

T.C.  
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**KARADENİZ VE SAKARYA HAVZALARINDA  
YAĞIŞ-AKIŞ-ASKIDA KATI MADDE VERİLERİNİN  
TREND ANALİZİ İLE İNCELENMESİ**

**DOKTORA TEZİ**  
**Gökmen ÇERİBAŞI**

**Enstitü Anabilim Dalı : İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ**  
**Enstitü Bilim Dalı : HİDROLİK**  
**Tez Danışmanı : Doç. Dr. Emrah DOĞAN**

**Ocak 2015**

T.C.  
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

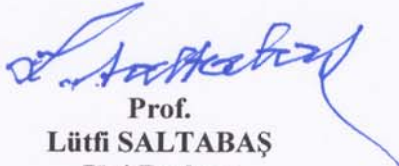
KARADENİZ VE SAKARYA HAVZALARINDA  
YAĞIŞ-AKIŞ-ASKIDA KATI MADDE VERİLERİNİN  
TREND ANALİZİ İLE İNCELENMESİ


DOKTORA TEZİ


Gökmen ÇERİBAŞI

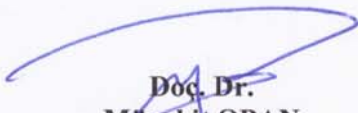
Enstitü Anabilim Dalı : İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ

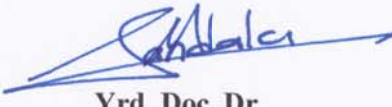
Bu tez 19 / 12 / 2014 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oybirliği ile kabul edilmiştir.

  
Prof.  
Lütfi SALTABAŞ  
Jüri Başkanı

  
Prof. Dr.  
Bülent ŞENGÖRÜR  
Üye

  
Doç. Dr.  
Emrah DOĞAN  
Üye

  
Doç. Dr.  
Mücahit OPAN  
Üye

  
Yrd. Doç. Dr.  
Mehmet SANDALCI  
Üye

## TEŞEKKÜR

Bu tez çalışmasında, engin bilgi ve tecrübeleriyle beni yönlendiren, ilgi ve desteğini hep yanımda hissettiğim, bana yol gösteren ve yardımlarını hiç esirgemeyen çok değerli danışmanım Sayın Doç. Dr. Emrah DOĞAN başta olmak üzere; Gerek bu çalışma boyunca gerekse bilimsel çalışmalarda engin bilgi ve tecrübesiyle bana yol gösteren, her konuda desteğini gördüğüm çok değerli hocam Prof. Lütfi SALTABAŞ'a ve engin bilgi ve tecrübesiyle gerek tez çalışmasında gerekse diğer konularda desteğini hiç eksik etmeyen çok değerli hocam Prof. Dr. Bülent ŞENGÖRÜR'e teşekkürlerimi sunarım.

Yapay Sinir Ağları konusunda bilgi ve tecrübesini benimle paylaşan ve destek veren değerli hocam Öğr. Gör. Uğur Erkin KOCAMAZ'a ve tez çalışmasında kullandığım veriler için Devlet Su İşleri ve Devlet Meteoroloji İşleri personellerine teşekkür ederim.

Doktora tez aşamasının tamamında maddi ve manevi desteklerinden dolayı annem ve babama, çalışma azmini aldığım abim Elektrik – Elektronik Mühendisi Volkan Ferit ÇERİBAŞI'na ve ayrıca tez çalışmalarım süresince bana her türlü desteği veren ve sabır gösteren sevgili eşime teşekkürlerimi sunarım.

Bu Doktora Tez Çalışması Sakarya Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Komisyonu tarafından desteklenmiştir.

## İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR.....	i
İÇİNDEKİLER .....	ii
SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ .....	viii
ŞEKİLLER LİSTESİ .....	ix
TABLolar LİSTESİ.....	xiv
ÖZET.....	xxiii
SUMMARY .....	xxiv
BÖLÜM 1.	
GİRİŞ .....	1
BÖLÜM 2.	
ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR.....	3
BÖLÜM 3.	
MATERYAL VE YÖNTEM .....	12
3.1. Trend Analizi Yöntemi.....	12
3.1.1. Spearman’ın rho testi .....	12
3.1.2. Mann – kendall testi.....	13
3.1.3. Mann – kendall mertebe korelasyon testi .....	14
BÖLÜM 4.	
KARADENİZ VE SAKARYA HAVZASININ YAĞIŞ-AKIŞ-ASKIDA KATI MADDE VERİLERİNE TREND ANALİZİ YÖNTEMİ UYGULANMASI.	17
4.1. Batı Karadeniz Havzasının Yağış-Akış-Askıda Katı Madde Verilerine Trend Analizi Yöntemi Uygulanması.....	17
4.1.1. Batı karadeniz havzasının yağış verilerine trend analizi yöntemi uygulanması .....	17

4.1.1.1.	Bartın ilinin yağış verilerine trend analizi yöntemi uygulanması.....	17
4.1.1.2.	Zonguldak ilinin yağış verilerine trend analizi yöntemi uygulanması .....	21
4.1.1.3.	İnebolu ilçesinin yağış verilerine trend analizi yöntemi uygulanması .....	24
4.1.1.4.	Sinop ilinin yağış verilerine trend analizi yöntemi uygulanması.....	27
4.1.1.5.	Bolu ilinin yağış verilerine trend analizi yöntemi uygulanması .....	31
4.1.1.6.	Düzce ilinin yağış verilerine trend analizi yöntemi uygulanması .....	34
4.1.1.7.	Karabük ilinin yağış verilerine trend analizi yöntemi uygulanması .....	38
4.1.1.8.	Amasra ilçesinin yağış verilerine trend analizi yöntemi uygulanması.....	42
4.1.1.9.	Bozkurt ilçesinin yağış verilerine trend analizi yöntemi uygulanması.....	45
4.1.1.10.	Devrekani ilçesinin yağış verilerine trend analizi yöntemi uygulanması .....	49
4.1.1.11.	Çerkeş ilçesinin yağış verilerine trend analizi yöntemi uygulanması.....	54
4.1.2.	Batı karadeniz havzasının akış verilerine trend analizi yöntemi uygulanması .....	57
4.1.2.1.	Devrekani çayının akış verilerine trend analizi yöntemi uygulanması .....	57
4.1.2.2.	Soğanlı çayının akış verilerine trend analizi yöntemi uygulanması .....	62
4.1.2.3.	Karasu çayının akış verilerine trend analizi yöntemi uygulanması .....	66
4.1.2.4.	Bolu çayının akış verilerine trend analizi yöntemi uygulanması .....	70

4.1.2.5. Filyos çayının akış verilerine trend analizi yöntemi uygulanması .....	75
4.1.3. Batı karadeniz havzasının askıda katı madde verilerine trend analizi yöntemi uygulanması .....	78
4.1.3.1. Devrekani çayının askıda katı madde verilerine trend analizi yöntemi uygulanması .....	78
4.1.3.2. Soğanlı çayının askıda katı madde verilerine trend analizi yöntemi uygulanması .....	83
4.1.3.3. Karasu çayının askıda katı madde verilerine trend analizi yöntemi uygulanması .....	87
4.1.3.4. Bolu çayının askıda katı madde verilerine trend analizi yöntemi uygulanması .....	91
4.1.3.5. Filyos çayının askıda katı madde verilerine trend analizi yöntemi uygulanması .....	96
4.2. Doğu Karadeniz Havzasının Yağış-Akış-Askıda Katı Madde Verilerine Trend Analizi Yöntemi Uygulanması .....	101
4.2.1. Doğu karadeniz havzasının yıllık ortalama yağış verilerine trend analizi yöntemi uygulanması .....	101
4.2.1.1. Ordu ilinin yağış verilerine trend analizi yöntemi uygulanması .....	101
4.2.1.2. Giresun ilinin yağış verilerine trend analizi yöntemi uygulanması .....	105
4.2.1.3. Trabzon ilinin yağış verilerine trend analizi yöntemi uygulanması .....	108
4.2.1.4. Rize ilinin yağış verilerine trend analizi yöntemi uygulanması .....	112
4.2.1.5. Hopa ilçesinin yağış verilerine trend analizi yöntemi uygulanması .....	117
4.2.1.6. Gümüşhane ilinin yağış verilerine trend analizi yöntemi uygulanması .....	120
4.2.1.7. Ünye ilçesinin yağış verilerine trend analizi yöntemi uygulanması .....	124

4.2.1.8. Akçaabat ilçesinin yağış verilerine trend analizi yöntemi uygulanması .....	127
4.2.1.9. Pazar ilçesinin yağış verilerine trend analizi yöntemi uygulanması .....	130
4.2.2. Doğu karadeniz havzasının akış verilerine trend analizi yöntemi uygulanması .....	136
4.2.2.1. Fol deresinin akış verilerine trend analizi yöntemi uygulanması .....	136
4.2.2.2. Fırtına deresinin akış verilerine trend analizi yöntemi uygulanması .....	139
4.2.2.3. Melet çayının akış verilerine trend analizi yöntemi uygulanması .....	142
4.2.2.4. Terme çayının akış verilerine trend analizi yöntemi uygulanması .....	145
4.2.2.5. Değirmendere deresinin akış verilerine trend analizi yöntemi uygulanması .....	148
4.2.3. Doğu karadeniz havzasının askıda katı madde verilerine trend analizi uygulanması .....	152
4.2.3.1. Fol deresinin askıda katı madde verilerine trend analizi yöntemi uygulanması .....	152
4.2.3.2. Fırtına deresinin askıda katı madde verilerine trend analizi yöntemi uygulanması .....	155
4.2.3.3. Melet çayının askıda katı madde verilerine trend analizi yöntemi uygulanması .....	158
4.2.3.4. Terme çayının askıda katı madde verilerine trend analizi yöntemi uygulanması .....	162
4.2.3.5. Değirmendere deresinin askıda katı madde verilerine trend analizi yöntemi uygulanması .....	165
4.3. Sakarya Havzasının Yağış-Akış-Askıda Katı Madde Verilerine Trend Analizi Yöntemi Uygulanması .....	168
4.3.1. Sakarya havzasının yağış verilerine trend analizi yöntemi uygulanması .....	169

4.3.1.1. Sakarya ilinin yağış verilerine trend analizi yöntemi uygulanması .....	169
4.3.1.2. Eskişehir ilinin yağış verilerine trend analizi yöntemi uygulanması .....	175
4.3.1.3. Ankara ilinin yağış verilerinin trend analizi yöntemi uygulanması .....	179
4.3.1.4. Kütahya ilinin yağış verilerine trend analizi yöntemi uygulanması .....	183
4.3.1.5. Geyve ilçesinin yağış verilerine trend analizi yöntemi uygulanması .....	188
4.3.1.6. Kızılcahamam ilçesinin yağış verilerine trend analizi yöntemi uygulanması.....	194
4.3.1.7. Beypazarı ilçesinin yağış verilerine trend analizi yöntemi uygulanması .....	197
4.3.1.8. Bozüyük ilçesinin yağış verilerine trend analizi yöntemi uygulanması .....	200
4.3.1.9. Sivrihisar ilçesinin yağış verilerine trend analizi yöntemi uygulanması .....	204
4.3.1.10. Polatlı ilçesinin yağış verilerine trend analizi yöntemi uygulanması .....	207
4.3.1.11. Emirdağ ilçesinin yağış verilerine trend analizi yöntemi uygulanması .....	211
4.3.1.12. Yunak ilçesinin yağış verilerine trend analizi yöntemi uygulanması .....	214
4.3.2. Sakarya havzasının akış verilerine trend analizi yöntemi uygulanması .....	218
4.3.2.1. Porsuk çayının akış verilerine trend analizi yöntemi uygulanması .....	218
4.3.2.2. Aladağ çayının akış verilerine trend analizi yöntemi uygulanması .....	223
4.3.2.3. Sohu deresinin akış verilerine trend analizi yöntemi uygulanması .....	227



4.3.2.4. Sakarya nehrinin akış verilerine trend analizi yöntemi uygulanması .....	230
4.3.3. Sakarya havzasının askıda katı madde verilerine trend analizi uygulanması .....	235
4.3.3.1. Porsuk çayının askıda katı madde verilerine trend analizi yöntemi uygulanması .....	235
4.3.3.2. Aladağ çayının askıda katı madde verilerine trend analizi yöntemi uygulanması .....	240
4.3.3.3. Sohu deresinin askıda katı madde verilerine trend analizi yöntemi uygulanması.....	244
4.3.3.4. Sakarya nehrinin askıda katı madde verilerine trend analizi yöntemi uygulanması.....	247
BÖLÜM 5.	
SONUÇLAR VE ÖNERİLER .....	253
KAYNAKLAR .....	260
EKLER.....	267
ÖZGEÇMİŞ .....	268

## SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ

AGİ	: Akım Gözlem İstasyonu
AR	: Auto Regressive
ÇDR	: Çok Değişkenli Regresyon
DMİ	: Devlet Meteoroloji İşleri
DSİ	: Devlet Su İşleri
EİE	: Elektrik İşleri Etüt İdaresi
E(t)	: Ortalama
GAP	: Güneydoğu Anadolu Projesi
GRSA	: Genelleştirilmiş Regresyon Sinir Ağı
H <sub>0</sub>	: Genellikle Reddetmek İçin Kurulan Hipotez
İBGYSA	: İleri Beslemeli Geriye Yayınım Sinir Ağı
r <sub>s</sub>	: Spearman'ın Rho Testi Katsayısı
RTSA	: Radyan Tabanlı Fonksiyonlara Dayalı Sinir Ağı
R <sub>xi</sub>	: Gözlem Sıra Numarası
R <sup>2</sup>	: Determinasyon Katsayısı
MGİ	: Meteoroloji Gözlem İstasyonu
n	: Gözlem Sayısı
t	: Test İstatistiği
u(t)	: Mann – Kendall Mertebe Korelasyon Testi Sonucu Fonksiyonu
Var(t)	: Varyans
YSA	: Yapay Sinir Ağı
Z	: Önem Seviyesi Standart Normal Değişkeni
α	: Önem Seviyesi

## ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 3.1. Trend olması durumunda $u(t) - u'(t)$ grafiği.....	16
Şekil 3.2. Trend olmaması durumunda $u(t) - u'(t)$ grafiği.....	16
Şekil 4.1. Bartın iline ait 17020 numaralı istasyonun hidrometri haritasındaki yeri	18
Şekil 4.2. Zonguldak iline ait 17022 numaralı istasyonun hidrometri haritasındaki yeri .....	21
Şekil 4.3. İnebolu ilçesine ait 17024 numaralı istasyonun hidrometri haritasındaki yeri .....	24
Şekil 4.4. Sinop iline ait 17026 numaralı istasyonun hidrometri haritasındaki yeri	28
Şekil 4.5. Bolu iline ait 17070 numaralı istasyonun hidrometri haritasındaki yeri	31
Şekil 4.6. Düzce iline ait 17072 numaralı istasyonun hidrometri haritasındaki yeri	35
Şekil 4.7. Karabük iline ait 17078 numaralı istasyonun hidrometri haritasındaki yeri .....	38
Şekil 4.8. Karabük ilinin yıllık ortalama yağış verilerinin $u(t) - u'(t)$ grafiği ...	42
Şekil 4.9. Amasra ilçesine ait 17602 numaralı istasyonun hidrometri haritasındaki yeri .....	42
Şekil 4.10. Bozkurt ilçesine ait 17606 numaralı istasyonun hidrometri haritasındaki yeri.....	46
Şekil 4.11. Devrekani ilçesine ait 17618 numaralı istasyonun hidrometri haritasındaki yeri.....	49
Şekil 4.12. Devrekani ilçesinin yağış verilerinin $u(t) - u'(t)$ grafiği.....	53
Şekil 4.13. Çerkeş ilçesine ait 17646 numaralı istasyonun hidrometri haritasındaki yeri .....	54
Şekil 4.14. Devrekani çayına ait 1307 numaralı istasyonun batı karadeniz havzasındaki yeri.....	58
Şekil 4.15. Devrekani çayının akış verilerinin $u(t) - u'(t)$ grafiği .....	62
Şekil 4.16. Soğanlı çayına ait 1314 numaralı istasyonun batı karadeniz havzasındaki yeri.....	63

Şekil 4.17. Soğanlı çayının akış verilerinin $u(t) - u'(t)$ grafiği .....	66
Şekil 4.18. Karasu çayına ait 1332 numaralı istasyonun batı karadeniz havzasındaki yeri .....	67
Şekil 4.19. Bolu çayına ait 1334 numaralı istasyonun batı karadeniz havzasındaki yeri .....	70
Şekil 4.20. Bolu çayının akış verilerinin $u(t) - u'(t)$ grafiği .....	74
Şekil 4.21. Filyos çayına ait 1335 numaralı istasyonun batı karadeniz havzasındaki yeri.....	75
Şekil 4.22. Devrekani çayına ait 1307 numaralı istasyonun batı karadeniz havzasındaki yeri.....	79
Şekil 4.23. Devrekani çayının askıda katı madde verilerinin $u(t) - u'(t)$ grafiği	83
Şekil 4.24. Soğanlı çayına ait 1314 numaralı istasyonun batı karadeniz havzasındaki yeri.....	84
Şekil 4.25. Soğanlı çayının askıda katı verilerinin $u(t) - u'(t)$ grafiği .....	87
Şekil 4.26. Karasu çayına ait 1332 numaralı istasyonun batı karadeniz havzasındaki yeri.....	88
Şekil 4.27. Bolu çayına ait 1334 numaralı istasyonun batı karadeniz havzasındaki yeri .....	91
Şekil 4.28. Bolu çayının askıda katı madde verilerinin $u(t) - u'(t)$ grafiği .....	95
Şekil 4.29. Filyos çayına ait 1335 numaralı istasyonun batı karadeniz havzasındaki yeri .....	96
Şekil 4.30. Filyos çayının yıllık ortalama askıda katı madde verilerinin $u(t) - u'(t)$ grafiği .....	100
Şekil 4.31. Ordu iline ait 17033 numaralı istasyonun hidrometri haritasındaki yeri .....	102
Şekil 4.32. Giresun iline ait 17034 numaralı istasyonun hidrometri haritasındaki yeri .....	105
Şekil 4.33. Trabzon iline ait 17038 numaralı istasyonun hidrometri haritasındaki yeri .....	109
Şekil 4.34. Rize iline ait 17040 numaralı istasyonun hidrometri haritasındaki yeri	112
Şekil 4.35. Rize ilinin yağış verilerinin $u(t) - u'(t)$ grafiği .....	117
Şekil 4.36. Hopa ilçesine ait 17042 numaralı istasyonun hidrometri haritasındaki yeri .....	117

Şekil 4.37. Gümüşhane iline ait 17088 numaralı istasyonun hidrometri haritasındaki yeri.....	121
Şekil 4.38. Ünye ilçesine ait 17624 numaralı istasyonun hidrometri haritasındaki yeri .....	124
Şekil 4.39. Akçaabat ilçesine ait 17626 numaralı istasyonun hidrometri haritasındaki yeri.....	127
Şekil 4.40. Pazar ilçesine ait 17628 numaralı istasyonun hidrometri haritasındaki yeri .....	131
Şekil 4.41. Pazar ilçesinin yağış verilerinin $u(t) - u'(t)$ grafiği .....	135
Şekil 4.42. Fol deresine ait 2228 numaralı istasyonun doğu karadeniz havzasındaki yeri.....	136
Şekil 4.43. Fırtına deresine ait 2232 numaralı istasyonun doğu karadeniz havzasındaki yeri.....	139
Şekil 4. 44. Melet çayına ait 2238 numaralı istasyonun doğu karadeniz havzasındaki yeri.....	142
Şekil 4.45. Terme çayına ait 2245 numaralı istasyonun doğu karadeniz havzasındaki yeri.....	146
Şekil 4.46. Değirmendere deresine ait 2251 numaralı istasyonun doğu karadeniz havzasındaki yeri.....	149
Şekil 4.47. Fol deresine ait 2228 numaralı istasyonun doğu karadeniz havzasındaki yeri.....	152
Şekil 4.48. Fırtına deresine ait 2232 numaralı istasyonun doğu karadeniz havzasındaki yeri.....	155
Şekil 4.49. Melet çayına ait 2238 numaralı istasyonun doğu karadeniz havzasındaki yeri.....	159
Şekil 4.50. Terme çayına ait 2245 numaralı istasyonun doğu karadeniz havzasındaki yeri.....	162
Şekil 4.51. Değirmendere deresine ait 2251 numaralı istasyonun doğu karadeniz havzasındaki yeri .....	166
Şekil 4.52. Sakarya iline ait 17069 numaralı istasyonun hidrometri haritasındaki yeri .....	170
Şekil 4.53. Sakarya ilinin yağış verilerinin $u(t) - u'(t)$ grafiği.....	174

Şekil 4.54. Eskişehir iline ait 17123 numaralı istasyonun hidrometri haritasındaki yeri .....	175
Şekil 4.55. Eskişehir ilinin yağış verilerinin $u(t) - u'(t)$ grafiği.....	179
Şekil 4.56. Ankara iline ait 17130 numaralı istasyonun hidrometri haritasındaki yeri .....	180
Şekil 4.57. Kütahya iline ait 17155 numaralı istasyonun hidrometri haritasındaki yeri .....	183
Şekil 4.58. Kütahya ilinin yağış verilerinin $u(t) - u'(t)$ grafiği.....	188
Şekil 4.59. Geyve ilçesine ait 17662 numaralı istasyonun hidrometri haritasındaki yeri .....	189
Şekil 4.60. Geyve ilçesinin yağış verilerinin $u(t) - u'(t)$ grafiği.....	193
Şekil 4.61. Kızılcahamam ilçesine ait 17664 numaralı istasyonun hidrometri haritasındaki yeri.....	194
Şekil 4.62. Beypazarı ilçesine ait 17680 numaralı istasyonun hidrometri haritasındaki yeri.....	197
Şekil 4.63. Bozüyük ilçesine ait 17702 numaralı istasyonun hidrometri haritasındaki yeri.....	201
Şekil 4.64. Sivrihisar ilçesine ait 17726 numaralı istasyonun hidrometri haritasındaki yeri.....	204
Şekil 4.65. Polatlı ilçesine ait 17728 numaralı istasyonun hidrometri haritasındaki yeri .....	208
Şekil 4.66. Emirdağ ilçesine ait 17752 numaralı istasyonun hidrometri haritasındaki yeri.....	211
Şekil 4.67. Yunak ilçesine ait 17798 numaralı istasyonun hidrometri haritasındaki yeri .....	215
Şekil 4.68. Porsuk çayına ait 1203 numaralı istasyonun sakarya havzasındaki yeri .....	218
Şekil 4.69. Porsuk çayının akış verilerinin $u(t) - u'(t)$ grafiği.....	223
Şekil 4.70. Aladağ çayına ait 1233 numaralı istasyonun sakarya havzasındaki yeri .....	224
Şekil 4.71. Sohu deresine ait 1253 numaralı istasyonun sakarya havzasındaki yeri .....	227

Şekil 4.72. Sakarya nehrine ait 1257 numaralı istasyonun sakarya havzasındaki yeri .....	230
Şekil 4.73. Sakarya nehrinin akış verilerinin $u(t) - u'(t)$ grafiği.....	235
Şekil 4.74. Porsuk çayına ait 1203 numaralı istasyonun sakarya havzasındaki yeri	236
Şekil 4.75. Porsuk çayının askıda katı madde verilerinin $u(t) - u'(t)$ grafiği.....	240
Şekil 4.76. Aladağ çayına ait 1233 numaralı istasyonun sakarya havzasındaki yeri .....	241
Şekil 4.77. Sohu deresine ait 1253 numaralı istasyonun sakarya havzasındaki yeri .....	244
Şekil 4.78. Sakarya nehrine ait 1257 numaralı istasyonun sakarya havzasındaki yeri .....	247
Şekil 4.79. Sakarya nehrinin askıda katı madde verilerinin $u(t) - u'(t)$ grafiği .	252

## TABLolar LİSTESİ

Tablo 4.1. Bartın iline ait 17020 numaralı MGİ için yağış verileri .....	18
Tablo 4.2. Mann – Kendall testi için P ve M değerleri .....	19
Tablo 4.3. $R_{xi}$ değerleri.....	20
Tablo 4.4. Zonguldak iline ait 17022 numaralı MGİ için yağış verileri .....	21
Tablo 4.5. Zonguldak iline ait 17022 numaralı MGİ için yağış verileri.(Devamı)	22
Tablo 4.6. Mann – Kendall testi için P ve M değerleri .....	22
Tablo 4.7. $R_{xi}$ değerleri.....	23
Tablo 4.8. İnebolu ilçesine ait 17024 numaralı MGİ için yağış verileri .....	25
Tablo 4.9. Mann – Kendall testi için P ve M değerleri .....	25
Tablo 4.10. Mann – Kendall testi için P ve M değerleri.(Devamı).....	26
Tablo 4.11. $R_{xi}$ değerleri.....	27
Tablo 4.12. Sinop iline ait 17026 numaralı MGİ için yağış verileri .....	28
Tablo 4.13. Mann – Kendall testi için P ve M değerleri .....	29
Tablo 4.14. $R_{xi}$ değerleri.....	30
Tablo 4.15. Bolu iline ait 17070 numaralı MGİ için yağış verileri.....	32
Tablo 4.16. Mann – Kendall testi için P ve M değerleri .....	32
Tablo 4.17. Mann – Kendall testi için P ve M değerleri.(Devamı).....	33
Tablo 4.18. $R_{xi}$ değerleri.....	33
Tablo 4.19. $R_{xi}$ değerleri.(Devamı) .....	34
Tablo 4.20. Düzce iline ait 17072 numaralı MGİ için yağış verileri .....	35
Tablo 4.21. Mann – Kendall testi için P ve M değerleri .....	36
Tablo 4.22. $R_{xi}$ değerleri.....	37
Tablo 4.23. Karabük iline ait 17078 numaralı MGİ için yağış verileri.....	39
Tablo 4.24. Mann – Kendall testi için P ve M değerleri .....	39
Tablo 4.25. $R_{xi}$ değerleri.....	40
Tablo 4.26. $u(t)$ fonksiyonunun hesabı .....	41
Tablo 4.27. $u'(t)$ fonksiyonunun hesabı .....	41



Tablo 4.28. Amasra ilçesine ait 17602 numaralı MGİ için yağış verileri.....	43
Tablo 4.29. Mann – Kendall testi için P ve M değerleri .....	43
Tablo 4.30. Mann – Kendall testi için P ve M değerleri.(Devamı).....	44
Tablo 4.31. $R_{xi}$ değerleri.....	45
Tablo 4.32. Bozkurt ilçesine ait 17606 numaralı MGİ için yağış verileri .....	46
Tablo 4.33. Mann – Kendall testi için P ve M değerleri .....	46
Tablo 4.34. Mann – Kendall testi için P ve M değerleri.(Devamı).....	47
Tablo 4.35. $R_{xi}$ değerleri.....	48
Tablo 4.36. Devrekani ilçesine ait 17618 numaralı MGİ için yağış verileri.....	49
Tablo 4.37. Devrekani ilçesine ait 17618 numaralı MGİ için yağış verileri.(Devamı) .....	50
Tablo 4.38. Mann – Kendall testi için P ve M değerleri .....	50
Tablo 4.39. $R_{xi}$ değerleri.....	51
Tablo 4.40. $u(t)$ fonksiyonunun hesabı .....	52
Tablo 4.41. $u'(t)$ fonksiyonunun hesabı .....	53
Tablo 4.42. Çerkeş ilçesine ait 17646 numaralı MGİ için yağış verileri .....	54
Tablo 4.43. Çerkeş ilçesine ait 17646 numaralı MGİ için yağış verileri.(Devamı)	55
Tablo 4.44. Mann – Kendall testi için P ve M değerleri .....	55
Tablo 4.45. $R_{xi}$ değerleri.....	56
Tablo 4.46. Devrekani çayına ait 1307 numaralı AGİ için akış verileri.....	58
Tablo 4.47. Mann – Kendall testi için P ve M değerleri .....	58
Tablo 4.48. Mann – Kendall testi için P ve M değerleri.(Devamı).....	59
Tablo 4.49. $R_{xi}$ değerleri.....	60
Tablo 4.50. $u(t)$ fonksiyonunun hesabı .....	60
Tablo 4.51. $u(t)$ fonksiyonunun hesabı.(Devamı) .....	61
Tablo 4.52. $u'(t)$ fonksiyonunun hesabı .....	61
Tablo 4.53. $u'(t)$ fonksiyonunun hesabı.(Devamı).....	62
Tablo 4.54. Soğanlı çayına ait 1314 numaralı AGİ için akış verileri.....	63
Tablo 4.55. Mann – Kendall testi için P ve M değerleri .....	63
Tablo 4.56. Mann – Kendall testi için P ve M değerleri.(Devamı).....	64
Tablo 4.57. $R_{xi}$ değerleri.....	65
Tablo 4.58. $u(t)$ fonksiyonunun hesabı .....	65
Tablo 4.59. $u'(t)$ fonksiyonunun hesabı .....	66

Tablo 4.60. Karasu çayına ait 1332 numaralı AGİ için akış verileri .....	67
Tablo 4.61. Mann – Kendall testi için P ve M değerleri .....	68
Tablo 4.62. $R_{xi}$ değerleri.....	69
Tablo 4.63. Bolu çayına ait 1334 numaralı AGİ için akış verileri .....	70
Tablo 4.64. Bolu çayına ait 1334 numaralı AGİ için akış verileri.(Devamı).....	71
Tablo 4.65. Mann – Kendall testi için P ve M değerleri .....	71
Tablo 4.66. $R_{xi}$ değerleri.....	72
Tablo 4.67. $u(t)$ fonksiyonunun hesabı .....	73
Tablo 4.68. $u'(t)$ fonksiyonunun hesabı .....	74
Tablo 4.69. Filyos çayına ait 1335 numaralı AGİ için akış verileri.....	75
Tablo 4.70. Filyos çayına ait 1335 numaralı AGİ için akış verileri.(Devamı) ..	76
Tablo 4.71. Mann – Kendall testi için P ve M değerleri .....	76
Tablo 4.72. $R_{xi}$ değerleri.....	77
Tablo 4.73. Devrekani çayına ait 1307 numaralı AGİ için askıda katı madde verileri .....	79
Tablo 4.74. Mann – Kendall testi için P ve M değerleri .....	79
Tablo 4.75. Mann – Kendall testi için P ve M değerleri.(Devamı).....	80
Tablo 4.76. $R_{xi}$ değerleri.....	81
Tablo 4.77. $u(t)$ fonksiyonunun hesabı .....	81
Tablo 4.78. $u(t)$ fonksiyonunun hesabı.(Devamı) .....	82
Tablo 4.79. $u'(t)$ fonksiyonunun hesabı .....	82
Tablo 4.80. $u'(t)$ fonksiyonunun hesabı.(Devamı).....	83
Tablo 4.81. Soğanlı çayına ait 1314 numaralı AGİ için askıda katı madde verileri	84
Tablo 4.82. Mann – Kendall testi için P ve M değerleri .....	84
Tablo 4.83. Mann – Kendall testi için P ve M değerleri.(Devamı).....	85
Tablo 4.84. $R_{xi}$ değerleri.....	86
Tablo 4.85. $u(t)$ fonksiyonunun hesabı .....	86
Tablo 4.86. $u'(t)$ fonksiyonunun hesabı .....	87
Tablo 4.87. Karasu çayına ait 1332 numaralı AGİ için askıda katı madde verileri	88
Tablo 4.88. Mann – Kendall testi için P ve M değerleri .....	89
Tablo 4.89. $R_{xi}$ değerleri.....	90
Tablo 4.90. Bolu çayına ait 1334 numaralı AGİ için askıda katı madde verileri	92
Tablo 4.91. Mann – Kendall testi için P ve M değerleri .....	92

Tablo 4.92. $R_{xi}$ değerleri.....	93
Tablo 4.93. $u(t)$ fonksiyonunun hesabı .....	94
Tablo 4.94. $u'(t)$ fonksiyonunun hesabı .....	95
Tablo 4.95. Filyos çayına ait 1335 numaralı AGİ için askıda katı madde verileri	97
Tablo 4.96. Mann – Kendall testi için P ve M değerleri .....	97
Tablo 4.97. $R_{xi}$ değerleri.....	98
Tablo 4.98. $u(t)$ fonksiyonunun hesabı .....	99
Tablo 4.99. $u'(t)$ fonksiyonunun hesabı .....	100
Tablo 4.100. Ordu iline ait 17033 numaralı MGİ için yağış verileri .....	102
Tablo 4.101. Mann – Kendall testi için P ve M değerleri .....	103
Tablo 4.102. $R_{xi}$ değerleri.....	104
Tablo 4.103. Giresun iline ait 17034 numaralı MGİ için yağış verileri.....	106
Tablo 4.104. Mann – Kendall testi için P ve M değerleri .....	106
Tablo 4.105. Mann – Kendall testi için P ve M değerleri.(Devamı).....	107
Tablo 4.106. $R_{xi}$ değerleri.....	107
Tablo 4.107. $R_{xi}$ değerleri.(Devamı) .....	108
Tablo 4.108. Trabzon iline ait 17038 numaralı MGİ için yağış verileri.....	109
Tablo 4.109. Mann – Kendall testi için P ve M değerleri .....	110
Tablo 4.110. $R_{xi}$ değerleri.....	111
Tablo 4.111. Rize iline ait 17040 numaralı MGİ için yağış verileri .....	113
Tablo 4.112. Mann – Kendall testi için P ve M değerleri .....	113
Tablo 4.113. Mann – Kendall testi için P ve M değerleri.(Devamı).....	114
Tablo 4.114. $R_{xi}$ değerleri.....	114
Tablo 4.115. $R_{xi}$ değerleri.(Devamı) .....	115
Tablo 4.116. $u(t)$ fonksiyonunun hesabı .....	115
Tablo 4.117. $u(t)$ fonksiyonunun hesabı.(Devamı) .....	116
Tablo 4.118. $u'(t)$ fonksiyonunun hesabı .....	116
Tablo 4.119. Hopa ilçesine ait 17042 numaralı MGİ için yağış verileri.....	118
Tablo 4.120. Mann – Kendall testi için P ve M değerleri .....	118
Tablo 4.121. Mann – Kendall testi için P ve M değerleri.(Devamı).....	119
Tablo 4.122. $R_{xi}$ değerleri.....	120
Tablo 4.123. Gümüşhane iline ait 17088 numaralı MGİ için yağış verileri .....	121
Tablo 4.124. Mann – Kendall testi için P ve M değerleri .....	122

Tablo 4.125. $R_{xi}$ değerleri.....	123
Tablo 4.126. Ünye ilçesine ait 17624 numaralı MGİ için yağış verileri.....	125
Tablo 4.127. Mann – Kendall testi için P ve M değerleri .....	125
Tablo 4.128. $R_{xi}$ değerleri.....	126
Tablo 4.129. Akçaabat ilçesine ait 17626 numaralı MGİ için yağış verileri .....	128
Tablo 4.130. Mann – Kendall testi için P ve M değerleri .....	128
Tablo 4.131. Mann – Kendall testi için P ve M değerleri.(Devamı).....	129
Tablo 4.132. $R_{xi}$ değerleri.....	130
Tablo 4.133. Pazar ilçesine ait 17628 numaralı MGİ için yağış verileri .....	131
Tablo 4.134. Mann – Kendall testi için P ve M değerleri .....	132
Tablo 4.135. $R_{xi}$ değerleri.....	133
Tablo 4.136. $u(t)$ fonksiyonunun hesabı .....	134
Tablo 4.137. $u'(t)$ fonksiyonunun hesabı .....	134
Tablo 4.138. $u'(t)$ fonksiyonunun hesabı.(Devamı).....	135
Tablo 4.139. Fol deresine ait 2228 numaralı AGİ için akış verileri .....	137
Tablo 4.140. Mann – Kendall testi için P ve M değerleri .....	137
Tablo 4.141. $R_{xi}$ değerleri.....	138
Tablo 4.142. Fırtına deresine ait 2232 numaralı AGİ için akış verileri .....	140
Tablo 4.143. Mann – Kendall testi için P ve M değerleri .....	140
Tablo 4.144. $R_{xi}$ değerleri.....	141
Tablo 4.145. Melet çayına ait 2238 numaralı AGİ için akış verileri .....	143
Tablo 4.146. Mann – Kendall testi için P ve M değerleri .....	143
Tablo 4.147. Mann – Kendall testi için P ve M değerleri.(Devamı).....	144
Tablo 4.148. $R_{xi}$ değerleri.....	145
Tablo 4.149. Terme çayına ait 2245 numaralı AGİ için akış verileri .....	146
Tablo 4.150. Mann – Kendall testi için P ve M değerleri .....	146
Tablo 4.151. Mann – Kendall testi için P ve M değerleri.(Devamı).....	147
Tablo 4.152. $R_{xi}$ değerleri.....	148
Tablo 4.153. Değirmendere deresine ait 2251 numaralı AGİ için akış verileri .....	149
Tablo 4.154. Mann – Kendall testi için P ve M değerleri .....	150
Tablo 4.155. $R_{xi}$ değerleri.....	151
Tablo 4.156. Fol deresine ait 2228 numaralı AGİ için askıda katı madde verileri .....	153
Tablo 4.157. Mann – Kendall testi için P ve M değerleri .....	153

Tablo 4.158. $R_{xi}$ değerleri.....	154
Tablo 4.159. Fırtına deresine ait 2232 numaralı AGİ için askıda katı madde verileri .....	156
Tablo 4.160. Mann – Kendall testi için P ve M değerleri .....	156
Tablo 4.161. $R_{xi}$ değerleri.....	157
Tablo 4.162. Melet çayına ait 2238 numaralı AGİ için askıda katı madde verileri	159
Tablo 4.163. Mann – Kendall testi için P ve M değerleri .....	160
Tablo 4.164. $R_{xi}$ değerleri.....	161
Tablo 4.165. Terme çayına ait 2245 numaralı AGİ için askıda katı madde verileri	163
Tablo 4.166. Mann – Kendall testi için P ve M değerleri .....	163
Tablo 4.167. $R_{xi}$ değerleri.....	164
Tablo 4.168. Değirmendere deresine ait 2251 numaralı AGİ için askıda katı madde verileri.....	166
Tablo 4.169. Mann – Kendall testi için P ve M değerleri .....	166
Tablo 4.170. Mann – Kendall testi için P ve M değerleri.(Devamı).....	167
Tablo 4.171. $R_{xi}$ değerleri.....	168
Tablo 4.172. Sakarya iline ait 17069 numaralı MGİ için yağış verileri .....	170
Tablo 4.173. Mann – Kendall testi için P ve M değerleri .....	171
Tablo 4.174. $R_{xi}$ değerleri.....	172
Tablo 4. 175. $u(t)$ fonksiyonunun hesabı .....	173
Tablo 4.176. $u'(t)$ fonksiyonunun hesabı .....	173
Tablo 4.177. $u'(t)$ fonksiyonunun hesabı.(Devamı).....	174
Tablo 4.178. Eskişehir iline ait 17123 numaralı MGİ için yağış verileri .....	176
Tablo 4.179. Mann – Kendall testi için P ve M değerleri .....	176
Tablo 4.180. $R_{xi}$ değerleri.....	177
Tablo 4.181. $u(t)$ fonksiyonunun hesabı .....	178
Tablo 4.182. $u'(t)$ fonksiyonunun hesabı .....	178
Tablo 4.183. $u'(t)$ fonksiyonunun hesabı.(Devamı).....	179
Tablo 4.184. Ankara iline ait 17130 numaralı MGİ için yağış verileri.....	180
Tablo 4.185. Mann – Kendall testi için P ve M değerleri .....	181
Tablo 4.186. $R_{xi}$ değerleri.....	182
Tablo 4.187. Kütahya iline ait 17155 numaralı MGİ için yağış verileri.....	184
Tablo 4.188. Mann – Kendall testi için P ve M değerleri .....	184

Tablo 4.189. Mann – Kendall testi için P ve M değerleri.(Devamı).....	185
Tablo 4.190. $R_{xi}$ değerleri.....	185
Tablo 4.191. $R_{xi}$ değerleri.(Devamı) .....	186
Tablo 4.192. u(t) fonksiyonunun hesabı .....	186
Tablo 4.193. u(t) fonksiyonunun hesabı.(Devamı) .....	187
Tablo 4.194. u'(t) fonksiyonunun hesabı .....	187
Tablo 4.195. Geyve ilçesine ait 17662 numaralı MGİ için yağış verileri.....	189
Tablo 4.196. Mann – Kendall testi için P ve M değerleri .....	190
Tablo 4.197. $R_{xi}$ değerleri.....	191
Tablo 4.198. u(t) fonksiyonunun hesabı .....	192
Tablo 4.199. u'(t) fonksiyonunun hesabı .....	192
Tablo 4.200. u'(t) fonksiyonunun hesabı.(Devamı).....	193
Tablo 4.201. Kızılcasahamam ilçesine ait 17664 numaralı MGİ için yağış verileri	195
Tablo 4.202. Mann – Kendall testi için P ve M değerleri .....	195
Tablo 4.203. $R_{xi}$ değerleri.....	196
Tablo 4.204. Beypazarı ilçesine ait 17680 numaralı MGİ için yağış verileri ....	198
Tablo 4.205. Mann – Kendall testi için P ve M değerleri .....	198
Tablo 4.206. Mann – Kendall testi için P ve M değerleri.(Devamı).....	199
Tablo 4.207. $R_{xi}$ değerleri.....	199
Tablo 4.208. $R_{xi}$ değerleri.(Devamı) .....	200
Tablo 4.209. Bozöyük ilçesine ait 17702 numaralı MGİ için yağış verileri.....	201
Tablo 4.210. Mann – Kendall testi için P ve M değerleri .....	202
Tablo 4.211. $R_{xi}$ değerleri.....	203
Tablo 4.212. Sivrihisar ilçesine ait 17726 numaralı MGİ için yağış verileri.....	205
Tablo 4.213. Mann – Kendall testi için P ve M değerleri .....	205
Tablo 4.214. Mann – Kendall testi için P ve M değerleri.(Devamı).....	206
Tablo 4.215. $R_{xi}$ değerleri.....	206
Tablo 4.216. $R_{xi}$ değerleri.(Devamı) .....	207
Tablo 4.217. Polatlı ilçesine ait 17728 numaralı MGİ için yağış verileri.....	208
Tablo 4.218. Mann – Kendall testi için P ve M değerleri .....	209
Tablo 4.219. $R_{xi}$ değerleri.....	210
Tablo 4.220.Emirdağ ilçesine ait 17752 numaralı MGİ için yağış verileri .....	212
Tablo 4.221. Mann – Kendall testi için P ve M değerleri .....	212

Tablo 4.222. Mann – Kendall testi için P ve M değerleri.(Devamı).....	213
Tablo 4.223. $R_{xi}$ değerleri.....	213
Tablo 4.224. $R_{xi}$ değerleri.(Devamı) .....	214
Tablo 4.225. Yunak ilçesine ait 17798 numaralı MGİ için yağış verileri.....	215
Tablo 4.226. Mann – Kendall testi için P ve M değerleri .....	216
Tablo 4.227. $R_{xi}$ değerleri.....	217
Tablo 4.228. Porsuk çayına ait 1203 numaralı AGİ için akış verileri.....	219
Tablo 4.229. Mann – Kendall testi için P ve M değerleri .....	219
Tablo 4.230. Mann – Kendall testi için P ve M değerleri.(Devamı).....	220
Tablo 4.231. $R_{xi}$ değerleri.....	220
Tablo 4.232. $R_{xi}$ değerleri.(Devamı) .....	221
Tablo 4.233. $u(t)$ fonksiyonunun hesabı .....	221
Tablo 4.234. $u(t)$ fonksiyonunun hesabı.(Devamı) .....	222
Tablo 4.235. $u'(t)$ fonksiyonunun hesabı .....	222
Tablo 4.236. Aladağ çayına ait 1233 numaralı AGİ için akış verileri .....	224
Tablo 4.237. Mann – Kendall testi için P ve M değerleri .....	225
Tablo 4.238. $R_{xi}$ değerleri.....	226
Tablo 4.239. Sohu deresine ait 1233 numaralı AGİ için akış verileri.....	228
Tablo 4.240. Mann – Kendall testi için P ve M değerleri .....	228
Tablo 4.241. $R_{xi}$ değerleri.....	229
Tablo 4.242. Sakarya nehrine ait 1257 numaralı AGİ için akış verileri .....	231
Tablo 4.243. Mann – Kendall testi için P ve M değerleri .....	231
Tablo 4.244. Mann – Kendall testi için P ve M değerleri.(Devamı).....	232
Tablo 4.245. $R_{xi}$ değerleri.....	233
Tablo 4.246. $u(t)$ fonksiyonunun hesabı .....	233
Tablo 4.247. $u(t)$ fonksiyonunun hesabı.(Devamı) .....	234
Tablo 4.248. $u'(t)$ fonksiyonunun hesabı .....	234
Tablo 4.249. Porsuk çayına ait 1203 numaralı AGİ için askıda katı madde verileri .....	236
Tablo 4.250. Mann – Kendall testi için P ve M değerleri .....	237
Tablo 4.251. $R_{xi}$ değerleri.....	238
Tablo 4.252. $u(t)$ fonksiyonunun hesabı .....	239
Tablo 4.253. $u'(t)$ fonksiyonunun hesabı .....	239

Tablo 4.254. $u'(t)$ fonksiyonunun hesabı.(Devamı).....	240
Tablo 4.255. Aladağ çayına ait 1233 numaralı AGİ için askıda katı madde verileri .....	241
Tablo 4.256. Aladağ çayına ait 1233 numaralı AGİ için askıda katı madde verileri.(Devamı) .....	242
Tablo 4.257. Mann – Kendall testi için P ve M değerleri.....	242
Tablo 4.258. $R_{xi}$ değerleri.....	243
Tablo 4.259. Sohu deresine ait 1233 numaralı AGİ için askıda katı madde verileri .....	245
Tablo 4.260. Mann – Kendall testi için P ve M değerleri.....	245
Tablo 4.261. $R_{xi}$ değerleri.....	246
Tablo 4.262. Sakarya nehrine ait 1257 numaralı AGİ için askıda katı madde verileri .....	248
Tablo 4.263. Mann – Kendall testi için P ve M değerleri.....	248
Tablo 4.264. Mann – Kendall testi için P ve M değerleri.(Devamı).....	249
Tablo 4.265. $R_{xi}$ değerleri.....	250
Tablo 4.266. $u(t)$ fonksiyonunun hesabı .....	250
Tablo 4.267. $u(t)$ fonksiyonunun hesabı.(Devamı) .....	251
Tablo 4.268. $u'(t)$ fonksiyonunun hesabı .....	251
Tablo 4.269. $u'(t)$ fonksiyonunun hesabı.(Devamı).....	252
Tablo 5.1. Batı Karadeniz Havzasında yağış-akış-askıda katı madde verilerinin ortak trend sonuçları.....	254
Tablo 5.2. Doğu Karadeniz Havzasında yağış-akış-askıda katı madde verilerinin ortak trend sonuçları .....	255
Tablo 5.3. Sakarya Havzasında yapış-akış-askıda katı madde verilerinin ortak trend sonuçları .....	256



## ÖZET

Anahtar kelimeler: Karadeniz ve Sakarya Havzası, Trend Analizi, Yağış, Akış, Askıda Katı Madde

İnsan yaşamı hidrolojik ve meteorolojik olaylara bağlıdır. Bu nedenle hidrolojik ve meteorolojik değişkenlerin doğru tahmini ve analizi hayati önem taşımaktadır. Bu meteorolojik ve hidrolojik değişkenlerden olan yağış-akış-askıda katı madde miktarlarının trendlerinin bilinmesi, su kaynaklarının planlanması ve yönetilmesi ile su yapılarının projelendirilmesi açısından önem arz etmektedir. Yağış, akışı meydana getiren en önemli değişkendir. Akış ise nehirde sediment taşınımında en etkili değişkendir. Dolayısıyla bu tez çalışmasında, yağış-akış-askıda katı madde verileri kullanılarak seçilen havzalarda (Batı Karadeniz Havzası, Doğu Karadeniz Havzası ve Sakarya Havzası) Trend Analizi Yöntemi uygulaması yapılmış ve sonuçları yorumlanmıştır. Trend Analizi yöntemini uygulamak için kullanılan testler diğer testlere göre daha güçlü olduğu bilinen parametrik olmayan Mann – Kendall testi ve Spearman'ın Rho testi tercih edilmiştir. Trend tespit edilen istasyonlarda trend başlangıç yılını tespit etmek için ise, parametrik olmayan Mann – Kendall Sıralama Korelasyon testi kullanılmıştır.

Bu tez çalışmasında, Devlet Meteoroloji İşleri'nin seçilen havzalarda (Batı Karadeniz Havzası, Doğu Karadeniz Havzası ve Sakarya Havzası) bulunan yağış gözlem istasyonlarının verileri ile Devlet Su İşleri'nin seçilen havzalarda (Batı Karadeniz Havzası, Doğu Karadeniz Havzası ve Sakarya Havzası) bulunan akım-askıda katı madde gözlem istasyonlarının verileri kullanılmıştır.

Trend analizi sonuçları incelendiğinde; Batı Karadeniz Havzası için yağış istasyonlarından alınan verilerde çoğu istasyonların verilerinde trendlere rastlanmazken akış ve askıda katı madde ölçüm istasyonlarından alınan verilerde bazı istasyonların verilerinde azalan yönde trendlere rastlanılmıştır. Doğu Karadeniz Havzası için yağış İstasyonlarından alınan verilerde bazı istasyonların verilerinde artan yönde trendlere rastlanırken akış ve askıda katı madde ölçüm istasyonlarından alınan verilerde trendlere rastlanılmamıştır. Sakarya Havzası için ise yağış, akış ve askıda katı madde ölçüm istasyonlarından alınan verilerde bazı istasyonların verilerinde azalan yönde trendlere rastlanılmıştır.

# **INVESTIGATION OF RAINFALL-FLOW-SUSPENDED LOAD DATA IN BLACK SEA AND SAKARYA BASINS BY TREND ANALYSIS**

## **SUMMARY**

Keywords: Black Sea and Sakarya Basin, Trend Analysis, Rainfall, Stream Flow, Suspended Load

Human life depends on hydrological and meteorological events. Therefore accurate forecast and analysis of hydrological and meteorological variables is very important. Rainfall-flow-suspended load which are among these hydrological and meteorological variables, are very important for fields such as water sources and water structures. Rainfall is the most important variable creating flow. Flow is the most important variable in sediment transport phenomenon. Therefore in this thesis, trend analysis application was conducted in selected basins (Western Black Sea basin, Eastern Black Sea basin and Sakarya basin) using rainfall-flow-suspended load data and projections were made. The preferred tests used in order to apply Trend Analysis method are Mann – Kendall and Spearman's Rho non-parametric tests which are known to be stronger than others. In order to determine the trend beginning year in stations where trend was detected, non-parametric Mann – Kendall degree correlation test was used.

In this thesis study, the data obtained from rainfall monitoring stations of state meteorological works and flow-suspended load monitoring stations of state hydraulic works located in the selected basins (Western Black Sea basin, Eastern Black Sea basin and Sakarya basin).

When trend analysis results were examined no trends were coincided in most station data taken from rain stations for West Black Sea Basin, while decreasing trends were coincided in data of some stream fall and suspended load measurement stations. In East Black Sea Basin, while increasing trends were coincided in data taken from some rainfall stations, no trends were coincided in data taken from stream flow and suspended load measurement stations. On the other hand decreasing trends were coincided in data taken from some rainfall, stream flow and suspended load measurement stations.

## **BÖLÜM 1. GİRİŞ**

Akarsu yapılarının planlanması ve projelendirilmesinde katı madde taşınımı miktarının doğru bir şekilde tahmin edilmesi hidrolik mühendisliğinde hayati önem taşımaktadır. Çünkü askı maddesi miktarının tahmini, baraj ölü hacminin belirlenmesinde, nehirdeki katı madde taşınımının, stabil kanalların dizaynının, viyadük, köprü gibi diğer yapıların akarsu içerisinde kalan ayaklarında meydana gelebilecek oyulma yada yığılma miktarlarının ve su yapılarının çevreye olan etkilerinin belirlenmesi gibi geniş bir alanda kullanılmaktadır [1-3].

Diğer taraftan, yeryüzünde yaşamın vazgeçilmez unsurlarının başında hava ve su gelmektedir. Nüfusun hızla artması ve zorlaşan çevre şartları etkisiyle suyun artan talebi sonucunda sınırlı bir kaynak olan suyun korunması ve kullanımı açısından iyi bir planlamanın yapılması önem arz eden konulardan biri olmaktadır. Dünya nüfusunun hızla arttığı düşünüldüğünde yeterli su kaynaklarına sahip ülkelerde bile ihtiyacın artması, kirliliğin ve suyun kullanımındaki artış gibi nedenlerden su temini açısından ciddi sıkıntıların oluşacağı aşikârdır. Su kaynaklarının planlanması ve yönetimi su talebinin artmasına paralel olarak çok önemli bir duruma gelmiş olup, su yapılarının geliştirilmesinde daha detaylı ve geniş araştırmaların yapılmasını zorunlu kılmıştır. Endüstri, tarım, şehircilik ve kentsel gelişmedeki hızlı büyüme sonucu su kaynaklarına olan ihtiyacın ilerleyen dönemlerde sürdürülebilir kararlı çevre politikaları ile ancak giderilebileceğinin gözden kaçırılmaması gereken bir ayrıntı olduğu unutulmamalıdır.

Küreselleşen dünya ölçeğinde, ısınma ve iklim değişikliklerinin etkisi ile sorunlar artmakta, kullanılabilir tatlı su kaynaklarının azalmasının ciddi bir risk oluşturacağı düşünülmektedir. Bu risklerden dolayı, son yıllarda iklim değişimi ve değişkenliğinin potansiyel etkileri üzerine ve hidrolojik zaman serileri üzerine yapılan çalışmalar

artmakta olduğu görülmektedir. Bu alışmalar genel olarak, iklim değişikliği var mı sorusuna cevap bulmak ve yeni modeller geliştirmek amacıyla yapılmaktadır.

Dolayısıyla bu tez çalışmasında, Türkiye'nin erozyon ve taşkın riski bulunan havzalarından Batı Karadeniz Havzası, Doğu Karadeniz Havzası ve Sakarya Havzası'nın yıllık ortalama yağış, akış ve askıda katı madde miktarlarına trend analizi yöntemi kullanılarak trendlerinin araştırılması hedeflenmiştir.

## BÖLÜM 2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Arseni, Papadimitrio ve Maheras [4], yaptıkları bir çalışmada Akdeniz kenarındaki dört yerleşim birimini (Kudüs, Atina, Roma ve Marsilya) seçmiş ve bu bölgede (120 yıldan daha uzun süreli sıcaklık verilerini kullanarak) sıcaklıktaki değişimleri belirleyebilmek için Mann – Kendall trend testini kullanmışlardır. Elde edilen çalışma sonuçlarına göre Atina dışında sıcaklıklarda ısınmaya doğru gidişatın olduğu vurgulanmıştır. Sıcaklıkta değişim başlangıç tarihleri Roma’da 1893, Kudüs’te 1920, Marsilya’da 1942 yıllarıdır.

Toros [5], Mann – Kendall Mertebe Korelasyon testini iklimsel serilere uygulamıştır. Türkiye’yi temsilen seçilen 18 meteoroloji istasyonunda (Edirne, Zonguldak, Samsun, Göztepe, Ankara, Trabzon, Çanakkale, Kütahya, Sivas, Kars, İzmir, Elazığ, Konya, Adana, Diyarbakır, Şanlıurfa, Van, Antalya) alınan düşük ve yüksek sıcaklık ile yağış verileri incelenmiştir. Sonuçlara göre ilkbahar gece sıcaklıklarında belirgin bir trend bulunamazken gece ile gündüz sıcaklıklarındaki değişimler birbirleri ile karşılaştırılınca, Türkiye genelinde özellikle gece sıcaklığında önemli artışların olduğu görülmüştür. Yağış verilerinde de trend bulunamamıştır ancak mevsimsel olarak toplam yağışlarda kış aylarında bir azalma, ilkbaharda ise artma eğilimi gözlenmiştir.

Türkeş [6], Türkiye’deki yıllık yağış verilerinin uzaysal ve zamansal karakteristiklerini açıkladığı çalışmasında, 91 istasyonun 1930 – 1993 periyodundaki aylık yağış toplamalarını kullanmıştır. Mann – Kendall testlerine göre alan ortalamalı yağış serilerinin çoğunda negatif test istatistiği bulunmuş ve %90 önem seviyesinde Karadeniz ve Akdeniz bölgelerindeki yağış anomalileri azalan trendler göstermişlerdir. Ayrıca, önemli derecede azalan trendlerin çoğunun 20 – 25 yıl boyunca meydana gelen ani azalmaların sonucu olarak ortaya çıktığı da belirtilmiştir.

Türkiye için yapılan trend analizi çalışmaları, çoğunlukla sıcaklık ve nadiren de yağış alanlarında odaklanmıştır. Türkeş ve ark. [7], 1930 – 1992 yılları arasında Türkiye’deki her bir meteorolojik istasyon ve her bir coğrafi bölgenin uzun süreli ortalama sıcaklıklarındaki trendleri ve ani değişimleri belirlemek için parametrik olmayan çeşitli testler kullanmışlar ve bölgesel ortalama sıcaklık serilerini kullanarak iklimin doğu Anadolu’da ısınma, özellikle Marmara ve Akdeniz bölgelerinde ise soğuma eğiliminde olduğunu bulmuşlardır.

Türkeş ve ark. [8], Türkiye’deki 70 istasyona ait yıllık ortalama, maksimum ve minimum sıcaklıklardaki değişimleri araştırmış ve trend değişimlerinin belirlenmesi için Mann – Kendall testini kullanmışlardır. Çalışma sonucunda, yaz minimum sıcaklıkları, ilkbahar ve sonbahar minimum sıcaklıklarından genel olarak daha büyük oranda ısındığı, ilkbahar ve yaz minimum sıcaklıklarının ısınma oranları ise, ilkbahar ve yaz maksimum sıcaklıklarındakilerden genel olarak daha kuvvetli olduğu gözlenmiştir. Yıllık, ilkbahar ve yaz sıcaklıklarındaki anlamlı artma eğilimleri dikkate alındığında, gece ısınması oranları, genel olarak büyük Akdeniz iklim tipi ile tanımlanan Ege, Akdeniz ve Güneydoğu Anadolu bölgelerinde daha kuvvetli olduğu belirlenmiştir.

Kothyari ve ark. [9], Hindistan’ın Ganga Havzası’na ait 3 istasyondaki yağış ve sıcaklık rejimlerinin değişimlerini belirlemek için muson yağışları, muson mevsimindeki yağmurlu gün sayıları ve yıllık maksimum sıcaklık verilerine Mann – Kendall testini uygulamışlardır. Analize göre yıllık maksimum sıcaklıklardaki artışın ve toplam muson yağışları ile muson mevsimindeki yağmurlu gün sayılarındaki azalmaların 1960 yılının ikinci yarısından sonra gerçekleştiği belirtilmiştir.

Kadioğlu [10], Türkiye’deki 18 meteorolojik istasyonda 1939 – 1989 yılları arasında ortalama yıllık sıcaklık kayıtlarının trendlerini incelemiş ve önemsiz artış trendleri bulmuştur. Ayrıca uzun süreli trendlerin varlığına karar vermek için Türkiye’deki yüzey hava sıcaklığı verilerinin yetersiz olduğu da belirtilmiştir.

Kalaycı ve Kahya [11], çalışmalarında Susurluk Havzası’nda 1970 – 1994 yılları arasında su kalitesi verilerinde lineer trend tespit edebilmek için seçilen 4 istasyona

Sen'in T, Spearman'ın Rho, Mann – Kendall ve Mevsimsel Mann – Kendall testlerini uygulamışlardır. Debi ve askıda katı madde konsantrasyonunda azalan; su sıcaklığı, elektriksel iletkenlik, sodyum, potasyum, kalsiyum + magnezyum, bikarbonat ve klorit konsantrasyonlarında artan trend bulmuşlardır.

Burn ve Elnur [12], minimum kayıt uzunluğu 25 yıl olan Kanada'daki 248 istasyonun 18 değişkenine Mann – Kendall testini uygulamışlar ve 1940 – 1997, 1950 – 1997, 1960 – 1997 ve 1970 – 1997 periyotlarında belirlenen trendler için önem seviyesini % 90 almışlardır.

Yıldız ve ark. [13], Türkiye nehirlerinin taşkın, ortalama ve düşük akımlarının zamana göre değişimi incelenmiş ve akımlardaki trendin hidroelektrik santrallerin enerji üretimine etkileri araştırmışlardır. 26 havzanın 24'ündeki 104 akım gözlem istasyonunun ait günlük ortalama, maksimum ve minimum akım verileri kullanılmış ve çalışma sonucunda, son 30 – 66 yıllık dönemde Türkiye'nin batı, orta ve güney bölgelerindeki akarsuların, özellikle ortalama ve düşük akımlarında (ve bazı maksimum akımlarda) anlamlı bir azalma olduğu ortaya çıkmıştır. Diğer bölgelerde ise zamanla artan trend belirlenmiştir.

Yılmaz [14], Doğu Karadeniz havzasındaki iklim trendlerini ve olası etkilerini ortaya çıkarmayı amaçlamıştır. Oluşan değişimlerin belirlenebilmesi için havza genelinde Devlet Meteoroloji İşleri (DMI)'nin işlettiği 13 istasyonuna ait 13 toplam yağış, 12 ortalama sıcaklık, 3 toplam buharlaşma ve 3 toplam açık günler verileri ile Elektrik İşleri Etüt İdaresi (EİE)'nin işlettiği 9 istasyonuna ait akım verileri analiz edilmiştir. Çalışma sonucunda, havzanın ortalama sıcaklıklarında azalan bir trend olduğu, toplam yağış değerleri havzanın kıyı bölümü boyunca azalırken, havzanın yüksek bölümlerinde arttığı belirlenmiştir. Sıcaklığın dışındaki iklimsel verilerde bir trend olmadığı, sıcaklık verilerinde ise yerel hava kirleticilerinin ve bölgesel sülfat aerosollerinin yerel soğutma etkileri ile bağlantılı olabileceği belirtilmiştir.

Angı ve Özkaya [15], Türkiye'nin doğal olan yüzeysel akımları ve bu akımların zaman içerisindeki değişimleri ile alansal dağılımı incelenmiştir. Havzaların yağış – akış özelliklerinin farklı olması nedeniyle 26 akarsu havzası ayrı, ayrı değerlendirilmiş ve

sonuçlar birleştirilmiştir. Veri yoğunluğunun bulunduğu 1965 – 2002 dönemi temel alınarak elde edilen sonuçlar ile daha az sayıda verinin bulunduğu 1941 – 1964 dönemine yaklaşım yapılmış ve her iki dönemin birleştirilmesi ile 1941 – 2002 dönemine ait Türkiye'nin yüzeysel akımları elde edilmiştir. Türkiye geneli yüzeysel akımlar, potansiyel ve kullanılabilir olmak üzere ayrı ayrı incelenmiş ve seçilen dönemler içerisinde her yıla ait değerler hesaplanmıştır.

Ceylan [16], Yeşilirmak havzası sınırları içerisinde bulunan en az 30 yıllık gözlemleri olan EİE ve Devlet Su İşleri (DSİ) kurumlarına ait 24 değişik istasyonun yıllık ortalama sıcaklık, toplam yağış, ortalama akım, toplam buharlaşma, ortalama güneşlenme süreleri, bulutlu ve kapalı geçen gün sayıları gibi iklimsel özellikleri karakterize eden altı ayrı iklim elemanının, 1930 – 1997 yılları arasında gözlenmiş 43 adet iklim serisi analiz edilmiştir. Havza genelinde ortalama sıcaklıklarda belirgin bir azalış, toplam yağışlarda artış, ortalama akımlarda artış, toplam buharlaşmalarda azalış ortalama güneşlenme sürelerinde azalış ve bulutluluk verilerinde eğilimlerin bölgesel olarak değiştiği tespit edilmiştir.

Yeşilata ve ark. [17], Atatürk Baraj gölünün bölge iklimi üzerine etkisini, Şanlıurfa ve Adıyaman illerinin 30 yıllık (1972 – 2001) meteorolojik verileri yardımıyla araştırmışlardır. Bu amaçla seçilen 4 iklimsel değişkenin (maksimum, minimum ve ortalama sıcaklık ile bağıl nem) aylık ortalama değerleri, Atatürk Baraj Gölünden önceki ve sonraki 15 yıllık dönemler (1972 – 1986 ve 1987 – 2001) için karşılaştırılarak incelenmiştir. Baraj sonrasında her iki il için; yılın büyük bir bölümünde, sıcaklık ve nem değerlerinde artış olduğu gözlenmiştir. İklimsel verilerdeki trendi belirlemek için, baraj gölü sonrası meteorolojik verilere Lineer Regresyon yöntemi uygulanmıştır. Bu artışların bağıl nem ve maksimum sıcaklıklar için küçümsenmeyecek düzeyde olduğunu ve baraj gölü yöre iklimi ilişkisinin hala dinamik bir şekilde devam ettiği sonucuna varılmıştır.

Berryman ve ark. [18], su kalitesi değişkenlerinin trend analizinde; lineer trendler için 12 (Kendall, Spearman, Intrablock testler vb.), sıçrama trendleri için 7 (Medyan, Mann – Whitney, Kolmogorov – Smirnov vb.) ve çoklu sıçrama türü trendler için de 3 farklı parametrik olmayan test hakkında bilgi vermişlerdir. Bu testler içerisinde,



mevcut verilerin içsel bağımlılık ve mevsimsellik gibi yapısal özellikleri dikkate alınarak, en uygun olanının seçileceği ifade edilmiştir [19].

Moreas ve ark. [20], Brezilya'nın güneydoğusundaki nehir havzasının 1947 – 1991 yılları arasındaki akım ve yağış kayıtlarına Mann – Kendall trend testini uygulamışlar ve havza genelindeki yağışlarda önemli artan trendler, 8 akım gözlem istasyonunun yarısında ise önemli azalan trendler bulmuşlardır.

Serrano ve ark. [21], Iberian Peninsula'daki 40 istasyona ait 1921 – 1995 yılları arasındaki aylık ve yıllık toplam yağışlara Mann – Kendall testini uygulayarak trend olup olmadığını araştırmışlardır. Yıllık yağışlar için 34 istasyonda herhangi bir trend bulunamazken 5 istasyonda %95 önem seviyesinde azalan, sadece bir istasyonda da artan trend tespit edilmiştir. Aylık toplam yağışların trendini belirlemek için her bir ay da incelenmiş ve sadece mart ayı için 21 istasyonda azalan yönde trend tespit edilirken diğer aylar için herhangi bir trende rastlanmamıştır.

Wen ve Chen tarafından Nebraska'da 8 büyük havzada bulunan 110 istasyonda ölçülen 50 yıllık akım verileri üzerinde yapılan trend analizi çalışmasında parametrik olmayan Mann – Kendall testi kullanılmış ve batıda azalan yönde trend oluşumu, doğuda ise anlamlı bir trend olmadığı görülmüştür. Bu azalmanın yer altı sularıyla olan ilişkisi gözlenmeye çalışılmıştır [22].

Bulut ve ark. [23], Atatürk Barajı'nın bölge iklimine etkisini trend analizi ile belirleme çalışmışlardır. Çalışmada trend analizi için; Lineer Regresyon yöntemi, Mann – Kendall yöntemi ve Sen yöntemi kullanmışlar ve uygulanan her üç yöntemin sonucunda; sıcaklık ve bağıl nemde artış trendi, toplam yağışta önemli bir değişim olmadığı ve rüzgâr hızında azalma olduğunu belirlemişlerdir.

Tonkaz ve Çetin [24], kentleşmenin ve arazi kullanımının, güneydoğu Anadolu bölgesindeki aylık ekstrem sıcaklıklar üzerindeki etkilerini araştırılmıştır. Nüfus değişimi, motorlu araçların sayısı, endüstriyel ürünlerin yetiştirildiği alan, bina sayısı ve aylık ekstrem sıcaklık trendleri gibi bölgesel parametreleri belirlemek için Türkiye'nin gelişmekte olan GAP bölgesinde bir araştırma yapılmış ve 16 gözlem

istasyonuna ait 27 ile 71 yıl arasında değişen, 1932 – 2002 yıllarını kapsayan aylık ekstrem sıcaklık dizisi kullanılmıştır. Aylık trendleri belirlemek için parametrik olmayan Mann – Kendall testi kullanılmıştır. Çalışma sonucunda endüstriyel ürün yetiştirilen alan arttıkça evaporatif soğuma mekanizması nedeniyle maksimum sıcaklıklarda azalma meydana geldiği, kentleşmedeki artışın ise bölgedeki minimum sıcaklıklardaki artışa neden olduğu belirlenmiştir.

Zhang ve ark. [25], Kanada'daki 243 istasyona ait 11 hidroklimatik değişkene Mann – Kendall testini uygulamışlar ve 30, 40 ve 50 yıllık periyotlar için yıllık ortalama akımların genellikle ülkenin güneyinde ve aylık ortalama akımların özellikle Ağustos ve Eylül aylarında azaldığı, Mart ve Nisan aylarında ise önemli artışların olduğunu göstermişlerdir. Ayrıca, bu çalışmada kayıt uzunluğu olarak 30 yılın oldukça uygun olduğu ve yıllık ortalama akımdaki azalmanın ortalama sıcaklıktaki artıştan ve yağıştaki azalmadan kaynaklandığı da belirtmişlerdir.

Kosif [26], Samsun ilinde iklim trendlerini araştırmış ve çalışmada Mann – Kendall sıra korelasyon testi ile en küçük kareler yöntemini kullanmıştır. Çalışma sonucunda ortalama sıcaklık, toplam yağış ve ortalama akım gözlemlerinde artan yönde, bulutluluk gözlemlerinde ise azalan yönde trend belirlemiştir.

Özel [27], Türkiye'deki 26 havzada aylık ortalama akımlarda trend olup olmadığı araştırılmış, trend tespitinde, Spearman'ın Rho, Sen'in T, Mevsimsel Kendall ve Mann – Kendall Mertebe Korelasyon testleri, trend eğimini belirlemek için ise Sen'in Trend Eğim metodu kullanılmıştır. Çalışma sonucunda trend tespit edilen istasyonlarda eğimin çoğunlukla azalan yönde olduğu ve bunun ülkenin batı bölgesinde yoğunlaştığı görülmüştür. Mart ayı en fazla azalan trend tespit edilen ay olurken Nisan ayı trende en az rastlanan ay olmuştur. Artan trendler en fazla ağustos ayında olup çoğunlukla 1980'li yıllar trend başlangıç yılları olarak tespit edilmiştir.

Cıgızoğlu ve ark. [28], tarafından Türkiye nehirlerinin taşkın, ortalama ve düşük akımlarında trend bileşeninin varlığı incelenmiştir. Çalışmada Türkiye genelindeki 26 havzanın 24 ündeki 100 civarında akım gözlem istasyonuna ait günlük ortalama akım verileri incelenmiştir. Trend analizi, parametrik olmayan Mann – Kendall testi ve

parametrik olan t testi kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Sonuç olarak, son 30 – 60 yıllık dönemde Türkiye'nin batı, orta ve güney bölgelerindeki akarsuların özellikle ortalama ve düşük akımlarında anlamlı bir azalma olduğu ortaya çıkmıştır. Diğer bölgelerde ise istatistik anlamda anlamlı bir trend görülmemiştir.

Akyürek ve ark. [29], Türkiye genelinde 24 havzada 107 akım gözlem istasyonundaki yıllık ortalama akımlara parametrik bir test olan t testi ile parametrik olmayan Mann – Kendall testi uygulayarak trend analizi yapmışlardır. Trend ayrıca bölgesel olarak incelenmiştir. Yıllık ortalama akım verilerinde her iki test için de incelenen 107 istasyonun 31 tanesinde trend bulunmuştur. Bu istasyonların buldukları bölgeler incelendiğinde genel olarak Türkiye'nin batı, orta ve güney bölgelerindeki istasyonlarda trendin azalma yönünde olduğu, bölgesel analizlerde ise her iki bölgede azalan yönde trend olduğu görülmüştür.

Kâhya ve Kalaycı [30], Türkiye'deki 26 havzada bulunan 83 akım gözlem istasyonundaki aylık ortalama akımlara, Sen'in t, Mann – Kendall, Spearman'ın Rho ve Mevsimsel Kendall testleri ile trend analizi yapmışlardır ve çalışma sonucunda Türkiye'nin güney ve batı bölgesinde azalan yönde, kuzey bölgesinde ise artan yönde trend belirlemişlerdir.

Birsan ve ark. [31], tarafından İsviçre'de bulunan 48 istasyonda 3 ayrı zaman periyodundaki günlük ortalama akım değerleri üzerinde bir trend çalışması yapılmıştır. Çalışmada parametrik olmayan Mann – Kendall testi kullanılmış ve mevsimsel trend aranmıştır. Çalışma sonucunda kış ve bahar dönemlerinde artış, sonbahar döneminde ise azalan yönde trend belirlemişlerdir. Yaz döneminde ise anlamlı bir trend belirlenememiştir.

İçağa ve Harmancıoğlu [32], Yeşilirmak Havzası'nda 1979 – 1984 yılları arasındaki su kalitesi ölçümlerinin yapıldığı 10 istasyona Spearman'ın Rho testi, Mevsimsel Mann – Kendall testi, Mann – Whitney testi ve Kruskal – Wallis'h testini uygulamışlar ve anlamlı trendler belirlemişlerdir.

Zaman serilerindeki iç bağımlılık Mann – Kendall testi ile yapılan trend testini etkilemektedir. Bununla ilgili Von Storch ile Yue ve Wang yapmış oldukları çalışmalarda iç bağımlılığın etkisini gidermek için ön ayıklama (prewhitening) yöntemi üzerinde çalışmışlar ve bu etkiyi trend üzerinde herhangi bir değişme olmadan kaldırmayı başarmışlardır [33, 34].

Kurucu [35], çalışmasında Sakarya havzasında seçilen 12 akım gözlem istasyonunda ölçülen debilerinin trendlerini belirlemeye çalışmıştır. Uygulanan Mann – Kendall testi sonucunda 3 akım gözlem istasyonunda azalan yönde eğilimin görüldüğü, 7 akım gözlem istasyonunda artan yönde eğilimin görüldüğü ve 2 akım gözlem istasyonlarında ise artan veya azalan eğilimin görülmediği sonucuna varmıştır.

Bayazit ve ark. [36], Türkiye akarsularındaki ortalama akımlar, taşkınlar ve düşük akımlarda trend bileşeninin bulunup bulunmadığını araştırmıştır. Elde edilen çalışma sonuçlarına göre Türkiye akarsularının özellikle düşük akımlarında Trakya, Batı, Güney ve Orta bölgelerde anlamlı bir azalma izlenmektedir. Bu azalma yıllık ortalama akımlar ve taşkınlarda da daha küçük oranlarda olsa da mevcuttur. Akımların zaman içinde değişme eğilimi ile ilgili olarak elde edilen bu sonuçların su yapılarının planlama ve işletme çalışmalarında göz önünde tutulması gerekmektedir.

Hirsch ve Slack [37], serisel bağımlı mevsimsel datalara uygulanan parametrik olmayan trend testlerini analiz etmişler ve trend için, Mann – Kendall testinin değiştirilmiş bir ifadesi olan Mevsimsel Mann – Kendall testini önermişlerdir. Bu testin serisel bağımlılığa karşı üstünlüğünü, Monte Carlo Deneyi ile kanıtlamışlardır. Fakat örnek sayısı az ise, bunun geçersiz olduğunu belirtmişlerdir.

Erdoğan [38], Türkiye nehirlerinin yıllık akım gözlemlerinin ortalamadan sapma ölçüsüne göre Türkiye’de oluşan hidrolojik kuraklık olaylarını incelemiştir. Erdoğan, 1938 – 1988 yıllarındaki gözlem süresince sadece 1973 su yılında Türkiye’nin tüm nehirlerinde su eksikliğinin oluştuğunu belirtmiştir. Ayrıca aynı çalışmada Türkiye’de şiddetli ve sürekli bir kuraklığın sadece 1970 – 1974 yılları arasında oluştuğu ifade edilmiştir. Bu çalışmaya göre yaygın kuraklıklar 1954 – 1955, 1960 – 1961 ve 1972 – 1973 yıllarında oluşmuş ve sadece 1972 – 1973 kuraklığı tüm Türkiye’ye yayılmıştır.

Sonuç olarak 50 yıllık gözlem süresince tüm Türkiye’yi etkileyen şiddetli ve hidrolojik kuraklık 1970’li yılların başında oluşmuştur.

Ceribasi ve Ark. [39], Sakarya Nehri’nin akım ve sediment miktarı ile yağış miktarlarına trend analizi yöntemini uygulamıştır. Bu yöntemi uygularken en çok bilinen ve çalışmalarda uygulanan Spearman’ın rho testi, Mann – Kendall testi ve trend başlangıç yılını belirlemek için ise Mann – Kendall mertebeli korelasyon testini uygulamıştır. Akım ve sediment verileri DSİ’den temin edilmiş ve 1969 – 2001 yılları arası verilerini kullanmıştır. Yağış verileri ise DMI’den temin edilmiş ve 1979 – 2010 yılları arası verileri kullanılmıştır. Yapılan çalışma sonucunda Sakarya Nehri’nin akım ve sediment miktarlarında azalan yönde trendler gözlenmiştir. Yağış miktarlarında ise yine azalan yönde trendlere gözlenmiştir.

Ceribasi ve Ark. [40], Sapanca Gölü’nün sıcaklık, yüzeysel buharlaşma, nem, göl su seviyesi ve yağış miktarlarına trend analizi yöntemini uygulamıştır. Bu yöntemi uygularken en çok bilinen ve çalışmalarda uygulanan Spearman’ın rho testi, Mann – Kendall testi ve trend başlangıç yılını belirlemek için ise Mann – Kendall mertebeli korelasyon testini uygulamıştır. Tüm bu hidrolojik parametrelerin verileri DMI’den temin edilmiş ve sıcaklık, yüzeysel buharlaşma, nem ve yağış miktarları verileri için 1985 – 2006 yılları arası verileri kullanılmış göl su seviyesi verileri için ise 1994 – 2013 yılları arası verileri kullanılmıştır. Yapılan çalışma sonucunda Sapanca Gölü’nün nem, göl su seviyesi ve yağış miktarlarında azalan yönde trendler gözlenmiştir. Sapanca Gölü’nün sıcaklık ve yüzeysel buharlaşma verilerinde ise artan yönde trendler gözlenmiştir.

## **BÖLÜM 3. MATERYAL VE YÖNTEM**

Genel olarak eldeki verilerle ileriye dönük tahmin yapabilmek için bazı yöntemler kullanılır. Bu yöntemler genellikle trend analizi yöntemi ve yapay sinir ağları yöntemidir. Trend analizi yöntemi ile sadece tahmin edilirken yapay sinir ağları yöntemi ile de tahmin sayısal olarak da ifade edilebilmektedir.

### **3.1. Trend Analizi Yöntemi**

Hidrolojik büyüklükler zaman içinde rastgele değişen karakterde olduğundan sürekli bir azalma veya artma eğiliminin araştırılması özel yöntemler kullanmayı gerektirir [41, 42]. Klasik parametrik testlerdeki normalite, doğrusallık ve bağımsızlık gibi temel varsayımlar genellikle tipik yüzey suyu kalitesi verilerinde sağlanmamaktadır [42]. Bu nedenle parametrik olmayan testlerin kullanılması parametrik testlere oranla daha uygundur. Trend analizinde genellikle, Mann – Kendall testi, Spearman’ın Rho testi ve Mann – Kendall Mertebe Korelasyon testi gibi testler kullanılmaktadır.

#### **3.1.1. Spearman’ın rho testi**

İki gözlem serisi arasında korelasyon olup olmadığını belirlemek amacıyla kullanılan bu test, lineer trend varlığının araştırılmasında hızlı ve basit bir testtir. Sıra istatistiği olan  $R_{xi}$  verilerin küçükten büyüğe veya büyükten küçüğe doğru sıralanması ile belirlenir [42, 43]. Gözlem serisi  $X = (x_1, x_2, \dots, x_n)$  vektörü olmak üzere; iki yönlü test ile tanımlanan  $H_0$  hipotezine göre  $x_i$  ( $i = 1, 2, 3, \dots, n$ ) değerleri eş olasılıklı dağılımlardır,  $H_1$  hipotezine göre ise  $x_i$  ( $i = 1, 2, 3, \dots, n$ ) değerleri zamanla artar veya azalır. Spearman’ın Rho testi istatistiği ( $r_s$ ), aşağıdaki bağıntısı ile hesaplanır.

$$r_s = 1 - 6 \frac{\sum_{i=1}^n (R_{xi} - i)^2}{(n^3 - n)} \quad (3.1)$$

$n > 30$  için  $r_s$  dağılımı normale yaklaşacağından normal dağılım Tabloları kullanılır. Bunun için  $r_s$ 'nin test istatistiği ( $Z$ ),

$$Z = r_s \sqrt{n-1} \quad (3.2)$$

Şeklinde hesaplanır ve eğer  $Z$  değeri,  $\alpha$  önem seviyesinde standart normal dağılım Tablolarından tespit edilen  $Z_{\alpha/2}$  değerinden büyük ise,  $H_0$  hipotezi reddedilerek, belirli bir trendin olduğu sonucuna varılır.

### 3.1.2. Mann – kendall testi

Mann Kendall Trend testi parametrik olmayan (nonparametrik) bir test olduğundan rastgele değişkenin dağılımından bağımsızdır [44-53]. Bu test ile bir zaman serisinde trend olup olmadığı sıfır hipotezi; “  $H_0$ : trend yok” ile kontrol edilmektedir [54-57]. Testin uygulanacağı zaman serisi  $x_1, x_2, \dots, x_n$  de  $x_i, x_j$  çiftleri iki gruba ayrılır.  $i < j$  için  $x_i < x_j$  olan çiftlerin sayısı  $P$  ve  $x_i > x_j$  olan çiftlerin sayısı  $M$  ile gösterilirse test istatistiği ( $S$ ),

$$S = P - M \quad (3.3)$$

Şeklinde hesaplanır.

Kendall korelasyon katsayısı:

$$\tau = \frac{S}{[n(n-1)/2]} \quad (3.4)$$

$n \geq 10$  için

$$\sigma_s = \sqrt{n(n-1)(2n+5)/18} \quad (3.5)$$

Olmak üzere;

$$Z = \left. \begin{array}{ll} (S-1)/\sigma_s & S > 0 \\ 0 & S = 0 \\ (S+1)/\sigma_s & S < 0 \end{array} \right\} \quad (3.6)$$

Şeklinde tanımlanan  $Z$  istatistiğinin dağılımı standart normal dağılımdır. Örnekte birbirine eşit olan gözlemler varsa  $\sigma_s$  aşağıdaki formülle hesaplanır.

$$\sigma_s = \sqrt{\left[ n(n-1)(2n+5) - \sum_i t_i(t_i-1)(2t_i+5) \right] / 18} \quad (3.7)$$

Burada  $t_i$  değeri eşit olan gözlemlerin sayısını göstermektedir. Örneğin 5 gözlem aynı değeri taşıyorsa  $t_1 = 5$ , 3 gözlem aynı değerde ise  $t_2 = 3$  ve ayrıca değerleri aynı olan 2 gözlemlik iki grup bulunuyorsa  $t_3 = 2$ ,  $t_4 = 2$  alınacaktır.

Yukarıda anlatıldığı Şekilde hesaplanan  $Z$ 'nin mutlak değeri seçilen  $\alpha$  anlamlılık düzeyine karşı gelen normal dağılımın  $Z_{\alpha/2}$  değerinden küçükse sıfır hipotezi kabul edilmekte ve incelenen zaman serisinde trend olmadığı, büyükse trend olduğu ve  $S$  değeri pozitif ise artan yönde negatifse azalan yönde trend olduğu sonucuna varılmaktadır. Ayrıca verilerin belirli bir dağılıma uyması zorunluluğu aramadığı için özellikle kullanışlıdır [58-65].

### 3.1.3. Mann – kendall mertebe korelasyon testi

Parametresiz olan bu test, uygulanan seride zamanla artma mı azalma mı olduğunu bulmak için kullanılır. Test, sonuçları grafiksel olarak ifade ederken trendin başlangıç noktasını da belirleyebilmektedir.



Hidro – meteoroloji zaman serisinde sol taraftan başlayarak veriler  $x_i$ , teker, teker göz önünde bulundurularak veri yerine kendisinden önce gelen veriler içinde kaç tanesinin kendisinden büyük olduğu sayılır. Bu sayıya  $n_i$  dersek  $x_i$  veri değerleri bunlarla yer değiştirilerek tam sayılı bir örnek fonksiyon elde edilir [42, 66-68].

Bu tam sayıların ardışık toplamları,  $t_i$  ile gösterirsek yöntemi sınamak için gerekli büyüklük olan  $t$ ;

$$t = \sum_{i=1}^n n_i \quad (3.8)$$

Şeklinde tanımlanır. Bunun ortalaması  $E(t)$ ;

$$E(t) = \frac{n(n-1)}{4} \quad (3.9)$$

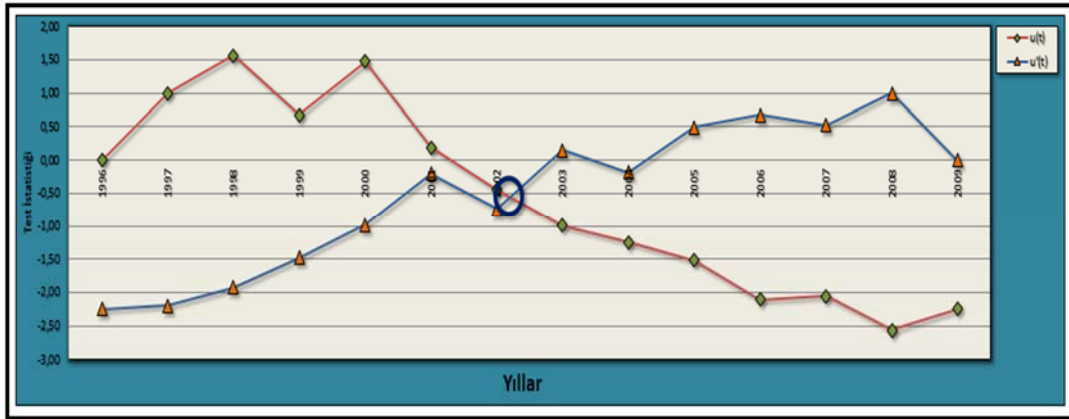
Varyansı;

$$\text{var}(t) = \frac{n(n-1)(2n+5)}{72} \quad (3.10)$$

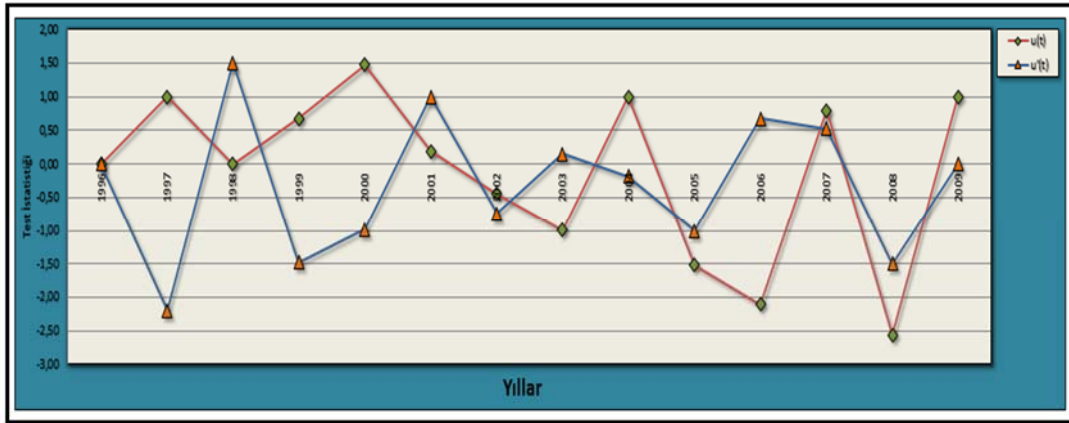
$u(t)$  fonksiyonu ise

$$u(t) = \frac{[t - E(t)]}{\sqrt{\text{var } t}} \quad (3.11)$$

Zamanla bir değişim yok varsayımı,  $u(t)$ 'nin sifıra yakın değerleri ile ifade edilirken  $u(t)$ 'nin büyük değerleri bir değişiminin olduğunu gösterir.  $u'(t)$  ise seri içinde geri yönde  $u(t)$ 'ye benzer şekilde hesaplanır.  $u(t)$  ile  $u'(t)$ 'nin grafiksel olarak kesiştikleri nokta trendin başladığı zamanı gösterir [42, 69-71]. Şekil 3.1. trend olması durumunda  $u(t) - u'(t)$  grafiğini ve Şekil 3.2. trend olmaması durumunda  $u(t) - u'(t)$  grafiğini örnek olarak göstermektedir.



