok
	Milas	4.33	Var (+)	Var (+)	Var (+)	Var (+)	3.21	Var (+)	Var (+)	Var (+)	Var (+)

3.3 Analiz ve Yorumlar

Gökçeada istasyonuna ait 30 dk'lık maksimum yağış verileri ile yapılan MK testi sonucunda Z_{MK} 2.06 bulunurken; Wilcoxon analizi sonucunda elde edilen Z_W değeri 1.71 olarak bulunmuştur. MK testinde %5 önem aralığında pozitif yönde eğilim bulunurken, Wilcoxon'da %10 önem aralığında pozitif yönde eğilim vardır sonucuna ulaşılmıştır. Yapılan YTA'da ise Şekil 3.7'de görüldüğü gibi bütüncül artan eğilim olduğu net bir şekilde söylenebilir. Sıralanmamış veriler ile elde edilen saçılma diyagramı, Şekil 3.8'deki gibidir. Genel olarak verilerin artan trend bölgesinde saçıldığı görülmektedir. Anlamlılık düzeyi ise yukarıda belirtildiği üzere %10 mertebesindedir.

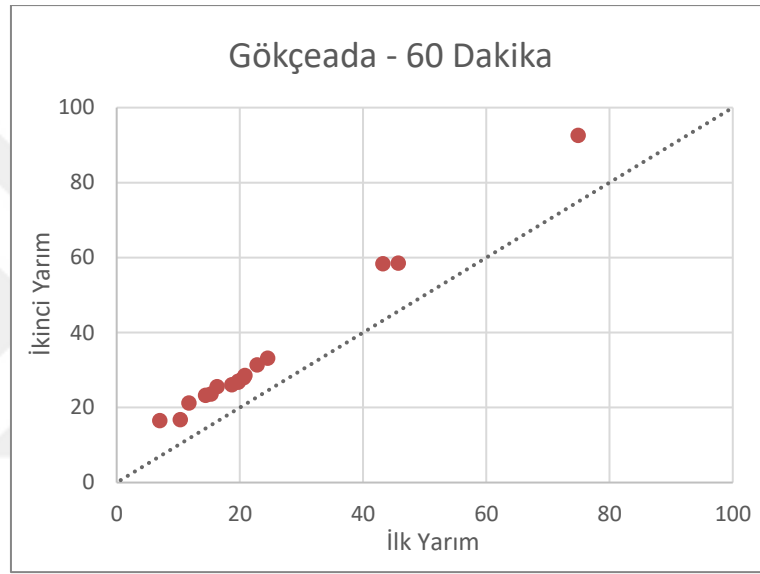


Şekil 3.7 : Gökçeada - 30dk'lık maksimum yağış verisi YTA grafiği

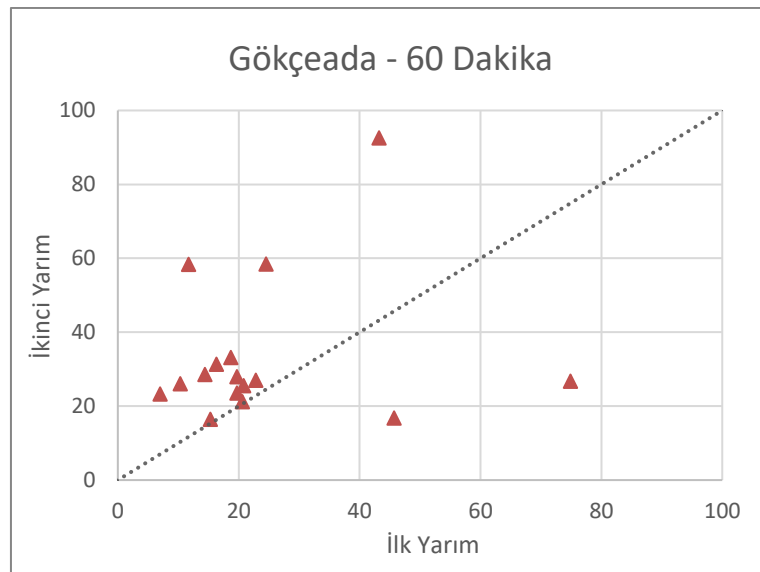


Şekil 3.8 : Gökçeada - 30dk'lık maksimum yağış verisi saçılma grafiği

Aynı istasyonda ölçülen 60 dk'lık maksimum yağış değerleri MK testine tabii tutulduğunda Z_{MK} 2.79 hesaplanmıştır. Bu verilerin Wilcoxon testi ile hesaplanan Z_W değeri 2.48 bulunmuştur. İki analizde de %2 önem aralığında pozitif yönde eğilim bulunmuştur. MK testinde %1 önem aralığında pozitif yönde eğilim bulunurken aynı önem aralığında Wilcoxon'da trend tespit edilememiştir. Yapılan YTA'da ise bütüncül artan eğilim olduğu Şekil 3.9'de görülmektedir. Şekil 3.10'a bakılacak olursa, sıralanmamış verilerin saçılma diyagramı, eğilimin artan trend olduğunu ifade etmektedir. Artan trendin anlamlılık düzeyi ise Wilcoxon testi sonucuna göre %2 tespit edilmiştir.

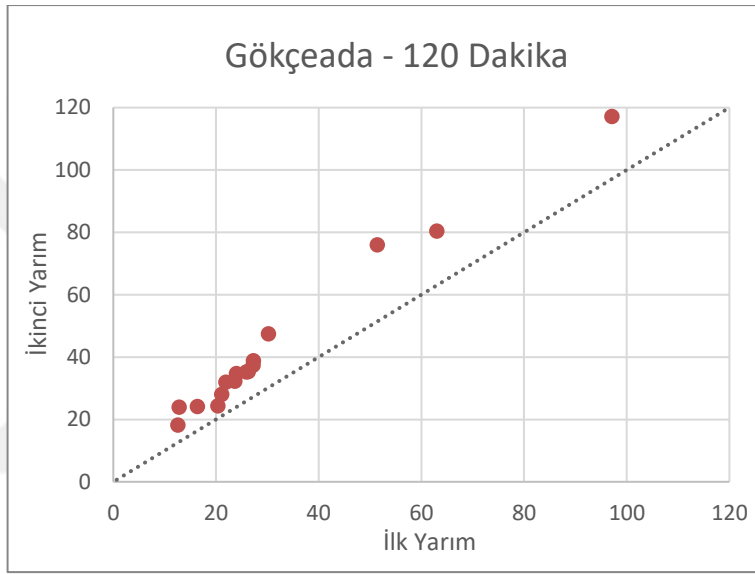


Şekil 3.9 : Gökçeada - 60dk'lık maksimum yağış verisi YTA grafiği

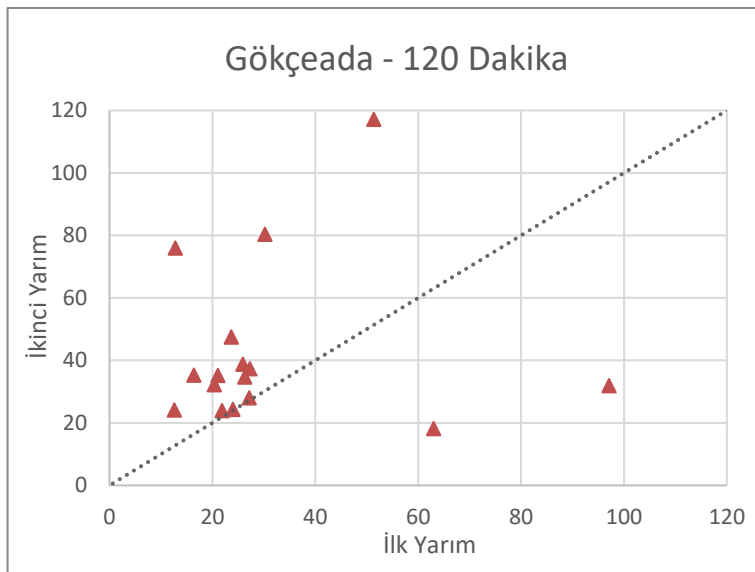


Şekil 3.10 : Gökçeada - 60dk'lık maksimum yağış verisi saçılma grafiği

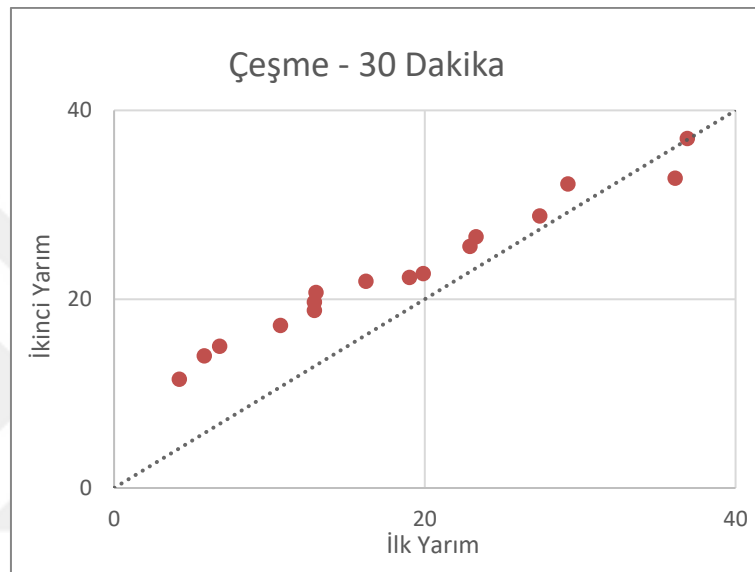
Yine aynı meteoroloji istasyonunda ölçülen 120 dk'lık maksimum yağış değerleri ile yapılan MK testi sonuçlarına göre, Z_{MK} değeri 2.56 olarak bulunmuştur. Bu veri seti için yapılan Wilcoxon analizi, Z_W değerini, 2.12 olarak ortaya çıkarmıştır. İki analizde de %5 önem düzeyinde pozitif yönde bir eğilim saptanmıştır. MK testinde %2 önem düzeyinde pozitif eğilim gözlemlenirken, Wilcoxon analizinde aynı önem düzeyinde bir eğilim tespit edilememiştir. Yapılan YTA sonuçları, Şekil 3.11'de açıkça görülen bütüncül artan eğilimi desteklemektedir. Şekil 3.12'ye bakıldığında, sıralanmamış verilerin saçılma diyagramı artan bir eğilimi yansıtmaktadır. Artan trendin anlamlılık düzeyi, Wilcoxon testi sonuçlarına göre %5 olarak belirlenmiştir.



