

**T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ**



**ANTALYA İLİ SAHİL KESİMİNDEKİ YAĞIŞ VERİLERİNDE TREND
ANALİZİ**

Anılcan TANER

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ

ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Nisan 2022

ANTALYA

**T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ**



**ANTALYA İLİ SAHİL KESİMİNDEKİ YAĞIŞ VERİLERİNDE TREND
ANALİZİ**

Anılcan TANER

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ

ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Nisan 2022

ANTALYA

T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**ANTALYA İLİ SAHİL KESİMİNDEKİ YAĞIŞ VERİLERİNİN TREND
ANALİZİ**

Anılcan TANER
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ
ANABİLİM DALI
YÜKSEK LİSANS TEZİ

Bu tez 29/04/2022 tarihinde jüri tarafından Oybirliği ile kabul edilmiştir.

Doç. Dr. Rıfat TÜR (Danışman)

Doç. Dr. Ali DANANDEH MEHR

Dr. Öğr. Üyesi Halil İbrahim BURGAN

ÖZET

ANTALYA İLİ SAHİL KESİMİNDEKİ YAĞIŞ VERİLERİNİN TREND ANALİZİ

Anılcan TANER

Yüksek Lisans Tezi, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Doç.Dr. Rıfat TÜR

Nisan 2022; 58 sayfa

Farklı coğrafyalarda yapılan çalışmalarda iklimlerin Dünya genelinde değişiklik gösteren bir döngü içerisinde olduğu görülmektedir. İklim parametrelerinden biri olan yağış, ekonomik ve sosyokültürel birçok alt başlığı etkilemektedir. Bu doğrultuda Antalya İli gibi son yıllarda hızlı nüfus artışı gösteren, aynı zamanda turizm ve tarım faaliyetleri konusunda önde gelen bir şehirde yağış verileri üzerine yapılacak çalışmalar önem kazanmaktadır. Bu çalışmada Antalya İli sahil şeridi meteoroloji gözlem istasyonlarından; Antalya Havalimanı, Alanya, Finike, Gazipaşa ve Manavgat istasyonları seçilmiş ve 1970-2017 yılları arasında kaydı tutulan yağış verilerinin trendleri incelenmiştir. Yağış verilerindeki eksikliklerin tamamlanması için doğrusal regresyon ve çift toplam yağış eğrisi, yağış verilerinin homojenliğinin testi için ise Pettitt, Buishand ve von Neumann testleri kullanılmıştır. Tamamlanan yağış verileri ile Mann Kendall trend analizi, Sen'in trend eğim metodu, Şen trend belirleme yöntemi kullanılmıştır.

Eksik verilerin doğrusal regresyon ve bir üst ve bir alt dönem verilerinin ortalamaları alınarak tamamlanmasının ardından, Mann Kendall (MK) trend analizi çalışmaları %5 anlamlılık düzeyinde gerçekleştirilmiştir. MK testi sonuçları yıllık ve mevsimsel toplam yağış verilerinde trend göstermemiştir. Aylık verilerde ise farklı aylarda artış ve azalış trendleri tespit edilmiştir. Şen trend belirleme yönteminde ise farklı gözlem noktaları ve farklı büyüklüklerde artış ve azalış trendleri gözlenmiştir.

ANAHTAR KELİMELE: Trend Analizi, Mann Kendall Metodu, Sen'in trend eğim metodu, Şen trend belirleme yöntemi, Antalya Sahil Kesimi

JÜRİ: Doç. Dr. Rıfat TÜR

Doç. Dr. Ali DANANDEH MEHR

Dr. Öğr. Üyesi Halil İbrahim BURGAN

ABSTRACT

TREND ANALYSIS OF PRECIPITATION DATA IN ANTALYA COASTAL REGION

Anılcan TANER

MSc Thesis in Civil Engineering Department

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Rıfat TÜR

April 2022; 58 pages

It is widely known from many different studies conducted around the World that climate is in favor of change. Precipitation as a parameter of climate, affects many activities subtitle such as economy and sociocultural. Accordingly, studies on such subjects of precipitation in Antalya province gain importance, which has shown drastic increase of population and pioneer of tourism and agricultural activities. In this study, trend analysis of precipitation records in the period of 1970-2017 is investigated for meteorological stations of Antalya provinces coastal region consisting: Antalya Airport, Alanya, Finike, Gazipaşa and Manavgat. In trend analysis works linear regression and double mass curve used for filling empty precipitation data, afterward to test homogeneity of precipitation data homogeneity tests of Pettitt, Buishand and von Neumann has been used. After obtaining the filled precipitation data, Mann Kendall trend analysis, Sen's slope method and Innovative Trend Analysis Methodology (ITA) were used for trend analysis.

Following the completion of missing data with linear regression and mean of one lower and upper period data, Mann Kendall trend analysis realized with %5 significance level. Mann Kendall trend analysis results show no trends in annual and seasonal precipitation values. However, monthly values show both increase and decrease trend in different periods for different stations. On the other hand, ITA show increase and decrease trend for different observation stations with changing magnitudes.

KEYWORDS: Trend Analysis, Mann Kendall Method, Sen's Slope Method, Innovative Trend Analysis Methodology, Antalya Coastal Region

COMMITTEE: Assoc. Prof. Dr. Rıfat TÜR

Assoc. Prof. Dr. Ali DANANDEH MEHR

Asst. Prof. Dr. Halil İbrahim BURGAN

ÖNSÖZ

Tez çalışmam boyunca değerli bilgilerini benimle paylaşan sayın hocalarım Doç. Dr. Rıfat TÜR ve Doç. Dr. Ali DANANDEH MEHR'e teşekkür ederim.



İÇİNDEKİLER

ÖZET	i
ABSTRACT	ii
ÖNSÖZ	iii
AKADEMİK BEYAN	vi
SİMGELER VE KISALTMALAR	vii
ŞEKİLLER DİZİNİ	ix
ÇİZELGELER DİZİNİ	xi
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK TARAMASI	3
2.1. Türkiye’de Yapılan Çalışmalar	3
2.2. Yurtdışında Yapılan Çalışmalar	5
3. MATERYAL VE METOT	9
3.1. Materyal	9
3.2. Metot	11
3.2.1. Eksik verilerin tamamlanması	11
3.2.2. Doğrusal regresyon	11
3.2.3. Çift toplam yağış eğrisi yöntemi	12
3.2.4. Homojenlik testleri	14
3.2.4.1. Pettitt testi	14
3.2.4.2. Buishand testi	15
3.2.4.3. Von Neumann oran testi	16
3.2.5. Trend analizi	16
3.2.5.1. Mann Kendall trend analizi	17
3.2.5.2. Sen’in trend eğim metodu	19
3.2.5.3. Şen trend belirleme yöntemi	20

4. BULGULAR VE TARTIŞMA	24
4.1. Doğrusal Regresyon.....	28
4.2. Çift Toplam Yağış Eğrisi	29
4.3. Homojenlik Testleri	37
4.4. Trend Analizi Çalışmaları.....	40
4.4.1. Mann Kendall trend analizi ve Sen'in trend eğim metodu sonuçları	40
4.4.2. Şen trend belirleme yöntemi	41
5. SONUÇLAR.....	53
6. KAYNAKLAR	55
ÖZGEÇMİŞ	

AKADEMİK BEYAN

Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum “Antalya İli Sahil Kesimindeki Yağış Verilerinin Trend Analizi” adlı bu çalışmanın, akademik kurallar ve etik değerlere uygun olarak yazıldığını belirtir, bu tez çalışmasında bana ait olmayan tüm bilgilerin kaynağını gösterdiğimi beyan ederim.

29/04/2022

Anılcan TANER



SİMGELER VE KISALTMALAR

Simgeler

D_{ij}	: Sinyal fonksiyonu
H_0	: Sıfır hipotezi
H_1	: Alternatif hipotez
k	: Seçilen gözlem noktası
m	: Eğim
n	: Toplam veri sayısı
N	: von Neumann test katsayısı
p	: Belirgin olasılık değeri
R_x	: Doğrusal regresyon katsayısı
S	: Mann Kendall trend analizi testi istatistiği
S^*_k	: Buishand testi katsayısı
t	: Süre terimi
$U_{k,n}$	: Pettitt testi katsayısı
$\bar{x}$	: Serinin ortalaması
Z	: Standart normal değişkeni
Z_s	: Mann Kendall test istatistiği
α	: Anlamlılık düzeyi
σ_x	: Standart sapma
$Var(S)$	: S değerinin varyansı
Q	: Sen'in trend eğim metodu medyan değeri

Kısaltmalar

AR	: Oto Regresyon
IPCC	: Intergovernmental Panel on Climate Change
DMC	: Double Mass Curve
ESS	: Efektif Örnek Genişliği
GISS	: Goddar NASA Uzay Çalışmaları Enstitüsü
M	: Manuel Meteorolojik Gözlem İstasyonu
MGM	: Meteoroloji Genel Müdürlüğü
MK	: Mann Kendall
MKMK	: Mann Kendall Mertebe Korelasyonu
OMGİ	: Otomatik Meteorolojik Gözlem İstasyonu
PMK	: Kısmi Mann Kendall Testi
SR	: Spearman Rho Testi
SVMK	: Ardışık Mann Kendall Mertebe Testi
TFPW	: Trendlerden Etkilenmeyen Ön Arındırma
TSE	: Theil-Sen Eğim Metodu

Bu tezde, ondalık ayıraç olarak nokta (.) kullanılmıştır.

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 3.1. Antalya İli ve konumu	9
Şekil 3.2. Antalya İli sahil kesimi meteoroloji gözlem istasyonu konumları	10
Şekil 3.3. Çift toplam yağış eğrisi, Finike örneği	13
Şekil 3.4. Çift kuyruklu normal dağılım	18
Şekil 3.5. Şen trend belirleme yöntemi trend bölgeleri	21
Şekil 3.6. Şen trend belirleme yöntemi muhtemel trend seçenekleri.....	22
Şekil 3.7. Şen trend belirleme yöntemi.....	23
Şekil 4.1. Yıllık alansal yağış normalleri haritası	24
Şekil 4.2. Antalya İli yağış gözlem istasyonu verileri	25
Şekil 4.3. Antalya İli sahil kesimi manuel (M) istasyonları aylık yağış ortalamaları.....	27
Şekil 4.4. Antalya Havalimanı (17300) yıllık toplam yağış verisi çift toplam yağış eğrisi grafiği	28
Şekil 4.5. Antalya Havalimanı (17300) yıllık toplam yağış verisi çift toplam yağış eğrisi aykırılık problemi	30
Şekil 4.6. Antalya Havalimanı (17300) yıllık toplam yağış verisi çift toplam yağış eğrisi revize değerleri.....	30
Şekil 4.7. Alanya (17310) yıllık toplam yağış verisi çift toplam yağış eğrisi	31
Şekil 4.8. Finike (17375) yıllık toplam yağış verisi çift toplam yağış eğrisi.....	31
Şekil 4.9. Manavgat (17954) yıllık toplam yağış verisi çift toplam yağış eğrisi	32
Şekil 4.10. Gazipaşa (17974) yıllık toplam yağış verisi çift toplam yağış eğrisi	32
Şekil 4.11. Sahil kesimi ilkbahar mevsimi toplam yağış verilerinde kıyaslamalı çift toplam yağış eğrisi	33
Şekil 4.12. Sahil kesimi yaz mevsimi toplam yağış verilerinde kıyaslamalı çift toplam yağış eğrisi	34

Şekil 4.13. Sahil kesimi sonbahar mevsimi toplam yağış verilerinde kıyaslamalı çift toplam yağış eğrisi	34
Şekil 4.14. Sahil kesimi kış mevsimi toplam yağış verilerinde kıyaslamalı çift toplam yağış eğrisi	35
Şekil 4.15. Tamamlanmış istasyonu verilerinde yıllık toplam yağış	35
Şekil 4.16. Tamamlanmış istasyonu verilerinde ilkbahar mevsimi toplam yağış	36
Şekil 4.17. Tamamlanmış istasyonu verilerinde yaz mevsimi toplam yağış	36
Şekil 4.18. Tamamlanmış istasyonu verilerinde sonbahar mevsimi toplam yağış	37
Şekil 4.19. Tamamlanmış istasyonu verilerinde kış mevsimi toplam yağış	37
Şekil 4.20. Şen trend belirleme yöntemi yıllık toplam yağış sonuçları	45
Şekil 4.21. Şen trend belirleme yöntemi ilkbahar mevsimi toplam yağış sonuçları	46
Şekil 4.22. Şen trend belirleme yöntemi yaz mevsimi toplam yağış sonuçları	47
Şekil 4.23. Şen trend belirleme yöntemi sonbahar mevsimi toplam yağış sonuçları	48
Şekil 4.24. Şen trend belirleme yöntemi kış mevsimi toplam yağış sonuçları	49
Şekil 4.25. Antalya Havalimanı (17300) istasyonu şubat ayı yağış verilerinde Sen'in trend eğim metodu ve Şen trend belirleme yöntemi	51
Şekil 4.26. Alanya (17310) istasyonu eylül ayı yağış verilerinde Sen'in trend eğim metodu ve Şen trend belirleme yöntemi	51
Şekil 4.27. Manavgat (17954) istasyonu ocak ayı yağış verilerinde Sen'in trend eğim metodu ve Şen trend belirleme yöntemi	52
Şekil 4.28. Gazipaşa (17974) istasyonu eylül ayı yağış verilerinde Sen'in trend eğim metodu ve Şen trend belirleme yöntemi	52

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 3.1. Antalya İli meteoroloji gözlem istasyonu genel bilgileri.....	10
Çizelge 4.1. Yağış istasyonlarına ait eksik veri miktarları.....	25
Çizelge 4.2. Antalya Havalimanı (17300) istasyonu örnek eksik yağış verileri	26
Çizelge 4.3. Antalya İli sahil kesimi istasyonları yağış ortalamaları	27
Çizelge 4.4. Doğrusal regresyon istatistikleri	28
Çizelge 4.5. Yıllık toplam yağış verilerinde homojenlik testleri	38
Çizelge 4.6. İlkbahar mevsimi toplam yağış verilerinde homojenlik testleri.....	38
Çizelge 4.7. Yaz mevsimi toplam yağış verilerinde homojenlik testleri.....	38
Çizelge 4.8. Sonbahar mevsimi toplam yağış verilerinde homojenlik testleri.....	39
Çizelge 4.9. Kış mevsimi toplam yağış verilerinde homojenlik testleri	39
Çizelge 4.10. Mevsimsel ve yıllık toplam yağış Mann Kendall trend analizi ve Sen'in trend eğim metodu sonuçları	40
Çizelge 4.11. Aylık toplam yağış Mann Kendall trend analizi ve Sen'in trend eğim metodu sonuçları	41
Çizelge 4.12. Yağış verilerine ait Şen trend belirleme yöntemi alt değerleri	43
Çizelge 4.13. Şen trend belirleme yöntemi yıllık ve mevsimsel toplam yağış. sonuçları.....	50

1. GİRİŞ

İklim üzerine yapılan çalışmalar, medeniyetimizin oluşum sürecine ışık tutmak gibi önemli bir amaca hizmet etmektedir. Elde edilen bilgiler geleceğe yönelik öngörülerimizin gerçeğe yakın olmasını sağlayıp atılacak adımlar için bir temel oluşturacaktır.

Dünya'daki ısınma, yapılan çalışmalar ile günümüzde yaygın olarak kabul görmektedir. Sanayi Devrimi'nden (18. ve 19. yüzyıl) günümüze kaydı tutulan sıcaklık değerleri Dünya genelinde sıcaklık artışının meydana geldiğini göstermektedir. Bu artışın sebebinin büyük oranda insanoğlu ve insanoğlunun doğada gerçekleştirdiği yıkım olduğu belirtilmektedir. İnsan popülasyonunun 1800'lü yıllarda 1 milyar seviyelerinde olduğu tahmin edilmektedir. Fakat geçtiğimiz iki yüzyılda insan nüfusu, gelişen teknoloji ve sağlık koşulları sebebiyle 7.7 milyar seviyelerine ulaşmış durumdadır. Dünya'nın ısınmasının başlıca nedenleri olarak, artan nüfus, bu nüfusun ihtiyaçları ve endüstriyel büyüme gösterilmektedir (IPCC 2007). İklim değişikliğinin ekonomi, tarım, sağlık ve toplumsal alanlardaki etkisiyle hayatlarımıza dolaylı olarak olumsuz yansması olduğu bilinmektedir. Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli 2007 yılı raporunda, geçtiğimiz yüzyılda 0.7°C sıcaklık artışı görüldüğü ve bu artışın ağırlıklı olarak son 50 yılda olduğu raporda yer almaktadır. 2018 yılı IPCC raporunda ise günümüz ile endüstriyel dönem öncesi sıcaklık değeri ortalamasındaki artışın 1.5°C'lik artışa, eğer önlemler alınmaz ise çok yakın bir gelecekte ulaşılacağı belirtilmiştir (Anonim 1). Son 50 yılda meydana gelen sıcaklık artışının Dünya nüfus artışıyla paralellik göstermesi, insanoğlunun doğaya olan etkisini doğrular niteliktedir. Her on yılda sıcaklık 0.20°C mertebesinde artış göstermektedir (Anonim 2). Bu durum geniş zaman aralığında sıcaklık değerlerinin eksponansiyel olarak arttığını göstermektedir.

Hava kütlelerinin soğuması sonucunda içerisinde yer alan su buharının yoğunlaşarak katı ya da sıvı halde yeryüzüne düşmesi ile oluşan yağış, küresel su döngüsünün ve iklim sisteminin temel bir bileşenidir. Suyun, kar ve diğer yağış formları şeklinde yeryüzüne düşmesi, yaşamı önemli ölçüde etkilemektedir. Yağmurlar, günlük hava koşullarının ve uzun süreli iklim koşullarının önemli bir parçasıdır. Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli'nin beşinci değerlendirmesinde, 1950'den beri artan sıcak hava dalgalarına bağlı olarak kuvvetli yağışların arttığı fakat karasal alanlarda yağışların azaldığı raporlanmıştır (Birch 2014). Elde edilen sonuçlar yağış varyansının arttığını, ıslak alanların daha ıslak ve kurak alanların daha kurak hale geldiğini göstermektedir.

İklim değişikliği konusu çok geniş bir kapsam ve etkiye sahip olsa da Dünya genelinde meydana gelen yağışların dağılım ve miktarının değişmesi yüksek öneme sahiptir. Bu değişimlerin bölgesel verim arzlarına olan etkileri sebebiyle ülkeler iklim değişikliğine uyum sağlayacak yenilenebilir çözümlere ihtiyaç duymaktadır (Dore 2005; Anonim 3). İklim değişikliğinin Türkiye üzerindeki olumsuz etkilerini anlamak ve önlemek için, hidrometeorolojik değişkenler olan yağış, sıcaklık, nem ve rüzgâr gibi parametreler üzerine çalışmalar gerçekleştirilmektedir. Yağış verileri aracılığıyla yapılan geçmiş, günümüz ve gelecek hakkındaki çalışmalar taşkınlar, ıslah çalışmaları,

su iletimi ve depolanması gibi konularda yapılacak olan alt yapı çalışmalarına kaynak oluşturmaktadır.

Yağış miktarları bölgeden bölgeye ve yıldan yıla değişim gösterse de genel kanı, ülkemizde sürekli su temini konusunda problemler yaşanacağı şeklindedir. Gelecekte suyu kaynak alacak yatırımların planlanması ve projelendirilmesinde değişen iklim şartlarının araştırılması ve geleceğe yönelik tahmin çalışmalarının varlığı önem arz etmektedir (Büyükyıldız ve Berktaş 2004). Ülkemiz yağış özellikleri bakımından hem tropik hem de orta enlemde yer alması sebebiyle meydana gelen iklim değişikliğine karşı oldukça hassas durumdadır. Türkiye’de yapılacak olan yağış ve diğer iklim değişkenleri üzerine çalışmalar, Orta Doğu ve Doğu Akdeniz için de büyük önem arz edecektir.

Ülkemizde ve uluslararası alanda yağış verileri ile sıcaklık üzerine birçok çalışma yapılmış ve geleceğe yönelik gerçekçi tahminler için trend analizleri ortaya konulmuştur. Yapılan çalışmalarda hidrometeorolojik değerlerin trend analizinde, parametrik ve parametrik olmayan analiz yöntemleri kullanılmıştır. Parametrik olmayan yöntemler doğa ile daha uyumlu bulunması sebebiyle daha yaygın olarak tercih edilmektedir (Yue ve Wang 2002). Ülkemizde, Meteoroloji Genel Müdürlüğü (MGM) ve Devlet Su İşleri (DSİ) veri kaydı tutulan meteorolojik istasyonlar merkezinde çalışmalar yapılmaktadır. Çalışmalarda, elde edilen verilerin homojenliği birçok analiz yöntemi ile doğrulanmış olup, homojen olan istasyonlar ve zaman aralıkları tercih edilmiştir (Çiftlik 2012; Nemli 2017; Tongal 2019).

Bu çalışmada, MGM’den alınan Antalya İli sahil kesimi yağış verileri ile mevsimlik ve yıllık bazda gerekli homojenlik ve eksik veri tamamlama çalışmaları gerçekleştirilmiştir. Ardından veriler, parametrik olmayan trend analizlerinden; Mann Kendall, Şen trend belirleme yöntemi ve Sen’in trend eğim metodu ile kontrol edilmiştir. Çalışmanın amacı, Şen trend belirleme yöntemi’nin yaygın olarak kullanılan trend analiz yöntemleri ile kıyaslanarak Antalya İli sahil kesiminin geçmiş verilerinin incelenmesidir.

Çalışma kapsamında yağış trendleri için nüfusun yoğun olarak bulunduğu, turizm ve tarım gibi faaliyetlerde büyük öneme sahip Antalya Merkez, Alanya, Finike, Gazipaşa ve Manavgat bölgeleri ele alınmıştır. Her geçen gün daha fazla önem kazanan ve bu bölgelerde gerçekleştirilecek olan bilimsel çalışmaların gerek ticari gerekse sosyokültürel olarak Antalya İli’ne ileriye yönelik projeksiyonların yapılmasında önemli katkılar sağlayacağı düşünülmektedir.

2. KAYNAK TARAMASI

2.1. Türkiye’de Yapılan Çalışmalar

Ülkemizde yağış verileri üzerine 1990’lı yıllara kadar önemli çalışmalar yapılmamıştır. İlk geniş kapsamlı çalışmalardan Toros (1993) 1930-1990 yılları arasındaki en düşük ve en yüksek sıcaklık değerleri ile mevsimlik ve yıllık yağış verilerini kullanarak trend analizi gerçekleştirmiştir. Yapılan çalışmada ülke genelinde herhangi bir trend varlığının söz konusu olmadığı belirtilmiştir.

Türkeş (1996), Türkiye’nin farklı coğrafi bölgelerindeki 91 istasyona ait veriler ile 1930-1993 yıllarını kapsayan yıllık yağışların trend analizini yapmıştır. Mann Kendall testi ile yapılan çalışmada, incelenen bölgelerde trendin negatif olduğu ve kuraklıkların yaşandığı belirlenmiştir.

Partial (2002) tarafından Mann Kendall ve Sen’in trend eğim metodu testi ile Türkiye genelinde trend analizi çalışmaları gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmada Ocak, Şubat ve Eylül ayında 1940’lı yıllardan başlayan Türkiye genelinde azalış trendi belirlenmiştir. Bu çalışmada Batı, Güney ve Kuzey sahil kesimlerinde azalış trendlerine rastlanmıştır.

Kahya ve Kalaycı (2004) tarafından 26 farklı havzaya ait 31 yıllık akış verileri, Spearman’ın Rho, Mann Kendall, Mevsimlik Mann Kendall testi ve Sen’in trend eğim metodu testleri ile incelenmiştir. Von Belle ve Hughes testleri genel olarak su kalitesi analizinde kullanılmasına rağmen bu çalışmada akış verileri için kullanılmıştır. Sonuç olarak Türkiye havzaları genelinde düşüş trendi olduğunu saptanmıştır.

Büyükyıldız ve Berktaş (2004) tarafından, Sakarya Havzası’ndaki 25 istasyondan elde edilen 1960-2000 yılları arasına ait toplam yağış verilerine, Mann Kendall (MK), Mevsimlik MK, Spearman’ın Rho ve Sen’in trend eğim metodu ile trend testleri uygulanmıştır. Homojenlik analizi, Von Belle ve Hughes testleri ile değerlendirilmiştir. Sonuç olarak incelenen 300 aylık yağış verilerinden 44’ünde trende rastlanmış ve aralarında azalış trendinin sayıca daha fazla olduğu gözlenmiştir.

Partial ve Kahya (2006), Türkiye genelindeki 96 istasyondan elde edilen, yıllık toplam yağış ve aylık toplam yağış verileri için trend analizi çalışması gerçekleştirmiştir. Çalışmada, Mann Kendall ve Sen’in trend eğim metodundan yararlanılmıştır. 1929-1993 yıllarını kapsayan verilerde nem, sıcaklık, yağış, yağışlı gün sayısı gibi 13 farklı yağış değişkeni incelenmiştir. Ocak, Şubat ve Ekim aylarında dikkate değer trendlere rastlanmıştır. Aynı zamanda Türkiye’nin batısı ve güneyinde negatif trendler gözlenmiştir.

