



**KIZILIRMAK HAVZASINDA MEVSİMSSEL VE YILLIK YAĞMURLARDAKİ  
DEĞİŞKENLİĞİN SAPTANMASI**

**SELÇUK YÜKSEL**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ  
BİYOSİSTEM MÜHENDİSLİĞİ ANA BİLİM DALI  
PROF. DR. KADRİ YÜREKLİ**

**Temmuz - 2019**

**Her hakkı saklıdır**

T.C.  
TOKAT GAZİOSMANPAŞA ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
BİYOSİSTEM MÜHENDİSLİĞİ ANA BİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

KIZILIRMAK HAVZASINDA MEVSİMSSEL VE YILLIK  
YAĞMURLARDAKİ DEĞİŞKENLİĞİN SAPTANMASI

SELÇUK YÜKSEL

TOKAT  
Temmuz - 2019

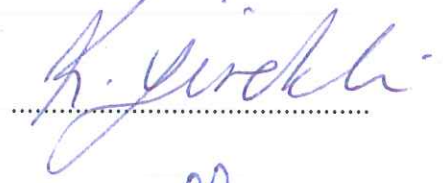
Her hakkı saklıdır

Selçuk YÜKSEL tarafından hazırlanan “Kızılırmak Havzasında Mevsimsel ve Yıllık Yağmurlardaki Değişkenliğin Saptanması” adlı tez çalışmasının savunma sınavı 30 TEMMUZ 2019 tarihinde yapılmış olup aşağıda verilen Jüri tarafından Oy Birliği ile Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü BİYOSİSTEM MÜHENDİSLİĞİ ANA BİLİM DALI’nda YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

İmza

Danışman  
Prof. Dr. Kadri YÜREKLİ  
Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi



Üye  
Prof. Dr. Hüseyin ŞİMŞEK  
Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi



Üye  
Doç. Dr. Ali ÜNLÜKARA  
Erciyes Üniversitesi



ONAY

  
Prof. Dr. Çetin ÇEKİÇ  
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü



## **TEZ BEYANI**

Tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu tezin yazılmasında bilimsel ahlak kurallarına uyulduğunu, başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunulduğunu, tezin içerdiği yenilik ve sonuçların başka bir yerden alınmadığını, kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapılmadığını, tezin herhangi bir kısmının bu üniversite veya başka bir üniversitedeki başka bir tez çalışması olarak sunulmadığını beyan ederim.



**SELÇUK YÜKSEL**

**30 Temmuz 2019**

## ÖZET

### YÜKSEK LİSANS TEZİ

#### KIZILIRMAK HAVZASINDA MEVSİMSEL VE YILLIK YAĞMURLARDAKİ DEĞİŞKENLİĞİN SAPTANMASI

SELÇUK YÜKSEL

TOKAT GAZİOSMANPAŞA ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
BİYOSİSTEM MÜHENDİSLİĞİ ANA BİLİM DALI  
(TEZ DANIŞMANI: PROF. DR. KADRİ YÜREKLİ)

Bu çalışmada Kızılırmak havzasında mevsimsel ve yıllık yağmurlardaki değişkenliğin saptanması amaçlanmıştır. Kızılırmak havzasındaki yağış istasyonlarının aylık toplam yağmur miktarlarından elde edilen mevsimsel (MI: Ocak-Mart; MII: Nisan-Haziran; MIII: Temmuz-Eylül; MIV: Ekim-Aralık) ve yıllık toplam (YT) yağmur miktarlarında meydana gelen değişimlerin tespiti için Meteoroloji Genel Müdürlüğü'ne ait 30 adet yağış istasyonundan alınan 1950-2015 yıllarına ait veriler kullanılmıştır. Bu verilerin analizinde Mann-Whitney U, Holt Yaklaşımı, Spearman Rho ve Pettitt testleri uygulanmıştır. Mann-Whitney U testi homojenlik sonuçlarına göre YT için 7 yağmur istasyonunda homojenlik bozulmuştur. Holt yaklaşımına göre yıllık seri için 15 adet istasyonda azalan yönde değişimin olduğu; diğer verilerde artış olduğu belirlenmiştir. Kızılırmak havzası için elde edilen 150 yağmur serisinin Spearman Rho Testi ne göre 32 adedinde önemli değişimin olduğu bu yağmur serilerinden 18 adedinde azalan yönde, 14 adedinde artan yönde trend belirlenmiştir. Pettitt testinde ise kırılma noktaları saptanmıştır. Sonuç olarak Kızılırmak havzasında yağış rejiminin artan, azalan ya da stabil olduğu yönünde bir çıkarım yapmak mümkün değildir.

2019, 54 SAYFA

**ANAHTAR KELİMELER:** Kızılırmak Havzası, Mevsimsel Yağmur, Holt Yaklaşımı

## **ABSTRACT**

### **MASTER THESIS**

#### **DETERMINATION OF VARIABILITY IN SEASONAL AND ANNUAL RAINS IN KIZILIRMAK BASIN**

**SELÇUK YÜKSEL**

**TOKAT GAZIOSMANPASA UNIVERSITY  
GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES  
DEPARTMENT OF BIOSYSTEMS ENGINEERING**

**(SUPERVISOR: PROF. DR. KADRI YÜREKLİ)**

Water is the most important source of life for living things. Throughout his life and with the existence of humanity on earth, water was needed and living things tried to recognize and benefit from water in every aspect. As a matter of fact, people or tribes settled on the shores of rivers and lakes and water was effective in spreading civilizations to those geographies. In this study, it was aimed to determine the variability in seasonal and annual rains in the Kızılırmak basin. For the determination of seasonal variations (MI: January-March; MII: April-June; MIII: July-September; MIV: October-December) and annual total rainfall amounts obtained from the total monthly rainfall of the rainfall stations in the Kızılırmak basin. Data from 1950 to 2015 taken from 30 rain measuring station belonging to the Turkish Meteorological Service were used. ManWhitney-U, Holt Approach, Spearman Rho, and Pettitt tests were used to analyze these data. According to the Mann-Whithney U test, homogeneity was deteriorated in 7 rain stations for annually. According to the Holt approach, it is determined that there are changes in decreasing direction in 15 stations and increase in other stations. According to the Spearman Rho Test of 150 rain series obtained for Kızılırmak basin, 32 of these rain series have changed in 18 descending direction and 14 in increasing direction. In the Pettitt Test, a trend was determined in decreasing direction in 18 stations and an increase in 14 stations. As a result, it is not possible to conclude that the rainfall regime in Kızılırmak Basin is increasing, decreasing or stable.

2019, 59 PAGES

**KEYWORDS:** Kızılırmak Basin, Seasonal Rainfall, Holt Approach

## ÖNSÖZ

Yüksek lisans eğitimim boyunca yardımını esirgemeyen, tez konumun seçilmesinde ve tez çalışmamın her aşamasında destek olan, samimiyeti ve sabırla beni motive ederek tez yazımımın nihayete erdirilmesinde büyük emeği geçen danışman hocam Sayın Prof. Dr. Kadri YÜREKLİ'ye şükran ve teşekkürlerimi sunarım. Bana her zaman destek olan Hafik İlçe Tarım ve Orman Müdürü Sinan OKUYAN ve Müdürlük çalışanı Ziraat Yüksek Mühendisi Onur IŞIK'a, bilgi ve birikimiyle bana yardımcı olan C.Ü. Mühendislik Fakültesi Metalurji ve Malzeme Mühendisliği Bölümü Prof. Dr. Mehmet KUL hocama, DSİ 19. Bölge Müdürlüğü çalışanı Ziraat Mühendisi Zekeriya SARITAŞ'a, MGM çalışanı İstatistikçi Aydın BEKTAŞ'a, Dr. Öğretim Üyesi Mustafa DUMAN'a, benim bu günlere gelmemeye vesile olan annem Zeynep YÜKSEL ve babam Zahit YÜKSEL'e, manevi desteğini esirgemeyen eşim Tuğba YÜKSEL'e, sonsuz şükranlarımı ve teşekkürlerimi sunar, bu çalışmamın Devlete ve Millete faydalı olmasını dilerim.

**SELÇUK YÜKSEL**

**Temmuz 2019**

## İÇİNDEKİLER

### Sayfa

ÖZET .....	i
ABSTRACT.....	ii
ÖNSÖZ .....	iii
İÇİNDEKİLER .....	iv
SİMGE VE KISALTMALAR .....	v
ŞEKİL LİSTESİ.....	vii
ÇİZELGE LİSTESİ.....	viii
1. GİRİŞ .....	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ .....	3
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	18
3.1. Materyal.....	18
3.2. Yöntem.....	20
3.2.1. Eksik yağmur verisinin tamamlanması .....	20
3.2.2. Mevsimsel ve yıllık yağmur serilerinin elde edilmesi .....	21
3.2.3. Homojenliğin analizi.....	21
3.2.4 Holt yaklaşımı .....	22
3.2.5. Sperman Rho (SR) testi .....	24
3.2.6. Mann-Whitney-Pettitt testi .....	25
4. BULGULAR VE TARTIŞMA.....	26
5. SONUÇ .....	47
6. KAYNAKLAR .....	49
7. ÖZGEÇMİŞ.....	54



## SİMGELER VE KISALTMALAR

Simgeler	Açıklama
E	Enlem
K	Kritik Değer
km	Kilometre
l	Litre
mm	Milimetre
m	Metre
mu1	Kırılma noktasından önceki yılların yağış ortalaması
mu2	Kırılma noktasından sonraki yılların yağış ortalaması
N	Boylam
P	Yağmur Değeri
p	Önem Seviyesi
$\rho_s$	Spearman Rho Değeri
R	Rank
s	Saniye
t	Zaman
Y	Gözlem Değeri
$Z_U$	Mann-Whitney İstatistiği
'	Dakika
$\sigma$	Standart Sapma

$\alpha, \beta$	Düzleştirme Parametreleri
°	Derece

<b>Kısaltmalar</b>	<b>Açıklama</b>
DSİ	Devlet Su İşleri
IDM	Ters Uzaklık Yöntemi
MGM	Meteoroloji Genel Müdürlüğü
MI	Ocak-Şubat-Mart Ayları
MII	Nisan-Mayıs-Haziran Ayları
MIII	Temmuz-Ağustos-Eylül
MIV	Ekim-Kasım-Aralık
MWP	Mann-Whitney-Pettitt
SR	Sperman Rho
YT	Yıllık Toplam

## ŞEKİL LİSTESİ

<b><u>Şekil</u></b>	<b><u>Sayfa</u></b>
Şekil 3.1. Kızılırmak havzasındaki MGM yağış istasyonlarının konumu.....	20
Şekil 4.1. Sorgun istasyonu MII kırılma noktası.....	35
Şekil 4.2. Sorgun istasyonu YT kırılma noktası.....	35
Şekil 4.3. Kastamonu istasyonu MIV kırılma noktası .....	36
Şekil 4.4. Merzifon istasyonu MIII kırılma noktası .....	37
Şekil 4.5. Merzifon istasyonu MIV kırılma noktası .....	37
Şekil 4.6. Merzifon istasyonu YT kırılma noktası .....	38
Şekil 4.7. Kırşehir istasyonu MI kırılma noktası .....	39
Şekil 4.8. Kayseri istasyonu MIV kırılma noktası .....	39
Şekil 4.9. Çiftlik istasyonu MIV kırılma noktası .....	40
Şekil 4.10. Boyabat istasyonu MI kırılma noktası .....	41
Şekil 4.11. Boyabat istasyonu MIV kırılma noktası .....	41
Şekil 4.12. Şarkışla istasyonu MI kırılma noktası .....	42
Şekil 4.13. Şarkışla istasyonu MII kırılma noktası .....	43
Şekil 4.14. Şarkışla istasyonu YT kırılma noktası .....	43
Şekil 4.15. Yapraklı istasyonu MII kırılma noktası.....	44
Şekil 4.16. Yapraklı istasyonu YT kırılma noktası .....	45
Şekil 4.17. Mucur istasyonu MIV kırılma noktası .....	45

## ÇİZELGE LİSTESİ

<b><u>Çizelge</u></b>	<b><u>Sayfa</u></b>
Çizelge 3.1. Kızılırmak havzasındaki MGM istasyonlarına ait bazı bilgiler.....	19
Çizelge 4.1. Mann-Whitney U test sonuçları.....	28
Çizelge 4.2. Holt yöntemi $\alpha/\beta$ parametre değerleri.....	30
Çizelge 4.3. Holt yöntemi eğim sonuçları .....	32
Çizelge 4.4. Spearman Rho test sonuçları .....	33
Çizelge 4.5. Pettitt testi uygulanan yağış serilerinin K, t ve p değerleri.....	34

## 1. GİRİŞ

Su, canlılar için temel yaşam kaynaklarından en önemlisidir. Canlı yaşamı boyunca ve insanlığın yeryüzünde var olmasıyla birlikte suya ihtiyaç duyulmuş ve canlılar her yönüyle suyu tanıyıp ondan yararlanmaya çalışmıştır. Canlıların, göç güzergâhını ve yerleşim yerlerini belirlemede en önemli etken su olmuştur. Nitekim insanlar ya da kavimler akarsu ve göl kıyılarına yerleşmiş olup medeniyetlerin o coğrafyalara yayılmasına su etkili olmuştur.

Canlı popülasyonunun giderek artması ve buna bağlı olarak artan besin ihtiyacının karşılanması amacıyla, sanayinin ve endüstrinin gelişmesi ile birlikte suya olan ihtiyaç artmaktadır. Canlı yaşamı için mutlak gerekli olan suyun; nitelik ve nicelik olarak karşılanması, su kaynaklarının veriminin saptanması, gelecekteki su ihtiyacı göz önünde tutularak planlamalar yapılması anlamında önemlidir. Nitekim su ihtiyacımızın karşılandığı doğal su kaynakları genel anlamda yağışlardan meydana gelmektedir. Bu manada su kaynaklarımızı geliştirmek için öngörülen mühendislik tedbirlerinin (inşaat, işletme ve üretim çalışmalarında) alınmasında hiç kuşkusuz amaca uygun hidrolojik verilere bağlı parametrelerin homojen verilerden sağlanması önemlidir. Bu anlamda amaca uygun sağlıklı proje değerlerinin elde edilmesinde çalışılan bölgenin yağış ve akarsu akımlarındaki değişiminin belirlenmesi gerekmektedir.

Hidrolojik döngünün bir gerekliliği olarak su; atmosfer, yerüstü ve yer altı olmak üzere üç farklı ortamda dağılmıştır. İhtiyacımızın karşılandığı yer üstü ve yer altı su kaynaklarının potansiyelleri yağışların miktar ve dağılımına bağlı olarak değişkenlik göstermektedir. Bu durum özellikle bugün küresel ısınma ile kendini daha belirgin olarak hissettirmeye başlamıştır. Su kaynaklarını besleyen yağışların azalması durumunda, su ihtiyacı karşılanamaz ancak yağışların çok arttığı dönemlerde ise can ve mal kaybına neden olacak miktarda taşkınlar meydana gelir (Okman, 1975).

Bugün dünya gündemini en çok meşgul eden ve bu manada belli dönemlerde tekrarlanan küresel iklim değişikliği üzerine yapılan toplantılarda gündeme getirilen taşkın ve kuraklık olaylarının dünyanın farklı bölgelerinde sıkça tekrarlandığı vurgulanmaktadır.

Ülkemiz bu çevresel felaketten etkilenecek ülkeler arasında gösterilmekte, kısa veya uzun süreli iklim değişkenliklerinin yaşanabileceği riskli ülkelerden birisi olduğu vurgulanmaktadır (Türkeş ve ark., 2002). Bu küresel tehdidin özellikle ülkemizin güney kesiminde daha etkili olacağı tahmin edilmektedir. Bu bölge içerisinde kalan ve gerek ülkemiz gerekse dünya ölçeğinde önemli kalkınma ve sulama projesi olan GAP projesinin de bu anlamda çevresel felaketten etkileneceği kaçınılmaz bir gerçek olarak karşımıza çıkmaktadır. Giorgi (2006), Akdeniz havzasının gelecekteki olası ekstrem yağışlar anlamında en hassas bölgeler arasında olduğunu bildirmiştir.

Mevcut su kaynakları potansiyelimizi etkili bir biçimde kullanmak, olası suya bağlı doğal afetlerden korunmak, kuraklık veya bu afetlere bağlı meydana gelecek zararları en aza indirmek için alınması gereken tedbirler belirlenmelidir. Ülkemiz açısından suya bağlı değişimin olumsuz etkileri sektörel bazda düşünüldüğünde, en ciddi etki tarım sektörü üzerinde olacaktır. Çünkü ülkemizdeki kullanılabilir suyun %75'i tarım sektöründe kullanılmaktadır. Hatta bu olumsuzluktan ülkemizde tarıma dayalı sanayinin de oldukça fazla olması, yaşanacak kuraklıktan ciddi manada etkileneceği anlamına gelir. Yağışların artması durumunda ise taşkın zararları ortaya çıkacaktır. Bu hem can kaybı hem de mal kaybı anlamına gelmektedir. Aslında kuraklık yağış eksikliği kadar aşırı yağışa bağlı olarak da meydana gelmektedir. Genel anlamda kuraklık denildiği zaman yağış eksikliği anlaşılmaktadır. Hâlbuki şiddetli yağışlardan sonrada tarımsal üretim ciddi manada düşmektedir. Ülkemiz yağışın miktar ve dağılımı anlamında kurak ve yarı kurak iklim karakteristiği göstermektedir. Bu anlamda mevcut su kaynakları üzerine bilgiler, suyun talep edilen kısmının karşılanması anlamında önemlidir. Bu bilgilere dayanarak alınması gereken mühendislik tedbirlerine karar verilebilir. Akarsuyu besleyen havzadaki yağışın dağılımının düzensiz ve yetersiz oluşu, akarsu akım rejimlerinin değişmesine neden olmaktadır. Yağışın fazla olduğu dönemlerde su, kanal dışına taşarak zararlı olurken, yağışın az olduğu dönemlerde ise akarsuyun verimi ciddi anlamda düşecektir.

Bu çalışmada Kızılırmak havzasında mevsimsel ve yıllık yağmurlardaki değişkenliğin saptanması ve sonuçların ileriki çalışmalara kaynak olması amaçlanmıştır.

## 2. KAYNAK ÖZETLERİ

Javari (2016), İran'da yağmur değişkenliğini saptamak amacıyla homojenlik ve trendi farklı istatistik yaklaşımlarla analiz etmiştir. Mevsimsel yağmurların ülke içinde önemli değişkenlikler gösterdiğini belirtmiştir. Yağmurun mevsimselliği üzerine zamanın konumsallıktan daha fazla etkili olduğunu, ülkenin merkezi kısmında ve doğu kesimlerinde mevsimsel yağmurlarda önemli azalmalar olduğunu, buna karşın batı ve kuzey bölgelerinde artışın mevcut olduğunu belirtmiştir.

Puah ve ark. (2016), Malezya'daki Langat nehir havzasında yağmurlardaki değişimin analizinde Holt-Winters metodunu kullandı. Çalışmada havzadaki 25 yıldan daha fazla gözlem süresine sahip dokuz istasyonu araştırmada kullandı. Batı bölgesinde bulunan üç istasyonda önemli artan yönde trend olduğunu saptadılar. Güney bölgesindeki yağmur paterninde dalgalanmaların olduğunu belirttiler. Güney-Doğu bölgesinde yağmurlarda artan bir trendin olmadığını ancak Kuzey-Doğu bölgesinde bir istasyonda azalan yönde trendin olduğunu buldular.

Huang ve ark. (2015), Holt testini kullanarak yağmurlarda meydana gelen değişimi analiz ettiler. Ayrıca Kendall'ın Tau testi ve Spearman Rho testini trendin önemini belirlemek ve karşılaştırma yapmak amacıyla çalışmada kullandılar. Aylık yağmur trend analizinde Mart, Temmuz ve Kasım aylarında istasyonların çoğunda artışın olduğu aylar olarak saptandı. Mayıs ve Eylül ayları istasyonların genelinde yağmurun azalma eğiliminde olduğu aylar olarak belirlendi.

Chang ve Kwon (2007) Güney Kore'de 1973-2005 yıllarını kapsayan dönemde yaz yağışlarındaki değişimi analiz ettiler. Yaz aylarında tüm istasyonlarda yağışlarda artan yönde trendin olduğunu belirlediler. Ülkenin Kuzey ve merkezi Batı kesimlerinde Haziran ayını yağmurlardaki artışın en yüksek olduğu ay olarak saptadılar. Ülkenin güney kesimlerinde de Ağustos ayındaki yağışlarda önemli artış olduğunu bildirdiler.

Onyutha ve ark. (2016) Nil nehir havzasındaki 39 yağmur istasyonundaki verileri kullanarak uzun ve kısa dönemli farklı zaman periotları için yağmurlardaki değişimi

analiz ettiler. Ekvatorial bölgede, yedi istasyonun dördünde yıllık yağmurlarda artan yönde önemli trend saptadılar. Ancak Sudan, Etiyopya ve Mısır için yıllık yağmurlarda 32 istasyonun %69'unda önemli azalan yönde trend belirlediler.

Caymaz (2016) Fırat-Dicle havzasındaki yağış istasyonlarının plüvyoğraf kayıtlarından saptanan 6, 12 ve 24 saat sürelerdeki maksimum yağmurlardaki değişimi belirlemek için grafiksel yaklaşım ve birim kök testini kullandı. Çalışmada kullanılan istasyonların maksimum yağmur serilerindeki değişimin başladığı zamanı da Pettitt testi ile belirledi. Çalışmada grafiksel yöntemle göre tek bir istasyonun 24 saat süredeki maksimum yağmurlarında değişim olmazken diğer bütün yağmur serileri için değişim belirlenmiştir. Ancak birim kök testine göre ise yalnızca bir istasyonun 12 saat süreli maksimum yağmur miktarında değişimin olduğu tespit edilmiştir.