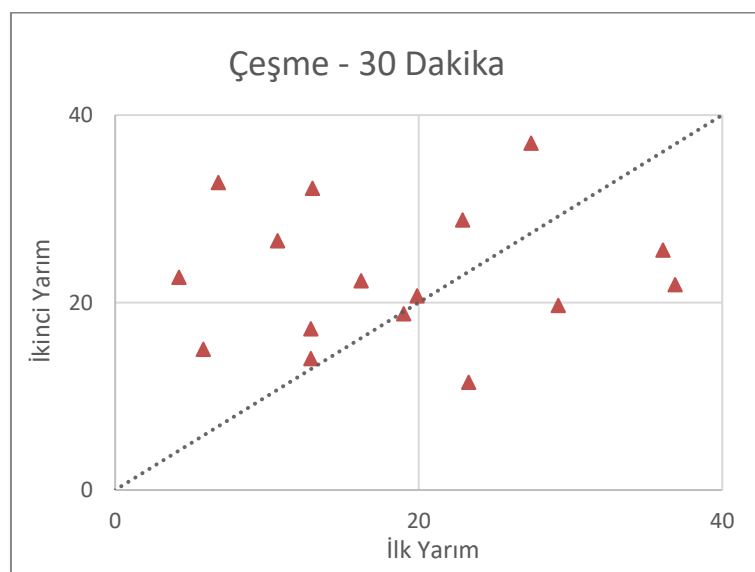
Şekil 3.11 : Gökçeada - 120dk'lık maksimum yağış verisi YTA grafiği



Şekil 3.12 : Gökçeada - 120dk'lık maksimum yağış verisi saçılma grafiği

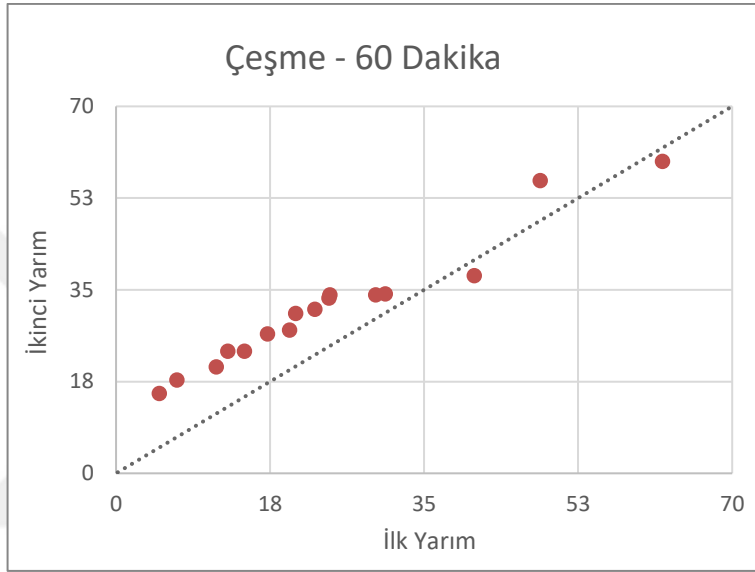


Şekil 3.13 : Çeşme - 30dk'lık maksimum yağış verisi YTA grafiği

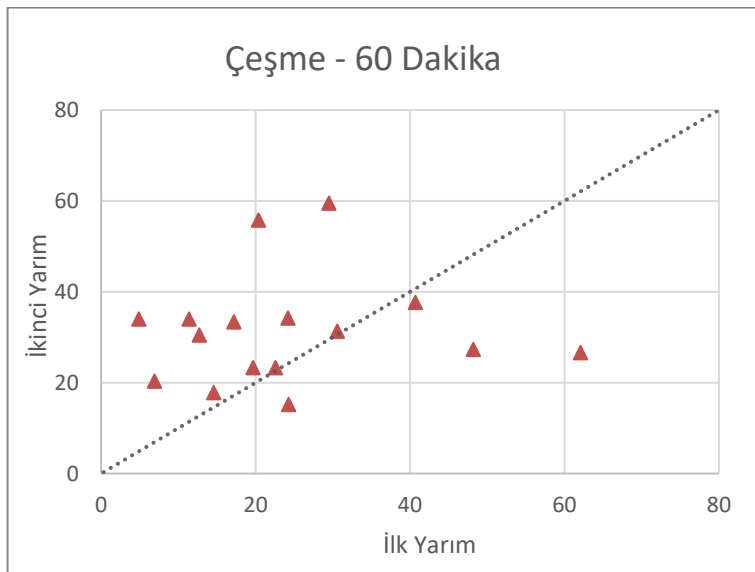


Şekil 3.14 : Çeşme - 30dk'lık maksimum yağış verisi saçılma grafiği

Aynı istasyonuna ait 60 dk'lık maksimum yağış verileri ile yapılan MK testi sonucunda Z_{MK} 2.42 bulunurken; Wilcoxon analizi sonucunda elde edilen Z_W değeri 1.65 olarak bulunmuştur. Wilcoxon test sonucuna göre %10 önem aralığında pozitif yönlü eğilim bulunurken MK'da %2 önem aralığında pozitif yönlü trend tespit edilmiştir. Yapılan YTA'da ise bütüncül artan eğim olduğu Şekil 3.15'de görülmektedir. Şekil 3.16'ya bakıldığında, sıralanmamış verilerin saçılma diyagramı, eğilimin artan bir trendi yansıttığını göstermektedir. Artan trendin anlamlılık düzeyi ise Wilcoxon testi sonucunda belirtildiği üzere %10 mertebesindedir.

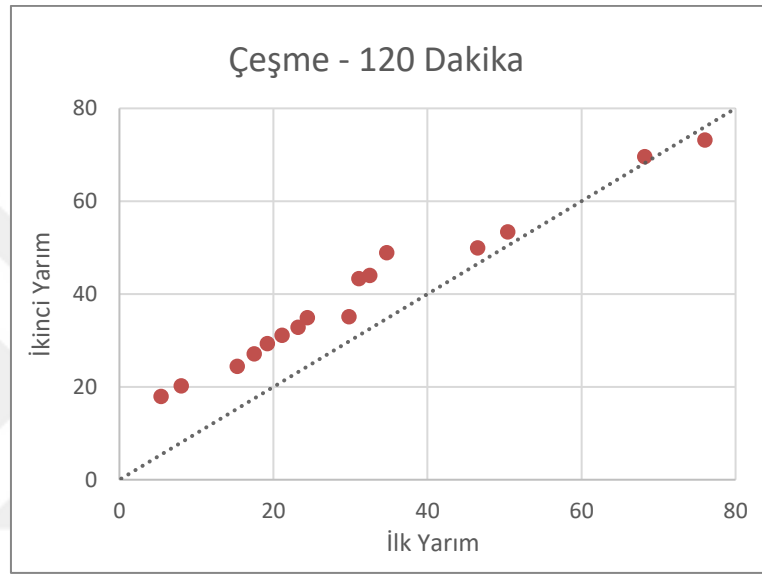


Şekil 3.15 : Çeşme - 60dk'lık maksimum yağış verisi YTA grafiği

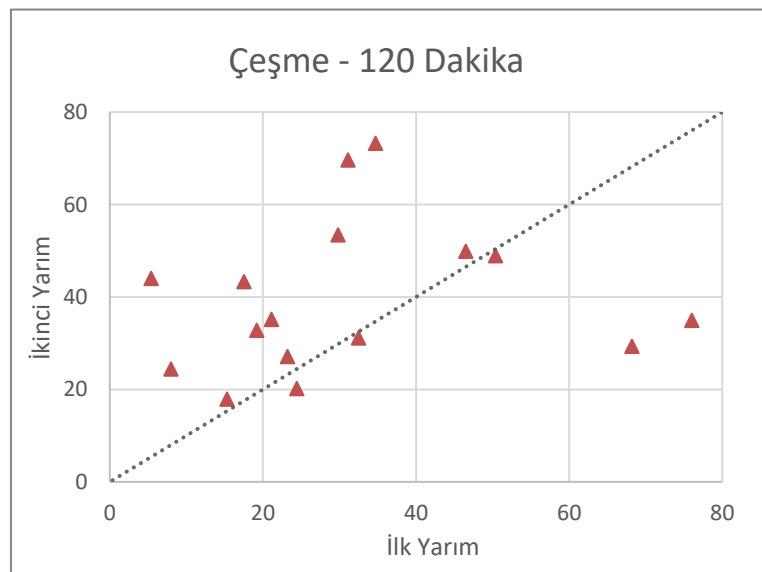


Şekil 3.16 : Çeşme - 60dk'lık maksimum yağış verisi saçılma grafiği

Aynı meteoroloji istasyonunda ölçülen 120 dakikalık maksimum yağış değerleri, MK testi sonuçlarına göre Z_{MK} değerini 2.32 olarak belirlemiştir. Aynı veri seti üzerinde yapılan Wilcoxon analizi ise Z_W değerini 1.45 olarak ortaya çıkarmıştır. Wilcoxon test sonucuna göre hiçbir trend bulunamazken MK’da %5 önem aralığında pozitif yönlü trend tespit edilmiştir. Şekil 3.17’de net bir şekilde görülen bütüncül artan eğilim, yapılan YTA sonuçlarına göre ifade edilebilmektedir. Sıralanmamış veriler ile elde edilen saçılma diyagramı, şekil 3.18’de olduğu şekilde Wilcoxon test sonucunu destekler nitelikte net bir trendi ifade etmemektedir.