Uçgun (2010) tarafından Kızılırmak Havzası’nda bulunan 13 yağış istasyonunun verilerine %90 ve %95 güven aralığında Mann Kendall ve Spearman’ın Rho testleri uygulanmıştır. İncelenen 156 ay arasından 14 ay için %95 güven aralığında, 20 ayda için %90 güven aralığında trende rastlanmıştır.

Toros (2012) tarafından Türkiye genelinde yer alan 165 yağış istasyonundan elde edilen veriler kullanılmıştır. Çalışmada kullanılan verilerde yağış miktarının büyük

farklılık gösterdiği belirtilmiştir. 1961 ile 2008 yılları arasında bulunan meteorolojik verilerin, literatürde yaygın olarak kullanılan Mann Kendall Mertebe Korelasyon testi (MKMK) ile trend analizleri yapılmıştır. Analizler sonucunda son 60 yılda azalış trendi olduğu belirlenmiştir. Mevsimlik trend analizi çalışmalarında kış aylarında negatif, sonbahar aylarında ise pozitif trend tespit edilmiştir.

Çiftlik (2012), Devlet Su İşleri'ne ait 49 adet istasyondan elde edilen 40 yıllık yağış verileri ile Ege Bölgesinin trend analizlerini gerçekleştirmiştir. Verilerdeki serisel korelasyonu ortadan kaldırmak için ön arındırma yöntemi olarak Oto Regresyon (AR(1)) yöntemi kullanılmıştır. Çalışmada korelasyon analizi yapılarak veriler detaylandırılmıştır. Bu sayede ön arındırma yöntemi ile var olan trendlerin kaybedilmesi engellenmiştir. Veri serilerine uygulanan bu işlemlerden sonra MK, Mann Kendall Mertebe Korelasyon, Spearman'ın Rho testi ve Sen'in trend eğim metodu ile analizler gerçekleştirilmiştir. Çalışmada, Ege Bölgesi genelinde ağırlıklı olarak düşüş trendlerine rastlandığı rastlanmıştır.

Emek (2014) tarafından Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nden alınan Doğu Anadolu Bölgesinde yer alan 46 istasyonun 1960 ile 2013 yıllarına ait aylık ve yıllık yağış verilerine Mann Kendall trend analizi uygulanmıştır. Yağış verilerin homojenliği için Run testi ile Pettitt testi uygulanmış ve homojen olduğu saptanan verilere MK testi ile Spearman'ın Rho testi uygulanmıştır. Sen'in trend eğim metodu ile yağış eğimleri incelenmiştir. Sonuç olarak; yıllık analizlerde 8 istasyon hariç homojenlik saptanmıştır. Dört yağış istasyonunda 0.05, iki yağış istasyonunda ise 0.10 anlamlılık düzeyinde negatif yönde yağış trendi belirlenmiştir. Aylık düzeyde yapılan çalışmalarda yaz aylarında pozitif yönde, kış aylarında ise negatif yönde trend oluştuğu belirtilmiştir.

Yürekli (2015), Yukarı Fırat-Dicle Havzası'nda biriken yağışın sebep olduğu iklim değişkenleri üzerine çalışmıştır. Bu alan ülkemizin ve dünyanın en büyük sulama projesi olan Güney Anadolu Projesi'ni kapsamaktadır. Çalışma 7 farklı zaman serisi ve 19 istasyon kullanılarak yapılmıştır. Trend analizi çalışmalarında MK, Theil-Sen Eğim metodu (TSE) ile trendin yönü ve büyüklüğü belirlenmiştir. Ardından Ardışık Mann Kendall Kademe testi ile trend başlangıç yılları belirlenmiştir. Sonuç olarak %5 anlamlılık düzeyinde 12 istasyonda trend varlığı saptanmıştır.

Şapolyo (2017) tarafından 1965-2015 yıllarını kapsayan 13 farklı istasyon verisine parametrik olmayan analiz yöntemlerinden MKMK ve Bölgesel Ortalama Mann Kendall Mertebe Korelasyon testi uygulanmıştır. Çalışmada Nisan ve Ekim aylarına ait sıcaklıklarda kullanılan ve anlamlılık düzeyine uygunluk sağlayan artışlar olduğu belirlenmiştir. Mevsimsel bazda ise her mevsimde görülen pozitif trendin, özellikle yaz aylarını kapsayan dönemde daha anlamlı sonuçlar ürettiği gözlenmiştir.

Nemli (2017), Doğu Karadeniz Bölgesinde yer alan 10 meteoroloji istasyonundan elde edilen yağış verileri ile trend analizi gerçekleştirmiştir. Homojenlik kontrolü Run (Swed-Einsenhart) testi ile yapılmış olup normal dağılıma uyan ve eksik verisi bulunmayan durumlar için regresyon analizi yapılmıştır. Aksi durumda ise, parametrik olmayan MK testi ve Spearman'ın Rho testi uygulanmıştır. Mann Kendall Mertebe Korelasyon testi ile de trendlerin başlangıç yılı saptanmıştır. Sonuç olarak, istasyonların genelinde artan yönde trend tespit edilmiştir.

Özener (2019), yıllık 6.3 milyar m³ su potansiyeline sahip Çoruh Havzası'nda bulunan beş farklı akım ölçüm istasyonunun verileri ve yine bu istasyonlar ile uyumlu olan beş meteorolojik yağış ölçüm istasyonundan elde edilen veriler ile trend analizi gerçekleştirmiştir. MK testi, Spearman'ın Rho testi ve yenilikçi Şen trend analizi yöntemlerinin kullanıldığı çalışmada, verilerin homojenliğini kontrol etmek için Run testi kullanılmıştır. Eksik veriler, korelasyonları en yüksek olan istasyonlar arasında doğrusal regresyon uygulanarak tamamlanmıştır. Ardından trend analizi saptanan istasyonlarda MKMK testi ile trendlerin başlangıç yılları saptanmıştır. Sonuç olarak 3 istasyonun akış verilerinde artış trendine rastlanmıştır.

Tongal (2019), yapmış olduğu çalışma ile sosyo-ekonomik açıdan Türkiye için büyük öneme sahip olan Antalya Havzası'nı ele almıştır. Çalışmada 1970 ile 2017 yıllarına ait yağış verileri, MK, Modifiye MK ve Sen'in trend eğim metodları ile analiz edilmiştir. Nokta değişim metodu olarak Pettitt, Buishand, Standart Normal Homojenlik testleri yapılmıştır. Homojenlik testleri ile belirlenen ve 3 ayrı periyotta ele alınan zaman serilerinde, 1970 ile 2017 yılları arasındaki periyotta gözlenmeyen trendlerin alt periyotlara ayrıldığında trendlerin gözlemlendiği tespit edilmiştir.

2.2. Yurtdışında Yapılan Çalışmalar

Hamed ve Ramachandra (1998) tarafından yapılan çalışmada, pozitif oto korelasyon, var olmayan trendlerin ortaya çıkmasına sebep olduğunu belirlemişlerdir. Bu sorunun, birçok çalışmada fark edilmesine rağmen yeterince irdelenmediği belirtilmiş ve oto korelasyonun MK trend testi varyansı üzerindeki etkileri belirtilmiştir. Bu doğrultuda araştırmacılar tarafından parametrik olmayan trend testlerinde kullanılabilecek, modifiye bir yöntem ortaya konulmuştur. Bu yeni yöntem yağış ve nehir akım verileri üzerinde uygulanarak bir kıyaslama çalışması yapılmıştır. Sonuç olarak yeni yöntemin MK testine göre daha tutarlı olduğu ortaya konmuştur.

Yue ve Wang (2002) tarafından ön arındırma işleminin serisel korelasyon üzerindeki etkileri incelenmiştir. Çalışmada Monte Carlo simülasyonu ile oto regresif yöntemler kullanılmıştır. Sonuç olarak pozitif ya da negatif veri setindeki büyüklüğün korelasyon ile ilişkili olduğu ortaya konmuştur. Ayrıca veri serisinin yeterince fazla olması durumunda serisel korelasyonun MK test istatistiği değeri üzerindeki etkisinin azaldığı sonucuna ulaşılmıştır.

Yue vd. (2002), Mann Kendall ve Spearman'ın Rho testinin trend analizi konusunda literatürde yaygın olmasına rağmen metotların başarısının yeterince yansıtmadığını belirtmişlerdir. Trendin büyüklüğü, veri sayısı, zaman serisindeki değişkenlik miktarı ve belirlenen anlamlılık düzeyi gibi parametrelerin etkileri araştırılmıştır. Zaman serisindeki değişkenlik artışı hariç, diğer parametrelerin artışının, sonuçları olumlu etkilediği belirtilmiştir. Aynı zamanda trend varlığı söz konusu iken, metodun güvenilirliğinin, dağılım türünün tipine ve zaman serisinin çarpıklığına bağlı olduğu tespit edilmiştir.

Yue ve Wang (2004) tarafından serisel korelasyonun trend büyüklüğünün doğru bir şekilde belirlenmesindeki etkisi üzerine, MK testindeki serisel korelasyonları

ortadan kaldırmak amacıyla efektif örnek genişliği (Effective sample size, ESS) yöntemini geliştirmişlerdir. Sonuç olarak herhangi bir trend varlığı söz konusu olmadığında ESS'nin serisel korelasyonları oldukça etkili bir şekilde baskıladığı gözlemlenmiştir. Trende sahip MK testi sonuçlarında, ESS seri korelasyonun büyüklüğünün ölçülmesinde belirsizlikler yaratacağı için belirtilmiştir. Fakat ESS bir yöne doğru eğilimi engellenmiş serilerden elde edilen seri korelasyonlardan örneklenir ise başarılı sonuçlar göstereceği ifade edilmiştir.

Hamed (2008) hidrolojik verilerin modellenmesinde kullanılan ölçülendirme hipotezini (scaling hypothesis), MK testi ölçülendirme etkisini dikkate alacak şekilde modifiye etmiştir. Bu modifiye test Dünya'nın farklı noktalarında yer alan 57 adet akım ölçüm istasyonunun yıllık nehir akım verilerine uygulanmıştır. Ölçülendirme faktörü dahil edildiğinde sonuçlar trend varlığında azalma göstermiştir. Sonuçta daha önce ortaya konan trend analizi metotlarının gerçek trendleri bulmada daha etkisiz olduğu belirtilmiştir.

Cong vd. (2009), çalışmalarında 1990'lı yıllarda Yellow River Havzası'nda meydana gelen kuraklığın nedenlerini araştırmışlardır. Meteorolojik veriler ve coğrafi bilgiler ile hidrolojik model oluşturmuşlardır. İklim değişikliğinin büyüklüğüne insan etkisinin incelenebilmesi amacıyla trend analizi yapılmıştır. Sonuç olarak 1990'lı yıllardan beri görülen kuraklığa sebep olduğu ve durumun 2000'lerin başlarında uygulanan su kaynakları yönetimi uygulamaları sayesinde günümüzde daha olumlu hale geldiği tespit edilmiştir.

Kumar vd. (2010) Hindistan'da ülke genelindeki farklı noktalara ait 135 yıllık (1871-2015) yağış verisini 30 alt periyoda ayırmışlardır. Yapılan çalışmada, bölgelerin yarısından çoğunda yıllık bazda artış trendi belirlenmiştir. Diğer yandan yağışlı günlerin çok olduğu yaz aylarında, Ağustos ayı için artış gösteren bölge sayısının azalış trendi gösterenlerden daha fazla olduğu gözlemlenmiştir. İncelenen yıl sayısının 50'den fazla olması ($n \geq 50$) ve trend eğiminin yüksek olması durumunda ön arındırmaya ihtiyaç olmadığı sonucuna varılmıştır.

Shadmani vd. (2012), çalışmalarında İran'ın 11 farklı yağış istasyonuna ait 1965-2015 yılları arası yağış verileri ile trendlerin evapotranspirasyon (ETO) değerleri incelenmişlerdir. Çalışmada MK ve Spearman'ın Rho (SR) testleri %5 anlamlılık düzeyinde test edilmiş ve serisel korelasyon etkisinden arındırmak için trendlerden etkilenmeyen ön arındırma (TFPW) yaklaşımı kullanılmıştır. Sonuç olarak Mashhad şehrinde bulunan istasyonun en yüksek pozitif trendinin 7.5 mm/yıl, İsfahan şehrinde bulunan istasyonun ise en yüksek negatif yağış trendini -6.38 mm/yıl olduğu belirlenmiştir.

Karmeshu (2012) çalışmasında, Amerika Birleşik Devletleri'nin kuzeydoğusundaki 9 eyalete ait yıllık yağış ve sıcaklık değerlerini dikkate alarak iklim değişikliğini incelemiştir. Yapılan analizler ve sıcaklık değerlerinden Pensilvanya ve Maine eyaletleri haricinde dikkate değer bir trendin olmadığı görülmüştür. Geri kalan yedi eyalet verilerine ait doğrusal trend grafiklerinde 0.00006 ile 0.02 Fahrenheit/yıl düzeyinde sıcaklık artışı gözlemlenmiştir. Yağış verileri için de doğrusal trend analizi

Maine istasyonunda azalış trendi göstermiştir. Kuzeydoğu eyaletleri için ise 0.03 ile 0.13 mm/yıl arasında değişen artış trendleri saptanmıştır.

Gocic ve Trajkovic (2013), çalışmalarında 1980-2010 yılları arasını kapsayan 12 meteoroloji istasyonuna ait sıcaklık, yağış, nem ve buhar basıncı vs. 7 farklı meteorolojik verinin yıllık ve mevsimsel trend analizlerini yapmışlardır. Çalışmada yıllık ve mevsimsel verilerin minimum ve maksimum sıcaklıklarında artış trendi gözlenmiştir. Bağıl nem değerlerinde yaz ve sonbahar mevsimlerinde yüksek düşüşler saptanmıştır. İlkbahar, yaz ve sonbahar mevsimlerinde buhar basıncında artış trendine rastlanmıştır. Diğer yandan yaz ve kış aylarına ait yağış verilerinde trend gözlenmediği sonucuna varılmıştır.

Ahmad vd. (2015) tarafından Swat Nehri (Pakistan) Havzası'nda bulunan 15 meteoroloji istasyona ait yağış verilerinin 1960-2011 yılları arasındaki değişimleri araştırılmıştır. Spearman'ın Rho (SR) ve MK testi aylık, mevsimsel ve yıllık veriler için gerçekleştirilmiştir. Ek olarak seri korelasyon etkisini azaltmak için yağış verilerine trendlerden etkilenmeyen ön arındırma (TFPW) yaklaşımı uygulanmıştır. Sonuç olarak incelenen hiçbir zaman serisinde pozitif ya da negatif trendin baskınlığına rastlanmadığı belirtilmiştir. Mevsimsel ölçüde yağış trendinin yaz mevsiminden sonbahar mevsimine kaydığı belirlenmiştir.

Nourani vd. (2018), İran'da yer alan Urmia Gölü'nün su seviyesindeki dalgalanma ile meteorolojik ve hidrolojik parametreler olan yağış, akarsu debisi, sıcaklık ve bağıl nemliliğin aylık, mevsimsel ve yıllık trendler arasındaki ilişki incelenmiştir. 1971-2013 yıllarını kapsayan çalışmada parametrik olmayan Hibrit Dalgacık Mann Kendall testi ile Şen trend belirleme yöntemleri kullanılmıştır. Sonuç olarak, su seviyesi ve akarsu akımında belirgin azalış trendi, yağış ve bağıl nemde orta şiddette azalış trendi, sıcaklıkta ise artış trendi saptanmıştır. Urmia Gölü'nün su seviyesindeki azalışa etken faktörün akarsu akım serilerindeki azalış trendi olduğu belirlenmiştir.

3. MATERYAL VE METOT

3.1. Materyal

Türkiye coğrafi olarak üç tarafı; Akdeniz, Ege ve Karadeniz denizleri ile çevrili ve Avrupa-Asya kıtalarının kesişiminde yer alan bir ülkedir. Tarih boyunca bu özellikleri sayesinde kültürlerin ve ekonomik faaliyetlerin yeşerme ve gelişme alanı olmuştur. Günümüzde Türkiye Cumhuriyeti 81 il ve 7 coğrafi bölgeden oluşmaktadır. Bu bölgelerden biri olan Akdeniz Bölgesi arazi yapısı olarak engebeli ve dağlıktır. İklim olarak Akdeniz İklimi görülmektedir. Bu iklim tipinde yaz mevsimi sıcak ve kurak, kış mevsimi ise yağışlı ve ılıman olarak geçmektedir. Akdeniz Bölgesinde iç kesimlerde ise daha karasal iklim ile karşılaşmaktadır.

Bu bağlamda 36° 07' - 37° 29' kuzey enlemi ile 29° 20' - 32° 35' doğu boylamı arasında yer alan Antalya İli (Şekil 3.1), Akdeniz İklimi özelliklerini yansıtmaktadır. Ortalama sıcaklık ve toplam yağış miktarı ortalaması Meteoroloji Genel Müdürlüğü tarafından kaydı tutulan 88 yıllık (1930-2018) veriler ile 18.8 °C ve 1058 mm olarak ekaydedilmiştir. Değişken dağlık yapısı (Dağların batıya doğru denize dik uzanması) ve bunun gibi diğer sebeplerden yağış verileri Antalya'nın farklı noktalarında farklı ortalamalar ve salınımlar göstermektedir.



Şekil 3.1. Antalya İli ve konumu

Zaman serisi olarak adlandırılan ve belirlenen zaman birimine karşılık veri kayıtlarının tutulduğu serilerde gerçekleşen analizler geleceğin öngörülebilmesini sağlamaktadır. Fakat istatistiksel olarak anlamlı sonuçlar elde edilebilmesi için uzun zaman serilerinde analizler gerçekleştirilmelidir.



Şekil 3.2. Antalya İli sahil kesimi meteoroloji gözlem istasyonu konumları

Çalışma boyunca incelenen yağış istasyonlarının adları ve kodlamaları aşağıdaki gibidir, istasyonlara ait genel bilgiler Çizelge 3.1 ile paylaşılmıştır:

- 17300 – Antalya Havalimanı Manuel Yağış İstasyonu
- 17310 – Alanya Manuel Yağış İstasyonu
- 17375 – Finike Manuel Yağış İstasyonu
- 17954 – Manavgat Manuel Yağış İstasyonu
- 17954 – Manavgat Otomatik Meteoroloji Gözlem İstasyonu
- 17974 – Gazipaşa Manuel Yağış İstasyonu

İstasyonların bulundukları konumlar incelendiğinde, Finike istasyonu haricindeki istasyonlar Antalya Havzası içerisinde yer almaktadır.

Çizelge 3.1. Antalya İli meteoroloji gözlem istasyonu genel bilgileri

Tür	Kod	Ad	Rakım (m)	Enlem	Boylam	Veri Aralığı (Ay-Yıl)
M	17300	Antalya Havalimanı	64	36.9063	30.799	1.1970- 4.2018
OMGİ	17300	Antalya Havalimanı	47	36.8851	306.828	1.2004- 4.2018
M	17974	Gazipaşa	21	36.2715	32.3045	1.1970- 4.2018
OMGİ	17954	Manavgat	38	36.7895	31.441	7.2004- 4.2018
M	17954	Manavgat	38	36.7895	31.441	1.1970- 4.2018
OMGİ	17310	Alanya	6	36.5507	31.9803	1.2004- 4.2018

Çizelge 3.1'in devamı

M	17310	Alanya	6	36.5507	31.9803	1.1970- 4.2018
OMGİ	17375	Finike	2	36.3024	30.1458	1.2004- 4.2018
M	17375	Finike	2	36.3024	30.1458	1.1970- 4.2018

Yağış verileri üzerinde gerçekleştirilecek olan trend analizi çalışmasında MGM tarafından kayıtları tutulan istasyonlar kullanılmıştır. Konum ve diğer bilgiler Şekil 3.2 ve Çizelge 3.1'de görülen toplamda 8 adet olan Manuel Meteoroloji Gözlem İstasyonu (M) ve bu istasyonlara bitişik nizamda yer alan elektronik cihazlar ile ölçümleri yapılmış Otomatik Meteoroloji Gözlem İstasyonu (OMGİ) yağış verileri kullanılmıştır. Toplam yağış (mm) olarak alınan aylık yağış ölçümleri veri setinde, veriler her istasyonda farklı oranlarda eksiklikler içermektedir. Yağış ölçümlerinin ağırlıklı olarak 1970 yılında kaydedilmeye başlandığı gözlenmiştir. Çalışmanın güvenilirliği ve doğruluğu amacıyla 1970 tarihi sonrasında ya da farklı dönemlerde başlangıç gösteren istasyonlar dikkate alınmamıştır. Bu sayede gerçekleştirilecek trend analizi çalışması sonuçlarında tarih periyotlarının yaratacağı yanlış trend varlıklarının önlenmesi hedeflenmiştir. Sonuç olarak kriterleri sağlayan 5 adet istasyon seçilmiştir. Seçilen istasyonlar Şekil 3.2'de kırmızı daireler içerisinde gösterilmiştir. Çalışma ile Antalya İlinin sahil kesimi bir bütün olarak değerlendirmeye alınmıştır.

3.2. Metot

3.2.1. Eksik verilerin tamamlanması

Yağış, sıcaklık ve nem gibi hidrometeorolojik değişkenler üzerinde gerçekleştirilecek çalışmaların başarısı verilerin eksiksizliğine ve ölçümlerin doğruluğuna dayanmaktadır. Fakat uygulamada insani, coğrafi ve ölçüm cihazı kaynaklı hatalar meydana gelebilmektedir. Bu hataların sonucu olarak veri eksiklikleri ve ölçüm hataları gerçekleşmektedir. Akademik literatürde çözüm oluşturmak amacıyla regresyon analizi ve homojenlik testleri gibi birçok yöntem kullanılmaktadır. Bu yöntemler sayesinde eksik olan veriler gerçeğe istatistiki olarak en yakın şekilde tahmin edilebilmektedir. Bu sayede veriler üzerine uygulanan testlerin doğruluğu artırılabilir. Eğer eksik veriler tamamlanmaz veya yanlış bir şekilde doldurulursa, trend analizi gibi verilerin frekansına ve değerlerine bağlı olan metotlar yanlış sonuçlar verecektir.

MGM aracılığı ile elde edilen yağış verilerinde iki farklı türde veri eksikliğine rastlanmaktadır. İlk veri eksikliği nadir olarak rastgele aylarda meydana gelen ve boş bırakılan verileri içermektedir. İkinci veri eksikliği ise bazı istasyonlarda verilerin ölçümünün manuel yöntemden, yeni teknoloji olan OMGİ'ye geçilmesi sebebi ile kayıt altına alınmanın bırakılması sebebiyle gerçekleşmektedir.

İlk veri eksikliği tipinde eksik verilerin tamamlanmasında eksikliğin gerçekleştiği tarihin bir önceki ve sonraki aylardaki verilerin aritmetik ortalamasının alınmasıyla tamamlanması gerçekleştirilmektedir. Veri eksikliği bulunan tarihin bir önceki ya da bir sonraki tarihinde de veri eksikliği bulunması durumunda iki ay öncesine ya da sonrası verilerin aritmetik ortalama alınmaktadır.

Çalışmada ikinci tür eksik verilerde ise doğrusal regresyon metodu uygulanmıştır. Doğrusal regresyon ile eksik yıllardaki veriler OMGİ istasyonlarından alınarak M istasyonlarına yakınsak hale getirilir. Ardından yapılan çalışmanın uygunluğunu kontrol amaçlı literatürde çift toplam yağış eğrisi olarak adlandırılan yöntem ile homojenlik kontrolü sağlanmıştır. Yapılan iki çalışmanın ardından kullanıma hazır hale gelen yağış verileri üzerinde trend analizi çalışmalarında sık sık başvuru (Tongal 2019; Kahya ve Kalaycı 2004) homojenlik testlerinden olan; Pettitt Testi, Buishand Testi ve Von Neumann Oran Testi ile kontrol sağlanarak homojenlik anomalisi ya da seçilen 1970-2017 periyodunda sapma olup olmadığını kontrol edilmiştir.

3.2.2. Doğrusal regresyon

Doğrusal regresyon, iki nicel veri arasındaki ilişkiyi özetleyen istatistiksel bir metottur. Yöntem korelasyon katsayısı eksik veri bulunan istasyona en yakın istasyon seçilerek uygulanırsa daha doğru sonuçlar verir. Burada doğruluk kıyaslaması R katsayısının bire yakınlığıdır. Katsayı bire ne kadar yakınsa iki istasyon arası hidrolojik veri serilerinin ilişkiliğinin o kadar yakın olduğu kaydedilebilir.

$$R_x = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x}) \times (y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \times \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}} \quad (3.1)$$

(3.1) formülünde x_i ve y_i seçilen istasyonlara ait yağış verilerini ifade etmektedir. $\bar{x}$ ve $\bar{y}$ ise zaman periyoduna bağlı olarak istasyonlara ait ortalama yağış değerlerini göstermektedir.

Grafiksel olarak x eksenine bağımsız değişken olarak sabit tutulan istasyon yağış verileri, y eksenine ise tahminde bulunmak istenilen istasyon verileri (bağımlı değişken) yazılır. Bu grafiğe uydurulacak en uygun doğrusal çizginin denklemi (3.2) ile gösterilmiştir.

$$f(x) = w_0 + w_1 \cdot x \quad (3.2)$$

Oluşacak olan modele ait denklem ise;

$$y_i = w_0 + w_1 \cdot x_i + \varepsilon_i \quad (3.3)$$

(3.3) denkleminde w_0 ile w_1 regresyon katsayılarından oluşan kesişim ve eğimi ifade eder. Sonuç olarak bilinen x_i sabit değişken değeri yazılarak, eksik yağış verisi (bağımlı değişken) y_i değeri elde edilmektedir.