Bari ve ark. (2016) Kuzey Bangladeş'teki 50 yıllık bir dönemi kapsayan yıllık ve mevsimsel yağmurlardaki değişim ve dalgalanmaları Mann-Kendal testi kullanarak analiz ettiler. Çalışmada göz önüne alınan istasyonların çoğunda muson yağmurlarından önce ve sonraki dönemlerdeki yağışlarda artış olduğunu saptadılar. Ancak Mann-Kendal sıra korelasyon testi ile muson yağmurlarından önceki dönemi kapsayan sürelerde 1990 yıllarından sonra yağmurlarda azalma trendinin olduğunu belirttiler. Çalışma alanındaki çoğu yağış istasyonlarında muson yağmurlarının azalma gösterdiğini bildirdiler. Yıllık yağmurlarda muson yağmurlarına benzer bir karakter gösterdiğini saptadılar.

Nair ve ark. (2014) Hindistan'ın Karela bölgesinde 100 yıllık dönemi kapsayan süredeki yağmurlarda meydana gelen değişimi analiz ettiler. Çalışma alanının kuzey ve güney kesimlerinde yağmur değişimlerinin oldukça fazla olduğu, sapmaların da farklı zaman aralıklarında olduğunu belirlediler. Mevsimlere bağlı olarak yağmurların ortalama ve değişkenliğinde bir artışın olduğunu saptadılar. Bölgenin çoğu kesiminde, yağmurlarda özellikle Ocak, Temmuz ve Kasım aylarında önemli azalmaların olduğunu bildirdiler.

Gajbhiye ve ark. (2016) Hindistan'da Sindh nehir havzasında 1901-2002 ve 1942-2002 yıllarındaki aylık, mevsimlik ve yıllık yağmur serilerindeki değişimi araştırdılar.



Çalışmadan 1901-2002 yıllarındaki mevsimsel ve yıllık yağmur serilerinin trendinde önemli artışın olduğunu belirlediler.

Javari (2017), İran da yağmurların mekânsal değişimini inceledi. Bu amaçla Mann-Kendal test, Sen'in eğim testi, jeo-istatistiksel yaklaşımlardan küresel polinomial enterpolasyon ve küresel Moran's I yaklaşımı ile kümeleme, yağış konsantrasyon indeksi ve yapay sinir ağlarında kullanılan bazı aktivasyon fonksiyonlarını kullandı. Çalışma için seçilen 140 istasyonda 1975-2014 yıllarında ölçülen yağış miktarları materyal olarak dikkate alındı. Yağmurlardaki zamansal ve mekânsal değişimin farklılık gösterdiğini, aylık yağmurların istasyonların çoğunda azalma eğilimi gösterdiği belirtilmiş. Aylık yağmurlardaki değişimin ülkenin doğu ve merkezi kesimlerinde önemli ölçüde azalma eğilimi gösterdiğini, buna karşın batı ve kuzey kesimlerinde artışın olduğunu saptadı.

Cengiz ve Kahya (2006), yaptıkları çalışmada Türkiye'de bulunan 25 göldeki su seviyelerindeki değişimi Mann-Kendal parametrik olmayan istatistik yaklaşım ile test ettiler. Mevsimsel ve bölgesel değişimi de harmonik analizle incelediler.

İstanbuluoğlu ve ark. (2013) Tekirdağ Çorlu ilçesine ait 1970-2010 yıllarındaki aylık mevsimlik ve yıllık yağış verilerine Mann-Kendal, Spearman Rho, Mann-Kendal Mertebe Korelasyon testi ve Sen'in eğim testini uyguladılar. Ancak yapılan analiz sonuçlarına göre yağış verilerinde değişimin olmadığını belirtmişlerdir.

Karabulut (2009) Kahramanmaraş, Gaziantep ve Adıyaman illerinin yıllık, aylık ve mevsimsel yağış verilerine Mann-Kendal, Sen'in eğim testi, lineer regresyon ve kümülatif sapma grafiği kullanarak trendin varlığını araştırmıştır. Çalışmadan araştırmada göz önüne alınan illerin yağışlarında istatistiki anlamda bir değişimin olmadığı saptanmıştır.

Jagadeesh ve Anupama (2014) Hindistan'daki Bharathaputza akarsu havzasında bulunan dört yağış istasyonlarından 1976-2008 dönemi için elde edilen yıllık ve mevsimsel toplam yağmurlardaki değişimin varlığını Mann-Kendal ve Sen'in eğim testi ile regresyon analizi kullanılarak araştırdılar. Mann-Kendal testine göre, iki istasyona ait yıllık yağmur serileri

ve güneybatı muson yağmurları için pozitif trendin olduğunu saptadılar. Ancak tüm istasyonlarda, kuzeydoğu muson yağmurlarında negatif trend gözlemler. Regresyon analizinden de Mann-Kendal yaklaşımına benzer sonuçları gözlemiştirler.

Kumar ve ark. (2010) Hindistan'daki 30 alt bölge için 135 yıllık (1871-2005) aylık yağmurları materyal olarak aylık, mevsimlik ve yıllık yağmurlardaki trendin varlığını araştırdılar. Alt bölgelerin yarısında yıllık yağmurlarda istatistiki olarak önemli artan trendin olduğunu saptadılar. Haziran ve Temmuz ayları için artan trendin gözlemlendiği alt bölgelerin sayısı, azalan trendin gözlemlendiği alt bölgelerindekine hemen hemen eşit olduğunu bildirdiler. Ağustos ayı için artan yönde trendin olduğu alt bölgelerin sayısı azalan trendin olduğu bölgelerden daha fazla olurken, Eylül ayı için bu durum tam tersi şeklinde saptandı. Alt bölgelerin çoğu muson dönemi dışındaki aylarda çok küçük bir değişim gösterdi. Hindistan'ın beş ana bölgesi yıllık, mevsimsel ve aylık yağmurlarda (ayların çoğunda) önemli bir trendi göstermediğini belirttiler.

Groleau ve ark. (2007) Kanada da 60 istasyonun verilerine bağlı olarak elde ettiği sekiz indisi dikkate alarak kış (Ocak-Şubat) yağışlarındaki değişimi Mann-Kendal tabanlı bootstrap yöntemiyle analiz ettiler. Kış toplam yağmurlarında 19 istasyonun önemli trende sahip olduğunu bunlardan 18 istasyonda artan trendin olduğunu belirttiler. Kış yağmurları için trendin olduğu istasyonlarda çoğu durumda (yaklaşık istasyonların %42'si) yağmurlu günlerin sayılarında da artışın olduğunu saptadılar. Kış aylarındaki maksimum günlük yağmurlardaki artışın dokuz istasyonda olduğunu bildirdiler.

Ros ve ark. (2016) Malezya'da Kelantan akarsu havzasında bulunan yağış istasyonlarından elde edilen yağmur verilerindeki değişkenliği incelediler. Bu amaçla öncelikle güvenilir bir veri tabanı oluşturmak için yağmur serilerinin homojenliğini Pettitt, standard normal homogeneity, Buishand range and von Neumann ratio testler ile analiz ettiler. Yıllık yağmur değişkenliğinin saptanmasında Mann-Kendal yöntemini kullandılar. Yağmur değişkenliğinin uzun ve kısa dönem değişkenliğini göstermek için üç örnekleme yöntemine Mann-Kendal testini uyguladılar.

Babar ve Ramesh (2014) Hindistan'da Nethravathi havzasında yağmurlardaki değişimin analizinde frekans dağılım yöntemi, genelleştirilmiş ekstrem değer dağılımı, Mann-Kendal ve Sen'in eğim testini kullandılar. Bu amaçla 1971-2010 yıllarını kapsayan muson aylarındaki (Haziran-Eylül) yağmur miktarlarını materyal olarak kullandılar.

Yılmaz (2015), Antalya bölgesinde yedi ekstrem yağmur indislerindeki trendleri yedi yağış istasyonundan elde edilen günlük yağmur verisini kullanarak analiz etti. Bu amaçla Mann-Kendal ve Spearman Rho testini kullandı. Çalışma bölgesindeki bir istasyona ait indislerde bir değişimin olmadığı saptanırken diğer istasyonlarda genel anlamda artan trend eğilimlerinin daha fazla olduğunu tespit edildi.

Keim ve Müller (1992), 48 saatlik yıllık maksimum yağış serilerinin son 14 yılda %5 önem seviyesinde bir artma trendi olduğunu bildirmişlerdir.

Toros (1993), Türkiye'yi temsilen, Devlet Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nün 18 adet istasyonunun yağış serilerini kullanarak yaptığı çalışmada, söz konusu 18 adet istasyon verilerinde gözlenen yüksek ve düşük sıcaklık verileri ile yağış verilerini analiz etmiştir. Analiz edilen söz konusu istasyon verilerinde, yağışlar ve yüksek sıcaklıklar için önemli bir eğilim gözlemlenememiştir. Toplam yağışları mevsimsel olarak analiz ettiğinde ise ilkbaharda artma, kış mevsiminde ise bir azalma trendi olduğu gözlemlenmiştir. Gece ile gündüzü karşılaştırdığında ise gece sıcaklığında kayda değer oranda sıcaklık artışı gözlemlenmiştir.

Kadıoğlu ve ark. (1994), Türkiye genelinde Devlet Meteoroloji Genel Müdürlüğüne ait 18 adet yağış gözlem istasyonunun yağış serilerini kullanarak (YGI) %95 güven aralığı için mevsimlik ve yıllık yağış serilerinde belirgin bir trend olmaması ile birlikte, ilkbaharda yükselme, kış mevsiminde ise azalma eğilimi olduğunu gözlemlenmişlerdir.

Serrano ve ark. (1999), Mann-Kendall Testini kullanarak İber Yarımadasında bulunan 40 adet yağış gözlem istasyon verilerinde, 74 yıllık (1921-1995) yağış serilerinde, yıllık toplam yağışlarda trend olup olmadığını araştırmışlardır. Yıllık yağışlarda yapılan incelemeler neticesinde 5 yağış istasyonunda azalan, 1 yağış istasyonunda artan yönde

eğilimin olduğunu ve kalan diğer 34 yağış istasyonunda ise trend olmadığını gözlemlemişlerdir. Aynı testi bu kez aylık toplam yağışlarda eğilim olup olmadığını araştırmak için kullanmışlardır. Aylık toplam yağış serilerinde Temmuz ayında 2 yağış istasyonunda artan yönde eğilimin olduğunu, Mart ayında 21 istasyonda, Mayıs ayında ise 2 istasyonda azalan bir eğilim gözlemlemişlerdir.

Akinremi ve ark. (1999), regresyon testini kullanarak Kanada’da 37 yağış istasyonunun 75 yıllık serilerini analiz etmiş ve sonuç olarak analiz edilen istasyonlardan 1921-1960 yılları arasındaki serilerde trend olmadığını, takip eden sonraki yıllarda 16 adet istasyonda, trendin artış eğilimi gösterdiğini gözlemlediler.

Kadıoğlu (2000), Türkiye’ de bölgeler arası, yağış değişimi ve yayılım yüzdesi yönünden kıyaslamak amacıyla 85 yağış istasyonunda 59 yıllık (1931-1990) verileri kullanarak, aylık toplam yağış serilerine Pearson ve Spearman Sıra Korelasyon Testlerini kullanarak yağış değişiminin ve yayılım yüzdesinin bir bölgeden diğerine göre farklılık olduğunu gözlemledi. Trend analizlerindeki bu farklılıkların; yaz mevsiminde Doğu Anadolu Bölgesinin özellikle doğu sınırında artış yönünde olduğunu, Karadeniz bölgesinde ise azalış yönünde eğilim gösterdiğini gözlemledi. Bahar mevsiminde Anadolu’da ve sahil bölgelerinde azalma yönünde olduğu ve Anadolu’nun güneyinde artma yönünde eğilim gösterdiğini bildirdi. Kış mevsiminde Anadolu’da, Karadeniz Bölgesinde azalma eğilimi gösteren yağışların, Ege Bölgesinde ve Akdeniz Bölgesinde artma eğilimi gösterdiğini bildirdi.

Robert ve Stogner (2000), Pueblo ve Ruxton Park civarında 23 yıllık (1977-1999) yağış serilerinden oluşan verilerle trend analizi yaptılar. Analiz sonucu, yıllık yağış serilerinin ortalamasının üzerinde bir artma trendi olduğunu gözlemlediler. Ancak Colora’da da herhangi bir eğilimin olmadığını gözlemlediler. Mevsimlik yağış analizinde ise İlkbaharda düşük ölçekte de olsa trendin artma eğilimi gösterdiğini tespit ettiler.

Topaloğlu (2001), Seyhan Havzasının trend analizini, %5 önem seviyesinde, Devlet Meteoroloji Genel Müdürlüğüne ait 39 adet gözlem istasyonununun 24 saatlik maksimum yağış verilerinin trend analizine uygun olup olmadıklarını ve söz konusu, standart

sürelerdeki istasyon verilerinde herhangi bir artan ya da azalan bir eğilimin olup olmadığını Spearman testini uygulayarak araştırdı. Sonuç olarak %5 önem seviyesi göz önüne alınarak, 17 adet istasyonda azalış eğilimi olduğu, 22 adet istasyonda da yağış eğiliminde artış olduğunu gözlemledi.

Türkeş ve Erlat (2003), Türkiye’de yağış verilerinin belirli dönemlerde mevsimsel ve bölgesel olarak kıyaslandığı zaman, kayda değer oranda değişiklikler görüldüğünü belirtmiş, yağışların Türkiye genelinde basınç merkezlerinin konumu ile doğrudan etkilenmesi sebebi ile özellikle bahar ve kış aylarına yönelik analizlerin, atmosferik farklılıklar yönüyle mantıklı ve kanıtlanabilir özellikte olacağını yaptıkları analizler neticesinde bildirdiler.

Wijngaard ve ark. (2003), Pettitt Testinin yağış istasyonlarından alınan yağış serilerinin orta kısmında ki yıllık verilerinde, mevsimsel ve yıllık yağışların farklılık gösteren noktalarının belirlenmesinde daha duyarlı, Standart Normal Homojenlik Testinin ise yağış serilerinin başlangıç yıllarında ve son yıllarında daha duyarlı olduğunu bildirdiler.

Yeşilata ve ark. (2004), Barajların, çevre ikliminde ne derecede etkili olduğunu, Atatürk Barajı’nı göz önünde bulundurarak araştırdılar. Bu kapsamda Adıyaman ve Şanlıurfa bölgesinde, 1972-2001 yılları arasındaki istasyon verilerini kapsayan bir araştırma yaptılar. Öncelikle; minimum, maksimum ve ortalama sıcaklık ile bağımlı nem olmak üzere dört tane iklimsel değişkenlerin, aylık olarak belirlenen değerlerin ortalamaları olarak, Atatürk Barajı’nın su tutmaya başlamasından önceki 15 yılı (1972-1986) ve sonraki 15 yılı (1987-2001) karşılaştırdılar. Söz konusu her iki bölge içinde barajın, nem değerlerinin ve sıcaklık değerlerinin büyük oranda yükseldiğini gözlemlediler. Meteorolojik verilerin eğilimini öğrenmek için, baraj sonrası verilere Lineer Regresyon analizi uygulayarak, sıcaklık ve nem artışlarının yüksek seviyelerde devam ettiğini ve barajın hala bölge iklimi üzerinde etkilerinin devam ettiği kanısına vardılar.

Büyük yıldız (2004), Sakarya Havzasının yağış trend analizini yapmak amacıyla, 25 adet yağış gözlem istasyonundan elde edilen 40 yıllık (1960-2000) verilerle, parametrik olmayan Mevsimsel Mann-Kendall, Sen t, Spearman Rho, ve Trend Testlerini

uygulamıştır. İlk etapta istasyonlardan elde edilen serileri yıllık olarak, daha sonra yağış serilerinin aylık yağış miktarındaki değişimlerini analiz etti. Daha sonra Sen'in Trend Eğim Metodunu kullanarak lineer eğimlerini belirledi. Analiz sonucunda gözlem istasyonlarının yaklaşık yarısında %95 güven aralığında azalan yönde trend tespit etti. Söz konusu 25 adet gözlem istasyonuna ait trendlerin yaklaşık %20 oranında artış yönünde, %80 oranında ise azalma yönünde olduğunu tespit etti. Artış gözlemlenen trendlerin 6 adet gözlem istasyon verilerinin Ekim ayında ve 3 adet gözlem istasyonunda ise Ağustos ayında gözlemledi.

Yürekli ve ark. (2004), Mann-Kendall trend analiz yöntemini kullanarak Çekerek Havzasının maksimum akışlarda trendin olup olmadığını analiz ettiler. 3 adet akım gözlem istasyonundan verilerinden elde ettikleri serilerde trend olmadığını gözlemlediler.

Partal ve Kahya (2006), Türkiye genelinde, aylık ve yıllık ortalama yağışlardaki trendlerde meydana gelen değişimleri analiz etmek amacıyla, 96 adet yağış gözlem istasyonlarından elde ettikleri yağış serilerine, Mann-Kendall Sıra Korelasyon ve Sen'in T testi yöntemlerini uyguladılar. Yaptıkları analiz neticesinde; Ocak, Şubat ve Eylül aylarındaki yağış trendlerinde ve yıllık ortalama yağış trendlerinde azalış yönünde trend gözlemlediler. Yıllık ortalama yağışlarda ise Karadeniz bölgesinin sahil şeridinde ve Türkiye'nin güney ve batı kesiminde önemli azalma eğilimi olduğunu bildirdiler.

Bulut ve ark. (2006), Atatürk Barajı'nın çevre illerdeki iklim değerleri üzerinde etkisi olup olmadığını, Mann-Kendall, Lineer Regresyon ve Sen trend analizlerini kullanarak araştırdılar. Araştırma neticesinde sıcaklık ve bağıl nemin artma eğilimi gösterdiğini, toplam yağış serilerinde kayda değer bir eğilimin olmadığını, rüzgar hızı değerlerinde ise azalış eğilimi olduğunu bildirdiler.

Yürekli ve ark. (2005), Sperman Rho trend analizini kullanarak Kelkit Çayı havzasında 4 adet akım gözlem istasyonundan elde edilen serilerde, sadece 1 adet istasyonda aylık akışlarda trend varlığı gözlemlediler.

Modarresa ve ark. (2006), İnan'da yapmış oldukları analizde, kurak ve yarı kurak özelliği gösteren bölgede 20 yağış gözlem istasyonundan elde ettikleri verilerle Mann-Kendall Sıra Korelasyon Testini kullandılar. Sonuç olarak iki istasyon verileri dışında önemli bir eğilimin olmadığını bildirdiler.

Erbekçi (2006), yapmış olduğu araştırmada; Türkiye'de, Akdeniz yağış rejimi bölgesi haricinde, diğer bütün yağış rejimi bölgelerinde artma eğiliminde olan gözlem istasyonlarının sayıca fazla olduğunu bildirdi.

Yürekli ve ark. (2007), Tokat civarında yaptıkları çalışmada sıcaklık, bağıl nem ve solar radyasyon değerlerinde trend olup olmadığını belirlemek amacıyla birim kök testini kullanarak bir sonuca vardılar. Sıcaklık ve solar radyasyon serilerinde trendin varlığını tespit ettiler. Bağıl nem serilerinde ise trend varlığının olmadığını gözlemlədiler.

Jiang ve ark. (2007), Yangtze River havzası'nda 39 yıllık (1961-2000) 143 adet yağış gözlem istasyon verilerinde günlük yağış serisi ve üç adet akım gözlem istasyonundan aylık akım verilerinde trend olup olmadığını araştırmak için Mann-Kendall ve regresyon yöntemini kullandılar. Özellikle yaz aylarında gözlem istasyon verilerinden elde edilen serilerde artış yönünde trend varlığı tespit ettiler. Akım gözlem istasyonlarından elde edilen akım serilerinde ise özellikle akarsuyun kodu düşük olan bölümlerinde artış yönünde bir trend varlığı gözlemlədiler.

Özfidaner (2007), araştırmasında Türkiye genelinde MGM gözlem istasyonlarından elde edilen 70 yıl süreyle (1932-2002) aylık ve yıllık toplam yağış serilerini T-Testi ve Mann-Kendall yöntemiyle analiz etti. Diğer taraftan Türkiye' deki yedi coğrafi bölgesini kapsayan ve 29 yıl süreli (1968-1997) yağış verilerinden faydalanarak Mann-Kendall Testiyle bölgesel olarak ortalama yağış trend değişimlerini analiz etmiş ve çıkan sonucu, önceki yıllarda yapılan benzer bir çalışmadaki sonuçla karşılaştırdı. Netice itibari ile noktasal olarak yapılan çalışmada söz konusu yedi coğrafi bölge için kış aylarına ait yağış serilerinde azalan yönde eğilimin varlığını, ilkbahar, yaz ve sonbahar mevsimlerinde ise artış yönünde eğilimin olduğunu tespit etti. Bölgesel olarak yapılan analiz sonucunda, Güney-Doğu Anadolu Bölgesi'nin yağış serilerindeki trendin azalma yönünde, diğer altı

bölgedeki yağış serilerindeki trendlerin artış ve azalış yönündeki trendlerin birbirlerine çok yakın olduğunu tespit etti. Güney-Doğu Anadolu Bölgesi haricindeki diğer bölgelerde oluşan yağışın, nehir akım serilerinde herhangi bir değişime neden olmadığını belirtti.