Şekil 3.1. Trend olması durumunda  $u(t) - u'(t)$  grafiği.



Şekil 3.2. Trend olmaması durumunda  $u(t) - u'(t)$  grafiği.

## **BÖLÜM 4. KARADENİZ VE SAKARYA HAVZASININ YAĞIŞ-AKIŞ-ASKIDA KATI MADDE VERİLERİNE TREND ANALİZİ YÖNTEMİ UYGULANMASI**

### **4.1. Batı Karadeniz Havzasının Yağış-Akış-Askıda Katı Madde Verilerine Trend Analizi Yöntemi Uygulanması**

Batı Karadeniz Havzası yer şekilleri incelendiğinde, Batı Karadeniz’de birbirine paralel 3 sıra halinde uzanan dağlar, Orta Karadeniz’de kıyıdan uzaklaşıp, tek sıra halinde uzanır. Ortalama yükselti azalmıştır. İklimsel özellikleri, Bölgenin kıyı şeridinde her mevsim yağışlı, yazları serin, kışları ılık geçen Karadeniz iklimi etkilidir. Bu iklimi etkileri Orta Karadeniz’de yer şekillerine bağlı olarak iç kesimlere kadar ulaşır. Batı Karadeniz’in iç kesimlerinde iklim karasallaşır, yağış miktarı azalır. Bitki örtüsü, iklim koşullarının orman yetişmesine uygun olduğu Karadeniz Bölgesi’nde özellikle denize dönük dağ yamaçlarında sık orman örtüsü görülür. Ormanlar deniz seviyesinden başlar ve 2.200 metrelere kadar ulaşır. Turizm özellikleri ise, Bölgede gerek tarihi kalıntılar gerekse doğal güzellikler turizm için önemli potansiyel oluşturmaktadır. Batı Karadeniz’de Amasya ve Sinop’ta deniz turizmi gelişmeye başlamıştır. Özellikle Kaçkar Dağları’ndaki buzul gölleri, değişik bitki türleri bölgenin deniz turizmindeki açığını kapatacak derecede ilgi görmektedir [72].

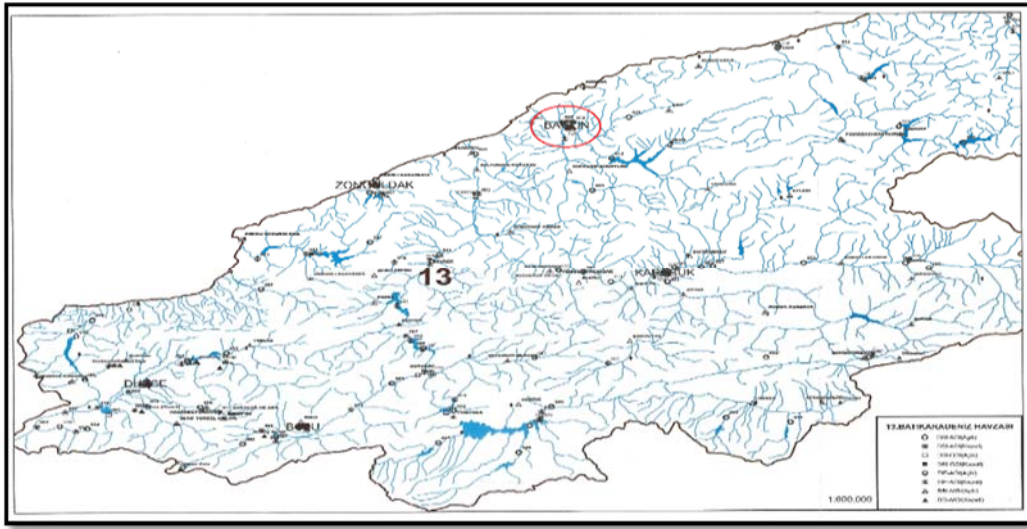
#### **4.1.1. Batı karadeniz havzasının yağış verilerine trend analizi yöntemi uygulanması**

##### **4.1.1.1. Bartın ilinin yağış verilerine trend analizi yöntemi uygulanması**

**Havza Adı** : Batı Karadeniz Havzası  
**Bölge Adı** : Zonguldak Bölgesi  
**İstasyon No** : 17020

**İstasyon Adı** : Bartın  
**Rakım** : 32,52m  
**Kronolojisi** : 1952-64BK.00S.03A-

Yukarıda istasyon bilgileri verilen Bartın iline ait 17020 numaralı istasyonun Batı Karadeniz Havzası haritasındaki yeri Şekil 4.1’de gösterilmiştir.



Şekil 4.1. Bartın iline ait 17020 numaralı istasyonun hidrometri haritasındaki yeri [73].

Bartın iline ait 17020 numaralı MGİ'nin yağış verileri DMİ'den temin edilmiş ve Tablo 4.1’de verilmiştir.

Tablo 4.1. Bartın iline ait 17020 numaralı MGİ için yağış verileri [74].

Yıllar	Yağış Miktarı (mm)	Yıllar	Yağış Miktarı (mm)
1979	7,56504	1996	6,35952
1980	6,70764	1997	6,55917
1981	6,90142	1998	7,78128
1982	11,4083	1999	6,73361
1983	7,16461	2000	9,03716
1984	7,36994	2001	5,74994
1985	6,30949	2002	6,93185
1986	5,51267	2003	4,82012
1987	6,29258	2004	7,26937
1988	7,88397	2005	7,04105
1989	6,54789	2006	6,00635
1990	7,59242	2007	8,66635
1991	10,1312	2008	7,30163
1992	6,50172	2009	7,20689
1993	6,38010	2010	5,86179
1994	5,76616	2011	5,89459
1995	8,65593	2012	6,75145

## Mann – Kendall testinin uygulanması

Tablo 4.2. Mann – Kendall testi için P ve M değerleri.

Sıra	Tarihler	Değer	$x_i < x_j$	$x_i > x_j$	P	M
1	1979	7,56504	0	0	0	0
2	1980	6,70764	0	1	0	1
3	1981	6,90142	1	1	1	2
4	1982	11,4083	3	0	4	2
5	1983	7,16461	2	2	6	4
6	1984	7,36994	3	2	9	6
7	1985	6,30949	0	6	9	12
8	1986	5,51267	0	7	9	19
9	1987	6,29258	1	7	10	26
10	1988	7,88397	8	1	18	27
11	1989	6,54789	3	7	21	34
12	1990	7,59242	9	2	30	36
13	1991	10,1312	11	1	41	37
14	1992	6,50172	3	10	44	47
15	1993	6,38010	3	11	47	58
16	1994	5,76616	1	14	48	72
17	1995	8,65593	14	2	62	74
18	1996	6,35952	4	13	66	87
19	1997	6,55917	8	10	74	97
20	1998	7,78128	15	4	89	101
21	1999	6,73361	10	10	99	111
22	2000	9,03716	19	2	118	113
23	2001	5,74994	1	21	119	134
24	2002	6,93185	13	10	132	144
25	2003	4,82012	0	24	132	168
26	2004	7,26937	16	9	148	177
27	2005	7,04105	15	11	163	188
28	2006	6,00635	4	23	167	211
29	2007	8,66635	25	3	192	214
30	2008	7,30163	19	10	211	224
31	2009	7,206886	18	12	229	236
32	2010	5,861793	4	27	233	263
33	2011	5,894586	5	27	238	290
34	2012	6,751447	16	17	254	307

$i < j$  için  $x_i < x_j$  olan çiftlerin sayısı  $P = 254$ ,  $x_i > x_j$  olan çiftlerin sayısı  $M = 307$  olarak bulunur. Test istatistiği  $S = P - M = -53$  bulunur.

Kendall Korelasyon Katsayısı

$$\tau = \frac{S}{[n(n-1)/2]} = -0,094 \quad (4.1)$$

Örnek sayısı  $n > 10$  olduğundan

$$\sigma_s = \sqrt{n(n-1)(2n+5)/18} = 4550,33 \text{ bulunur.} \quad (4.2)$$

$$Z = \left. \begin{array}{l} (S-1)/\sigma_s \quad S > 0 \\ 0 \quad S = 0 \\ (S+1)/\sigma_s \quad S < 0 \end{array} \right\} \quad (4.3)$$

$$S < 0 \text{ olduğundan } Z = (S+1)/\sigma_s = -0,771 \quad (4.4)$$

Z'nin mutlak değeri için seçilen  $\alpha = 0,05$  anlamlılık düzeyine karşı gelen standart normal dağılımın [Ek A]  $Z_{\alpha/2} = 1,96$  değerinden küçük olduğu için sıfır hipotezi "H<sub>0</sub>: Trend Yok" kabul edilmekte ve incelenen zaman serisinde trend olmadığı sonucuna varılmaktadır.

### Spearman'ın Rho testinin uygulanması

Tablo 4.3. R<sub>xi</sub> değerleri.

i	R <sub>xi</sub>	i	R <sub>xi</sub>	i	R <sub>xi</sub>
1	26	13	33	25	1
2	15	14	12	26	23
3	18	15	11	27	20
4	34	16	4	28	7
5	21	17	30	29	31
6	25	18	10	30	24
7	9	19	14	31	22
8	2	20	28	32	5
9	8	21	16	33	6
10	29	22	32	34	17
11	13	23	3		
12	27	24	19		

$$r_s = 1 - 6 \frac{\sum_{i=1}^n (R_{xi} - i)^2}{(n^3 - n)} \text{ bağıntısı uygulanarak } r_s = -0,153 \text{ olarak bulunur.} \quad (4.5)$$

$$Z = r_s \sqrt{n-1} = -0,879 \quad (4.6)$$

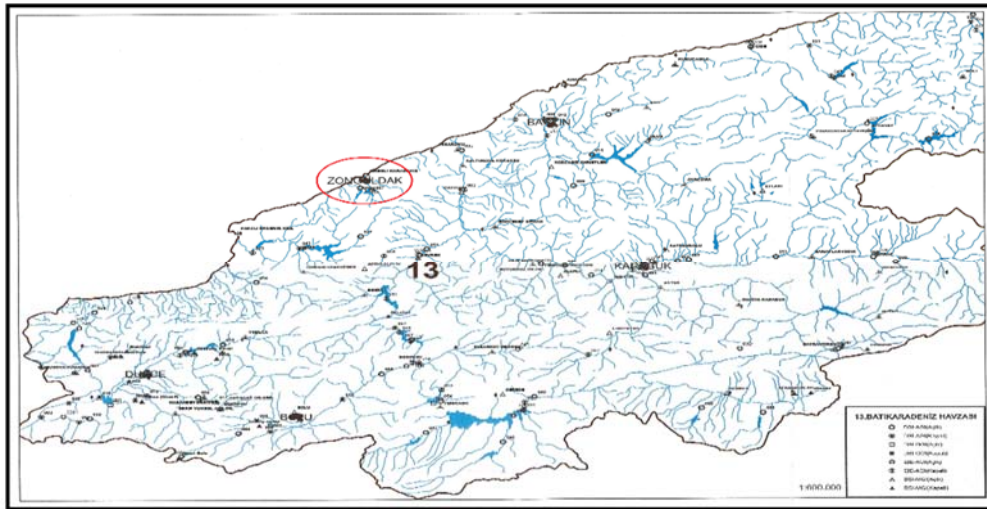
Z'nin mutlak değeri seçilen  $\alpha = 0.05$  anlamlılık düzeyine karşı gelen standart normal dağılımın [Ek A]  $Z_{\alpha/2} = 1,96$  değerinden küçük olduğu için sıfır hipotezi "H<sub>0</sub>: Trend

Yok” kabul edilmekte ve incelenen zaman serisinde trend olmadığı sonucuna varılmaktadır.

#### 4.1.1.2. Zonguldak ilinin yağış verilerine trend analizi yöntemi uygulanması

**Havza Adı** : Batı Karadeniz Havzası  
**Bölge Adı** : Zonguldak Bölgesi  
**İstasyon No** : 17022  
**İstasyon Adı** : Zonguldak  
**Rakım** : 135,35m  
**Kronolojisi** : 1931-38BK.38S.93BL.97D.03A-

Yukarıda istasyon bilgileri verilen Zonguldak iline ait 17022 numaralı istasyonun Batı Karadeniz Havzası haritasındaki yeri Şekil 4.2’de gösterilmiştir.



Şekil 4.2. Zonguldak iline ait 17022 numaralı istasyonun hidrometri haritasındaki yeri [73].

Zonguldak iline ait 17022 numaralı MGİ'nin yağış verileri DMİ'den temin edilmiş ve Tablo 4.4'te verilmiştir.

Tablo 4.4. Zonguldak iline ait 17022 numaralı MGİ için yağış verileri [74].

Yıllar	Yağış Miktarı (mm)	Yıllar	Yağış Miktarı (mm)
1979	9,10169	1996	6,31563
1980	6,61755	1997	7,59090
1981	8,19167	1998	7,82000

Tablo 4.5. Zonguldak iline ait 17022 numaralı MGİ için yağış verileri [74].(Devamı)

1982	7,91562	1999	6,80005
1983	7,52225	2000	10,9009
1984	7,24030	2001	7,14035
1985	6,29820	2002	6,89475
1986	6,14064	2003	6,76647
1987	8,57977	2004	9,46766
1988	8,22560	2005	7,70641
1989	7,13099	2006	6,54043
1990	8,97483	2007	10,4050
1991	9,85562	2008	6,93046
1992	6,86824	2009	6,85539
1993	5,65910	2010	5,79224
1994	7,33962	2011	6,46665
1995	7,72670	2012	8,41495

### Mann – Kendall testinin uygulanması

Tablo 4.6. Mann – Kendall testi için P ve M değerleri.

Sıra	Tarihler	Değer	$x_i < x_j$	$x_i > x_j$	P	M
1	1979	9,10169	0	0	0	0
2	1980	6,61755	0	1	0	1
3	1981	8,19167	1	1	1	2
4	1982	7,91562	1	2	2	4
5	1983	7,52225	1	3	3	7
6	1984	7,24030	1	4	4	11
7	1985	6,29820	0	6	4	17
8	1986	6,14064	0	7	4	24
9	1987	8,57977	7	1	11	25
10	1988	8,22560	7	2	18	27
11	1989	7,13099	3	7	21	34
12	1990	8,97483	10	1	31	35
13	1991	9,85562	12	0	43	35
14	1992	6,86824	3	10	46	45
15	1993	5,65910	0	14	46	59
16	1994	7,33962	7	8	53	67
17	1995	7,72670	9	7	62	74
18	1996	6,31563	3	14	65	88
19	1997	7,59090	10	8	75	96
20	1998	7,82000	12	7	87	103
21	1999	6,80005	5	15	92	118
22	2000	10,9009	21	0	113	118
23	2001	7,14035	8	14	121	132
24	2002	6,89475	7	16	128	148
25	2003	6,76647	5	19	133	167
26	2004	9,46766	23	2	156	169
27	2005	7,70641	15	11	171	180
28	2006	6,54043	4	23	175	203
29	2007	10,4050	27	1	202	204
30	2008	6,93046	10	19	212	223
31	2009	6,85539	8	22	220	245
32	2010	5,79224	1	30	221	275
33	2011	6,46665	5	27	226	302
34	2012	8,41495	26	7	252	309



$i < j$  için  $x_i < x_j$  olan çiftlerin sayısı  $P = 252$ ,  $x_i > x_j$  olan çiftlerin sayısı  $M = 309$  olarak bulunur. Test istatistiği  $S = P - M = -57$  bulunur.

Kendall Korelasyon Katsayısı

$$\tau = \frac{S}{[n(n-1)/2]} = -0,102 \quad (4.7)$$

Örnek sayısı  $n > 10$  olduğundan

$$\sigma_s = \sqrt{n(n-1)(2n+5)/18} = 4550,33 \text{ bulunur.} \quad (4.8)$$

$$Z = \left. \begin{array}{ll} (S-1)/\sigma_s & S > 0 \\ 0 & S = 0 \\ (S+1)/\sigma_s & S < 0 \end{array} \right\} \quad (4.9)$$

$$S < 0 \text{ olduğundan } Z = (S+1)/\sigma_s = -0,830 \quad (4.10)$$

Z'nin mutlak değeri için seçilen  $\alpha = 0,05$  anlamlılık düzeyine karşı gelen standart normal dağılımın [Ek A]  $Z_{\alpha/2} = 1,96$  değerinden küçük olduğu için sıfır hipotezi "H<sub>0</sub>: Trend Yok" kabul edilmekte ve incelenen zaman serisinde trend olmadığı sonucuna varılmaktadır.

### Spearman'ın Rho testinin uygulanması

Tablo 4.7. R<sub>xi</sub> değerleri.

i	R <sub>xi</sub>	i	R <sub>xi</sub>	i	R <sub>xi</sub>
1	30	13	32	25	9
2	8	14	12	26	31
3	25	15	1	27	21
4	24	16	18	28	7
5	19	17	22	29	33
6	17	18	5	30	14
7	4	19	20	31	11
8	3	20	23	32	2
9	28	21	10	33	6
10	26	22	34	34	27
11	15	23	16		
12	29	24	13		

$$r_s = 1 - 6 \frac{\sum_{i=1}^n (R_{xi} - i)^2}{(n^3 - n)} \text{ bağıntısı uygulanarak } r_s = -0,122 \text{ olarak bulunur.} \quad (4.11)$$

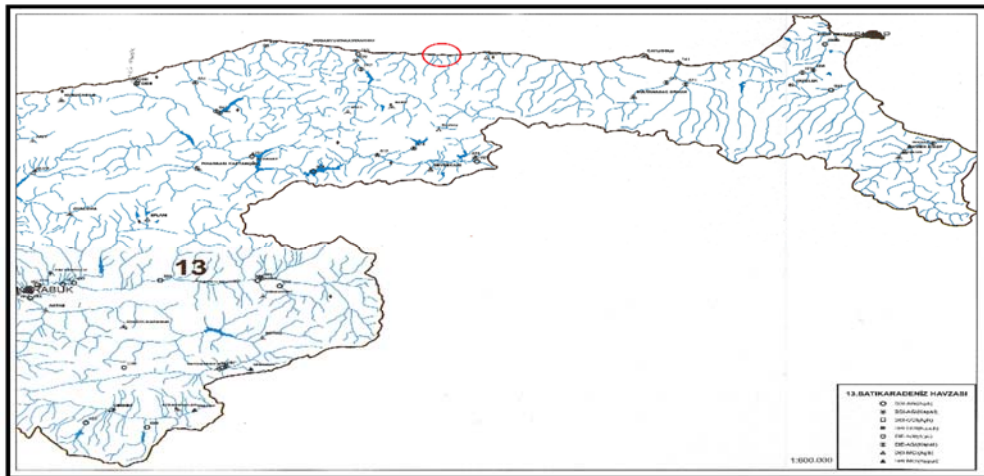
$$Z = r_s \sqrt{n-1} = -0,703 \quad (4.12)$$

Z'nin mutlak değeri seçilen  $\alpha = 0.05$  anlamlılık düzeyine karşı gelen standart normal dağılımın [Ek A]  $Z_{\alpha/2} = 1,96$  değerinden küçük olduğu için sıfır hipotezi "Ho: Trend Yok" kabul edilmekte ve incelenen zaman serisinde trend olmadığı sonucuna varılmaktadır.

#### 4.1.1.3. İnebolu ilçesinin yağış verilerine trend analizi yöntemi uygulanması

<b>Havza Adı</b>	: Batı Karadeniz Havzası
<b>Bölge Adı</b>	: Zonguldak Bölgesi
<b>İstasyon No</b>	: 17024
<b>İstasyon Adı</b>	: İnebolu
<b>Rakım</b>	: 63,82m
<b>Kronolojisi</b>	: 1931-33,42BK.50S.67D.03A-

Yukarıda istasyon bilgileri verilen İnebolu ilçesine ait 17024 numaralı istasyonun Batı Karadeniz Havzası haritasındaki yeri Şekil 4.3'te gösterilmiştir.



Şekil 4.3. İnebolu ilçesine ait 17024 numaralı istasyonun hidrometri haritasındaki yeri [73].

İnebolu ilçesine ait 17024 numaralı MGİ'nin yağış verileri DMİ'den temin edilmiş ve Tablo 4.8'de verilmiştir.

Tablo 4.8. İnebolu ilçesine ait 17024 numaralı MGİ için yağış verileri [76].

Yıllar	Yağış Miktarı (mm)	Yıllar	Yağış Miktarı (mm)
1979	7,74313	1996	6,53440
1980	5,82573	1997	6,12500
1981	4,40029	1998	5,53836
1982	7,65957	1999	6,50273
1983	7,90240	2000	6,36110
1984	7,15218	2001	6,44011
1985	7,68304	2002	7,55979
1986	4,37423	2003	5,76234
1987	8,97582	2004	6,50393
1988	6,27925	2005	5,86424
1989	6,48291	2006	5,45538
1990	6,96266	2007	6,62652
1991	7,39018	2008	7,02999
1992	6,57482	2009	6,80586
1993	5,21837	2010	6,16677
1994	6,78923	2011	7,59098
1995	6,59430	2012	8,21194

### Mann – Kendall testinin uygulanması

Tablo 4.9. Mann – Kendall testi için P ve M değerleri.

Sıra	Tarihler	Değer	$x_i < x_j$	$x_i > x_j$	P	M
1	1979	7,74313	0	0	0	0
2	1980	5,82573	0	1	0	1
3	1981	4,40029	0	2	0	3
4	1982	7,65957	2	1	2	4
5	1983	7,90240	4	0	6	4
6	1984	7,15218	2	3	8	7
7	1985	7,68304	4	2	12	9
8	1986	4,37423	0	7	12	16
9	1987	8,97582	8	0	20	16
10	1988	6,27925	3	6	23	22
11	1989	6,48291	4	6	27	28
12	1990	6,96266	5	6	32	34
13	1991	7,39018	7	5	39	39
14	1992	6,57482	5	8	44	47
15	1993	5,21837	2	12	46	59
16	1994	6,78923	7	8	53	67
17	1995	6,59430	7	9	60	76
18	1996	6,53440	6	11	66	87
19	1997	6,12500	4	14	70	101
20	1998	5,53836	3	16	73	117
21	1999	6,50273	8	12	81	129
22	2000	6,36110	7	14	88	143
23	2001	6,44011	8	14	96	157
24	2002	7,55979	18	5	114	162

Tablo 4.10. Mann – Kendall testi için P ve M değerleri.(Devamı)

25	2003	5,76234	4	20	118	182
26	2004	6,50393	12	13	130	195
27	2005	5,86424	6	20	136	215
28	2006	5,45538	3	24	139	239
29	2007	6,62652	18	10	157	249
30	2008	7,02999	21	8	178	257
31	2009	6,80586	20	10	198	267
32	2010	6,16677	9	22	207	289
33	2011	7,59098	27	5	234	294
34	2012	8,21194	32	1	266	295

$i < j$  için  $x_i < x_j$  olan çiftlerin sayısı  $P = 266$ ,  $x_i > x_j$  olan çiftlerin sayısı  $M = 295$  olarak bulunur. Test istatistiği  $S = P - M = -29$  bulunur.

Kendall Korelasyon Katsayısı

$$\tau = \frac{S}{[n(n-1)/2]} = -0,052 \quad (4.13)$$

Örnek sayısı  $n > 10$  olduğundan

$$\sigma_s = \sqrt{n(n-1)(2n+5)/18} = 4550,33 \text{ bulunur.} \quad (4.14)$$

$$Z = \left. \begin{array}{ll} (S-1)/\sigma_s & S > 0 \\ 0 & S = 0 \\ (S+1)/\sigma_s & S < 0 \end{array} \right\} \quad (4.15)$$

$$S < 0 \text{ olduğundan } Z = (S+1)/\sigma_s = -0,415 \quad (4.16)$$

Z'nin mutlak değeri için seçilen  $\alpha = 0,05$  anlamlılık düzeyine karşı gelen standart normal dağılımın [Ek A]  $Z_{\alpha/2} = 1,96$  değerinden küçük olduğu için sıfır hipotezi "H<sub>0</sub>: Trend Yok" kabul edilmekte ve incelenen zaman serisinde trend olmadığı sonucuna varılmaktadır.

## Spearman'ın Rho testi uygulanması

Tablo 4.11.  $R_{xi}$  değerleri.

i	$R_{xi}$	i	$R_{xi}$	i	$R_{xi}$
1	31	13	26	25	6
2	7	14	18	26	16
3	2	15	3	27	8
4	29	16	21	28	4
5	32	17	19	29	20
6	25	18	17	30	24
7	30	19	9	31	22
8	1	20	5	32	10
9	34	21	15	33	28
10	11	22	12	34	33
11	14	23	13		
12	23	24	27		

$$r_s = 1 - 6 \frac{\sum_{i=1}^n (R_{xi} - i)^2}{(n^3 - n)} \text{ bağıntısı uygulanarak } r_s = -0,071 \text{ olarak bulunur.} \quad (4.17)$$

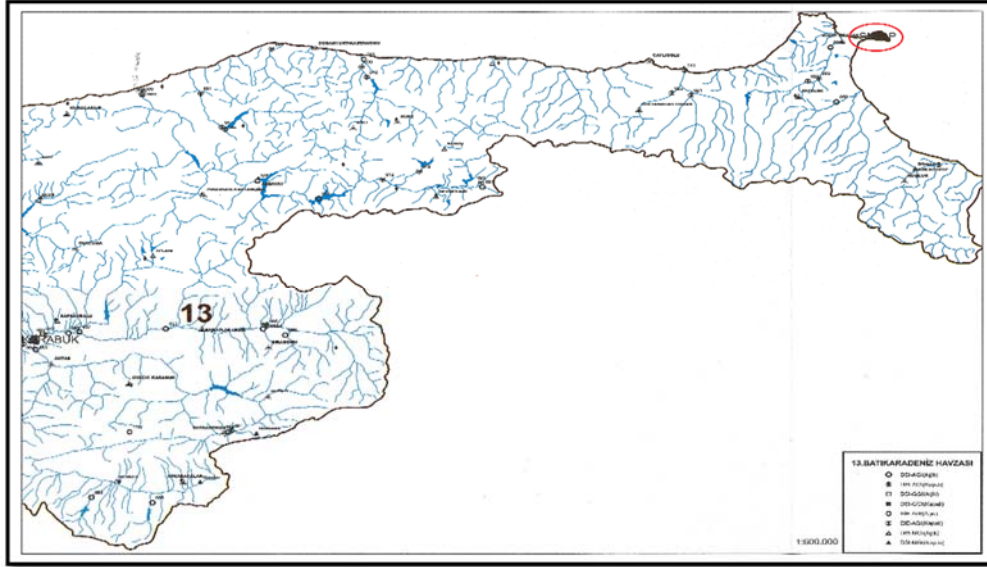
$$Z = r_s \sqrt{n-1} = -0,408 \quad (4.18)$$

Z'nin mutlak değeri seçilen  $\alpha = 0.05$  anlamlılık düzeyine karşı gelen standart normal dağılımın [Ek A]  $Z_{\alpha/2} = 1,96$  değerinden küçük olduğu için sıfır hipotezi "Ho: Trend Yok" kabul edilmekte ve incelenen zaman serisinde trend olmadığı sonucuna varılmaktadır.

### 4.1.1.4. Sinop ilinin yağış verilerine trend analizi yöntemi uygulanması

- Havza Adı** : Batı Karadeniz Havzası  
**Bölge Adı** : Zonguldak Bölgesi  
**İstasyon No** : 17026  
**İstasyon Adı** : Sinop  
**Rakım** : 63,82m  
**Kronolojisi** : 1931-33,42BK.50S.67D.03A-

Yukarıda istasyon bilgileri verilen Sinop iline ait 17026 numaralı istasyonun Batı Karadeniz Havzası haritasındaki yeri Şekil 4.4’te gösterilmiştir.



Şekil 4.4. Sinop iline ait 17026 numaralı istasyonun hidrometri haritasındaki yeri [73].

Sinop iline ait 17026 numaralı MGİ'nin yağış verileri DMİ'den temin edilmiş ve Tablo 4.12'de verilmiştir.

Tablo 4.12. Sinop iline ait 17026 numaralı MGİ için yağış verileri [74].

Yıllar	Yağış Miktarı (mm)	Yıllar	Yağış Miktarı (mm)
1979	5,17763	1996	4,16864
1980	3,43708	1997	4,49780
1981	3,81223	1998	5,37688
1982	3,96181	1999	4,32291
1983	5,84754	2000	6,28182
1984	5,68734	2001	5,09513
1985	3,51760	2002	4,83353
1986	3,19856	2003	5,64521
1987	6,62493	2004	6,20579
1988	5,29530	2005	6,06009
1989	4,94884	2006	3,46844
1990	5,95821	2007	2,05512
1991	4,79108	2008	2,98743
1992	4,58688	2009	4,50610
1993	3,84853	2010	5,09991
1994	4,68210	2011	5,99259
1995	4,33955	2012	6,63054

## Mann – Kendall testinin uygulanması

Tablo 4.13. Mann – Kendall testi için P ve M değerleri.

Sıra	Tarihler	Değer	$x_i < x_j$	$x_i > x_j$	P	M
1	1979	5,17763	0	0	0	0
2	1980	3,43708	0	1	0	1
3	1981	3,81223	1	1	1	2
4	1982	3,96181	2	1	3	3
5	1983	5,84754	4	0	7	3
6	1984	5,68734	4	1	11	4
7	1985	3,51760	1	5	12	9
8	1986	3,19856	0	7	12	16
9	1987	6,62493	8	0	20	16
10	1988	5,29530	6	3	26	19
11	1989	4,94884	5	5	31	24
12	1990	5,95821	10	1	41	25
13	1991	4,79108	5	7	46	32
14	1992	4,58688	5	8	51	40
15	1993	3,84853	4	10	55	50
16	1994	4,68210	7	8	62	58
17	1995	4,33955	6	10	68	68
18	1996	4,16864	6	11	74	79
19	1997	4,49780	8	10	82	89
20	1998	5,37688	15	4	97	93
21	1999	4,32291	7	13	104	106
22	2000	6,28182	20	1	124	107
23	2001	5,09513	14	8	138	115
24	2002	4,83353	13	10	151	125
25	2003	5,64521	19	5	170	130
26	2004	6,20579	23	2	193	132
27	2005	6,06009	23	3	216	135
28	2006	3,46844	2	25	218	160
29	2007	2,05512	0	28	218	188
30	2008	2,98743	1	28	219	216
31	2009	4,50610	13	17	232	233
32	2010	5,09991	20	11	252	244
33	2011	5,99259	28	4	280	248
34	2012	6,63054	33	0	313	248

$i < j$  için  $x_i < x_j$  olan çiftlerin sayısı  $P = 313$ ,  $x_i > x_j$  olan çiftlerin sayısı  $M = 248$  olarak bulunur. Test istatistiği  $S = P - M = 65$  bulunur.

Kendall Korelasyon Katsayısı

$$\tau = \frac{S}{[n(n-1)/2]} = 0,116 \quad (4.19)$$

Örnek sayısı  $n > 10$  olduğundan

$$\sigma_s = \sqrt{n(n-1)(2n+5)/18} = 4550,33 \text{ bulunur.} \quad (4.20)$$

$$Z = \left. \begin{array}{l} (S-1)/\sigma_s \quad S > 0 \\ 0 \quad S = 0 \\ (S+1)/\sigma_s \quad S < 0 \end{array} \right\} \quad (4.21)$$

$$S > 0 \text{ olduğundan } Z = (S-1)/\sigma_s = 0,949 \quad (4.22)$$

Z'nin mutlak değeri için seçilen  $\alpha = 0,05$  anlamlılık düzeyine karşı gelen standart normal dağılımın [Ek A]  $Z_{\alpha/2} = 1,96$  değerinden küçük olduğu için sıfır hipotezi "H<sub>0</sub>: Trend Yok" kabul edilmekte ve incelenen zaman serisinde trend olmadığı sonucuna varılmaktadır.

### Spearman'ın Rho testi uygulanması

Tablo 4.14. R<sub>xi</sub> değerleri.

i	R <sub>xi</sub>	i	R <sub>xi</sub>	i	R <sub>xi</sub>
1	22	13	17	25	25
2	4	14	15	26	31
3	7	15	8	27	30
4	9	16	16	28	5
5	27	17	12	29	1
6	26	18	10	30	2
7	6	19	13	31	14
8	3	20	24	32	21
9	33	21	11	33	29
10	23	22	32	34	34
11	19	23	20		
12	28	24	18		

$$r_s = 1 - 6 \frac{\sum_{i=1}^n (R_{xi} - i)^2}{(n^3 - n)} \text{ bağıntısı uygulanarak } r_s = 0,164 \text{ olarak bulunur.} \quad (4.23)$$

$$Z = r_s \sqrt{n-1} = 0,944 \quad (4.24)$$

Z'nin mutlak değeri seçilen  $\alpha = 0.05$  anlamlılık düzeyine karşı gelen standart normal dağılımın [Ek A]  $Z_{\alpha/2} = 1,96$  değerinden küçük olduğu için sıfır hipotezi "H<sub>0</sub>: Trend

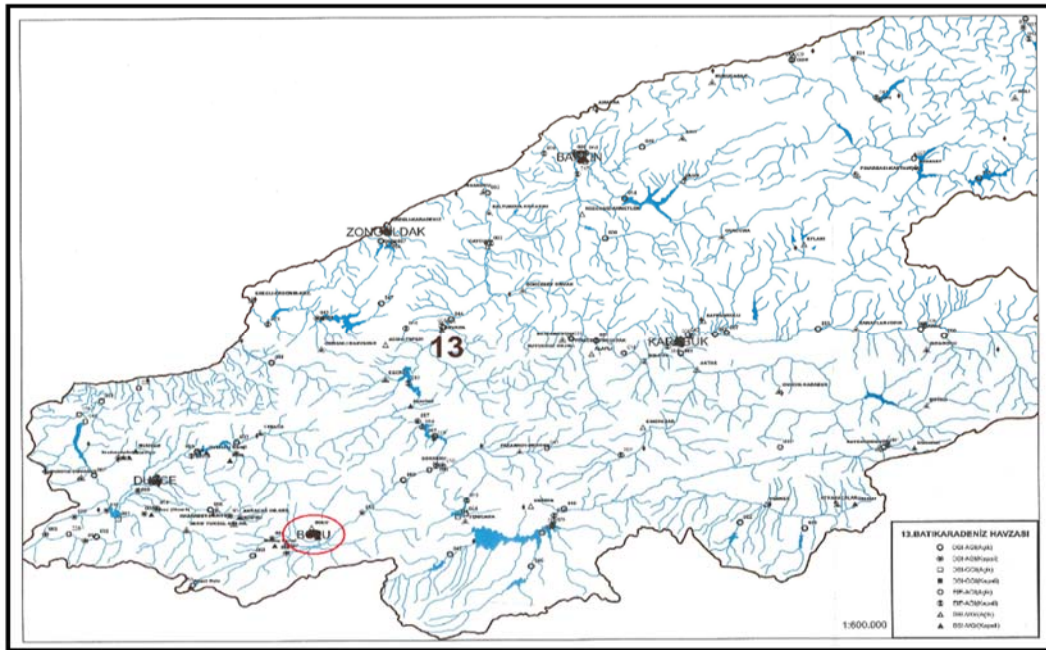


Yok” kabul edilmekte ve incelenen zaman serisinde trend olmadığı sonucuna varılmaktadır.

#### 4.1.1.5. Bolu ilinin yağış verilerine trend analizi yöntemi uygulanması

<b>Havza Adı</b>	: Batı Karadeniz Havzası
<b>Bölge Adı</b>	: Zonguldak Bölgesi
<b>İstasyon No</b>	: 17070
<b>İstasyon Adı</b>	: Bolu
<b>Rakım</b>	: 742,92m
<b>Kronolojisi</b>	: 1929-39BK.60S.03A-

Yukarıda istasyon bilgileri verilen Bolu iline ait 17070 numaralı istasyonun Batı Karadeniz Havzası haritasındaki yeri Şekil 4.5’de gösterilmiştir.



Şekil 4.5. Bolu iline ait 17070 numaralı istasyonun hidrometri haritasındaki yeri [73].

Bolu iline ait 17070 numaralı MGİ'nin yağış verileri DMİ'den temin edilmiş ve Tablo 4.15'de verilmiştir.

Tablo 4.15. Bolu iline ait 17070 numaralı MGİ için yağış verileri [74].

Yıllar	Yağış Miktarı (mm)	Yıllar	Yağış Miktarı (mm)
1979	3,32368	1996	3,53368
1980	2,92367	1997	4,07337
1981	3,69281	1998	4,64605
1982	3,40083	1999	4,48637
1983	3,82225	2000	4,01634
1984	2,94609	2001	3,63088
1985	3,08778	2002	3,49778
1986	3,71773	2003	3,11217
1987	4,13115	2004	4,06218
1988	4,19345	2005	3,83247
1989	3,91332	2006	2,03412
1990	3,39300	2007	4,02707
1991	3,87289	2008	4,11774
1992	3,45603	2009	3,60560
1993	3,16051	2010	4,36490
1994	3,02450	2011	2,91163
1995	3,65666	2012	3,79756

### Mann – Kendall testinin uygulanması

Tablo 4.16. Mann – Kendall testi için P ve M değerleri.

Sıra	Tarihler	Değer	$x_i < x_j$	$x_i > x_j$	P	M
1	1979	3,32368	0	0	0	0
2	1980	2,92367	0	1	0	1
3	1981	3,69281	2	0	2	1
4	1982	3,40083	2	1	4	2
5	1983	3,82225	4	0	8	2
6	1984	2,94609	1	4	9	6
7	1985	3,08778	2	4	11	10
8	1986	3,71773	6	1	17	11
9	1987	4,13115	8	0	25	11
10	1988	4,19345	9	0	34	11
11	1989	3,91332	8	2	42	13
12	1990	3,39300	4	7	46	20
13	1991	3,87289	9	3	55	23
14	1992	3,45603	6	7	61	30
15	1993	3,16051	3	11	64	41
16	1994	3,02450	2	13	66	54
17	1995	3,65666	9	7	75	61
18	1996	3,53368	9	8	84	69
19	1997	4,07337	16	2	100	71
20	1998	4,64605	19	0	119	71
21	1999	4,48637	19	1	138	72
22	2000	4,01634	16	5	154	77
23	2001	3,63088	10	12	164	89
24	2002	3,49778	9	14	173	103
25	2003	3,11217	4	20	177	123
26	2004	4,06218	20	5	197	128
27	2005	3,83247	17	9	214	137
28	2006	2,03412	0	27	214	164
29	2007	4,02707	22	6	236	170
30	2008	4,11774	25	4	261	174

Tablo 4.17. Mann – Kendall testi için P ve M değerleri.(Devamı)

31	2009	3,60560	13	17	274	191
32	2010	4,36490	29	2	303	193
33	2011	2,91163	1	31	304	224
34	2012	3,79756	19	14	323	238

$i < j$  için  $x_i < x_j$  olan çiftlerin sayısı  $P = 323$ ,  $x_i > x_j$  olan çiftlerin sayısı  $M = 238$  olarak bulunur. Test istatistiği  $S = P - M = 85$  bulunur.

Kendall Korelasyon Katsayısı

$$\tau = \frac{S}{[n(n-1)/2]} = 0,152 \quad (4.25)$$

Örnek sayısı  $n > 10$  olduğundan

$$\sigma_s = \sqrt{n(n-1)(2n+5)/18} = 4550,33 \text{ bulunur.} \quad (4.26)$$

$$Z = \left. \begin{array}{l} (S-1)/\sigma_s \quad S > 0 \\ 0 \quad S = 0 \\ (S+1)/\sigma_s \quad S < 0 \end{array} \right\} \quad (4.27)$$

$$S > 0 \text{ olduğundan } Z = (S-1)/\sigma_s = 1,245 \quad (4.28)$$

Z'nin mutlak değeri için seçilen  $\alpha = 0,05$  anlamlılık düzeyine karşı gelen standart normal dağılımın [Ek A]  $Z_{\alpha/2} = 1,96$  değerinden küçük olduğu için sıfır hipotezi "H<sub>0</sub>: Trend Yok" kabul edilmekte ve incelenen zaman serisinde trend olmadığı sonucuna varılmaktadır.

**Spearman'ın Rho testi uygulanması**

Tablo 4.18. R<sub>xi</sub> değerleri.

i	R <sub>xi</sub>	i	R <sub>xi</sub>	i	R <sub>xi</sub>
1	9	13	23	25	7
2	3	14	12	26	27
3	18	15	8	27	22

Tablo 4.19.  $R_{xi}$  değerleri.(Devamı)

4	11	16	5	28	1
5	21	17	17	29	26
6	4	18	14	30	29
7	6	19	28	31	15
8	19	20	34	32	32
9	30	21	33	33	2
10	31	22	25	34	20
11	24	23	16		
12	10	24	13		

$$r_s = 1 - 6 \frac{\sum_{i=1}^n (R_{xi} - i)^2}{(n^3 - n)} \text{ bağıntısı uygulanarak } r_s = 0,210 \text{ olarak bulunur.} \quad (4.29)$$

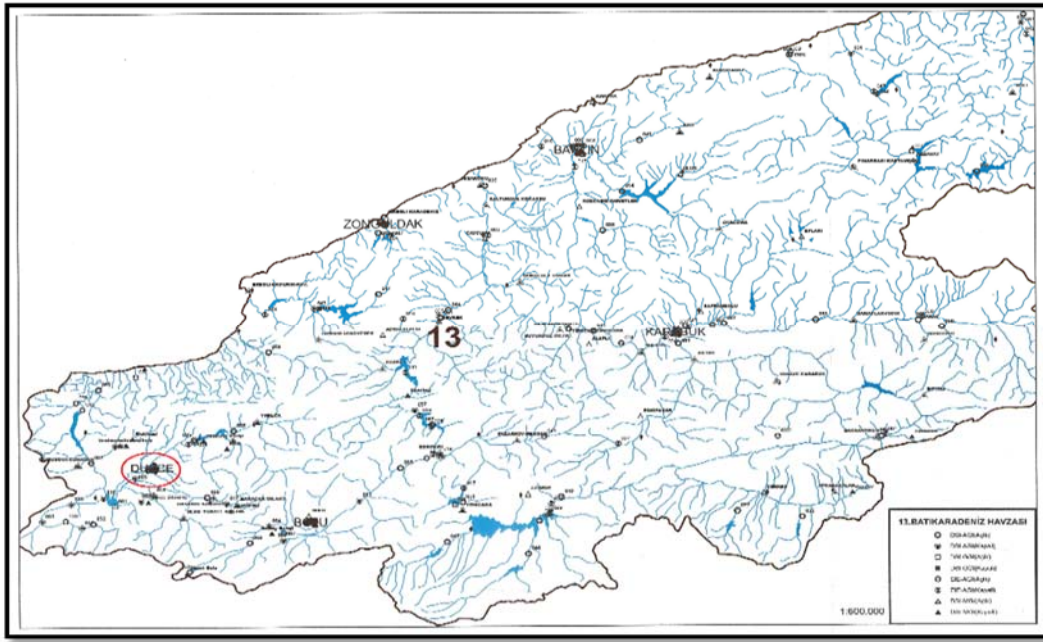
$$Z = r_s \sqrt{n-1} = 1,209 \quad (4.30)$$

Z'nin mutlak değeri seçilen  $\alpha = 0.05$  anlamlılık düzeyine karşı gelen standart normal dağılımın [Ek A]  $Z_{\alpha/2} = 1,96$  değerinden küçük olduğu için sıfır hipotezi "H<sub>0</sub>: Trend Yok" kabul edilmekte ve incelenen zaman serisinde trend olmadığı sonucuna varılmaktadır.

#### 4.1.1.6. Düzce ilinin yağış verilerine trend analizi yöntemi uygulanması

**Havza Adı** : Batı Karadeniz Havzası  
**Bölge Adı** : Zonguldak Bölgesi  
**İstasyon No** : 17072  
**İstasyon Adı** : Düzce  
**Rakım** : 145,67m  
**Kronolojisi** : 1944-58KK.62BK.97S.03A-

Yukarıda istasyon bilgileri verilen Düzce iline ait 17072 numaralı istasyonun Batı Karadeniz Havzası haritasındaki yeri Şekil 4.6'da gösterilmiştir.



Şekil 4.6. Düzce iline ait 17072 numaralı istasyonun hidrometri haritasındaki yeri [73].

Düzce iline ait 17072 numaralı MGİ'nin yağış verileri DMİ'den temin edilmiş ve Tablo 4.20'de verilmiştir.

Tablo 4.20. Düzce iline ait 17072 numaralı MGİ için yağış verileri [74].

Yıllar	Yağış Miktarı (mm)	Yıllar	Yağış Miktarı (mm)
1979	7,73573	1996	4,26946
1980	6,39866	1997	5,92057
1981	6,12391	1998	6,34048
1982	5,54877	1999	5,33578
1983	7,36913	2000	7,12223
1984	5,44083	2001	5,73832
1985	5,25180	2002	5,35029
1986	4,93918	2003	4,65553
1987	7,62532	2004	5,42174
1988	5,38651	2005	5,36337
1989	4,69594	2006	4,24042
1990	6,99924	2007	6,25906
1991	5,34980	2008	5,15747
1992	6,45961	2009	5,50409
1993	6,46696	2010	5,77374
1994	5,27250	2011	4,76578
1995	5,63986	2012	5,79565

## Mann – Kendall testinin uygulanması

Tablo 4.21. Mann – Kendall testi için P ve M değerleri.

Sıra	Tarihler	Değer	$x_i < x_j$	$x_i > x_j$	P	M
1	1979	7,73573	0	0	0	0
2	1980	6,39866	0	1	0	1
3	1981	6,12391	0	2	0	3
4	1982	5,54877	0	3	0	6
5	1983	7,36913	3	1	3	7
6	1984	5,44083	0	5	3	12
7	1985	5,25180	0	6	3	18
8	1986	4,93918	0	7	3	25
9	1987	7,62532	7	1	10	26
10	1988	5,38651	2	7	12	33
11	1989	4,69594	0	10	12	43
12	1990	6,99924	8	3	20	46
13	1991	5,34980	3	9	23	55
14	1992	6,45961	9	4	32	59
15	1993	6,46696	10	4	42	63
16	1994	5,27250	3	12	45	75
17	1995	5,63986	8	8	53	83
18	1996	4,26946	0	17	53	100
19	1997	5,92057	10	8	63	108
20	1998	6,34048	12	7	75	115
21	1999	5,33578	5	15	80	130
22	2000	7,12223	18	3	98	133
23	2001	5,73832	11	11	109	144
24	2002	5,35029	7	16	116	160
25	2003	4,65553	1	23	117	183
26	2004	5,42174	10	15	127	198
27	2005	5,36337	9	17	136	215
28	2006	4,24042	0	27	136	242
29	2007	6,25906	19	9	155	251
30	2008	5,15747	5	24	160	275
31	2009	5,50409	15	15	175	290
32	2010	5,77374	19	12	194	302
33	2011	4,76578	4	28	198	330
34	2012	5,79565	21	12	219	342

$i < j$  için  $x_i < x_j$  olan çiftlerin sayısı  $P = 219$ ,  $x_i > x_j$  olan çiftlerin sayısı  $M = 342$  olarak bulunur. Test istatistiği  $S = P - M = -123$  bulunur.

Kendall Korelasyon Katsayısı

$$\tau = \frac{S}{[n(n-1)/2]} = -0,219 \quad (4.31)$$

Örnek sayısı  $n > 10$  olduğundan

$$\sigma_s = \sqrt{n(n-1)(2n+5)/18} = 4550,33 \text{ bulunur.} \quad (4.32)$$

$$Z = \left. \begin{array}{l} (S-1)/\sigma_s \quad S > 0 \\ 0 \quad S = 0 \\ (S+1)/\sigma_s \quad S < 0 \end{array} \right\} \quad (4.33)$$

$$S < 0 \text{ olduğundan } Z = (S+1)/\sigma_s = -1,809 \quad (4.34)$$

Z'nin mutlak değeri için seçilen  $\alpha = 0,05$  anlamlılık düzeyine karşı gelen standart normal dağılımın [Ek A]  $Z_{\alpha/2} = 1,96$  değerinden küçük olduğu için sıfır hipotezi "H<sub>0</sub>: Trend Yok" kabul edilmekte ve incelenen zaman serisinde trend olmadığı sonucuna varılmaktadır.

### Spearman'ın Rho testinin uygulanması

Tablo 4.22. R<sub>xi</sub> değerleri.

i	R <sub>xi</sub>	i	R <sub>xi</sub>	i	R <sub>xi</sub>
1	34	13	11	25	3
2	27	14	28	26	15
3	24	15	29	27	13
4	18	16	9	28	1
5	32	17	19	29	25
6	16	18	2	30	7
7	8	19	23	31	17
8	6	20	26	32	21
9	33	21	10	33	5
10	14	22	31	34	22
11	4	23	20		
12	30	24	12		

$$r_s = 1 - 6 \frac{\sum_{i=1}^n (R_{xi} - i)^2}{(n^3 - n)} \text{ bağıntısı uygulanarak } r_s = -0,311 \text{ olarak bulunur.} \quad (4.35)$$

$$Z = r_s \sqrt{n-1} = -1,788 \quad (4.36)$$

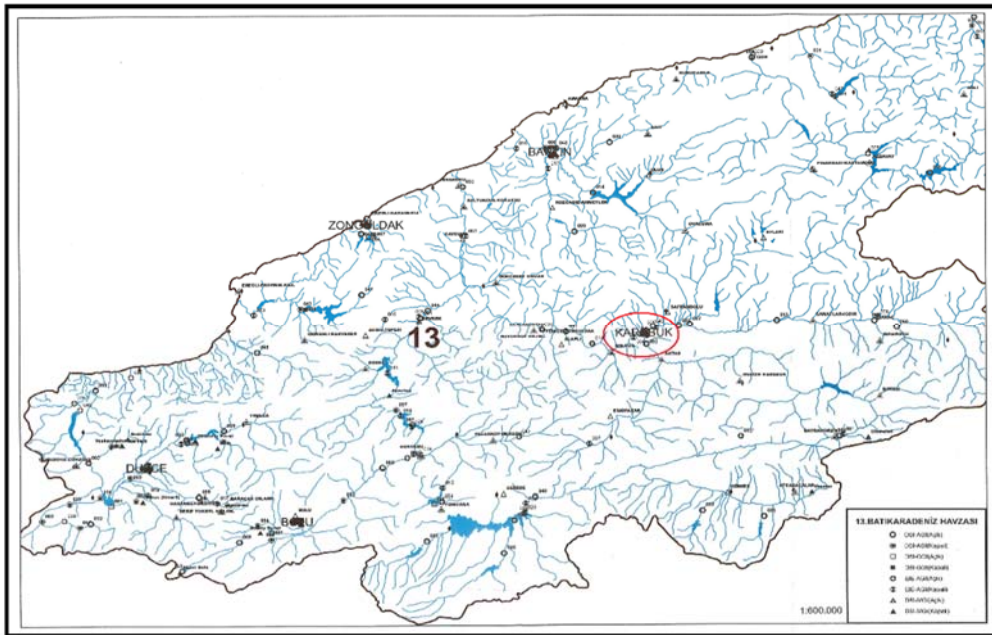
Z'nin mutlak değeri seçilen  $\alpha = 0.05$  anlamlılık düzeyine karşı gelen standart normal dağılımın [Ek A]  $Z_{\alpha/2} = 1,96$  değerinden küçük olduğu için sıfır hipotezi "H<sub>0</sub>: Trend

Yok” kabul edilmekte ve incelenen zaman serisinde trend olmadığı sonucuna varılmaktadır.

#### 4.1.1.7. Karabük ilinin yağış verilerine trend analizi yöntemi uygulanması

<b>Havza Adı</b>	: Batı Karadeniz Havzası
<b>Bölge Adı</b>	: Zonguldak Bölgesi
<b>İstasyon No</b>	: 17078
<b>İstasyon Adı</b>	: Karabük
<b>Rakım</b>	: 259,31m
<b>Kronolojisi</b>	: 1950-52BK-83,93-93KK.98BK.00S.03A-

Yukarıda istasyon bilgileri verilen Karabük iline ait 17078 numaralı istasyonun Batı Karadeniz Havzası haritasındaki yeri Şekil 4.7’de gösterilmiştir.



Şekil 4.7. Karabük iline ait 17078 numaralı istasyonun hidrometri haritasındaki yeri [73].

Karabük iline ait 17078 numaralı MGİ'nin yağış verileri DMİ'den temin edilmiş ve Tablo 4.23'de verilmiştir.



Tablo 4.23. Karabük iline ait 17078 numaralı MGI için yağış verileri [74].

Yıllar	Yağış Miktarı (mm)	Yıllar	Yağış Miktarı (mm)
1996	9,18069	2005	3,07798
1997	4,34401	2006	2,69115
1998	4,58648	2007	3,07025
1999	4,20861	2008	3,72629
2000	2,96547	2009	3,74267
2001	3,94955	2010	2,94317
2002	3,77917	2011	2,66383
2003	3,13327	2012	3,52314
2004	3,08849		

### Mann – Kendall testinin uygulanması

Tablo 4.24. Mann – Kendall testi için P ve M değerleri.

Sıra	Tarihler	Değer	$x_i < x_j$	$x_i > x_j$	P	M
1	1996	9,18069	0	0	0	0
2	1997	4,34401	0	1	0	1
3	1998	4,58648	1	1	1	2
4	1999	4,20861	0	3	1	5
5	2000	2,96547	0	4	1	9
6	2001	3,94955	1	4	2	13
7	2002	3,77917	1	5	3	18
8	2003	3,13327	1	6	4	24
9	2004	3,08849	1	7	5	31
10	2005	3,07798	1	8	6	39
11	2006	2,69115	0	10	6	49
12	2007	3,07025	2	9	8	58
13	2008	3,72629	6	6	14	64
14	2009	3,74267	7	6	21	70
15	2010	2,94317	1	13	22	83
16	2011	2,66383	0	15	22	98
17	2012	3,52314	8	8	30	106

$i < j$  için  $x_i < x_j$  olan çiftlerin sayısı  $P = 30$ ,  $x_i > x_j$  olan çiftlerin sayısı  $M = 106$  olarak bulunur. Test istatistiği  $S = P - M = -76$  bulunur.

Kendall Korelasyon Katsayısı

$$\tau = \frac{S}{[n(n-1)/2]} = -0,559 \quad (4.37)$$

Örnek sayısı  $n > 10$  olduğundan

$$\sigma_s = \sqrt{n(n-1)(2n+5)/18} = 589,33 \text{ bulunur.} \quad (4.38)$$

$$Z = \left. \begin{array}{l} (S-1)/\sigma_s \quad S > 0 \\ 0 \quad S = 0 \\ (S+1)/\sigma_s \quad S < 0 \end{array} \right\} \quad (4.39)$$

$$S < 0 \text{ olduğundan } Z = (S + 1) / \sigma_s = -3,089 \quad (4.40)$$

Z'nin mutlak değeri için seçilen  $\alpha = 0,05$  anlamlılık düzeyine karşı gelen standart normal dağılımın [Ek A]  $Z_{\alpha/2} = 1,96$  değerinden büyük olduğu için sıfır hipotezi “ $H_0$ : Trend Yok” reddedilmekte  $Z < 0$  olduğundan dolayı da incelenen zaman serisinde azalan yönde trend olduğu sonucuna varılmaktadır.

### Spearman'ın Rho testi uygulanması

Tablo 4.25.  $R_{xi}$  değerleri.

i	$R_{xi}$	i	$R_{xi}$
1	17	10	6
2	15	11	2
3	16	12	5
4	14	13	10
5	4	14	11
6	13	15	3
7	12	16	1
8	8	17	9
9	7		

$$r_s = 1 - 6 \frac{\sum_{i=1}^n (R_{xi} - i)^2}{(n^3 - n)} \text{ bağıntısı uygulanarak } r_s = -0,679 \text{ olarak bulunur.} \quad (4.41)$$

$$Z = r_s \sqrt{n-1} = -2,716 \quad (4.42)$$

Z'nin mutlak değeri seçilen  $\alpha = 0.05$  anlamlılık düzeyine karşı gelen standart normal dağılımın [Ek A]  $Z_{\alpha/2} = 1,96$  değerinden büyük olduğu için sıfır hipotezi “ $H_0$ : Trend Yok” reddedilmekte  $Z < 0$  olduğundan dolayı da incelenen zaman serisinde azalan yönde trend olduğu sonucuna varılmaktadır.

### Mann – Kendall Mertebe Korelasyon testinin uygulanması

Tablo 4.26.  $u(t)$  fonksiyonunun hesabı.

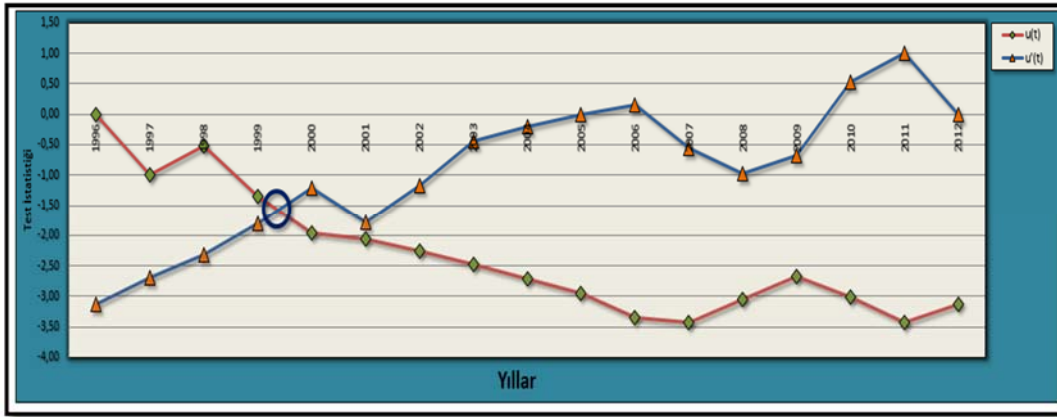
Sıra	Tarihler	Değer	n	t	Var(t)	E(t)	u(t)
1	1996	9,18069	0	0	0,00	0,00	0,00
2	1997	4,34401	0	0	0,25	0,50	-1,00
3	1998	4,58648	1	1	0,92	1,50	-0,52
4	1999	4,20861	0	1	2,17	3,00	-1,36
5	2000	2,96547	0	1	4,17	5,00	-1,96
6	2001	3,94955	1	2	7,08	7,50	-2,07
7	2002	3,77917	1	3	11,08	10,50	-2,25
8	2003	3,13327	1	4	16,33	14,00	-2,47
9	2004	3,08849	1	5	23,00	18,00	-2,71
10	2005	3,07798	1	6	31,25	22,50	-2,95
11	2006	2,69115	0	6	41,25	27,50	-3,35
12	2007	3,07025	2	8	53,17	33,00	-3,43
13	2008	3,72629	6	14	67,17	39,00	-3,05
14	2009	3,74267	7	21	83,42	45,50	-2,68
15	2010	2,94317	1	22	102,08	52,50	-3,02
16	2011	2,66383	0	22	123,33	60,00	-3,42
17	2012	3,52314	8	30	147,33	68,00	-3,13

Yukarıda bulunan değerleri tersten sıralayarak aynı işlem tekrar yapılır;

Tablo 4.27.  $u'(t)$  fonksiyonunun hesabı.

Sıra	Tarihler	Değer	n	t	Var(t)	E(t)	u(t)
17	2012	3,52314	0	0	0,00	0,00	0,00
16	2011	2,66383	0	0	0,25	0,50	1,00
15	2010	2,94317	1	1	0,92	1,50	0,52
14	2009	3,74267	3	4	2,17	3,00	-0,68
13	2008	3,72629	3	7	4,17	5,00	-0,98
12	2007	3,07025	2	9	7,08	7,50	-0,56
11	2006	2,69115	1	10	11,08	10,50	0,15
10	2005	3,07798	4	14	16,33	14,00	0,00
9	2004	3,08849	5	19	23,00	18,00	-0,21
8	2003	3,13327	6	25	31,25	22,50	-0,45
7	2002	3,77917	10	35	41,25	27,50	-1,17
6	2001	3,94955	11	46	53,17	33,00	-1,78
5	2000	2,96547	3	49	67,17	39,00	-1,22
4	1999	4,20861	13	62	83,42	45,50	-1,81
3	1998	4,58648	14	76	102,08	52,50	-2,33
2	1997	4,34401	14	90	123,33	60,00	-2,70
1	1996	9,18069	16	106	147,33	68,00	-3,13

elde edilen  $u(t)$  (Tablo 4.26) ve  $u'(t)$  (Tablo 4.27) test istatistiklerinin grafiksel olarak gösterilmesi sonucunda verilerin 1999 – 2000 yılları arasında çakıştıkları Şekil 4.8'de görülür ve trend başlangıç yılı olarak alınır.

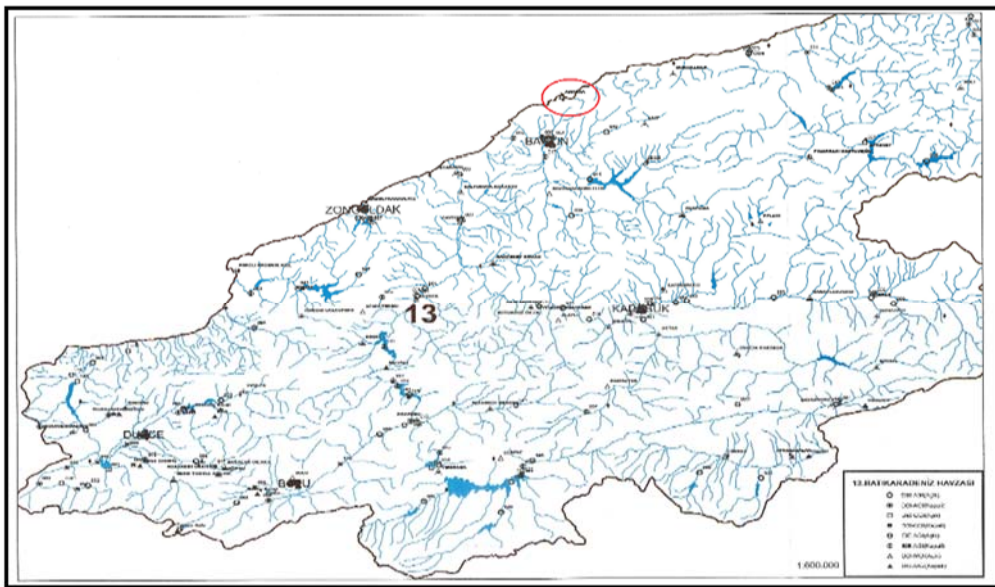


Şekil 4.8. Karabük ilinin yıllık ortalama yağış miktarlarının  $u(t) - u'(t)$  grafiği.

#### 4.1.1.8. Amasra ilçesinin yağış verilerine trend analizi yöntemi uygulanması

**Havza Adı** : Batı Karadeniz Havzası  
**Bölge Adı** : Zonguldak Bölgesi  
**İstasyon No** : 17602  
**İstasyon Adı** : Amasra  
**Rakım** : 73m  
**Kronolojisi** : 1963-75KK.71D.78BK.03A-

Yukarıda istasyon bilgileri verilen Amasra ilçesine ait 17602 numaralı istasyonun Batı Karadeniz Havzası haritasındaki yeri Şekil 4.9'da gösterilmiştir.



Şekil 4.9. Amasra ilçesine ait 17602 numaralı istasyonun hidrometri haritasındaki yeri [73].

Amasra ilçesine ait 17602 numaralı MGİ'nin yağış verileri DMİ'den temin edilmiş ve Tablo 4.28'de verilmiştir.

Tablo 4.28. Amasra ilçesine ait 17602 numaralı MGİ için yağış verileri [74].

Yıllar	Yağış Miktarı (mm)	Yıllar	Yağış Miktarı (mm)
1979	8,88908	1996	6,16948
1980	6,50708	1997	5,95273
1981	9,37313	1998	10,6510
1982	9,24664	1999	7,82722
1983	6,64086	2000	11,1461
1984	6,69195	2001	6,31127
1985	5,80089	2002	9,06655
1986	6,03499	2003	6,82854
1987	7,48812	2004	8,82358
1988	9,25732	2005	7,15813
1989	7,35594	2006	6,38049
1990	7,70612	2007	4,49343
1991	9,20019	2008	7,71202
1992	6,32780	2009	7,59635
1993	5,47296	2010	5,99165
1994	6,11718	2011	6,76003
1995	8,96397		

### Mann – Kendall testinin uygulanması

Tablo 4.29. Mann – Kendall testi için P ve M değerleri.

Sıra	Tarihler	Değer	$x_i < x_j$	$x_i > x_j$	P	M
1	1979	8,889084	0	0	0	0
2	1980	6,507083	0	1	0	1
3	1981	9,373130	2	0	2	1
4	1982	9,246636	2	1	4	2
5	1983	6,640863	1	3	5	5
6	1984	6,691952	2	3	7	8
7	1985	5,800890	0	6	7	14
8	1986	6,034987	1	6	8	20
9	1987	7,488119	5	3	13	23
10	1988	9,257320	8	1	21	24
11	1989	7,355942	5	5	26	29
12	1990	7,706119	7	4	33	33
13	1991	9,200189	9	3	42	36
14	1992	6,327797	2	11	44	47
15	1993	5,472955	0	14	44	61
16	1994	6,117182	3	12	47	73
17	1995	8,963969	12	4	59	77
18	1996	6,169481	4	13	63	90
19	1997	5,952726	2	16	65	106
20	1998	10,65096	19	0	84	106
21	1999	7,827220	13	7	97	113
22	2000	11,14606	21	0	118	113
23	2001	6,311266	6	16	124	129
24	2002	9,066553	17	6	141	135

Tablo 4.30. Mann – Kendall testi için P ve M değerleri.(Devamı)

25	2003	6,828536	11	13	152	148
26	2004	8,823580	16	9	168	157
27	2005	7,158134	12	14	180	171
28	2006	6,380485	8	19	188	190
29	2007	4,493432	0	28	188	218
30	2008	7,712020	18	11	206	229
31	2009	7,596352	17	13	223	242
32	2010	5,991646	4	27	227	269
33	2011	6,760035	14	18	241	287

$i < j$  için  $x_i < x_j$  olan çiftlerin sayısı  $P = 241$ ,  $x_i > x_j$  olan çiftlerin sayısı  $M = 287$  olarak bulunur. Test istatistiği  $S = P - M = -46$  bulunur.

Kendall Korelasyon Katsayısı

$$\tau = \frac{S}{[n(n-1)/2]} = -0,087 \quad (4.43)$$

Örnek sayısı  $n > 10$  olduğundan

$$\sigma_s = \sqrt{n(n-1)(2n+5)/18} = 4165,33 \text{ bulunur.} \quad (4.44)$$

$$Z = \left. \begin{array}{ll} (S-1)/\sigma_s & S > 0 \\ 0 & S = 0 \\ (S+1)/\sigma_s & S < 0 \end{array} \right\} \quad (4.45)$$

$$S < 0 \text{ olduğundan } Z = (S + 1) / \sigma_s = -0,697 \quad (4.46)$$

$Z$ 'nin mutlak değeri için seçilen  $\alpha = 0,05$  anlamlılık düzeyine karşı gelen standart normal dağılımın [Ek A]  $Z_{\alpha/2} = 1,96$  değerinden küçük olduğu için sıfır hipotezi "H<sub>0</sub>: Trend Yok" kabul edilmekte ve incelenen zaman serisinde trend olmadığı sonucuna varılmaktadır.

## Spearman'ın Rho testi uygulanması

Tablo 4.31.  $R_{xi}$  değerleri.

i	$R_{xi}$	i	$R_{xi}$	i	$R_{xi}$
1	25	12	21	23	9
2	12	13	28	24	27
3	31	14	10	25	16
4	29	15	2	26	24
5	13	16	7	27	17
6	14	17	26	28	11
7	3	18	8	29	1
8	6	19	4	30	22
9	19	20	32	31	20
10	30	21	23	32	5
11	18	22	33	33	15

$$r_s = 1 - 6 \frac{\sum_{i=1}^n (R_{xi} - i)^2}{(n^3 - n)} \text{ bağıntısı uygulanarak } r_s = -0,125 \text{ olarak bulunur.} \quad (4.47)$$

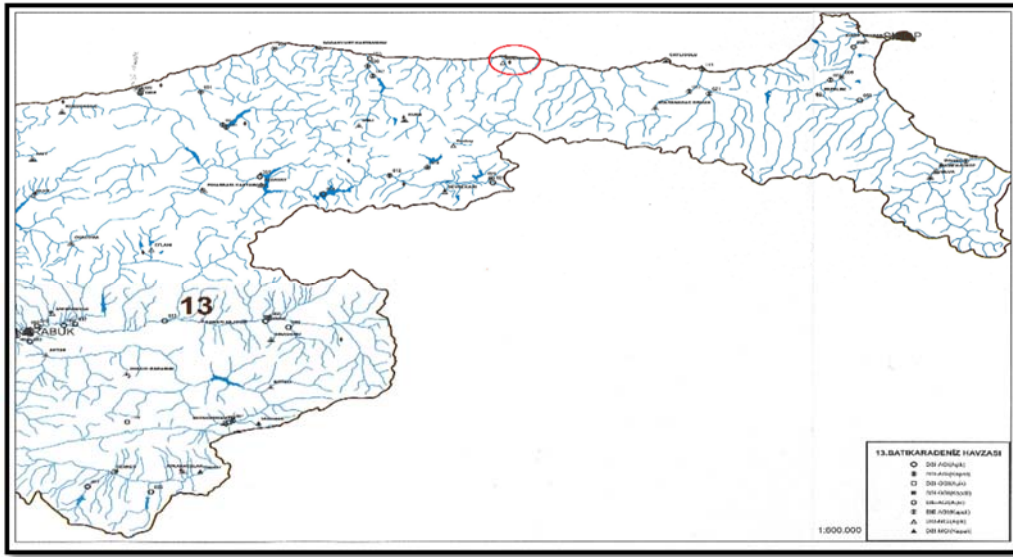
$$Z = r_s \sqrt{n-1} = -0,705 \quad (4.48)$$

Z'nin mutlak değeri seçilen  $\alpha = 0.05$  anlamlılık düzeyine karşı gelen standart normal dağılımın [Ek A]  $Z_{\alpha/2} = 1,96$  değerinden küçük olduğu için sıfır hipotezi "Ho: Trend Yok" kabul edilmekte ve incelenen zaman serisinde trend olmadığı sonucuna varılmaktadır.

### 4.1.1.9. Bozkurt ilçesinin yağış verilerine trend analizi yöntemi uygulanması

- Havza Adı** : Batı Karadeniz Havzası  
**Bölge Adı** : Zonguldak Bölgesi  
**İstasyon No** : 17606  
**İstasyon Adı** : Bozkurt  
**Rakım** : 167m  
**Kronolojisi** : 1959-59BK.03A-

Yukarıda istasyon bilgileri verilen Bozkurt ilçesine ait 17606 numaralı istasyonun Batı Karadeniz Havzası haritasındaki yeri Şekil 4.10'da gösterilmiştir.



Şekil 4.10. Bozkurt ilçesine ait 17606 numaralı istasyonun hidrometri haritasındaki yeri [73].

Bozkurt ilçesine ait 17606 numaralı MGİ'nin yağış verileri DMI'den temin edilmiş ve Tablo 4.32'de verilmiştir.

Tablo 4.32. Bozkurt ilçesine ait 17606 numaralı MGİ için yağış verileri [74].

Yıllar	Yağış Miktarı (mm)	Yıllar	Yağış Miktarı (mm)
1979	8,74757	1996	7,82489
1980	7,62761	1997	8,10605
1981	5,22499	1998	11,2096
1982	8,76611	1999	7,58562
1983	10,3885	2000	8,78884
1984	9,45733	2001	7,75957
1985	10,1906	2002	8,30341
1986	6,55440	2003	8,30249
1987	9,88466	2004	10,1021
1988	9,83357	2005	6,80461
1989	8,70284	2006	7,32486
1990	9,00953	2007	8,47732
1991	10,3786	2008	4,95985
1992	10,3217	2009	5,28607
1993	8,76431	2010	7,35160
1994	9,40102	2011	9,15523
1995	8,87025		

### Mann – Kendall testinin uygulanması

Tablo 4.33. Mann – Kendall testi için P ve M değerleri.

Sıra	Tarihler	Değer	$x_i < x_j$	$x_i > x_j$	P	M
1	1979	8,74757	0	0	0	0
2	1980	7,62761	0	1	0	1
3	1981	5,22499	0	2	0	3



Tablo 4.34. Mann – Kendall testi için P ve M değerleri.(Devamı)

4	1982	8,76611	3	0	3	3
5	1983	10,3885	4	0	7	3
6	1984	9,45733	4	1	11	4
7	1985	10,1906	5	1	16	5
8	1986	6,55440	1	6	17	11
9	1987	9,88466	6	2	23	13
10	1988	9,83357	6	3	29	16
11	1989	8,70284	3	7	32	23
12	1990	9,00953	6	5	38	28
13	1991	10,3786	11	1	49	29
14	1992	10,3217	11	2	60	31
15	1993	8,76431	5	9	65	40
16	1994	9,40102	8	7	73	47
17	1995	8,87025	7	9	80	56
18	1996	7,82489	3	14	83	70
19	1997	8,10605	4	14	87	84
20	1998	11,2096	19	0	106	84
21	1999	7,58562	2	18	108	102
22	2000	8,78884	10	11	118	113
23	2001	7,75957	4	18	122	131
24	2002	8,30341	7	16	129	147
25	2003	8,30249	7	17	136	164
26	2004	10,1021	20	5	156	169
27	2005	6,80461	2	24	158	193
28	2006	7,32486	3	24	161	217
29	2007	8,47732	11	17	172	234
30	2008	4,95985	0	29	172	263
31	2009	5,28607	2	28	174	291
32	2010	7,35160	6	25	180	316
33	2011	9,15523	22	10	202	326

$i < j$  için  $x_i < x_j$  olan çiftlerin sayısı  $P = 202$ ,  $x_i > x_j$  olan çiftlerin sayısı  $M = 326$  olarak bulunur. Test istatistiği  $S = P - M = -124$  bulunur.

Kendall Korelasyon Katsayısı

$$\tau = \frac{S}{[n(n-1)/2]} = -0,235 \quad (4.49)$$

Örnek sayısı  $n > 10$  olduğundan

$$\sigma_s = \sqrt{n(n-1)(2n+5)/18} = 4165,33 \text{ bulunur.} \quad (4.50)$$

$$Z = \left. \begin{array}{ll} (S-1)/\sigma_s & S > 0 \\ 0 & S = 0 \\ (S+1)/\sigma_s & S < 0 \end{array} \right\} \quad (4.51)$$

$$S < 0 \text{ olduğundan } Z = (S + 1) / \sigma_s = -1,906 \quad (4.52)$$

Z'nin mutlak değeri için seçilen  $\alpha = 0,05$  anlamlılık düzeyine karşı gelen standart normal dağılımın [Ek A]  $Z_{\alpha/2} = 1,96$  değerinden küçük olduğu için sıfır hipotezi "H<sub>0</sub>: Trend Yok" kabul edilmekte ve incelenen zaman serisinde trend olmadığı sonucuna varılmaktadır.

### Spearman'ın Rho testinin uygulanması

Tablo 4.35. R<sub>xi</sub> değerleri.

i	R <sub>xi</sub>	i	R <sub>xi</sub>	i	R <sub>xi</sub>
1	17	12	22	23	10
2	9	13	31	24	14
3	2	14	30	25	13
4	19	15	18	26	28
5	32	16	24	27	5
6	25	17	21	28	6
7	29	18	11	29	15
8	4	19	12	30	1
9	27	20	33	31	3
10	26	21	8	32	7
11	16	22	20	33	23

$$r_s = 1 - 6 \frac{\sum_{i=1}^n (R_{xi} - i)^2}{(n^3 - n)} \text{ bağıntısı uygulanarak } r_s = -0,315 \text{ olarak bulunur.} \quad (4.53)$$

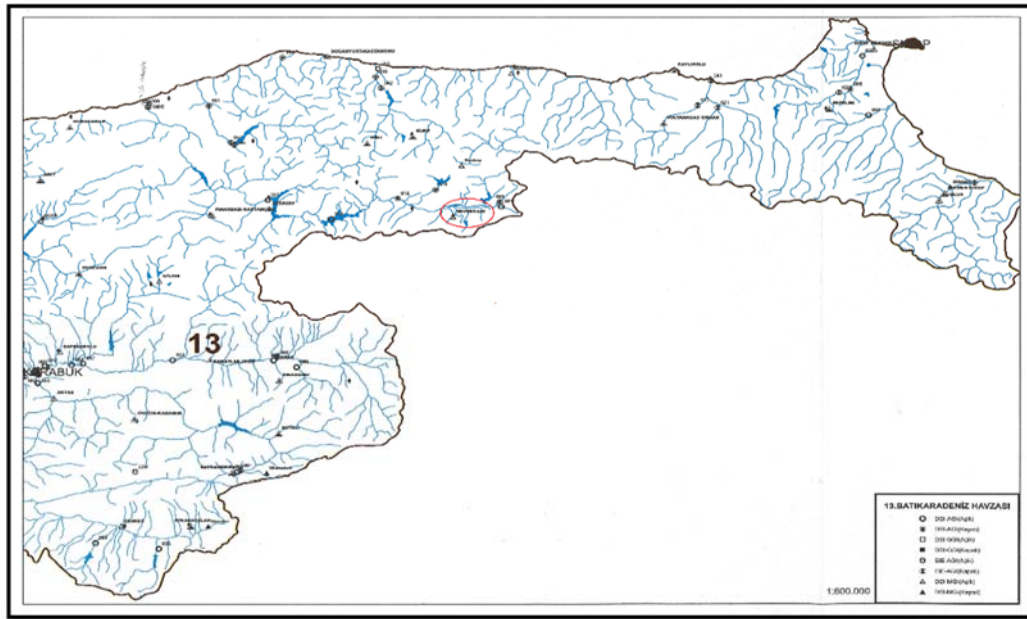
$$Z = r_s \sqrt{n-1} = -1,779 \quad (4.54)$$

Z'nin mutlak değeri seçilen  $\alpha = 0.05$  anlamlılık düzeyine karşı gelen standart normal dağılımın [Ek A]  $Z_{\alpha/2} = 1,96$  değerinden küçük olduğu için sıfır hipotezi "H<sub>0</sub>: Trend Yok" kabul edilmekte ve incelenen zaman serisinde trend olmadığı sonucuna varılmaktadır.

#### 4.1.1.10. Devrekani ilçesinin yağış verilerine trend analizi yöntemi uygulanması

**Havza Adı** : Batı Karadeniz Havzası  
**Bölge Adı** : Zonguldak Bölgesi  
**İstasyon No** : 17618  
**İstasyon Adı** : Devrekâni  
**Rakım** : 1050m  
**Kronolojisi** : 1953-55KK.72,76-82BK.03A-

Yukarıda istasyon bilgileri verilen Devrekani ilçesine ait 17618 numaralı istasyonun Batı Karadeniz Havzası haritasındaki yeri Şekil 4.11’de gösterilmiştir.



Şekil 4.11. Devrekani ilçesine ait 17618 numaralı istasyonun hidrometri haritasındaki yeri [73].

Devrekani ilçesine ait 17618 numaralı MGİ'nin yağış verileri DMİ'den temin edilmiş ve Tablo 4.36'da verilmiştir.

Tablo 4.36. Devrekani ilçesine ait 17618 numaralı MGİ için yağış verileri [74].

Yıllar	Yağış Miktarı (mm)	Yıllar	Yağış Miktarı (mm)
1980	6,79622	1996	2,53948
1981	5,54806	1997	2,35291
1982	3,89554	1998	1,89178
1983	4,35445	1999	1,99968
1984	3,71912	2000	1,81125

Tablo 4.37. Devrekani ilçesine ait 17618 numaralı MGİ için yağış verileri [74].(Devamı)

1985	3,49356	2001	2,56861
1986	2,73529	2002	2,91563
1987	3,97405	2003	1,94535
1988	3,49134	2004	2,50521
1989	4,99457	2005	3,18895
1990	3,81941	2006	2,12556
1991	3,06457	2007	2,92553
1992	2,53176	2008	3,59172
1993	2,89207	2009	3,20009
1994	2,16663	2010	2,72894
1995	3,06610	2011	3,32287

### Mann – Kendall testinin uygulanması

Tablo 4.38. Mann – Kendall testi için P ve M değerleri.

Sıra	Tarihler	Değer	$x_i < x_j$	$x_i > x_j$	P	M
1	1980	6,79622	0	0	0	0
2	1981	5,54806	0	1	0	1
3	1982	3,89554	0	2	0	3
4	1983	4,35445	1	2	1	5
5	1984	3,71912	0	4	1	9
6	1985	3,49356	0	5	1	14
7	1986	2,73529	0	6	1	20
8	1987	3,97405	4	3	5	23
9	1988	3,49134	1	7	6	30
10	1989	4,99457	7	2	13	32
11	1990	3,81941	4	6	17	38
12	1991	3,06457	1	10	18	48
13	1992	2,53176	0	12	18	60
14	1993	2,89207	2	11	20	71
15	1994	2,16663	0	14	20	85
16	1995	3,06610	5	10	25	95
17	1996	2,53948	2	14	27	109
18	1997	2,35291	1	16	28	125
19	1998	1,89178	0	18	28	143
20	1999	1,99968	1	18	29	161
21	2000	1,81125	0	20	29	181
22	2001	2,56861	7	14	36	195
23	2002	2,91563	10	12	46	207
24	2003	1,94535	2	21	48	228
25	2004	2,50521	6	18	54	246
26	2005	3,18895	15	10	69	256
27	2006	2,12556	4	22	73	278
28	2007	2,92553	14	13	87	291
29	2008	3,59172	20	8	107	299
30	2009	3,20009	18	11	125	310
31	2010	2,72894	11	19	136	329
32	2011	3,32287	20	11	156	340

$i < j$  için  $x_i < x_j$  olan çiftlerin sayısı  $P = 156$ ,  $x_i > x_j$  olan çiftlerin sayısı  $M = 340$  olarak bulunur. Test istatistiği  $S = P - M = -184$  bulunur.

Kendall Korelasyon Katsayısı

$$\tau = \frac{S}{[n(n-1)/2]} = -0,371 \quad (4.55)$$

Örnek sayısı  $n > 10$  olduğundan

$$\sigma_s = \sqrt{n(n-1)(2n+5)/18} = 3802,67 \text{ bulunur.} \quad (4.56)$$

$$Z = \left. \begin{array}{l} (S-1)/\sigma_s \quad S > 0 \\ 0 \quad S = 0 \\ (S+1)/\sigma_s \quad S < 0 \end{array} \right\} \quad (4.57)$$

$$S < 0 \text{ olduğundan } Z = (S+1)/\sigma_s = -2,968 \quad (4.58)$$

Z'nin mutlak değeri için seçilen  $\alpha = 0,05$  anlamlılık düzeyine karşı gelen standart normal dağılımın [Ek A]  $Z_{\alpha/2} = 1,96$  değerinden büyük olduğu için sıfır hipotezi “ $H_0$ : Trend Yok” reddedilmekte  $Z < 0$  olduğundan dolayı da incelenen zaman serisinde azalan yönde trend olduğu sonucuna varılmaktadır.

### Spearman'ın Rho testinin uygulanması

Tablo 4.39.  $R_{xi}$  değerleri.

i	$R_{xi}$	i	$R_{xi}$	i	$R_{xi}$
1	32	12	17	23	15
2	31	13	9	24	3
3	27	14	14	25	8
4	29	15	6	26	19
5	25	16	18	27	5
6	23	17	10	28	16
7	13	18	7	29	24
8	28	19	2	30	20
9	22	20	4	31	12
10	30	21	1	32	21
11	26	22	11		

$$r_s = 1 - 6 \frac{\sum_{i=1}^n (R_{xi} - i)^2}{(n^3 - n)} \text{ bağıntısı uygulanarak } r_s = -0,533 \text{ olarak bulunur.} \quad (4.59)$$

$$Z = r_s \sqrt{n-1} = -2,966 \quad (4.60)$$

Z'nin mutlak değeri seçilen  $\alpha = 0.05$  anlamlılık düzeyine karşı gelen standart normal dağılımın [Ek A]  $Z_{\alpha/2} = 1,96$  değerinden büyük olduğu için sıfır hipotezi “Ho: Trend Yok” reddedilmekte  $Z < 0$  olduğundan dolayı da incelenen zaman serisinde azalan yönde trend olduğu sonucuna varılmaktadır.

### Mann – Kendall Meritbe Korelasyon testinin uygulanması

Tablo 4.40. u(t) fonksiyonunun hesabı.

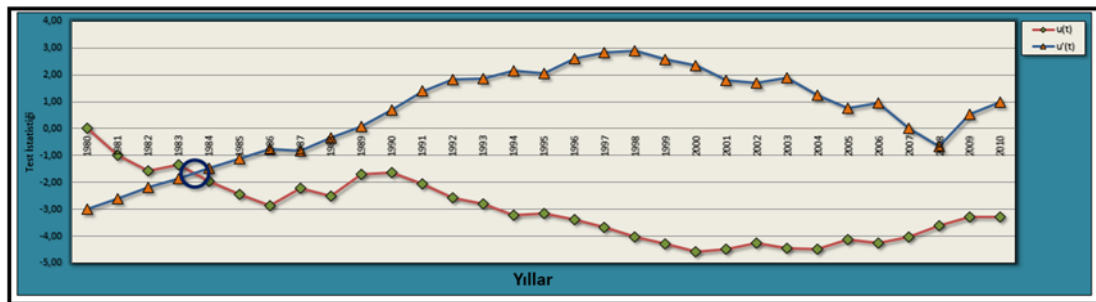
Sıra	Tarihler	Değer	n	t	Var(t)	E(t)	u(t)
1	1980	6,79622	0	0	0,00	0,00	0,00
2	1981	5,54806	0	0	0,25	0,50	-1,00
3	1982	3,89554	0	0	0,92	1,50	-1,57
4	1983	4,35445	1	1	2,17	3,00	-1,36
5	1984	3,71912	0	1	4,17	5,00	-1,96
6	1985	3,49356	0	1	7,08	7,50	-2,44
7	1986	2,73529	0	1	11,08	10,50	-2,85
8	1987	3,97405	4	5	16,33	14,00	-2,23
9	1988	3,49134	1	6	23,00	18,00	-2,50
10	1989	4,99457	7	13	31,25	22,50	-1,70
11	1990	3,81941	4	17	41,25	27,50	-1,63
12	1991	3,06457	1	18	53,17	33,00	-2,06
13	1992	2,53176	0	18	67,17	39,00	-2,56
14	1993	2,89207	2	20	83,42	45,50	-2,79
15	1994	2,16663	0	20	102,08	52,50	-3,22
16	1995	3,06610	5	25	123,33	60,00	-3,15
17	1996	2,53948	2	27	147,33	68,00	-3,38
18	1997	2,35291	1	28	174,25	76,50	-3,67
19	1998	1,89178	0	28	204,25	85,50	-4,02
20	1999	1,99968	1	29	237,50	95,00	-4,28
21	2000	1,81125	0	29	274,17	105,00	-4,59
22	2001	2,56861	7	36	314,42	115,50	-4,48
23	2002	2,91563	10	46	358,42	126,50	-4,25
24	2003	1,94535	2	48	406,33	138,00	-4,46
25	2004	2,50521	6	54	458,33	150,00	-4,48
26	2005	3,18895	15	69	514,58	162,50	-4,12
27	2006	2,12556	4	73	575,25	175,50	-4,27
28	2007	2,92553	14	87	640,50	189,00	-4,03
29	2008	3,59172	20	107	710,50	203,00	-3,60
30	2009	3,20009	18	125	785,42	217,50	-3,30
31	2010	2,72894	11	136	865,42	232,50	-3,28
32	2011	3,32287	20	156	950,67	248,00	-2,98

Yukarıda bulunan değerleri tersten sıralayarak aynı işlem tekrar yapılır;

Tablo 4.41.  $u'(t)$  fonksiyonunun hesabı.