3.2.3. Çift toplam yağış eğrisi yöntemi

Çift toplam yağış eğrisi yöntemi birçok hidrolojik veri üzerinde kullanılabilir. Yöntem ile istasyona ait veriler diğer istasyonlar ile kıyaslanır. Yöntem, çalışmaya konu olan yağış verileri üzerinde tutarsızlıkların kontrolünü sağlamada kullanılabilir. Çift toplam yağış eğrisi yöntemi temelde, bir istasyona ait verilerin kümülatif toplamının diğer birçok istasyona ait verilerin ortalamasının kümülatif toplamı ile bir kartezyen koordinat sistemine yerleştirilmesi ve bu kesişimin oluşturduğu doğru çizgisinden meydana gelecek sapmaların iyileştirilmesini ele alan bir yöntemdir. Kırınım olarak adlandırılan sapmalar iki veri arasındaki ilişkinin değişmesinden meydana gelmektedir. Kırınım oluşma sebeplerinden birkaçı; ölçüm metodunda gerçekleşecek değişiklikler, istasyon konumunun değiştirilmesi, ölçüm cihazlarında meydana gelecek arızalar ya da insan kaynaklı ölçüm hataları olabilmektedir.

Searcy ve Hardison (1960) tarafından Çift toplam yağış eğrisinin ortaya konulduğu çalışmadaki açıklama aşağıdaki gibidir:

“Zayıf korelasyona sahip veriler arasında gerçekleştirilecek çift toplam yağış eğrisi çalışmalarında tutarsızlıkların saptanması zor olacaktır. Fakat zaman aralığı genişletildikçe korelasyonda meydana gelecek olan zayıflık etkisini yitirecektir.”

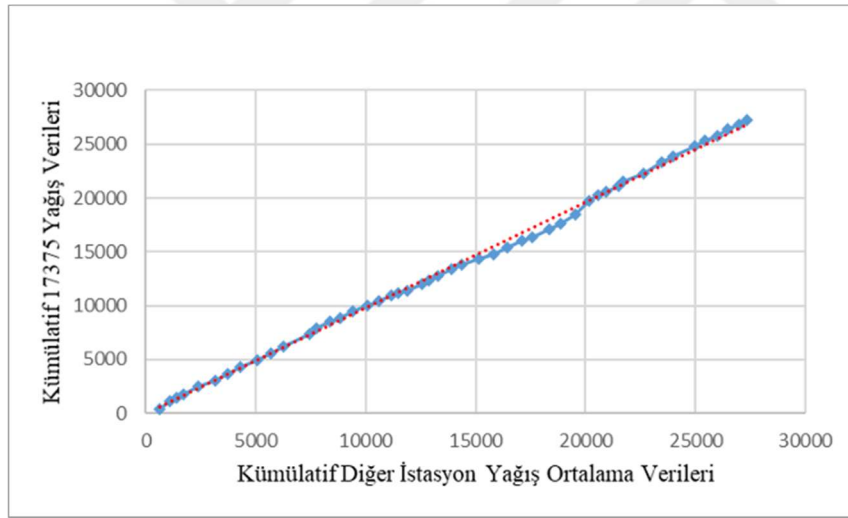
Açıklama trend analizi çalışmalarında geniş tarih periyodu kullanılmasını (Bu çalışmada 1970-2018 tarihleri arasında, toplamda 48 yılı içermektedir.) destekler niteliktedir.

Çift toplam yağış eğrisi yöntemi, artan veriler yerine birikmiş değerler ile ilgilenir ve daha uzun zaman periyotlarını değerlendirilmesine olanak sağlamaktadır. Aynı zamanda geçmiş verilerin ortalamasından sağladığı analizlerle, yaşanmış olabilecek eksiklik ve yer değişimi gibi ölçüm istasyonlarının başına gelebilecek problemlerin çözümünde yardımcı olmaktadır. Yağış verileri üzerine ilk çift toplam yağış eğrisi metodu çalışması Merriam (1937) tarafından gerçekleştirilmiştir.

Bir A ve B değişkeni arasındaki doğrusal ilişkinin matematiksel olarak ifadesi:

$$A = m * B + C \quad (3.4)$$

Verilen (3.4) denkleminde m ve C sabit katsayılarıdır. Yağış verilerinde C sıfıra yakınsamaktadır. Çünkü iki komşu istasyon arasındaki yağmur ölçüm verileri orantılı olmaktadır. Eğer koşul gerçekleşir ve C sıfır (0) olur ise, A ve B üst üste doğrusal bir grafik çizecektir. Fakat şart sağlanmadığında doğrusal çizgide iniş ve çıkışlar gözlenecektir. Sonuç olarak iniş ve çıkışlar doğrusal çizgiden uzun süre ve miktarda gerçekleşirse veri setinin homojen olmadığı değerlendirilir. Çalışmada kullanılmış olan yağış verilerinin çift toplam yağış eğrisi örneği Şekil 3.3 ile verilmiştir.



Şekil 3.3. Çift toplam yağış eğrisi, Finike (İstasyon numarası: 17375) örneği

Düzeltilme gerçekleştirilirken izlenen adımlar aşağıdaki gibidir:

- (1) Çift toplam yağış eğrisi yöntemi gerçekleştirilecek istasyon ve kıyaslanacağı istasyonlar seçilir. Ardından kümülatif toplam değerler üzerinden çizilen grafikte sapma varlığı araştırılır. Sapma var ise sebebi tanımlanır.
- (2) Değişiklik gerçekleştirilecek periyodun genişliği ve sapmanın başlangıç noktasının hangi zaman aralığına karşılık geldiği belirlenir.
- (3) Seçilen sapma noktasının zaman ölçümünden önceki ve sonraki verilerin eğimleri belirlenir.

- (4) Sapma noktasından sonraki veriler elde edilen eğim değeri ile çarpılarak güncellenir.

Matematiksel olarak ise aşağıdaki denklem (3.5) kullanılır:

$$Y_A = \frac{m_G}{m_A} Y_G \quad (3.5)$$

Y_A = İyileştirilmiş yağış verisi

Y_G = Gözlemlenen yağış verisi

m_A = Grafiğin iyileştirileceği tarafta kalan doğrunun eğimi

m_G = Gözlemlenen yağış sırasındaki grafiğin eğimi

Çift toplam yağış eğrisi yöntemi günlük yağış verileri ve fırtına yağışlarında kullanılmaya uygun değildir. Ek olarak, eksik verilerin tamamlanmasında eksik veri miktarının toplam verilerin %10'unu geçmemesine dikkat edilmelidir (Searcy ve Hardison 1960).

3.2.4. Homojenlik testleri

Veri kayıt sıklığının değişimi, kayıt tutulan nokta değişimi ve/veya kayıt tutulma metodundaki farklılıklar gibi sebepler verilerde heterojenliğe sebep olabilmektedir. Trend analizleri zaman serilerindeki değişimleri saptamakta yardımcı olsa da noktasal değişimler (change point) beklenmedik şekilde meydana gelebilmekte ve ortalama, standart sapma, olasılıksal dağılım gibi parametreleri etkilemektedir. Bu nedenle değişim noktaları aşamalı olarak ilerleyen monoton trendlerde yanlış sonuçlara sebep olurlar.

Literatürde yaygın olarak kullanılan homojenlik testlerinden olan Buishand, Von Neumann ve Pettitt testi çalışmada yağış verilerinde uygulanmıştır. Bu testlerin birlikte kullanılmasındaki seçici faktör, testlerin birbirini tamamlayıcı özellik göstermesidir. Buishand ve Pettitt testleri veri serileri içerisinde herhangi bir ani değişim olup olmadığını belirlemektedir. Von Neumann oran testi ölçüm gruplarının rastgele dağılmadığını kabul eder ve homojenliğin bozulduğu gözlem noktası ile ilgili bilgi vermez.

3.2.4.1. Pettitt testi

Pettitt (Pettitt 1979) Mann-Whitney testini temel alan ve ortalama değişkenleri bulmayı hedefleyen parametrik olmayan nokta değişim metodunu geliştirmiştir. Mertebeye odaklı olan ve zaman serisinin dağılımından etkilenmeyen metot, zaman serilerindeki kayda değer değişim noktalarını arar. Metot ülkemiz ve uluslararası iklim çalışmalarında yaygın olarak kullanılmaktadır (Emek 2014; Tongal 2019).

Sıfır hipotezinin (null hypothesis, H_0) kabulü zaman serisinin rastgele dağılıma sahip ve bağımsız olduğunun ispatını, alternatif hipotezin kabul edilmesi ise değişim noktası varlığını ifade eder. Bu test ile değişim noktasının varlığının büyüklüğüne göre, trend analizi terslerinin alt periyotlara bölünmesi hedeflenmektedir.

Değişim noktası tanımını yapmak için, test istatistiği $U_{k,n}$ aşağıdaki gibi tanımlanır.

$$D_{ij} = \text{sgn}(x_i - x_j) \quad (3.6)$$

$$U_{k,n} = \sum_{i=1}^k \sum_{j=k+1}^n D_{ij} \quad (3.7)$$

$$K_n = \max |U_{k,n}|_{1 \leq k \leq n} \quad (3.8)$$

$U_{k,n}$ değeri aynı popülasyondan gelen $x_1, x_2, \dots, x_k$ ve $x_{k+1}, x_{k+2}, \dots, x_n$ değerlerini test etmede aynı Mann-Whitney istatistiğini kullanır.

Belirgin olasılık değeri (p), K_n değeri ile bağlantılı olarak (3.9) gibi belirlenmiştir;

$$p \cong 2 \exp \left(\frac{-6K_n^2}{n^2 + n^3} \right) \quad (3.9)$$

Ardından belirlenen anlamlılık düzeyine (α) göre, $p < \alpha$ ise sıfır hipotezi reddedilir ve x_k 'nin değişim noktası olduğu belirlenir.

3.2.4.2. Buishand testi

Buishand testi, sıfır hipotezine (H_0) göre verinin normal dağılım içinde bağımsız ve rastgele dağılım gösterdiğini kabul eder (Wijngaard vd. 2003).

$$S^*_0 = 0 \quad (3.10)$$

$$S^*_k = \sum_{i=1}^k (X_i - \bar{X}) \quad (3.11)$$

Bu işlemde, $\bar{X}$ işleme alınan zaman verilerinin ortalaması, k ise kırılım noktasının meydana geldiği zamanda ki gözlem sayısı

Ölçeklendirilmesi yenilenmiş parçasal toplamlar, S_k^* değerinin eldeki veri havuzunun standart sapmasına bölünmesi ile elde edilir.

$$S_k^{**} = \frac{S_k^*}{\sigma_x} \quad (3.12)$$

$$\sigma_x = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2}{N}} \quad (3.13)$$

Homojenliği ölçmek için kullanılacak denklem (Buishand 1982):

$$Q = \max_{0 \leq k \leq N} |S_k^{**}| \quad (3.14)$$

Ardından $Q/\sqrt{N}$ değerleri Buishand (1982) tarafından ortaya konan kritik değerler ile kıyaslanır. Eğer hesaplanan Q değeri kritik değerden az ise sıfır hipotezi (H_0) değeri kabul edilir ve herhangi bir değişim noktası olmadığı kaydedilir. Ters durumda ise sıfır hipotezinin reddedildiği ve değişim noktasının (change-point) olduğu kaydedilir.

3.2.4.3. Von Neumann oran testi

Test, homojenliğin bozulduğu zaman ile ilgili bilgi vermez. Sıfır hipotezine (H_0) göre homojenlik testinde verinin rastgele dağılmadığı ifade edilir. Alternatif hipoteze göre ise zaman serilerinin rastgele dağılım gösterdiği kabul edilir.

Testte N , varyansın ortalama karesinin oranını ifade eder (von Neumann 1941). N değeri için kritik değerler Wijngaard vd. (2003)'te işlenmiştir.

$$N = \frac{\sum_{i=1}^{n-1} (Y_i - Y_{i+1})^2}{\sum_{i=1}^n (Y_i - \bar{Y})^2} \quad (3.15)$$

3.2.5. Trend analizi

Trend analizi çalışmaları toplanan veriler üzerinde benzerlik ve örüntüler bulmayı amaçlar. Geleceğe dair öngörüler yapmayı hedefleyen trend analizi, verilerin belirsizliklerini tahmin etmekte de kullanılabilir. Çalışmada literatürde farklı bilim dalı ve konularında kullanılabilen trend analizinin istatistiki konuları temel alan başlıkları ele alınacaktır.

Eğer trend analizi gerçekleştirilen verilerin doğrusal olduğu varsayımı yapılırsa, doğrusal trend tahmini metotlarından regresyon analizi gibi yöntemler ile hesaplamalar yapılabilir. Diğer yandan veriler doğrusallık dışı özellikler gösteriyorsa parametrik olmayan Mann Kendall gibi testler ile trendler belirlenmektedir.

Saha koşullarında ölçülen zaman serileri birçok hata ve eksiklik içerdiği için hidrometeorolojik verilerde başarılı sonuçlar kaydeden parametrik olmayan Mann Kendall testi kullanılmıştır.

3.2.5.1. Mann Kendall trend analizi

Mann Kendall (MK) zaman mekânsal veri serilerinde parametrik olmayan trend analizlerini elde etmekte kullanılan bir yöntemdir. MK testi aynı zamanda Kendall'ın Tau İstatistiği olarak da bilinen, meteorolojik verilerde trend aranmasında yaygın olarak kullanılan bir metottur (Tongal 2019; Nourani vd. 2018). Mann (1945) ve Kendall (1975) tarafından geliştirilen test verilerin herhangi bir dağılıma uygunluğunu koşul aramaz. MK testi uygulanırken bir periyot için yalnızca bir veri kullanılmalıdır, birden fazla verinin aynı nokta (zaman) için varlığı söz konusu ise ortalama değer alınıp tek veriye indirgenmelidir.

Elde olan veri dosyaları zaman serisine bağlı olarak sıralanmalıdır. Ardından her girdi değeri, bir sonraki veri değeri ile kıyaslanır (Gilbert 1987). Birincil MK testi değeri (S), sıfır (0) kabul edilir (trend yok). Eğer bir sonraki verideki değer öncesindeki değerden yüksek ise, S değeri 1 artırılır. Veri değeri öncesinde ölçülmüş veriden düşük değere sahip ise, S bir (1) azaltılır. Tüm veriler bu yöntemle bir öncesi ile kıyaslanarak ilerletilir. Son aşamada kaydedilen S değerleri toplanır. MK istatistiği (S) hesaplamaları aşağıdaki gibidir:

$$S = \sum_{i=1}^{n-1} \sum_{j=i+1}^n \text{sign}(x_j - x_i) \quad (3.16)$$

Burada n, Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nden (MGK) alınan yağış verilerindeki istasyona ait toplam veri sayısını ifade eder (n değeri MK testi için genelde toplam yıl sayısını ifade eder.). x_i ve x_j ise veriler arasındaki karşılaştırmayı ifade etmekte ve j her zaman i'den bir sonraki veri olmak zorundadır. Fonksiyon ise sign ya da sgn olarak ifade edilen sinyal fonksiyonudur ve girilen $x_j - x_i$ değerlerine karşılık aşağıdaki (3.17) çıktıları verir.

$$\text{sign}(x_j - x_i) = \begin{cases} -1, & x_j - x_i < 0 \\ 0, & x_j - x_i = 0 \\ 1, & x_j - x_i > 0 \end{cases} \quad (3.17)$$

Varyans değeri, ortalaması sıfır olan ve normal dağılım gösteren asimptotik MK testi için aşağıdaki gibi hesaplanır:

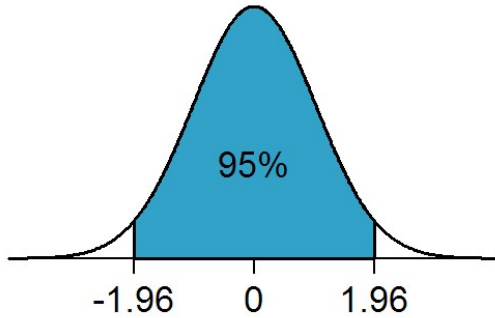
$$\text{Var}(S) = \frac{1}{18} (n - 1)(2n + 5) \quad (3.18)$$

Fakat zaman verilerinde benzer değerler var ise varyans (3.19) ile hesaplanır:

$$\text{Var}(S) = \frac{n(n - 1)(2n + 5) - \sum_{p=1}^g t_p(t_p - 1)(2t_p + 5)}{18} \quad (3.19)$$

Varyans hesabında ise n toplam veri sayısını, g bağlı grup sayısını (bağlı grup aynı değere sahip olan veri grubu sayısını ifade eder), t_p ise p'inci grupta bulunan veri sayısını ifade eder. Örneğin: 4, 6, Ø, 6, Ø, 6 şeklindeki bir veri serisinde $n=6$, $g=2$, $t_1=2$ (non-detect, gözlem yapılmayan noktalar için) ve $t_2=3$ (6 verisi için) olacaktır.

Veri sayısının (n) 10'dan fazla olması durumunda standart normal test istatistiği Z_s hesaplanmalıdır. Hesaplanan Z_s değerinin olasılık yoğunluk fonksiyonu karşılığını bulmak için ise Z-Çizelgesi adı da verilen standart normal dağılım tablosu ile pozitif Z_s değerlerinin ve negatif Z_s değerlerinin okuması yapılır. Bu değerlerin grafiksel hali Şekil 3.4 ile verilmiştir.



Şekil 3.4. Çift kuyruklu normal dağılım

$$Z_s = \begin{cases} \frac{S - 1}{\sqrt{\text{Var}(S)}}, & S > 0 \\ 0, & S = 0 \\ \frac{S + 1}{\sqrt{\text{Var}(S)}}, & S < 0 \end{cases} \quad (3.20)$$

Bu işlem sonucunda elde edilen Z_s değeri eğer pozitif ise artan, negatif ise azalan trend vardır. Trend analizleri anlamlılık düzeyi (α) kullanılarak istatistiksel olarak irdelenir. Veriler hem azalan hem de artan trend gösterebileceği için iki uçlu test kullanılacaktır. Dolayısıyla $|Z_s| > Z_{1-\alpha/2}$ kıyaslaması yapılır ve doğru ise, H_0 hipotezi reddedilerek zaman serisi içerisinde trend olduğu belirtilir. $Z_{1-\alpha/2}$ değeri standart normal dağılım tabloları üzerinden okumalar yaparak elde edilir. Çalışmada literatürde tercih edilen 0.05 ($\alpha = 0.05$) anlamlılık düzeyi tercih edilmiştir. %5 anlamlılık düzeyinde, H_0 hipotezini reddetmek için $|Z_s| > 1.96$ koşulu sağlanmalıdır.

3.2.5.2. Sen'in trend eğim metodu

1968 yılında trend eğimi tahmini yapmak amacıyla parametrik olmayan n adet veri serisi için geliştirilen metot (Sen 1968), trend analizi için doğrusal yaklaşım kullanmaktadır. Sen'in trend eğim metodu uç artış ya da azalış gösteren değerler ve ölçüm olmayan zaman aralıklarından etkilenmediği için Hidroloji Bilim Dalı literatüründe yaygın olarak kullanılan bir metottur (Yu vd. 1993; El-Nesr vd. 2010; Tongal 2019).

Hesaplamalar için izlenen işlem sırası aşağıda verilmiştir:

$$Q_i = \frac{X_j - X_i}{j - i} \quad (3.21)$$

Yukarıdaki denklemde X_j ve X_i , j ve i zamanlarına karşılık gelen ölçüm değerlerini ifade etmektedir ($j > i$, olmalıdır).

Eğer bir nokta için tek ölçüm varsa N için (3.22) denklemi kullanılır. Bir veya daha çok zaman periyoduna ait gözlem varsa (3.23) denklemi dikkate alınır (Gocic ve Trajkovic 2013).

$$N = \frac{n(n-1)}{2} \quad (3.22)$$

$$N < \frac{n(n-1)}{2} \quad (3.23)$$

Ardından Q_i değerleri küçükten büyüğe doğru sıralanır ve bu değerler için Sen'in trend eğimi (3.24) ile hesaplanır.

$$Q_{med} = \begin{cases} Q_{|(n+1)/2|}, & \text{eğer } n \text{ tek ise} \\ \frac{Q_{|n/2|} + Q_{|(n+2)/2|}}{2}, & \text{eğer } n \text{ çift ise} \end{cases} \quad (3.24)$$

Q_{med} değeri var olan trendin dikliğini, işareti ise verilerin trend yönünü belirtir. Sonrasında eğimin medyanının istatistiksel olarak sıfırdan farklı olup olmadığını görmek için belirlenen olasılığın güven aralığı kontrolü sağlanmalıdır. Güven aralığı denklem (3.25) ile hesaplanır (Gilbert 1987).

$$C_\alpha = Z_{1-\alpha/2} \sqrt{\text{Var}(S)} \quad (3.25)$$

$\text{Var}(S)$ değeri MK testi gibi hesaplanmaktadır, $Z_{1-\alpha/2}$ ise standart normal dağılım çizelgesi yardımı ile hesaplanır. Literatürde yaygın olarak anlamlılık düzeyi (α) 0.05 olarak alınır. Ardından M_1 ve M_2 değerleri hesaplanır.

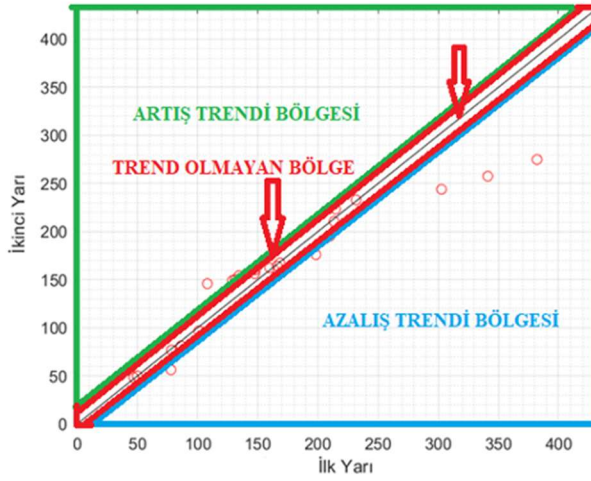
$$M_1 = \frac{(n - C_\alpha)}{2} \quad (3.26)$$

$$M_2 = \frac{(n + C_\alpha)}{2} \quad (3.27)$$

Güven düzeyinin alt ve üst limit aralıkları (Q_{min} ve Q_{max}), eğim tahmininin M_1 'inci büyük ve $(M_2 + 1)$ 'inci büyük değerleridir. Q_{med} 'in, Q_{min} ve Q_{max} aynı işarete (pozitif veya negatif) sahip olması durumunda, sıfırdan farklı olduğu sonucu elde edilir.

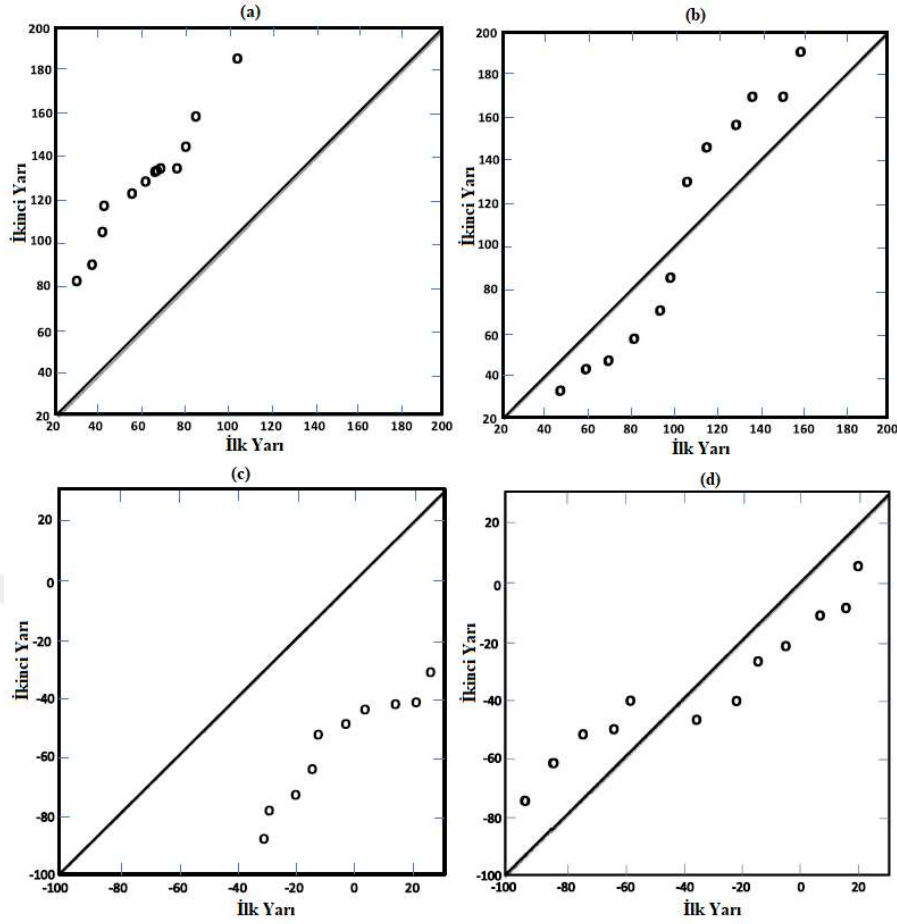
3.2.5.3. Şen trend belirleme yöntemi

Diğer trend analizi metotlarında yapılan trend analizi varsayımlarının üzerine regresyon yaklaşımlarının uygulanması gerekmektedir. Bu durum daha çok varsayımın ortaya konması anlamına gelmektedir. Şen (2012) çalışması ile zaman serisinde verilerin kartezyen koordinat sistemine yerleştirilerek 45 derecelik orijinden geçen doğrusal doğru ile kıyaslanmasını temel alan yenilikçi bir trend analizi yöntemi ortaya koymuştur. Doğrusal 1:1 eğimli çizginin X eksenine yağış verilerinin ilk yarısı, Y eksenine ise seçtiğimiz zaman serisine ait kalan veriler artan şekilde yerleştirilerek grafik oluşturulur. Aynı zamanda metotta sıcaklık gibi diğer Hidrometeorolojik parametreler de kullanılabilir. Şen (2012) çalışmada yöntemin farklı parametreler ile kullanılabileceğini belirtmiştir.