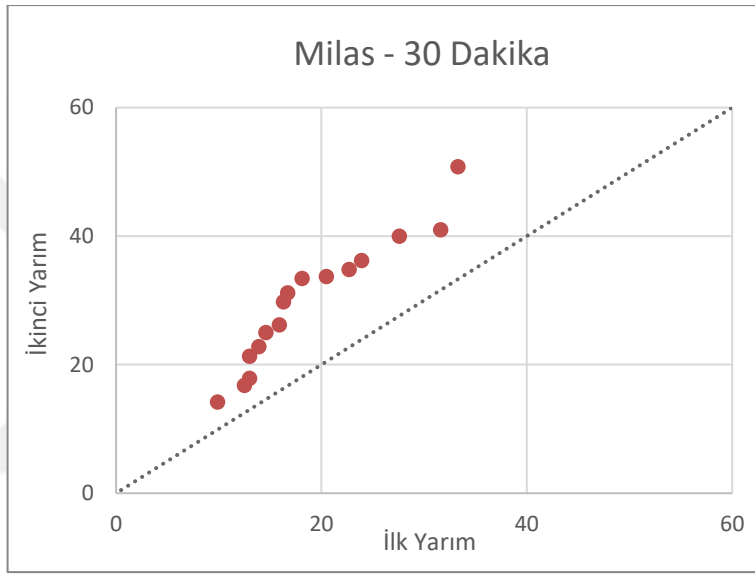


Şekil 3.17 : Çeşme - 120dk’lık maksimum yağış verisi YTA grafiği

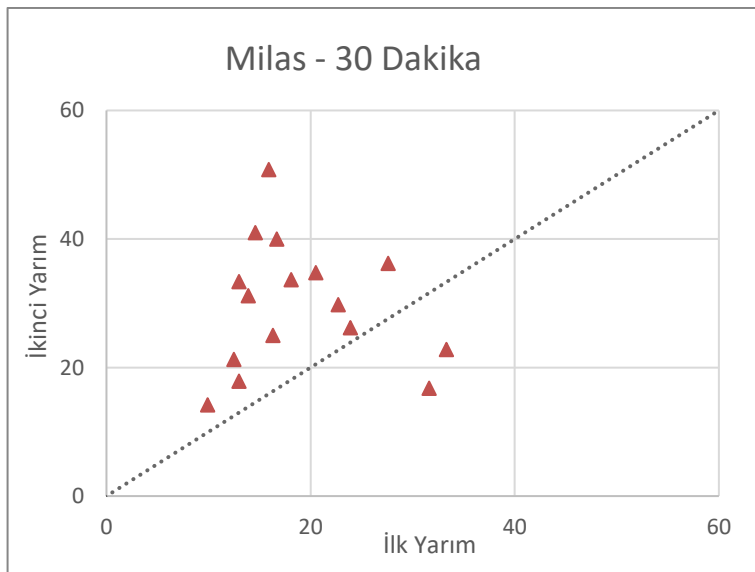


Şekil 3.18 : Çeşme - 120dk’lık maksimum yağış verisi saçılma grafiği

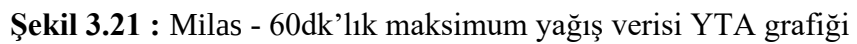
Milas gözlem istasyonuna ait 30 dakikalık maksimum yağış verileri MK testi sonuçlarına göre değerlendirilmiş olup, Z_{MK} değeri 4.18 olarak belirlenmiştir. Aynı veri seti üzerinde yapılan Wilcoxon analizi sonuçlarına göre ise Z_W değeri 2.59 olarak tespit edilmiştir. Her iki analizde de %1 önem düzeyinde pozitif yönlü bir eğilim gözlemlenmiş ve bu durum YTA sonuçlarıyla da doğrulanmıştır. Şekil 3.19'daki bütüncül artan eğim, verilerde pozitif yönlü bir eğilimin varlığını net bir şekilde ortaya koymaktadır. Sıralanmamış verilerle elde edilen saçılma diyagramı, şekil 3.20'deki gibi olup, Wilcoxon analizinde elde edilmiş olan %1 önem düzeyinde pozitif yönlü eğilimi açıkça yansıtmaktadır.



Şekil 3.19 : Milas - 30dk'lık maksimum yağış verisi YTA grafiği



Şekil 3.20 : Milas - 30dk'lık maksimum yağış verisi saçılma grafiği



A scatter plot illustrating the relationship between 'İlk Yarım' (First Half) on the x-axis and 'İkinci Yarım' (Second Half) on the y-axis. The x-axis ranges from 0 to 120, and the y-axis ranges from 0 to 80. A dotted diagonal line represents the identity line (y=x). The data points are red circles, showing a positive correlation. Most points are above the identity line, suggesting that the second half performance is generally higher than the first half performance.

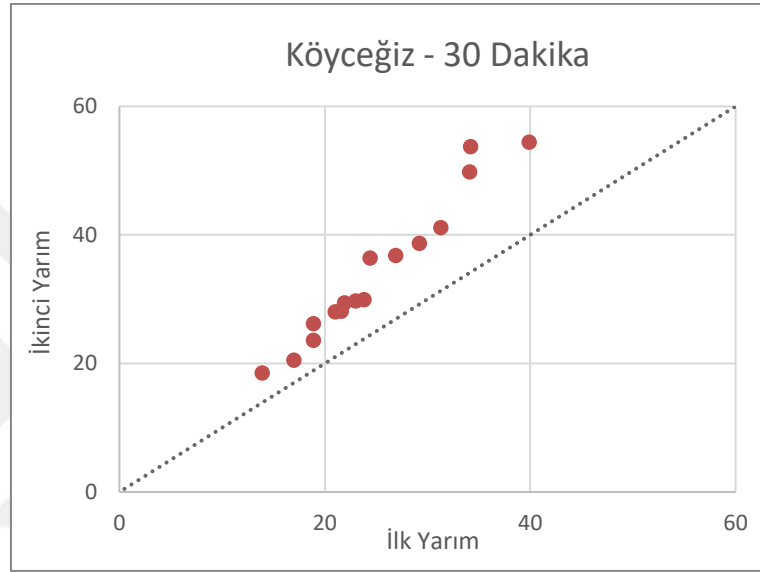
İlk Yarım	İkinci Yarım
12	18
15	28
18	28
20	35
22	38
24	40
26	42
28	45
30	46
32	55
34	58
36	58
42	58

Milas - 120 Dakika

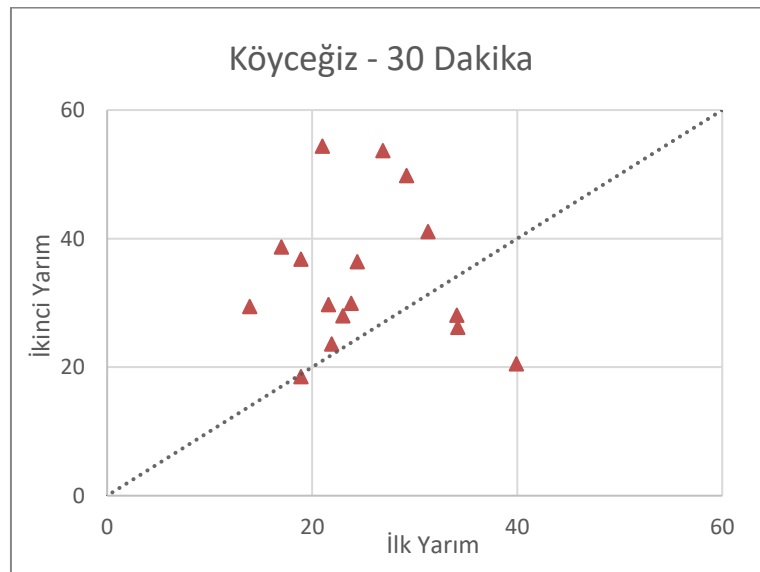
ilk Yarım	ikinci Yarım
12	18
15	28
18	30
18	55
22	45
22	58
25	35
25	45
25	58
25	115
28	38
32	42
35	30
38	42
42	40
45	45

38

Köyceğiz istasyonuna ait 30 dakikalık maksimum yağış verileri üzerinden yapılan MK testi sonucunda Z_{MK} değeri 1.59 olarak belirlenirken; aynı verilere dayalı Wilcoxon analizi, Z_W değerini 2.33 olarak göstermiştir. MK testinde herhangi bir trend tespit edilememişken; Wilcoxon testi, %5 önem düzeyinde pozitif yönlü bir trendin varlığını ortaya koymuştur. Yapılan YTA analizi ise Şekil 3.25'te, gözlemlenen bütüncül artan eğilimi doğrulamaktadır. Sıralanmamış verilerle elde edilen saçılma diyagramı, Wilcoxon testini destekler nitelikte, %5 mertebesinde pozitif eğilim olduğunu şekil 3.26'taki gibi gösterilmektedir.



Şekil 3.25 : Köyceğiz - 30dk'lık maksimum yağış verisi YTA grafiği



Şekil 3.26 : Köyceğiz - 30dk'lık maksimum yağış verisi saçılma grafiği

A scatter plot showing the relationship between 'İlk Yarım' (First Half) on the x-axis and 'İkinci Yarım' (Second Half) on the y-axis. The data points are red circles, and a dotted diagonal line represents the identity line (y=x). The points generally follow the line, indicating a positive correlation, with some outliers above the line.

