

T.C.
RECEP TAYYİP ERDOĞAN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**ÇORUH HAVZASI'NDA AKIŞ VE METEOROLOJİK
PARAMETRELERİN TREND ANALİZİ**

AHMED YASİN ÖZENER

TEZ DANIŞMANI
DR. ÖĞR. ÜYESİ VELİ SÜME
TEZ JÜRİLERİ
PROF. DR. ÖMER YÜKSEK
PROF. DR. BÜLENT VEREP

YÜKSEK LİSANS TEZİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

RİZE-2019

Her Hakkı Saklıdır

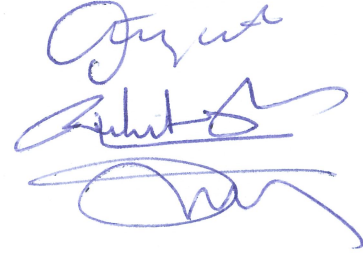
T.C.
RECEP TAYYİP ERDOĞAN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**ÇORUH HAVZASI'NDA AKIŞ VE METEOROLOJİK PARAMETRELERİN
TREND ANALİZİ**

Dr. Öğr. Üyesi Veli SÜME danışmanlığında, Ahmed Yasin ÖZENER tarafından hazırlanan bu çalışma, Enstitü Yönetim Kurulu kararıyla oluşturulan jüri tarafından 10/05/2019 tarihinde İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı'nda **YÜKSEK LİSANS** tezi olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri	Unvanı Adı Soyadı
Başkan	: Prof. Dr. Ömer YÜKSEK
Üye	: Prof. Dr. Bülent VEREP
Üye	: Dr. Öğr. Üyesi Veli SÜME

İmzası




Doc. Dr. Ferhat KALEAYCI
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRÜ

ÖNSÖZ

Bu çalışma, Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans Tezi olarak hazırlanmıştır. Çoruh Havzası'nda akış ve meteorolojik parametrelerinin trend analizi tez çalışmasını bana öneren ve tez sürecinin her aşamasında bilgi ve tecrübelerinden faydalandığım, öğrencisi olmaktan ve kendileri ile çalışmaktan onur duyduğum danışman hocam Sayın Dr. Öğr. Üyesi Veli SÜME'ye minnet ve şükranlarımı sunmayı zevkli bir görev sayarım.

Öğrenim hayatım boyunca bana emeği geçen tüm hocalarımı saygıyla anar, kendilerine minnettar olduğumu belirtmek isterim.

Ahmed Yasin ÖZENER

TEZ ETİK BEYANNAMESİ

Tarafımdan hazırlanan “Çoruh Havzası’nda Akış ve Meteorolojik Parametrelerinin Trend Analizi” başlıklı bu tezin, Yükseköğretim Kurulu Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiği Yönergesindeki hususlara uygun olarak hazırladığımı ve aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal işlemi kabul ettiğimi beyan ederim. 10/05/2019

Ahmed Yasin ÖZENER



***Uyarı:** Bu tezde kullanılan özgün ve/veya başka kaynaklardan sunulan içeriğin kaynak olarak kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.*

ÖZET

ÇORUH HAVZASI'NDA AKIŞ VE METEOROLOJİK PARAMETRELERİN TREND ANALİZİ

Ahmed Yasin ÖZENER

**Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı
Yüksek Lisans Tezi
Danışmanı: Dr. Öğr. Üyesi Veli SÜME**

Bu çalışma, Türkiye'nin en büyük havzalarından biri olan Çoruh Havzası'nda akış ve meteorolojik parametrelerin trend analizi için yapılmıştır. Çoruh Havzası'nda bulunan ve havzaya homojen şekilde dağılmış 5 farklı akım gözlem istasyonundan akım verileri alınmıştır. Bununla birlikte akım gözlem istasyonlarına en yakın olacak şekilde seçilen 5 farklı meteorolojik gözlem istasyonlarından meteorolojik parametreleri verileri de alınmıştır. Alınan veri setlerinin homojenlik ve bağımlılık testleri yapılarak korelasyon çalışmalarına uygunluğu test edilmiştir. İstasyonlardan alınan verilerdeki eksik yıllardaki veriler lineer regresyon analizi ile tahmin edilmiştir. Çalışma kapsamında trendlerin belirlenmesinde daha güçlü olduğu bilinen parametrik olmayan Mann Kendall, Spearman'ın Rho ve yenilikçi yöntem olan Şen Trend Belirleme yöntemi kullanılmıştır. Trend tespit edilen istasyonlarda trend başlangıç yılını belirlemek için Mann Kendall mertebeli korelasyon testi uygulanmıştır. Her bir akım gözlem istasyonundan alınan yıllık ortalama akım verileri ile meteorolojik gözlem istasyonundan alınan yıllık ortalama sıcaklık, yıllık toplam yağış ve yıllık ortalama bağıl nem verilerine ayrı ayrı trend analizi uygulanarak sonuçlar birlikte değerlendirilmiştir. Havzada 3 akım gözlem istasyonunda artan yönde anlamlı trend gözlemlenmiştir. Bu trendlerin meteorolojik parametreleri ile olan ilişkisinin incelenmesi sonucunda akım trendleri ile yıllık toplam yağış verilerinde anlamlı yönde ilişki olduğu tespit edilmiştir.

2019, 165 sayfa

Anahtar Kelimeler: Çoruh Havzası, Trend Analizi Mann Kendall Testi, Spearman'ın Rho Testi, Mertebeli Korelasyon Testi

ABSTRACT

INVESTIGATION OF HYDRAULIC FLOW TREND AND PARAMETERS AFFECTING FLOW OF CORUH BASIN

Ahmed Yasin ÖZENER

**Recep Tayyip Erdogan University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Civil Engineering
Master Thesis
Supervisor: Assist. Prof. Dr. Veli SÜME**

This study is one of Turkey's largest watersheds in the basin is made for trend analysis of flow and meteorological parameters. Flow data were collected from 5 different current observation stations in the Coruh Basin which were homogeneously distributed to the basin. In addition, meteorological parameters data were obtained from 5 different meteorological observation stations which were selected to be closest to the current observation stations. Homogeneity and dependency tests of the data sets were taken and tested for correlation studies. The data obtained from the stations were estimated by linear regression analysis. In the study, non-parametric Mann Kendall, Spearman's Rho and Şen Trend Detection method were used. The Mann Kendall level correlation test was applied to determine the trend start year in the detected stations. The annual average flow data from each current observation station and the annual average temperature, annual total rainfall and annual average relative humidity data taken from the meteorological observation station were separately evaluated by applying trend analysis. Significant trend observation was observed in 3 flow observation stations in the basin. As a result of examining the relationship between these trends and meteorological parameters, it was found that there was a significant relationship between current trends and annual total rainfall data.

2019, 165 pages

Keywords: Coruh Basin, Trend Analysis Mann Kendall Test, Spearman's Rho Test, Mann Kendall Order Correlation Test

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ	I
TEZ ETİK BEYANNAMESİ.....	II
ÖZET	III
ABSTRACT.....	IV
İÇİNDEKİLER	V
ŞEKİLLER DİZİNİ	VIII
TABLolar DİZİNİ.....	XII
SEMBOLLER ve KISALTMALAR DİZİNİ	XIV
1. GENEL BİLGİLER.....	1
1.1. Giriş	1
1.2. Literatür Özeti.....	3
2. YAPILAN ÇALIŞMALAR.....	10
2.1. Çalışma Alanı	10
2.2. Kullanılan Veri Setleri ve Gözlem İstasyonları.....	13
2.2.1. 2304 No’lu Bayburt Akım Gözlem İstasyonu	16
2.2.2. 2305 No’lu Peterek Akım Gözlem İstasyonu	20
2.2.3. 2315 No’lu Karşıköy Akım Gözlem İstasyonu	23
2.2.4. 2316 No’lu İspir Köprü Akım Gözlem İstasyonu	26
2.2.5. 2323 No’lu İshan Köprü Akım Gözlem İstasyonu	31
2.3. Eksik Verilerin Tahmininde Kullanılan Lineer Regresyon Yöntemi	34
2.4. İki Değişken Arasındaki İlişki (Korelasyon).....	36
2.5. Trend Analizi	38
2.5.1. Mann-Kendall Testi.....	38
2.5.2. Spearman’ın Rho Testi	39
2.5.3. Mann-Kendall Mertebe Korelasyon Testi	40

2.5.4.	Şen Trend Belirleme Yöntemi	41
3.	BULGULAR	43
3.1.	2304 No’lu Bayburt Akım Gözlem İstasyonu Trend Analizi Uygulaması	43
3.1.1.	Yıllık Ortalama Akım Verilerinde Trend Analizi	43
3.1.2.	İklim Parametrelerinde Trend Analizi	48
3.1.2.1	Ortalama sıcaklık verilerinde trend analizi.....	48
3.1.2.2.	Toplam yağış verilerinde trend analizi	51
3.1.2.3.	Ortalama Bağıl Nem Verilerinde Trend Analizi	53
3.2.	2305 No’lu Peterek Akım Gözlem İstasyonu Trend Analizi Uygulaması	57
3.2.1.	Yıllık Ortalama Akım Verilerinde Trend Analizi	57
3.2.2.	İklim Parametrelerinde Trend Analizi	60
3.2.2.1.	Yıllık ortalama sıcaklık verilerinde trend analizi	60
3.2.2.2.	Toplam yağış verilerinde trend analizi	63
3.2.2.3.	Ortalama Bağıl Nem Verilerinde Trend Analizi	65
3.3.	2315 No’lu Karşıköy Akım Gözlem İstasyonu Trend Analizi Uygulaması	69
3.3.1.	Yıllık Ortalama Akım Verilerinde Trend Analizi	70
3.3.2.	İklim Parametrelerinde Trend Analizi	72
3.3.2.1	Yıllık ortalama sıcaklık verilerinde trend analizi	72
3.3.2.2.	Yıllık toplam yağış verilerinde trend analizi	74
3.3.2.3.	Yıllık ortalama bağıl nem verilerinde trend analizi.....	76
3.4.	2316 No’lu İspir Köprü Akım Gözlem İstasyonu Trend Analizi Uygulaması.....	80
3.4.1.	Yıllık ortalama akım verilerinde trend analizi.....	81
3.4.2.	İklim Parametrelerinde Trend Analizi	82
3.4.2.1.	İspir MGİ yıllık ortalama sıcaklık verilerinde trend analizi	83
3.2.2.2.	Toplam yağış verilerinde trend analizi	86
3.2.2.3.	Ortalama Bağıl Nem Verilerinde Trend Analizi	87

3.4.2.4.	Tortum MGİ yıllık ortalama sıcaklık verilerinde trend analizi	90
3.4.2.5.	Tortum MGİ yıllık toplam yağış verilerinde trend analizi	93
3.4.2.6.	Tortum MGİ yıllık ortalama bağıl nem verilerinde trend analizi	95
3.5.	2323 No'lu İshan Köprü Akım Gözlem İstasyonu Trend Analizi Uygulaması	98
3.5.1.	Yıllık ortalama akım verilerinde trend analizi.....	98
3.5.2.	İklim Parametrelerinde Trend Analizi	101
3.5.2.1.	Yıllık ortalama sıcaklık verilerinde trend analizi	101
3.5.2.2.	Yıllık Toplam Yağış Verilerinde Trend Analizi.....	104
3.5.2.3.	Yıllık ortalama bağıl nem verilerinde trend analizi.....	106
4.	TARTIŞMA ve SONUÇLAR	111
5.	ÖNERİLER	116
	KAYNAKLAR	117
	EKLER.....	121
	ÖZGEÇMİŞ	165

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.	Çoruh havzasında bulunan enerji yapıları.....	12
Şekil 2.	Çoruh Havza'sından seçilen akım gözlem istasyonları ve meteorolojik gözlem istasyonları.	16
Şekil 3.	2304 Bayburt akım gözlem istasyonunun yıllık ortalama akım verileri.....	17
Şekil 4.	Bayburt meteorolojik gözlem istasyonundan alınan yıllık ortalama sıcaklık değerlerinin grafiksel gösterimi.....	18
Şekil 5.	Bayburt meteorolojik gözlem istasyonundan alınan yıllık toplam yağış değerlerinin grafiksel gösterimi.	19
Şekil 6.	Bayburt meteorolojik gözlem istasyonundan alınan yıllık ortalama bağıl nem değerlerinin grafiksel gösterimi.	19
Şekil 7.	2305 Peterek akım gözlem istasyonundan alınan yıllık ortalama akım debilerinin grafiksel gösterimi.	20
Şekil 8.	İspir meteorolojik gözlem istasyonundan alınan yıllık ortalama sıcaklık değerlerinin grafiksel gösterimi.....	22
Şekil 9.	İspir meteorolojik gözlem istasyonundan alınan yıllık toplama yağış verilerin grafiksel gösterimi.	22
Şekil 10.	İspir meteorolojik gözlem istasyonundan alınan yıllık ortalama bağıl nem verilerin grafiksel gösterimi.	23
Şekil 11.	2315 Karşıköy akım gözlem istasyonundan alınan yıllık ortalama akım debilerinin grafiksel gösterimi.	24
Şekil 12.	Artvin meteorolojik gözlem istasyonundan alınan yıllık ortalama sıcaklık verilerinin grafiksel gösterimi.	25
Şekil 13.	Artvin meteorolojik gözlem istasyonundan alınan yıllık toplam yağış verilerinin grafiksel gösterimi.	25
Şekil 14.	Artvin meteorolojik gözlem istasyonundan alınan yıllık ortalama bağıl nem verilerinin grafiksel gösterimi.	26
Şekil 15.	2316 İspir Köprü akım gözlem istasyonundan alınan yıllık ortalama akım debilerinin grafiksel gösterimi.	27
Şekil 16.	İspir meteorolojik gözlem istasyonundan alınan yıllık ortalama sıcaklık değerlerinin grafiksel gösterimi.....	28

Şekil 17.	İspir meteorolojik gözlem istasyonundan alınan yıllık toplama yağış verilerin grafiksel gösterimi.	28
Şekil 18.	İspir meteorolojik gözlem istasyonundan alınan yıllık ortalama bağıl nem verilerin grafiksel gösterimi.	29
Şekil 19.	Tortum meteorolojik gözlem istasyonundan alınan yıllık ortalama sıcaklık değerlerinin grafiksel gösterimi.	30
Şekil 20.	Tortum meteorolojik gözlem istasyonundan alınan yıllık toplam yağış değerlerinin grafiksel gösterimi.	30
Şekil 21.	Tortum meteorolojik gözlem istasyonundan alınan yıllık ortalama bağıl nem değerlerinin grafiksel gösterimi.	31
Şekil 22.	2323 İspir Köprü akım gözlem istasyonundan alınan yıllık ortalama akım debilerinin grafiksel gösterimi.	32
Şekil 23.	Oltu meteorolojik gözlem istasyonundan alınan yıllık ortalama sıcaklık değerlerinin grafiksel gösterimi.	33
Şekil 24.	Oltu meteorolojik gözlem istasyonundan alınan yıllık toplam yağış değerlerinin grafiksel gösterimi.	33
Şekil 25.	Oltu meteorolojik gözlem istasyonundan alınan yıllık ortalama bağıl nem değerlerinin grafiksel gösterimi.	34
Şekil 26.	Şen Trend Belirleme yöntemine gören trend bölgeleri.	42
Şekil 27.	2304 Bayburt akım gözlem istasyonu akım debisinin Şen Trend Belirleme yöntemine göre analizi.	47
Şekil 28.	Bayburt meteorolojik gözlem istasyonu yıllık ortalama sıcaklık verilerinin $u(t_i)$ - $u'(t_i)$ grafiği.	50
Şekil 29.	Bayburt meteorolojik gözlem istasyonu yıllık ortalama sıcaklık verilerinin Şen Trend Belirleme yöntemine göre analizi.	50
Şekil 30.	Bayburt meteorolojik gözlem istasyonu yıllık toplam yağış verilerinin $u(t_i)$ - $u'(t_i)$ grafiği.	52
Şekil 31.	Bayburt meteorolojik gözlem istasyonu yıllık toplam yağış verilerinin Şen Trend Belirleme yöntemine göre analizi.	53
Şekil 32.	Bayburt meteorolojik gözlem istasyonu yıllık ortalama bağıl nem verilerinin $u(t_i)$ - $u'(t_i)$ grafiği.	55
Şekil 33.	Bayburt meteorolojik gözlem istasyonu yıllık ortalama bağıl nem verilerinin Şen Trend Belirleme yöntemine göre analizi.	56

Şekil 34.	Peterek akım gözlem istasyonu yıllık ortalama akım verilerinin $u(t_i)$ - $u'(t_i)$ grafiği.....	59
Şekil 35.	Peterek akım gözlem istasyonu yıllık ortalama akım verilerinin Şen Trend Belirleme yöntemine göre analizi.....	60
Şekil 36.	İspir meteorolojik gözlem istasyonu yıllık ortalama sıcaklık verilerinin $u(t_i)$ - $u'(t_i)$ grafiği.....	62
Şekil 37.	İspir meteorolojik gözlem istasyonu yıllık ortalama sıcaklık verilerinin Şen Trend Belirleme yöntemine göre analizi.....	63
Şekil 38.	İspir meteorolojik gözlem istasyonu yıllık toplam yağış verilerinin Şen Trend Belirleme yöntemine göre analizi.....	65
Şekil 39.	İspir meteorolojik gözlem istasyonu yıllık ortalama bağıl nem verilerinin $u(t_i)$ - $u'(t_i)$ grafiği.....	67
Şekil 40.	İspir meteorolojik gözlem istasyonu yıllık ortalama bağıl nem verilerinin Şen Trend Belirleme yöntemine göre analizi.....	68
Şekil 41.	Karşıköy akım gözlem istasyonu yıllık ortalama akım verilerinin $u(t_i)$ - $u'(t_i)$ grafiği.....	71
Şekil 42.	Karşıköy akım gözlem istasyonu yıllık ortalama akım verilerinin Şen Trend Belirleme yöntemine göre analizi.....	72
Şekil 43.	Artvin meteorolojik gözlem istasyonu yıllık ortalama sıcaklık verilerinin Şen Trend Belirleme yöntemine göre analizi.....	74
Şekil 44.	Artvin meteorolojik gözlem istasyonu yıllık toplam yağış verilerinin Şen Trend Belirleme yöntemine göre analizi.....	76
Şekil 45.	Artvin meteorolojik gözlem istasyonu yıllık ortalama bağıl nem verilerinin $u(t_i)$ - $u'(t_i)$ grafiği.....	78
Şekil 46.	Artvin meteorolojik gözlem istasyonu yıllık ortalama bağıl nem verilerinin Şen Trend Belirleme yöntemine göre analizi.....	79
Şekil 47.	İspir Köprü akım gözlem istasyonu yıllık toplam yağış verilerinin Şen Trend Belirleme yöntemine göre analizi.....	82
Şekil 48.	İspir meteorolojik gözlem istasyonu yıllık ortalama sıcaklık verilerinin $u(t_i)$ - $u'(t_i)$ grafiği.....	85
Şekil 49.	İspir meteorolojik gözlem istasyonu yıllık ortalama sıcaklık verilerinin Şen Trend Belirleme yöntemine göre analizi.....	85
Şekil 50.	İspir meteorolojik gözlem istasyonu yıllık toplam yağış verilerinin Şen Trend Belirleme yöntemine göre analizi.....	87

Şekil 51.	İspir meteorolojik gözlem istasyonu yıllık ortalama bağıl nem verilerinin $u(t_i)$ - $u'(t_i)$ grafiği.	89
Şekil 52.	İspir meteorolojik gözlem istasyonu yıllık ortalama bağıl nem verilerinin Şen Trend Belirleme yöntemine göre analizi.	90
Şekil 53.	Tortum meteorolojik gözlem istasyonu yıllık ortalama sıcaklık verilerinin $u(t_i)$ - $u'(t_i)$ grafiği.	92
Şekil 54.	Tortum meteorolojik gözlem istasyonu yıllık ortalama sıcaklık verilerinin Şen Trend Belirleme yöntemine göre analizi.	93
Şekil 55.	Tortum meteorolojik gözlem istasyonu yıllık toplam yağış verilerinin Şen Trend Belirleme yöntemine göre analizi.	95
Şekil 56.	Tortum meteorolojik gözlem istasyonu yıllık ortalama bağıl nem verilerinin Şen Trend Belirleme yöntemine göre analizi.	97
Şekil 57.	İşhan Köprü akım gözlem istasyonu yıllık ortalama akım verilerinin $u(t_i)$ - $u'(t_i)$ grafiği.	100
Şekil 58.	İşhan Köprü akım gözlem istasyonu yıllık ortalama akım verilerinin Şen Trend Belirleme yöntemine göre analizi.	101
Şekil 59.	Oltu meteorolojik gözlem istasyonu yıllık ortalama sıcaklık verilerinin $u(t_i)$ - $u'(t_i)$ grafiği.	103
Şekil 60.	Oltu meteorolojik gözlem istasyonu yıllık ortalama sıcaklık verilerinin Şen Trend Belirleme yöntemine göre analizi.	104
Şekil 61.	Oltu meteorolojik gözlem istasyonu yıllık toplam yağış verilerinin Şen Trend Belirleme yöntemine göre analizi.	106
Şekil 62.	Oltu meteorolojik gözlem istasyonu yıllık ortalama bağıl nem verilerinin $u(t_i)$ - $u'(t_i)$ grafiği.	108
Şekil 63.	Oltu meteorolojik gözlem istasyonu yıllık ortalama bağıl nem verilerinin Şen Trend Belirleme yöntemine göre analizi.	109

TABLÖLAR DİZİNİ

Tablo 1.	Akım gözlem istasyonlarının homojenlik testi için uygulanan Run testinin sonuçları.	15
Tablo 2.	Seçilen akım gözlem istasyonları ve bu istasyonlar ile birlikte değerlendirilecek meteorolojik gözlem istasyonlarının özellikleri.....	16
Tablo 3.	Bayburt akım gözlem istasyonundan alınan ortalama akım debilerinin istatistiksel analizi.....	17
Tablo 4.	2305 Peterek akım gözlem istasyonundan alınan ortalama akım debilerinin istatistiksel analizi.	21
Tablo 5.	2315 Karşıköy akım gözlem istasyonundan alınan yıllık ortalama akım debilerinin istatistiksel analizi.	24
Tablo 6.	2316 İspir Köprü akım gözlem istasyonundan alınan yıllık ortalama akım debilerinin istatistiksel analizi.	27
Tablo 7.	2323 İspir Köprü akım gözlem istasyonundan alınan yıllık ortalama akım debilerinin istatistiksel analizi.	32
Tablo 8.	Akım gözlem istasyonları arasındaki korelasyon katsayıları.	36
Tablo 9.	İki değişken arasındaki ilişkinin Pearson korelasyon testine göre ifadesi.....	37
Tablo 10.	M ve P değerlerini hesaplamak için örnek uygulama verileri.	44
Tablo 11.	Örnek uygulama için M ve P değerleri.	44
Tablo 12.	Spearman'ın Rho testi değerleri.	46
Tablo 13.	2304 Bayburt akım gözlem istasyonu ve Bayburt meteorolojik gözlem istasyonu verilerinin trend analiz sonuçları.	57
Tablo 14.	2305 Peterek akım gözlem istasyonu ve İspir meteorolojik gözlem istasyonu verilerinin trend analiz sonuçları.	69
Tablo 15.	2305 Peterek akım gözlem istasyonu Pearson korelasyon testi sonuçları.....	69
Tablo 16.	2315 Karşıköy akım gözlem istasyonu ve Artvin meteorolojik gözlem istasyonu verilerinin trend analiz sonuçları.	80
Tablo 17.	2315 Karşıköy akım gözlem istasyonu Pearson korelasyon testi sonuçları.....	80

Tablo 18. 2316 İspir Köprü akım gözlem istasyonu ile İspir ve Tortum meteorolojik gözlem istasyonlarından alınan verilerinin trend analiz sonuçları.....	98
Tablo 19. 2323 İshan Köprü akım gözlem istasyonu ile Oltu meteorolojik gözlem istasyonundan alınan verilerinin trend analiz sonuçları.....	110
Tablo 20. 2323 İshan Köprü akım gözlem istasyonu Pearson korelasyon testi sonuçları.....	110
Tablo 21. Yıllık ortalama akım verilerinin trend analiz sonuçları.....	111
Tablo 22. Yıllık ortalama sıcaklık verilerinin trend analiz sonuçları.....	112
Tablo 23. Yıllık toplam yağış verilerinin trend analiz sonuçları	113
Tablo 24. Yıllık ortalama bağıl nem verilerinin trend analiz sonuçları	113

SEMBOLLER ve KISALTMALAR DİZİNİ

C_{sx}	Çarpıklık Katsayısı
C_{vx}	Değişim Katsayısı
$E(t)$	Beklenen Değer Operatörü
H_0	Sıfır Hipotezi
H_1	Karşıt Hipotez
M	Mann-Kendall Testi İçin Özel Tanımlı Sembol
P	Mann-Kendall Testi İçin Özel Tanımlı Sembol
N	Toplam Gözlem Adedi
r_x	Korelasyon Katsayısı
τ	Kendall Korelasyon Katsayısı
r_p	Pearson Korelasyon Katsayısı
r_s	Spearman'ın Rho Testi Katsayısı
S	Mann-Kendall Testi Özel Değeri
S_x	Eldeki Örnekten Hesaplanan Standart Sapma Değeri
t	Eşit Olan Gözlemlerin Sayısı
z	Standart Normal Değişken
α	Anlamlılık Düzeyi
μ_x	X Rastgele Değişkeninin Ortalaması
σ_x	Standart Sapma
AGİ	Akım Gözlem İstasyonu
DSİ	Devlet Su İşleri
EİE	Elektrik İşleri Etüt İdaresi
n_i	Veriden Önce Gelen Sayıların Büyük Olanlarının Sayısı
$u(t)$	Mann-Kendall Mertebe Korelasyon Testi Sonucunda Bulunan Fonksiyon
$Var(t)$	Varyans

1. GENEL BİLGİLER

1.1. Giriş

İnsanlar için hayat kaynağı olan su kaynakları yeryüzünde sınırlıdır. Sınırlı sayıdaki bu su kaynaklarının insanların ihtiyaçları düşünüldüğünde kullanma alanları oldukça geniştir. Tarımdan sanayiye enerjiden içme suyuna kadar birçok alanda suya ihtiyaç duyulur. Ayrıca giderek artan dünya nüfusu ve artan ihtiyaçlar mevcut kaynakların kullanımı konusunda ne kadar özenli ve titiz davranılması gerektiğini göstermektedir.

Suyun doğada vazgeçilmez kaynaklardan biri olduğu açıkça ortadadır. Tarih boyunca da insanların suya yakın bölgelerde yaşadığı ve medeniyetlerin burada kurulduğu görülmüştür. Bunun için suyun geçmişteki davranışını inceleyip gelecekteki davranışını tahmin etmek suyun verimli kullanılması açısından önemlidir.

Zamanla yer kürede ve atmosferde meydana gelen değişiklikler meteorolojik ve hidrolojik olayları olumlu veya olumsuz etkilemektedir. Nüfusun hızla artışı, çevrenin kirlenmesi, tabiatın tahrip edilmesi gibi insan kaynaklı etkilerle, karbondioksit, metan, azot ve sera gazlarının atmosfere salınması iklimsel değişimlere neden olmaktadır.

İklimlerdeki bu değişimler, iklimin doğrudan etkili olduğu hidrolojik çevrimi de etkilemektedir. İklim elemanlarından biri olan yağışlardaki değişimler de su kaynaklarını etkilemektedir. Ayrıca sıcaklık ve bağıl nem gibi iklimsel faktörlerinde su kaynakları üzerinde etkisi olduğu tartışılmaz bir gerçektir.

Su kaynaklarında ki azalmalar beraberinde üretilen enerji miktarını, tarım ürünlerinden elde edilecek verimi ve ekolojik dengenin bozulması gibi olumsuz sonuçları doğurmaktadır.

Gelişen dünya ile birlikte meydana gelen enerji ihtiyacı da su kaynaklarının kullanımında bizleri verimli olmaya itmektedir. Dünyada ve ülkemizde üretilen

enerjinin bir kısmı hidrolik enerjiden karşılandığı göz önünde bulundurulursa, suyun enerji açısından önemi de ortadır.

Gelişmekte olan ülkeler arasında yer alan Türkiye'nin enerji ihtiyacı gittikçe artmaktadır. Ekonomideki durgunluklar göz önüne alınmazsa ülkemizde elektrik tüketimi her yıl yaklaşık %8 oranında artmaktadır. Bu ihtiyacı karşılamak için ülkemiz her yıl yeni projeler için milyarlarca dolar ayırmak zorundadır. Dünyada olduğu gibi ülkemizde de enerji çok büyük öneme sahip olduğundan, kendine yeten, sürekli, güvenilir ve ekonomik bir elektrik enerjisine sahip olunması yönünde başta dışa bağımlı olmayan ve yerli bir enerji kaynağı olan hidroelektrik enerjisi olmak üzere bütün alternatifler göz önüne alınmalıdır. Bu nedenle, Türkiye elinde bulundurduğu su potansiyelini enerjiye dönüştürme noktasında hızlı adımlar atmak zorundadır.

Ülkemizin kendi enerjisini üretme konusundaki çalışmalarını her geçen yıl arttırarak devam ettirdiği ortadadır. 2017 yılı verilerine göre Türkiye'de ki kurulu gücün yıllara göre dağılımı ve buna ek olarak hidrolik enerjinin kurulu gücündeki dağılıma bakıldığından hem kendi enerjisini üretme konusunda ki çalışmaları hem de yenilenebilir enerji kaynağı olan hidrolik enerjiye verdiği önem de ortaya çıkmaktadır. Ülkemizde ki hidroelektrik potansiyel göz önüne bulundurulduğunda hidrolik enerjiye verilen önem daha da artacaktır (Süme vd., 2017a).

Akarsu akımlarındaki trendin bilinmesi su kaynaklarının planlanma ve işletmesinde büyük önem taşır. Ortalama ve düşük akımlarla ilgili akarsuya ait hidrolik bilgiler baraj ve haznelerin kapasitesinin hesabında ve baraj işletmesinde, taşkınlarla ilgili bilgiler ile taşkın yapılarının projelendirilmesi ve işletmesinde, düşük akımlarla ilgili bilgiler, su kalitesinin kontrolü ile ilgili problemlerde ve su temini projelerinde gereklidir. Akarsu akımlarında trend bulunması gelecek için verilecek kararları önemli ölçüde etkilemektedir.

Bu çalışmada, hidrolik açıdan önemli bir konuma sahip olan Çoruh Havzası'nın akış ve meteorolojik parametrelerin trend analizi yapılmıştır. Akış trendi ile meteorolojik parametrelerin arasındaki ilişki incelenmiştir.

Çoruh Havzası'nda bulunan 5 farklı akım gözlem istasyonundan alınan Çoruh Nehri'nin yıllık ortalama akım debisi verileri kullanılarak trend analizi yapılmıştır. Analizlerde normalite, lineerlik ve bağımsızlık gibi genellikle tipik yüzey suyu kalitesi, yıllık ortalama debi ve meteorolojik parametreleri (sıcaklık, yağış, bağıl nem vs.) veri setlerinde sağlanamayan temel varsayımların istendiği klasik parametrik testler yerine parametrik olmayan Mann-Kendall testi, Spearman'ın Rho ve Şen Trend Belirleme yöntemi kullanılmıştır. Anlamlı bir trend tespit edildiğinde, Mann-Kendall mertebeye korelasyon testi ile trend başlangıç yılı belirlenmiştir.

Havzada bulunan meteorolojik gözlem istasyonlarından elde edilen yağış, sıcaklık ve bağıl nem verileri üzerinde de Mann-Kendall testi, Spearman'ın Rho ve Trend Belirleme yöntemi uygulanmıştır. Elde edilen sonuçlar birlikte değerlendirilmiştir.

1.2. Literatür Özeti

İncelenen birçok meteorolojik ve hidrolojik olaylardaki değişkenlerin eğilimine yönelik hem Türkiye'de hem de diğer ülkelerde araştırmalar devam etmektedir.

Toros (1993), tüm Türkiye'yi temsil etmek amacıyla 18 farklı meteorolojik gözlem istasyonundan alınan sıcaklık ve yağış verilerine Spearman Rho ve Mann Kendall testini uygulamıştır. Gece sıcaklıklarında trendin belirgin bir şekilde olumlu, yağmur verilerindeki trendin ise sıcaklık kadar belirgin olmadığı görülmüştür.

İçağa ve Harmancıoğlu (1995), su kalitesinin değişiminin trend analizi üzerine literatürde önerilen yaklaşımların uygunluğunu Yeşilırmak örneği üzerinde çalışmıştır. Yeşilırmak Havzasında su kalite örneği alınan 10 farklı istasyona Spearman'ın Rho testi, Mevsimsel Mann-Kendall testi, Mann-Whitney testi ve Kruskal-Wallis' h testini uygulamışlardır ve bazı istasyonlar da anlamlı trendler belirlemişlerdir.

Turkes (1996) Türkiye'deki yıllık yağış miktarlarındaki değişimlerin zamansal ve mekânsal analizini yapmıştır. 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.

Kadioğlu (1997) ilkim parametrelerinden biri olan sıcaklık üzerinde çalışmıştır. Türkiye'nin hava sıcaklığı verilerinin trendini incelemiş, önemsiz artış trendleri bulmuştur. Ayrıca hava sıcaklığı verilerinin trend analizi için yetersiz olduğunu belirtmiştir.

Yılmaz (1999), çalışmasında 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 (EİEİ)'nin işlettiği 9 istasyonuna ait akim verileri analiz etmiştir. Sıcaklığın dışındaki iklimsel verilerde anlamlı eğilimin olmadığı, sıcaklık verilerindeki azalma eğilimleri ise, yerel hava kirleticilerinin ve bölgesel sülfat aerosollerinin yerel soğutma etkileri ile bağlantılı olabileceği belirtmiştir.

Ceylan (1999), çalışmasında, Yeşilirmak havzası sınırları içerisinde bulunan en az 30 yıllık gözlemleri olan DMI, EİEİ ve Devlet Su İşleri (DSİ) kurumlarına ait 24 değişik istasyonun yıllık bazda 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 gözlemlemiş 43 adet iklim serisi analiz etmiştir. 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 etmiştir.

Serrano vd. (1999), 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 1 istasyonda da artan trend tespit etmişlerdir.

Kasif (1999) Yeşilirmak havzasındaki iklim parametrelerini incelemiştir. 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 değiştiğini tespit etmiştir.

Whitfield (2000) Kanada'daki iklim ve hidrolojik parametrelerin değişimi üzerinde çalışmıştır.

Zhang vd. (2001) Kanada'daki akım trendlerini incelemiştir. 243 istasyona ait verilere Mann Kendall testi uygulayarak trend analizi gerçekleştirmişlerdir. Ayrıca çalışmada, veri aralığı için 30 yılın ideal bir süre olduğu ve yıllık ortalama akımdaki azalmanın ortalama sıcaklıktaki artıştan ve yağıştaki azalmadan kaynaklandığını belirtmişlerdir.

Kosif (2001), 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.

Burn ve Elnur (2002), 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.

Bayazıt vd. (2002), Türkiye akarsularının özellikle düşük akımlarında Trakya, Batı, Güney ve Orta bölgelerde anlamlı bir azalma izlendiğini ortaya koymuşlardır. Bu azalma, yıllık ortalama akımlar ve taşkınlarda, daha küçük oranlarda olsa da, mevcut olduğu akımların zaman içinde değişme eğilimi ile ilgili olarak elde edilen bu sonuçların, su yapılarının planlanma ve işletme çalışmalarında göz önünde tutulması gerektiğini ifade etmişlerdir.

Büyükyıldız ve Berktaş (2004), Sakarya Havzası'na ait 25 meteorolojik gözlem istasyonuna ait 1960-2000 periyodundaki aylık toplam yağış verilerine parametrik olmayan Sen'in T, Spearman'ın Rho, Mann-Kendall ve Mevsimsel Mann-Kendall trend testleri uygulamışlar. Trend analizi sonucunda istasyonların yaklaşık %20'si artan, %80'i ise azalan yönde olduğunu tespit etmişlerdir.

Özel (2004), Türkiye'deki 26 havzada aylık ortalama akımlarda trend olup olmadığı araştırmış, 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 metodunu kullanmıştır. 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 etmiştir.

Yıldız vd. (2004) Türkiye nehirlerindeki taşkın, ortalama ve düşük akımların zamana göre değişimlerini incelemiş ve akımlardaki gidisin hidroelektrik santrallerinin enerji üretimlerine etkilerini araştırmışlardır. Bu çalışma sonucunda Türkiye'nin batı, orta ve güney bölgelerindeki akarsuların, özellikle ortalama ve düşük akımlarında (ve bazılarının maksimum akımlarında) anlamlı bir azalma olduğunu ortaya çıkarmışlardır. Diğer bölgelerde ise zamanla artan bir trend olduğunu ortaya koymuşlar, hidroelektrik enerji üretimlerinde ise yine akımlardaki trendlere uygun bir gidisin var olduğunu göstermişlerdir.

Çığızoğlu vd. (2004) tarafından Türkiye nehirlerinin taşkın, ortalama ve düşük akımlarında trend bileşeninin varlığı konusundaki çalışmada Türkiye genelindeki 26 havzanın 24 ündeki 100 civarında akım gözlem istasyonuna ait günlük ortalama akım verilerini incelemişlerdir. 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 olduğunu ortaya çıkarmışlar, diğer bölgelerde ise istatistik anlamda anlamlı bir trendin görülmediğini ifade etmişlerdir.

Akyürek vd. (2004), 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 bazda incelenmiştir. Yıllık ortalama akım verilerinde her iki test için de incelenen 107 istasyonun 31 tanesinde trend bulmuşlar, bu istasyonların bulundukları bölgeler incelendiğinde genel olarak Türkiye’nin batı, orta ve güney bölgelerindeki istasyonlarda trendin azalma yönünde olduğunu, bölgesel analizlerde ise her iki bölgede azalan yönde trend olduğunu ifade etmişlerdir.