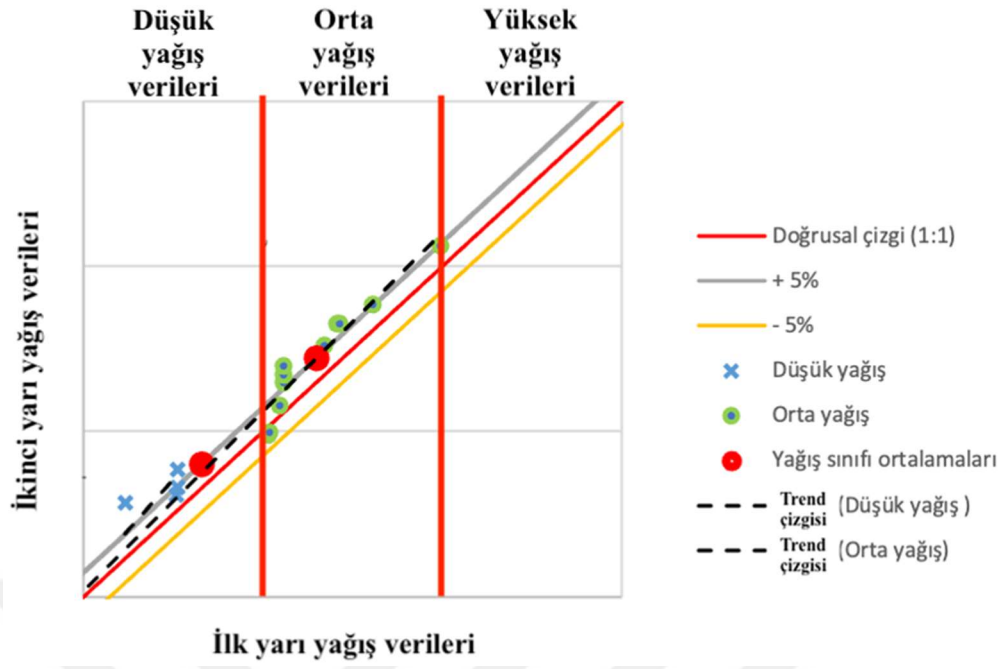
Şekil 3.5. Şen trend belirleme yöntemi trend bölgeleri (Şen 2012)

Eğer veriler doğrusal çizginin alt yarımındaki üçgende kalıyor ise azalış trendi olduğu, üst yarımındaki üçgende kalıyorsa da artış trendi olduğu kaydedilir (Şekil 3.5). Elde edilen grafik düşey doğrultuda üç eşit parçaya ayrılır, bölgeler verilerin 1:1 çizgisinin altında ya da üstünde kalmasından bağımsız olarak; düşük, orta ve yüksek veri olarak adlandırılırlar. Trendlerin büyüklüğü ise yoğunlaştıkları bölge kategorisine göre adlandırılır (Şekil 3.6).



Şekil 3.6. Şen trend belirleme yöntemi muhtemel trend seçenekleri: **(a)** Monoton artış trendine sahip gösteren zaman serisi; **(b)** Monoton-olmayan artış trendine sahip zaman serisi; **(c)** Monoton azalış trendine sahip zaman serisi; **(d)** Monoton-olmayan trendine sahip azalış zaman serisi (Şen 2012)

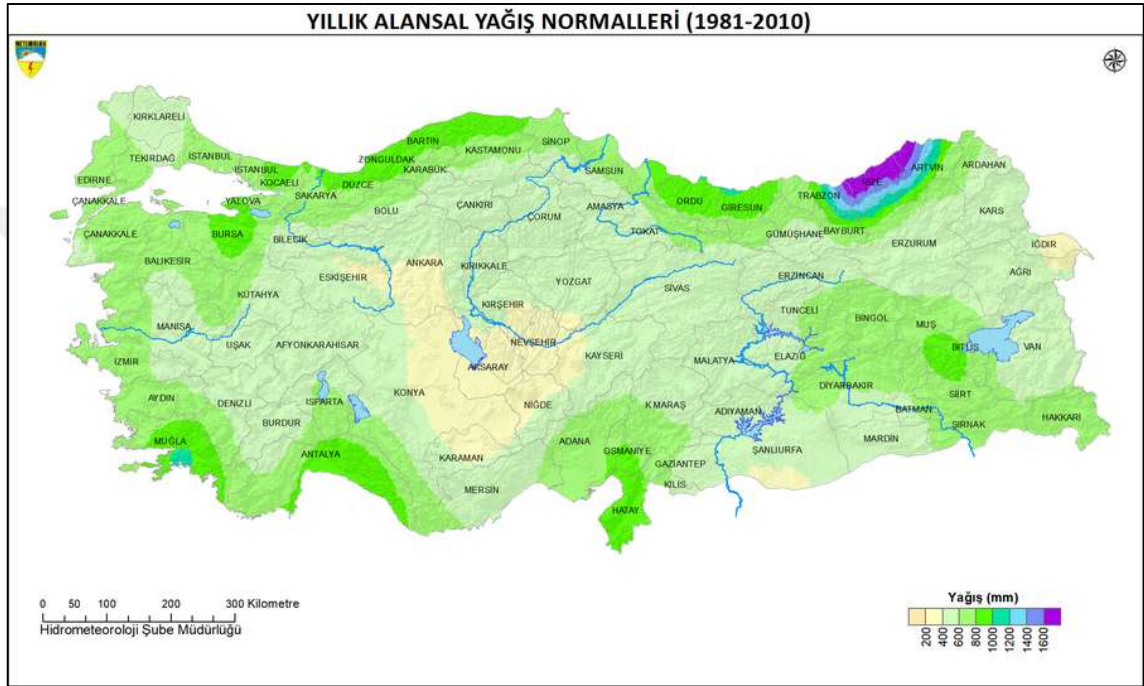
Şen trend belirleme yönteminde grafiklerin yorumlanmasındaki sözel yoruma açık uçları matematiksel bir temele oturtmak için trend olmadığı kabul edilen doğrusal çizgi üzerinde pozitif ve negatif trend alanı yönlerinde %5'er doğrusal çizgiden ayrık olacak şekilde bir "trend olmayan bölge" tanımlanmıştır (Dabanlı vd. 2016, Şekil 3.7). Böylece yöntemin trend belirleme konusunda dayandığı sözel yorumlamaya açıklık getirilmiştir. Trend olmayan bölge tanımlanmasında %5 kullanılma sebebi çift kuyruklu normal dağılımdaki gibi pozitif ve negatif alanda kalabilecek değerlerdeki kayda değer görülmeyen değerleri elimine etmektir. Trend varlığının kararında ise düşük, orta ve yüksek veri olarak minimum ve maksimum değerlerin üçe bölünmesinden elde edilen alt sınıflardaki verilerin ortalamasının trend olmayan bölgenin altında ya da üstünde kalması durumuna göre değerlendirmelerde bulunulmuştur (Boudiaf vd. 2021).



Şekil 3.7. Şen trend belirleme yöntemi

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

Antalya İli akarsu havzası olarak kendi adı ile adlandırılan Antalya Havzası ve Batı Akdeniz Havzası içerisinde yer almaktadır. Ülkemizin güneyinde yer alan Burdur, Batı Akdeniz, Doğu Akdeniz, Akarçay ve Konya Kapalı havzaları ile çevrilidir. Antalya İlinde yağışlar mevsimsel ve yıllık olarak farklı sonuçlar göstermektedir. Yaz ayları aşırı kurak geçen Antalya İlinde sonbaharla birlikte başlayan yağışlar kış aylarında zirveye ulaşır ve ilkbahar mevsimi ile düşüşe geçer. Türkiye geneli yıllık alansal yağış normallerine ait görsel ise Şekil 4.1 ile gösterilmiştir.



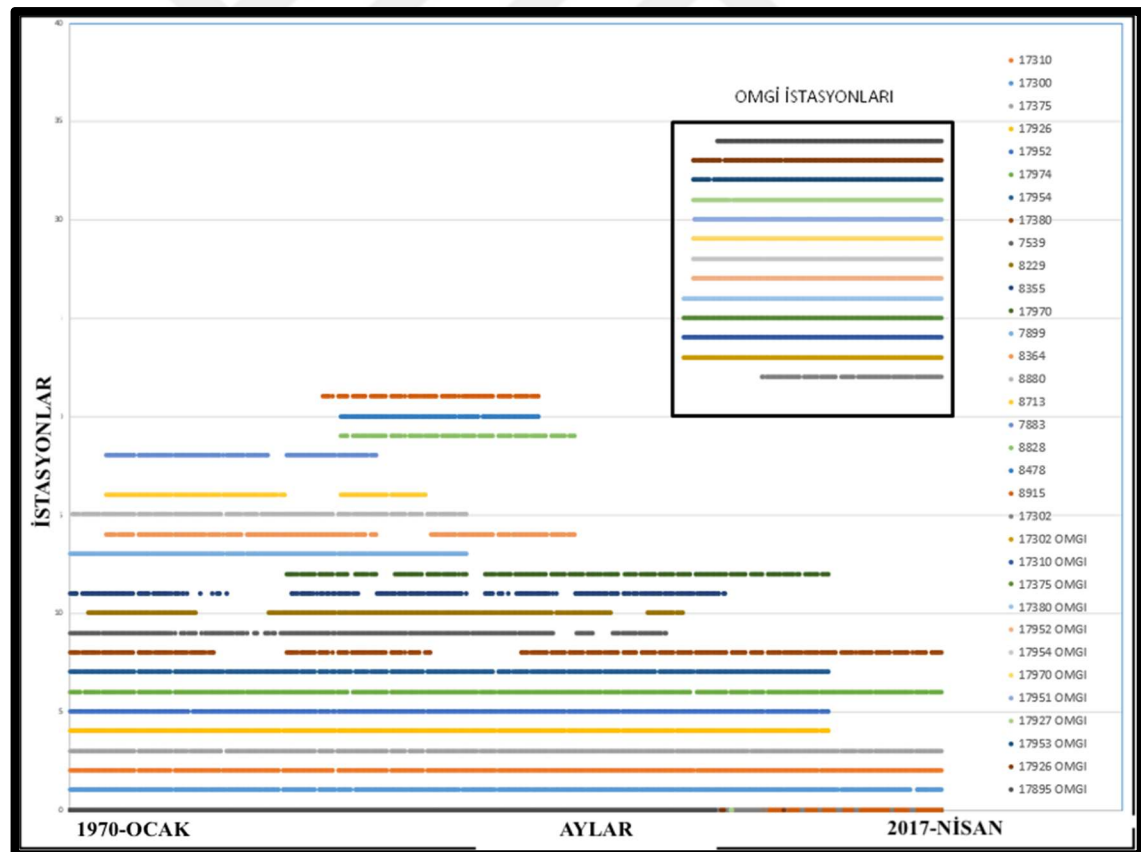
Şekil 4.1. Yıllık alansal yağış normalleri haritası (Anonim-4)

MGM tarafından kaydı tutulan toplam 22 adet manuel ve OMGİ yağış gözlem istasyonu incelenmiştir. Çalışma kayıtların tutulduğu en geniş tarih aralığı olan 1970-2018 periyodunu kapsamaktadır. Hazırlanan hesap çizelgesi ile aylık olarak tutulan yağış verileri (mm/ay), mevsim toplamaları ve yıllık toplamalara dönüştürülmüştür. Veriler incelenirken ağırlıkla yaz aylarında boş veriler gözlemlenmiştir. Bu verilerdeki eksiklerin sebebinin eski manuel kayıt yöntemine dayandığı Antalya Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nden öğrenilmiştir. Bu yöntemde eğer yağış gerçekleşmiş fakat cihazda kayda değer bir ölçüm gözlemlenmemiş ise 0 (sıfır) yazılmakta, eğer hiç yağış olmamış ise de boş bırakılmaktadır. Çalışmada kullanılan yağış istasyonları ve istasyonlara ait verilerde (Manavgat istasyonu için 1970-2011 yılları arası) yaz ayları yağış verilerindeki eksiklikler sıfır olarak doldurulduktan sonraki eksik veri miktarları tablo haline getirilmiştir (Çizelge 4.1).

Çizelge 4.1. Yağış istasyonlarına ait eksik veri miktarları

Yağış İstasyonu Adı	Toplam veri sayısı (Ay)	Eksik veri sayısı (Ay)	Yüzdesel eksik veri miktarı
Antalya Havalimanı	576	4	%<0.01
Alanya	576	4	%<0.01
Finike	576	3	%<0.01
Gazipaşa	576	4	%<0.01
Manavgat	504	4	%<0.01

Kurak geçtiği bilinen yaz aylarında ve sonbahara geçişin olduğu Eylül ayındaki verilerde boş görülen değerler sıfır olarak düzenlenmiştir (Şekil 4.2). Çizelge 4.2’de eksik veriler kutucuklar ile gösterilmiştir.

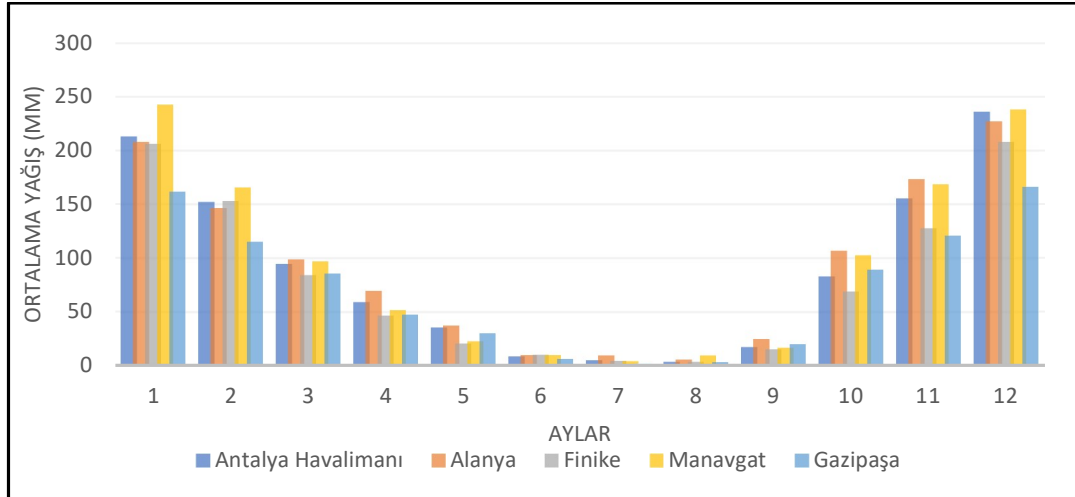


Şekil 4.2. Antalya İli yağış gözlem istasyonu verileri

Çizelge 4.2. Antalya Havalimanı (17300) istasyonu örnek eksik yağış verileri

YILLAR / AYLAR	OCAK	ŞUBAT	MART	NİSAN	MAYIS	HAZİRAN	TEMMUZ	AĞUSTOS	EYLÜL	EKİM	KASIM	ARALIK
1970	170.6	345.4	152.8	6.9	33.2	26.9	1.8		0.1	113.1	80.6	315.8
1971	61.8	289.6	96.9	45.4	1.2	0	0.5	4.7	0	12.1	167.8	87.6
1972	179.9	87	95.4	98.5	48.4	20.4	8	76.4	0.1	124.8	34.3	83.3
1973	141.4	93.1	9.4	61.5	0.6	2.8				111.8	103.3	62.1
1974	154.7	116.5	60.9	8.6	15.1	0.9			19.6	82.7	141.4	507.3
1975	362.8	208.2	17.7	70.7	42.9	4.5	0			78.6	98.6	199.5
1976	294.5	166.2	43.7	82.6	23.8	10.2	0.9	5.2	27.9	180.5	176.5	183.8
1977	110.1	55.8	39.3	92.5	3.7	16.2			15.9	16.6	90.8	390.1
1978	377.6	244.8	158.5	55.4	0.2				13.3	208.4	171.6	238.5
1979	238.2	122.5	84.7	13.4	76.9	2.5	0.1	0.3	0	132.7	168.4	229.9
1980	287.9	246.2	109.3	62.4	39.3	0.2			2.9	51.1	111.1	184.8
1981	780.1	222.8	71.3	21.1	12.9	13.8			30.3	68	231.3	311.6
1982	123.1	157.6	153	36.5	6.3	33.2	1.1	2.8		301.7	18	90.9
1983	181.1	243.5	240.3	27	2.2	2.5	0.2			122.3	342.8	229.5
1984	275.1	74.4	80.6	116.1		0	7	23.2	1.3	102.43659	339.1	212.3
1985	288.2	114.4	54.1	27	4	2.4				82.2	440.8	194.6
1986	370.3	190	0.4	40.9	17.1	0.2			15.4	1	37.2	205.4
1987	189.5	95.6	222.1	83.1	64.8	42.5	2.8			3.6	132.6	205.6
1988	237	213.4	206.8	99.5	29.8	6.5	3.5		2.7	91.7	395.9	209.2
1989	222.4	69	37.3	1.3	4.3	0.8				152.3	289.7	152.9
1990	138.4	145.7	44	21.3	23.2	14.1		0.6	13.2	49.3	30.4	107.5
1991	190.6	110.1	32.1	27.9	24.5		2.6		4.7	158.2	113.3	176.2
1992		56	101.6	14.2	26	22.2	32.2	0.4		20.2	131.1	181.4
1993	244.1	283.4	109.6	54.5	48.7	38				12.3	84.2	107.5

MK trend analizi $-1.96 \leq Z \leq +1.96$ normal dağılım ve %5 anlamlılık düzeyi dikkate alınarak uygulanmıştır. Aylık ortalama yağış verileri Şekil 4.3 ve Çizelge 4.3 ile gösterilmiştir.

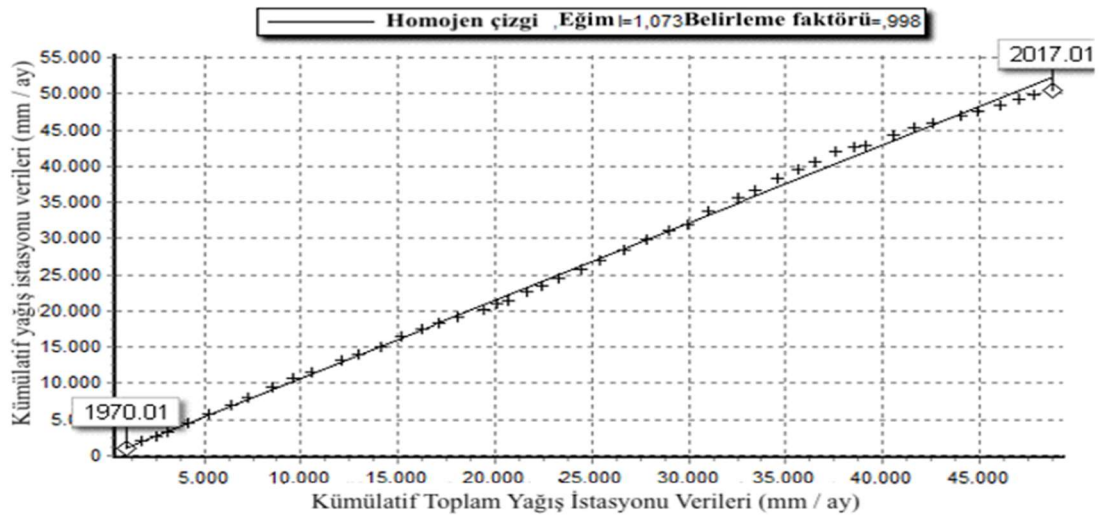


Şekil 4.3. Antalya İli sahil kesimi manuel (M) istasyonları aylık yağış ortalamaları

Çizelge 4.3. Antalya İli sahil kesimi istasyonları yağış ortalamaları

İstasyon Adı	Antalya	Alanya	Finike	Manavgat	Manavgat OMGİ	Gazipaşa
İstasyon Kodu	17300	17310	17375	17954	17954 OMGİ	17974
Ocak	212.6	207.6	205.9	242.2	220.2	161.4
Şubat	152.0	146.4	152.9	165.3	128.1	114.9
Mart	94.4	98.6	83.9	96.6	71.7	85.5
Nisan	58.8	69.3	46.6	51.4	36.0	47.3
Mayıs	35.3	37.2	20.3	22.7	22.0	30.1
Haziran	8.6	9.8	10.2	9.9	8.0	6.1
Temmuz	5.1	9.4	4.3	4.2	1.1	1.6
Ağustos	3.5	5.4	3.5	9.5	1.9	3.3
Eylül	17.1	24.7	15.2	16.7	17.8	19.9
Ekim	82.7	106.7	68.8	102.4	160.7	89.0
Kasım	155.2	173.0	127.6	168.4	112.4	120.5
Aralık	235.6	227.0	207.9	237.7	183.2	166.2
Yıllık	1047.0	1096.9	936.2	1105.3	969.8	832.4
İlkbahar	188.5	202.8	150.4	169.7	132.0	161.6
Yaz	12.7	15.5	12.0	13.3	11.0	5.3
Sonbahar	250.1	297.6	207.1	282.8	290.9	223.0
Kış	595.7	581.0	566.8	639.5	536.0	442.5

*Birimler milimetre cinsindendir.



Şekil 4.4. Antalya Havalimanı (17300) yıllık toplam yağış verisi çift toplam yağış eğrisi

Ön çalışmalarda Antalya Havalimanı (17300) manuel yağış istasyonunda 2006 yılında başlayan ve diğer istasyonlarda gözlenmeyen aykırılık problemi gözlenmiştir (Şekil 4.4). Aykırılık probleminin çözümü için çift toplam yağış eğrisi yaklaşımı kullanılacaktır.

4.1. Doğrusal Regresyon

Manavgat ilçesinde yer alan manuel yağış ölçüm istasyonu 2012 yılına kadar ölçüm almaya devam etmiştir. Fakat gelişen teknoloji ile manuel ölçüm alınmaya son verilmiş ve otomatik ölçüm yapan cihazlara geçilmiştir. İlk olarak 2004 yılının Temmuz ayında kayıt tutmaya başlayan OMGİ'ler, 2012 yılına kadar manuel istasyonlarla eş zamanlı olarak çalıştırılmıştır. Bu sayede cihazların kalibrasyonu ve kullanımı gibi durumlardan kaynaklanabilecek hatalar ölçülmüş ve gelecekte yapılacak çalışmalarda analiz yapılabilecek eş zamanlı veriler elde edilmiştir.

Kesişen yıllar arasında MS Excel'in veri çözümleme uzantısının doğrusal regresyon özelliği ile verilerde bağıntılar elde edilmiştir. Manavgat istasyonunda aylık verilerde görülen eksikliklerin tamamlanması için uygulanan doğrusal regresyon analizi ile eşleşen tarihlerdeki manuel ve OMGİ verilerinde sonuç olarak Çizelge 4.4 elde edilmiştir.