İlk Yarım	İkinci Yarım
20	25
21	28
25	32
26	35
27	38
28	40
29	42
30	45
32	48
34	48
35	50
36	52
40	58
44	58
52	75

Köyceğiz - 60 Dakika

Y-axis: İkinci Yarım (Second Half)

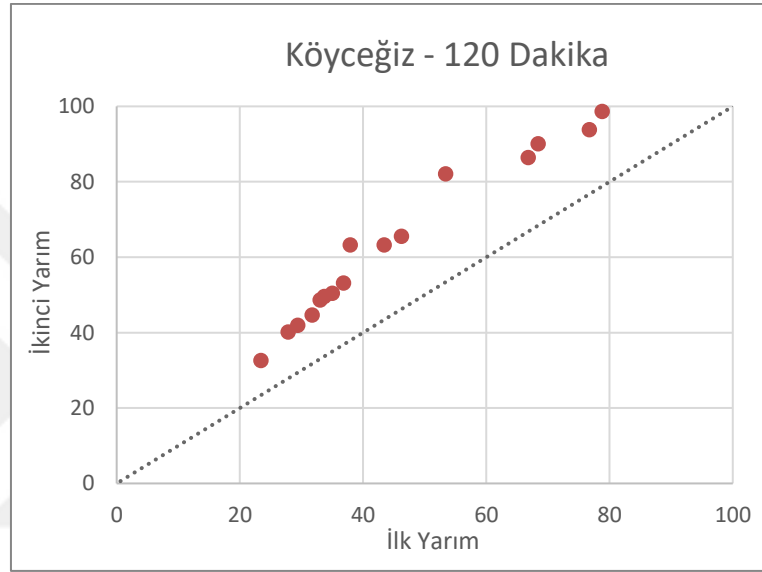
X-axis: İlk Yarım (First Half)

Legend: İlk Yarım (First Half) - İkinci Yarım (Second Half)

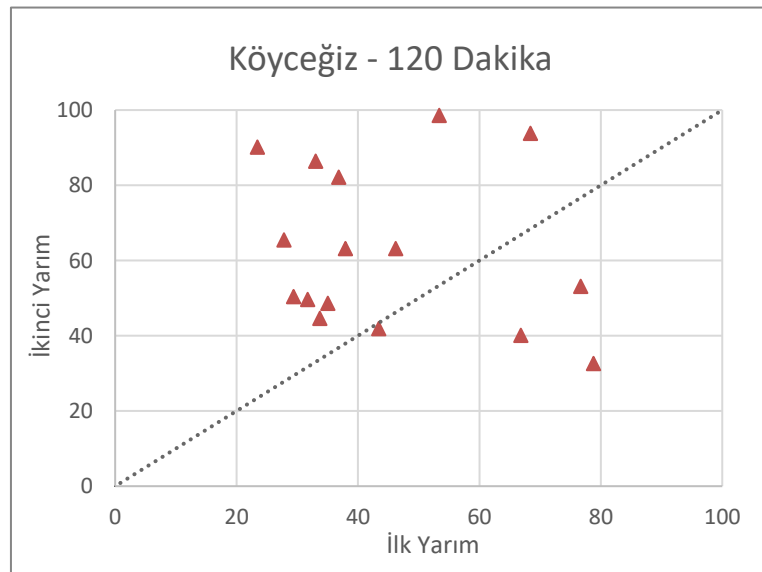
İlk Yarım	İkinci Yarım
20	38
22	58
25	78
28	42
30	25
32	45
35	48
38	45
42	85
45	48
52	70
55	28
58	28

40

Yine aynı meteoroloji istasyonunda ölçülen 120 dk'lık maksimum yağış değerleri ile yapılan MK testi sonuçlarına göre, Z_{MK} değeri 2.30 olarak bulunmuştur. Bu veri seti için yapılan Wilcoxon analizi, Z_W değerini, 1.86 olarak ortaya çıkarmıştır. MK testte %5 önem aralığında ve Wilcoxon testte %10 önem düzeyinde pozitif yönlü trend tespit edilmiştir. Yapılan YTA sonuçları, Şekil 3.29'da açıkça görülen bütüncül artan eğilimi desteklemektedir. Şekil 3.30'a bakıldığında, sıralanmamış verilerin saçılma diyagramı artan bir eğilimi yansıtmaktadır. Artan trendin anlamlılık düzeyi, Wilcoxon testi sonuçlarına göre %10 mertebesindedir.



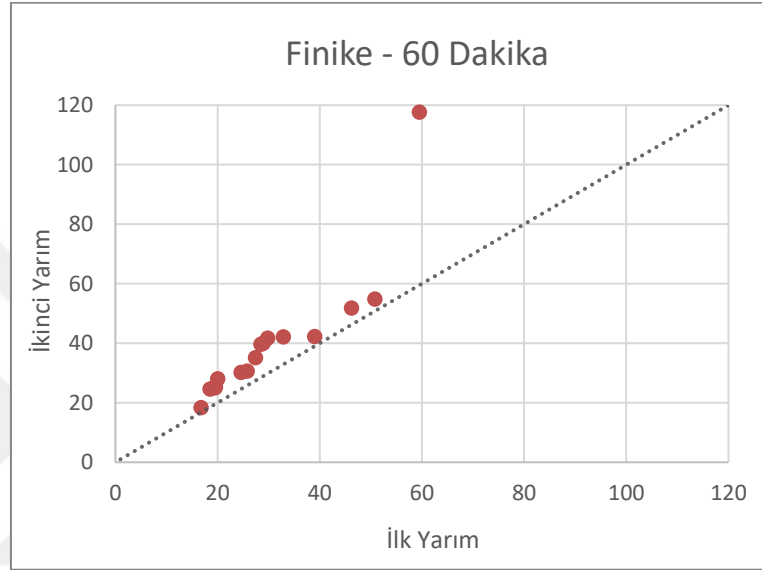
Şekil 3.29 : Köyceğiz - 120dk'lık maksimum yağış verisi YTA grafiği



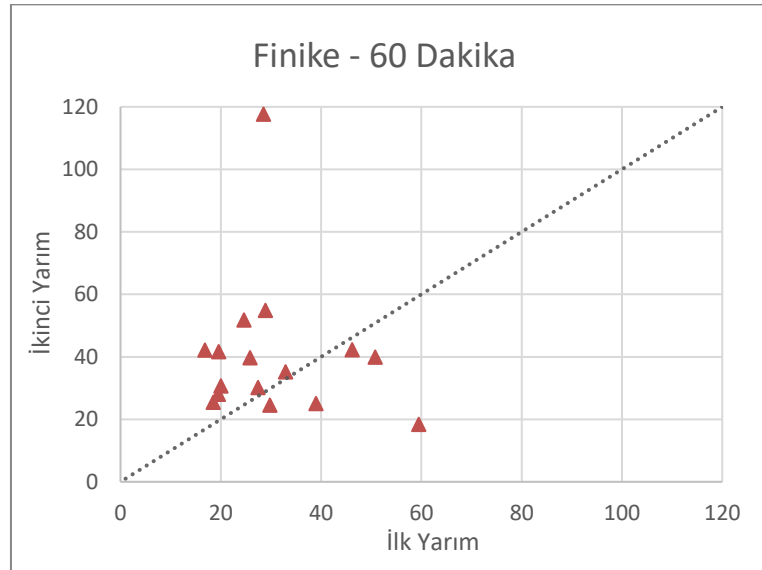
Şekil 3.30 : Köyceğiz - 120dk'lık maksimum yağış verisi saçılma grafiği



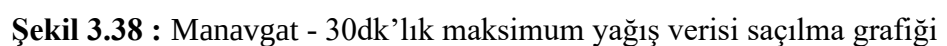
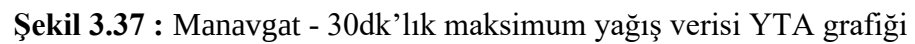
Aynı istasyonda ölçülen 60 dk'lık maksimum yağış değerleri MK testine tabii tutulduğunda Z_{MK} 2.08 hesaplanmıştır. Bu verilerin Wilcoxon testi ile hesaplanan Z_W değeri 1.47 bulunmuştur. MK teste göre %10 önem aralığında pozitif yönde eğilim bulunmuştur. Wilcoxon testinde ise herhangi bir trend tespit edilememiştir. Yapılan YTA'da ise bütüncül artan eğilim olduğu Şekil 3.33'de görülmektedir. Şekil 3.10'a bakılacak olursa, sıralanmamış verilerin saçılma diyagramında, Wilcoxon testini destekler şekilde, eğilim görülememektedir.



Şekil 3.33 : Finike - 60dk'lık maksimum yağış verisi YTA grafiği



Şekil 3.34 : Finike - 60dk'lık maksimum yağış verisi saçılma grafiği



Scatter plot showing the relationship between the first half (İlk Yarım) and the second half (İkinci Yarım) of a season. The x-axis is labeled 'İlk Yarım' and the y-axis is labeled 'İkinci Yarım', both ranging from 0 to 100. A dotted diagonal line represents the identity line (y=x). Data points are red circles. Most points are above the identity line, indicating that the second half performance is generally better than the first half performance.