Kâhya ve Kalaycı (2004), Türkiye’deki 26 havzada bulunan 83 akım gözlem istasyonundaki aylık ortalama akımlara, Sen’in t, Mann-Kendall, Spearman’ın Rho, ve Mevsimsel Kendal testleri ile trend analizi yapmışlardır ve çalışma sonucunda Türkiye’nin güney ve batı bölgesinde azalan yönde, kuzey bölgesinde ise artan yönde trend belirlemişlerdir.

Yeşilata vd. (2004), 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 karşılaştırarak incelemişler ve baraj sonrasında her iki il için; yılın büyük bir bölümünde, sıcaklık ve nem değerlerinde artış olduğunu gözlemlemişlerdir. İklimsel verilerdeki trendi belirlemek için, baraj gölü sonrası meteorolojik verilere Lineer Regresyon yöntemi uygulanmışlar ve bu artışların bağıl nem ve maksimum sıcaklıklar için küçümsenmeyecek düzeyde olduğunu ve baraj gölü-yöre iklimi ilişkisinin hala dinamik bir şekilde devam ettiği sonucuna varmışlardır.

Gümüş (2006), Türkiye’nin en önemli havzalarından biri olan Fırat Havzasından seçilen istasyonların yıllık ortalama, minimum ve maksimum akımlarının trend analizini yapmış ve çıkan anlamlı trendleri nedenlerini araştırarak birlikte değerlendirmiştir.

Kırdemir (2009), Aşağı Sakarya Havzasındaki akarsuların yıllık ortalama akımlarının trend analizini yaparak nedenleri araştırmıştır. Yıllık ortalama akımlarda 8 adet istasyondan 6 tanesinde azalan yönde anlamlı trendler gözlemlenmiştir. Gözlenen trendlerin nedenleri için iklim ve baraj etkileri incelenmiş, iklim etkilerinden ele alınan sıcaklık, bağıl nem ve toplam yağış parametrelerinden sadece bağıl nem ile arasında anlamlı bir ilişki olduğunu görmüştür.

Niazi vd. (2013), Doğu Azerbaycan da bulunan Ajichay havzasının iklim parametreleri ve su kalitesinin trend analizini yapmış, iklimdeki değişimlerin su akışını etkilediğini tespit etmiştir. Ayrıca hem kurak hemda yağışlı mevsimler de su kalitesinin olumlu yönde trend gösterdiğini belirlemiştir.

Haktanır vd. (2013) Akdeniz'de iki istasyonda kaydedilen maksimum günlük yağış serisinin stokastik analizini yapmışlar, yapılan çalışmalarda en çok üzerinde durulan değişkenlerin sıcaklık, debi ve yağış değişkenleri olduğunu görmüşlerdir.

Sayemuzzaman ve Jhab (2014), ABD'nin Kuzey Carolina eyaletinde bulunan 249 meteorolojik gözlem istasyonundan alınan 1950-2009 yılları arasındaki aylık ve yıllık yağış verilerine trend analizi uygulamışlar, Mann Kendall testi, mevsimsel Mann Kendall testi ve Sen'in T testi uygulanan yağış verilerinde kışın 249 istasyonun 229'unda olumsuz trend görülürken, sonbaharda 202 pozitif trend olduğunu görmüşlerdir.

Çeribaşı ve Doğan (2015), Batı ve Doğu Karadeniz Havzaları ile Sakarya Havzasının yıllık ortalama yağış verilerine trend analizi uygulamışlar, Batı Karadeniz Havzasının yağış verilerinde trende rastlanmazken, Doğu Karadeniz Havzasının yağış verilerinde artan yönde trend olmasına rağmen Sakarya Havzasının yağış verilerinde ise azalan yönde trend gözlemlenmiştir.

Ay ve Kişi (2015), Şen (2012) tarafından önerilen oldukça yeni bir eğilim metodunu, Kızılırmak Havzası'nda ki istasyonlardan alınan aylık akım ve sediment

verilerine uygulamışlar, aynı verilere Mann-Kendall trend testini de uygulayarak çıkan sonuçları tartırmışlardır.

Doğan vd. (2016), Sakarya Nehri üzerinde kurulu olan barajlardan olan Gökçekaya Barajı'nın Sakarya Nehri akımı rejimine olan etkisi üzerine çalışmışlar. Gökçekaya barajının tam kapasite işletmeye alınmasından önce ve sonraki durumlar için nehirdeki akımların değişimi ayrı ayrı incelemişlerdir. Yapılan analizlerde 1953-1971 yılları arası artan trend gözlenirken 1972-2000 yılları arasında trend gözlenmediğini ortaya koymuşlardır. Bu sonuçlarla, Gökçekaya barajının yapılmasından sonra Doğançay istasyonunda yağışlı aylara ait pik debilerin nicelik olarak azaldığını, kurak aylara ait minimum seviyelerin ise arttığını göstermişlerdir.

Nemli (2017), Doğu Karadeniz Bölgesi'ndeki 10 adet meteoroloji istasyonlarına ait standart zamanlarda gözlenen en büyük yağış şiddetlerinin trendini incelemiştir. Bölgede genelde artan yönde trend tespit etmiştir.

Yukarıdaki literatür taramasından da anlaşıldığı gibi, Türkiye'yi kapsayan trend çalışmaları genellikle tüm Türkiye havzalarına odaklanmış ve genel sonuçlar verilmiştir. Sakarya ve Fırat havzası dışında ayrıntılı bir havza çalışılmamıştır. Bu çalışmanın amacı, Türkiye'nin en büyük havzalarında biri olan Çoruh havzasının hidrolik potansiyelinin belirleyen akımının kapsamlı bir trend analizini gerçekleştirmektir. Bu çalışmada Çoruh Havzası için yapılan önceki çalışmalara göre daha kapsamlı bir analiz yapılmıştır.

2. YAPILAN ÇALIŞMALAR

Bir havzada hidrolojik parametrelerin bilinmesi o bölgedeki su kaynaklarının planlaması ve işletilmesinde büyük önem taşımaktadır. Örneğin; baraj ve hazne kapasitelerinin belirlenmesinde ortalama ve düşük akımlardaki hidrolik bilgilerin ve trendin bilinmesi tasarım aşamasında gerekli olmaktadır. Diğer taraftan da taşkın hesaplarında kullanılan yıllık maksimum akımlar taşkın yapılarının tasarımında önemli rol oynamaktadır.

Trend, bir rastgele değişkenin değerlerinde zaman bağılı olarak bir değişimin (azalma/artma) olmasıdır. Trendin incelenmesinde parametrik ya da parametrik olmayan çeşitli istatistik testler kullanılır. Analizler için parametrik olmayan testler tercih edilir. Bunun nedeni, gözlemlerin kısa süreli, kesikli, düzensiz ve çarpık olması gibi olumsuz etkileri ortadan kaldırmaktır.

Bu çalışmada Mann-Kendall, Spearman'ın Rho, Mann-Kendall Mertebe Korelasyon Testi ve Şen Trend Belirleme yöntemi kullanılmıştır.

2.1. Çalışma Alanı

Çoruh havzası, Mescit dağlarında doğup Batum'dan Karadeniz'e dökülen ülkemizin en hızlı akan nehri olan Çoruh Nehri'ni içine alan, Kuzeydoğu Anadolu platosunda bulunan ve yaklaşık 2 milyon hektar alanı kapsayan bir havzadır.

Havzanın, kuzey sınırını Rize Dağlarının yüksek doruk hattı, güney sınırını ise Çoruh-Kelkit sıradağının zirvelerinden çekilen bir hat çizer. Batı sınırını Kelkit Vadisi, doğu sınırını ise Yalnızçam Dağlarının batısı oluşturur.

Genellikle Karadeniz Bölgesinin doğu yöresini teşkil eden Çoruh Havzası, kuzeyde Karadeniz ile güneyde Doğu Anadolu Bölgesi arasındadır. Bu durum Çoruh Havzasına iki ayrı bölgeden farklı bazı özellikler kazandırmıştır veya her iki bölgenin bazı karakterlerinin karışımı sonucu apayrı bir coğrafi bölüm oluşmasına neden

olmuştur. Havzanın coğrafi konumundan dolayı ortaya çıkan bu farklılık, etkisini diğer alanlarda da göstermiştir.

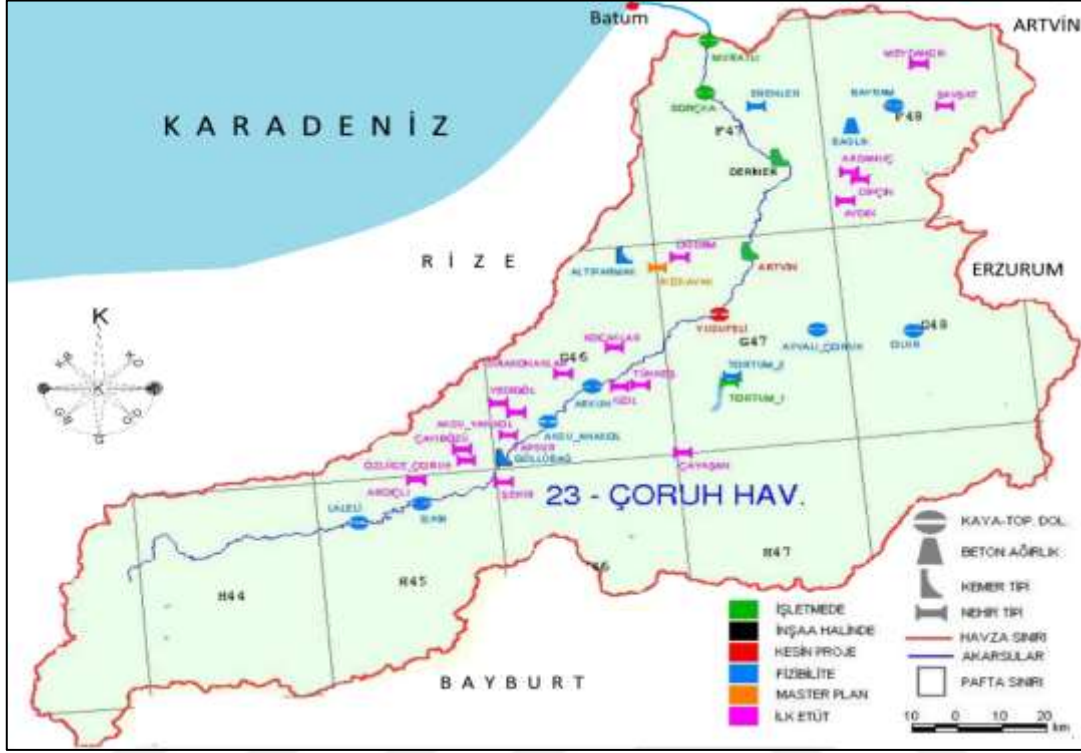
Bölge coğrafyası, tarih öncesi çağlarda insanların yaşaması için gerekli olan tarım alanları, su kaynakları ve bunların oluşturduğu doğal geçitleri bünyesinde barındırmaktadır. Bunun sonucu olarak da Çoruh Havzası, tarih öncesi devirlerden beri yerleşim yeri olamaya sürekli sahne olmuştur. Özellikle Son Kalkolitik ve Tunç Çağı boyunca varlığını sürdüren Karaz kültürünün etkileri, havzanın yukarı kısmında kendini göstermektedir. Havza, tarihi çağlara Hayaşa Krallığı döneminde (M.Ö. II.binin ortası) geçmiştir. Ayrıca bölgedeki zengin maden yatakları, Urartu Devleti' nin dikkatini çekmekte gecikmemiştir. Tarihi çağlar boyunca bölgede pek çok siyasi yapılanmalar görülmüştür (Ünsal, 2006).

Çoruh Nehri yağış alanı içinde; Artvin, Erzurum ve Gümüşhane illerinin büyük bölümü ile Kars ve Erzincan'ın bir bölümü yer alır. Bu illerden Artvin'in iklim karakteristiği, kışların ılık yazların sıcak ve çok yüksek yağışların olmasıdır. Yıllık ortalama sıcaklık 12,3°C olup, yıllık ortalama yağış miktarı 700 mm'dir. Erzurum ilinin iklim karakteristiği, kışlar çok soğuk ve karlı, yazları çok sıcak ve kurak olmasıdır. Yıllık ortalama sıcaklık 5,7°C olup, yıllık ortalama yağış miktarı 433 mm'dir. Bayburt ilinin iklim karakteristiği, Doğu Karadeniz iklimi ile Doğu Anadolu iklimi arasında bir geçiş iklimi vardır. Bu nedenle yazları çok sıcak ve kurak, kışlar soğuk ve yağışlı geçer. Yıllık ortalama sıcaklık 7°C olup, yıllık ortalama yağış miktarı 440 mm'dir (Süme vd., 2017a).

Çoruh Havzasındaki arazi kullanım durumuna bakıldığında, havzanın batı, doğu ve güneyinde genellikle mera alanları çoğunluktadır. Kuzeydoğuya doğru gidildikçe orman alanlarının arttığı, yer yer bahçe ve fundalıkların olduğu görülmektedir (Şentürk, 2008).

Çoruh Havzasının büyük bir bölümü Kahverengi orman topraklarından oluşmaktadır. Havzanın güney kısmında ise daha çok kireçsiz kahverengi toprak yapısı hakimdir. Bölgenin kuzey sınırına yakın kısımlarda ise yüksek dağ çayır toprak yapısı

ve az miktarda alüvyal topraklar ile gri kahverengi toprak yapısı mevcuttur (Şentürk, 2008).



Şekil 1. Çoruh havzasında bulunan enerji yapıları (Süme vd., 2018).

Türkiye'nin yıllık brüt yerüstü su potansiyeli 193 milyar m³, kullanılabilir su potansiyeli ise 112 milyar m³ civarındadır. Çoruh Havzası'nın yıllık su potansiyeli 6,3 milyar m³ olup, ülkemizin kullanılabilir su potansiyelinin %5,6'sına, brüt yerüstü su potansiyelinin ise %3,26'sına denk gelmektedir. Ülkemizde enerji üretiminde kullanılabilir su potansiyelinin yaklaşık %35'i kullanılmaktadır. Çoruh Havzası'nın Devlet Su İşleri tarafından hesaplanan brüt üretim potansiyeli yaklaşık 22601 GWh'dir. Tahmini ekonomik üretim potansiyeli ise 12431 GWh'dir. Havzadaki bu üretim potansiyelinin de yaklaşık %13'ü kullanılabilir gelmektedir. Bu durum Çoruh Havzası'nda enerji yapılarına önem verilmesi gerektiğini göstermektedir (Süme vd., 2017a).

Çoruh Nehri'nin yan kollarında 20'den fazla su kaynağı bulunmaktadır. Yan kollar üzerinde 5 adeti barajlı, 23 adeti regülatörlü olmak üzere toplamda 38 adet hidroelektrik santral yapılması planlanmıştır. Bu santrallerin kurulu güçleri yaklaşık 600 MW'dir. Çoruh Havzası'nın bütünü dikkate aldığımızda, havzadaki kurulu güç

Türkiye’de ki hidrolik kurulu gücün %16,66’sına, mevcut kurulu gücün ise %5,66’sına denk gelmektedir. Üretilen enerji ise Türkiye’de hidrolik enerjiden üretilenin %21.42’sine, mevcut üretilen enerjinin ise %5,27’sine denk gelmektedir (Süme vd., 2017b).

2.2. Kullanılan Veri Setleri ve Gözlem İstasyonları

Rastgele değişkenlik gösteren hidrolojik ve meteorolojik olaylar; insan faktörü, gözlem yöntemi ve veri saklanmasıdaki sistematik hatalar vb. gibi çok sayıda ki dış faktörlerden etkilendiğinden rastgele olma özelliklerini kaybederek, homojenlikleri bozulmaktadır. İstatiksel olarak dengede ve homojen olamayan ve rasgele değişken özelliği göstermeyen veri setlerinde sağlıklı istatistiksel sonuçlar çıkarılamaz (Çetin, 1997).

Herhangi bir veri setinden istatistik analiz yapılabilmesi için gözlenen verilerin;

- Veri setindeki gözlenen değerlerin meydana gelme ihtimallerinin aynı olması gerekir.
- Gözlenen değerlerin meydana gelmelerinin birbirinden bağımsız olması gerekir. Bir değer oluşması kendisinden sonra meydana gelen değeri etkilememelidir. Yani bağımsız olması gerekir.
- Gözlenen değişkenin benzer şartlarda meydana gelmesi ve gözlem yapılması gerekir. Yani homojen olması gerekir.

Bu çalışmada homojenlik testi olarak Run testi kullanılmıştır. Run (Swed-Eisenhart) testi ile incelenecek verinin aynı toplumdan geldiği ve birbirinden bağımsız olduğu kabulü veya tersi şeklindeki iki varsayım kontrol edilebilir. Bu test sonucuna göre veriler aynı toplumdan ve birbirinden bağımsız ise bu serilere basit rastgele seriler denir.

Zaman serisi veriler belirli bir seviyeden kesilerek (bu seviye ortalama değer, orta değer veya en sık değer (mod) alınabilir) serideki her bir değerin bu seviyenin altında veya üstünde olması durumları tespit edilir. Orta değerin altında veya üstünde seyreden verilerden birinden diğerine geçiş sayıları toplamına run sayısı denir. Arzu edilen değer serideki verilerin sürekli olarak orta değerin altında ve üstünde seyretmesidir. Eğer uzun süre altında veya üstünde seyrediyorsa run sayısı küçüktür. Bu tür serilerde homojenlik olmayabilir. Run sayısı Excel yardımıyla hesaplanır.

Test sonucu z , veri sayısı N , run (değişim) sayısı r , orta seviye altında olanlar sayısı N_a , üstte olan değerler sayısı N_u olmak üzere;

$$z = \frac{r - \frac{2 * N_a * N_u}{(N_a + N_u)} + 1}{\sqrt{\frac{2 * N_a * N_u * (2 * N_a * N_u - N)}{N^2 * (N - 1)}}} \quad (1)$$

Elde edilen $Z =$ değeri ± 1.96 arsında ise %95 güven aralığında, ± 2.54 aralığında ise %90 güven aralığında verilerin rastgele (homojen) dağıldığı kabul edilir.

Bu çalışmada kullanılan akım gözlem istasyonu ve meteorolojik gözlem istasyonu verilerine homojenlik testi olan run testi uygulanmıştır. Sonuçlar tabloda verilmiştir.

Tablo 1. Akım gözlem istasyonlarının homojenlik testi için uygulanan Run testinin sonuçları.

AGİ	Run Testi				Homojenlik
	R	N	N _a	Z	
2304	21	46	23	-0,2982	%95 güven aralığında homojendir
2305	15	46	23	-2,0875	%90 güven aralığında homojendir
2315	15	46	23	-2,0875	%90 güven aralığında homojendir
2316	19	46	23	-0,8946	%95 güven aralığında homojendir
2323	18	46	23	-1,1929	%95 güven aralığında homojendir

Aynı şekilde kullanılan meteorolojik gözlem istasyonlarındaki tüm meteorolojik parametrelere (ortalama sıcaklık, toplam yağış ve ortalama nem) Run testi uygulanmıştır. Kullanılan tüm veri setlerinin homojen olduğu tespit edilmiştir.

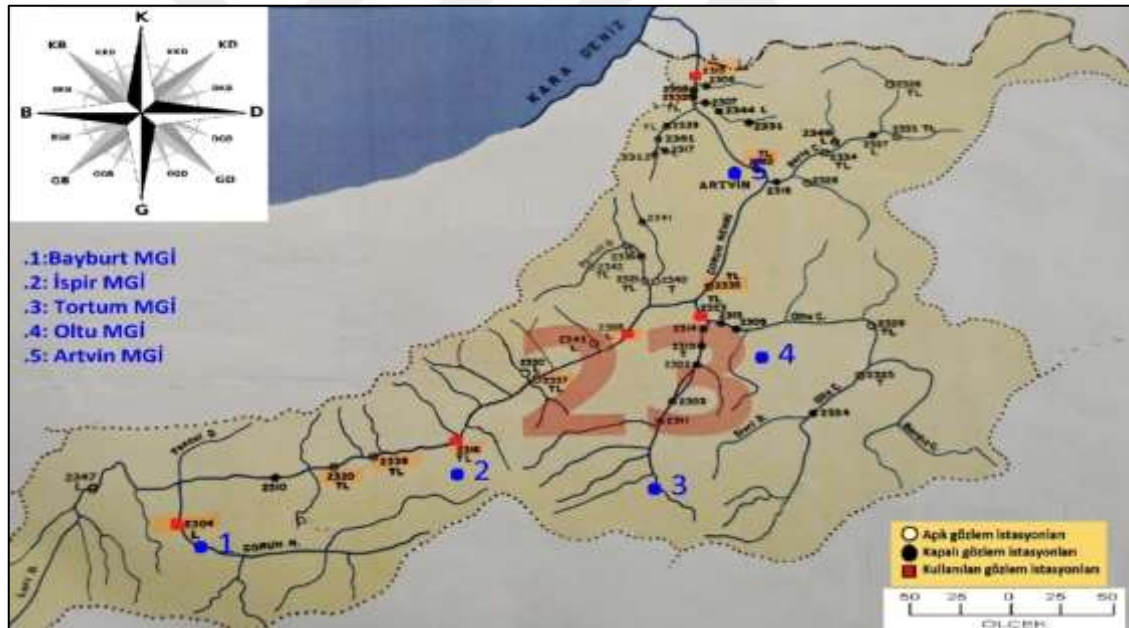
Havzada akım gözlem istasyonları ve meteorolojik gözlem istasyonları seçilirken;

- İstatistik analizlerde kullanılabilecek nicelikte verisi bulunan
- Mümkün olabildiğince dış faktörlerden etkilenmeyecek istasyonların tercih edilmesi
- Havza alanının tamamı hakkında bilgi sahibi olabilmek için havzaya homojen şekilde yayılmış istasyonların tercih edilmesi
- İklim parametrelerinin akım üzerindeki etkisini araştırmak için seçilen meteorolojik gözlem istasyonlarının akım gözlem istasyonlarına yakın olması
- Gözlenen yıllardaki verilerde kesiklik ve düzensizliğin olmaması. Varsa eksik verilerin uygun metotlarla tahmin edilmesi gibi kriterler göz önüne alındı.

Yukarıda ki kriterler göz önüne alınarak havzadan 5 farklı akım gözlem istasyonu ve 5 farklı meteorolojik gözlem istasyonu seçilmiştir.

Tablo 2. Seçilen akım gözlem istasyonları ve bu istasyonlar ile birlikte değerlendirilecek meteorolojik gözlem istasyonlarının özellikleri.

AGİ No	Su ve İstasyon Adı	Aç.Tar.	Kot (m)	Yağış (mm)	Y.Alanı (km²)	MGİ Adı	
						I	II
2304	Çoruh N.- Bayburt	03.09.1941	1545	449	1734,0	Bayburt	
2305	Çoruh N.- Peterek	11.09.1941	654	394	7272,0	İspir	
2315	Çoruh N.- Karşıköy	26.06.1964	57	1244	19654,4	Artvin	
2316	Çoruh N.- İspir Köp.	01.10.1964	1170	488	5505,2	İspir	Tortum
2323	Oltu S.-İşhan Köp.	07.12.1962	572	317	6854,0	Oltu	

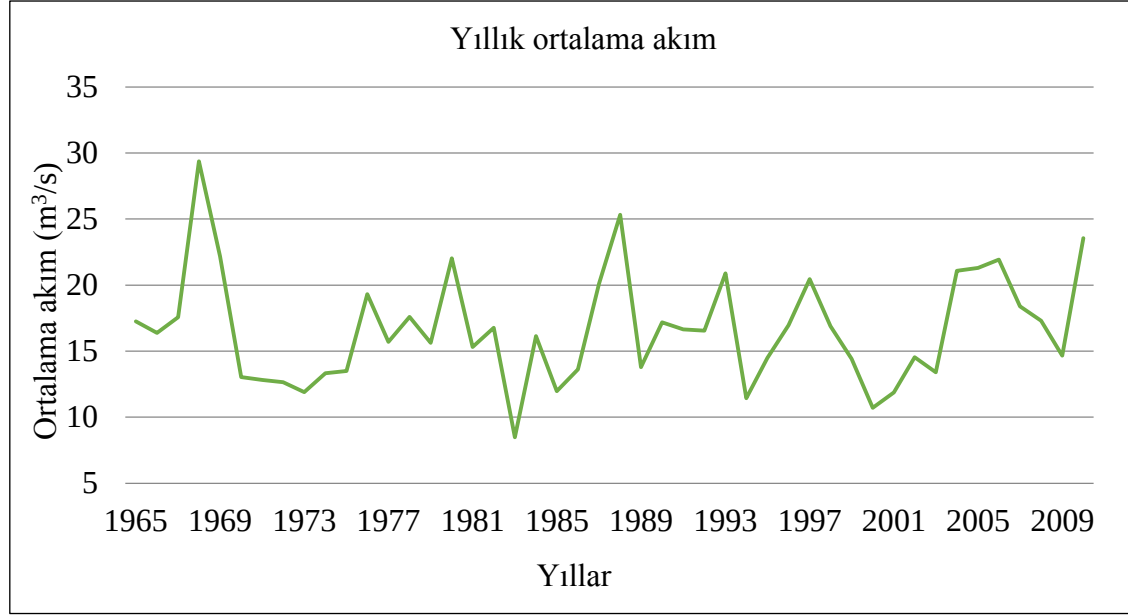


Şekil 2. Çoruh Havza'sından seçilen akım gözlem istasyonları ve meteorolojik gözlem istasyonları.

2.2.1. 2304 No’lu Bayburt Akım Gözlem İstasyonu

03.09.1941 tarihinde EİE tarafından açılan bu istasyon daha sonra EİE'nin kapatılmasıyla DSI'ye devredilmiştir. Bayburt akım gözlem istasyonunun denizden yüksekliği 1545m olup yağış alanı 1734 km²'dir.Bu gözlem istasyonundan 1965 ile

2010 yılları arasındaki akım verileri alınmıştır. Kullanılan veriler DSİ Genel Müdürlüğü'nden temin edilmiştir. Akım istasyonuna ait veri setinde eksik veriler olduğundan bu istasyonla en uygun korelasyona sahip 2305 No'lu Peterek akım gözlem istasyonu arasında Excel yardımıyla lineer regresyon analizi yapılarak eksik veriler tahmin edilmiştir.



Şekil 3. 2304 Bayburt akım gözlem istasyonunun yıllık ortalama akım verileri.

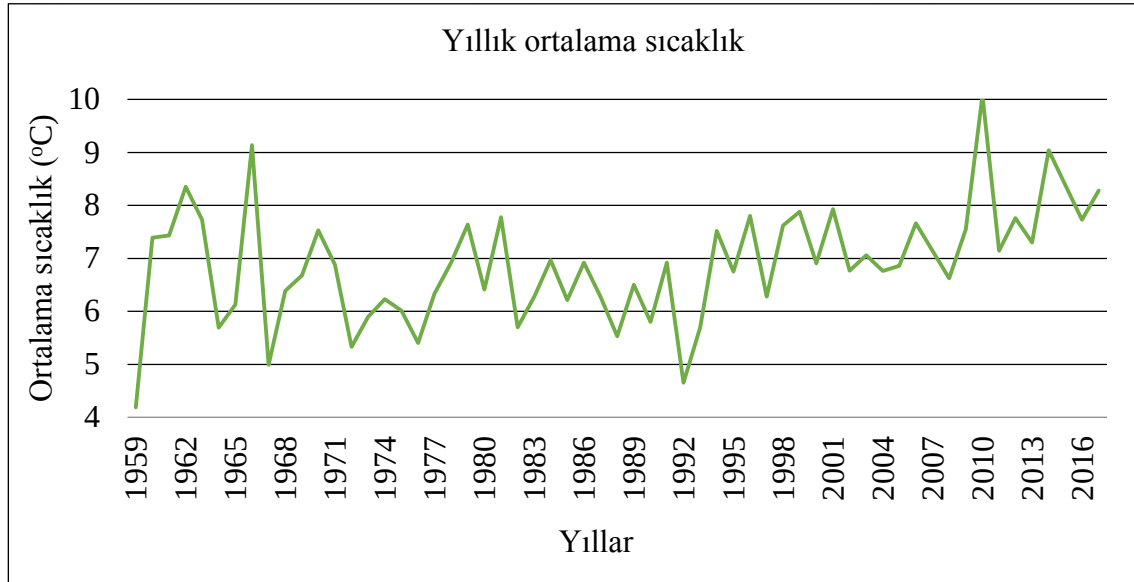
Tablo 3. Bayburt akım gözlem istasyonundan alınan ortalama akım debilerinin istatistiksel analizi.

Aylar	Ortalama (m³/s)	Standart Sapma (m³/s)	Ç. Katsayısı
Ekim	7,58	1,57	0,97
Kasım	6,24	2,01	0,83
Aralık	6,23	1,41	1,11
Ocak	5,44	1,15	0,18
Şubat	5,47	1,21	-0,17
Mart	7,85	2,00	0,55
Nisan	39,33	17,48	1,66
Mayıs	56,30	18,87	0,47
Haziran	30,04	9,25	0,20
Temmuz	13,50	4,15	0,81
Ağustos	13,50	4,14	0,81
Eylül	7,32	1,85	0,60

2304 No'lu Bayburt akım gözlem istasyonundan elde edilen verilerle birlikte trend analizinde kullanılacak meteorolojik parametreleri bu istasyonun yakınında yer alan Bayburt meteorolojik gözlem istasyonundan temin edilmiştir.

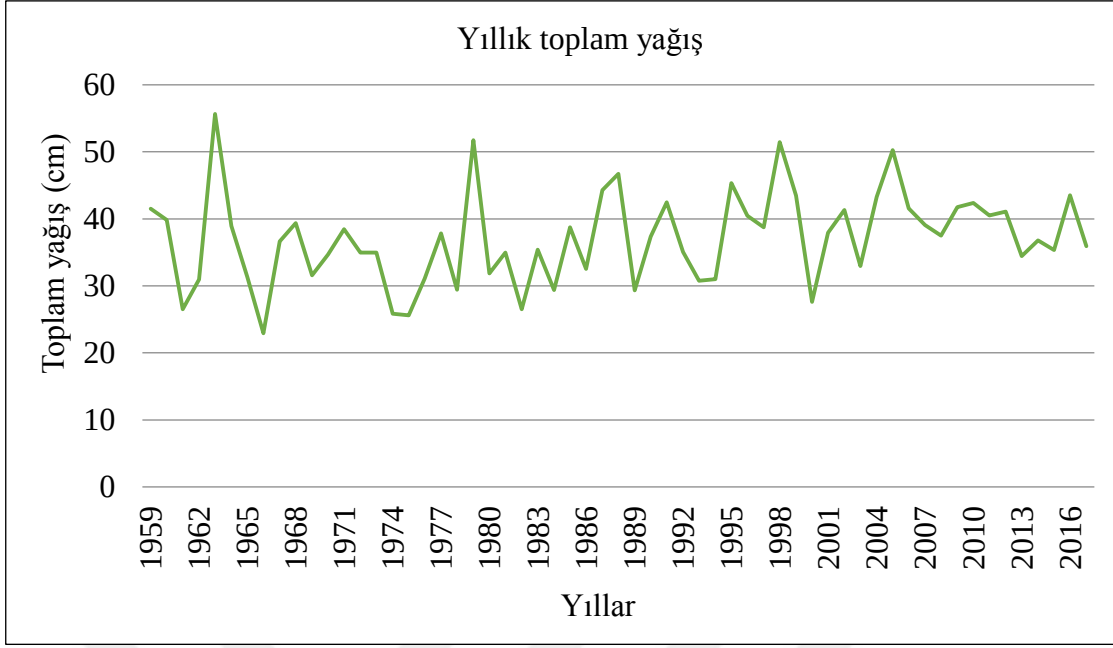
Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nden Bayburt meteorolojik gözlem istasyonu yıllık ortalama sıcaklık, yıllık toplam yağış ve yıllık ortalama bağıl nem verileri alınmıştır.

İlk olarak 1959-2017 yılları arası alınan yıllık ortalama sıcaklık verileri aşağıdaki grafikte gösterilmiştir.



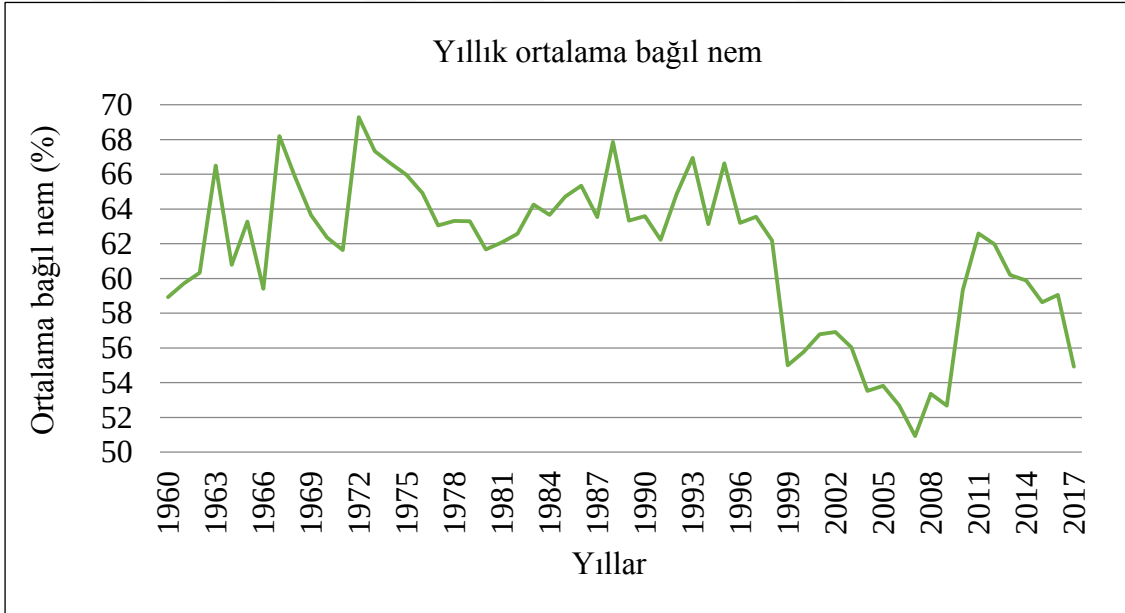
Şekil 4. Bayburt meteorolojik gözlem istasyonundan alınan yıllık ortalama sıcaklık değerlerinin grafiksel gösterimi.

İkinci olarak Bayburt meteorolojik gözlem istasyonundan alınan 1959-2017 yılları arası yıllık toplam yağış verileri aşağıdaki grafikte gösterilmiştir.



Şekil 5. Bayburt meteorolojik gözlem istasyonundan alınan yıllık toplam yağış değerlerinin grafiksel gösterimi.

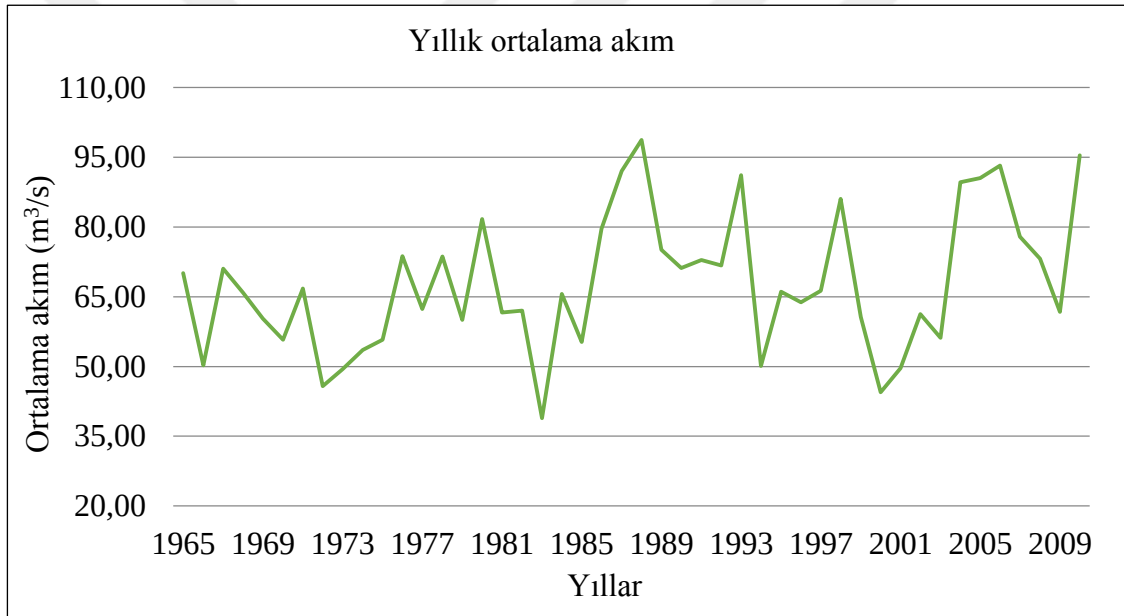
Son olarak Bayburt meteorolojik gözlem istasyonundan alınan 1960-2017 yılları arası yıllık ortalama bağıl nem verileri aşağıdaki grafikte gösterilmiştir.



Şekil 6. Bayburt meteorolojik gözlem istasyonundan alınan yıllık ortalama bağıl nem değerlerinin grafiksel gösterimi.