Çizelge 4.4. Doğrusal regresyon istatistikleri

	X Katsayısı	Kesişim Katsayısı	Gözlem Sayısı (Yıl)	R Katsayısı
Ocak	1.234	5.306	6	0.759
Şubat	0.942	37.410	6	0.934
Mart	1.047	-0.113	4	0.999
Nisan	1.794	-19.116	6	0.837

Çizelge 4.4'ün devamı

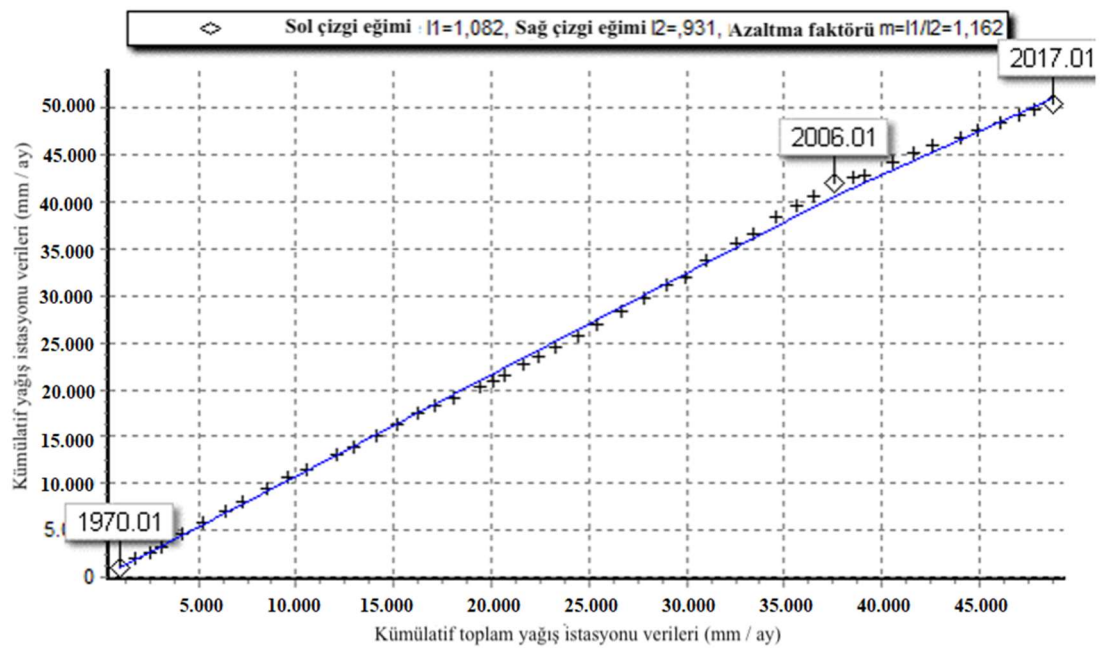
Mayıs	1.003	1.722	7	0.994
Haziran	1.027	-0.099	7	0.996
Temmuz	0.987	0.002	7	0.999
Ağustos	0.871	0.165	7	0.996
Eylül	0.871	0.165	7	0.992
Ekim	1.320	-2.691	7	0.943
Kasım	1.683	-55.655	6	0.999
Aralık	1.032	1.250	4	0.999

Doğrusal regresyon analizinde Ocak, Şubat, Mart, Nisan, Kasım ve Aralık ayları için başlangıç verilerinde görülen büyük farklılıklar sebebiyle 2012-2017 yılları arasında 7 yıl için planlanan kıyaslama sayısı azaltılmıştır.

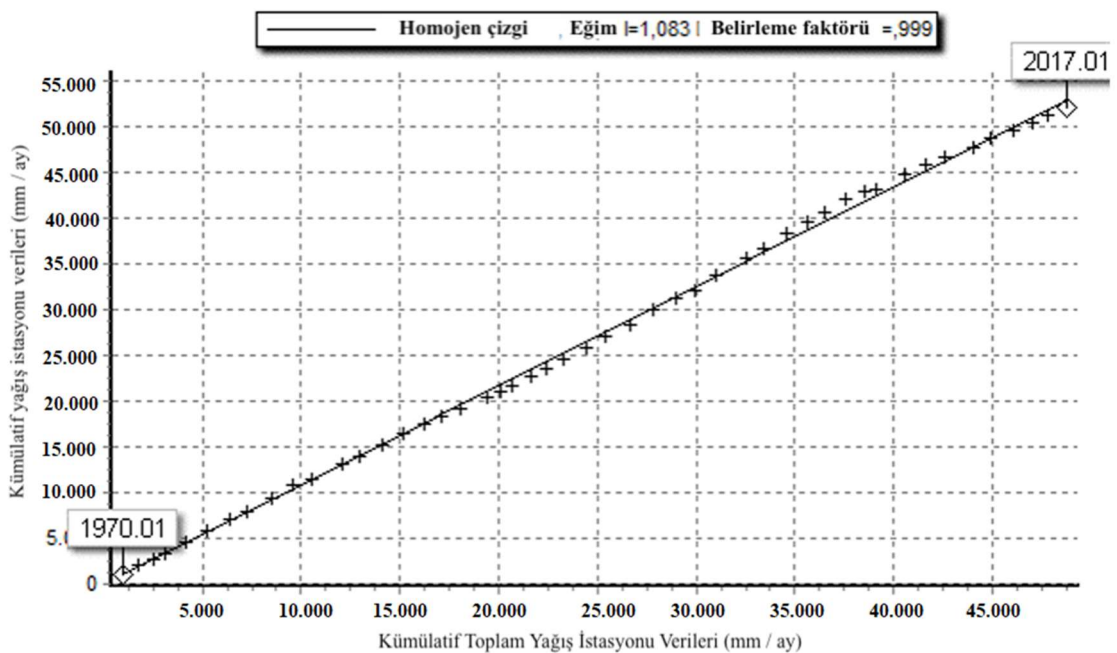
4.2. Çift Toplam Yağış Eğrisi

Manavgat ilçesinde yer alan 17954 kodlu istasyon verileri bulunan eksiklikler regresyon analizi ile tamamlanmıştır. Diğer istasyonlarda ise eksik olan yağış verileri alt ve üst tarihlerdeki verilerin ortalamaları alınarak tamamlanmıştır. Böylece veriler çift toplam yağış eğrisi ile homojenlik analizine hazır hale getirilmiştir.

Yıllık yağış verileri dikkate alındığında, 17300 Antalya Havalimanı İstasyonu haricinde yıllık verilerde ortalama kümülatif değerlerden kayda değer sapmalar gözlenmemiştir. İstasyona ait grafikte meydana gelen sapmanın kaynağı Antalya Meteoroloji Genel Müdürlüğü aracılığı ile araştırılmıştır. Fakat tespitler doğrultusunda sapmanın doğa kaynaklı olmadığı belirtilmiştir. Bu istasyonda aykırılık problemi çözümü için çift toplam yağış eğrisi yaklaşımı uygulanmıştır. Çözüm doğrultusunda Şekil 4.4 ile görülen aykırılıklar öncelikle Şekil 4.5'te görülen ve 2006 yılını işaret eden noktadan düzeltilmiştir. Yenilenmiş veriler Şekil 4.6'da gösterilmiştir.

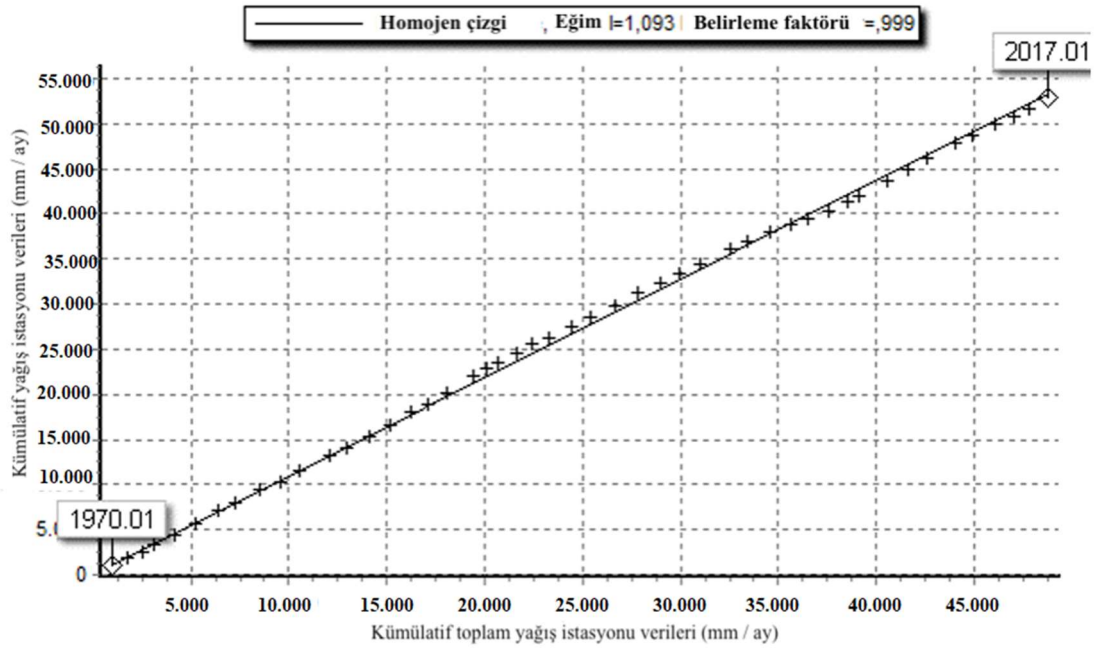


Şekil 4.5. Antalya Havalimanı (17300) yıllık toplam yağış verisi çift toplam yağış eğrisi aykırılık problemi

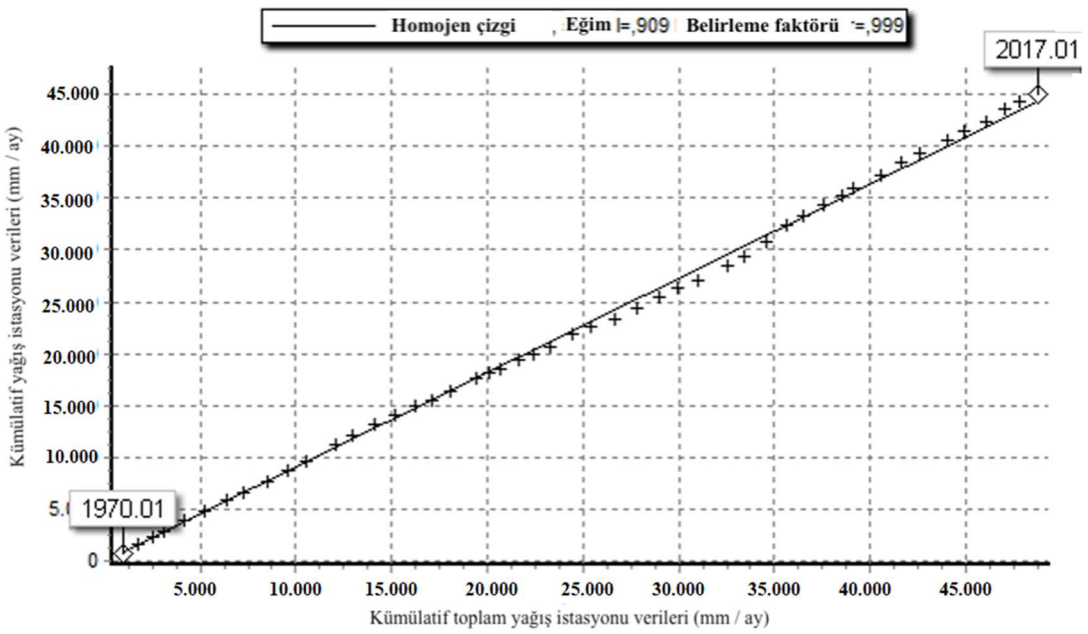


Şekil 4.6. Antalya Havalimanı (17300) yıllık toplam yağış verisi çift toplam yağış eğrisi revize değerleri

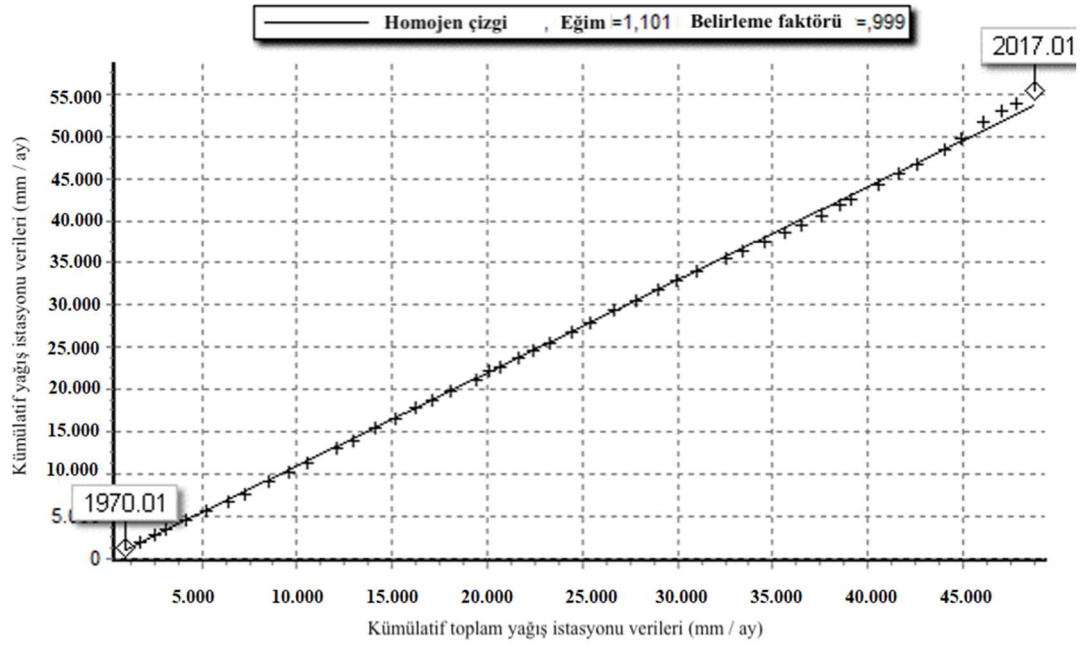
Diğer istasyonlara ait yıllık toplam yağış verileri çift toplam yağış eğrisi grafikleri Şekil 4.7, Şekil 4.8, Şekil 4.9, Şekil 4.10 ile görülmektedir.



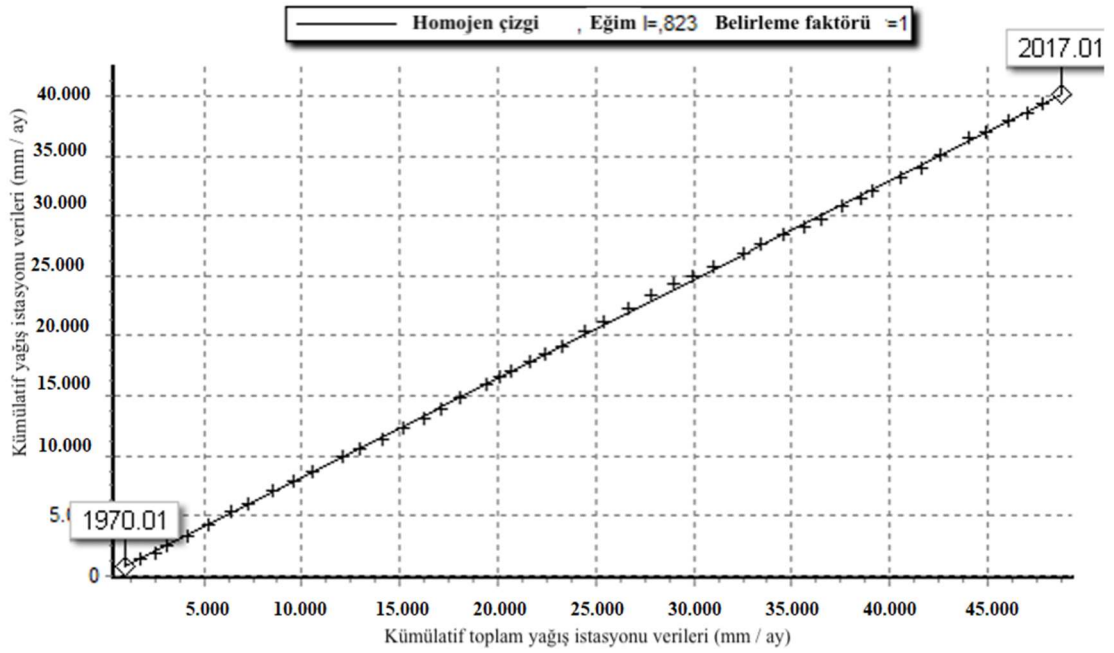
Şekil 4.7. Alanya (17310) yıllık toplam yağış verisi çift toplam yağış eğrisi



Şekil 4.8. Finike (17375) yıllık toplam yağış verisi çift toplam yağış eğrisi



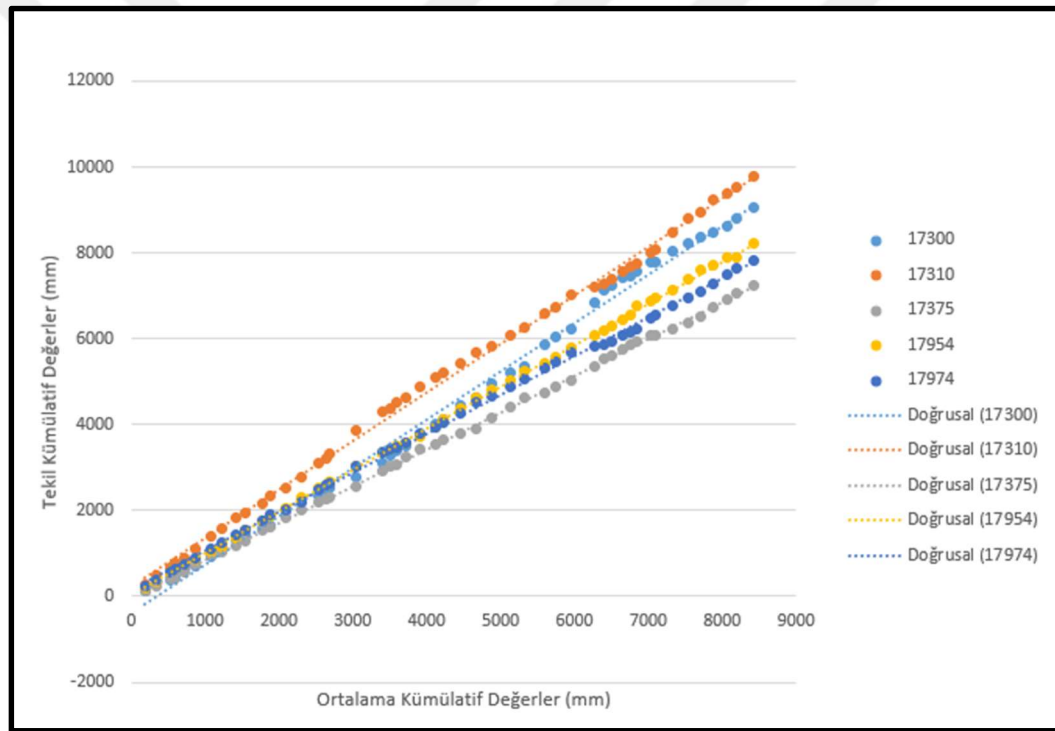
Şekil 4.9. Manavgat (17954) yıllık toplam yağış verisi çift toplam yağış eğrisi



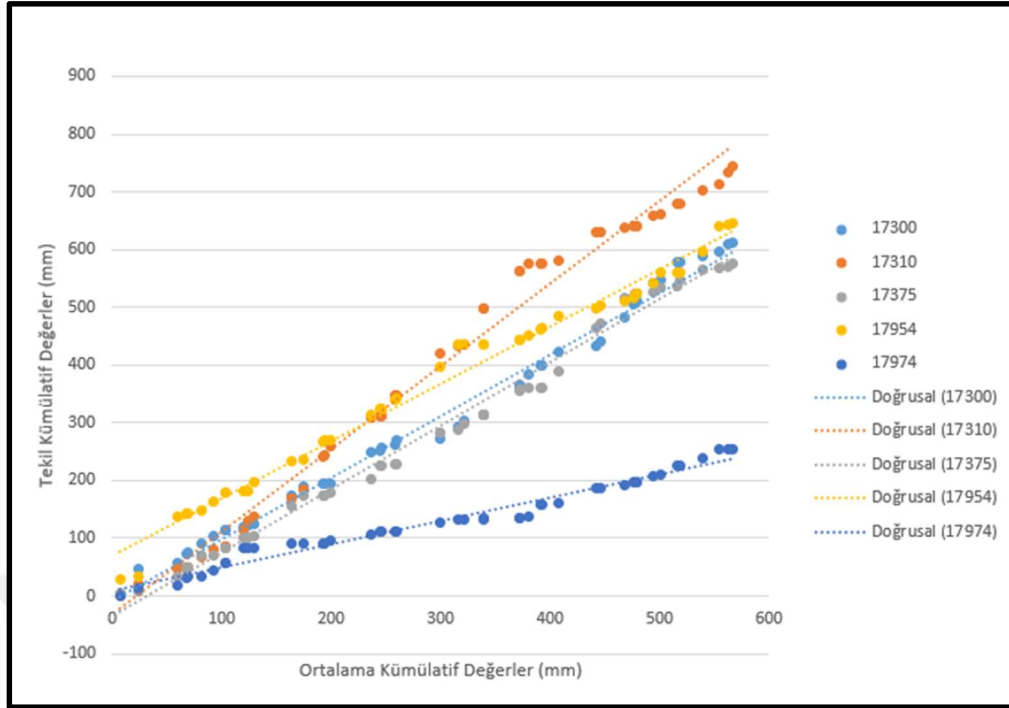
Şekil 4.10. Gazipaşa (17974) yıllık toplam yağış verisi çift toplam yağış eğrisi

Mevsimsel yağış verileri dikkate alındığında grafiklerde farklılıklar görülmektedir. Mevsim olarak sonbahar, kış ve ilkbaharda çift toplam yağış eğrisi grafiğinin doğrusal çizgisinden sapmaların düşük olduğu belirlenmiştir. Düşük sapmalar istasyonların kendi karakteristiğini yansıtmaktadır ve düzenleme yapılmasına ihtiyaç duyulmamıştır. Yaz aylarında meydana gelen düşük yağış miktarları sebebiyle yüksek sapmalar görülmektedir. Bu durum verilerin sıfıra yakınlığı sebebiyle homojensizlik olarak yorumlanmamıştır.

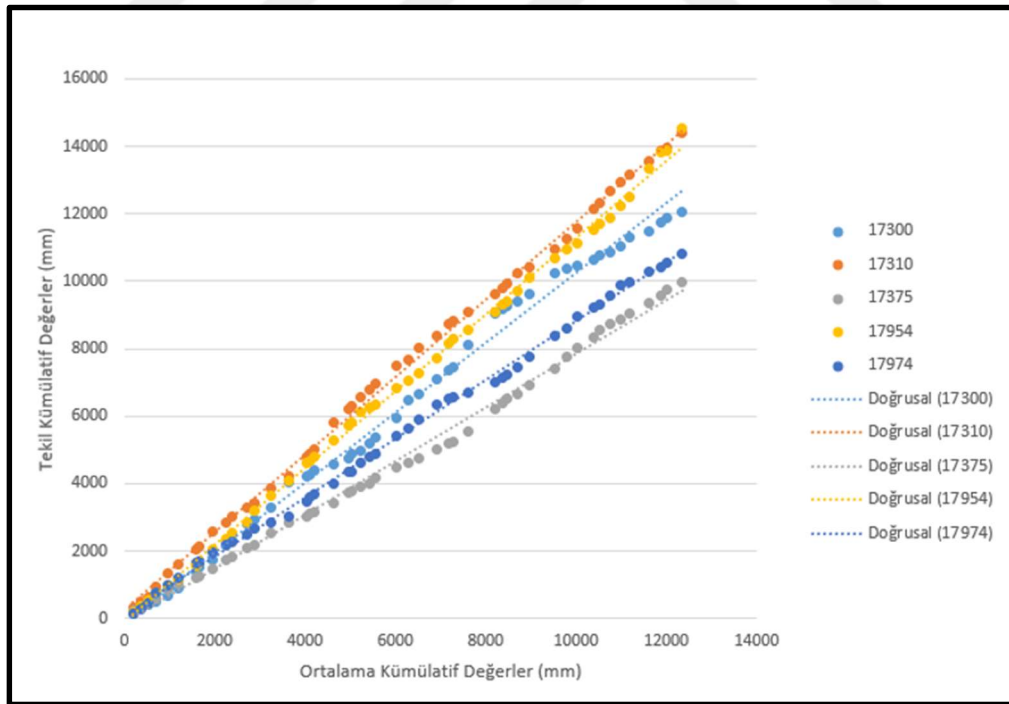
Tüm istasyonlar özellik olarak sahil kesiminde yer alsalar da yaz aylarında meydana gelen sapmalar ve farklı istasyonlardaki farklı ölçümlerin sebebi; doğa ve coğrafi konum kaynaklı birçok değişkenden kaynaklanmaktadır. Bunlardan birkaçı; istasyonun bulunduğu konumdaki bitki örtüsü (Yağış ölçüm istasyonunun ölçüm aldığı alana düşen yağışı engelleyebilir.), hâkim rüzgâr yönü ve dağlık alan faktörüdür. Bu sebeplerin doğal faktörler olduğu ve istasyonların karakteristiğini yansıttığı için çift toplam yağış eğrisi yöntemi ile düzeltmeye gerek duyulmamıştır.