Liu ve ark. (2008), Yellow River Havzası'nda yağış gözlem istasyonundan elde edilen 46 yıllık (1960-2006) yağış serilerindeki trend varlığını araştırdılar. Yaptıkları araştırmada Shannon Entropy, Mann-Kendall ve Linear Fitted olmak üzere üç trend analiz yöntemlerini kullandılar ve gözlem istasyonlarının çoğunda trend varlığı gözlemlenmediğinden ancak yalnızca iki tanesinde trendin varlığından söz ettiler.

Oğuz ve ark. (2008), yaptıkları araştırmalarda Kazova'da ki iklim değerlerinin uzun süreli değişimini gözlemladiler. Gözlem istasyonlarının uzun yıllar boyunca elde edilen iklim değerlerinin serilerini, Mann-Kendall Mertebeli Korelasyon testiyle analiz ettiler. Analiz sonucunda yıllık yağış serilerinde değişkenliğin olmadığını, kış aylarında önemli azalma eğilimi olduğunu gözlemladiler. Diğer bir iklim değeri olan en düşük sıcaklık değerinde azalma yönünde, ortalama sıcaklık değerlerinde azalma yönünde, en yüksek sıcaklık değerlerinde artış yönünde bir eğilimin olduğunu gözlemladiler.

Topçu ve ark. (2009), çalışmalarında Fırat-Dicle Havzası'nda önümüzdeki yıllarda iklim değerlerini RegCM3 iklim modeliyle araştırdılar. Araştırmalarının neticesinde 2070-2100 yılları arasında söz konusu bölgede sıcaklıklarda 2.7-3.5 °C artış, yıllık toplam yağış miktarında ise yaklaşık 100 mm civarında azalışın olacağını öngörüsüne vardılar. Havzanın güneyinde ve doğusunda kar yağışı yüksekliğinin yaklaşık 150 mm civarında düşüş göstereceğini neticesine ulaştılar.

Karabulut ve Coşun (2009), çalışmalarında Kahramanmaraş civarındaki Devlet Meteoroloji İstasyonlarından elde ettikleri 30 yıllık (1975-2005) verilerde aylık ve mevsimlik yağışlardaki trend değişimlerini, parametrik olmayan testler; Mann-Kendall, Lineer Regresyon, yağış değişkenliği değişim katsayısı gibi istatistiksel yöntemler uygulanarak analiz ettiler. Söz konusu bölgede yıllık yağışlarda azda olsa trendin azalma eğiliminde olmasına rağmen istatistiksel anlamda azalma ya da artma yönünde trendin



olmadığını, mevsimsel yağış trendlerinin ise yaz, ilkbahar ve kış aylarında yağış serilerinde önemli olmasa da azalma yönünde görülürken, sonbahar aylarında ise istatistiksel anlamda önemli olmayan artma yönünde trend tespit ettiler.

Aydın (2009), Türkiye’deki yedi coğrafi bölgeyi kapsayan araştırmasında, 1975-2006 yıllarında, en az 43 adet buharlaşma gözlem istasyonlarından elde edilen, istatistiksel analize uygun verileri Nisan ayı ve Ekim ayları arasında yedi aylık toplam buharlaşma serilerini kullanarak Mann-Kendall Sıra Korelasyon testiyle noktasal ve bölgesel olarak trend analizi yaptı. Analiz sonucu elde edilen buharlaşma serilerinde noktasal olarak Mayıs, Haziran, Temmuz, Ağustos ve Ekim aylarında genel olarak trendin artış yönünde olduğunu, Nisan ve Eylül aylarında ise trendin azalma eğilimi gösterdiğini belirtti. Bölgesel olarak söz konusu yedi bölgede trendin artış yönünde olduğu, trendin en fazla artış gösterdiği bölge ise Akdeniz, Güneydoğu Anadolu ve İç Anadolu Bölgesi olduğunu gözlemledi.

Tabari ve Talae (2011), İran’da yağışlardaki değişimi araştırmak amacıyla 41 adet yağış gözlem istasyon verilerinden elde ettiği 39 yıllık (1966-2005) verilerden faydalanarak Mann-Kendall, Theil-Sen eğim ve doğrusal regresyon yöntemleriyle analiz ettiler. Söz konusu gözlem istasyonlarının 24 tanesinde yıllık yağmur serilerinde azalma eğilimi tespit ettiler. Bu azalma eğilimi gösteren istasyon konumlarının, İran’ın kuzeyinde yer aldığını tespit etti.

Şen (2012), yapmış olduğu çalışmalar neticesinde farklı bir trend analizi olan “Grafiksel Yaklaşım (GY)” metodunu geliştirdi. Grafiksel Yaklaşım metodunda gerçek verileri alt serilere dönüştürerek gözlemlerin kartezyen koordinat sistemiyle 45° eğimi olan doğrunun üst kısmında ve alt kısmında kalması durumuna göre verilerdeki değişimi analiz etti. Alt serilere ait verilerin, doğrunun üst kısmında kalan noktaların artış yönüne trend olduğunu, alt kısmında kalan noktaların ise azalma yönünde trend olduğunu bildirdi. Daha sonra Şen, geliştirmiş olduğu bu yöntemi yıllık yağış ve akım verilerine uyguladı.

Duhan ve Pandey (2013), yaptıkları çalışmada: Hindistan'da 45 adet gözlem istasyonunun 102 yıl periyodunda elde ettikleri yağış verilerini kullanarak Mann-Kendall, Theil-Sen eğim testi yöntemini kullandılar. Gözlemlenen değişim zamanını ise Pettitt-Whitney yöntemiyle gözlemladiler. Söz konusu bölgede yağış serilerindeki eğilimin azalma yönünde %2.59 oranında gözlemladiler. Değişim yılını ise 1978 olarak gözlemladiler.

Yerdelen (2013), Devlet Su İşlerinin Susurluk Havzasında bulunan altı tane akım gözlem istasyonundan elde edilen verilerdeki değişimi gözlemledi. İlk etapta serilerin Run testini uygulayarak rasgelelik analizini yaptı. Akım verilerindeki trend değişimini Mann-Kendall Mertbe Korelasyon testi ile analiz etti. Havzanın akım serilerinin azalan yönde eğilimin olduğunu tespit etti. Standart Normal Homojenlik ve Pettitt testiyle havza akımlarının değiştiği yılı tespit etti.

Şimşek ve ark. (2013), tarafından Antakya ve İskenderun bölgesinde bulunan gözlem istasyonlarından elde edilen 40 yıllık (1970-2010) verilerinde; yağış, sıcaklık, rüzgar hızı ve nem parametrelerinin analizleri Spearman Rho ve Mann-Kendall Testi ile analiz edilmiş, trend yönünün tespitinde Sen'in trend analiz yöntemini kullanmıştır. Mann-Kendall Sıra Korelasyon Testiyle de trend değişiminin olduğu yıllar tespit edilmiştir.

Özfidaner ve ark. (2013), Türkiye' de kuraklık analizi yaptılar. Çalışmada 1932-2009 yıllarını kapsayan çalışmalarına kuraklık eğilimlerini iki aşama olarak değerlendirdiler. Birinci aşamada aylık toplam yağış verilerini, Standart Yağış İndeksi (SYI) yöntemine göre 1, 3, 6, 12 ve 24 aylık periyotlarda kuraklık indeks değerlerini, ikinci aşamasında ise Mann-Kendall Testini kullanarak farklı dönemlerde yaşanan kuraklık şiddetini belirten indeks değerlerindeki eğilimi araştırdılar. Araştırma neticesinde SYI kuraklık serilerindeki değerleri Mann-Kendall Sıra Korelasyon Testi sonuçlarına göre 18 gözlem istasyonunda azalma, 17 gözlem istasyonunda artış eğilimi gözlemladiler. İstatistiksel olarak 9 adet gözlem istasyonunda önemli azalma ve 6 adet gözlem istasyonunda ise önemli artış eğilimi olduğunu bildirdiler. Bu çalışma ile uzun periyotlarda 12 ve 24 aylık değerleri incelediklerinde 7 adet gözlem istasyonunda hidrolojik kuraklığı tetikleyecek derecede kuraklık olduğunu bildirdiler.

Sayemuzzaman ve Jha (2014), 249 tane gözlem istasyonunun, 59 yıllık (1950-2009) yağmur serilerini, Mann-Kendall, Theil-Sen eğim ve Mann-Kendall Mertebe Korelasyon testlerini kullanarak mevsimsel yağış verilerindeki değişimi gözlemleyerek kış mevsimi yağmurlarında ciddi oranda bir artışın olduğunu, sonbahar mevsimindeki yağış verilerinde ise ciddi oranda azalma eğiliminin olduğunu belirttiler.

Şimşek ve ark. (2014), 31 yıllık (1975-2006) Konya bölgesinde, gözlem istasyonunun iklim parametrelerini ele alarak FAO Penman-Monteith ilişkisinden elde edilen aylık  $ET_0$  değerlerindeki trend analizinde Kuruskal Wallis ve Levene testini, eğilim noktasının tespitinde ise Pettitt testini uyguladı. Analiz neticesinde aylık ve mevsimsel  $ET_0$  verilerinde değişimin olduğunu belirttiler.

Ünlükara ve Yürekli (2014), küresel ısınmanın, Karaman, Konya, Ankara, Kayseri ve Afyon bölgesindeki etkisini araştırmak amacıyla, iklim parametrelerini de içine alan, referans bitki su tüketimi ( $ET_0$ ) FAO Penman-Monteith ilişkisine göre değerlendirdikleri mevsimsel  $ET_0$  verilerine Mann-Kendall ve Theil-Sen trend analizlerini kullanarak istasyon verilerinden elde ettikleri serilerde trendin varlığını tespit ettiler.

Kişi ve Ay (2014), Şen'in geliştirdiği GY yöntemi ve Mann-Kendall trend analizini Kızıllırmak' ın su kalitesini ölçmede kullandılar. Şen'in geliştirmiş olduğu GY yönteminin Mann-Kendall analizine göre avantajlı olduğunu bildirdiler.

Kızılelma ve ark. (2015), Devlet Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nün, İç Anadolu Bölgesine ait istasyonlarda yağış ve sıcaklık verilerinin analizini Mann-Kendall, Sen' in doğrusal regresyon ve eğim yöntemiyle analiz ettiler. Sonuç olarak maksimum ve minimum sıcaklık değerlerinin artış eğilimi gösterdiğini belirttiler. Yağış istasyonlarının bir kısmında ise artış eğilimi, diğerlerinde ise azalış eğilimi gözlemlenildi.

Yıldırım (2015), Orta Fırat Havzası'nın akım trendini, havzadaki beş istasyonun verileri ile Mann-Kendall, Sen'in T eğim testi, Şen trend testini ve Şen yöntemini kullanarak sonuçları kıyasladı. Analiz sonucu Şen'in trend analiz yönteminin diğer yöntemlere

kıyasla görsellik bakımından daha hassas ve başarılı olduğunu belirtti. Sonraki yapılacak analizlerde Şen'in trend analiz yönteminin kullanılmasının daha faydalı ve gerçekçi olacağını bildirdi.

Yürekli ve Enginsu (2015), Amasya ve Merzifon çevresinde günlük maksimum yağışların yüzeysel drenaja sebep olup olmadığını belirlemek için Mann-Kendall, Theil-Sen eğim testini, yağış serilerine uyguladılar ve değişimin başladığı yakın noktanın tespit edilmesinde Mann-Kendall Mertebe Korelasyon Testini kullandılar. Analiz neticesinde Mann-Kendall Testine göre söz konusu meteoroloji istasyon verilerinde günlük maksimum yağışlarda %5 önem seviyesinde artış eğilimi gözlemlenildi.

Yürekli (2015a), Fırat-Dicle Havzası'nda yıllık ve mevsimlik yağışlarda trend olup olmadığını öğrenmek amacıyla, 19 gözlem istasyonundan edindiği yağış verilerini kullanarak Mann-Kendall ve Theil-Sen eğim testi ile analiz etti. Analiz sonucu söz konusu gözlem istasyonlarının 12 tanesinde trend varlığını tespit etti. Bunun yanında trendin başlama anını da Mann-Kendall Mertebe Korelasyon testi ile tespit etti.

Yürekli (2015b), Devlet Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nün; Şırnak, Kilis, Mardin ve Gaziantep bölgesindeki yağış gözlem istasyonlarının aylık yağmur verilerine GY yöntemiyle analiz etmiş, mevsimsel ve yıllık yağmur miktarlarında trend varlığını tespit etti. Analiz sonucunda orta ve büyük yağmur serilerinde daha belirgin eğilimin olduğu bildirdi.

Çeribaşı (2015), Spearman Rho ile Mann-Kendall testlerini uygulayarak Sakarya Havzası, Batı ve Doğu Karadeniz havzalarında trend olup olmadığını, MGM'nin yağış gözlem istasyon verilerini ve DSİ akım askıda katı madde gözlem istasyonlarının verilerini kullanarak analiz etti. Analiz neticesinde Sakarya Havzası'nda yağmur ve akım askıda katı madde için azalma eğiliminde trend gözlemlendi. Doğu Karadeniz Havzası'nda yağış serilerinde artma eğilimi, akım askıda katı madde serilerinde ise trend gözlemlenmedi. Batı Karadeniz Havzası yağış serilerinde trend olmadığını, akış-askıda katı madde serilerinde azalma eğilimi gösteren trend gözlemlendi.

Kurunc ve ark. (2006), Kelkit ayı üzerinde kurulan Kılıçkaya Barajı' nın su kalitesi üzerinde etkisini analiz etmek için Kuruskall-Wallis ve Barlett test istatistiğinden yararlandılar. Kurunc ve ark. (2005), Yeşilirmak Nehri su kalite değerlerindeki değişimi analiz etmek için Kuruskall-Wallis ve Barlett ve Kendall tau test istatistiğinden yararlandılar.

Kahya ve Kalaycı (2004), Türkiye'deki 26 havzadan elde ettikleri aylık akarsu akımlarına Mann-Kendall, Sperman Rho ve Sen'in T testi trend analizini uyguladılar. Türkiye'nin batı havzalarında genel olarak azalan bir trend, doğu havzalarında ise trend olmadığını belirtmişlerdir.

Türkeş ve ark. (2000), Türkiye'de yıllık yağışların El Nino olaylarından önceki yıllarda belirgin bir artışın, olayın başladığı yıl ise genel olarak bir azalışın olduğunu, bu olaylardan sonraki yıllarda ise yeniden bir artma eğilimi gösterdiğini bildirmiştir.

### 3. MATERYAL ve YÖNTEM

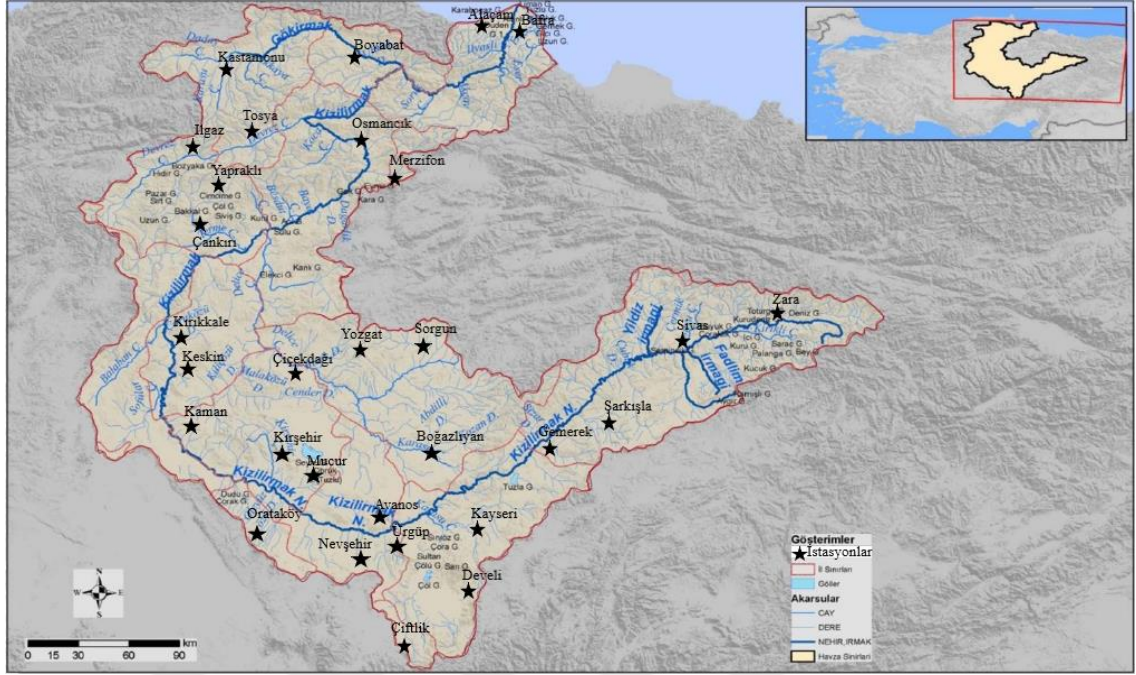
#### 3.1. Materyal

Kızılırmak Nehri, 1 151 km uzunluğu ile Türkiye'nin en uzun akarsuyudur. 78 180 km<sup>2</sup> olan havza alanının sularını Karadeniz'e dökmektedir. Fırat Havzasından sonra Türkiye'nin ikinci büyük havzası olma özelliğine sahip Kızılırmak Havzası, İç Anadolu Bölgesinin doğusunda ve Orta Karadeniz Bölgesinde yer almakta olup Türkiye yüzölçümünün yaklaşık %11 oranında bir kısmını kapsamaktadır. Büyük bir kısmı tepelik olan havzanın doğu ve kuzey bölümleri dağlıktır. Kırıkkale ve Kırşehir illerinin tamamını; Sivas, Yozgat, Kayseri, Kastamonu, Nevşehir, Çankırı illerinin merkezlerini ve büyük bir kısmını; Ankara, Ortaköy, Çiftlik, Sinop, Çorum ve Samsun illerinin önemli bir kısmı olmak üzere 14 ilin kayda değer oranda topraklarını içine alır. 78 647 km<sup>2</sup> yağış alanına sahip havzanın yıllık ortalama yağış yüksekliği yaklaşık 445 mm ve ortalama debisi 164.15 m<sup>3</sup>/s civarındadır. 2.10 l/s/km<sup>2</sup> civarında verime sahip havzadaki akış miktarının yağış miktarına oranı 0.15 iken iştirak oranı %2.81 civarındadır. Havza genelinde karasal iklim hakim iken kuzey bölümünde deniz iklimi hakimdir. Havzanın orta bölümü çukurluk görünümündeyken, en az yağış alan (300-400 mm) yine bu bölümdür. Endüstrinin ve nüfusun en yoğun olduğu il Kayseri'dir. Havza genelinde hububat tarımı yoğunlukta olup bunun yanında şeker pancarı, patates, soğan, sarımsak, bostan, mercimek, fiğ, yonca, tütün, meyve ve mısır yetiştiriciliği yapılmaktadır (Ayaz ve ark., 2010).

Türkiye'de hidrolojik ve meteorolojik gözlemler Devlet Su İşleri ve Meteoroloji Genel Müdürlüğü tarafından yapılmaktadır. Çalışma alanı olarak seçilen Kızılırmak Havzasında Meteoroloji Genel Müdürlüğüne ait toplam 100 adet yağış gözlem istasyonu bulunmaktadır. Ancak bu istasyonlardan 70 adedinde kısa yıllık yağış verileri (25 yıldan az) olduğundan trend analizinde bu veriler kullanılmamış, sadece 30 tanesinde trend analizine uygun veriler elde edilmiş ve Kızılırmak Havzası'ndaki değişkenliğin saptanmasında bu 30 adet istasyon verileri kullanılmıştır. 30 adet yağış gözlem istasyonunun; konumu Şekil 3.1'de, istasyon bilgileri Çizelge 3.1'de belirtilmiştir.