2.2.2. 2305 No'lu Peterek Akım Gözlem İstasyonu

11.09.1941 tarihinde EİE tarafından açılan bu istasyon daha sonra EİE'nin kapatılmasıyla DSI'ye devredilmiştir. Artvin ilinde Yusufeli ilçesinin 15 km güneyinde Çevreli köyünde bulunan Peterek akım gözlem istasyonunun denizden yüksekliği 654 m olup yağış alanı 7272 km²'dir. Bu gözlem istasyonundan 1965 ile 2010 yılları arasındaki akım verileri alınmıştır. Akım istasyonuna ait veri setinde eksik veri olduğundan bu istasyonla en uygun korelasyona sahip 2316 No'lu İspir Köprü akım gözlem istasyonu arasında Excel yardımıyla lineer regresyon analizi yapılarak eksik veriler tahmin edilmiştir.



Şekil 7. 2305 Peterek akım gözlem istasyonundan alınan yıllık ortalama akım debilerinin grafiksel gösterimi.

Tablo 4. 2305 Peterek akım gözlem istasyonundan alınan ortalama akım debilerinin istatistiksel analizi.

Aylar	Ortalama (m ³ /s)	Standart Sapma (m ³ /s)	Ç. Katsayısı
Ekim	26,70	7,03	1,37
Kasım	30,83	13,09	1,44
Aralık	26,93	8,74	0,63
Ocak	22,79	7,97	0,82
Şubat	25,74	8,70	1,33
Mart	60,02	34,04	0,82
Nisan	167,83	61,82	0,68
Mayıs	217,85	65,94	0,55
Haziran	149,10	49,01	0,34
Temmuz	59,95	21,96	0,69
Ağustos	26,32	8,72	0,50
Eylül	21,92	5,75	1,50

2305 No'lu Peterek akım gözlem istasyonundan elde edilen verilerle birlikte trend analizinde kullanılacak meteorolojik parametreleri de bu istasyonun yakınında yer alan İspir meteorolojik gözlem istasyonundan temin edilmiştir.

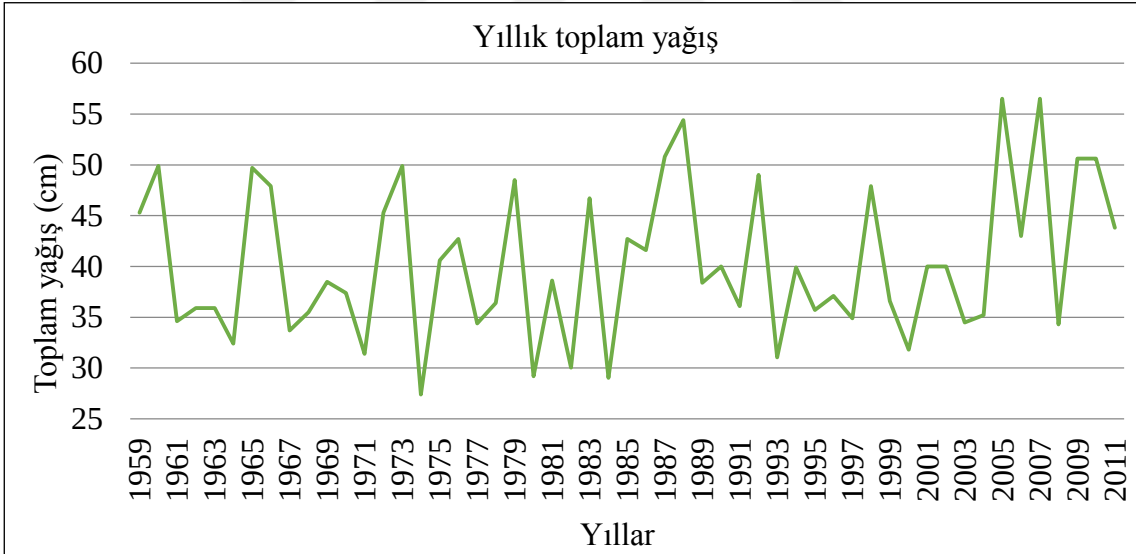
İspir meteorolojik gözlem istasyonundan yıllık ortalama sıcaklık, yıllık toplam yağış ve yıllık ortalama bağıl nem verileri alınmıştır.

İlk olarak 1959-2017 yılları arası alınan yıllık ortalama sıcaklık verileri grafikte gösterilmiştir.



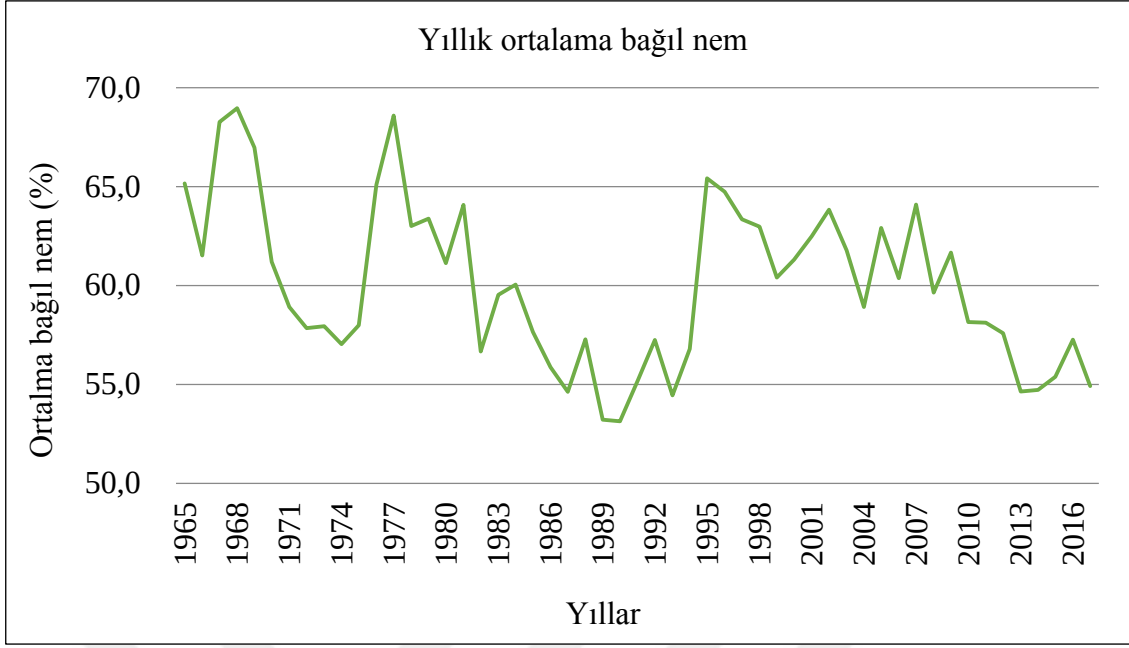
Şekil 8. İspir meteorolojik gözlem istasyonundan alınan yıllık ortalama sıcaklık değerlerinin grafiksel gösterimi.

İkinci olarak 1959-2011 yılları arası alınan yıllık ortalama sıcaklık verileri grafikte gösterilmiştir.



Şekil 9. İspir meteorolojik gözlem istasyonundan alınan yıllık toplama yağış verilerinin grafiksel gösterimi.

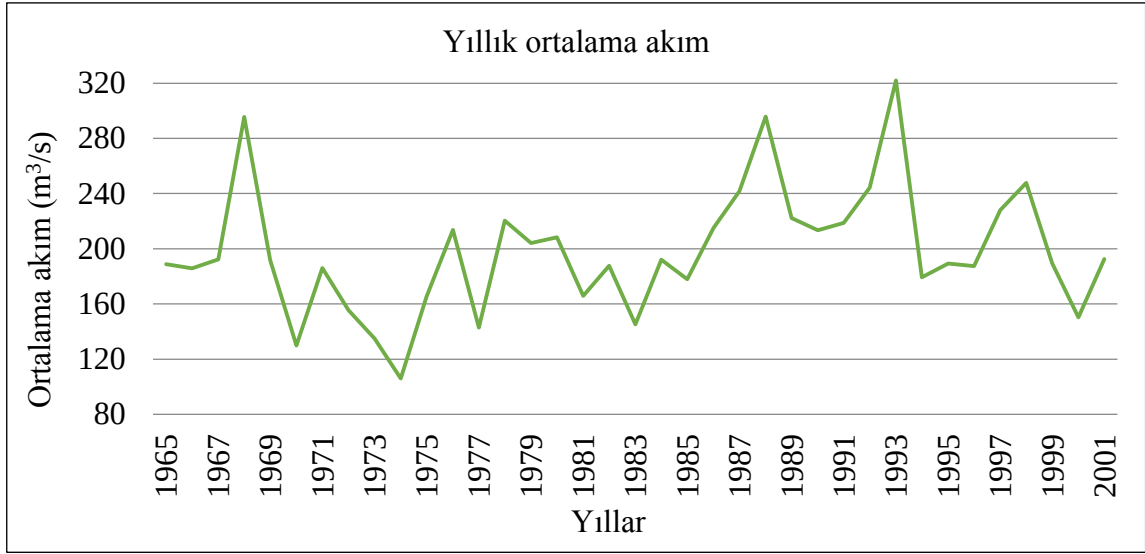
Son olarak 1965-2017 yılları arası alınan yıllık ortalama bağıl nem verileri grafikte gösterilmiştir.



Şekil 10. İspir meteorolojik gözlem istasyonundan alınan yıllık ortalama bağıl nem verilerin grafiksel gösterimi.

2.2.3. 2315 No'lu Karşıköy Akım Gözlem İstasyonu

26.06.1964 tarihinde EİE tarafından açılan bu istasyon daha sonra EİE'nin kapatılmasıyla DSİ'ye devredilmiştir. Karşıköy akım gözlem istasyonunun denizden yüksekliği 57 m olup yağış alanı 19654,4 km²'dir. Bu gözlem istasyonundan 1965 ile 2001 yılları arasındaki akım verileri alınmıştır. Akım istasyonuna ait veri setinde eksik veri olduğundan bu istasyonla en uygun korelasyona sahip 2305 No'lu Peterek akım gözlem istasyonu arasında Excel yardımıyla lineer regresyon analizi yapılarak eksik veriler tahmin edilmiştir.



Şekil 11. 2315 Karşıköy akım gözlem istasyonundan alınan yıllık ortalama akım debilerinin grafiksel gösterimi.

Tablo 5. 2315 Karşıköy akım gözlem istasyonundan alınan yıllık ortalama akım debilerinin istatistiksel analizi.

Aylar	Ortalama (m³/s)	Standart Sapma (m³/s)	Ç. Katsayısı
Ekim	108,64	34,13	0,48
Kasım	120,04	37,08	0,82
Aralık	109,92	33,54	1,14
Ocak	91,22	24,40	1,08
Şubat	102,63	25,72	0,52
Mart	182,89	61,36	1,99
Nisan	487,03	168,93	1,07
Mayıs	610,28	171,57	1,30
Haziran	389,57	124,77	0,82
Temmuz	171,21	59,15	0,88
Ağustos	86,55	27,69	1,10
Eylül	80,42	21,85	0,72

2315 No'lu Karşıköy akım gözlem istasyonundan elde edilen verilerle birlikte trend analizinde kullanılacak meteorolojik parametreleri de bu istasyonun yakınında yer alan Artvin meteorolojik gözlem istasyonundan temin edilmiştir.

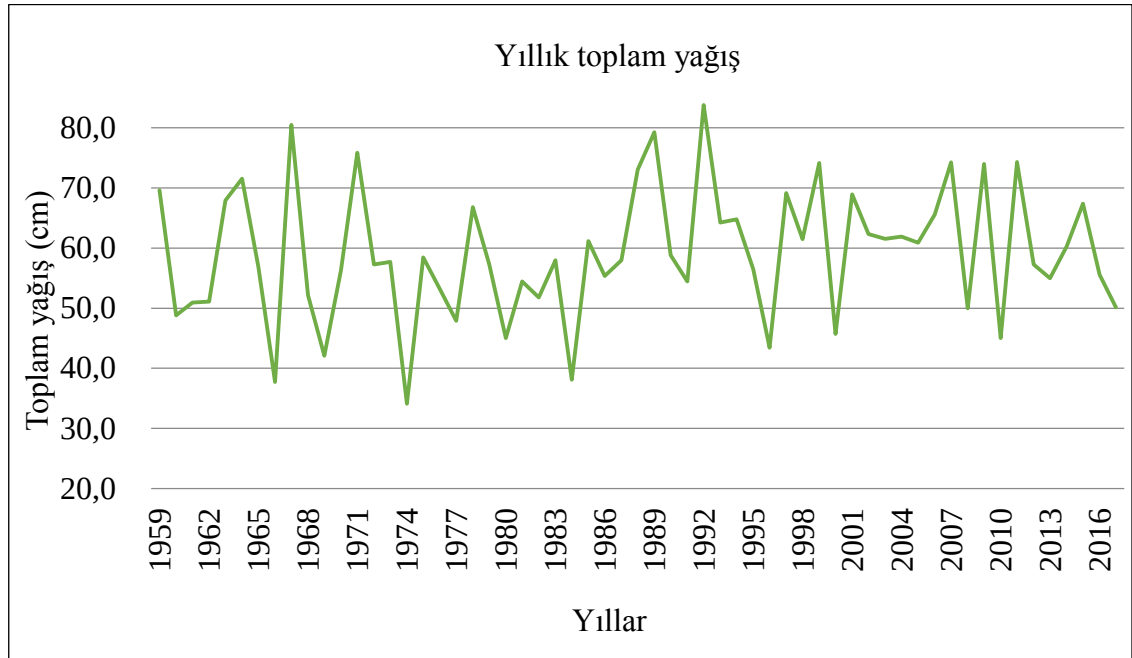
Artvin meteorolojik gözlem istasyonundan yıllık ortalama sıcaklık, yıllık toplam yağış ve yıllık ortalama bağıl nem verileri alınmıştır.

İlk olarak 1959-2017 yılları arası alınan yıllık ortalama sıcaklık verileri grafikte gösterilmiştir.



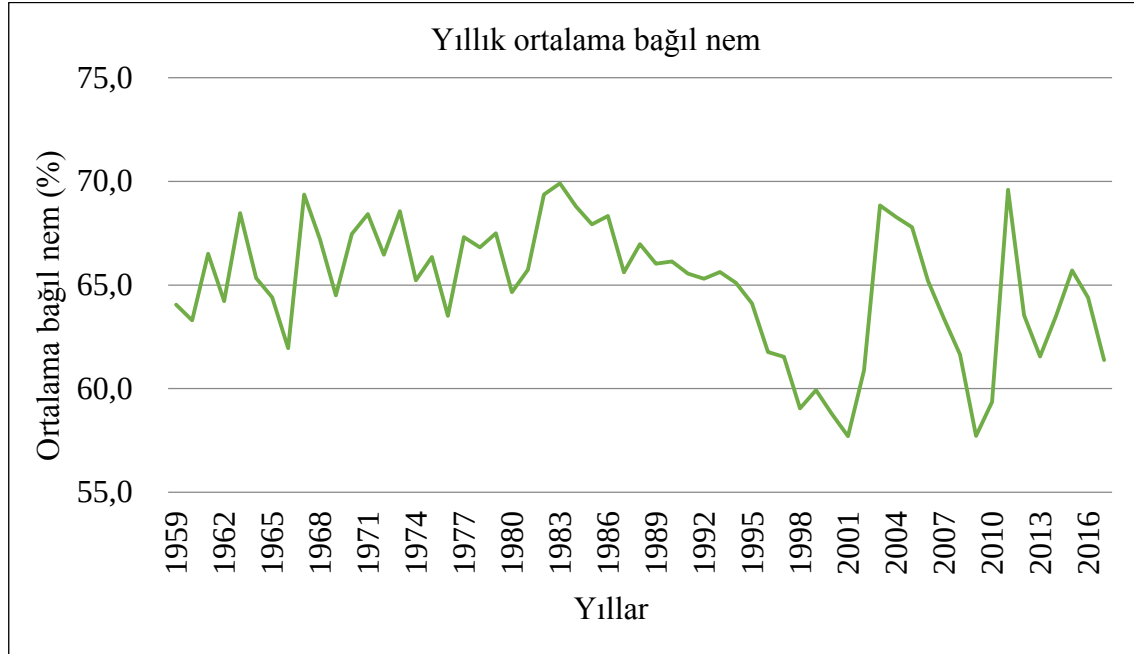
Şekil 12. Artvin meteorolojik gözlem istasyonundan alınan yıllık ortalama sıcaklık verilerinin grafiksel gösterimi.

İkinci olarak 1959-2017 yılları arası alınan yıllık ortalama sıcaklık verileri grafikte gösterilmiştir.



Şekil 13. Artvin meteorolojik gözlem istasyonundan alınan yıllık toplam yağış verilerinin grafiksel gösterimi.

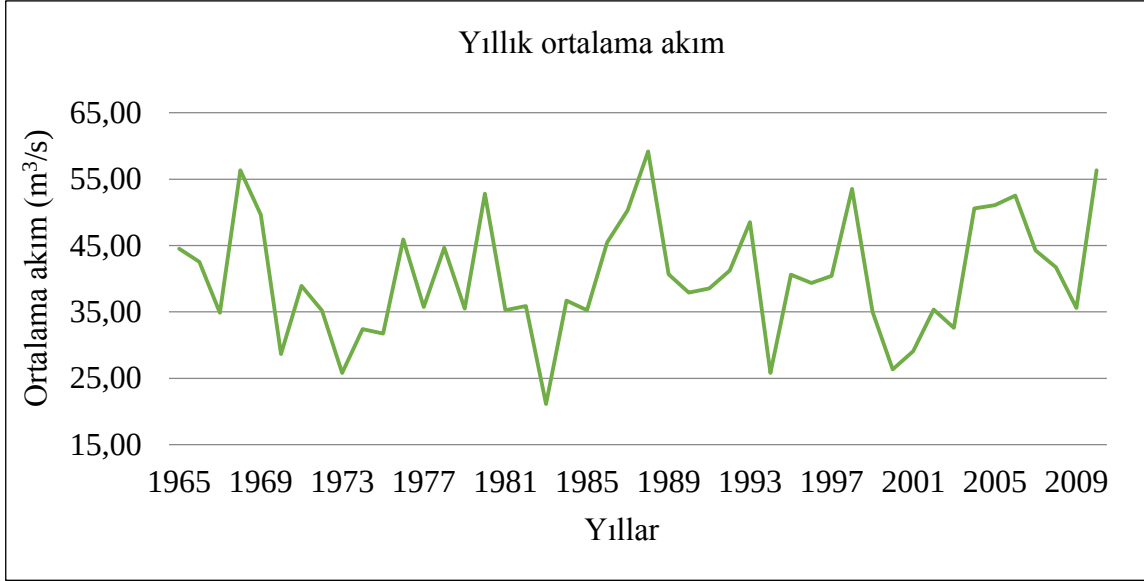
Son olarak 1959-2017 yılları arası alınan yıllık ortalama bağıl nem verileri grafikte gösterilmiştir.



Şekil 14. Artvin meteorolojik gözlem istasyonundan alınan yıllık ortalama bağıl nem verilerinin grafiksel gösterimi.

2.2.4. 2316 No'lu İspir Köprü Akım Gözlem İstasyonu

01.10.1964 tarihinde EİE tarafından açılan bu istasyon daha sonra EİE'nin kapatılmasıyla DSI'ye devredilmiştir. İspir Köprü akım gözlem istasyonunun denizden yüksekliği 1170 m olup yağış alanı 5505,2 km²'dir. Bu gözlem istasyonundan 1965 ile 2010 yılları arasındaki akım verileri alınmıştır. Akım istasyonuna ait veri setinde eksik veri olduğundan bu istasyonla en uygun korelasyona sahip 2305 No'lu Peterek akım gözlem istasyonu arasında Excel yardımıyla lineer regresyon analizi yapılarak tahmin edilmiştir.



Şekil 15. 2316 İspir Köprü akım gözlem istasyonundan alınan yıllık ortalama akım debilerinin grafiksel gösterimi.

Tablo 6. 2316 İspir Köprü akım gözlem istasyonundan alınan yıllık ortalama akım debilerinin istatistiksel analizi.

Aylar	Ortalama (m³/s)	Standart Sapma (m³/s)	Ç. Katsayısı
Ekim	15,21	3,73	1,58
Kasım	17,75	7,59	2,52
Aralık	15,37	4,94	2,32
Ocak	12,92	2,58	1,24
Şubat	13,67	3,43	1,39
Mart	30,98	11,22	0,62
Nisan	107,73	38,74	0,99
Mayıs	137,81	39,30	-0,08
Haziran	77,15	25,60	0,33
Temmuz	26,29	8,87	0,65
Ağustos	13,47	3,44	0,53
Eylül	12,04	3,03	1,09

2316 No'lu İspir Köprü akım gözlem istasyonundan elde edilen verilerle birlikte trend analizinde kullanılacak meteorolojik parametreleri de bu istasyonun yakınında yer alan İspir ve Tortum meteorolojik gözlem istasyonlarından temin edilmiştir.

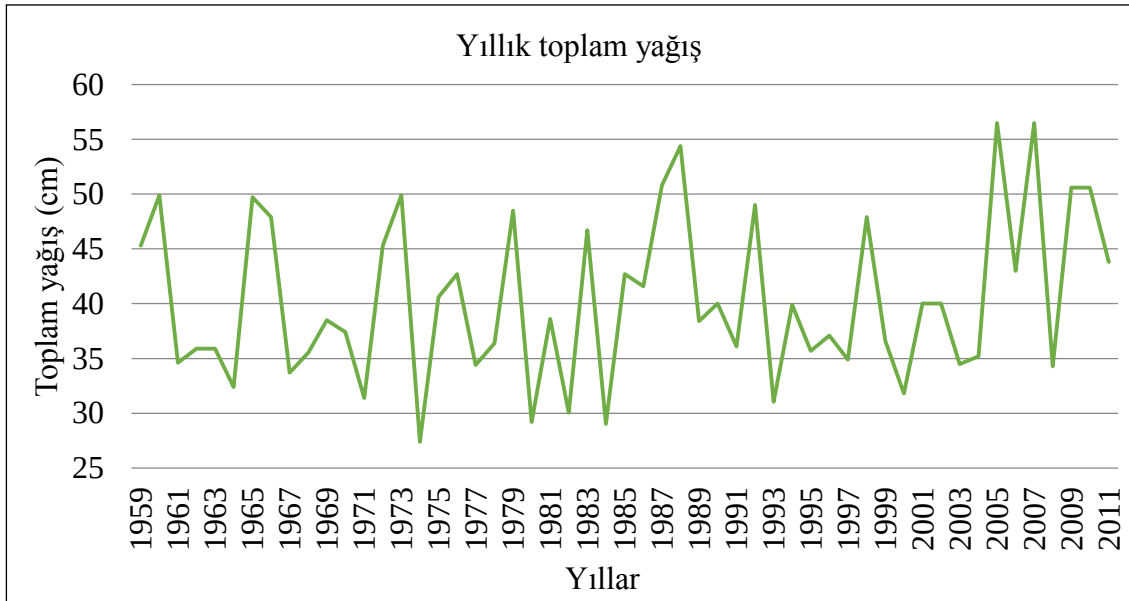
İspir meteorolojik gözlem istasyonundan yıllık ortalama sıcaklık, yıllık toplam yağış ve yıllık ortalama bağıl nem verileri alınmıştır.

İlk olarak 1959-2017 yılları arası alınan yıllık ortalama sıcaklık verileri grafikte gösterilmiştir.



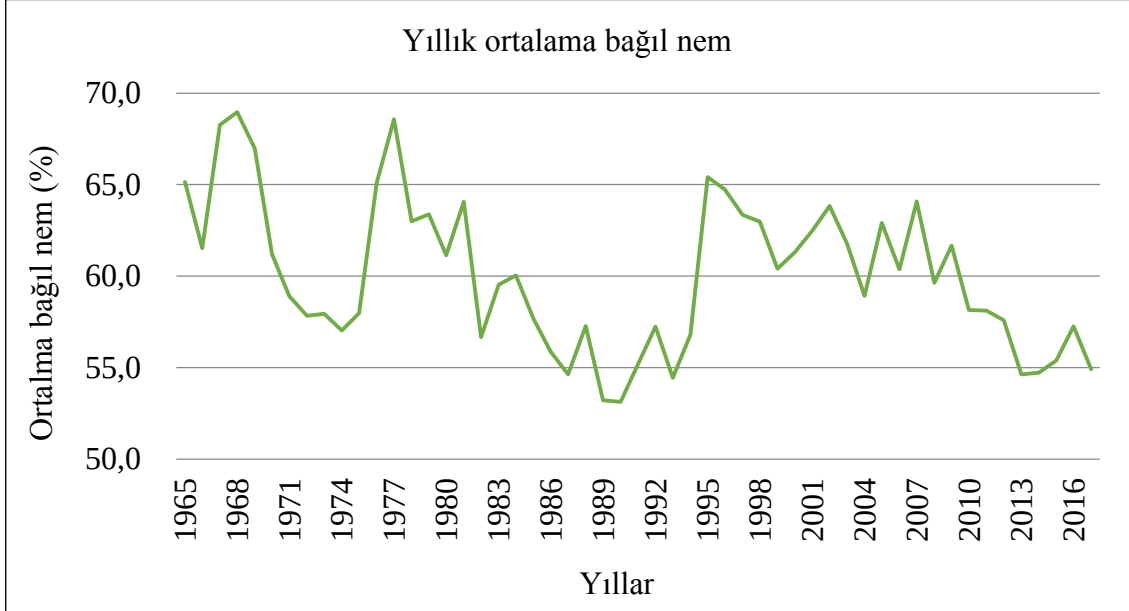
Şekil 16. İspir meteorolojik gözlem istasyonundan alınan yıllık ortalama sıcaklık değerlerinin grafiksel gösterimi.

İkinci olarak 1959-2011 yılları arası alınan yıllık toplam yağış verileri grafikte gösterilmiştir.



Şekil 17. İspir meteorolojik gözlem istasyonundan alınan yıllık toplama yağış verilerinin grafiksel gösterimi.

Son olarak 1965-2017 yılları arası alınan yıllık ortalama bağıl nem verileri grafikte gösterilmiştir.



Şekil 18. İspir meteorolojik gözlem istasyonundan alınan yıllık ortalama bağıl nem verilerin grafiksel gösterimi.

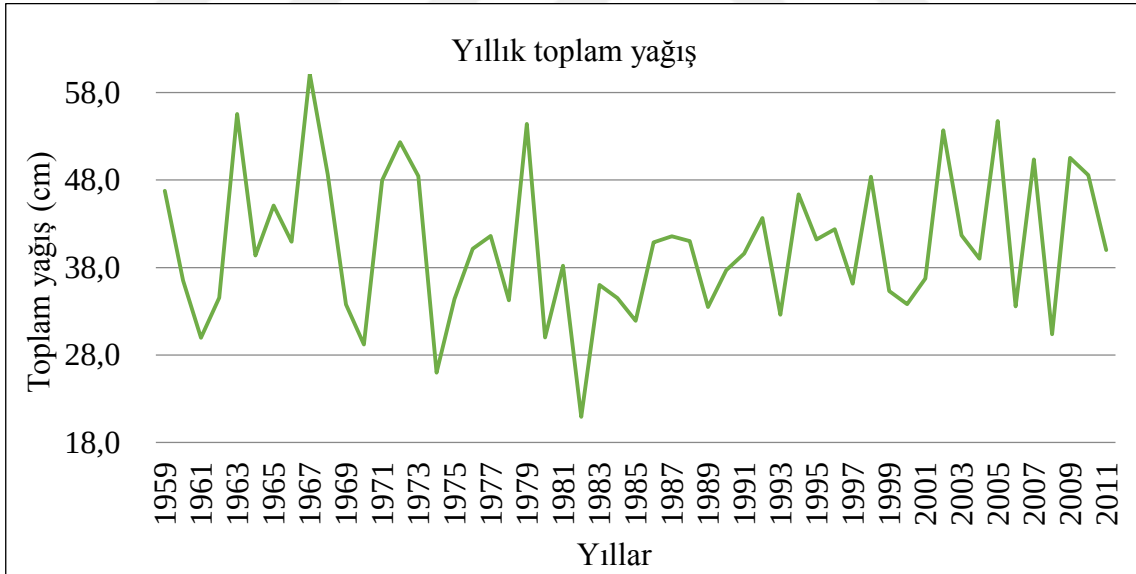
Tortum meteorolojik gözlem istasyonundan yıllık ortalama sıcaklık, yıllık toplam yağış ve yıllık ortalama bağıl nem verileri alınmıştır.

İlk olarak 1959-2017 yılları arası alınan yıllık ortalama sıcaklık verileri grafikte gösterilmiştir.



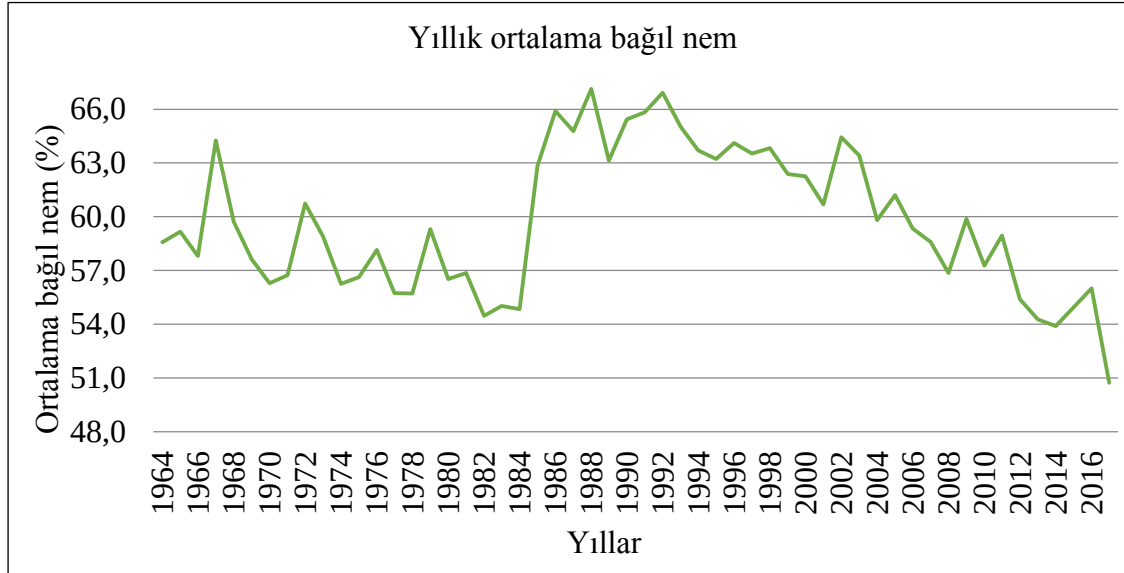
Şekil 19. Tortum meteorolojik gözlem istasyonundan alınan yıllık ortalama sıcaklık değerlerinin grafiksel gösterimi.

İkinci olarak 1959-2011 yılları arası alınan yıllık toplam yağış verileri grafikte gösterilmiştir.



Şekil 20. Tortum meteorolojik gözlem istasyonundan alınan yıllık toplam yağış değerlerinin grafiksel gösterimi.

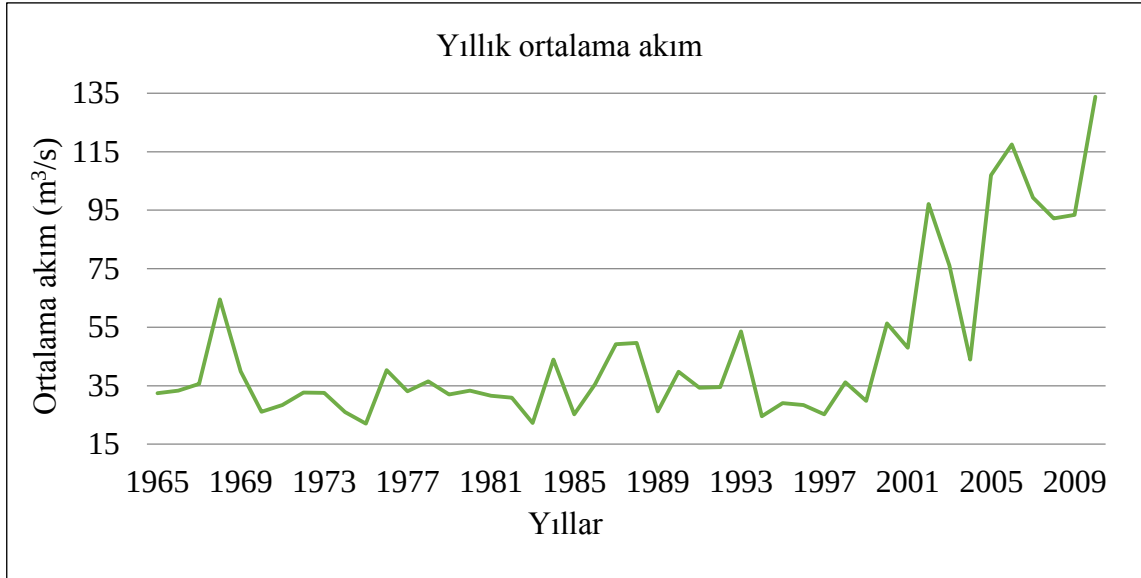
Son olarak 1965-2017 yılları arası alınan yıllık ortalama bağıl nem verileri grafikte gösterilmiştir.



Şekil 21. Tortum meteorolojik gözlem istasyonundan alınan yıllık ortalama bağıl nem değerlerinin grafiksel gösterimi.

2.2.5. 2323 No'lu İshan Köprü Akım Gözlem İstasyonu

07.12.1962 tarihinde EİE tarafından açılan bu istasyon daha sonra EİE'nin kapatılmasıyla DSI'ye devredilmiştir. İshan Köprü akım gözlem istasyonunun denizden yüksekliği 572 m olup yağış alanı 6854 km²'dir. Bu gözlem istasyonundan 1965 ile 2010 yılları arasındaki akım verileri alınmıştır. Akım istasyonuna ait veri setinde eksik veri olduğundan bu istasyonla en uygun korelasyona sahip 2315 No'lu Karşıköy akım gözlem istasyonu arasında Excel yardımıyla lineer regresyon analizi yapılarak tahmin edilmiştir.



Şekil 22. 2323 İspir Köprü akım gözlem istasyonundan alınan yıllık ortalama akım debilerinin grafiksel gösterimi.

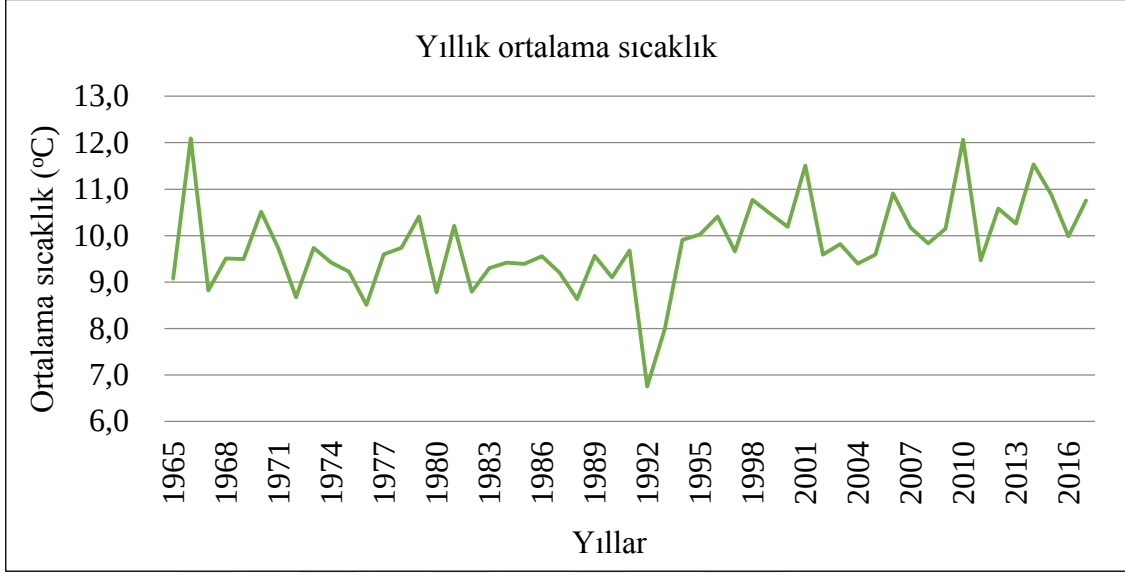
Tablo 7. 2323 İspir Köprü akım gözlem istasyonundan alınan yıllık ortalama akım debilerinin istatistiksel analizi.

Aylar	Ortalama (m³/s)	Standart Sapma (m³/s)	Ç. Katsayısı
Ekim	24,42	14,44	1,68
Kasım	25,69	17,64	2,39
Aralık	23,34	13,61	1,72
Ocak	22,04	13,96	1,74
Şubat	21,86	13,87	1,91
Mart	33,94	33,50	3,35
Nisan	97,86	67,47	1,63
Mayıs	157,57	102,67	1,49
Haziran	80,28	47,64	1,48
Temmuz	38,27	28,45	1,60
Ağustos	23,55	17,72	1,91
Eylül	21,09	13,35	1,90

2323 No'lu İshan Köprü akım gözlem istasyonundan elde edilen verilerle birlikte trend analizinde kullanılacak meteorolojik parametreleri de bu istasyonun yakınında yer alan Oltu meteorolojik gözlem istasyonundan temin edilmiştir.