Sıra	Tarihler	Değer	n	t	Var(t)	E(t)	u(t)
32	2011	3,32287	0	0	0,00	0,00	0,00
31	2010	2,72894	0	0	0,25	0,50	1,00
30	2009	3,20009	1	1	0,92	1,50	0,52
29	2008	3,59172	3	4	2,17	3,00	-0,68
28	2007	2,92553	1	5	4,17	5,00	0,00
27	2006	2,12556	0	5	7,08	7,50	0,94
26	2005	3,18895	3	8	11,08	10,50	0,75
25	2004	2,50521	1	9	16,33	14,00	1,24
24	2003	1,94535	0	9	23,00	18,00	1,88
23	2002	2,91563	4	13	31,25	22,50	1,70
22	2001	2,56861	3	16	41,25	27,50	1,79
21	2000	1,81125	0	16	53,17	33,00	2,33
20	1999	1,99968	2	18	67,17	39,00	2,56
19	1998	1,89178	1	19	83,42	45,50	2,90
18	1997	2,35291	5	24	102,08	52,50	2,82
17	1996	2,53948	7	31	123,33	60,00	2,61
16	1995	3,06610	12	43	147,33	68,00	2,06
15	1994	2,16663	5	48	174,25	76,50	2,16
14	1993	2,89207	11	59	204,25	85,50	1,85
13	1992	2,53176	8	67	237,50	95,00	1,82
12	1991	3,06457	15	82	274,17	105,00	1,39
11	1990	3,81941	21	103	314,42	115,50	0,70
10	1989	4,99457	22	125	358,42	126,50	0,08
9	1988	3,49134	20	145	406,33	138,00	-0,35
8	1987	3,97405	23	168	458,33	150,00	-0,84
7	1986	2,73529	12	180	514,58	162,50	-0,77
6	1985	3,49356	22	202	575,25	175,50	-1,10
5	1984	3,71912	24	226	640,50	189,00	-1,46
4	1983	4,35445	27	253	710,50	203,00	-1,88
3	1982	3,895541	26	279	785,42	217,50	-2,19
2	1981	5,548056	30	309	865,42	232,50	-2,60
1	1980	6,796222	31	340	950,67	248,00	-2,98

elde edilen  $u(t)$  (Tablo 4.40) ve  $u'(t)$  (Tablo 4.41) test istatistiklerinin grafiksel olarak gösterilmesi sonucunda verilerin 1983 – 1984 yılları arasında çakıştıkları Şekil 4.12’de görülür ve trend başlangıç yılı olarak alınır.

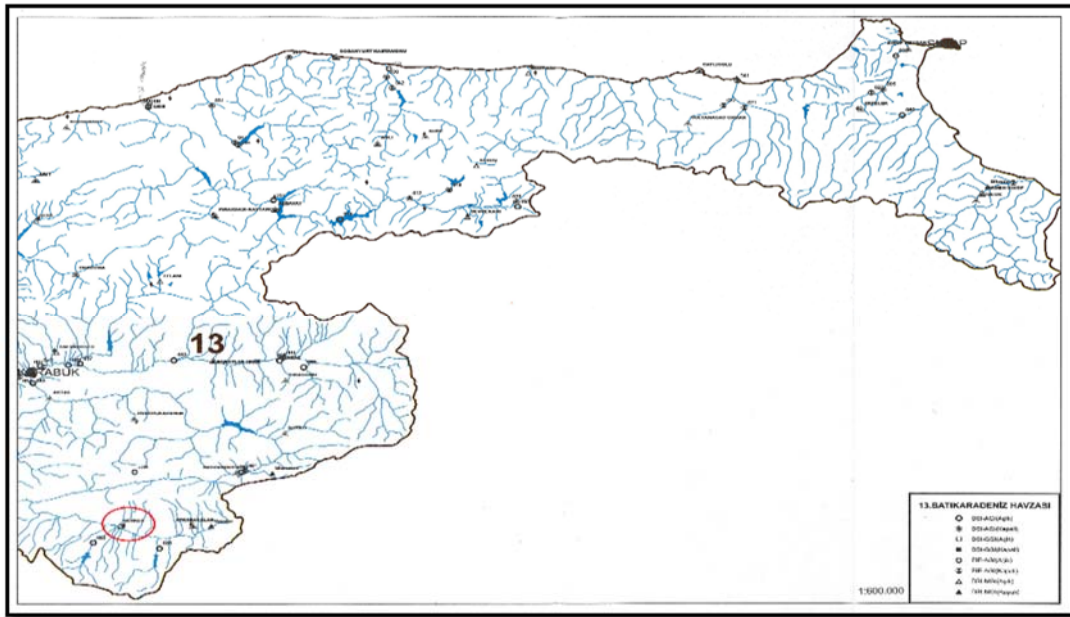


Şekil 4.12. Devrekani ilçesinin yağış verilerinin  $u(t) - u'(t)$  grafiği.

#### 4.1.1.11. Çerkeş ilçesinin yağış verilerine trend analizi yöntemi uygulanması

**Havza Adı** : Batı Karadeniz Havzası  
**Bölge Adı** : Ankara Bölgesi  
**İstasyon No** : 17666  
**İstasyon Adı** : Çerkeş  
**Rakım** : 1126m  
**Kronolojisi** : 1953-58KK.82BK.03A-

Yukarıda istasyon bilgileri verilen Çerkeş ilçesine ait 17666 numaralı istasyonun Batı Karadeniz Havzası haritasındaki yeri Şekil 4.13’de gösterilmiştir.



Şekil 4.13. Çerkeş ilçesine ait 17646 numaralı istasyonun hidrometri haritasındaki yeri [73].

Çerkeş ilçesine ait 17646 numaralı MGİ'nin yağış verileri DMİ'den temin edilmiş ve Tablo 4.42'de verilmiştir.

Tablo 4.42. Çerkeş ilçesine ait 17646 numaralı MGİ için yağış verileri [74].

Yıllar	Yağış Miktarı (mm)	Yıllar	Yağış Miktarı (mm)
1979	2,41964	1996	2,05875
1980	2,40379	1997	2,85992
1981	3,41556	1998	2,98429
1982	2,26716	1999	3,78809
1983	3,12081	2000	3,01401



Tablo 4.43. Çerkeş ilçesine ait 17646 numaralı MGİ için yağış verileri [74].(Devamı)

1984	2,33739	2001	4,51086
1985	1,96267	2002	3,37603
1986	1,86674	2003	2,84440
1987	3,73193	2004	2,27185
1988	2,14589	2005	2,94562
1989	3,09425	2006	2,61004
1990	3,46062	2007	1,60891
1991	4,05274	2008	2,07256
1992	2,06159	2009	1,75277
1993	3,19061	2010	2,10959
1994	3,67064	2011	1,52058
1995	2,47473		

**Mann – Kendall testinin uygulanması**

Tablo 4.44. Mann – Kendall testi için P ve M değerleri.

Sıra	Tarihler	Değer	$x_i < x_j$	$x_i > x_j$	P	M
1	1979	2,41964	0	0	0	0
2	1980	2,40379	0	1	0	1
3	1981	3,41556	2	0	2	1
4	1982	2,26716	0	3	2	4
5	1983	3,12081	3	1	5	5
6	1984	2,33739	1	4	6	9
7	1985	1,96267	0	6	6	15
8	1986	1,86674	0	7	6	22
9	1987	3,73193	8	0	14	22
10	1988	2,14589	2	7	16	29
11	1989	3,09425	7	3	23	32
12	1990	3,46062	10	1	33	33
13	1991	4,05274	12	0	45	33
14	1992	2,06159	2	11	47	44
15	1993	3,19061	10	4	57	48
16	1994	3,67064	13	2	70	50
17	1995	2,47473	8	8	78	58
18	1996	2,05875	2	15	80	73
19	1997	2,85992	10	8	90	81
20	1998	2,98429	11	8	101	89
21	1999	3,78809	19	1	120	90
22	2000	3,01401	12	9	132	99
23	2001	4,51086	22	0	154	99
24	2002	3,37603	16	7	170	106
25	2003	2,84440	10	14	180	120
26	2004	2,27185	6	19	186	139
27	2005	2,94562	13	13	199	152
28	2006	2,61004	11	16	210	168
29	2007	1,60891	0	28	210	196
30	2008	2,07256	5	24	215	220
31	2009	1,75277	1	29	216	249
32	2010	2,10959	7	24	223	273
33	2011	1,52058	0	32	223	305

$i < j$  için  $x_i < x_j$  olan çiftlerin sayısı  $P = 223$ ,  $x_i > x_j$  olan çiftlerin sayısı  $M = 305$  olarak bulunur. Test istatistiği  $S = P - M = -82$  bulunur.

Kendall Korelasyon Katsayısı

$$\tau = \frac{S}{[n(n-1)/2]} = -0,155 \quad (4.61)$$

Örnek sayısı  $n > 10$  olduğundan

$$\sigma_s = \sqrt{n(n-1)(2n+5)/18} = 4165,33 \text{ bulunur.} \quad (4.62)$$

$$Z = \left. \begin{array}{l} (S-1)/\sigma_s \quad S > 0 \\ 0 \quad S = 0 \\ (S+1)/\sigma_s \quad S < 0 \end{array} \right\} \quad (4.63)$$

$$S < 0 \text{ olduğundan } Z = (S+1)/\sigma_s = -1,255 \quad (4.64)$$

$Z$ 'nin mutlak değeri için seçilen  $\alpha = 0,05$  anlamlılık düzeyine karşı gelen standart normal dağılımın [Ek A]  $Z_{\alpha/2} = 1,96$  değerinden küçük olduğu için sıfır hipotezi "H<sub>0</sub>: Trend Yok" kabul edilmekte ve incelenen zaman serisinde trend olmadığı sonucuna varılmaktadır.

### Spearman'ın Rho testi uygulanması

Tablo 4.45.  $R_{xi}$  değerleri.

i	$R_{xi}$	i	$R_{xi}$	i	$R_{xi}$
1	15	12	28	23	33
2	14	13	32	24	26
3	27	14	7	25	18
4	11	15	25	26	12
5	24	16	29	27	20
6	13	17	16	28	17
7	5	18	6	29	2
8	4	19	19	30	8
9	30	20	21	31	3
10	10	21	31	32	9
11	23	22	22	33	1

$$r_s = 1 - 6 \frac{\sum_{i=1}^n (R_{xi} - i)^2}{(n^3 - n)} \text{ bağıntısı uygulanarak } r_s = -0,208 \text{ olarak bulunur.} \quad (4.65)$$

$$Z = r_s \sqrt{n-1} = -1,178 \quad (4.66)$$

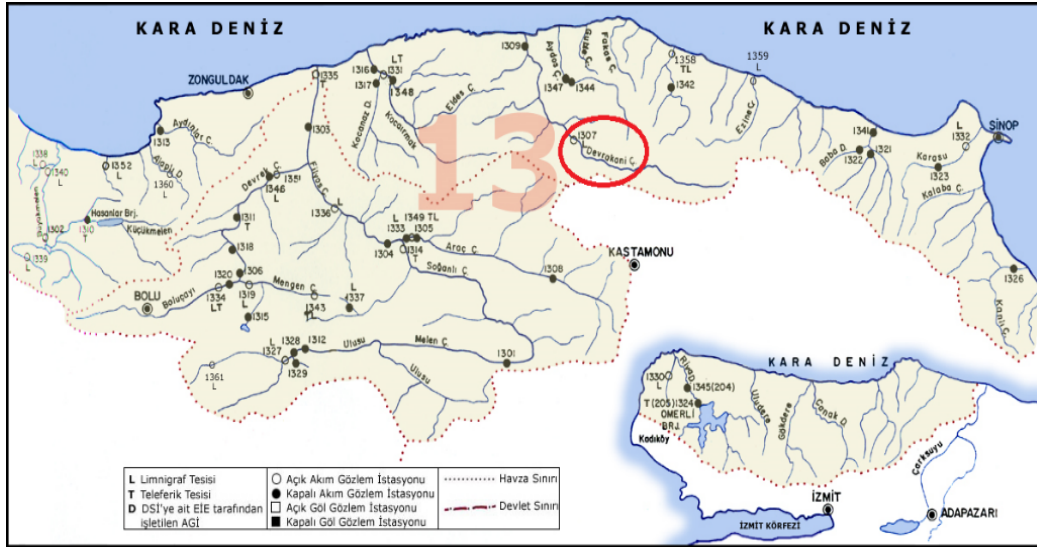
Z'nin mutlak değeri seçilen  $\alpha = 0.05$  anlamlılık düzeyine karşı gelen standart normal dağılımın [Ek A]  $Z_{\alpha/2} = 1,96$  değerinden küçük olduğu için sıfır hipotezi "Ho: Trend Yok" kabul edilmekte ve incelenen zaman serisinde trend olmadığı sonucuna varılmaktadır.

#### 4.1.2. Batı karadeniz havzasının akış verilerine trend analizi yöntemi uygulanması

##### 4.1.2.1. Devrekani çayının akış verilerine trend analizi yöntemi uygulanması

<b>Havza Adı</b>	: Batı Karadeniz Havzası
<b>Bölge Adı</b>	: Ankara Bölgesi
<b>İstasyon No</b>	: 1307
<b>İstasyon Adı</b>	: Devrekani Çayı
<b>Yükselti</b>	: 815m
<b>Yeri</b>	: (33° 17' 42" D - 41° 38' 19" K) (Kastamonu-E30) Kastamonu İli'nin Azdavay İlçesi'ndedir.

Yukarıda istasyon bilgileri verilen Devrekani Çayına ait 1307 numaralı istasyonun Batı Karadeniz Havzası haritasındaki yeri Şekil 4.14'de gösterilmiştir.



Şekil 4.14. Devrekani çayma ait 1307 numaralı istasyonun batı karadeniz havzasındaki yeri [75].

Devrekani Çayına ait 1307 numaralı AGİ'nin akış verileri DSI'den temin edilmiş ve Tablo 4.46'da verilmiştir.

Tablo 4.46. Devrekani çayına ait 1307 numaralı AGİ için akış verileri [76].

Yıllar	Akış Miktarı (m <sup>3</sup> /sn)	Yıllar	Akış Miktarı (m <sup>3</sup> /sn)
1980	9,6750	1995	7,0824
1981	7,0583	1996	5,4236
1982	5,4000	1997	8,5828
1983	9,0442	1998	10,503
1984	4,5001	1999	3,6371
1985	11,202	2000	9,8078
1986	4,0000	2001	2,6043
1987	5,1006	2002	6,4033
1988	7,1329	2003	2,6036
1989	7,5706	2004	3,5204
1990	3,7356	2005	4,0344
1991	3,7970	2006	3,3243
1992	10,659	2007	4,7441
1993	13,032	2008	5,2238
1994	3,9944	2009	4,6182

## Mann – Kendall testi uygulanması

Tablo 4.47. Mann – Kendall testi için P ve M değerleri.

Sıra	Tarihler	Değer	$x_i < x_j$	$x_i > x_j$	P	M
1	1980	9,6750	0	0	0	0
2	1981	7,0583	0	1	0	1
3	1982	5,4000	0	2	0	3
4	1983	9,0442	2	1	2	4
5	1984	4,5001	0	4	2	8
6	1985	11,202	5	0	7	8
7	1986	4,0000	0	6	7	14

Tablo 4.48. Mann – Kendall testi için P ve M değerleri.(Devamı)

8	1987	5,1006	2	5	9	19
9	1988	7,1329	5	3	14	22
10	1989	7,5706	6	3	20	25
11	1990	3,7356	0	10	20	35
12	1991	3,7970	1	10	21	45
13	1992	10,659	11	1	32	46
14	1993	13,032	13	0	45	46
15	1994	3,9944	2	12	47	58
16	1995	7,0824	8	7	55	65
17	1996	5,4236	7	9	62	74
18	1997	8,5828	12	5	74	79
19	1998	10,503	15	3	89	82
20	1999	3,6371	0	19	89	101
21	2000	9,8078	16	4	105	105
22	2001	2,6043	0	21	105	126
23	2002	6,4033	10	12	115	138
24	2003	2,6036	0	23	115	161
25	2004	3,5204	2	22	117	183
26	2005	4,0344	8	17	125	200
27	2006	3,3243	2	24	127	224
28	2007	4,7441	11	16	138	240
29	2008	5,2238	13	15	151	255
30	2009	4,6182	11	18	162	273

$i < j$  için  $x_i < x_j$  olan çiftlerin sayısı  $P = 162$ ,  $x_i > x_j$  olan çiftlerin sayısı  $M = 273$  olarak bulunur. Test istatistiği  $S = P - M = -111$  bulunur.

Kendall Korelasyon Katsayısı

$$\tau = \frac{S}{[n(n-1)/2]} = -0,255 \quad (4.67)$$

Örnek sayısı  $n > 10$  olduğundan

$$\sigma_s = \sqrt{n(n-1)(2n+5)/18} = 3141,67 \text{ bulunur.} \quad (4.68)$$

$$Z = \left. \begin{array}{ll} (S-1)/\sigma_s & S > 0 \\ 0 & S = 0 \\ (S+1)/\sigma_s & S < 0 \end{array} \right\} \quad (4.69)$$

$$S < 0 \text{ olduğundan } Z = (S+1)/\sigma_s = -1,963 \quad (4.70)$$

Z'nin mutlak değeri için seçilen  $\alpha = 0,05$  anlamlılık düzeyine karşı gelen standart normal dağılımın [Ek A]  $Z_{\alpha/2} = 1,96$  değerinden büyük olduğu için sıfır hipotezi “Ho: Trend Yok” reddedilmekte  $Z < 0$  olduğunda dolayı da incelenen zaman serisinde azalan yönde eğilim olduğu sonucuna varılmaktadır.

### Spearman'ın Rho testi uygulanması

Tablo 4.49.  $R_{xi}$  değerleri.

i	$R_{xi}$	i	$R_{xi}$	i	$R_{xi}$
1	25	11	6	21	26
2	19	12	7	22	2
3	16	13	28	23	18
4	24	14	30	24	1
5	11	15	8	25	4
6	29	16	20	26	10
7	9	17	17	27	3
8	14	18	23	28	13
9	21	19	27	29	15
10	22	20	5	30	12

$$r_s = 1 - 6 \frac{\sum_{i=1}^n (R_{xi} - i)^2}{(n^3 - n)} \text{ bağıntısı uygulanarak } r_s = -0,387 \text{ olarak bulunur.} \quad (4.71)$$

$$Z = r_s \sqrt{n-1} = -2,083 \quad (4.72)$$

Z'nin mutlak değeri seçilen  $\alpha = 0.05$  anlamlılık düzeyine karşı gelen standart normal dağılımın [Ek A]  $Z_{\alpha/2} = 1,96$  değerinden büyük olduğu için sıfır hipotezi “ Ho: Trend Yok” reddedilmekte  $Z < 0$  olduğundan dolayı da incelenen zaman serisinde azalan yönde trend olduğu sonucuna varılmaktadır.

### Mann – Kendall mertebe korelasyon testi uygulanması

Tablo 4.50.  $u(t)$  fonksiyonunun hesabı.

Sıra	Tarihler	Değer	n	t	Var(t)	E(t)	u(t)
1	1980	9,6750	0	0	0,00	0,00	0,00
2	1981	7,0583	0	0	0,25	0,50	-1,00
3	1982	5,4000	0	0	0,92	1,50	-1,57
4	1983	9,0442	2	2	2,17	3,00	-0,68
5	1984	4,5001	0	2	4,17	5,00	-1,47
6	1985	11,202	5	7	7,08	7,50	-0,19

Tablo 4.51.  $u(t)$  fonksiyonunun hesabı.(Devamı)

7	1986	4,0000	0	7	11,08	10,50	-1,05
8	1987	5,1006	2	9	16,33	14,00	-1,24
9	1988	7,1329	5	14	23,00	18,00	-0,83
10	1989	7,5706	6	20	31,25	22,50	-0,45
11	1990	3,7356	0	20	41,25	27,50	-1,17
12	1991	3,7970	1	21	53,17	33,00	-1,65
13	1992	10,659	11	32	67,17	39,00	-0,85
14	1993	13,032	13	45	83,42	45,50	-0,05
15	1994	3,9944	2	47	102,08	52,50	-0,54
16	1995	7,0824	8	55	123,33	60,00	-0,45
17	1996	5,4236	7	62	147,33	68,00	-0,49
18	1997	8,5828	12	74	174,25	76,50	-0,19
19	1998	10,503	15	89	204,25	85,50	0,24
20	1999	3,6371	0	89	237,50	95,00	-0,39
21	2000	9,8078	16	105	274,17	105,00	0,00
22	2001	2,6043	0	105	314,42	115,50	-0,59
23	2002	6,4033	10	115	358,42	126,50	-0,61
24	2003	2,6036	0	115	406,33	138,00	-1,14
25	2004	3,5204	2	117	458,33	150,00	-1,54
26	2005	4,0344	8	125	514,58	162,50	-1,65
27	2006	3,3243	2	127	575,25	175,50	-2,02
28	2007	4,7441	11	138	640,50	189,00	-2,02
29	2008	5,2238	13	151	710,50	203,00	-1,95
30	2009	4,6182	11	162	785,42	217,50	-1,98

Yukarıda bulunan değerleri tersten sıralayarak aynı işlem tekrar yapılır;

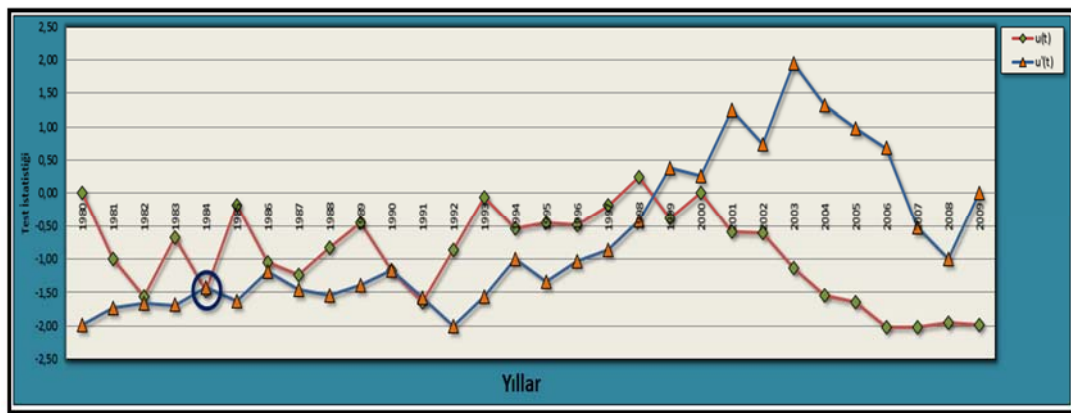
Tablo 4.52.  $u'(t)$  fonksiyonunun hesabı.

Sıra	Tarihler	Değer	n	t	Var(t)	E(t)	u(t)
30	2009	4,6182	0	0	0,00	0,00	0,00
29	2008	5,2238	1	1	0,25	0,50	-1,00
28	2007	4,7441	1	2	0,92	1,50	-0,52
27	2006	3,3243	0	2	2,17	3,00	0,68
26	2005	4,0344	1	3	4,17	5,00	0,98
25	2004	3,5204	1	4	7,08	7,50	1,32
24	2003	2,6036	0	4	11,08	10,50	1,95
23	2002	6,4033	7	11	16,33	14,00	0,74
22	2001	2,6043	1	12	23,00	18,00	1,25
21	2000	9,8078	9	21	31,25	22,50	0,27
20	1999	3,6371	4	25	41,25	27,50	0,39
19	1998	10,503	11	36	53,17	33,00	-0,41
18	1997	8,5828	10	46	67,17	39,00	-0,85
17	1996	5,4236	9	55	83,42	45,50	-1,04
16	1995	7,0824	11	66	102,08	52,50	-1,34
15	1994	3,9944	5	71	123,33	60,00	-0,99
14	1993	13,032	16	87	147,33	68,00	-1,57
13	1992	10,659	16	103	174,25	76,50	-2,01
12	1991	3,7970	5	108	204,25	85,50	-1,57
11	1990	3,7356	5	113	237,50	95,00	-1,17
10	1989	7,5706	15	128	274,17	105,00	-1,39
9	1988	7,1329	15	143	314,42	115,50	-1,55
8	1987	5,1006	11	154	358,42	126,50	-1,45
7	1986	4,0000	8	162	406,33	138,00	-1,19

Tablo 4.53.  $u'(t)$  fonksiyonunun hesabı.(Devamı)

6	1985	11,202	23	185	458,33	150,00	-1,63
5	1984	4,5001	10	195	514,58	162,50	-1,43
4	1983	9,0442	21	216	575,25	175,50	-1,69
3	1982	5,4000	15	231	640,50	189,00	-1,66
2	1981	7,0583	18	249	710,50	203,00	-1,73
1	1980	9,6750	24	273	785,42	217,50	-1,98

elde edilen  $u(t)$  (Tablo 4.50 ve Tablo 4.51) ve  $u'(t)$  (Tablo 4.52 ve Tablo 4.53) test istatistiklerinin grafiksel olarak gösterilmesi sonucunda verilerin 1984 yılında çakıştıkları Şekil 4.15'de görülür ve trend başlangıç yılı olarak alınır.

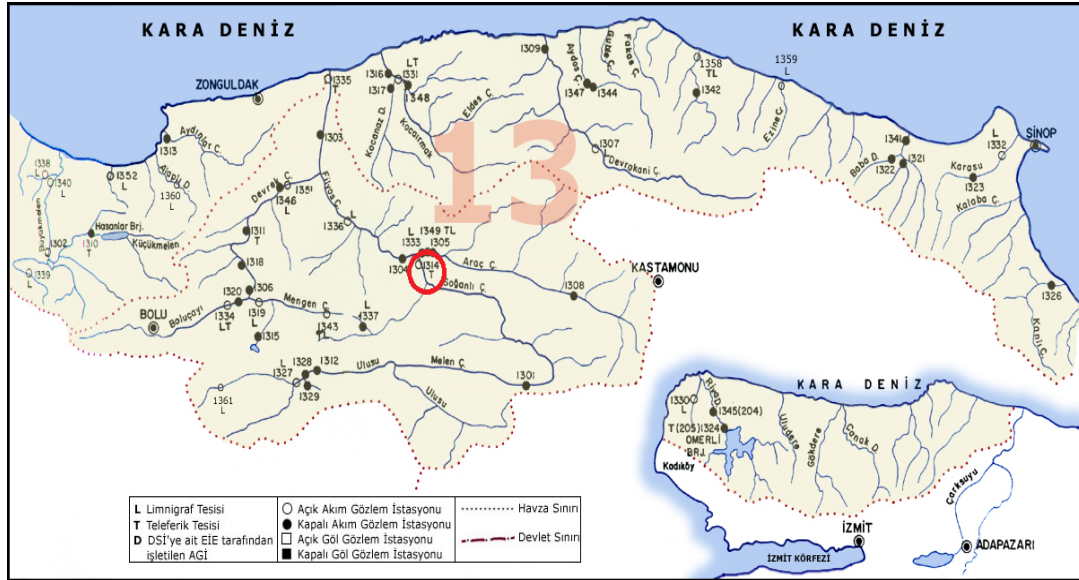
Şekil 4.15. Devrekani çayının akış verilerinin  $u(t) - u'(t)$  grafiği.

#### 4.1.2.2. Soğanlı çayının akış verilerine trend analizi yöntemi uygulanması

- Havza Adı** : Batı Karadeniz Havzası  
**Bölge Adı** : Ankara Bölgesi  
**İstasyon No** : 1314  
**İstasyon Adı** : Soğanlı Çayı  
**Yükselti** : 271m  
**Yeri** : (32° 38' 32" D - 41° 10' 11" K) (Zonguldak-F29) Karabük – Ankara karayolunun 3. Km.'sine 500 m. uzaklıktadır.

Yukarıda istasyon bilgileri verilen Soğanlı Çayına ait 1314 numaralı istasyonun Batı Karadeniz Havzası haritasındaki yeri Şekil 4.16'da gösterilmiştir.





Şekil 4.16. Soğanlı çayına ait 1314 numaralı istasyonun batı karadeniz havzasındaki yeri [75].

Soğanlı Çayına ait 1314 numaralı AGİ'nin akış verileri DSI'den temin edilmiş ve Tablo 4.54'de verilmiştir.

Tablo 4.54. Soğanlı çayına ait 1314 numaralı AGİ için akış verileri [76].

Yıllar	Akış Miktarı (m <sup>3</sup> /sn)
1996	16,842
1997	27,818
1998	28,400
1999	20,573
2000	39,443
2001	6,0206
2002	14,702
2003	8,4693
2004	10,760
2005	8,7880
2006	5,5673
2007	9,7749
2008	4,0215
2009	12,108

## Mann – Kendall testi uygulanması

Tablo 4.55. Mann – Kendall testi için P ve M değerleri.

Sıra	Tarihler	Değer	$x_i < x_j$	$x_i > x_j$	P	M
1	1996	16,842	0	0	0	0
2	1997	27,818	1	0	1	0
3	1998	28,400	2	0	3	0
4	1999	20,573	1	2	4	2
5	2000	39,443	4	0	8	2
6	2001	6,0206	0	5	8	7

Tablo 4.56. Mann – Kendall testi için P ve M değerleri.(Devamı)

7	2002	14,702	1	5	9	12
8	2003	8,4693	1	6	10	18
9	2004	10,760	2	6	12	24
10	2005	8,7880	2	7	14	31
11	2006	5,5673	0	10	14	41
12	2007	9,7749	4	7	18	48
13	2008	4,0215	0	12	18	60
14	2009	12,108	7	6	25	66

$i < j$  için  $x_i < x_j$  olan çiftlerin sayısı  $P = 25$ ,  $x_i > x_j$  olan çiftlerin sayısı  $M = 66$  olarak bulunur. Test istatistiği  $S = P - M = -41$  bulunur.

Kendall Korelasyon Katsayısı

$$\tau = \frac{S}{[n(n-1)/2]} = -0,451 \quad (4.73)$$

Örnek sayısı  $n > 10$  olduğundan

$$\sigma_s = \sqrt{n(n-1)(2n+5)/18} = 333,67 \text{ bulunur.} \quad (4.74)$$

$$Z = \left. \begin{array}{ll} (S-1)/\sigma_s & S > 0 \\ 0 & S = 0 \\ (S+1)/\sigma_s & S < 0 \end{array} \right\} \quad (4.75)$$

$$S < 0 \text{ olduğundan } Z = (S + 1) / \sigma_s = -2,190 \quad (4.76)$$

$Z$ 'nin mutlak değeri için seçilen  $\alpha = 0,05$  anlamlılık düzeyine karşı gelen standart normal dağılımın [Ek A]  $Z_{\alpha/2} = 1,96$  değerinden büyük olduğu için sıfır hipotezi “ $H_0$ : Trend Yok” reddedilmekte  $Z < 0$  olduğunda dolaylı da incelenen zaman serisinde azalan yönde eğilim olduğu sonucuna varılmaktadır.

### Spearman'ın Rho testi uygulanması

Tablo 4.57.  $R_{xi}$  değerleri.

i	$R_{xi}$	i	$R_{xi}$
1	10	8	4
2	12	9	7
3	13	10	5
4	11	11	2
5	14	12	6
6	3	13	1
7	9	14	8

$$r_s = 1 - 6 \frac{\sum_{i=1}^n (R_{xi} - i)^2}{(n^3 - n)} \text{ bağıntısı uygulanarak } r_s = -0,684 \text{ olarak bulunur.} \quad (4.77)$$

$$Z = r_s \sqrt{n-1} = -2,464 \quad (4.78)$$

Z'nin mutlak değeri seçilen  $\alpha = 0.05$  anlamlılık düzeyine karşı gelen standart normal dağılımın [Ek A]  $Z_{\alpha/2} = 1,96$  değerinden büyük olduğu için sıfır hipotezi “ $H_0$ : Trend Yok” reddedilmekte  $Z < 0$  olduğundan dolayı da incelenen zaman serisinde azalan yönde trend olduğu sonucuna varılmaktadır.

### Mann – Kendall mertebeye korelasyon testi uygulanması

Tablo 4.58.  $u(t)$  fonksiyonunun hesabı.

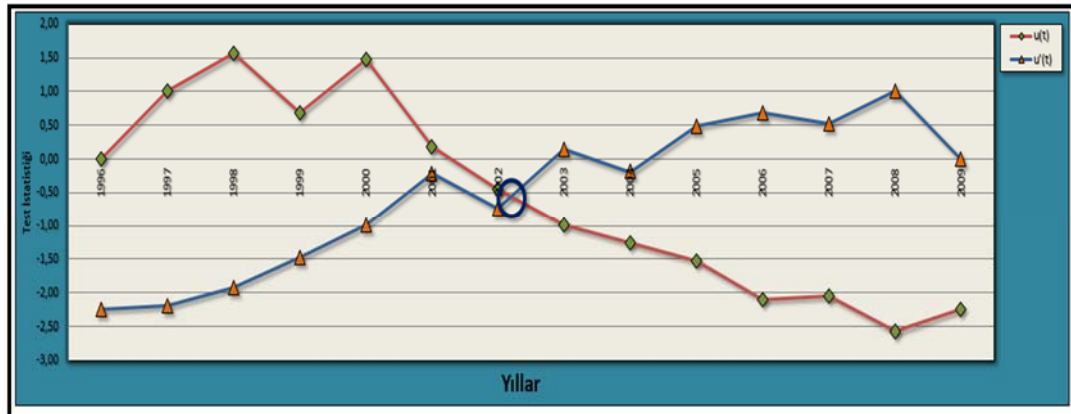
Sıra	Tarihler	Değer	n	t	Var(t)	E(t)	u(t)
1	1996	16,842	0	0	0,00	0,00	0,00
2	1997	27,818	1	1	0,25	0,50	1,00
3	1998	28,400	2	3	0,92	1,50	1,57
4	1999	20,573	1	4	2,17	3,00	0,68
5	2000	39,443	4	8	4,17	5,00	1,47
6	2001	6,0206	0	8	7,08	7,50	0,19
7	2002	14,702	1	9	11,08	10,50	-0,45
8	2003	8,4693	1	10	16,33	14,00	-0,99
9	2004	10,760	2	12	23,00	18,00	-1,25
10	2005	8,7880	2	14	31,25	22,50	-1,52
11	2006	5,5673	0	14	41,25	27,50	-2,10
12	2007	9,7749	4	18	53,17	33,00	-2,06
13	2008	4,0215	0	18	67,17	39,00	-2,56
14	2009	12,108	7	25	83,42	45,50	-2,24

Yukarıda bulunan değerleri tersten sıralayarak aynı işlem tekrar yapılır;

Tablo 4.59.  $u'(t)$  fonksiyonunun hesabı.

Sıra	Tarihler	Değer	n	t	Var(t)	E(t)	u(t)
14	2009	12,108	0	0	0,00	0,00	0,00
13	2008	4,0215	0	0	0,25	0,50	1,00
12	2007	9,7749	1	1	0,92	1,50	0,52
11	2006	5,5673	1	2	2,17	3,00	0,68
10	2005	8,7880	2	4	4,17	5,00	0,49
9	2004	10,760	4	8	7,08	7,50	-0,19
8	2003	8,4693	2	10	11,08	10,50	0,15
7	2002	14,702	7	17	16,33	14,00	-0,74
6	2001	6,0206	2	19	23,00	18,00	-0,21
5	2000	39,443	9	28	31,25	22,50	-0,98
4	1999	20,573	9	37	41,25	27,50	-1,48
3	1998	28,400	10	47	53,17	33,00	-1,92
2	1997	27,818	10	57	67,17	39,00	-2,20
1	1996	16,842	9	66	83,42	45,50	-2,24

elde edilen  $u(t)$  (Tablo 4.58) ve  $u'(t)$  (Tablo 4.59) test istatistiklerinin grafiksel olarak gösterilmesi sonucunda verilerin 2002 yılında çakıştıkları Şekil 4.17'de görülür ve trend başlangıç yılı olarak alınır.

Şekil 4.17. Soğanlı çayının akış verilerinin  $u(t) - u'(t)$  grafiği.

#### 4.1.2.3. Karasu çayının akış verilerine trend analizi yöntemi uygulanması

**Havza Adı** : Batı Karadeniz Havzası

**Bölge Adı** : Samsun Bölgesi

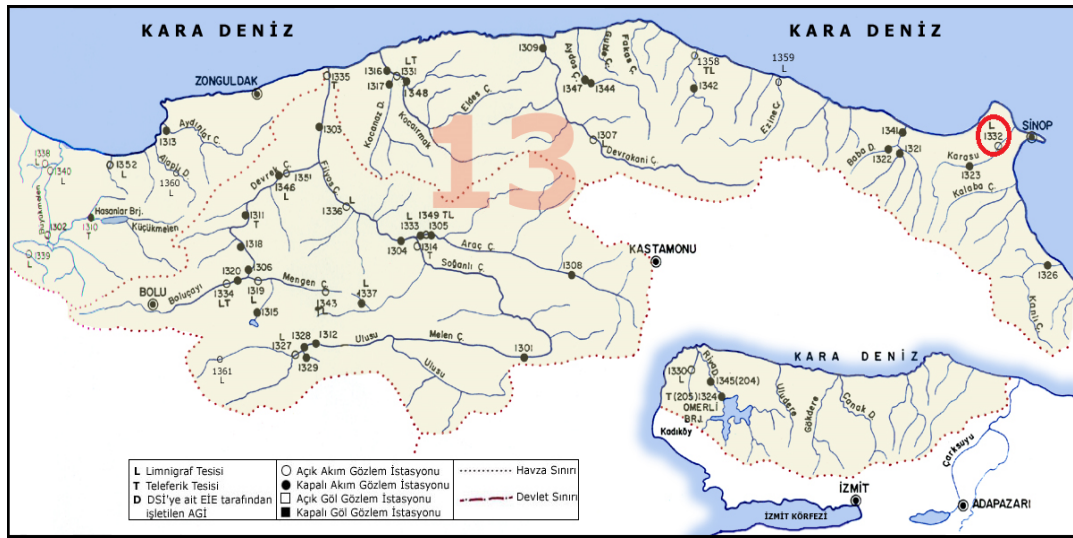
**İstasyon No** : 1332

**İstasyon Adı** : Karasu

**Yükselti** : 20m

**Yeri** : (35° 01' 57" D - 41° 59' 57" K) (Sinop-E34) Yeni Sinop – Ayancık karayolunun 10. Km’sinden ayrılan Dibekli Köyü yolunun 3. Km’sindeki köprüdedir.

Yukarıda istasyon bilgileri verilen Karasu Çayına ait 1332 numaralı istasyonun Batı Karadeniz Havzası haritasındaki yeri Şekil 4.18’de gösterilmiştir.



Şekil 4.18. Karasu çayına ait 1332 numaralı istasyonun batı karadeniz havzasındaki yeri [75].

Karasu Çayına ait 1332 numaralı AGİ'nin akış verileri DSİ'den temin edilmiş ve Tablo 4.60'da verilmiştir.

Tablo 4.60. Karasu çayına ait 1332 numaralı AGİ için akış verileri [76].

Yıllar	Akış Miktarı (m <sup>3</sup> /sn)	Yıllar	Akış Miktarı (m <sup>3</sup> /sn)
1979	2,0556	1995	3,9008
1980	4,5500	1996	4,4731
1981	1,7583	1997	7,3770
1982	3,7182	1998	8,7546
1983	5,5576	1999	3,5856
1984	3,0920	2000	5,0619
1985	5,7390	2001	4,4571
1986	3,3148	2002	2,0996
1987	5,6175	2003	4,0562
1988	5,5070	2004	4,9950
1989	4,6352	2005	5,2482
1990	3,3914	2006	3,3349
1991	3,7607	2007	2,5400
1992	5,8768	2008	3,1135
1993	9,9068	2009	4,0958
1994	6,0498		

## Mann – Kendall testi uygulanması

Tablo 4.61. Mann – Kendall testi için P ve M değerleri.

Sıra	Tarihler	Değer	$x_i < x_j$	$x_i > x_j$	P	M
1	1979	2,0556	0	0	0	0
2	1980	4,5500	1	0	1	0
3	1981	1,7583	0	2	1	2
4	1982	3,7182	2	1	3	3
5	1983	5,5576	4	0	7	3
6	1984	3,0920	2	3	9	6
7	1985	5,7390	6	0	15	6
8	1986	3,3148	3	4	18	10
9	1987	5,6175	7	1	25	11
10	1988	5,5070	6	3	31	14
11	1989	4,6352	6	4	37	18
12	1990	3,3914	4	7	41	25
13	1991	3,7607	6	6	47	31
14	1992	5,8768	13	0	60	31
15	1993	9,9068	14	0	74	31
16	1994	6,0498	14	1	88	32
17	1995	3,9008	7	9	95	41
18	1996	4,4731	8	9	103	50
19	1997	7,3770	17	1	120	51
20	1998	8,7546	18	1	138	52
21	1999	3,5856	5	15	143	67
22	2000	5,0619	12	9	155	76
23	2001	4,4571	9	13	164	89
24	2002	2,0996	2	21	166	110
25	2003	4,0562	10	14	176	124
26	2004	4,9950	15	10	191	134
27	2005	5,2482	17	9	208	143
28	2006	3,3349	5	22	213	165
29	2007	2,5400	3	25	216	190
30	2008	3,1135	5	24	221	214
31	2009	4,0958	14	16	235	230

$i < j$  için  $x_i < x_j$  olan çiftlerin sayısı  $P = 235$ ,  $x_i > x_j$  olan çiftlerin sayısı  $M = 230$  olarak bulunur. Test istatistiği  $S = P - M = 5$  bulunur.

Kendall Korelasyon Katsayısı

$$\tau = \frac{S}{[n(n-1)/2]} = 0,011 \quad (4.79)$$

Örnek sayısı  $n > 10$  olduğundan

$$\sigma_s = \sqrt{n(n-1)(2n+5)/18} = 3461,67 \text{ bulunur.} \quad (4.80)$$

$$Z = \left. \begin{array}{ll} (S-1)/\sigma_s & S > 0 \\ 0 & S = 0 \\ (S+1)/\sigma_s & S < 0 \end{array} \right\} \quad (4.81)$$

$$S > 0 \text{ olduğundan } Z = (S - 1) / \sigma_s = -0,068 \quad (4.82)$$

Z'nin mutlak değeri için seçilen  $\alpha = 0,05$  anlamlılık düzeyine karşı gelen standart normal dağılımın [Ek A]  $Z_{\alpha/2} = 1,96$  değerinden küçük olduğu için sıfır hipotezi "H<sub>0</sub>: Trend Yok" kabul edilmekte ve incelenen zaman serisinde trend olmadığı sonucuna varılmaktadır.

### Spearman'ın Rho testi uygulanması

Tablo 4.62. R<sub>xi</sub> değerleri.

i	R <sub>xi</sub>	i	R <sub>xi</sub>	i	R <sub>xi</sub>
1	2	12	9	23	16
2	18	13	12	24	3
3	1	14	27	25	14
4	11	15	31	26	20
5	24	16	28	27	22
6	5	17	13	28	8
7	26	18	17	29	4
8	7	19	29	30	6
9	25	20	30	31	15
10	23	21	10		
11	19	22	21		

$$r_s = 1 - 6 \frac{\sum_{i=1}^n (R_{xi} - i)^2}{(n^3 - n)} \text{ bağıntısı uygulanarak } r_s = -0,002 \text{ olarak bulunur.} \quad (4.83)$$

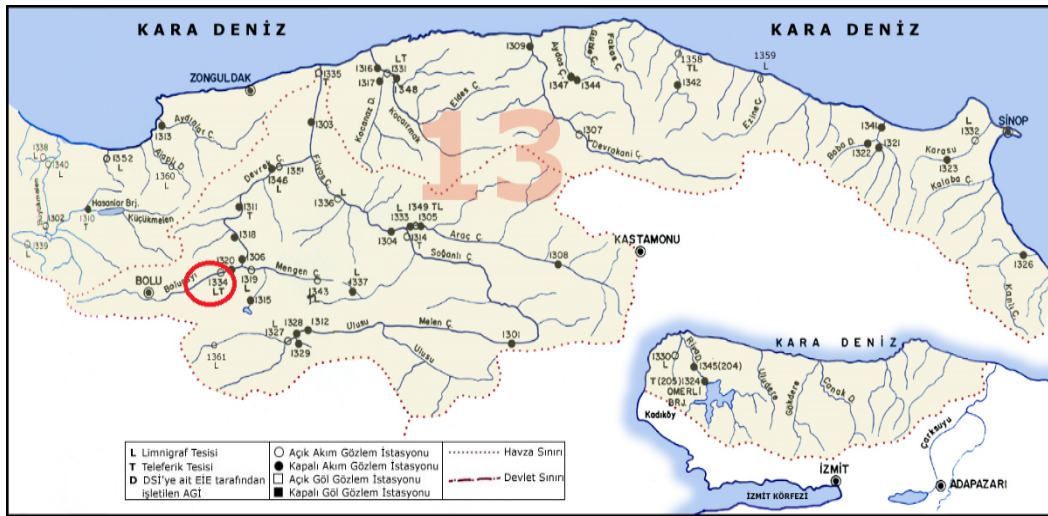
$$Z = r_s \sqrt{n-1} = -0,011 \quad (4.84)$$

Z'nin mutlak değeri seçilen  $\alpha = 0.05$  anlamlılık düzeyine karşı gelen standart normal dağılımın [Ek A]  $Z_{\alpha/2} = 1,96$  değerinden küçük olduğu için sıfır hipotezi "H<sub>0</sub>: Trend Yok" kabul edilmekte ve incelenen zaman serisinde trend olmadığı sonucuna varılmaktadır.

#### 4.1.2.4. Bolu çayının akış verilerine trend analizi yöntemi uygulanması

- Havza Adı** : Batı Karadeniz Havzası  
**Bölge Adı** : Ankara Bölgesi  
**İstasyon No** : 1334  
**İstasyon Adı** : Bolu çayı  
**Yükselti** : 541m  
**Yeri** : (31° 55' 47" D - 40° 53' 11" K) (Bolu-G27) Mengen-Gökçesu-Bolu karayolunda Gökçesu'nun 3. Km.'sindeki Beşdeğirmerler Köyü içindedir.

Yukarıda istasyon bilgileri verilen Bolu Çayına ait 1334 numaralı istasyonun Batı Karadeniz Havzası haritasındaki yeri Şekil 4.19'da gösterilmiştir.



Şekil 4.19. Bolu çayına ait 1334 numaralı istasyonun batı karadeniz havzasındaki yeri [75].

Bolu Çayına ait 1334 numaralı AGİ'nin akış verileri DSİ'den temin edilmiş ve Tablo 4.63'de verilmiştir.

Tablo 4.63. Bolu çayına ait 1334 numaralı AGİ için akış verileri [76].

Yıllar	Akış Miktarı (m <sup>3</sup> /sn)	Yıllar	Akış Miktarı (m <sup>3</sup> /sn)
1979	7,3388	1995	7,3297
1980	9,4477	1996	6,7962
1981	8,4731	1997	9,1752
1982	6,3963	1998	10,7061
1983	9,4588	1999	5,4143



Tablo 4.64. Bolu çayına ait 1334 numaralı AGİ için akış verileri [76].(Devamı)

1984	8,4299	2000	8,7214
1985	9,7743	2001	3,1667
1986	6,6561	2002	7,2476
1987	7,4604	2003	4,0133
1988	6,3803	2004	6,2903
1989	5,8614	2005	5,0593
1990	7,1549	2006	5,9964
1991	6,3479	2007	4,1463
1992	9,1637	2008	2,7118
1993	6,7126	2009	5,7583
1994	2,8434		

**Mann – Kendall testi uygulanması**

Tablo 4.65. Mann – Kendall testi için P ve M değerleri.

Sıra	Tarihler	Değer	$x_i < x_j$	$x_i > x_j$	P	M
1	1979	7,3388	0	0	0	0
2	1980	9,4477	1	0	1	0
3	1981	8,4731	1	1	2	1
4	1982	6,3963	0	3	2	4
5	1983	9,4588	4	0	6	4
6	1984	8,4299	2	3	8	7
7	1985	9,7743	6	0	14	7
8	1986	6,6561	1	6	15	13
9	1987	7,4604	3	5	18	18
10	1988	6,3803	0	9	18	27
11	1989	5,8614	0	10	18	37
12	1990	7,1549	4	7	22	44
13	1991	6,3479	1	11	23	55
14	1992	9,1637	10	3	33	58
15	1993	6,7126	5	9	38	67
16	1994	2,8434	0	15	38	82
17	1995	7,3297	8	8	46	90
18	1996	6,7962	7	10	53	100
19	1997	9,1752	15	3	68	103
20	1998	10,706	19	0	87	103
21	1999	5,4143	1	19	88	122
22	2000	8,7214	15	6	103	128
23	2001	3,1667	1	21	104	149
24	2002	7,2476	11	12	115	161
25	2003	4,0133	2	22	117	183
26	2004	6,2903	5	20	122	203
27	2005	5,0593	3	23	125	226
28	2006	5,9964	6	21	131	247
29	2007	4,1463	3	25	134	272
30	2008	2,7118	0	29	134	301
31	2009	5,7583	7	23	141	324

$i < j$  için  $x_i < x_j$  olan çiftlerin sayısı  $P = 141$ ,  $x_i > x_j$  olan çiftlerin sayısı  $M = 324$  olarak bulunur. Test istatistiği  $S = P - M = -183$  bulunur.

Kendall Korelasyon Katsayısı

$$\tau = \frac{S}{[n(n-1)/2]} = -0,394 \quad (4.85)$$

Örnek sayısı  $n > 10$  olduğundan

$$\sigma_s = \sqrt{n(n-1)(2n+5)/18} = 3141,67 \text{ bulunur.} \quad (4.86)$$

$$Z = \left. \begin{array}{l} (S-1)/\sigma_s \quad S > 0 \\ 0 \quad S = 0 \\ (S+1)/\sigma_s \quad S < 0 \end{array} \right\} \quad (4.87)$$

$$S < 0 \text{ olduğundan } Z = (S+1)/\sigma_s = -3,093 \quad (4.88)$$

Z'nin mutlak değeri için seçilen  $\alpha = 0,05$  anlamlılık düzeyine karşı gelen standart normal dağılımın [Ek A]  $Z_{\alpha/2} = 1,96$  değerinden büyük olduğu için sıfır hipotezi "Ho: Trend Yok" reddedilmekte  $Z < 0$  olduğunda dolayı da incelenen zaman serisinde azalan yönde eğilim olduğu sonucuna varılmaktadır.

### Spearman'ın Rho testi uygulanması

Tablo 4.66.  $R_{xi}$  değerleri.

i	$R_{xi}$	i	$R_{xi}$	i	$R_{xi}$
1	21	12	18	23	3
2	28	13	12	24	19
3	24	14	26	25	4
4	14	15	16	26	11
5	29	16	2	27	6
6	23	17	20	28	10
7	30	18	17	29	5
8	15	19	27	30	1
9	22	20	31	31	8
10	13	21	7		
11	9	22	25		

$$r_s = 1 - 6 \frac{\sum_{i=1}^n (R_{xi} - i)^2}{(n^3 - n)} \text{ bağıntısı uygulanarak } r_s = -0,577 \text{ olarak bulunur.} \quad (4.89)$$

$$Z = r_s \sqrt{n-1} = -3,160 \quad (4.90)$$

Z'nin mutlak değeri seçilen  $\alpha = 0.05$  anlamlılık düzeyine karşı gelen standart normal dağılımın [Ek A]  $Z_{\alpha/2} = 1,96$  değerinden büyük olduğu için sıfır hipotezi “Ho: Trend Yok” reddedilmekte  $Z < 0$  olduğundan dolayı da incelenen zaman serisinde azalan yönde trend olduğu sonucuna varılmaktadır.

### Mann – Kendall mertebeye korelasyon testi uygulanması

Tablo 4.67. u(t) fonksiyonunun hesabı.

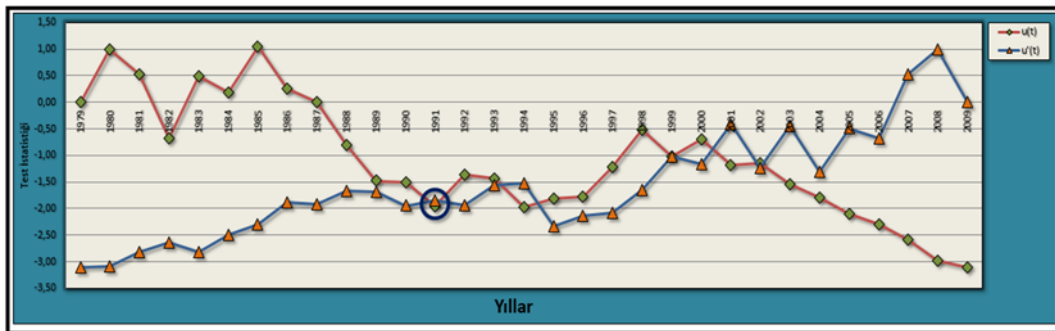
Sıra	Tarihler	Değer	n	t	Var(t)	E(t)	u(t)
1	1979	7,3388	0	0	0,00	0,00	0,00
2	1980	9,4477	1	1	0,25	0,50	1,00
3	1981	8,4731	1	2	0,92	1,50	0,52
4	1982	6,3963	0	2	2,17	3,00	-0,68
5	1983	9,4588	4	6	4,17	5,00	0,49
6	1984	8,4299	2	8	7,08	7,50	0,19
7	1985	9,7743	6	14	11,08	10,50	1,05
8	1986	6,6561	1	15	16,33	14,00	0,25
9	1987	7,4604	3	18	23,00	18,00	0,00
10	1988	6,3803	0	18	31,25	22,50	-0,80
11	1989	5,8614	0	18	41,25	27,50	-1,48
12	1990	7,1549	4	22	53,17	33,00	-1,51
13	1991	6,3479	1	23	67,17	39,00	-1,95
14	1992	9,1637	10	33	83,42	45,50	-1,37
15	1993	6,7126	5	38	102,08	52,50	-1,44
16	1994	2,8434	0	38	123,33	60,00	-1,98
17	1995	7,3297	8	46	147,33	68,00	-1,81
18	1996	6,7962	7	53	174,25	76,50	-1,78
19	1997	9,1752	15	68	204,25	85,50	-1,22
20	1998	10,706	19	87	237,50	95,00	-0,52
21	1999	5,4143	1	88	274,17	105,00	-1,03
22	2000	8,7214	15	103	314,42	115,50	-0,70
23	2001	3,1667	1	104	358,42	126,50	-1,19
24	2002	7,2476	11	115	406,33	138,00	-1,14
25	2003	4,0133	2	117	458,33	150,00	-1,54
26	2004	6,2903	5	122	514,58	162,50	-1,79
27	2005	5,0593	3	125	575,25	175,50	-2,11
28	2006	5,9964	6	131	640,50	189,00	-2,29
29	2007	4,1463	3	134	710,50	203,00	-2,59
30	2008	2,7118	0	134	785,42	217,50	-2,98
31	2009	5,7583	7	141	865,42	232,50	-3,11

Yukarıda bulunan değerleri tersten sıralayarak aynı işlem tekrar yapılır;

Tablo 4.68.  $u'(t)$  fonksiyonunun hesabı.

Sıra	Tarihler	Değer	n	t	Var(t)	E(t)	u(t)
31	2009	5,7583	0	0	0,00	0,00	0,00
30	2008	2,7118	0	0	0,25	0,50	1,00
29	2007	4,1463	1	1	0,92	1,50	0,52
28	2006	5,9964	3	4	2,17	3,00	-0,68
27	2005	5,0593	2	6	4,17	5,00	-0,49
26	2004	6,2903	5	11	7,08	7,50	-1,32
25	2003	4,0133	1	12	11,08	10,50	-0,45
24	2002	7,2476	7	19	16,33	14,00	-1,24
23	2001	3,1667	1	20	23,00	18,00	-0,42
22	2000	8,7214	9	29	31,25	22,50	-1,16
21	1999	5,4143	5	34	41,25	27,50	-1,01
20	1998	10,706	11	45	53,17	33,00	-1,65
19	1997	9,1752	11	56	67,17	39,00	-2,07
18	1996	6,7962	9	65	83,42	45,50	-2,14
17	1995	7,3297	11	76	102,08	52,50	-2,33
16	1994	2,8434	1	77	123,33	60,00	-1,53
15	1993	6,7126	10	87	147,33	68,00	-1,57
14	1992	9,1637	15	102	174,25	76,50	-1,93
13	1991	6,3479	10	112	204,25	85,50	-1,85
12	1990	7,1549	13	125	237,50	95,00	-1,95
11	1989	5,8614	8	133	274,17	105,00	-1,69
10	1988	6,3803	12	145	314,42	115,50	-1,66
9	1987	7,4604	18	163	358,42	126,50	-1,93
8	1986	6,6561	13	176	406,33	138,00	-1,89
7	1985	9,7743	23	199	458,33	150,00	-2,29
6	1984	8,4299	20	219	514,58	162,50	-2,49
5	1983	9,4588	24	243	575,25	175,50	-2,81
4	1982	6,3963	13	256	640,50	189,00	-2,65
3	1981	8,4731	22	278	710,50	203,00	-2,81
2	1980	9,4477	26	304	785,42	217,50	-3,09
1	1979	7,3388	20	324	865,42	232,50	-3,11

elde edilen  $u(t)$  (Tablo 4.67) ve  $u'(t)$  (Tablo 4.68) test istatistiklerinin grafiksel olarak gösterilmesi sonucunda verilerin 1991 yılında çakıştıkları Şekil 4.20'de görülür ve trend başlangıç yılı olarak alınır.

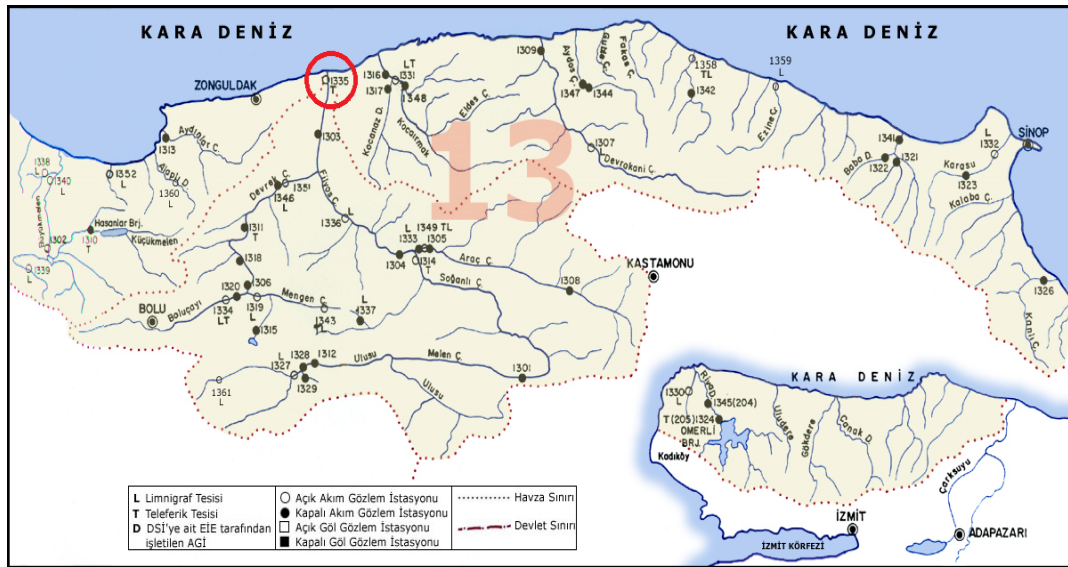


Şekil 4.20. Bolu çayının akış verilerinin  $u(t) - u'(t)$  grafiği.

#### 4.1.2.5. Filyos çayının akış verilerine trend analizi yöntemi uygulanması

**Havza Adı** : Batı Karadeniz Havzası  
**Bölge Adı** : Ankara Bölgesi  
**İstasyon No** : 1335  
**İstasyon Adı** : Filyos çayı  
**Yükselti** : 2m  
**Yeri** : (32° 04' 44" D - 41° 32' 49" K) (Zonguldak-E28) Zonguldak İli Çaycuma İlçesi'nin 20 Km. kuzeyindeki Derecikviran Köyü içindedir.

Yukarıda istasyon bilgileri verilen Filyos Çayına ait 1335 numaralı istasyonun Batı Karadeniz Havzası haritasındaki yeri Şekil 4.21'de gösterilmiştir.



Şekil 4.21. Filyos çayına ait 1335 numaralı istasyonun batı karadeniz havzasındaki yeri [75].

Filyos Çayına ait 1335 numaralı AGİ'nin akış verileri DSİ'den temin edilmiş ve Tablo 4.69'da verilmiştir.

Tablo 4.69. Filyos çayına ait 1335 numaralı AGİ için akış verileri [76].

Yıllar	Akış Miktarı (m <sup>3</sup> /sn)	Yıllar	Akış Miktarı (m <sup>3</sup> /sn)
1979	86,727	1995	134,87
1980	101,01	1996	63,609
1981	82,255	1997	110,81

Tablo 4.70. Filyos çayına ait 1335 numaralı AGİ için akış verileri [76].(Devamı)

1982	66,433	1998	137,81
1983	136,88	1999	62,152
1984	120,21	2000	139,79
1985	118,69	2001	33,615
1986	59,400	2002	102,98
1987	107,56	2003	47,992
1988	92,188	2004	64,331
1989	97,396	2005	71,161
1990	79,444	2006	67,152
1991	114,67	2007	63,789
1992	136,39	2008	52,160
1993	82,762	2009	96,989
1994	34,202		

### Mann – Kendall testi uygulanması

Tablo 4.71. Mann – Kendall testi için P ve M değerleri.

Sıra	Tarihler	Değer	$x_i < x_j$	$x_i > x_j$	P	M
1	1979	86,727	0	0	0	0
2	1980	101,01	1	0	1	0
3	1981	82,255	0	2	1	2
4	1982	66,433	0	3	1	5
5	1983	136,88	4	0	5	5
6	1984	120,21	4	1	9	6
7	1985	118,69	4	2	13	8
8	1986	59,400	0	7	13	15
9	1987	107,56	5	3	18	18
10	1988	92,188	4	5	22	23
11	1989	97,396	5	5	27	28
12	1990	79,444	2	9	29	37
13	1991	114,67	9	3	38	40
14	1992	136,39	12	1	50	41
15	1993	82,762	4	10	54	51
16	1994	34,202	0	15	54	66
17	1995	134,87	14	2	68	68
18	1996	63,609	2	15	70	83
19	1997	110,81	12	6	82	89
20	1998	137,81	19	0	101	89
21	1999	62,152	2	18	103	107
22	2000	139,79	21	0	124	107
23	2001	33,615	0	22	124	129
24	2002	102,98	13	10	137	139
25	2003	47,992	2	22	139	161
26	2004	64,331	6	19	145	180
27	2005	71,161	8	18	153	198
28	2006	67,152	8	19	161	217
29	2007	63,789	6	22	167	239
30	2008	52,160	3	26	170	265
31	2009	96,989	17	13	187	278

$i < j$  için  $x_i < x_j$  olan çiftlerin sayısı  $P = 187$ ,  $x_i > x_j$  olan çiftlerin sayısı  $M = 278$  olarak bulunur. Test istatistiği  $S = P - M = -91$  bulunur.

Kendall Korelasyon Katsayısı

$$\tau = \frac{S}{[n(n-1)/2]} = -0,196 \quad (4.91)$$

Örnek sayısı  $n > 10$  olduğundan

$$\sigma_s = \sqrt{n(n-1)(2n+5)/18} = 3141,67 \text{ bulunur.} \quad (4.92)$$

$$Z = \left. \begin{array}{l} (S-1)/\sigma_s \quad S > 0 \\ 0 \quad S = 0 \\ (S+1)/\sigma_s \quad S < 0 \end{array} \right\} \quad (4.93)$$

$$S < 0 \text{ olduğundan } Z = (S+1)/\sigma_s = -1,530 \quad (4.94)$$

$Z$ 'nin mutlak değeri için seçilen  $\alpha = 0,05$  anlamlılık düzeyine karşı gelen standart normal dağılımın [Ek A]  $Z_{\alpha/2} = 1,96$  değerinden küçük olduğu için sıfır hipotezi “ $H_0$ : Trend Yok” kabul edilmekte ve incelenen zaman serisinde trend olmadığı sonucuna varılmaktadır.

### Spearman'ın Rho testi uygulanması

Tablo 4.72.  $R_{xi}$  değerleri.

i	$R_{xi}$	i	$R_{xi}$	i	$R_{xi}$
1	16	12	13	23	1
2	20	13	24	24	21
3	14	14	28	25	3
4	10	15	15	26	9
5	29	16	2	27	12
6	26	17	27	28	11
7	25	18	7	29	8
8	5	19	23	30	4
9	22	20	30	31	18
10	17	21	6		
11	19	22	31		

$$r_s = 1 - 6 \frac{\sum_{i=1}^n (R_{xi} - i)^2}{(n^3 - n)} \text{ bağıntısı uygulanarak } r_s = -0,315 \text{ olarak bulunur.} \quad (4.95)$$

$$Z = r_s \sqrt{n-1} = -1,723 \quad (4.96)$$

Z'nin mutlak değeri seçilen  $\alpha = 0.05$  anlamlılık düzeyine karşı gelen standart normal dağılımın [Ek A]  $Z_{\alpha/2} = 1,96$  değerinden küçük olduğu için sıfır hipotezi "Ho: Trend Yok" kabul edilmekte ve incelenen zaman serisinde trend olmadığı sonucuna varılmaktadır.

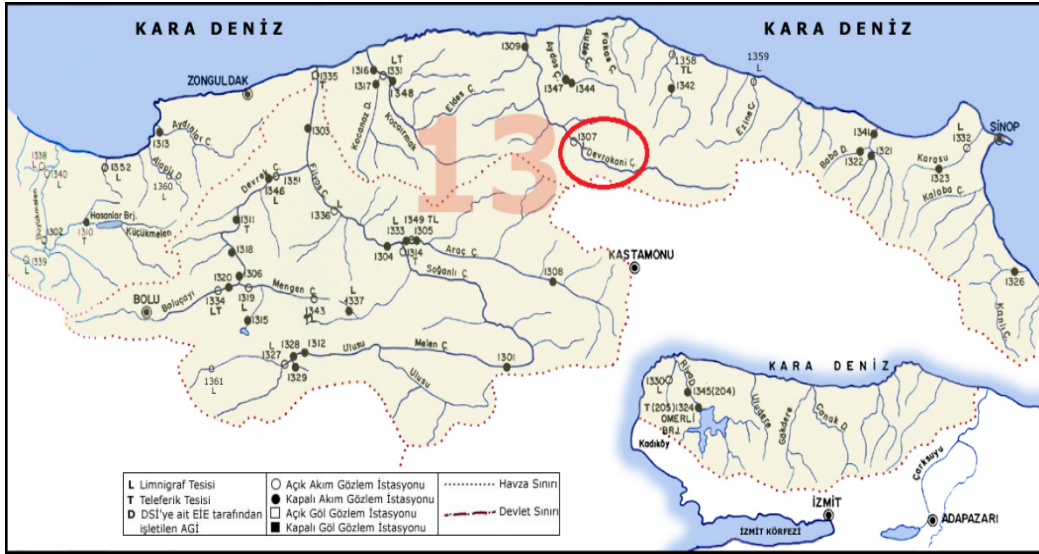
#### 4.1.3. Batı karadeniz havzasının askıda katı madde verilerine trend analizi yöntemi uygulanması

##### 4.1.3.1. Devrekani çayının askıda katı madde verilerine trend analizi yöntemi uygulanması

<b>Havza Adı</b>	: Batı Karadeniz Havzası
<b>Bölge Adı</b>	: Ankara Bölgesi
<b>İstasyon No</b>	: 1307
<b>İstasyon Adı</b>	: Devrekani çayı
<b>Yükselti</b>	: 815m
<b>Yeri</b>	: (33° 17' 42" D - 41° 38' 19" K) (Kastamonu-E30) Kastamonu İli'nin Azdavay İlçesi'ndedir.

Yukarıda istasyon bilgileri verilen Devrekani Çayına ait 1307 numaralı istasyonun Batı Karadeniz Havzası haritasındaki yeri Şekil 4.22'de gösterilmiştir.





Şekil 4.22. Devrekani çayına ait 1307 numaralı istasyonun batı karadeniz havzasındaki yeri [75].

Devrekani Çayına ait 1307 numaralı AGİ'nin askıda katı madde verileri DSİ'den temin edilmiş ve Tablo 4.73'de verilmiştir.

Tablo 4.73. Devrekani çayına ait 1307 numaralı AGİ için askıda katı madde verileri [76].

Yıllar	Askıda katı madde Miktarı (ton/gün)	Yıllar	Askıda katı madde Miktarı (ton/gün)
1980	476,085	1995	47,4913
1981	123,129	1996	31,5383
1982	44,2606	1997	58,1867
1983	341,605	1998	226,413
1984	33,0258	1999	13,8276
1985	369,673	2000	150,130
1986	17,4200	2001	11,1834
1987	19,3093	2002	137,545
1988	115,559	2003	8,01103
1989	89,3011	2004	11,1559
1990	15,1484	2005	19,3192
1991	37,5980	2006	14,5284
1992	356,547	2007	21,7072
1993	651,767	2008	106,629
1994	20,6914	2009	18,8090

### Mann – Kendall testi uygulanması

Tablo 4.74. Mann – Kendall testi için P ve M değerleri.

Sıra	Tarihler	Değer	$x_i < x_j$	$x_i > x_j$	P	M
1	1980	476,0847	0	0	0	0
2	1981	123,1286	0	1	0	1
3	1982	44,26056	0	2	0	3
4	1983	341,6055	2	1	2	4

Tablo 4.75. Mann – Kendall testi için P ve M değerleri.(Devamı)

5	1984	33,02581	0	4	2	8
6	1985	369,6731	4	1	6	9
7	1986	17,41998	0	6	6	15
8	1987	19,30928	1	6	7	21
9	1988	115,5587	4	4	11	25
10	1989	89,30107	4	5	15	30
11	1990	15,14843	0	10	15	40
12	1991	37,59803	4	7	19	47
13	1992	356,5468	10	2	29	49
14	1993	651,7671	13	0	42	49
15	1994	20,69143	3	11	45	60
16	1995	47,49127	7	8	52	68
17	1996	31,53835	4	12	56	80
18	1997	58,18672	9	8	65	88
19	1998	226,4134	13	5	78	93
20	1999	13,82757	0	19	78	112
21	2000	150,1295	14	6	92	118
22	2001	11,18336	0	21	92	139
23	2002	137,5449	15	7	107	146
24	2003	8,011032	0	23	107	169
25	2004	11,15588	1	23	108	192
26	2005	19,31922	7	18	115	210
27	2006	14,52842	4	22	119	232
28	2007	21,70723	10	17	129	249
29	2008	106,6292	18	10	147	259
30	2009	18,80904	7	22	154	281

$i < j$  için  $x_i < x_j$  olan çiftlerin sayısı  $P = 154$ ,  $x_i > x_j$  olan çiftlerin sayısı  $M = 281$  olarak bulunur. Test istatistiği  $S = P - M = -127$  bulunur.

Kendall Korelasyon Katsayısı

$$\tau = \frac{S}{[n(n-1)/2]} = -0,292 \quad (4.97)$$

Örnek sayısı  $n > 10$  olduğundan

$$\sigma_s = \sqrt{n(n-1)(2n+5)/18} = 3141,67 \text{ bulunur.} \quad (4.98)$$

$$Z = \left. \begin{array}{ll} (S-1)/\sigma_s & S > 0 \\ 0 & S = 0 \\ (S+1)/\sigma_s & S < 0 \end{array} \right\} \quad (4.99)$$

$$S < 0 \text{ olduğundan } Z = (S + 1) / \sigma_s = -2,248 \quad (4.100)$$

Z'nin mutlak değeri için seçilen  $\alpha = 0,05$  anlamlılık düzeyine karşı gelen standart normal dağılımın [Ek A]  $Z_{\alpha/2} = 1,96$  değerinden büyük olduğu için sıfır hipotezi "H<sub>0</sub>: Trend Yok" reddedilmekte  $Z < 0$  olduğunda dolayı da incelenen zaman serisinde azalan yönde eğilim olduğu sonucuna varılmaktadır.

### Spearman'ın Rho testi uygulanması

Tablo 4.76. R<sub>xi</sub> değerleri.

i	R <sub>xi</sub>	i	R <sub>xi</sub>	i	R <sub>xi</sub>
1	29	11	6	21	24
2	22	12	15	22	3
3	16	13	27	23	23
4	26	14	30	24	1
5	14	15	11	25	2
6	28	16	17	26	10
7	7	17	13	27	5
8	9	18	18	28	12
9	21	19	25	29	20
10	19	20	4	30	8

$$r_s = 1 - 6 \frac{\sum_{i=1}^n (R_{xi} - i)^2}{(n^3 - n)} \text{ bağıntısı uygulanarak } r_s = -0,430 \text{ olarak bulunur.} \quad (4.101)$$

$$Z = r_s \sqrt{n-1} = -2,316 \quad (4.102)$$

Z'nin mutlak değeri seçilen  $\alpha = 0.05$  anlamlılık düzeyine karşı gelen standart normal dağılımın [Ek A]  $Z_{\alpha/2} = 1,96$  değerinden büyük olduğu için sıfır hipotezi "H<sub>0</sub>: Trend Yok" reddedilmekte  $Z < 0$  olduğundan dolayı da incelenen zaman serisinde azalan yönde trend olduğu sonucuna varılmaktadır.

### Mann – Kendall mertebeye korelasyon testi uygulanması

Tablo 4.77. u(t) fonksiyonunun hesabı.

Sıra	Tarihler	Değer	n	t	Var(t)	E(t)	u(t)
1	1980	476,0847	0	0	0,00	0,00	0,00
2	1981	123,1286	0	0	0,25	0,50	-1,00

Tablo 4.78.  $u(t)$  fonksiyonunun hesabı.(Devamı)

3	1982	44,26056	0	0	0,92	1,50	-1,57
4	1983	341,6055	2	2	2,17	3,00	-0,68
5	1984	33,02581	0	2	4,17	5,00	-1,47
6	1985	369,6731	4	6	7,08	7,50	-0,56
7	1986	17,41998	0	6	11,08	10,50	-1,35
8	1987	19,30928	1	7	16,33	14,00	-1,73
9	1988	115,5587	4	11	23,00	18,00	-1,46
10	1989	89,30107	4	15	31,25	22,50	-1,34
11	1990	15,14843	0	15	41,25	27,50	-1,95
12	1991	37,59803	4	19	53,17	33,00	-1,92
13	1992	356,5468	10	29	67,17	39,00	-1,22
14	1993	651,7671	13	42	83,42	45,50	-0,38
15	1994	20,69143	3	45	102,08	52,50	-0,74
16	1995	47,49127	7	52	123,33	60,00	-0,72
17	1996	31,53835	4	56	147,33	68,00	-0,99
18	1997	58,18672	9	65	174,25	76,50	-0,87
19	1998	226,4134	13	78	204,25	85,50	-0,52
20	1999	13,82757	0	78	237,50	95,00	-1,10
21	2000	150,1295	14	92	274,17	105,00	-0,79
22	2001	11,18336	0	92	314,42	115,50	-1,33
23	2002	137,5449	15	107	358,42	126,50	-1,03
24	2003	8,011032	0	107	406,33	138,00	-1,54
25	2004	11,15588	1	108	458,33	150,00	-1,96
26	2005	19,31922	7	115	514,58	162,50	-2,09
27	2006	14,52842	4	119	575,25	175,50	-2,36
28	2007	21,70723	10	129	640,50	189,00	-2,37
29	2008	106,6292	18	147	710,50	203,00	-2,10
30	2009	18,80904	7	154	785,42	217,50	-2,27

Yukarıda bulunan değerleri tersten sıralayarak aynı işlem tekrar yapılır;

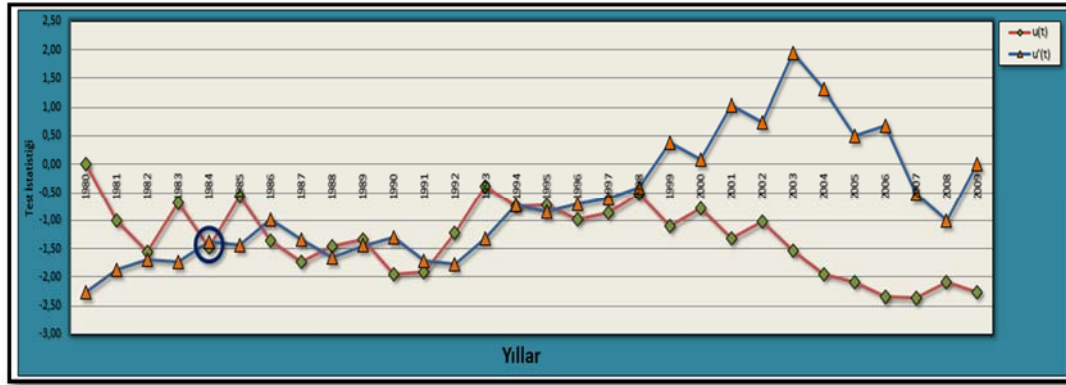
Tablo 4.79.  $u'(t)$  fonksiyonunun hesabı.

Sıra	Tarihler	Değer	n	t	Var(t)	E(t)	u(t)
30	2009	18,8090	0	0	0,00	0,00	0,00
29	2008	106,629	1	1	0,25	0,50	-1,00
28	2007	21,7072	1	2	0,92	1,50	-0,52
27	2006	14,5284	0	2	2,17	3,00	0,68
26	2005	19,3192	2	4	4,17	5,00	0,49
25	2004	11,1559	0	4	7,08	7,50	1,32
24	2003	8,01103	0	4	11,08	10,50	1,95
23	2002	137,545	7	11	16,33	14,00	0,74
22	2001	11,1834	2	13	23,00	18,00	1,04
21	2000	150,130	9	22	31,25	22,50	0,09
20	1999	13,8276	3	25	41,25	27,50	0,39
19	1998	226,413	11	36	53,17	33,00	-0,41
18	1997	58,1867	8	44	67,17	39,00	-0,61
17	1996	31,5383	8	52	83,42	45,50	-0,71
16	1995	47,4913	9	61	102,08	52,50	-0,84
15	1994	20,6914	7	68	123,33	60,00	-0,72
14	1993	651,767	16	84	147,33	68,00	-1,32
13	1992	356,547	16	100	174,25	76,50	-1,78
12	1991	37,5980	10	110	204,25	85,50	-1,71
11	1990	15,1484	5	115	237,50	95,00	-1,30

Tablo 4.80.  $u'(t)$  fonksiyonunun hesabı.(Devamı)

10	1989	89,3011	14	129	274,17	105,00	-1,45
9	1988	115,559	16	145	314,42	115,50	-1,66
8	1987	19,3093	7	152	358,42	126,50	-1,35
7	1986	17,4200	6	158	406,33	138,00	-0,99
6	1985	369,673	23	181	458,33	150,00	-1,45
5	1984	33,0258	13	194	514,58	162,50	-1,39
4	1983	341,605	23	217	575,25	175,50	-1,73
3	1982	44,2606	15	232	640,50	189,00	-1,70
2	1981	123,129	21	253	710,50	203,00	-1,88
1	1980	476,085	28	281	785,42	217,50	-2,27

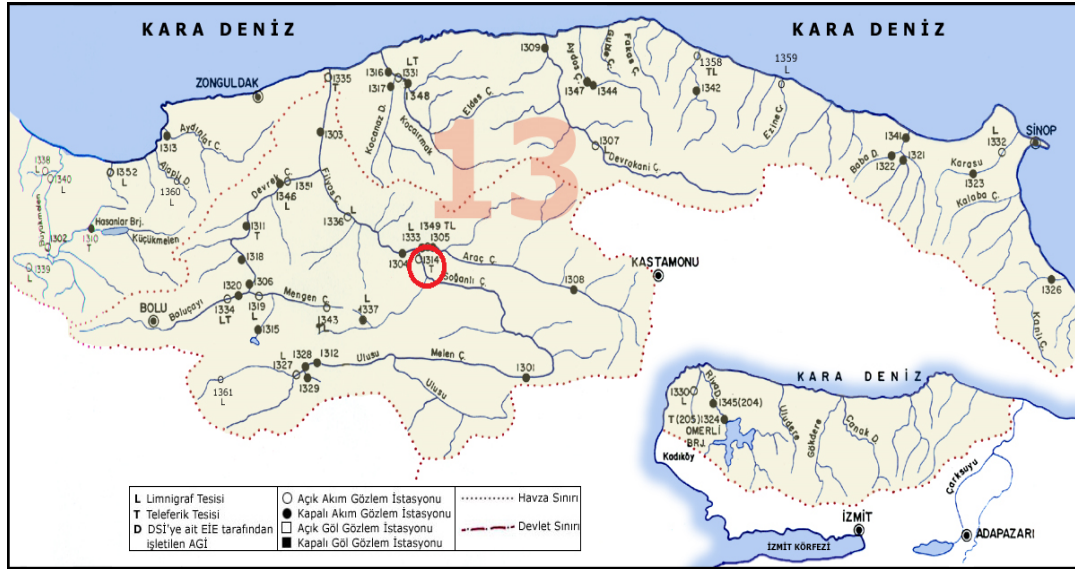
elde edilen  $u(t)$  (Tablo 4.77 ve Tablo 4.78) ve  $u'(t)$  (Tablo 4.79 ve Tablo 4.80) test istatistiklerinin grafiksel olarak gösterilmesi sonucunda verilerin 1984 yılında çakıştıkları Şekil 4.23'de görülür ve trend başlangıç yılı olarak alınır.

Şekil 4.23. Devrekani çayının askıda katı madde verilerinin  $u(t) - u'(t)$  grafiği.

#### 4.1.3.2. Soğanlı çayının askıda katı madde verilerine trend analizi yöntemi uygulanması

- Havza Adı** : Batı Karadeniz Havzası  
**Bölge Adı** : Ankara Bölgesi  
**İstasyon No** : 1314  
**İstasyon Adı** : Soğanlı çayı  
**Yükselti** : 271m  
**Yeri** : (32° 38' 32" D - 41° 10' 11" K) (Zonguldak-F29) Karabük – Ankara karayolunun 3. Km.'sine 500 m. uzaklıktadır.

Yukarıda istasyon bilgileri verilen Soğanlı Çayına ait 1314 numaralı istasyonun Batı Karadeniz Havzası haritasındaki yeri Şekil 4.24'de gösterilmiştir.



Şekil 4.24. Soğanlı çayına ait 1314 numaralı istasyonun batı karadeniz havzasındaki yeri [75].

Soğanlı Çayına ait 1314 numaralı AGİ'nin askıda katı madde verileri DSİ'den temin edilmiş ve Tablo 4.81'de verilmiştir.

Tablo 4.81. Soğanlı çayına ait 1314 numaralı AGİ için askıda katı madde verileri [76].

Yıllar	Askıda katı madde Miktarı (ton/gün)
1996	854,351
1997	2787,57
1998	1817,71
1999	1649,54
2000	10670,1
2001	32,8511
2002	2272,06
2003	231,604
2004	199,009
2005	77,8941
2006	129,793
2007	108,985
2008	20,0314
2009	194,263

## Mann – Kendall testi uygulanması

Tablo 4.82. Mann – Kendall testi için P ve M değerleri.

Sıra	Tarihler	Değer	$X_i < X_j$	$X_i > X_j$	P	M
1	1996	854,351	0	0	0	0
2	1997	2787,57	1	0	1	0
3	1998	1817,71	1	1	2	1
4	1999	1649,54	1	2	3	3
5	2000	10670,1	4	0	7	3
6	2001	32,8511	0	5	7	8

Tablo 4.83. Mann – Kendall testi için P ve M değerleri.(Devamı)

7	2002	2272,06	4	2	11	10
8	2003	231,604	1	6	12	16
9	2004	199,009	1	7	13	23
10	2005	77,8941	1	8	14	31
11	2006	129,793	2	8	16	39
12	2007	108,985	2	9	18	48
13	2008	20,0314	0	12	18	60
14	2009	194,263	5	8	23	68

$i < j$  için  $x_i < x_j$  olan çiftlerin sayısı  $P = 23$ ,  $x_i > x_j$  olan çiftlerin sayısı  $M = 68$  olarak bulunur. Test istatistiği  $S = P - M = -45$  bulunur.

Kendall Korelasyon Katsayısı

$$\tau = \frac{S}{[n(n-1)/2]} = -0,495 \quad (4.103)$$

Örnek sayısı  $n > 10$  olduğundan

$$\sigma_s = \sqrt{n(n-1)(2n+5)/18} = 333,67 \text{ bulunur.} \quad (4.104)$$

$$Z = \left. \begin{array}{ll} (S-1)/\sigma_s & S > 0 \\ 0 & S = 0 \\ (S+1)/\sigma_s & S < 0 \end{array} \right\} \quad (4.105)$$

$$S < 0 \text{ olduğundan } Z = (S + 1) / \sigma_s = -2,409 \quad (4.106)$$

$Z$ 'nin mutlak değeri için seçilen  $\alpha = 0,05$  anlamlılık düzeyine karşı gelen standart normal dağılımın [Ek A]  $Z_{\alpha/2} = 1,96$  değerinden büyük olduğu için sıfır hipotezi "H<sub>0</sub>: Trend Yok" reddedilmekte  $Z < 0$  olduğunda dolayı da incelenen zaman serisinde azalan yönde eğilim olduğu sonucuna varılmaktadır.

### Spearman'ın Rho testi uygulanması

Tablo 4.84.  $R_{xi}$  değerleri.

i	$R_{xi}$	i	$R_{xi}$
1	9	8	8
2	13	9	7
3	11	10	3
4	10	11	5
5	14	12	4
6	2	13	1
7	12	14	6

$$r_s = 1 - 6 \frac{\sum_{i=1}^n (R_{xi} - i)^2}{(n^3 - n)} \text{ bağıntısı uygulanarak } r_s = -0,688 \text{ olarak bulunur.} \quad (4.107)$$

$$Z = r_s \sqrt{n-1} = -2,480 \quad (4.108)$$

Z'nin mutlak değeri seçilen  $\alpha = 0.05$  anlamlılık düzeyine karşı gelen standart normal dağılımın [Ek A]  $Z_{\alpha/2} = 1,96$  değerinden büyük olduğu için sıfır hipotezi “ $H_0$ : Trend Yok” reddedilmekte  $Z < 0$  olduğundan dolayı da incelenen zaman serisinde azalan yönde trend olduğu sonucuna varılmaktadır.

### Mann – Kendall mertebe korelasyon testi uygulanması

Tablo 4.85.  $u(t)$  fonksiyonunun hesabı.

Sıra	Tarihler	Değer	n	t	Var(t)	E(t)	u(t)
1	1996	854,351	0	0	0,00	0,00	0,00
2	1997	2787,57	1	1	0,25	0,50	1,00
3	1998	1817,71	1	2	0,92	1,50	0,52
4	1999	1649,54	1	3	2,17	3,00	0,00
5	2000	10670,1	4	7	4,17	5,00	0,98
6	2001	32,8511	0	7	7,08	7,50	-0,19
7	2002	2272,06	4	11	11,08	10,50	0,15
8	2003	231,604	1	12	16,33	14,00	-0,49
9	2004	199,009	1	13	23,00	18,00	-1,04
10	2005	77,8941	1	14	31,25	22,50	-1,52
11	2006	129,793	2	16	41,25	27,50	-1,79
12	2007	108,985	2	18	53,17	33,00	-2,06
13	2008	20,0314	0	18	67,17	39,00	-2,56
14	2009	194,263	5	23	83,42	45,50	-2,46

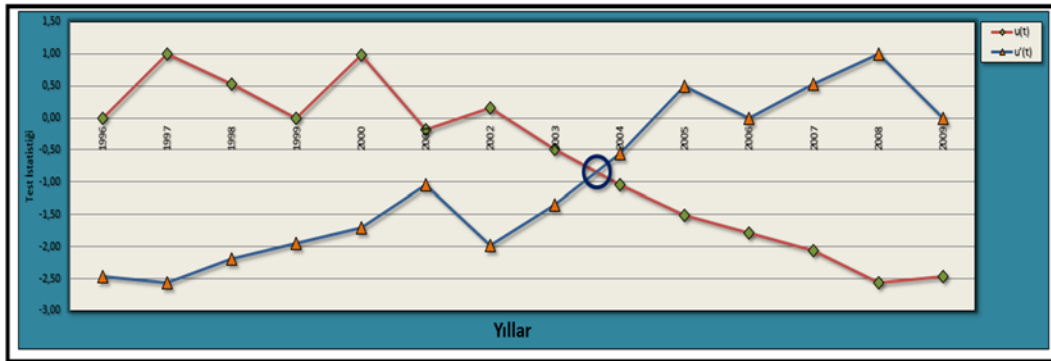
Yukarıda bulunan değerleri tersten sıralayarak aynı işlem tekrar yapılır;



Tablo 4.86.  $u'(t)$  fonksiyonunun hesabı.

Sıra	Tarihler	Değer	n	t	Var(t)	E(t)	$u(t)$
14	2009	194,263	0	0	0,00	0,00	0,00
13	2008	20,0314	0	0	0,25	0,50	1,00
12	2007	108,985	1	1	0,92	1,50	0,52
11	2006	129,793	2	3	2,17	3,00	0,00
10	2005	77,8941	1	4	4,17	5,00	0,49
9	2004	199,009	5	9	7,08	7,50	-0,56
8	2003	231,604	6	15	11,08	10,50	-1,35
7	2002	2272,06	7	22	16,33	14,00	-1,98
6	2001	32,8511	1	23	23,00	18,00	-1,04
5	2000	10670,1	9	32	31,25	22,50	-1,70
4	1999	1649,54	8	40	41,25	27,50	-1,95
3	1998	1817,71	9	49	53,17	33,00	-2,19
2	1997	2787,57	11	60	67,17	39,00	-2,56
1	1996	854,351	8	68	83,42	45,50	-2,46

elde edilen  $u(t)$  (Tablo 4.85) ve  $u'(t)$  (Tablo 4.86) test istatistiklerinin grafiksel olarak gösterilmesi sonucunda verilerin 2003 – 2004 yılları arasında çakıştıkları Şekil 4.25’de görülür ve trend başlangıç yılı olarak alınır.