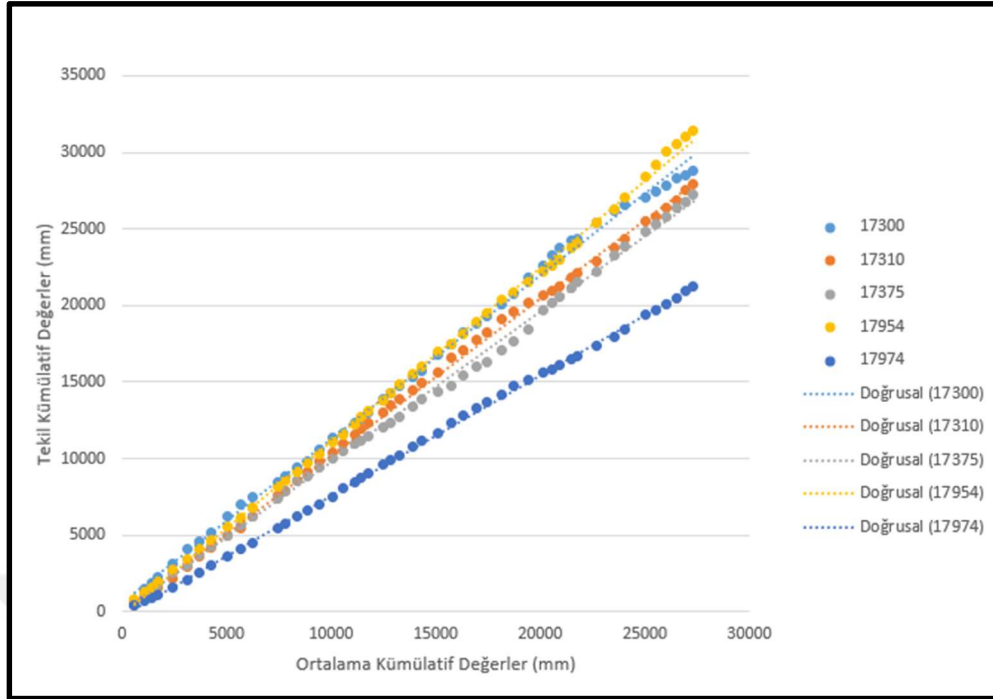
Şekil 4.11. Sahil kesimi ilkbahar mevsimi toplam yağış verilerinde kıyaslamalı çift toplam yağış eğrisi



Şekil 4.12. Sahil kesimi yaz mevsimi toplam yağış verilerinde kıyaslamalı çift toplam yağış eğrisi

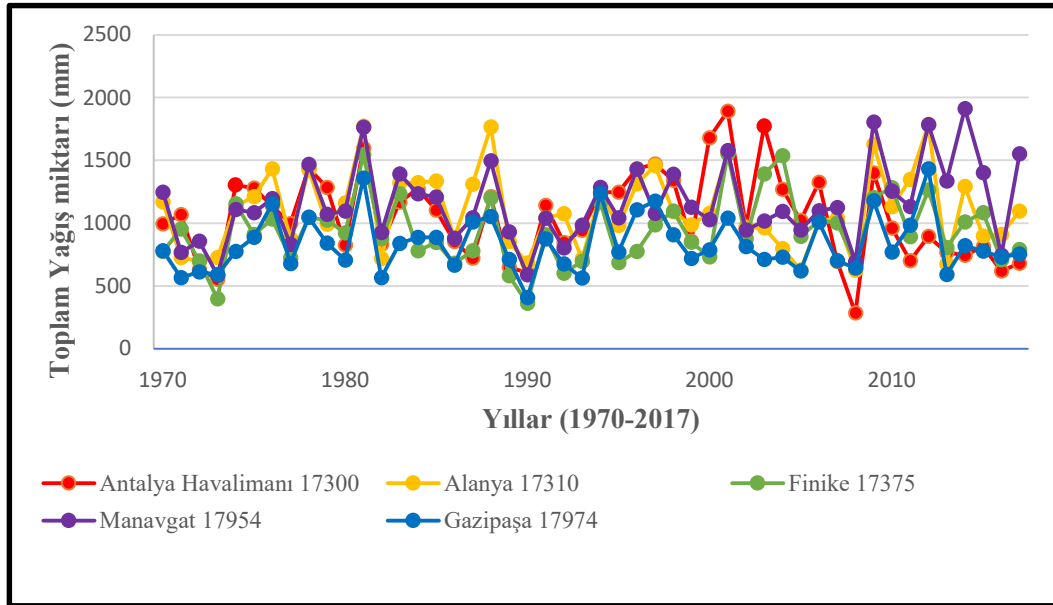


Şekil 4.13. Sahil kesimi sonbahar mevsimi toplam yağış verilerinde kıyaslamalı çift toplam yağış eğrisi

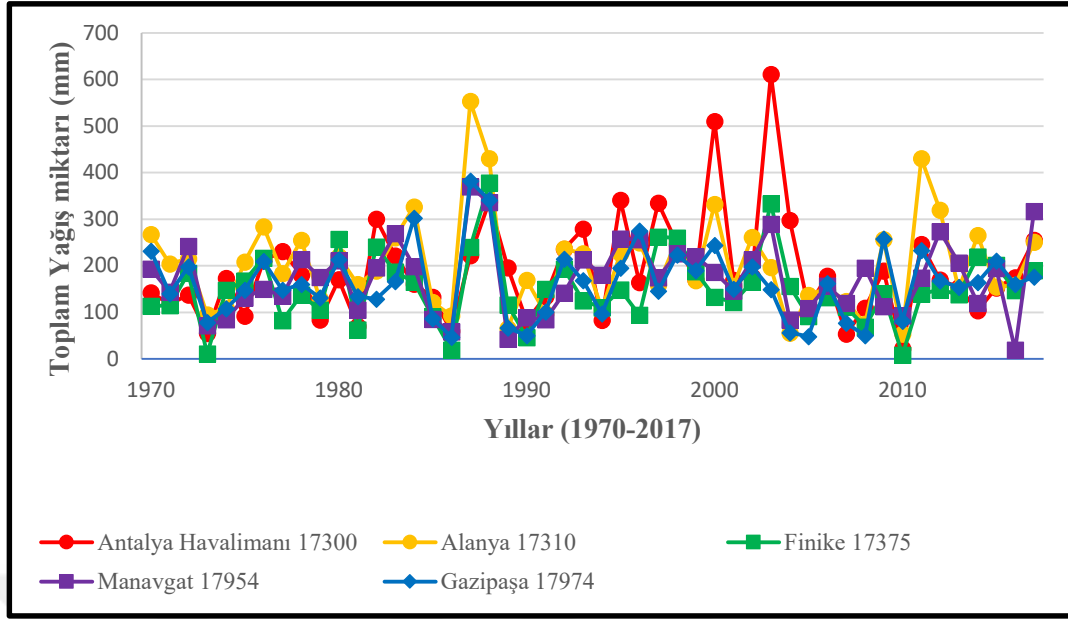


Şekil 4.14. Sahil kesimi kış mevsimi toplam yağış verilerinde kıyaslamalı çift toplam yağış eğrisi

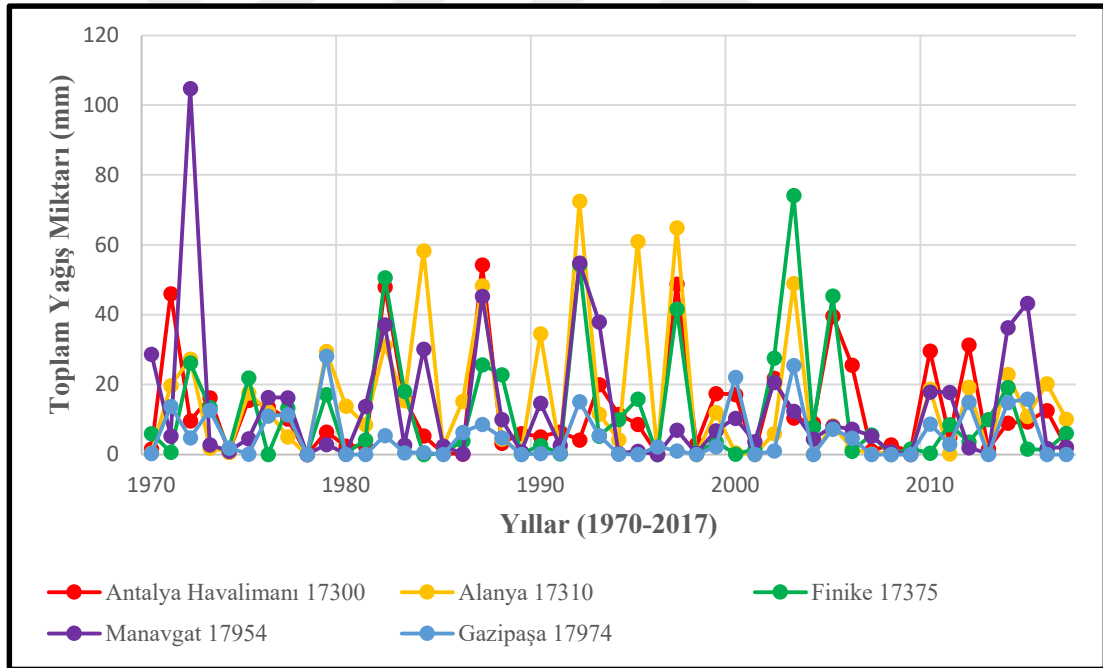
Çift toplam yağış eğrisi çalışması ile yağış verilerindeki eksiklikler tamamlanmıştır. Tamamlanmış verilerin mevsimsel ve yıllık toplam yağışları gösteren grafikler Şekil 4.15, Şekil 4.16, Şekil 4.17, Şekil 4.18 ve Şekil 4.19 ile görselleştirilmiştir.



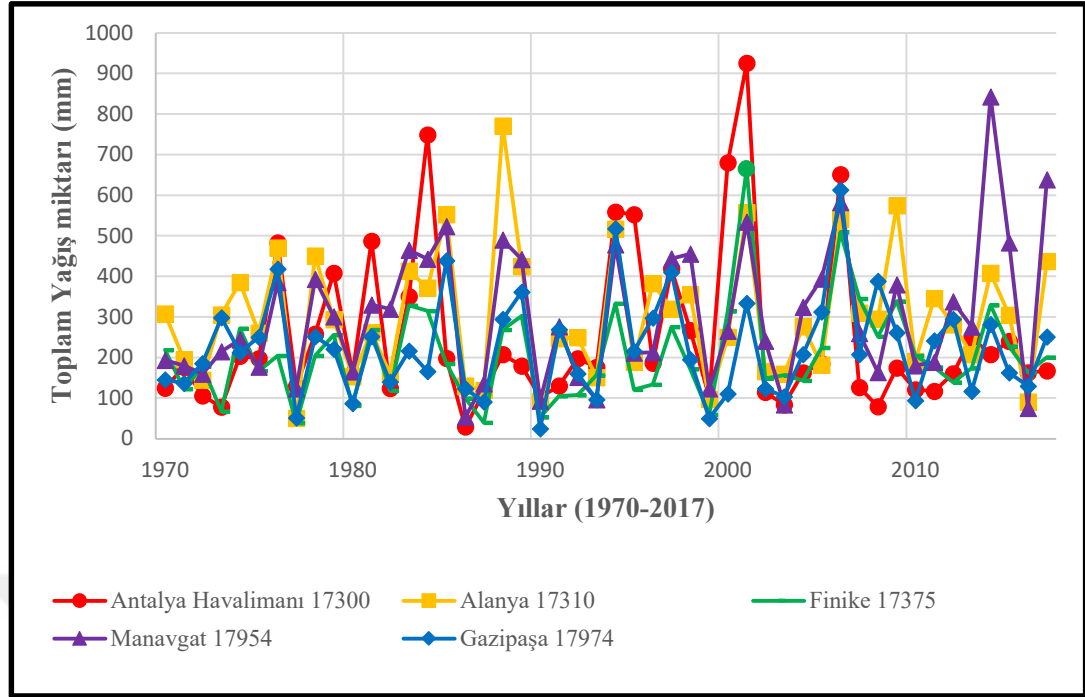
Şekil 4.15. Tamamlanmış istasyonu verilerinde yıllık toplam yağış



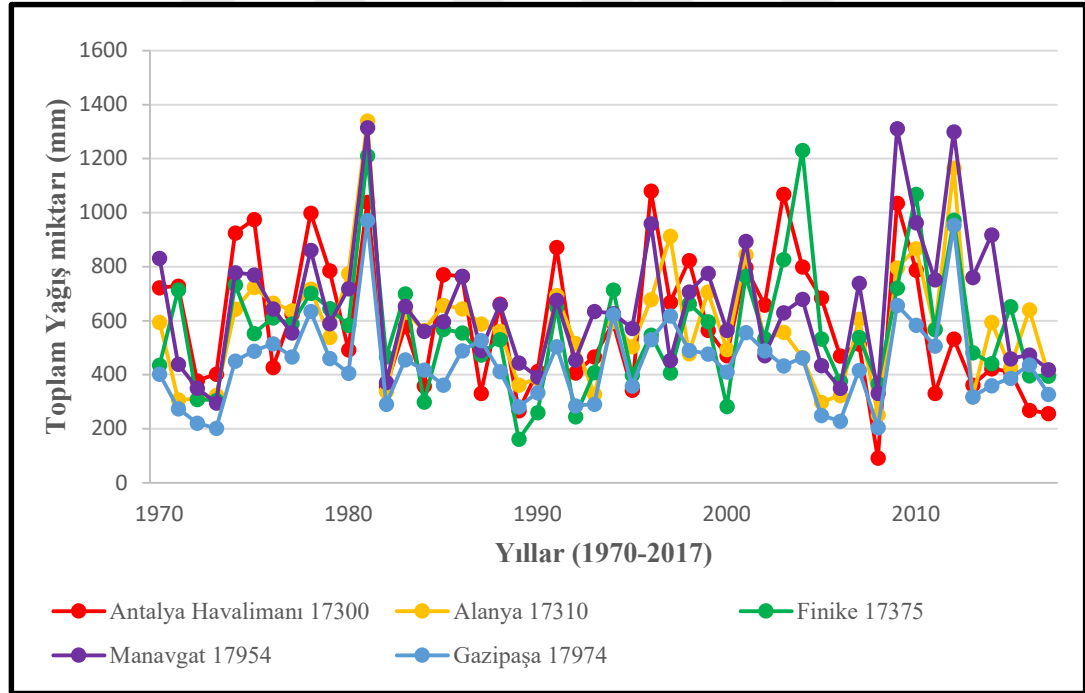
Şekil 4.16. Tamamlanmış istasyonu verilerinde ilkbahar mevsimi toplam yağış



Şekil 4.17. Tamamlanmış istasyonu verilerinde yaz mevsimi toplam yağış



Şekil 4.18. Tamamlanmış istasyonu verilerinde sonbahar mevsimi toplam yağış



Şekil 4.19. Tamamlanmış istasyonu verilerinde kış mevsimi toplam yağış

4.3. Homojenlik Testleri

Veriler üzerinde yapılan ön çalışmalar sonucunda kullanımına karar verilen 5 adet istasyon verisinin 1970-2018 aralığında homojenliğinin araştırılması için Pettitt, Von Neumann ve Buishand testleri kullanılmıştır. Literatürde kullanılan bu üç yöntemden Von Neumann hariç, eğer saptamalar gerçekleşir ise grafiksel dönüşler alınabilmektedir.

Çalışmada testler %5 anlamlılık seviyesi için gerçekleştirilmiştir. Mevsimsel ve yıllık toplam yağış değerlerine ait test sonuçlarını içeren Çizelge 4.5, Çizelge 4.6, Çizelge 4.7, Çizelge 4.8 ve Çizelge 4.9 incelendiğinde verilerin 1970-2017 olarak seçilen periyotta homojenlik gösterdiği görülmektedir.

Çizelge 4.5. Yıllık toplam yağış verilerinde homojenlik testleri

Yıllık Toplam Yağış	Pettitt Testi				Buishand Testi				von Neumann Testi		
İstasyon Kodu	K	t	p-değeri	α	Q	t	p-değeri	α	N	p-değeri	α
17300	247	2006	0.078	0.05	8.814	2006	0.078	0.05	1.555	0.078	0.05
17310	111	1988	1.000	0.05	3.517	1973	1.000	0.05	2.134	1.000	0.05
17375	199	1996	0.244	0.05	7.684	2000	0.244	0.05	1.968	0.244	0.05
17954	177	2008	0.378	0.05	6.623	2008	0.378	0.05	2.120	0.378	0.05
17974	115	1974	0.990	0.05	4.266	1993	0.950	0.05	2.233	0.990	0.05

Çizelge 4.6. İlkbahar mevsimi toplam yağış verilerinde homojenlik testleri

İlkbahar Toplam Yağış	Pettitt Testi				Buishand Testi				von Neumann Testi		
İstasyon Kodu	K	t	p-değeri	α	Q	t	p-değeri	α	N	p-değeri	α
17300	161	1986	0.504	0.05	6.060	1986	0.504	0.05	1.881	0.504	0.05
17310	100	2003	1.000	0.05	4.262	1988	1.000	0.05	2.021	1.000	0.05
17375	91	1996	1.000	0.05	3.592	1986	1.000	0.05	1.907	1.000	0.05
17954	111	1992	1.000	0.05	3.551	2003	1.000	0.05	1.852	1.000	0.05
17974	93	2008	1.000	0.05	3.945	2002	1.000	0.05	1.936	1.000	0.05

Çizelge 4.7. Yaz mevsimi toplam yağış verilerinde homojenlik testleri

Yaz Toplam Yağış	Pettitt Testi				Buishand Testi				von Neumann Testi		
İstasyon Kodu	K	t	p-değeri	α	Q	t	p-değeri	α	N	p-değeri	α
17300	90	1996	1.000	0.05	2.472	2006	1.000	0.05	2.459	1.000	0.05

Çizelge 4.7'nin devamı

17310	209	1997	0.196	0.05	6.751	1997	0.196	0.05	2.546	0.196	0.05
17375	81	2005	1.000	0.05	5.140	2005	1.000	0.05	2.109	1.000	0.05
17954	121	1993	0.919	0.05	5.850	1993	0.919	0.05	2.082	0.919	0.05
17974	119	1979	0.942	0.05	4.298	1979	0.942	0.05	2.375	0.942	0.05

Çizelge 4.8. Sonbahar mevsimi toplam yağış verilerinde homojenlik testleri

Sonbahar Toplam Yağış	Pettitt Testi				Buishand Testi				von Neumann Testi		
İstasyon Kodu	K	t	p-değeri	α	Q	t	p-değeri	α	N	p-değeri	α
17300	136	2001	0.748	0.05	5.205	2001	0.748	0.05	1.689	0.748	0.05
17310	94	2005	1.000	0.05	3.030	1982	1.000	0.05	2.492	1.000	0.05
17375	208	1999	0.201	0.05	8.317	1999	0.201	0.05	1.797	0.201	0.05
17954	136	1993	0.748	0.05	5.451	1996	0.748	0.05	1.958	0.748	0.05
17974	88	1993	1.000	0.05	4.179	1993	1.000	0.05	2.240	1.000	0.05

Çizelge 4.9. Kış mevsimi toplam yağış verilerinde homojenlik testleri

Kış Toplam Yağış	Pettitt Testi				Buishand Testi				von Neumann Testi		
İstasyon Kodu	K	t	p-değeri	α	Q	t	p-değeri	α	N	p-değeri	α
17300	193	2010	0.276	0.05	6.929	2005	0.276	0.05	1.942	0.276	0.05
17310	116	1973	0.978	0.05	3.653	1973	0.978	0.05	2.027	0.978	0.05
17375	108	1983	1.000	0.05	5.461	2000	1.000	0.05	1.917	1.000	0.05
17954	129	2008	0.826	0.05	6.109	2008	0.826	0.05	1.965	0.826	0.05
17974	140	1973	0.706	0.05	4.222	1973	0.706	0.05	1.931	0.706	0.05

Özetle mevsimsel ve yıllık toplam yağış verilerinde homojenlik gözlenirken, aylık toplam yağış verilerinde bazı aylar farklı testlerde homojen olmayan sonuçlar vermiştir. Homojenlik göstermeyen gözlemler ise: Alanya (17300) istasyonu Eylül ayı Pettitt, Buishand ve von Neumann testleri, Gazipaşa (17974) istasyonu Eylül ayı Pettitt, Buishand ve von Neumann testleridir. 5 istasyona ait 17 farklı gözlem periyodunu içeren 255 adet test içerisinde toplamda 6 adet test sonucunda homojenlik gözlenmemiştir. Sonuçlarda yıllık toplam yağış verilerinde homojenlik görüldüğü için verilerin genel olarak homojen olduğu sonucuna varılmıştır.

4.4. Trend Analizi Çalışmaları

4.4.1. Mann Kendall trend analizi ve Sen'in trend eğim metodu sonuçları

Mann Kendall trend analizi ve Sen'in trend eğim metodu çalışmaları MATLAB R2018a paket programı ile gerçekleştirilmiştir. XLSTAT uygulaması ve Microsoft Excel eklentisi olan Real Statistics Resource Pack programı ile sonuçlar karşılaştırılıp doğrulanmıştır. Herhangi bir arındırma olmadan %5 anlamlılık düzeyinde aylık ve mevsimsel toplam yağış verileri ile gerçekleştirilen çalışma, 1970-2017 yılları arasında yalnızca aylık verilerde trend göstermiştir. Trend gösteren istasyon ve gözlem periyodu bilgileri Antalya Havalimanı (17300) istasyonu Şubat ayı, Alanya (17310) istasyonu Eylül ayı, Manavgat (17954) istasyonu Ocak ayı, Gazipaşa (17974) istasyonu Eylül ayı şeklindedir. Sen'in trend eğim metodu ve diğer Mann Kendall parametrelerini de içeren sonuçlar Çizelge 4.10 ve Çizelge 4.11 ile gösterilmiştir.

Çizelge 4.10. Mevsimsel ve yıllık toplam yağış Mann Kendall trend analizi ve Sen'in trend eğim metodu sonuçları

Gözlem	İstasyon Kodu	Kendall's Tau	S	Var(S)	p-değeri	alfa	Eğim	Keşişim
Yıllık Toplam	17300	-0.094	-106	12658.667	0.351	0.05	-3.41	7813.3
	17310	-0.019	-21	12657.667	0.859	0.05	-0.66	2391.8
	17375	0.103	116	12658.667	0.307	0.05	2.79	-4643.4
	17954	0.163	184	12658.667	0.104	0.05	5.14	-9185.3
	17974	0.050	56	12658.667	0.625	0.05	0.97	-1144.9
İlkbahar Mevsimi	17300	0.084	95	12657.667	0.403	0.05	0.81	-1440.9
	17310	-0.038	-43	12657.667	0.709	0.05	-0.27	733.3
	17375	0.064	72	12658.667	0.528	0.05	0.44	-746.8
	17954	0.029	33	12657.667	0.776	0.05	0.26	-341.3
	17974	0.021	24	12658.667	0.838	0.05	0.11	-52.4
Yaz Mevsimi	17300	0.034	38	12654.667	0.742	0.05	0.03	-52.0
	17310	-0.091	-102	12643.333	0.369	0.05	-0.05	109.8
	17375	0.002	2	12636.000	0.993	0.05	0.00	4.7
	17954	-0.059	-66	12650.000	0.563	0.05	-0.03	54.9
	17974	-0.076	-81	12244.333	0.470	0.05	0.00	1.5
Sonbahar Mevsimi	17300	0.004	5	12657.667	0.972	0.05	0.02	138.1
	17310	0.052	59	12657.667	0.606	0.05	0.87	-1445.6
	17375	0.163	184	12658.667	0.104	0.05	1.83	-3462.8
	17954	0.145	164	12658.667	0.147	0.05	2.70	-5104.1
	17974	0.041	46	12658.667	0.689	0.05	0.61	-991.9
Kış Mevsimi	17300	-0.149	-168	12658.667	0.138	0.05	-4.17	8885.5
	17310	-0.046	-52	12658.667	0.650	0.05	-0.97	2504.8
	17375	-0.009	-10	12658.667	0.936	0.05	-0.34	1226.6

Çizelge 4.10'un devamı

	17954	0.051	58	12658.667	0.612	0.05	1.11	-1578.8
	17974	0.039	44	12658.667	0.702	0.05	0.43	-419.6

Çizelge 4.11. Aylık toplam yağış Mann Kendall trend analizi ve Sen'in trend eğim metodu sonuçları

İstasyon Kodu	Parametreler	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
17300	Kendall's Tau	-0.03	-0.26	-0.10	0.15	0.13	0.03	-0.06	0.05	0.09	0.09	-0.11	-0.06
	p-değeri	0.76	0.01	0.33	0.13	0.18	0.78	0.61	0.61	0.38	0.72	0.28	0.53
	Sen'in Eğimi	-0.50	-2.73	-0.52	0.54	0.32	0.01	0.00	0.00	0.01	0.17	-0.85	-0.75
17310	Kendall's Tau	0.02	-0.11	-0.04	-0.02	0.05	-0.10	-0.10	0.04	0.32	0.09	-0.06	0.00
	p-değeri	0.81	0.27	0.66	0.81	0.61	0.31	0.38	0.69	0.00	0.37	0.53	0.99
	Sen'in Eğimi	0.26	-0.87	-0.34	-0.16	0.14	-0.02	0.00	0.00	0.40	0.69	-0.83	-0.01
17375	Kendall's Tau	0.10	-0.01	-0.02	0.08	0.09	-0.05	0.02	-0.01	0.11	0.15	0.05	0.06
	p-değeri	0.32	0.91	0.84	0.41	0.39	0.60	0.88	0.94	0.27	0.13	0.60	0.58
	Sen'in Eğimi	1.17	-0.12	-0.13	0.26	0.12	0.00	0.00	0.00	0.01	0.83	0.38	0.57
17954	Kendall's Tau	0.20	-0.07	-0.03	0.02	0.05	-0.11	-0.06	-0.01	0.18	0.08	-0.03	0.04
	p-değeri	0.04	0.50	0.80	0.84	0.61	0.30	0.58	0.94	0.08	0.44	0.80	0.72
	Sen'in Eğimi	2.41	-0.66	-0.15	0.05	0.10	-0.01	0.00	0.00	0.04	0.68	-0.26	0.49
17974	Kendall's Tau	0.06	-0.09	-0.01	-0.14	0.16	-0.14	-0.19	0.16	0.32	0.08	-0.04	0.06
	p-değeri	0.54	0.37	0.92	0.16	0.11	0.17	0.10	0.16	0.00	0.40	0.73	0.52
	Sen'in Eğimi	0.49	-0.57	-0.03	-0.49	0.42	0.00	0.00	0.00	0.16	0.60	-0.21	0.88

Trend varlığı gözlenen istasyonlara ait verilerde Sen'in trend eğim metodu yöntemiyle aşağıdaki artış ve azalış eğimleri elde edilmiştir:

- Antalya Havalimanı (17300) istasyonu Şubat ayı -2.73 mm/yıl,
- Alanya (17310) istasyonu Eylül ayı +0.40 mm/yıl,
- Manavgat (17954) istasyonu Ocak ayı +2.41 mm/yıl,
- Gazipaşa (17974) istasyonu Eylül ayı +0.16 mm/yıl

Hidrometeorolojik veriler üzerine gerçekleştirilen trend analizi çalışmalarında akademik literatürde yaygın olarak mevsimsel ve yıllık toplam yağış verileri dikkate alınmaktadır. Bu doğrultuda aylık çalışmalarda gözlenen trend varlıklarının incelenen periyodu genelini yansıtmadığı söylenebilir. Mevsimsel değerler ele alındığında ise Antalya İli sahil kesimi istasyonlarında Mann Kendall trend analizi çalışmaları sonucunda trend gözlenmediği görülmüştür.