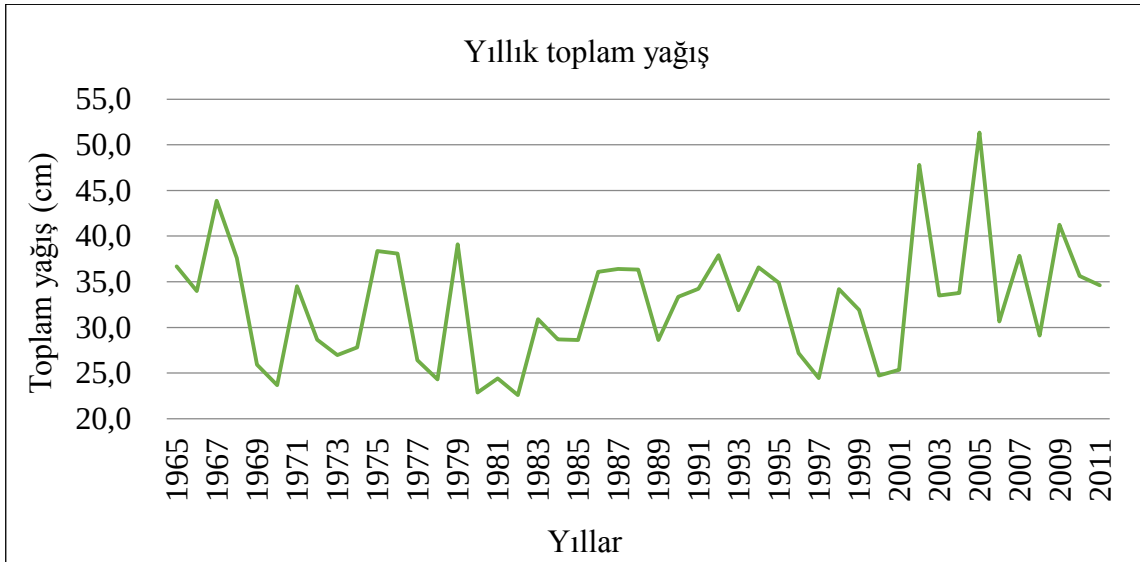
Oltu meteorolojik gözlem istasyonundan yıllık ortalama sıcaklık, yıllık toplam yağış ve yıllık ortalama bağıl nem verileri alınmıştır.

İlk olarak 1965-2017 yılları arası alınan yıllık ortalama sıcaklık verileri grafikte gösterilmiştir.



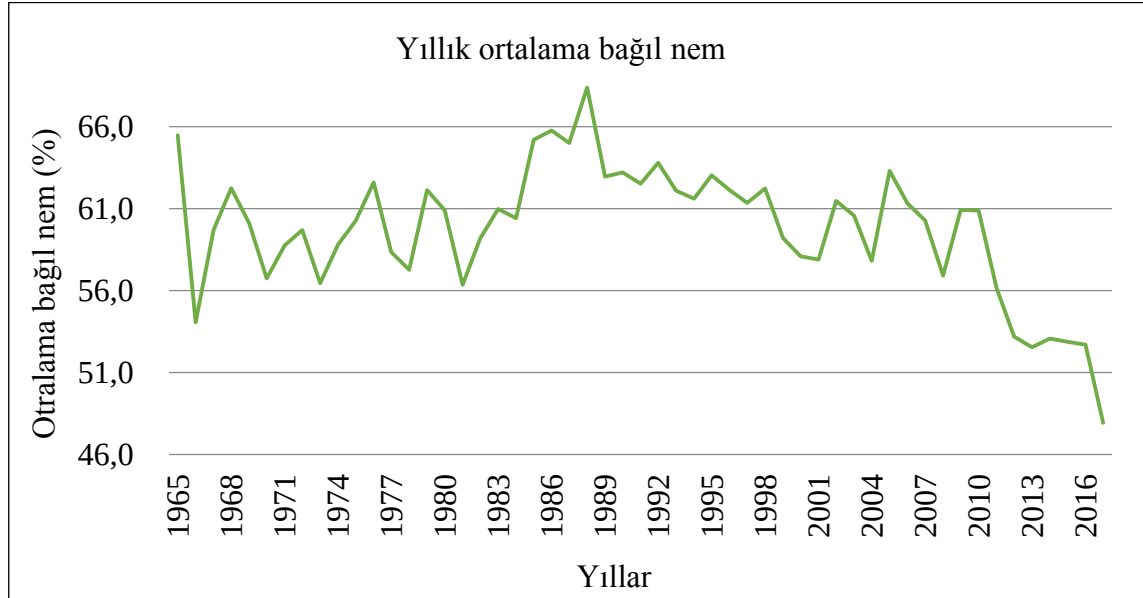
Şekil 23. Oltu meteorolojik gözlem istasyonundan alınan yıllık ortalama sıcaklık değerlerinin grafiksel gösterimi.

İkinci olarak 1959-2011 yılları arası alınan yıllık toplam yağış verileri aşağıdaki grafikte gösterilmiştir.



Şekil 24. Oltu meteorolojik gözlem istasyonundan alınan yıllık toplam yağış değerlerinin grafiksel gösterimi.

Son olarak 1965-2017 yılları arası alınan yıllık ortalama bağıl nem verileri grafikte gösterilmiştir.



Şekil 25. Oltu meteorolojik gözlem istasyonundan alınan yıllık ortalama bağıl nem değerlerinin grafiksel gösterimi.

2.3. Eksik Verilerin Tahmininde Kullanılan Lineer Regresyon Yöntemi

Su kaynaklarının yönetiminde hidrolojik verilerin öneminden çoğu kez bahsedilmiştir. Hidrolojik veri setlerinin varlığıyla birlikte bu setlerde ki verilerinde düzenli ve eksiksiz olması çok önemlidir. Ancak pek çok arazi çalışmalarında elde edilen verilerin gözlem değerlerinde eksiklikler olduğu aşikârdır. Bununla birlikte özel olarak da veri almaya yönelik yapılan çalışmalarda aksaklıklar (iklimsel zorluklar, ölçüm cihazındaki problemler ve en önemlisi insan faktörü) eksik veri olmasının nedenlerindendir (Göncü, 2011).

Verilerdeki düzensizlik istenmeyen bir durum olduğundan hidrolojik verilerin gözlemi ve tahmini son derece önemlidir. Eksik (kayıp) verilerin tahmininde interpolasyon, regresyon analizi, zaman serisi analizi, yapay sinir ağları ve hidrolojik modeller gibi birçok metot kullanılmaktadır. Kayıp veriler istatistik programlarında bulunan algoritmalar kullanılarak bulunduğu gibi çeşitli ampirik formülleri kullanılarak

benzer havza özelliklerine sahip akım gözlem istasyonu verileri de tahmin edilir (Bakış ve Göncü, 2015).

Bu çalışmada kullanılan akım ve meteorolojik gözlem istasyonlarında ölçüm yapılamayan yıllar belirlenerek, basit(lineer) regresyon analizi ile istasyonların birbirleriyle olan akım ilişkisinin matematiksel bağıntıları bulunmuştur. Bu matematiksel bağıntılar kullanılarak, ölçüm yapılamayan yıllara ait eksik akım verileri, her bir AGİ ve MGİ için ayrı ayrı hesaplanmıştır.

Lineer regresyon analizi için Microsoft Excel 2010 programındaki veri analizi modülünden yararlanılmıştır. İki ya da daha çok değişken arasındaki bir ilişki olup olmadığını ve ilişki varsa bu ilişkinin yönü ve gücünü belirlemek amacıyla regresyon-korelasyon analizleri yapılmaktadır. Korelasyon sonucu bulunan korelasyon katsayısının 1 değerine yakın olması, yapılan analizin sağlıklı olduğu ve istasyon arasındaki hidrolojik ilişkinin oldukça kuvvetli olduğunun bir göstergesidir. Korelasyon katsayısının hesaplanması için aşağıdaki denklemden faydalanılmaktadır.

$$r_x = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x}) * (y_i - \bar{y})}{\sqrt{\left(\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \right) * \left(\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2 \right)}} \quad (2)$$

Burada; r_{xy} , x ve y olarak adlandırılan 2 akım ölçüm istasyonuna ait korelasyon katsayısını, x_i ve y_i değerleri incelenen akım gözlem istasyonlarına ait aynı dönemde ölçülmüş olunan akım verilerini, $\bar{x}$ ve $\bar{y}$ değerleri ise akım gözlem istasyonlarına ait akım verilerinin ortalama değerlerini ifade etmektedir.

Akım gözlem istasyonları arasındaki korelasyonlar tabloda verilmiştir. Korelasyon katsayısı değerleri incelendiğinde, iki istasyon arasındaki yüksek ilişki (korelasyon katsayısının mutlak değeri 1'e yakın olanlar) gösterilmiştir. Korelasyon hesabının yapılabilmesi için incelenen akım gözlem istasyonlarının aynı tarihte ölçüm verisine sahip olması gerekmektedir.

Tablo 8. Akım gözlem istasyonları arasındaki korelasyon katsayıları.

İstasyonlar	2323	2315	2304	2305	2316
2323	1				
2315	0,8121	1			
2304	0,7955	0,8162	1		
2305	0,8090	0,8834	0,8887	1	
2316	0,7071	0,8192	0,8820	0,9593	1

Elde edilen korelasyon katsayıları kullanılarak birbiriyle ilişkili istasyonlar arasında lineer regresyon analizi yapılarak eksik yıllardaki veriler tahmin edilmiştir.

2.4. İki Değişken Arasındaki İlişki (Korelasyon)

Hidrolojik verilerin istatistiksel analizlerinde genelde diğer değişkenlerden bağımsız bir şekilde ortaya çıktığı kabul edilir. Halbuki hidrolojik ve meteorolojik değişkenler birbirleriyle ilişki içerisindedirler. Yani her hidrolojik olayın değişkeninde meteorolojik faktörlerinde az ya da çok katkısı bulunmaktadır. Örneğin; yeryüzündeki toprak ve su yüzeylerinden atmosfere su transferi olarak bilinen buharlaşma olayına etki eden en önemli atmosferik faktörlerden biri radyasyondur. Ayrıca havanın nemi arttıkça daha fazla buhar alma durumu ortadan kalkacağından buharlaşma hızı da düşer. Bu gibi birbirini etkileyen faktörlerin ortak değerlendirilmesi gerekmektedir (Şen, 2002).

Korelasyon analizi, iki değişkenden birinin değeri arttığında diğer değişkenin değerinin de arttığı veya eksildiği ya da bunların tamamen birbirinden bağımsız olduğunu test etmek için ve varsa ilişkinin derecesini ölçmek için kullanılan bir yöntemdir.

Korelasyon katsayısının yorumlanmasında dikkat edeceğimiz nokta neden-sonuç ilişkisi kurmamaktır. Korelasyon hesabında elde edilen sonuç, karşılıklı bir ilişkinin sonucudur.

Akıma etki eden meteorolojik parametreleri incelerken korelasyon analizinden faydalanıldı. Parametrik testlere uygulanan Pearson Korelasyonu kullanılmıştır.

X ve Y değişkenleri için n elemanlı (x_i, y_i) çiftlerinden oluşan örnekten r_p korelasyon

katsayısı;

$$r_p = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n \frac{(x_i - \bar{x}) * (y_i - \bar{y})}{s_x * s_y} \quad (3)$$

şeklinde hesaplanır.

r_p 'nin değeri -1 ile 1 arasında değişebilir. Mutlak değerin 1 olması iki değişken arasında fonksiyonel bir ilişki bulunduğunu, 0 olması ise değişkenlerin bağımsız olduğunu gösterir. r_p 'nin mutlak değeri 0'dan 1'e doğru büyüdükçe ilişki kuvvetlenir. r_p 'nin eksi işaretli olması değişkenlerden birinin artmasıyla diğ erinin azaldığını gösterir.

Tablo 9. İki değişken arasındaki ilişkinin Pearson korelasyon testine göre ifadesi.

r_p	İlişki
0,00-0,25	Çok Zayıf
0,26-0,49	Zayıf
0,50-0,69	Orta
0,70-0,89	Yüksek
0,90-1,00	Çok Yüksek

Hesaplanan r_p değerinin sıfırdan anlamlı derecede farklı olup olmadığını kontrol etmek için t test istatistiği aşağıdaki denklem ile hesaplanır.

$$t = \frac{r\sqrt{n-2}}{\sqrt{1-r^2}} \quad (4)$$

Bu şekilde hesaplanan t'nin mutlak değeri t dağılım (student) tablosundan seçilen α anlamlılık düzeyine karşı gelen n-2 serbestlik düzeyindeki $t_{\alpha/2}$ değerinden küçükse sıfır hipotezi (H_0) kabul edilir ve incelenen seriler arasında korelasyon olmadığı sonucuna varılır. Eğer büyükse korelasyon olduğu sonucuna varılmaktadır.

Bu çalışmada Pearson korelasyon katsayısı SPSS isimli istatistik programı ile hesaplanmıştır. Pearson korelasyonu kullanarak bir sıfır hipotez test edilmiştir. Korelasyonda test edilen sıfır hipotezi (H_0) eğer p-değeri 0,05'ten küçük ise sıfır hipotezi reddedilir ve değişkenler arasında ilişki olduğu sonucuna varılır. Aksi halde p-değeri 0,05'ten büyükse sıfır hipotezi kabul edilir ve değişkenler arasında ilişki yok sonucuna varılır.

2.5. Trend Analizi

2.5.1. Mann-Kendall Testi

Mann Kendall testi kullanılan verilerin dağılımından bağımsız olan non-parametrik bir testtir. Testin uygulanması şu şekilde olmaktadır;

- İlk olarak zaman serisi serisi $x_1, x_2, \dots, x_n$ de x_i ve x_j çiftleri olarak iki gruba ayrılır.
- $i < j$ için $x_i < x_j$ olan çiftlerin sayısı P ve $x_i > x_j$ olan çiftlerin sayısı M ile gösterilir.
- Test istatistiği olan $S=P-M$ şeklinde hesaplanır.
- Kendall korelasyon katsayısı:

$$\tau = \frac{S}{\sqrt{n(n-1)/2}} \quad (5)$$

- $n \geq 10$ için

$$\sigma_s = \sqrt{n(n-1)(2n+5)/18} \quad (6)$$

olarak hesaplanır.

- Eğer örnekte birbirine eşit olan gözlemler varsa (σ_s), aşağıdaki bağıntı ile hesaplanır.

$$\sigma_s = \sqrt{\left[n(n-1)(2n+5) - \sum_i t_i(t_i-1)(2t_i+5) \right] / 18} \quad (7)$$

Burada t_i değeri eşit olan gözlemlerin sayısını göstermektedir. Örnek olarak 4 gözlem aynı değeri taşıyorsa t_i değeri 4 olarak alınır.

$$Z = \begin{cases} (S-1)/\sigma_s & S > 0 \\ 0 & S = 0 \\ (S-1)/\sigma_s & S < 0 \end{cases} \quad (8)$$

kullanılarak Z değeri hesaplanır.

Şekilde hesaplanan Z'nin mutlak değeri seçilen α anlamlılık düzeyine karşı gelen normal dağılımın $Z_{\alpha/2}$ değerinden küçükse sıfır hipotezi (H_0) 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 bu test çok kullanışlıdır.

2.5.2. 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. 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 bağıntı ile hesaplanır

$$r_s = 1 - 6 \frac{\left[\sum_{i=1}^n (R(x_i) - i)^2 \right]}{(n^3 - n)} \quad (9)$$

Burada, $n > 30$ için r_s dağılımı normale yaklaşacağından normal dağılım tabloları kullanılır. (İçağa, 1994). Bunun için r_s ' nin test istatistiği (Z), aşağıdaki denklemden hesaplanır.

$$Z = r_s \sqrt{n-1} \quad (10)$$

Eğer Z değeri, α önem seviyesinde standart normal dağılım tablolarından tespit edilen $Z_{\alpha/2}$ değerinden büyük ise, H_0 hipotezi reddedilerek, belirli bir trendin olduğu sonucuna varılır.

2.5.3. Mann-Kendall Mertebe Korelasyon Testi

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

Hidro-meteorolojik 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 değiştirerek tam sayılı bir örnek fonksiyon elde edilir. Bu tam sayıların ardışık toplamlarını, t_i ile gösterirsek yöntemi sınamak için gerekli büyüklük olan (t), aşağıdaki bağıntı ile hesaplanır;

$$t = \sum_{i=1}^n n_i \quad (11)$$

Bunun ortalaması $E(t)$:

$$E(t) = \frac{n(n-1)}{4} \quad (12)$$

Varyansı $\text{var}(t)$ ise :

$$\text{var}(t) = \frac{n(n-1)(2n+5)}{72} \quad (13)$$

şeklinde bulunur. $U(t)$ fonksiyonu ise aşağıdaki gibi belirlenir.

$$u(t) = \frac{t - E(t)}{\sqrt{\text{var } t}} \quad (14)$$

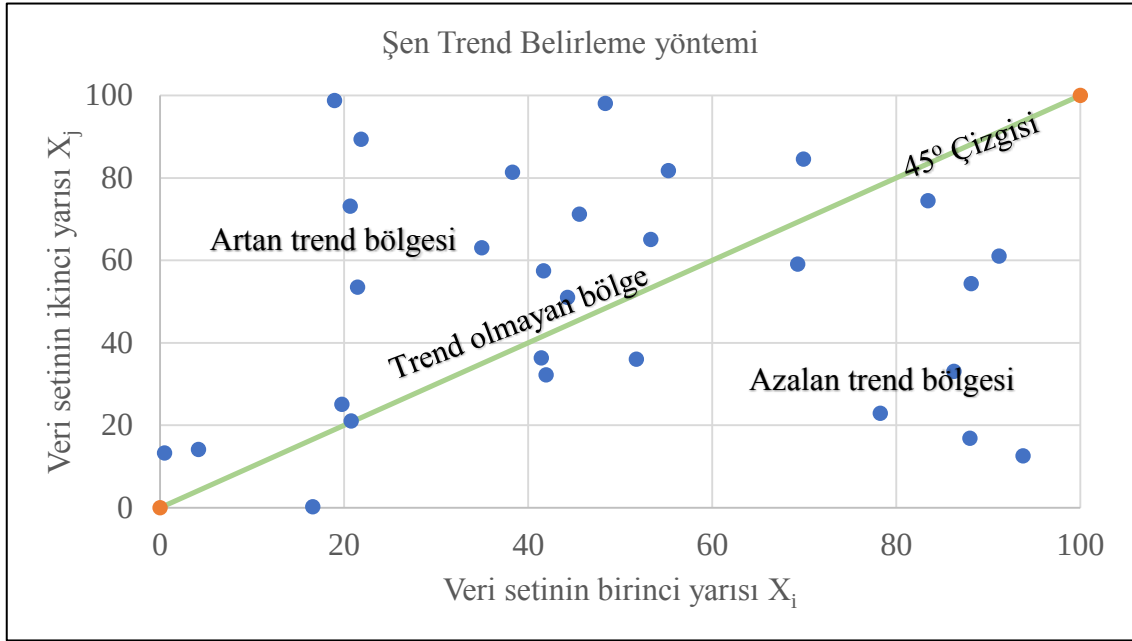
Zamanla bir değişim yok varsayımı, $u(t)$ 'nin sıfıra yakın değerleri ile ifade edilirken $u(t)$ 'nin büyük değerleri bir değişiminin olduğunu gösterir. $u(t)$ 'nin ± 1.96 'ya ulaşması trendin önemlilik seviyesinin % 95'lere ulaştığını gösterir. $u'(t)$ ise seri içinde geri yönde $u(t)$ 'ye benzer şekilde hesaplanır. Grafikselleştirilerek $u(t)$ ve $u'(t)$, değişimin başladığı yer ile kuvvetini gösterirler. $U(t)$ ile $u'(t)$ 'nin grafikselleştirilerek kesiştikleri nokta trendin başladığı zamanı gösterir.

2.5.4. Şen Trend Belirleme Yöntemi

Şen tarafından geliştirilen bu yöntem birçok araştırmacı tarafından hidrolojik ve meteorolojik çalışmalarda trendi belirlemek için kullanılmıştır (Saplıoğlu vd., 2014., Kisi ve Ay, 2014).

Bu yöntemde kullanılan veri seti, ölçüm yılları tarihine göre sıralanır. Oluşan veri seti başlangıç tarihinden itibaren iki eşit parçaya bölünerek iki grup oluşturulur. Oluşan iki grup veri seti kendi içinde küçükten büyüğe doğru sıralanır. İlk gruptaki veriler X_i ile ikinci gruptaki veriler ise X_j ile gösterilecek şekilde Kartezyen koordinat sistemine göre

yerleştirilir. Oluşan iki boyutlu (X_i ; X_j) grafiği üzerinde orjinden başlayıp $45^\circ(1:1)$ açısı yapan bir çizgi çizilir. Eğer veriler bu çizgi üzerinde toplanmış ise bir trend yoktur. Çizginin altında veriler toplanmışsa azalan trend, çizginin üzerinde veriler toplanmışsa artan yönde bir trend olduğu şeklinde yorumlanır. Ayrıca saçılma noktaları 1:1 çizgisine ne kadar yakınsa trendin büyüklüğü o kadar zayıf olmaktadır (Şen, 2012).



Şekil 26. Şen Trend Belirleme yöntemine göre trend bölgeleri.

Yöntemin en büyük avantajlarından biri diğer trend analizi testleri gibi (Mann Kendall, Spearman'ın Rho vb.) kısıtlayıcı koşulları yoktur. Parametrik olmayan testler kısmında değerlendirilen bu yöntem, veri setinin örnekleme büyüklüğünden, korelasyon yapısından ya da normal dağılıma uyup uymamasından etkilenmemektedir. Zaman serilerinin sağlaması gereken istatistiksel şartları da sağlamasına gerek yoktur. Ayrıca bu yöntem ile üretilen grafikler sayesinde ekstrem değerlerdeki trendler yaklaşık olarak değerlendirilebilmektedir (Şen, 2012., Şen, 2014).

3. BULGULAR

Çoruh Havzası'ndaki hidrolik akım trendini belirlemek için seçilen akım gözlem istasyonları ve bu istasyonlarla birlikte değerlendirdiğimiz meteorolojik gözlem istasyonlarının akış ve meteorolojik parametrelerin verilerine trend analizi uygulanmıştır.

3.1. 2304 No'lu Bayburt Akım Gözlem İstasyonu Trend Analizi Uygulaması

Seçilen istasyonda yıllık ortalama akım verilerine ve meteorolojik gözlem istasyonlarından alınan meteorolojik parametrelere trend analizi uygulanmıştır.

3.1.1. Yıllık Ortalama Akım Verilerinde Trend Analizi

Yıllık ortalama akım verilerine Mann Kendall testi, Spearman'ın Rho testi ve Şen Trend Belirleme yöntemine göre trend analizi yapılmıştır. Trend gözlenen istasyonlarda trend yılını belirlemek için Mann Kendall mertebe korelasyon testi uygulanmıştır.

a) Mann Kendall testine göre trend analizi:

Non-parametrik olan Mann Kendall testi seri dağılımından bağımsızdır. Testi uygulayacağımız seriler $x_1, x_2, \dots, x_n$ olacak şekilde dizilim gösterir. Bu veriler x_i ve x_j olacak şekilde gruplandırılır.

Örneğin 12 ay boyunca bir alanda gözlenen sıcaklık verileri tabloda gösterilmiştir.

Tablo 10. M ve P değerlerini hesaplamak için örnek uygulama verileri.

Aylar	Sıcaklık (°C)	Aylar	Sıcaklık (°C)
1.Ay	4	7.Ay	21
2.Ay	6	8.Ay	16
3.Ay	8	9.Ay	13
4.Ay	10	10.Ay	12
5.Ay	12	11.Ay	10
6.Ay	18	12.Ay	3

Tabloda verilen verileri yatay ve düşey olacak şekilde tabloya yerleştirilir. $X_j > X_i$ olması durumunda tabloya P, aksi halde M yazılır.

Tablo 11. Örnek uygulama için M ve P değerleri.

X_i	Ay	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
X_j	Veri	4	6	8	10	12	18	21	16	13	12	10	3
Ay	Veri												
1	4												
2	6	P											
3	8	P	P										
4	10	P	P	P									
5	12	P	P	P	P								
6	18	P	P	P	P	P							
7	21	P	P	P	P	P	P						
8	16	P	P	P	P	P	M	M					
9	13	P	P	P	P	P	M	M	M				
10	12	P	P	P	P	P	M	M	M	M			
11	10	P	P	P	P	M	M	M	M	M	M		
12	3	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	

Tabloya göre P değeri 40'a karşılık gelmektedir. M değeri ise 26'ya karşılık gelmektedir. Elde ettiğimiz P ile M değerleri yardımıyla S değeri $S=P-M$ şeklinde bulunur.

Buradan, 2304 No'lu akım gözlem istasyonunun akım verilerine uygulanan Mann Kendall yöntemine göre;

$i < j$ için $x_i < x_j$ olan çiftlerin sayısı $P=564$, $x_i > x_j$ olan çiftlerin sayısı $M=471$ olarak hesaplanır. Test istatistiği olan $S=P-M=564-471=93$ olarak bulunur.

Kendall korelasyon katsayısı:

$$\tau = \frac{S}{[n(n-1)/2]} = \frac{93}{[46*45/2]} = \frac{93}{1035} = 0,0898 \text{ olarak hesaplanır.}$$

Örnek sayısı $n = 46 \geq 10$ olduğundan

$$\sigma_s = \sqrt{n(n-1)(2n+5)/18} = \sqrt{46 * 45 * 97/18} = 105,61723 \text{ olarak hesaplanır.}$$

$$\left\{ Z = \begin{matrix} (S-1)/\sigma_s & S>0 \\ 0 & S=0 \\ (S+1)/\sigma_s & S<0 \end{matrix} \right\} \text{ ise } S>0 \text{ olduğundan } Z = \frac{S-1}{\sigma_s} = \frac{93-1}{105,61723} = 0,87$$

Z'nin mutlak değeri için seçilen $\alpha=0.05$ anlamlılık düzeyine karşı gelen standart normal dağılımın $Z_{\alpha/2} = 1.96$ değerinden küçük olduğu için sıfır hipotezi "H0: Trend Yok" kabul edilmekte incelenen zaman serisinde trend olmadığı sonucuna varılmaktadır.

b) Spearman'ın Rho testine göre trend analizi:

Spearman'ın Rho testinde kullanılan veriler küçükten büyüğe doğru sıralanarak veri değerlerinin mertebeleri belirtilir. Birinci dizideki verilerin sıra numarası i , ile ikinci dizideki verilerin sıra numarası ise X_i ile gösterilmiştir. Değerler verilmiştir.

Tablo 12. Spearman'ın Rho testi değerleri.

Yıllar	i	Akım Debisi	X_i	$X_i - i$	$(X_i - i)^2$
1965	1	17,25	30	-29	841
1966	2	16,38	23	-21	441
1967	3	17,58	32	-29	841
1968	4	29,36	46	-42	1764
1969	5	22,17	43	-38	1444
1970	6	13,03	9	-3	9
1971	7	12,82	8	-1	1
1972	8	12,65	7	1	1
1973	9	11,91	5	4	16
1974	10	13,32	10	0	0
1975	11	13,51	12	-1	1
1976	12	19,32	35	-23	529
1977	13	15,7	21	-8	64
1978	14	17,59	33	-19	361
1979	15	15,64	20	-5	25
1980	16	22,02	42	-26	676
1981	17	15,31	19	-2	4
1982	18	16,77	26	-8	64
1983	19	8,48	1	18	324
1984	20	16,13	22	-2	4
1985	21	11,96	6	15	225
1986	22	13,62	13	9	81
1987	23	20,12	36	-13	169
1988	24	25,32	45	-21	441
1989	25	13,8	14	11	121
1990	26	17,19	29	-3	9
1991	27	16,66	25	2	4
1992	28	16,55	24	4	16
1993	29	20,88	38	-9	81
1994	30	11,44	3	27	729
1995	31	14,49	16	15	225
1996	32	16,96	28	4	16
1997	33	20,46	37	-4	16
1998	34	16,89	27	7	49
1999	35	14,42	15	20	400
2000	36	10,7	2	34	1156
2001	37	11,88	4	33	1089
2002	38	14,55	17	21	441
2003	39	13,39	11	28	784
2004	40	21,09	39	1	1
2005	41	21,3	40	1	1
2006	42	21,92	41	1	1
2007	43	18,39	34	9	81
2008	44	17,3	31	13	169
2009	45	14,67	18	27	729
2010	46	23,56	44	2	4
				TOPLAM	14448

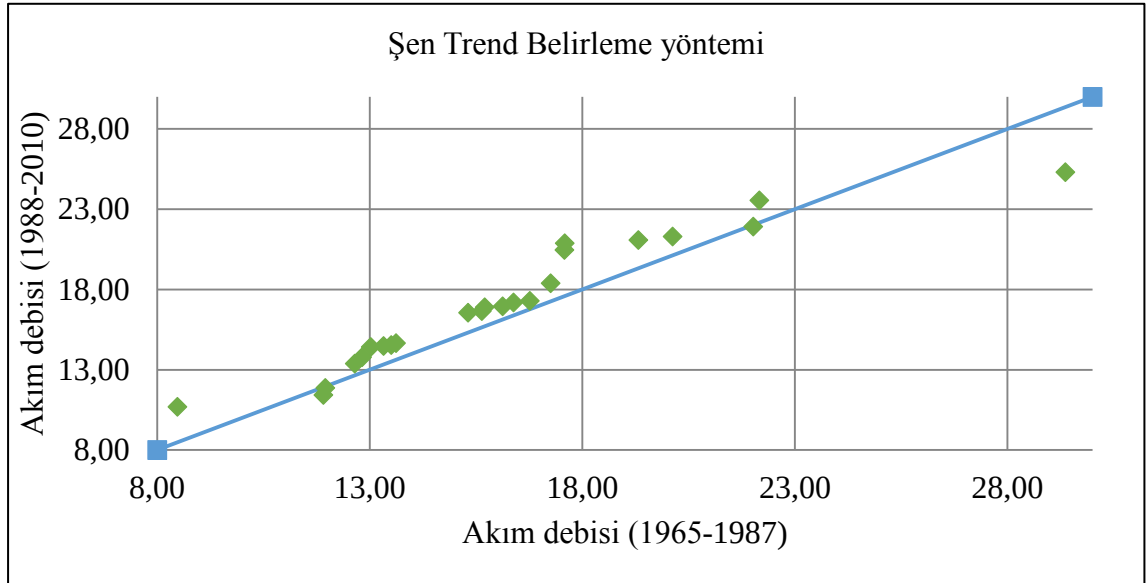
$$r_s = 1 - 6 \frac{[\sum_{i=1}^n (R^2_{(x_i-i)})]}{(n^3 - n)} \text{ bağlantısı uygulanarak } r_s = 0,109 \text{ olarak bulunur.}$$

$Z = r_s \sqrt{n-1} = 0,109 * \sqrt{46-1} = 0,731$ olarak bulunur. Z'nin mutlak değeri için seçilen $\alpha=0.05$ anlamlılık düzeyine karşı gelen standart normal dağılımın $Z_{\alpha/2} = 1.96$ değerinden küçük olduğu için sıfır hipotezi “H0: Trend Yok” kabul edilmekte incelenen zaman serisinde trend olmadığı sonucuna varılmaktadır.

c) Şen Trend Belirleme yöntemine göre trend analizi:

Bu yöntemde, ölçümü alınan değişkenin veri serisi, ölçüm başlangıç tarihinden son ölçüm tarihine doğru sıralanır.

Daha sonra, oluşan seri ilk tarihten itibaren iki eşit parçaya bölünür ve ayrı ayrı kendi içinde küçükten büyüğe doğru sıralanır. Daha sonra, Kartezyen koordinat sistemine göre, oluşan iki veri sütununun ilki X eksenine, diğeri ise Y eksenine yerleştirilir. Oluşan dağılım grafiğinde veriler 45°'lik köşegenin üzerine toplanmış ise trend olmadığı anlamına gelir. Köşegenin altında ise azalan trend olduğu köşegenin üstünde ise artan bir trend olduğu anlamına gelmektedir. (Şen, 2012)



Şekil 27. 2304 Bayburt akım gözlem istasyonu akım debisinin Şen Trend Belirleme yöntemine göre analizi.

Görüldüğü üzere 2304 No'lu akım gözlem istasyonunda düşük ve yüksek akımlarda anlamlı(pozitif) yönde artan bir trend vardır. Trendin büyüklüğü ise 1:1 çizgisine yakın olması sebebiyle oldukça düşüktür.

3.1.2. İklim Parametrelerinde Trend Analizi

Bu bölümde Bayburt meteorolojik gözlem istasyonundan alınan yıllık ortalama sıcaklık, yıllık toplam yağış ve yıllık ortalama bağıl nem verilerine trend analizi uygulanmıştır.

3.1.2.1 Ortalama Sıcaklık Verilerinde Trend Analizi

Yıllık ortalama sıcaklık verilerine Mann Kendall, Spearman'ın Rho ve Şen Trend Belirleme yöntemine göre trend analizi uygulanmıştır.

a) Mann-Kendall testine göre trend analizi:

Bayburt meteorolojik gözlem istasyonundan alınan sıcaklık verilerine uygulanan Mann Kendall yöntemine göre;

$i < j$ için $x_i < x_j$ olan çiftlerin sayısı $P=1118$, $x_i > x_j$ olan çiftlerin sayısı $M=539$ olarak hesaplanır. Test istatistiği olan $S=P-M=1118-539=579$ olarak bulunur.

Kendall korelasyon katsayısı:

$$\tau = \frac{S}{[n(n-1)/2]} = \frac{579}{[59 * 58/2]} = \frac{579}{1711} = 0,338 \text{ olarak hesaplanır.}$$

Örnek sayısı $n = 59 \geq 10$ olduğundan

$$\sigma_s = \sqrt{n(n-1)(2n+5)/18} = \sqrt{59*58*(2*59+5)/18}=152,92 \text{ olarak hesaplanır.}$$

$$\left\{ Z = \begin{matrix} (S-1)/\sigma_s & S>0 \\ 0 & S=0 \\ (S+1)/\sigma_s & S<0 \end{matrix} \right\} \text{ ise } S>0 \text{ olduğundan } Z = \frac{S-1}{\sigma_s} = \frac{579-1}{152,92} = 3,78$$

Z'nin mutlak değeri için seçilen $\alpha=0.05$ anlamlılık düzeyine karşı gelen standart normal dağılımın $Z_{\alpha/2}=1.96$ değerinden büyük olduğu için sıfır hipotezi “H₀: Trend Yok” reddedilmekte $S>0$ olduğunda dolayı da incelenen zaman serisinde artan yönde trend olduğu sonucuna varılmaktadır.

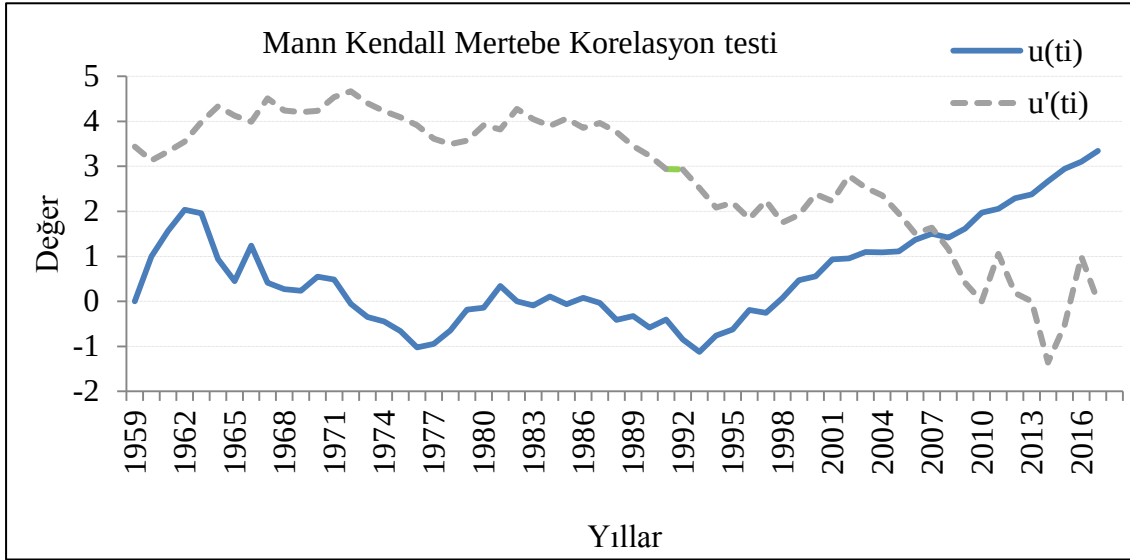
b) Spearman'ın Rho testine göre trend analizi:

$$r_s = 1 - 6 \frac{[\sum_{i=1}^n (R(x_i) - i)^2]}{(n^3 - n)} \text{ bağlantısı uygulanarak } r_s = 0,398 \text{ olarak bulunur.}$$

$Z = r_s \sqrt{n-1} = 0,398 * \sqrt{59-1} = 3,03$ bulunur. Z'nin mutlak değeri için seçilen $\alpha=0.05$ anlamlılık düzeyine karşı gelen standart normal dağılımın $Z_{\alpha/2}=1.96$ değerinden büyük olduğu için sıfır hipotezi “H₀: Trend Yok” reddedilmekte, incelenen zaman serisinde artan yönde trend olduğu sonucuna varılmaktadır.