Çizelge 3.1. Kızılırmak havzasındaki MGM istasyonlarına ait bazı bilgiler (Anonim, 2017)

İstasyon Kodu	İstasyon Adı	Enlem (E)	Boylam (N)	Yükseklik (m)	Gözlem Aralığı	Gözlem Süresi (yıl)	Yıllık Ortalama Yağış Yüksekliği (mm)
17648	Ilgaz	40°54'	33°37'	920	1966-2015	50	487.5
17650	Tosya	41°00'	34°02'	880	1964-2015	52	479.3
17652	Osmancık	40°58'	34°48'	420	1965-2015	51	401.7
17712	Sorgun	39°48'	35°11'	950	1984-2015	32	440.0
17716	Zara	39°53'	37°45'	1350	1964-2015	52	519.5
17730	Keskin	39°40'	33°36'	1140	1968-2015	48	413.8
17732	Çiçekdağı	39°36'	34°25'	1300	1956-2015	60	343.0
17756	Kaman	39°21'	33°43'	1075	1964-2015	52	464.0
17760	Boğazlıyan	39°12'	35°15'	1050	1963-2015	53	367.0
17833	Avanos	38°42'	34°50'	920	1986-2015	30	334.9
17835	Ürgüp	38°37'	34°55'	1050	1970-2015	46	369.4
17836	Develi	38°23'	35°29'	1330	1965-2015	51	365.6
17074	Kastamonu	41°22'	33°46'	774	1950-2015	66	481.1
17080	Çankırı	40°36'	33°36'	730	1950-2015	66	408.7
17083	Merzifon	40°52'	35°27'	700	1950-2015	66	414.7
17090	Sivas	39°45'	37°01'	1285	1950-2015	66	426.7
17135	Kırıkkale	39°52'	33°42'	740	1959-2015	57	379.6
17140	Yozgat	39°49'	34°48'	1300	1950-2015	66	572.3
17160	Kırşehir	39°08'	34°10'	985	1950-2015	66	379.0
17162	Gemerek	39°11'	36°03'	1150	1963-2015	53	390.4
17192	Ortaköy	38°22'	33°59'	980	1963-2015	53	351.9
17193	Nevşehir	38°36'	34°42'	1224	1960-2015	56	412.5
17196	Kayseri	38°41'	35°29'	1054	1950-2015	66	384.3
17250	Çiftlik	37°57'	34°40'	1229	1950-2015	66	335.6
17620	Boyabat	41°27'	34°46'	330	1964-2015	52	504.1
17622	Bafra	41°33'	35°55'	15	1963-2015	53	781.7
17030	Alaçam	41°20'	36°15'	4	1950-2015	66	703.3
18139	Şarkışla	39°20'	36°26'	1240	1963-2015	53	408.6
17647	Yapraklı	40°45'	33°46'	1210	1971-2015	45	494.8
17758	Mucur	39°03'	34°22'	1100	1984-2015	32	389.0
	<b>30 adet</b>						



Şekil 3.1. Kızılırmak Havzasındaki MGM yağış istasyonlarının konumu

### 3.2.Yöntem

Kızılırmak havzasındaki yağış istasyonlarının aylık toplam yağmur miktarlarından elde edilen mevsimsel ve yıllık toplam yağmur miktarlarında meydana gelen değişim, aşağıdaki başlıklarda verilen yöntemlerle belirlenecektir.

#### 3.2.1 Eksik yağmur verisinin tamamlanması

Çalışma için seçilen yağmur istasyonlarından (bkz. Çizelge 3.1) eksik kayıtları bulunan istasyonların eksik yıllara ait yağmur miktarları aşağıda ilişkisi verilen ters uzaklık yöntemi (IDM) ile tamamlanmıştır (Goovaerts, 2000; Lu ve Wong, 2008; Chen ve Liu, 2012).

$$P_A = \frac{\sum_{i=1}^n P_i / D_i^2}{\sum_{i=1}^n 1 / D_i^2} \quad (1)$$



$$D_i^2 = [(x - x_i)^2 + (y - y_i)^2] \quad (2)$$

Eşitlik 1 de,  $P_A$ , “A” istasyonunun eksik yağmur değeri,  $P_i$ , tahminde kullanılacak “A” istasyonu çevresindeki i. istasyonun yağmur değeri,  $D_i$  i. istasyonun “A” istasyonuna olan mesafesi. Eşitlik 2 de, x ve y “A” istasyonunun koordinatları,  $x_i$  ve  $y_i$ , i. istasyonun koordinatı.

### 3.2.2 Mevsimsel ve yıllık yağmur serilerinin elde edilmesi

Yağmur verisinin eksik olduğu istasyonların verisi yukarıda açıklanan yöntemle tamamlandıktan sonra, araştırmada göz önüne alınan istasyonların aylık toplam yağmur miktarları kullanılarak, mevsim 1 (Ocak-Mart, MI), mevsim 2 (Nisan-Haziran, MII), mevsim 3 (Temmuz-Eylül, MIII), mevsim 4 (Ekim-Aralık, MIV) ve yıllık toplam yağmur (Ocak-Aralık, YT) serileri her yıl için oluşturuldu. Bu amaçla her mevsimi oluşturan üç ayın o yılki aylık toplam yağmurları toplanarak ilgili yıla ait o mevsimin toplam yağmur miktarı elde edilmiştir. Yıllık toplam yağmur miktarı da ilgili yıla ait aylık toplam yağmurların toplanmasıyla elde edilmiştir. Böylece her yıl için bu işlemler tekrarlanarak gözlem süresi boyunca her istasyon için beş farklı yağmur serisi elde edilmiştir. Çalışmanın bundan sonraki kısımlarında tekrardan kaçınmak amacıyla dört mevsimi ve yıllık toplamı tanımlayan ve yukarıda verilen kısaltmalar (MI, MII, MIII, MIV ve YT) kullanılacaktır.

### 3.2.3. Homojenliğin analizi

Hidro-meteorolojik verilerin analizinde öncelikle ölçülen değerlerin aynı popülasyondan gelmesi gerekir ya da diğer bir ifadeyle aynı dağılım karakteristiğini göstermesi beklenir. Eldeki mevcut verinin beklenen homojenlik koşulunu sağladığının saptanmasında parametrik ve parametrik olmayan yaklaşımlar kullanılabilir. Ancak parametrik yaklaşımlar daha çok mevcut verinin belli bir dağılıma uyma koşulunu zorunlu tutmasından dolayı bu çalışmada homojenlik koşulunun araştırılmasında yaygın olarak tercih edilen Mann-Whitney U (MWU) testi kullanılmıştır. Bu testin matematiksel ilişkisi aşağıda verildiği şekildedir (Nachar, 2008).

$$U_x = n_x n_y + ((n_x(n_x + 1)/2) - R_x) \quad (3)$$

$$U_y = n_x n_y + ((n_y(n_y + 1)/2) - R_y) \quad (4)$$

$n_x$  ve  $n_y$ , iki guruba ayrılan verinin her bir gruptaki gözlem sayısı,  $R_x$  ve  $R_y$  her gruptaki rankların toplamı. Eşitlik 3 ve 4 de verilen U değerlerinin yaklaşık normal olarak dağıldığı kabul edilmektedir. Mann-Whitney istatistiği olarak belirtilen ( $Z_U$ ) değeri aşağıdaki ilişkiden elde edilir.

$$Z_U = (U - \mu_U) / \sigma_U \quad (5)$$

Mann-Whitney istatistiği olarak verilen eşitlikteki  $\mu_U$  ve  $\sigma_U$ , U değerinin ortalama ve standart sapmasıdır. Bu parametreler Eşitlik 6 ve 7'den saptanır.

$$\mu_U = (n_x n_y) / 2 \quad (6)$$

$$\sigma_U = [((n_x n_y)(N + 1)) / 12]^{1/2} \quad (7)$$

### 3.2.4. Holt yaklaşımı

Hidro-meteorolojik değişkenlerdeki değişimin varlığı parametrik ve non-parametrik yaklaşımlarla belirlenmeye çalışılmaktadır. Genel anlamda birçok araştırmacı verilerdeki değişimin analizinde non-parametrik yaklaşımları kullandılar. Eldeki mevcut zaman serilerindeki değişimin saptanmasında göz önüne alınan yöntemlerden bir kısmı üzerinde çalışılacak verinin belli bir dağılıma uyma zorunluluğunu ararken, bazıları ise belli bir dağılıma uyma zorunluluğunu dikkate almaksızın analizi gerçekleştirir. Yaygın olarak kullanılan non-parametrik bir yaklaşım olan ve verinin herhangi bir dağılıma uyma zorunluluğunu aramayan Mann-Kendal trend analiz yöntemi ise gözlemler arasında otokorelatif bir ilişkinin olmamasının gerekli olduğunu, veride bağımlılığın bulunması

durumunda eldeki mevcut seriden gözlemler arasındaki bağımlılığın istatistiki anlamda giderilmesini şart koşmaktadır. Şen (2012), hidro-meteorolojik zaman serilerindeki değişimin saptanmasında Grafiksel Yaklaşım önermiştir. Bu yöntemde yukarıda bahsedilen koşullar dikkate alınmaksızın verideki değişim belirlenmeye çalışılmıştır. Mevsimselliğin etkisinin olmadığı bir zaman serisindeki değişimin analizinde kullanılan diğer bir yöntem de Holt yaklaşımıdır.

Doğrusal trende sahip olan zaman serileri için önerilen iki parametrelili Holt' un düzleştirme yönteminde, trend değerleri doğrudan düzleştirilmektedir. Bu yöntemde geçerli kabul, zaman serisindeki trendin var olmasıdır, trendin istatistiki olarak önemli ya da önemsiz olması göz önünde bulundurulmaz. Bu yöntemde düzleştirme işlemi iki parametre ve üç denklem ile gerçekleştirilmektedir (Huang ve ark., 2015). Bu ilişkiler aşağıda verilmiştir.

$$L_t = \alpha Y_t + (1 - \alpha)(L_{t-1} + b_{t-1}) \quad (8)$$

$$b_t = \beta(L_t - L_{t-1}) + (1 - \beta)b_{t-1} \quad (9)$$

$$F_{t+m} = L_t + b_t m \quad (10)$$

Eşitlik 8-9-10, t anındaki gözlem değerine ( $Y_t$ ), bir dönem önceki dönem trendi ( $b_{t-1}$ ) ile bir önceki dönem düzleştirilmiş değer ( $L_{t-1}$ ) eklenerek belirlenir. İlişkilerdeki  $\alpha$  ve  $\beta$ , düzleştirme parametreleridir ve 0 ila 1 arasında değer alırlar. Bu parametreler tahmin hataları karelerinin toplamını minimum yapan değerlerdir. Bu yöntemde ilk düzleştirme değeri için  $L_1$  değeri  $Y_1$ 'e eşit alınacaktır,  $b_1$  değeri ise  $(Y_2 - Y_1)$  farkına eşit olacaktır.

$$m_{bt} = \frac{\sum_{t=1}^n (x_t + \bar{x})(b_t + \bar{b})}{\sum_{t=1}^n (x_t + \bar{x})^2} \quad (11)$$

Eşitlik 11’de  $m_{bt}$ , trend doğrusunun eğimi,  $b_t$ ,  $x_t$  yılındaki eğim,  $\bar{x}$  ve  $\bar{b}$  yılların ve eğim değerlerinin ortalaması.

### 3.2.5. Spearman Rho (SR) testi

İki gözlem serisi arasında istatistiki anlamda önemli bir korelasyonun varlığını araştıran bu test ile hidro-meteorolojik değişkenlerdeki doğrusal trendin saptanmasında yaygın olarak kullanılan parametrik olmayan bir yaklaşımdır. Bu test Kızılırmak havzası için oluşturulan mevsimsel ve yıllık serilere aşağıda açıklandığı şekilde uygulanmıştır (Chiew ve Sriwardena, 2005).

Bu yönetime ait test istatistiği olan  $\rho_S$  aşağıdaki ilişkiden saptanır.

$$\rho_S = \frac{S_{R_{xy}}}{\left[ (S_{R_x})(S_{R_y}) \right]^{0.5}} \quad (12)$$

Çalışmada kullanılacak N gözlem sayılı kronolojik verinin ( $x_1, x_2, x_3, \dots, x_N$ ) her bir gözlem değerinin sıra sayısı ya da rankı ( $R_{xi}$ ), bu verinin artan dizilimindeki sıra sayısı olarak belirlenir. Kronolojik serinin ranklarına bağlı olarak  $S_{R_x}$  değeri aşağıdaki ilişkiden belirlenir.

$$S_{R_x} = \sum_{i=1}^N (R_{xi} - \bar{R}_{xi})^2 \quad (13)$$

Kronolojik verinin artan dizisinin ( $y_1, y_2, y_3, \dots, y_N$ )  $S_{R_y}$  değeri ise Eşitlik 13’dekine benzer şekilde elde edilir.

$$S_{R_y} = \sum_{i=1}^N (R_{yi} - \bar{R}_{yi})^2 \quad (14)$$

Eşitlik 12’deki  $S_{R_{xy}}$  değeri de aşağıdaki ilişkiden saptanır.

$$S_{Rxy} = \sum_{i=1}^N (R_{xi} - \bar{R}_{xi})(R_{yi} - \bar{R}_{yi}) \quad (15)$$

Eşitlik 12 elde edilen “ps” istatistiğinin  $(N-1)^{0.5}$  ile çarpımının, büyük örneklerde ( $N>30$ ), yaklaşık olarak standart normal dağılıma uyduğu belirtilmiştir. Bu anlamda çalışmada kullanılan verideki doğrusal trendin varlığı hakkında yorum yapmak için  $(\rho_S)_{x(N-1)^{0.5}}$  çarpım değeri ( $t_{cal}$ )  $\alpha= 0.5$  güven sınırındaki standart normal dağılımın kritik değeri ( $\pm 1.96$ ) ile karşılaştırılır. Çarpımın sonucunun mutlak değerce kritik değerden daha büyük olması durumunda veride trendin olduğuna karar verilir.

### 3.2.6. Mann-Whitney-Pettitt (MWP) testi

Hidrolojik değişkenlerin trend analizinde verideki değişimin başladığı zamanı saptamak amacıyla yaygın olarak kullanılan parametrik olmayan bir yaklaşım olan bu test Kızılırmak havzasındaki mevsimsel ve yıllık yağmur serilerindeki değişim noktasının belirlenmesinde kullanılmıştır. Gözlem sayısı “N” olan bir hidrolojik zaman serisinin bir “t” zamanında bir değişimin olması durumunda, MVP testi Duhan ve Pandey (2013)’e göre aşağıda açıklandığı şekilde yapılmıştır.

- Öncelikle mevcut veri “t” zamanından itibaren “N” gözlem süreli veri ( $x_1, x_2, x_3, \dots x_t$ ) ve ( $x_{t+1}, x_{t+2}, x_{t+3}, \dots x_N$ ) şeklinde iki alt seriye bölünür.
- Elde edilen alt serilerin gözlem farklarına bağlı olarak “ $U_{t,N}$ ” değeri hesaplanır.

$$\text{sgn}(x_j - x_i) = \begin{cases} (x_j - x_i) > 0 \text{ ise } 1 \\ (x_j - x_i) = 0 \text{ ise } 0 \\ (x_j - x_i) < 0 \text{ ise } -1 \end{cases} \quad (16)$$

$$U_{t,N} = \sum_{i=1}^t \sum_{j=t+1}^N \text{sgn}(x_i - x_j) \quad (17)$$

- Eşitlik 17'den hesaplanan  $U_{t,N}$ , değerleri zamana bağlı olarak grafiklenir ve  $U_{t,N}$  değerinin mutlak maksimum değeri değişim noktasını verir. Bu değer aşağıdaki ilişkiden belirlenir.

$$K = \max_{1 \leq t \leq N} |U_{t,N}| \quad (18)$$

- Eşitlik 18'den elde edilen “K” istatistiği göz önüne alınan güven seviyesinde ( $\alpha$ , %5) aşağıda ilişkiden belirlenen kritik “ $K_\alpha$ ” değeri ile karşılaştırılır.

$$K_\alpha = \sqrt{(-N^3 \ln \alpha - N^2 \ln \alpha) / 6} \quad (19)$$

#### 4. BULGULAR VE TARTIŞMA

Çalışmada mevsimsel ve yıllık yağmur serilerindeki değişimin analizine başlamadan önce, Kızılırmak havzasındaki 30 adet yağmur istasyonunun aylık yağmur miktarlarında eksik kayıtları bulunan istasyonların eksik yıllardaki aylık yağmur miktarları ters uzaklık yöntemi ile elde edilmiştir. Ters uzaklık yöntemi uygulanırken yakın (eksik yağmur verisi olan istasyon karakteristiğini gösterebilecek) iki ya da üç istasyon bilgileri kullanılmıştır. Bu işlemden sonra yöntem kısmında verilen sırada ki analizler aşağıda verildiği şekilde tamamlanmıştır.

Çalışılan Kızılırmak havzasındaki yağmur istasyonları için elde edilen mevsimsel ve yıllık yağmur serilerine uygulanan Mann-Whitney U testi homojenlik sonuçları Çizelge 4.1’de verilmiştir. Çizelgedeki sonuçlar yorumlanırken, hesaplanan  $Z_U$  değerlerinin standart normal dağılıma göre karşılaştırması yapılır. Bu amaçla elde edilen  $Z_U$  değerlerinin, standart normal dağılımın %5 önem seviyesindeki değeri ile  $\pm 1.96$  değeri kıyaslanır. Hesaplanan  $Z_U$  değeri 1.96 değerinden daha büyük olduğu koşullarda yağmur serisinin homojenliğinin bozulduğu yönündeki hipotez kabul edilir ya da karşılaştırma yapılırken  $Z_U$  değerinin standart normal dağılıma göre olasılığı, kritik %5 olasılık değeri ile karşılaştırılır.  $Z_U$  değerinin olasılığı %5 olasılıktan daha küçük olursa yağmur serisinde homojenlik bozulmuştur şeklinde yorum yapılır. Çizelge 4.1’den görüleceği üzere 30 adet yağmur istasyonunun yağmur serilerinde tamamında olmasa bile bazı yağmur serilerinde homojenlik bozulmuştur. İlk yağmur serisi (MI) için 4 yağmur istasyonunda, ikinci yağmur serisi (MII) için 4 yağmur istasyonunda, üçüncü yağmur serisi (MIII) için 1 yağmur istasyonunda, dördüncü yağmur serisi (MIV) için 9 yağmur istasyonunda, yıllık seri (YT) için 7 yağmur istasyonunda homojenlik bozulmuştur. Homojenliğin bozulduğunun tespit edildiği yağmur serileri için zaman içinde dağılım karakteristiklerinin değiştiği söylenebilir.

Çizelge 4.1. Mann-Whitney U test sonuçları,  $Z_U$  (P)

İstasyon	Mevsimler				Yıllık
	MI	MII	MIII	MIV	YT
İlgaz	-1.85 (0.06)	-1.56 (0.12)	-0.73 (0.47)	-1.88 (0.06)	-2.01 (0.045)
Tosya	-1.28 (0.20)	-0.51 (0.60)	-1.74 (0.08)	-0.69 (0.48)	-0.41 (0.68)
Osmancık	-0.51 (0.61)	-0.69 (0.48)	-1.41 (0.15)	-0.05 (0.95)	-1.07 (0.28)
Sorgun	-0.18 (0.85)	-2.94 (0.003)	-0.81 (0.41)	-2.30 (0.02)	-2.27 (0.006)
Zara	-1.02 (0.30)	-0.32 (0.75)	-0.009 (0.99)	-0.18 (0.85)	-0.85 (0.39)
Keskin	-0.71 (0.47)	-1.73 (0.08)	-0.23 (0.81)	-0.76 (0.44)	-0.39 (0.69)
Çiçekdağı	-1.41 (0.15)	-0.41 (0.68)	-1.02 (0.30)	-1.59 (0.11)	-1.36 (0.17)
Kaman	-0.12 (0.89)	-1.06 (0.28)	-1.66 (0.09)	-0.02 (0.98)	-0.24 (0.80)
Boğazlıyan	-1.53 (0.12)	-0.23 (0.82)	-0.84 (0.40)	-0.18 (0.85)	-0.64 (0.52)
Avanos	-0.72 (0.46)	-0.47 (0.63)	-1.34 (0.17)	-1.84 (0.06)	-1.72 (0.08)
Ürgüp	-0.62 (0.53)	-1.92 (0.05)	-0.16 (0.87)	-0.35 (0.72)	-1.01 (0.31)
Develi	-0.77 (0.44)	-0.05 (0.96)	-0.52 (0.59)	-0.07 (0.94)	-0.22 (0.82)
Kastamonu	-0.71 (0.47)	-0.82 (0.40)	-1.41 (0.15)	-2.02 (0.04)	-1.53 (0.12)
Çankırı	-2.32 (0.02)	-0.36 (0.71)	-1.69 (0.09)	-0.75 (0.45)	-0.13 (0.89)
Merzifon	-0.62 (0.53)	-2.46 (0.01)	-2.45 (0.01)	-2.73 (0.006)	-3.68 (0.00)
Sivas	-0.03 (0.97)	-0.11 (0.91)	-0.73 (0.46)	-2.59 (0.01)	-1.77 (0.07)
Kırıkkale	-0.30 (0.76)	-1.38 (0.16)	-0.41 (0.68)	-0.07 (0.94)	-0.99 (0.32)
Yozgat	-0.65 (0.51)	-0.62 (0.53)	-1.54 (0.12)	-2.25 (0.02)	-1.88 (0.06)
Kırşehir	-2.70 (0.007)	-0.31 (0.75)	-1.55 (0.12)	-1.59 (0.11)	-0.16 (0.87)
Gemerek	-1.09 (0.27)	-0.64 (0.52)	-0.04 (0.97)	-0.13 (0.89)	-1.26 (0.20)
Ortaköy	-1.39 (0.16)	-1.08 (0.28)	-1.24 (0.21)	-0.34 (0.73)	-0.77 (0.44)
Nevşehir	-1.41 (0.15)	-0.64 (0.52)	-0.11 (0.91)	-0.59 (0.55)	-0.26 (0.79)
Kayseri	-0.10 (0.92)	-0.04 (0.96)	-0.08 (0.93)	-2.93 (0.003)	-1.54 (0.12)
Çiftlik	-0.32 (0.92)	-0.045 (0.96)	-0.08 (0.93)	-2.37 (0.003)	-1.54 (0.12)
Boyabat	-2.48 (0.013)	-0.29 (0.77)	-1.35 (0.17)	-2.28 (0.022)	-2.89 (0.004)
Bafra	-0.73 (0.48)	-0.08 (0.93)	-0.09 (0.93)	-0.02 (0.98)	-0.32 (0.75)
Alaçam	-1.34 (0.18)	-0.53 (0.59)	-0.65 (0.51)	-0.77 (0.44)	-0.84 (0.40)
Şarkışla	-2.97 (0.003)	-2.21 (0.027)	-1.36 (0.17)	-0.79 (0.43)	-2.49 (0.013)
Yapraklı	-0.98 (0.32)	-3.27 (0.001)	-0.63 (0.52)	-1.66 (0.097)	-2.88 (0.004)
Mucur	-0.075 (0.94)	-1.47 (0.14)	-0.90 (0.36)	-2.18 (0.03)	-1.96 (0.05)



Kızılırmak havzasındaki 30 yağış istasyonuna ait mevsimsel ve yıllık yağmur serilerindeki (MI, MII, MIII, MIV, YT) değişim Holt yöntemi (ikili üssel düzleştirme) ile incelenmiş ve her yağmur serisine ilişkin  $\alpha$ ,  $\beta$  ve Eşitlik 11'den belirlenen eğim ( $m_{bt}$ ) değerleri için Çizelge 4.2 ve 4.3'de verilmiştir. Çizelge 4.3'teki pozitif ve negatif işaretler veride artma ya da azalmanın olduğunu göstermektedir. Çizelgeden görüleceği üzere MI mevsimsel sezonu için 19, MII mevsimsel sezonu için 21, MIII mevsimsel sezonu için 19, MIV mevsimsel sezonu için 7 ve Yıllık seri için 15 adet istasyonda azalan yönde değişimin olduğu belirlenmiştir. Tosya istasyonunun tüm mevsimsel serilerinde azalan yönde değişim gözlenmiştir. Ancak bu yöntemle göre trendin yönü ve büyüklüğü tespit edilirken istatistiki anlamda bir değişim olup olmadığını belirlemek mümkün değildir. Bu durumun tespiti aşağıda sonuçları verilen Spearman Rho yöntemi ile belirlenmiştir.