4.4.2. Şen trend belirleme yöntemi

2012 yılında Zekai Şen tarafından geliştirilen ve yenilikçi bir trend belirleme yöntemi olan Şen trend belirleme yöntemi ile yağış verilerinde trend aranmıştır (Şen 2012). İstasyonlarda gerçekleşen trendlerin değerlendirmeleri ise Çizelge 4.11 ile gösterilmiştir.

MATLAB paket programı kodu ile grafikler elde edilmiştir. Kodlar ile önceden hazırlanan “mat” uzantılı yağış verileri sisteme yüklendikten sonra aylık, yıllık ve mevsimsel toplam yağış verilerine trend analizi çalışması yapılmıştır. Metot bölümünde belirtildiği gibi veriler orta değerden (1994 yılı) ikiye bölünerek grafiğin x ve y koordinatlarına küçükten büyüğe doğru dizilmiştir. Grafik 1:1 eğimli olacak şekilde doğrusal çizgi ile iki üçgene bölünmüş ve yağış değerleri bu grafik üzerinde dağılım göstermiştir.

Verilerde yapılan artış ya da azalış trend değerlendirmeleri, ikinci yarı olan 1994-2017 ile ilk yarı olan 1970-1994 yıllarını kıyaslamaktadır. Mevsimsel ve yıllık toplam yağış verilerine ait Şen trend belirleme yöntemi sonuçları Şekil 4.20, Şekil 4.21, Şekil 4.22, Şekil 4.23 ve Şekil 4.24 ile gösterilmiştir. Şen’in (2012) makalesinde kullandığı trend yorumlamalarına uygunluk göstermeyen ve doğrusal çizgi üzerinde yoğunlaşan veri örüntüleri “Trend yok” olarak kabul edilmiştir. Trend yok yorumu yağış verilerin doğrusal çizgi üzerinde gösterdiği iniş ve çıkışların artış ya da azalış trendi gösterecek alana doğru yönelim göstermemesinden kaynaklanmaktadır.

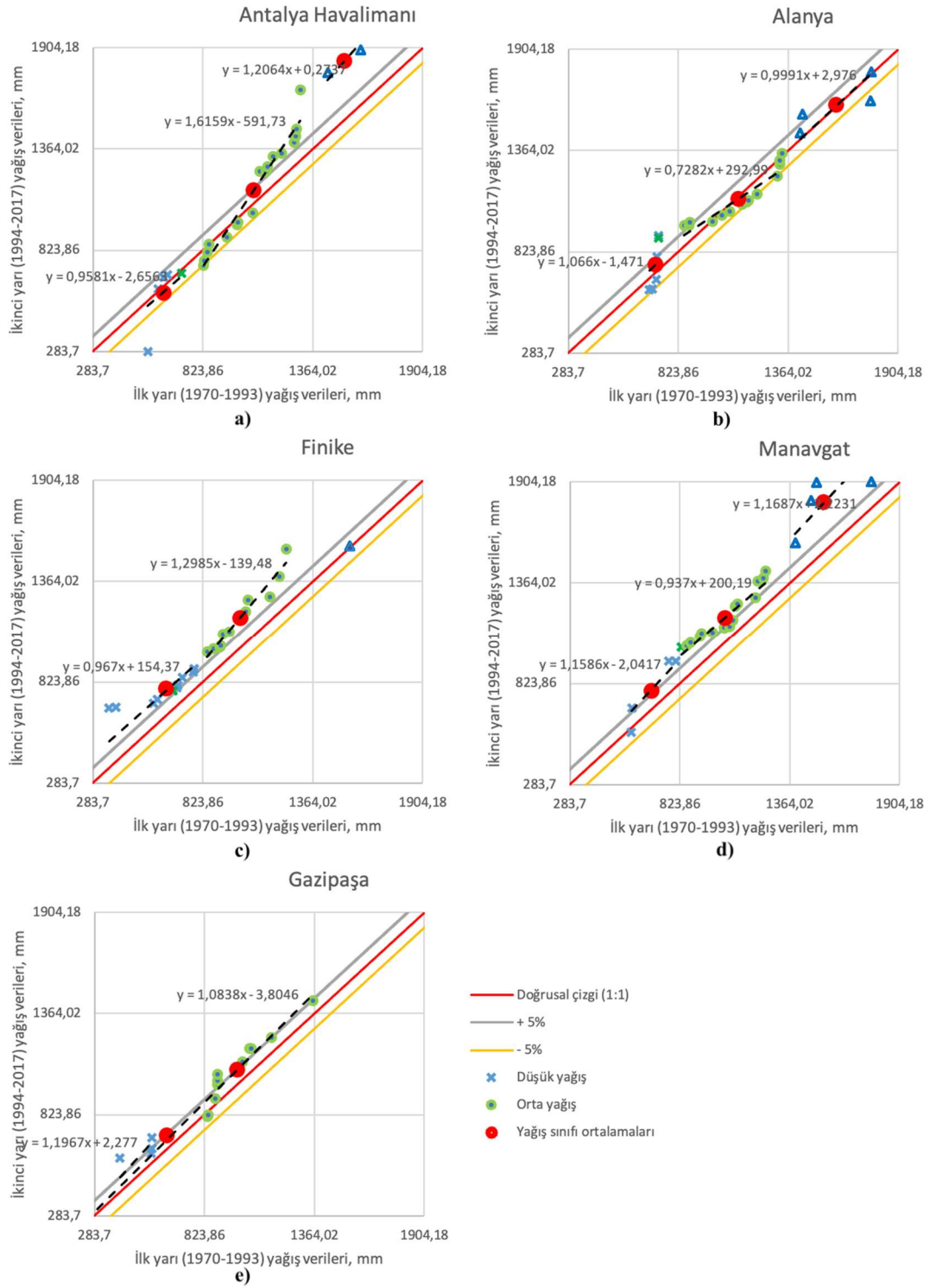
Çalışmada 1:1 çizgisinin trend yorumlamalarında yarattığı karmaşayı önlemek amacıyla trend olmayan bölge tanımlaması 1:1 çizgisine paralel artış ve azalış trendi yönünde -%5, +%5’lik aralıklar oluşturulmuştur. Alt periyotlara ait trend değerlendirmeleri ise periyotlara ait yağış verilerinin ortalamasının kaldığı alan üzerinden yapılmıştır. Grafikler ile alt periyotlara ait doğrusal trend çizgileri verilmiştir. Yağış verilerine ait yardımcı diğer istatistiksel veriler ise Çizelge 4.12 ile özetlenmiştir. Şen trend belirleme yöntemi sonuçlarının sözel yorumlamaya açık olması sebebiyle kullanılan bu yöntem sayesinde, yöntem matematiksel bir temele oturtulmuştur.

Çizelge 4.12. Yağış verilerine ait Şen trend belirleme yöntemi alt değerleri

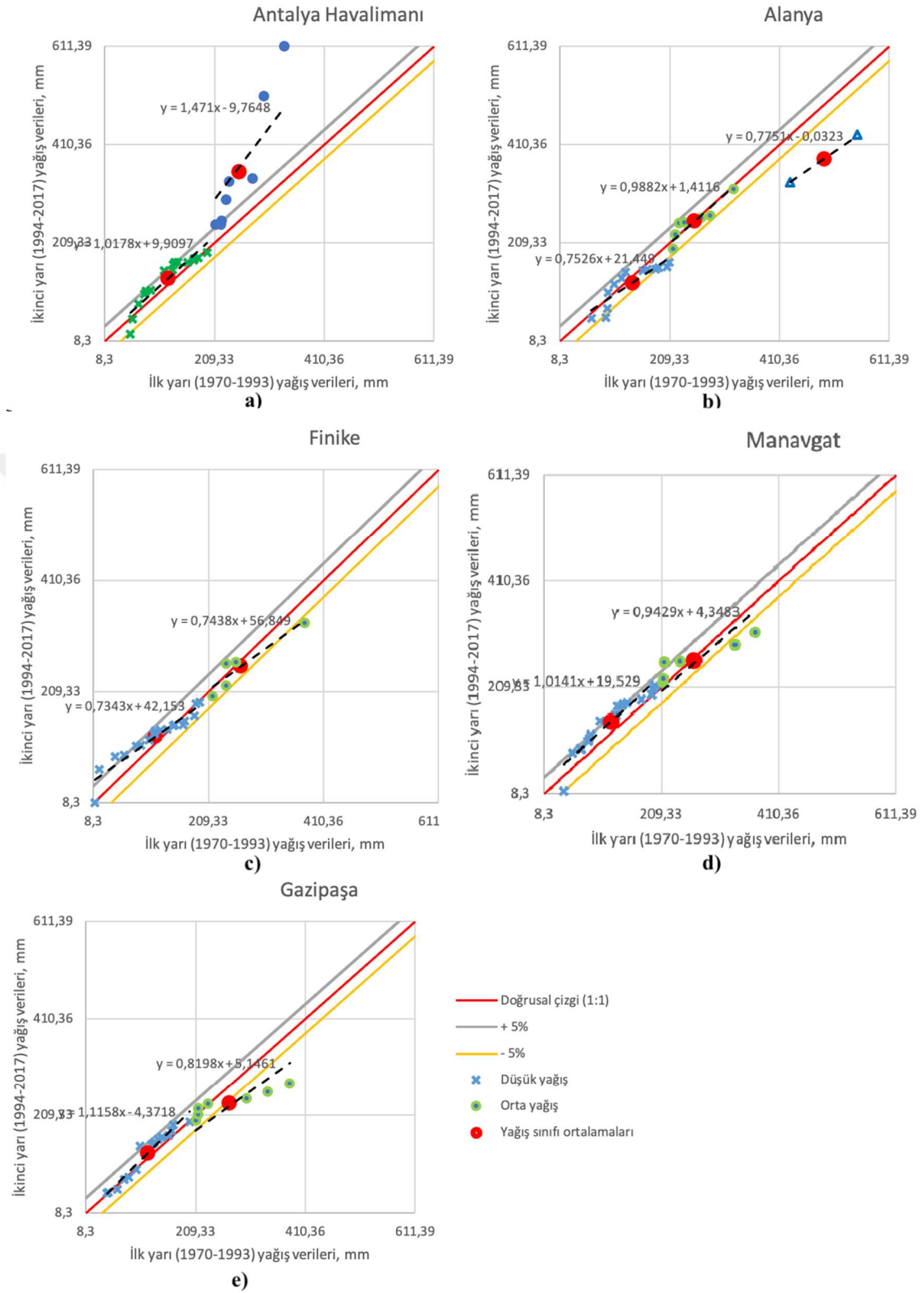
		Ortalama yağış değerleri (mm)		Minimum yağış değerleri (mm)		Maksimum yağış değerleri (mm)		Standart sapma değerleri		Trend çizgisi eğimleri		
		İlk yarı (mm)	İkinci yarı (mm)	İlk yarı (mm)	İkinci yarı (mm)	İlk yarı (mm)	İkinci yarı (mm)	İlk yarı (mm)	İkinci yarı (mm)	Düşük yağış	Orta yağış	Yüksek yağış
YILLIK TOPLAM	Antalya Havalimanı (17300)	1018	1087	553	284	1598	1892	279	406	0.5	1.62	1.21
	Alanya (17310)	1098	1103	682	624	1770	1786	324	304	1.06	0.72	0.99
	Finike (17375)	863	1012	362	685	1545	1553	268	258	0.96	1.29	--
	Manavgat (17954)	1066	1217	586	564	1764	1904	283	333	1.15	0.93	1.16
	Gazipaşa (17974)	797	875	408	590	1357	1431	219	221	1.19	1.08	--
İLKBAHAR MEVSİMİ TOPLAM	Antalya Havalimanı (17300)	168	209	55	22	338	611	77	135	1.01	1.47	--
	Alanya (17310)	212	196	66	54	553	430	111	92	0.76	0.98	0.77
	Finike (17375)	148	154	11	8	378	333	83	68	0.73	0.74	--
	Manavgat (17954)	164	178	43	13	370	313	85	72	1.01	0.94	--
	Gazipaşa (17974)	165	161	47	48	382	275	87	65	1.15	0.81	--
YAZ MEVSİMİ TOPLAM	Antalya Havalimanı (17300)	12	13	0	0	54	49	16	13	1.38	0.81	--

Çizelge 4.12'nin devamı

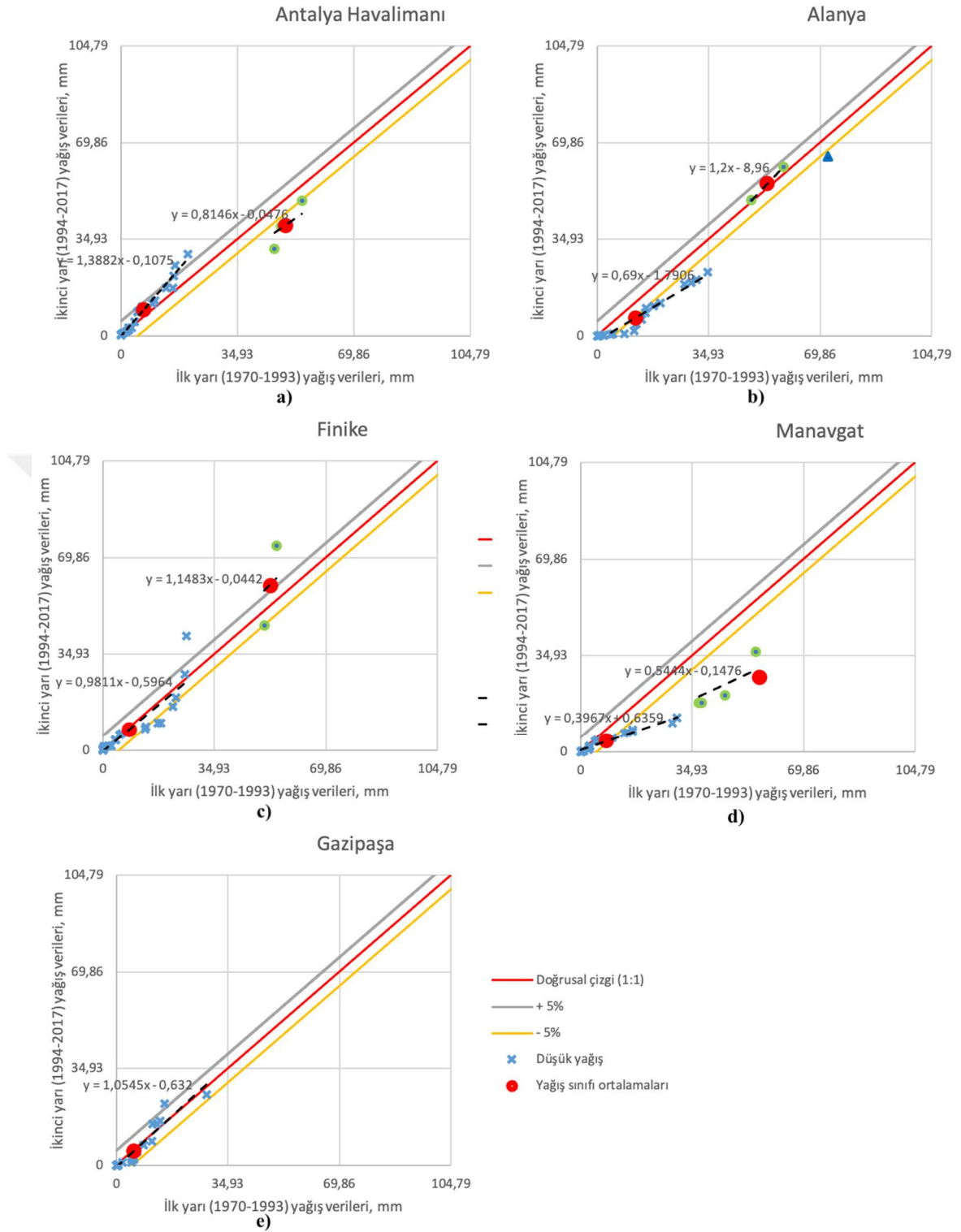
	Alanya (17310)	18	13	0	0	73	65	20	19	0.69	1.20	--
	Finike (17375)	12	12	0	0	54	74	15	18	0.98	1.14	--
	Manavgat (17954)	18	9	0	0	105	43	25	11	0.39	0.54	--
	Gazipaşa (17974)	6	5	0	0	28	26	7	8	1.05	--	--
SON BAHAR MEVSİMİ TOPLAM	Antalya Havalimanı (17300)	12	13	0	0	54	49	163	228	1.29	1.40	--
	Alanya (17310)	18	13	0	0	73	65	168	141	0.97	1.04	--
	Finike (17375)	12	12	0	0	54	74	91	134	1.10	--	--
	Manavgat (17954)	18	9	0	0	105	43	141	190	1.26	1.30	--
	Gazipaşa (17974)	6	5	0	0	28	26	109	137	1.13	1.27	--
KIŞ MEVSİMİ TOPLAM	Antalya Havalimanı (17300)	12	13	0	0	54	49	239	264	1.86	0.94	1.02
	Alanya (17310)	18	13	0	0	73	65	221	219	1.06	1.88	--
	Finike (17375)	12	12	0	0	54	74	220	237	1.04	2.28	--
	Manavgat (17954)	18	9	0	0	105	43	217	267	1.03	1.89	--
	Gazipaşa (17974)	6	5	0	0	28	26	159	162	1.10	1.12	--



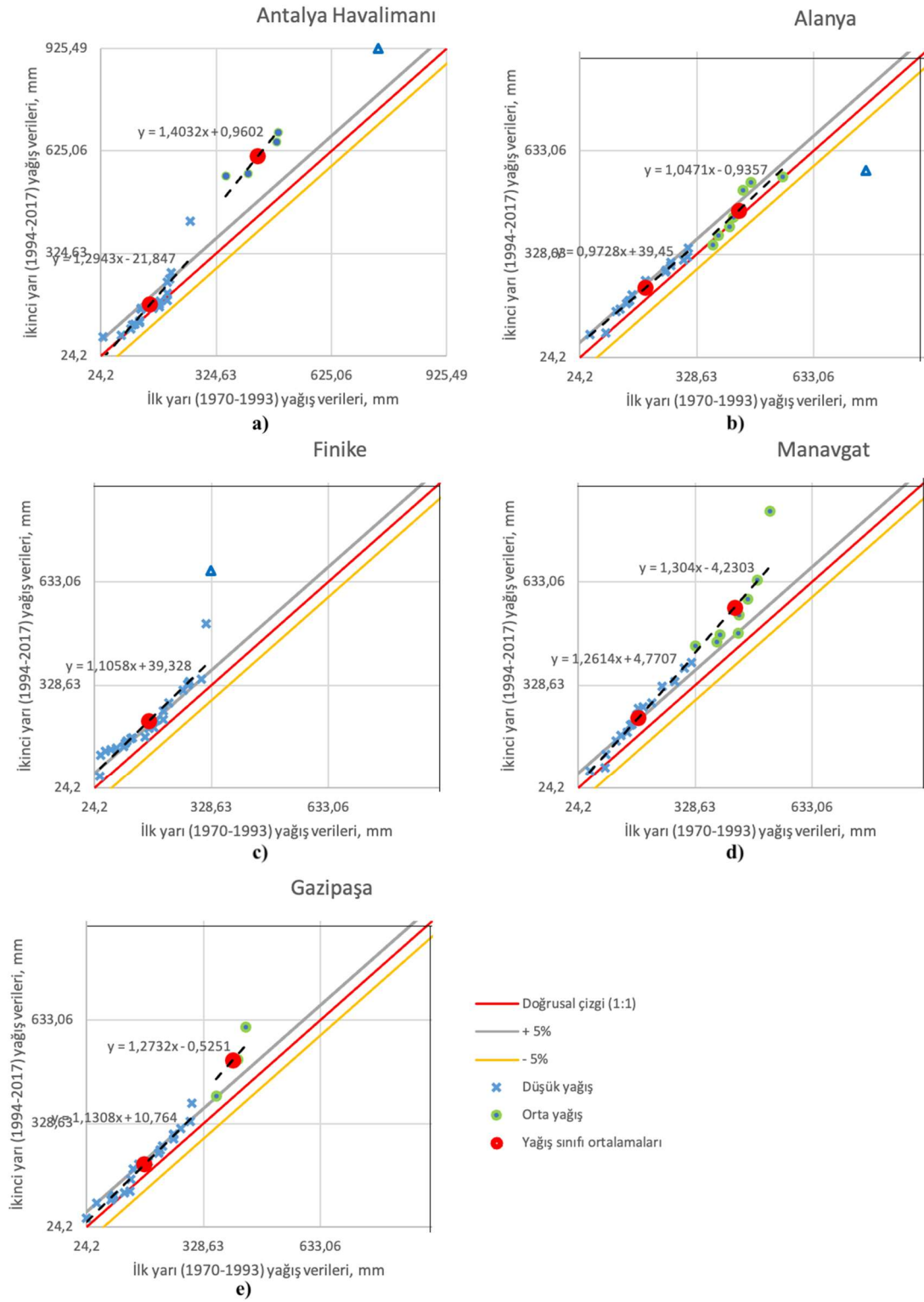
Şekil 4.20. Şen trend belirleme yöntemi yıllık toplam yağış sonuçları



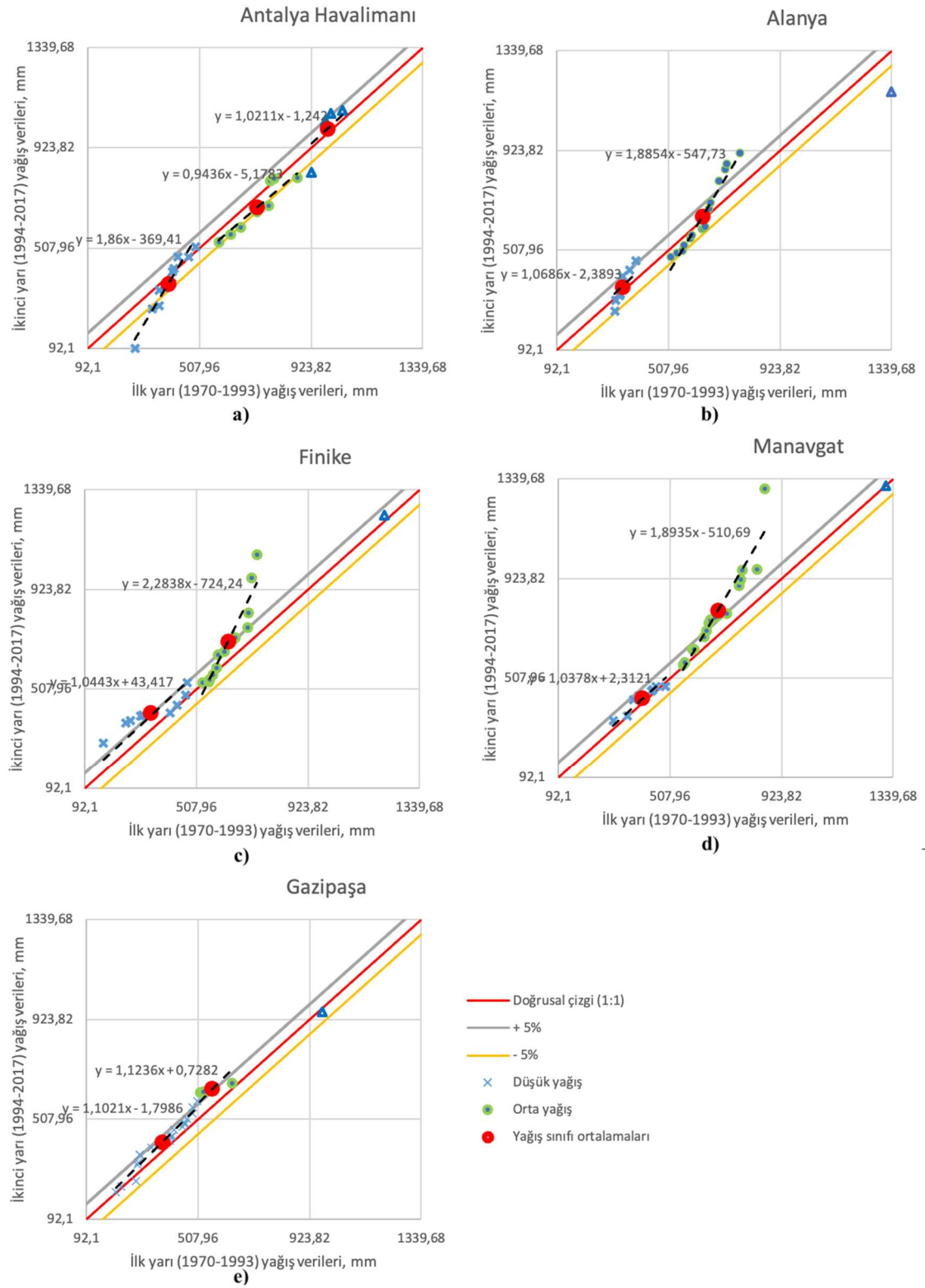
Şekil 4.21. Şen trend belirleme yöntemi ilkbahar mevsimi toplam yağış sonuçları