Şekil 4.25. Soğanlı çayının askıda katı miktarlarının  $u(t) - u'(t)$  grafiği.

#### 4.1.3.3. Karasu çayının askıda katı madde verilerine trend analizi yöntemi uygulanması

**Havza Adı** : Batı Karadeniz Havzası

**Bölge Adı** : Samsun Bölgesi

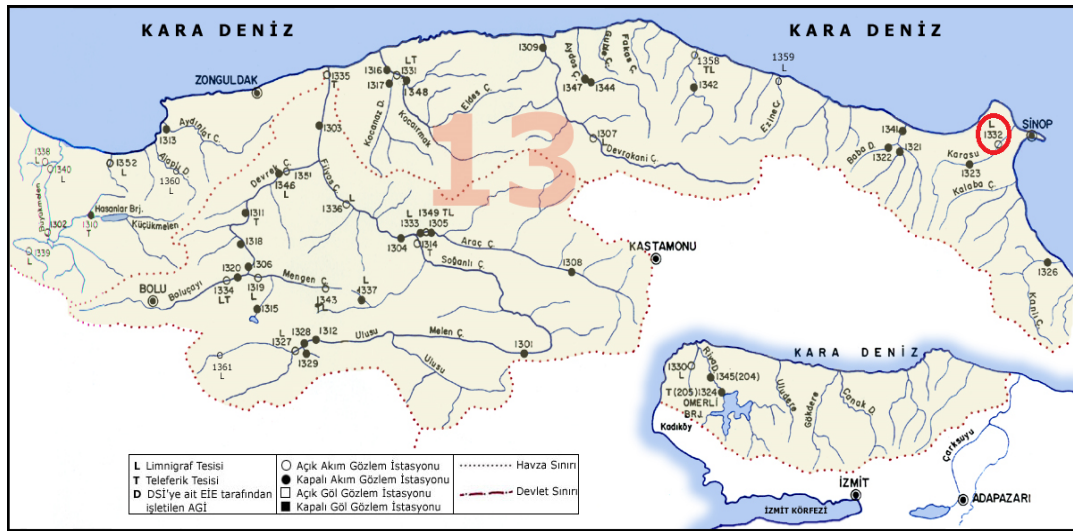
**İstasyon No** : 1332

**İstasyon Adı** : Karasu

**Yükselti** : 20m

**Yeri** : (35° 01' 57" D - 41° 59' 57" K) (Sinop-E34) Yeni Sinop – Ayancık karayolunun 10. Km'sinden ayrılan Dibekli Köyü yolunun 3. Km'sindeki köprüdedir.

Yukarıda istasyon bilgileri verilen Karasu Çayına ait 1332 numaralı istasyonun Batı Karadeniz Havzası haritasındaki yeri Şekil 4.26'da gösterilmiştir.



Şekil 4.26. Karasu çayına ait 1332 numaralı istasyonun batı karadeniz havzasındaki yeri [75].

Karasu Çayına ait 1332 numaralı AGİ'nin askıda katı madde verileri DSİ'den temin edilmiş ve Tablo 4.87'de verilmiştir.

Tablo 4.87. Karasu çayına ait 1332 numaralı AGİ için askıda katı madde verileri [76].

Yıllar	Askıda katı madde Miktarı (ton/gün)	Yıllar	Askıda katı madde Miktarı (ton/gün)
1979	26,61024	1995	23,66631
1980	61,08676	1996	61,13365
1981	17,09784	1997	197,1923
1982	126,2029	1998	464,2250
1983	166,4923	1999	35,59878
1984	56,08017	2000	50,84849
1985	198,7832	2001	125,3509
1986	120,1682	2002	16,18975
1987	290,9517	2003	124,0078
1988	139,3514	2004	110,7076
1989	73,18661	2005	67,12332
1990	74,35518	2006	35,16618
1991	72,29042	2007	15,94832
1992	567,3922	2008	32,50024
1993	458,5097	2009	64,57957
1994	71,76115		

## Mann – Kendall testi uygulanması

Tablo 4.88. Mann – Kendall testi için P ve M değerleri.

Sıra	Tarihler	Değer	$x_i < x_j$	$x_i > x_j$	P	M
1	1979	26,61024	0	0	0	0
2	1980	61,08676	1	0	1	0
3	1981	17,09784	0	2	1	2
4	1982	126,2029	3	0	4	2
5	1983	166,4923	4	0	8	2
6	1984	56,08017	2	3	10	5
7	1985	198,7832	6	0	16	5
8	1986	120,1682	4	3	20	8
9	1987	290,9517	8	0	28	8
10	1988	139,3514	6	3	34	11
11	1989	73,18661	4	6	38	17
12	1990	74,35518	5	6	43	23
13	1991	72,29042	4	8	47	31
14	1992	567,3922	13	0	60	31
15	1993	458,5097	13	1	73	32
16	1994	71,76115	4	11	77	43
17	1995	23,66631	1	15	78	58
18	1996	61,13365	5	12	83	70
19	1997	197,1923	14	4	97	74
20	1998	464,2250	18	1	115	75
21	1999	35,59878	3	17	118	92
22	2000	50,84849	4	17	122	109
23	2001	125,3509	13	9	135	118
24	2002	16,18975	0	23	135	141
25	2003	124,0078	14	10	149	151
26	2004	110,7076	13	12	162	163
27	2005	67,12332	9	17	171	180
28	2006	35,16618	4	23	175	203
29	2007	15,94832	0	28	175	231
30	2008	32,50024	5	24	180	255
31	2009	64,57957	12	18	192	273

$i < j$  için  $x_i < x_j$  olan çiftlerin sayısı  $P = 192$ ,  $x_i > x_j$  olan çiftlerin sayısı  $M = 273$  olarak bulunur. Test istatistiği  $S = P - M = -81$  bulunur.

Kendall Korelasyon Katsayısı

$$\tau = \frac{S}{[n(n-1)/2]} = -0,174 \quad (4.109)$$

Örnek sayısı  $n > 10$  olduğundan

$$\sigma_s = \sqrt{n(n-1)(2n+5)/18} = 3461,67 \text{ bulunur.} \quad (4.110)$$

$$Z = \left. \begin{array}{l} (S-1)/\sigma_s \quad S > 0 \\ 0 \quad S = 0 \\ (S+1)/\sigma_s \quad S < 0 \end{array} \right\} \quad (4.111)$$

$$S < 0 \text{ olduğundan } Z = (S + 1) / \sigma_s = -1,360 \quad (4.112)$$

Z'nin mutlak değeri için seçilen  $\alpha = 0,05$  anlamlılık düzeyine karşı gelen standart normal dağılımın [Ek A]  $Z_{\alpha/2} = 1,96$  değerinden küçük olduğu için sıfır hipotezi "H<sub>0</sub>: Trend Yok" kabul edilmekte ve incelenen zaman serisinde trend olmadığı sonucuna varılmaktadır.

### Spearman'ın Rho testi uygulanması

Tablo 4.89. R<sub>xi</sub> değerleri.

i	R <sub>xi</sub>	i	R <sub>xi</sub>	i	R <sub>xi</sub>
1	5	12	18	23	22
2	11	13	16	24	2
3	3	14	31	25	21
4	23	15	29	26	19
5	25	16	15	27	14
6	10	17	4	28	7
7	27	18	12	29	1
8	20	19	26	30	6
9	28	20	30	31	13
10	24	21	8		
11	17	22	9		

$$r_s = 1 - 6 \frac{\sum_{i=1}^n (R_{xi} - i)^2}{(n^3 - n)} \text{ bağıntısı uygulanarak } r_s = -0,225 \text{ olarak bulunur.} \quad (4.113)$$

$$Z = r_s \sqrt{n-1} = -1,235 \quad (4.114)$$

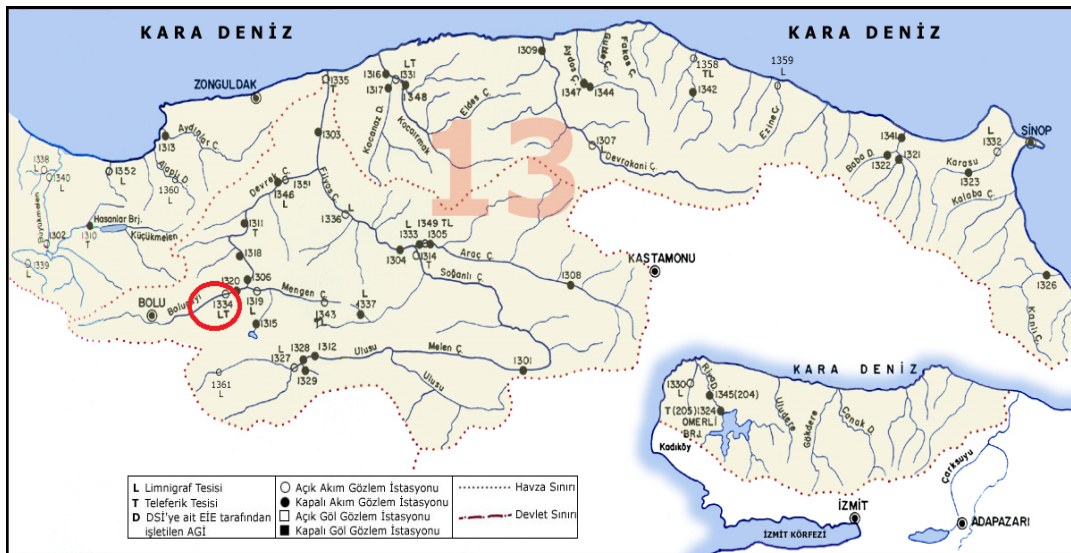
Z'nin mutlak değeri seçilen  $\alpha = 0.05$  anlamlılık düzeyine karşı gelen standart normal dağılımın [Ek A]  $Z_{\alpha/2} = 1,96$  değerinden küçük olduğu için sıfır hipotezi "H<sub>0</sub>: Trend

Yok” kabul edilmekte ve incelenen zaman serisinde trend olmadığı sonucuna varılmaktadır.

#### 4.1.3.4. Bolu çayının askıda katı madde verilerine trend analizi yöntemi uygulanması

- Havza Adı** : Batı Karadeniz Havzası  
**Bölge Adı** : Ankara Bölgesi  
**İstasyon No** : 1334  
**İstasyon Adı** : Bolu çayı  
**Yükselti** : 541m  
**Yeri** : (31° 55' 47" D - 40° 53' 11" K) (Bolu-G27) Mengen-Gökçesu-Bolu karayolunda Gökçesu'nun 3. Km.'sindeki Beşdeğirmenler Köyü içindedir.

Yukarıda istasyon bilgileri verilen Bolu Çayına ait 1334 numaralı istasyonun Batı Karadeniz Havzası haritasındaki yeri Şekil 4.27'de gösterilmiştir.



Şekil 4.27. Bolu çayına ait 1334 numaralı istasyonun batı karadeniz havzasındaki yeri [75].

Bolu Çayına ait 1334 numaralı AGİ'nin askıda katı madde verileri DSI'den temin edilmiş ve Tablo 4.90'de verilmiştir.

Tablo 4.90. Bolu çayına ait 1334 numaralı AGİ için askıda katı madde verileri [76].

Yıllar	Askıda katı madde Miktarı (ton/gün)	Yıllar	Askıda katı madde Miktarı (ton/gün)
1979	254,073	1995	50,7957
1980	143,797	1996	76,8392
1981	127,593	1997	210,333
1982	43,3505	1998	184,650
1983	129,879	1999	32,1690
1984	183,803	2000	133,918
1985	421,342	2001	8,29948
1986	68,8697	2002	79,5402
1987	72,4026	2003	31,7695
1988	50,4657	2004	54,0733
1989	50,2006	2005	25,1425
1990	168,683	2006	146,096
1991	64,3074	2007	21,8245
1992	388,189	2008	12,8849
1993	56,3750	2009	48,0852
1994	22,5939		

### Mann – Kendall testi uygulanması

Tablo 4.91. Mann – Kendall testi için P ve M değerleri.

Sıra	Tarihler	Değer	$x_i < x_j$	$x_i > x_j$	P	M
1	1979	254,073	0	0	0	0
2	1980	143,797	0	1	0	1
3	1981	127,593	0	2	0	3
4	1982	43,3505	0	3	0	6
5	1983	129,879	2	2	2	8
6	1984	183,803	4	1	6	9
7	1985	421,342	6	0	12	9
8	1986	68,8697	1	6	13	15
9	1987	72,4026	2	6	15	21
10	1988	50,4657	1	8	16	29
11	1989	50,2006	1	9	17	38
12	1990	168,683	8	3	25	41
13	1991	64,3074	3	9	28	50
14	1992	388,189	12	1	40	51
15	1993	56,3750	3	11	43	62
16	1994	22,5939	0	15	43	77
17	1995	50,7957	4	12	47	89
18	1996	76,8392	9	8	56	97
19	1997	210,333	15	3	71	100
20	1998	184,650	15	4	86	104
21	1999	32,1690	1	19	87	123
22	2000	133,918	13	8	100	131
23	2001	8,29948	0	22	100	153
24	2002	79,5402	12	11	112	164
25	2003	31,7695	2	22	114	186
26	2004	54,0733	8	17	122	203
27	2005	25,1425	2	24	124	227
28	2006	146,096	20	7	144	234
29	2007	21,8245	1	27	145	261
30	2008	12,8849	1	28	146	289
31	2009	48,0852	8	22	154	311

$i < j$  için  $x_i < x_j$  olan çiftlerin sayısı  $P = 154$ ,  $x_i > x_j$  olan çiftlerin sayısı  $M = 311$  olarak bulunur. Test istatistiği  $S = P - M = -157$  bulunur.

Kendall Korelasyon Katsayısı

$$\tau = \frac{S}{[n(n-1)/2]} = -0,338 \quad (4.115)$$

Örnek sayısı  $n > 10$  olduğundan

$$\sigma_s = \sqrt{n(n-1)(2n+5)/18} = 3141,67 \text{ bulunur.} \quad (4.116)$$

$$Z = \left. \begin{array}{l} (S-1)/\sigma_s \quad S > 0 \\ 0 \quad S = 0 \\ (S+1)/\sigma_s \quad S < 0 \end{array} \right\} \quad (4.117)$$

$$S < 0 \text{ olduğundan } Z = (S + 1) / \sigma_s = -2,651 \quad (4.118)$$

$Z$ 'nin mutlak değeri için seçilen  $\alpha = 0,05$  anlamlılık düzeyine karşı gelen standart normal dağılımın [Ek A]  $Z_{\alpha/2} = 1,96$  değerinden büyük olduğu için sıfır hipotezi "H<sub>0</sub>: Trend Yok" reddedilmekte  $Z < 0$  olduğunda dolaylı da incelenen zaman serisinde azalan yönde eğilim olduğu sonucuna varılmaktadır.

### Spearman'ın Rho testi uygulanması

Tablo 4.92.  $R_{xi}$  değerleri.

i	$R_{xi}$	i	$R_{xi}$	i	$R_{xi}$
1	29	12	25	23	1
2	23	13	15	24	19
3	20	14	30	25	6
4	8	15	14	26	13
5	21	16	4	27	5
6	26	17	12	28	24
7	31	18	18	29	3
8	16	19	28	30	2
9	17	20	27	31	9
10	11	21	7		
11	10	22	22		

$$r_s = 1 - 6 \frac{\sum_{i=1}^n (R_{xi} - i)^2}{(n^3 - n)} \text{ bağıntısı uygulanarak } r_s = -0,472 \text{ olarak bulunur.} \quad (4.119)$$

$$Z = r_s \sqrt{n-1} = -2,584 \quad (4.120)$$

Z'nin mutlak değeri seçilen  $\alpha = 0.05$  anlamlılık düzeyine karşı gelen standart normal dağılımın [Ek A]  $Z_{\alpha/2} = 1,96$  değerinden büyük olduğu için sıfır hipotezi “Ho: Trend Yok” reddedilmekte  $Z < 0$  olduğundan dolayı da incelenen zaman serisinde azalan yönde trend olduğu sonucuna varılmaktadır.

### Mann – Kendall mertebeye korelasyon testi uygulanması

Tablo 4.93. u(t) fonksiyonunun hesabı.

Sıra	Tarihler	Değer	n	t	Var(t)	E(t)	u(t)
1	1979	254,073	0	0	0,00	0,00	0,00
2	1980	143,797	0	0	0,25	0,50	-1,00
3	1981	127,593	0	0	0,92	1,50	-1,57
4	1982	43,3505	0	0	2,17	3,00	-2,04
5	1983	129,879	2	2	4,17	5,00	-1,47
6	1984	183,803	4	6	7,08	7,50	-0,56
7	1985	421,342	6	12	11,08	10,50	0,45
8	1986	68,8697	1	13	16,33	14,00	-0,25
9	1987	72,4026	2	15	23,00	18,00	-0,63
10	1988	50,4657	1	16	31,25	22,50	-1,16
11	1989	50,2006	1	17	41,25	27,50	-1,63
12	1990	168,683	8	25	53,17	33,00	-1,10
13	1991	64,3074	3	28	67,17	39,00	-1,34
14	1992	388,189	12	40	83,42	45,50	-0,60
15	1993	56,3750	3	43	102,08	52,50	-0,94
16	1994	22,5939	0	43	123,33	60,00	-1,53
17	1995	50,7957	4	47	147,33	68,00	-1,73
18	1996	76,8392	9	56	174,25	76,50	-1,55
19	1997	210,333	15	71	204,25	85,50	-1,01
20	1998	184,650	15	86	237,50	95,00	-0,58
21	1999	32,1690	1	87	274,17	105,00	-1,09
22	2000	133,918	13	100	314,42	115,50	-0,87
23	2001	8,29948	0	100	358,42	126,50	-1,40
24	2002	79,5402	12	112	406,33	138,00	-1,29
25	2003	31,7695	2	114	458,33	150,00	-1,68
26	2004	54,0733	8	122	514,58	162,50	-1,79
27	2005	25,1425	2	124	575,25	175,50	-2,15
28	2006	146,096	20	144	640,50	189,00	-1,78
29	2007	21,8245	1	145	710,50	203,00	-2,18
30	2008	12,8849	1	146	785,42	217,50	-2,55
31	2009	48,0852	8	154	865,42	232,50	-2,67

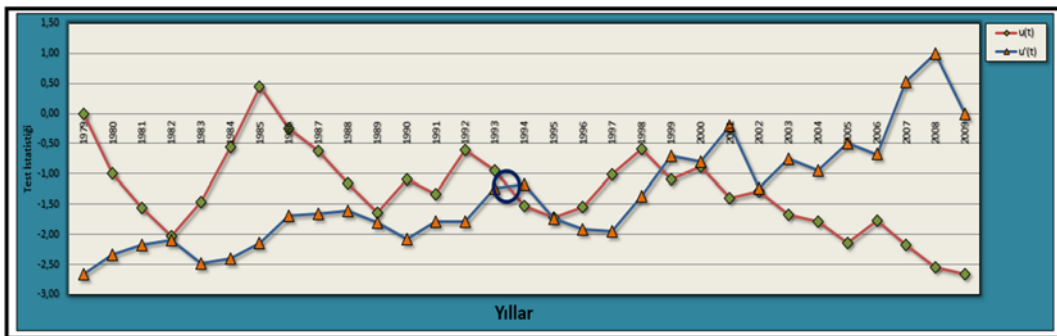


Yukarıda bulunan değerleri tersten sıralayarak aynı işlem tekrar yapılır;

Tablo 4.94.  $u'(t)$  fonksiyonunun hesabı.

Sıra	Tarihler	Değer	n	t	Var(t)	E(t)	u(t)
31	2009	48,0852	0	0	0,00	0,00	0,00
30	2008	12,8849	0	0	0,25	0,50	1,00
29	2007	21,8245	1	1	0,92	1,50	0,52
28	2006	146,096	3	4	2,17	3,00	-0,68
27	2005	25,1425	2	6	4,17	5,00	-0,49
26	2004	54,0733	4	10	7,08	7,50	-0,94
25	2003	31,7695	3	13	11,08	10,50	-0,75
24	2002	79,5402	6	19	16,33	14,00	-1,24
23	2001	8,29948	0	19	23,00	18,00	-0,21
22	2000	133,918	8	27	31,25	22,50	-0,80
21	1999	32,1690	5	32	41,25	27,50	-0,70
20	1998	184,650	11	43	53,17	33,00	-1,37
19	1997	210,333	12	55	67,17	39,00	-1,95
18	1996	76,8392	8	63	83,42	45,50	-1,92
17	1995	50,7957	7	70	102,08	52,50	-1,73
16	1994	22,5939	3	73	123,33	60,00	-1,17
15	1993	56,3750	10	83	147,33	68,00	-1,24
14	1992	388,189	17	100	174,25	76,50	-1,78
13	1991	64,3074	11	111	204,25	85,50	-1,78
12	1990	168,683	16	127	237,50	95,00	-2,08
11	1989	50,2006	8	135	274,17	105,00	-1,81
10	1988	50,4657	9	144	314,42	115,50	-1,61
9	1987	72,4026	14	158	358,42	126,50	-1,66
8	1986	68,8697	14	172	406,33	138,00	-1,69
7	1985	421,342	24	196	458,33	150,00	-2,15
6	1984	183,803	21	217	514,58	162,50	-2,40
5	1983	129,879	18	235	575,25	175,50	-2,48
4	1982	43,3505	7	242	640,50	189,00	-2,09
3	1981	127,593	19	261	710,50	203,00	-2,18
2	1980	143,797	22	283	785,42	217,50	-2,34
1	1979	254,073	28	311	865,42	232,50	-2,67

elde edilen  $u(t)$  (Tablo 4.93) ve  $u'(t)$  (Tablo 4.94) test istatistiklerinin grafiksel olarak gösterilmesi sonucunda verilerin 1993 yılında çakıştıkları Şekil 4.28'de görülür ve trend başlangıç yılı olarak alınır.

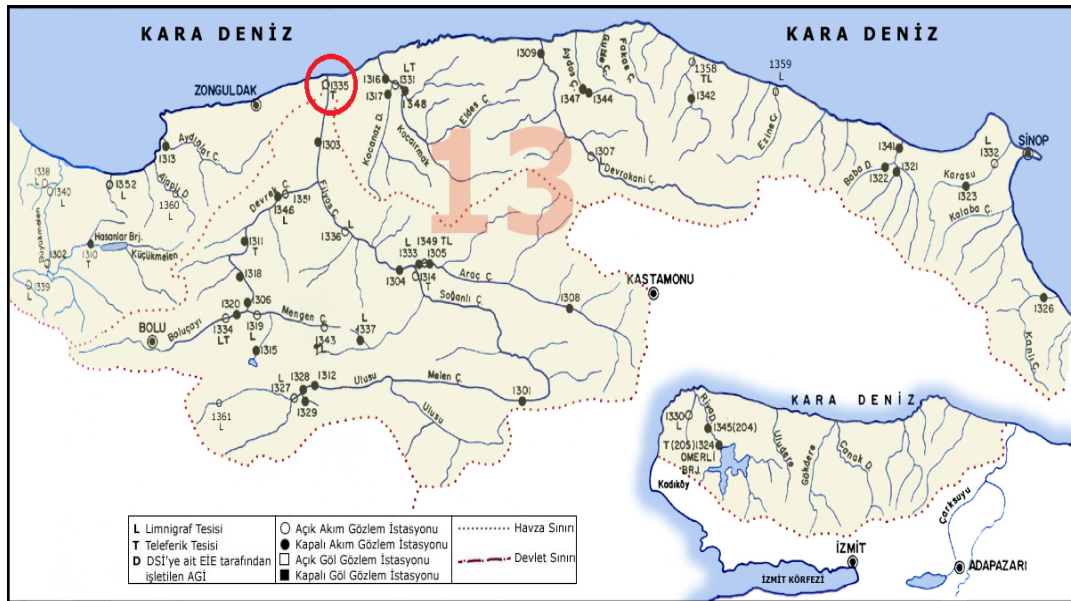


Şekil 4.28. Bolu çayının askıda katı madde verilerinin  $u(t) - u'(t)$  grafiği.

#### 4.1.3.5. Filyos çayının askıda katı madde verilerine trend analizi yöntemi uygulanması

- Havza Adı** : Batı Karadeniz Havzası  
**Bölge Adı** : Ankara Bölgesi  
**İstasyon No** : 1335  
**İstasyon Adı** : Filyos çayı  
**Yükselti** : 2m  
**Yeri** : (32° 04' 44" D - 41° 32' 49" K) (Zonguldak-E28) Zonguldak İli Çaycuma İlçesi'nin 20 Km. kuzeyindeki Derecikviran Köyü içindedir.

Yukarıda istasyon bilgileri verilen Filyos Çayına ait 1335 numaralı istasyonun Batı Karadeniz Havzası haritasındaki yeri Şekil 4.29'da gösterilmiştir.



Şekil 4.29. Filyos çayına ait 1335 numaralı istasyonun batı karadeniz havzasındaki yeri [75].

Filyos Çayına ait 1335 numaralı AGİ'nin askıda katı madde verileri DSİ'den temin edilmiş ve Tablo 4.95'de verilmiştir.

Tablo 4.95. Filyos çayına ait 1335 numaralı AGİ için askıda katı madde verileri [76].

Yıllar	Askıda katı madde Miktarı (ton/gün)	Yıllar	Askıda katı madde Miktarı (ton/gün)
1979	3513,68	1995	13555,8
1980	7288,47	1996	1992,34
1981	3406,26	1997	9927,57
1982	2818,51	1998	15073,9
1983	32564,5	1999	2180,91
1984	23041,2	2000	21623,3
1985	12996,0	2001	259,973
1986	1755,29	2002	9251,27
1987	13310,0	2003	1727,22
1988	3121,93	2004	1407,18
1989	11342,8	2005	1705,53
1990	7115,16	2006	1411,35
1991	38640,7	2007	2075,93
1992	30165,2	2008	1786,02
1993	3764,83	2009	3617,27
1994	367,506		

### Mann – kendall testi uygulanması

Tablo 4.96. Mann – Kendall testi için P ve M değerleri.

Sıra	Tarihler	Değer	$x_i < x_j$	$x_i > x_j$	P	M
1	1979	3513,68	0	0	0	0
2	1980	7288,47	1	0	1	0
3	1981	3406,26	0	2	1	2
4	1982	2818,51	0	3	1	5
5	1983	32564,5	4	0	5	5
6	1984	23041,2	4	1	9	6
7	1985	12996,0	4	2	13	8
8	1986	1755,29	0	7	13	15
9	1987	13310,0	6	2	19	17
10	1988	3121,93	2	7	21	24
11	1989	11342,8	6	4	27	28
12	1990	7115,16	5	6	32	34
13	1991	38640,7	12	0	44	34
14	1992	30165,2	11	2	55	36
15	1993	3764,83	5	9	60	45
16	1994	367,506	0	15	60	60
17	1995	13555,8	12	4	72	64
18	1996	1992,34	2	15	74	79
19	1997	9927,57	10	8	84	87
20	1998	15073,9	15	4	99	91
21	1999	2180,91	3	17	102	108
22	2000	21623,3	17	4	119	112
23	2001	259,973	0	22	119	134
24	2002	9251,27	12	11	131	145
25	2003	1727,22	2	22	133	167
26	2004	1407,18	2	23	135	190
27	2005	1705,53	3	23	138	213
28	2006	1411,35	3	24	141	237
29	2007	2075,93	8	20	149	257
30	2008	1786,02	7	22	156	279
31	2009	3617,27	15	15	171	294

$i < j$  için  $x_i < x_j$  olan çiftlerin sayısı  $P = 171$ ,  $x_i > x_j$  olan çiftlerin sayısı  $M = 294$  olarak bulunur. Test istatistiği  $S = P - M = -123$  bulunur.

Kendall Korelasyon Katsayısı

$$\tau = \frac{S}{[n(n-1)/2]} = -0,265 \quad (4.121)$$

Örnek sayısı  $n > 10$  olduğundan

$$\sigma_s = \sqrt{n(n-1)(2n+5)/18} = 3141,67 \text{ bulunur.} \quad (4.122)$$

$$Z = \left. \begin{array}{l} (S-1)/\sigma_s \quad S > 0 \\ 0 \quad S = 0 \\ (S+1)/\sigma_s \quad S < 0 \end{array} \right\} \quad (4.123)$$

$$S < 0 \text{ olduğundan } Z = (S + 1) / \sigma_s = -2,074 \quad (4.124)$$

$Z$ 'nin mutlak değeri için seçilen  $\alpha = 0,05$  anlamlılık düzeyine karşı gelen standart normal dağılımın [Ek A]  $Z_{\alpha/2} = 1,96$  değerinden büyük olduğu için sıfır hipotezi “ $H_0$ : Trend Yok” reddedilmekte  $Z < 0$  olduğundan dolayı da incelenen zaman serisinde azalan yönde trend olduğu sonucuna varılmaktadır.

### Spearman'ın Rho testi uygulanması

Tablo 4.97.  $R_{xi}$  değerleri.

i	$R_{xi}$	i	$R_{xi}$	i	$R_{xi}$
1	15	12	18	23	1
2	19	13	31	24	20
3	14	14	29	25	6
4	12	15	17	26	3
5	30	16	2	27	5
6	28	17	25	28	4
7	23	18	9	29	10
8	7	19	21	30	8
9	24	20	26	31	16
10	13	21	11		
11	22	22	27		

$$r_s = 1 - 6 \frac{\sum_{i=1}^n (R_{xi} - i)^2}{(n^3 - n)} \text{ bağıntısı uygulanarak } r_s = -0,413 \text{ olarak bulunur.} \quad (4.125)$$

$$Z = r_s \sqrt{n-1} = -2,259 \quad (4.126)$$

Z'nin mutlak değeri seçilen  $\alpha = 0.05$  anlamlılık düzeyine karşı gelen standart normal dağılımın [Ek A]  $Z_{\alpha/2} = 1,96$  değerinden büyük olduğu için sıfır hipotezi “Ho: Trend Yok” reddedilmekte  $Z < 0$  olduğundan dolayı da incelenen zaman serisinde azalan yönde trend olduğu sonucuna varılmaktadır.

Mann – Kendall mertebeli korelasyon testi uygulanması

Tablo 4.98. u(t) fonksiyonunun hesabı.

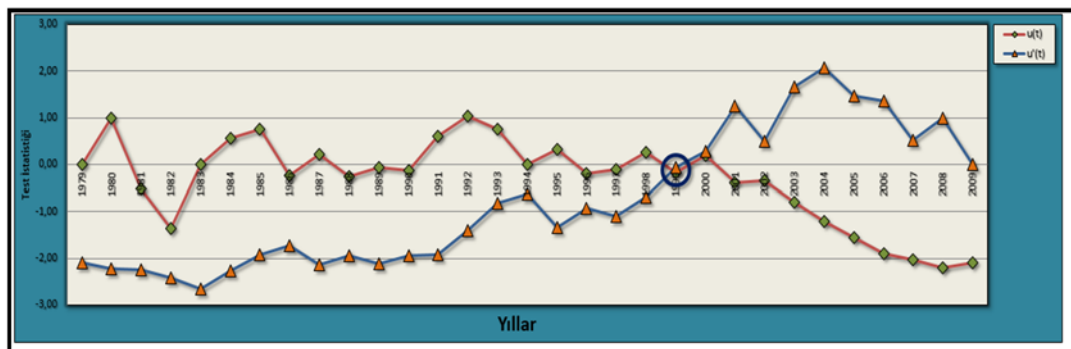
Sıra	Tarihler	Değer	n	t	Var(t)	E(t)	u(t)
1	1979	3513,68	0	0	0,00	0,00	0,00
2	1980	7288,47	1	1	0,25	0,50	1,00
3	1981	3406,26	0	1	0,92	1,50	-0,52
4	1982	2818,51	0	1	2,17	3,00	-1,36
5	1983	32564,5	4	5	4,17	5,00	0,00
6	1984	23041,2	4	9	7,08	7,50	0,56
7	1985	12996,0	4	13	11,08	10,50	0,75
8	1986	1755,29	0	13	16,33	14,00	-0,25
9	1987	13310,0	6	19	23,00	18,00	0,21
10	1988	3121,93	2	21	31,25	22,50	-0,27
11	1989	11342,8	6	27	41,25	27,50	-0,08
12	1990	7115,16	5	32	53,17	33,00	-0,14
13	1991	38640,7	12	44	67,17	39,00	0,61
14	1992	30165,2	11	55	83,42	45,50	1,04
15	1993	3764,83	5	60	102,08	52,50	0,74
16	1994	367,506	0	60	123,33	60,00	0,00
17	1995	13555,8	12	72	147,33	68,00	0,33
18	1996	1992,34	2	74	174,25	76,50	-0,19
19	1997	9927,57	10	84	204,25	85,50	-0,10
20	1998	15073,9	15	99	237,50	95,00	0,26
21	1999	2180,91	3	102	274,17	105,00	-0,18
22	2000	21623,3	17	119	314,42	115,50	0,20
23	2001	259,973	0	119	358,42	126,50	-0,40
24	2002	9251,27	12	131	406,33	138,00	-0,35
25	2003	1727,22	2	133	458,33	150,00	-0,79
26	2004	1407,18	2	135	514,58	162,50	-1,21
27	2005	1705,53	3	138	575,25	175,50	-1,56
28	2006	1411,35	3	141	640,50	189,00	-1,90
29	2007	2075,93	8	149	710,50	203,00	-2,03
30	2008	1786,02	7	156	785,42	217,50	-2,19
31	2009	3617,27	15	171	865,42	232,50	-2,09

Yukarıda bulunan değerleri tersten sıralayarak aynı işlem tekrar yapılır;

Tablo 4.99.  $u'(t)$  fonksiyonunun hesabı.

Sıra	Tarihler	Değer	n	t	Var(t)	E(t)	u(t)
31	2009	3617,27	0	0	0,00	0,00	0,00
30	2008	1786,02	0	0	0,25	0,50	1,00
29	2007	2075,93	1	1	0,92	1,50	0,52
28	2006	1411,35	0	1	2,17	3,00	1,36
27	2005	1705,53	1	2	4,17	5,00	1,47
26	2004	1407,18	0	2	7,08	7,50	2,07
25	2003	1727,22	3	5	11,08	10,50	1,65
24	2002	9251,27	7	12	16,33	14,00	0,49
23	2001	259,973	0	12	23,00	18,00	1,25
22	2000	21623,3	9	21	31,25	22,50	0,27
21	1999	2180,91	7	28	41,25	27,50	-0,08
20	1998	15073,9	10	38	53,17	33,00	-0,69
19	1997	9927,57	10	48	67,17	39,00	-1,10
18	1996	1992,34	6	54	83,42	45,50	-0,93
17	1995	13555,8	12	66	102,08	52,50	-1,34
16	1994	367,506	1	67	123,33	60,00	-0,63
15	1993	3764,83	11	78	147,33	68,00	-0,82
14	1992	30165,2	17	95	174,25	76,50	-1,40
13	1991	38640,7	18	113	204,25	85,50	-1,92
12	1990	7115,16	12	125	237,50	95,00	-1,95
11	1989	11342,8	15	140	274,17	105,00	-2,11
10	1988	3121,93	10	150	314,42	115,50	-1,95
9	1987	13310,0	17	167	358,42	126,50	-2,14
8	1986	1755,29	6	173	406,33	138,00	-1,74
7	1985	12996,0	18	191	458,33	150,00	-1,92
6	1984	23041,2	23	214	514,58	162,50	-2,27
5	1983	32564,5	25	239	575,25	175,50	-2,65
4	1982	2818,51	11	250	640,50	189,00	-2,41
3	1981	3406,26	13	263	710,50	203,00	-2,25
2	1980	7288,47	17	280	785,42	217,50	-2,23
1	1979	3513,68	14	294	865,42	232,50	-2,09

elde edilen  $u(t)$  (Tablo 4.98) ve  $u'(t)$  (Tablo 4.99) test istatistiklerinin grafiksel olarak gösterilmesi sonucunda verilerin 1999 yılında çakıştıkları Şekil 4.30'da görülür ve trend başlangıç yılı olarak alınır.



Şekil 4.30. Filyos çayının yıllık ortalama askıda katı madde miktarlarının  $u(t) - u'(t)$  grafiği.

## 4.2. Doğu Karadeniz Havzasının Yağış-Akış-Askıda Katı Madde Verilerine Trend Analizi Yöntemi Uygulanması

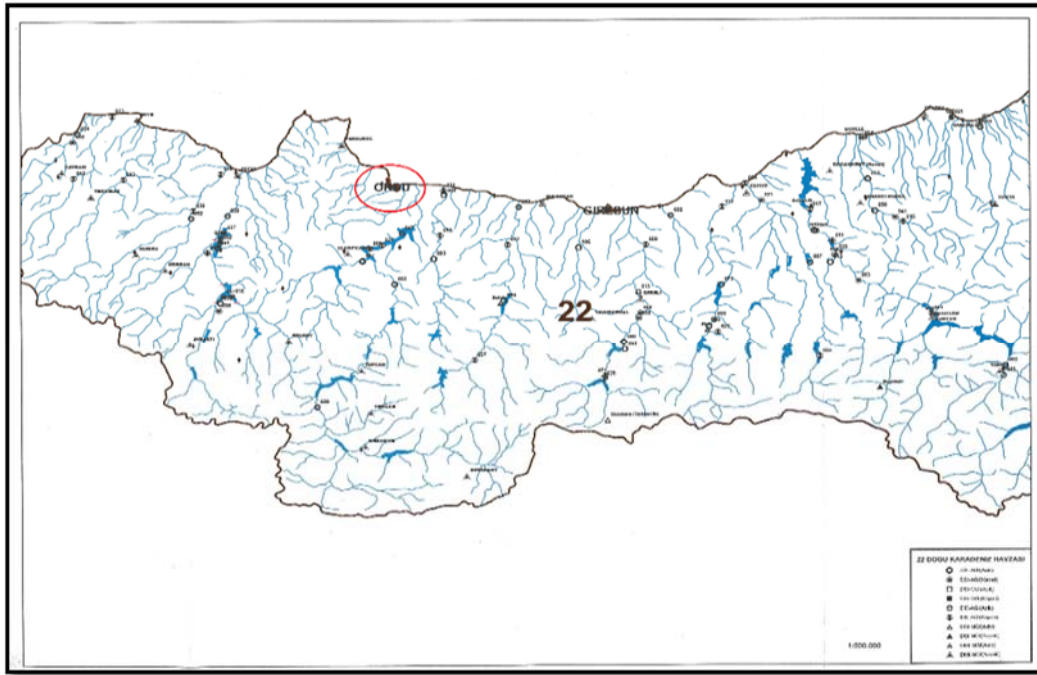
Havza genelinde yağış ortalaması yaklaşık 1.000 mm dolayındadır. Havza içinde m<sup>2</sup>'ye düşen yağış ortalamaları; DMİ Genel Müdürlüğü verilerine göre (1971 – 2000) Ordu; 1.029 mm, Giresun 1.231mm, Trabzon 808 mm, Rize ili 2.221 mm, Artvin – Hopa 2.203 mm olup, en yüksek yağışlar Rize’de 2.400 mm en düşük yağışlar Trabzon çevresinde 700 mm civarındadır. Havzanın toplam yağış alanı 24.077 km<sup>2</sup>, ortalama akış ise 14,90 milyar m<sup>3</sup>'tür. Havzanın yağış alanı Ülkemizin yaklaşık %3,1'ine, akış miktarı açısından ise yaklaşık %7'sine tekabül etmektedir. Havzanın denizden ortalama yüksekliği 900 m'dir. Giresun'da Karagöl tepesi 3331 m, Soğanlı dağlarında Aladağ 3.395 m, Rize'de Kaçkar dağı 3.937 m ile havzanın en yüksek noktasıdır. Havzanın ortalama eğimi Karadeniz'e doğru %3 – 4 mertebesindedir. 500 m kotunun üstünde eğim daha da artmaktadır. Havza içerisinde irili ufaklı birçok (küçük) alt havza bulunmaktadır. Doğu Karadeniz Havzası diğer havzalarla karşılaştığında aylara göre çok düzenli bir akım rejimine sahip olması, topoğrafik açıdan derelerin 60-80 km gibi bir mesafede olması ve 1.500 – 2.000 m düşüye sahip olmasıdır [77].

### 4.2.1. Doğu karadeniz havzasının yıllık ortalama yağış verilerine trend analizi yöntemi uygulanması

#### 4.2.1.1. Ordu ilinin yağış verilerine trend analizi yöntemi uygulanması

**Havza Adı** : Doğu Karadeniz Havzası  
**Bölge Adı** : Samsun Bölgesi  
**İstasyon No** : 17033  
**İstasyon Adı** : Ordu  
**Rakım** : 4,13m  
**Kronolojisi** : 1929-48,50-63BK.68D.92S.

Yukarıda istasyon bilgileri verilen Ordu iline ait 17033 numaralı istasyonun Doğu Karadeniz Havzası haritasındaki yeri Şekil 4.31'de gösterilmiştir.



Şekil 4.31. Ordu iline ait 17033 numaralı istasyonun hidrometri haritasındaki yeri [73].

Ordu iline ait 17033 numaralı MGİ'nin yağış verileri DMİ'den temin edilmiş ve Tablo 4.100'de verilmiştir.

Tablo 4.100. Ordu iline ait 17033 numaralı MGİ için yağış verileri [74].

Yıllar	Yağış Miktarı (mm)	Yıllar	Yağış Miktarı (mm)
1979	75,3000	1996	89,0917
1980	86,1333	1997	89,1167
1981	92,6750	1998	82,1500
1982	92,4750	1999	80,9583
1983	97,5667	2000	76,7500
1984	76,7333	2001	88,7250
1985	65,6000	2002	78,2667
1986	92,7917	2003	84,2917
1987	87,9667	2004	95,3750
1988	104,433	2005	92,6417
1989	79,8500	2006	87,8250
1990	76,8917	2007	89,0583
1991	88,4000	2008	89,7167
1992	100,358	2009	100,100
1993	80,1750	2010	81,6417
1994	94,4083	2011	114,283
1995	85,5917	2012	93,2200



## Mann – Kendall testi uygulanması

Tablo 4.101. Mann – Kendall testi için P ve M değerleri.

Sıra	Tarihler	Değer	$x_i < x_j$	$x_i > x_j$	P	M
1	1979	75,3000	0	0	0	0
2	1980	86,1333	1	0	1	0
3	1981	92,6750	2	0	3	0
4	1982	92,4750	2	1	5	1
5	1983	97,5667	4	0	9	1
6	1984	76,7333	1	4	10	5
7	1985	65,6000	0	6	10	11
8	1986	92,7917	6	1	16	12
9	1987	87,9667	4	4	20	16
10	1988	104,433	9	0	29	16
11	1989	79,8500	3	7	32	23
12	1990	76,8917	3	8	35	31
13	1991	88,4000	7	5	42	36
14	1992	100,358	12	1	54	37
15	1993	80,1750	5	9	59	46
16	1994	94,4083	12	3	71	49
17	1995	85,5917	6	10	77	59
18	1996	89,0917	10	7	87	66
19	1997	89,1167	11	7	98	73
20	1998	82,1500	6	13	104	86
21	1999	80,9583	6	14	110	100
22	2000	76,7500	3	18	113	118
23	2001	88,7250	13	9	126	127
24	2002	78,2667	5	18	131	145
25	2003	84,2917	10	14	141	159
26	2004	95,3750	22	3	163	162
27	2005	92,6417	19	7	182	169
28	2006	87,8250	13	14	195	183
29	2007	89,0583	17	11	212	194
30	2008	89,7167	20	9	232	203
31	2009	100,100	28	2	260	205
32	2010	81,6417	9	22	269	227
33	2011	114,283	32	0	301	227
34	2012	93,2200	26	7	327	234

$i < j$  için  $x_i < x_j$  olan çiftlerin sayısı  $P = 327$ ,  $x_i > x_j$  olan çiftlerin sayısı  $M = 234$  olarak bulunur. Test istatistiği  $S = P - M = 93$  bulunur.

Kendall Korelasyon Katsayısı

$$\tau = \frac{S}{[n(n-1)/2]} = 0,166 \quad (4.127)$$

Örnek sayısı  $n > 10$  olduğundan

$$\sigma_s = \sqrt{n(n-1)(2n+5)/18} = 4550,33 \text{ bulunur.} \quad (4.128)$$

$$Z = \left. \begin{array}{l} (S-1)/\sigma_s \quad S > 0 \\ 0 \quad S = 0 \\ (S+1)/\sigma_s \quad S < 0 \end{array} \right\} \quad (4.129)$$

$$S > 0 \text{ olduğundan } Z = (S-1)/\sigma_s = 1,364 \quad (4.130)$$

Z'nin mutlak değeri için seçilen  $\alpha = 0,05$  anlamlılık düzeyine karşı gelen standart normal dağılımın [Ek A]  $Z_{\alpha/2} = 1,96$  değerinden küçük olduğu için sıfır hipotezi "Ho: Trend Yok" kabul edilmekte ve incelenen zaman serisinde trend olmadığı sonucuna varılmaktadır.

### Spearman'ın Rho testi uygulanması

Tablo 4.102.  $R_{xi}$  değerleri.

i	$R_{xi}$	i	$R_{xi}$	i	$R_{xi}$
1	2	13	17	25	12
2	14	14	32	26	29
3	25	15	8	27	24
4	23	16	28	28	15
5	30	17	13	29	19
6	3	18	20	30	22
7	1	19	21	31	31
8	26	20	11	32	10
9	16	21	9	33	34
10	33	22	4	34	27
11	7	23	18		
12	5	24	6		

$$r_s = 1 - 6 \frac{\sum_{i=1}^n (R_{xi} - i)^2}{(n^3 - n)} \text{ bağıntısı uygulanarak } r_s = 0,215 \text{ olarak bulunur.} \quad (4.131)$$

$$Z = r_s \sqrt{n-1} = 1,237 \quad (4.132)$$

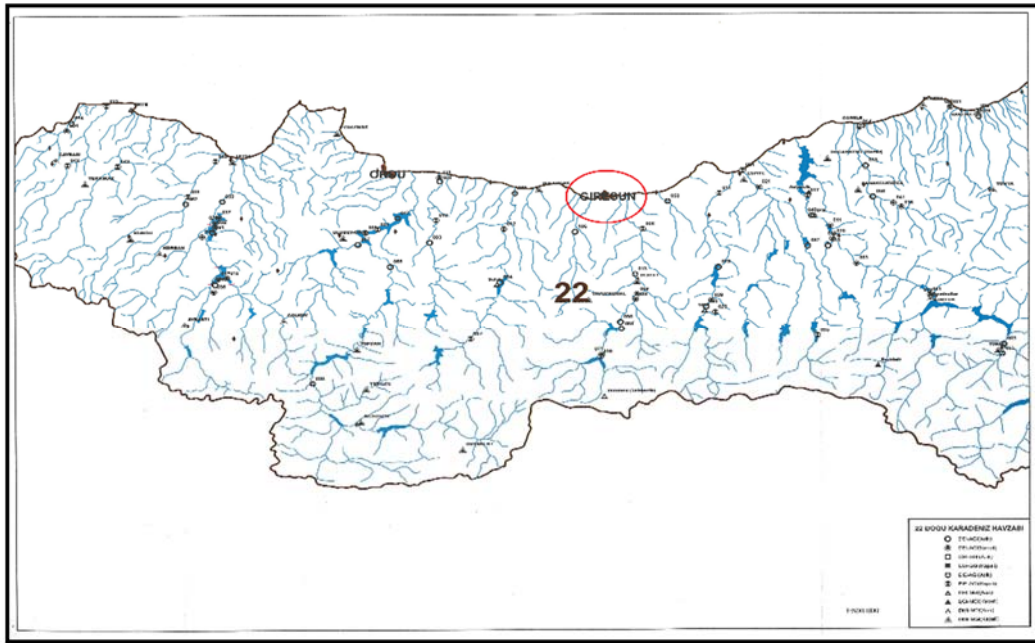
Z'nin mutlak değeri seçilen  $\alpha = 0.05$  anlamlılık düzeyine karşı gelen standart normal dağılımın [Ek A]  $Z_{\alpha/2} = 1,96$  değerinden küçük olduğu için sıfır hipotezi "Ho: Trend

Yok” kabul edilmekte ve incelenen zaman serisinde trend olmadığı sonucuna varılmaktadır.

#### 4.2.1.2. Giresun ilinin yağış verilerine trend analizi yöntemi uygulanması

**Havza Adı** : Doğu Karadeniz Havzası  
**Bölge Adı** : Trabzon Bölgesi  
**İstasyon No** : 17034  
**İstasyon Adı** : Giresun  
**Rakım** : 38,00m  
**Kronolojisi** : 1929-29BK.39S.50D.

Yukarıda istasyon bilgileri verilen Giresun iline ait 17034 numaralı istasyonun Doğu Karadeniz Havzası haritasındaki yeri Şekil 4.32’de gösterilmiştir.



Şekil 4.32. Giresun iline ait 17034 numaralı istasyonun hidrometri haritasındaki yeri [73].

Giresun iline ait 17034 numaralı MGİ'nin yağış verileri DMİ'den temin edilmiş ve Tablo 4.103'de verilmiştir.

Tablo 4.103. Giresun iline ait 17034 numaralı MGİ için yağış verileri [74].

Yıllar	Yağış Miktarı (mm)	Yıllar	Yağış Miktarı (mm)
1979	96,0083	1996	103,950
1980	101,258	1997	99,7000
1981	116,633	1998	103,817
1982	107,142	1999	97,2083
1983	103,550	2000	109,592
1984	96,3500	2001	107,742
1985	106,300	2002	102,375
1986	103,108	2003	112,492
1987	107,808	2004	119,483
1988	140,425	2005	108,658
1989	114,367	2006	102,383
1990	97,7083	2007	119,033
1991	110,917	2008	108,550
1992	105,758	2009	145,167
1993	94,0500	2010	80,8667
1994	94,2167	2011	133,433
1995	95,7333	2012	109,892

### Mann – Kendall testi uygulanması

Tablo 4.104. Mann – Kendall testi için P ve M değerleri.

Sıra	Tarihler	Değer	$x_i < x_j$	$x_i > x_j$	P	M
1	1979	96,0083	0	0	0	0
2	1980	101,258	1	0	1	0
3	1981	116,633	2	0	3	0
4	1982	107,142	2	1	5	1
5	1983	103,550	2	2	7	3
6	1984	96,3500	1	4	8	7
7	1985	106,300	4	2	12	9
8	1986	103,108	3	4	15	13
9	1987	107,808	7	1	22	14
10	1988	140,425	9	0	31	14
11	1989	114,367	8	2	39	16
12	1990	97,7083	2	9	41	25
13	1991	110,917	9	3	50	28
14	1992	105,758	6	7	56	35
15	1993	94,0500	0	14	56	49
16	1994	94,2167	1	14	57	63
17	1995	95,7333	2	14	59	77
18	1996	103,950	9	8	68	85
19	1997	99,7000	6	12	74	97
20	1998	103,817	10	9	84	106
21	1999	97,2083	5	15	89	121
22	2000	109,592	17	4	106	125
23	2001	107,742	16	6	122	131
24	2002	102,375	9	14	131	145
25	2003	112,492	21	3	152	148
26	2004	119,483	24	1	176	149
27	2005	108,658	19	7	195	156
28	2006	102,383	10	17	205	173
29	2007	119,033	26	2	231	175
30	2008	108,550	20	9	251	184

Tablo 4.105. Mann – Kendall testi için P ve M değerleri.(Devamı)

31	2009	145,167	30	0	281	184
32	2010	80,8667	0	31	281	215
33	2011	133,433	30	2	311	217
34	2012	109,892	24	9	335	226

$i < j$  için  $x_i < x_j$  olan çiftlerin sayısı  $P = 335$ ,  $x_i > x_j$  olan çiftlerin sayısı  $M = 226$  olarak bulunur. Test istatistiği  $S = P - M = 109$  bulunur.

Kendall Korelasyon Katsayısı

$$\tau = \frac{S}{[n(n-1)/2]} = 0,194 \quad (4.133)$$

Örnek sayısı  $n > 10$  olduğundan

$$\sigma_s = \sqrt{n(n-1)(2n+5)/18} = 4550,33 \text{ bulunur.} \quad (4.134)$$

$$Z = \left. \begin{array}{ll} (S-1)/\sigma_s & S > 0 \\ 0 & S = 0 \\ (S+1)/\sigma_s & S < 0 \end{array} \right\} \quad (4.135)$$

$$S > 0 \text{ olduğundan } Z = (S - 1) / \sigma_s = 1,601 \quad (4.136)$$

Z'nin mutlak değeri için seçilen  $\alpha = 0,05$  anlamlılık düzeyine karşı gelen standart normal dağılımın [Ek A]  $Z_{\alpha/2} = 1,96$  değerinden küçük olduğu için sıfır hipotezi "H<sub>0</sub>: Trend Yok" kabul edilmekte ve incelenen zaman serisinde trend olmadığı sonucuna varılmaktadır.

**Spearman'ın Rho testi uygulanması**

Tablo 4.106. R<sub>xi</sub> değerleri.

i	R <sub>xi</sub>	i	R <sub>xi</sub>	i	R <sub>xi</sub>
1	5	13	26	25	27
2	10	14	17	26	31
3	29	15	2	27	23

Tablo 4.107. R<sub>xi</sub> değerleri.(Devamı)

4	19	16	3	28	12
5	14	17	4	29	30
6	6	18	16	30	22
7	18	19	9	31	34
8	13	20	15	32	1
9	21	21	7	33	32
10	33	22	24	34	25
11	28	23	20		
12	8	24	11		

$$r_s = 1 - 6 \frac{\sum_{i=1}^n (R_{xi} - i)^2}{(n^3 - n)} \text{ bağıntısı uygulanarak } r_s = 0,267 \text{ olarak bulunur.} \quad (4.137)$$

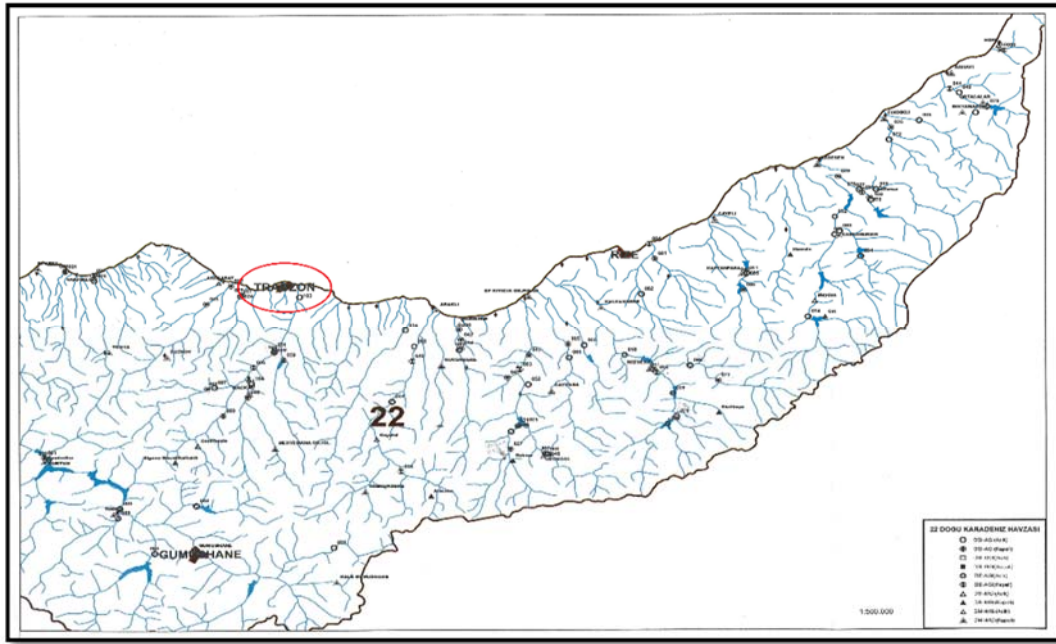
$$Z = r_s \sqrt{n-1} = 1,512 \quad (4.138)$$

Z'nin mutlak değeri seçilen  $\alpha = 0.05$  anlamlılık düzeyine karşı gelen standart normal dağılımın [Ek A]  $Z_{\alpha/2} = 1,96$  değerinden küçük olduğu için sıfır hipotezi "H<sub>0</sub>: Trend Yok" kabul edilmekte ve incelenen zaman serisinde trend olmadığı sonucuna varılmaktadır.

#### 4.2.1.3. Trabzon ilinin yağış verilerine trend analizi yöntemi uygulanması

**Havza Adı** : Doğu Karadeniz Havzası  
**Bölge Adı** : Trabzon Bölgesi  
**İstasyon No** : 17038  
**İstasyon Adı** : Trabzon  
**Rakım** : 38,83m  
**Kronolojisi** : 1949-56S.

Yukarıda istasyon bilgileri verilen Trabzon iline ait 17038 numaralı istasyonun Doğu Karadeniz Havzası haritasındaki yeri Şekil 4.33'de gösterilmiştir.



Şekil 4.33. Trabzon iline ait 17038 numaralı istasyonun hidrometri haritasındaki yeri [73].

Trabzon iline ait 17038 numaralı MGİ'nin yağış verileri DMİ'den temin edilmiş ve Tablo 4.108'de verilmiştir.

Tablo 4.108. Trabzon iline ait 17038 numaralı MGİ için yağış verileri [74].

Yıllar	Yağış Miktarı (mm)	Yıllar	Yağış Miktarı (mm)
1979	65,4250	1996	68,2417
1980	58,8000	1997	72,9917
1981	57,6500	1998	80,5667
1982	70,5417	1999	74,4833
1983	69,6083	2000	85,8833
1984	52,6667	2001	81,0083
1985	70,8000	2002	69,3750
1986	62,7333	2003	72,5167
1987	65,6500	2004	80,2250
1988	72,6083	2005	72,3667
1989	75,0750	2006	77,8250
1990	73,3000	2007	67,7833
1991	65,0750	2008	56,1417
1992	85,8917	2009	79,2333
1993	63,2250	2010	61,4500
1994	67,9833	2011	70,2750
1995	62,4667	2012	45,8800

## Mann – Kendall testi uygulanması

Tablo 4.109. Mann – Kendall testi için P ve M değerleri.

Sıra	Tarihler	Değer	$x_i < x_j$	$x_i > x_j$	P	M
1	1979	65,4250	0	0	0	0
2	1980	58,8000	0	1	0	1
3	1981	57,6500	0	2	0	3
4	1982	70,5417	3	0	3	3
5	1983	69,6083	3	1	6	4
6	1984	52,6667	0	5	6	9
7	1985	70,8000	6	0	12	9
8	1986	62,7333	3	4	15	13
9	1987	65,6500	5	3	20	16
10	1988	72,6083	9	0	29	16
11	1989	75,0750	10	0	39	16
12	1990	73,3000	10	1	49	17
13	1991	65,0750	4	8	53	25
14	1992	85,8917	13	0	66	25
15	1993	63,2250	4	10	70	35
16	1994	67,9833	8	7	78	42
17	1995	62,4667	3	13	81	55
18	1996	68,2417	10	7	91	62
19	1997	72,9917	15	3	106	65
20	1998	80,5667	18	1	124	66
21	1999	74,4833	17	3	141	69
22	2000	85,8833	20	1	161	70
23	2001	81,0083	20	2	181	72
24	2002	69,3750	11	12	192	84
25	2003	72,5167	15	9	207	93
26	2004	80,2250	21	4	228	97
27	2005	72,3667	15	11	243	108
28	2006	77,8250	22	5	265	113
29	2007	67,7833	9	19	274	132
30	2008	56,1417	1	28	275	160
31	2009	79,2333	25	5	300	165
32	2010	61,4500	4	27	304	192
33	2011	70,2750	16	16	320	208
34	2012	45,8800	0	33	320	241

$i < j$  için  $x_i < x_j$  olan çiftlerin sayısı  $P = 320$ ,  $x_i > x_j$  olan çiftlerin sayısı  $M = 241$  olarak bulunur. Test istatistiği  $S = P - M = 79$  bulunur.

Kendall Korelasyon Katsayısı

$$\tau = \frac{S}{[n(n-1)/2]} = 0,141 \quad (4.139)$$

Örnek sayısı  $n > 10$  olduğundan



$$\sigma_s = \sqrt{n(n-1)(2n+5)/18} = 4550,33 \text{ bulunur.} \quad (4.140)$$

$$Z = \left. \begin{array}{l} (S-1)/\sigma_s \quad S > 0 \\ 0 \quad S = 0 \\ (S+1)/\sigma_s \quad S < 0 \end{array} \right\} \quad (4.141)$$

$$S > 0 \text{ olduğundan } Z = (S-1)/\sigma_s = 1,156 \quad (4.142)$$

Z'nin mutlak değeri için seçilen  $\alpha = 0,05$  anlamlılık düzeyine karşı gelen standart normal dağılımın [Ek A]  $Z_{\alpha/2} = 1,96$  değerinden küçük olduğu için sıfır hipotezi "H<sub>0</sub>: Trend Yok" kabul edilmekte ve incelenen zaman serisinde trend olmadığı sonucuna varılmaktadır.

### Spearman'ın Rho testi uygulanması

Tablo 4.110. R<sub>xi</sub> değerleri.

i	R <sub>xi</sub>	i	R <sub>xi</sub>	i	R <sub>xi</sub>
1	11	13	10	25	22
2	5	14	34	26	30
3	4	15	9	27	21
4	19	16	14	28	28
5	17	17	7	29	13
6	2	18	15	30	3
7	20	19	24	31	29
8	8	20	31	32	6
9	12	21	26	33	18
10	23	22	33	34	1
11	27	23	32		
12	25	24	16		

$$r_s = 1 - 6 \frac{\sum_{i=1}^n (R_{xi} - i)^2}{(n^3 - n)} \text{ bağıntısı uygulanarak } r_s = 0,190 \text{ olarak bulunur.} \quad (4.143)$$

$$Z = r_s \sqrt{n-1} = 1,091 \quad (4.144)$$

Z'nin mutlak değeri seçilen  $\alpha = 0.05$  anlamlılık düzeyine karşı gelen standart normal dağılımın [Ek A]  $Z_{\alpha/2} = 1,96$  değerinden küçük olduğu için sıfır hipotezi "H<sub>0</sub>: Trend

Yok” kabul edilmekte ve incelenen zaman serisinde trend olmadığı sonucuna varılmaktadır.

#### 4.2.1.4. Rize ilinin yağış verilerine trend analizi yöntemi uygulanması

**Havza Adı** : Doğu Karadeniz Havzası

**Bölge Adı** : Trabzon Bölgesi

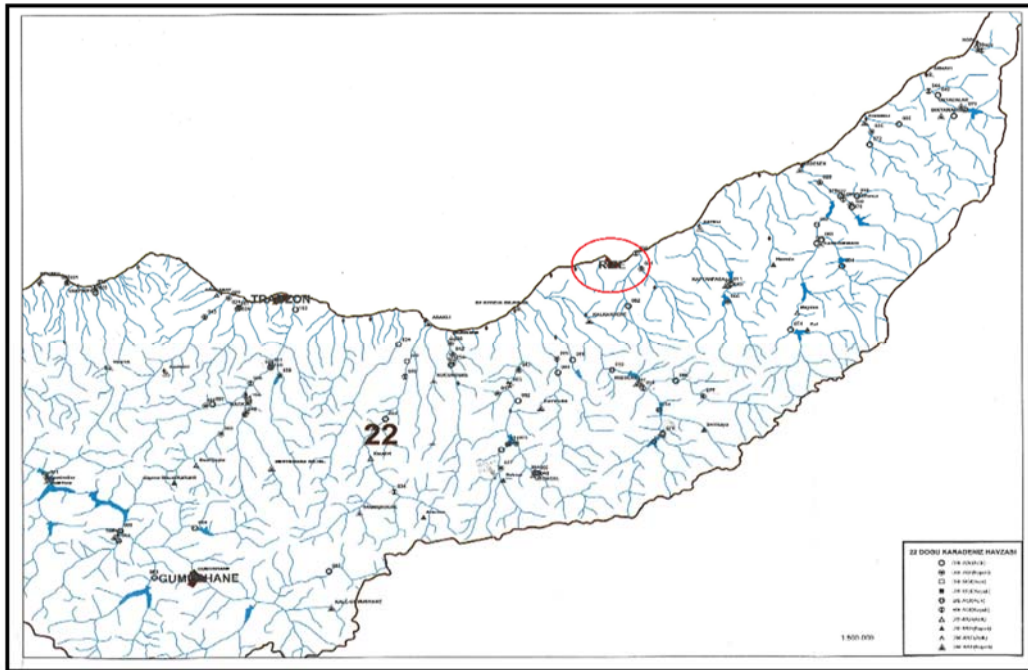
**İstasyon No** : 17040

**İstasyon Adı** : Rize

**Rakım** : 8,6m

**Kronolojisi** : 1929-29BK.95S.

Yukarıda istasyon bilgileri verilen Rize iline ait 17040 numaralı istasyonun Doğu Karadeniz Havzası haritasındaki yeri Şekil 4.34’de gösterilmiştir.



Şekil 4.34. Rize iline ait 17040 numaralı istasyonun hidrometri haritasındaki yeri [73].

Rize iline ait 17040 numaralı MGİ'nin yağış verileri DMI'den temin edilmiş ve Tablo 4.111'de verilmiştir.

Tablo 4.111. Rize iline ait 17040 numaralı MGİ için yağış verileri [74].

Yıllar	Yağış Miktarı (mm)	Yıllar	Yağış Miktarı (mm)
1979	183,1750	1996	182,8750
1980	187,1750	1997	220,0333
1981	171,4583	1998	177,3833
1982	169,1500	1999	183,1500
1983	180,2917	2000	189,0500
1984	141,1667	2001	217,5167
1985	211,5333	2002	172,6833
1986	170,7833	2003	184,0417
1987	190,6917	2004	214,1333
1988	224,8250	2005	216,6167
1989	180,2917	2006	199,6750
1990	180,5583	2007	207,6000
1991	193,6833	2008	181,0750
1992	196,2667	2009	189,8417
1993	163,9917	2010	204,6167
1994	186,4750	2011	226,1583
1995	169,8500	2012	170,9833

### Mann – Kendall testi uygulanması

Tablo 4.112. Mann – Kendall testi için P ve M değerleri.

Sıra	Tarihler	Değer	$x_i < x_j$	$x_i > x_j$	P	M
1	1979	183,1750	0	0	0	0
2	1980	187,1750	1	0	1	0
3	1981	171,4583	0	2	1	2
4	1982	169,1500	0	3	1	5
5	1983	180,2917	2	2	3	7
6	1984	141,1667	0	5	3	12
7	1985	211,5333	6	0	9	12
8	1986	170,7833	2	5	11	17
9	1987	190,6917	7	1	18	18
10	1988	224,8250	9	0	27	18
11	1989	180,2917	4	5	31	23
12	1990	180,5583	6	5	37	28
13	1991	193,6833	10	2	47	30
14	1992	196,2667	11	2	58	32
15	1993	163,9917	1	13	59	45
16	1994	186,4750	9	6	68	51
17	1995	169,8500	3	13	71	64
18	1996	182,8750	9	8	80	72
19	1997	220,0333	17	1	97	73
20	1998	177,3833	6	13	103	86
21	1999	183,1500	11	9	114	95
22	2000	189,0500	15	6	129	101
23	2001	217,5167	20	2	149	103
24	2002	172,6833	6	17	155	120
25	2003	184,0417	14	10	169	130
26	2004	214,1333	22	3	191	133
27	2005	216,6167	23	3	214	136
28	2006	199,6750	21	6	235	142
29	2007	207,6000	22	6	257	148
30	2008	181,0750	11	18	268	166

Tablo 4.113. Mann – Kendall testi için P ve M değerleri.(Devamı)

31	2009	189,8417	19	11	287	177
32	2010	204,6167	24	7	311	184
33	2011	226,1583	32	0	343	184
34	2012	170,9833	5	28	348	212

$i < j$  için  $x_i < x_j$  olan çiftlerin sayısı  $P = 348$ ,  $x_i > x_j$  olan çiftlerin sayısı  $M = 212$  olarak bulunur. Test istatistiği  $S = P - M = 136$  bulunur.

Kendall Korelasyon Katsayısı

$$\tau = \frac{S}{[n(n-1)/2]} = 0,242 \quad (4.145)$$

Örnek sayısı  $n > 10$  olduğundan

$$\sigma_s = \sqrt{n(n-1)(2n+5)/18} = 4550,33 \text{ bulunur.} \quad (4.146)$$

$$Z = \left. \begin{array}{ll} (S-1)/\sigma_s & S > 0 \\ 0 & S = 0 \\ (S+1)/\sigma_s & S < 0 \end{array} \right\} \quad (4.147)$$

$$S > 0 \text{ olduğundan } Z = (S - 1) / \sigma_s = 2,001 \quad (4.148)$$

$Z$ 'nin mutlak değeri için seçilen  $\alpha = 0,05$  anlamlılık düzeyine karşı gelen standart normal dağılımın [Ek A]  $Z_{\alpha/2} = 1,96$  değerinden büyük olduğu için sıfır hipotezi “  $H_0$ : Trend Yok” reddedilmekte  $Z > 0$  olduğundan dolayı da incelenen zaman serisinde artan yönde trend olduğu sonucuna varılmaktadır.

**Spearman’ın Rho testi uygulanması**

Tablo 4.114.  $R_{xi}$  değerleri.

i	$R_{xi}$	i	$R_{xi}$	i	$R_{xi}$
1	16	13	23	25	17
2	19	14	24	26	29
3	7	15	2	27	30

Tablo 4.115. R<sub>xi</sub> değerleri.(Devamı)

4	3	16	18	28	25
5	10	17	4	29	27
6	1	18	14	30	13
7	28	19	32	31	21
8	5	20	9	32	26
9	22	21	15	33	34
10	33	22	20	34	6
11	10	23	31		
12	12	24	8		

$$r_s = 1 - 6 \frac{\sum_{i=1}^n (R_{xi} - i)^2}{(n^3 - n)} \text{ bağıntısı uygulanarak } r_s = 0,352 \text{ olarak bulunur.} \quad (4.149)$$

$$Z = r_s \sqrt{n-1} = 2,020 \quad (4.150)$$

Z'nin mutlak değeri seçilen  $\alpha = 0.05$  anlamlılık düzeyine karşı gelen standart normal dağılımın [Ek A]  $Z_{\alpha/2} = 1,96$  değerinden büyük olduğu için sıfır hipotezi “ Ho: Trend Yok” reddedilmekte  $Z > 0$  olduğundan dolayı da incelenen zaman serisinde artan yönde trend olduğu sonucuna varılmaktadır.

### Mann – Kendall mertebe korelasyon testi uygulanması

Tablo 4.116. u(t) fonksiyonunun hesabı.

Sıra	Tarihler	Değer	n	t	Var(t)	E(t)	u(t)
1	1979	183,1750	0	0	0,00	0,00	0,00
2	1980	187,1750	1	1	0,25	0,50	1,00
3	1981	171,4583	0	1	0,92	1,50	-0,52
4	1982	169,1500	0	1	2,17	3,00	-1,36
5	1983	180,2917	2	3	4,17	5,00	-0,98
6	1984	141,1667	0	3	7,08	7,50	-1,69
7	1985	211,5333	6	9	11,08	10,50	-0,45
8	1986	170,7833	2	11	16,33	14,00	-0,74
9	1987	190,6917	7	18	23,00	18,00	0,00
10	1988	224,8250	9	27	31,25	22,50	0,80
11	1989	180,2917	4	31	41,25	27,50	0,54
12	1990	180,5583	6	37	53,17	33,00	0,55
13	1991	193,6833	10	47	67,17	39,00	0,98
14	1992	196,2667	11	58	83,42	45,50	1,37
15	1993	163,9917	1	59	102,08	52,50	0,64
16	1994	186,4750	9	68	123,33	60,00	0,72
17	1995	169,8500	3	71	147,33	68,00	0,25
18	1996	182,8750	9	80	174,25	76,50	0,27
19	1997	220,0333	17	97	204,25	85,50	0,80

Tablo 4.117.  $u(t)$  fonksiyonunun hesabı.(Devamı)

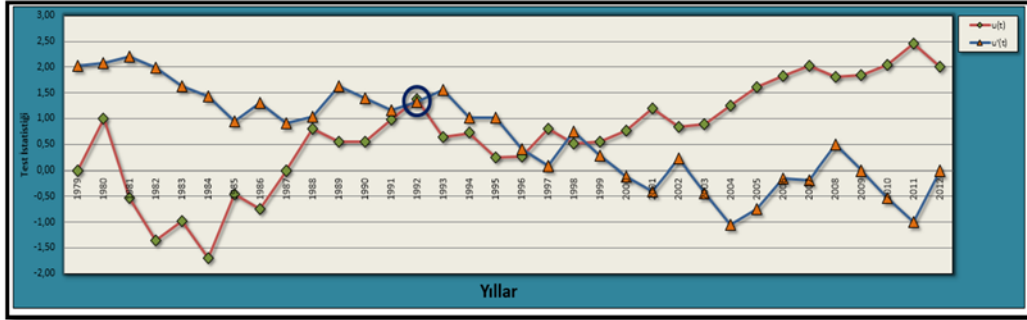
20	1998	177,3833	6	103	237,50	95,00	0,52
21	1999	183,1500	11	114	274,17	105,00	0,54
22	2000	189,0500	15	129	314,42	115,50	0,76
23	2001	217,5167	20	149	358,42	126,50	1,19
24	2002	172,6833	6	155	406,33	138,00	0,84
25	2003	184,0417	14	169	458,33	150,00	0,89
26	2004	214,1333	22	191	514,58	162,50	1,26
27	2005	216,6167	23	214	575,25	175,50	1,61
28	2006	199,6750	21	235	640,50	189,00	1,82
29	2007	207,6000	22	257	710,50	203,00	2,03
30	2008	181,0750	11	268	785,42	217,50	1,80
31	2009	189,8417	19	287	865,42	232,50	1,85
32	2010	204,6167	24	311	950,67	248,00	2,04
33	2011	226,1583	32	343	1041,33	264,00	2,45
34	2012	170,9833	5	348	1137,58	280,50	2,00

Yukarıda bulunan değerleri tersten sıralayarak aynı işlem tekrar yapılır;

Tablo 4.118.  $u'(t)$  fonksiyonunun hesabı.

Sıra	Tarihler	Değer	n	t	Var(t)	E(t)	u(t)
34	2012	170,9833	0	0	0,00	0,00	0,00
33	2011	226,1583	1	1	0,25	0,50	-1,00
32	2010	204,6167	1	2	0,92	1,50	-0,52
31	2009	189,8417	1	3	2,17	3,00	0,00
30	2008	181,0750	1	4	4,17	5,00	0,49
29	2007	207,6000	4	8	7,08	7,50	-0,19
28	2006	199,6750	3	11	11,08	10,50	-0,15
27	2005	216,6167	6	17	16,33	14,00	-0,74
26	2004	214,1333	6	23	23,00	18,00	-1,04
25	2003	184,0417	2	25	31,25	22,50	-0,45
24	2002	172,6833	1	26	41,25	27,50	0,23
23	2001	217,5167	10	36	53,17	33,00	-0,41
22	2000	189,0500	4	40	67,17	39,00	-0,12
21	1999	183,1500	3	43	83,42	45,50	0,27
20	1998	177,3833	2	45	102,08	52,50	0,74
19	1997	220,0333	14	59	123,33	60,00	0,09
18	1996	182,8750	4	63	147,33	68,00	0,41
17	1995	169,8500	0	63	174,25	76,50	1,02
16	1994	186,4750	8	71	204,25	85,50	1,01
15	1993	163,9917	0	71	237,50	95,00	1,56
14	1992	196,2667	12	83	274,17	105,00	1,33
13	1991	193,6833	12	95	314,42	115,50	1,16
12	1990	180,5583	5	100	358,42	126,50	1,40
11	1989	180,2917	5	105	406,33	138,00	1,64
10	1988	224,8250	23	128	458,33	150,00	1,03
9	1987	190,6917	14	142	514,58	162,50	0,90
8	1986	170,7833	2	144	575,25	175,50	1,31
7	1985	211,5333	21	165	640,50	189,00	0,95
6	1984	141,1667	0	165	710,50	203,00	1,43
5	1983	180,2917	7	172	785,42	217,50	1,62
4	1982	169,1500	2	174	865,42	232,50	1,99
3	1981	171,4583	6	180	950,67	248,00	2,21
2	1980	187,1750	17	197	1041,33	264,00	2,08
1	1979	183,1750	15	212	1137,58	280,50	2,03

elde edilen  $u(t)$  (Tablo 4.116 ve Tablo 4.117)) ve  $u'(t)$  (Tablo 4.118) test istatistiklerinin grafiksel olarak gösterilmesi sonucunda verilerin 1992 yılında çakıştıkları Şekil 4.35’de görülür ve trend başlangıç yılı olarak alınır.

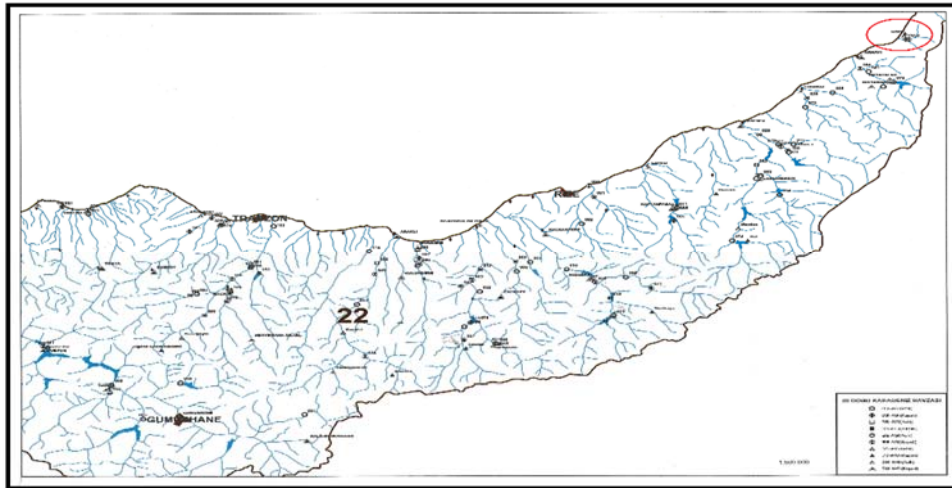


Şekil 4.35. Rize ilinin yağış verilerinin  $u(t) - u'(t)$  grafiği.

#### 4.2.1.5. Hopa ilçesinin yağış verilerine trend analizi yöntemi uygulanması

- Havza Adı** : Doğu Karadeniz Havzası  
**Bölge Adı** : Trabzon Bölgesi  
**İstasyon No** : 17042  
**İstasyon Adı** : Hopa  
**Rakım** : 32,56m  
**Kronolojisi** : 1938-54,61-62BK.62S.62D.

Yukarıda istasyon bilgileri verilen Hopa ilçesine ait 17042 numaralı istasyonun Doğu Karadeniz Havzası haritasındaki yeri Şekil 4.36’da gösterilmiştir.



Şekil 4.36. Hopa ilçesine ait 17042 numaralı istasyonun hidrometri haritasındaki yeri [73].

Hopa ilçesine ait 17042 numaralı MGİ'nin yağış verileri DMİ'den temin edilmiş ve Tablo 4.119'da verilmiştir.

Tablo 4.119. Hopa ilçesine ait 17042 numaralı MGİ için yağış verileri [74].

Yıllar	Yağış Miktarı (mm)	Yıllar	Yağış Miktarı (mm)
1979	191,533	1996	156,833
1980	177,608	1997	212,158
1981	180,292	1998	162,467
1982	161,775	1999	195,150
1983	195,067	2000	170,558
1984	140,442	2001	232,542
1985	206,192	2002	181,642
1986	185,933	2003	172,625
1987	200,258	2004	211,558
1988	277,683	2005	192,708
1989	181,917	2006	171,008
1990	167,658	2007	249,908
1991	162,467	2008	171,792
1992	217,050	2009	199,133
1993	186,725	2010	163,950
1994	175,625	2011	211,033
1995	160,783	2012	213,964

### Mann – Kendall testi uygulanması

Tablo 4.120. Mann – Kendall testi için P ve M değerleri.

Sıra	Tarihler	Değer	$x_i < x_j$	$x_i > x_j$	P	M
1	1979	191,533	0	0	0	0
2	1980	177,608	0	1	0	1
3	1981	180,292	1	1	1	2
4	1982	161,775	0	3	1	5
5	1983	195,067	4	0	5	5
6	1984	140,442	0	5	5	10
7	1985	206,192	6	0	11	10
8	1986	185,933	4	3	15	13
9	1987	200,258	7	1	22	14
10	1988	277,683	9	0	31	14
11	1989	181,917	4	6	35	20
12	1990	167,658	2	9	37	29
13	1991	162,467	2	10	39	39
14	1992	217,050	12	1	51	40
15	1993	186,725	8	6	59	46
16	1994	175,625	4	11	63	57
17	1995	160,783	1	15	64	72
18	1996	156,833	1	16	65	88
19	1997	212,158	16	2	81	90
20	1998	162,467	4	14	85	104
21	1999	195,150	15	5	100	109
22	2000	170,558	7	14	107	123
23	2001	232,542	21	1	128	124
24	2002	181,642	11	12	139	136



Tablo 4.121. Mann – Kendall testi için P ve M değerleri.(Devamı)

25	2003	172,625	8	16	147	152
26	2004	211,558	21	4	168	156
27	2005	192,708	17	9	185	165
28	2006	171,008	8	19	193	184
29	2007	249,908	27	1	220	185
30	2008	171,792	9	20	229	205
31	2009	199,133	22	8	251	213
32	2010	163,950	6	25	257	238
33	2011	211,033	26	6	283	244
34	2012	213,964	29	4	312	248

$i < j$  için  $x_i < x_j$  olan çiftlerin sayısı  $P = 312$ ,  $x_i > x_j$  olan çiftlerin sayısı  $M = 248$  olarak bulunur. Test istatistiği  $S = P - M = 64$  bulunur.

Kendall Korelasyon Katsayısı

$$\tau = \frac{S}{[n(n-1)/2]} = 0,114 \quad (4.151)$$

Örnek sayısı  $n > 10$  olduğundan

$$\sigma_s = \sqrt{n(n-1)(2n+5)/18} = 4550,33 \text{ bulunur.} \quad (4.152)$$

$$Z = \left. \begin{array}{l} (S-1)/\sigma_s \quad S > 0 \\ 0 \quad S = 0 \\ (S+1)/\sigma_s \quad S < 0 \end{array} \right\} \quad (4.153)$$

$$S > 0 \text{ olduğundan } Z = (S-1)/\sigma_s = 0,934 \quad (4.154)$$

$Z$ 'nin mutlak değeri için seçilen  $\alpha = 0,05$  anlamlılık düzeyine karşı gelen standart normal dağılımın [Ek A]  $Z_{\alpha/2} = 1,96$  değerinden küçük olduğu için sıfır hipotezi "Ho: Trend Yok" kabul edilmekte ve incelenen zaman serisinde trend olmadığı sonucuna varılmaktadır.

## Spearman'ın Rho testi uygulanması

Tablo 4.122.  $R_{xi}$  değerleri.

i	$R_{xi}$	i	$R_{xi}$	i	$R_{xi}$
1	20	13	5	25	12
2	14	14	31	26	28
3	15	15	19	27	21
4	4	16	13	28	10
5	22	17	3	29	33
6	1	18	2	30	11
7	26	19	29	31	24
8	18	20	5	32	7
9	25	21	23	33	27
10	34	22	9	34	30
11	17	23	32		
12	8	24	16		

$$r_s = 1 - 6 \frac{\sum_{i=1}^n (R_{xi} - i)^2}{(n^3 - n)} \text{ bağıntısı uygulanarak } r_s = 0,172 \text{ olarak bulunur.} \quad (4.155)$$

$$Z = r_s \sqrt{n-1} = 0,990 \quad (4.156)$$

Z'nin mutlak değeri seçilen  $\alpha = 0.05$  anlamlılık düzeyine karşı gelen standart normal dağılımın [Ek A]  $Z_{\alpha/2} = 1,96$  değerinden küçük olduğu için sıfır hipotezi "Ho: Trend Yok" kabul edilmekte ve incelenen zaman serisinde trend olmadığı sonucuna varılmaktadır.

### 4.2.1.6. Gümüşhane ilinin yağış verilerine trend analizi yöntemi uygulanması

**Havza Adı** : Doğu Karadeniz Havzası

**Bölge Adı** : Karadeniz Bölgesi

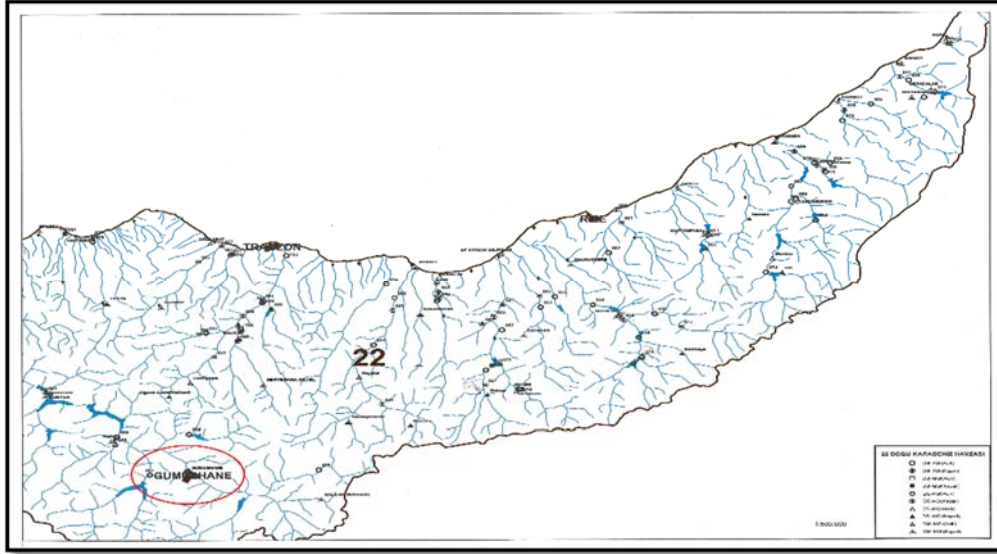
**İstasyon No** : 17088

**İstasyon Adı** : Gümüşhane

**Rakım** : 1219m

**Kronolojisi** : 1929,31-56,58-64BK.82S.

Yukarıda istasyon bilgileri verilen Gümüşhane iline ait 17088 numaralı istasyonun Doğu Karadeniz Havzası haritasındaki yeri Şekil 4.37’de gösterilmiştir.



Şekil 4.37. Gümüşhane iline ait 17088 numaralı istasyonun hidrometri haritasındaki yeri [73].

Gümüşhane iline ait 17088 numaralı MGİ'nin yağış verileri DMİ'den temin edilmiş ve Tablo 4.123'de verilmiştir.

Tablo 4.123. Gümüşhane iline ait 17088 numaralı MGİ için yağış verileri [74].

Yıllar	Yağış Miktarı (mm)	Yıllar	Yağış Miktarı (mm)
1979	45,8417	1996	33,9333
1980	30,9333	1997	34,1000
1981	36,4083	1998	44,2250
1982	31,5333	1999	43,8000
1983	43,5583	2000	33,3636
1984	30,2250	2001	31,8750
1985	44,8333	2002	40,2833
1986	36,9583	2003	38,4818
1987	46,6333	2004	39,1167
1988	54,2500	2005	50,6917
1989	35,3250	2006	48,9000
1990	48,0909	2007	41,1583
1991	36,6083	2008	30,1333
1992	38,8333	2009	55,7909
1993	31,9250	2010	43,5636
1994	25,9167	2011	36,5750
1995	42,6833	2012	47,0667

## Mann – Kendall testi uygulanması

Tablo 4.124. Mann – Kendall testi için P ve M değerleri.

Sıra	Tarihler	Değer	$x_i < x_j$	$x_i > x_j$	P	M
1	1979	45,8417	0	0	0	0
2	1980	30,9333	0	1	0	1
3	1981	36,4083	1	1	1	2
4	1982	31,5333	1	2	2	4
5	1983	43,5583	3	1	5	5
6	1984	30,2250	0	5	5	10
7	1985	44,8333	5	1	10	11
8	1986	36,9583	4	3	14	14
9	1987	46,6333	8	0	22	14
10	1988	54,2500	9	0	31	14
11	1989	35,3250	3	7	34	21
12	1990	48,0909	10	1	44	22
13	1991	36,6083	5	7	49	29
14	1992	38,8333	7	6	56	35
15	1993	31,9250	3	11	59	46
16	1994	25,9167	0	15	59	61
17	1995	42,6833	10	6	69	67
18	1996	33,9333	5	12	74	79
19	1997	34,1000	6	12	80	91
20	1998	44,2250	14	5	94	96
21	1999	43,8000	14	6	108	102
22	2000	33,3636	5	16	113	118
23	2001	31,8750	4	18	117	136
24	2002	40,2833	14	9	131	145
25	2003	38,4818	13	11	144	156
26	2004	39,1167	15	10	159	166
27	2005	50,6917	25	1	184	167
28	2006	48,9000	25	2	209	169
29	2007	41,1583	17	11	226	180
30	2008	30,1333	1	28	227	208
31	2009	55,7909	30	0	257	208
32	2010	43,5636	21	10	278	218
33	2011	36,5750	12	20	290	238
34	2012	47,0667	28	5	318	243

$i < j$  için  $x_i < x_j$  olan çiftlerin sayısı  $P = 318$ ,  $x_i > x_j$  olan çiftlerin sayısı  $M = 243$  olarak bulunur. Test istatistiği  $S = P - M = 75$  bulunur.