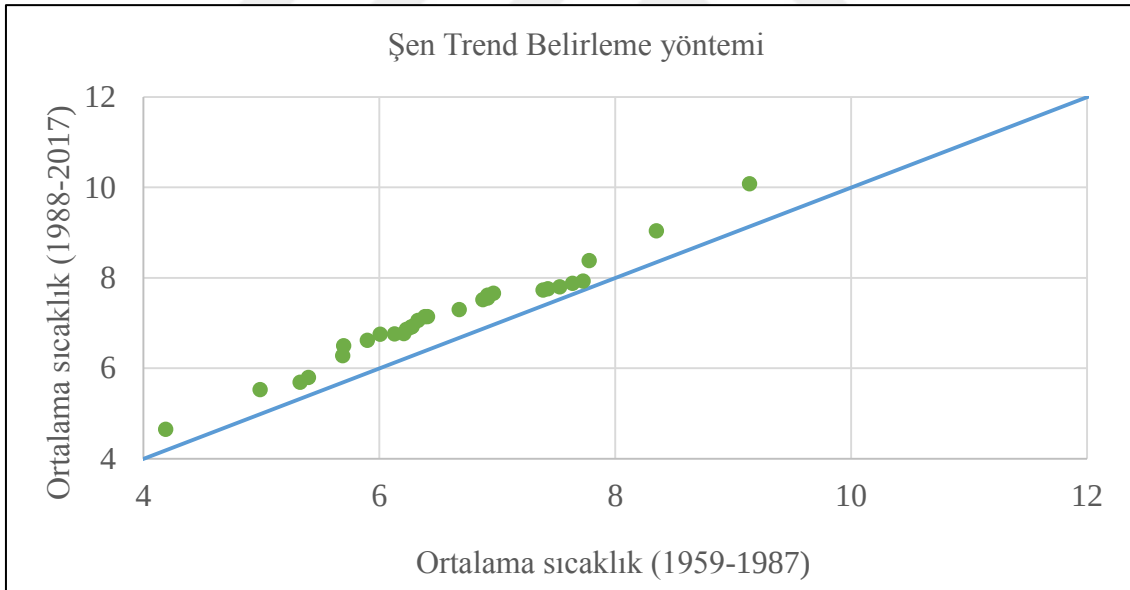
c) Mann-Kendall Mertebe Korelasyon testine göre trend analizi:

Bayburt meteorolojik gözlem istasyonu için, Excel'de verilen denklemler kullanılarak her bir ortalama sıcaklık verisinin kendisinden önce gelenler arasında kaç tanesinin kendinden büyük olduğu tespit edilir. Tespit edilen veriler sayılarak n değeri bulunur. Sonra sırasıyla t, Var(t), E(t) ve u(t) değerleri bulunur. Elden edilen değerler tablo halinde ekler kısmında verilmiştir. U(t_i) ve u'(t_i) grafikte gösterilmiştir. U(t_i) ve u'(t_i) kesişim noktası olan 2009 yılı trendin başladığı yıl olarak kabul edilir.



Şekil 28. Bayburt meteorolojik gözlem istasyonu yıllık ortalama sıcaklık verilerinin $u(t_i)$ - $u'(t_i)$ grafiği.

d) Şen Eğilim Belirleme yöntemine göre trend analizi:



Şekil 29. Bayburt meteorolojik gözlem istasyonu yıllık ortalama sıcaklık verilerinin Şen Trend Belirleme yöntemine göre analizi.

Görüldüğü üzere Bayburt meteorolojik gözlem istasyonunda düşük ve yüksek ortalama sıcaklık verilerinde artan(pozitif) yönde bir trend vardır.

3.1.2.2. Toplam Yağış Verilerinde Trend Analizi

Yıllık toplam yağış verilerine Mann Kendall, Spearman'ın Rho ve Şen Trend Belirleme yöntemine göre trend analizi uygulanmıştır.

a) Mann-Kendall testine göre trend analizi:

Bayburt meteorolojik gözlem istasyonundan alınan toplam yağış verilerine uygulanan Mann Kendall yöntemine göre;

$i < j$ için $x_i < x_j$ olan çiftlerin sayısı $P=1026$, $x_i > x_j$ olan çiftlerin sayısı $M=685$ olarak hesaplanır. Test istatistiği olan $S=P-M=1026-685=341$ olarak bulunur.

Kendall korelasyon katsayısı:

$$\tau = \frac{S}{[n(n-1)/2]} = \frac{341}{[59*58/2]} = \frac{341}{1711} = 0,199 \text{ olarak hesaplanır.}$$

Örnek sayısı $n = 59 \geq 10$ olduğundan

$$\sigma_s = \sqrt{n(n-1)(2n+5)/18} = \sqrt{59*58*(2*59+5)/18} = 152,92 \text{ olarak hesaplanır.}$$

$$\left\{ \begin{array}{ll} (S-1)/\sigma_s & S > 0 \\ Z = 0 & S = 0 \\ (S+1)/\sigma_s & S < 0 \end{array} \right\} \text{ ise } S > 0 \text{ olduğundan } Z = \frac{S-1}{\sigma_s} = \frac{341-1}{152,92} = 2,22$$

Z 'nin mutlak değeri için seçilen $\alpha=0.05$ anlamlılık düzeyine karşı gelen standart normal dağılımın $Z_{\alpha/2} = 1.96$ değerinden büyük olduğu için sıfır hipotezi “ H_0 : Trend Yok” reddedilmekte $S > 0$ olduğunda dolayı da incelenen zaman serisinde artan yönde trend olduğu sonucuna varılmaktadır.

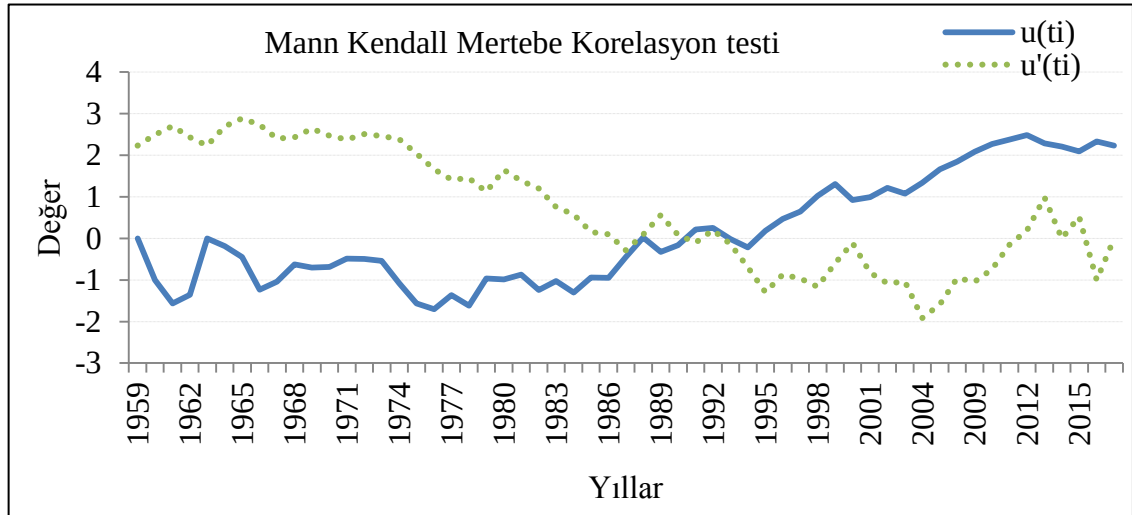
b) Spearman'ın Rho testine göre trend analizi:

$$r_s = 1 - 6 \frac{\left[\sum_{i=1}^n (R(x_i) - i)^2 \right]}{(n^3 - n)} \text{ bağlantısı uygulanarak } r_s = 0,316 \text{ olarak bulunur.}$$

$Z = r_s \sqrt{n-1} = 0,316 * \sqrt{59-1} = 2,41$ bulunur. Z 'in mutlak değeri için seçilen $\alpha=0.05$ anlamlılık düzeyine karşı gelen standart normal dağılımın $Z_{\alpha/2}=1.96$ değerinden büyük olduğu için sıfır hipotezi “ H_0 : Trend Yok” reddedilmekte, incelenen zaman serisinde artan yönde trend olduğu sonucuna varılmaktadır.

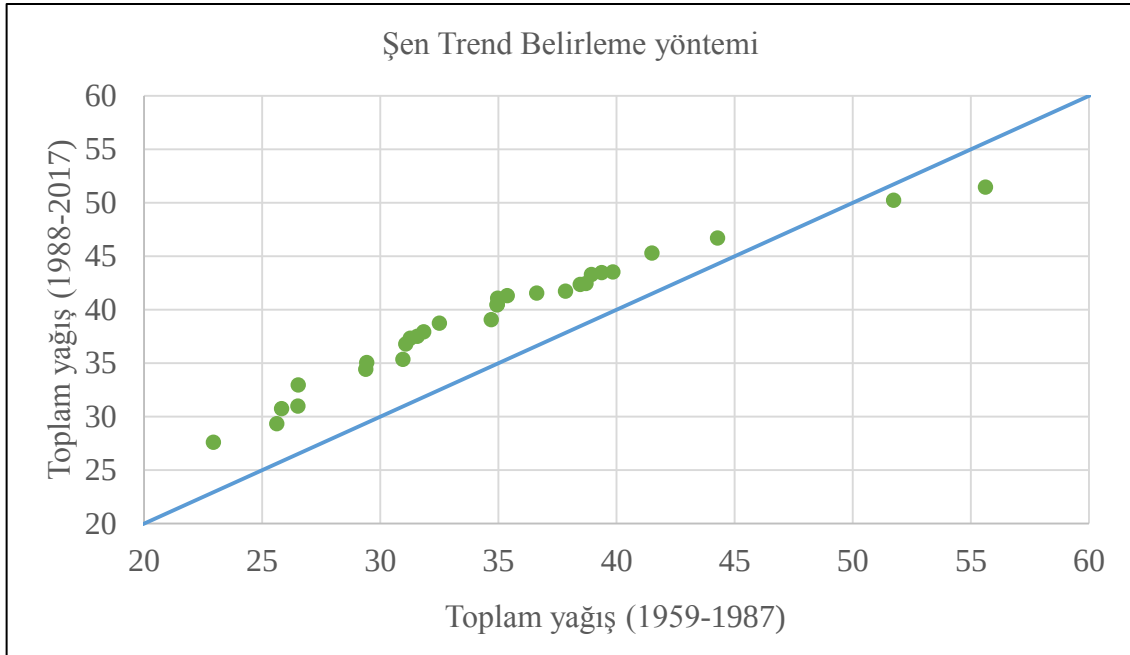
c) Mann-Kendall Mertebe Korelasyon testine göre trend analizi:

Bayburt meteorolojik gözlem istasyonu için, Excel de her bir toplam yağış verisinin kendisinden önce gelenler arasında kaç tanesinin kendinden büyük olduğu tespit edilir. Tespit edilen veriler sayılarak n değeri bulunur. Sonra sırasıyla t , $\text{Var}(t)$, $E(t)$ ve $u(t)$ değerleri bulunur. Elden edilen değerler tablo halinde ekler kısmında verilmiştir. $U(t_i)$ ve $u'(t_i)$ grafikte gösterilmiştir. $U(t_i)$ ve $u'(t_i)$ kesişim noktası olan 1987 yılı trendin başladığı yıl olarak kabul edilir.



Şekil 30. Bayburt meteorolojik gözlem istasyonu yıllık toplam yağış verilerinin $u(t_i)$ - $u'(t_i)$ grafiği.

d) Şen Eğilim Belirleme yöntemi testine göre trend analizi:



Şekil 31. Bayburt meteorolojik gözlem istasyonu yıllık toplam yağış verilerinin Şen Trend Belirleme yöntemine göre analizi.

Görüldüğü üzere Bayburt meteorolojik gözlem istasyonunda yıllık toplam yağış verilerinde artan yönde bir trend vardır.

3.1.2.3. Ortalama Bağlı Nem Verilerinde Trend Analizi

Yıllık ortalama bağıl nem verilerine Mann Kendall, Spearman'ın Rho ve Şen Trend Belirleme yöntemine göre trend analizi uygulanmıştır.

a) Mann-Kendall testine göre trend analizi:

Bayburt meteorolojik gözlem istasyonundan alınan yıllık ortalama bağıl nem verilerine uygulanan Mann Kendall yöntemine göre;

$i < j$ için $x_i < x_j$ olan çiftlerin sayısı $P=547$, $x_i > x_j$ olan çiftlerin sayısı $M=1106$ olarak hesaplanır. Test istatistiği olan $S=P-M=547-1106=-559$ olarak bulunur.

Kendall korelasyon katsayısı:

$$\tau = \frac{S}{[n(n-1)/2]} = \frac{-559}{[58*57/2]} = \frac{-559}{1653} = -0,338 \text{ olarak hesaplanır.}$$

Örnek sayısı $n = 58 \geq 10$ olduğundan

$$\sigma_s = \sqrt{n(n-1)(2n+5)/18} = \sqrt{58*57*(2*58+5)/18} = 149,076 \text{ olarak hesaplanır.}$$

$$\left\{ \begin{array}{ll} (S-1)/\sigma_s & S > 0 \\ Z = 0 & S = 0 \\ (S+1)/\sigma_s & S < 0 \end{array} \right\} \text{ ise } S < 0 \text{ olduğundan } Z = \frac{S+1}{\sigma_s} = \frac{-559+1}{149,076} = -3,74$$

Z'nin mutlak değeri için seçilen $\alpha=0.05$ anlamlılık düzeyine karşı gelen standart normal dağılımın $Z_{\alpha/2}=1.96$ değerinden büyük olduğu için sıfır hipotezi “H₀: Trend Yok” reddedilmekte $S < 0$ olduğunda dolayı da incelenen zaman serisinde azalan yönde trend olduğu sonucuna varılmaktadır.

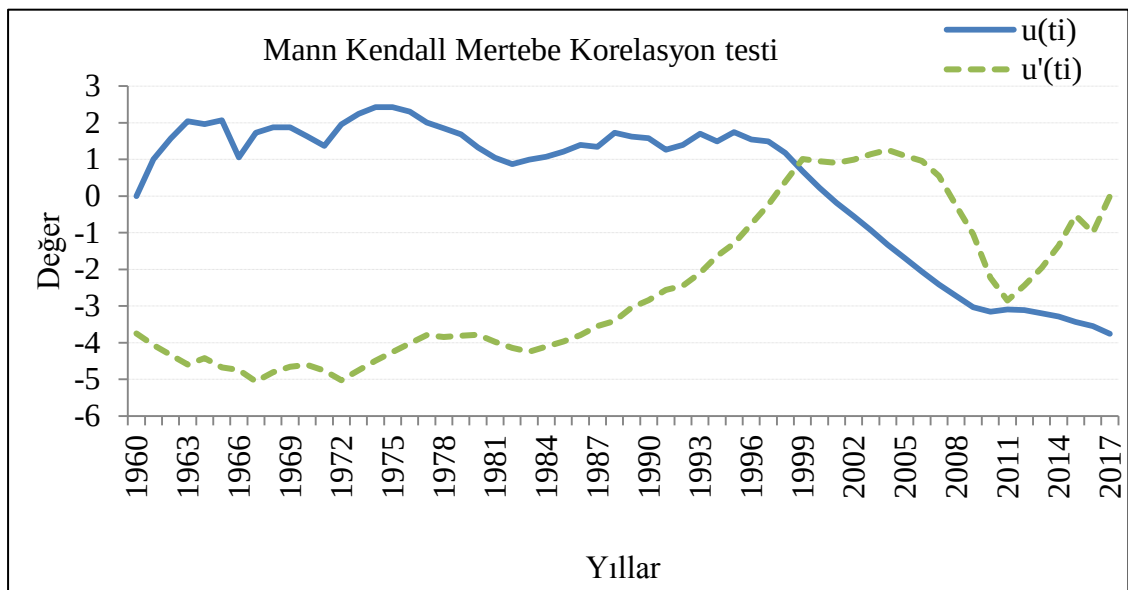
b) Spearman'ın Rho testine göre trend analizi:

$$r_s = 1 - 6 \frac{\left[\sum_{i=1}^n (R(x_i) - i)^2 \right]}{(n^3 - n)} \text{ bağlantısı uygulanarak } r_s = -0,512 \text{ olarak bulunur.}$$

$Z = r_s \sqrt{n-1} = -0,512 * \sqrt{58-1} = -3,86$ bulunur. Z'nin mutlak değeri için seçilen $\alpha=0.05$ anlamlılık düzeyine karşı gelen standart normal dağılımın $Z_{\alpha/2}=1.96$ değerinden büyük olduğu için sıfır hipotezi “H₀: Trend Yok” reddedilmekte $S < 0$ olduğunda dolayı da incelenen zaman serisinde azalan yönde trend olduğu sonucuna varılmaktadır.

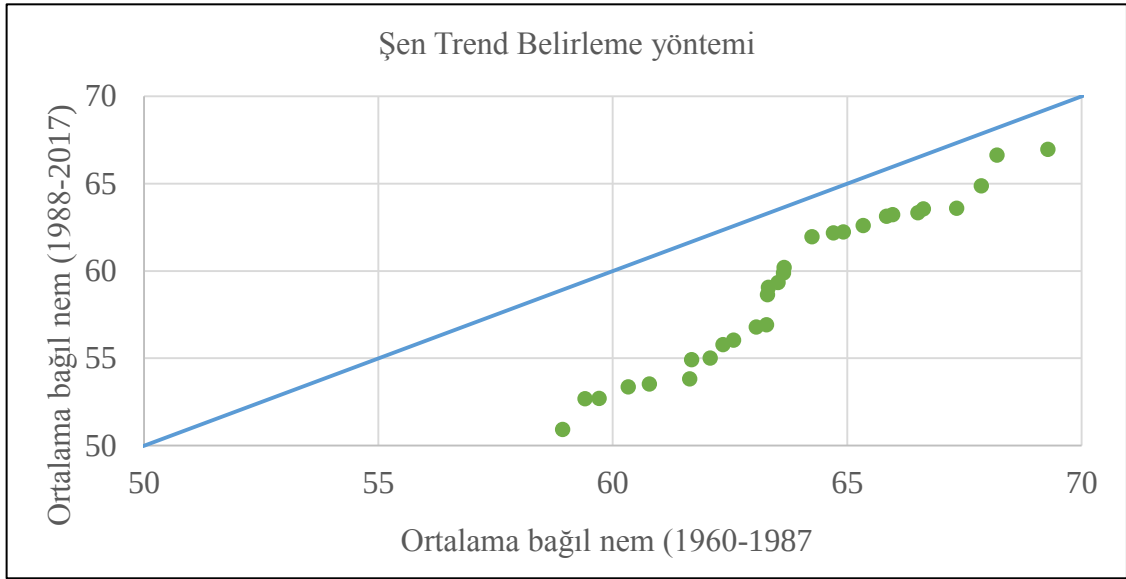
c) Mann-Kendall Mertebe Korelasyon testine göre trend analizi:

Bayburt meteorolojik gözlem istasyonu için, Excel de her bir ortalama bağıl nem verisinin kendisinden önce gelenler arasında kaç tanesinin kendinden büyük olduğu tespit edilir. Tespit edilen veriler sayılarak n değeri bulunur. Sonra sırasıyla t , $Var(t)$, $E(t)$ ve $u(t)$ değerleri bulunur. Elden edilen değerler tablo halinde ekler kısmında verilmiştir. $U(t_i)$ ve $u'(t_i)$ grafikte gösterilmiştir. $U(t_i)$ ve $u'(t_i)$ kesişim noktası olan 1999 yılı trendin başladığı yıl olarak kabul edilir.



Şekil 32. Bayburt meteorolojik gözlem istasyonu yıllık ortalama bağıl nem verilerinin $u(t_i)$ - $u'(t_i)$ grafiği.

d) Şen Eğilim Belirleme yöntemine göre trend analizi:



Şekil 33. Bayburt meteorolojik gözlem istasyonu yıllık ortalama bağıl nem verilerinin Şen Trend Belirleme yöntemine göre analizi.

Görüldüğü üzere Bayburt meteorolojik gözlem istasyonunda düşük ve yüksek yıllık ortalama bağıl nem verilerinde Şen trend belirleme yöntemine göre azalan yönde bir trend vardır. Düşük nem değerlerinde ise trendin büyüklüğü oldukça fazla olduğu da görülmektedir.

2304 No'lu Bayburt akım gözlem istasyonunun yıllık ortalama akım debisi ve bu akım gözlem istasyonu ile birlikte değerlendirilen Bayburt meteorolojik gözlem istasyonunun meteorolojik parametrelerine uygulanan trend analizlerinin sonucu aşağıda tabloda verilmiştir.

Tablo 13. 2304 Bayburt akım gözlem istasyonu ve Bayburt meteorolojik gözlem istasyonu verilerinin trend analiz sonuçları.

2304 Bayburt AGİ	Mann-Kendall	Spearman'ın Rho	Şen Trend Bel. Yön.	Trend Baş. Yılı
Yıllık Ortalama Akım Debisi	(0)	(0)	(+)	-
Bayburt MGİ	Mann-Kendall	Spearman'ın Rho	Şen Trend Bel. Yön.	Trend Baş. Yılı
Yıllık Ortalama Sıcaklık	(+)	(+)	(+)	2009
Yıllık Toplam Yağış	(+)	(+)	(+)	1987
Yıllık Ortalama Bağıl Nem	(-)	(-)	(-)	1999

(+): Artan Trend, (-): Azalan Trend, (0): Trend Yok

3.2. 2305 No'lu Peterek Akım Gözlem İstasyonu Trend Analizi Uygulaması

Seçilen istasyonda yıllık ortalama akım verilerine ve meteorolojik gözlem istasyonlarından alınan meteorolojik parametrelere trend analizi uygulanmıştır.

3.2.1. Yıllık Ortalama Akım Verilerinde Trend Analizi

Yıllık ortalama akım verilerine Mann Kendall testi, Spearman'ın Rho testi ve Şen Trend Belirleme yöntemine göre trend analizi yapıldı. Trend gözlenen istasyonlarda trend yılını belirlemek için Mann Kendall mertebe korelasyon testi uygulanmıştır.

a) Mann-Kendall testine göre trend analizi:

2305 No'lu Peterek akım gözlem istasyonunun akım verilerine uygulanan Mann Kendall yöntemine göre; $i < j$ için $x_i < x_j$ olan çiftlerin sayısı $P=629$, $x_i > x_j$ olan çiftlerin sayısı $M=406$ olarak hesaplanır. Test istatistiği olan $S=P-M=629-406=223$ olarak bulunur.

Kendall korelasyon katsayısı:

$$\tau = \frac{S}{[n(n-1)/2]} = \frac{223}{[46*45/2]} = \frac{223}{1035} = 0,2155 \text{ olarak hesaplanır.}$$

Örnek sayısı $n = 46 \geq 10$ olduğundan

$$\sigma_s = \sqrt{n(n-1)(2n+5)/18} = \sqrt{46*45*97/18} = 105,61723 \text{ olarak hesaplanır.}$$

$$\left\{ \begin{array}{ll} (S-1)/\sigma_s & S > 0 \\ Z = 0 & S = 0 \\ (S+1)/\sigma_s & S < 0 \end{array} \right\} \text{ ise } S > 0 \text{ olduğundan } Z = \frac{S-1}{\sigma_s} = \frac{223-1}{105,61723} = 2,11$$

Z'nin mutlak değeri için seçilen $\alpha=0.05$ anlamlılık düzeyine karşı gelen standart normal dağılımın $Z_{\alpha/2}=1.96$ değerinden büyük olduğu için sıfır hipotezi “H₀: Trend Yok” reddedilmekte incelenen zaman serisinde artan yönde trend olduğu sonucuna varılmaktadır.

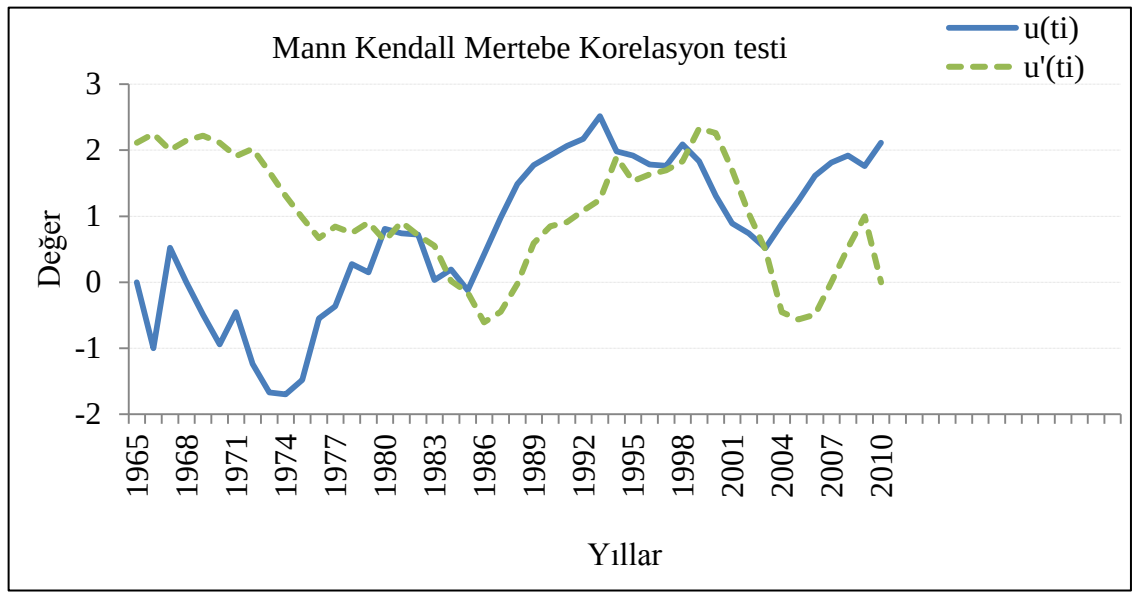
b) Spearman'ın Rho testine göre trend analizi:

$$r_s = 1 - 6 \frac{\left[\sum_{i=1}^n (R(x_i) - i)^2 \right]}{(n^3 - n)} \text{ bağlantısı uygulanarak } r_s = 0,321 \text{ olarak bulunur.}$$

$Z = r_s \sqrt{n-1} = 0,321 * \sqrt{46-1} = 2,15$ bulunur. Z'nin mutlak değeri için seçilen $\alpha=0.05$ anlamlılık düzeyine karşı gelen standart normal dağılımın $Z_{\alpha/2}=1.96$ değerinden büyük olduğu için sıfır hipotezi “H₀: Trend Yok” reddedilmekte incelenen zaman serisinde artan yönde trend olduğu sonucuna varılmaktadır.

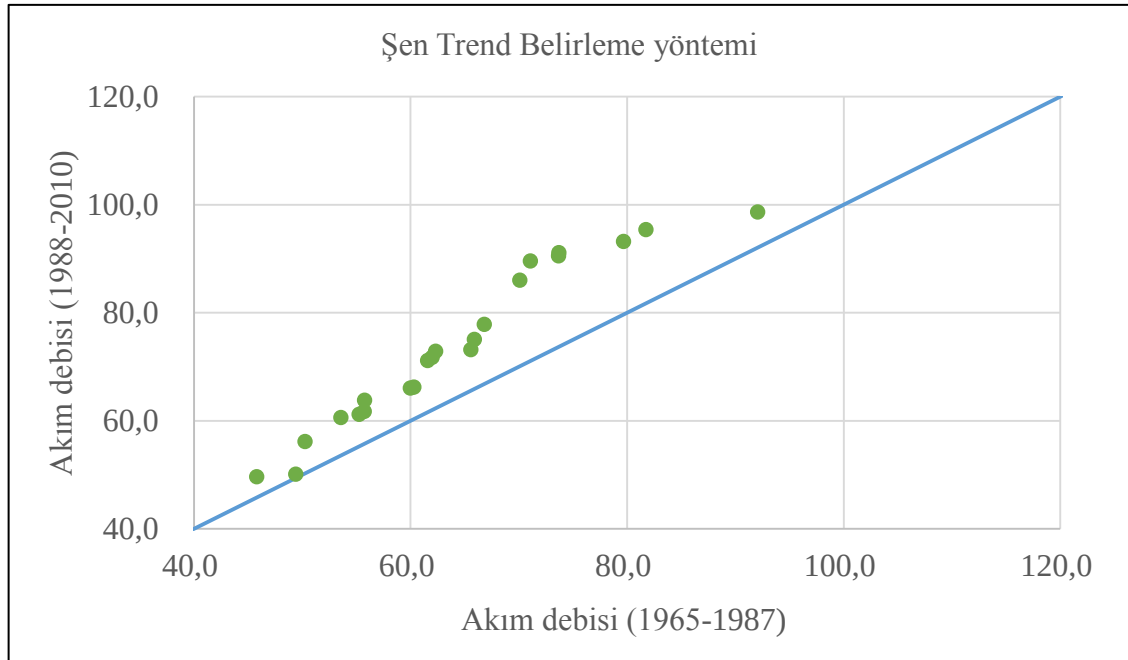
c) Mann-Kendall Mertebe Korelasyon testine göre trend analizi:

2305 No'lu Peterek akım gözlem istasyonu için, Excel de her bir ortalama akım debisi verisinin kendisinden önce gelenler arasında kaç tanesinin kendinden büyük olduğu tespit edilir. Tespit edilen veriler sayılarak n değeri bulunur. Sonra sırasıyla t , $Var(t)$, $E(t)$ ve $u(t)$ değerleri bulunur. Elden edilen değerler tablo halinde ekler kısmında verilmiştir. $U(t_i)$ ve $u'(t_i)$ grafikte gösterilmiştir. $U(t_i)$ ve $u'(t_i)$ kesişim noktası olan 1980 yılı trendin başladığı yıl olarak kabul edilir.



Şekil 34. Peterek akım gözlem istasyonu yıllık ortalama akım verilerinin $u(t_i)$ - $u'(t_i)$ grafiği.

d) Şen Eğilim Belirleme yöntemi testine göre trend analizi:



Şekil 35. Peterek akım gözlem istasyonu yıllık ortalama akım verilerinin Şen Trend Belirleme yöntemine göre analizi.

Görüldüğü üzere 2305 No’lu Peterek akım gözlem istasyonunun akım verilerinde düşük ve yüksek akım değerlerinde Şen trend belirleme yöntemine göre artan yönde bir trend gözlemlendi. Ayrıca düşük akımlardaki trend büyüklüğü yüksek akımlardaki trend büyüklüğüne göre oldukça düşük olduğu gözlemlenmiştir.

3.2.2. İklim Parametrelerinde Trend Analizi

Bu bölümde İspir meteorolojik gözlem istasyonundan alınan yıllık ortalama sıcaklık, yıllık toplam yağış ve yıllık ortalama bağıl nem verilerine trend analizi uygulanmıştır.

3.2.2.1. Yıllık Ortalama Sıcaklık Verilerinde Trend Analizi

Yıllık ortalama sıcaklık verilerine sırasıyla Mann Kendall, Spearman’ın Rho ve Şen Trend Belirleme yöntemine göre trend analizi uygulanmıştır.

a. Mann-Kendall testine göre trend analizi:

İspir meteorolojik gözlem istasyonundan alınan sıcaklık verilerine uygulanan Mann Kendall yöntemine göre; $i < j$ için $x_i < x_j$ olan çiftlerin sayısı $P=1066$, $x_i > x_j$ olan çiftlerin sayısı $M=670$ olarak hesaplanır. Test istatistiği olan $S=P-M=1066-670=396$ olarak bulunur.

Kendall korelasyon katsayısı:

$$\tau = \frac{S}{[n(n-1)/2]} = \frac{396}{[59*58/2]} = \frac{396}{1711} = 0,231 \text{ olarak hesaplanır.}$$

Örnek sayısı $n = 59 \geq 10$ olduğundan

$$\sigma_s = \sqrt{n(n-1)(2n+5)/18} = \sqrt{59*58*(2*59+5)/18} = 152,92 \text{ olarak hesaplanır.}$$

$$\left\{ \begin{array}{ll} (S-1)/\sigma_s & S > 0 \\ Z = 0 & S = 0 \\ (S+1)/\sigma_s & S < 0 \end{array} \right\} \text{ ise } S > 0 \text{ olduğundan } Z = \frac{S-1}{\sigma_s} = \frac{396-1}{152,92} = 2,58$$

Z 'nin mutlak değeri için seçilen $\alpha=0.05$ anlamlılık düzeyine karşı gelen standart normal dağılımın $Z_{\alpha/2} = 1.96$ değerinden büyük olduğu için sıfır hipotezi " H_0 : Trend Yok" reddedilmekte $S > 0$ olduğunda dolayı da incelenen zaman serisinde artan yönde trend olduğu sonucuna varılmaktadır.

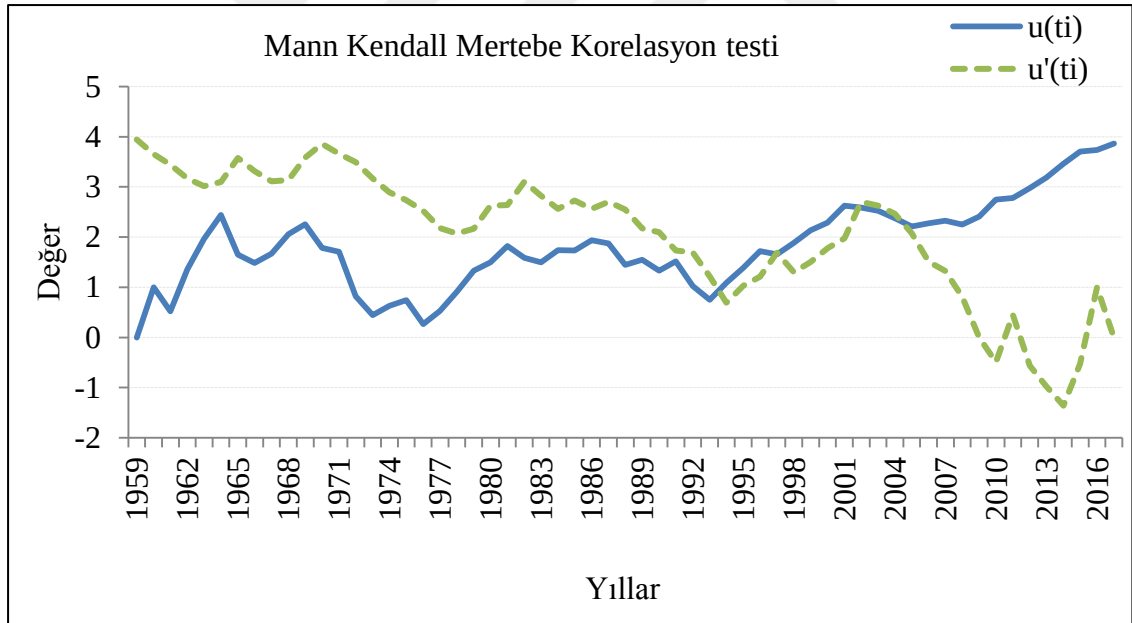
b. Spearman'ın Rho testine göre trend analizi:

$$r_s = 1 - 6 \frac{\left[\sum_{i=1}^n (R(x_i) - i)^2 \right]}{(n^3 - n)} \text{ bağlantısı uygulanarak } r_s = 0,47 \text{ olarak bulunur.}$$

$Z = r_s \sqrt{n-1} = 0,47 * \sqrt{59-1} = 3,57$ bulunur. Z 'nin mutlak değeri için seçilen $\alpha=0.05$ anlamlılık düzeyine karşı gelen standart normal dağılımın $Z_{\alpha/2}=1.96$ değerinden büyük olduğu için sıfır hipotezi “ H_0 : Trend Yok” reddedilmekte $S>0$ olduğunda dolayı da incelenen zaman serisinde artan yönde trend olduğu sonucuna varılmaktadır.

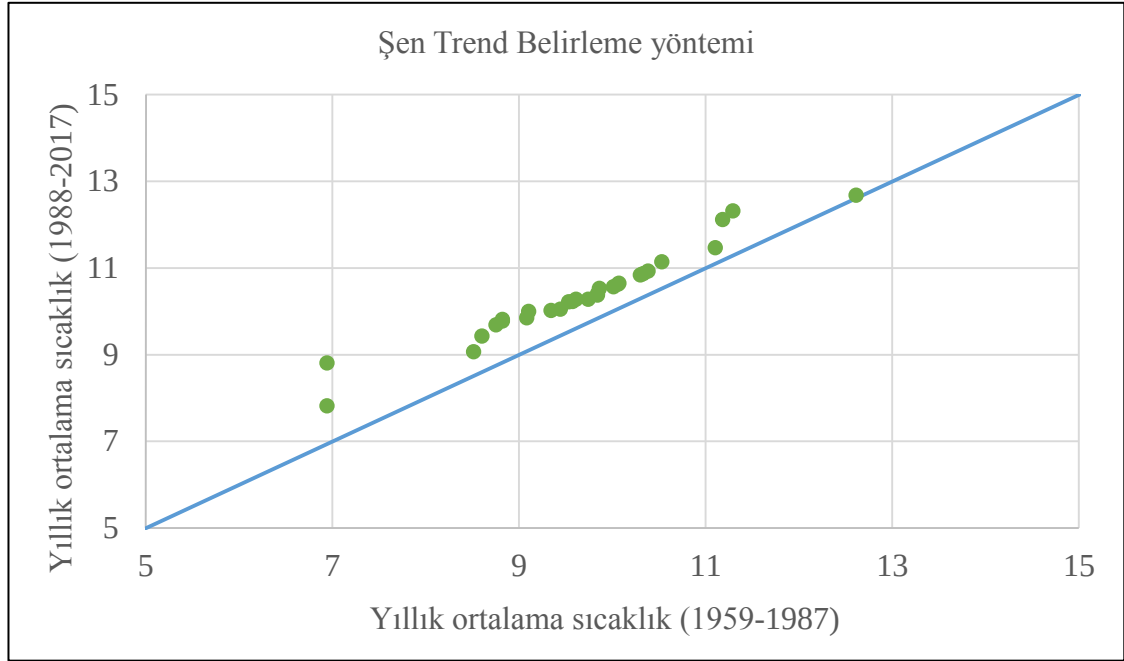
c. Mann-Kendall Mertebe Korelasyon testine göre trend analizi:

İspir meteorolojik gözlem istasyonu için, Excel de her bir ortalama sıcaklık verisinin kendisinden önce gelenler arasında kaç tanesinin kendinden büyük olduğu tespit edilir. Tespit edilen veriler sayılarak n değeri bulunur. Sonra sırasıyla t , $Var(t)$, $E(t)$ ve $u(t)$ değerleri bulunur. Elden edilen değerler tablo halinde ekler kısmında verilmiştir. $U(t_i)$ ve $u'(t_i)$ grafikte gösterilmiştir. $U(t_i)$ ve $u'(t_i)$ kesişim noktası olan 1991 yılı trendin başladığı yıl olarak kabul edilir.