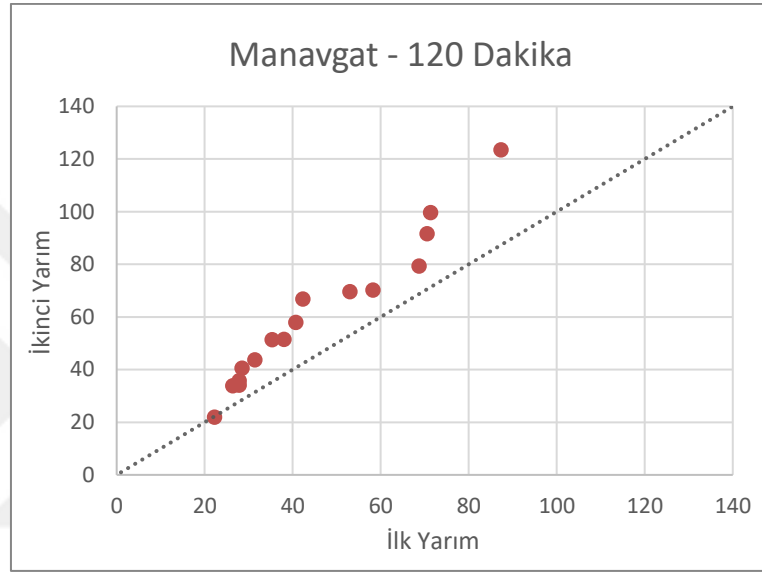
Manavgat - 60 Dakika

Scatter plot showing the relationship between 'İlk Yarım' (First Half) and 'İkinci Yarım' (Second Half) scores. The x-axis is labeled 'İlk Yarım' and the y-axis is labeled 'İkinci Yarım'. A dotted diagonal line represents the identity line (y=x). Data points are red triangles.

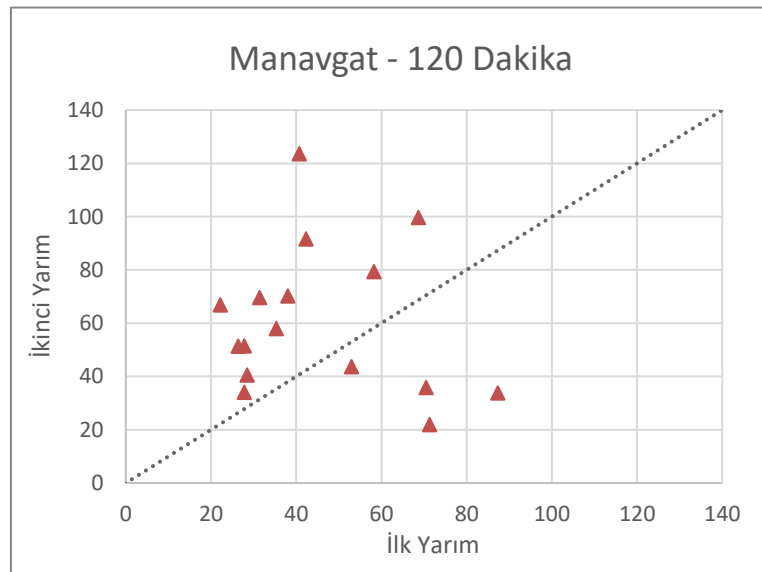
İlk Yarım	İkinci Yarım
18	38
20	58
22	38
24	30
24	44
26	38
26	46
28	48
30	86
32	46
34	85
36	56
62	62
62	27
64	30
68	21

46

Aynı meteoroloji istasyonunda ölçülen 120 dakikalık maksimum yağış değerleri, MK testi sonuçlarına göre Z_{MK} değerini 1.95 olarak belirlemiştir. Aynı veri seti üzerinde yapılan Wilcoxon analizi ise Z_W değerini 1.40 olarak ortaya çıkarmıştır. Wilcoxon test sonucuna göre hiçbir trend bulunamazken MK’da %10 önem aralığında pozitif yönlü trend tespit edilmiştir. Şekil 3.41’de net bir şekilde görülen bütüncül artan eğilim, yapılan YTA sonuçlarına göre ifade edilebilmektedir. Sıralanmamış veriler ile elde edilen saçılma diyagramı, şekil 3.42’de olduğu şekilde Wilcoxon test sonucunu destekler nitelikte her hangi bir trendi ifade etmemektedir.

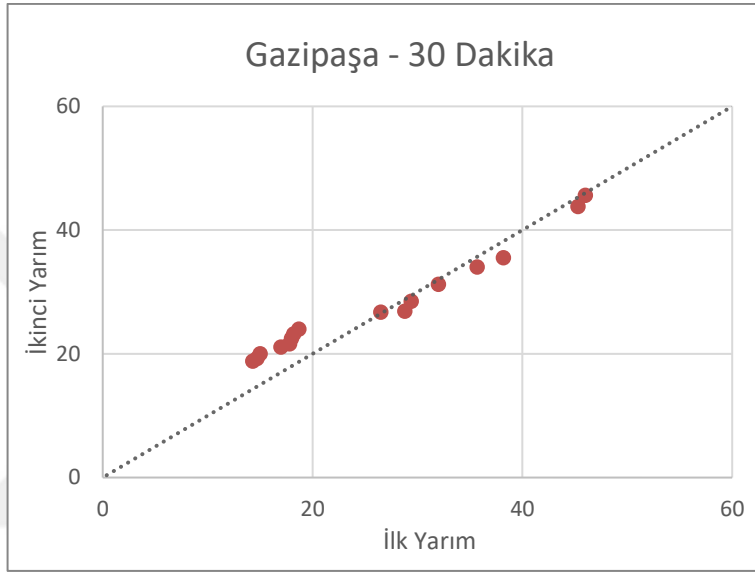


Şekil 3.41 : Manavgat - 120dk’lık maksimum yağış verisi YTA grafiği

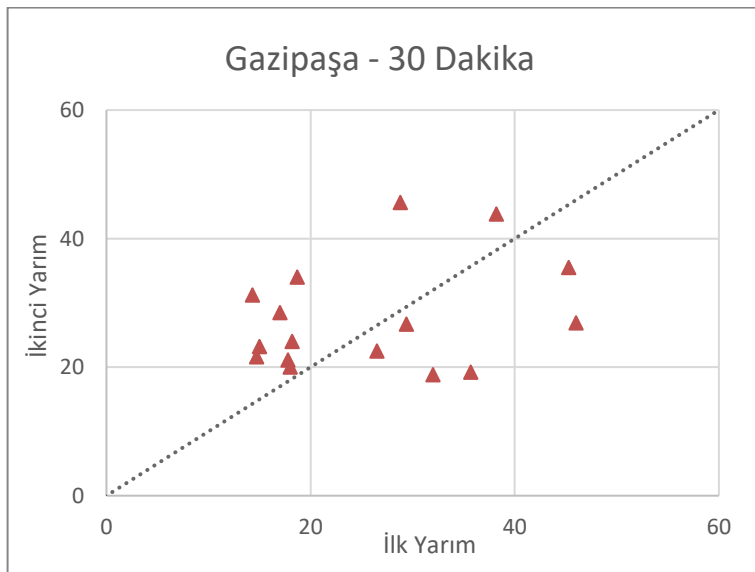


Şekil 3.42 : Manavgat - 120dk’lık maksimum yağış verisi saçılma grafiği

Gazipaşa gözlem istasyonuna ait 30 dakikalık maksimum yağış verileri MK testi sonuçlarına göre değerlendirilmiş olup, Z_{MK} değeri 0.60 olarak belirlenmiştir. Aynı veri seti üzerinde yapılan Wilcoxon analizi sonuçlarına göre ise Z_W değeri 0.67 olarak tespit edilmiştir. Her iki analizde de herhangi bir eğilim gözlemlenmemiştir ve bu durum YTA sonuçlarıyla da doğrulanmaktadır. Şekil 3.43, trend olmadığını net bir şekilde ortaya koymaktadır. Sıralanmamış verilerle elde edilen saçılma diyagramı, şekil 3.44'deki gibi olup, Wilcoxon analizinde elde edilmiş olan trend yok yorumunu açıkça yansıtmaktadır.