Çizelge 4.2. Holt yöntemi  $\alpha/\beta$  parametre değerleri

İstasyon	Mevsimler				Yıllık
	MI	MII	MIII	MIV	YT
İlgaz	0.527/0.059	0.804/0.028	0.654/0.064	0.597/0.032	0.976/0.040
Tosya	0.657/0.059	0.546/0.028	0.531/0.058	0.560/0.040	0.744/0.050
Osmancık	0.576/0.064	0.387/0.075	0.497/0.070	0.284/0.070	0.611/0.041
Sorgun	0.411/0.118	0.463/0.074	0.241/0.142	0.322/0.122	0.346/0.145
Zara	0.771/0.041	0.337/0.071	0.585/0.040	0.381/0.052	0.600/0.049
Keskin	0.747/0.024	0.585/0.064	0.394/0.066	0.540/0.055	0.677/0.057
Çiçekdağı	0.557/0.047	0.771/0.010	0.464/0.064	0.429/0.061	0.521/0.053
Kaman	0.591/0.057	0.574/0.057	0.466/0.072	0.482/0.033	0.728/0.043
Boğazlıyan	0.822/0.019	0.449/0.063	0.509/0.071	0.469/0.044	0.777/0.019
Avanos	0.449/0.102	0.493/0.048	0.340/0.137	0.394/0.097	0.534/0.101
Ürgüp	0.709/0.049	0.486/0.084	0.509/0.048	0.317/0.079	0.536/0.070
Develi	0.684/0.033	0.511/0.051	0.553/0.046	0.534/0.045	0.635/0.036
Kastamonu	0.625/0.040	0.863/0.040	0.659/0.027	0.653/0.049	0.865/0.042
Çankırı	0.743/0.040	0.838/0.038	0.675/0.032	0.648/0.045	0.977/0.025
Merzifon	0.902/0.027	0.627/0.008	0.610/0.044	0.507/0.035	0.784/0.029
Sivas	0.748/0.019	0.720/0.022	0.559/0.051	0.549/0.026	0.589/0.040
Kırıkkale	0.706/0.036	0.728/0.004	0.492/0.038	0.498/0.056	0.728/0.018
Yozgat	0.682/0.050	0.716/0.028	0.557/0.045	0.511/0.041	0.632/0.045
Kırşehir	0.687/0.035	0.654/0.018	0.657/0.027	0.622/0.029	0.705/0.021
Gemerek	0.806/0.042	0.846/0.010	0.776/0.032	0.392/0.047	0.849/0.030
Ortaköy	0.671/0.029	0.179/0.216	0.404/0.066	0.495/0.028	0.517/0.025
Nevşehir	0.689/0.061	0.590/0.062	0.555/0.057	0.652/0.033	0.593/0.064
Kayseri	1.000/0.010	0.607/0.046	0.593/0.045	0.624/0.056	0.693/0.047
Çiftlik	0.796/0.046	0.570/0.043	0.559/0.050	0.897/0.010	0.851/0.029
Boyabat	0.676/0.061	0.581/0.046	0.678/0.052	0.498/0.064	0.733/0.047
Bafra	0.584/0.038	0.508/0.024	0.446/0.049	0.644/0.019	0.575/0.024
Alaçam	0.590/0.037	0.612/0.037	0.621/0.038	0.598/0.055	0.705/0.043
Şarkışla	1.105/0.013	0.754/0.039	0.516/0.061	0.721/0.048	0.980/0.031
Yapraklı	0.794/0.010	0.610/0.043	0.494/0.042	0.480/0.065	0.723/0.036
Mucur	0.533/0.085	0.364/0.105	0.290/0.040	0.379/0.109	0.472/0.105

Kızılırmak havzasında mevsimsel ve yıllık yağmur serilerindeki değişimin analizini yapmak amacıyla yağmur serilerine uygulanan Spearman Rho test sonuçları Çizelge 4.4'te verilmiştir. Çizelgelerde verilen “ $\rho_s$ ” Spearman Rho değeri ve “ $t_{cal}$ ” yani  $(\rho_S) \times (N-1)^{0.5}$  ilişkisinden elde edilen Spearman Rho test istatistik değerini belirtmektedir. Bu çizelgede verilen “ $t_{cal}$ ” değeri, %5 önem seviyesi için standart normal dağılım tablo değeri olan  $\pm 1.96$  değeri ile karşılaştırılır. Bu çalışma için standart normal dağılım kritik tablo değeri, çift uçlu ( $\%2.5 \times 2 = \%5$ ) olasılık dikkate alınarak belirlenmiştir. Bu amaçla hesaplanan “ $t_{cal}$ ” değeri, kritik tablo değerinden daha küçük olduğunda göz önüne alınan yağmur verisinde istatistiki anlamda bir değişim yoktur şeklinde karar verilir.

Çizelge 4.3. Holt yöntemi eğim ( $m_{bt}$ ) sonuçları

İstasyon	Mevsimler				Yıllık YT
	MI	MII	MIII	MIV	
Ilgaz	-0.018	-0.077	0.049	-0.005	0.376
Tosya	-0.003	-0.008	-0.063	-0.070	0.062
Osmancık	-0.209	-0.092	-0.160	0.063	-0.345
Sorgun	-0.056	-0.205	0.139	0.185	0.229
Zara	0.101	0.030	-0.035	0.027	0.014
Keskin	0.055	-0.041	-0.026	0.137	0.104
Çiçekdağı	-0.050	0.000	-0.014	0.042	-0.040
Kaman	0.100	-0.096	-0.018	0.120	0.247
Boğazlıyan	-0.052	-0.011	0.023	0.094	0.057
Avanos	0.065	0.112	-0.115	0.126	0.406
Ürgüp	-0.129	0.062	0.022	0.092	0.034
Develi	-0.015	-0.011	-0.025	0.053	-0.046
Kastamonu	-0.028	-0.029	0.025	-0.091	-0.073
Çankırı	-0.172	-0.104	0.008	0.044	-0.298
Merzifon	0.070	-0.007	0.041	0.030	0.165
Sivas	-0.111	0.057	-0.014	-0.002	0.077
Kırıkkale	-0.038	-0.039	-0.069	0.060	-0.151
Yozgat	0.055	-0.033	-0.017	0.123	0.183
Kırşehir	-0.043	-0.013	-0.005	0.016	-0.043
Gemerek	-0.069	0.000	0.054	0.058	0.013
Ortaköy	0.044	-0.418	-0.155	0.015	-0.660
Nevşehir	-0.078	-0.346	-0.053	0.094	-0.328
Kayseri	-0.001	0.011	-0.037	0.004	-0.142
Çiftlik	-0.108	-0.012	-0.025	0.000	-0.106
Boyabat	0.061	-0.117	0.152	0.080	0.321
Bafra	0.085	0.032	0.170	-0.085	0.014
Alaçam	0.013	-0.017	0.149	-0.097	-0.483
Şarkışla	-0.476	0.156	-0.049	0.062	-0.126
Yapraklı	0.000	-0.122	-0.107	-0.103	-0.210
Mucur	-0.160	-0.620	-0.259	0.461	-0.440

Kızılırmak havzası için elde edilen (30x5=150) 150 yağmur serisinin 32 adedinde istatistiki anlamda önemli trend olduğu tespit edilmiştir. Değişimin olduğu bu yağmur serilerinden 18 adedinde azalan yönde, 14 adedinde artan yönde trend belirlenmiştir. İlk mevsim serisi (MI) için 3 istasyonda trend tespit edilirken, (MII) için 7, (MIII) için 6, (MIV) ve (YT) için 8 istasyonda trend tespit edilmiştir.

Çizelge 4.4. Spearman Rho test sonuçları

İstasyon	Mevsimler								Yıllık	
	MI		MII		MIII		MIV		YT	
	$\rho_s$	$t_{cal}$	$\rho_s$	$t_{cal}$	$\rho_s$	$t_{cal}$	$\rho_s$	$t_{cal}$	$\rho_s$	$t_{cal}$
Ilgaz	-0.25	1.74	-0.14	0.95	0.03	0.18	-0.33	▼2.28	-0.28	▼1.97
Tosya	-0,08	0,57	-0,03	0,20	0,16	1,15	-0,07	0,48	-0,03	0,21
Osmancık	0.178	1.259	0.098	0.69	0.15	1.11	-0.02	0.12	0.16	1.19
Sorgun	0.055	0.304	-0.57	▼3.17	0.11	0.61	-0.50	▼2.81	-0.55	▼3.05
Zara	-0.07	0.54	-0.23	1.66	-0.02	0.12	0.01	0.06	-0.16	1.17
Keskin	0.19	1.32	-0.29	▼1.99	-0.03	0.23	0.04	0.26	0.01	0.04
Çiçekdağı	-0.11	0.83	0.04	0.30	0.16	1.23	0.17	1.35	0.21	1.64
Kaman	0.08	0.59	-0.18	1.28	0.24	1.73	0.02	0.17	0.09	0.63
Boğazlıyan	-0.12	0.85	-0.10	0.73	0.08	0.62	-0.01	0.05	-0.09	0.64
Avanos	0.08	0.46	-0.01	0.09	0.14	0.77	-0.37	▼1.99	-0.22	1.22
Ürgüp	0.00	0.01	-0.37	▼2.45	0.02	0.14	0.04	0.28	-0.20	1.32
Develi	0.11	0.31	-0.08	0.18	-0.04	0.10	-0.04	0.40	-0.02	0.10
Kastamonu	-0.02	0.16	0.10	0.81	0.33	▲2.69	0.29	▲2.38	0.28	▲2.25
Çankırı	-0.18	1.49	-0.05	0.44	0.26	▲2.12	0.07	0.61	0.005	0.04
Merzifon	0.03	0.28	0.30	▲2.41	0.36	▲2.95	0.32	▲2.60	0.52	▲4.21
Sivas	-0.01	0.11	-0.01	0.09	0.10	0.85	0.23	1.89	0.16	1.35
Kırıkkale	0.04	0.28	-0.16	1.17	0.03	0.26	0.08	0.56	-0.04	0.33
Yozgat	0.07	0.56	0.00	0.03	0.27	▲2.19	0.19	1.56	0.17	1.39
Kırşehir	-0.29	▼2.37	0.02	0.19	0.29	▲2.36	0.12	0.95	0.01	0.05
Gemerek	-0.05	0.39	-0.15	1.15	-0.03	0.26	0.04	0.29	-0.12	0.88
Ortaköy	-0.19	1.45	-0.14	1.05	0.14	1.09	-0.03	0.26	-0.12	0.90
Nevşehir	-0.18	1.37	-0.06	0.49	0.05	0.39	0.03	0.23	0.01	0.06
Kayseri	0.07	0.61	-0.06	0.52	0.05	0.39	0.25	▲2.03	0.16	1.32
Çiftlik	-0.06	0.47	-0.18	1.48	0.20	1.61	0.27	▲2.22	0.08	0.71
Boyabat	0.28	▲2.09	0.02	0.15	0.01	0.09	0.26	1.94	0.26	▲1.97
Bafra	-0.11	0.82	-0.06	0.45	-0.02	0.17	0.11	0.78	0.01	0.11
Alaçam	-0.24	1.94	0.07	0.56	0.16	1.31	0.03	0.30	0.07	0.58
Şarkışla	-0.30	▼2.19	-0.49	▼3.58	-0.31	▼2.28	-0.21	1.53	-0.44	▼3.17
Yapraklı	-0.15	1.02	-0.45	▼2.97	-0.00	0.03	-0.21	1.41	-0.41	▼2.72
Mucur	0.11	0.73	-0.31	▼2.05	0.19	1.30	-0.38	▼2.55	-0.33	▼2.21

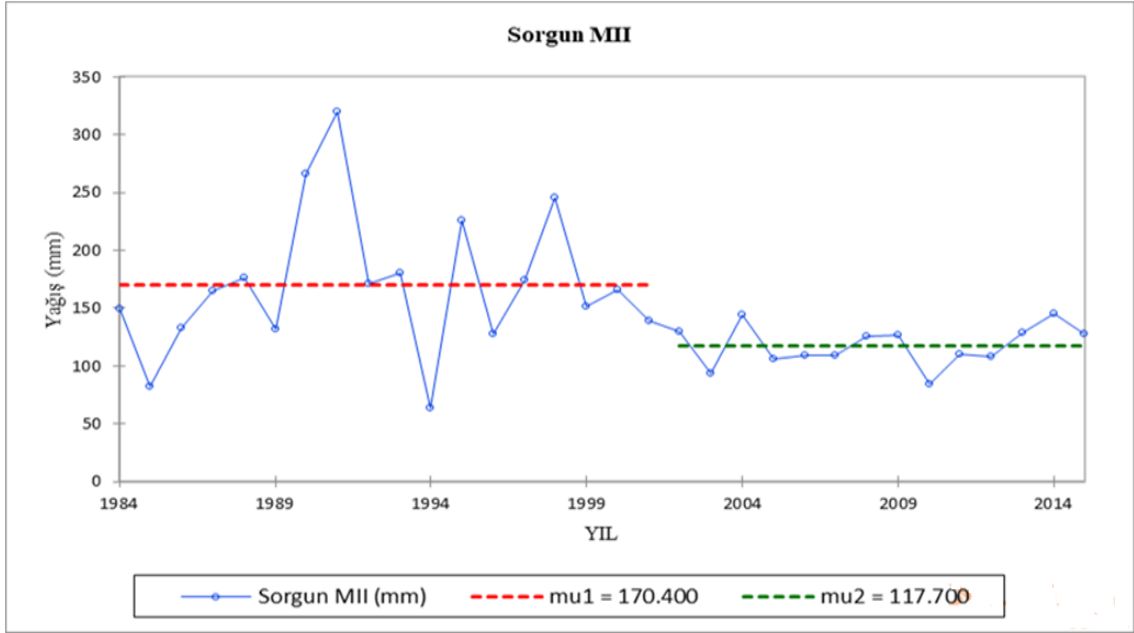
Spearman Rho testi ile önemli seviyede trend olduğu tespit edilen yağış serilerinde, kırılma noktasını ya da değişim yılını bulmak için Pettitt testi, "XLSTAT 19" programı kullanılarak yapıldı.

Çizelge 4.5. Pettitt testi uygulanan yağış serilerinin K, t ve p değerleri

İstasyon	Yağış Serisi Dönemi	Spearman Rho Testi Sonucu Trend Yönü	K	t	P*
İlgaz	M IV	▼	266.000	1997	0.087
	YT	▼	252.000	1975	0.124
Sorgun	M II	▼	174.000	2001	<b>0.005</b>
	M IV	▼	129.000	1998	0.117
	YT	▼	167.000	2002	<b>0.010</b>
Keskin	M II	▼	223.000	2002	0.183
Avanos	M IV	▼	113.000	1998	0.256
Ürgüp	M II	▼	180.000	1981	0.279
Kastamonu	M III	▲	396.000	1967	0.105
	M IV	▲	465.000	1966	<b>0.027</b>
	YT	▲	384.000	1977	0.123
Çankırı	M III	▲	340.000	1994	0.279
Merzifon	M II	▲	428.000	1984	0.056
	M III	▲	470.000	1967	<b>0.025</b>
	M IV	▲	474.000	1969	<b>0.025</b>
	YT	▲	651.000	1976	<b>0.000</b>
Yozgat	M III	▲	406.000	1994	0.089
Kırşehir	M I	▼	511.000	1970	<b>0.009</b>
	M III	▲	377.000	1994	0.151
Kayseri	M IV	▲	497.000	1978	<b>0.013</b>
Çiftlik	M IV	▲	475.000	1982	<b>0.023</b>
Boyabat	M I	▲	473.000	1993	<b>0.021</b>
	M IV	▲	440.000	1984	<b>0.048</b>
Şarkışla	M I	▼	378.000	1972	<b>0.005</b>
	M II	▼	454.000	1977	<b>0.000</b>
	M III	▼	291.000	1979	0.090
	YT	▼	468.000	1977	<b>0.000</b>
Yapraklı	M II	▼	288.000	1993	<b>0.008</b>
	YT	▼	290.000	1991	<b>0.008</b>
Mucur	M II	▼	106.000	2001	0.344
	M IV	▼	145.000	1998	<b>0.041</b>
	YT	▼	113.000	1998	0.252

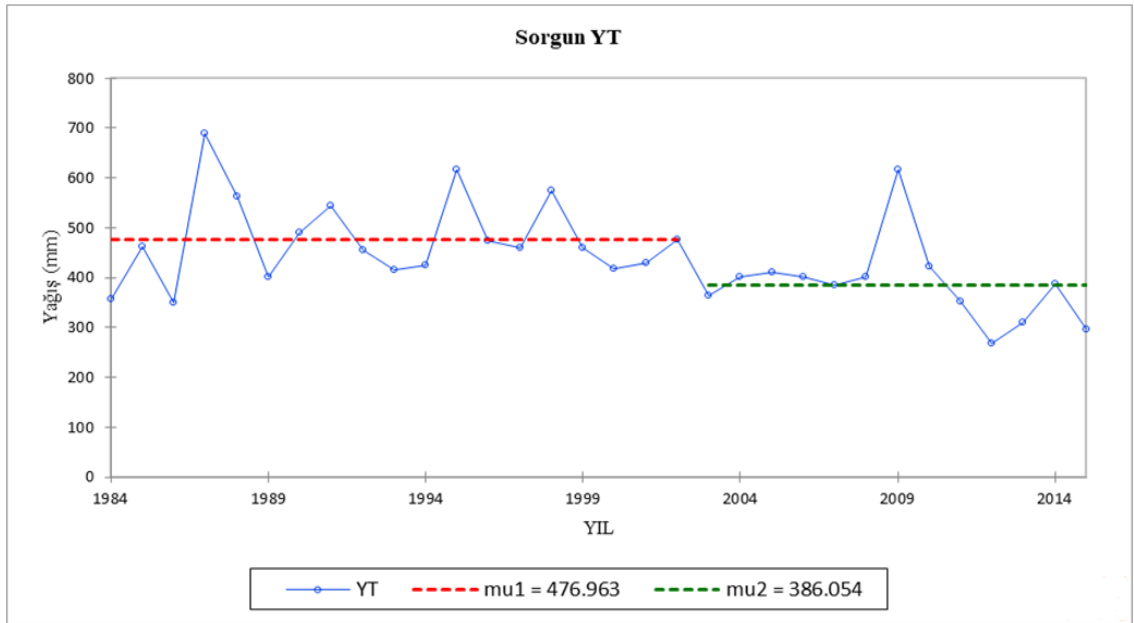
Çizelge 4.5’de %95 güven aralığında  $P < 0.05$  ise önemli,  $P > 0.05$  ise önemli değildir. “▼” işareti azalan trend yönünü, “▲” işareti ise artan trend yönünü belirtmektedir.

Çizelge 4.5’de Pettitt testi sonuçları verilmiştir. Bu test Spearman Rho testinde istatistiki anlamda değişimin önemli olduğu verilere uygulanmıştır.