Şekil 36. İspir meteorolojik gözlem istasyonu yıllık ortalama sıcaklık verilerinin $u(t_i)$ - $u'(t_i)$ grafiği.

d. Şen Eğilim Belirleme Yöntemi testine göre trend analizi:



Şekil 37. İspir meteorolojik gözlem istasyonu yıllık ortalama sıcaklık verilerinin Şen Trend Belirleme yöntemine göre analizi.

Görüldüğü üzere İspir meteorolojik gözlem istasyonunda ortalama sıcaklık verilerinde artan yönde bir eğilim vardır.

3.2.2.2. Toplam Yağış Verilerinde Trend Analizi

Yıllık toplam yağış verilerine Mann Kendall, Spearman'ın Rho ve Şen Trend Belirleme yöntemine göre trend analizi uygulanmıştır.

a. Mann-Kendall testine göre trend analizi:

İspir meteorolojik gözlem istasyonundan alınan yağış verilerine uygulanan Mann Kendall yöntemine göre; $i < j$ için $x_i < x_j$ olan çiftlerin sayısı $P=1504$, $x_i > x_j$ olan çiftlerin sayısı $M=1378$ olarak hesaplanır. Test istatistiği olan $S=P-M=1504-1378=126$ olarak bulunur.

Kendall korelasyon katsayısı:

$$\tau = \frac{S}{[n(n-1)/2]} = \frac{126}{[53*52/2]} = \frac{126}{1378} = 0,091 \text{ olarak hesaplanır.}$$

Örnek sayısı $n = 53 \geq 10$ olduğundan

$$\sigma_s = \sqrt{n(n-1)(2n+5)/18} = \sqrt{53*52*(2*53+5)/18} = 130,37 \text{ olarak hesaplanır.}$$

$$\left\{ \begin{array}{ll} (S-1)/\sigma_s & S > 0 \\ Z = 0 & S = 0 \\ (S+1)/\sigma_s & S < 0 \end{array} \right\} \text{ ise } S > 0 \text{ olduğundan } Z = \frac{S-1}{\sigma_s} = \frac{126-1}{130,37} = 0,96$$

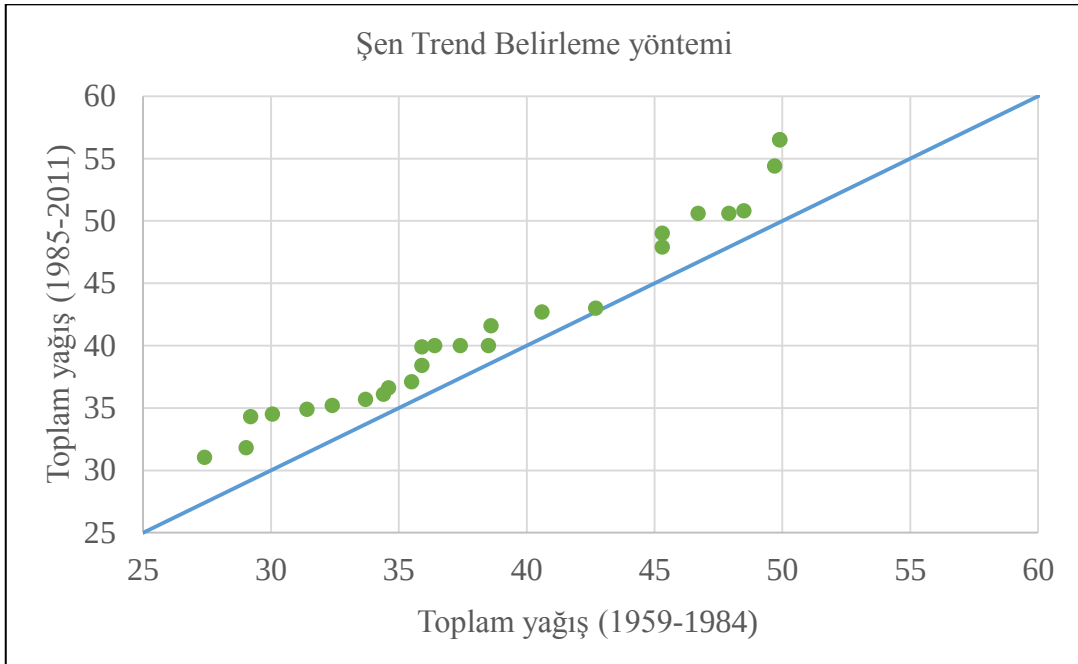
Z'nin mutlak değeri için seçilen $\alpha=0.05$ anlamlılık düzeyine karşı gelen standart normal dağılımın $Z_{\alpha/2}=1.96$ değerinden küçük olduğu için sıfır hipotezi “H₀: Trend Yok” kabul edilmekte incelenen zaman serisinde trend olmadığı sonucuna varılmaktadır.

b. Spearman'ın Rho testine göre trend analizi:

$$r_s = 1 - 6 \frac{\left[\sum_{i=1}^n (R(x_i) - i)^2 \right]}{(n^3 - n)} \text{ bağlantısı uygulanarak } r_s = 0,12 \text{ olarak bulunur.}$$

$Z = r_s \sqrt{n-1} = 0,12 * \sqrt{53-1} = 0,86$ bulunur. Z'nin mutlak değeri için seçilen $\alpha=0.05$ anlamlılık düzeyine karşı gelen standart normal dağılımın $Z_{\alpha/2}=1.96$ değerinden küçük olduğu için sıfır hipotezi “H₀: Trend Yok” kabul edilmekte incelenen zaman serisinde trend olmadığı sonucuna varılmaktadır.

c. Şen Trend Belirleme Yöntemi testine göre trend analizi:



Şekil 38. İspir meteorolojik gözlem istasyonu yıllık toplam yağış verilerinin Şen Trend Belirleme yöntemine göre analizi.

Görüldüğü üzere İspir meteorolojik gözlem istasyonunda yıllık toplam yağış verilerinde Şen trend belirleme yöntemine göre artan yönde bir eğilim vardır.

3.2.2.3. Ortalama Bağlı Nem Verilerinde Trend Analizi

Yıllık ortalama bağıl nem verilerine Mann Kendall, Spearman'ın Rho ve Şen Trend Belirleme yöntemine göre trend analizi uygulanmıştır.

a. Mann-Kendall testine göre trend analizi:

İspir meteorolojik gözlem istasyonundan alınan yıllık ortalama bağıl nem verilerine uygulanan Mann Kendall yöntemine göre; $i < j$ için $x_i < x_j$ olan çiftlerin sayısı $P=514$, $x_i > x_j$ olan çiftlerin sayısı $M=864$ olarak hesaplanır. Test istatistiği olan $S=P-M=514-864=-350$ olarak bulunur.

Kendall korelasyon katsayısı:

$$\tau = \frac{S}{[n(n-1)/2]} = \frac{-350}{[53*52/2]} = \frac{-350}{1378} = 0,254 \text{ olarak hesaplanır.}$$

Örnek sayısı $n = 53 \geq 10$ olduğundan

$$\sigma_s = \sqrt{n(n-1)(2n+5)/18} = \sqrt{53*52*(2*53+5)/18} = 130,37 \text{ olarak hesaplanır.}$$

$$\left\{ \begin{array}{ll} (S-1)/\sigma_s & S > 0 \\ Z = 0 & S = 0 \\ (S+1)/\sigma_s & S < 0 \end{array} \right\} \text{ ise } S < 0 \text{ olduğundan } Z = \frac{S-1}{\sigma_s} = \frac{-350+1}{130,37} = -2,68$$

Z'nin mutlak değeri için seçilen $\alpha=0.05$ anlamlılık düzeyine karşı gelen standart normal dağılımın $Z_{\alpha/2}=1.96$ değerinden büyük olduğu için sıfır hipotezi “H₀: Trend Yok” reddedilmekte $S < 0$ olduğunda dolayı da incelenen zaman serisinde azalan yönde trend olduğu sonucuna varılmaktadır.

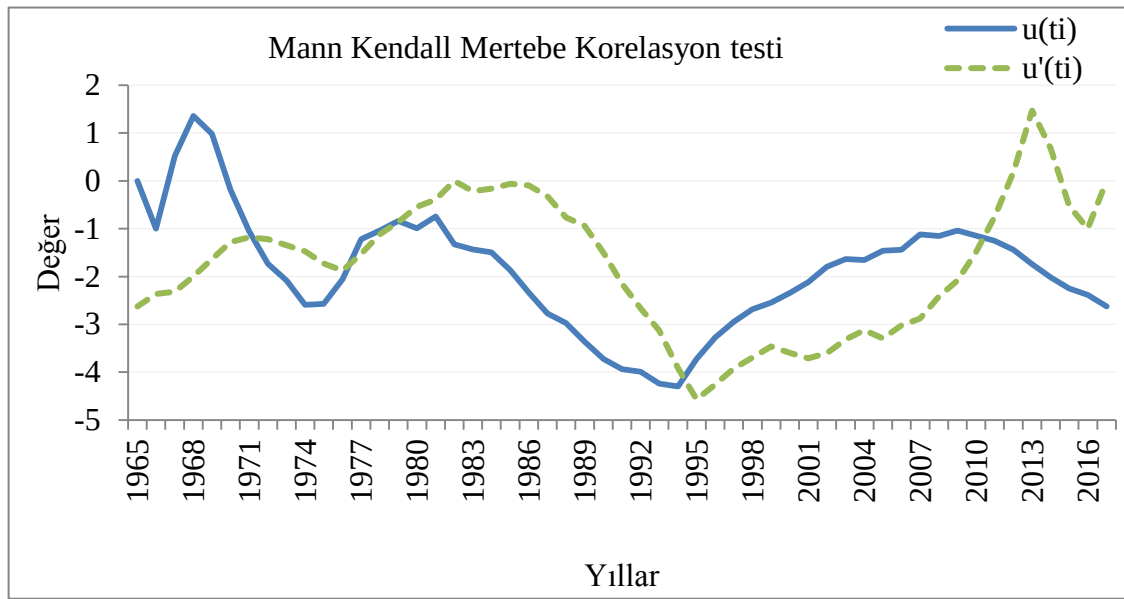
b. Spearman'ın Rho testine göre trend analizi:

$$r_s = 1 - 6 \frac{\left[\sum_{i=1}^n (R(x_i) - i)^2 \right]}{(n^3 - n)} \text{ bağlantısı uygulanarak } r_s = -0,317 \text{ olarak bulunur.}$$

$Z = r_s \sqrt{n-1} = -0,317 * \sqrt{53-1} = -2,29$ bulunur. Z'in mutlak değeri için seçilen $\alpha=0.05$ anlamlılık düzeyine karşı gelen standart normal dağılımın $Z_{\alpha/2}=1.96$ değerinden büyük olduğu için sıfır hipotezi “H₀: Trend Yok” reddedilmekte $S < 0$ olduğunda dolayı da incelenen zaman serisinde azalan yönde trend olduğu sonucuna varılmaktadır.

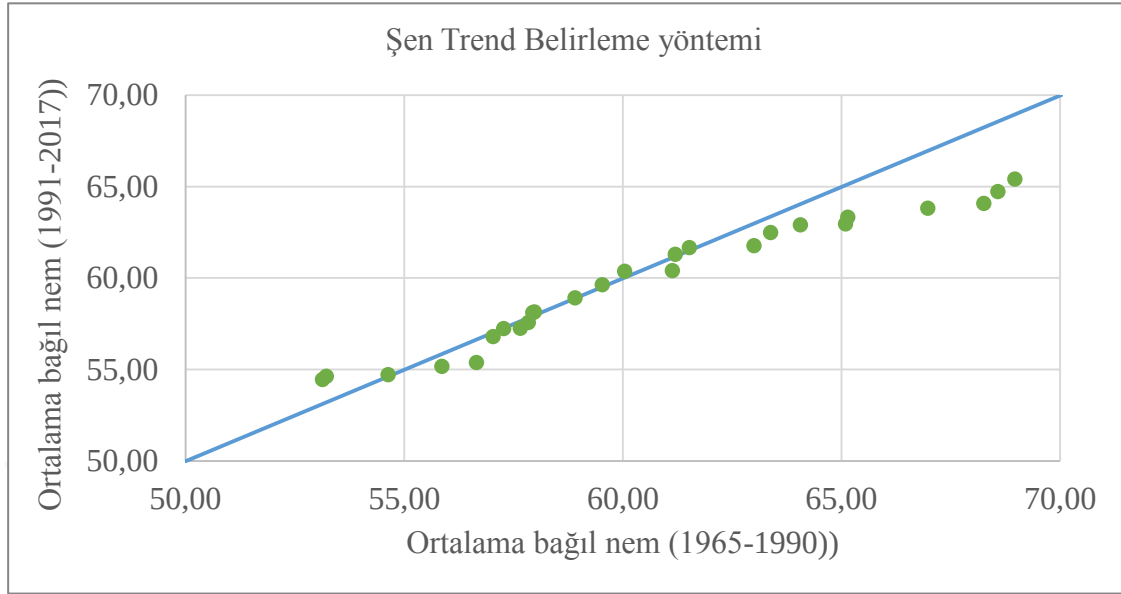
c. Mann-Kendall Mertebe Korelasyon testine göre trend analizi:

İspir meteorolojik gözlem istasyonu için, Excel de her bir ortalama bağıl nem verisinin kendisinden önce gelenler arasında kaç tanesinin kendinden büyük olduğu tespit edilir. Tespit edilen veriler sayılarak n değeri bulunur. Sonra sırasıyla t , $Var(t)$, $E(t)$ ve $u(t)$ değerleri bulunur. Elden edilen değerler tablo halinde ekler kısmında verilmiştir. $U(t_i)$ ve $u'(t_i)$ grafikte gösterilmiştir. $U(t_i)$ ve $u'(t_i)$ kesişim noktası olan 1971 yılı trendin başladığı yıl olarak kabul edilir.



Şekil 39. İspir meteorolojik gözlem istasyonu yıllık ortalama bağıl nem verilerinin $u(t_i)$ - $u'(t_i)$ grafiği.

d. Şen Eğilim Belirleme Yöntemi testine göre trend analizi:



Şekil 40. İspir meteorolojik gözlem istasyonu yıllık ortalama bağıl nem verilerinin Şen Trend Belirleme yöntemine göre analizi.

Görüldüğü üzere İspir meteorolojik gözlem istasyonunda yüksek yıllık ortalama bağıl nem verilerinde Şen trend belirleme yöntemine göre azalan yönde bir eğilim vardır. Düşük bağıl nem değerlerinde ise trend gözlenmemiştir.

2305 No'lu Peterek akım gözlem istasyonunun yıllık ortalama akım debisi ve bu akım gözlem istasyonu ile birlikte değerlendirdiğimiz İspir meteorolojik gözlem istasyonunun meteorolojik parametrelerine uygulanan trend analizlerinin sonucu aşağıda tabloda verilmiştir.

Tablo 14. 2305 Peterek akım gözlem istasyonu ve İspir meteorolojik gözlem istasyonu verilerinin trend analiz sonuçları.

2305 Peterek AGİ	Mann- Kendall	Spearman'ı n Rho	Şen Trend Bel. Yön.	Trend Baş. Yılı
Yıllık Ortalama Akım Debisi	(+)	(+)	(+)	1980
İspir MGİ	Mann- Kendall	Spearman'ın Rho	Şen Trend Bel. Yön.	Trend Baş. Yılı
Yıllık Ortalama Sıcaklık	(+)	(+)	(+)	1991
Yıllık Toplam Yağış	(0)	(0)	(+)	-
Yıllık Ortalama Bağıl Nem	(-)	(-)	(-)	1971

(+): Artan Trend, (-): Azalan Trend, (0): Trend Yok

Burada görüldüğü üzere akım verilerinde anlamlı yönde trend vardır. Akım verilerinde oluşan bu anlamlı trendin meteorolojik parametreleriyle olan ilişkisini öğrenmek için korelasyon testi uygulanmıştır. SPSS programında işlenen verilerin Pearson korelasyon katsayıları ve anlamlılık düzeyleri aşağıdaki tabloda verilmiştir.

Tablo 15. 2305 Peterek akım gözlem istasyonu Pearson korelasyon testi sonuçları.

Akım	Sıcaklık	Yağış	Nem
Pearson Korelasyon Katsayısı	0,019	0,299*	-0,021
Anlamlılık Düzeyi	0,902	0,043	0,888

* Anlamlı ilişki vardır.

Tabloya göre anlamlılık düzeyi 0,05'ten küçük olan yağış ile akım arasındaki anlamlı bir ilişki olduğu sonucuna varılır.

3.3. 2315 No'lu Karşıköy Akım Gözlem İstasyonu Trend Analizi Uygulaması

Seçilen 2315 Karşıköy akım gözlem istasyonunda yıllık ortalama akım verilerine ve Artvin meteorolojik gözlem istasyonundan alınan meteorolojik parametrelerine trend analizi uygulanmıştır.

3.3.1. Yıllık Ortalama Akım Verilerinde Trend Analizi

Yıllık ortalama akım verilerine Mann Kendall testi, Spearman'ın Rho testi ve Şen Trend Belirleme yöntemine göre trend analizi yapıldı. Trend gözlenen istasyonlarda trend yılını belirlemek için Mann Kendall mertebe korelasyon testi uygulanmıştır.

a. Mann-Kendall testine göre trend analizi:

2315 No'lu Karşıköy akım gözlem istasyonunun akım verilerine uygulanan Mann Kendall yöntemine göre; $i < j$ için $x_i < x_j$ olan çiftlerin sayısı $P=413$, $x_i > x_j$ olan çiftlerin sayısı $M=253$ olarak hesaplanır. Test istatistiği olan $S=P-M=413-253=160$ olarak bulunur.

Kendall korelasyon katsayısı:

$$\tau = \frac{S}{\left[\frac{n(n-1)}{2} \right]} = \frac{160}{\left[\frac{37 \cdot 36}{2} \right]} = \frac{160}{666} = 0,2402 \text{ olarak hesaplanır.}$$

Örnek sayısı $n = 37 \geq 10$ olduğundan

$$\sigma_s = \sqrt{n(n-1)(2n+5)/18} = \sqrt{37 \cdot 36 \cdot 79/18} = 76,46 \text{ olarak hesaplanır.}$$

$$\left\{ \begin{array}{ll} (S-1)/\sigma_s & S > 0 \\ 0 & S = 0 \\ (S+1)/\sigma_s & S < 0 \end{array} \right\} \text{ ise } S > 0 \text{ olduğundan } Z = \frac{S-1}{\sigma_s} = \frac{160-1}{76,46} = 2,08$$

Z 'nin mutlak değeri için seçilen $\alpha=0.05$ anlamlılık düzeyine karşı gelen standart normal dağılımın $Z_{\alpha/2} = 1.96$ değerinden büyük olduğu için sıfır hipotezi “ H_0 : Trend Yok” reddedilmekte $S > 0$ olduğunda dolayı da incelenen zaman serisinde artan yönde trend olduğu sonucuna varılmaktadır.

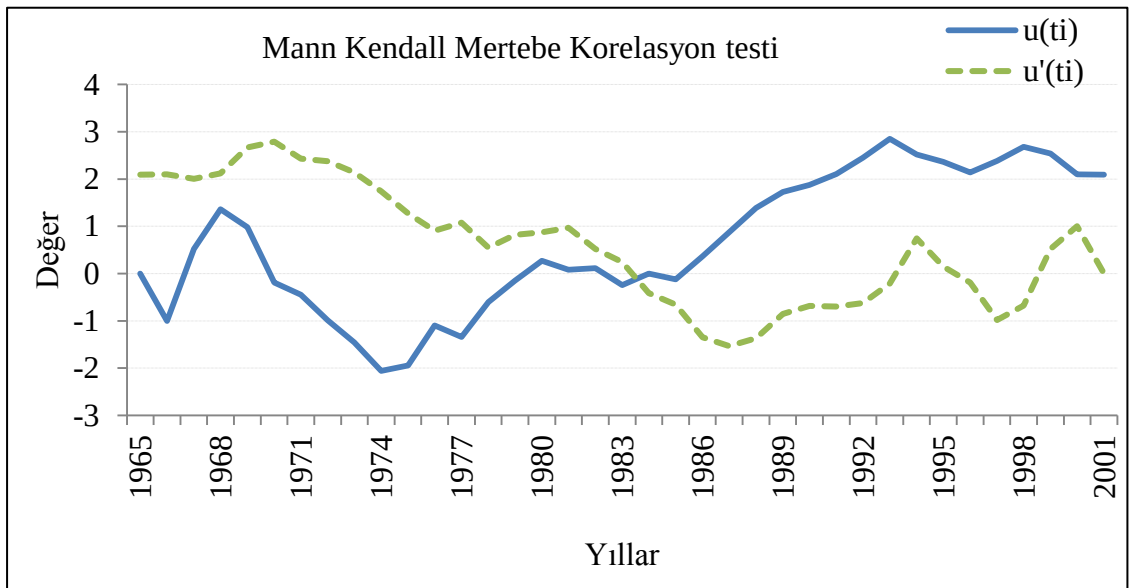
b. Spearman'ın Rho testine göre trend analizi:

$$r_s = 1 - 6 \frac{\left[\sum_{i=1}^n (R(x_i) - i)^2 \right]}{(n^3 - n)} \text{ bağlantısı uygulanarak } r_s = 0,328 \text{ olarak bulunur.}$$

$Z = r_s \sqrt{n-1} = 0,328 * \sqrt{37-1} = 1,968$ bulunur. Z 'in mutlak değeri için seçilen $\alpha=0.05$ anlamlılık düzeyine karşı gelen standart normal dağılımın $Z_{\alpha/2}=1.96$ değerinden büyük olduğu için sıfır hipotezi “ H_0 : Trend Yok” reddedilmekte olup incelenen zaman serisinde artan yönde trend olduğu sonucuna varılmaktadır.

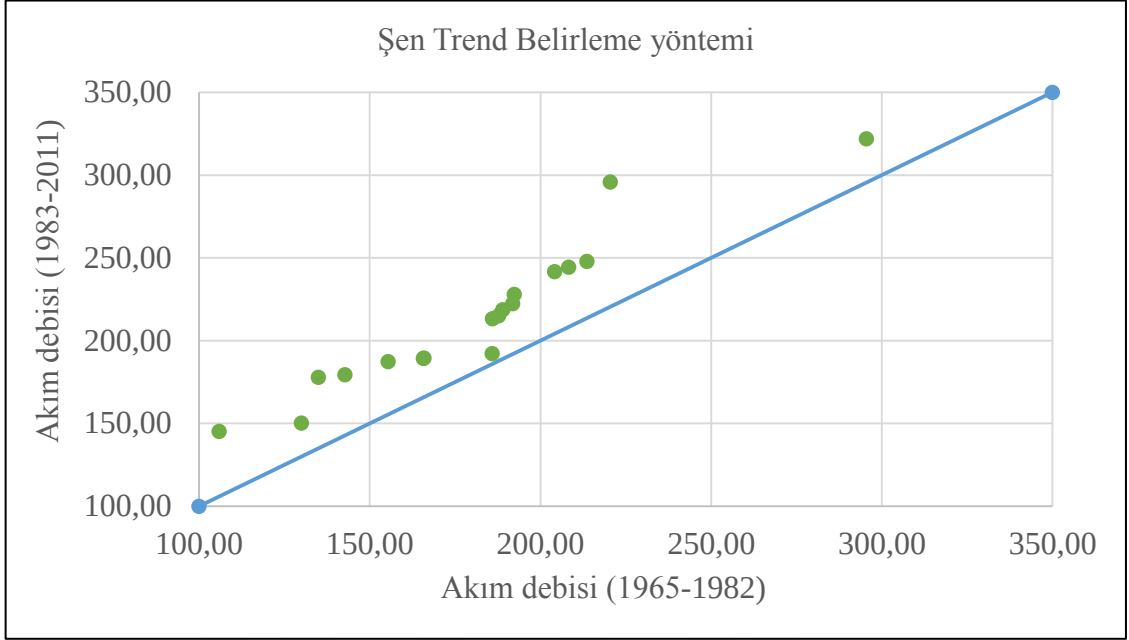
c. Mann-Kendall Mertebe Korelasyon testine göre trend analizi:

2315 No'lu Karşıköy akım gözlem istasyonu için, Excel de her bir ortalama akım debisi verisinin kendisinden önce gelenler arasında kaç tanesinin kendinden büyük olduğu tespit edilir. Tespit edilen veriler sayılarak n değeri bulunur. Sonra sırasıyla t , $\text{Var}(t)$, $E(t)$ ve $u(t)$ değerleri bulunur. Elden edilen değerler tablo halinde ekler kısmında verilmiştir. $U(t_i)$ ve $u'(t_i)$ grafikte gösterilmiştir. $U(t_i)$ ve $u'(t_i)$ kesişim noktası olan 1984 yılı trendin başladığı yıl olarak kabul edilir.



Şekil 41. Karşıköy akım gözlem istasyonu yıllık ortalama akım verilerinin $u(t_i)$ - $u'(t_i)$ grafiği.

d. Şen Eğilim Belirleme Yöntemi testine göre trend analizi:



Şekil 42. Karşıköy akım gözlem istasyonu yıllık ortalama akım verilerinin Şen Trend Belirleme yöntemine göre analizi.

Görüldüğü üzere 2315 No'lu Karşıköy akım gözlem istasyonunda yüksek ve düşük akım verilerinde Şen trend belirleme yöntemine göre artan yönde bir trend olduğu gözlenmiştir

3.3.2. İklim Parametrelerinde Trend Analizi

Bu bölümde Artvin meteorolojik gözlem istasyonundan alınan yıllık ortalama sıcaklık, yıllık toplam yağış ve yıllık ortalama bağıl nem verilerine trend analizi uygulanmıştır.

3.3.2.1 Yıllık Ortalama Sıcaklık Verilerinde Trend Analizi

Yıllık ortalama sıcaklık verilerine Mann Kendall, Spearman'ın Rho ve Şen Trend Belirleme yöntemine göre trend analizi uygulanmıştır.

a. Mann-Kendall testine göre trend analizi:

Artvin meteorolojik gözlem istasyonundan alınan sıcaklık verilerine uygulanan Mann Kendall yöntemine göre; $i < j$ için $x_i < x_j$ olan çiftlerin sayısı $P=996$, $x_i > x_j$ olan çiftlerin sayısı $M=715$ olarak hesaplanır. Test istatistiği olan $S=P-M=996-715=281$ olarak bulunur.

Kendall korelasyon katsayısı:

$$\tau = \frac{S}{[n(n-1)/2]} = \frac{281}{[59*58/2]} = \frac{281}{1711} = 0,164 \text{ olarak hesaplanır.}$$

Örnek sayısı $n = 59 \geq 10$ olduğundan

$$\sigma_s = \sqrt{n(n-1)(2n+5)/18} = \sqrt{59*58*(2*59+5)/18} = 152,92 \text{ olarak hesaplanır.}$$

$$\left\{ \begin{array}{ll} (S-1)/\sigma_s & S > 0 \\ Z = 0 & S = 0 \\ (S+1)/\sigma_s & S < 0 \end{array} \right\} \text{ ise } S > 0 \text{ olduğundan } Z = \frac{S-1}{\sigma_s} = \frac{281-1}{152,92} = 1,83$$

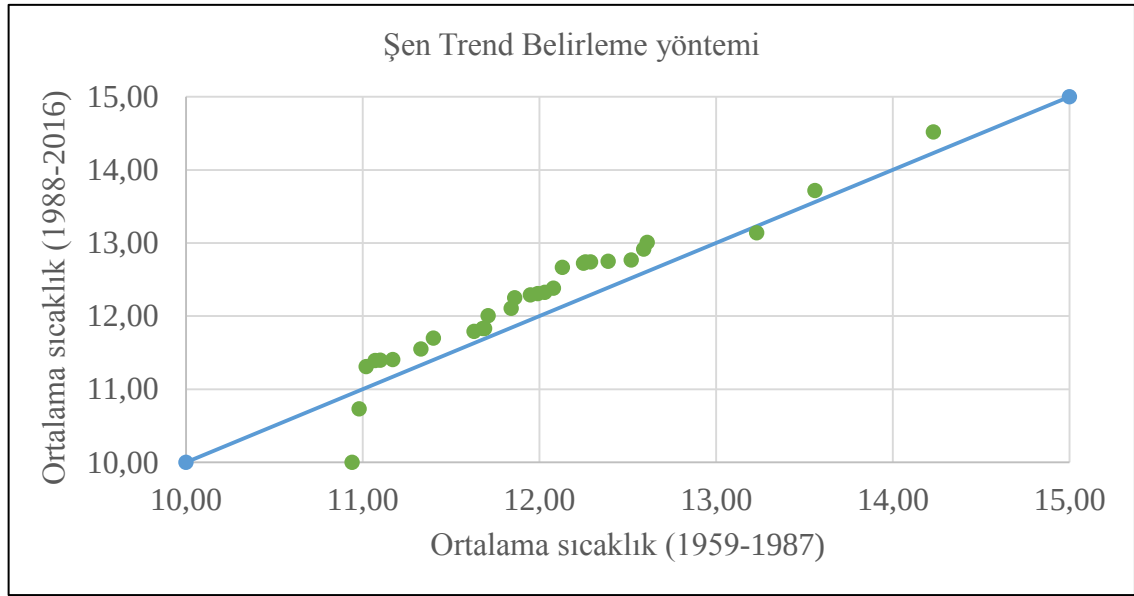
Z 'nin mutlak değeri için seçilen $\alpha=0.05$ anlamlılık düzeyine karşı gelen standart normal dağılımın $Z_{\alpha/2} = 1.96$ değerinden küçük olduğu için sıfır hipotezi “ H_0 : Trend Yok” kabul edilmekte incelenen zaman serisinde trend olmadığı sonucuna varılmaktadır.

b. Spearman'ın Rho testine göre trend analizi:

$$r_s = 1 - 6 \frac{\left[\sum_{i=1}^n (R(x_i) - i)^2 \right]}{(n^3 - n)} \text{ bağlantısı uygulanarak } r_s = 0,236 \text{ olarak bulunur.}$$

$Z = r_s \sqrt{n-1} = 0,236 * \sqrt{59-1} = 1,80$ bulunur. Z'nin mutlak değeri için seçilen $\alpha=0.05$ anlamlılık düzeyine karşı gelen standart normal dağılımın $Z_{\alpha/2}=1.96$ değerinden küçük olduğu için sıfır hipotezi “H₀: Trend Yok” kabul edilmekte incelenen zaman serisinde trend olmadığı sonucuna varılmaktadır.

c. Şen Eğilim Belirleme Yöntemi testine göre trend analizi:



Şekil 43. Artvin meteorolojik gözlem istasyonu yıllık ortalama sıcaklık verilerinin Şen Trend Belirleme yöntemine göre analizi.

Görüldüğü üzere Artvin meteorolojik gözlem istasyonunda ortalama sıcaklık verilerinde artan yönde bir trend vardır.

3.3.2.2. Yıllık Toplam Yağış Verilerinde Trend Analizi

Yıllık toplam yağış verilerine Mann Kendall, Spearman'ın Rho ve Şen Trend Belirleme yöntemine göre trend analizi uygulanmıştır.

a. Mann-Kendall testine göre trend analizi:

Artvin meteorolojik gözlem istasyonundan alınan yıllık toplam yağış verilerine uygulanan Mann Kendall yöntemine göre; $i < j$ için $x_i < x_j$ olan çiftlerin sayısı $P=973$,

$x_i > x_j$ olan çiftlerin sayısı $M=738$ olarak hesaplanır. Test istatistiği olan $S=P-M=973-738=235$ olarak bulunur.

Kendall korelasyon katsayısı:

$$\tau = \frac{S}{[n(n-1)/2]} = \frac{235}{[59*58/2]} = \frac{235}{1711} = 0,137 \text{ olarak hesaplanır.}$$

Örnek sayısı $n = 53 \geq 10$ olduğundan

$$\sigma_s = \sqrt{n(n-1)(2n+5)/18} = \sqrt{59*58*(2*59+5)/18} = 152,92 \text{ olarak hesaplanır.}$$

$$\left\{ \begin{array}{ll} (S-1)/\sigma_s & S > 0 \\ Z = 0 & S = 0 \\ (S+1)/\sigma_s & S < 0 \end{array} \right\} \text{ ise } S > 0 \text{ olduğundan } Z = \frac{S-1}{\sigma_s} = \frac{235-1}{152,92} = 1,53$$

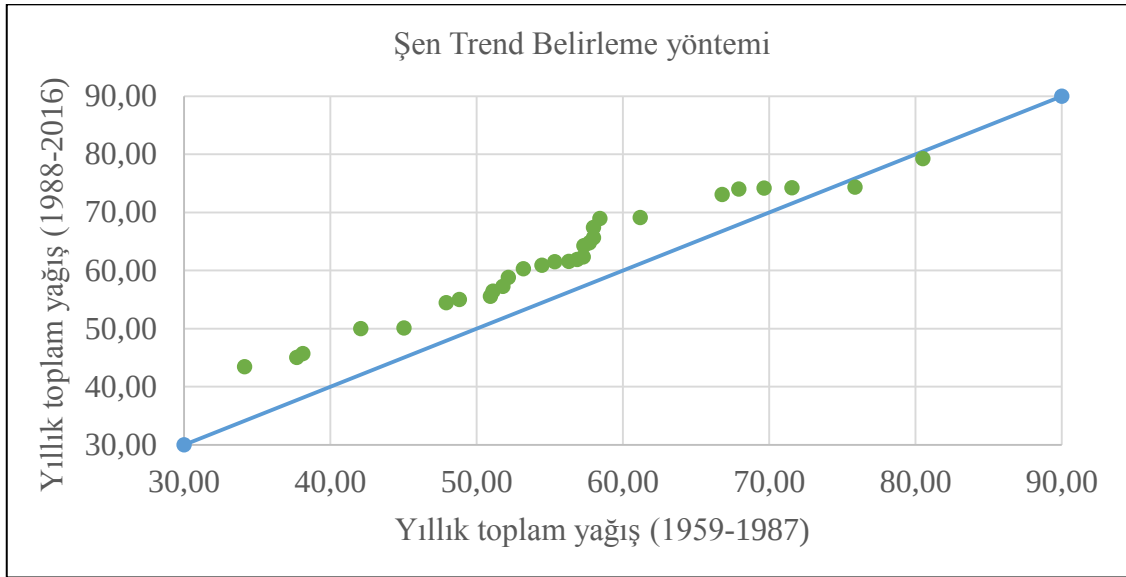
Z 'nin mutlak değeri için seçilen $\alpha=0.05$ anlamlılık düzeyine karşı gelen standart normal dağılımın $Z_{\alpha/2} = 1.96$ değerinden küçük olduğu için sıfır hipotezi " H_0 : Trend Yok" kabul edilmekte incelenen zaman serisinde trend olmadığı sonucuna varılmaktadır.

b. Spearman'ın Rho testine göre trend analizi:

$$r_s = 1 - 6 \frac{\left[\sum_{i=1}^n (R(x_i) - i)^2 \right]}{(n^3 - n)} \text{ bağlantısı uygulanarak } r_s = 0,173 \text{ olarak bulunur.}$$

$Z = r_s \sqrt{n-1} = 0,173 * \sqrt{59-1} = 1,32$ bulunur. Z 'nin mutlak değeri için seçilen $\alpha=0.05$ anlamlılık düzeyine karşı gelen standart normal dağılımın $Z_{\alpha/2} = 1.96$ değerinden küçük olduğu için sıfır hipotezi " H_0 : Trend Yok" kabul edilmekte incelenen zaman serisinde trend olmadığı sonucuna varılmaktadır.

c. Şen Eğilim Belirleme Yöntemi testine göre trend analizi:



Şekil 44. Artvin meteorolojik gözlem istasyonu yıllık toplam yağış verilerinin Şen Trend Belirleme yöntemine göre analizi.

Görüldüğü üzere Artvin meteorolojik gözlem istasyonunda yıllık toplam yağış verilerinde Şen trend belirleme yöntemine göre artan yönde bir eğilim vardır.

3.3.2.3. Yıllık Ortalama Bağıl Nem Verilerinde Trend Analizi

Yıllık ortalama bağıl nem verilerine Mann Kendall, Spearman'ın Rho ve Şen Trend Belirleme yöntemine göre trend analizi uygulanmıştır.

a. Mann-Kendall testine göre trend analizi:

Artvin meteorolojik gözlem istasyonundan alınan yıllık ortalama bağıl nem verilerine uygulanan Mann Kendall yöntemine göre; $i < j$ için $x_i < x_j$ olan çiftlerin sayısı $P=650$, $x_i > x_j$ olan çiftlerin sayısı $M=1061$ olarak hesaplanır. Test istatistiği olan $S=P-M=650-1061=-410$ olarak bulunur.

Kendall korelasyon katsayısı:

$$\tau = \frac{S}{[n(n-1)/2]} = \frac{-350}{[59*58/2]} = \frac{-410}{1711} = 0,24 \text{ olarak hesaplanır.}$$

Örnek sayısı $n = 59 \geq 10$ olduğundan

$$\sigma_s = \sqrt{n(n-1)(2n+5)/18} = \sqrt{59*58*(2*59+5)/18} = 152,92 \text{ olarak hesaplanır.}$$

$$\left\{ \begin{array}{ll} (S-1)/\sigma_s & S > 0 \\ Z = 0 & S = 0 \\ (S+1)/\sigma_s & S < 0 \end{array} \right\} \text{ ise } S < 0 \text{ olduğundan } Z = \frac{S+1}{\sigma_s} = \frac{-410+1}{152,92} = -2,67$$

Z'nin mutlak değeri için seçilen $\alpha=0.05$ anlamlılık düzeyine karşı gelen standart normal dağılımın $Z_{\alpha/2}=1.96$ değerinden büyük olduğu için sıfır hipotezi “H₀: Trend Yok” reddedilmekte $S < 0$ olduğunda dolayı da incelenen zaman serisinde azalan yönde trend olduğu sonucuna varılmaktadır.