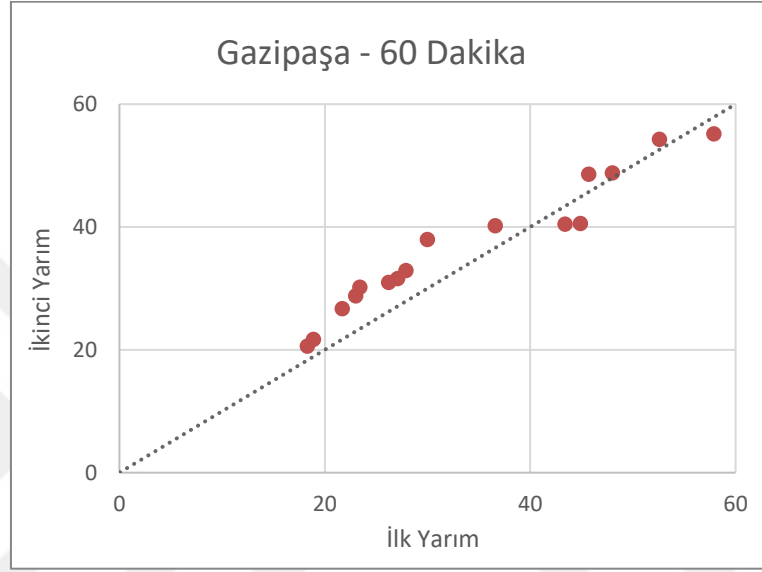


Şekil 3.43 : Gazipaşa - 30dk'lık maksimum yağış verisi YTA grafiği

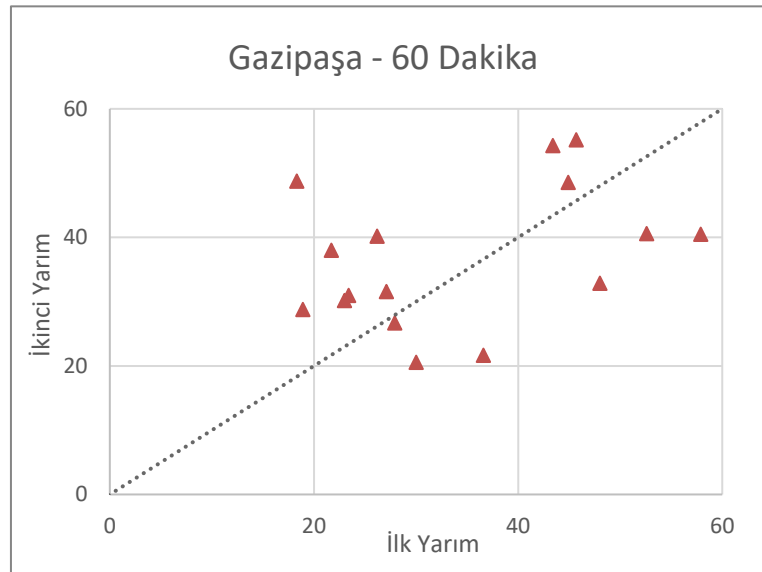


Şekil 3.44 : Gazipaşa - 30dk'lık maksimum yağış verisi saçılma grafiği

Milas istasyonuna ait 60 dakikalık maksimum yağış verileri üzerinde gerçekleştirilen MK testi sonuçları, Z_{MK} değerini 0.65 olarak ortaya koyarken yapılan Wilcoxon analizi, Z_W değerini 0.57 olarak belirlemiştir. Her iki analizde de eğilim gözlemlenmemiştir. Şekil 3.45'te trend olmadığı , yapılan YTA sonuçlarına göre ifade edilebilmektedir. Sıralanmamış verilerle elde edilen saçılma diyagramı, şekil 3.46'da belirtildiği gibi olup, Wilcoxon sonucuna destekler şekilde trend olmayan bir saçılım mevcuttur.

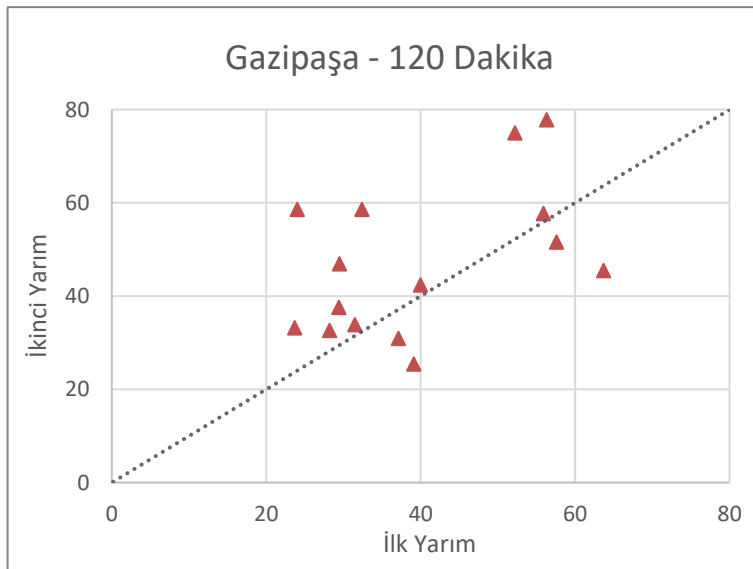


Şekil 3.45 : Gazipaşa - 60dk'lık maksimum yağış verisi YTA grafiği



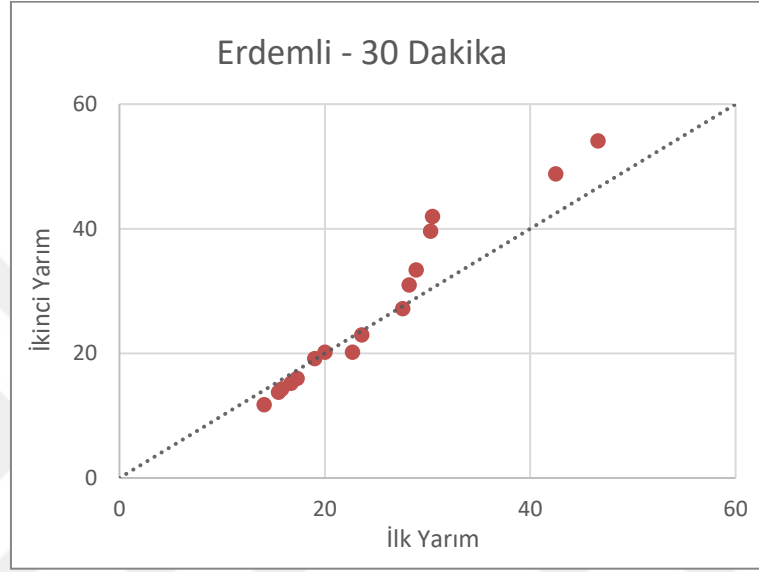
Şekil 3.46 : Gazipaşa - 60dk'lık maksimum yağış verisi saçılma grafiği

Şekil 3.47 : Gazipaşa - 120dk'lık maksimum yağış verisi YTA grafiği

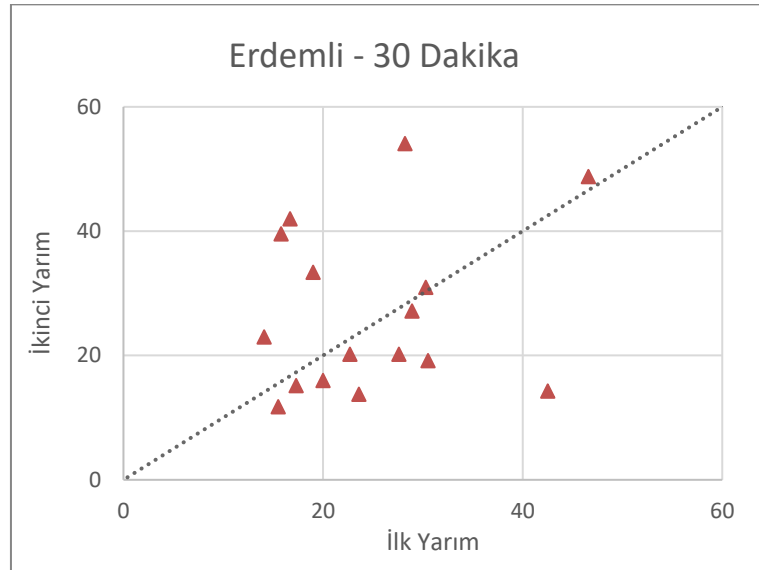


Şekil 3.48 : Gazipaşa - 120dk'lık maksimum yağış verisi saçılma grafiği

Erdemli istasyonuna ait 30 dakikalık maksimum yağış verileri üzerinden yapılan MK testi sonucunda Z_{MK} değeri -0.45 olarak belirlenirken; aynı verilere dayalı Wilcoxon analizi, Z_W değerini 0.00 olarak göstermiştir. MK testi ve Wilcoxon testinde herhangi bir trend tespit edilememiştir. Yapılan YTA analizinde ise Şekil 3.49’da gözlemlendiği gibi trend yoktur. Sıralanmamış verilerle elde edilen saçılma diyagramı, Wilcoxon testini destekler nitelikte, trendin olmadığını şekil 3.50’deki gibi gösterilmektedir.



Şekil 3.49 : Erdemli - 30dk’lık maksimum yağış verisi YTA grafiği



Şekil 3.50 : Erdemli - 30dk’lık maksimum yağış verisi saçılma grafiği

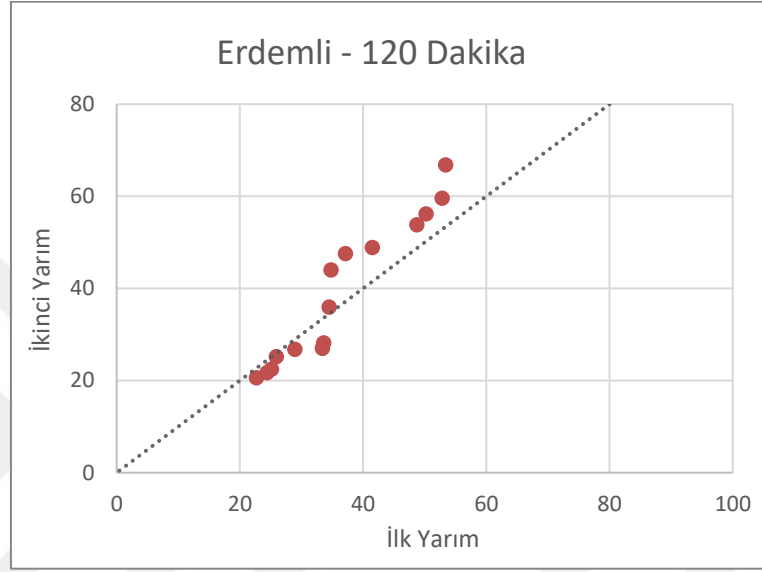
Şekil 3.51 : Erdemli - 60dk'lık maksimum yağış verisi YTA grafiği

The scatter plot, titled "Erdemli - 60 Dakika", displays the relationship between scores in the first half ("İlk Yarım") and the second half ("İkinci Yarım") of a 60-minute period. The x-axis represents the "İlk Yarım" score, ranging from 0 to 80, and the y-axis represents the "İkinci Yarım" score, also ranging from 0 to 80. A dotted diagonal line indicates the identity line where the second half score equals the first half score. Data points are marked with red triangles. The majority of points are concentrated in the lower range (below 40), showing a general upward trend but with some deviation from the identity line. There are a few points at higher scores (around 50-60) that also follow the general trend.