Kendall Korelasyon Katsayısı

$$\tau = \frac{S}{[n(n-1)/2]} = 0,134 \quad (4.157)$$

Örnek sayısı  $n > 10$  olduğundan

$$\sigma_s = \sqrt{n(n-1)(2n+5)/18} = 4550,33 \text{ bulunur.} \quad (4.157)$$

$$Z = \left. \begin{array}{l} (S-1)/\sigma_s \quad S > 0 \\ 0 \quad S = 0 \\ (S+1)/\sigma_s \quad S < 0 \end{array} \right\} \quad (4.159)$$

$$S > 0 \text{ olduğundan } Z = (S-1)/\sigma_s = 1,097 \quad (4.160)$$

Z'nin mutlak değeri için seçilen  $\alpha = 0,05$  anlamlılık düzeyine karşı gelen standart normal dağılımın [Ek A]  $Z_{\alpha/2} = 1,96$  değerinden küçük olduğu için sıfır hipotezi "Ho: Trend Yok" kabul edilmekte ve incelenen zaman serisinde trend olmadığı sonucuna varılmaktadır.

### Spearman'ın Rho testi uygulanması

Tablo 4.125.  $R_{xi}$  değerleri.

i	$R_{xi}$	i	$R_{xi}$	i	$R_{xi}$
1	27	13	14	25	16
2	4	14	17	26	18
3	12	15	7	27	32
4	5	16	1	28	31
5	22	17	21	29	20
6	3	18	9	30	2
7	26	19	10	31	34
8	15	20	25	32	23
9	28	21	24	33	13
10	33	22	8	34	29
11	11	23	6		
12	30	24	19		

$$r_s = 1 - 6 \frac{\sum_{i=1}^n (R_{xi} - i)^2}{(n^3 - n)} \text{ bağıntısı uygulanarak } r_s = 0,196 \text{ olarak bulunur.} \quad (4.161)$$

$$Z = r_s \sqrt{n-1} = 1,124 \quad (4.162)$$

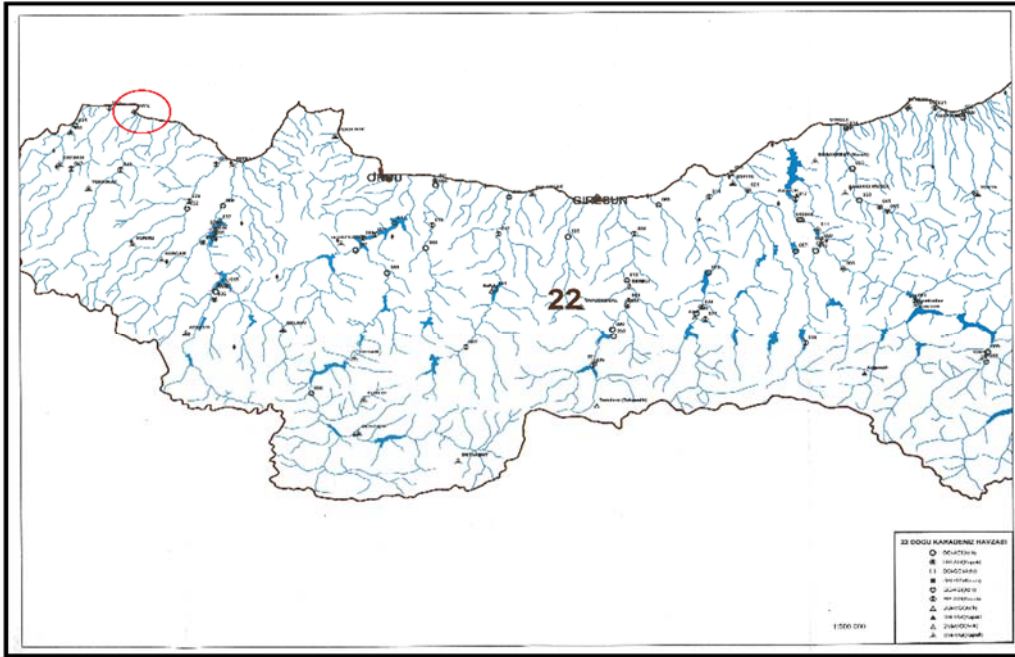
Z'nin mutlak değeri seçilen  $\alpha = 0.05$  anlamlılık düzeyine karşı gelen standart normal dağılımın [Ek A]  $Z_{\alpha/2} = 1,96$  değerinden küçük olduğu için sıfır hipotezi "Ho: Trend

Yok” kabul edilmekte ve incelenen zaman serisinde trend olmadığı sonucuna varılmaktadır.

#### 4.2.1.7. Ünye ilçesinin yağış verilerine trend analizi yöntemi uygulanması

<b>Havza Adı</b>	: Doğu Karadeniz Havzası
<b>Bölge Adı</b>	: Samsun Bölgesi
<b>İstasyon No</b>	: 17624
<b>İstasyon Adı</b>	: Ünye
<b>Rakım</b>	: 20,00m
<b>Kronolojisi</b>	: 1954-64BK.

Yukarıda istasyon bilgileri verilen Ünye ilçesine ait 17624 numaralı istasyonun Doğu Karadeniz Havzası haritasındaki yeri Şekil 4.38’de gösterilmiştir.



Şekil 4.38. Ünye ilçesine ait 17624 numaralı istasyonun hidrometri haritasındaki yeri [73].

Ünye ilçesine ait 17624 numaralı MGI'nin yağış verileri DMI'den temin edilmiş ve Tablo 4.126'da verilmiştir.

Tablo 4.126. Ünye ilçesine ait 17624 numaralı MGİ için yağış verileri [74].

Yıllar	Yağış Miktarı (mm)	Yıllar	Yağış Miktarı (mm)
1980	122,1000	1996	96,97500
1981	106,0667	1997	93,89167
1982	81,58333	1998	89,75833
1983	91,68333	1999	114,5750
1984	86,53333	2000	101,0667
1985	75,55000	2001	105,9250
1986	82,19167	2002	85,10000
1987	102,0417	2003	98,75000
1988	113,3583	2004	106,1500
1989	88,53333	2005	95,78333
1990	84,15833	2006	110,9500
1991	103,7500	2007	101,9417
1992	107,2583	2008	91,49167
1993	86,77500	2009	127,7333
1994	105,0417	2010	107,1583
1995	83,50833	2011	103,9091

### Mann – Kendall testi uygulanması

Tablo 4.127. Mann – Kendall testi için P ve M değerleri.

Sıra	Tarihler	Değer	$x_i < x_j$	$x_i > x_j$	P	M
1	1980	122,1000	0	0	0	0
2	1981	106,0667	0	1	0	1
3	1982	81,58333	0	2	0	3
4	1983	91,68333	1	2	1	5
5	1984	86,53333	1	3	2	8
6	1985	75,55000	0	5	2	13
7	1986	82,19167	2	4	4	17
8	1987	102,0417	5	2	9	19
9	1988	113,3583	7	1	16	20
10	1989	88,53333	4	5	20	25
11	1990	84,15833	3	7	23	32
12	1991	103,7500	8	3	31	35
13	1992	107,2583	10	2	41	37
14	1993	86,77500	5	8	46	45
15	1994	105,0417	10	4	56	49
16	1995	83,50833	3	12	59	61
17	1996	96,97500	9	7	68	68
18	1997	93,89167	9	8	77	76
19	1998	89,75833	8	10	85	86
20	1999	114,5750	18	1	103	87
21	2000	101,0667	12	8	115	95
22	2001	105,9250	16	5	131	100
23	2002	85,10000	5	17	136	117
24	2003	98,75000	13	10	149	127
25	2004	106,1500	20	4	169	131
26	2005	95,78333	12	13	181	144
27	2006	110,9500	23	3	204	147
28	2007	101,9417	16	11	220	158
29	2008	91,49167	10	18	230	176
30	2009	127,7333	29	0	259	176
31	2010	107,1583	24	6	283	182
32	2011	103,9091	20	11	303	193

$i < j$  için  $x_i < x_j$  olan çiftlerin sayısı  $P = 303$ ,  $x_i > x_j$  olan çiftlerin sayısı  $M = 193$  olarak bulunur. Test istatistiği  $S = P - M = 110$  bulunur.

Kendall Korelasyon Katsayısı

$$\tau = \frac{S}{[n(n-1)/2]} = 0,222 \quad (4.163)$$

Örnek sayısı  $n > 10$  olduğundan

$$\sigma_s = \sqrt{n(n-1)(2n+5)/18} = 3802,67 \text{ bulunur.} \quad (4.164)$$

$$Z = \left. \begin{array}{l} (S-1)/\sigma_s \quad S > 0 \\ 0 \quad S = 0 \\ (S+1)/\sigma_s \quad S < 0 \end{array} \right\} \quad (4.165)$$

$$S > 0 \text{ olduğundan } Z = (S-1)/\sigma_s = 1,768 \quad (4.166)$$

$Z$ 'nin mutlak değeri için seçilen  $\alpha = 0,05$  anlamlılık düzeyine karşı gelen standart normal dağılımın [Ek A]  $Z_{\alpha/2} = 1,96$  değerinden küçük olduğu için sıfır hipotezi "H<sub>0</sub>: Trend Yok" kabul edilmekte ve incelenen zaman serisinde trend olmadığı sonucuna varılmaktadır.

### Spearman'ın Rho testi uygulanması

Tablo 4.128.  $R_{xi}$  değerleri.

i	$R_{xi}$	i	$R_{xi}$	i	$R_{xi}$
1	31	12	20	23	6
2	24	13	27	24	16
3	2	14	8	25	25
4	12	15	22	26	14
5	7	16	4	27	28
6	1	17	15	28	18
7	3	18	13	29	11
8	19	19	10	30	32
9	29	20	30	31	26
10	9	21	17	32	21
11	5	22	23		



$$r_s = 1 - 6 \frac{\sum_{i=1}^n (R_{xi} - i)^2}{(n^3 - n)} \text{ bağıntısı uygulanarak } r_s = 0,296 \text{ olarak bulunur.} \quad (4.167)$$

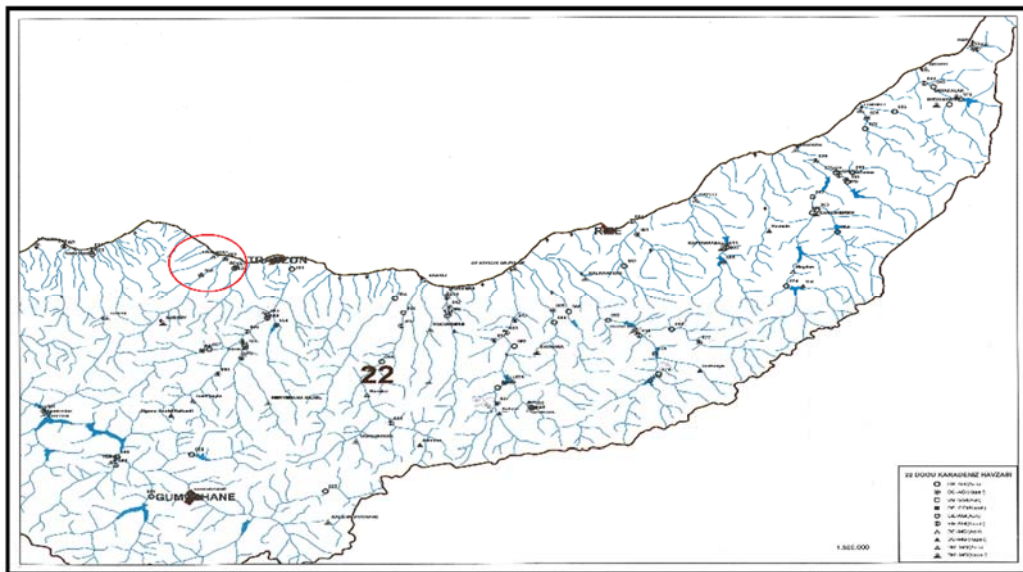
$$Z = r_s \sqrt{n-1} = 1,649 \quad (4.168)$$

Z'nin mutlak değeri seçilen  $\alpha = 0.05$  anlamlılık düzeyine karşı gelen standart normal dağılımın [Ek A]  $Z_{\alpha/2} = 1,96$  değerinden küçük olduğu için sıfır hipotezi "Ho: Trend Yok" kabul edilmekte ve incelenen zaman serisinde trend olmadığı sonucuna varılmaktadır.

#### 4.2.1.8. Akçaabat ilçesinin yağış verilerine trend analizi yöntemi uygulanması

- Havza Adı** : Doğu Karadeniz Havzası  
**Bölge Adı** : Trabzon Bölgesi  
**İstasyon No** : 17626  
**İstasyon Adı** : Akçaabat  
**Rakım** : 6,00m  
**Kronolojisi** : 1950-54,63-63BK.

Yukarıda istasyon bilgileri verilen Akçaabat ilçesine ait 17626 numaralı istasyonun Doğu Karadeniz Havzası haritasındaki yeri Şekil 4.39'da gösterilmiştir.



Şekil 4.39. Akçaabat ilçesine ait 17626 numaralı istasyonun hidrometri haritasındaki yeri [73].

Akçaabat ilçesine ait 17626 numaralı MGİ'nin yağış verileri DMİ'den temin edilmiş ve Tablo 4.129'da verilmiştir.

Tablo 4.129. Akçaabat ilçesine ait 17626 numaralı MGİ için yağış verileri [74].

Yıllar	Yağış Miktarı (mm)	Yıllar	Yağış Miktarı (mm)
1979	51,15000	1996	58,07500
1980	59,73333	1997	57,98333
1981	53,59167	1998	72,86667
1982	57,97500	1999	62,09167
1983	66,25000	2000	58,18333
1984	57,41667	2001	65,65000
1985	65,87500	2002	54,12500
1986	55,34167	2003	56,21667
1987	60,40833	2004	68,20000
1988	72,49167	2005	62,67500
1989	84,78333	2006	69,99167
1990	61,31667	2007	61,96667
1991	51,69167	2008	48,02500
1992	69,04167	2009	64,98333
1993	63,60833	2010	49,70833
1994	57,57500	2011	65,30000
1995	52,50833		

### Mann – Kendall testi uygulanması

Tablo 4.130. Mann – Kendall testi için P ve M değerleri.

Sıra	Tarihler	Değer	$x_i < x_j$	$x_i > x_j$	P	M
1	1979	51,15000	0	0	0	0
2	1980	59,73333	1	0	1	0
3	1981	53,59167	1	1	2	1
4	1982	57,97500	2	1	4	2
5	1983	66,25000	4	0	8	2
6	1984	57,41667	2	3	10	5
7	1985	65,87500	5	1	15	6
8	1986	55,34167	2	5	17	11
9	1987	60,40833	6	2	23	13
10	1988	72,49167	9	0	32	13
11	1989	84,78333	10	0	42	13
12	1990	61,31667	7	4	49	17
13	1991	51,69167	1	11	50	28
14	1992	69,04167	11	2	61	30
15	1993	63,60833	9	5	70	35
16	1994	57,57500	5	10	75	45
17	1995	52,50833	2	14	77	59
18	1996	58,07500	8	9	85	68
19	1997	57,98333	8	10	93	78
20	1998	72,86667	18	1	111	79
21	1999	62,09167	13	7	124	86
22	2000	58,18333	10	11	134	97
23	2001	65,65000	16	6	150	103
24	2002	54,12500	4	19	154	122

Tablo 4.131. Mann – Kendall testi için P ve M değerleri.(Devamı)

25	2003	56,21667	6	18	160	140
26	2004	68,20000	21	4	181	144
27	2005	62,67500	17	9	198	153
28	2006	69,99167	24	3	222	156
29	2007	61,96667	16	12	238	168
30	2008	48,02500	0	29	238	197
31	2009	64,98333	21	9	259	206
32	2010	49,70833	1	30	260	236
33	2011	65,30000	23	9	283	245

$i < j$  için  $x_i < x_j$  olan çiftlerin sayısı  $P = 222$ ,  $x_i > x_j$  olan çiftlerin sayısı  $M = 156$  olarak bulunur. Test istatistiği  $S = P - M = 66$  bulunur.

Kendall Korelasyon Katsayısı

$$\tau = \frac{S}{[n(n-1)/2]} = 0,072 \quad (4.169)$$

Örnek sayısı  $n > 10$  olduğundan

$$\sigma_s = \sqrt{n(n-1)(2n+5)/18} = 4165,33 \text{ bulunur.} \quad (4.170)$$

$$Z = \left. \begin{array}{ll} (S-1)/\sigma_s & S > 0 \\ 0 & S = 0 \\ (S+1)/\sigma_s & S < 0 \end{array} \right\} \quad (4.171)$$

$$S > 0 \text{ olduğundan } Z = (S-1)/\sigma_s = 0,573 \quad (4.172)$$

$Z$ 'nin mutlak değeri için seçilen  $\alpha = 0,05$  anlamlılık düzeyine karşı gelen standart normal dağılımın [Ek A]  $Z_{\alpha/2} = 1,96$  değerinden küçük olduğu için sıfır hipotezi “ $H_0$ : Trend Yok” kabul edilmekte ve incelenen zaman serisinde trend olmadığı sonucuna varılmaktadır.

## Spearman'ın Rho testi uygulanması

Tablo 4.132.  $R_{xi}$  değerleri.

i	$R_{xi}$	i	$R_{xi}$	i	$R_{xi}$
1	3	12	18	23	25
2	16	13	4	24	7
3	6	14	29	25	9
4	12	15	22	26	28
5	27	16	11	27	21
6	10	17	5	28	30
7	26	18	14	29	19
8	8	19	13	30	1
9	17	20	32	31	23
10	31	21	20	32	2
11	33	22	15	33	24

$$r_s = 1 - 6 \frac{\sum_{i=1}^n (R_{xi} - i)^2}{(n^3 - n)} \text{ bağıntısı uygulanarak } r_s = 0,080 \text{ olarak bulunur.} \quad (4.173)$$

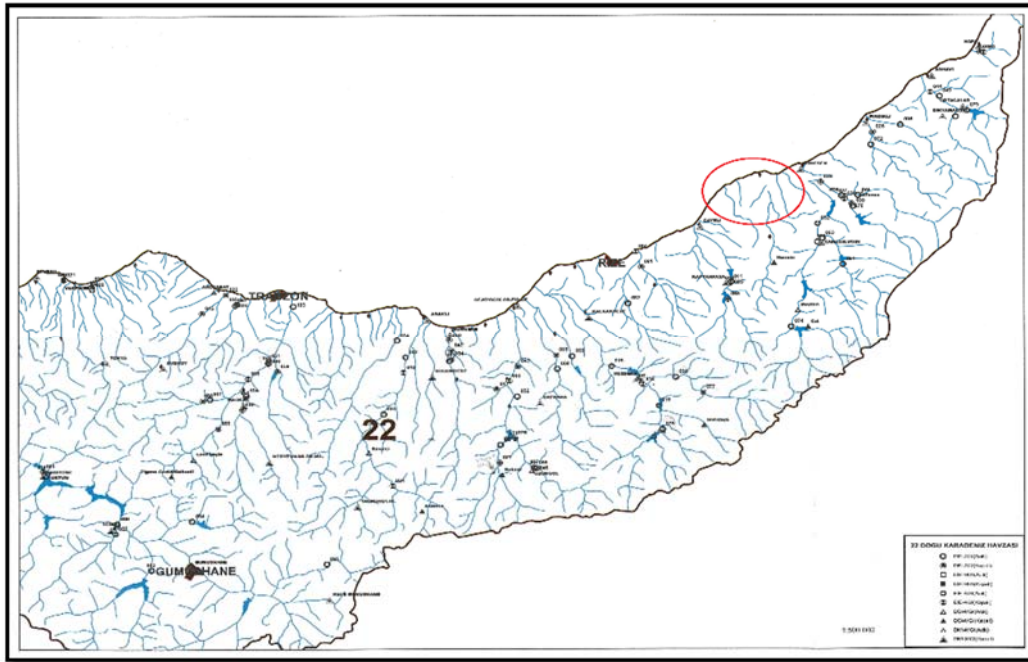
$$Z = r_s \sqrt{n-1} = 0,450 \quad (4.174)$$

Z'nin mutlak değeri seçilen  $\alpha = 0.05$  anlamlılık düzeyine karşı gelen standart normal dağılımın [Ek A]  $Z_{\alpha/2} = 1,96$  değerinden küçük olduğu için sıfır hipotezi "H<sub>0</sub>: Trend Yok" kabul edilmekte ve incelenen zaman serisinde trend olmadığı sonucuna varılmaktadır.

### 4.2.1.9. Pazar ilçesinin yağış verilerine trend analizi yöntemi uygulanması

- Havza Adı** : Doğu Karadeniz Havzası  
**Bölge Adı** : Trabzon Bölgesi  
**İstasyon No** : 17628  
**İstasyon Adı** : Pazar  
**Rakım** : 79m  
**Kronolojisi** : 1950-54,56,58-61KK.63BK.

Yukarıda istasyon bilgileri verilen Pazar ilçesine ait 17628 numaralı istasyonun Doğu Karadeniz Havzası haritasındaki yeri Şekil 4.40'da gösterilmiştir.



Şekil 4.40. Pazar ilçesine ait 17628 numaralı istasyonun hidrometri haritasındaki yeri [73].

Pazar ilçesine ait 17020 numaralı MGİ'nin yağış verileri DMİ'den temin edilmiş ve Tablo 4.133'de verilmiştir.

Tablo 4.133. Pazar ilçesine ait 17628 numaralı MGİ için yağış verileri [74].

Yıllar	Yağış Miktarı (mm)	Yıllar	Yağış Miktarı (mm)
1979	152,42500	1996	153,12500
1980	146,34167	1997	193,09167
1981	170,84167	1998	164,55000
1982	131,47500	1999	179,81667
1983	164,40833	2000	170,25833
1984	121,34167	2001	233,44167
1985	191,70833	2002	206,91667
1986	145,48333	2003	153,46667
1987	186,21667	2004	196,35833
1988	231,60833	2005	212,26667
1989	170,82500	2006	187,42500
1990	156,08333	2007	204,81667
1991	140,58333	2008	155,83333
1992	192,21667	2009	183,05000
1993	166,16667	2010	170,60000
1994	160,80000	2011	230,93333
1995	158,70000		

## Mann – Kendall testi uygulanması

Tablo 4.134. Mann – Kendall testi için P ve M değerleri.

Sıra	Tarihler	Değer	$x_i < x_j$	$x_i > x_j$	P	M
1	1979	152,42500	0	0	0	0
2	1980	146,34167	0	1	0	1
3	1981	170,84167	2	0	2	1
4	1982	131,47500	0	3	2	4
5	1983	164,40833	3	1	5	5
6	1984	121,34167	0	5	5	10
7	1985	191,70833	6	0	11	10
8	1986	145,48333	2	5	13	15
9	1987	186,21667	7	1	20	16
10	1988	231,60833	9	0	29	16
11	1989	170,82500	6	4	35	20
12	1990	156,08333	5	6	40	26
13	1991	140,58333	2	10	42	36
14	1992	192,21667	12	1	54	37
15	1993	166,16667	8	6	62	43
16	1994	160,80000	7	8	69	51
17	1995	158,70000	7	9	76	60
18	1996	153,12500	6	11	82	71
19	1997	193,09167	17	1	99	72
20	1998	164,55000	11	8	110	80
21	1999	179,81667	15	5	125	85
22	2000	170,25833	13	8	138	93
23	2001	233,44167	22	0	160	93
24	2002	206,91667	21	2	181	95
25	2003	153,46667	7	17	188	112
26	2004	196,35833	22	3	210	115
27	2005	212,26667	24	2	234	117
28	2006	187,42500	19	8	253	125
29	2007	204,81667	24	4	277	129
30	2008	155,83333	8	21	285	150
31	2009	183,05000	19	11	304	161
32	2010	170,60000	16	15	320	176
33	2011	230,93333	30	2	350	178

$i < j$  için  $x_i < x_j$  olan çiftlerin sayısı  $P = 350$ ,  $x_i > x_j$  olan çiftlerin sayısı  $M = 178$  olarak bulunur. Test istatistiği  $S = P - M = 172$  bulunur.

Kendall Korelasyon Katsayısı

$$\tau = \frac{S}{[n(n-1)/2]} = 0,326 \quad (4.175)$$

Örnek sayısı  $n > 10$  olduğundan

$$\sigma_s = \sqrt{n(n-1)(2n+5)/18} = 4165,33 \text{ bulunur.} \quad (4.176)$$

$$Z = \left. \begin{array}{ll} (S-1)/\sigma_s & S > 0 \\ 0 & S = 0 \\ (S+1)/\sigma_s & S < 0 \end{array} \right\} \quad (4.177)$$

$$S > 0 \text{ olduğundan } Z = (S-1)/\sigma_s = 2,650 \quad (4.178)$$

Z'nin mutlak değeri için seçilen  $\alpha = 0,05$  anlamlılık düzeyine karşı gelen standart normal dağılımın [Ek A]  $Z_{\alpha/2} = 1,96$  değerinden büyük olduğu için sıfır hipotezi “ $H_0$ : Trend Yok” reddedilmekte  $Z > 0$  olduğundan dolayı da incelenen zaman serisinde artan yönde trend olduğu sonucuna varılmaktadır.

### Spearman'ın Rho testi uygulanması

Tablo 4.135.  $R_{xi}$  değerleri.

i	$R_{xi}$	i	$R_{xi}$	i	$R_{xi}$
1	6	12	10	23	33
2	5	13	3	24	29
3	19	14	25	25	8
4	2	15	15	26	27
5	13	16	12	27	30
6	1	17	11	28	23
7	24	18	7	29	28
8	4	19	26	30	9
9	22	20	14	31	21
10	32	21	20	32	17
11	18	22	16	33	31

$$r_s = 1 - 6 \frac{\sum_{i=1}^n (R_{xi} - i)^2}{(n^3 - n)} \text{ bağıntısı uygulanarak } r_s = 0,477 \text{ olarak bulunur.} \quad (4.179)$$

$$Z = r_s \sqrt{n-1} = 2,698 \quad (4.180)$$

Z'nin mutlak değeri seçilen  $\alpha = 0.05$  anlamlılık düzeyine karşı gelen standart normal dağılımın [Ek A]  $Z_{\alpha/2} = 1,96$  değerinden büyük olduğu için sıfır hipotezi “ $H_0$ : Trend

Yok” reddedilmekte  $Z > 0$  olduğundan dolayı da incelenen zaman serisinde artan yönde trend olduğu sonucuna varılmaktadır.

### Mann – Kendall mertebeye korelasyon testi uygulanması

Tablo 4.136.  $u(t)$  fonksiyonunun hesabı.

Sıra	Tarihler	Değer	n	t	Var(t)	E(t)	u(t)
1	1979	152,42500	0	0	0,00	0,00	0,00
2	1980	146,34167	0	0	0,25	0,50	-1,00
3	1981	170,84167	2	2	0,92	1,50	0,52
4	1982	131,47500	0	2	2,17	3,00	-0,68
5	1983	164,40833	3	5	4,17	5,00	0,00
6	1984	121,34167	0	5	7,08	7,50	-0,94
7	1985	191,70833	6	11	11,08	10,50	0,15
8	1986	145,48333	2	13	16,33	14,00	-0,25
9	1987	186,21667	7	20	23,00	18,00	0,42
10	1988	231,60833	9	29	31,25	22,50	1,16
11	1989	170,82500	6	35	41,25	27,50	1,17
12	1990	156,08333	5	40	53,17	33,00	0,96
13	1991	140,58333	2	42	67,17	39,00	0,37
14	1992	192,21667	12	54	83,42	45,50	0,93
15	1993	166,16667	8	62	102,08	52,50	0,94
16	1994	160,80000	7	69	123,33	60,00	0,81
17	1995	158,70000	7	76	147,33	68,00	0,66
18	1996	153,12500	6	82	174,25	76,50	0,42
19	1997	193,09167	17	99	204,25	85,50	0,94
20	1998	164,55000	11	110	237,50	95,00	0,97
21	1999	179,81667	15	125	274,17	105,00	1,21
22	2000	170,25833	13	138	314,42	115,50	1,27
23	2001	233,44167	22	160	358,42	126,50	1,77
24	2002	206,91667	21	181	406,33	138,00	2,13
25	2003	153,46667	7	188	458,33	150,00	1,77
26	2004	196,35833	22	210	514,58	162,50	2,09
27	2005	212,26667	24	234	575,25	175,50	2,44
28	2006	187,42500	19	253	640,50	189,00	2,53
29	2007	204,81667	24	277	710,50	203,00	2,78
30	2008	155,83333	8	285	785,42	217,50	2,41
31	2009	183,05000	19	304	865,42	232,50	2,43
32	2010	170,60000	16	320	950,67	248,00	2,34
33	2011	230,93333	30	350	1041,33	264,00	2,67

Yukarıda bulunan değerleri tersten sıralayarak aynı işlem tekrar yapılır;

Tablo 4.137.  $u'(t)$  fonksiyonunun hesabı.

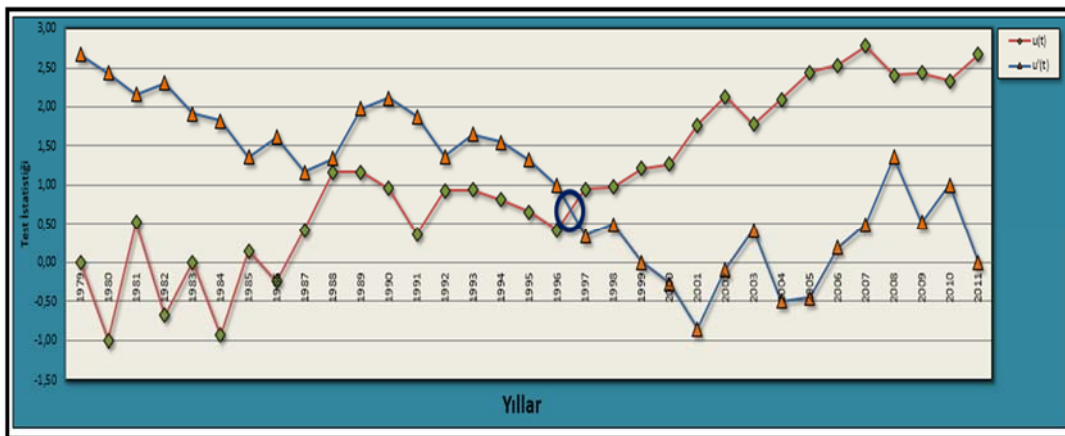
Sıra	Tarihler	Değer	n	t	Var(t)	E(t)	u(t)
33	2011	230,93333	0	0	0,00	0,00	0,00
32	2010	170,60000	0	0	0,25	0,50	1,00
31	2009	183,05000	1	1	0,92	1,50	0,52
30	2008	155,83333	0	1	2,17	3,00	1,36
29	2007	204,81667	3	4	4,17	5,00	0,49



Tablo 4.138.  $u'(t)$  fonksiyonunun hesabı.(Devamı)

28	2006	187,42500	3	7	7,08	7,50	0,19
27	2005	212,26667	5	12	11,08	10,50	-0,45
26	2004	196,35833	4	16	16,33	14,00	-0,49
25	2003	153,46667	0	16	23,00	18,00	0,42
24	2002	206,91667	7	23	31,25	22,50	-0,09
23	2001	233,44167	10	33	41,25	27,50	-0,86
22	2000	170,25833	2	35	53,17	33,00	-0,27
21	1999	179,81667	4	39	67,17	39,00	0,00
20	1998	164,55000	2	41	83,42	45,50	0,49
19	1997	193,09167	8	49	102,08	52,50	0,35
18	1996	153,12500	0	49	123,33	60,00	0,99
17	1995	158,70000	3	52	147,33	68,00	1,32
16	1994	160,80000	4	56	174,25	76,50	1,55
15	1993	166,16667	6	62	204,25	85,50	1,64
14	1992	192,21667	12	74	237,50	95,00	1,36
13	1991	140,58333	0	74	274,17	105,00	1,87
12	1990	156,08333	4	78	314,42	115,50	2,11
11	1989	170,82500	11	89	358,42	126,50	1,98
10	1988	231,60833	22	111	406,33	138,00	1,34
9	1987	186,21667	14	125	458,33	150,00	1,17
8	1986	145,48333	1	126	514,58	162,50	1,61
7	1985	191,70833	17	143	575,25	175,50	1,36
6	1984	121,34167	0	143	640,50	189,00	1,82
5	1983	164,40833	9	152	710,50	203,00	1,91
4	1982	131,47500	1	153	785,42	217,50	2,30
3	1981	170,84167	16	169	865,42	232,50	2,16
2	1980	146,34167	4	173	950,67	248,00	2,43
1	1979	152,42500	5	178	1041,33	264,00	2,67

elde edilen  $u(t)$  (Tablo 4.136) ve  $u'(t)$  (Tablo 4.137 ve Tablo 4.138) test istatistiklerinin grafiksel olarak gösterilmesi sonucunda verilerin 1996 – 1997 yılları arasında çakıştıkları Şekil 4.41’de görülür ve trend başlangıç yılı olarak alınır.

Şekil 4.41. Pazar ilçesinin yağış verilerinin  $u(t)$  –  $u'(t)$  grafiği.

## 4.2.2. Doğu Karadeniz havzasının akış verilerine trend analizi yöntemi uygulanması

### 4.2.2.1. Fol deresinin akış verilerine trend analizi yöntemi uygulanması

<b>Havza Adı</b>	: Doğu Karadeniz Havzası
<b>Bölge Adı</b>	: Rize Bölgesi
<b>İstasyon No</b>	: 2228
<b>İstasyon Adı</b>	: Fol Deresi
<b>Yükselti</b>	: 17m
<b>Yeri</b>	: (39° 16' 44" D - 41° 02' 06" K) (Akçaabat-F42) Vakfikebir-Tonya karayolunun 2. Km.'sindedir.

Yukarıda istasyon bilgileri verilen Fol Deresine ait 2228 numaralı istasyonun Doğu Karadeniz Havzası haritasındaki yeri Şekil 4.42'de gösterilmiştir.



Şekil 4.42. Fol deresine ait 2228 numaralı istasyonun doğu karadeniz havzasındaki yeri [75].

Fol deresine ait 2228 numaralı AGİ'nin akış verileri DSİ'den temin edilmiş ve Tablo 4.139'da verilmiştir.

Tablo 4.139. Fol deresine ait 2228 numaralı AGİ için akış verileri [76].

Yıllar	Akış Miktarı (m <sup>3</sup> /sn)	Yıllar	Akış Miktarı (m <sup>3</sup> /sn)
1988	5,76756	1999	5,83650
1989	4,56150	2000	8,39525
1990	2,46575	2001	2,76592
1991	4,39000	2002	1,92267
1992	6,11320	2003	3,57142
1993	6,17563	2004	3,68167
1994	1,76270	2005	4,66650
1995	8,23158	2006	2,96942
1996	1,78975	2007	2,96958
1997	5,42129	2008	2,41983
1998	2,70867	2009	3,18833

### Mann – Kendall testi uygulanması

Tablo 4.140. Mann – Kendall testi için P ve M değerleri.

Sıra	Tarihler	Değer	$x_i < x_j$	$x_i > x_j$	P	M
1	1988	5,76756	0	0	0	0
2	1989	4,56150	0	1	0	1
3	1990	2,46575	0	2	0	3
4	1991	4,39000	1	2	1	5
5	1992	6,11320	4	0	5	5
6	1993	6,17563	5	0	10	5
7	1994	1,76270	0	6	10	11
8	1995	8,23158	7	0	17	11
9	1996	1,78975	1	7	18	18
10	1997	5,42129	5	4	23	22
11	1998	2,70867	3	7	26	29
12	1999	5,83650	8	3	34	32
13	2000	8,39525	12	0	46	32
14	2001	2,76592	4	9	50	41
15	2002	1,92267	2	12	52	53
16	2003	3,57142	6	9	58	62
17	2004	3,68167	7	9	65	71
18	2005	4,66650	10	7	75	78
19	2006	2,96942	6	12	81	90
20	2007	2,96958	7	12	88	102
21	2008	2,41983	3	17	91	119
22	2009	3,18833	9	12	100	131

$i < j$  için  $x_i < x_j$  olan çiftlerin sayısı  $P = 100$ ,  $x_i > x_j$  olan çiftlerin sayısı  $M = 131$  olarak bulunur. Test istatistiği  $S = P - M = -31$  bulunur.

Kendall Korelasyon Katsayısı

$$\tau = \frac{S}{[n(n-1)/2]} = -0,134 \quad (4.181)$$

Örnek sayısı  $n > 10$  olduğundan

$$\sigma_s = \sqrt{n(n-1)(2n+5)/18} = 1257,67 \text{ bulunur.} \quad (4.182)$$

$$Z = \left. \begin{array}{ll} (S-1)/\sigma_s & S > 0 \\ 0 & S = 0 \\ (S+1)/\sigma_s & S < 0 \end{array} \right\} \quad (4.183)$$

$$S < 0 \text{ olduğundan } Z = (S + 1) / \sigma_s = -0,846 \quad (4.184)$$

Z'nin mutlak değeri için seçilen  $\alpha = 0,05$  anlamlılık düzeyine karşı gelen standart normal dağılımın [Ek A]  $Z_{\alpha/2} = 1,96$  değerinden küçük olduğu için sıfır hipotezi "H<sub>0</sub>: Trend Yok" kabul edilmekte ve incelenen zaman serisinde trend olmadığı sonucuna varılmaktadır.

### Spearman'ın Rho testi uygulanması

Tablo 4.141. R<sub>xi</sub> değerleri.

i	R <sub>xi</sub>	i	R <sub>xi</sub>
1	17	12	18
2	14	13	22
3	5	14	7
4	13	15	3
5	19	16	11
6	20	17	12
7	1	18	15
8	21	19	8
9	2	20	9
10	16	21	4
11	6	22	10

$$r_s = 1 - 6 \frac{\sum_{i=1}^n (R_{xi} - i)^2}{(n^3 - n)} \text{ bağıntısı uygulanarak } r_s = -0,263 \text{ olarak bulunur.} \quad (4.185)$$

$$Z = r_s \sqrt{n-1} = -1,203 \quad (4.186)$$

Z'nin mutlak değeri seçilen  $\alpha = 0.05$  anlamlılık düzeyine karşı gelen standart normal dağılımın [Ek A]  $Z_{\alpha/2} = 1,96$  değerinden küçük olduğu için sıfır hipotezi "H<sub>0</sub>: Trend Yok" kabul edilmekte ve incelenen zaman serisinde trend olmadığı sonucuna varılmaktadır.

#### 4.2.2.2. Fırtına deresinin akış verilerine trend analizi yöntemi uygulanması

- Havza Adı** : Doğu Karadeniz Havzası  
**Bölge Adı** : Rize Bölgesi  
**İstasyon No** : 2232  
**İstasyon Adı** : Fırtına Deresi  
**Yükselti** : 233m  
**Yeri** : (41° 00' 45" D - 41° 04' 19" K) (Artvin-F46) Rize'nin Çamlıhemşin İlçesi'ne 5 Km. mesafede Topluca Köyü yakınındadır.

Yukarıda istasyon bilgileri verilen Fırtına deresine ait 2232 numaralı istasyonun Doğu Karadeniz Havzası haritasındaki yeri Şekil 4.43'de gösterilmiştir.



Şekil 4.43. Fırtına deresine ait 2232 numaralı istasyonun doğu karadeniz havzasındaki yeri [75].

Fırtına dersine ait 2232 numaralı AGİ'nin akış verileri DSI'den temin edilmiş ve Tablo 4.142'de verilmiştir.

Tablo 4.142. Fırtına deresine ait 2232 numaralı AGİ için akış verileri [76].

Yıllar	Akış Miktarı (m <sup>3</sup> /sn)	Yıllar	Akış Miktarı (m <sup>3</sup> /sn)
1988	27,8433	1999	34,0756
1989	34,1055	2000	24,3966
1990	26,2945	2001	33,7249
1991	20,4821	2002	29,6983
1992	35,8565	2003	25,1723
1993	30,8198	2004	35,8827
1994	21,4865	2005	34,5823
1995	25,4316	2006	27,4759
1996	24,0045	2007	38,5982
1997	28,6731	2008	26,6543
1998	33,1987	2009	27,9808

### Mann – Kendall testi uygulanması

Tablo 4.143. Mann – Kendall testi için P ve M değerleri.

Sıra	Tarihler	Değer	$x_i < x_j$	$x_i > x_j$	P	M
1	1988	27,8433	0	0	0	0
2	1989	34,1055	1	0	1	0
3	1990	26,2945	0	2	1	2
4	1991	20,4821	0	3	1	5
5	1992	35,8565	4	0	5	5
6	1993	30,8198	3	2	8	7
7	1994	21,4865	1	5	9	12
8	1995	25,4316	2	5	11	17
9	1996	24,0045	2	6	13	23
10	1997	28,6731	6	3	19	26
11	1998	33,1987	8	2	27	28
12	1999	34,0756	9	2	36	30
13	2000	24,3966	3	9	39	39
14	2001	33,7249	10	3	49	42
15	2002	29,6983	8	6	57	48
16	2003	25,1723	4	11	61	59
17	2004	35,8827	16	0	77	59
18	2005	34,5823	15	2	92	61
19	2006	27,4759	7	11	99	72
20	2007	38,5982	19	0	118	72
21	2008	26,6543	7	13	125	85
22	2009	27,9808	10	11	135	96

$i < j$  için  $x_i < x_j$  olan çiftlerin sayısı  $P = 135$ ,  $x_i > x_j$  olan çiftlerin sayısı  $M = 96$  olarak bulunur. Test istatistiği  $S = P - M = 39$  bulunur.

Kendall Korelasyon Katsayısı

$$\tau = \frac{S}{[n(n-1)/2]} = 0,169 \quad (4.187)$$

Örnek sayısı  $n > 10$  olduğundan

$$\sigma_s = \sqrt{n(n-1)(2n+5)/18} = 1257,67 \text{ bulunur.} \quad (4.188)$$

$$Z = \left. \begin{array}{ll} (S-1)/\sigma_s & S > 0 \\ 0 & S = 0 \\ (S+1)/\sigma_s & S < 0 \end{array} \right\} \quad (4.189)$$

$$S > 0 \text{ olduğundan } Z = (S-1)/\sigma_s = 1,072 \quad (4.190)$$

Z'nin mutlak değeri için seçilen  $\alpha = 0,05$  anlamlılık düzeyine karşı gelen standart normal dağılımın [Ek A]  $Z_{\alpha/2} = 1,96$  değerinden küçük olduğu için sıfır hipotezi "H<sub>0</sub>: Trend Yok" kabul edilmekte ve incelenen zaman serisinde trend olmadığı sonucuna varılmaktadır.

### Spearman'ın Rho testi uygulanması

Tablo 4.144. R<sub>xi</sub> değerleri.

i	R <sub>xi</sub>	i	R <sub>xi</sub>
1	10	12	17
2	18	13	4
3	7	14	16
4	1	15	13
5	20	16	5
6	14	17	21
7	2	18	19
8	6	19	9
9	3	20	22
10	12	21	8
11	15	22	11

$$r_s = 1 - 6 \frac{\sum_{i=1}^n (R_{xi} - i)^2}{(n^3 - n)} \text{ bağıntısı uygulanarak } r_s = 0,220 \text{ olarak bulunur.} \quad (4.191)$$

$$Z = r_s \sqrt{n-1} = 1,007 \quad (4.192)$$

Z'nin mutlak değeri seçilen  $\alpha = 0.05$  anlamlılık düzeyine karşı gelen standart normal dağılımın [Ek A]  $Z_{\alpha/2} = 1,96$  değerinden küçük olduğu için sıfır hipotezi "Ho: Trend Yok" kabul edilmekte ve incelenen zaman serisinde trend olmadığı sonucuna varılmaktadır.

#### 4.2.2.3. Melet çayının akış verilerine trend analizi yöntemi uygulanması

- Havza Adı** : Doğu Karadeniz Havzası  
**Bölge Adı** : Samsun Bölgesi  
**İstasyon No** : 2238  
**İstasyon Adı** : Melet Çayı  
**Yükselti** : 949m  
**Yeri** : (37° 40' 32" D - 40° 32' 58" K) (Giresun-G39) Ordu-Mesudiye karayolunun 100. Km.'sindeki Arıcılar Köyü yol ayrımındadır.

Yukarıda istasyon bilgileri verilen Melet Çayına ait 2238 numaralı istasyonun Doğu Karadeniz Havzası haritasındaki yeri Şekil 4.44'de gösterilmiştir.



Şekil 4. 44. Melet çayına ait 2238 numaralı istasyonun doğu karadeniz havzasındaki yeri [75].



Melet Çayına ait 2238 numaralı AGİ'nin akış verileri DSİ'den temin edilmiş ve Tablo 4.145'de verilmiştir.

Tablo 4.145. Melet çayına ait 2238 numaralı AGİ için akış verileri [76].

Yıllar	Akış Miktarı (m <sup>3</sup> /sn)	Yıllar	Akış Miktarı (m <sup>3</sup> /sn)
1979	6,05000	1995	12,1027
1980	9,73333	1996	11,0624
1981	15,4455	1997	9,68117
1982	13,5250	1998	16,4908
1983	12,4364	1999	8,38775
1984	7,96009	2000	16,8178
1985	7,40682	2001	6,55500
1986	8,90733	2002	8,25958
1987	14,4783	2003	8,42533
1988	18,2665	2004	7,18858
1989	10,6619	2005	10,9637
1990	12,8953	2006	10,6401
1991	9,95379	2007	6,94933
1992	9,15475	2008	8,76508
1993	14,8345	2009	12,4528
1994	8,37600		

### Mann – Kendall testi uygulanması

Tablo 4.146. Mann – Kendall testi için P ve M değerleri.

Sıra	Tarihler	Değer	$x_i < x_j$	$x_i > x_j$	P	M
1	1979	6,05000	0	0	0	0
2	1980	9,73333	1	0	1	0
3	1981	15,4455	2	0	3	0
4	1982	13,5250	2	1	5	1
5	1983	12,4364	2	2	7	3
6	1984	7,96009	1	4	8	7
7	1985	7,40682	1	5	9	12
8	1986	8,90733	3	4	12	16
9	1987	14,4783	7	1	19	17
10	1988	18,2665	9	0	28	17
11	1989	10,6619	5	5	33	22
12	1990	12,8953	7	4	40	26
13	1991	9,95379	5	7	45	33
14	1992	9,15475	4	9	49	42
15	1993	14,8345	12	2	61	44
16	1994	8,37600	3	12	64	56
17	1995	12,1027	9	7	73	63
18	1996	11,0624	9	8	82	71
19	1997	9,68117	6	12	88	83
20	1998	16,4908	18	1	106	84
21	1999	8,38775	4	16	110	100
22	2000	16,8178	20	1	130	101
23	2001	6,55500	1	21	131	122
24	2002	8,25958	4	19	135	141
25	2003	8,42533	7	17	142	158

Tablo 4.147. Mann – Kendall testi için P ve M değerleri.(Devamı)

26	2004	7,18858	2	23	144	181
27	2005	10,9637	15	11	159	192
28	2006	10,6401	14	13	173	205
29	2007	6,94933	2	26	175	231
30	2008	8,76508	10	19	185	250
31	2009	12,4528	22	8	207	258

$i < j$  için  $x_i < x_j$  olan çiftlerin sayısı  $P = 207$ ,  $x_i > x_j$  olan çiftlerin sayısı  $M = 258$  olarak bulunur. Test istatistiği  $S = P - M = -51$  bulunur.

Kendall Korelasyon Katsayısı

$$\tau = \frac{S}{[n(n-1)/2]} = -0,110 \quad (4.193)$$

Örnek sayısı  $n > 10$  olduğundan

$$\sigma_s = \sqrt{n(n-1)(2n+5)/18} = 3461,67 \text{ bulunur.} \quad (4.194)$$

$$Z = \left. \begin{array}{ll} (S-1)/\sigma_s & S > 0 \\ 0 & S = 0 \\ (S+1)/\sigma_s & S < 0 \end{array} \right\} \quad (4.195)$$

$$S < 0 \text{ olduğundan } Z = (S + 1) / \sigma_s = -0,850 \quad (4.196)$$

$Z$ 'nin mutlak değeri için seçilen  $\alpha = 0,05$  anlamlılık düzeyine karşı gelen standart normal dağılımın [Ek A]  $Z_{\alpha/2} = 1,96$  değerinden küçük olduğu için sıfır hipotezi “ $H_0$ : Trend Yok” kabul edilmekte ve incelenen zaman serisinde trend olmadığı sonucuna varılmaktadır.

### Spearman'ın Rho testi uygulanması

Tablo 4.148.  $R_{xi}$  değerleri.

i	$R_{xi}$	i	$R_{xi}$	i	$R_{xi}$
1	1	12	24	23	2
2	15	13	16	24	7
3	28	14	13	25	10
4	25	15	27	26	4
5	22	16	8	27	19
6	6	17	21	28	17
7	5	18	20	29	3
8	12	19	14	30	11
9	26	20	29	31	23
10	31	21	9		
11	18	22	30		

$$r_s = 1 - 6 \frac{\sum_{i=1}^n (R_{xi} - i)^2}{(n^3 - n)} \text{ bağıntısı uygulanarak } r_s = -0,158 \text{ olarak bulunur.} \quad (4.197)$$

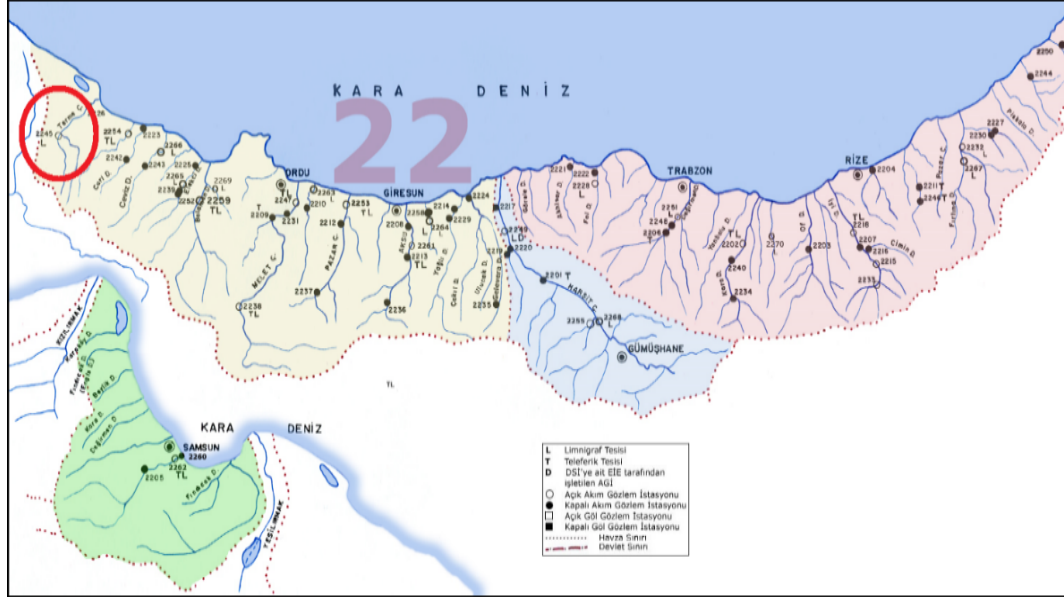
$$Z = r_s \sqrt{n-1} = -0,866 \quad (4.198)$$

Z'nin mutlak değeri seçilen  $\alpha = 0.05$  anlamlılık düzeyine karşı gelen standart normal dağılımın [Ek A]  $Z_{\alpha/2} = 1,96$  değerinden küçük olduğu için sıfır hipotezi "Ho: Trend Yok" kabul edilmekte ve incelenen zaman serisinde trend olmadığı sonucuna varılmaktadır.

#### 4.2.2.4. Terme çayının akış verilerine trend analizi yöntemi uygulanması

- Havza Adı** : Doğu Karadeniz Havzası  
**Bölge Adı** : Samsun Bölgesi  
**İstasyon No** : 2245  
**İstasyon Adı** : Terme Çayı  
**Yükselti** : 66m  
**Yeri** : ( $36^\circ 49' 35''$  D -  $41^\circ 05' 00''$  K)(Samsun-F37) Çarşamba İlçesi'nin 18 Km. Güneydoğusundaki Salıpazarı Nahiyesi içindeki köprüdedir.

Yukarıda istasyon bilgileri verilen Terme Çayına ait 2245 numaralı istasyonun Doğu Karadeniz Havzası haritasındaki yeri Şekil 4.45’de gösterilmiştir.



Şekil 4.45. Terme çayına ait 2245 numaralı istasyonun doğu karadeniz havzasındaki yeri [75].

Terme Çayına ait 2245 numaralı AGİ'nin akış verileri DSİ'den temin edilmiş ve Tablo 4.149'da verilmiştir.

Tablo 4.149. Terme çayına ait 2245 numaralı AGİ için akış verileri [76].

Yıllar	Akış Miktarı (m <sup>3</sup> /sn)	Yıllar	Akış Miktarı (m <sup>3</sup> /sn)
1988	5,13444	1999	10,5790
1989	8,60375	2000	4,90775
1990	22,6322	2001	3,66467
1991	12,7546	2002	4,18046
1992	10,9393	2003	9,79545
1993	8,23021	2004	7,28550
1994	2,68309	2005	4,40217
1995	31,9594	2006	10,9444
1996	14,6081	2007	12,9763
1997	5,42608	2008	7,20933
1998	10,9120	2009	11,65067

## Mann – Kendall testi uygulanması

Tablo 4.150. Mann – Kendall testi için P ve M değerleri.

Sıra	Tarihler	Değer	$X_i < X_j$	$X_i > X_j$	P	M
1	1988	5,13444	0	0	0	0
2	1989	8,60375	1	0	1	0
3	1990	22,6322	2	0	3	0

Tablo 4.151. Mann – Kendall testi için P ve M değerleri.(Devamı)

4	1991	12,7546	2	1	5	1
5	1992	10,9393	2	2	7	3
6	1993	8,23021	1	4	8	7
7	1994	2,68309	0	6	8	13
8	1995	31,9594	7	0	15	13
9	1996	14,6081	6	2	21	15
10	1997	5,42608	2	7	23	22
11	1998	10,9120	5	5	28	27
12	1999	10,5790	5	6	33	33
13	2000	4,90775	1	11	34	44
14	2001	3,66467	1	12	35	56
15	2002	4,18046	2	12	37	68
16	2003	9,79545	8	7	45	75
17	2004	7,28550	6	10	51	85
18	2005	4,40217	3	14	54	99
19	2006	10,9444	14	4	68	103
20	2007	12,9763	16	3	84	106
21	2008	7,20933	7	13	91	119
22	2009	11,6507	16	5	107	124

$i < j$  için  $x_i < x_j$  olan çiftlerin sayısı  $P = 107$ ,  $x_i > x_j$  olan çiftlerin sayısı  $M = 124$  olarak bulunur. Test istatistiği  $S = P - M = -17$  bulunur.

Kendall Korelasyon Katsayısı

$$\tau = \frac{S}{[n(n-1)/2]} = -0,074 \quad (4.199)$$

Örnek sayısı  $n > 10$  olduğundan

$$\sigma_s = \sqrt{n(n-1)(2n+5)/18} = 1257,67 \text{ bulunur.} \quad (4.200)$$

$$Z = \left. \begin{array}{ll} (S-1)/\sigma_s & S > 0 \\ 0 & S = 0 \\ (S+1)/\sigma_s & S < 0 \end{array} \right\} \quad (4.201)$$

$$S < 0 \text{ olduğundan } Z = (S + 1) / \sigma_s = -0,508 \quad (4.202)$$

Z'nin mutlak değeri için seçilen  $\alpha = 0,05$  anlamlılık düzeyine karşı gelen standart normal dağılımın [Ek A]  $Z_{\alpha/2} = 1,96$  değerinden küçük olduğu için sıfır hipotezi "H<sub>0</sub>:

Trend Yok” kabul edilmekte ve incelenen zaman serisinde trend olmadığı sonucuna varılmaktadır.

### Spearman’ın Rho testi uygulanması

Tablo 4.152.  $R_{xi}$  değerleri.

i	$R_{xi}$	i	$R_{xi}$
1	6	12	13
2	11	13	5
3	21	14	2
4	18	15	3
5	15	16	12
6	10	17	9
7	1	18	4
8	22	19	16
9	20	20	19
10	7	21	8
11	14	22	17

$$r_s = 1 - 6 \frac{\sum_{i=1}^n (R_{xi} - i)^2}{(n^3 - n)} \text{ bağıntısı uygulanarak } r_s = -0,099 \text{ olarak bulunur.} \quad (4.203)$$

$$Z = r_s \sqrt{n-1} = -0,453 \quad (4.204)$$

Z’nin mutlak değeri seçilen  $\alpha = 0.05$  anlamlılık düzeyine karşı gelen standart normal dağılımın [Ek A]  $Z_{\alpha/2} = 1,96$  değerinden küçük olduğu için sıfır hipotezi “ $H_0$ : Trend Yok” kabul edilmekte ve incelenen zaman serisinde trend olmadığı sonucuna varılmaktadır.

#### 4.2.2.5. Değirmendere deresinin akış verilerine trend analizi yöntemi uygulanması

- Havza Adı** : Doğu Karadeniz Havzası  
**Bölge Adı** : Rize Bölgesi  
**İstasyon No** : 2251  
**İstasyon Adı** : Değirmendere  
**Yükselti** : 155m

**Yeri** : (39° 41' 00" D - 40° 52' 10" K) (Trabzon-G43) Trabzon-Maçka karayolunun 16. Km'sinde Esiroğlu Nahiyesi çıkışındadır.

Yukarıda istasyon bilgileri verilen Değirmen Deresine ait 2251 numaralı istasyonun Doğu Karadeniz Havzası haritasındaki yeri Şekil 4.46'da gösterilmiştir.



Şekil 4.46. Değirmendere deresine ait 2251 numaralı istasyonun doğu karadeniz havzasındaki yeri [75].

Değirmen Deresine ait 2251 numaralı AGİ'nin akış verileri DSİ'den temin edilmiş ve Tablo 4.153'de verilmiştir.

Tablo 4.153. Değirmendere deresine ait 2251 numaralı AGİ için akış verileri [76].

Yıllar	Akış Miktarı (m <sup>3</sup> /sn)	Yıllar	Akış Miktarı (m <sup>3</sup> /sn)
1988	13,2226	1999	10,6673
1989	8,86382	2000	11,7222
1990	11,5813	2001	11,5943
1991	8,5916	2002	9,35718
1992	12,2576	2003	8,93675
1993	11,2459	2004	16,0541
1994	4,57400	2005	19,4436
1995	14,1548	2006	11,6033
1996	8,53767	2007	9,66600
1997	11,8055	2008	9,19717
1998	13,3213	2009	12,7896

## Mann – Kendall testi uygulanması

Tablo 4.154. Mann – Kendall testi için P ve M değerleri.

Sıra	Tarihler	Değer	$x_i < x_j$	$x_i > x_j$	P	M
1	1988	13,2226	0	0	0	0
2	1989	8,86382	0	1	0	1
3	1990	11,5813	1	1	1	2
4	1991	8,59156	0	3	1	5
5	1992	12,2576	3	1	4	6
6	1993	11,2459	2	3	6	9
7	1994	4,57400	0	6	6	15
8	1995	14,1548	7	0	13	15
9	1996	8,53767	1	7	14	22
10	1997	11,8055	6	3	20	25
11	1998	13,3213	9	1	29	26
12	1999	10,6673	4	7	33	33
13	2000	11,7222	7	5	40	38
14	2001	11,5943	7	6	47	44
15	2002	9,35718	4	10	51	54
16	2003	8,93675	4	11	55	65
17	2004	16,0541	16	0	71	65
18	2005	19,4436	17	0	88	65
19	2006	11,6033	10	8	98	73
20	2007	9,66600	6	13	104	86
21	2008	9,19717	5	15	109	101
22	2009	12,7896	16	5	125	106

$i < j$  için  $x_i < x_j$  olan çiftlerin sayısı  $P = 125$ ,  $x_i > x_j$  olan çiftlerin sayısı  $M = 106$  olarak bulunur. Test istatistiği  $S = P - M = 19$  bulunur.

Kendall Korelasyon Katsayısı

$$\tau = \frac{S}{[n(n-1)/2]} = 0,082 \quad (4.205)$$

Örnek sayısı  $n > 10$  olduğundan

$$\sigma_s = \sqrt{n(n-1)(2n+5)/18} = 1257,67 \text{ bulunur.} \quad (4.206)$$

$$Z = \left. \begin{array}{l} (S-1)/\sigma_s \quad S > 0 \\ 0 \quad S = 0 \\ (S+1)/\sigma_s \quad S < 0 \end{array} \right\} \quad (4.207)$$



$$S > 0 \text{ olduğundan } Z = (S - 1) / \sigma_s = 0,508 \quad (4.208)$$

Z'nin mutlak değeri için seçilen  $\alpha = 0,05$  anlamlılık düzeyine karşı gelen standart normal dağılımın [Ek A]  $Z_{\alpha/2} = 1,96$  değerinden küçük olduğu için sıfır hipotezi "H<sub>0</sub>: Trend Yok" kabul edilmekte ve incelenen zaman serisinde trend olmadığı sonucuna varılmaktadır.

### Spearman'ın Rho testi uygulanması

Tablo 4.155. R<sub>xi</sub> değerleri.

i	R <sub>xi</sub>	i	R <sub>xi</sub>
1	18	12	9
2	4	13	14
3	11	14	12
4	3	15	7
5	16	16	5
6	10	17	21
7	1	18	22
8	20	19	13
9	2	20	8
10	15	21	6
11	19	22	17

$$r_s = 1 - 6 \frac{\sum_{i=1}^n (R_{xi} - i)^2}{(n^3 - n)} \text{ bağıntısı uygulanarak } r_s = 0,168 \text{ olarak bulunur.} \quad (4.209)$$

$$Z = r_s \sqrt{n-1} = 0,769 \quad (4.210)$$

Z'nin mutlak değeri seçilen  $\alpha = 0,05$  anlamlılık düzeyine karşı gelen standart normal dağılımın [Ek A]  $Z_{\alpha/2} = 1,96$  değerinden küçük olduğu için sıfır hipotezi "H<sub>0</sub>: Trend Yok" kabul edilmekte ve incelenen zaman serisinde trend olmadığı sonucuna varılmaktadır.

### 4.2.3. Doğu Karadeniz havzasının askıda katı madde verilerine trend analizi uygulanması

#### 4.2.3.1. Fol deresinin askıda katı madde verilerine trend analizi yöntemi uygulanması

<b>Havza Adı</b>	: Doğu Karadeniz Havzası
<b>Bölge Adı</b>	: Rize Bölgesi
<b>İstasyon No</b>	: 2228
<b>İstasyon Adı</b>	: Fol Deresi
<b>Yükselti</b>	: 17m
<b>Yeri</b>	: (39° 16' 44" D - 41° 02' 06" K) (Akçaabat-F42) Vakfıkebir-Tonya karayolunun 2. Km.'sindedir.

Yukarıda istasyon bilgileri verilen Fol Deresine ait 2228 numaralı istasyonun Doğu Karadeniz Havzası haritasındaki yeri Şekil 4.47'de gösterilmiştir.



Şekil 4.47. Fol deresine ait 2228 numaralı istasyonun doğu karadeniz havzasındaki yeri [75].

Fol Deresine ait 2228 numaralı AGİ'nin askıda katı madde verileri DSİ'den temin edilmiş ve Tablo 4.156'da verilmiştir.

Tablo 4.156. Fol deresine ait 2228 numaralı AGİ için askıda katı madde verileri [76].

Yıllar	Askıda katı madde Miktarı (ton/gün)	Yıllar	Askıda katı madde Miktarı (ton/gün)
1988	62,5990	1999	315,046
1989	68,6806	2000	2190,52
1990	37,6420	2001	15,9672
1991	272,255	2002	7,68355
1992	396,448	2003	31,7962
1993	376,412	2004	27,5649
1994	4,91928	2005	31,2492
1995	698,659	2006	10,9276
1996	9,80470	2007	15,1780
1997	333,557	2008	17,7266
1998	10,9030	2009	23,6999

### Mann – Kendall testi uygulanması

Tablo 4.157. Mann – Kendall testi için P ve M değerleri.

Sıra	Tarihler	Değer	$x_i < x_j$	$x_i > x_j$	P	M
1	1988	62,5990	0	0	0	0
2	1989	68,6806	1	0	1	0
3	1990	37,6420	0	2	1	2
4	1991	272,255	3	0	4	2
5	1992	396,448	4	0	8	2
6	1993	376,412	4	1	12	3
7	1994	4,91928	0	6	12	9
8	1995	698,659	7	0	19	9
9	1996	9,80470	1	7	20	16
10	1997	333,557	6	3	26	19
11	1998	10,9030	2	8	28	27
12	1999	315,046	7	4	35	31
13	2000	2190,52	12	0	47	31
14	2001	15,9672	3	10	50	41
15	2002	7,68355	1	13	51	54
16	2003	31,7962	5	10	56	64
17	2004	27,5649	5	11	61	75
18	2005	31,2492	6	11	67	86
19	2006	10,9276	4	14	71	100
20	2007	15,1780	5	14	76	114
21	2008	17,7266	7	13	83	127
22	2009	23,6999	8	13	91	140

$i < j$  için  $x_i < x_j$  olan çiftlerin sayısı  $P = 91$ ,  $x_i > x_j$  olan çiftlerin sayısı  $M = 140$  olarak bulunur. Test istatistiği  $S = P - M = -49$  bulunur.

Kendall Korelasyon Katsayısı

$$\tau = \frac{S}{[n(n-1)/2]} = -0,212 \quad (4.211)$$

Örnek sayısı  $n > 10$  olduğundan

$$\sigma_s = \sqrt{n(n-1)(2n+5)/18} = 1257,67 \text{ bulunur.} \quad (4.212)$$

$$Z = \left. \begin{array}{ll} (S-1)/\sigma_s & S > 0 \\ 0 & S = 0 \\ (S+1)/\sigma_s & S < 0 \end{array} \right\} \quad (4.213)$$

$$S < 0 \text{ olduğundan } Z = (S+1)/\sigma_s = -1,354 \quad (4.214)$$

Z'nin mutlak değeri için seçilen  $\alpha = 0,05$  anlamlılık düzeyine karşı gelen standart normal dağılımın [Ek A]  $Z_{\alpha/2} = 1,96$  değerinden küçük olduğu için sıfır hipotezi "H<sub>0</sub>: Trend Yok" kabul edilmekte ve incelenen zaman serisinde trend olmadığı sonucuna varılmaktadır.

### Spearman'ın Rho testi uygulanması

Tablo 4.158. R<sub>xi</sub> değerleri.

i	R <sub>xi</sub>	i	R <sub>xi</sub>
1	14	12	17
2	15	13	22
3	13	14	7
4	16	15	2
5	20	16	12
6	19	17	10
7	1	18	11
8	21	19	5
9	3	20	6
10	18	21	8
11	4	22	9

$$r_s = 1 - 6 \frac{\sum_{i=1}^n (R_{xi} - i)^2}{(n^3 - n)} \text{ bağıntısı uygulanarak } r_s = -0,411 \text{ olarak bulunur.} \quad (4.215)$$

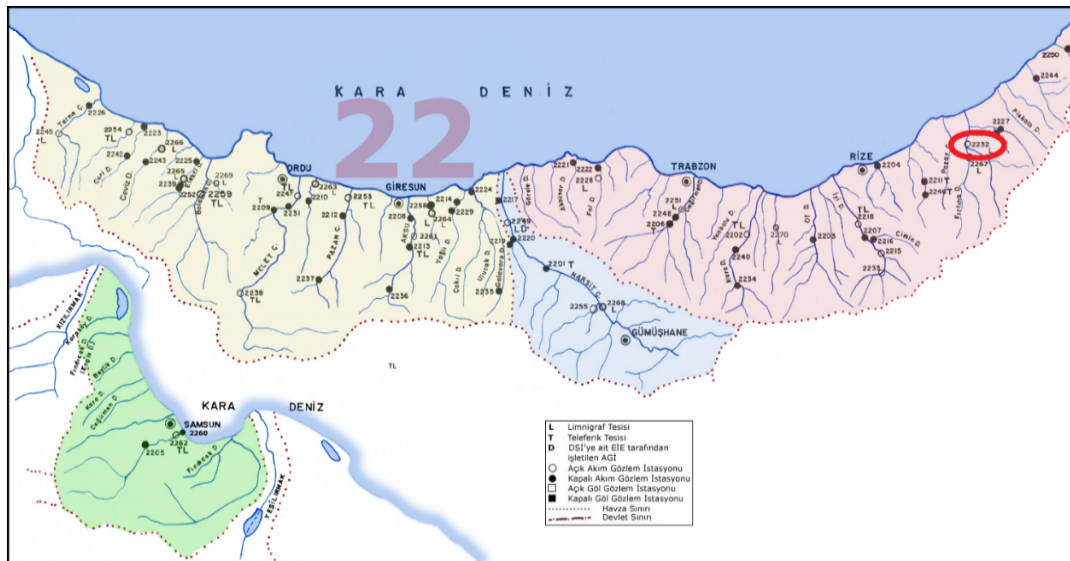
$$Z = r_s \sqrt{n-1} = -1,881 \quad (4.216)$$

Z'nin mutlak değeri seçilen  $\alpha = 0.05$  anlamlılık düzeyine karşı gelen standart normal dağılımın [Ek A]  $Z_{\alpha/2} = 1,96$  değerinden küçük olduğu için sıfır hipotezi "H<sub>0</sub>: Trend Yok" kabul edilmekte ve incelenen zaman serisinde trend olmadığı sonucuna varılmaktadır.

#### 4.2.3.2. Fırtına deresinin askıda katı madde verilerine trend analizi yöntemi uygulanması

- Havza Adı** : Doğu Karadeniz Havzası  
**Bölge Adı** : Rize Bölgesi  
**İstasyon No** : 2232  
**İstasyon Adı** : Fırtına Deresi  
**Yükselti** : 233m  
**Yeri** : (41° 00' 45" D - 41° 04' 19" K) (Artvin-F46) Rize'nin Çamlıhemşin İlçesi'ne 5 Km. mesafede Topluca Köyü yakınındadır.

Yukarıda istasyon bilgileri verilen Fırtına Deresine ait 2232 numaralı istasyonun Doğu Karadeniz Havzası haritasındaki yeri Şekil 4.48'de gösterilmiştir.



Şekil 4.48. Fırtına deresine ait 2232 numaralı istasyonun doğu karadeniz havzasındaki yeri [75].

Fırtına Deresine ait 2232 numaralı AGİ'nin yıllık ortalama askıda katı madde miktarı verileri DSİ'den temin edilmiş ve Tablo 4.159'da verilmiştir.

Tablo 4.159. Fırtına deresine ait 2232 numaralı AGİ için askıda katı madde verileri [76].

Yıllar	Askıda katı madde Miktarı (ton/gün)	Yıllar	Askıda katı madde Miktarı (ton/gün)
1988	54,5532	1999	711,202
1989	124,942	2000	129,444
1990	49,3166	2001	574,537
1991	31,1812	2002	324,077
1992	439,853	2003	50,4271
1993	84,8939	2004	139,667
1994	39,3277	2005	134,132
1995	29,8119	2006	126,358
1996	27,6322	2007	860,418
1997	62,3873	2008	100,476
1998	657,948	2009	91,3250

### Mann – Kendall testi uygulanması

Tablo 4.160. Mann – Kendall testi için P ve M değerleri.

Sıra	Tarihler	Değer	$x_i < x_j$	$x_i > x_j$	P	M
1	1988	54,5532	0	0	0	0
2	1989	124,942	1	0	1	0
3	1990	49,3166	0	2	1	2
4	1991	31,1812	0	3	1	5
5	1992	439,853	4	0	5	5
6	1993	84,8939	3	2	8	7
7	1994	39,3277	1	5	9	12
8	1995	29,8119	0	7	9	19
9	1996	27,6322	0	8	9	27
10	1997	62,3873	6	3	15	30
11	1998	657,948	10	0	25	30
12	1999	711,202	11	0	36	30
13	2000	129,444	9	3	45	33
14	2001	574,537	11	2	56	35
15	2002	324,077	10	4	66	39
16	2003	50,4271	5	10	71	49
17	2004	139,667	11	5	82	54
18	2005	134,132	11	6	93	60
19	2006	126,358	10	8	103	68
20	2007	860,418	19	0	122	68
21	2008	100,476	9	11	131	79
22	2009	91,3250	9	12	140	91

$i < j$  için  $x_i < x_j$  olan çiftlerin sayısı  $P = 140$ ,  $x_i > x_j$  olan çiftlerin sayısı  $M = 91$  olarak bulunur. Test istatistiği  $S = P - M = 49$  bulunur.

Kendall Korelasyon Katsayısı

$$\tau = \frac{S}{[n(n-1)/2]} = 0,212 \quad (4.217)$$

Örnek sayısı  $n > 10$  olduğundan

$$\sigma_s = \sqrt{n(n-1)(2n+5)/18} = 1257,67 \text{ bulunur.} \quad (4.218)$$

$$Z = \left. \begin{array}{l} (S-1)/\sigma_s \quad S > 0 \\ 0 \quad S = 0 \\ (S+1)/\sigma_s \quad S < 0 \end{array} \right\} \quad (4.219)$$

$$S > 0 \text{ olduğundan } Z = (S-1)/\sigma_s = 1,354 \quad (4.220)$$

Z'nin mutlak değeri için seçilen  $\alpha = 0,05$  anlamlılık düzeyine karşı gelen standart normal dağılımın [Ek A]  $Z_{\alpha/2} = 1,96$  değerinden küçük olduğu için sıfır hipotezi “ $H_0$ : Trend Yok” kabul edilmekte ve incelenen zaman serisinde trend olmadığı sonucuna varılmaktadır.

### Spearman'ın Rho testi uygulanması

Tablo 4.161.  $R_{xi}$  değerleri.

i	$R_{xi}$	i	$R_{xi}$
1	7	12	21
2	12	13	14
3	5	14	19
4	3	15	17
5	18	16	6
6	9	17	16
7	4	18	15
8	2	19	13
9	1	20	22
10	8	21	11
11	20	22	10

$$r_s = 1 - 6 \frac{\sum_{i=1}^n (R_{xi} - i)^2}{(n^3 - n)} \text{ bağıntısı uygulanarak } r_s = 0,425 \text{ olarak bulunur.} \quad (4.221)$$

$$Z = r_s \sqrt{n-1} = 1,948 \quad (4.222)$$

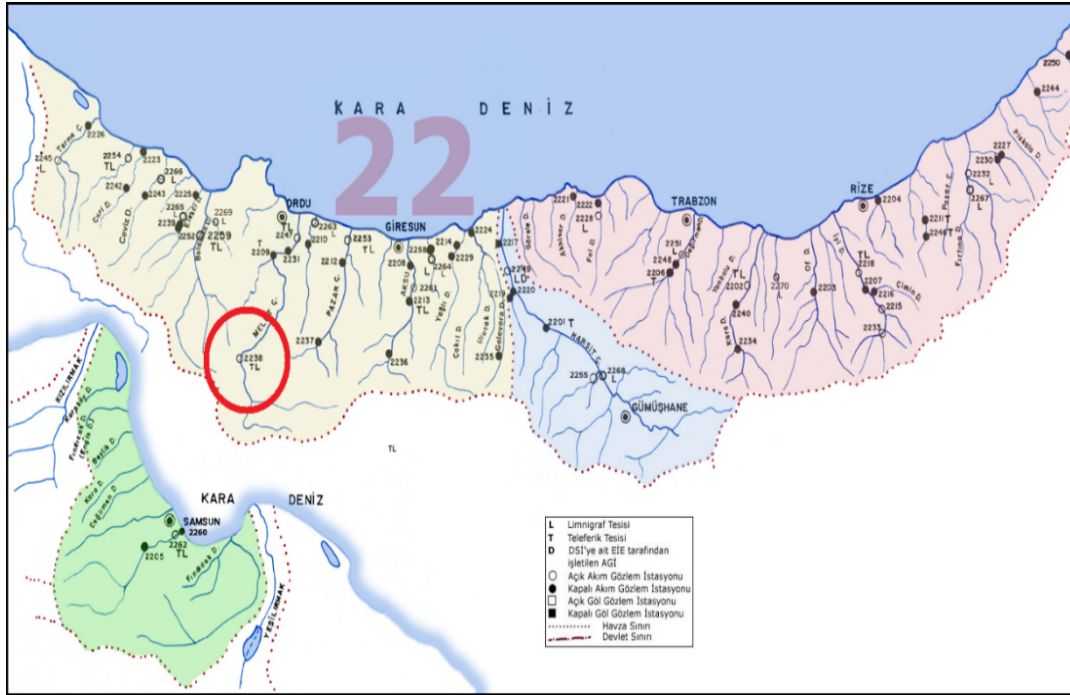
Z'nin mutlak değeri seçilen  $\alpha = 0.05$  anlamlılık düzeyine karşı gelen standart normal dağılımın [Ek A]  $Z_{\alpha/2} = 1,96$  değerinden küçük olduğu için sıfır hipotezi "Ho: Trend Yok" kabul edilmekte ve incelenen zaman serisinde trend olmadığı sonucuna varılmaktadır.

#### 4.2.3.3. Melet çayının askıda katı madde verilerine trend analizi yöntemi uygulanması

<b>Havza Adı</b>	: Doğu Karadeniz Havzası
<b>Bölge Adı</b>	: Samsun Bölgesi
<b>İstasyon No</b>	: 2238
<b>İstasyon Adı</b>	: Melet Çayı
<b>Yükselti</b>	: 949m
<b>Yeri</b>	: (37° 40' 32" D - 40° 32' 58" K) (Giresun-G39) Ordu-Mesudiye karayolunun 100. Km.'sindeki Arıcılar Köyü yol ayrımındadır.

Yukarıda istasyon bilgileri verilen Melet Çayına ait 2238 numaralı istasyonun Doğu Karadeniz Havzası haritasındaki yeri Şekil 4.49'da gösterilmiştir.





Şekil 4.49. Melet çayına ait 2238 numaralı istasyonun doğu karadeniz havzasındaki yeri [75].

Melet Çayına ait 2238 numaralı AGİ'nin askıda katı madde verileri DSİ'den temin edilmiş ve Tablo 4.162'de verilmiştir.

Tablo 4.162. Melet çayına ait 2238 numaralı AGİ için askıda katı madde verileri [76].

Yıllar	Askıda katı madde Miktarı (ton/gün)	Yıllar	Askıda katı madde Miktarı (ton/gün)
1979	96,0466	1995	221,070
1980	258,170	1996	514,241
1981	320,264	1997	104,850
1982	567,829	1998	1767,70
1983	356,180	1999	167,590
1984	85,1789	2000	622,325
1985	121,991	2001	109,398
1986	301,849	2002	72,5300
1987	146,758	2003	72,8002
1988	289,561	2004	83,9250
1989	69,9723	2005	437,377
1990	1516,86	2006	214,042
1991	101,680	2007	37,4845
1992	139,302	2008	48,3019
1993	375,362	2009	139,626
1994	47,2539		

## Mann – Kendall testi uygulanması

Tablo 4.163. Mann – Kendall testi için P ve M değerleri.

Sıra	Tarihler	Değer	$x_i < x_j$	$x_i > x_j$	P	M
1	1979	96,0466	0	0	0	0
2	1980	258,170	1	0	1	0
3	1981	320,264	2	0	3	0
4	1982	567,829	3	0	6	0
5	1983	356,180	3	1	9	1
6	1984	85,1789	0	5	9	6
7	1985	121,991	2	4	11	10
8	1986	301,849	4	3	15	13
9	1987	146,758	3	5	18	18
10	1988	289,561	5	4	23	22
11	1989	69,9723	0	10	23	32
12	1990	1516,86	11	0	34	32
13	1991	101,680	3	9	37	41
14	1992	139,302	5	8	42	49
15	1993	375,362	12	2	54	51
16	1994	47,2539	0	15	54	66
17	1995	221,070	8	8	62	74
18	1996	514,241	15	2	77	76
19	1997	104,850	5	13	82	89
20	1998	1767,70	19	0	101	89
21	1999	167,590	9	11	110	100
22	2000	622,325	19	2	129	102
23	2001	109,398	6	16	135	118
24	2002	72,5300	2	21	137	139
25	2003	72,8002	3	21	140	160
26	2004	83,9250	4	21	144	181
27	2005	437,377	21	5	165	186
28	2006	214,042	14	13	179	199
29	2007	37,4845	0	28	179	227
30	2008	48,3019	2	27	181	254
31	2009	139,626	14	16	195	270

$i < j$  için  $x_i < x_j$  olan çiftlerin sayısı  $P = 195$ ,  $x_i > x_j$  olan çiftlerin sayısı  $M = 270$  olarak bulunur. Test istatistiği  $S = P - M = -75$  bulunur.

Kendall Korelasyon Katsayısı

$$\tau = \frac{S}{[n(n-1)/2]} = -0,161 \quad (4.223)$$

Örnek sayısı  $n > 10$  olduğundan

$$\sigma_s = \sqrt{n(n-1)(2n+5)/18} = 3461,67 \text{ bulunur.} \quad (4.224)$$

$$Z = \left. \begin{array}{l} (S-1)/\sigma_s \quad S > 0 \\ 0 \quad S = 0 \\ (S+1)/\sigma_s \quad S < 0 \end{array} \right\} \quad (4.225)$$

$$S < 0 \text{ olduğundan } Z = (S+1)/\sigma_s = -1,280 \quad (4.226)$$

Z'nin mutlak değeri için seçilen  $\alpha = 0,05$  anlamlılık düzeyine karşı gelen standart normal dağılımın [Ek A]  $Z_{\alpha/2} = 1,96$  değerinden küçük olduğu için sıfır hipotezi "H<sub>0</sub>: Trend Yok" kabul edilmekte ve incelenen zaman serisinde trend olmadığı sonucuna varılmaktadır.

### Spearman'ın Rho testi uygulanması

Tablo 4.164. R<sub>xi</sub> değerleri.

i	R <sub>xi</sub>	i	R <sub>xi</sub>	i	R <sub>xi</sub>
1	9	12	30	23	12
2	20	13	10	24	5
3	23	14	14	25	6
4	28	15	25	26	7
5	24	16	2	27	26
6	8	17	19	28	18
7	13	18	27	29	1
8	22	19	11	30	3
9	16	20	31	31	15
10	21	21	17		
11	4	22	29		

$$r_s = 1 - 6 \frac{\sum_{i=1}^n (R_{xi} - i)^2}{(n^3 - n)} \text{ bağıntısı uygulanarak } r_s = -0,254 \text{ olarak bulunur.} \quad (4.227)$$

$$Z = r_s \sqrt{n-1} = -1,389 \quad (4.228)$$

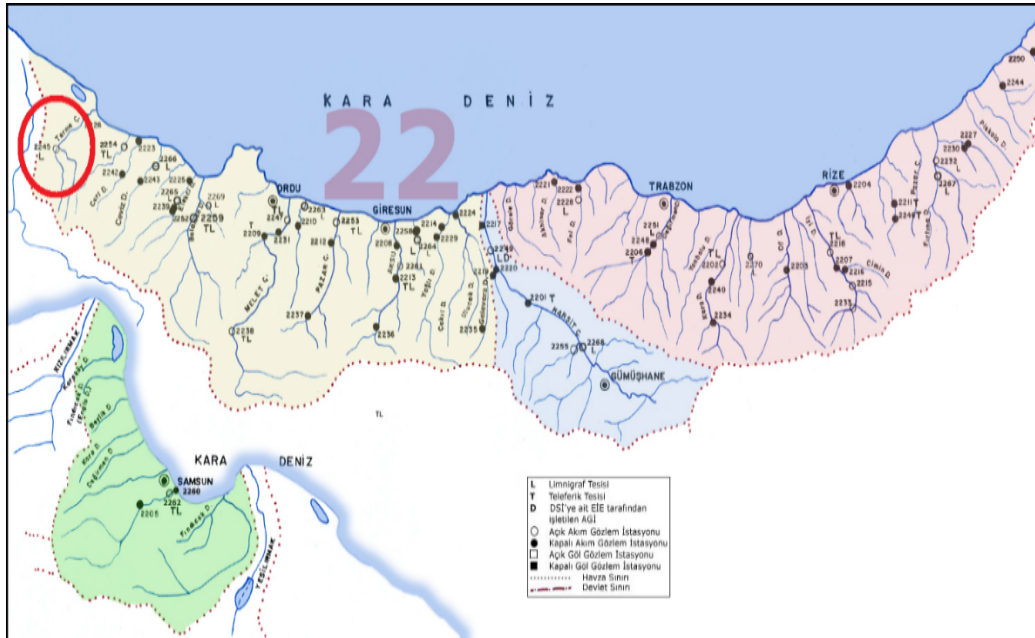
Z'nin mutlak değeri seçilen  $\alpha = 0.05$  anlamlılık düzeyine karşı gelen standart normal dağılımın [Ek A]  $Z_{\alpha/2} = 1,96$  değerinden küçük olduğu için sıfır hipotezi "H<sub>0</sub>: Trend

Yok” kabul edilmekte ve incelenen zaman serisinde trend olmadığı sonucuna varılmaktadır.

#### 4.2.3.4. Terme çayının askıda katı madde verilerine trend analizi yöntemi uygulanması

- Havza Adı** : Doğu Karadeniz Havzası  
**Bölge Adı** : Samsun Bölgesi  
**İstasyon No** : 2245  
**İstasyon Adı** : Terme Çayı  
**Yükselti** : 66m  
**Yeri** : (36° 49' 35" D - 41° 05' 00" K)(Samsun-F37) Çarşamba İlçesi'nin 18 Km. Güneydoğusundaki Salıpazarı Nahiyesi içindeki köprüdedir.

Yukarıda istasyon bilgileri verilen Terme Çayına ait 2245 numaralı istasyonun Doğu Karadeniz Havzası haritasındaki yeri Şekil 4.50'de gösterilmiştir.



Şekil 4.50. Terme çayına ait 2245 numaralı istasyonun doğu karadeniz havzasındaki yeri [75].

Terme Çayına ait 2245 numaralı AGİ'nin askıda katı madde verileri DSİ'den temin edilmiş ve Tablo 4.165'de verilmiştir.

Tablo 4.165. Terme çayına ait 2245 numaralı AGİ için askıda katı madde verileri [76].

Yıllar	Askıda katı madde Miktarı (ton/gün)	Yıllar	Askıda katı madde Miktarı (ton/gün)
1988	5,56557	1999	586,104
1989	32,3217	2000	9,19514
1990	1739,62	2001	7,80524
1991	669,747	2002	12,9901
1992	524,099	2003	99,2372
1993	69,0737	2004	17,3506
1994	2,17591	2005	8,21770
1995	1873,03	2006	1510,90
1996	224,049	2007	299,636
1997	20,6273	2008	256,707
1998	169,625	2009	196,771

### Mann – Kendall testi uygulanması

Tablo 4.166. Mann – Kendall testi için P ve M değerleri.

Sıra	Tarihler	Değer	$x_i < x_j$	$x_i > x_j$	P	M
1	1988	5,56557	0	0	0	0
2	1989	32,3217	1	0	1	0
3	1990	1739,62	2	0	3	0
4	1991	669,747	2	1	5	1
5	1992	524,099	2	2	7	3
6	1993	69,0737	2	3	9	6
7	1994	2,17591	0	6	9	12
8	1995	1873,03	7	0	16	12
9	1996	224,049	4	4	20	16
10	1997	20,6273	2	7	22	23
11	1998	169,625	5	5	27	28
12	1999	586,104	8	3	35	31
13	2000	9,19514	2	10	37	41
14	2001	7,80524	2	11	39	52
15	2002	12,9901	4	10	43	62
16	2003	99,2372	8	7	51	69
17	2004	17,3506	5	11	56	80
18	2005	8,21770	3	14	59	94
19	2006	1510,90	16	2	75	96
20	2007	299,636	13	6	88	102
21	2008	256,707	13	7	101	109
22	2009	196,771	12	9	113	118

$i < j$  için  $x_i < x_j$  olan çiftlerin sayısı  $P = 113$ ,  $x_i > x_j$  olan çiftlerin sayısı  $M = 118$  olarak bulunur. Test istatistiği  $S = P - M = -5$  bulunur.