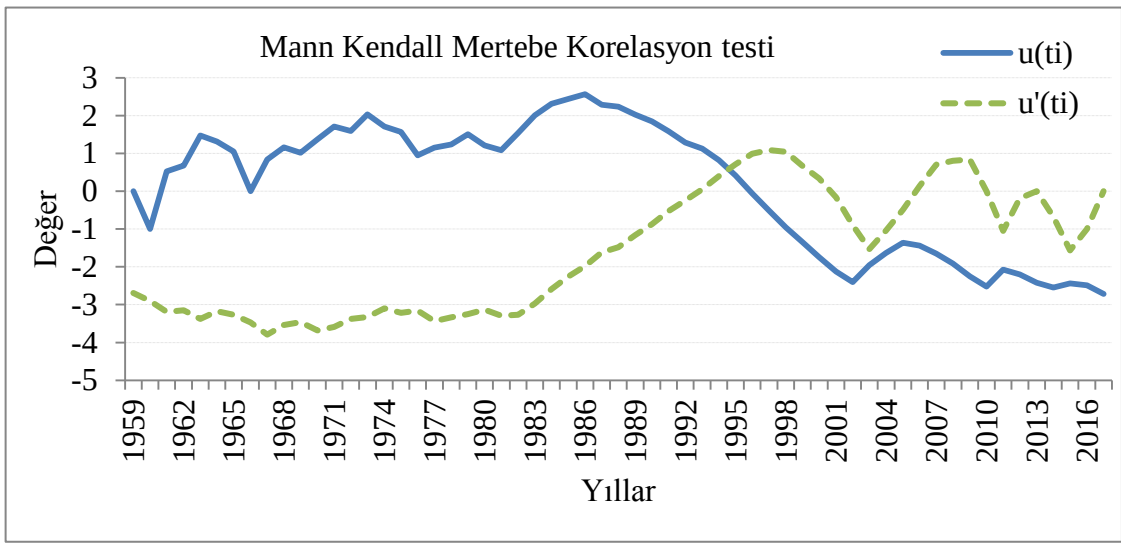
b. Spearman'ın Rho testine göre trend analizi:

$$r_s = 1 - 6 \frac{\left[\sum_{i=1}^n (R(x_i) - i)^2 \right]}{(n^3 - n)} \text{ bağlantısı uygulanarak } r_s = -0,35 \text{ olarak bulunur.}$$

$Z = r_s \sqrt{n-1} = -0,35 * \sqrt{59-1} = -2,66$ bulunur. Z'nin mutlak değeri için seçilen $\alpha=0.05$ anlamlılık düzeyine karşı gelen standart normal dağılımın $Z_{\alpha/2}=1.96$ değerinden büyük olduğu için sıfır hipotezi “H₀: Trend Yok” reddedilmekte $S < 0$ olduğunda dolayı da incelenen zaman serisinde azalan yönde trend olduğu sonucuna varılmaktadır.

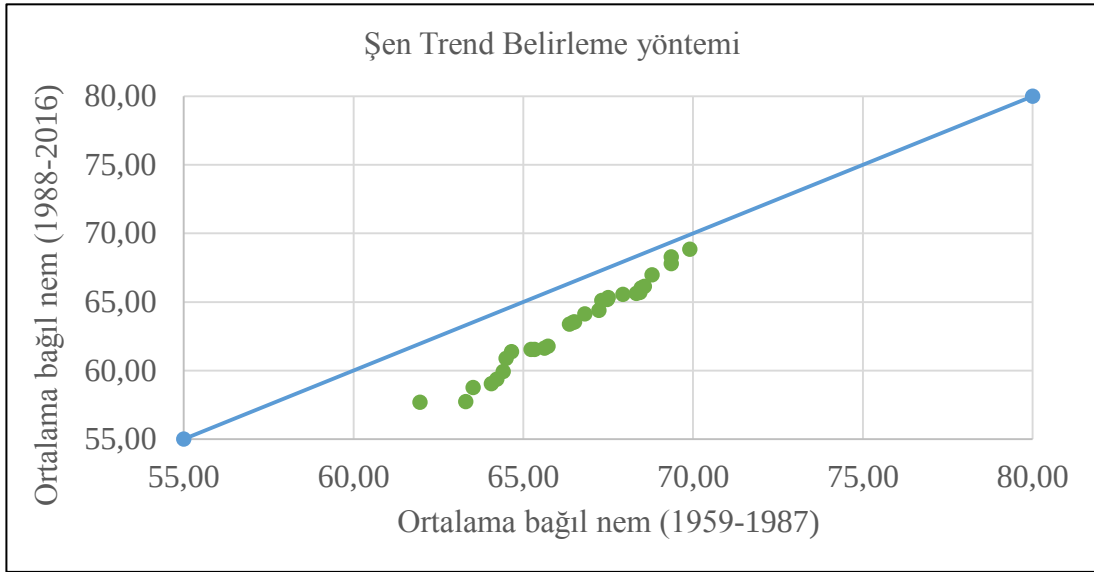
c. Mann-Kendall Mertebe Korelasyon testine göre trend analizi:

Artvin meteorolojik gözlem istasyonu için, Excel de her bir ortalama bağıl nem verisinin kendisinden önce gelenler arasında kaç tanesinin kendinden büyük olduğu tespit edilir. Tespit edilen veriler sayılarak n değeri bulunur. Sonra sırasıyla t , $Var(t)$, $E(t)$ ve $u(t)$ değerleri bulunur. Elden edilen değerler tablo halinde ekler kısmında verilmiştir. $U(t_i)$ ve $u'(t_i)$ grafikte gösterilmiştir. $U(t_i)$ ve $u'(t_i)$ kesişim noktası olan 1995 yılı trendin başladığı yıl olarak kabul edilir.



Şekil 45. Artvin meteorolojik gözlem istasyonu yıllık ortalama bağıl nem verilerinin $u(t_i)$ - $u'(t_i)$ grafiği.

d. Şen Eğilim Belirleme Yöntemi testine göre trend analizi:



Şekil 46. Artvin meteorolojik gözlem istasyonu yıllık ortalama bağıl nem verilerinin Şen Trend Belirleme yöntemine göre analizi.

Görüldüğü üzere Artvin meteorolojik gözlem istasyonunda yüksek yıllık ortalama bağıl nem verilerinde Şen trend belirleme yöntemine göre azalan yönde bir eğilim vardır.

2315 No'lu Artvin akım gözlem istasyonunun yıllık ortalama akım debisi ve bu akım gözlem istasyonu ile birlikte değerlendirilen Artvin meteorolojik gözlem istasyonunun meteorolojik parametrelerine uygulanan trend analizlerinin sonucu aşağıda tabloda verilmiştir.

Tablo 16. 2315 Karşıköy akım gözlem istasyonu ve Artvin meteorolojik gözlem istasyonu verilerinin trend analiz sonuçları.

2315 Karşıköy AGİ	Mann-Kendall	Spearman'ın Rho	Şen Trend Bel. Yön.	Trend Baş. Yılı
Yıllık Ortalama Akım Debisi	(+)	(+)	(+)	1984
Artvin MGI	Mann-Kendall	Spearman'ın Rho	Şen Trend Bel. Yön.	Trend Baş. Yılı
Yıllık Ortalama Sıcaklık	(0)	(0)	(+)	-
Yıllık Toplam Yağış	(0)	(0)	(+)	-
Yıllık Ortalama Bağıl Nem	(-)	(-)	(-)	1995

(+): Artan Trend, (-): Azalan Trend, (0): Trend Yok

Burada görüldüğü üzere akım verilerinde anlamlı yönde trend vardır. Akım verilerinde oluşan bu anlamlı trendin meteorolojik parametreleriyle olan ilişkisini öğrenmek için korelasyon testi uygulanmıştır. SPSS programında işlenen verilerin Pearson korelasyon katsayıları ve anlamlılık düzeyleri aşağıdaki tabloda verilmiştir.

Tablo 17. 2315 Karşıköy akım gözlem istasyonu Pearson korelasyon testi sonuçları.

Akım	Sıcaklık	Yağış	Nem
Pearson Korelasyon Katsayısı	-0,222	0,371*	-0,077
Anlamlılık Düzeyi	0,187	0,024	0,652

* Anlamlı ilişki vardır.

Tabloya göre anlamlılık düzeyi 0,05'ten küçük olan yağış ile akım arasındaki anlamlı bir ilişki olduğu sonucuna varılır.

3.4. 2316 No'lu İspir Köprü Akım Gözlem İstasyonu Trend Analizi Uygulaması

Seçilen istasyonda yıllık ortalama akım verilerine ve meteorolojik gözlem istasyonlarından alınan meteorolojik parametrelere trend analizi uygulanmıştır.

3.4.1. Yıllık Ortalama Akım Verilerinde Trend Analizi

Yıllık ortalama akım verilerine Mann Kendall testi, Spearman'ın Rho testi ve Şen Trend Belirleme yöntemine göre trend analizi yapıldı. Trend gözlenen istasyonlarda trend yılını belirlemek için Mann Kendall mertebe korelasyon testi uygulanmıştır.

a. Mann-Kendall testine göre trend analizi:

2316 No'lu İspir Köprü akım gözlem istasyonunun akım verilerine uygulanan Mann Kendall yöntemine göre; $i < j$ için $x_i < x_j$ olan çiftlerin sayısı $P=577$, $x_i > x_j$ olan çiftlerin sayısı $M=458$ olarak hesaplanır. Test istatistiği olan $S=P-M=577-458=119$ olarak bulunur.

Kendall korelasyon katsayısı:

$$\tau = \frac{S}{\left[\frac{n(n-1)}{2} \right]} = \frac{119}{\left[\frac{46 \cdot 45}{2} \right]} = \frac{119}{1035} = 0,115 \text{ olarak hesaplanır.}$$

Örnek sayısı $n = 46 \geq 10$ olduğundan

$$\sigma_s = \sqrt{n(n-1)(2n+5)/18} = \sqrt{46 \cdot 45 \cdot (2 \cdot 46 + 5)/18} = 105,62 \text{ olarak hesaplanır.}$$

$$\left\{ \begin{array}{ll} (S-1)/\sigma_s & S > 0 \\ 0 & S = 0 \\ (S+1)/\sigma_s & S < 0 \end{array} \right\} \text{ ise } S > 0 \text{ olduğundan } Z = \frac{S-1}{\sigma_s} = \frac{119-1}{105,62} = 1,12$$

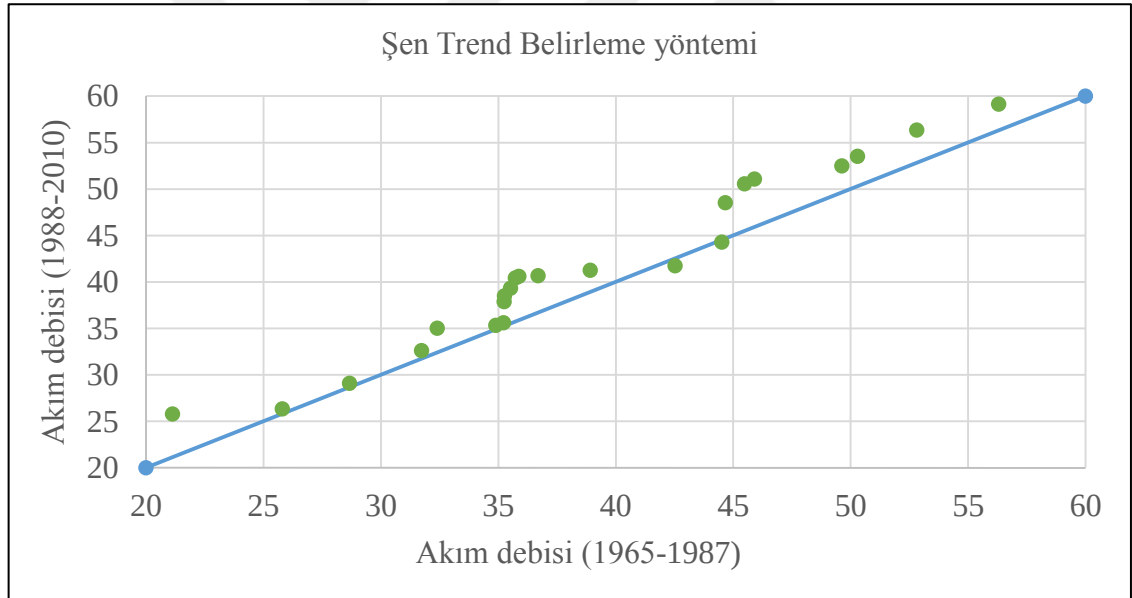
Z 'nin mutlak değeri için seçilen $\alpha=0.05$ anlamlılık düzeyine karşı gelen standart normal dağılımın $Z_{\alpha/2} = 1.96$ değerinden küçük olduğu için sıfır hipotezi “ H_0 : Trend Yok” kabul edilmekte incelenen zaman serisinde trend olmadığı sonucuna varılmaktadır.

b. Spearman'ın Rho testine göre trend analizi:

$$r_s = 1 - 6 \frac{\left[\sum_{i=1}^n (R(x_i) - i)^2 \right]}{(n^3 - n)} \text{ bağlantısı uygulanarak } r_s = 0,148 \text{ olarak bulunur.}$$

$Z = r_s \sqrt{n-1} = 0,148 * \sqrt{46-1} = 0,993$ bulunur. Z'nin mutlak değeri için seçilen $\alpha=0.05$ anlamlılık düzeyine karşı gelen standart normal dağılımın $Z_{\alpha/2}=1.96$ değerinden küçük olduğu için sıfır hipotezi “H₀: Trend Yok” kabul edilmekte incelenen zaman serisinde trend olmadığı sonucuna varılmaktadır.

c. Şen Eğilim Belirleme Yöntemi testine göre trend analizi:



Şekil 47. İspir Köprü akım gözlem istasyonu yıllık toplam yağış verilerinin Şen Trend Belirleme yöntemine göre analizi.

Görüldüğü üzere 2316 No'lu İspir Köprü akım gözlem istasyonunda orta ve yüksek akım değerlerinde artan yönde bir trend vardır.

3.4.2. İklim Parametrelerinde Trend Analizi

Bu bölümde İspir ve Tortum meteorolojik gözlem istasyonlarından alınan yıllık

ortalama sıcaklık, yıllık toplam yağış ve yıllık ortalama bağıl nem verilerine trend analizi uygulanmıştır.

İlk olarak İspir meteorolojik gözlem istasyonundan alınan verilerin trend analizi yapılmıştır. Daha sonra Tortum meteorolojik gözlem istasyonundan alınan verilerin trend analizi yapılmıştır.

3.4.2.1. İspir MGI Yıllık Ortalama Sıcaklık Verilerinde Trend Analizi

Yıllık ortalama sıcaklık verilerine sırasıyla Mann Kendall, Spearman'ın Rho ve Şen Trend Belirleme yöntemine göre trend analizi uygulanmıştır.

a. Mann-Kendall testine göre trend analizi:

İspir meteorolojik gözlem istasyonundan alınan sıcaklık verilerine uygulanan Mann Kendall yöntemine göre; $i < j$ için $x_i < x_j$ olan çiftlerin sayısı $P=1066$, $x_i > x_j$ olan çiftlerin sayısı $M=670$ olarak hesaplanır. Test istatistiği olan $S=P-M=1066-670=396$ olarak bulunur.

Kendall korelasyon katsayısı:

$$\tau = \frac{S}{[n(n-1)/2]} = \frac{396}{[59*58/2]} = \frac{396}{1711} = 0,231 \text{ olarak hesaplanır.}$$

Örnek sayısı $n = 46 \geq 10$ olduğundan

$$\sigma_s = \sqrt{n(n-1)(2n+5)/18} = \sqrt{59*58*(2*59+5)/18} = 152,92 \text{ olarak hesaplanır.}$$

$$\left\{ \begin{array}{ll} (S-1)/\sigma_s & S > 0 \\ Z = 0 & S = 0 \\ (S+1)/\sigma_s & S < 0 \end{array} \right\} \text{ ise } S > 0 \text{ olduğundan } Z = \frac{S-1}{\sigma_s} = \frac{396-1}{152,92} = 2,58$$

Z'nin mutlak değeri için seçilen $\alpha=0.05$ anlamlılık düzeyine karşı gelen standart normal dağılımın $Z_{\alpha/2}=1.96$ değerinden büyük olduğu için sıfır hipotezi “H₀: Trend Yok” reddedilmekte $S>0$ olduğunda dolayı da incelenen zaman serisinde artan yönde trend olduğu sonucuna varılmaktadır.

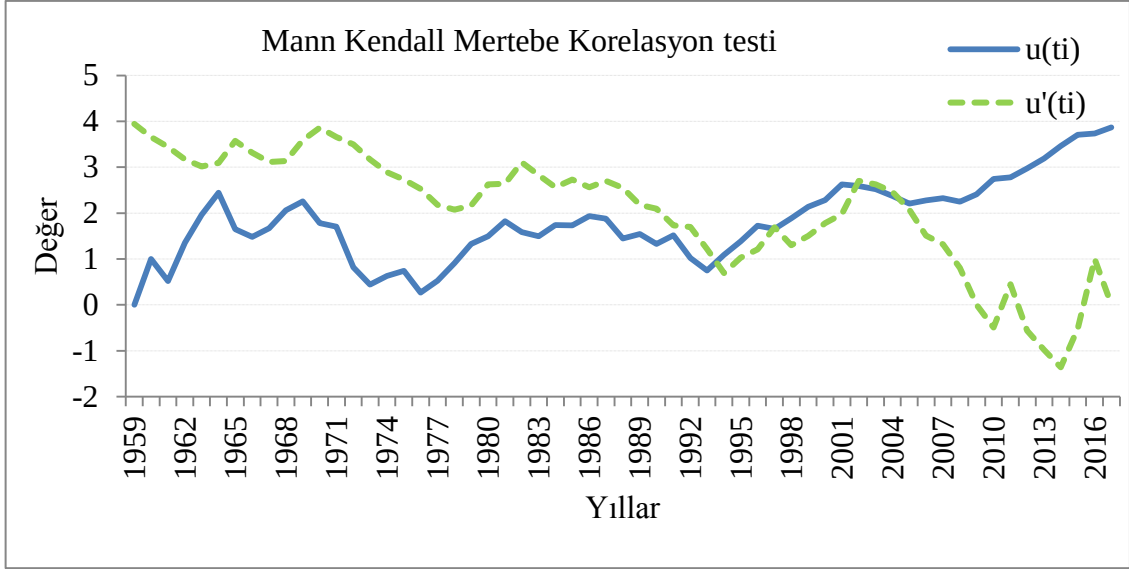
b. Spearman'ın Rho testine göre trend analizi:

$$r_s = 1 - 6 \frac{\left[\sum_{i=1}^n (R(x_i) - i)^2 \right]}{(n^3 - n)} \text{ bağlantısı uygulanarak } r_s = 0,47 \text{ olarak bulunur.}$$

$Z = r_s \sqrt{n-1} = 0,47 * \sqrt{59-1} = 3,57$ bulunur. Z'nin mutlak değeri için seçilen $\alpha=0.05$ anlamlılık düzeyine karşı gelen standart normal dağılımın $Z_{\alpha/2}=1.96$ değerinden büyük olduğu için sıfır hipotezi “H₀: Trend Yok” reddedilmekte $S>0$ olduğunda dolayı da incelenen zaman serisinde artan yönde trend olduğu sonucuna varılmaktadır.

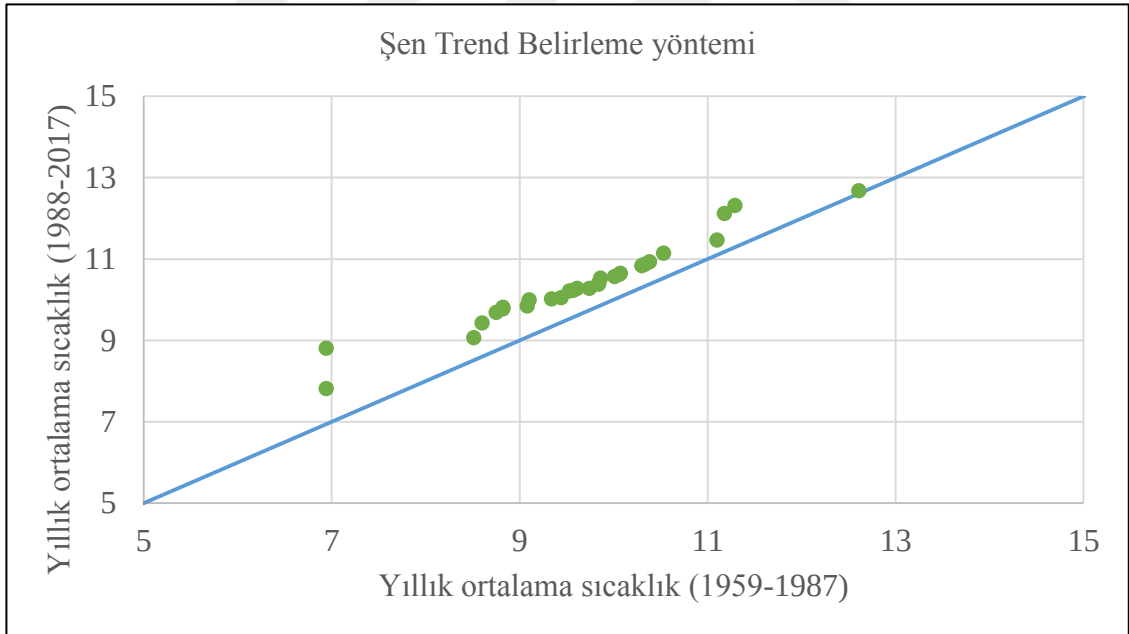
c. Mann-Kendall Mertebe Korelasyon testine göre trend analizi:

İspir meteorolojik gözlem istasyonu için, Excel de her bir ortalama sıcaklık verisinin kendisinden önce gelenler arasında kaç tanesinin kendinden büyük olduğu tespit edilir. Tespit edilen veriler sayılarak n değeri bulunur. Sonra sırasıyla t, Var(t), E(t) ve u(t) değerleri bulunur. Elden edilen değerler tablo halinde ekler kısmında verilmiştir. U(t_i) ve u'(t_i) grafikte gösterilmiştir. U(t_i) ve u'(t_i) kesişim noktası olan 1991 yılı trendin başladığı yıl olarak kabul edilir.



Şekil 48. İspir meteorolojik gözlem istasyonu yıllık ortalama sıcaklık verilerinin $u(t_i)$ - $u'(t_i)$ grafiği.

d. Şen Eğilim Belirleme Yöntemi testine göre trend analizi:



Şekil 49. İspir meteorolojik gözlem istasyonu yıllık ortalama sıcaklık verilerinin Şen Trend Belirleme yöntemine göre analizi.

Görüldüğü üzere İspir meteorolojik gözlem istasyonunda ortalama sıcaklık verilerinde artan yönde bir eğilim vardır.

3.2.2.2. Toplam Yağış Verilerinde Trend Analizi

Yıllık toplam yağış verilerine Mann Kendall, Spearman'ın Rho ve Şen Trend Belirleme yöntemine göre trend analizi uygulanmıştır.

a. Mann-Kendall testine göre trend analizi:

İspir meteorolojik gözlem istasyonundan alınan yağış verilerine uygulanan Mann Kendall yöntemine göre; $i < j$ için $x_i < x_j$ olan çiftlerin sayısı $P=1504$, $x_i > x_j$ olan çiftlerin sayısı $M=1378$ olarak hesaplanır. Test istatistiği olan $S=P-M=1504-1378=126$ olarak bulunur.

Kendall korelasyon katsayısı:

$$\tau = \frac{S}{[n(n-1)/2]} = \frac{126}{[53*52/2]} = \frac{126}{1378} = 0,091 \text{ olarak hesaplanır.}$$

Örnek sayısı $n = 53 \geq 10$ olduğundan

$$\sigma_s = \sqrt{n(n-1)(2n+5)/18} = \sqrt{53*52*(2*53+5)/18} = 130,37 \text{ olarak hesaplanır.}$$

$$\left\{ \begin{array}{ll} (S-1)/\sigma_s & S > 0 \\ Z = 0 & S = 0 \\ (S+1)/\sigma_s & S < 0 \end{array} \right\} \text{ ise } S > 0 \text{ olduğundan } Z = \frac{S-1}{\sigma_s} = \frac{126-1}{130,37} = 0,96$$

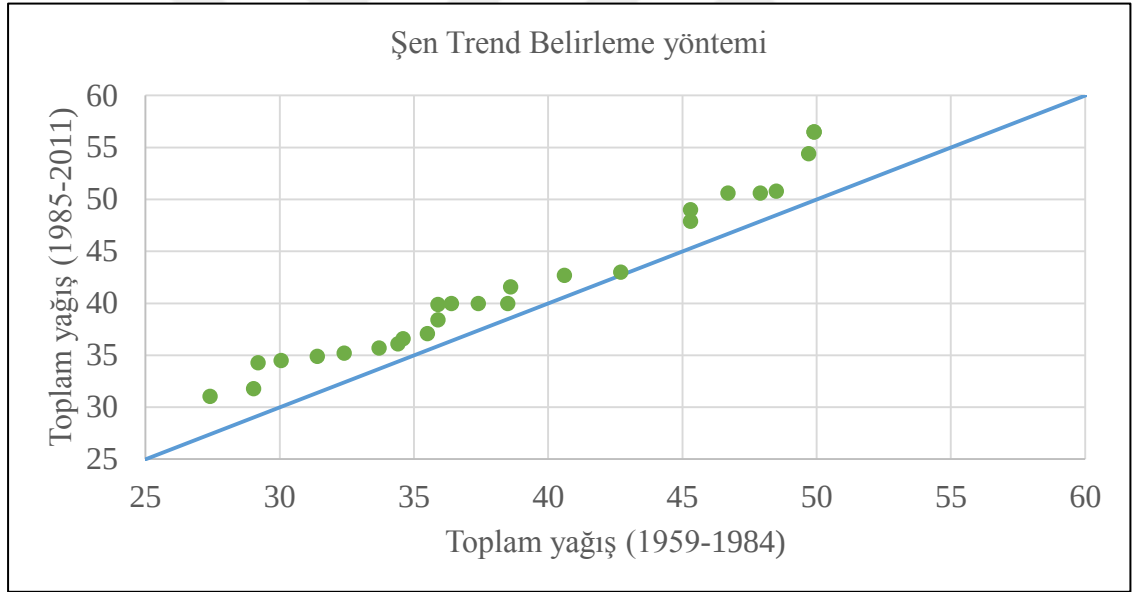
Z'nin mutlak değeri için seçilen $\alpha=0.05$ anlamlılık düzeyine karşı gelen standart normal dağılımın $Z_{\alpha/2} = 1.96$ değerinden küçük olduğu için sıfır hipotezi “ H_0 : Trend Yok” kabul edilmekte incelenen zaman serisinde trend olmadığı sonucuna varılmaktadır.

b. Spearman'ın Rho testine göre trend analizi:

$$r_s = 1 - 6 \frac{\left[\sum_{i=1}^n (R(x_i) - i)^2 \right]}{(n^3 - n)} \text{ bağlantısı uygulanarak } r_s = 0,12 \text{ olarak bulunur.}$$

$Z = r_s \sqrt{n-1} = 0,12 * \sqrt{53-1} = 0,86$ bulunur. Z'nin mutlak değeri için seçilen $\alpha=0.05$ anlamlılık düzeyine karşı gelen standart normal dağılımın $Z_{\alpha/2} = 1.96$ değerinden küçük olduğu için sıfır hipotezi “H₀: Trend Yok” kabul edilmekte incelenen zaman serisinde trend olmadığı sonucuna varılmaktadır.

c. Şen Trend Belirleme Yöntemi testine göre trend analizi:



Şekil 50. İspir meteorolojik gözlem istasyonunu yıllık toplam yağış verilerinin Şen Trend Belirleme yöntemine göre analizi.

Görüldüğü üzere İspir meteorolojik gözlem istasyonunda yıllık toplam yağış verilerinde Şen trend belirleme yöntemine göre artan yönde bir eğilim vardır.

3.2.2.3. Ortalama Bağlı Nem Verilerinde Trend Analizi

Yıllık ortalama bağıl nem verilerine Mann Kendall, Spearman'ın Rho ve Şen

Trend Belirleme yöntemine göre trend analizi uygulanmıştır.

a. Mann-Kendall testine göre trend analizi:

İspir meteorolojik gözlem istasyonundan alınan yıllık ortalama bağıl nem verilerine uygulanan Mann Kendall yöntemine göre; $i < j$ için $x_i < x_j$ olan çiftlerin sayısı $P=514$, $x_i > x_j$ olan çiftlerin sayısı $M=864$ olarak hesaplanır. Test istatistiği olan $S=P-M=514-864=-350$ olarak bulunur.

Kendall korelasyon katsayısı:

$$\tau = \frac{S}{\left[\frac{n(n-1)}{2} \right]} = \frac{-350}{\left[\frac{53 \cdot 52}{2} \right]} = \frac{-350}{1378} = 0,254 \text{ olarak hesaplanır.}$$

Örnek sayısı $n = 53 \geq 10$ olduğundan

$$\sigma_s = \sqrt{n(n-1)(2n+5)/18} = \sqrt{53 \cdot 52 \cdot (2 \cdot 53 + 5)/18} = 130,37 \text{ olarak hesaplanır.}$$

$$\left\{ \begin{array}{ll} (S-1)/\sigma_s & S > 0 \\ 0 & S = 0 \\ (S+1)/\sigma_s & S < 0 \end{array} \right\} \text{ ise } S < 0 \text{ olduğundan } Z = \frac{S-1}{\sigma_s} = \frac{-350+1}{130,37} = -2,68$$

Z 'nin mutlak değeri için seçilen $\alpha=0.05$ anlamlılık düzeyine karşı gelen standart normal dağılımın $Z_{\alpha/2}=1.96$ değerinden büyük olduğu için sıfır hipotezi " H_0 : Trend Yok" reddedilmekte $S < 0$ olduğunda dolayı da incelenen zaman serisinde azalan yönde trend olduğu sonucuna varılmaktadır.

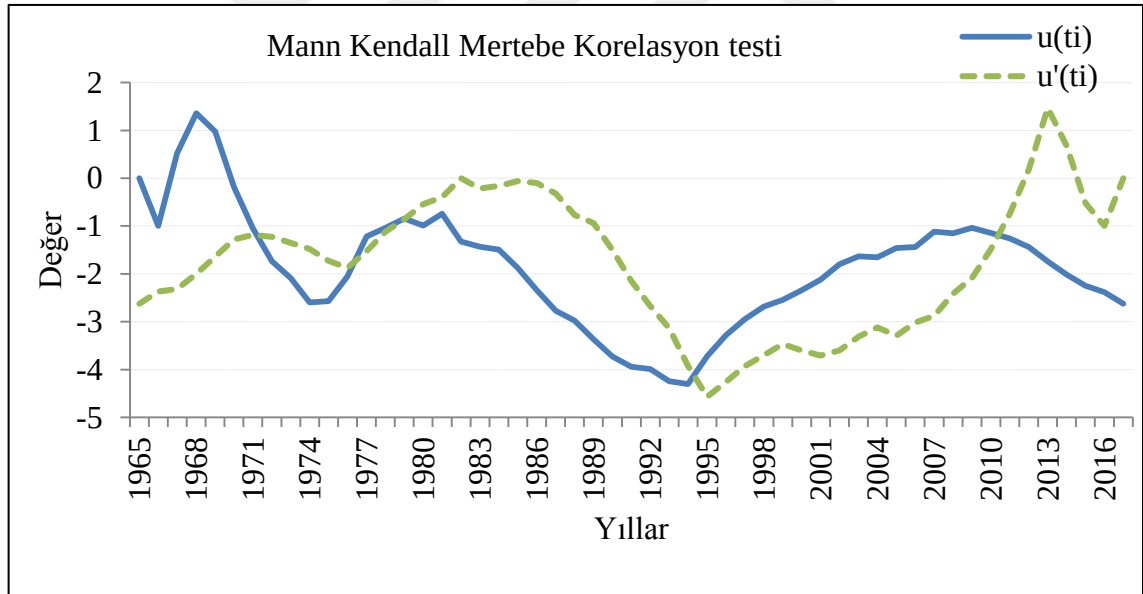
b. Spearman'ın Rho testine göre trend analizi:

$$r_s = 1 - 6 \frac{\left[\sum_{i=1}^n (R(x_i) - i)^2 \right]}{(n^3 - n)} \text{ bağlantısı uygulanarak } r_s = -0,317 \text{ olarak bulunur.}$$

$Z = r_s \sqrt{n-1} = -0,317 * \sqrt{53-1} = -2,29$ bulunur. Z 'nin mutlak değeri için seçilen $\alpha=0.05$ anlamlılık düzeyine karşı gelen standart normal dağılımın $Z_{\alpha/2} = 1.96$ değerinden büyük olduğu için sıfır hipotezi “ H_0 : Trend Yok” reddedilmekte $S < 0$ olduğunda dolayı da incelenen zaman serisinde azalan yönde trend olduğu sonucuna varılmaktadır.

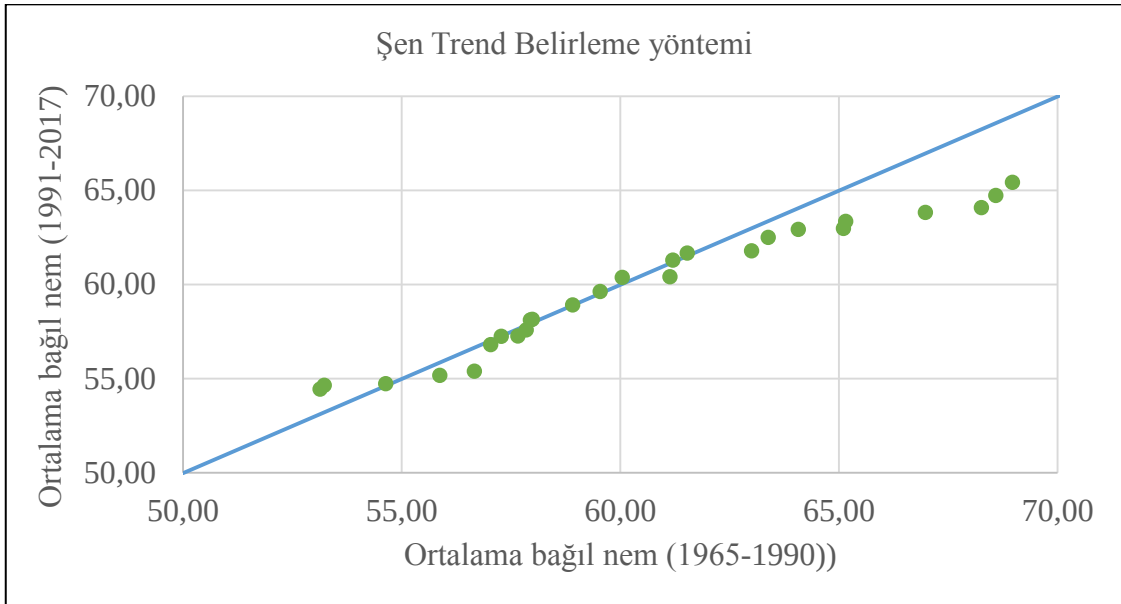
c. Mann-Kendall Mertebe Korelasyon testine göre trend analizi:

İspir meteorolojik gözlem istasyonu için, Excel de her bir ortalama bağıl nem verisinin kendisinden önce gelenler arasında kaç tanesinin kendinden büyük olduğu tespit edilir. Tespit edilen veriler sayılarak n değeri bulunur. Sonra sırasıyla t , $Var(t)$, $E(t)$ ve $u(t)$ değerleri bulunur. Elden edilen değerler tablo halinde ekler kısmında verilmiştir. $U(t_i)$ ve $u'(t_i)$ grafikte gösterilmiştir. $U(t_i)$ ve $u'(t_i)$ kesişim noktası olan 1971 yılı trendin başladığı yıl olarak kabul edilir.



Şekil 51. İspir meteorolojik gözlem istasyonu yıllık ortalama bağıl nem verilerinin $u(t_i)$ - $u'(t_i)$ grafiği.

d. Şen Eğilim Belirleme Yöntemi testine göre trend analizi:



Şekil 52. İspir meteorolojik gözlem istasyonu yıllık ortalama bağıl nem verilerinin Şen Trend Belirleme yöntemine göre analizi.

Görüldüğü üzere İspir meteorolojik gözlem istasyonunda yüksek yıllık ortalama bağıl nem verilerinde Şen trend belirleme yöntemine göre azalan yönde bir eğilim vardır. Düşük bağıl nem verilerinde ise trend gözlenmemiştir.

İkinci olarak Tortum meteorolojik gözlem istasyonundan alınan verilere trend analizi uygulanmıştır.

3.4.2.4. Tortum MGİ Yıllık Ortalama Sıcaklık Verilerinde Trend Analizi

Yıllık ortalama sıcaklık verilerine Mann Kendall, Spearman'ın Rho ve Şen Trend Belirleme yöntemine göre trend analizi uygulanmıştır.

a. Mann-Kendall testine göre trend analizi:

Tortum meteorolojik gözlem istasyonundan alınan sıcaklık verilerine uygulanan Mann Kendall yöntemine göre; $i < j$ için $x_i < x_j$ olan çiftlerin sayısı $P=1211$, $x_i > x_j$ olan çiftlerin sayısı $M=500$ olarak hesaplanır. Test istatistiği olan $S=P-M=1211-500=711$ olarak bulunur.

Kendall korelasyon katsayısı:

$$\tau = \frac{S}{[n(n-1)/2]} = \frac{396}{[59*58/2]} = \frac{711}{1711} = 0,415 \text{ olarak hesaplanır.}$$

Örnek sayısı $n = 59 \geq 10$ olduğundan

$$\sigma_s = \sqrt{n(n-1)(2n+5)/18} = \sqrt{59*58*(2*59+5)/18} = 152,92 \text{ olarak hesaplanır.}$$

$$\left\{ \begin{array}{ll} (S-1)/\sigma_s & S > 0 \\ Z = 0 & S = 0 \\ (S+1)/\sigma_s & S < 0 \end{array} \right\} \text{ ise } S > 0 \text{ olduğundan } Z = \frac{S-1}{\sigma_s} = \frac{711-1}{152,92} = 4,64$$

Z'nin mutlak değeri için seçilen $\alpha=0.05$ anlamlılık düzeyine karşı gelen standart normal dağılımın $Z_{\alpha/2}=1.96$ değerinden büyük olduğu için sıfır hipotezi “H₀: Trend Yok” reddedilmekte $S>0$ olduğunda dolayı da incelenen zaman serisinde artan yönde trend olduğu sonucuna varılmaktadır.