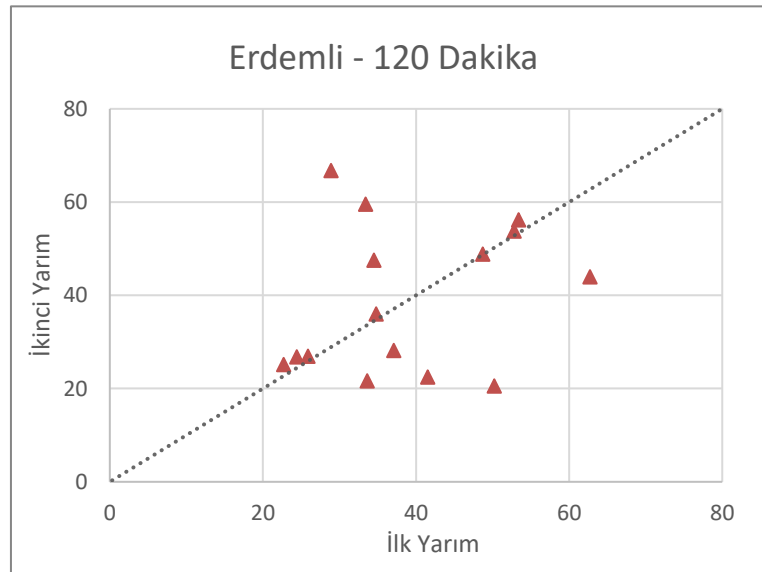
İlk Yarım	İkinci Yarım
15	25
18	18
20	48
22	55
23	38
24	20
25	25
26	28
27	67
28	42
30	38
32	20
33	18
48	28
50	15
52	55

52

Yine aynı meteoroloji istasyonunda ölçülen 120 dk'lık maksimum yağış değerleri ile yapılan MK testi sonuçlarına göre, Z_{MK} değeri 0.24 olarak bulunmuştur. Bu veri seti için yapılan Wilcoxon analizi, Z_W değerini, 1.09 olarak ortaya çıkarmıştır. MK testte herhangi bir trend bulunamazken aynı şekilde Wilcoxon testte de herhangi bir trend bulunamamıştır. Yapılan YTA sonuçları, Şekil 3.53'te açıkça görülen trend yoktur ifadesini desteklemektedir. Şekil 3.54'e bakıldığında, sıralanmamış verilerin saçılma diyagramı Wilcoxon'da olduğu gibi trendin olmadığını göstermektedir.



Şekil 3.53 : Erdemli - 120dk'lık maksimum yağış verisi YTA grafiği



Şekil 3.54 : Erdemli - 120dk'lık maksimum yağış verisi saçılma grafiği



4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu tez çalışması, Türkiye'nin Ege ve Akdeniz kıyı şeridinde yer alan sekiz farklı hidrometeorolojik istasyon üzerinden elde edilen yağış verilerini kullanarak detaylı bir trend analizi gerçekleştirmiştir. Analizler, 1989-2020 yılları arasında 32 yıl boyunca incelenen 30 dakika, 60 dakika ve 120 dakika süreyle ölçülen maksimum yağış verileri üzerinden gerçekleştirilmiştir.

Çalışmanın genel sonuçlarına bakıldığında, incelenen bölgelerde genel olarak yıllık yağış miktarında bir artış eğilimi olduğu gözlemlenmiştir. Bu artış eğilimi, özellikle Akdeniz ikliminin etkisi altında bulunan bölgelerde belirgin olarak ortaya çıkmıştır. Analiz sonuçları, bu bölgelerdeki yağış miktarındaki artışın, yağışların zaman içinde daha sık ve yoğun bir şekilde gerçekleşmesine işaret etmektedir.

Mann-Kendall (MK) testi ve Wilcoxon testi sonuçları, istatistiksel olarak anlamlı azalan bir trende rastlanmamıştır. Bununla birlikte, bazı istasyonlarda genellikle artan bir trend tespit edilmiştir. Bu durum, iklim değişikliğinin etkileriyle birlikte yağış rejimindeki değişikliklere işaret edebilir. Yapılan çalışmalarda MK, Wilcoxon ve YTA olmak üzere toplam 72 analiz yapılmıştır. Z değerlerinin elde edildiği MK test sonuçlarına göre minimum Z_{MK} değeri -0.45 iken maksimum Z_{MK} değeri 4.35; Wilcoxon test sonuçlarına göre minimum Z_W değeri 0 iken maksimum Z_W değeri 3.21 olarak bulunmuştur. İstatistiksel analizlerin 9'unda hem MK hem Wilcoxon analizlerinde pozitif yönlü artan trend tespit edilirken, 7 analizde iki test için de herhangi bir trend tespit edilememiştir. Sadece MK testi sonucunda pozitif yönlü trend tespit edilen ancak Wilcoxon sonucunda herhangi bir trend tespit edilememiş analiz sayısı 6'dır. Benzer şekilde 2 analizde sadece Wilcoxon'da pozitif yönlü trend tespit edilirken MK sonucunda herhangi bir trend tespit edilememiştir.

Yapılan gruplandırma analizleri, coğrafi konum sıralaması ile 30 dakika, 60 dakika ve 120 dakika süreyle ölçülen maksimum yağış verilerinin benzer örüntüler gösterdiğini ve özellikle Ege ile Akdeniz'in birleşiminde bulunan istasyonlarda belirgin bir trend artışı olduğunu ortaya koymuştur. Bu bulgular, bölgesel ölçekte iklim değişikliğinin yağışlara olan etkilerini vurgulamaktadır.

Çalışmanın sonuçları, su kaynakları yönetimi ve iklim değişikliği ile mücadele stratejileri için önemli bilgiler sunmaktadır. Artan yağış miktarı, su kaynaklarının sürdürülebilir kullanımı açısından olumlu bir etki yaratabilir, ancak şiddetli yağışlar nedeniyle ortaya çıkabilecek risklerin de dikkate alınması gerekmektedir. Genel olarak kıyı bölgelerinde havzalar küçük olduğundan taşkına sebep olacak yağış verileri kısa süreli olanlardır. Tez kapsamında yapılan analizler de bu bağlamda belirtildiği gibi 30, 60, 120 dk olarak seçilmiştir. Analizler sonucunda taşkın riskinde artış gözlemlendiği sonucuna ulaşılabilir. Yapılmış olan bu trend analizleri, taşkın risk hesaplarında, su yapılarının kapasite, boyutlandırılması ve tasarımında kullanılabilir.

Sonuç olarak, bu çalışma Türkiye'nin belirli bölgelerindeki yağış trendlerini anlamak adına önemli bir adım atmıştır. Ancak, gelecekteki araştırmaların daha fazla istasyon ve farklı iklim bölgelerini kapsayacak şekilde genişletilmesi, daha kapsamlı bir perspektif sunabilir.

KAYNAKLAR

- Alashan, S.** (2020). Combination of modified Mann-Kendall method and Şen innovative trend analysis. *Engineering Reports*, 2(3). <https://doi.org/10.1002/eng2.12131>
- Berhail S, Tourki M, Merrouche I, and Bendekiche H.** (2022). Geo-statistical assessment of meteorological drought in the context of climate change: case of the Macta basin (Northwest of Algeria). *Modeling Earth Systems and Environment*, 8, 81-101.
- Chiew, F. H. S., & McMahon, T. A.** (1993). Detection of trend or change in annual flow of Australian rivers. *International Journal of Climatology*, 13(6), 643-653. <https://doi.org/10.1002/joc.3370130605>
- Cui, L., Wang, L., Lai, Z., Tian, Q., Liu, W., & Li, J.** (2017). 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*, 164, 48-59. <https://doi.org/10.1016/j.jastp.2017.08.001>
- Çiçek, İ., & Ataol, M.** (2009). Türkiye'nin Su Potansiyelinin Belirlenmesinde Yeni Bir Yaklaşım. *Co*, 51-64. https://doi.org/10.1501/Cogbil_00000000094
- Dabanlı, İ., Şen, Z., Yeleğen, M. Ö., Şişman, E., Selek, B., & Güçlü, Y. S.** (2016). Trend Assessment by the Innovative-Şen Method. *Water Resources Management*, 30(14), 5193-5203. <https://doi.org/10.1007/s11269-016-1478-4>
- Gadedjisso-Tossou, A., Adjegan, K. I., & Kablan, A. K. M.** (2021). Rainfall and Temperature Trend Analysis by Mann–Kendall Test and Significance for Rainfed Cereal Yields in Northern Togo. *Sci*, 3(1), 17. <https://doi.org/10.3390/sci3010017>
- Gao, F., Wang, Y., Chen, X., & Yang, W.** (2020). Trend Analysis of Rainfall Time Series in Shanxi Province, Northern China (1957–2019). *Water*, 12(9), 2335. <https://doi.org/10.3390/w12092335>
- Ghate, A. S., & Timbadiya, P. V.** (2022). Comprehensive Extreme Rainfall Analysis: A study on Ahmedabad region, India. *ISH Journal of Hydraulic Engineering*, 28(4), 438-448. <https://doi.org/10.1080/09715010.2021.1905566>
- Gocic, M., & Trajkovic, S.** (2013). Analysis of changes in meteorological variables using Mann-Kendall and Sen's slope estimator statistical tests in