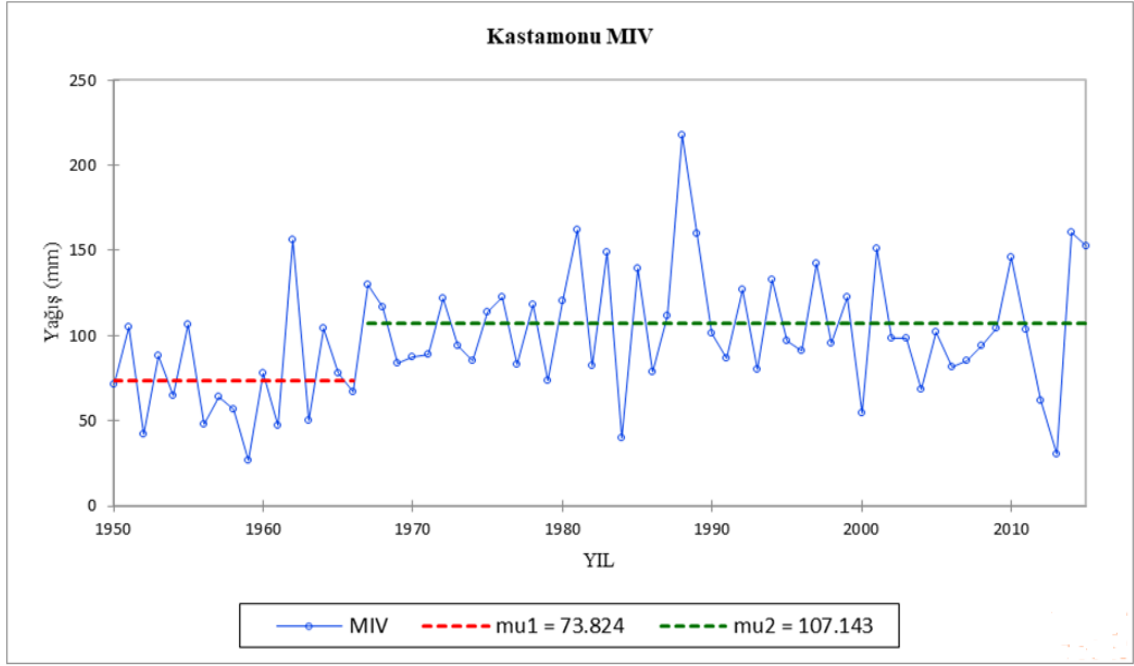
Şekil 4.1. Sorgun istasyonu MII kırılma noktası.

Sorgun yağış istasyonunun MII verilerinin analizinde ortalama yağış 147.3 mm olarak tespit edilmiştir. 1950 ve 2015 yılları arasındaki yağış rejiminde 2001 yılında bir kırılmanın olduğu saptanmıştır ( $P < 0.05$ ). 1984-2001 yıllarında 170.4 mm ( $\mu_1$ ) olan ortalama yağışın 2001-2015 arasında 117.7'e ( $\mu_2$ ) düştüğü gözlemlenmiştir (Şekil 4.1).



Şekil 4.2. Sorgun istasyonu YT kırılma noktası

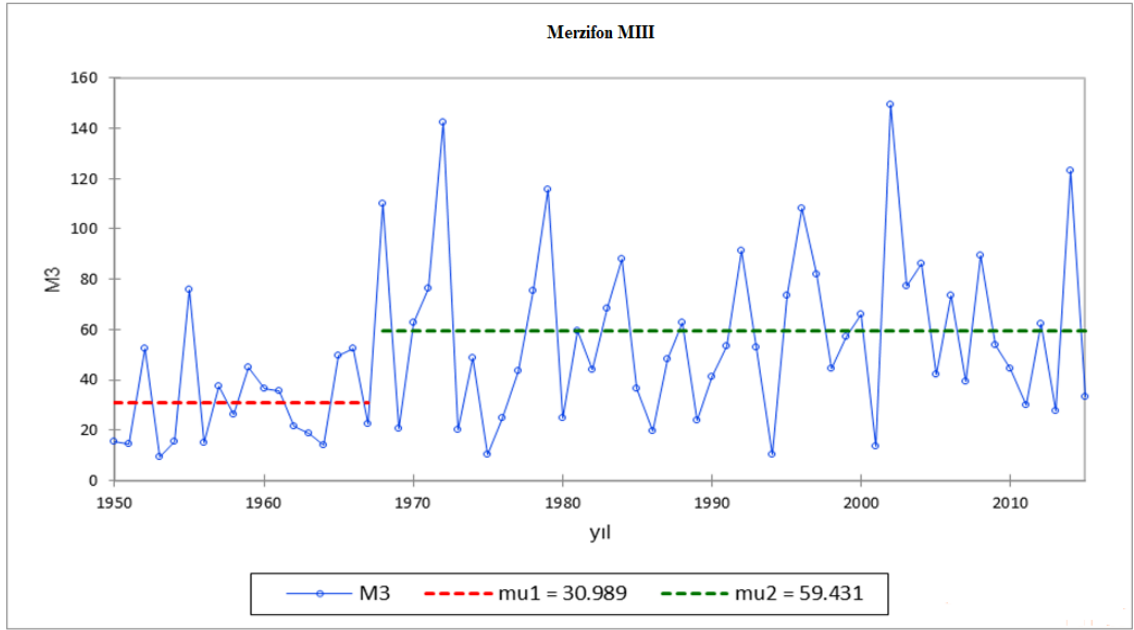
Sorgun yağış istasyonunun YT verilerinin analizinde ortalama yağış 440.0 mm olarak tespit edilmiştir. 1950 ve 2015 yılları arasındaki yağış rejiminde 2002 yılında bir kırılmanın olduğu saptanmıştır ( $P<0.05$ ). 1984-2002 yılları arasında 476.9 mm olan ortalama yağışın 2002-2015 arasında 386.0'e düştüğü gözlemlenmiştir (Şekil 4.2).



Şekil 4.3. Kastamonu istasyonu MIV kırılma noktası

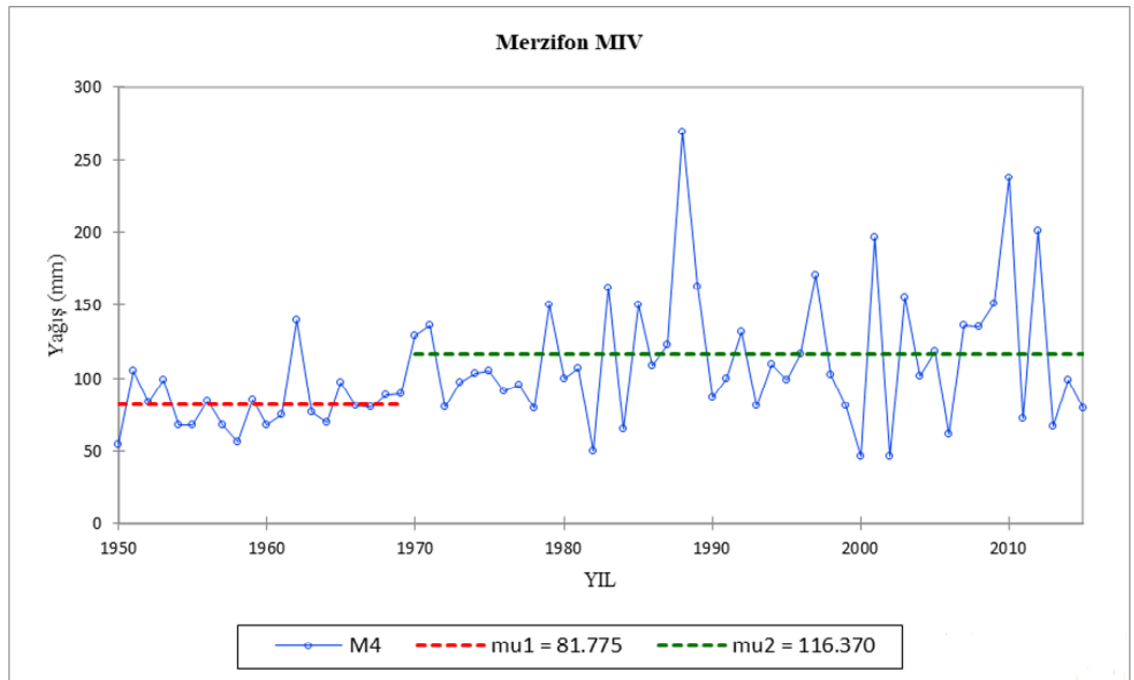
Kastamonu yağış istasyonunun MIV verilerinin analizinde ortalama yağış 98.5 mm olarak tespit edilmiştir. 1950 ve 2015 yılları arasındaki yağış rejiminde 1966 yılında bir kırılmanın olduğu saptanmıştır ( $P<0.05$ ). 1950-1966 yılları arasında 73.824 mm olan ortalama yağışın 1966-2015 arasında 107.1'e yükseldiği gözlemlenmiştir (Şekil 4.3).





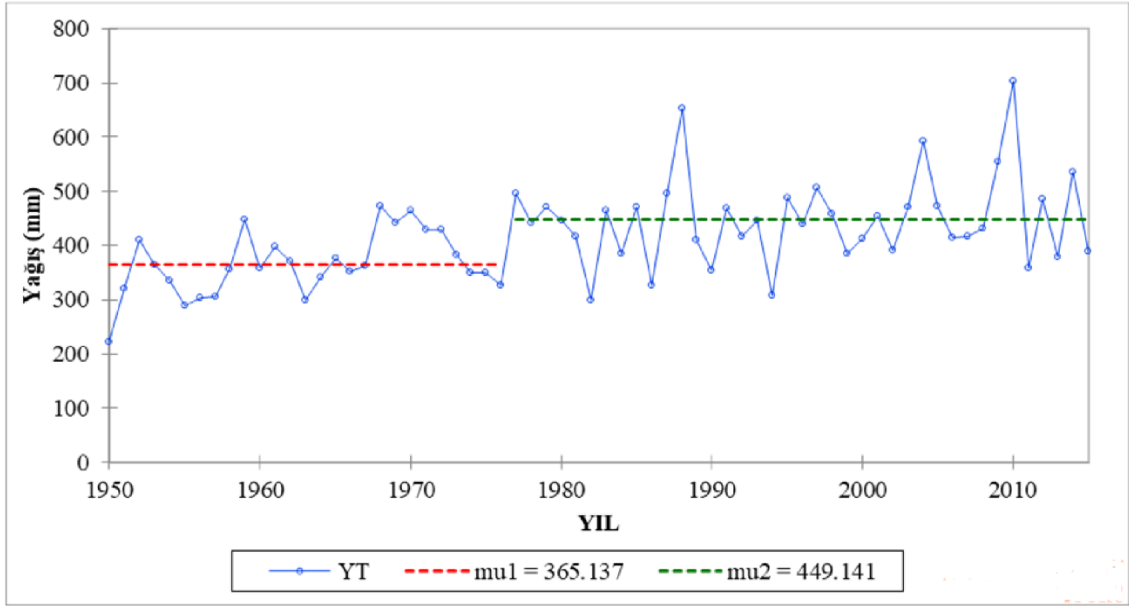
Şekil 4.4. Merzifon istasyonu MIII kırılma noktası

Merzifon yağış istasyonunun MIII verilerinin analizinde ortalama yağış 51.6 mm olarak tespit edilmiştir. 1950 ve 2015 yılları arasındaki yağış rejiminde 1967 yılında bir kırılmanın olduğu saptanmıştır ( $P < 0.05$ ). 1950-1967 yılları arasında 30.9 mm olan ortalama yağışın 1967-2015 arasında 59.4'e yükseldiği gözlemlenmiştir (Şekil 4.4).



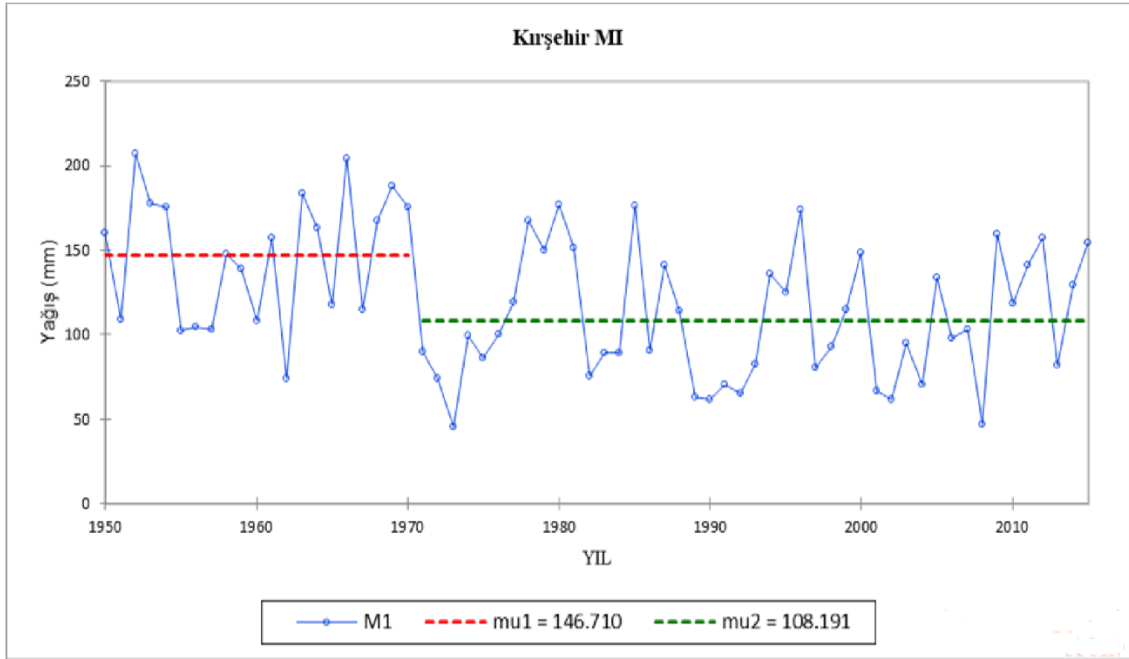
Şekil 4.5. Merzifon istasyonu MIV kırılma noktası

Merzifon yağış istasyonunun MIV verilerinin analizinde ortalama yağış 105.8 mm olarak tespit edilmiştir. 1950 ve 2015 yılları arasındaki yağış rejiminde 1969 yılında bir kırılmanın olduğu saptanmıştır ( $P < 0.05$ ). 1950-1969 yılları arasında 81.7 mm olan ortalama yağışın 1969-2015 arasında 116.3'e yükseldiği gözlemlenmiştir (Şekil 4.5).



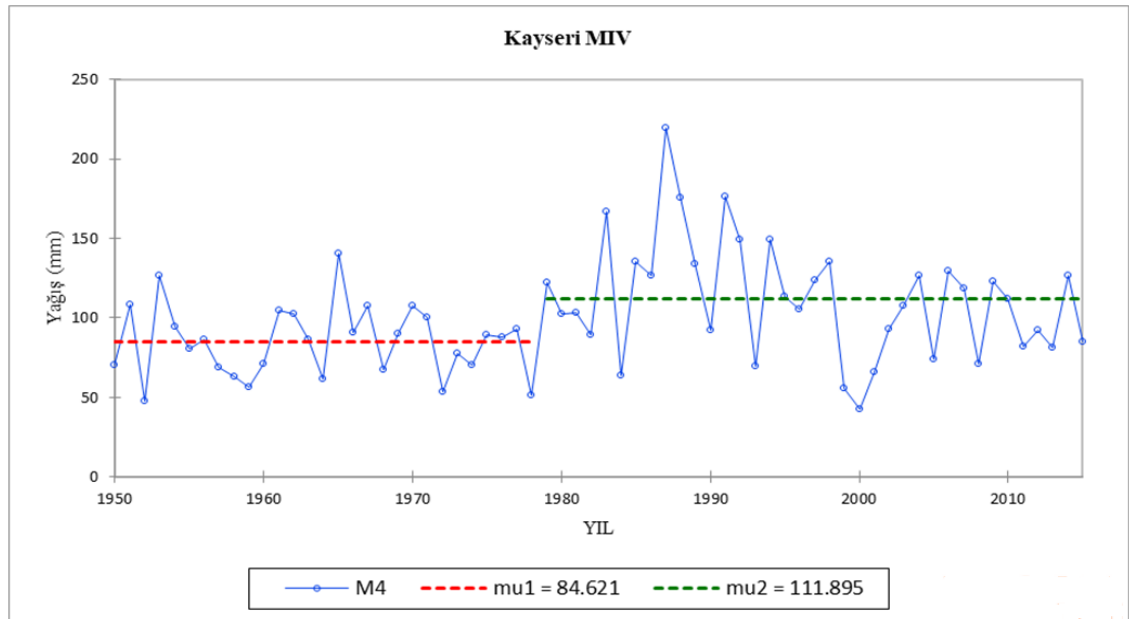
Şekil 4.6. Merzifon istasyonu YT kırılma noktası

Merzifon yağış istasyonunun YT verilerinin analizinde ortalama yağış 414.7 mm olarak tespit edilmiştir. 1950 ve 2015 yılları arasındaki yağış rejiminde 1976 yılında bir kırılmanın olduğu saptanmıştır ( $P < 0.05$ ). 1950-1976 yılları arasında 365.1 mm olan ortalama yağışın 1976-2015 arasında 449.1'e yükseldiği gözlemlenmiştir (Şekil 4.6).



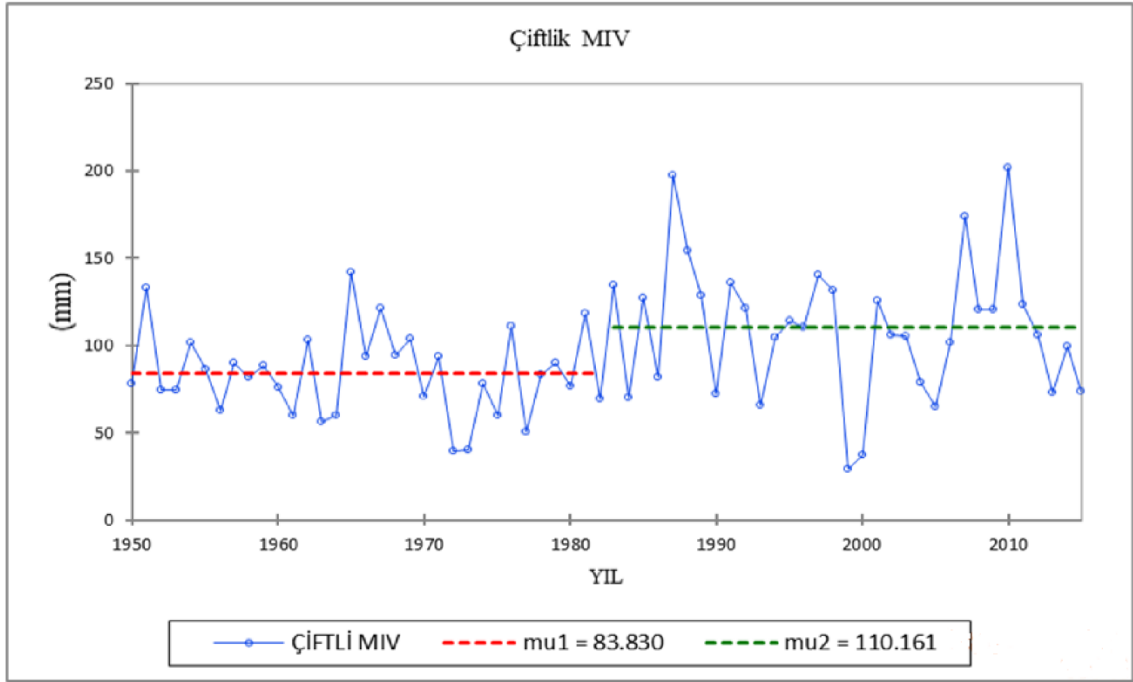
Şekil 4.7. Kırşehir istasyonu MI kırılma noktası

Kırşehir yağış istasyonunun MI verilerinin analizinde ortalama yağış 120.4 mm olarak tespit edilmiştir. 1950 ve 2015 yılları arasındaki yağış rejiminde 1970 yılında bir kırılmanın olduğu saptanmıştır ( $P < 0.05$ ). 1950-1970 yılları arasında 146.7 mm olan ortalama yağışın 1970-2015 arasında 108.1'e düştüğü gözlemlenmiştir (Şekil 4.7).



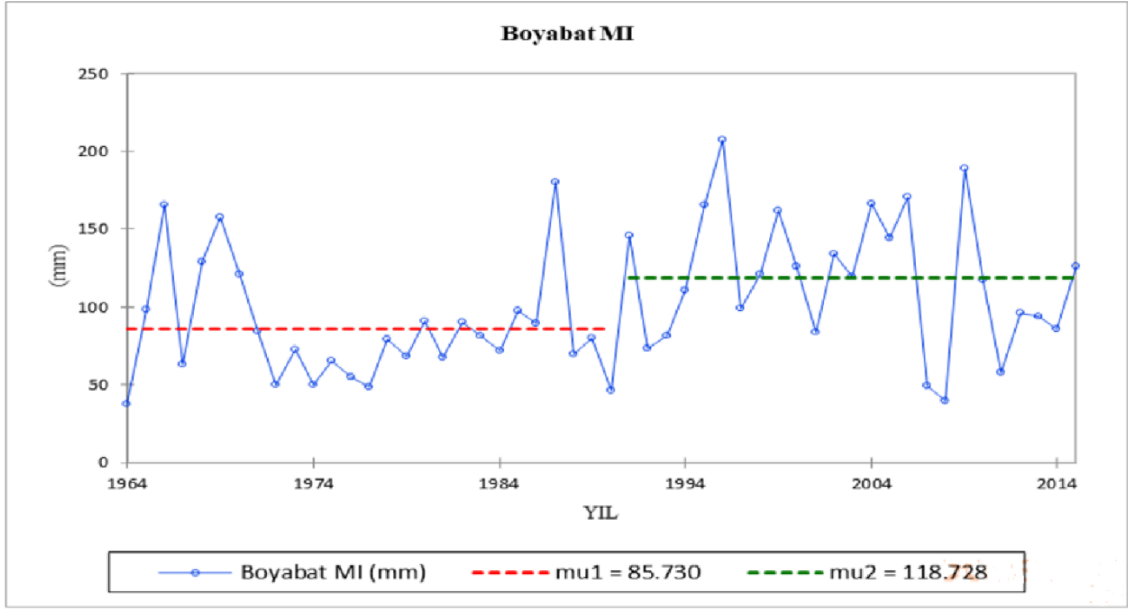
Şekil 4.8. Kayseri istasyonu MIV kırılma noktası

Kayseri yağış istasyonunun MIV verilerinin analizinde ortalama yağış 99.9 mm olarak tespit edilmiştir. 1950 ve 2015 yılları arasındaki yağış rejiminde 1978 yılında bir kırılmanın olduğu saptanmıştır ( $P<0.05$ ). 1950-1978 yılları arasında 84.6 mm olan ortalama yağışın 1978-2015 arasında 111.8'e yükseldiği gözlemlenmiştir (Şekil 4.8).