Kendall Korelasyon Katsayısı

$$\tau = \frac{S}{[n(n-1)/2]} = -0,022 \quad (4.229)$$

Örnek sayısı  $n > 10$  olduğundan

$$\sigma_s = \sqrt{n(n-1)(2n+5)/18} = 1257,67 \text{ bulunur.} \quad (4.230)$$

$$Z = \left. \begin{array}{l} (S-1)/\sigma_s \quad S > 0 \\ 0 \quad S = 0 \\ (S+1)/\sigma_s \quad S < 0 \end{array} \right\} \quad (4.231)$$

$$S < 0 \text{ olduğundan } Z = (S+1)/\sigma_s = -0,113 \quad (4.232)$$

Z'nin mutlak değeri için seçilen  $\alpha = 0,05$  anlamlılık düzeyine karşı gelen standart normal dağılımın [Ek A]  $Z_{\alpha/2} = 1,96$  değerinden küçük olduğu için sıfır hipotezi “H<sub>0</sub>: Trend Yok” kabul edilmekte ve incelenen zaman serisinde trend olmadığı sonucuna varılmaktadır.

### Spearman'ın Rho testi uygulanması

Tablo 4.167. R<sub>xi</sub> değerleri.

i	R <sub>xi</sub>	i	R <sub>xi</sub>
1	2	12	18
2	9	13	5
3	21	14	3
4	19	15	6
5	17	16	11
6	10	17	7
7	1	18	4
8	22	19	20
9	14	20	16
10	8	21	15
11	12	22	13

$$r_s = 1 - 6 \frac{\sum_{i=1}^n (R_{xi} - i)^2}{(n^3 - n)} \text{ bağıntısı uygulanarak } r_s = -0,004 \text{ olarak bulunur.} \quad (4.233)$$

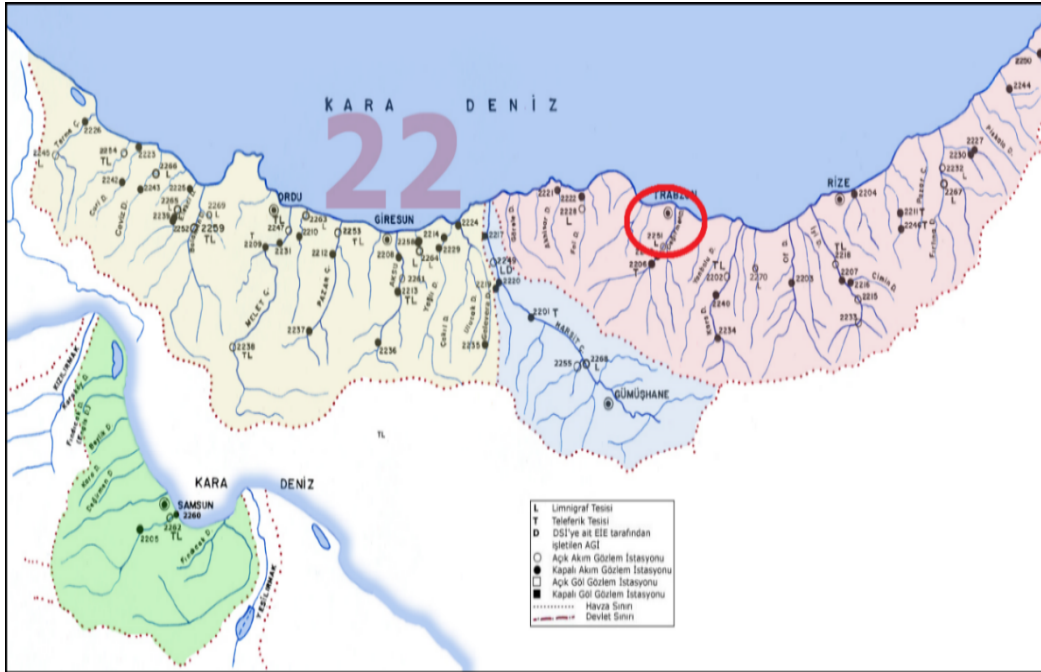
$$Z = r_s \sqrt{n-1} = -0,018 \quad (4.234)$$

Z'nin mutlak değeri seçilen  $\alpha = 0.05$  anlamlılık düzeyine karşı gelen standart normal dağılımın [Ek A]  $Z_{\alpha/2} = 1,96$  değerinden küçük olduğu için sıfır hipotezi "Ho: Trend Yok" kabul edilmekte ve incelenen zaman serisinde trend olmadığı sonucuna varılmaktadır.

#### 4.2.3.5. Değirmendere deresinin askıda katı madde verilerine trend analizi yöntemi uygulanması

<b>Havza Adı</b>	: Doğu Karadeniz Havzası
<b>Bölge Adı</b>	: Rize Bölgesi
<b>İstasyon No</b>	: 2251
<b>İstasyon Adı</b>	: Değirmendere
<b>Yükselti</b>	: 155m
<b>Yeri</b>	: (39° 41' 00" D - 40° 52' 10" K) (Trabzon-G43) Trabzon-Maçka karayolunun 16. Km'sinde Esiroğlu Nahiyesi çıkışıdır.

Yukarıda istasyon bilgileri verilen Değirmen Deresine ait 2251 numaralı istasyonun Doğu Karadeniz Havzası haritasındaki yeri Şekil 4.51'de gösterilmiştir.



Şekil 4.51. Değirmendere deresine ait 2251 numaralı istasyonun doğu karadeniz havzasındaki yeri [75].

Değirmen Deresine ait 2251 numaralı AGİ'nin askıda katı madde verileri DSİ'den temin edilmiş ve Tablo 4.168'de verilmiştir.

Tablo 4.168. Değirmendere deresine ait 2251 numaralı AGİ için askıda katı madde verileri [76].

Yıllar	Askıda katı madde Miktarı (ton/gün)	Yıllar	Askıda katı madde Miktarı (ton/gün)
1988	69,5339	1999	47,9696
1989	199,447	2000	1143,70
1990	200,931	2001	409,223
1991	452,269	2002	42,8624
1992	215,756	2003	39,4831
1993	134,982	2004	312,060
1994	8,92425	2005	1322,68
1995	115,681	2006	105,368
1996	42,9574	2007	116,799
1997	112,286	2008	58,5607
1998	123,667	2009	241,027

### Mann – Kendall testi uygulanması

Tablo 4.169. Mann – Kendall testi için P ve M değerleri.

Sıra	Tarihler	Değer	$x_i < x_j$	$x_i > x_j$	P	M
1	1988	69,5339	0	0	0	0
2	1989	199,447	1	0	1	0
3	1990	200,931	2	0	3	0
4	1991	452,269	3	0	6	0
5	1992	215,756	3	1	9	1
6	1993	134,982	1	4	10	5



Tablo 4.170. Mann – Kendall testi için P ve M değerleri.(Devamı)

7	1994	8,92425	0	6	10	11
8	1995	115,681	2	5	12	16
9	1996	42,9574	1	7	13	23
10	1997	112,286	3	6	16	29
11	1998	123,667	5	5	21	34
12	1999	47,9696	2	9	23	43
13	2000	1143,70	12	0	35	43
14	2001	409,223	11	2	46	45
15	2002	42,8624	1	13	47	58
16	2003	39,4831	1	14	48	72
17	2004	312,060	13	3	61	75
18	2005	1322,68	17	0	78	75
19	2006	105,368	6	12	84	87
20	2007	116,799	9	10	93	97
21	2008	58,5607	5	15	98	112
22	2009	241,027	16	5	114	117

$i < j$  için  $x_i < x_j$  olan çiftlerin sayısı  $P = 114$ ,  $x_i > x_j$  olan çiftlerin sayısı  $M = 117$  olarak bulunur. Test istatistiği  $S = P - M = -3$  bulunur.

Kendall Korelasyon Katsayısı

$$\tau = \frac{S}{[n(n-1)/2]} = -0,013 \quad (4.235)$$

Örnek sayısı  $n > 10$  olduğundan

$$\sigma_s = \sqrt{n(n-1)(2n+5)/18} = 1257,67 \text{ bulunur.} \quad (4.236)$$

$$Z = \left. \begin{array}{l} (S-1)/\sigma_s \quad S > 0 \\ 0 \quad S = 0 \\ (S+1)/\sigma_s \quad S < 0 \end{array} \right\} \quad (4.237)$$

$$S < 0 \text{ olduğundan } Z = (S + 1) / \sigma_s = -0,113 \quad (4.238)$$

Z'nin mutlak değeri için seçilen  $\alpha = 0,05$  anlamlılık düzeyine karşı gelen standart normal dağılımın [Ek A]  $Z_{\alpha/2} = 1,96$  değerinden küçük olduğu için sıfır hipotezi " $H_0$ :"

Trend Yok” kabul edilmekte ve incelenen zaman serisinde trend olmadığı sonucuna varılmaktadır.

### Spearman’ın Rho testi uygulanması

Tablo 4.171.  $R_{xi}$  değerleri.

i	$R_{xi}$	i	$R_{xi}$
1	7	12	5
2	14	13	21
3	15	14	19
4	20	15	3
5	16	16	2
6	13	17	18
7	1	18	22
8	10	19	8
9	4	20	11
10	9	21	6
11	12	22	17

$$r_s = 1 - 6 \frac{\sum_{i=1}^n (R_{xi} - i)^2}{(n^3 - n)} \text{ bağıntısı uygulanarak } r_s = 0,004 \text{ olarak bulunur.} \quad (4.239)$$

$$Z = r_s \sqrt{n-1} = 0,018 \quad (4.240)$$

Z’nin mutlak değeri seçilen  $\alpha = 0.05$  anlamlılık düzeyine karşı gelen standart normal dağılımın [Ek A]  $Z_{\alpha/2} = 1,96$  değerinden küçük olduğu için sıfır hipotezi “ $H_0$ : Trend Yok” kabul edilmekte ve incelenen zaman serisinde trend olmadığı sonucuna varılmaktadır.

### 4.3. Sakarya Havzasının Yağış-Akış-Askıda Katı Madde Verilerine Trend Analizi Yöntemi Uygulanması

Anadolu Yarımadası’nın kuzeybatısında yer alan Sakarya Havzası batıda Susurluk, güneyde Akarçay ve Konya Kapalı Havzaları, doğuda Kızılırmak ve Batı Karadeniz Havzaları ile çevrilidir. Sakarya Nehri’nin drenaj alanı 58.160 km<sup>2</sup>, başlangıcında yer alan bazı kaynaklarının kuruduğu göz önüne alınırsa kolları ile birlikte toplam uzunluğu 720 km’dir. Türkiye yüzölçümünün yaklaşık %7’sini kaplayan havzanın

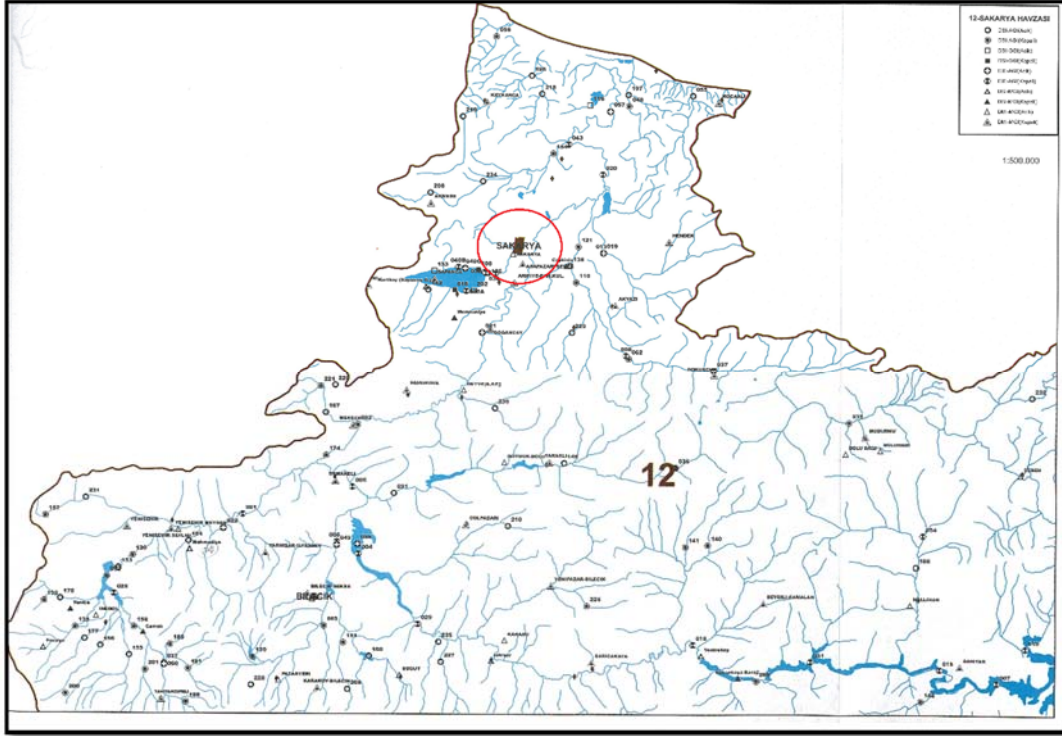
ortalama yüksekliği 508 m'dir. Havzanın kuzeyinde Bolu Dağları (2.499 m), doğusunda İdris Dağı (1.992 m), Elmadağ (1.761 m) ve Haymana Platosu, güneyinde Emir Dağı (2.307 m), Murat Dağı (2.309 m), Bayat ve Cihanbeyli Platoları, batısında ise Domaniç Dağı (1.845 m) ve Uludağ (2.543 m) yer almaktadır. Sakarya Havzası, 479 mm değeri ile yıllık ortalama yağış miktarı 500 mm'den az olan dört havza içerisinde yer almaktadır. Diğer taraftan, yıllık toplam yağış miktarına bakıldığında 32 milyar m<sup>3</sup> ile 3. sıraya yükselmektedir. Ayrıca, yıllık 12 milyar m<sup>3</sup> akım ile yine 3. sırada yer alan Sakarya Havzası, en fazla yağış alan 3. Havzadır. Sakarya Havzası'nın arazi durumu drenaj alanı içerisinde giren arazinin %52'si tarımsal alan, %45'i orman ve yarı doğal alan, %2,2'si ise şehir vb. insan eli ile değiştirilmiş bölgeleri içeren yapay alandır. Havzada sulak alanlar yaklaşık %0,2'lik, yüzey suları ise yaklaşık %0,4'lük alanı kaplamaktadır. Sakarya Havzası, konumu sebebiyle havzada çeşitli iklimler etkilidir. Yukarı Sakarya Havzası'nda yer alan Afyon Emirdağ, Konya Ilgın ve Ankara Haymana çevresinde, Orta Sakarya'nın doğusunda ve Ankara'da tipik İç Anadolu iklimi görülür. Bu bölgelerde yazlar sıcak, kışlar ise soğuk geçmekte; yaz döneminde konveksiyonel karakterlere bağlı olarak az da olsa yağış düşmektedir. Bunun yanında, Ankara'nın kuzey kesiminde Karadeniz ikliminin ılıman ve yağışlı halleri de görülmemektedir. Bölgeye düşen yağış miktarları da kuzey ve güney kesimlerde farklılık gösterir. Kuzeyde Karadeniz yağış rejimi özelliğini, güneyde ise İç Anadolu karakterini taşıır [78].

#### **4.3.1. Sakarya havzasının yağış verilerine trend analizi yöntemi uygulanması**

##### **4.3.1.1. Sakarya ilinin yağış verilerine trend analizi yöntemi uygulanması**

<b>Havza Adı</b>	: Sakarya Havzası
<b>Bölge Adı</b>	: İstanbul Bölgesi
<b>İstasyon No</b>	: 17069
<b>İstasyon Adı</b>	: Sakarya
<b>Rakım</b>	: 30,43m
<b>Kronolojisi</b>	: 1929-50BK.52,54-89S.03A-

Yukarıda istasyon bilgileri verilen Sakarya iline ait 17069 numaralı istasyonun Sakarya Havzası haritasındaki yeri Şekil 4.52’de gösterilmiştir.



Şekil 4.52. Sakarya iline ait 17069 numaralı istasyonun hidrometri haritasındaki yeri [73].

Sakarya iline ait 17069 numaralı MGİ'nin yağış verileri DMİ'den temin edilmiş ve Tablo 4.172’de verilmiştir.

Tablo 4.172. Sakarya iline ait 17069 numaralı MGİ için yağış verileri [74].

Yıllar	Yağış Miktarı (mm)	Yıllar	Yağış Miktarı (mm)
1979	7,402853	1996	4,778627
1980	5,450976	1997	6,137425
1981	6,787688	1998	6,614968
1982	6,474891	1999	5,221569
1983	5,948140	2000	4,332968
1984	4,993333	2001	3,261733
1985	4,229472	2002	3,813728
1986	4,251941	2003	3,034804
1987	6,787117	2004	4,953381
1988	5,283454	2005	5,432288
1989	4,786697	2006	3,852108
1990	5,931621	2007	7,235407
1991	6,246826	2008	4,383057
1992	5,180452	2009	4,098052
1993	4,722527	2010	4,282022
1994	6,714097	2011	3,151780
1995	4,661605	2012	3,850412

## Mann – Kendall testi uygulanması

Tablo 4.173. Mann – Kendall testi için P ve M değerleri.

Sıra	Tarihler	Değer	$x_i < x_j$	$x_i > x_j$	P	M
1	1979	7,402853	0	0	0	0
2	1980	5,450976	0	1	0	1
3	1981	6,787688	1	1	1	2
4	1982	6,474891	1	2	2	4
5	1983	5,948140	1	3	3	7
6	1984	4,993333	0	5	3	12
7	1985	4,229472	0	6	3	18
8	1986	4,251941	1	6	4	24
9	1987	6,787117	6	2	10	26
10	1988	5,283454	3	6	13	32
11	1989	4,786697	2	8	15	40
12	1990	5,931621	6	5	21	45
13	1991	6,246826	8	4	29	49
14	1992	5,180452	4	9	33	58
15	1993	4,722527	2	12	35	70
16	1994	6,714097	12	3	47	73
17	1995	4,661605	2	14	49	87
18	1996	4,778627	4	13	53	100
19	1997	6,137425	12	6	65	106
20	1998	6,614968	15	4	80	110
21	1999	5,221569	8	12	88	122
22	2000	4,332968	2	19	90	141
23	2001	3,261733	0	22	90	163
24	2002	3,813728	1	22	91	185
25	2003	3,034804	0	24	91	209
26	2004	4,953381	10	15	101	224
27	2005	5,432288	15	11	116	235
28	2006	3,852108	3	24	119	259
29	2007	7,235407	27	1	146	260
30	2008	4,383057	7	22	153	282
31	2009	4,098052	4	26	157	308
32	2010	4,282022	7	24	164	332
33	2011	3,151780	1	31	165	363
34	2012	3,850412	4	29	169	392

$i < j$  için  $x_i < x_j$  olan çiftlerin sayısı  $P = 169$ ,  $x_i > x_j$  olan çiftlerin sayısı  $M = 392$  olarak bulunur. Test istatistiği  $S = P - M = -223$  bulunur.

Kendall Korelasyon Katsayısı

$$\tau = \frac{S}{[n(n-1)/2]} = -0,398 \quad (4.241)$$

Örnek sayısı  $n > 10$  olduğundan

$$\sigma_s = \sqrt{n(n-1)(2n+5)/18} = 4550,33 \text{ bulunur.} \quad (4.242)$$

$$Z = \left. \begin{array}{l} (S-1)/\sigma_s \quad S > 0 \\ 0 \quad S = 0 \\ (S+1)/\sigma_s \quad S < 0 \end{array} \right\} \quad (4.243)$$

$$S < 0 \text{ olduğundan } Z = (S+1)/\sigma_s = -3,291 \quad (4.244)$$

Z'nin mutlak değeri için seçilen  $\alpha = 0,05$  anlamlılık düzeyine karşı gelen standart normal dağılımın [Ek A]  $Z_{\alpha/2} = 1,96$  değerinden büyük olduğu için sıfır hipotezi “ $H_0$ : Trend Yok” reddedilmekte  $Z < 0$  olduğundan dolayı da incelenen zaman serisinde azalan yönde trend olduğu sonucuna varılmaktadır.

### Spearman'ın Rho testi uygulanması

Tablo 4.174.  $R_{xi}$  değerleri.

i	$R_{xi}$	i	$R_{xi}$	i	$R_{xi}$
1	34	13	27	25	1
2	23	14	19	26	17
3	32	15	14	27	22
4	28	16	30	28	6
5	25	17	13	29	33
6	18	18	15	30	12
7	8	19	26	31	7
8	9	20	29	32	10
9	31	21	20	33	2
10	21	22	11	34	5
11	16	23	3		
12	24	24	4		

$$r_s = 1 - 6 \frac{\sum_{i=1}^n (R_{xi} - i)^2}{(n^3 - n)} \text{ bağıntısı uygulanarak } r_s = -0,548 \text{ olarak bulunur.} \quad (4.245)$$

$$Z = r_s \sqrt{n-1} = -3,147 \quad (4.246)$$

Z'nin mutlak değeri seçilen  $\alpha = 0.05$  anlamlılık düzeyine karşı gelen standart normal dağılımın [Ek A]  $Z_{\alpha/2} = 1,96$  değerinden büyük olduğu için sıfır hipotezi “ $H_0$ : Trend

Yok” reddedilmekte  $Z < 0$  olduğundan dolayı da incelenen zaman serisinde azalan yönde trend olduğu sonucuna varılmaktadır.

### Mann – Kendall mertebeye korelasyon testi uygulanması

Tablo 4. 175.  $u(t)$  fonksiyonunun hesabı.

Sıra	Tarihler	Değer	n	t	Var(t)	E(t)	u(t)
1	1979	7,402853	0	0	0,00	0,00	0,00
2	1980	5,450976	0	0	0,25	0,50	-1,00
3	1981	6,787688	1	1	0,92	1,50	-0,52
4	1982	6,474891	1	2	2,17	3,00	-0,68
5	1983	5,948140	1	3	4,17	5,00	-0,98
6	1984	4,993333	0	3	7,08	7,50	-1,69
7	1985	4,229472	0	3	11,08	10,50	-2,25
8	1986	4,251941	1	4	16,33	14,00	-2,47
9	1987	6,787117	6	10	23,00	18,00	-1,67
10	1988	5,283454	3	13	31,25	22,50	-1,70
11	1989	4,786697	2	15	41,25	27,50	-1,95
12	1990	5,931621	6	21	53,17	33,00	-1,65
13	1991	6,246826	8	29	67,17	39,00	-1,22
14	1992	5,180452	4	33	83,42	45,50	-1,37
15	1993	4,722527	2	35	102,08	52,50	-1,73
16	1994	6,714097	12	47	123,33	60,00	-1,17
17	1995	4,661605	2	49	147,33	68,00	-1,57
18	1996	4,778627	4	53	174,25	76,50	-1,78
19	1997	6,137425	12	65	204,25	85,50	-1,43
20	1998	6,614968	15	80	237,50	95,00	-0,97
21	1999	5,221569	8	88	274,17	105,00	-1,03
22	2000	4,332968	2	90	314,42	115,50	-1,44
23	2001	3,261733	0	90	358,42	126,50	-1,93
24	2002	3,813728	1	91	406,33	138,00	-2,33
25	2003	3,034804	0	91	458,33	150,00	-2,76
26	2004	4,953381	10	101	514,58	162,50	-2,71
27	2005	5,432288	15	116	575,25	175,50	-2,48
28	2006	3,852108	3	119	640,50	189,00	-2,77
29	2007	7,235407	27	146	710,50	203,00	-2,14
30	2008	4,383057	7	153	785,42	217,50	-2,30
31	2009	4,098052	4	157	865,42	232,50	-2,57
32	2010	4,282022	7	164	950,67	248,00	-2,72
33	2011	3,151780	1	165	1041,33	264,00	-3,07
34	2012	3,850412	4	169	1137,58	280,50	-3,31

Yukarıda bulunan değerleri tersten sıralayarak aynı işlem tekrar yapılır;

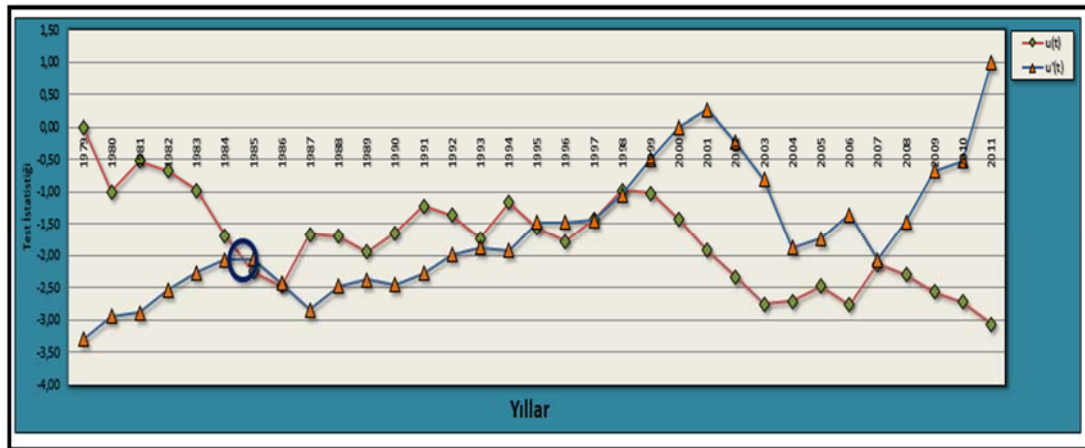
Tablo 4.176.  $u'(t)$  fonksiyonunun hesabı.

Sıra	Tarihler	Değer	n	t	Var(t)	E(t)	u(t)
34	2012	3,850412	0	0	0,00	0,00	0,00
33	2011	3,151780	0	0	0,25	0,50	1,00
32	2010	4,282022	2	2	0,92	1,50	-0,52
31	2009	4,098052	2	4	2,17	3,00	-0,68

Tablo 4.177.  $u'(t)$  fonksiyonunun hesabı.(Devamı)

30	2008	4,383057	4	8	4,17	5,00	-1,47
29	2007	7,235407	5	13	7,08	7,50	-2,07
28	2006	3,852108	2	15	11,08	10,50	-1,35
27	2005	5,432288	6	21	16,33	14,00	-1,73
26	2004	4,953381	6	27	23,00	18,00	-1,88
25	2003	3,034804	0	27	31,25	22,50	-0,80
24	2002	3,813728	2	29	41,25	27,50	-0,23
23	2001	3,261733	2	31	53,17	33,00	0,27
22	2000	4,332968	8	39	67,17	39,00	0,00
21	1999	5,221569	11	50	83,42	45,50	-0,49
20	1998	6,614968	13	63	102,08	52,50	-1,04
19	1997	6,137425	13	76	123,33	60,00	-1,44
18	1996	4,778627	10	86	147,33	68,00	-1,48
17	1995	4,661605	10	96	174,25	76,50	-1,48
16	1994	6,714097	17	113	204,25	85,50	-1,92
15	1993	4,722527	11	124	237,50	95,00	-1,88
14	1992	5,180452	14	138	274,17	105,00	-1,99
13	1991	6,246826	18	156	314,42	115,50	-2,28
12	1990	5,931621	17	173	358,42	126,50	-2,46
11	1989	4,786697	13	186	406,33	138,00	-2,38
10	1988	5,283454	17	203	458,33	150,00	-2,48
9	1987	6,787117	24	227	514,58	162,50	-2,84
8	1986	4,251941	7	234	575,25	175,50	-2,44
7	1985	4,229472	7	241	640,50	189,00	-2,05
6	1984	4,993333	17	258	710,50	203,00	-2,06
5	1983	5,948140	23	281	785,42	217,50	-2,27
4	1982	6,474891	26	307	865,42	232,50	-2,53
3	1981	6,787688	30	337	950,67	248,00	-2,89
2	1980	5,450976	22	359	1041,33	264,00	-2,94
1	1979	7,402853	33	392	1137,58	280,50	-3,31

elde edilen  $u(t)$  (Tablo 4.175) ve  $u'(t)$  (Tablo 4.176 ve Tablo 4.177) test istatistiklerinin grafiksel olarak gösterilmesi sonucunda verilerin 1985 yılında çakıştıkları Şekil 4.53'de görülür ve trend başlangıç yılı olarak alınır.

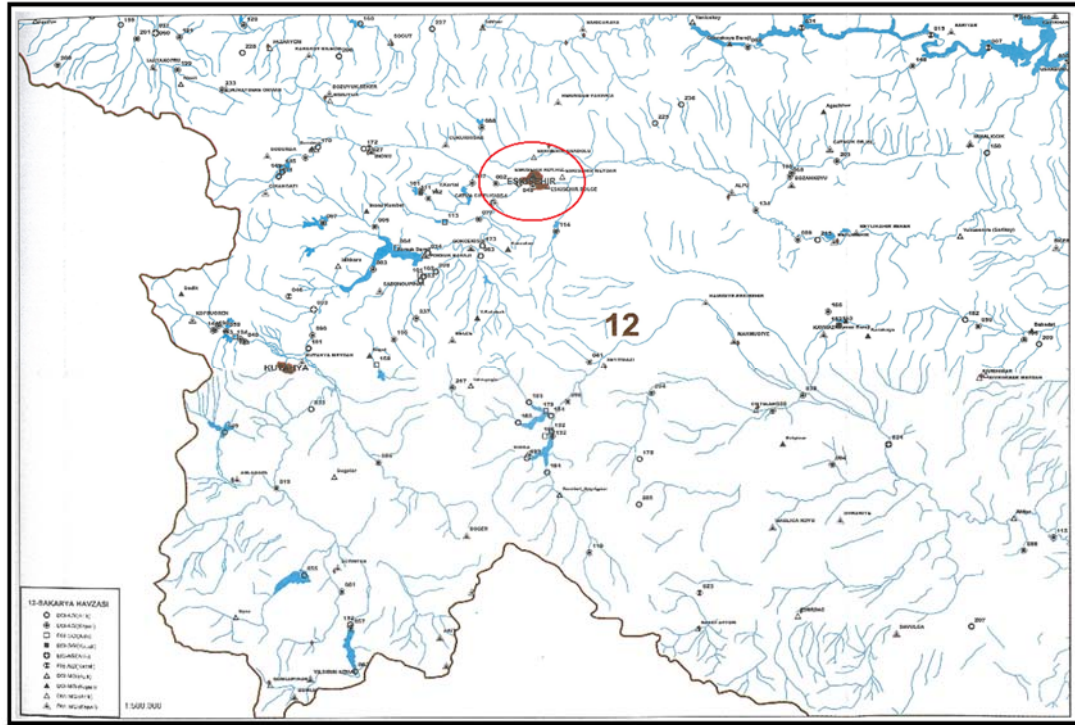
Şekil 4.53. Sakarya ilinin yağış verilerinin  $u(t) - u'(t)$  grafiği.



#### 4.3.1.2. Eskişehir ilinin yağış verilerine trend analizi yöntemi uygulanması

**Havza Adı** : Sakarya Havzası  
**Bölge Adı** : Eskişehir Bölgesi  
**İstasyon No** : 17123  
**İstasyon Adı** : Eskişehir  
**Rakım** : 787m  
**Kronolojisi** : 64BL.1990-90BK.

Yukarıda istasyon bilgileri verilen Eskişehir iline ait 17123 numaralı istasyonun Sakarya Havzası haritasındaki yeri Şekil 4.54’de gösterilmiştir.



Şekil 4.54. Eskişehir iline ait 17123 numaralı istasyonun hidrometri haritasındaki yeri [73].

Eskişehir iline ait 17123 numaralı MGI'nin yağış verileri DMI'den temin edilmiş ve Tablo 4.178'de verilmiştir.

Tablo 4.178. Eskişehir iline ait 17123 numaralı MGİ için yağış verileri [74].

Yıllar	Yağış Miktarı (mm)	Yıllar	Yağış Miktarı (mm)
1991	3,798235	2002	2,902906
1992	3,526954	2003	2,380716
1993	2,367900	2004	1,980383
1994	2,744295	2005	2,811066
1995	2,649817	2006	2,598054
1996	2,700370	2007	2,283723
1997	2,366924	2008	1,092931
1998	3,578923	2009	1,680094
1999	2,835431	2010	1,963077
2000	2,819003	2011	1,674802
2001	2,868024	2012	3,272410

### Mann – Kendall testi uygulanması

Tablo 4.179. Mann – Kendall testi için P ve M değerleri.

Sıra	Tarihler	Değer	$x_i < x_j$	$x_i > x_j$	P	M
1	1991	3,798235	0	0	0	0
2	1992	3,526954	0	1	0	1
3	1993	2,367900	0	2	0	3
4	1994	2,744295	1	2	1	5
5	1995	2,649817	1	3	2	8
6	1996	2,700370	2	3	4	11
7	1997	2,366924	0	6	4	17
8	1998	3,578923	6	1	10	18
9	1999	2,835431	5	3	15	21
10	2000	2,819003	5	4	20	25
11	2001	2,868024	7	3	27	28
12	2002	2,902906	8	3	35	31
13	2003	2,380716	2	10	37	41
14	2004	1,980383	0	13	37	54
15	2005	2,811066	7	7	44	61
16	2006	2,598054	4	11	48	72
17	2007	2,283723	1	15	49	87
18	2008	1,092931	0	17	49	104
19	2009	1,680094	1	17	50	121
20	2010	1,963077	2	17	52	138
21	2011	1,674802	1	19	53	157
22	2012	3,272410	18	3	71	160

$i < j$  için  $x_i < x_j$  olan çiftlerin sayısı  $P = 71$ ,  $x_i > x_j$  olan çiftlerin sayısı  $M = 160$  olarak bulunur. Test istatistiği  $S = P - M = -89$  bulunur.

Kendall Korelasyon Katsayısı

$$\tau = \frac{S}{[n(n-1)/2]} = -0,385 \quad (4.247)$$

Örnek sayısı  $n > 10$  olduğundan

$$\sigma_s = \sqrt{n(n-1)(2n+5)/18} = 1257,67 \text{ bulunur.} \quad (4.248)$$

$$Z = \left. \begin{array}{ll} (S-1)/\sigma_s & S > 0 \\ 0 & S = 0 \\ (S+1)/\sigma_s & S < 0 \end{array} \right\} \quad (4.249)$$

$$S < 0 \text{ olduğundan } Z = (S + 1) / \sigma_s = -2,481 \quad (4.250)$$

Z'nin mutlak değeri için seçilen  $\alpha = 0,05$  anlamlılık düzeyine karşı gelen standart normal dağılımın [Ek A]  $Z_{\alpha/2} = 1,96$  değerinden büyük olduğu için sıfır hipotezi “ $H_0$ : Trend Yok” reddedilmekte  $Z < 0$  olduğundan dolayı da incelenen zaman serisinde azalan yönde trend olduğu sonucuna varılmaktadır.

### Spearman'ın Rho testi uygulanması

Tablo 4.180.  $R_{xi}$  değerleri.

i	$R_{xi}$	i	$R_{xi}$
1	22	12	18
2	20	13	9
3	8	14	5
4	13	15	14
5	11	16	10
6	12	17	6
7	7	18	1
8	21	19	3
9	16	20	4
10	15	21	2
11	17	22	19

$$r_s = 1 - 6 \frac{\sum_{i=1}^n (R_{xi} - i)^2}{(n^3 - n)} \text{ bağıntısı uygulanarak } r_s = -0,516 \text{ olarak bulunur.} \quad (4.251)$$

$$Z = r_s \sqrt{n-1} = -2,362 \quad (4.252)$$

Z'nin mutlak değeri seçilen  $\alpha = 0.05$  anlamlılık düzeyine karşı gelen standart normal dağılımın [Ek A]  $Z_{\alpha/2} = 1,96$  değerinden büyük olduğu için sıfır hipotezi “ $H_0$ : Trend Yok” reddedilmekte  $Z < 0$  olduğundan dolayı da incelenen zaman serisinde azalan yönde trend olduğu sonucuna varılmaktadır.

### Mann – Kendall mertebeye korelasyon testi uygulanması

Tablo 4.181. u(t) fonksiyonunun hesabı.

Sıra	Tarihler	Değer	n	t	Var(t)	E(t)	u(t)
1	1991	3,798235	0	0	0,00	0,00	0,00
2	1992	3,526954	0	0	0,25	0,50	-1,00
3	1993	2,367900	0	0	0,92	1,50	-1,57
4	1994	2,744295	1	1	2,17	3,00	-1,36
5	1995	2,649817	1	2	4,17	5,00	-1,47
6	1996	2,700370	2	4	7,08	7,50	-1,32
7	1997	2,366924	0	4	11,08	10,50	-1,95
8	1998	3,578923	6	10	16,33	14,00	-0,99
9	1999	2,835431	5	15	23,00	18,00	-0,63
10	2000	2,819003	5	20	31,25	22,50	-0,45
11	2001	2,868024	7	27	41,25	27,50	-0,08
12	2002	2,902906	8	35	53,17	33,00	0,27
13	2003	2,380716	2	37	67,17	39,00	-0,24
14	2004	1,980383	0	37	83,42	45,50	-0,93
15	2005	2,811066	7	44	102,08	52,50	-0,84
16	2006	2,598054	4	48	123,33	60,00	-1,08
17	2007	2,283723	1	49	147,33	68,00	-1,57
18	2008	1,092931	0	49	174,25	76,50	-2,08
19	2009	1,680094	1	50	204,25	85,50	-2,48
20	2010	1,963077	2	52	237,50	95,00	-2,79
21	2011	1,674802	1	53	274,17	105,00	-3,14
22	2012	3,272410	18	71	314,42	115,50	-2,51

Yukarıda bulunan değerleri tersten sıralayarak aynı işlem tekrar yapılır;

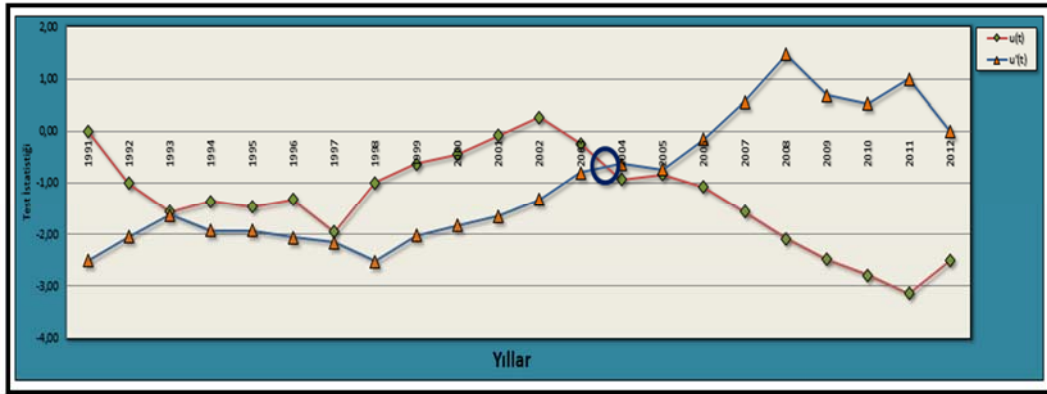
Tablo 4.182. u'(t) fonksiyonunun hesabı.

Sıra	Tarihler	Değer	n	t	Var(t)	E(t)	u(t)
22	2012	3,272410	0	0	0,00	0,00	0,00
21	2011	1,674802	0	0	0,25	0,50	1,00
20	2010	1,963077	1	1	0,92	1,50	0,52
19	2009	1,680094	1	2	2,17	3,00	0,68
18	2008	1,092931	0	2	4,17	5,00	1,47
17	2007	2,283723	4	6	7,08	7,50	0,56
16	2006	2,598054	5	11	11,08	10,50	-0,15
15	2005	2,811066	6	17	16,33	14,00	-0,74
14	2004	1,980383	4	21	23,00	18,00	-0,63
13	2003	2,380716	6	27	31,25	22,50	-0,80
12	2002	2,902906	9	36	41,25	27,50	-1,32
11	2001	2,868024	9	45	53,17	33,00	-1,65

Tablo 4.183.  $u'(t)$  fonksiyonunun hesabı.(Devamı)

10	2000	2,819003	9	54	67,17	39,00	-1,83
9	1999	2,835431	10	64	83,42	45,50	-2,03
8	1998	3,578923	14	78	102,08	52,50	-2,52
7	1997	2,366924	6	84	123,33	60,00	-2,16
6	1996	2,700370	9	93	147,33	68,00	-2,06
5	1995	2,649817	9	102	174,25	76,50	-1,93
4	1994	2,744295	11	113	204,25	85,50	-1,92
3	1993	2,367900	7	120	237,50	95,00	-1,62
2	1992	3,526954	19	139	274,17	105,00	-2,05
1	1991	3,798235	21	160	314,42	115,50	-2,51

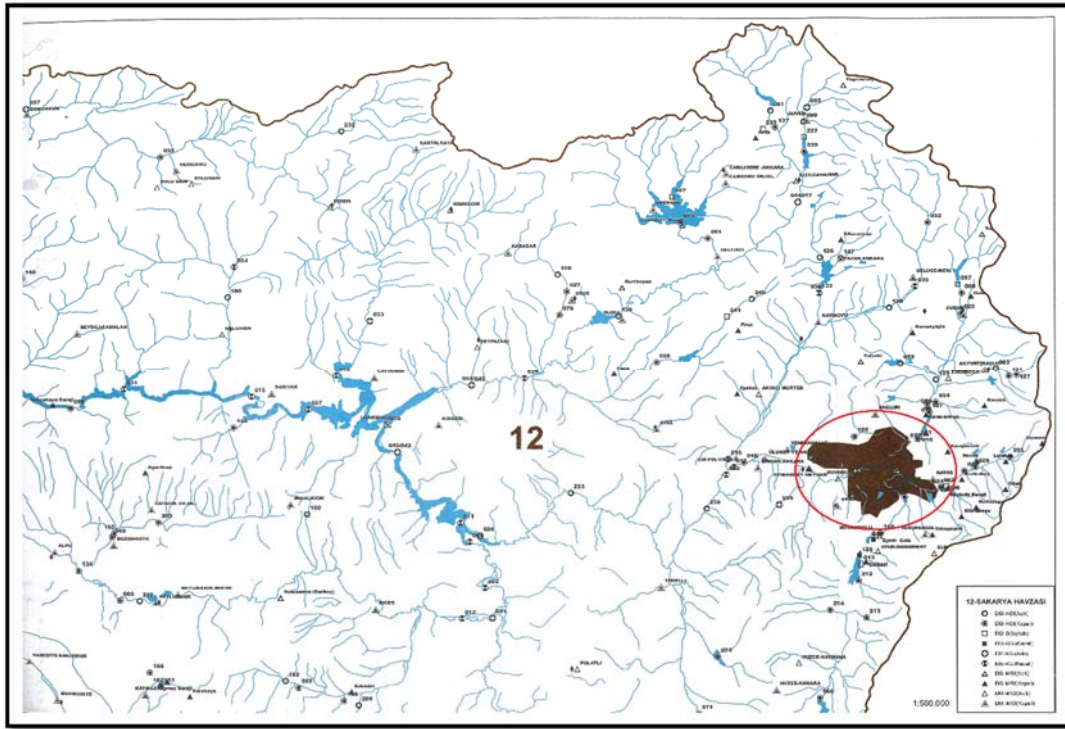
elde edilen  $u(t)$  (Tablo 4.181) ve  $u'(t)$  (Tablo 4.182 ve Tablo 4.183) test istatistiklerinin grafiksel olarak gösterilmesi sonucunda verilerin 1985 yılında çakıştıkları Şekil 4.55’de görülür ve trend başlangıç yılı olarak alınır.

Şekil 4.55. Eskişehir ilinin yağış verilerinin  $u(t) - u'(t)$  grafiği.

#### 4.3.1.3. Ankara ilinin yağış verilerinin trend analizi yöntemi uygulanması

**Havza Adı** : Sakarya Havzası  
**Bölge Adı** : Ankara Bölgesi  
**İstasyon No** : 17130  
**İstasyon Adı** : Ankara  
**Rakım** : 890,52m  
**Kronolojisi** : 1926-26BK.62BL.91S.71RD.03A-

Yukarıda istasyon bilgileri verilen Ankara iline ait 17130 numaralı istasyonun Sakarya Havzası haritasındaki yeri Şekil 4.56’da gösterilmiştir.



Şekil 4.56. Ankara iline ait 17130 numaralı istasyonun hidrometri haritasındaki yeri [73].

Ankara iline ait 17130 numaralı MGİ'nin yağış verileri DMİ'den temin edilmiş ve Tablo 4.184'de verilmiştir.

Tablo 4.184. Ankara iline ait 17130 numaralı MGİ için yağış verileri [74].

Yıllar	Yağış Miktarı (mm)	Yıllar	Yağış Miktarı (mm)
1979	2,159734	1996	3,131104
1980	2,521890	1997	3,585246
1981	3,524148	1998	3,560788
1982	3,108327	1999	3,837331
1983	3,279585	2000	2,872373
1984	2,220545	2001	2,660590
1985	2,358922	2002	2,778932
1986	2,570284	2003	2,212359
1987	2,737948	2004	1,981153
1988	2,446137	2005	3,146981
1989	2,348530	2006	2,818877
1990	4,297590	2007	3,237188
1991	2,422730	2008	2,621701
1992	2,311029	2009	2,566491
1993	2,301694	2010	3,607684
1994	2,269863	2011	3,387894
1995	3,690210	2012	2,701750

## Mann – Kendall testi uygulanması

Tablo 4.185. Mann – Kendall testi için P ve M değerleri.

Sıra	Tarihler	Değer	$x_i < x_j$	$x_i > x_j$	P	M
1	1979	7,402853	0	0	0	0
2	1980	5,450976	0	1	0	1
3	1981	6,787688	1	1	1	2
4	1982	3,108327	2	1	5	1
5	1983	3,279585	3	1	8	2
6	1984	2,220545	1	4	9	6
7	1985	2,358922	2	4	11	10
8	1986	2,570284	4	3	15	13
9	1987	2,737948	5	3	20	16
10	1988	2,446137	3	6	23	22
11	1989	2,348530	2	8	25	30
12	1990	4,297590	11	0	36	30
13	1991	2,422730	4	8	40	38
14	1992	2,311029	2	11	42	49
15	1993	2,301694	2	12	44	61
16	1994	2,269863	2	13	46	74
17	1995	3,690210	15	1	61	75
18	1996	3,131104	13	4	74	79
19	1997	3,585246	16	2	90	81
20	1998	3,560788	16	3	106	84
21	1999	3,837331	19	1	125	85
22	2000	2,872373	12	9	137	94
23	2001	2,660590	11	11	148	105
24	2002	2,778932	13	10	161	115
25	2003	2,212359	1	23	162	138
26	2004	1,981153	0	25	162	163
27	2005	3,146981	19	7	181	170
28	2006	2,818877	16	11	197	181
29	2007	3,237188	21	7	218	188
30	2008	2,621701	13	16	231	204
31	2009	2,566491	12	18	243	222
32	2010	3,607684	28	3	271	225
33	2011	3,387894	25	7	296	232
34	2012	2,701750	16	17	312	249

$i < j$  için  $x_i < x_j$  olan çiftlerin sayısı  $P = 312$ ,  $x_i > x_j$  olan çiftlerin sayısı  $M = 249$  olarak bulunur. Test istatistiği  $S = P - M = 63$  bulunur.

Kendall Korelasyon Katsayısı

$$\tau = \frac{S}{[n(n-1)/2]} = 0,112 \quad (4.253)$$

Örnek sayısı  $n > 10$  olduğundan

$$\sigma_s = \sqrt{n(n-1)(2n+5)/18} = 4550,33 \text{ bulunur.} \quad (4.254)$$

$$Z = \left. \begin{array}{l} (S-1)/\sigma_s \quad S > 0 \\ 0 \quad S = 0 \\ (S+1)/\sigma_s \quad S < 0 \end{array} \right\} \quad (4.255)$$

$$S > 0 \text{ olduğundan } Z = (S-1)/\sigma_s = 0,919 \quad (4.256)$$

Z'nin mutlak değeri için seçilen  $\alpha = 0,05$  anlamlılık düzeyine karşı gelen standart normal dağılımın [Ek A]  $Z_{\alpha/2} = 1,96$  değerinden küçük olduğu için sıfır hipotezi “ $H_0$ : Trend Yok” kabul edilmekte ve incelenen zaman serisinde trend olmadığı sonucuna varılmaktadır.

### Spearman'ın Rho testi uygulanması

Tablo 4.186.  $R_{xi}$  değerleri.

i	$R_{xi}$	i	$R_{xi}$	i	$R_{xi}$
1	2	13	10	25	3
2	12	14	7	26	1
3	28	15	6	27	24
4	22	16	5	28	20
5	26	17	32	29	25
6	4	18	23	30	15
7	9	19	30	31	13
8	14	20	29	32	31
9	18	21	33	33	27
10	11	22	21	34	17
11	8	23	16		
12	34	24	19		

$$r_s = 1 - 6 \frac{\sum_{i=1}^n (R_{xi} - i)^2}{(n^3 - n)} \text{ bağıntısı uygulanarak } r_s = 0,219 \text{ olarak bulunur.} \quad (4.257)$$

$$Z = r_s \sqrt{n-1} = 1,256 \quad (4.258)$$

Z'nin mutlak değeri için seçilen  $\alpha = 0,05$  anlamlılık düzeyine karşı gelen standart normal dağılımın [Ek A]  $Z_{\alpha/2} = 1,96$  değerinden küçük olduğu için sıfır hipotezi “ $H_0$ :

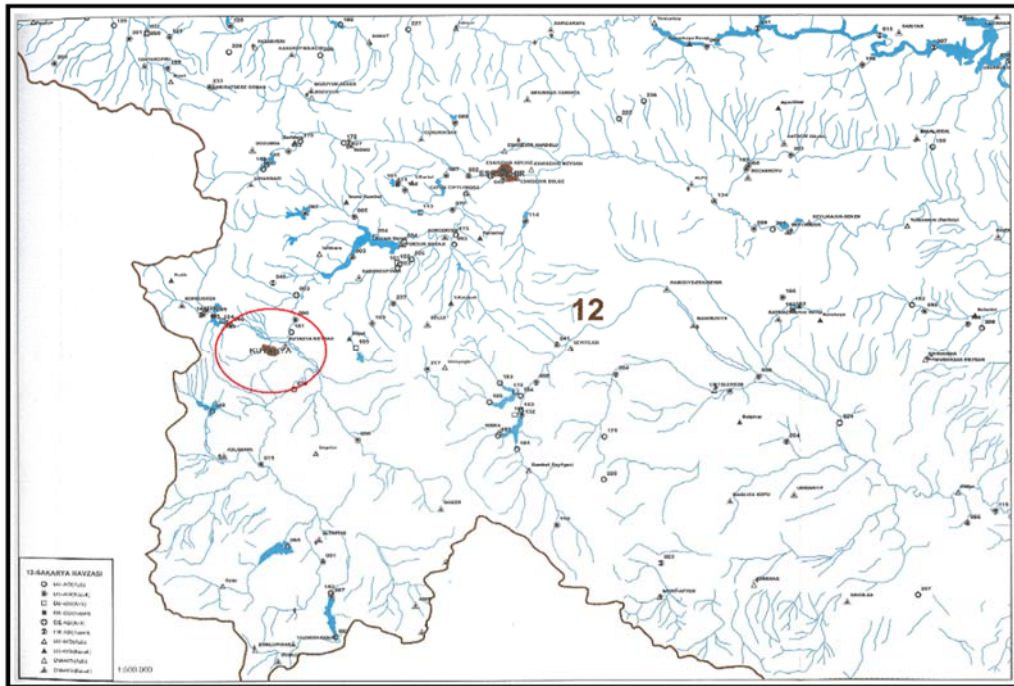


Trend Yok” kabul edilmekte ve incelenen zaman serisinde trend olmadığı sonucuna varılmaktadır.

#### 4.3.1.4. Kütahya ilinin yağış verilerine trend analizi yöntemi uygulanması

**Havza Adı** : Sakarya Havzası  
**Bölge Adı** : Eskişehir Bölgesi  
**İstasyon No** : 17155  
**İstasyon Adı** : Kütahya  
**Rakım** : 969,28m  
**Kronolojisi** : 1929-29BK.00S.03A-

Yukarıda istasyon bilgileri verilen Kütahya iline ait 17155 numaralı istasyonun Sakarya Havzası haritasındaki yeri Şekil 4.57’de gösterilmiştir.



Şekil 4.57. Kütahya iline ait 17155 numaralı istasyonun hidrometri haritasındaki yeri [73].

Kütahya iline ait 17155 numaralı MGİ'nin yağış verileri DMİ'den temin edilmiş ve Tablo 4.187'de verilmiştir.

Tablo 4.187. Kütahya iline ait 17155 numaralı MGİ için yağış verileri [74].

Yıllar	Yağış Miktarı (mm)	Yıllar	Yağış Miktarı (mm)
1979	4,352797	1996	4,241919
1980	5,994641	1997	4,751791
1981	5,571861	1998	4,566607
1982	3,071314	1999	4,043806
1983	4,892401	2000	4,334615
1984	3,149713	2001	3,927884
1985	3,480232	2002	5,354613
1986	4,180591	2003	4,018176
1987	4,335333	2004	3,697404
1988	4,633838	2005	4,314056
1989	3,042030	2006	3,518355
1990	4,417979	2007	1,773042
1991	3,801476	2008	0,975629
1992	3,891370	2009	1,780421
1993	4,240513	2010	1,448890
1994	3,757289	2011	3,990939
1995	4,131439		

### Mann – Kendall testi uygulanması

Tablo 4.188. Mann – Kendall testi için P ve M değerleri.

Sıra	Tarihler	Değer	$x_i < x_j$	$x_i > x_j$	P	M
1	1979	4,352797	0	0	0	0
2	1980	5,994641	1	0	1	0
3	1981	5,571861	1	1	2	1
4	1982	3,071314	0	3	2	4
5	1983	4,892401	2	2	4	6
6	1984	3,149713	1	4	5	10
7	1985	3,480232	2	4	7	14
8	1986	4,180591	3	4	10	18
9	1987	4,335333	4	4	14	22
10	1988	4,633838	6	3	20	25
11	1989	3,042030	0	10	20	35
12	1990	4,417979	7	4	27	39
13	1991	3,801476	4	8	31	47
14	1992	3,891370	5	8	36	55
15	1993	4,240513	7	7	43	62
16	1994	3,757289	4	11	47	73
17	1995	4,131439	7	9	54	82
18	1996	4,241919	10	7	64	89
19	1997	4,751791	15	3	79	92
20	1998	4,566607	14	5	93	97
21	1999	4,043806	7	13	100	110
22	2000	4,334615	12	9	112	119
23	2001	3,927884	7	15	119	134
24	2002	5,354613	21	2	140	136
25	2003	4,018176	8	16	148	152
26	2004	3,697404	4	21	152	173
27	2005	4,314056	15	11	167	184
28	2006	3,518355	4	23	171	207
29	2007	1,773042	0	28	171	235
30	2008	0,975629	0	29	171	264

Tablo 4.189. Mann – Kendall testi için P ve M değerleri.(Devamı)

31	2009	1,780421	2	28	173	292
32	2010	1,448890	1	30	174	322
33	2011	3,990939	14	18	188	340

$i < j$  için  $x_i < x_j$  olan çiftlerin sayısı  $P = 188$ ,  $x_i > x_j$  olan çiftlerin sayısı  $M = 340$  olarak bulunur. Test istatistiği  $S = P - M = -152$  bulunur.

Kendall Korelasyon Katsayısı

$$\tau = \frac{S}{[n(n-1)/2]} = -0,288 \quad (4.259)$$

Örnek sayısı  $n > 10$  olduğundan

$$\sigma_s = \sqrt{n(n-1)(2n+5)/18} = 4165,33 \text{ bulunur.} \quad (4.260)$$

$$Z = \left. \begin{array}{ll} (S-1)/\sigma_s & S > 0 \\ 0 & S = 0 \\ (S+1)/\sigma_s & S < 0 \end{array} \right\} \quad (4.261)$$

$$S < 0 \text{ olduğundan } Z = (S + 1) / \sigma_s = -2,340 \quad (4.262)$$

$Z$ 'nin mutlak değeri için seçilen  $\alpha = 0,05$  anlamlılık düzeyine karşı gelen standart normal dağılımın  $[Ek A]$   $Z_{\alpha/2} = 1,96$  değerinden büyük olduğu için sıfır hipotezi “ $H_0$ : Trend Yok” reddedilmekte  $Z < 0$  olduğundan dolayı da incelenen zaman serisinde azalan yönde trend olduğu sonucuna varılmaktadır.

**Spearman’ın Rho testi uygulanması**

Tablo 4.190.  $R_{xi}$  değerleri.

i	$R_{xi}$	i	$R_{xi}$	i	$R_{xi}$
1	25	12	26	23	14
2	33	13	12	24	31
3	32	14	13	25	16
4	6	15	20	26	10

Tablo 4.191.  $R_{xi}$  değerleri.(Devamı)

5	30	16	11	27	22
6	7	17	18	28	9
7	8	18	21	29	3
8	19	19	29	30	1
9	24	20	27	31	4
10	28	21	17	32	2
11	5	22	23	33	15

$$r_s = 1 - 6 \frac{\sum_{i=1}^n (R_{xi} - i)^2}{(n^3 - n)} \text{ bağıntısı uygulanarak } r_s = -0,414 \text{ olarak bulunur.} \quad (4.263)$$

$$Z = r_s \sqrt{n-1} = -2,343 \quad (4.264)$$

Z'nin mutlak değeri seçilen  $\alpha = 0.05$  anlamlılık düzeyine karşı gelen standart normal dağılımın [Ek A]  $Z_{\alpha/2} = 1,96$  değerinden büyük olduğu için sıfır hipotezi “ $H_0$ : Trend Yok” reddedilmekte  $Z < 0$  olduğundan dolayı da incelenen zaman serisinde azalan yönde trend olduğu sonucuna varılmaktadır.

### Mann – Kendall mertebe korelasyon testi uygulanması

Tablo 4.192.  $u(t)$  fonksiyonunun hesabı.

Sıra	Tarihler	Değer	n	t	Var(t)	E(t)	u(t)
1	1979	4,352797	0	0	0,00	0,00	0,00
2	1980	5,994641	1	1	0,25	0,50	1,00
3	1981	5,571861	1	2	0,92	1,50	0,52
4	1982	3,071314	0	2	2,17	3,00	-0,68
5	1983	4,892401	2	4	4,17	5,00	-0,49
6	1984	3,149713	1	5	7,08	7,50	-0,94
7	1985	3,480232	2	7	11,08	10,50	-1,05
8	1986	4,180591	3	10	16,33	14,00	-0,99
9	1987	4,335333	4	14	23,00	18,00	-0,83
10	1988	4,633838	6	20	31,25	22,50	-0,45
11	1989	3,042030	0	20	41,25	27,50	-1,17
12	1990	4,417979	7	27	53,17	33,00	-0,82
13	1991	3,801476	4	31	67,17	39,00	-0,98
14	1992	3,891370	5	36	83,42	45,50	-1,04
15	1993	4,240513	7	43	102,08	52,50	-0,94
16	1994	3,757289	4	47	123,33	60,00	-1,17
17	1995	4,131439	7	54	147,33	68,00	-1,15
18	1996	4,241919	10	64	174,25	76,50	-0,95
19	1997	4,751791	15	79	204,25	85,50	-0,45
20	1998	4,566607	14	93	237,50	95,00	-0,13
21	1999	4,043806	7	100	274,17	105,00	-0,30

Tablo 4.193.  $u(t)$  fonksiyonunun hesabı.(Devamı)

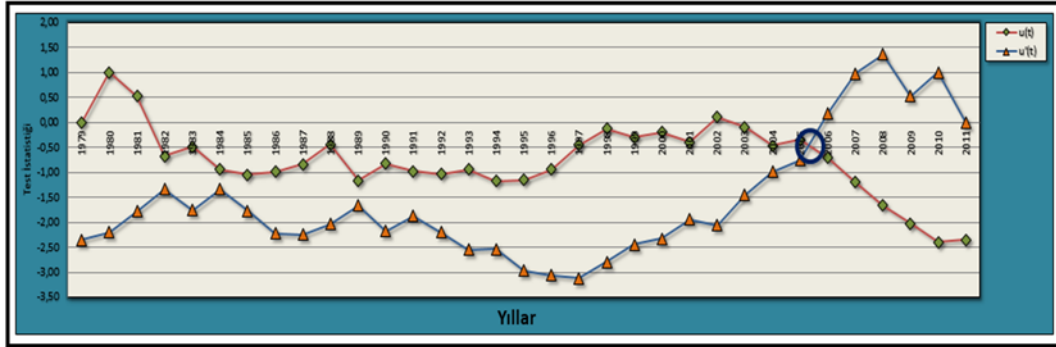
22	2000	4,334615	12	112	314,42	115,50	-0,20
23	2001	3,927884	7	119	358,42	126,50	-0,40
24	2002	5,354613	21	140	406,33	138,00	0,10
25	2003	4,018176	8	148	458,33	150,00	-0,09
26	2004	3,697404	4	152	514,58	162,50	-0,46
27	2005	4,314056	15	167	575,25	175,50	-0,35
28	2006	3,518355	4	171	640,50	189,00	-0,71
29	2007	1,773042	0	171	710,50	203,00	-1,20
30	2008	0,975629	0	171	785,42	217,50	-1,66
31	2009	1,780421	2	173	865,42	232,50	-2,02
32	2010	1,448890	1	174	950,67	248,00	-2,40
33	2011	3,990939	14	188	1041,33	264,00	-2,36

Yukarıda bulunan değerleri tersten sıralayarak aynı işlem tekrar yapılır;

Tablo 4.194.  $u'(t)$  fonksiyonunun hesabı.

Sıra	Tarihler	Değer	n	t	Var(t)	E(t)	u(t)
33	2011	3,990939	0	0	0,00	0,00	0,00
32	2010	1,448890	0	0	0,25	0,50	1,00
31	2009	1,780421	1	1	0,92	1,50	0,52
30	2008	0,975629	0	1	2,17	3,00	1,36
29	2007	1,773042	2	3	4,17	5,00	0,98
28	2006	3,518355	4	7	7,08	7,50	0,19
27	2005	4,314056	6	13	11,08	10,50	-0,75
26	2004	3,697404	5	18	16,33	14,00	-0,99
25	2003	4,018176	7	25	23,00	18,00	-1,46
24	2002	5,354613	9	34	31,25	22,50	-2,06
23	2001	3,927884	6	40	41,25	27,50	-1,95
22	2000	4,334615	10	50	53,17	33,00	-2,33
21	1999	4,043806	9	59	67,17	39,00	-2,44
20	1998	4,566607	12	71	83,42	45,50	-2,79
19	1997	4,751791	13	84	102,08	52,50	-3,12
18	1996	4,241919	10	94	123,33	60,00	-3,06
17	1995	4,131439	10	104	147,33	68,00	-2,97
16	1994	3,757289	6	110	174,25	76,50	-2,54
15	1993	4,240513	12	122	204,25	85,50	-2,55
14	1992	3,891370	7	129	237,50	95,00	-2,21
13	1991	3,801476	7	136	274,17	105,00	-1,87
12	1990	4,417979	18	154	314,42	115,50	-2,17
11	1989	3,042030	4	158	358,42	126,50	-1,66
10	1988	4,633838	21	179	406,33	138,00	-2,03
9	1987	4,335333	19	198	458,33	150,00	-2,24
8	1986	4,180591	15	213	514,58	162,50	-2,23
7	1985	3,480232	5	218	575,25	175,50	-1,77
6	1984	3,149713	5	223	640,50	189,00	-1,34
5	1983	4,892401	27	250	710,50	203,00	-1,76
4	1982	3,071314	5	255	785,42	217,50	-1,34
3	1981	5,571861	30	285	865,42	232,50	-1,78
2	1980	5,994641	31	316	950,67	248,00	-2,21
1	1979	4,352797	24	340	1041,33	264,00	-2,36

elde edilen  $u(t)$  (Tablo 4.191 ve Tablo 4.192) ve  $u'(t)$  (Tablo 4.193) test istatistiklerinin grafiksel olarak gösterilmesi sonucunda verilerin 2005 yılında  $\hat{u}(t)$  Şekil 4.58’de görülür ve trend başlangıç yılı olarak alınır.

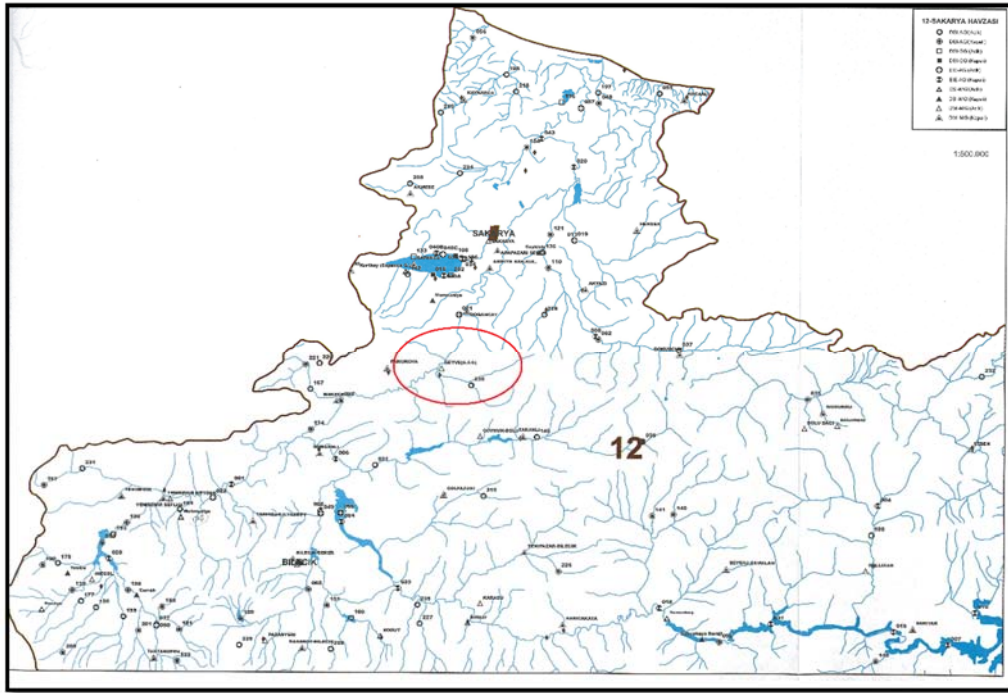


Şekil 4.58. Kütahya ilinin yağış verilerinin  $u(t) - u'(t)$  grafiği.

#### 4.3.1.5. Geyve ilçesinin yağış verilerine trend analizi yöntemi uygulanması

**Havza Adı** : Sakarya Havzası  
**Bölge Adı** : İstanbul Bölgesi  
**İstasyon No** : 17662  
**İstasyon Adı** : Geyve  
**Rakım** : 100m  
**Kronolojisi** : 1929-48,55-63BK.03A-

Yukarıda istasyon bilgileri verilen Geyve ilçesine ait 17662 numaralı istasyonun Sakarya Havzası haritasındaki yeri Şekil 4.59’da gösterilmiştir.



Şekil 4.59. Geyve ilçesine ait 17662 numaralı istasyonun hidrometri haritasındaki yeri [73].

Geyve ilçesine ait 17662 numaralı MGİ'nin yağış verileri DMİ'den temin edilmiş ve Tablo 4.195'de verilmiştir.

Tablo 4.195. Geyve ilçesine ait 17662 numaralı MGİ için yağış verileri [74].

Yıllar	Yağış Miktarı (mm)	Yıllar	Yağış Miktarı (mm)
1979	6,354928	1996	4,889416
1980	4,825661	1997	5,029198
1981	5,761973	1998	5,673933
1982	6,008912	1999	6,623488
1983	4,896644	2000	5,708929
1984	5,509174	2001	5,092941
1985	3,651120	2002	5,802372
1986	4,033761	2003	4,309370
1987	4,579849	2004	3,779449
1988	4,314089	2005	4,569270
1989	4,868750	2006	3,131490
1990	4,876370	2007	3,403605
1991	5,136484	2008	3,170656
1992	5,615718	2009	3,596824
1993	4,318885	2010	3,501630
1994	4,465573	2011	3,855316
1995	6,042741		

## Mann – Kendall testi uygulanması

Tablo 4.196. Mann – Kendall testi için P ve M değerleri.

Sıra	Tarihler	Değer	$x_i < x_j$	$x_i > x_j$	P	M
1	1979	6,354928	0	0	0	0
2	1980	4,825661	0	1	0	1
3	1981	5,761973	1	1	1	2
4	1982	6,008912	2	1	3	3
5	1983	4,896644	1	3	4	6
6	1984	5,509174	2	3	6	9
7	1985	3,651120	0	6	6	15
8	1986	4,033761	1	6	7	21
9	1987	4,579849	2	6	9	27
10	1988	4,314089	2	7	11	34
11	1989	4,868750	5	5	16	39
12	1990	4,876370	6	5	22	44
13	1991	5,136484	8	4	30	48
14	1992	5,615718	10	3	40	51
15	1993	4,318885	3	11	43	62
16	1994	4,465573	4	11	47	73
17	1995	6,042741	15	1	62	74
18	1996	4,889416	9	8	71	82
19	1997	5,029198	11	7	82	89
20	1998	5,673933	15	4	97	93
21	1999	6,623488	20	0	117	93
22	2000	5,708929	16	5	133	98
23	2001	5,092941	12	10	145	108
24	2002	5,802372	19	4	164	112
25	2003	4,309370	2	22	166	134
26	2004	3,779449	1	24	167	158
27	2005	4,569270	7	19	174	177
28	2006	3,131490	0	27	174	204
29	2007	3,403605	1	27	175	231
30	2008	3,170656	1	28	176	259
31	2009	3,596824	3	27	179	286
32	2010	3,501630	3	28	182	314
33	2011	3,855316	7	25	189	339

$i < j$  için  $x_i < x_j$  olan çiftlerin sayısı  $P = 189$ ,  $x_i > x_j$  olan çiftlerin sayısı  $M = 339$  olarak bulunur. Test istatistiği  $S = P - M = -150$  bulunur.

Kendall Korelasyon Katsayısı

$$\tau = \frac{S}{[n(n-1)/2]} = -0,284 \quad (4.265)$$

Örnek sayısı  $n > 10$  olduğundan



$$\sigma_s = \sqrt{n(n-1)(2n+5)/18} = 4165,33 \text{ bulunur.} \quad (4.266)$$

$$Z = \left. \begin{array}{l} (S-1)/\sigma_s \quad S > 0 \\ 0 \quad S = 0 \\ (S+1)/\sigma_s \quad S < 0 \end{array} \right\} \quad (4.267)$$

$$S < 0 \text{ olduğundan } Z = (S + 1) / \sigma_s = -2,309 \quad (4.268)$$

Z'nin mutlak değeri için seçilen  $\alpha = 0,05$  anlamlılık düzeyine karşı gelen standart normal dağılımın [Ek A]  $Z_{\alpha/2} = 1,96$  değerinden büyük olduğu için sıfır hipotezi “ $H_0$ : Trend Yok” reddedilmekte  $Z < 0$  olduğundan dolayı da incelenen zaman serisinde azalan yönde trend olduğu sonucuna varılmaktadır.

### Spearman'ın Rho testi uygulanması

Tablo 4.197.  $R_{xi}$  değerleri.

i	$R_{xi}$	i	$R_{xi}$	i	$R_{xi}$
1	32	12	18	23	22
2	16	13	23	24	29
3	28	14	25	25	10
4	30	15	12	26	7
5	20	16	13	27	14
6	24	17	31	28	1
7	6	18	19	29	3
8	9	19	21	30	2
9	15	20	26	31	5
10	11	21	33	32	4
11	17	22	27	33	8

$$r_s = 1 - 6 \frac{\sum_{i=1}^n (R_{xi} - i)^2}{(n^3 - n)} \text{ bağıntısı uygulanarak } r_s = -0,474 \text{ olarak bulunur.} \quad (4.269)$$

$$Z = r_s \sqrt{n-1} = -2,679 \quad (4.270)$$

Z'nin mutlak değeri seçilen  $\alpha = 0.05$  anlamlılık düzeyine karşı gelen standart normal dağılımın [Ek A]  $Z_{\alpha/2} = 1,96$  değerinden büyük olduğu için sıfır hipotezi “ $H_0$ : Trend

Yok” reddedilmekte  $Z < 0$  olduğundan dolayı da incelenen zaman serisinde azalan yönde trend olduğu sonucuna varılmaktadır.

### Mann – Kendall mertebe korelasyon testi uygulanması

Tablo 4.198. u(t) fonksiyonunun hesabı.

Sıra	Tarihler	Değer	n	t	Var(t)	E(t)	u(t)
1	1979	6,354928	0	0	0,00	0,00	0,00
2	1980	4,825661	0	0	0,25	0,50	-1,00
3	1981	5,761973	1	1	0,92	1,50	-0,52
4	1982	6,008912	2	3	2,17	3,00	0,00
5	1983	4,896644	1	4	4,17	5,00	-0,49
6	1984	5,509174	2	6	7,08	7,50	-0,56
7	1985	3,651120	0	6	11,08	10,50	-1,35
8	1986	4,033761	1	7	16,33	14,00	-1,73
9	1987	4,579849	2	9	23,00	18,00	-1,88
10	1988	4,314089	2	11	31,25	22,50	-2,06
11	1989	4,868750	5	16	41,25	27,50	-1,79
12	1990	4,876370	6	22	53,17	33,00	-1,51
13	1991	5,136484	8	30	67,17	39,00	-1,10
14	1992	5,615718	10	40	83,42	45,50	-0,60
15	1993	4,318885	3	43	102,08	52,50	-0,94
16	1994	4,465573	4	47	123,33	60,00	-1,17
17	1995	6,042741	15	62	147,33	68,00	-0,49
18	1996	4,889416	9	71	174,25	76,50	-0,42
19	1997	5,029198	11	82	204,25	85,50	-0,24
20	1998	5,673933	15	97	237,50	95,00	0,13
21	1999	6,623488	20	117	274,17	105,00	0,72
22	2000	5,708929	16	133	314,42	115,50	0,99
23	2001	5,092941	12	145	358,42	126,50	0,98
24	2002	5,802372	19	164	406,33	138,00	1,29
25	2003	4,309370	2	166	458,33	150,00	0,75
26	2004	3,779449	1	167	514,58	162,50	0,20
27	2005	4,569270	7	174	575,25	175,50	-0,06
28	2006	3,131490	0	174	640,50	189,00	-0,59
29	2007	3,403605	1	175	710,50	203,00	-1,05
30	2008	3,170656	1	176	785,42	217,50	-1,48
31	2009	3,596824	3	179	865,42	232,50	-1,82
32	2010	3,501630	3	182	950,67	248,00	-2,14
33	2011	3,855316	7	189	1041,33	264,00	-2,32

Yukarıda bulunan değerleri tersten sıralayarak aynı işlem tekrar yapılır;

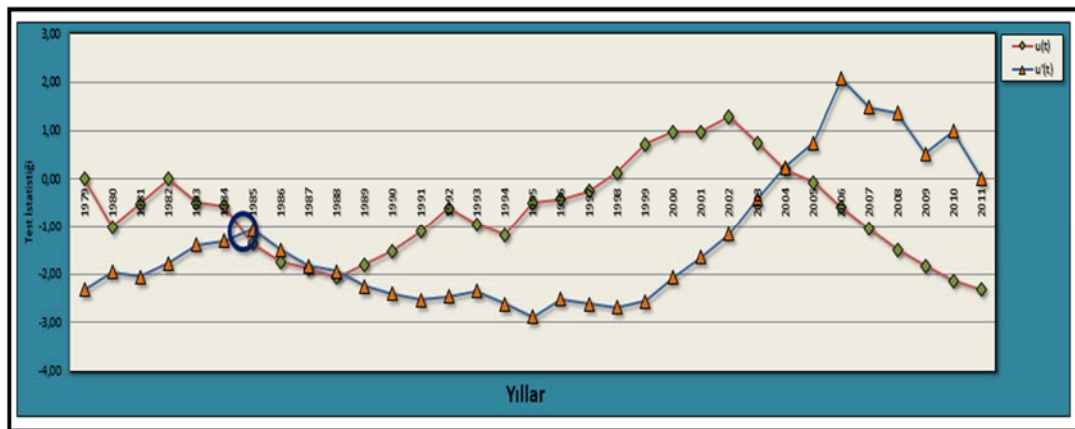
Tablo 4.199. u'(t) fonksiyonunun hesabı.

Sıra	Tarihler	Değer	n	t	Var(t)	E(t)	u(t)
33	2011	3,855316	0	0	0,00	0,00	0,00
32	2010	3,501630	0	0	0,25	0,50	1,00
31	2009	3,596824	1	1	0,92	1,50	0,52
30	2008	3,170656	0	1	2,17	3,00	1,36
29	2007	3,403605	1	2	4,17	5,00	1,47

Tablo 4.200.  $u'(t)$  fonksiyonunun hesabı.(Devamı)

28	2006	3,131490	0	2	7,08	7,50	2,07
27	2005	4,569270	6	8	11,08	10,50	0,75
26	2004	3,779449	5	13	16,33	14,00	0,25
25	2003	4,309370	7	20	23,00	18,00	-0,42
24	2002	5,802372	9	29	31,25	22,50	-1,16
23	2001	5,092941	9	38	41,25	27,50	-1,63
22	2000	5,708929	10	48	53,17	33,00	-2,06
21	1999	6,623488	12	60	67,17	39,00	-2,56
20	1998	5,673933	10	70	83,42	45,50	-2,68
19	1997	5,029198	9	79	102,08	52,50	-2,62
18	1996	4,889416	9	88	123,33	60,00	-2,52
17	1995	6,042741	15	103	147,33	68,00	-2,88
16	1994	4,465573	8	111	174,25	76,50	-2,61
15	1993	4,318885	8	119	204,25	85,50	-2,34
14	1992	5,615718	14	133	237,50	95,00	-2,47
13	1991	5,136484	14	147	274,17	105,00	-2,54
12	1990	4,876370	11	158	314,42	115,50	-2,40
11	1989	4,868750	11	169	358,42	126,50	-2,24
10	1988	4,314089	8	177	406,33	138,00	-1,93
9	1987	4,579849	12	189	458,33	150,00	-1,82
8	1986	4,033761	7	196	514,58	162,50	-1,48
7	1985	3,651120	5	201	575,25	175,50	-1,06
6	1984	5,509174	21	222	640,50	189,00	-1,30
5	1983	4,896644	18	240	710,50	203,00	-1,39
4	1982	6,008912	27	267	785,42	217,50	-1,77
3	1981	5,761973	26	293	865,42	232,50	-2,06
2	1980	4,825661	15	308	950,67	248,00	-1,95
1	1979	6,354928	31	339	1041,33	264,00	-2,32

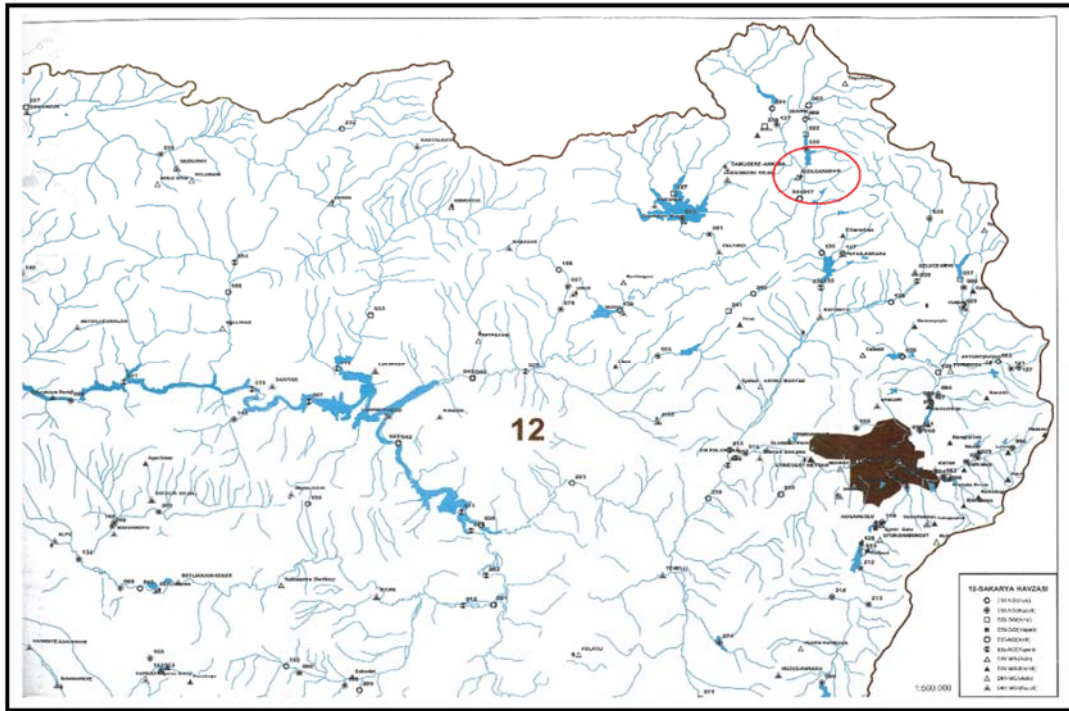
elde edilen  $u(t)$  (Tablo 4.198) ve  $u'(t)$  (Tablo 4.199 ve Tablo 4.200) test istatistiklerinin grafiksel olarak gösterilmesi sonucunda verilerin 1985 yılında çakıştıkları Şekil 4.60'da görülür ve trend başlangıç yılı olarak alınır.

Şekil 4.60. Geyve ilçesinin yağış verilerinin  $u(t) - u'(t)$  grafiği.

#### 4.3.1.6. Kızılcahamam ilçesinin yağış verilerine trend analizi yöntemi uygulanması

<b>Havza Adı</b>	: Sakarya Havzası
<b>Bölge Adı</b>	: Ankara Bölgesi
<b>İstasyon No</b>	: 17664
<b>İstasyon Adı</b>	: Kızılcahamam
<b>Rakım</b>	: 1033m
<b>Kronolojisi</b>	: 1929-34,41-50BK.51,56-03A-

Yukarıda istasyon bilgileri verilen Kızılcahamam ilçesine ait 17664 numaralı istasyonun Sakarya Havzası haritasındaki yeri Şekil 4.61’de gösterilmiştir.



Şekil 4.61. Kızılcahamam ilçesine ait 17664 numaralı istasyonun hidrometri haritasındaki yeri [73].

Kızılcahamam ilçesine ait 17664 numaralı MGİ'nin yıllık ortalama yağış miktarı verileri DMİ'den temin edilmiş ve Tablo 4.201'de verilmiştir.

Tablo 4.201. Kızılcahamam ilçesine ait 17664 numaralı MGİ için yağış verileri [74].

Yıllar	Yağış Miktarı (mm)	Yıllar	Yağış Miktarı (mm)
1991	4,1690421	2002	3,8005870
1992	3,9745188	2003	4,1631439
1993	3,6577168	2004	4,2144111
1994	4,3653790	2005	4,6356113
1995	5,2404210	2006	4,6630832
1996	3,9232683	2007	4,4474140
1997	4,5106782	2008	2,7469192
1998	5,2744643	2009	5,9589773
1999	6,6550571	2010	4,7776216
2000	3,9357295	2011	6,2668622
2001	3,5869849		

### Mann – Kendall testi uygulanması

Tablo 4.202. Mann – Kendall testi için P ve M değerleri.

Sıra	Tarihler	Değer	$x_i < x_j$	$x_i > x_j$	P	M
1	1991	4,1690421	0	0	0	0
2	1992	3,9745188	0	1	0	1
3	1993	3,6577168	0	2	0	3
4	1994	4,3653790	3	0	3	3
5	1995	5,2404210	4	0	7	3
6	1996	3,9232683	1	4	8	7
7	1997	4,5106782	5	1	13	8
8	1998	5,2744643	7	0	20	8
9	1999	6,6550571	8	0	28	8
10	2000	3,9357295	2	7	30	15
11	2001	3,5869849	0	10	30	25
12	2002	3,8005870	2	9	32	34
13	2003	4,1631439	6	6	38	40
14	2004	4,2144111	8	5	46	45
15	2005	4,6356113	11	3	57	48
16	2006	4,6630832	12	3	69	51
17	2007	4,4474140	10	6	79	57
18	2008	2,7469192	0	17	79	74
19	2009	5,9589773	17	1	96	75
20	2010	4,7776216	15	4	111	79
21	2011	6,2668622	19	1	130	80

$i < j$  için  $x_i < x_j$  olan çiftlerin sayısı  $P = 130$ ,  $x_i > x_j$  olan çiftlerin sayısı  $M = 80$  olarak bulunur. Test istatistiği  $S = P - M = 50$  bulunur.

Kendall Korelasyon Katsayısı

$$\tau = \frac{S}{[n(n-1)/2]} = 0,238 \quad (4.271)$$

Örnek sayısı  $n > 10$  olduğundan

$$\sigma_s = \sqrt{n(n-1)(2n+5)/18} = 1096,67 \text{ bulunur.} \quad (4.272)$$

$$Z = \left. \begin{array}{ll} (S-1)/\sigma_s & S > 0 \\ 0 & S = 0 \\ (S+1)/\sigma_s & S < 0 \end{array} \right\} \quad (4.273)$$

$$S > 0 \text{ olduğundan } Z = (S-1)/\sigma_s = 1,480 \quad (4.274)$$

Z'nin mutlak değeri için seçilen  $\alpha = 0,05$  anlamlılık düzeyine karşı gelen standart normal dağılımın [Ek A]  $Z_{\alpha/2} = 1,96$  değerinden küçük olduğu için sıfır hipotezi “ $H_0$ : Trend Yok” kabul edilmekte ve incelenen zaman serisinde trend olmadığı sonucuna varılmaktadır.

### Spearman'ın Rho testi uygulanması

Tablo 4.203.  $R_{xi}$  değerleri.

i	$R_{xi}$	i	$R_{xi}$
1	9	12	4
2	7	13	8
3	3	14	10
4	11	15	14
5	17	16	15
6	5	17	12
7	13	18	1
8	18	19	19
9	21	20	16
10	6	21	20
11	2		

$$r_s = 1 - 6 \frac{\sum_{i=1}^n (R_{xi} - i)^2}{(n^3 - n)} \text{ bağıntısı uygulanarak } r_s = 0,287 \text{ olarak bulunur.} \quad (4.275)$$

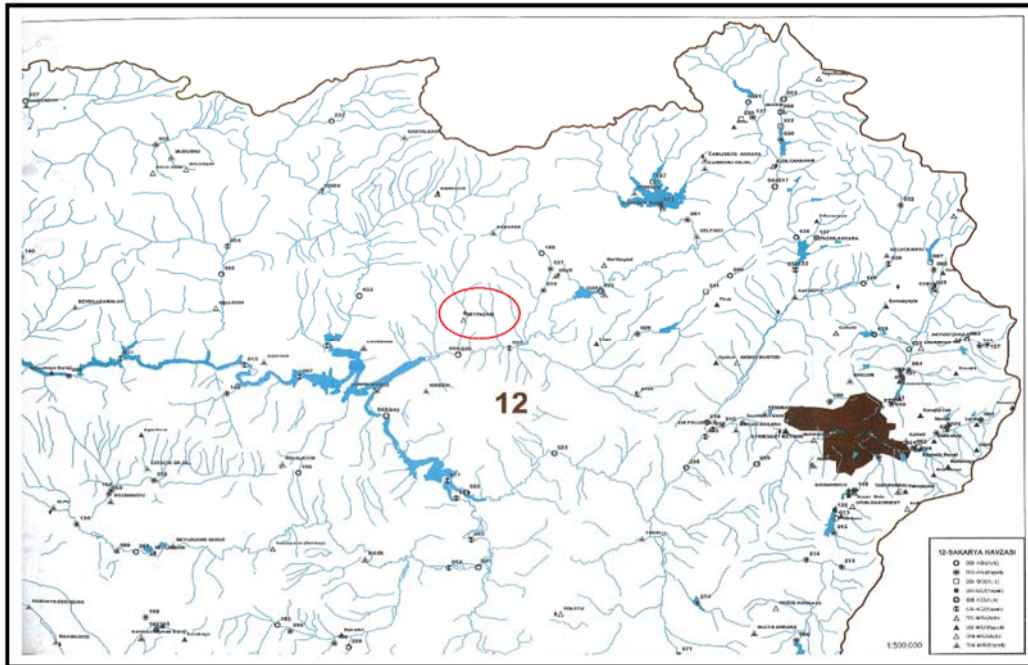
$$Z = r_s \sqrt{n-1} = 1,284 \quad (4.276)$$

Z'nin mutlak değeri için seçilen  $\alpha = 0,05$  anlamlılık düzeyine karşı gelen standart normal dağılımın [Ek A]  $Z_{\alpha/2} = 1,96$  değerinden küçük olduğu için sıfır hipotezi “ $H_0$ : Trend Yok” kabul edilmekte ve incelenen zaman serisinde trend olmadığı sonucuna varılmaktadır.

#### 4.3.1.7. Beypazarı ilçesinin yağış verilerine trend analizi yöntemi uygulanması

**Havza Adı** : Sakarya Havzası  
**Bölge Adı** : Ankara Bölgesi  
**İstasyon No** : 17680  
**İstasyon Adı** : Beypazarı  
**Rakım** : 682m  
**Kronolojisi** : 1929-32,50-62BK.03A-

Yukarıda istasyon bilgileri verilen Beypazarı ilçesine ait 17680 numaralı istasyonun Sakarya Havzası haritasındaki yeri Şekil 4.62’de gösterilmiştir.