- Serbia. *Global and Planetary Change*, 100, 172-182.
<https://doi.org/10.1016/j.gloplacha.2012.10.014>
- Güçlü, Y. S.** (2018). Kıyaslamalı yenilikçi eğilim çözümlemesi temelleri ve uygulamaları. *Doğal Afetler ve Çevre Dergisi*, 4(2), 182-191.
- Güçlü, Y. S.** (2018a). Alternative Trend Analysis: Half Time Series Methodology. *Water Resources Management*, 32(7), 2489-2504.
<https://doi.org/10.1007/s11269-018-1942-4>
- Güçlü, Y. S.** (2020). Improved visualization for trend analysis by comparing with classical Mann-Kendall test and ITA. *Journal of Hydrology*, 584, 124674. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2020.124674>
- Hamed, K. H., & Ramachandra Rao, A.** (1998). A modified Mann-Kendall trend test for autocorrelated data. *Journal of Hydrology*, 204(1-4), 182-196.
[https://doi.org/10.1016/S0022-1694\(97\)00125-X](https://doi.org/10.1016/S0022-1694(97)00125-X)
- Haan, C. T.** (1977). *Statistical methods in hydrology*: Ames. IA: University, Press/Ames.
- Herho, S., & Firdaus, G.** (2022). Time-series analysis and statistical forecasting of daily rainfall in Kupang, East Nusa Tenggara, Indonesia. *International Journal of Data Science*, 3(1), 25-32.
<https://doi.org/10.18517/ijods.3.1.25-32.2022>
- Hordofa, A. T., Leta, O. T., Alamirew, T., & Chukalla, A. D.** (2021). Spatiotemporal Trend Analysis of Temperature and Rainfall over Ziway Lake Basin, Ethiopia. *Hydrology*, 9(1), 2.
<https://doi.org/10.3390/hydrology9010002>
- Jhajharia, D., Shrivastava, S. K., Sarkar, D., & Sarkar, S.** (2009). Temporal characteristics of pan evaporation trends under the humid conditions of northeast India. *Agricultural and Forest Meteorology*, 149(5), 763-770. <https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2008.10.024>
- Jones, J. R., Schwartz, J. S., Ellis, K. N., Hathaway, J. M., & Jawdy, C. M.** (2015). Temporal variability of precipitation in the Upper Tennessee Valley. *Journal of Hydrology: Regional Studies*, 3, 125-138.
<https://doi.org/10.1016/j.ejrh.2014.10.006>
- Karabulut, M., & Cosun, F.** (2007). Kahramanmaraş İlinde Yağışların Trend Analizi. *Co*, 65-83. https://doi.org/10.1501/Cogbil_00000000095
- Kendall, M. G.** (1970). *Rank correlation methods* (4th ed). Griffin.
- Lehmann, E. L., & D'Abrera, H. J. M.** (2006). *Nonparametrics: Statistical methods based on ranks* (Rev. 1st ed). Springer.

- Mann, H. B.** (1945). Nonparametric Tests Against Trend. *Econometrica*, 13(3), 245. <https://doi.org/10.2307/1907187>
- Md Juber Alam, & Majumder, A.** (2022). Statistical analysis of rainfall trend and its variability (1901–2020) in Kolkata, India. *Bulletin of Geography. Physical Geography Series*, 23, 5-16. <https://doi.org/10.12775/bgeo-2022-0006>
- Mohorji A.M., Şen Z., Almazroui M.** (2017), Trend Analyses Revision and Global Monthly Temperature Innovative Multi-Duration Analysis, *Earth Syst and Environ*, 1(1), 9.
- Mumlu, D. T.** (2023). Avrupa Birliği Su Çerçeve Direktifi Bağlamında Türkiye'de Su Yönetimi: Doğu Karadeniz Havzası Üzerine Bir İnceleme. *Artvin Çoruh Üniversitesi Uluslararası Sosyal Bilimler Dergisi*, 9(1), 193-223.
- Nalley, D., Adamowski, J., Khalil, B., & Ozga-Zielinski, B.** (2013). Trend detection in surface air temperature in Ontario and Quebec, Canada during 1967–2006 using the discrete wavelet transform. *Atmospheric Research*, 132-133, 375-398. <https://doi.org/10.1016/j.atmosres.2013.06.011>
- Parmesan, C., Morecroft, M. D., & Trisurat, Y.** (2022). Climate change 2022: Impacts, adaptation and vulnerability (Doctoral dissertation, GIEC).
- Pettitt, A. N.**, (1979). A non-parametric approach to the change-point problem. *Applied statistics* 28(2), 126-135.
- Rama, H. O., Roberts, D., Tignor, M., Poloczanska, E. S., Mintenbeck, K., Alegría, A., Craig, M., Langsdorf, S., Löschke, S., Möller, V., Okem, A., Rama, B., & Ayanlade, S.** (2022). Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability Working Group II Contribution to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. <https://doi.org/10.1017/9781009325844>
- Saplioglu K., Kilit M., Bekir Yavuz K.**, (2014). Trend Analysis of Streams in the Western Mediterranean Basin of Turkey, *Fresen Environ Bull*, 23(1A) 313-324.
- Saplioğlu, K.** (2015). A new methodology for trend analysis: A case study in Burdur and Isparta, Turkey. 3344-3351.
- Saplioğlu, K., & Güçlü, Y. S.** (2022). Combination of Wilcoxon test and scatter diagram for trend analysis of hydrological data. *Journal of Hydrology*, 612, 128132. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2022.128132>
- Sarı, C.** (2023). Python Programlama Dili Kullanılarak Günlük Maksimum Yağış Verilerinin Trend Ve Risk Analizleri (Yüksek Lisans Tezi). İstanbul Teknik Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, İstanbul.

- Sen, P. K.** (1968). Estimates of the Regression Coefficient Based on Kendall's Tau. *Journal of the American Statistical Association*, 63(324), 1379-1389. <https://doi.org/10.1080/01621459.1968.10480934>
- Soldini, L. and Darvini, G.** (2017). Extreme rainfall statistics in the Marche region, Italy. *Hydrology Research*, 48(3), 686-700.
- Sonali, P., & Nagesh Kumar, D.** (2013). Review of trend detection methods and their application to detect temperature changes in India. *Journal of Hydrology*, 476, 212-227. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2012.10.034>
- Şen, Z.** (2009). İklim değişikliği içerikli taşkın afet ve modern hesaplama yöntemleri. *Su Vakfı Yayınları*.
- Şen, Z.** (2012). Innovative Trend Analysis Methodology. *Journal of Hydrologic Engineering*, 17(9), 1042-1046. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)HE.1943-5584.0000556](https://doi.org/10.1061/(ASCE)HE.1943-5584.0000556)
- Şen, Z.** (2014). Trend Identification Simulation and Application. *Journal of Hydrologic Engineering*, 19(3), 635-642. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)HE.1943-5584.0000811](https://doi.org/10.1061/(ASCE)HE.1943-5584.0000811)
- Şen, Z.** (2017a). Innovative trend significance test and applications. *Theoretical and Applied Climatology*, 127(3-4), 939-947. <https://doi.org/10.1007/s00704-015-1681-x>
- Şen, Z.** (2017b). Innovative trend methodologies in science and engineering (pp. 1-349). New York: Springer International Publishing.
- Taylor, C. H., & Loftis, J. C.** (1989). TESTING FOR TREND IN LAKE AND GROUND WATER QUALITY TIME SERIES. *Journal of the American Water Resources Association*, 25(4), 715-726. <https://doi.org/10.1111/j.1752-1688.1989.tb05385.x>
- Timbadiya, P. V., Mirajkar, A. B., Patel, P. L., & Porey, P. D.** (2013). Identification of trend and probability distribution for time series of annual peak flow in Tapi Basin, India. *ISH Journal of Hydraulic Engineering*, 19(1), 11-20. <https://doi.org/10.1080/09715010.2012.739354>
- Wang Y, Xu Y, Tabari H, Wang J, Wang Q, Song S, Hu Z.** (2020) Innovative trend analysis of annual and seasonal rainfall in the Yangtze River Delta, eastern China. *Atmospheric Research*, 231, 104673.
- Wilcoxon, F.** (1945). Wilcoxon, F., 1945. Individual comparisons by ranking methods. *Biometrics Bull.* 1 (6), 80–83.

Xie, P., Zhao, Y., Sang, Y. F., Gu, H., Wu, Z., and Singh, V. P. (2018). Gradation of the significance level of trends in precipitation over China. *Hydrology Research*, 49(6), 1890-1901.

Url-1 <<https://mgm.gov.tr/iklim/iklim-raporlari.aspx>>, erişim tarihi 10.10.2023



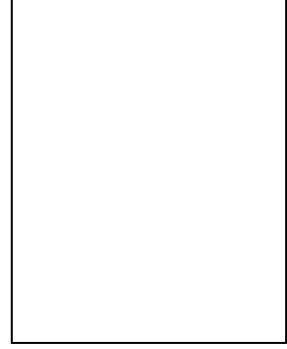


ÖZGEÇMİŞ

Ad-Soyad : Hatice Yağmur Kalkınç

Doğum Tarihi ve Yeri :

E-posta :



ÖĞRENİM DURUMU:

- **Lisans** : 2019, İzmir Katip Çelebi Üniversitesi, Mühendislik Ve Mimarlık Fakültesi, İnşaat Mühendisliği (İngilizce)

MESLEKİ DENEYİM VE ÖDÜLLER:

- 2021-2023 yılları arasında Enka İnşaat Sanayi A. Ş.'de Data Analisti olarak çalıştı
- 2020 yılında BRN Teknoloji firmasında yeni kurulmuş olan İnşaat departmanının yöneticisi olarak çalıştı.
- 2019 yılında Instituto Superior Técnico'nun Hidrolik Laboratuvarında sürdürülmekte olan akademik çalışma için hidrolojik test ölçümleri yaptı.
- 2018 yılında Limak Holding Yusufeli Barajı ve Hidroelektrik Santrali Projesi'nin uygulama sahasında stajyer olarak çalıştı.
- 2018 yılında SU-YAPI Mühendislik ve Müşavirlik A.Ş. firmasında Yusufeli Barajı ve Hidroelektrik Santrali Projesi'nin teknik ofisinde stajyer olarak çalıştı.

DİĞER YAYINLAR, SUNUMLAR VE PATENTLER:

- **Tahtali Dam From Past to Future**
<https://ikcwrmtahtalidam.wixsite.com/website>