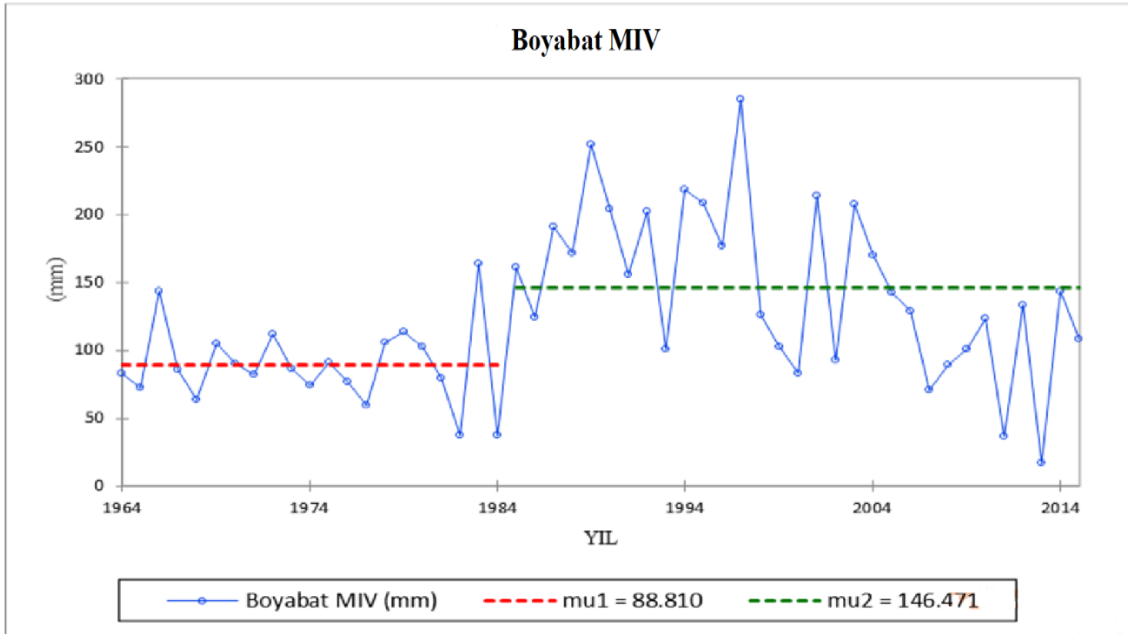
Şekil 4.9. Çiftlik istasyonu MIV kırılma noktası

Çiftlik yağış istasyonunun MIV verilerinin analizinde ortalama yağış 96.9 mm olarak tespit edilmiştir. 1950 ve 2015 yılları arasındaki yağış rejiminde 1982 yılında bir kırılmanın olduğu saptanmıştır ( $P<0.05$ ). 1950-1982 yılları arasında 83.8 mm olan ortalama yağışın 1982-2015 arasında 110.1'e yükseldiği gözlemlenmiştir (Şekil 4.9).



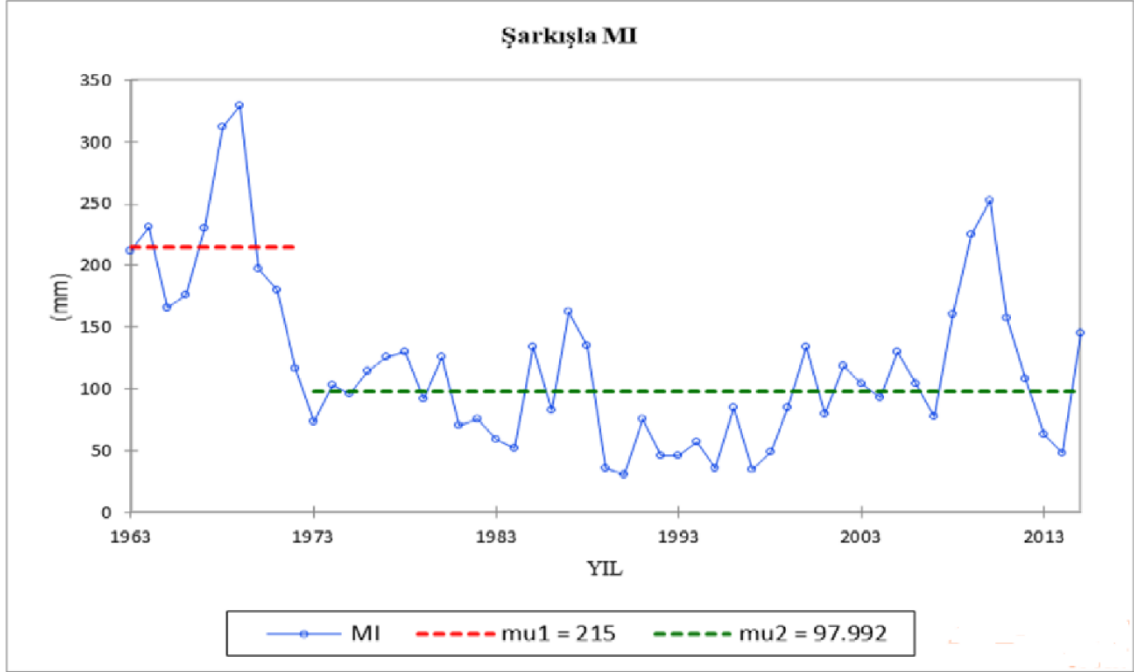
Şekil 4.10. Boyabat istasyonu MI kırılma noktası

Boyabat yağış istasyonunun MI verilerinin analizinde ortalama yağış 101.5 mm olarak tespit edilmiştir. 1964 ve 2015 yılları arasındaki yağış rejiminde 1990 yılında bir kırılmanın olduğu saptanmıştır ( $P < 0.05$ ). 1950-1990 yılları arasında 85.730 mm olan ortalama yağışın 1990-2015 arasında 118.7'e yükseldiği gözlemlenmiştir (Şekil 4.10).



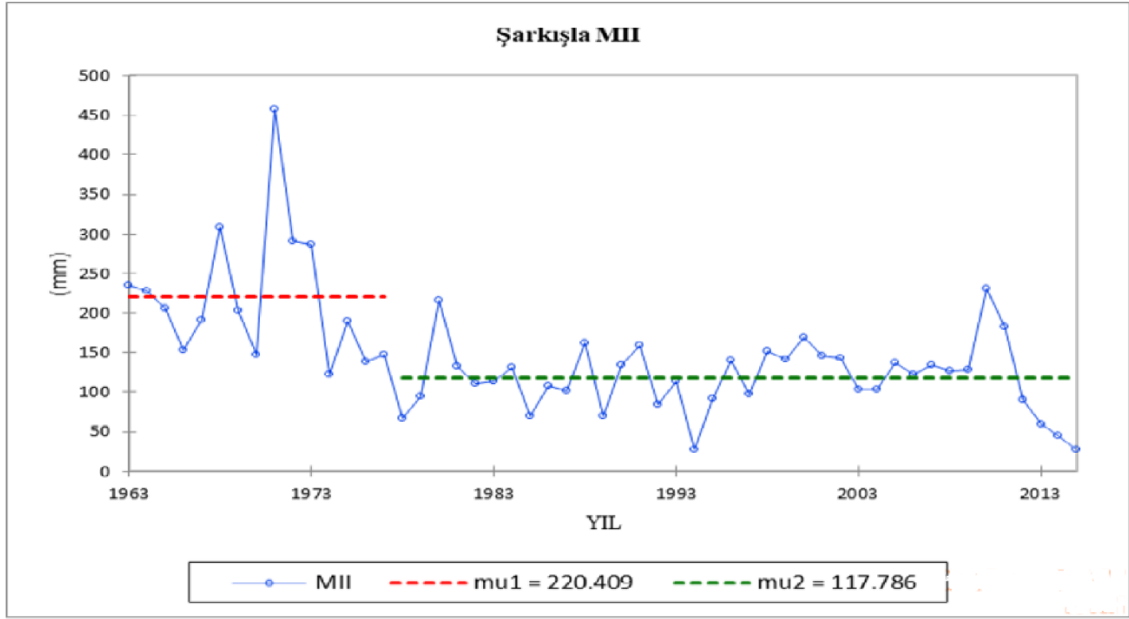
Şekil 4.11. Boyabat istasyonu MIV kırılma noktası

Boyabat yağış istasyonunun MIV verilerinin analizinde ortalama yağış 123.1 mm olarak tespit edilmiştir. 1964 ve 2015 yılları arasındaki yağış rejiminde 1984 yılında bir kırılmanın olduğu saptanmıştır ( $P<0.05$ ). 1950-1984 yılları arasında 88.8 mm olan ortalama yağışın 1984-2015 arasında 146.4'e yükseldiği gözlemlenmiştir (Şekil 4.11).



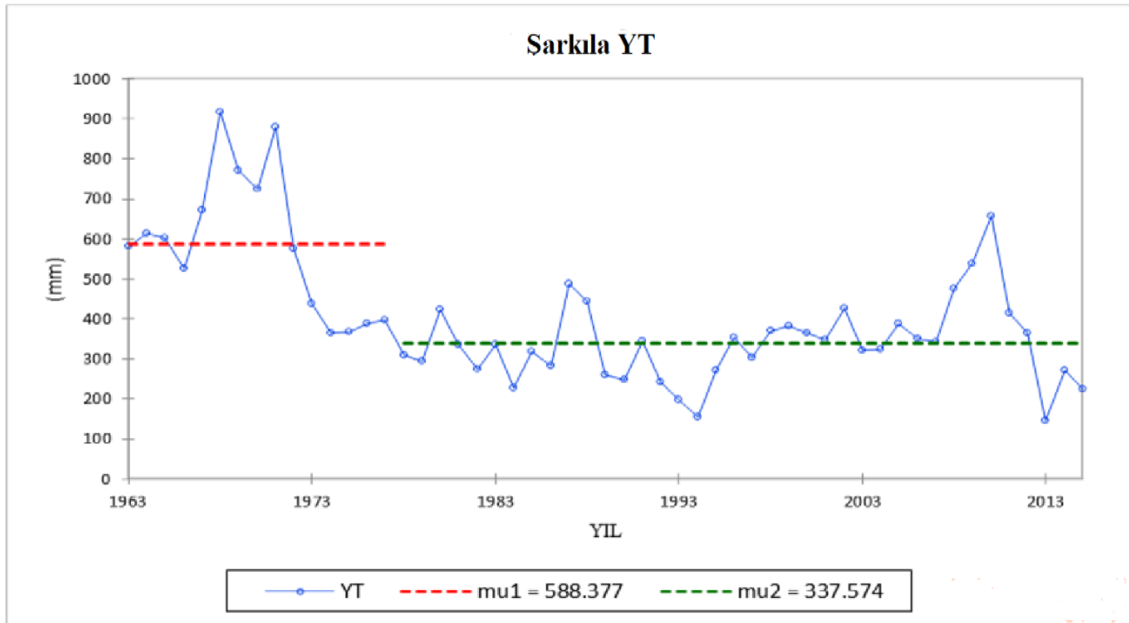
Şekil 4.12. Şarkışla istasyonu MI kırılma noktası

Şarkışla yağış istasyonunun MI verilerinin analizinde ortalama yağış 120.0 mm olarak tespit edilmiştir. 1963 ve 2015 yılları arasındaki yağış rejiminde 1972 yılında bir kırılmanın olduğu saptanmıştır ( $P<0.05$ ). 1963-1972 yılları arasında 215 mm olan ortalama yağışın 1972-2015 arasında 97.9'e düştüğü gözlemlenmiştir (Şekil 4.12).



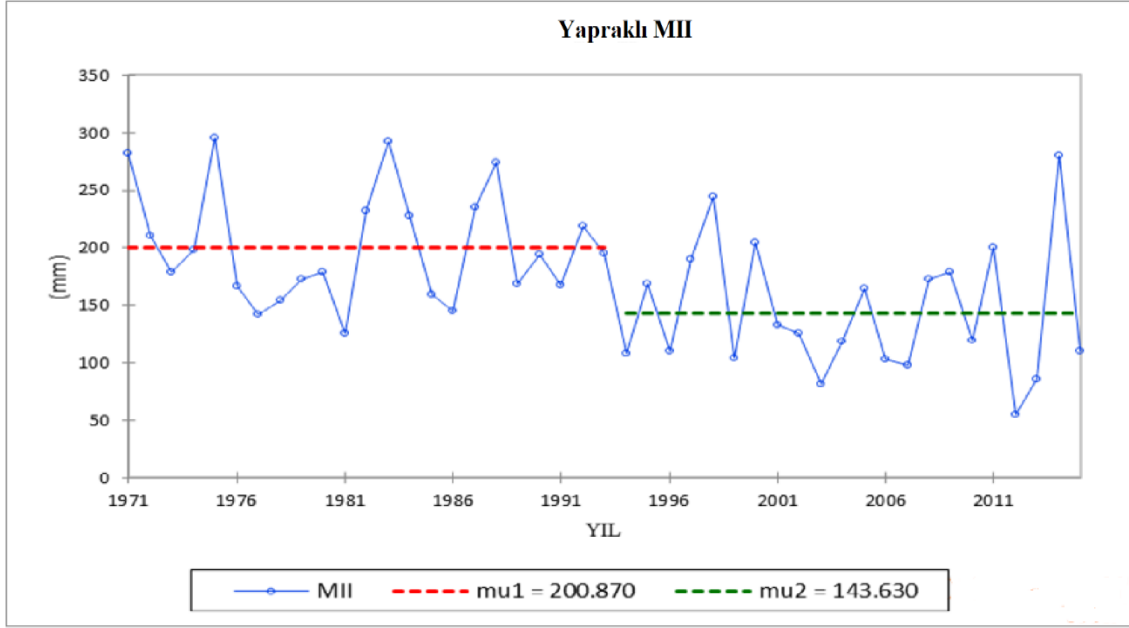
Şekil 4.13. Şarkışla istasyonu MII kırılma noktası

Şarkışla yağış istasyonunun MII verilerinin analizinde ortalama yağış 146.8 mm olarak tespit edilmiştir. 1963 ve 2015 yılları arasındaki yağış rejiminde 1977 yılında bir kırılmanın olduğu saptanmıştır ( $P < 0.05$ ). 1963-1977 yılları arasında 220.4 mm olan ortalama yağışın 1977-2015 arasında 117.7'e düştüğü gözlemlenmiştir (Şekil 4.13).



Şekil 4.14. Şarkışla istasyonu YT kırılma noktası

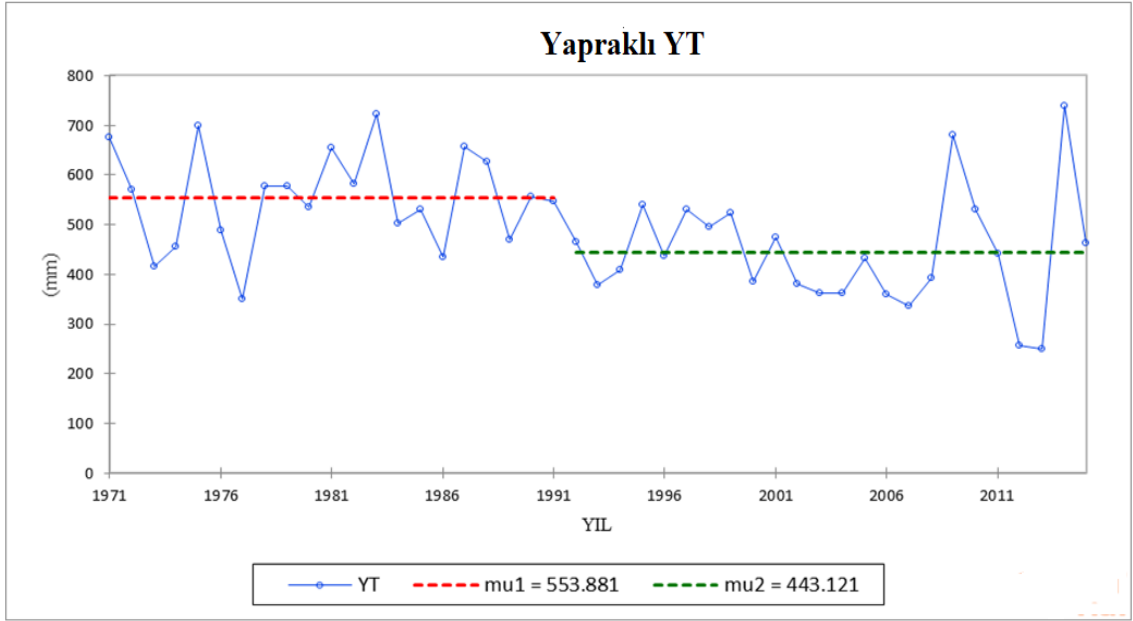
Şarkışla yağış istasyonunun YT verilerinin analizinde ortalama yağış 408.5 mm olarak tespit edilmiştir. 1963 ve 2015 yılları arasındaki yağış rejiminde 1977 yılında bir kırılmanın olduğu saptanmıştır ( $P<0.05$ ). 1963-1977 yılları arasında 588.3 mm olan ortalama yağışın 1977-2015 arasında 337.5'e düştüğü gözlemlenmiştir (Şekil 4.14).



Şekil 4.15. Yapraklı istasyonu MII kırılma noktası

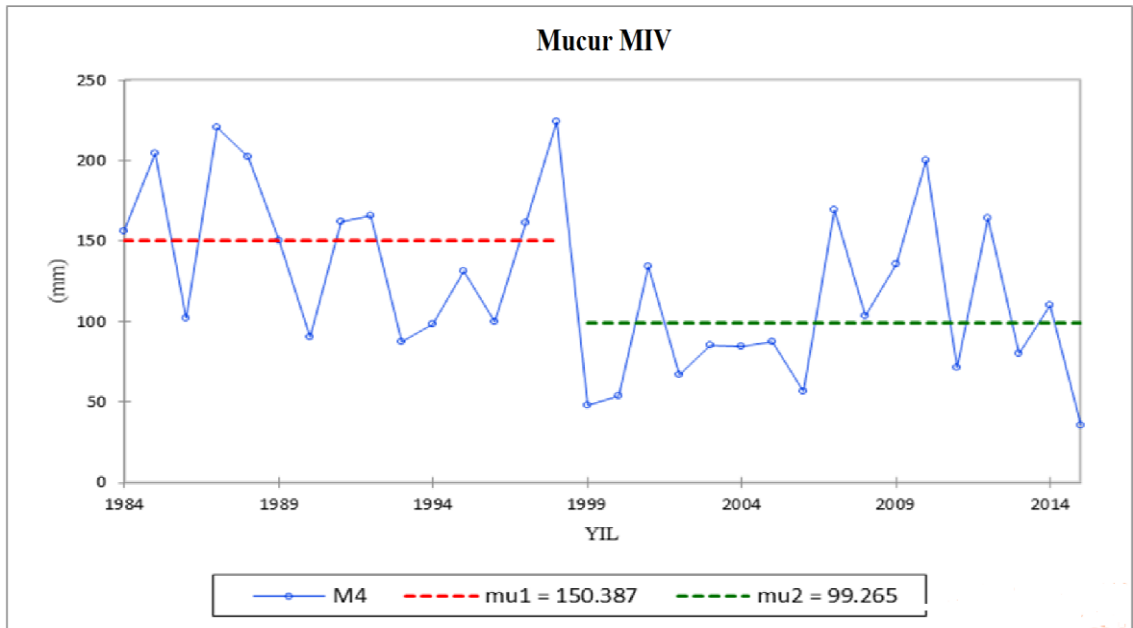
Yapraklı yağış istasyonunun MII verilerinin analizinde ortalama yağış 172.8 mm olarak tespit edilmiştir. 1971 ve 2015 yılları arasındaki yağış rejiminde 1993 yılında bir kırılmanın olduğu saptanmıştır ( $P<0.05$ ). 1971-1993 yılları arasında 200.8 mm olan ortalama yağışın 1993-2015 arasında 143.6'e düştüğü gözlemlenmiştir (Şekil 4.15).





Şekil 4.16. Yapraklı istasyonu YT kırılma noktası

Yapraklı yağış istasyonunun YT verilerinin analizinde ortalama yağış 494.8 mm olarak tespit edilmiştir. 1971 ve 2015 yılları arasındaki yağış rejiminde 1991 yılında bir kırılmanın olduğu saptanmıştır ( $P < 0.05$ ). 1971-1991 yılları arasında 553.8 mm olan ortalama yağışın 1991-2015 arasında 443.1'e düştüğü gözlemlenmiştir (Şekil 4.16).



Şekil 4.17. Mucur istasyonu MIV kırılma noktası

Mucur yağış istasyonunun MIV verilerinin analizinde ortalama yağış 123.2 mm olarak tespit edilmiştir. 1984 ve 2015 yılları arasındaki yağış rejiminde 1998 yılında bir kırılmanın olduğu saptanmıştır ( $P<0.05$ ). 1984-1998 yılları arasında 150.3 mm olan ortalama yağışın 1998-2015 arasında 99.2'e düştüğü gözlemlenmiştir (Şekil 4.17).