Şekil 4.62. Beypazarı ilçesine ait 17680 numaralı istasyonun hidrometri haritasındaki yeri [73].

Beypazarı ilçesine ait 17680 numaralı MGİ'nin yıllık ortalama yağış miktarı verileri DMİ'den temin edilmiş ve Tablo 4.204'de verilmiştir.

Tablo 4.204. Beypazarı ilçesine ait 17680 numaralı MGİ için yağış verileri [74].

Yıllar	Yağış Miktarı (mm)	Yıllar	Yağış Miktarı (mm)
1979	3,874971	1996	3,430479
1980	2,927863	1997	3,965448
1981	4,020418	1998	3,705718
1982	3,615584	1999	3,382084
1983	4,851607	2000	2,685963
1984	2,683981	2001	3,524358
1985	2,669965	2002	3,951963
1986	3,708722	2003	3,505870
1987	3,821534	2004	3,127395
1988	2,835446	2005	3,152282
1989	5,621529	2006	4,226091
1990	3,471839	2007	1,127591
1991	3,533558	2008	2,001850
1992	2,682329	2009	3,286251
1993	2,873859	2010	3,454930
1994	4,201306	2011	3,139411
1995	3,639760		

### Mann – Kendall testi uygulanması

Tablo 4.205. Mann – Kendall testi için P ve M değerleri.

Sıra	Tarihler	Değer	$x_i < x_j$	$x_i > x_j$	P	M
1	1979	3,874971	0	0	0	0
2	1980	2,927863	0	1	0	1
3	1981	4,020418	2	0	2	1
4	1982	3,615584	1	2	3	3
5	1983	4,851607	4	0	7	3
6	1984	2,683981	0	5	7	8
7	1985	2,669965	0	6	7	14
8	1986	3,708722	4	3	11	17
9	1987	3,821534	5	3	16	20
10	1988	2,835446	2	7	18	27
11	1989	5,621529	10	0	28	27
12	1990	3,471839	4	7	32	34
13	1991	3,533558	5	7	37	41
14	1992	2,682329	1	12	38	53
15	1993	2,873859	4	10	42	63
16	1994	4,201306	13	2	55	65
17	1995	3,639760	9	7	64	72
18	1996	3,430479	6	11	70	83
19	1997	3,965448	14	4	84	87
20	1998	3,705718	11	8	95	95
21	1999	3,382084	6	14	101	109
22	2000	2,685963	3	18	104	127
23	2001	3,524358	10	12	114	139
24	2002	3,951963	18	5	132	144
25	2003	3,505870	10	14	142	158
26	2004	3,127395	7	18	149	176
27	2005	3,152282	8	18	157	194
28	2006	4,226091	25	2	182	196
29	2007	1,127591	0	28	182	224
30	2008	2,001850	1	28	183	252



Tablo 4.206. Mann – Kendall testi için P ve M değerleri.(Devamı)

31	2009	3,286251	11	19	194	271
32	2010	3,454930	14	17	208	288
33	2011	3,139411	10	22	218	310

$i < j$  için  $x_i < x_j$  olan çiftlerin sayısı  $P = 218$ ,  $x_i > x_j$  olan çiftlerin sayısı  $M = 310$  olarak bulunur. Test istatistiği  $S = P - M = -92$  bulunur.

Kendall Korelasyon Katsayısı

$$\tau = \frac{S}{[n(n-1)/2]} = -0,174 \quad (4.277)$$

Örnek sayısı  $n > 10$  olduğundan

$$\sigma_s = \sqrt{n(n-1)(2n+5)/18} = 4165,33 \text{ bulunur.} \quad (4.278)$$

$$Z = \left. \begin{array}{ll} (S-1)/\sigma_s & S > 0 \\ 0 & S = 0 \\ (S+1)/\sigma_s & S < 0 \end{array} \right\} \quad (4.279)$$

$$S < 0 \text{ olduğundan } Z = (S + 1) / \sigma_s = -1,410 \quad (4.280)$$

Z'nin mutlak değeri için seçilen  $\alpha = 0,05$  anlamlılık düzeyine karşı gelen standart normal dağılımın [Ek A]  $Z_{\alpha/2} = 1,96$  değerinden küçük olduğu için sıfır hipotezi “ $H_0$ : Trend Yok” kabul edilmekte ve incelenen zaman serisinde trend olmadığı sonucuna varılmaktadır.

**Spearman’ın Rho testi uygulanması**

Tablo 4.207.  $R_{xi}$  değerleri.

i	$R_{xi}$	i	$R_{xi}$	i	$R_{xi}$
1	26	12	17	23	19
2	9	13	20	24	27
3	29	14	4	25	18
4	21	15	8	26	10

Tablo 4.208. R<sub>xi</sub> değerleri.(Devamı)

5	32	16	30	27	12
6	5	17	22	28	31
7	3	18	15	29	1
8	24	19	28	30	2
9	25	20	23	31	13
10	7	21	14	32	16
11	33	22	6	33	11

$$r_s = 1 - 6 \frac{\sum_{i=1}^n (R_{xi} - i)^2}{(n^3 - n)} \text{ bağıntısı uygulanarak } r_s = -0,242 \text{ olarak bulunur.} \quad (4.281)$$

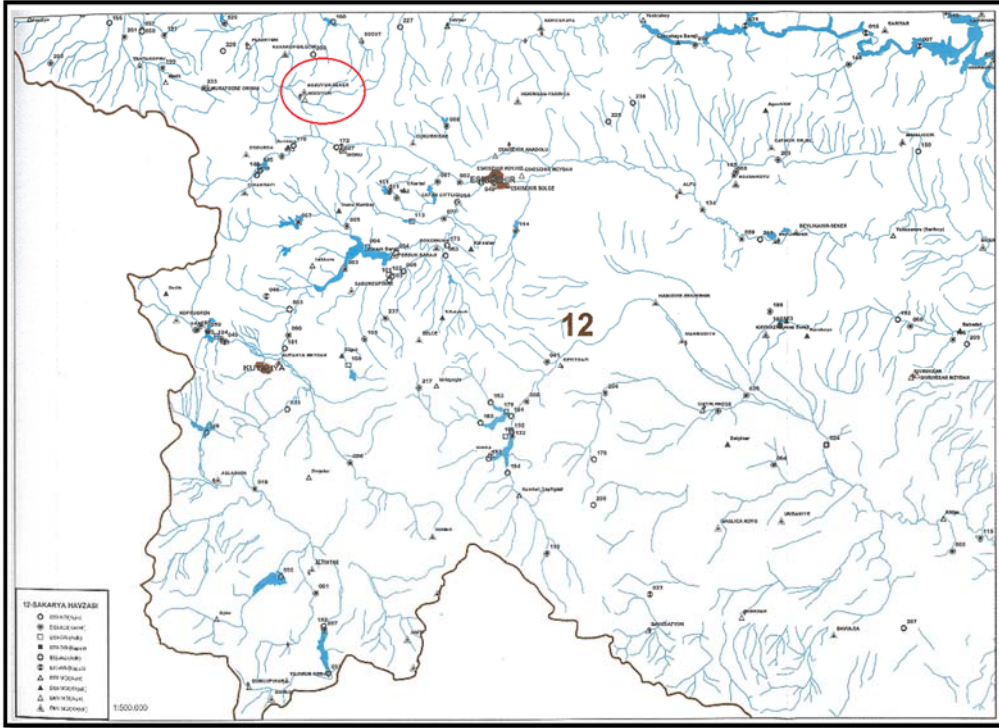
$$Z = r_s \sqrt{n-1} = -1,371 \quad (4.282)$$

Z'nin mutlak değeri için seçilen  $\alpha = 0,05$  anlamlılık düzeyine karşı gelen standart normal dağılımın [Ek A]  $Z_{\alpha/2} = 1,96$  değerinden küçük olduğu için sıfır hipotezi “ H<sub>0</sub>: Trend Yok” kabul edilmekte ve incelenen zaman serisinde trend olmadığı sonucuna varılmaktadır.

#### 4.3.1.8. Bozöyük ilçesinin yağış verilerine trend analizi yöntemi uygulanması

**Havza Adı** : Sakarya Havzası  
**Bölge Adı** : Eskişehir Bölgesi  
**İstasyon No** : 17702  
**İstasyon Adı** : Bozöyük  
**Rakım** : 754m  
**Kronolojisi** : 1959-63BK.03A-

Yukarıda istasyon bilgileri verilen Bozöyük ilçesine ait 17702 numaralı istasyonun Sakarya Havzası haritasındaki yeri Şekil 4.63'de gösterilmiştir.



Şekil 4.63. Bozüyük ilçesine ait 17702 numaralı istasyonun hidrometri haritasındaki yeri [73].

Bozüyük ilçesine ait 17702 numaralı MGİ'nin yıllık ortalama yağış miktarı verileri DMİ'den temin edilmiş ve Tablo 4.209'da verilmiştir.

Tablo 4.209. Bozüyük ilçesine ait 17702 numaralı MGİ için yağış verileri [74].

Yıllar	Yağış Miktarı (mm)	Yıllar	Yağış Miktarı (mm)
1979	3,569268	1996	4,064928
1980	4,071623	1997	4,045313
1981	4,564623	1998	4,635594
1982	3,212632	1999	3,436812
1983	3,994517	2000	5,840498
1984	3,876504	2001	3,865577
1985	3,786007	2002	4,559522
1986	2,767828	2003	3,870116
1987	4,092664	2004	4,324952
1988	3,161058	2005	4,287371
1989	3,834957	2006	3,341556
1990	3,931802	2007	1,722565
1991	4,127649	2008	1,099116
1992	4,483164	2009	3,575352
1993	3,251407	2010	3,110901
1994	3,780741	2011	2,817425
1995	3,936926		

## Mann – Kendall testi uygulanması

Tablo 4.210. Mann – Kendall testi için P ve M değerleri.

Sıra	Tarihler	Değer	$x_i < x_j$	$x_i > x_j$	P	M
1	1979	3,569268	0	0	0	0
2	1980	4,071623	1	0	1	0
3	1981	4,564623	2	0	3	0
4	1982	3,212632	0	3	3	3
5	1983	3,994517	2	2	5	5
6	1984	3,876504	2	3	7	8
7	1985	3,786007	2	4	9	12
8	1986	2,767828	0	7	9	19
9	1987	4,092664	7	1	16	20
10	1988	3,161058	1	8	17	28
11	1989	3,834957	5	5	22	33
12	1990	3,931802	7	4	29	37
13	1991	4,127649	11	1	40	38
14	1992	4,483164	12	1	52	39
15	1993	3,251407	3	11	55	50
16	1994	3,780741	5	10	60	60
17	1995	3,936926	10	6	70	66
18	1996	4,064928	12	5	82	71
19	1997	4,045313	12	6	94	77
20	1998	4,635594	19	0	113	77
21	1999	3,436812	4	16	117	93
22	2000	5,840498	21	0	138	93
23	2001	3,865577	9	13	147	106
24	2002	4,559522	20	3	167	109
25	2003	3,870116	10	14	177	123
26	2004	4,324952	20	5	197	128
27	2005	4,287371	20	6	217	134
28	2006	3,341556	4	23	221	157
29	2007	1,722565	0	28	221	185
30	2008	1,099116	0	29	221	214
31	2009	3,575352	9	21	230	235
32	2010	3,110901	3	28	233	263
33	2011	2,817425	3	29	236	292

$i < j$  için  $x_i < x_j$  olan çiftlerin sayısı  $P = 236$ ,  $x_i > x_j$  olan çiftlerin sayısı  $M = 292$  olarak bulunur. Test istatistiği  $S = P - M = -56$  bulunur.

Kendall Korelasyon Katsayısı

$$\tau = \frac{S}{[n(n-1)/2]} = -0,106 \quad (4.283)$$

Örnek sayısı  $n > 10$  olduğundan

$$\sigma_s = \sqrt{n(n-1)(2n+5)/18} = 4165,33 \text{ bulunur.} \quad (4.284)$$

$$Z = \left. \begin{array}{l} (S-1)/\sigma_s \quad S > 0 \\ 0 \quad S = 0 \\ (S+1)/\sigma_s \quad S < 0 \end{array} \right\} \quad (4.285)$$

$$S < 0 \text{ olduğundan } Z = (S+1)/\sigma_s = -0,852 \quad (4.286)$$

Z'nin mutlak değeri için seçilen  $\alpha = 0,05$  anlamlılık düzeyine karşı gelen standart normal dağılımın [Ek A]  $Z_{\alpha/2} = 1,96$  değerinden küçük olduğu için sıfır hipotezi “ $H_0$ : Trend Yok” kabul edilmekte ve incelenen zaman serisinde trend olmadığı sonucuna varılmaktadır.

### Spearman'ın Rho testi uygulanması

Tablo 4.211.  $R_{xi}$  değerleri.

i	$R_{xi}$	i	$R_{xi}$	i	$R_{xi}$
1	11	12	19	23	16
2	24	13	26	24	30
3	31	14	29	25	17
4	7	15	8	26	28
5	21	16	13	27	27
6	18	17	20	28	9
7	14	18	23	29	2
8	3	19	22	30	1
9	25	20	32	31	12
10	6	21	10	32	5
11	15	22	33	33	4

$$r_s = 1 - 6 \frac{\sum_{i=1}^n (R_{xi} - i)^2}{(n^3 - n)} \text{ bağıntısı uygulanarak } r_s = -0,184 \text{ olarak bulunur.} \quad (4.287)$$

$$Z = r_s \sqrt{n-1} = -1,040 \quad (4.288)$$

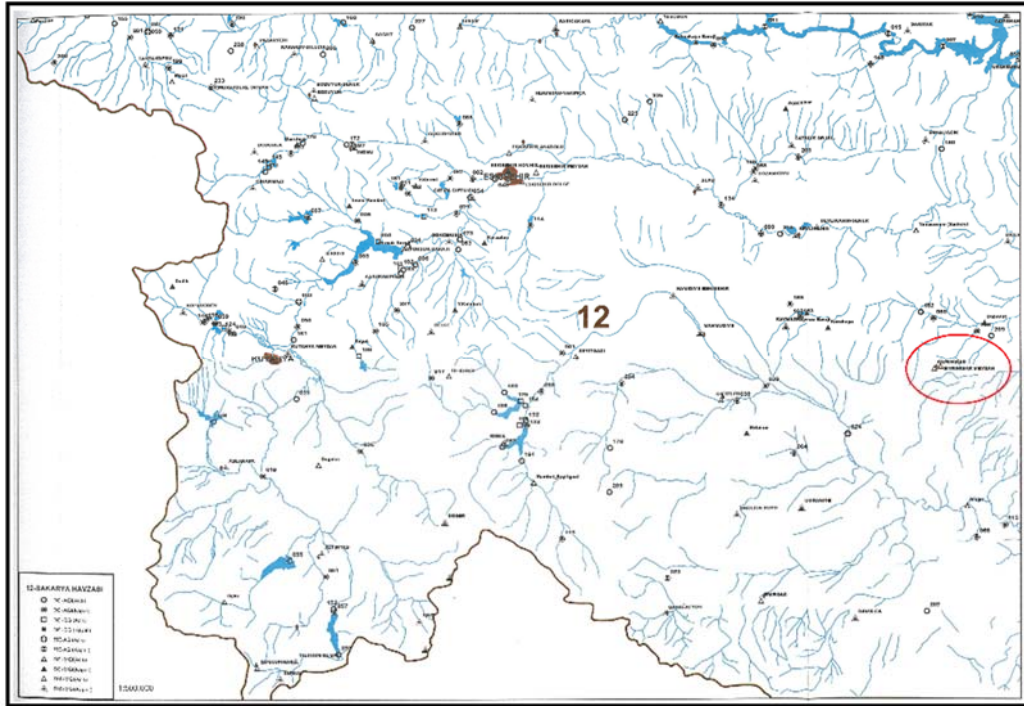
Z'nin mutlak değeri için seçilen  $\alpha = 0,05$  anlamlılık düzeyine karşı gelen standart normal dağılımın [Ek A]  $Z_{\alpha/2} = 1,96$  değerinden küçük olduğu için sıfır hipotezi “ $H_0$ :

Trend Yok” kabul edilmekte ve incelenen zaman serisinde trend olmadığı sonucuna varılmaktadır.

#### 4.3.1.9. Sivrihisar ilçesinin yağış verilerine trend analizi yöntemi uygulanması

<b>Havza Adı</b>	: Sakarya Havzası
<b>Bölge Adı</b>	: Eskişehir Bölgesi
<b>İstasyon No</b>	: 17726
<b>İstasyon Adı</b>	: Sivrihisar
<b>Rakım</b>	: 1070m
<b>Kronolojisi</b>	: 1929-62BK.03A-

Yukarıda istasyon bilgileri verilen Sivrihisar ilçesine ait 17726 numaralı istasyonun Sakarya Havzası haritasındaki yeri Şekil 4.64’de gösterilmiştir.



Şekil 4.64. Sivrihisar ilçesine ait 17726 numaralı istasyonun hidrometri haritasındaki yeri [73].

Sivrihisar ilçesine ait 17726 numaralı MGI'nin yıllık ortalama yağış miktarı verileri DMİ'den temin edilmiş ve Tablo 4.212'de verilmiştir.

Tablo 4.212. Sivrihisar ilçesine ait 17726 numaralı MGİ için yağış verileri [74].

Yıllar	Yağış Miktarı (mm)	Yıllar	Yağış Miktarı (mm)
1979	3,157835	1996	3,631795
1980	3,519347	1997	2,988021
1981	3,295473	1998	4,590296
1982	3,517112	1999	4,501105
1983	3,046489	2000	2,990519
1984	4,015904	2001	3,247756
1985	3,870459	2002	4,647527
1986	2,802196	2003	2,267850
1987	3,780884	2004	2,341022
1988	2,672057	2005	3,482478
1989	2,231212	2006	2,477942
1990	5,109361	2007	3,012088
1991	4,799816	2008	3,002172
1992	2,468588	2009	3,159671
1993	2,445693	2010	3,640155
1994	3,061334	2011	3,871446
1995	3,021713		

### Mann – Kendall testi uygulanması

Tablo 4.213. Mann – Kendall testi için P ve M değerleri.

Sıra	Tarihler	Değer	$x_i < x_j$	$x_i > x_j$	P	M
1	1979	3,157835	0	0	0	0
2	1980	3,519347	1	0	1	0
3	1981	3,295473	1	1	2	1
4	1982	3,517112	2	1	4	2
5	1983	3,046489	0	4	4	6
6	1984	4,015904	5	0	9	6
7	1985	3,870459	5	1	14	7
8	1986	2,802196	0	7	14	14
9	1987	3,780884	6	2	20	16
10	1988	2,672057	0	9	20	25
11	1989	2,231212	0	10	20	35
12	1990	5,109361	11	0	31	35
13	1991	4,799816	11	1	42	36
14	1992	2,468588	1	12	43	48
15	1993	2,445693	1	13	44	61
16	1994	3,061334	6	9	50	70
17	1995	3,021713	5	11	55	81
18	1996	3,631795	12	5	67	86
19	1997	2,988021	5	13	72	99
20	1998	4,590296	17	2	89	101
21	1999	4,501105	17	3	106	104
22	2000	2,990519	6	15	112	119
23	2001	3,247756	11	11	123	130
24	2002	4,647527	21	2	144	132
25	2003	2,267850	1	23	145	155
26	2004	2,341022	2	23	147	178
27	2005	3,482478	15	11	162	189
28	2006	2,477942	5	22	167	211
29	2007	3,012088	10	18	177	229
30	2008	3,002172	10	19	187	248

Tablo 4.214. Mann – Kendall testi için P ve M değerleri.(Devamı)

31	2009	3,159671	16	14	203	262
32	2010	3,640155	23	8	226	270
33	2011	3,871446	26	6	252	276

$i < j$  için  $x_i < x_j$  olan çiftlerin sayısı  $P = 252$ ,  $x_i > x_j$  olan çiftlerin sayısı  $M = 276$  olarak bulunur. Test istatistiği  $S = P - M = -24$  bulunur.

Kendall Korelasyon Katsayısı

$$\tau = \frac{S}{[n(n-1)/2]} = -0,045 \quad (4.289)$$

Örnek sayısı  $n > 10$  olduğundan

$$\sigma_s = \sqrt{n(n-1)(2n+5)/18} = 4165,33 \text{ bulunur.} \quad (4.290)$$

$$Z = \left. \begin{array}{ll} (S-1)/\sigma_s & S > 0 \\ 0 & S = 0 \\ (S+1)/\sigma_s & S < 0 \end{array} \right\} \quad (4.291)$$

$$S < 0 \text{ olduğundan } Z = (S + 1) / \sigma_s = -0,356 \quad (4.292)$$

Z'nin mutlak değeri için seçilen  $\alpha = 0,05$  anlamlılık düzeyine karşı gelen standart normal dağılımın [Ek A]  $Z_{\alpha/2} = 1,96$  değerinden küçük olduğu için sıfır hipotezi “ $H_0$ : Trend Yok” kabul edilmekte ve incelenen zaman serisinde trend olmadığı sonucuna varılmaktadır.

**Spearman’ın Rho testi uygulanması**

Tablo 4.215.  $R_{xi}$  değerleri.

i	$R_{xi}$	i	$R_{xi}$	i	$R_{xi}$
1	16	12	33	23	18
2	22	13	32	24	31
3	19	14	5	25	2
4	21	15	4	26	3



Tablo 4.216. R<sub>xi</sub> değerleri.(Devamı)

5	14	16	15	27	20
6	28	17	13	28	6
7	26	18	23	29	12
8	8	19	9	30	11
9	25	20	30	31	17
10	7	21	29	32	24
11	1	22	10	33	27

$$r_s = 1 - 6 \frac{\sum_{i=1}^n (R_{xi} - i)^2}{(n^3 - n)} \text{ bağıntısı uygulanarak } r_s = -0,091 \text{ olarak bulunur.} \quad (4.293)$$

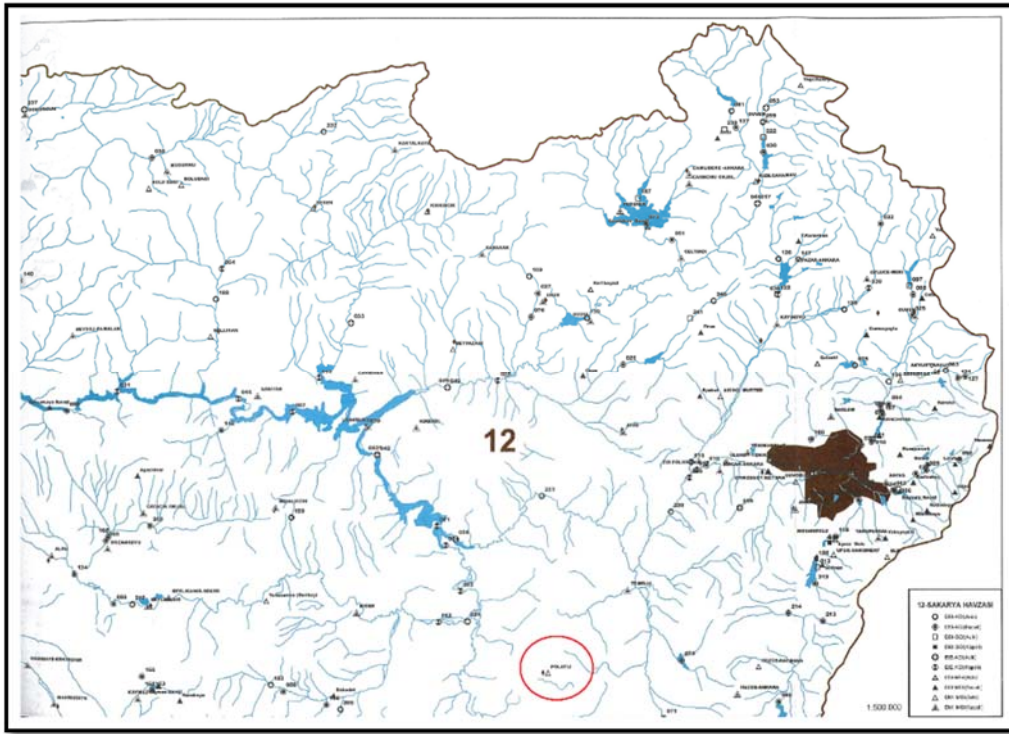
$$Z = r_s \sqrt{n-1} = -0,512 \quad (4.294)$$

Z'nin mutlak değeri için seçilen  $\alpha = 0,05$  anlamlılık düzeyine karşı gelen standart normal dağılımın [Ek A]  $Z_{\alpha/2} = 1,96$  değerinden küçük olduğu için sıfır hipotezi “ H<sub>0</sub>: Trend Yok” kabul edilmekte ve incelenen zaman serisinde trend olmadığı sonucuna varılmaktadır.

#### 4.3.1.10. Polatlı ilçesinin yağış verilerine trend analizi yöntemi uygulanması

**Havza Adı** : Sakarya Havzası  
**Bölge Adı** : Ankara Bölgesi  
**İstasyon No** : 17728  
**İstasyon Adı** : Polatlı  
**Rakım** : 886m  
**Kronolojisi** : 1929-64BK.03A-

Yukarıda istasyon bilgileri verilen Polatlı ilçesine ait 17728 numaralı istasyonun Sakarya Havzası haritasındaki yeri Şekil 4.65’de gösterilmiştir.



Şekil 4.65. Polatlı ilçesine ait 17728 numaralı istasyonun hidrometri haritasındaki yeri [73].

Polatlı ilçesine ait 17728 numaralı MGİ'nin yıllık ortalama yağış miktarı verileri DMİ'den temin edilmiş ve Tablo 4.217'de verilmiştir.

Tablo 4.217. Polatlı ilçesine ait 17728 numaralı MGİ için yağış verileri [74].

Yıllar	Yağış Miktarı (mm)	Yıllar	Yağış Miktarı (mm)
1979	2,534130	1996	3,461636
1980	2,864865	1997	3,762096
1981	3,941909	1998	3,679324
1982	3,365904	1999	3,819096
1983	2,653909	2000	3,118358
1984	2,442435	2001	1,764645
1985	3,506157	2002	2,157846
1986	2,935723	2003	1,882072
1987	2,862372	2004	1,961458
1988	3,309986	2005	2,595003
1989	2,493442	2006	2,394472
1990	4,381062	2007	1,079755
1991	3,485919	2008	0,969928
1992	2,928072	2009	1,763740
1993	2,316621	2010	2,819584
1994	3,730207	2011	3,871273
1995	3,861294		

## Mann – Kendall testi uygulanması

Tablo 4.218. Mann – Kendall testi için P ve M değerleri.

Sıra	Tarihler	Değer	$x_i < x_j$	$x_i > x_j$	P	M
1	1979	2,534130	0	0	0	0
2	1980	2,864865	1	0	1	0
3	1981	3,941909	2	0	3	0
4	1982	3,365904	2	1	5	1
5	1983	2,653909	1	3	6	4
6	1984	2,442435	0	5	6	9
7	1985	3,506157	5	1	11	10
8	1986	2,935723	4	3	15	13
9	1987	2,862372	3	5	18	18
10	1988	3,309986	6	3	24	21
11	1989	2,493442	1	9	25	30
12	1990	4,381062	11	0	36	30
13	1991	3,485919	9	3	45	33
14	1992	2,928072	6	7	51	40
15	1993	2,316621	0	14	51	54
16	1994	3,730207	13	2	64	56
17	1995	3,861294	14	2	78	58
18	1996	3,461636	11	6	89	64
19	1997	3,762096	15	3	104	67
20	1998	3,679324	14	5	118	72
21	1999	3,819096	17	3	135	75
22	2000	3,118358	9	12	144	87
23	2001	1,764645	0	22	144	109
24	2002	2,157846	1	22	145	131
25	2003	1,882072	1	23	146	154
26	2004	1,961458	2	23	148	177
27	2005	2,595003	8	18	156	195
28	2006	2,394472	5	22	161	217
29	2007	1,079755	0	28	161	245
30	2008	0,969928	0	29	161	274
31	2009	1,763740	2	28	163	302
32	2010	2,819584	14	17	177	319
33	2011	3,871273	30	2	207	321

$i < j$  için  $x_i < x_j$  olan çiftlerin sayısı  $P = 207$ ,  $x_i > x_j$  olan çiftlerin sayısı  $M = 321$  olarak bulunur. Test istatistiği  $S = P - M = -114$  bulunur.

Kendall Korelasyon Katsayısı

$$\tau = \frac{S}{[n(n-1)/2]} = -0,216 \quad (4.295)$$

Örnek sayısı  $n > 10$  olduğundan

$$\sigma_s = \sqrt{n(n-1)(2n+5)/18} = 4165,33 \text{ bulunur.} \quad (4.296)$$

$$Z = \left. \begin{array}{l} (S-1)/\sigma_s \quad S > 0 \\ 0 \quad S = 0 \\ (S+1)/\sigma_s \quad S < 0 \end{array} \right\} \quad (4.297)$$

$$S < 0 \text{ olduğundan } Z = (S+1)/\sigma_s = -1,751 \quad (4.298)$$

Z'nin mutlak değeri için seçilen  $\alpha = 0,05$  anlamlılık düzeyine karşı gelen standart normal dağılımın [Ek A]  $Z_{\alpha/2} = 1,96$  değerinden küçük olduğu için sıfır hipotezi “ $H_0$ : Trend Yok” kabul edilmekte ve incelenen zaman serisinde trend olmadığı sonucuna varılmaktadır.

### Spearman'ın Rho testi uygulanması

Tablo 4.219.  $R_{xi}$  değerleri.

i	$R_{xi}$	i	$R_{xi}$	i	$R_{xi}$
1	12	12	33	23	4
2	17	13	24	24	7
3	32	14	18	25	5
4	22	15	8	26	6
5	14	16	27	27	13
6	10	17	30	28	9
7	25	18	23	29	2
8	19	19	28	30	1
9	16	20	26	31	3
10	21	21	29	32	15
11	11	22	20	33	31

$$r_s = 1 - 6 \frac{\sum_{i=1}^n (R_{xi} - i)^2}{(n^3 - n)} \text{ bağıntısı uygulanarak } r_s = -0,338 \text{ olarak bulunur.} \quad (4.299)$$

$$Z = r_s \sqrt{n-1} = -1,910 \quad (4.300)$$

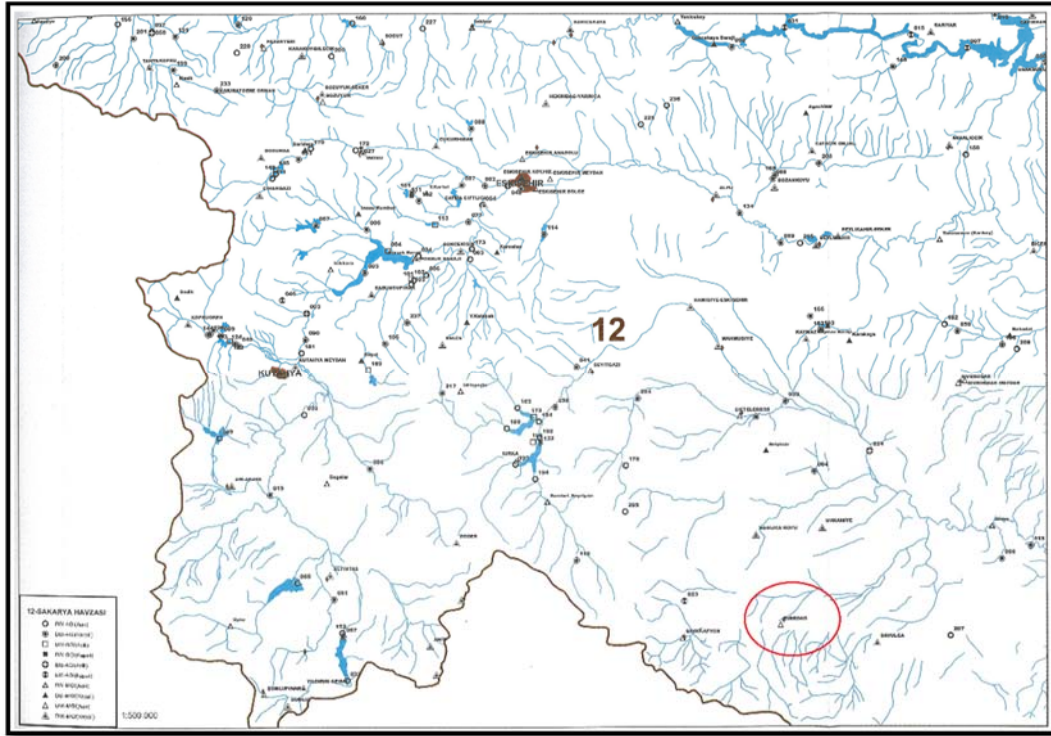
Z'nin mutlak değeri için seçilen  $\alpha = 0,05$  anlamlılık düzeyine karşı gelen standart normal dağılımın [Ek A]  $Z_{\alpha/2} = 1,96$  değerinden küçük olduğu için sıfır hipotezi “ $H_0$ :

Trend Yok” kabul edilmekte ve incelenen zaman serisinde trend olmadığı sonucuna varılmaktadır.

#### 4.3.1.11. Emirdağ ilçesinin yağış verilerine trend analizi yöntemi uygulanması

<b>Havza Adı</b>	: Sakarya Havzası
<b>Bölge Adı</b>	: Afyon Bölgesi
<b>İstasyon No</b>	: 17752
<b>İstasyon Adı</b>	: Emirdağ
<b>Rakım</b>	: 983m
<b>Kronolojisi</b>	: 1953-63BK.03A-

Yukarıda istasyon bilgileri verilen Emirdağ ilçesine ait 17752 numaralı istasyonun Sakarya Havzası haritasındaki yeri Şekil 4.66’da gösterilmiştir.



Şekil 4.66. Emirdağ ilçesine ait 17752 numaralı istasyonun hidrometri haritasındaki yeri [73].

Emirdağ ilçesine ait 17752 numaralı MGİ'nin yıllık ortalama yağış miktarı verileri DMİ'den temin edilmiş ve Tablo 4.220'de verilmiştir.

Tablo 4.220.Emirdağ ilçesine ait 17752 numaralı MGİ için yağış verileri [74].

Yıllar	Yağış Miktarı (mm)	Yıllar	Yağış Miktarı (mm)
1979	4,251096	1996	3,533999
1980	4,361789	1997	3,965609
1981	5,506509	1998	3,478503
1982	3,865999	1999	3,495710
1983	3,751968	2000	4,899900
1984	5,297557	2001	3,414452
1985	2,984571	2002	4,318088
1986	2,490605	2003	2,829759
1987	2,762716	2004	2,890634
1988	3,790942	2005	4,576337
1989	2,677013	2006	3,731744
1990	3,808641	2007	4,078571
1991	5,077935	2008	3,548744
1992	2,530710	2009	3,359271
1993	3,430005	2010	2,665693
1994	4,215213	2011	3,096833
1995	3,673512		

### Mann – Kendall testi uygulanması

Tablo 4.221. Mann – Kendall testi için P ve M değerleri.

Sıra	Tarihler	Değer	$x_i < x_j$	$x_i > x_j$	P	M
1	1979	4,251096	0	0	0	0
2	1980	4,361789	1	0	1	0
3	1981	5,506509	2	0	3	0
4	1982	3,865999	0	3	3	3
5	1983	3,751968	0	4	3	7
6	1984	5,297557	4	1	7	8
7	1985	2,984571	0	6	7	14
8	1986	2,490605	0	7	7	21
9	1987	2,762716	1	7	8	28
10	1988	3,790942	4	5	12	33
11	1989	2,677013	1	9	13	42
12	1990	3,808641	6	5	19	47
13	1991	5,077935	10	2	29	49
14	1992	2,530710	1	12	30	61
15	1993	3,430005	5	9	35	70
16	1994	4,215213	10	5	45	75
17	1995	3,673512	6	10	51	85
18	1996	3,533999	6	11	57	96
19	1997	3,965609	12	6	69	102
20	1998	3,478503	6	13	75	115
21	1999	3,495710	7	13	82	128
22	2000	4,899900	18	3	100	131
23	2001	3,414452	5	17	105	148
24	2002	4,318088	18	5	123	153
25	2003	2,829759	4	20	127	173
26	2004	2,890634	5	20	132	193
27	2005	4,576337	22	4	154	197
28	2006	3,731744	13	14	167	211
29	2007	4,078571	19	9	186	220
30	2008	3,548744	12	17	198	237

Tablo 4.222. Mann – Kendall testi için P ve M değerleri.(Devamı)

31	2009	3,359271	7	23	205	260
32	2010	2,665693	2	29	207	289
33	2011	3,096833	8	24	215	313

$i < j$  için  $x_i < x_j$  olan çiftlerin sayısı  $P = 215$ ,  $x_i > x_j$  olan çiftlerin sayısı  $M = 313$  olarak bulunur. Test istatistiği  $S = P - M = -98$  bulunur.

Kendall Korelasyon Katsayısı

$$\tau = \frac{S}{[n(n-1)/2]} = -0,186 \quad (4.301)$$

Örnek sayısı  $n > 10$  olduğundan

$$\sigma_s = \sqrt{n(n-1)(2n+5)/18} = 4165,33 \text{ bulunur.} \quad (4.302)$$

$$Z = \left. \begin{array}{l} (S-1)/\sigma_s \quad S > 0 \\ 0 \quad S = 0 \\ (S+1)/\sigma_s \quad S < 0 \end{array} \right\} \quad (4.303)$$

$$S < 0 \text{ olduğundan } Z = (S + 1) / \sigma_s = -1,503 \quad (4.304)$$

Z'nin mutlak değeri için seçilen  $\alpha = 0,05$  anlamlılık düzeyine karşı gelen standart normal dağılımın [Ek A]  $Z_{\alpha/2} = 1,96$  değerinden küçük olduğu için sıfır hipotezi “ $H_0$ : Trend Yok” kabul edilmekte ve incelenen zaman serisinde trend olmadığı sonucuna varılmaktadır.

**Spearman’ın Rho testi uygulanması**

Tablo 4.223.  $R_{xi}$  değerleri.

i	$R_{xi}$	i	$R_{xi}$	i	$R_{xi}$
1	26	12	21	23	11
2	28	13	31	24	27
3	33	14	2	25	6
4	22	15	12	26	7

Tablo 4.224. R<sub>xi</sub> değerleri.(Devamı)

5	19	16	25	27	29
6	32	17	17	28	18
7	8	18	15	29	24
8	1	19	23	30	16
9	5	20	13	31	10
10	20	21	14	32	3
11	4	22	30	33	9

$$r_s = 1 - 6 \frac{\sum_{i=1}^n (R_{xi} - i)^2}{(n^3 - n)} \text{ bağıntısı uygulanarak } r_s = -0,253 \text{ olarak bulunur.} \quad (4.305)$$

$$Z = r_s \sqrt{n-1} = -1,429 \quad (4.306)$$

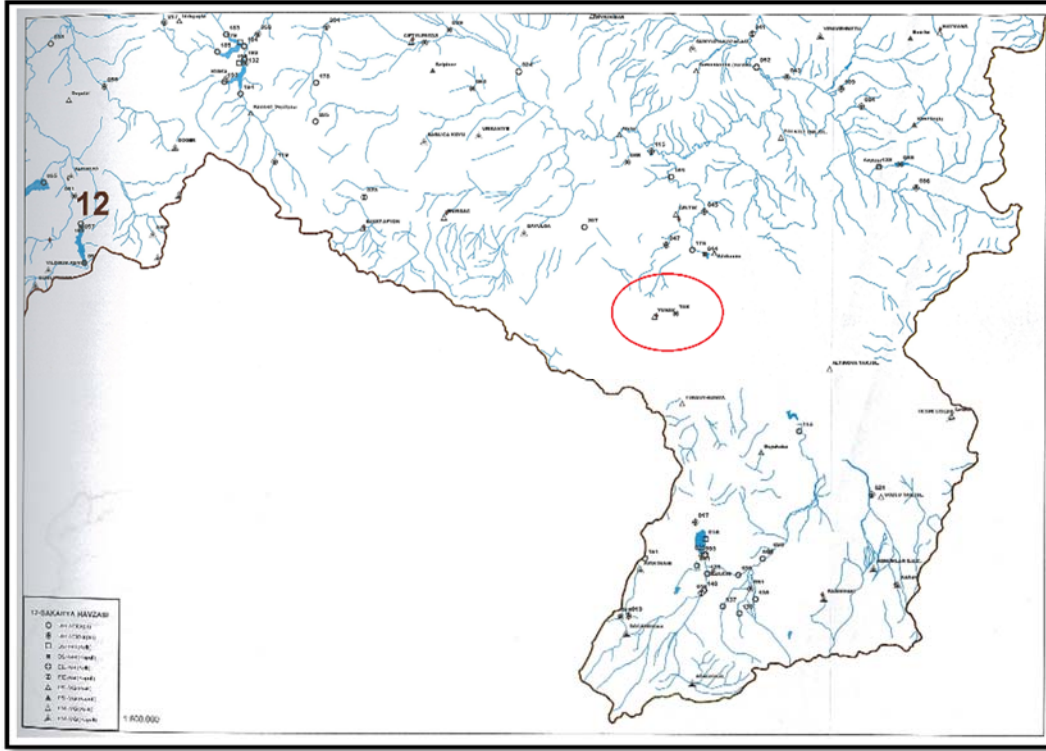
Z'nin mutlak değeri için seçilen  $\alpha = 0,05$  anlamlılık düzeyine karşı gelen standart normal dağılımın [Ek A]  $Z_{\alpha/2} = 1,96$  değerinden küçük olduğu için sıfır hipotezi “ H<sub>0</sub>: Trend Yok” kabul edilmekte ve incelenen zaman serisinde trend olmadığı sonucuna varılmaktadır.

#### 4.3.1.12. Yunak ilçesinin yağış verilerine trend analizi yöntemi uygulanması

**Havza Adı** : Sakarya Havzası  
**Bölge Adı** : Konya Bölgesi  
**İstasyon No** : 17798  
**İstasyon Adı** : Yunak  
**Rakım** : 1140m  
**Kronolojisi** : 1955-68KK.85BK.

Yukarıda istasyon bilgileri verilen Yunak ilçesine ait 17798 numaralı istasyonun Sakarya Havzası haritasındaki yeri Şekil 4.67’de gösterilmiştir.





Şekil 4.67. Yunak ilçesine ait 17798 numaralı istasyonun hidrometri haritasındaki yeri [73].

Yunak ilçesine ait 17798 numaralı MGİ'nin yıllık ortalama yağış miktarı verileri DMİ'den temin edilmiş ve Tablo 4.225'de verilmiştir.

Tablo 4.225. Yunak ilçesine ait 17798 numaralı MGİ için yağış verileri [74].

Yıllar	Yağış Miktarı (mm)	Yıllar	Yağış Miktarı (mm)
1979	2,931076	1996	4,758206
1980	5,086876	1997	5,612290
1981	3,453088	1998	3,898710
1982	4,041073	1999	4,052654
1983	5,835093	2000	4,816462
1984	5,711881	2001	3,587384
1985	6,241111	2002	4,112910
1986	2,852083	2003	4,269737
1987	5,115985	2004	3,812377
1988	4,406933	2005	4,249378
1989	3,984436	2006	3,751462
1990	4,319591	2007	3,827937
1991	4,375999	2008	3,564360
1992	4,140272	2009	3,792316
1993	2,746474	2010	4,316393
1994	4,721113	2011	3,666523
1995	4,548574		

## Mann – Kendall testi uygulanması

Tablo 4.226. Mann – Kendall testi için P ve M değerleri.

Sıra	Tarihler	Değer	$x_i < x_j$	$x_i > x_j$	P	M
1	1979	2,931076	0	0	0	0
2	1980	5,086876	1	0	1	0
3	1981	3,453088	1	1	2	1
4	1982	4,041073	2	1	4	2
5	1983	5,835093	4	0	8	2
6	1984	5,711881	4	1	12	3
7	1985	6,241111	6	0	18	3
8	1986	2,852083	0	7	18	10
9	1987	5,115985	5	3	23	13
10	1988	4,406933	4	5	27	18
11	1989	3,984436	3	7	30	25
12	1990	4,319591	5	6	35	31
13	1991	4,375999	6	6	41	37
14	1992	4,140272	5	8	46	45
15	1993	2,746474	0	14	46	59
16	1994	4,721113	10	5	56	64
17	1995	4,548574	10	6	66	70
18	1996	4,758206	12	5	78	75
19	1997	5,612290	15	3	93	78
20	1998	3,898710	4	15	97	93
21	1999	4,052654	7	13	104	106
22	2000	4,816462	15	6	119	112
23	2001	3,587384	4	18	123	130
24	2002	4,112910	9	14	132	144
25	2003	4,269737	11	13	143	157
26	2004	3,812377	5	20	148	177
27	2005	4,249378	12	14	160	191
28	2006	3,751462	5	22	165	213
29	2007	3,827937	7	21	172	234
30	2008	3,564360	4	25	176	259
31	2009	3,792316	7	23	183	282
32	2010	4,316393	18	13	201	295
33	2011	3,666523	6	26	207	321

$i < j$  için  $x_i < x_j$  olan çiftlerin sayısı  $P = 207$ ,  $x_i > x_j$  olan çiftlerin sayısı  $M = 321$  olarak bulunur. Test istatistiği  $S = P - M = -114$  bulunur.

Kendall Korelasyon Katsayısı

$$\tau = \frac{S}{[n(n-1)/2]} = -0,216 \quad (4.307)$$

Örnek sayısı  $n > 10$  olduğundan

$$\sigma_s = \sqrt{n(n-1)(2n+5)/18} = 4165,33 \text{ bulunur.} \quad (4.308)$$

$$Z = \left. \begin{array}{l} (S-1)/\sigma_s \quad S > 0 \\ 0 \quad S = 0 \\ (S+1)/\sigma_s \quad S < 0 \end{array} \right\} \quad (4.309)$$

$$S < 0 \text{ olduğundan } Z = (S + 1) / \sigma_s = -1,751 \quad (4.310)$$

Z'nin mutlak değeri için seçilen  $\alpha = 0,05$  anlamlılık düzeyine karşı gelen standart normal dağılımın [Ek A]  $Z_{\alpha/2} = 1,96$  değerinden küçük olduğu için sıfır hipotezi “ $H_0$ : Trend Yok” kabul edilmekte ve incelenen zaman serisinde trend olmadığı sonucuna varılmaktadır.

### Spearman'ın Rho testi uygulanması

Tablo 4.227.  $R_{xi}$  değerleri.

i	$R_{xi}$	i	$R_{xi}$	i	$R_{xi}$
1	3	12	21	23	6
2	28	13	22	24	16
3	4	14	17	25	19
4	14	15	1	26	10
5	32	16	25	27	18
6	31	17	24	28	8
7	33	18	26	29	11
8	2	19	30	30	5
9	29	20	12	31	9
10	23	21	15	32	20
11	13	22	27	33	7

$$r_s = 1 - 6 \frac{\sum_{i=1}^n (R_{xi} - i)^2}{(n^3 - n)} \text{ bağıntısı uygulanarak } r_s = -0,271 \text{ olarak bulunur.} \quad (4.311)$$

$$Z = r_s \sqrt{n-1} = -1,533 \quad (4.312)$$

Z'nin mutlak değeri için seçilen  $\alpha = 0,05$  anlamlılık düzeyine karşı gelen standart normal dağılımın [Ek A]  $Z_{\alpha/2} = 1,96$  değerinden küçük olduğu için sıfır hipotezi “ $H_0$ :

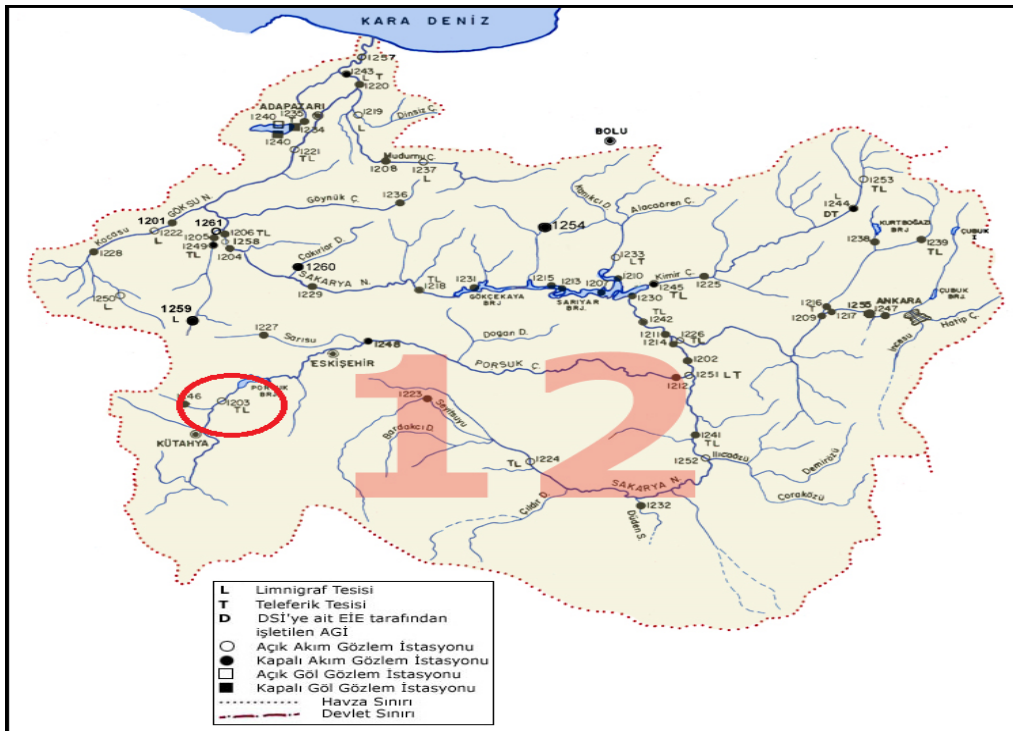
Trend Yok” kabul edilmekte ve incelenen zaman serisinde trend olmadığı sonucuna varılmaktadır.

#### 4.3.2. Sakarya havzasının akış verilerine trend analizi yöntemi uygulanması

##### 4.3.2.1. Porsuk çayının akış verilerine trend analizi yöntemi uygulanması

- Havza Adı** : Sakarya Havzası  
**Bölge Adı** : Bursa Bölgesi  
**İstasyon No** : 1203  
**İstasyon Adı** : Porsuk Çayı  
**Yükselti** : 855m  
**Yeri** : (30° 02' 12" D - 39° 31' 41" K) (Eskişehir-İ24) Kütahya-Eskişehir karayolunda Kütahya'ya 17 Km. uzaklıktaki Beşdeğirmenler yakınındadır.

Yukarıda istasyon bilgileri verilen Porsuk Çayına ait 1203 numaralı istasyonun Sakarya Havzası haritasındaki yeri Şekil 4.68’de gösterilmiştir.



Şekil 4.68. Porsuk çayına ait 1203 numaralı istasyonun sakarya havzasındaki yeri [75].

Porsuk Çayına ait 1203 numaralı AGİ'nin yıllık ortalama akış miktarı verileri DSİ'den temin edilmiş ve Tablo 4.228'de verilmiştir.

Tablo 4.228. Porsuk çayına ait 1203 numaralı AGİ için akış verileri [76].

Yıllar	Akış Miktarı (m <sup>3</sup> /sn)	Yıllar	Akış Miktarı (m <sup>3</sup> /sn)
1979	11,3750	1994	2,01400
1980	11,1077	1995	3,22367
1981	17,8818	1996	5,31067
1982	8,73636	1997	3,34525
1983	7,23300	1998	4,85600
1984	16,8748	1999	7,44242
1985	6,66891	2000	4,99358
1986	5,10958	2001	2,45317
1987	8,48321	2002	8,04733
1988	4,85633	2003	7,31308
1989	2,82642	2004	5,35892
1990	3,48200	2005	4,46450
1991	4,22108	2006	5,83975
1992	2,89583	2007	3,00158
1993	3,35875	2008	2,69067

### Mann – Kendall testi uygulanması

Tablo 4.229. Mann – Kendall testi için P ve M değerleri.

Sıra	Tarihler	Değer	$x_i < x_j$	$x_i > x_j$	P	M
1	1979	11,3750	0	0	0	0
2	1980	11,1077	0	1	0	1
3	1981	17,8818	2	0	2	1
4	1982	8,73636	0	3	2	4
5	1983	7,23300	0	4	2	8
6	1984	16,8748	4	1	6	9
7	1985	6,66891	0	6	6	15
8	1986	5,10958	0	7	6	22
9	1987	8,48321	3	5	9	27
10	1988	4,85633	0	9	9	36
11	1989	2,82642	0	10	9	46
12	1990	3,48200	1	10	10	56
13	1991	4,22108	2	10	12	66
14	1992	2,89583	1	12	13	78
15	1993	3,35875	2	12	15	90
16	1994	2,01400	0	15	15	105
17	1995	3,22367	3	13	18	118
18	1996	5,31067	9	8	27	126
19	1997	3,34525	4	14	31	140
20	1998	4,85600	8	11	39	151
21	1999	7,44242	14	6	53	157
22	2000	4,99358	10	11	63	168
23	2001	2,45317	1	21	64	189
24	2002	8,04733	17	6	81	195
25	2003	7,31308	16	8	97	203
26	2004	5,35892	14	11	111	214

Tablo 4.230. Mann – Kendall testi için P ve M değerleri.(Devamı)

27	2005	4,46450	9	17	120	231
28	2006	5,83975	16	11	136	242
29	2007	3,00158	4	24	140	266
30	2008	2,69067	2	27	142	293

$i < j$  için  $x_i < x_j$  olan çiftlerin sayısı  $P = 142$ ,  $x_i > x_j$  olan çiftlerin sayısı  $M = 293$  olarak bulunur. Test istatistiği  $S = P - M = -151$  bulunur.

Kendall Korelasyon Katsayısı

$$\tau = \frac{S}{[n(n-1)/2]} = -0,347 \quad (4.313)$$

Örnek sayısı  $n > 10$  olduğundan

$$\sigma_s = \sqrt{n(n-1)(2n+5)/18} = 3141,67 \text{ bulunur.} \quad (4.314)$$

$$Z = \left. \begin{array}{ll} (S-1)/\sigma_s & S > 0 \\ 0 & S = 0 \\ (S+1)/\sigma_s & S < 0 \end{array} \right\} \quad (4.315)$$

$$S < 0 \text{ olduğundan } Z = (S + 1) / \sigma_s = -2,676 \quad (4.316)$$

Z'nin mutlak değeri için seçilen  $\alpha = 0,05$  anlamlılık düzeyine karşı gelen standart normal dağılımın [Ek A]  $Z_{\alpha/2} = 1,96$  değerinden büyük olduğu için sıfır hipotezi "Ho: Trend Yok" reddedilmekte  $Z < 0$  olduğunda dolayı da incelenen zaman serisinde azalan yönde eğilim olduğu sonucuna varılmaktadır.

**Spearman'ın Rho testi uygulanması**

Tablo 4.231.  $R_{xi}$  değerleri.

i	$R_{xi}$	i	$R_{xi}$	i	$R_{xi}$
1	28	11	4	21	23
2	27	12	10	22	15
3	30	13	11	23	2

Tablo 4.232.  $R_{xi}$  değerleri.(Devamı)

4	26	14	5	24	24
5	21	15	9	25	22
6	29	16	1	26	18
7	20	17	7	27	12
8	16	18	17	28	19
9	25	19	8	29	6
10	14	20	13	30	3

$$r_s = 1 - 6 \frac{\sum_{i=1}^n (R_{xi} - i)^2}{(n^3 - n)} \text{ bağıntısı uygulanarak } r_s = -0,481 \text{ olarak bulunur. (4.317)}$$

$$Z = r_s \sqrt{n-1} = -2,591 \quad (4.318)$$

Z'nin mutlak değeri seçilen  $\alpha = 0.05$  anlamlılık düzeyine karşı gelen standart normal dağılımın [Ek A]  $Z_{\alpha/2} = 1,96$  değerinden büyük olduğu için sıfır hipotezi “ $H_0$ : Trend Yok” reddedilmekte  $Z < 0$  olduğundan dolayı da incelenen zaman serisinde azalan yönde trend olduğu sonucuna varılmaktadır.

### Mann – Kendall mertebe korelasyon testi uygulanması

Tablo 4.233.  $u(t)$  fonksiyonunun hesabı.

Sıra	Tarihler	Değer	n	t	Var(t)	E(t)	u(t)
1	1979	11,3750	0	0	0,00	0,00	0,00
2	1980	11,1077	0	0	0,25	0,50	-1,00
3	1981	17,8818	2	2	0,92	1,50	0,52
4	1982	8,73636	0	2	2,17	3,00	-0,68
5	1983	7,23300	0	2	4,17	5,00	-1,47
6	1984	16,8748	4	6	7,08	7,50	-0,56
7	1985	6,66891	0	6	11,08	10,50	-1,35
8	1986	5,10958	0	6	16,33	14,00	-1,98
9	1987	8,48321	3	9	23,00	18,00	-1,88
10	1988	4,85633	0	9	31,25	22,50	-2,41
11	1989	2,82642	0	9	41,25	27,50	-2,88
12	1990	3,48200	1	10	53,17	33,00	-3,15
13	1991	4,22108	2	12	67,17	39,00	-3,29
14	1992	2,89583	1	13	83,42	45,50	-3,56
15	1993	3,35875	2	15	102,08	52,50	-3,71
16	1994	2,01400	0	15	123,33	60,00	-4,05
17	1995	3,22367	3	18	147,33	68,00	-4,12
18	1996	5,31067	9	27	174,25	76,50	-3,75
19	1997	3,34525	4	31	204,25	85,50	-3,81
20	1998	4,85600	8	39	237,50	95,00	-3,63
21	1999	7,44242	14	53	274,17	105,00	-3,14

Tablo 4.234.  $u(t)$  fonksiyonunun hesabı.(Devamı)

22	2000	4,99358	10	63	314,42	115,50	-2,96
23	2001	2,45317	1	64	358,42	126,50	-3,30
24	2002	8,04733	17	81	406,33	138,00	-2,83
25	2003	7,31308	16	97	458,33	150,00	-2,48
26	2004	5,35892	14	111	514,58	162,50	-2,27
27	2005	4,46450	9	120	575,25	175,50	-2,31
28	2006	5,83975	16	136	640,50	189,00	-2,09
29	2007	3,00158	4	140	710,50	203,00	-2,36
30	2008	2,69067	2	142	785,42	217,50	-2,69

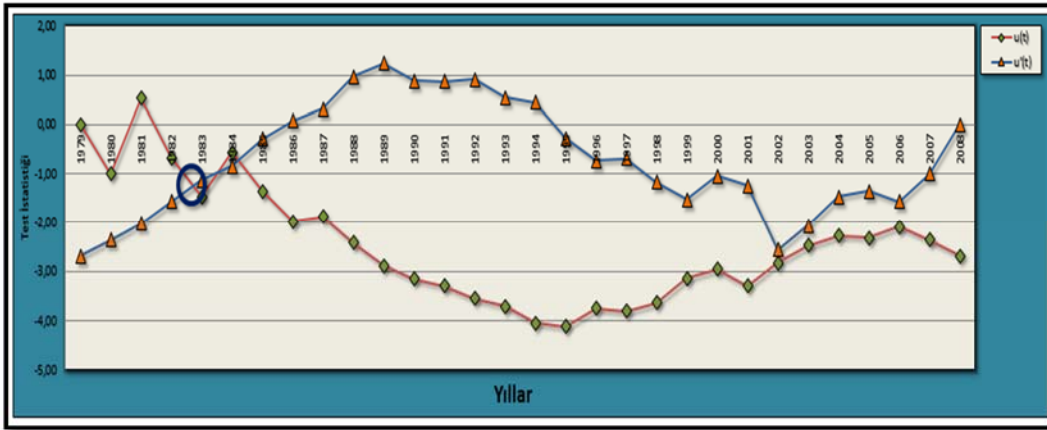
Yukarıda bulunan değerleri tersten sıralayarak aynı işlem tekrar yapılır;

Tablo 4.235.  $u'(t)$  fonksiyonunun hesabı.

Sıra	Tarihler	Değer	n	t	Var(t)	E(t)	u(t)
30	2008	2,69067	0	0	0,00	0,00	0,00
29	2007	3,00158	1	1	0,25	0,50	-1,00
28	2006	5,83975	2	3	0,92	1,50	-1,57
27	2005	4,46450	2	5	2,17	3,00	-1,36
26	2004	5,35892	3	8	4,17	5,00	-1,47
25	2003	7,31308	5	13	7,08	7,50	-2,07
24	2002	8,04733	6	19	11,08	10,50	-2,55
23	2001	2,45317	0	19	16,33	14,00	-1,24
22	2000	4,99358	4	23	23,00	18,00	-1,04
21	1999	7,44242	8	31	31,25	22,50	-1,52
20	1998	4,85600	4	35	41,25	27,50	-1,17
19	1997	3,34525	3	38	53,17	33,00	-0,69
18	1996	5,31067	7	45	67,17	39,00	-0,73
17	1995	3,22367	3	48	83,42	45,50	-0,27
16	1994	2,01400	0	48	102,08	52,50	0,45
15	1993	3,35875	6	54	123,33	60,00	0,54
14	1992	2,89583	3	57	147,33	68,00	0,91
13	1991	4,22108	8	65	174,25	76,50	0,87
12	1990	3,48200	8	73	204,25	85,50	0,87
11	1989	2,82642	3	76	237,50	95,00	1,23
10	1988	4,85633	13	89	274,17	105,00	0,97
9	1987	8,48321	21	110	314,42	115,50	0,31
8	1986	5,10958	15	125	358,42	126,50	0,08
7	1985	6,66891	19	144	406,33	138,00	-0,30
6	1984	16,8748	24	168	458,33	150,00	-0,84
5	1983	7,23300	20	188	514,58	162,50	-1,12
4	1982	8,73636	25	213	575,25	175,50	-1,56
3	1981	17,8818	27	240	640,50	189,00	-2,02
2	1980	11,1077	26	266	710,50	203,00	-2,36
1	1979	11,3750	27	293	785,42	217,50	-2,69

elde edilen  $u(t)$  (Tablo 4.233 ve Tablo 4.234) ve  $u'(t)$  (Tablo 4.235) test istatistiklerinin grafiksel olarak gösterilmesi sonucunda verilerin 1983 yılında çakıştıkları Şekil 4.69'da görülür ve trend başlangıç yılı olarak alınır.



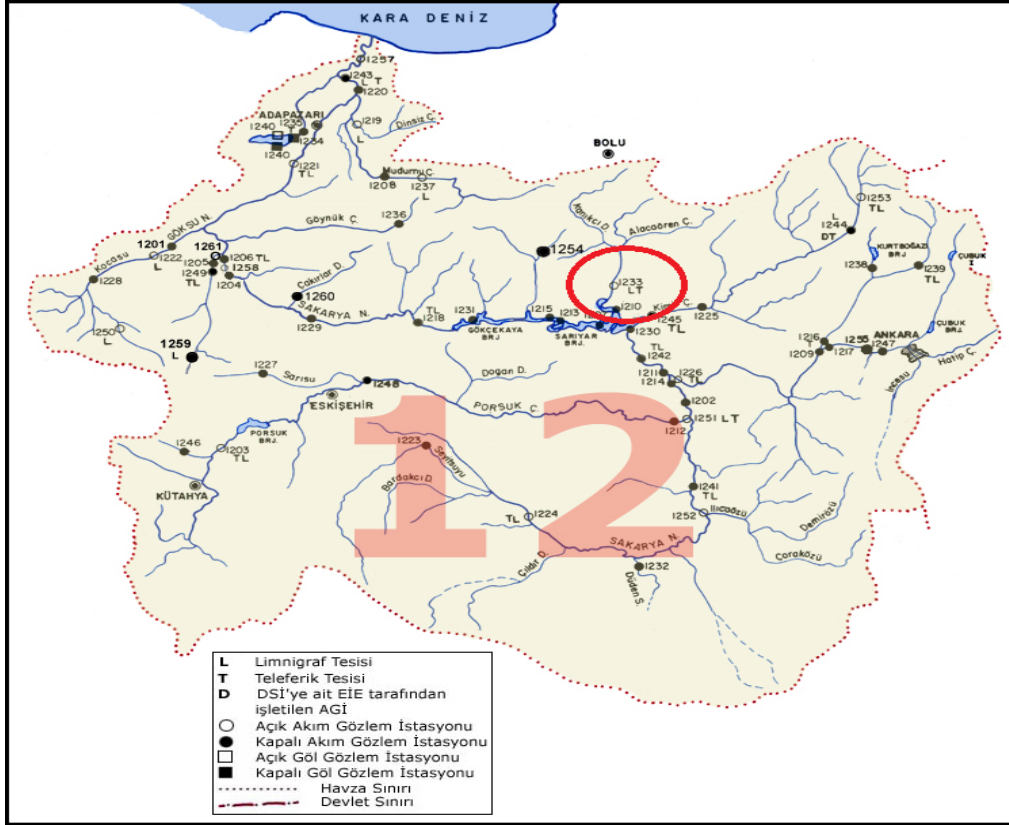


Şekil 4.69. Porsuk çayının akış verilerinin  $u(t) - u'(t)$  grafiği.

#### 4.3.2.2. Aladağ çayının akış verilerine trend analizi yöntemi uygulanması

- Havza Adı** : Sakarya Havzası  
**Bölge Adı** : Ankara Bölgesi  
**İstasyon No** : 1233  
**İstasyon Adı** : Aladağ Çayı  
**Yükselti** : 505m  
**Yeri** : (31° 39' 28" D - 40° 11' 15" K) (Bolu-H27) Ankara İli Nallıhan İlçesi'ne bağlı Çayırhan Bucağı'nın 15 Km. kuzeyindeki Karaköy önündedir.

Yukarıda istasyon bilgileri verilen Aladağ Çayına ait 1233 numaralı istasyonun Sakarya Havzası haritasındaki yeri Şekil 4.70'de gösterilmiştir.



Şekil 4.70. Aladağ çayına ait 1233 numaralı istasyonun sakarya havzasındaki yeri [75].

Aladağ Çayına ait 1233 numaralı AGİ'nin yıllık ortalama akış miktarı verileri DSI'den temin edilmiş ve Tablo 4.236'da verilmiştir.

Tablo 4.236. Aladağ çayına ait 1233 numaralı AGİ için akış verileri [76].

Yıllar	Akış Miktarı (m <sup>3</sup> /sn)	Yıllar	Akış Miktarı (m <sup>3</sup> /sn)
1979	16,31667	1995	21,41280
1980	25,74545	1996	17,17840
1981	15,83333	1997	20,53892
1982	13,42500	1998	33,76275
1983	7,376636	1999	10,52117
1984	8,653667	2000	9,384444
1985	11,21991	2001	5,773250
1986	12,21460	2002	11,80700
1987	29,62925	2003	9,397444
1988	13,23390	2004	8,059700
1989	6,163458	2005	14,41764
1990	8,967875	2006	11,92763
1991	6,694208	2007	8,112375
1992	10,64696	2008	11,31400
1993	9,550625	2009	26,42858
1994	5,928500		

## Mann – Kendall testi uygulanması

Tablo 4.237. Mann – Kendall testi için P ve M değerleri.

Sıra	Tarihler	Değer	$x_i < x_j$	$x_i > x_j$	P	M
1	1979	16,31667	0	0	0	0
2	1980	25,74545	1	0	1	0
3	1981	15,83333	0	2	1	2
4	1982	13,42500	0	3	1	5
5	1983	7,376636	0	4	1	9
6	1984	8,653667	1	4	2	13
7	1985	11,21991	2	4	4	17
8	1986	12,21460	3	4	7	21
9	1987	29,62925	8	0	15	21
10	1988	13,23390	4	5	19	26
11	1989	6,163458	0	10	19	36
12	1990	8,967875	3	8	22	44
13	1991	6,694208	1	11	23	55
14	1992	10,64696	5	8	28	63
15	1993	9,550625	5	9	33	72
16	1994	5,928500	0	15	33	87
17	1995	21,41280	14	2	47	89
18	1996	17,17840	14	3	61	92
19	1997	20,53892	15	3	76	95
20	1998	33,76275	19	0	95	95
21	1999	10,52117	7	13	102	108
22	2000	9,384444	6	15	108	123
23	2001	5,773250	0	22	108	145
24	2002	11,80700	12	11	120	156
25	2003	9,397444	8	16	128	172
26	2004	8,059700	5	20	133	192
27	2005	14,41764	18	8	151	200
28	2006	11,92763	15	12	166	212
29	2007	8,112375	6	22	172	234
30	2008	11,31400	15	14	187	248
31	2009	26,42858	28	2	215	250

$i < j$  için  $x_i < x_j$  olan çiftlerin sayısı  $P = 215$ ,  $x_i > x_j$  olan çiftlerin sayısı  $M = 250$  olarak bulunur. Test istatistiği  $S = P - M = -35$  bulunur.

Kendall Korelasyon Katsayısı

$$\tau = \frac{S}{[n(n-1)/2]} = -0,080 \quad (4.319)$$

Örnek sayısı  $n > 10$  olduğundan

$$\sigma_s = \sqrt{n(n-1)(2n+5)/18} = 3461,67 \text{ bulunur.} \quad (4.320)$$

$$Z = \left. \begin{array}{l} (S-1)/\sigma_s \quad S > 0 \\ 0 \quad S = 0 \\ (S+1)/\sigma_s \quad S < 0 \end{array} \right\} \quad (4.321)$$

$$S < 0 \text{ olduğundan } Z = (S+1)/\sigma_s = -0,607 \quad (4.322)$$

Z'nin mutlak değeri için seçilen  $\alpha = 0,05$  anlamlılık düzeyine karşı gelen standart normal dağılımın [Ek A]  $Z_{\alpha/2} = 1,96$  değerinden küçük olduğu için sıfır hipotezi "H<sub>0</sub>: Trend Yok" kabul edilmekte ve incelenen zaman serisinde trend olmadığı sonucuna varılmaktadır.

### Spearman'ın Rho testi uygulanması

Tablo 4.238. R<sub>xi</sub> değerleri.

i	R <sub>xi</sub>	i	R <sub>xi</sub>	i	R <sub>xi</sub>
1	24	12	9	23	1
2	28	13	4	24	17
3	23	14	14	25	11
4	21	15	12	26	6
5	5	16	2	27	22
6	8	17	27	28	18
7	15	18	25	29	7
8	19	19	26	30	16
9	30	20	31	31	29
10	20	21	13		
11	3	22	10		

$$r_s = 1 - 6 \frac{\sum_{i=1}^n (R_{xi} - i)^2}{(n^3 - n)} \text{ bağıntısı uygulanarak } r_s = -0,098 \text{ olarak bulunur.} \quad (4.323)$$

$$Z = r_s \sqrt{n-1} = -0,539 \quad (4.324)$$

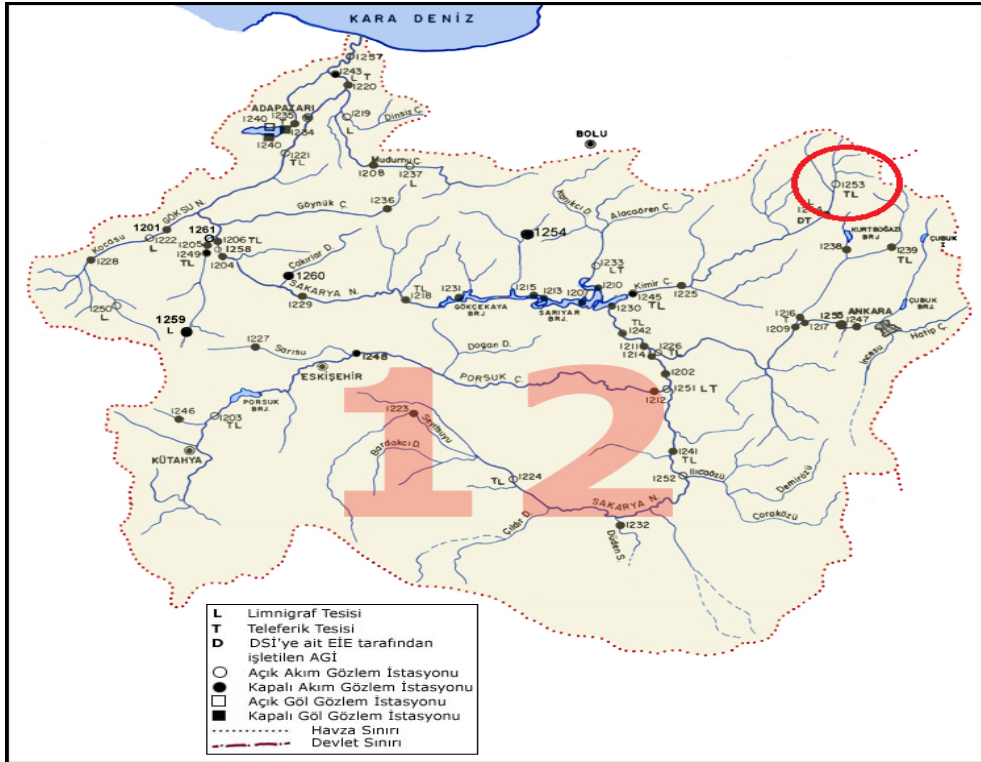
Z'nin mutlak değeri seçilen  $\alpha = 0.05$  anlamlılık düzeyine karşı gelen standart normal dağılımın [Ek A]  $Z_{\alpha/2} = 1,96$  değerinden küçük olduğu için sıfır hipotezi "H<sub>0</sub>: Trend

Yok” kabul edilmekte ve incelenen zaman serisinde trend olmadığı sonucuna varılmaktadır.

#### 4.3.2.3. Sohu deresinin akış verilerine trend analizi yöntemi uygulanması

- Havza Adı** : Sakarya Havzası  
**Bölge Adı** : Ankara Bölgesi  
**İstasyon No** : 1253  
**İstasyon Adı** : Sohu Deresi  
**Yükselti** : 1094m  
**Yeri** : (32° 40' 01" D - 40° 36' 23" K) (Bolu-G29) Kızılcahamam-Çerkeş karayolunun 13. Km.’sindeki Güvem nahiyesini 2 km. geçince Eminbey civarındaki yolun sağındadır.

Yukarıda istasyon bilgileri verilen Sohu Deresine ait 1253 numaralı istasyonun Sakarya Havzası haritasındaki yeri Şekil 4.71’de gösterilmiştir.



Şekil 4.71. Sohu deresine ait 1253 numaralı istasyonun sakarya havzasındaki yeri [75].

Sohu Deresine ait 1253 numaralı AGİ'nin yıllık ortalama akış miktarı verileri DSİ'den temin edilmiş ve Tablo 4.239'da verilmiştir.

Tablo 4.239. Sohu deresine ait 1233 numaralı AGİ için akış verileri [76].

Yıllar	Akış Miktarı (m <sup>3</sup> /sn)	Yıllar	Akış Miktarı (m <sup>3</sup> /sn)
1991	0,4184	2001	0,5177
1992	1,7838	2002	1,7464
1993	0,5357	2003	1,6600
1994	0,3767	2004	0,9325
1995	2,4015	2005	1,0040
1996	1,3958	2006	1,0250
1997	0,8196	2007	1,1338
1998	1,0331	2008	2,1713
1999	1,8698	2009	1,5970
2000	1,7418		

### Mann – Kendall testi uygulanması

Tablo 4.240. Mann – Kendall testi için P ve M değerleri.

Sıra	Tarihler	Değer	$x_i < x_j$	$x_i > x_j$	P	M
1	1991	0,4184	0	0	0	0
2	1992	1,7838	1	0	1	0
3	1993	0,5357	1	1	2	1
4	1994	0,3767	0	3	2	4
5	1995	2,4015	4	0	6	4
6	1996	1,3958	3	2	9	6
7	1997	0,8196	3	3	12	9
8	1998	1,0331	4	3	16	12
9	1999	1,8698	7	1	23	13
10	2000	1,7418	6	3	29	16
11	2001	0,5177	2	8	31	24
12	2002	1,7464	8	3	39	27
13	2003	1,6600	7	5	46	32
14	2004	0,9325	5	8	51	40
15	2005	1,0040	6	8	57	48
16	2006	1,0250	7	8	64	56
17	2007	1,1338	9	7	73	63
18	2008	2,1713	16	1	89	64
19	2009	1,5970	11	7	100	71

$i < j$  için  $x_i < x_j$  olan çiftlerin sayısı  $P = 100$ ,  $x_i > x_j$  olan çiftlerin sayısı  $M = 71$  olarak bulunur. Test istatistiği  $S = P - M = 29$  bulunur.

Kendall Korelasyon Katsayısı

$$\tau = \frac{S}{[n(n-1)/2]} = 0,170 \quad (4.325)$$

Örnek sayısı  $n > 10$  olduğundan

$$\sigma_s = \sqrt{n(n-1)(2n+5)/18} = 817,00 \text{ bulunur.} \quad (4.326)$$

$$Z = \left. \begin{array}{ll} (S-1)/\sigma_s & S > 0 \\ 0 & S = 0 \\ (S+1)/\sigma_s & S < 0 \end{array} \right\} \quad (4.327)$$

$$S > 0 \text{ olduğundan } Z = (S-1)/\sigma_s = 0,980 \quad (4.328)$$

Z'nin mutlak değeri için seçilen  $\alpha = 0,05$  anlamlılık düzeyine karşı gelen standart normal dağılımın [Ek A]  $Z_{\alpha/2} = 1,96$  değerinden küçük olduğu için sıfır hipotezi "H<sub>0</sub>: Trend Yok" kabul edilmekte ve incelenen zaman serisinde trend olmadığı sonucuna varılmaktadır.

### Spearman'ın Rho testi uygulanması

Tablo 4.241. R<sub>xi</sub> değerleri.

i	R <sub>xi</sub>	i	R <sub>xi</sub>
1	2	11	3
2	16	12	15
3	4	13	13
4	1	14	6
5	19	15	7
6	11	16	8
7	5	17	10
8	9	18	18
9	17	19	12
10	14		

$$r_s = 1 - 6 \frac{\sum_{i=1}^n (R_{xi} - i)^2}{(n^3 - n)} \text{ bağıntısı uygulanarak } r_s = 0,232 \text{ olarak bulunur.} \quad (4.329)$$

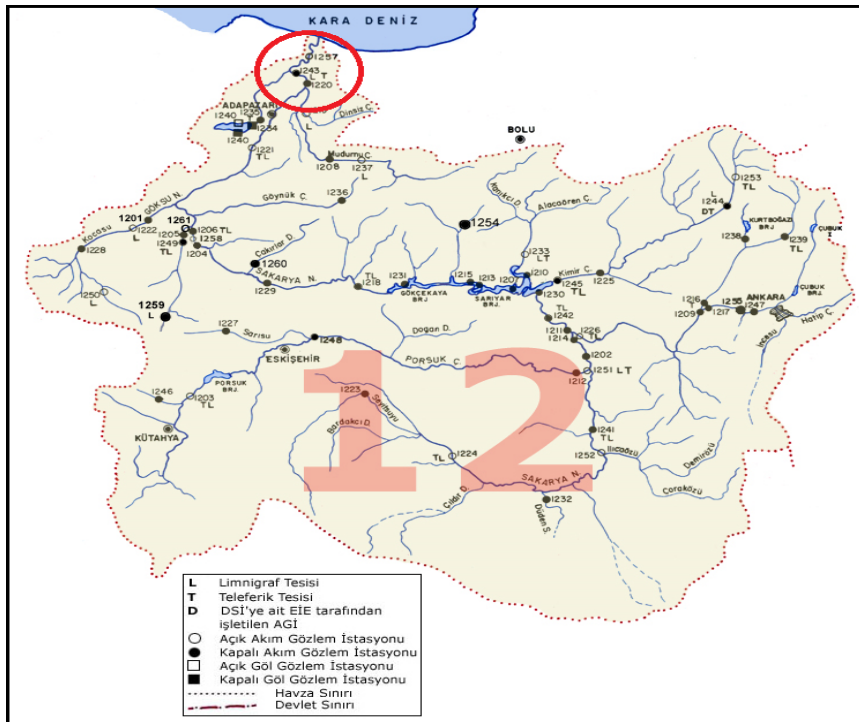
$$Z = r_s \sqrt{n-1} = 0,983 \quad (4.330)$$

Z'nin mutlak değeri seçilen  $\alpha = 0.05$  anlamlılık düzeyine karşı gelen standart normal dağılımın [Ek A]  $Z_{\alpha/2} = 1,96$  değerinden küçük olduğu için sıfır hipotezi "H<sub>0</sub>: Trend Yok" kabul edilmekte ve incelenen zaman serisinde trend olmadığı sonucuna varılmaktadır.

#### 4.3.2.4. Sakarya nehrinin akış verilerine trend analizi yöntemi uygulanması

- Havza Adı** : Sakarya Havzası  
**Bölge Adı** : Bursa Bölgesi  
**İstasyon No** : 1257  
**İstasyon Adı** : Sakarya Nehri (Adatepe İstasyonu)  
**Yükselti** : 6m  
**Yeri** : (30° 36' 07" D - 41° 01' 34" K)(Adapazarı-F25)Sakarya İli Karasu İlçesi karayolunda Karasu'ya 12 Km. kala sola ayrılan Adatepe Köyü yolu üzerindeki köprüdedir

Yukarıda istasyon bilgileri verilen Sakarya Nehrine ait 1257 numaralı istasyonun Sakarya Havzası haritasındaki yeri Şekil 4.72'de gösterilmiştir.



Şekil 4.72. Sakarya nehrine ait 1257 numaralı istasyonun sakarya havzasındaki yeri [75].



Sakarya Nehrine ait 1257 numaralı AGİ'nin yıllık ortalama akış miktarı verileri DSİ'den temin edilmiş ve Tablo 4.242'de verilmiştir.

Tablo 4.242. Sakarya nehrine ait 1257 numaralı AGİ için akış verileri [76].

Yıllar	Akış Miktarı (m <sup>3</sup> /sn)	Yıllar	Akış Miktarı (m <sup>3</sup> /sn)
1979	215,6417	1996	123,4442
1980	264,9200	1997	168,0416
1981	228,9091	1998	166,1035
1982	237,4833	1999	114,8589
1983	167,5418	2000	141,9995
1984	219,9950	2001	93,5568
1985	122,1747	2002	154,6450
1986	122,3710	2003	150,5448
1987	220,9325	2004	146,4202
1988	146,6119	2005	126,2121
1989	109,2703	2006	117,7131
1990	123,7994	2007	84,61450
1991	111,0315	2008	75,43330
1992	155,4876	2009	164,4300
1993	114,5191	2010	192,2243
1994	73,39700	2011	138,1908
1995	113,2333		

### Mann – Kendall testi uygulanması

Tablo 4.243. Mann – Kendall testi için P ve M değerleri.

Sıra	Tarihler	Değer	$x_i < x_j$	$x_i > x_j$	P	M
1	1979	215,6417	0	0	0	0
2	1980	264,9200	1	0	1	0
3	1981	228,9091	1	1	2	1
4	1982	237,4833	2	1	4	2
5	1983	167,5418	0	4	4	6
6	1984	219,9950	2	3	6	9
7	1985	122,1747	0	6	6	15
8	1986	122,3710	1	6	7	21
9	1987	220,9325	5	3	12	24
10	1988	146,6119	2	7	14	31
11	1989	109,2703	0	10	14	41
12	1990	123,7994	3	8	17	49
13	1991	111,0315	1	11	18	60
14	1992	155,4876	6	7	24	67
15	1993	114,5191	2	12	26	79
16	1994	73,3970	0	15	26	94
17	1995	113,2333	3	13	29	107
18	1996	123,4442	7	10	36	117
19	1997	168,0416	12	6	48	123
20	1998	166,1035	11	8	59	131
21	1999	114,8589	5	15	64	146
22	2000	141,9995	10	11	74	157
23	2001	93,5568	1	21	75	178
24	2002	154,6450	13	10	88	188

Tablo 4.244. Mann – Kendall testi için P ve M değerleri.(Devamı)

25	2003	150,5448	13	11	101	199
26	2004	146,4202	12	13	113	212
27	2005	126,2121	11	15	124	227
28	2006	117,7131	7	20	131	247
29	2007	84,6145	1	27	132	274
30	2008	75,4333	1	28	133	302
31	2009	164,4300	21	9	154	311
32	2010	192,2243	25	6	179	317
33	2011	138,1908	15	17	194	334

$i < j$  için  $x_i < x_j$  olan çiftlerin sayısı  $P = 194$ ,  $x_i > x_j$  olan çiftlerin sayısı  $M = 334$  olarak bulunur. Test istatistiği  $S = P - M = -140$  bulunur.

Kendall Korelasyon Katsayısı

$$\tau = \frac{S}{[n(n-1)/2]} = -0,265 \quad (4.331)$$

Örnek sayısı  $n > 10$  olduğundan

$$\sigma_s = \sqrt{n(n-1)(2n+5)/18} = 4165,33 \text{ bulunur.} \quad (4.332)$$

$$Z = \left. \begin{array}{ll} (S-1)/\sigma_s & S > 0 \\ 0 & S = 0 \\ (S+1)/\sigma_s & S < 0 \end{array} \right\} \quad (4.333)$$

$$S < 0 \text{ olduğundan } Z = (S + 1) / \sigma_s = -2,154 \quad (4.334)$$

$Z$ 'nin mutlak değeri için seçilen  $\alpha = 0,05$  anlamlılık düzeyine karşı gelen standart normal dağılımın [Ek A]  $Z_{\alpha/2} = 1,96$  değerinden büyük olduğu için sıfır hipotezi “ $H_0$ : Trend Yok” reddedilmekte  $Z < 0$  olduğunda dolaylı da incelenen zaman serisinde azalan yönde eğilim olduğu sonucuna varılmaktadır.

### Spearman'ın Rho testi uygulanması

Tablo 4.245.  $R_{xi}$  değerleri.

i	$R_{xi}$	i	$R_{xi}$	i	$R_{xi}$
1	28	12	14	23	4
2	33	13	6	24	21
3	31	14	22	25	20
4	32	15	8	26	18
5	25	16	1	27	15
6	29	17	7	28	10
7	11	18	13	29	3
8	12	19	26	30	2
9	30	20	24	31	23
10	19	21	9	32	27
11	5	22	17	33	16

$$r_s = 1 - 6 \frac{\sum_{i=1}^n (R_{xi} - i)^2}{(n^3 - n)} \text{ bağıntısı uygulanarak } r_s = -0,386 \text{ olarak bulunur.} \quad (4.335)$$

$$Z = r_s \sqrt{n-1} = -2,182 \quad (4.336)$$

Z'nin mutlak değeri seçilen  $\alpha = 0.05$  anlamlılık düzeyine karşı gelen standart normal dağılımın [Ek A]  $Z_{\alpha/2} = 1,96$  değerinden büyük olduğu için sıfır hipotezi “ $H_0$ : Trend Yok” reddedilmekte  $Z < 0$  olduğundan dolayı da incelenen zaman serisinde azalan yönde trend olduğu sonucuna varılmaktadır.

### Mann – Kendall mertebeye korelasyon testi uygulanması

Tablo 4.246.  $u(t)$  fonksiyonunun hesabı.

Sıra	Tarihler	Değer	n	t	Var(t)	E(t)	u(t)
1	1979	215,6417	0	0	0,00	0,00	0,00
2	1980	264,9200	1	1	0,25	0,50	1,00
3	1981	228,9091	1	2	0,92	1,50	0,52
4	1982	237,4833	2	4	2,17	3,00	0,68
5	1983	167,5418	0	4	4,17	5,00	-0,49
6	1984	219,9950	2	6	7,08	7,50	-0,56
7	1985	122,1747	0	6	11,08	10,50	-1,35
8	1986	122,3710	1	7	16,33	14,00	-1,73
9	1987	220,9325	5	12	23,00	18,00	-1,25
10	1988	146,6119	2	14	31,25	22,50	-1,52
11	1989	109,2703	0	14	41,25	27,50	-2,10
12	1990	123,7994	3	17	53,17	33,00	-2,19
13	1991	111,0315	1	18	67,17	39,00	-2,56
14	1992	155,4876	6	24	83,42	45,50	-2,35
15	1993	114,5191	2	26	102,08	52,50	-2,62
16	1994	73,3970	0	26	123,33	60,00	-3,06
17	1995	113,2333	3	29	147,33	68,00	-3,21

Tablo 4.247.  $u(t)$  fonksiyonunun hesabı.(Devamı)

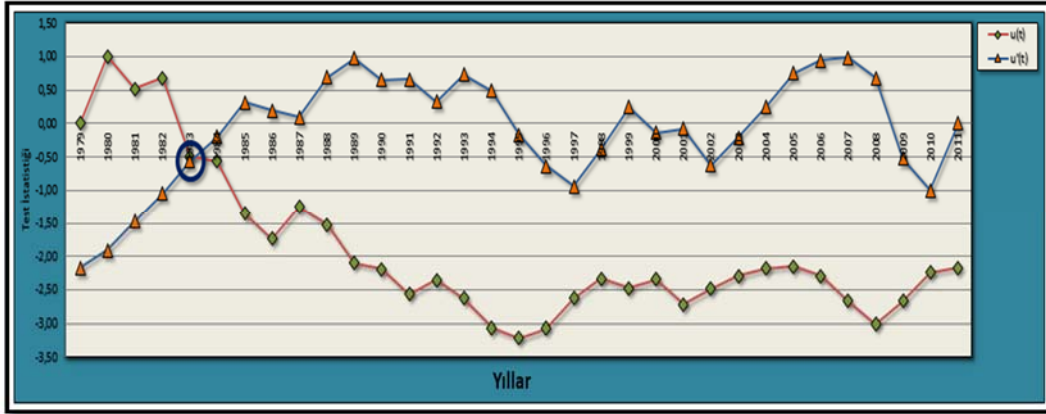
18	1996	123,4442	7	36	174,25	76,50	-3,07
19	1997	168,0416	12	48	204,25	85,50	-2,62
20	1998	166,1035	11	59	237,50	95,00	-2,34
21	1999	114,8589	5	64	274,17	105,00	-2,48
22	2000	141,9995	10	74	314,42	115,50	-2,34
23	2001	93,5568	1	75	358,42	126,50	-2,72
24	2002	154,6450	13	88	406,33	138,00	-2,48
25	2003	150,5448	13	101	458,33	150,00	-2,29
26	2004	146,4202	12	113	514,58	162,50	-2,18
27	2005	126,2121	11	124	575,25	175,50	-2,15
28	2006	117,7131	7	131	640,50	189,00	-2,29
29	2007	84,6145	1	132	710,50	203,00	-2,66
30	2008	75,4333	1	133	785,42	217,50	-3,02
31	2009	164,4300	21	154	865,42	232,50	-2,67
32	2010	192,2243	25	179	950,67	248,00	-2,24
33	2011	138,1908	15	194	1041,33	264,00	-2,17

Yukarıda bulunan değerleri tersten sıralayarak aynı işlem tekrar yapılır;

Tablo 4.248.  $u'(t)$  fonksiyonunun hesabı.