Şekil 4.22. Şen trend belirleme yöntemi yaz mevsimi toplam yağış sonuçları



Şekil 4.23. Şen trend belirleme yöntemi sonbahar mevsimi toplam yağış sonuçları



Şekil 4.24. Şen trend belirleme yöntemi kış mevsimi toplam yağış sonuçları

Çizelge 4.13. Şen trend belirleme yöntemi yıllık ve mevsimsel toplam yağış sonuçları

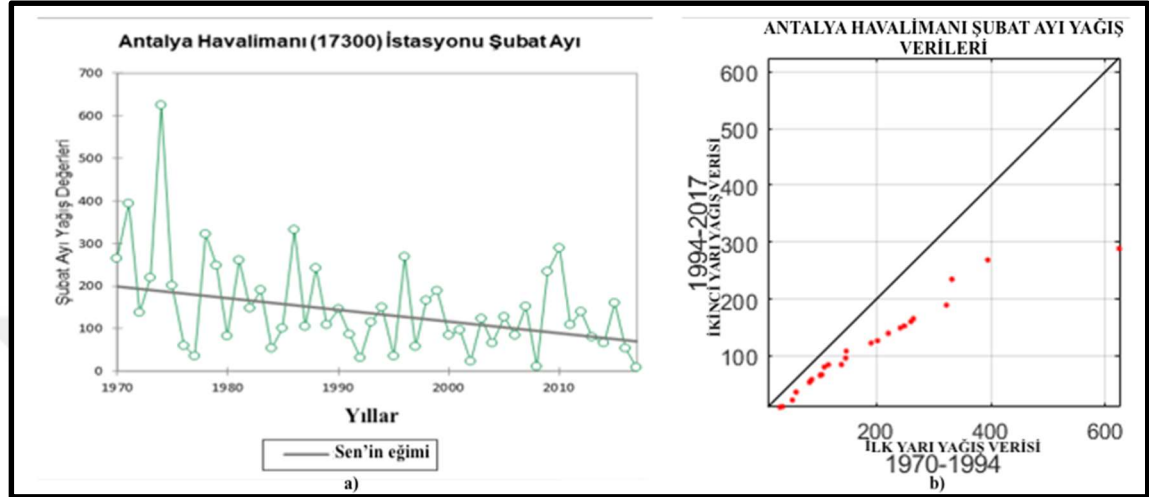
		İSTASYONLAR				
Gözlem Dönemi	Alt Gözlem Kümeleri	Antalya Havalimanı (17300)	Alanya (17310)	Finike (17375)	Manavgat (17954)	Gazipaşa (17974)
Yıllık toplam yağış verileri	Düşük yağış	O	O	↗	↗	O
	Orta yağış	O	O	↗	↗	O
	Yüksek yağış	↗	O	--	↗	--
İlkbahar mevsimi toplam yağış verileri	Düşük yağış	O	O	O	O	O
	Orta yağış	↗	O	O	O	↘
	Yüksek yağış	--	↘	--	--	--
Yaz mevsimi toplam yağış verileri	Düşük yağış	O	O	O	O	O
	Orta yağış	↘	O	↗	↘	--
	Yüksek yağış	--	--	--	--	--
Sonbahar mevsimi toplam yağış verileri	Düşük yağış	O	O	↗	↗	o
	Orta yağış	↗	O	--	↗	↗
	Yüksek yağış	--	--	--	--	--
Kış mevsimi toplam yağış verileri	Düşük yağış	O	O	↗	O	O
	Orta yağış	O	O	↗	↗	↗
	Yüksek yağış	O	--	--	--	--

O : trend yok -- : yetersiz veri ↗ : artış trendi ↘ : azalış trendi

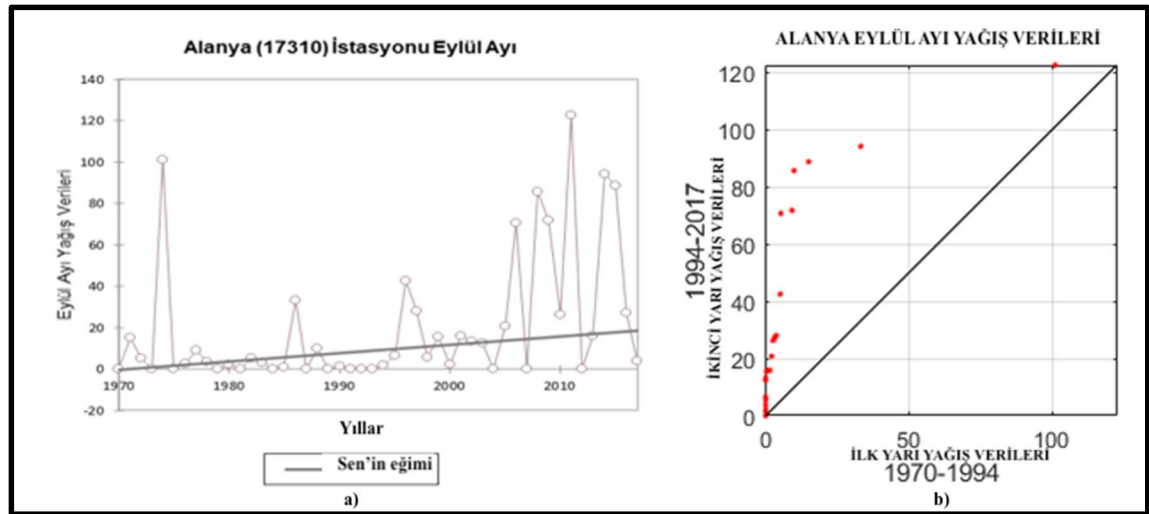
Sonuçlar incelendiğinde özetle:

- Yıllık toplam yağışlarda Manavgat istasyonu her gözlem aralığında artış trendi göstermektedir.
- Yüksek yağış değerlerinde veri azlığı sebebiyle trend değerlendirmesi çoğu mevsimsel ve yıllık toplam gözlem dönemlerinde yapılamamıştır.
- Sonbahar ve kış mevsiminde artış trendlerinin Finike ve Manavgat istasyonları için baskınlık gösterdiği görülmektedir.
- Yaz mevsimi için yüksek yağış verilerinde gözlem bulunmaması sebebiyle değerlendirme yapılamamıştır. Gözlenen diğer 2 adet azalış trendi ile sahil kesimi genelinde düşük etkinlikte azalış trendi olduğu görülmektedir.

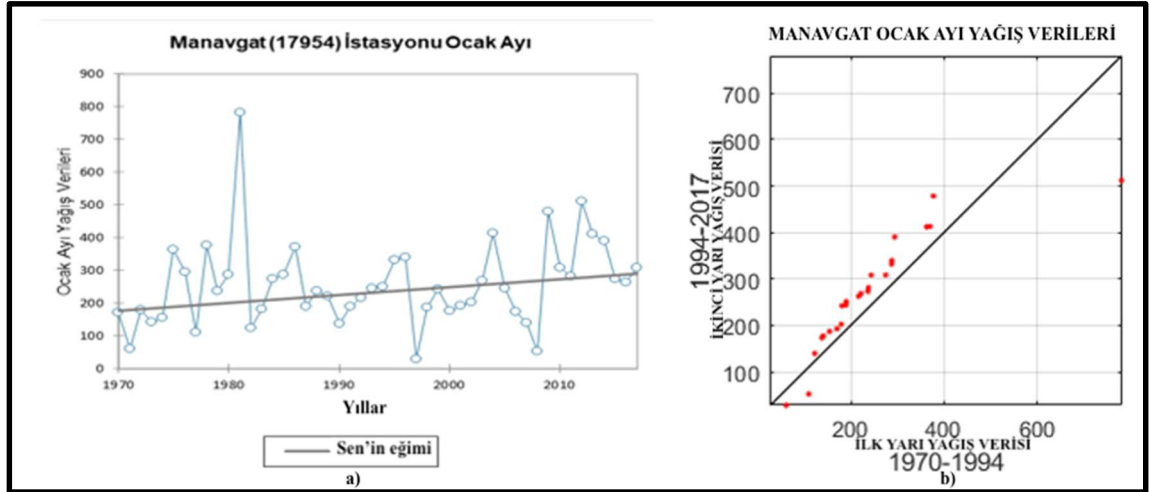
Değerlendirmeler kıyaslandığında MK testi ile Şen trend belirleme yöntemi sonuçlarının Sen'in eğim metodu grafikleri ile de kıyaslandığında birbirini desteklediği görülmüştür. Trend gözlenen aylık yağış verileri üzerinde gerçekleştirilen MK trend analizi sonuçlarına ait Sen'in trend eğim metodu grafikleri ile aynı gözleme ait Şen trend belirleme yöntemi sonuçları aşağıdaki gösterilmiştir (Şekil 4.25, Şekil 4.26, Şekil 4.27, Şekil 4.28).



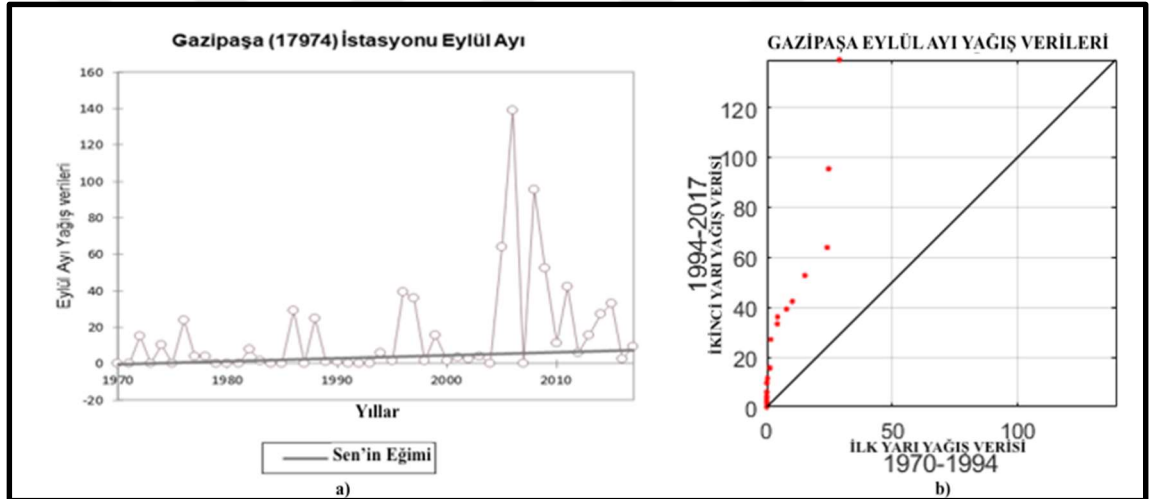
Şekil 4.25. Antalya Havalimanı (17300) istasyonu şubat ayı yağış verilerinde Sen'in trend eğim metodu ve Şen trend belirleme yöntemi; (a) Sen'in eğim metodu, (b) Şen yöntemi



Şekil 4.26. Alanya (17310) istasyonu eylül ayı yağış verilerinde Sen'in trend eğim metodu ve Şen trend belirleme yöntemi; (a) Sen'in eğim metodu, (b) Şen yöntemi



Şekil 4.27. Manavgat (17954) istasyonu ocak ayı yağış verilerinde Sen'in trend eğim metodu ve Şen trend belirleme yöntemi; **(a)** Sen'in eğim metodu, **(b)** Şen yöntemi



Şekil 4.28. Gazipaşa (17974) istasyonu eylül ayı yağış verilerinde Sen'in trend eğim metodu ve Şen trend belirleme yöntemi; **(a)** Sen'in eğim metodu, **(b)** Şen yöntemi

5. SONUÇLAR

Tez kapsamında Antalya İli sahil kesiminde yer alan manuel ve otomatik yağış ölçüm istasyonu verileri Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nden elde edilmiştir. 1970-2017 yılları arasında ölçülen veriler üzerinde çeşitli trend analizi metotları uygulanmıştır. Veri seti içerisinde Antalya Havzasından 4 istasyon (Antalya Havalimanı, Alanya, Manavgat ve Gazipaşa istasyonları) ve Batı-Akdeniz Havzasından 1 istasyon (Finike istasyonu) seçilmiştir.

Çalışmada Manavgat (17954) istasyonu manuel verilerinde 2012-2017 yıllarında görülen veri eksikliği, OMGI verileri ile doğrusal regresyon yöntemi kullanılarak tamamlanmıştır.

Verilerin homojenliğini incelemek amacıyla: Pettitt, Buishand ve von Neumann testi ile analizler yapılmıştır. Sonuçlar 255 adet test içerisinde yalnızca 6 gözlemde homojenlik gözlenmemiştir.

Yağış verileri üzerinde gerçekleştirilen trend analizi çalışmalarında MK trend analizi ile Şen trend belirleme yöntemi ve Şen (2012) yöntemi kullanılmıştır. MK trend analizi çalışmalarında %95 güven aralığında testler yapılmıştır. Eksikleri tamamlanmış veriler üzerinde gerçekleştirilen MK testlerinde: Antalya Havalimanı (17300) istasyonu Şubat ayı verilerinde azalış trendi, Alanya (17310) istasyonu Eylül ayı verilerinde, Manavgat (17954) istasyonu Ocak ayı verilerinde ve Gazipaşa (17974) istasyonu Eylül ayı verilerinde artış trendi gözlenmiştir. Yıllık ve mevsimsel toplam yağış verilerinde gerçekleştirilen MK testlerinde ise trende rastlanmamıştır. Aylık toplam yağış verilerinde gözlenen trendler mevsimsel ve yıllık toplam değerlerle kıyaslandığında düşük öneme sahip olmaları sebebiyle Antalya İli sahil kesimi genelinde trend gözlenmediği sonucuna varılmıştır.

Şen trend belirleme yöntemi (2012) ile gerçekleştirilen çalışmalarda farklı gözlem dönemleri için değişken trend sonuçları elde edilmiştir. Yağış verilerinin düşük ve orta olarak adlandırılan değerlerde yoğunlaştığı sonuçlarda, Sonbahar ve kış mevsimi için istasyonların büyük çoğunluğunda artış trendi olduğu belirlenmiştir. Yaz mevsimi için de düşük etkinlikte azalış trendi gözlenmiştir.

MK trend analizi sonucunda azalış trendi gözlenen Antalya Havalimanı Şen trend belirleme yöntemi sonuçlarında da tüm verilerde azalış trendi alanında kalmıştır. Benzer durum Alanya, Manavgat ve Gazipaşa istasyonlarında artış trendi yönünde görülen MK trend analizi sonuçları Şen trend belirleme yönteminde de gözlenmiştir.

Şen (2012) çalışmasında grafik sonuçlarının değerlendirilmesinde matematiksel bir tanımlama getirilmediği için grafiklerin yorumlanması sözel yorumlara dayanmaktadır. Bu durum farklı değerlendirmelerin yapılmasının önünü açtığı için tez çalışmasında genişletilmiş trend olmayan bölge ve ortalaması alınmış alt sınıflandırmalar kullanılarak açık uçlu yorumlarının önüne geçilmeye çalışılmıştır. Bu doğrultuda sınırlandırılmış yöntemden elde edilen sonuçlar ile düşük, orta ve yüksek veri olarak adlandırılan veri büyüklükleri ayrı olarak incelenip ve değerlendirilebilmiştir.

MK trend analizi yıllık ve mevsimsel toplam verilerinde gözlenmeyen trendler, Şen trend belirleme yöntemi ile detaylı olarak incelenmiştir. Bu sayede farklı alt sınıflandırmalar için trend gözlemleri elde edilebilmiştir.



6. KAYNAKLAR

- Ahmad, I., Tang, D., Wang, T., Wang, M., Wagan, B. 2015. Precipitation Trends Over Time Using Mann-Kendall and Spearman's Rho Tests in Swat River Basin, Pakistan. *Advances in Meteorology*, 2015: 431860.
- Anonim 1: <https://www.birbucukderece.com> [Son erişim tarihi: 09.08.2021].
- Anonim 2: http://eski.cmo.org.tr/genel/bizden_detay.php?kod=102643&tipi=67&sube=2 [Son erişim tarihi: 01.03.2021].
- Anonim 3: https://www.wwf.org.tr/ne_yapiyoruz/iklim_degisikligi_ve_enerji/ [Son erişim tarihi: 01.06.2021].
- Anonim 4: <https://www.mgm.gov.tr/veridegerlendirme/yagis-raporu.aspx?b=m-sfB> [Son erişim tarihi: 18.03.2022].
- Birch, E. L. 2014. A Review of Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability and Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change. *Journal of the American Planning Association*, 80(2): 184-185.
- Boudiaf, B., Şen, Z., Boutaghane, H. 2021. Climate change impact on rainfall in north-eastern Algeria using innovative trend analyses (ITA). *Arabian Journal of Geosciences*, 14(6).
- Buishand, T.A. 1982. Some Methods for Testing the Homogeneity of Rainfall Records. *Journal of Hydrology*, 58(1-2): 11-27.
- Büyükyıldız, M., Berktaş, A. 2004. Parametrik Olmayan Testler Kullanılarak Sakarya Havzası Yağışlarının Trend Analizi. Selçuk Üniversitesi, *Mühendislik, Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 19(2): 23-38.
- Cong, Z., Yang, D., Gao, B., Yang, H., Hu, H. 2009. Hydrological Trend Analysis in the Yellow River Basin Using a Distributed Hydrological Model. *Water Resources Research*, 45(7).
- Çiftlik, D. 2012. Ege Bölgesi DSİ İstasyonlarında Ölçülen Yıllık Toplam Yağışların Trend Analizi. Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi, İzmir.
- Dabanlı, İ., Şen, Z., Yeleğen, M.Ö., vd. 2016. Trend Assessment by the Innovative-Şen Method. *Water Resour Manage* 30, 5193–5203.
- Dore, M. H. I. 2005. Climate Change and Changes in Global Precipitation Patterns: What Do We Know?. *Environment International*, 31(8): 1167-1181.
- El-Nesr, M.N., Abu-Zreig, M.M., Alazba, A.A. 2010. Temperature Trends and Distribution in the Arabian Peninsula. *American Journal of Environmental Sciences*, 6(2): 191–203.

- Emek, M. F. 2014. Doğu Anadolu Bölgesi Yıllık ve Aylık Toplam Yağışların Trend Analizi. Yüksek Lisans Tezi, Atatürk Üniversitesi, Erzurum.
- Gilbert, R.O. 1987. Statistical Methods for Environmental Pollution Monitoring. John Wiley & Sons, New York.
- 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.
- Hamed, K. H., Ramachandra, R. A. 1998. A Modified Mann-Kendall Trend Test for Autocorrelated Data. *Journal of Hydrology*, 204(1): 182-196.
- Hamed, K. H. 2008. Trend Detection in Hydrologic Data: The Mann-Kendall Trend Test Under the Scaling Hypothesis. *Journal of Hydrology*, 349(3): 350-363.
- IPCC, 2007. Climate Change 2007: Impact, Adaptation, and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. *Cambridge University Press*, Cambridge, U.K.
- Kahya, E., Kalaycı, S. 2004. Trend Analysis of Streamflow in Turkey. *Journal of Hydrology*, 289(1): 128-144.
- Karmeshu, N. 2012. Trend Detection in Annual Temperature & Precipitation using the Mann Kendall Test – A Case Study to Assess Climate Change on Select States in the Northeastern United States. Master of Environment Studies Capstone Project, University of Pennsylvania, USA.
- Kendall, M.G. 1975. Rank Correlation Methods. Griffin, London.
- Kumar, V., Jain, S. K., Singh, Y. 2010. Analysis of Long-term Rainfall Trends in India. *Hydrological Sciences Journal*, 55(4): 484-496.
- Mann, H.B. 1945. Nonparametric Tests Against Trend. *Econometrica*, 13(3): 245-259.
- Nourani, V., Danandeh Mehr, A., Azad, N. 2018. Trend Analysis of Hydroclimatological Variables in Urmia Lake Basin Using Hybrid Wavelet Mann-Kendall and Sen Tests. *Environmental Earth Sciences*, 77: 207.
- Merriam, C. F. 1937. A Comprehensive Study of the Rainfall on the Susquehanna Valley. *Transactions of the American Geophysical Union*, 18(2): 471-476.
- Nemli, M. 2017. Doğu Karadeniz Bölgesi'nde Yıllık Maksimum Yağışların Trend Analizi. Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon.
- Özener, A. 2019. Çoruh Havzası'nda Akış ve Meteorolojik Parametrelerin Trend Analizi. Yüksek Lisans Tezi, Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Rize.

- Partal, T. 2002. Türkiye Yağış Verilerinin Trend Analizi. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul.
- Partal, T., Kahya, E. 2006. Trend Analysis in Turkish Precipitation Data. *Hydrological Processes*, 20(9): 2011-2026.
- Pettitt, AN. 1979. A Non-parametric Approach to the Change-point Detection. *Applied Statistics*, 28: 127–134.
- Searcy, J., Hardison C. 1960. Double-Mass Curves, with a Section Fitting Curves to Cyclic Data. *Manual of Hydrology: Part 1. General Surface-Water Techniques*.
- Sen, P.K. 1968. Estimates of the Regression Coefficient Based on Kendall's Tau. *Journal of the American Statistical Association*, 63: 1379–1389.
- Shadmani, M., Marofi, S., Roknian, M. 2012. Trend Analysis in Reference Evapotranspiration Using Mann-Kendall and Spearman's Rho Tests in Arid Regions of Iran. *Water Resources Management*, 26(1): 211-224.
- Şapolyo, D. 2017. Ege Bölgesi Aylık Sıcaklık Verilerinin Bölgesel Ortalama Mann-Kendall Testi ile Trend Analizi. Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi, Adana.
- Şen, Z. 2012. Innovative Trend Analysis Methodology. *Journal of Hydrologic Engineering*, 17(9): 1042-1046.
- Tongal, H. 2019. Spatiotemporal Analysis of Precipitation and Extreme Indices in the Antalya Basin, Turkey. *Theoretical and Applied Climatology*, 138(3): 1735-1754.
- Toros, H. 1993. Klimatolojik Serilerden Türkiye İkliminde Trend Analizi. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul.
- Toros, H. 2012. Spatio-temporal Precipitation Change Assessments Over Turkey. *International Journal of Climatology*, 32(9): 1310-1325.
- Türkeş, M. 1996. Spatial and Temporal Analysis of Annual Rainfall Variations in Turkey. *International Journal of Climatology*, 16(9): 1057-1076.
- Uçgun, E. 2010. Kızılırmak Havzası'ndaki Hidrometeorolojik Verilerin Trend Analizi. Yüksek Lisans Tezi, Kırıkkale Üniversitesi, Kırıkkale.
- Von Neumann, J. 1941. Distribution of the Ratio of the Mean Square Successive Difference to the Variance. *The Annals of Mathematical Statistics*, 12(4): 367-395.
- Wijngaard, J. B., Tank, A. M. G. K., Können, G. P. 2003. Homogeneity of 20th Century European Daily Temperature and Precipitation Series. *International Journal of Climatology*, 23: 679-692.

- Yu, Y., Zou, S., Whittemore, D. 1993. Non Parametric Trend Analysis of Water Quality Data of Rivers in Kansas. *Journal of Hydrology*, 150: 61-80.
- Yue, S., Pilon, P., Cavadias, G. 2002. Power of the Mann–Kendall and Spearman's Rho Tests for Detecting Monotonic Trends in Hydrological Series. *Journal of Hydrology*, 259(1): 254-271.
- Yue, S., Wang, C. Y. 2002. Applicability of Prewhitening to Eliminate the Influence of Serial Correlation on the Mann-Kendall Test. *Water Resources Research*, 38(6): 4-1-4-7.
- Yue, S., Wang, C. 2004. The Mann-Kendall Test Modified by Effective Sample Size to Detect Trend in Serially Correlated Hydrological Series. *Water Resources Management*, 18(3): 201-218.
- Yürekli, K. 2015. Impact of Climate Variability on Precipitation in the Upper Euphrates–Tigris Rivers Basin of Southeast Turkey. *Atmospheric Research*, 154: 25-38.

ÖZGEÇMİŞ

Anılcan TANER

ÖĞRENİM BİLGİLERİ

Yüksek Lisans	Akdeniz Üniversitesi
2019-2022	Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği ABD, Antalya
Lisans	Gazi Üniversitesi
2014-2018	Mimarlık Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği, Ankara