Kızılırmak Havzasında, Spearman Rho testi ile  $p= 0.05$  güven aralığında önemli seviyede trend olduğu tespit edilen 16 adet yağış istasyonuna ait 32 adet yağış serilerine Pettitt Testi uygulanmıştır. Pettitt Testi sonucu Çizelge 4.5'de anlaşılacağı üzere değişim yılları belirlenmiş ancak  $p= 0.05$  güven aralığında 17 adet yağış serisinde önemli derecede trend olduğu tespit edilmiştir. 17 adet yağış serilerinin 9 adedinde önemli derecede azalan yönde trend olduğu gözlenirken, 8 adedinde önemli derecede artan yönde trend olduğu gözlemlenmiştir. Değişim yıllarının ya da kırılma noktalarının belirli dönemde olmadığı, kırılmaların farklı yıllarda gerçekleştiği anlaşılmaktadır (Çizelge 4.5, Şekil 4.1-Şekil 4.17).

## 5. SONUÇ

Kızılırmak Havzasında mevsimsel ve yıllık yağış verilerindeki değişkenliğin saptanması amacıyla yapılan bu çalışmada Meteoroloji Genel Müdürlüğü'ne ait havza sınırları içerisinde bulunan toplam 30 adet istasyona ait yağış verileri kullanılmıştır. Veriler dört farklı dönem ve yıllık olarak çeşitli testlere tabi tutulmuştur.

1950 ve 2015 yılları arasındaki mevsimsel ve yıllık yağmur serilerine uygulanan Mann-Whitney U testi homojenlik sonuçlarına göre 30 adet yağmur istasyonundan alınan 150 yağmur serilerinden MI için 4 yağmur istasyonunda, MII için 4 yağmur istasyonunda, MIII için 1 yağmur istasyonunda, MIV için 9 yağmur istasyonunda, YT için 7 yağmur istasyonunda homojenlik bozulmuştur.

Kızılırmak havzasında ki 30 yağış istasyonuna ait mevsimsel ve yıllık yağmur serilerinde ki değişim Holt yöntemi (ikili üssel düzleştirme) ile incelenmiş olup MI mevsimsel sezonu için 19, MII mevsimsel sezonu için 21, MIII mevsimsel sezonu için 19, MIV mevsimsel sezonu için 7 ve YT serisi için 15 adet istasyonda azalan yönde eğilimin olduğu; diğer verilerde ise artış olduğu belirlenmiştir.

Kızılırmak havzası için elde edilen ( $30 \times 5 = 150$ ) 150 yağmur serisinin 32 adedinde değişimin olduğu bu yağmur serilerinden Spearman Rho Testine göre 18 adedinde azalan yönde, 14 adedinde artan yönde trend belirlenmiştir. İlk mevsim serisi MI için 3 istasyonda trend tespit edilirken MII için 7, MIII için 6, MIV ve YT için 8 istasyonda trend tespit edilmiştir.

Spearman Rho Testi ile önemli seviyede trend olduğu tespit edilen 32 yağış serisinde, kırılma noktasını ya da değişim yılını bulmak için uygulanan Pettitt Testinde 18 istasyonda azalan yönde, 14 istasyonda artış yönünde trend belirlenmiştir. Bu istasyonlarda tespit edilen kırılma yılları için belli bir dönemden bahsetmek mümkün değildir.

Buna göre Kızılırmak Havzası'nda yağış rejiminin bazı istasyonlarda artış bazı istasyonlarda azalma ve bazılarında yağışın homojen şekilde sürdüğü söylenebilir. Ayrıca artış ve azalışın olduğu kırılma noktalarında da herhangi bir benzerliğin olmadığı gözlemlenmiştir.

Sonuç olarak Kızılırmak havzasında yağış rejiminin artan, azalan ve stabil olduğu yönünde bir çıkarım yapmak mümkün değildir. Ancak yapılan bu çalışma önümüzdeki yıllardaki yerel ve bölgesel yağışların trendi hakkında çiftçi, araştırmacı v.b. ilgili kişiler için bir kaynak niteliğindedir.



## 6. KAYNAKLAR

- Akinremi, O. O., Mcginn, S. M. ve Cutforth, H. W., 1999. Precipitation Trends on the Canadian Prairies. *Journal of Climate*, 12 (10), 2996–3003.
- Anonim, 2017. İstasyon Bilgileri Veritabanı. T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı Meteoroloji Genel Müdürlüğü web sayfası, <https://www.mgm.gov.tr/kurumsal/istasyonlarimiz.aspx> (Ziyaret tarihi; 05,01,2017).
- Ayaz, S., Aktaş, Ö., Baban, A. ve Tırıs, M., 2010. Havza Koruma Eylem Planlarının Hazırlanması Projesi. TÜBİTAK Marmara Araştırma Merkezi, Gebze.
- Aydın, F., 2009. Türkiye Buharlaştırma Verilerinin Bölgesel Ortalama Gidiş Analizi. (Yüksek Lisans Tezi), Çukurova Üniversitesi. Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü, Adana.
- Babar, S., ve Ramesh, H. 2014. Analysis of extreme rainfall events over Nethravathi basin. *ISH Journal of Hydraulic Engineering*, 20, 212-221.
- Bari, S.H., Rahman, M.T.U., Hoque, M.A.ve Hussain, M.M., 2016. Analysis of seasonal and annual rainfall trends in the northern region of Bangladesh. *Atmospheric Research*, 176-177, 148-158.
- Bulut, H., Yeşilata, B. ve Yeşilnacar, M. İ., 2006. Atatürk Baraj Gölünün Bölge İklimi Üzerine Etkisinin Trend Analizi İle Tespiti. GAP V. Mühendislik Kongresi, 26-28 Nisan, Şanlıurfa.
- Büyükyıldız, M., 2004. Sakarya havzası yağışlarının trend analizi ve stokastik modellemesi. (Doktora Tezi), Selçuk Üniversitesi. İnşaat Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Konya.
- Caymaz, U., 2016. Fırat-Dicle Havzasında Standart Sürelerdeki Maksimum Yağmurların Değişiminin Analizi. (Yüksek Lisans Tezi), Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tokat.
- Cengiz, T.M. ve Kahya, E., 2006. Türkiye göl su seviyelerinin eğilim ve harmonik analizi. *İTÜ Dergisi*, 5, 215-224.
- Chang, H. ve Kwon, W.T., 2007. Spatial variations of summer precipitation trends in South Korea, 1973–2005. *Environmental Research Letters*, 2, 1-9.
- Chen, F.W. ve Liu, C.W., 2012. Estimation of the spatial rainfall distribution using inverse distance weighting (IDW) in the middle of Taiwan. *Paddy and Water Environment*, 10, 209-222.
- Chiew, F. ve Sriwardena, L., 2005. Trend (trend/change detection software), User Guide. CRC for Catchment Hydrology, Australia, 23.
- Çeribaşı, G., 2015. Karadeniz ve Sakarya Havzalarında Yağış-Akış-Askıda Katı Madde Verilerinin Trend Analizi İle İncelenmesi. (Doktora Tezi), Sakarya Üniversitesi. İnşaat Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Sakarya.
- Duhan, D. ve Pandey, A., 2013. Statistical Analysis of Long Term Spatial and Temporal Trends of Precipitation During 1901–2002 at Madhya Pradesh, India. *Atmospheric Research*, 122, 136-149.
- Erbekçi, E., 2006. Türkiye’de Yağış Olasılığının Zamansal ve Alansal Değişimleri, (Yüksek Lisans Tezi), Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi. Sosyal Bilimler Enstitüsü, Çanakkale.
- Gajbhiye, S., Meshram, C., Mirabbasi, R. ve Sharma, S. K., 2016. Trend analysis of rainfall time series for Sindh river basin in India. *Theoretical and Applied Climatology*, 125, 593-608.

- Giorgi, F., 2006. Climate change Hot-Spots. *Geophysical Research Letters*, 33, L08707.
- Goovaerts, P., 2000. Geostatistical approaches for incorporating elevation into the spatial interpolation of rainfall. *Journal Hydrol*, 228, 113-129.
- Groleau, A., Mailhot, A. ve Talbot, G., 2007. Trend analysis of winter rainfall over southern Québec and new Brunswick (Canada). *Atmosphere-Ocean*, 45, 153-162.
- Huang, Y.F., Puah, Y.j., Chua, K.C. ve Lee, T.S., 2015. Analysis of monthly and seasonal rainfall trends using the Holt's test. *International Journal of Climatology*, 35, 1500-1509.
- İstanbuluoğlu, A., Bağdatlı, M.C. ve Arslan, C., 2013. Uzun Yıllık Yağış Verilerinin Trend Analizi ile Deđerlendirilmesi: Tekirdağ-Çorlu ilçesi Uygulaması. *Tekirdağ Ziraat Fakóltesi Dergisi*, 10, 70-78.
- Jagadeesh, P. ve Anupama, C., 2014. Statistical and trend analyses of rainfall: a case study of Bharathapuzha river basin, Kerala, India. *ISH Journal of Hydraulic Engineering*, 20, 119-132.
- Javari, M., 2016. Trend and Homogeneity Analysis of Precipitation in Iran. *Climate*, 4(44), 1-23,
- Javari, M., 2017. Spatial variability of rainfall trends in Iran. *Arabian Journal of Geosciences*, 2857-8.
- Jiang, T., Su, B. ve Hartmann, H., 2007. Temporal and spatial trends of precipitation and river flow in the Yangtze River Basin, 1961–2000. *Geomorphology*, 85, 143-154.
- Kadıoğlu, M., Toros, H. ve Kurtuluş, B., 1994. Küresel Isınma ve Türkiye'de Yağış Trendleri. DSİ Genel Müdürlüğü 40. Kuruluş Yılı, Su ve Toprak Kaynaklarının Geliştirme Konferansı, Ankara.
- Kadıoğlu, M., 2000. Regional Variability Of Seasonal Precipitation Over Turkey. *International Journal of Climatology*, 20(14), 1743-1760.
- Kahya, E. ve Kalayci, S., 2004. Trend analysis of streamflow in Turkey. *J. Hydrol*, 289, 128-144.
- Karabulut, M., 2009. Precipitation Trends in Kahramanmaraş along with Gaziantep and Adıyaman during the period of 1963-2005. *Ekoloji Dergisi*, 18, 15-24.
- Karabulut, M. ve Cosun, F., 2009. Kahramanmaraş İlinde Yağışların Trend Analizi. *Coğrafi Bilimler Dergisi*, 7(1), 65-83.
- Keim, B.D., ve Muller, R.A., 1992. Temporal Fluctuations of Heavy Rainfall Magnitudes in New Orleans, Louisiana, 1871–1991. *Water Research Bulletin*, 28(4), 721-730.
- Kızılelma, Y., Çelik, M.A. ve Krabulut, M., 2015. İç Anadolu Bölgesinde Sıcaklık ve Yağışların Trend Analizi. *Türk Coğrafya Dergisi*, 64, 1-10.
- Kişi, O. ve Ay, M., 2014. Comparison of Mann-Kendall and innovative trend method for water quality parameters of the Kizilirmak River, Turkey. *Journal of Hydrology*, 513, 362-375.
- Kumar, V., Jain, S.K. ve Singh, Y., 2010. Analysis of long-term rainfall trends in India. *Hydrological Sciences Journal*, 55, 484-496.
- Kurunc, A., Yurekli, K. ve Yurtseven E., 2005. Determination of Sudden Changes in Time Series of Yeşilirmak River-durucasu Water Quality Records. *Journal of Applied Sciences*, 5(1), 122-126.
- Kurunc, A., Yürekli, K. ve Okman, C., 2006. Effects of Kilickaya Dam on Concentration and Load Values of Water Quality Constituents in Kelkit Stream in Turkey. *Journal of Hydrology*, 317, 17-30.

- Liu, Q., Yang, Z. ve Cui, B., 2008. Spatial and temporal variability of annual precipitation during 1961–2006 in Yellow River Basin, China. *Journal of Hydrology*, 361, 330-338.
- Lu, G.Y. ve Wong, D.W., 2008. An adaptive inverse-distance weighting spatial interpolation technique. *Computers & Geosciences*, 34, 1044-1055.
- Modarresa, R. ve Silvap, V.P.R., 2006. Rainfall Trends in Arid and Semi-Arid Regions of Iran. *Journal of Arid Environments*, 70(2), 344-355.
- Nachar, N., 2008. The Mann Whitney U: A Test for Assessing Whether Two Independent Samples Come from the Same Distribution. *Quant. Meth. Psych.*, 4, 13-20.
- Nair, A., Joseph, K.A. ve Nair, K.S., 2014. Spatio-temporal analysis of rainfall trends over a maritime state (Kerala) of India during the last 100 years. *Atmospheric Environment*, 88, 123-132
- Oğuz, İ., Öztekin, T. ve Akar, Ö., 2008. Tokat Kazova'daki Uzun Yıllık Yağış ve Sıcaklık Gidişlerinin Kuraklık Açısından İrdelenmesi. *Tokat Gaziosmanpaşa Üni. Ziraat Fakültesi Dergisi*, 25, 71-79.
- Okman, C., 1975. Tekrarlanma Analizlerinde Hidrolojik Verilerin Seçimi. *Toprak Su Teknik Dergisi*, 40 (41), 54-58.
- Onyutha, C., Tabari, H., Taye, M.T., Nyandwaro, G.N. ve Willems, P., 2016. Analyses of rainfall trends in the Nile River Basin. *Journal of Hydro-environment Research*, 13, 36-51.
- Özfidaner, M., 2007. Türkiye Yağış Verilerinin Trend Analizi ve Nehir Akımları Üzerine Etkisi.(Yüksek Lisans Tezi), Çukurova Üniversitesi. Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü, Adana.
- Özfidaner, M., Topaloğlu, F., Baydar, A. ve Kuşvuran, K., 2013. Akdeniz Bölgesi Kuraklık Verilerinin Gidiş Analizi. 3. Ulusal Toprak ve Su Kaynakları Kongresi Bildiriler Kitabı, 22-24 Ekim, Tokat.
- Partal, T. ve Kahya, E., 2006. Trend Analysis in Turkish Precipitation Data. *Hydrology Process*, 20(9), 2011-2026.
- Puah, Y.J., Huang, Y.F., Chua, K.C. ve Lee, T.S., 2016. River catchment rainfall series analysis using additive Holt-Winters method. *Journal of Earth System Sciences*, 125, 269-283.
- Robert, W. ve Stogner, S.R., 2000. Trends in Precipitation and Streamflow in the Fountain Creek Watershed, Southeastern Colorado, 1977-99. USGS Fact Sheet.
- Ros, F.C., Tosaka, H., Sidek, L.M. ve Basri, H., 2016. Homogeneity and trends in long-term rainfall data, Kelantan River Basin, Malaysia. *International Journal of River Basin Management*, 14, 151-163.
- Sayemuzzaman, M. ve Jha, M.K., 2014. Seasonal and annual precipitation time series trend analysis in North Carolina, United States. *Atmospheric Research*, 137, 183-194.
- Serrano, A., Mateos, V.L. ve Garcia, J.A., 1999. Trend Analysis of Monthly Precipitation Over the Iberian Peninsula for the Period 1921-1995. *Physics and Chemistry of the Earth*, 24(1-2), 85-90.
- Şen, Z., 2012. Innovative trend analysis methodology. *Journal of Hydrologic Engineering* 17 (9), 1042-1046.
- Şimşek, O., Gümüş, V., Soydan, N.G., Yenigün, K., Kavşut, M.E. ve Topçu, E., 2013. Hatay İlinde Bazı Meteorolojik Verilerin Gidiş Analizi. *International Technologic Science*, 5, 132-144.

- Şimşek, H., Yürekli, K. ve Ünlükara, A., 2014. Konya İlinde Referans Bitki Su Tüketimindeki Değişimin Belirlenmesi. 2.Uluslararası Katılımlı Kuraklık ve Çölleşme Sempozyumu, 16-18 Eylül, Konya.
- Tabari, H. ve Talaei, P.H., 2011. Temporal variability of precipitation over Iran: 1966-2005. *Journal of Hydrology*, 396, 313-320.
- Topaloğlu, F., 2001. Yağış Verilerinin İstatistiksel Ön Analizleri: Seyhan Havzası Örneği. I. Türkiye Su Kongresi, 8-10 Ocak, İstanbul.
- Topçu, S., Şen, B. ve Topaloğlu, F., 2009. Güneydoğu Anadolu Bölgesinde Olası İklim Değişikliği. 1. Ulusal Kuraklık Çölleşme Sempozyumu Bildiriler Kitabı, 16-18 Haziran 2009, Konya.
- Toros, H., 1993. Klimatolojik Serilerden Türkiye İkliminde Trend Analizi. (Yüksek Lisans Tezi), İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul.
- Türkeş, M., Sümer, U. M. ve Çetiner, G., 2000. Küresel iklim değişikliği ve olası etkileri. Çevre Bakanlığı, Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi Semineri, Ankara.
- Türkes, M., Sümer, U.M. ve Demir, İ., 2002. Re-evaluation of trends and changes in mean, maximum and minimum temperatures of Turkey for the Period 1929-1999. *International Journal of Climatology*, 22, 947-977.
- Türkeş, M. ve Erlat E., 2003. Türkiye’de Kuzey Atlantik Salınımı ile bağlantılı yağış değişiklikleri ve değişebilirliği. III. Atmosfer Bilimleri Sempozyumu Bildiri Kitabı, İ.T.Ü. Uçak ve Uzay Bilimleri Fakültesi, Meteoroloji Mühendisliği Bölümü, 19-21 Mart 2003, İstanbul.
- Ünlükara, A. ve Yürekli, K., 2014. Orta Anadolu Bölgesinde referans bitki su tüketiminin mevsimsel değişiminin analizi. 2.Uluslararası Katılımlı Kuraklık ve Çölleşme Sempozyumu, 16-18 Eylül, Konya.
- Wijngaard, J., Tank, A. ve Können, G., 2003. Homogeneity of 20<sup>th</sup> Century European Daily Temperature and Precipitation Series. *International Journal of Climatology*, 23, 679-692.
- Yerdelen, C., 2013. Susurluk havzası yıllık akımlarının trend analizi ve değişim Noktasının araştırılması. DEÜ Mühendislik Fakültesi, Mühendislik Bilimleri Dergisi, 15, 77-87.
- Yeşilata, B., Bulut, H. ve Yeşilnacar, M.İ., 2004. GAP Bölgesinde Sıcaklık ve Nem Parametrelerindeki Baraj Gölü Kaynaklı Değişim Trendinin Araştırılması. *Tesisat Mühendisliği Dergisi*, 83, 21-31.
- Yıldırım, A., 2015. Trend Analizi Yöntemleri : Orta Fırat Havzası Uygulaması. (Yüksek Lisans Tezi), İstanbul Teknik Üniversitesi. Enerji Bilim ve Teknoloji Ana Bilim Dalı, İstanbul.
- Yılmaz, A.G., 2015. The effects of climate change on historical and future extreme rainfall in Antalya, Turkey. *Hydrological Sciences Journal*, 60, 2148-2162.
- Yürekli, K., Kurunc, A. ve Şimşek, H., 2004. Prediction of Daily Maximum Streamflow Based on Stochastic Approaches. *Journal of Spatial Hydrology*, 4(2), 1-12.
- Yürekli, K., Kurunc, A. ve Öztürk, F., 2005. Application of Linear Stochastic Models to Monthly Flow Data of Kelkit Stream. *Ecological Modeling*, 183(1), 67-75.
- Yürekli, K., Şimşek, H., Cemek, B. ve Karaman, S., 2007. Simulating Climatic Variables by Using Stochastic Approach. *Building and Environment*, 42, 3493-3499.
- Yürekli, K. ve Enginsu, M., 2015. Orta Karadeniz Bölgesinde Yüze Drenaja Neden Olan Günlük Maksimum Yağmurların Değişiminin Belirlenmesi. Uluslararası Katılımlı IV. Toprak ve Su Kaynakları Kongresi, 01-04 Eylül, Kahramanmaraş.



- Yürekli, K., 2015a. Impact of climate variability on precipitation in the Upper Euphrates–Tigris Rivers Basin of Southeast Turkey. *Atmospheric Research*, 154, 25-38.
- Yürekli, K., 2015b. Hidro-meteorolojik Değişkenlerin Değişiminin Analizinde Grafikselle Yaklaşım. Uluslararası Katılımlı IV. Toprak ve Su Kaynakları Kongresi, 01-04 Eylül, Kahramanmaraş.



## 7. ÖZGEÇMİŞ

### Kişisel Bilgiler

Adı Soyadı : Selçuk YÜKSEL

Doğum Tarihi ve Yer : 03 / 07 / 1987- TARSUS

Medeni Hali: Evli

Telefon : 0553 544 26 69

e-mail : selcuk2340@hotmail.com

### Eğitim

Derece	Eğitim Birimi	Mezuniyet Tarihi
Yüksek Lisans	Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü / Biyosistem Mühendisliği A.B.D.	2019
Lisans	Konya Selçuk Üniversitesi / Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü	2011
Lise	Cengiz TOPEL Lisesi / Tarsus-MERSİN	2004

### İş Deneyimi

Yıl	Yer	Görev
2013-2017	Hafik İlçe Tarım ve Orman Müdürlüğü /SİVAS	Ziraat Mühendisi
2017-Devam	Bor İlçe Tarım ve Orman Müdürlüğü /NİĞDE	Ziraat Mühendisi