Sıra	Tarihler	Değer	n	t	Var(t)	E(t)	u(t)
33	2011	138,1908	0	0	0,00	0,00	0,00
32	2010	192,2243	1	1	0,25	0,50	-1,00
31	2009	164,4300	1	2	0,92	1,50	-0,52
30	2008	75,4333	0	2	2,17	3,00	0,68
29	2007	84,6145	1	3	4,17	5,00	0,98
28	2006	117,7131	2	5	7,08	7,50	0,94
27	2005	126,2121	3	8	11,08	10,50	0,75
26	2004	146,4202	5	13	16,33	14,00	0,25
25	2003	150,5448	6	19	23,00	18,00	-0,21
24	2002	154,6450	7	26	31,25	22,50	-0,63
23	2001	93,5568	2	28	41,25	27,50	-0,08
22	2000	141,9995	6	34	53,17	33,00	-0,14
21	1999	114,8589	3	37	67,17	39,00	0,24
20	1998	166,1035	12	49	83,42	45,50	-0,38
19	1997	168,0416	13	62	102,08	52,50	-0,94
18	1996	123,4442	5	67	123,33	60,00	-0,63
17	1995	113,2333	3	70	147,33	68,00	-0,16
16	1994	73,3970	0	70	174,25	76,50	0,49
15	1993	114,5191	5	75	204,25	85,50	0,73
14	1992	155,4876	15	90	237,50	95,00	0,32
13	1991	111,0315	4	94	274,17	105,00	0,66
12	1990	123,7994	10	104	314,42	115,50	0,65
11	1989	109,2703	4	108	358,42	126,50	0,98
10	1988	146,6119	16	124	406,33	138,00	0,69
9	1987	220,9325	24	148	458,33	150,00	0,09
8	1986	122,3710	10	158	514,58	162,50	0,20
7	1985	122,1747	10	168	575,25	175,50	0,31
6	1984	219,9950	26	194	640,50	189,00	-0,20
5	1983	167,5418	24	218	710,50	203,00	-0,56
4	1982	237,4833	29	247	785,42	217,50	-1,05
3	1981	228,9091	29	276	865,42	232,50	-1,48
2	1980	264,9200	31	307	950,67	248,00	-1,91
1	1979	215,6417	27	334	1041,33	264,00	-2,17

elde edilen  $u(t)$  (Tablo 4.246 ve Tablo 4.247) ve  $u'(t)$  (Tablo 4.248) test istatistiklerinin grafiksel olarak gösterilmesi sonucunda verilerin 1983 yılında  $\hat{u}(t)$  Şekil 4.73’de görülür ve trend başlangıç yılı olarak alınır.



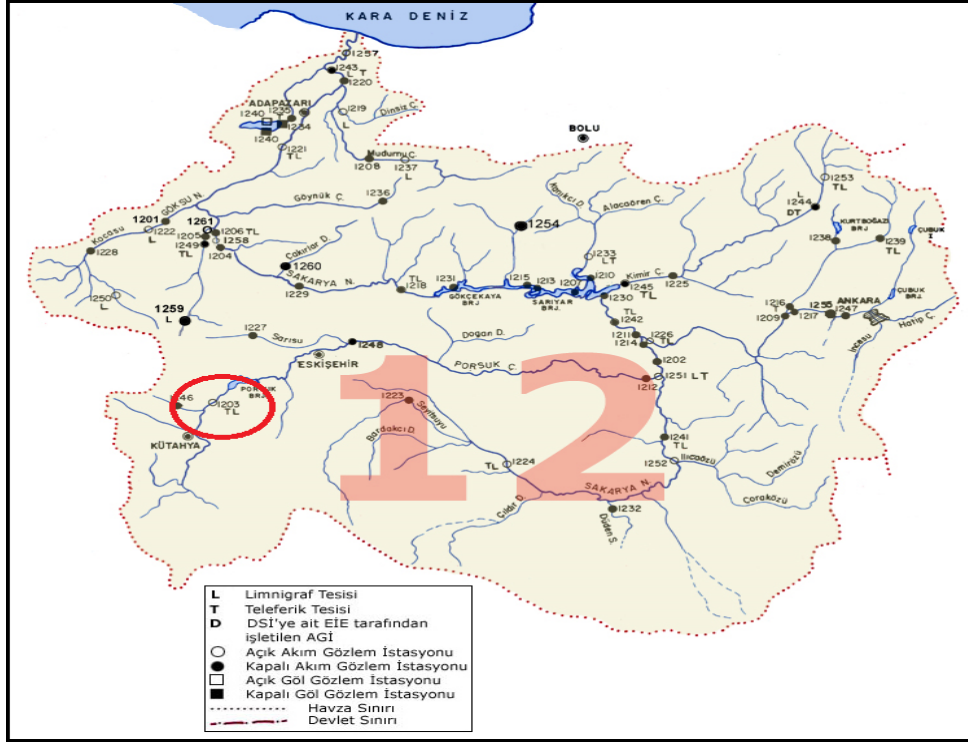
Şekil 4.73. Sakarya nehrinin akış verilerinin  $u(t) - u'(t)$  grafiği.

### 4.3.3. Sakarya havzasının askıda katı madde verilerine trend yöntemi analizi uygulanması

#### 4.3.3.1. Porsuk çayının askıda katı madde verilerine trend analizi yöntemi uygulanması

**Havza Adı** : Sakarya Havzası  
**Bölge Adı** : Bursa Bölgesi  
**İstasyon No** : 1203  
**İstasyon Adı** : Porsuk Çayı  
**Yükselti** : 855m  
**Yeri** : (30° 02' 12" D - 39° 31' 41" K) (Eskişehir-İ24) Kütahya-Eskişehir karayolunda Kütahya'ya 17 Km. uzaklıktaki Beşdeğirmenler yakınındadır.

Yukarıda istasyon bilgileri verilen Porsuk Çayına ait 1203 numaralı istasyonun Sakarya Havzası haritasındaki yeri Şekil 4.74’de gösterilmiştir.



Şekil 4.74. Porsuk çayına ait 1203 numaralı istasyonun sakarya havzasındaki yeri [75].

Porsuk çayına ait 1203 numaralı AGİ'nin yıllık ortalama askıda katı madde miktarı verileri DSİ'den temin edilmiş ve Tablo 4.249'da verilmiştir.

Tablo 4.249. Porsuk çayına ait 1203 numaralı AGİ için askıda katı madde verileri [76].

Yıllar	Askıda katı madde Miktarı (ton/gün)	Yıllar	Askıda katı madde Miktarı (ton/gün)
1979	404,6508	1994	13,12752
1980	203,8043	1995	24,22312
1981	514,2504	1996	87,20299
1982	146,3365	1997	124,2961
1983	1051,301	1998	55,12968
1984	556,3117	1999	130,5310
1985	141,8339	2000	44,63748
1986	92,37790	2001	19,76751
1987	200,7251	2002	75,92456
1988	81,10848	2003	85,97872
1989	55,85435	2004	49,42892
1990	43,30846	2005	48,13673
1991	83,28929	2006	55,50713
1992	30,52661	2007	49,17523
1993	42,59766	2008	54,28621

## Mann – Kendall testi uygulanması

Tablo 4.250. Mann – Kendall testi için P ve M değerleri.

Sıra	Tarihler	Değer	$x_i < x_j$	$x_i > x_j$	P	M
1	1979	404,6508	0	0	0	0
2	1980	203,8043	0	1	0	1
3	1981	514,2504	2	0	2	1
4	1982	146,3365	0	3	2	4
5	1983	1051,301	4	0	6	4
6	1984	556,3117	4	1	10	5
7	1985	141,8339	0	6	10	11
8	1986	92,37790	0	7	10	18
9	1987	200,7251	3	5	13	23
10	1988	81,10850	0	9	13	32
11	1989	55,85440	0	10	13	42
12	1990	43,30850	0	11	13	53
13	1991	83,28930	3	9	16	62
14	1992	30,52660	0	13	16	75
15	1993	42,59770	1	13	17	88
16	1994	13,12750	0	15	17	103
17	1995	24,22310	1	15	18	118
18	1996	87,20300	8	9	26	127
19	1997	124,2961	10	8	36	135
20	1998	55,12970	5	14	41	149
21	1999	130,5310	12	8	53	157
22	2000	44,63750	5	16	58	173
23	2001	19,76750	1	21	59	194
24	2002	75,92460	9	14	68	208
25	2003	85,97870	12	12	80	220
26	2004	49,42892	7	18	87	238
27	2005	48,13670	7	19	94	257
28	2006	55,50710	10	17	104	274
29	2007	49,17520	8	20	112	294
30	2008	54,28620	10	19	122	313

$i < j$  için  $x_i < x_j$  olan çiftlerin sayısı  $P = 122$ ,  $x_i > x_j$  olan çiftlerin sayısı  $M = 313$  olarak bulunur. Test istatistiği  $S = P - M = -191$  bulunur.

Kendall Korelasyon Katsayısı

$$\tau = \frac{S}{[n(n-1)/2]} = -0,439 \quad (4.337)$$

Örnek sayısı  $n > 10$  olduğundan

$$\sigma_s = \sqrt{n(n-1)(2n+5)/18} = 3141,67 \text{ bulunur.} \quad (4.338)$$

$$Z = \left. \begin{array}{l} (S-1)/\sigma_s \quad S > 0 \\ 0 \quad S = 0 \\ (S+1)/\sigma_s \quad S < 0 \end{array} \right\} \quad (4.339)$$

$$S < 0 \text{ olduğundan } Z = (S + 1) / \sigma_s = -3,390 \quad (4.340)$$

Z'nin mutlak değeri için seçilen  $\alpha = 0,05$  anlamlılık düzeyine karşı gelen standart normal dağılımın [Ek A]  $Z_{\alpha/2} = 1,96$  değerinden büyük olduğu için sıfır hipotezi "Ho: Trend Yok" reddedilmekte  $Z < 0$  olduğunda dolayı da incelenen zaman serisinde azalan yönde eğilim olduğu sonucuna varılmaktadır.

### Spearman'ın Rho testi uygulanması

Tablo 4.251.  $R_{xi}$  değerleri.

i	$R_{xi}$	i	$R_{xi}$	i	$R_{xi}$
1	27	11	14	21	22
2	26	12	6	22	7
3	28	13	17	23	2
4	24	14	4	24	15
5	30	15	5	25	18
6	29	16	1	26	10
7	23	17	3	27	8
8	20	18	19	28	13
9	25	19	21	29	9
10	16	20	12	30	11

$$r_s = 1 - 6 \frac{\sum_{i=1}^n (R_{xi} - i)^2}{(n^3 - n)} \text{ bağıntısı uygulanarak } r_s = -0,618 \text{ olarak bulunur.} \quad (4.341)$$

$$Z = r_s \sqrt{n-1} = -3,329 \quad (4.342)$$

Z'nin mutlak değeri seçilen  $\alpha = 0.05$  anlamlılık düzeyine karşı gelen standart normal dağılımın [Ek A]  $Z_{\alpha/2} = 1,96$  değerinden büyük olduğu için sıfır hipotezi "Ho: Trend Yok" reddedilmekte  $Z < 0$  olduğundan dolayı da incelenen zaman serisinde azalan yönde trend olduğu sonucuna varılmaktadır.



## Mann – Kendall mertebe korelasyon testi uygulanması

Tablo 4.252. u(t) fonksiyonunun hesabı.

Sıra	Tarihler	Değer	n	t	Var(t)	E(t)	u(t)
1	1979	404,6508	0	0	0,00	0,00	0,00
2	1980	203,8043	0	0	0,25	0,50	-1,00
3	1981	514,2504	2	2	0,92	1,50	0,52
4	1982	146,3365	0	2	2,17	3,00	-0,68
5	1983	1051,301	4	6	4,17	5,00	0,49
6	1984	556,3117	4	10	7,08	7,50	0,94
7	1985	141,8339	0	10	11,08	10,50	-0,15
8	1986	92,37790	0	10	16,33	14,00	-0,99
9	1987	200,7251	3	13	23,00	18,00	-1,04
10	1988	81,10848	0	13	31,25	22,50	-1,70
11	1989	55,85435	0	13	41,25	27,50	-2,26
12	1990	43,30846	0	13	53,17	33,00	-2,74
13	1991	83,28929	3	16	67,17	39,00	-2,81
14	1992	30,52661	0	16	83,42	45,50	-3,23
15	1993	42,59766	1	17	102,08	52,50	-3,51
16	1994	13,12752	0	17	123,33	60,00	-3,87
17	1995	24,22312	1	18	147,33	68,00	-4,12
18	1996	87,20299	8	26	174,25	76,50	-3,83
19	1997	124,2961	10	36	204,25	85,50	-3,46
20	1998	55,12968	5	41	237,50	95,00	-3,50
21	1999	130,5310	12	53	274,17	105,00	-3,14
22	2000	44,63748	5	58	314,42	115,50	-3,24
23	2001	19,76751	1	59	358,42	126,50	-3,57
24	2002	75,92456	9	68	406,33	138,00	-3,47
25	2003	85,97872	12	80	458,33	150,00	-3,27
26	2004	49,42892	7	87	514,58	162,50	-3,33
27	2005	48,13673	7	94	575,25	175,50	-3,40
28	2006	55,50713	10	104	640,50	189,00	-3,36
29	2007	49,17523	8	112	710,50	203,00	-3,41
30	2008	54,28621	10	122	785,42	217,50	-3,41

Yukarıda bulunan değerleri tersten sıralayarak aynı işlem tekrar yapılır;

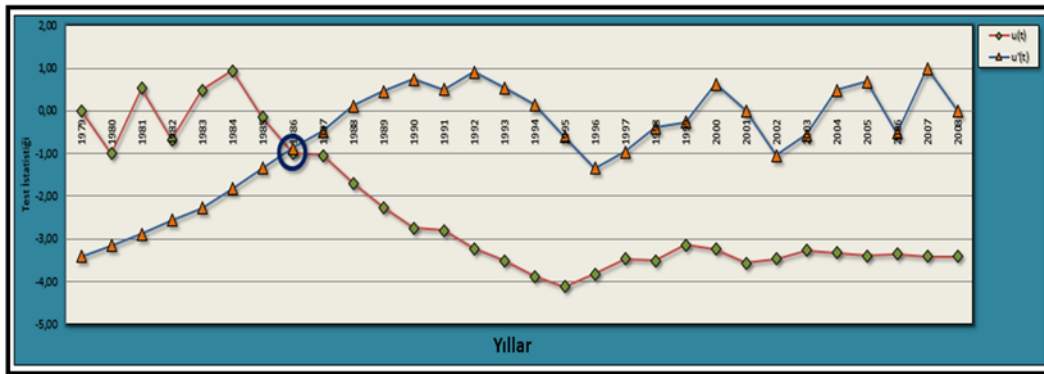
Tablo 4.253. u'(t) fonksiyonunun hesabı.

Sıra	Tarihler	Değer	n	t	Var(t)	E(t)	u(t)
30	2008	54,28621	0	0	0,00	0,00	0,00
29	2007	49,17523	0	0	0,25	0,50	1,00
28	2006	55,50713	2	2	0,92	1,50	-0,52
27	2005	48,13673	0	2	2,17	3,00	0,68
26	2004	49,42892	2	4	4,17	5,00	0,49
25	2003	85,97872	5	9	7,08	7,50	-0,56
24	2002	75,92456	5	14	11,08	10,50	-1,05
23	2001	19,76751	0	14	16,33	14,00	0,00
22	2000	44,63748	1	15	23,00	18,00	0,63
21	1999	130,5310	9	24	31,25	22,50	-0,27
20	1998	55,12968	6	30	41,25	27,50	-0,39
19	1997	124,2961	10	40	53,17	33,00	-0,96
18	1996	87,20299	10	50	67,17	39,00	-1,34

Tablo 4.254.  $u'(t)$  fonksiyonunun hesabı.(Devamı)

17	1995	24,22312	1	51	83,42	45,50	-0,60
16	1994	13,12752	0	51	102,08	52,50	0,15
15	1993	42,59766	3	54	123,33	60,00	0,54
14	1992	30,52661	3	57	147,33	68,00	0,91
13	1991	83,28929	13	70	174,25	76,50	0,49
12	1990	43,30846	5	75	204,25	85,50	0,73
11	1989	55,85435	13	88	237,50	95,00	0,45
10	1988	81,10848	15	103	274,17	105,00	0,12
9	1987	200,7251	21	124	314,42	115,50	-0,48
8	1986	92,37790	19	143	358,42	126,50	-0,87
7	1985	141,8339	22	165	406,33	138,00	-1,34
6	1984	556,3117	24	189	458,33	150,00	-1,82
5	1983	1051,301	25	214	514,58	162,50	-2,27
4	1982	146,3365	23	237	575,25	175,50	-2,56
3	1981	514,2504	25	262	640,50	189,00	-2,88
2	1980	203,8043	25	287	710,50	203,00	-3,15
1	1979	404,6508	26	313	785,42	217,50	-3,41

elde edilen  $u(t)$  (Tablo 4.252) ve  $u'(t)$  (Tablo 4.253 ve Tablo 4.254) test istatistiklerinin grafiksel olarak gösterilmesi sonucunda verilerin 1986 yılında çakıştıkları Şekil 4.75’de görülür ve trend başlangıç yılı olarak alınır.

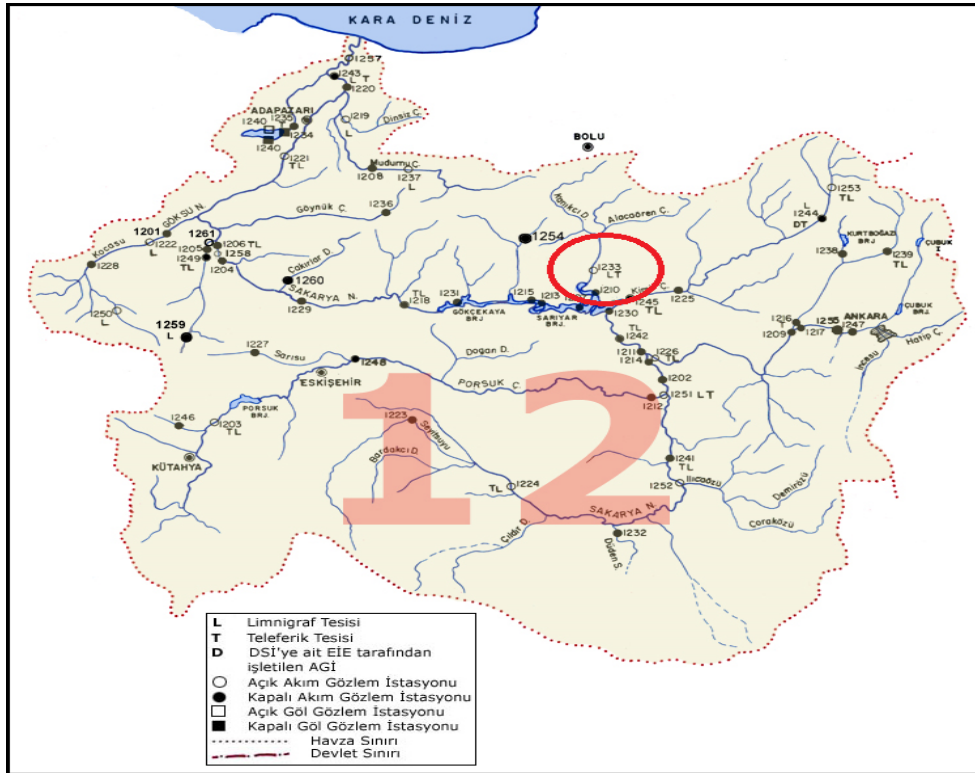
Şekil 4.75. Porsuk çayının askıda katı madde verilerinin  $u(t) - u'(t)$  grafiği.

#### 4.3.3.2. Aladağ çayının askıda katı madde verilerine trend analizi yöntemi uygulanması

**Havza Adı** : Sakarya Havzası  
**Bölge Adı** : Ankara Bölgesi  
**İstasyon No** : 1233  
**İstasyon Adı** : Aladağ Çayı  
**Yükselti** : 505m

**Yeri** : (31° 39' 28" D - 40° 11' 15" K) (Bolu-H27) Ankara İli Nallıhan İlçesi'ne bağlı Çayırhan Bucağı'nın 15 Km. kuzeyindeki Karaköy önündedir.

Yukarıda istasyon bilgileri verilen Aladağ Çayına ait 1233 numaralı istasyonun Sakarya Havzası haritasındaki yeri Şekil 4.76'da gösterilmiştir.



Şekil 4.76. Aladağ çayına ait 1233 numaralı istasyonun sakarya havzasındaki yeri [75].

Aladağ çayına ait 1233 numaralı AGİ'nin yıllık ortalama askıda katı madde miktarı verileri DSİ'den temin edilmiş ve Tablo 4.255 ve Tablo 4.256'de verilmiştir.

Tablo 4.255. Aladağ çayına ait 1233 numaralı AGİ için askıda katı madde verileri [76].

Yıllar	Askıda katı madde Miktarı (ton/gün)	Yıllar	Askıda katı madde Miktarı (ton/gün)
1979	380,14056	1995	679,14204
1980	1872,3493	1996	534,87185
1981	197,48808	1997	873,04370
1982	278,83742	1998	14508,422
1983	212,10539	1999	117,53023
1984	203,74829	2000	484,51116
1985	246,18682	2001	160,64222
1986	47,346803	2002	123,57293

Tablo 4.256. Aladağ çayına ait 1233 numaralı AGİ için askıda katı madde verileri [76].(Devamı)

1987	1307,1896	2003	388,43213
1988	679,32530	2004	39,470189
1989	50,509037	2005	163,07151
1990	587,71525	2006	719,09629
1991	98,046078	2007	402,72991
1992	1932,1066	2008	578,34228
1993	125,84878	2009	1581,3714
1994	181,23772		

### Mann – Kendall testi uygulanması

Tablo 4.257. Mann – Kendall testi için P ve M değerleri.

Sıra	Tarihler	Değer	$x_i < x_j$	$x_i > x_j$	P	M
1	1979	380,14056	0	0	0	0
2	1980	1872,3493	1	0	1	0
3	1981	197,48808	0	2	1	2
4	1982	278,83742	1	2	2	4
5	1983	212,10539	1	3	3	7
6	1984	203,74829	1	4	4	11
7	1985	246,18682	3	3	7	14
8	1986	47,346803	0	7	7	21
9	1987	1307,1896	7	1	14	22
10	1988	679,32530	7	2	21	24
11	1989	50,509037	1	9	22	33
12	1990	587,71525	8	3	30	36
13	1991	98,046078	2	10	32	46
14	1992	1932,1066	13	0	45	46
15	1993	125,84878	3	11	48	57
16	1994	181,23772	4	11	52	68
17	1995	679,14204	12	4	64	72
18	1996	534,87185	11	6	75	78
19	1997	873,04370	15	3	90	81
20	1998	14508,422	19	0	109	81
21	1999	117,53023	3	17	112	98
22	2000	484,51116	12	9	124	107
23	2001	160,64222	5	17	129	124
24	2002	123,57293	4	19	133	143
25	2003	388,43213	14	10	147	153
26	2004	39,470189	0	25	147	178
27	2005	163,07151	8	18	155	196
28	2006	719,09629	22	5	177	201
29	2007	402,72991	17	11	194	212
30	2008	578,34228	20	9	214	221
31	2009	1581,3714	27	3	241	224

$i < j$  için  $x_i < x_j$  olan çiftlerin sayısı  $P = 241$ ,  $x_i > x_j$  olan çiftlerin sayısı  $M = 224$  olarak bulunur. Test istatistiği  $S = P - M = 17$  bulunur.

Kendall Korelasyon Katsayısı

$$\tau = \frac{S}{[n(n-1)/2]} = 0,037 \quad (4.343)$$

Örnek sayısı  $n > 10$  olduğundan

$$\sigma_s = \sqrt{n(n-1)(2n+5)/18} = 3461,67 \text{ bulunur.} \quad (4.344)$$

$$Z = \left. \begin{array}{ll} (S-1)/\sigma_s & S > 0 \\ 0 & S = 0 \\ (S+1)/\sigma_s & S < 0 \end{array} \right\} \quad (4.345)$$

$$S > 0 \text{ olduğundan } Z = (S-1)/\sigma_s = 0,272 \quad (4.346)$$

Z'nin mutlak değeri için seçilen  $\alpha = 0,05$  anlamlılık düzeyine karşı gelen standart normal dağılımın [Ek A]  $Z_{\alpha/2} = 1,96$  değerinden küçük olduğu için sıfır hipotezi "Ho: Trend Yok" kabul edilmekte ve incelenen zaman serisinde trend olmadığı sonucuna varılmaktadır.

### Spearman'ın Rho testi uygulanması

Tablo 4.258.  $R_{xi}$  değerleri.

i	$R_{xi}$	i	$R_{xi}$	i	$R_{xi}$
1	16	12	22	23	8
2	29	13	4	24	6
3	11	14	30	25	17
4	15	15	7	26	1
5	13	16	10	27	9
6	12	17	23	28	25
7	14	18	20	29	18
8	2	19	26	30	21
9	27	20	31	31	28
10	24	21	5		
11	3	22	19		

$$r_s = 1 - 6 \frac{\sum_{i=1}^n (R_{xi} - i)^2}{(n^3 - n)} \text{ bağıntısı uygulanarak } r_s = 0,052 \text{ olarak bulunur.} \quad (4.347)$$

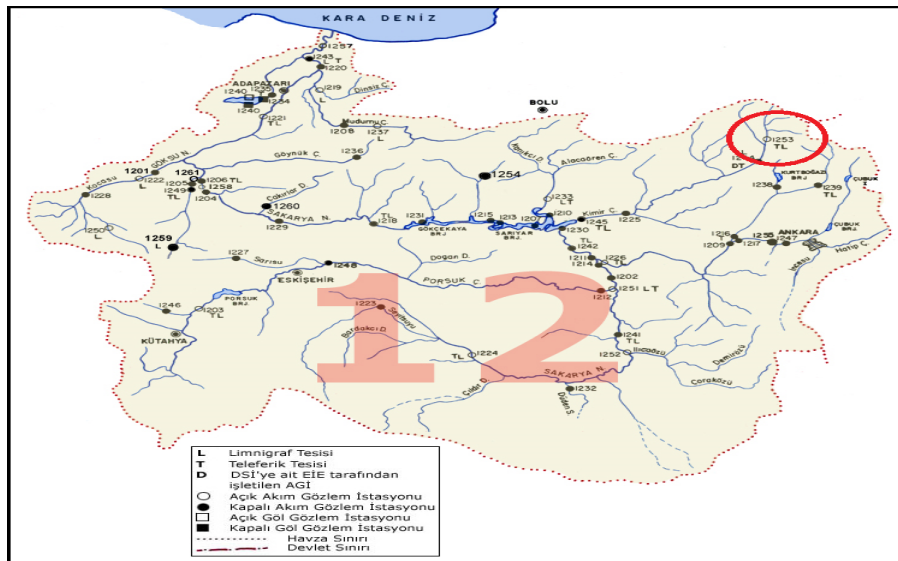
$$Z = r_s \sqrt{n-1} = 0,285 \quad (4.348)$$

Z'nin mutlak değeri seçilen  $\alpha = 0.05$  anlamlılık düzeyine karşı gelen standart normal dağılımın [Ek A]  $Z_{\alpha/2} = 1,96$  değerinden küçük olduğu için sıfır hipotezi "H<sub>0</sub>: Trend Yok" kabul edilmekte ve incelenen zaman serisinde trend olmadığı sonucuna varılmaktadır.

#### 4.3.3.3. Sohu deresinin askıda katı madde verilerine trend analizi yöntemi uygulanması

- Havza Adı** : Sakarya Havzası  
**Bölge Adı** : Ankara Bölgesi  
**İstasyon No** : 1253  
**İstasyon Adı** : Sohu Deresi  
**Yükselti** : 1094m  
**Yeri** : (32° 40' 01" D - 40° 36' 23" K) (Bolu-G29) Kızılcahamam-Çerkeş karayolunun 13. Km.'sindeki Güvem nahiyesini 2 km. geçince Eminbey civarındaki yolun sağındadır.

Yukarıda istasyon bilgileri verilen Sohu Deresine ait 1253 numaralı istasyonun Sakarya Havzası haritasındaki yeri Şekil 4.77'de gösterilmiştir.



Şekil 4.77. Sohu deresine ait 1253 numaralı istasyonun sakarya havzasındaki yeri [75].

Sohu Deresine ait 1253 numaralı AGİ'nin yıllık ortalama askıda katı madde miktarı verileri DSİ'den temin edilmiş ve Tablo 4.259'da verilmiştir.

Tablo 4.259. Sohu deresine ait 1233 numaralı AGİ için askıda katı madde verileri [76].

Yıllar	Askıda katı madde Miktarı (ton/gün)	Yıllar	Askıda katı madde Miktarı (ton/gün)
1991	0,8944	2001	0,6957
1992	115,56	2002	3,7895
1993	0,5430	2003	58,148
1994	0,3869	2004	1,1007
1995	19,126	2005	1,8037
1996	2,7179	2006	1,2255
1997	2,0737	2007	1,3609
1998	2,4730	2008	3,2949
1999	2,8213	2009	3,2764
2000	3,4996		

### Mann – Kendall testi uygulanması

Tablo 4.260. Mann – Kendall testi için P ve M değerleri.

Sıra	Tarihler	Değer	$x_i < x_j$	$x_i > x_j$	P	M
1	1991	0,8944	0	0	0	0
2	1992	115,56	1	0	1	0
3	1993	0,5430	0	2	1	2
4	1994	0,3869	0	3	1	5
5	1995	19,1264	3	1	4	6
6	1996	2,7179	3	2	7	8
7	1997	2,0737	3	3	10	11
8	1998	2,4730	4	3	14	14
9	1999	2,8213	6	2	20	16
10	2000	3,4996	7	2	27	18
11	2001	0,6957	2	8	29	26
12	2002	3,7895	9	2	38	28
13	2003	58,148	11	1	49	29
14	2004	1,1007	4	9	53	38
15	2005	1,8037	5	9	58	47
16	2006	1,2255	5	10	63	57
17	2007	1,3609	6	10	69	67
18	2008	3,2949	12	5	81	72
19	2009	3,2764	12	6	93	78

$i < j$  için  $x_i < x_j$  olan çiftlerin sayısı  $P = 93$ ,  $x_i > x_j$  olan çiftlerin sayısı  $M = 78$  olarak bulunur. Test istatistiği  $S = P - M = 15$  bulunur.

Kendall Korelasyon Katsayısı

$$\tau = \frac{S}{[n(n-1)/2]} = 0,088 \quad (4.349)$$

Örnek sayısı  $n > 10$  olduğundan

$$\sigma_s = \sqrt{n(n-1)(2n+5)/18} = 817,00 \text{ bulunur.} \quad (4.350)$$

$$Z = \left. \begin{array}{ll} (S-1)/\sigma_s & S > 0 \\ 0 & S = 0 \\ (S+1)/\sigma_s & S < 0 \end{array} \right\} \quad (4.351)$$

$$S > 0 \text{ olduğundan } Z = (S-1)/\sigma_s = 0,490 \quad (4.352)$$

Z'nin mutlak değeri için seçilen  $\alpha = 0,05$  anlamlılık düzeyine karşı gelen standart normal dağılımın [Ek A]  $Z_{\alpha/2} = 1,96$  değerinden küçük olduğu için sıfır hipotezi "H<sub>0</sub>: Trend Yok" kabul edilmekte ve incelenen zaman serisinde trend olmadığı sonucuna varılmaktadır.

### Spearman'ın Rho testi uygulanması

Tablo 4.261. R<sub>xi</sub> değerleri.

i	R <sub>xi</sub>	i	R <sub>xi</sub>
1	4	11	3
2	19	12	16
3	2	13	18
4	1	14	5
5	17	15	8
6	11	16	6
7	9	17	7
8	10	18	14
9	12	19	13
10	15		

$$r_s = 1 - 6 \frac{\sum_{i=1}^n (R_{xi} - i)^2}{(n^3 - n)} \text{ bağıntısı uygulanarak } r_s = 0,118 \text{ olarak bulunur.} \quad (4.353)$$

$$Z = r_s \sqrt{n-1} = 0,499 \quad (4.354)$$

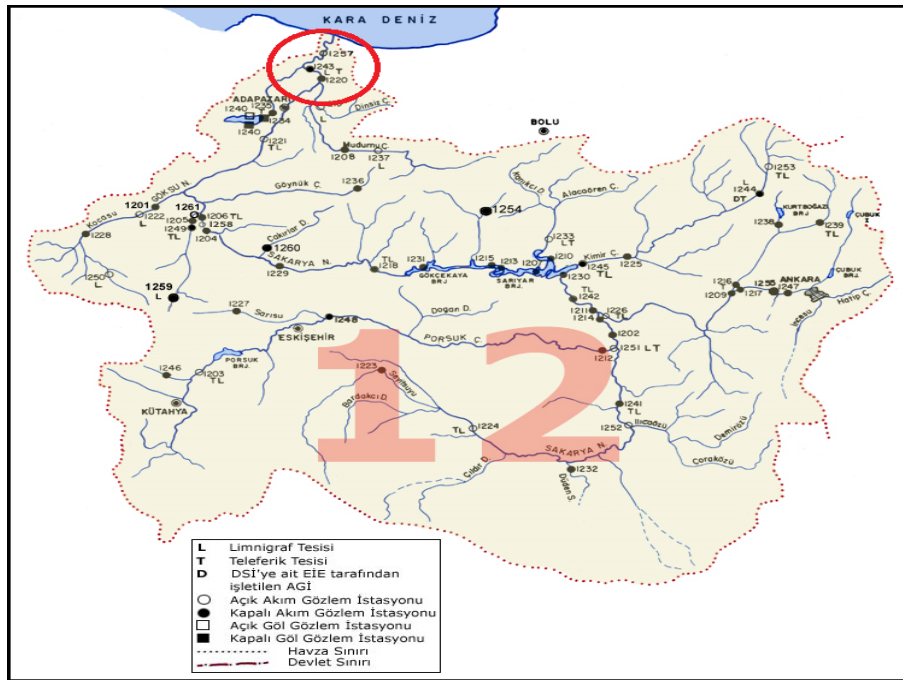


Z'nin mutlak değeri seçilen  $\alpha = 0.05$  anlamlılık düzeyine karşı gelen standart normal dağılımın [Ek A]  $Z_{\alpha/2} = 1,96$  değerinden küçük olduğu için sıfır hipotezi "H<sub>0</sub>: Trend Yok" kabul edilmekte ve incelenen zaman serisinde trend olmadığı sonucuna varılmaktadır.

#### 4.3.3.4. Sakarya nehrinin askıda katı madde verilerine trend analizi yöntemi uygulanması

- Havza Adı** : Sakarya Havzası  
**Bölge Adı** : Bursa Bölgesi  
**İstasyon No** : 1257  
**İstasyon Adı** : Sakarya Nehri (Adatepe İstasyonu)  
**Yükselti** : 6m  
**Yeri** : (30° 36' 07" D - 41° 01' 34" K)(Adapazarı-F25)Sakarya İli Karasu İlçesi karayolunda Karasu'ya 12 Km. kala sola ayrılan Adatepe Köyü yolu üzerindeki köprüdedir

Yukarıda istasyon bilgileri verilen Sakarya Nehrine ait 1257 numaralı istasyonun Sakarya Havzası haritasındaki yeri Şekil 4.78'de gösterilmiştir.



Şekil 4.78. Sakarya nehrine ait 1257 numaralı istasyonun sakarya havzasındaki yeri [75].

Sakarya Nehrine ait 1257 numaralı AGİ'nin yıllık ortalama askıda katı madde miktarı verileri DSİ'den temin edilmiş ve Tablo 4.262'de verilmiştir.

Tablo 4.262. Sakarya nehrine ait 1257 numaralı AGİ için askıda katı madde verileri [76].

Yıllar	Askıda katı madde Miktarı (ton/gün)	Yıllar	Askıda katı madde Miktarı (ton/gün)
1979	21102,41	1996	3779,488
1980	20256,44	1997	14353,15
1981	9305,202	1998	6598,934
1982	20239,42	1999	2400,149
1983	7290,304	2000	4197,919
1984	7563,075	2001	3233,874
1985	2758,082	2002	5175,283
1986	2247,738	2003	5923,389
1987	19967,88	2004	2251,786
1988	4695,206	2005	11843,27
1989	10104,51	2006	2423,472
1990	4045,593	2007	2569,084
1991	6641,913	2008	777,5842
1992	9799,393	2009	7363,046
1993	9534,284	2010	5487,137
1994	882,5379	2011	2223,332
1995	3098,894		

### Mann – Kendall testi uygulanması

Tablo 4.263. Mann – Kendall testi için P ve M değerleri.

Sıra	Tarihler	Değer	$x_i < x_j$	$x_i > x_j$	P	M
1	1979	21102,41	0	0	0	0
2	1980	20256,44	0	1	0	1
3	1981	9305,202	0	2	0	3
4	1982	20239,42	1	2	1	5
5	1983	7290,304	0	4	1	9
6	1984	7563,075	1	4	2	13
7	1985	2758,082	0	6	2	19
8	1986	2247,738	0	7	2	26
9	1987	19967,88	5	3	7	29
10	1988	4695,206	2	7	9	36
11	1989	10104,51	6	4	15	40
12	1990	4045,593	2	9	17	49
13	1991	6641,913	4	8	21	57
14	1992	9799,393	8	5	29	62
15	1993	9534,284	8	6	37	68
16	1994	882,5379	0	15	37	83
17	1995	3098,894	3	13	40	96
18	1996	3779,488	4	13	44	109
19	1997	14353,15	14	4	58	113
20	1998	6598,934	7	12	65	125
21	1999	2400,149	2	18	67	143
22	2000	4197,919	7	14	74	157
23	2001	3233,874	5	17	79	174

Tablo 4.264. Mann – Kendall testi için P ve M değerleri.(Devamı)

24	2002	5175,283	10	13	89	187
25	2003	5923,389	11	13	100	200
26	2004	2251,786	2	23	102	223
27	2005	11843,27	21	5	123	228
28	2006	2423,472	4	23	127	251
29	2007	2569,084	5	23	132	274
30	2008	777,5842	0	29	132	303
31	2009	7363,046	19	11	151	314
32	2010	5487,137	15	16	166	330
33	2011	2223,332	2	30	168	360

$i < j$  için  $x_i < x_j$  olan çiftlerin sayısı  $P = 168$ ,  $x_i > x_j$  olan çiftlerin sayısı  $M = 360$  olarak bulunur. Test istatistiği  $S = P - M = -192$  bulunur.

Kendall Korelasyon Katsayısı

$$\tau = \frac{S}{[n(n-1)/2]} = -0,364 \quad (4.355)$$

Örnek sayısı  $n > 10$  olduğundan

$$\sigma_s = \sqrt{n(n-1)(2n+5)/18} = 4165,33 \text{ bulunur.} \quad (4.356)$$

$$Z = \left. \begin{array}{ll} (S-1)/\sigma_s & S > 0 \\ 0 & S = 0 \\ (S+1)/\sigma_s & S < 0 \end{array} \right\} \quad (4.357)$$

$$S < 0 \text{ olduğundan } Z = (S + 1) / \sigma_s = -2,959 \quad (4.358)$$

$Z$ 'nin mutlak değeri için seçilen  $\alpha = 0,05$  anlamlılık düzeyine karşı gelen standart normal dağılımın [Ek A]  $Z_{\alpha/2} = 1,96$  değerinden büyük olduğu için sıfır hipotezi "H<sub>0</sub>: Trend Yok" reddedilmekte  $Z < 0$  olduğunda dolayı da incelenen zaman serisinde azalan yönde eğilim olduğu sonucuna varılmaktadır.

### Spearman'ın Rho testi uygulanması

Tablo 4.265.  $R_{xi}$  değerleri.

i	$R_{xi}$	i	$R_{xi}$	i	$R_{xi}$
1	33	12	13	23	11
2	32	13	20	24	16
3	24	14	26	25	18
4	31	15	25	26	5
5	21	16	2	27	28
6	23	17	10	28	7
7	9	18	12	29	8
8	4	19	29	30	1
9	30	20	19	31	22
10	15	21	6	32	17
11	27	22	14	33	3

$$r_s = 1 - 6 \frac{\sum_{i=1}^n (R_{xi} - i)^2}{(n^3 - n)} \text{ bağıntısı uygulanarak } r_s = -0,500 \text{ olarak bulunur. (4.359)}$$

$$Z = r_s \sqrt{n-1} = -2,827 \quad (4.360)$$

Z'nin mutlak değeri seçilen  $\alpha = 0.05$  anlamlılık düzeyine karşı gelen standart normal dağılımın [Ek A]  $Z_{\alpha/2} = 1,96$  değerinden büyük olduğu için sıfır hipotezi “Ho: Trend Yok” reddedilmekte  $Z < 0$  olduğundan dolayı da incelenen zaman serisinde azalan yönde trend olduğu sonucuna varılmaktadır.

### Mann – Kendall mertebeye korelasyon testi uygulanması

Tablo 4.266. u(t) fonksiyonunun hesabı.

Sıra	Tarihler	Değer	n	t	Var(t)	E(t)	u(t)
1	1979	21102,41	0	0	0,00	0,00	0,00
2	1980	20256,44	0	0	0,25	0,50	-1,00
3	1981	9305,202	0	0	0,92	1,50	-1,57
4	1982	20239,42	1	1	2,17	3,00	-1,36
5	1983	7290,304	0	1	4,17	5,00	-1,96
6	1984	7563,075	1	2	7,08	7,50	-2,07
7	1985	2758,082	0	2	11,08	10,50	-2,55
8	1986	2247,738	0	2	16,33	14,00	-2,97
9	1987	19967,88	5	7	23,00	18,00	-2,29
10	1988	4695,206	2	9	31,25	22,50	-2,41
11	1989	10104,51	6	15	41,25	27,50	-1,95
12	1990	4045,593	2	17	53,17	33,00	-2,19

Tablo 4.267.  $u(t)$  fonksiyonunun hesabı.(Devamı)

13	1991	6641,913	4	21	67,17	39,00	-2,20
14	1992	9799,393	8	29	83,42	45,50	-1,81
15	1993	9534,284	8	37	102,08	52,50	-1,53
16	1994	882,5379	0	37	123,33	60,00	-2,07
17	1995	3098,894	3	40	147,33	68,00	-2,31
18	1996	3779,488	4	44	174,25	76,50	-2,46
19	1997	14353,15	14	58	204,25	85,50	-1,92
20	1998	6598,934	7	65	237,50	95,00	-1,95
21	1999	2400,149	2	67	274,17	105,00	-2,29
22	2000	4197,919	7	74	314,42	115,50	-2,34
23	2001	3233,874	5	79	358,42	126,50	-2,51
24	2002	5175,283	10	89	406,33	138,00	-2,43
25	2003	5923,389	11	100	458,33	150,00	-2,34
26	2004	2251,786	2	102	514,58	162,50	-2,67
27	2005	11843,27	21	123	575,25	175,50	-2,19
28	2006	2423,472	4	127	640,50	189,00	-2,45
29	2007	2569,084	5	132	710,50	203,00	-2,66
30	2008	777,5842	0	132	785,42	217,50	-3,05
31	2009	7363,046	19	151	865,42	232,50	-2,77
32	2010	5487,137	15	166	950,67	248,00	-2,66
33	2011	2223,332	2	168	1041,33	264,00	-2,97

Yukarıda bulunan değerleri tersten sıralayarak aynı işlem tekrar yapılır;

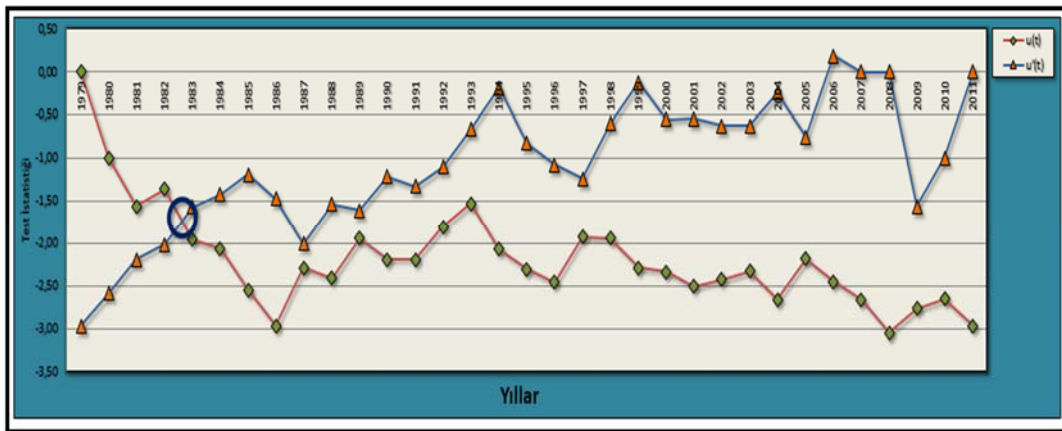
Tablo 4.268.  $u'(t)$  fonksiyonunun hesabı.

Sıra	Tarihler	Değer	n	t	Var(t)	E(t)	u(t)
33	2011	2223,332	0	0	0,00	0,00	0,00
32	2010	5487,137	1	1	0,25	0,50	-1,00
31	2009	7363,046	2	3	0,92	1,50	-1,57
30	2008	777,5842	0	3	2,17	3,00	0,00
29	2007	2569,084	2	5	4,17	5,00	0,00
28	2006	2423,472	2	7	7,08	7,50	0,19
27	2005	11843,27	6	13	11,08	10,50	-0,75
26	2004	2251,786	2	15	16,33	14,00	-0,25
25	2003	5923,389	6	21	23,00	18,00	-0,63
24	2002	5175,283	5	26	31,25	22,50	-0,63
23	2001	3233,874	5	31	41,25	27,50	-0,54
22	2000	4197,919	6	37	53,17	33,00	-0,55
21	1999	2400,149	3	40	67,17	39,00	-0,12
20	1998	6598,934	11	51	83,42	45,50	-0,60
19	1997	14353,15	14	65	102,08	52,50	-1,24
18	1996	3779,488	7	72	123,33	60,00	-1,08
17	1995	3098,894	6	78	147,33	68,00	-0,82
16	1994	882,5379	1	79	174,25	76,50	-0,19
15	1993	9534,284	16	95	204,25	85,50	-0,66
14	1992	9799,393	17	112	237,50	95,00	-1,10
13	1991	6641,913	15	127	274,17	105,00	-1,33
12	1990	4045,593	10	137	314,42	115,50	-1,21
11	1989	10104,51	20	157	358,42	126,50	-1,61
10	1988	4695,206	12	169	406,33	138,00	-1,54
9	1987	19967,88	24	193	458,33	150,00	-2,01
8	1986	2247,738	3	196	514,58	162,50	-1,48
7	1985	2758,082	8	204	575,25	175,50	-1,19

Tablo 4.269.  $u'(t)$  fonksiyonunun hesabı.(Devamı)

6	1984	7563,075	21	225	640,50	189,00	-1,42
5	1983	7290,304	20	245	710,50	203,00	-1,58
4	1982	20239,42	29	274	785,42	217,50	-2,02
3	1981	9305,202	23	297	865,42	232,50	-2,19
2	1980	20256,44	31	328	950,67	248,00	-2,59
1	1979	21102,41	32	360	1041,33	264,00	-2,97

elde edilen  $u(t)$  (Tablo 4.266 ve Tablo 4.267) ve  $u'(t)$  (Tablo 4.268 ve Tablo 4.269) test istatistiklerinin grafiksel olarak gösterilmesi sonucunda verilerin 1983 yılında çakıştıkları Şekil 4.79'da görülür ve trend başlangıç yılı olarak alınır.

Şekil 4.79. Sakarya nehrinin askıda katı madde verilerinin  $u(t) - u'(t)$  grafiği.

## **BÖLÜM 5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER**

Bu tez çalışmasında, yağış-akış-askıda katı madde verileri kullanılarak seçilen havzalarda (Batı Karadeniz Havzası, Doğu Karadeniz Havzası ve Sakarya Havzası) Trend Analizi Yöntemi uygulaması yapılmış ve ileriye dönük tahminlerde bulunulmuştur. Trend Analizi yöntemini uygulamak için kullanılan testler diğer testlere göre daha güçlü olduğu bilinen parametrik olmayan Mann – Kendall testi ve Spearman'ın Rho testi tercih edilmiştir. Trend tespit edilen istasyonlarda trend başlangıç yılını tespit etmek için ise, parametrik olmayan Mann – Kendall Sıralama Korelasyon testi kullanılmıştır.

Diğer taraftan, Devlet Meteoroloji İşleri'nin seçilen havzalarda (Batı Karadeniz Havzası, Doğu Karadeniz Havzası ve Sakarya Havzası) bulunan yağış gözlem istasyonlarının verileri ile Devlet Su İşleri'nin seçilen havzalarda (Batı Karadeniz Havzası, Doğu Karadeniz Havzası ve Sakarya Havzası) bulunan akım-askıda katı madde gözlem istasyonlarının verileri kullanılmıştır.

Yapılan analiz sonuçları incelendiğinde;

Batı Karadeniz Havzası sınırları içinde yer alan 11 MGI'nin yağış verilerine ve havza içerisinde yer alan 5 adet akım-askıda katı madde gözlem istasyonunun akım ve askıda katı madde verilerine trend analizi yöntemi uygulanmıştır.

Yağış verilerinin trend analizi sonuçlarında; Karabük ilinin ve Devrekani ilçesinde azalan yönde trendler gözlenirken, diğer istasyonlarda trende rastlanılmamıştır. Akım verilerinin trend analizi sonuçlarında; Devrekani Çayı, Soğanlı Çayı ve Bolu Çayında azalan yönde trendler gözlenirken, Karasu ve Filyos Çayında trend gözlenmemektedir. Askıda katı madde verilerinin trend analizi sonuçlarında ise; Karasu Çayında trend yok iken Filyos Çayında azalan yönde trende rastlanılmaktadır.

Batı Karadeniz Havzasının yağış-akış-askıda katı madde verilerinin ortak trend sonuçları Tablo 5.1’de verilmiştir.

Tablo 5.1. Batı Karadeniz Havzasında yağış-akış-askıda katı madde verilerinin ortak trend sonuçları.

İstasyon No	İstasyon Adı	Akış	Askıda katı madde	Yağış	Durum
1307 / 17618	Devrekani Çayı / Devr.	↓	↓	↓	Olumlu
1314 / 17078	Soğanlı Çayı / Karabük	↓	↓	↓	Olumlu
1332 / 17026	Karasu Çayı / Sinop	----	----	----	Olumlu
1334 / 17070	Bolu Çayı / Bolu	↓	↓	----	Olumsuz
1335 / 17020	Filyos Çayı / Bartın	----	↓	----	Olumsuz

Tablo 5.1’de görülen beş istasyondan üçünün durumu olumlu iken yani yağış-akış-askıda katı madde verilerinin hepsi azalan yönde trend gösterirken iki istasyon için bu durum söz konusu değildir. Bu olumsuz durumlar incelendiğinde;

Bolu Çayı’nın yağış verilerinde trend yok iken, akış ve askıda katı madde verilerinde azalma görülmektedir. Böyle bir sonuç çıkmasının nedeni incelendiğinde; Bolu Çayı üzerinde bulunan Gölköy Barajı’nın su toplamaya başladığı 1970 yılı göz önüne alındığında Bolu Çayı’nın akım ve askıda katı madde verilerinin trend başlangıç yıllarının bu yıldan sonra başladığı görülmektedir. Dolayısıyla Gölköy Barajı, akımları düzenlemiş ve ölü hacminde askıda katı maddeyi biriktirmektedir, bu durumda akım ve askıda katı madde verilerinin azalan yönde trend göstermesine neden olacaktır.

Ayrıca, barajdaki suyun yüzde 30’luk kısmı Bolu Belediyesi tarafından içme suyu olarak kullanılmakta, geriye kalan kısmı ise sulama amaçlı kullanılmaktadır. Bu durumda Bolu Çayı’nın akım verilerinin trend sonuçlarında azalan yönde trend çıkmasına sebep olacaktır.

Filyos Çayı’nın yağış-akış verilerinde trend yok iken, askıda katı madde verilerinde azalan yönde trend olduğu görülmektedir. Böyle bir sonuç çıkmasının nedeni incelendiğinde; Filyos Çayı yakınlarında bulunan kum ve çakıl ocakları Filyos Çayı’ndan kum ve çakıl çekmektedir. Ayrıca, çekilen bu çakıldan dolayı da Filyos Çayı üzerinde bulunan Çaycuma Köprüsü 6 Nisan 2012 yılında çökmüş ve sebebinin büyük ölçüde oyulmalardan olduğu da ispatlanmıştır. Çünkü Yapılan gözlemler sonucunda, yıllar içinde Filyos Çayı’nda önemli derecede nehir taban seviyesinin alçaldığı görüşü ağırlık kazanmıştır. 1950 ve 1980 yıllarında inşa edilen köprülerin üst temel kotları ile



2007 sonrası inşa edilen yeni yan köprülerin temel kotları arasında büyük farklılıklar olması bu gözlemin doğru olma olasılığını güçlendirmiştir. Dolayısıyla, yağış-akış verilerinde trend gözükmezken askıda katı madde verilerinde azalan yönde bir trend görülmektedir.

Doğu Karadeniz Havzası sınırları içinde yer alan 9 MGI'nin yağış verilerine ve havza içerisinde yer alan 5 adet akım-askıda katı madde gözlem istasyonunun akım ve askıda katı madde verilerine trend analizi yöntemi uygulanmıştır.

Yağış verilerinin trend analizi sonuçlarında; Rize ilinde artan yönde trendler gözlenirken, diğer istasyonlarda trende rastlanılmamıştır. Akım-Askıda katı madde verilerinin trend analizi sonuçlarında ise; tüm istasyonlarda trende rastlanılmamıştır.

Doğu Karadeniz Havzasının yağış-akış-askıda katı madde verilerinin ortak trend sonuçları Tablo 5.2'de verilmiştir.

Tablo 5.2. Doğu Karadeniz Havzasında yağış-akış-askıda katı madde verilerinin ortak trend sonuçları.

İstasyon No	İstasyon Adı	Akış	Askıda katı madde	Yağış	Durum
2228 / 17626	Fol Deresi / Akçaabat	----	----	----	Olumlu
2232 / 17628	Fırtına Deresi / Pazar	----	----	↑	Olumsuz
2238 / 17033	Melet Çayı / Ordu	----	----	----	Olumlu
2245 / 17624	Terme Çayı / Ünye	----	----	----	Olumlu
2251 / 17038	Değirmen Dere / Trabzon	----	----	----	Olumlu

Tablo 5.2'de görülen beş istasyondan dördünün durumu olumlu iken yani yağış-akış-askıda katı madde verilerinin hepsinde trend gözükmezken bir istasyon için bu durum söz konusu değildir. Bu olumsuz durum açıklandığında;

Fırtına Deresi'nin yağış verileri artan trend gösterirken, akış ve askıda katı madde verilerinde trend görülmektedir. Böyle bir sonuç çıkmasının nedeni incelendiğinde; Fırtına Deresi Rize bölgesine ait bir deredir. Rize İlinin en önemli iklimsel özelliği ise her mevsim yağışlı olmasıdır. Dolayısıyla bu bölgenin yağış verilerinde artan yönde bir trend gözlenmesi kaçınılmaz olacaktır. Bu kadar yağış alıp, akım ve askıda katı madde verilerinde trend olmamasının nedeni ise; bu dere üzerinde herhangi bir HES ve Baraj bulunmamasıdır. Çünkü bu dere tamamen koruma altındadır ve yağın yağışın akışa geçen miktarı azdır bu nedenle bu derenin akım ve askıda katı madde verilerinde

trende rastlanmamaktadır. Diğer taraftan, Ardeşen'e yaklaşık 2 km. mesafede bulunan Fırtına Deresi, akarsu turizmi açısından elverişli bir konuma sahiptir. Bu nedenle yerli ve yabancı sporcular, bu dereyi özellikle tercih etmektedir. Ayrıca, bu bölgede taşınan askıda katı maddenin dane çapı büyük olduğu için sürüntü maddesi olarak taşınmaktadır. Fakat yapılan ölçümlerin yüzde 90 askı maddesi oluşturmaktadır. Dolayısıyla, ölçülen askıda katı madde verileri askı maddesi verisi olduğu için bundan dolayı da askıda katı madde verilerinde trende rastlanılmamaktadır.

Sakarya Havzası sınırları içinde yer alan 12 MGI'nin yağış verilerine ve havza içerisinde yer alan 4 adet akım-askıda katı madde gözlem istasyonunun akım ve askıda katı madde verilerine trend analizi yöntemi uygulanmıştır.

Yağış verilerinin trend analizi sonuçlarında; Sakarya, Eskişehir ve Kütahya illerinin ve Geyve ilçesinde azalan yönde trendler gözlenirken, diğer istasyonlarda trende rastlanılmamıştır. Akım-Askıda katı madde verilerinin trend analizi sonuçlarında ise; Porsuk çayı ve Sakarya Nehrinde azalan yönde trendler gözlenirken Aladağ çayı ve Sohu deresinde trende rastlanılmamıştır.

Sakarya Havzasının yağış-akış-askıda katı madde verilerinin ortak trend sonuçları Tablo 5.3'de verilmiştir.

Tablo 5.3. Sakarya Havzasında yağış-akış-askıda katı madde verilerinin ortak trend sonuçları.

İstasyon No	İstasyon Adı	Akış	Askıda katı madde	Yağış	Durum
1203 / 17155	Porsuk Çayı / Kütahya	↓	↓	↓	Olumlu
1233 / 17680	Aladağ Çayı / Beypazarı	----	----	----	Olumlu
1253 / 17664	Sohu Deresi / Kızılcahamam	----	----	----	Olumlu
1257 / 1257	Sakarya Nehri / Sakarya	↓	↓	↓	Olumlu

Tablo 5.3'de görülen dört istasyonun durumu da olumludur. Yağış-akış-askıda katı madde verilerinin trend sonuçları arasındaki ilişki hepsi ya azalan yönde trend göstermiştir ya da trend olmadığı sonucunu göstermiştir.

Tüm havzalardaki durumlar incelendiğinde; bazı havzalarda yağış-akış-askıda katı madde verilerinin trend sonuçları arasındaki ilişki hepsi ya azalan yönde trend göstermiştir ya da trend olmadığı sonucunu göstermiştir. Bu azalan yönde trende neden olacak genel etkenler sıralanacak olursa;

- Ülkemizde son yıllarda yaşanan iklim değişikliği ülkemizin eski yıllara göre daha az yağış almasına ve sıcaklıkların artmasına sebep olmaktadır. Yaşanan bu olumsuzluktan dolayı da istasyonlara ait yağış verilerinde azalan yönde trendler çıkmasına sebep olacaktır. Yağış azalınca yağışla akışa geçen su miktarı da azalacağından akış ve askıda katı madde değerlerinin trend analizi sonuçları da azalan yönde trendler gösterecektir.
- İstasyon bölgesinde bulunan HES, Baraj gibi yapılar akım ve askıda katı maddeyi tuttuğundan bu istasyonlara ait akım ve askıda katı madde değerlerinin trend analizi sonuçları azalan yönde trendler çıkmasına neden olacaktır.
- İstasyon bölgeleri yakınlarında bulunan işletmeler endüstriyel amaçlı bu derelerden çaylardan ve nehirlerden su ve kum çekmektedirler. İşletmeler tarafından çekilen su ve kum trend analizi sonucu çıkan azalan yönde trende etkisi büyük olacaktır.

Tüm bu sonuçlar için alınacak önlemleri sıralayacak olursak;

Kastamonu, Karabük, Kütahya ve Sakarya illerinin trend analizi sonuçlarına göre her parametre için (yağış-akış-askıda katı madde) azalan trendler görülmektedir. Bu sonuçlara göre bu illerde alınacak önlemler özetlenirse;

- Bu illerde bulunan doğal ve yapay su alanlarında su kaynakları yönetiminin çok iyi planlanması ve uygulanması gerekmektedir.
- Mevcut su kaynaklarının en faydalı şekilde kullanılması gerekmektedir.
- Ormanların korunması ve ağaç dikmenin özendirilmesi gerekmektedir. Ağaçlandırma çalışmaları gerek küresel ısınmanın etkilerine karşı gerekse baraj rezervuarının ölü hacminde birikebilecek askıda katı maddeye karşı

korunması noktasında yapılabilecek en etkili çalışmalardır. Bu tür faaliyetlerin artırılması gerekmektedir.

Rize ilinin trend analizi sonuçlarına göre yağış parametresinde artan trendler görülmektedir. Bu artan yağışlar ileride oluşabilecek taşkınları önlemek, iyi bir planlama ve projelendirmeyi gerektirmektedir. Bu planlama ve projelendirmeler özetlenirse;

- Seddeler,
- Derivasyon Kanalları,
- Taşkın Duvarı
- Şehir Yağmursuyu Boşaltım Sistemleri
- Akarsu Yatağı Düzeltme ve Düzenlemeleri
- Sel Kapanları ve Barajlar

Yukarıda bahsedilen önlemler alınırsa artan yağışlardan oluşacak taşkınların etkisi azaltılmış olacaktır.

Filyos Çayı'nın trend analizi sonuçlarına göre askıda katı madde parametresinde azalan trendler görülmektedir. Bu azalmaya neden olan etkenler incelendiğinde en büyük etkenin kum ve çakıl ocaklarının bu çaydan kum ve çakıl çekmelerinden olduğu görülmüş ve bu çekilen kum ve çakıldan dolayı Filyos Çayı üzerindeki köprü yıkılmış ayrıca bu çaydan su çeken köylülerde su çekemez duruma gelmişlerdir. Bu durumun önüne geçmek ve oluşabilecek tehlikeleri en aza indirmek için alınacak önlemler sıralanırsa;

- Filyos Çayı yatağından malzeme alımı, akış rejimi bozulmadan ve dere yatağında mendereslenmeye meydan vermeyecek şekilde gerçekleştirilmelidir.
- Ekosistem bütünlüğünün korunması ve doğal hayata zarar verilmemesi gerekmektedir.
- Filyos Çayı'nın jeomorfolojik yapısının doğal durumunun korunması gerekmektedir.

Tüm bu sonuçlar için alınacak en genel önlemleri sıralayacak olursak;

- Suyun doğal döngüsü ve akışının, yeryüzündeki yaşam için paha biçilmez ekolojik ve ekonomik faydası bilindiğine göre doğal ve yapay su alanlarında su kaynakları yönetiminin çok iyi planlanması ve uygulanması gerekmektedir.
- Mevcut kaynakların en faydalı şekilde kullanılması gerekmektedir.
- Fosil yakıt tüketiminin günden güne artması ve bu artışın son zamanlarda hızlanması sera gazlarını artırmakta yani küresel ısınmaya sebep olmakta bu durumda iklim değişikliğine sebep olmaktadır. Bu gibi faaliyetlerin önüne geçecek toplu taşımacılık çözümünün göz önüne alınması gerekmektedir.
- Ormanların korunması, ağaç dikmenin özendirilmesi bu konuda yapılacak en güzel çalışmalardandır. Ağaçlandırma çalışmaları gerek küresel ısınmanın etkilerine karşı gerekse baraj rezervuarının ölü hacminde birekebilecek askıda katı maddeye karşı korunması noktasında yapılabilecek en etkili çalışmalardır.
- Küresel ısınmanın etkilerinin azaltılmasında önemli bir diğer adımı da eğitimidir. Gelecek nesillere küçük yaşlarda aşırıya gitmemesinin öğretilmesi, israf etmeden tasarruflu yaşamının bir üstünlük olduğunun anlatılması gerekir.

Bu bahsedilen önlemlerin alınması gerekmektedir. Aksi takdirde gelecek nesiller için kişi başına düşecek su miktarı azalacak bu durum da gelecek nesillerin yaşamını tehdit altında bırakacaktır.

Bu tez çalışması, bu alanda yapılan diğer çalışmalarla karşılaştırıldığında hem üç parametre (yağış-akış-askıda katı madde) bir arada kullanılmıştır hem de diğer yöntemlere göre oldukça fazla istasyon verisi kullanılmıştır. Böylece bu tez çalışması hem Karedeniz ve Sakarya havzalarında yapılacak çalışmalara hem de yağış-akış-askıda katı madde gibi Meteorolojik ve Hidrolojik parametreler üzerinde yapılan çalışmalara ışık tutmuş olacaktır.

## KAYNAKLAR

- [1] ÖZTÜRK, F., APAYDIN, H., WALLING, D.E., Suspended Sediment Loads Through Flood Events for Streams of Sakarya Basin. Turkish J. Eng. Env., TÜBİTAK, 25:643–650, 2001.
- [2] YANMAZ, A.M., Köprü Açıklıklarında Yerel Oyulmalar, Köprü Hidroliği. 1. Baskı, ODTÜ Geliştirme Vakfı Yayıncılık ve İletişim A.Ş. Yayınları METU Press, Ankara, 148–149, 2002.
- [3] DOĞAN, E., Katı Madde Konsantrasyonunun Yapay Sinir Ağlarını Kullanarak Tahmin Edilmesi. İMO Teknik Dergi, 302:4567-4582, 2009.
- [4] PAPADIMITRIOU, A. and MAHERAS, P., Some Statistical Characteristics of Air Temperature Variations at Four Mediterranean Stations, 1991.
- [5] TOROS, H., Klimatolojik Serilerden Türkiye Genelinde Trend Analizi. İTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 1993.
- [6] TÜRKEŞ, H., Spatial and Temporal Analysis of Annual Rainfall Variations in Turkey. International Journal of Climatology, Vol. 6, 9:1057–1076, 1996.
- [7] TÜRKEŞ, M., SÜMER, U.M. ve KILIÇ, G., Variations and Trends in Annual Mean Air Temperatures in Turkey with Respect to Climatic Variability. International Journal of Climatology, Vol. 15, 5:557–569, 1995.
- [8] TÜRKEŞ, M., UTKU, M.S. ve DEMİR, İ., Türkiye'nin Günlük Ortalama, Maksimum ve Minimum Hava Sıcakları İle Sıcaklık Genişliğindeki Eğilimler ve Değişiklikler. Prof. Dr. Sırrı Erinç Anısına Klimatoloji Çalıştayı. Bildiriler Kitabı, 11–13 Nisan 2002, pp. 89–106, İzmir.
- [9] KOTHYARI, U.C., SINGH, V.P. ve ARAVAMUTHAN, V., An Investigation of Changes in Rainfall and Temperature Regimes of the Ganga Basin in India. Journal of Water Resources Management, 11:17–34, 1997.
- [10] KADIOĞLU, M., Trends in Surface Air Temperature Data Over Turkey. International Journal of Climatology, Vol. 17, 5:511–520, 1997.

- [11] KALAYCI, S. ve KAHYA, E., Detection of Water Quality Trends in The Rivers of the Susurluk Basin. Turkish Journal of Engineering and Environmental Sciences, 22:503–514, 1998.
- [12] BURN, D.H. ve ELNUR M. A.H., Detection of Hydrologic Trends and Variability. Journal of Hydrology, Vol. 255, 1-4:107–122, 2002.
- [13] YILDIZ, M., SARAÇ, M., MALKOÇ, Y. ve UÇAR, İ., Türkiye Akarsularındaki Akımların Trendleri ve Bu Trendlerin Hidroelektrik Enerji Üretimine Etkileri. VII. Ulusal Temiz Enerji Sempozyumu, UTES'2008, İstanbul, 17–19 Aralık 2008.
- [14] YILMAZ, İ., Doğu Karadeniz Havzasındaki İklim Trendleri ve Olası Etkileri. Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 1999.
- [15] ANGI, A.E., ve ÖZKAYA, M., Türkiye'deki Yüzeysel Akımlar ve Trendleri. 4. Hidroloji Kongresi, İstanbul, 2004.
- [16] CEYLAN, C., Yeşilirmak Havzası İklim Parametrelerinin Trend Analizi, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 1999.
- [17] YEŞİLATA, B., BULUT, H., ve YEŞİLNACAR, M.İ., GAP Bölgesinde Sıcaklık ve Nem Parametrelerindeki Baraj Gölü Kaynaklı Değişim Trendinin Araştırılması. Tesisat Mühendisliği Dergisi, Sayı: 83, s. 21–31, 2004.
- [18] BERRYMAN, D., BOTEE, B., CHRIS, D. ve HAEMMERLI, J., Nonparametric Tests for Trend Detection in Water Quality Time Series. Journal of the American Water Resources Association, Vol. 24, 3:545–556, 1988.
- [19] İÇAĞA, Y., Analysis of Trends in Water Quality Using Nonparametric Methods, İzmir, 1994.
- [20] MOREAS, K.M., PELLEGRINO, G.Q., BAKKESTER, M.V., MARTINELLI, L.A., VICTOROA, R.L. ve KRUSCHE, A.V., Trends in Hydrological Parameters of a Southern Brazilian Watershed and its Relation to Human Induced Changes, Water Resources Management, 12:295–311, 1998.
- [21] SERRANO, A., GARCIA, A.J., MATEOS, V.L., CANCELLO, M.L. ve GARRIDO, J., Monthly Modes of Variation of Precipitation over the Iberian Peninsula. J. Climate, 12:2894–2919, 1999.
- [22] WEN, F. ve CHEN, X., Evaluation of the Impact of Groundwater Irrigation on Streamflow in Nebraska. Journal of Hydrology, Vol. 327, 3–4:603–617, 2005.

- [23] BULUT, H., YEŞİLATA, B., ve YEŞİLNACAR, M. İ., Atatürk Baraj Gölünün Bölge İklimi Üzerine Etkisinin Trend Analizi İle Tespiti. GAP V. Mühendislik Kongresi Bildiriler Kitabı, Şanlıurfa, 26–28 Nisan, 2006.
- [24] TONKAZ, T. and ÇETİN, M., Effects of Urbanization and Land-Use Type on Monthly Extreme Temperatures in a Developing Semi-Arid Region. *Journal of Arid Environments*, Vol. 68, 1:143–158, 2006.
- [25] ZHANG, X., HARVEY, K.D., HOGGY, W.D. ve YUZYK, T.R., Trends in Canadian Streamflow. *Water Resources Research*, Vol. 37, 4:987–998, 2001.
- [26] KOSİF, K., Samsun İlinde İklim Trendleri. *DSİ Teknik Bülteni*, Sayı. 98, syf. 3–12, 2001.
- [27] ÖZEL, N., Türkiye’deki Nehir Akımları Aylık Verilerinin Parametrik Olmayan Yöntemlerle Trend Analizi. Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya, 2004.
- [28] ÇIĞIZOĞLU H. K., BAYAZIT, M., ÖNÖZ, B., YILDIZ, M., ve MALKOÇ, Y., Türkiye Nehirleri Taşkın, Ortalama ve Düşük Akımlarındaki Trendler. İstanbul, 2004.
- [29] AKYÜREK, M., ÖNÖZ, B., BAYAZIT, M., ve ÇIĞIZOĞLU, K., Türkiye Yıllık Ortalama Akımlarının Trend Analizi. İstanbul, 2004.
- [30] KAHYA, E., ve KALAYCI, S., Trend Analysis of Streamflow in Turkey. *Journal of Hydrology*, Vol. 289, 1–4:128–144, 2004.
- [31] BIRSAN, M.V., MOLNAR, P., BURLANDO, P. ve PFAUNDLER, M., Streamflow Trends in Switzerland. *Journal of Hydrology*. Vol. 314, 1–4:312–319, 2005.
- [32] İÇAĞA, Y. ve HARMANCIOĞLU, N., Yeşilirmak Havzasında Su Kalitesi Eğilimlerinin Belirlenmesi. Ankara, TMMOB, Türkiye İnşaat Mühendisliği 13. Teknik Kong, 481, 1995.
- [33] VON STORCH, H., Misuses of Statistical Analysis in Climate Research, In: *Analysis of Climate Variability: Applications of Statistical*. Chapter 2: Misuses, 1995.
- [34] YUE, S. and WANG, C.Y., The Influence of Serial Correlation on the Mann-Whitney Test for Detecting a Shift in Median. *Advances in Water Resources*, Vol. 25, 3:325–333, 2002.
- [35] KURUCU, S., Sakarya Havzasındaki Bazı Akarsularda Debi Eğilimlerinin Belirlenmesi. Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, syf. 114, 2008.



- [36] BAYAZIT, M., CİĞİZOĞLU, H.K., ve ÖNÖZ, B., Türkiye Akarsularında Trend Analizi. Türkiye Mühendislik Haberleri, 422:8–10, 2002.
- [37] HIRSCH, R.M. and SLACK, J.R., A Nonparametric Trend Test for Seasonal Data with Serial Dependence. *Water Resources Research*, Vol. 20, 6:727–732, 2010.
- [38] ERDOĞAN, F., Türkiye’de Yaygın Kuraklıklar. *Meteoroloji Mühendisleri Odası Bülteni*, Sayı 2, 1989.
- [39] CERIBASI, G., DOGAN, E. AND SONMEZ, O., Evaluation of Sakarya River Streamflow and Sediment Transport with Rainfall Using Trend Analysis. *Journal of Fresenius Environmental Bulletin*, Vol. 22, 3A:846–852, 2013.
- [40] CERIBASI, G., DOGAN, E. AND SONMEZ, O., Evaluation of Meteorological and Hydrological Data of Sapanca Basin by Trend Analysis Method. *Journal of Environmental Protection and Ecology*, Vol. 15, 2:705–714, 2014.
- [41] HELSEL, D.R., ve HIRSCH, R.M., *Statistical Methods in Water Resources. Techniques of Water-Resources Investigations of the United States Geological Survey, Book 4, Hydrologic Analysis and Interpretation, Chapter A3*, Amsterdam, 1992.
- [42] GÜMÜŞ, V., Fırat Havzası Akımlarının Trend Analizi İle Değerlendirilmesi. Harran Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Şanlıurfa, Türkiye, 2006.
- [43] BUYUKKARACIGAN, N. and KAHYA, E., the Dependency Analysis of Annual Peak Flows of Streams in Konya Basin. In: *Proc. of the International Conference on Water Problems in the Mediterranean Countries*, Ankara, Turkey, 1997.
- [44] MANN, H.B., Non-parametric Tests against Trend. *The Econometric Society*, Vol. 13, 3:245–259, 1945.
- [45] KENDALL, M.G., *Rank Correlation Methods*. 4<sup>th</sup> ed. Charles Griffin, London, 1975.
- [46] VAN BELLE, G. and HUGHES, J.P., Nonparametric Tests for Trend in Water Quality. *Water Resources Research*, Vol. 20, 1:127–136, 1984.
- [47] PARTAL, T., KAHYA, E., SEKER, D. and KABDASLI, S., Precipitation Trends in the Aegean Region. In: *Proc. of the International Association of Hydraulic Engineering and Research Congress*, Thessaloniki, Greece, 2003.

- [48] GUMUS, V. and YENIGUN, K., Evaluation of Lower Firat Basin Streamflow by Trend Analysis. In: Proc. of the 7<sup>th</sup> International Advances in Civil Engineering Conference, Yildiz Technical University, Istanbul, Turkey, 2006.
- [49] KALAYCI, S. and KAHYA, E., Assessment of Streamflow Variability Modes in Turkey 1964–1994. *Journal of Hydrology*, Vol. 324, 1–4:163–177, 2006.
- [50] PARTAL, T. and KUCUK, M., Long-term Trend Analysis Using Discrete Wavelet Components of Annual Precipitations Measurements in Marmara Region (Turkey). *Physics and Chemistry of the Earth, Parts A/B/C*, Vol. 31, 18:1189–1200, 2006.
- [51] TASCHETTO, A.S. and ENGLAND, M.H., An Analysis of Late Twentieth Century Trends in Australian Rainfall. *International Journal of Climatology*, Vol. 29, 6:791–807, 2009.
- [52] BAOLIN, L., WANLI, Y. and WANG, J., An Analysis of Vegetation Change Trends and Their Causes in Inner Mongolia, China from 1982 to 2006. *Advances in Meteorology*, Article ID 367854, 8 pages, 2011.
- [53] NIKHIL RAJ, P.P. and AZEEZ, P.A., Trend Analysis of Rainfall in Bharathapuzha River Basin, *International Journal of Climatology*, Vol. 32, 4:533–539, 2012.
- [54] DE LUIS, M., RAVENTÓS, J., GONZÁLEZ-HIDALGO, J.C., SÁNCHEZ, J.R. and CORTINA, J., Spatial Analysis of Rainfall Trends in the Region of Valencia (East Spain). *International Journal of Climatology*, 20:1451–1469, 2000.
- [55] DOUGLAS, E.M., VOGEL, R.M. and KROLL, C.N., Trends in Floods and Low Flows in the United States: Impact of Spatial Correlation. *Journal of Hydrology*, Vol. 240, 1–2:90–105, 2000.
- [56] PARTAL, T. and KAHYA, E., Trend Analysis in Turkish Precipitation Data. *Hydrological Processes*, 20:2011–2026, 2006.
- [57] JAID, S.K. and KUMAR, V., Trend Analysis of Rainfall and Temperature Data for India. *Review Article*, Vol. 102, 1:37–49, 2010.
- [58] YU, S., ZOU, S. and WHITTEMORE, D., Non-parametric Trend Analysis of Water Quality Data of Rivers in Kansas. *Journal of Hydrology*, Vol.150, 1:61–80, 1993.
- [59] CENGIZ, T., KAHYA, E. and KARACA, M., Trends and Annual Cycles in Turkish Lake Levels. In: Proc. of the International Association of Hydraulic Engineering and Research Congress, Thessaloniki, Greece, 2003.

- [60] ARIS, P., SOPHIA, M. and ANTONIOS, P., Simulation and Trend Analysis of the Water Quality Monitoring Daily Data in Nestos River Delta. Contribution to the Sustainable Management and Results for the Years 2000–2002. *Environ Monit Assess*, Vol. 116, 1–3:543–562, 2006.
- [61] SESEOGULLARI, B., ERIS, E. and KAHYA, E., Trend Analysis of Sea Levels along Turkish Coasts. *Hydrology Days*, 2006.
- [62] HONG, W., LEEN-KIAT, S., ASHOK, S. and XUN-HONG, C., Trend Analysis of Streamflow Drought Events in Nebraska. *Water Resources Management*, Vol. 22, 2:145–164, 2008.
- [63] LONGOBARDI, A. and VILLANI, P., Trend Analysis of Annual and Seasonal Rainfall Time Series in the Mediterranean Area. *International Journal of Climatology*, Vol. 30, 2010.
- [64] TAHAS, S.V., DIMEN, L., RISTOIU, D., COSMA, C. and MUNTEAN, L., Statistical Analysis of Global Solar Radiation and Temperature Trends at Cluj-Napoca, Romania (1921–2009). *Journal of Environmental Protection Ecology*, Vol. 13, 2012.
- [65] TAHAS, S.V., MUNTEAN, L., RISTOIU, D., ROSIAN, G. and DIMEN, L., Statistical Analysis of Temperature Trends at Cluj-Napoca, Romania, over the Last 35 Years Using the Student t-test. *Journal of Environmental Protection Ecology*, Vol. 13, 2012.
- [66] SNEYERS, R., On the Statistical Analysis of Series of Observations. World Meteorological Organization, Technical Note 143, Geneva, Switzerland, 1990.
- [67] DONCHEVA-BONEVA, M. and KOLEVA-LIZAMA, I., Study on the Influence of Some Meteorological Factors on the Dust Pollution of Veliko Tarnovo. *Journal of Environmental Protection and Ecology*, Vol. 14, 3:825–835, 2013.
- [68] KARASLAVOVA, E., DIMITROVA, T., DONCHEV, N. and TENEVA, B., Influence of Some Meteorological Factors on Mortality from Cardio-Vascular Diseases in the City and in the Region of Plovdiv. *Journal of Environmental Protection and Ecology*, Vol. 14, 1:323–334, 2013.
- [69] SEN, Z., *Statistical Data Processing Methods (Hydrology and Meteorology)*. Istanbul, Turkey, 2002.
- [70] THEODOR, F., Statistical Characteristics and Trends of Mean Annual and Monthly Discharges of Czech Rivers in the Period 1961–2005. *Journal of Hydr. Hydromech*, Vol. 56, 2008.

- [71] ZDENEK, K., MILADA, M., ONDREJ, L. and VACLAV, K., Trend Analysis of Rainfall-Runoff Regimes in Selected Headwater Areas of the Czech Republic. *Journal of Hydr. Hydromech*, Vol. 59, 2011.
- [72] <http://www.forumdaz.com.tr>, Erişim Tarihi: 16.11.2014.
- [73] Devlet Su İşleri (DSİ), Batı Karadeniz, Doğu Karadeniz ve Sakarya Havzaları Hidrometrik Haritası, 2013.
- [74] Devlet Meteoroloji İşleri (DMİ), Batı Karadeniz Havzası, Doğu Karadeniz Havzası ve Sakarya Havzalarına Ait Yağış İstasyonları Verileri. 2013.
- [75] Devlet Su İşleri (DSİ), Batı Karadeniz, Doğu Karadeniz ve Sakarya Havzaları Haritası, 2013.
- [76] Devlet Su İşleri (DSİ), Batı Karadeniz Havzası, Doğu Karadeniz Havzası ve Sakarya Havzalarına Ait Akım ve Sediment İstasyonları Verileri. 2010.
- [77] FAKIOğLU, S. ve KAğNİCİOğLU, N., Doğu Karadeniz ve Çoruh Havzalarının Hidroelektrik Enerji Üretimi Açısından Değerlendirilmesi, Doğu Karadeniz Bölgesi Hidroelektrik Enerji Potansiyeli ve Bunun Ülke Enerji Politikalarındaki Yeri (FORUM 2009), Trabzon, Türkiye, 13–15 Kasım 2009.
- [78] TÜRKİYE BİLİMSEL VE TEKNOLOJİK ARAŞTIRMA KURUMU MARMARA ARAŞTIRMA MERKEZİ (TÜBİTAK–MAM), Havza Koruma Eylem Planlarının Hazırlanması Projesi Sakarya Havzası, Proje No: ÇTÜE.13.152, Gebze, Kocaeli, Kasım, 2013.

## EKLER

### EK A



Z	0.00	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09
0.0	0.5000	0.4960	0.4920	0.4880	0.4840	0.4801	0.4761	0.4721	0.4681	0.4641
0.1	0.4602	0.4562	0.4522	0.4483	0.4443	0.4404	0.4364	0.4325	0.4286	0.4247
0.2	0.3821	0.3783	0.3745	0.3707	0.3669	0.3632	0.3594	0.3557	0.3520	0.3483
0.3	0.3446	0.3409	0.3372	0.3336	0.3300	0.3264	0.3228	0.3192	0.3156	0.3121
0.4	0.3085	0.3050	0.3015	0.2981	0.2946	0.2912	0.2877	0.2843	0.2810	0.2776
0.5	0.2743	0.2709	0.2676	0.2643	0.2611	0.2578	0.2546	0.2514	0.2483	0.2451
0.6	0.2420	0.2389	0.2358	0.2327	0.2296	0.2266	0.2236	0.2206	0.2177	0.2148
0.7	0.2119	0.2090	0.2061	0.2033	0.2005	0.1977	0.1949	0.1922	0.1894	0.1867
0.8	0.1841	0.1814	0.1788	0.1762	0.1736	0.1711	0.1685	0.1660	0.1635	0.1611
0.9	0.1587	0.1562	0.1539	0.1515	0.1492	0.1469	0.1446	0.1423	0.1401	0.1379
1.0	0.1357	0.1335	0.1314	0.1292	0.1271	0.1251	0.1230	0.1210	0.1190	0.1170
1.1	0.1151	0.1131	0.1112	0.1093	0.1075	0.1056	0.1038	0.1020	0.1003	0.0985
1.2	0.0968	0.0951	0.0934	0.0918	0.0901	0.0885	0.0869	0.0853	0.0838	0.0823
1.3	0.0808	0.0793	0.0778	0.0764	0.0749	0.0735	0.0721	0.0708	0.0694	0.0681
1.4	0.0668	0.0655	0.0643	0.0630	0.0618	0.0606	0.0594	0.0582	0.0571	0.0559
1.5	0.0548	0.0537	0.0526	0.0516	0.0505	0.0495	0.0485	0.0475	0.0465	0.0455
1.6	0.0446	0.0436	0.0427	0.0418	0.0409	0.0401	0.0392	0.0384	0.0375	0.0367
1.7	0.0359	0.0351	0.0344	0.0336	0.0329	0.0322	0.0314	0.0307	0.0301	0.0294
1.8	0.0287	0.0281	0.0274	0.0268	0.0262	0.0256	0.0250	0.0244	0.0239	0.0233
1.9	0.0228	0.0222	0.0217	0.0212	0.0207	0.0202	0.0197	0.0192	0.0188	0.0183
2.0	0.0179	0.0174	0.0170	0.0166	0.0162	0.0158	0.0154	0.0150	0.0146	0.0143
2.1	0.0139	0.0136	0.0132	0.0129	0.0125	0.0122	0.0119	0.0116	0.0113	0.0110
2.2	0.0107	0.0104	0.0102	0.0099	0.0096	0.0094	0.0091	0.0089	0.0087	0.0084
2.3	0.0082	0.0080	0.0078	0.0075	0.0073	0.0071	0.0069	0.0068	0.0066	0.0064
2.4	0.0062	0.0060	0.0059	0.0057	0.0055	0.0054	0.0052	0.0051	0.0049	0.0048
2.5	0.0047	0.0045	0.0044	0.0043	0.0041	0.0040	0.0039	0.0038	0.0037	0.0036
2.6	0.0035	0.0034	0.0033	0.0032	0.0031	0.0030	0.0029	0.0028	0.0027	0.0026
2.7	0.0026	0.0025	0.0024	0.0023	0.0023	0.0022	0.0021	0.0021	0.0020	0.0019
2.8	0.0019	0.0018	0.0018	0.0017	0.0016	0.0016	0.0015	0.0015	0.0014	0.0014
2.9	0.0013	0.0013	0.0013	0.0012	0.0012	0.0011	0.0011	0.0011	0.0010	0.0010
3.0	0.0010	0.0009	0.0009	0.0009	0.0008	0.0008	0.0008	0.0008	0.0007	0.0007
3.1	0.0007	0.0007	0.0006	0.0006	0.0006	0.0006	0.0006	0.0005	0.0005	0.0005
3.2	0.0005	0.0005	0.0005	0.0004	0.0004	0.0004	0.0004	0.0004	0.0004	0.0003
3.3	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	0.0002
3.4	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002
3.5	0.0002	0.0002	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
3.6	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
3.7	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
3.8	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
3.9	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Z	0.00	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09

Şekil A.1. Normal Dağılım Tablosu.

## ÖZGEÇMİŞ

Gökmen Çeribaşı, 16.01.1986 da Erzincan'da doğdu. İlk, orta ve lise eğitimini Erzincan'da tamamladı. 2003 yılında Sakarya Üniversitesi, Yapı Eğitimi bölümüne girdi ve 2007 yılında bu bölümden mezun oldu. Ağustos 2007 yılında Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yapı Eğitimi Anabilim Dalında Yüksek Lisansına başladı ve 2010 yılında yüksek lisansını tamamladı. Ağustos 2010 yılında Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalında Doktora başladı. Sakarya Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi Yapı Eğitimi Bölümünde Araştırma Görevlisi olarak çalışmakta olan Çeribaşı, halen Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalında Doktora öğrenimine devam etmektedir.