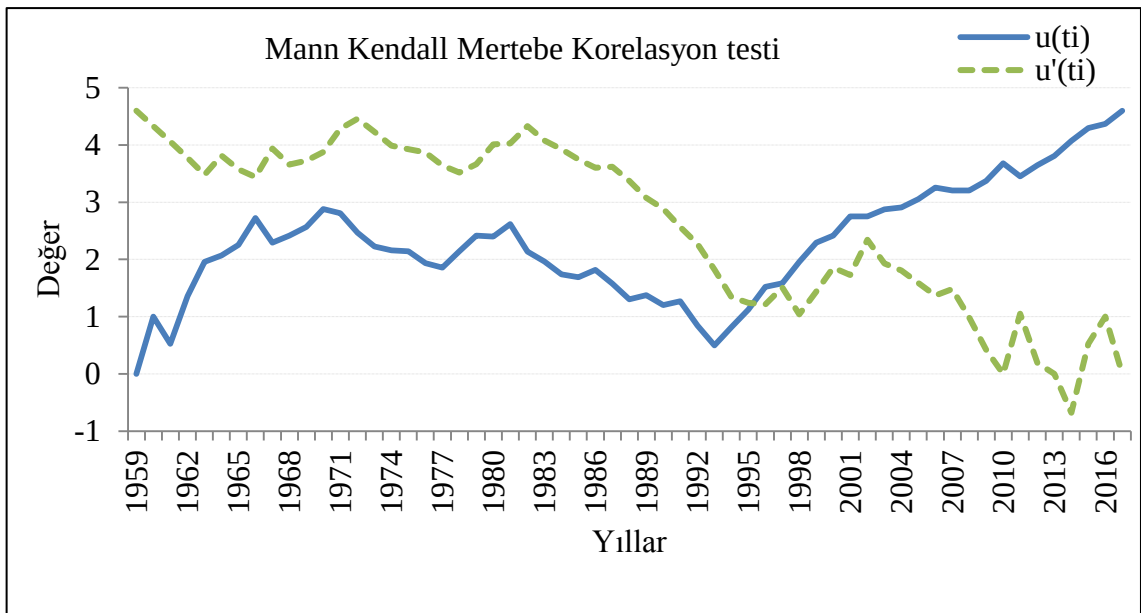
b. Spearman'ın Rho testine göre trend analizi:

$$r_s = 1 - 6 \frac{\left[\sum_{i=1}^n (R(x_i) - i)^2 \right]}{(n^3 - n)} \text{ bağlantısı uygulanarak } r_s = 0,551 \text{ olarak bulunur.}$$

$Z = r_s \sqrt{n-1} = 0,551 * \sqrt{59-1} = 4,2$ bulunur. Z'in mutlak değeri için seçilen $\alpha=0.05$ anlamlılık düzeyine karşı gelen standart normal dağılımın $Z_{\alpha/2}=1.96$ değerinden büyük olduğu için sıfır hipotezi “H₀: Trend Yok” reddedilmekte $S>0$ olduğunda dolayı da incelenen zaman serisinde artan yönde trend olduğu sonucuna varılmaktadır.

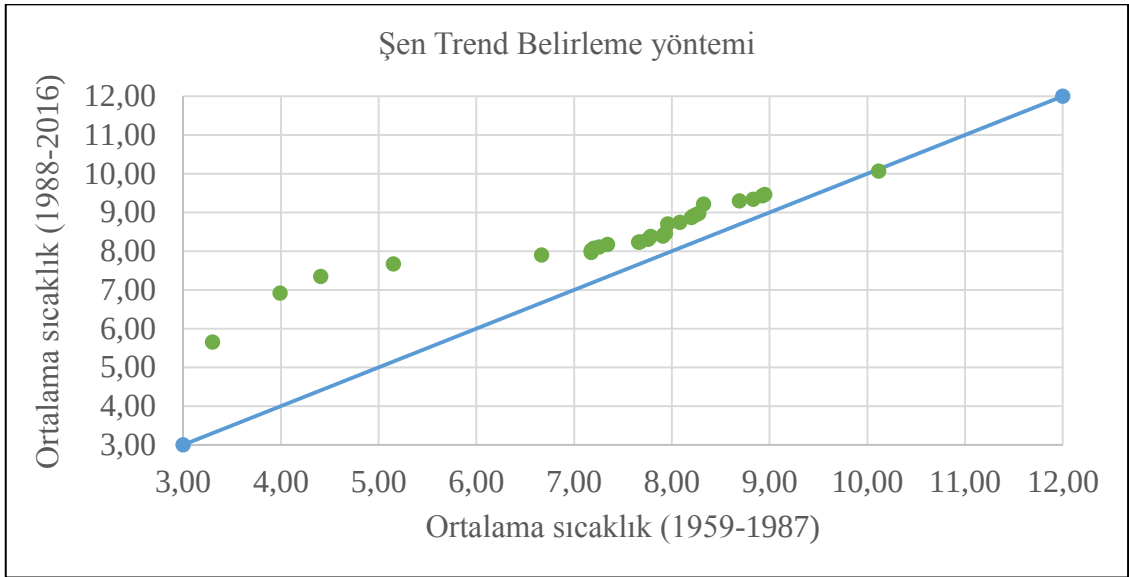
c. Mann-Kendall Mertebe Korelasyon testine göre trend analizi:

Tortum meteorolojik gözlem istasyonu için, Excel de her bir ortalama sıcaklık verisinin kendisinden önce gelenler arasında kaç tanesinin kendinden büyük olduğu tespit edilir. Tespit edilen veriler sayılarak n değeri bulunur. Sonra sırasıyla t , $Var(t)$, $E(t)$ ve $u(t)$ değerleri bulunur. Elden edilen değerler tablo halinde ekler kısmında verilmiştir. $U(t_i)$ ve $u'(t_i)$ grafikte gösterilmiştir. $U(t_i)$ ve $u'(t_i)$ kesişim noktası olan 1995 yılı trendin başladığı yıl olarak kabul edilir.



Şekil 53. Tortum meteorolojik gözlem istasyonu yıllık ortalama sıcaklık verilerinin $u(t_i)$ - $u'(t_i)$ grafiği.

d. Şen Eğilim Belirleme Yöntemi testine göre trend analizi:



Şekil 54. Tortum meteorolojik gözlem istasyonu yıllık ortalama sıcaklık verilerinin Şen Trend Belirleme yöntemine göre analizi.

Görüldüğü üzere Tortum meteorolojik gözlem istasyonundan alınan yıllık ortalama sıcaklık verilerinde artan yönde bir eğilim vardır.

3.4.2.5. Tortum MGİ Yıllık Toplam Yağış Verilerinde Trend Analizi

Yıllık toplam yağış verilerine Mann Kendall, Spearman'ın Rho ve Şen Trend Belirleme yöntemine göre trend analizi uygulanmıştır.

a. Mann-Kendall testine göre trend analizi:

Tortum meteorolojik gözlem istasyonundan alınan yıllık toplam yağış verilerine uygulanan Mann Kendall yöntemine göre; $i < j$ için $x_i < x_j$ olan çiftlerin sayısı $P=724$, $x_i > x_j$ olan çiftlerin sayısı $M=654$ olarak hesaplanır. Test istatistiği olan $S=P-M=724-654=70$ olarak bulunur.

Kendall korelasyon katsayısı:

$$\tau = \frac{S}{[n(n-1)/2]} = \frac{70}{[53*52/2]} = \frac{70}{1378} = 0,051 \text{ olarak hesaplanır.}$$

Örnek sayısı $n = 53 \geq 10$ olduğundan

$$\sigma_s = \sqrt{n(n-1)(2n+5)/18} = \sqrt{53*52*(2*53+5)/18} = 130,37 \text{ olarak hesaplanır.}$$

$$\left\{ \begin{array}{ll} (S-1)/\sigma_s & S > 0 \\ Z = 0 & S = 0 \\ (S+1)/\sigma_s & S < 0 \end{array} \right\} \text{ ise } S > 0 \text{ olduğundan } Z = \frac{S-1}{\sigma_s} = \frac{70-1}{130,37} = 0,53$$

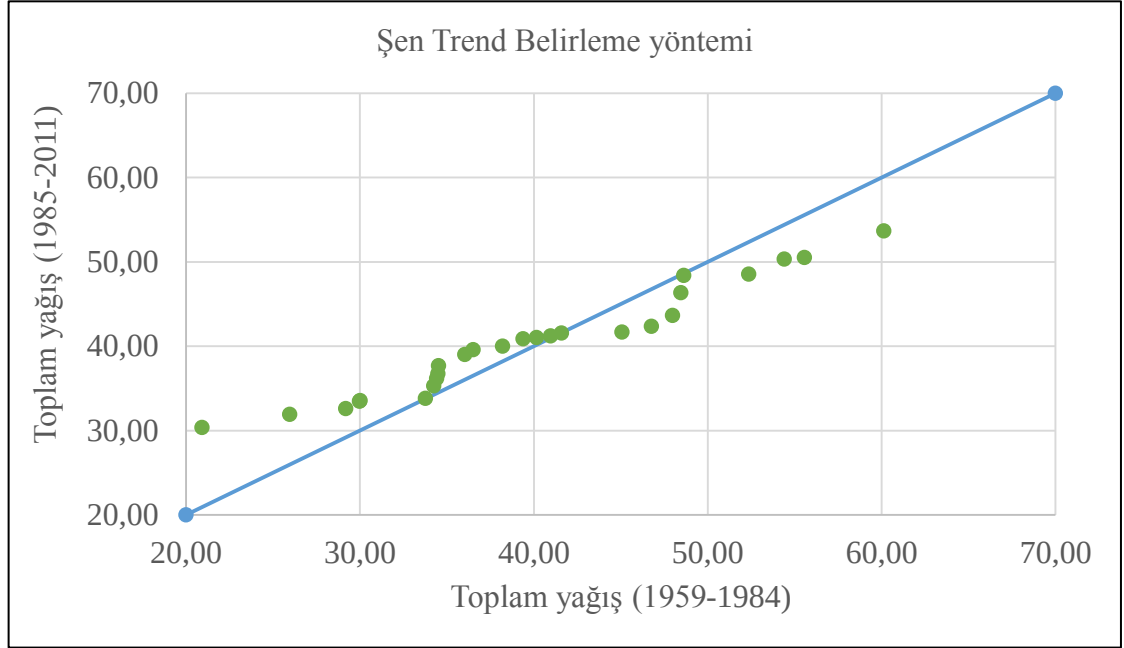
Z'nin mutlak değeri için seçilen $\alpha=0.05$ anlamlılık düzeyine karşı gelen standart normal dağılımın $Z_{\alpha/2}=1.96$ değerinden küçük olduğu için sıfır hipotezi “H₀: Trend Yok” kabul edilmekte incelenen zaman serisinde trend olmadığı sonucuna varılmaktadır.

b. Spearman'ın Rho testine göre trend analizi:

$$r_s = 1 - 6 \frac{\left[\sum_{i=1}^n (R(x_i) - i)^2 \right]}{(n^3 - n)} \text{ bağlantısı uygulanarak } r_s = 0,059 \text{ olarak bulunur.}$$

$Z = r_s \sqrt{n-1} = 0,059 * \sqrt{53-1} = 0,43$ bulunur. Z'nin mutlak değeri için seçilen $\alpha=0.05$ anlamlılık düzeyine karşı gelen standart normal dağılımın $Z_{\alpha/2}=1.96$ değerinden küçük olduğu için sıfır hipotezi “H₀: Trend Yok” kabul edilmekte incelenen zaman serisinde trend olmadığı sonucuna varılmaktadır.

c. Şen Eğilim Belirleme Yöntemi testine göre trend analizi:



Şekil 55. Tortum meteorolojik gözlem istasyonu yıllık toplam yağış verilerinin Şen Trend Belirleme yöntemine göre analizi.

Görüldüğü üzere Tortum meteorolojik gözlem istasyonunda yıllık toplam yağış verilerinde Şen trend belirleme yöntemine göre, düşük akımlarda artan yönde, yüksek akımlarda azalan yönde ve orta akımlarda ise trend gözlenmemiştir.

3.4.2.6. Tortum MGİ Yıllık Ortalama Bağlı Nem Verilerinde Trend Analizi

Yıllık ortalama bağıl nem verilerine Mann Kendall, Spearman'ın Rho ve Şen Trend Belirleme yöntemine göre trend analizi uygulanmıştır.

a. Mann-Kendall testine göre trend analizi:

Tortum meteorolojik gözlem istasyonundan alınan yıllık ortalama bağıl nem verilerine uygulanan Mann Kendall yöntemine göre; $i < j$ için $x_i < x_j$ olan çiftlerin sayısı $P=649$, $x_i > x_j$ olan çiftlerin sayısı $M=782$ olarak hesaplanır. Test istatistiği olan $S=P-M=649-782=-133$ olarak bulunur.

Kendall korelasyon katsayısı:

$$\tau = \frac{S}{[n(n-1)/2]} = \frac{-133}{[54*53/2]} = \frac{-133}{1431} = 0,093 \text{ olarak hesaplanır.}$$

Örnek sayısı $n = 54 \geq 10$ olduğundan

$$\sigma_s = \sqrt{n(n-1)(2n+5)/18} = \sqrt{54*53*(2*54+5)/18} = 134,04 \text{ olarak hesaplanır.}$$

$$\left\{ \begin{array}{ll} (S-1)/\sigma_s & S > 0 \\ Z = 0 & S = 0 \\ (S+1)/\sigma_s & S < 0 \end{array} \right\} \text{ ise } S < 0 \text{ olduğundan } Z = \frac{S-1}{\sigma_s} = \frac{-133+1}{134,04} = -0,98$$

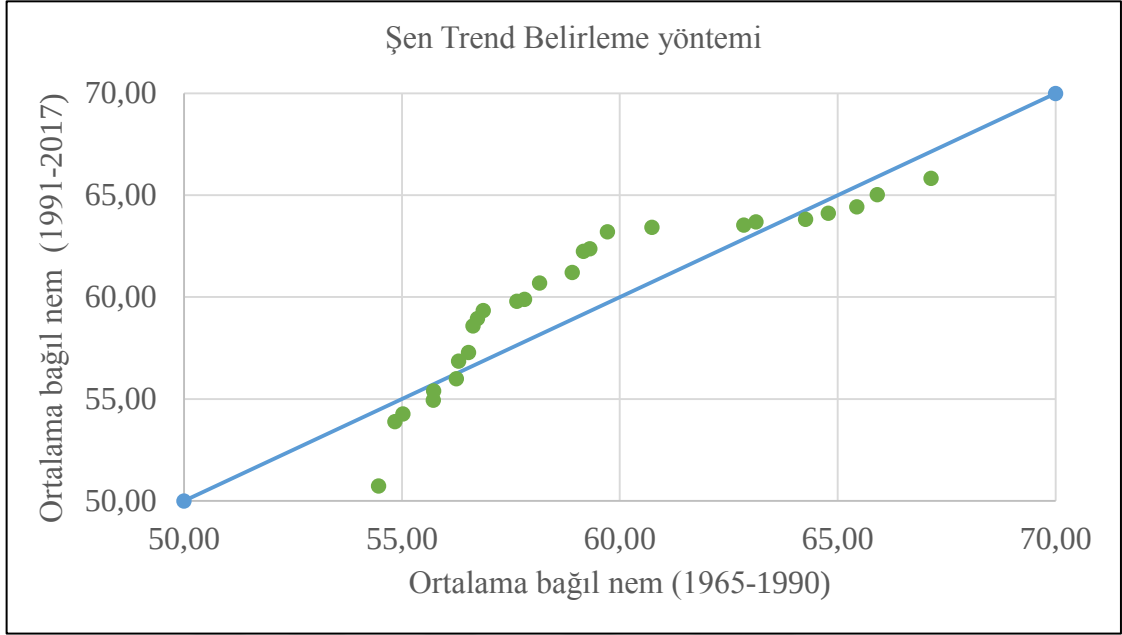
Z'nin mutlak değeri için seçilen $\alpha=0.05$ anlamlılık düzeyine karşı gelen standart normal dağılımın $Z_{\alpha/2}=1.96$ değerinden küçük olduğu için sıfır hipotezi “H₀: Trend Yok” kabul edilmekte incelenen zaman serisinde trend olmadığı sonucuna varılmaktadır.

b. Spearman'ın Rho testine göre trend analizi:

$$r_s = 1 - 6 \frac{\left[\sum_{i=1}^n (R(x_i) - i)^2 \right]}{(n^3 - n)} \text{ bağlantısı uygulanarak } r_s = -0,035 \text{ olarak bulunur.}$$

$Z = r_s \sqrt{n-1} = -0,035 * \sqrt{54-1} = -0,255$ bulunur. Z'nin mutlak değeri için seçilen $\alpha=0.05$ anlamlılık düzeyine karşı gelen standart normal dağılımın $Z_{\alpha/2}=1.96$ değerinden küçük olduğu için sıfır hipotezi “H₀: Trend Yok” kabul edilmekte incelenen zaman serisinde trend olmadığı sonucuna varılmaktadır.

c. Şen Eğilim Belirleme Yöntemi testine göre trend analizi:



Şekil 56. Tortum meteorolojik gözlem istasyonu yıllık ortalama bağıl nem verilerinin Şen Trend Belirleme yöntemine göre analizi.

Görüldüğü üzere Tortum meteorolojik gözlem istasyonunda yıllık ortalama bağıl nem verilerinde Şen trend belirleme yöntemine göre, düşük akımlarda azalan yönde, orta akımlarda artan yönde ve yüksek akımlarda ise trend gözlenmemiştir.

2316 No'lu İspir akım gözlem istasyonunun yıllık ortalama akım debisi ve bu akım gözlem istasyonu ile birlikte değerlendirdiğimiz İspir ve Tortum meteorolojik gözlem istasyonlarının meteorolojik parametrelerine uygulanan trend analizlerinin sonucu aşağıda tabloda verilmiştir.

Tablo 18. 2316 İspir Köprü akım gözlem istasyonu ile İspir ve Tortum meteorolojik gözlem istasyonlarından alınan verilerinin trend analiz sonuçları.

2316 İspir Köprü AGİ	Mann-Kendall	Spearman'ın Rho	Şen Trend Bel. Yön.	Trend Baş. Yılı
Yıllık Ortalama Akım Debisi	(0)	(0)	(+)	-
İspir MGİ	Mann-Kendall	Spearman'ın Rho	Şen Trend Bel. Yön.	Trend Baş. Yılı
Yıllık Ortalama Sıcaklık	(+)	(+)	(+)	1991
Yıllık Toplam Yağış	(0)	(0)	(+)	-
Yıllık Ortalama Bağıl Nem	(-)	(-)	(-)	1971
Tortum MGİ	Mann-Kendall	Spearman'ın Rho	Şen Trend Bel. Yön.	Trend Baş. Yılı
Yıllık Ortalama Sıcaklık	(+)	(+)	(+)	1995
Yıllık Toplam Yağış	(0)	(0)	(0)	-
Yıllık Ortalama Bağıl Nem	(0)	(0)	(+)	-

(+): Artan Trend, (-): Azalan Trend, (0): Trend Yok

3.5. 2323 No'lu İshan Köprü Akım Gözlem İstasyonu Trend Analizi Uygulaması

Seçilen istasyonda yıllık ortalama akım verilerine ve meteorolojik gözlem istasyonlarından alınan meteorolojik parametrelere trend analizi uygulanmıştır.

3.5.1. Yıllık Ortalama Akım Verilerinde Trend Analizi

Yıllık ortalama akım verilerine Mann Kendall testi, Spearman'ın Rho testi ve Şen Trend Belirleme yöntemine göre trend analizi yapıldı. Trend gözlenen istasyonlarda trend yılını belirlemek için Mann Kendall mertbe korelasyon testi uygulanmıştır.

a. Mann-Kendall testine göre trend analizi:

Seçilen istasyonda yıllık ortalama akım verilerine ve meteorolojik gözlem istasyonlarından alınan meteorolojik parametrelere trend analizi uygulanmıştır.

2323 No'lu İshan Köprü akım gözlem istasyonunun akım verilerine uygulanan Mann Kendall yöntemine göre; $i < j$ için $x_i < x_j$ olan çiftlerin sayısı $P=696$, $x_i > x_j$ olan çiftlerin sayısı $M=337$ olarak hesaplanır. Test istatistiği olan $S=P-M=696-337=359$ olarak bulunur.

Kendall korelasyon katsayısı:

$$\tau = \frac{S}{\left[\frac{n(n-1)}{2} \right]} = \frac{359}{\left[\frac{46 \cdot 45}{2} \right]} = \frac{359}{1035} = 0,347 \text{ olarak hesaplanır.}$$

Örnek sayısı $n = 46 \geq 10$ olduğundan

$$\sigma_s = \sqrt{\frac{n(n-1)(2n+5)}{18}} = \sqrt{\frac{46 \cdot 45 \cdot (2 \cdot 46 + 5)}{18}} = 105,62 \text{ olarak hesaplanır.}$$

$$\left\{ \begin{array}{ll} (S-1)/\sigma_s & S > 0 \\ Z = 0 & S = 0 \\ (S+1)/\sigma_s & S < 0 \end{array} \right\} \text{ ise } S > 0 \text{ olduğundan } Z = \frac{S-1}{\sigma_s} = \frac{359-1}{105,62} = 3,39$$

Z 'nin mutlak değeri için seçilen $\alpha=0.05$ anlamlılık düzeyine karşı gelen standart normal dağılımın $Z_{\alpha/2}=1.96$ değerinden büyük olduğu için sıfır hipotezi “ H_0 : Trend Yok” reddedilmekte $S > 0$ olduğunda dolayı da incelenen zaman serisinde artan yönde trend olduğu sonucuna varılmaktadır.

b. Spearman'ın Rho testine göre trend analizi:

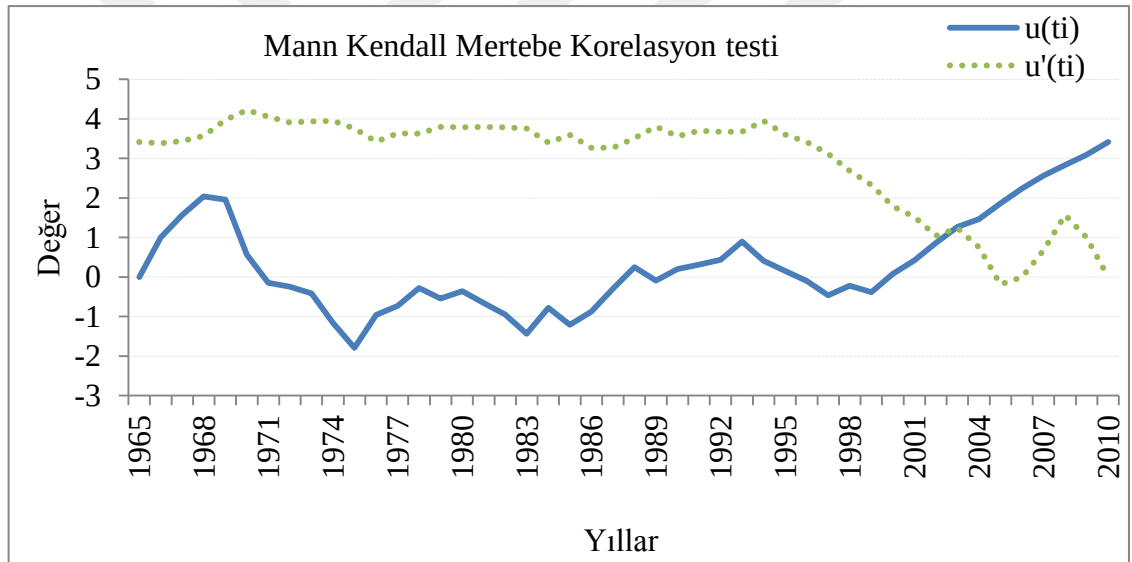
$$r_s = 1 - 6 \frac{\left[\sum_{i=1}^n (R(x_i) - i)^2 \right]}{(n^3 - n)} \text{ bağlantısı uygulanarak } r_s = 0,496 \text{ olarak bulunur.}$$

$Z = r_s \sqrt{n-1} = 0,496 \cdot \sqrt{46-1} = 3,33$ bulunur. Z 'nin mutlak değeri için seçilen $\alpha=0.05$ anlamlılık düzeyine karşı gelen standart normal dağılımın $Z_{\alpha/2}=1.96$ değerinden

büyük olduğu için sıfır hipotezi “ H_0 : Trend Yok” reddedilmekte $S>0$ olduğunda dolayı da incelenen zaman serisinde artan yönde trend olduğu sonucuna varılmaktadır

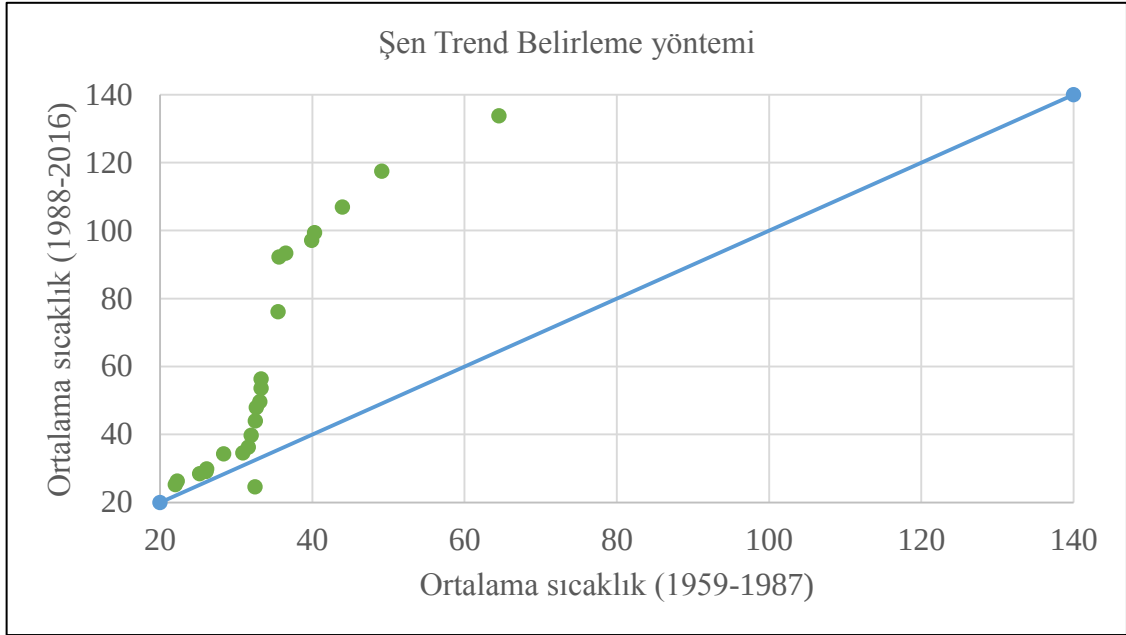
c. Mann-Kendall Mertebe Korelasyon testine göre trend analizi:

2323 No’lu İshan Köprü akım gözlem istasyonu için, Excel de her bir ortalama akım debisi verisinin kendisinden önce gelenler arasında kaç tanesinin kendinden büyük olduğu tespit edilir. Tespit edilen veriler sayılarak n değeri bulunur. Sonra sırasıyla t , $Var(t)$, $E(t)$ ve $u(t)$ değerleri bulunur Elden edilen değerler tablo halinde ekler kısmında verilmiştir. $U(t_i)$ ve $u'(t_i)$ grafikte gösterilmiştir. $U(t_i)$ ve $u'(t_i)$ kesişim noktası olan 2003 yılı trendin başladığı yıl olarak kabul edilir.



Şekil 57. İshan Köprü akım gözlem istasyonu yıllık ortalama akım verilerinin $u(t_i)$ - $u'(t_i)$ grafiği.

d. Şen Eğilim Belirleme Yöntemi testine göre trend analizi:



Şekil 58. İshan Köprü akım gözlem istasyonu yıllık ortalama akım verilerinin Şen Trend Belirleme yöntemine göre analizi.

Görüldüğü üzere 2323 No'lu İshan Köprü akım gözlem istasyonunda akım verilerinde düşük akımlarda trend gözlenmemişken orta ve yüksek akımlarda artan yönde bir trend olduğu tespit edilmiştir.

3.5.2. İklim Parametrelerinde Trend Analizi

Bu bölümde Oltu meteorolojik gözlem istasyonundan alınan yıllık ortalama sıcaklık, yıllık toplam yağış ve yıllık ortalama bağıl nem verilerine trend analizi uygulanmıştır.

3.5.2.1. Yıllık Ortalama Sıcaklık Verilerinde Trend Analizi

Yıllık ortalama sıcaklık verilerine Mann Kendall, Spearman'ın Rho ve Şen Trend Belirleme yöntemine göre trend analizi uygulanmıştır.

a. Mann-Kendall testine göre trend analizi:

Oltu meteorolojik gözlem istasyonundan alınan sıcaklık verilerine uygulanan Mann Kendall yöntemine göre; $i < j$ için $x_i < x_j$ olan çiftlerin sayısı $P=916$, $x_i > x_j$ olan çiftlerin sayısı $M=462$ olarak hesaplanır. Test istatistiği olan $S=P-M=916-462=454$ olarak bulunur.

Kendall korelasyon katsayısı:

$$\tau = \frac{S}{[n(n-1)/2]} = \frac{454}{[53*52/2]} = \frac{454}{1378} = 0,329 \text{ olarak hesaplanır.}$$

Örnek sayısı $n = 53 \geq 10$ olduğundan

$$\sigma_s = \sqrt{n(n-1)(2n+5)/18} = \sqrt{53*52*(2*53+5)/18} = 130,37 \text{ olarak hesaplanır.}$$

$$\left\{ \begin{array}{ll} (S-1)/\sigma_s & S > 0 \\ Z = 0 & S = 0 \\ (S+1)/\sigma_s & S < 0 \end{array} \right\} \text{ ise } S > 0 \text{ olduğundan } Z = \frac{S-1}{\sigma_s} = \frac{454-1}{130,37} = 3,47$$

Z 'nin mutlak değeri için seçilen $\alpha=0.05$ anlamlılık düzeyine karşı gelen standart normal dağılımın $Z_{\alpha/2} = 1.96$ değerinden büyük olduğu için sıfır hipotezi " H_0 : Trend Yok" reddedilmekte $S > 0$ olduğunda dolayı da incelenen zaman serisinde artan yönde trend olduğu sonucuna varılmaktadır.

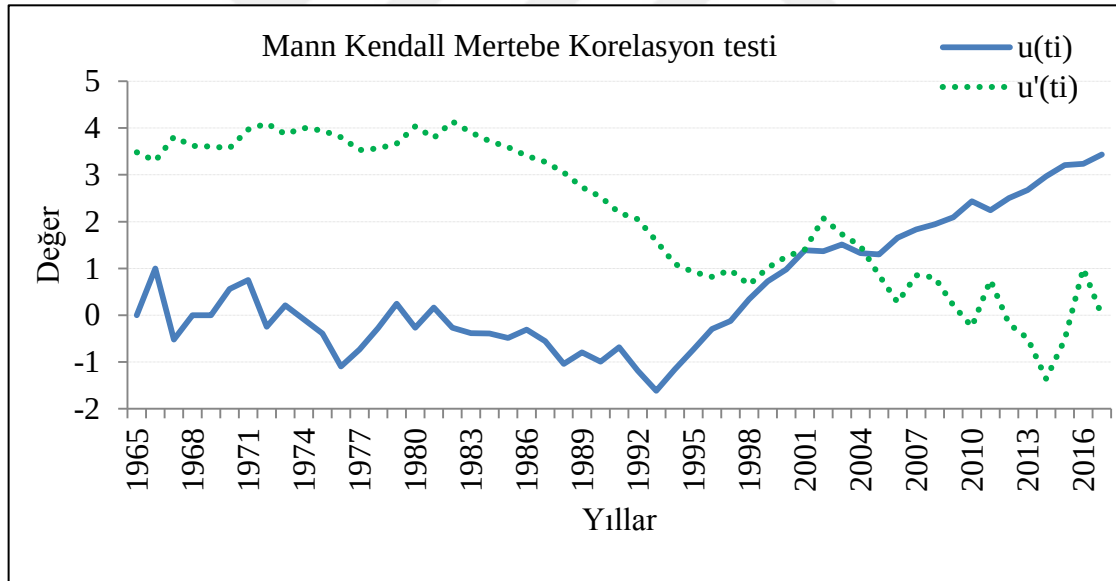
b. Spearman'ın Rho testine göre trend analizi:

$$r_s = 1 - 6 \frac{\left[\sum_{i=1}^n (R(x_i) - i)^2 \right]}{(n^3 - n)} \text{ bağlantısı uygulanarak } r_s = 0,469 \text{ olarak bulunur.}$$

$Z = r_s \sqrt{n-1} = 0,469 * \sqrt{53-1} = 3,38$ bulunur. Z 'nin mutlak değeri için seçilen $\alpha=0.05$ anlamlılık düzeyine karşı gelen standart normal dağılımın $Z_{\alpha/2} = 1.96$ değerinden büyük olduğu için sıfır hipotezi “ H_0 : Trend Yok” reddedilmekte $S>0$ olduğunda dolayı da incelenen zaman serisinde artan yönde trend olduğu sonucuna varılmaktadır

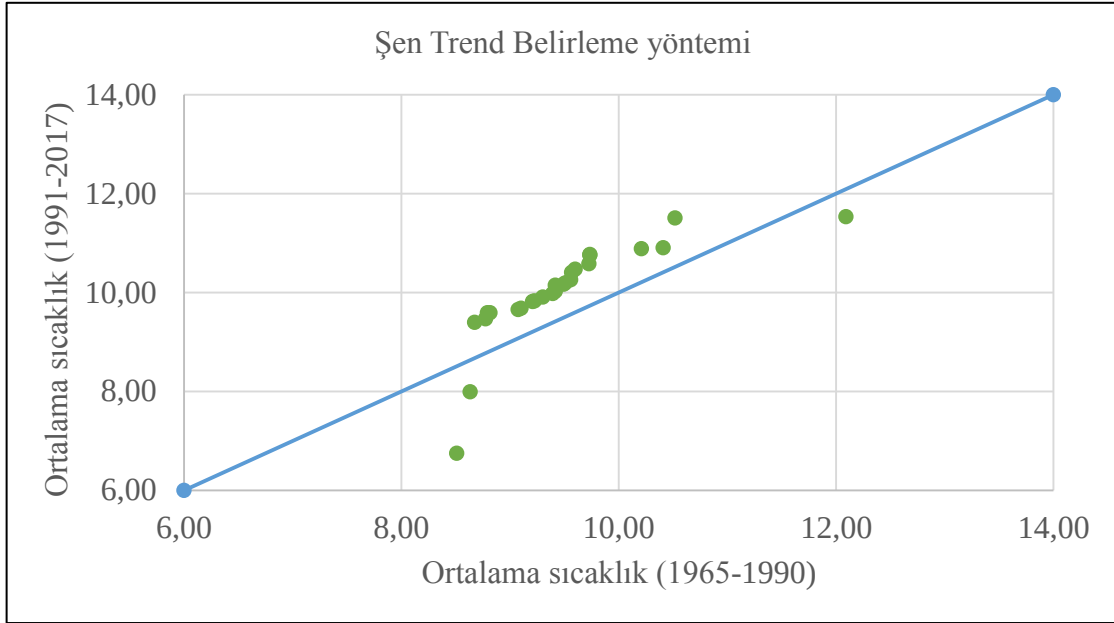
c. Mann-Kendall Mertebe Korelasyon testine göre trend analizi:

Oltu meteorolojik gözlem istasyonu için, Excel de her bir ortalama sıcaklık verisinin kendisinden önce gelenler arasında kaç tanesinin kendinden büyük olduğu tespit edilir. Tespit edilen veriler sayılarak n değeri bulunur. Sonra sırasıyla t , $Var(t)$, $E(t)$ ve $u(t)$ değerleri bulunur. Elden edilen değerler tablo halinde ekler kısmında verilmiştir. $U(t_i)$ ve $u'(t_i)$ grafikte gösterilmiştir. $U(t_i)$ ve $u'(t_i)$ kesişim noktası olan 2001 yılı trendin başladığı yıl olarak kabul edilir.



Şekil 59. Oltu meteorolojik gözlem istasyonu yıllık ortalama sıcaklık verilerinin $u(t_i)$ - $u'(t_i)$ grafiği.

d. Şen Eğilim Belirleme Yöntemi testine göre trend analizi:



Şekil 60. Oltu meteorolojik gözlem istasyonu yıllık ortalama sıcaklık verilerinin Şen Trend Belirleme yöntemine göre analizi.

Görüldüğü üzere Oltu meteorolojik gözlem istasyonunda ortalama sıcaklık verilerinde artan yönde bir trend vardır.

3.5.2.2. Yıllık Toplam Yağış Verilerinde Trend Analizi

Yıllık toplam yağış verilerine Mann Kendall, Spearman'ın Rho ve Şen Trend Belirleme yöntemine göre trend analizi uygulanmıştır.

a. Mann-Kendall testine göre trend analizi:

Oltu meteorolojik gözlem istasyonundan alınan sıcaklık verilerine uygulanan Mann Kendall yöntemine göre; $i < j$ için $x_i < x_j$ olan çiftlerin sayısı $P=596$, $x_i > x_j$ olan çiftlerin sayısı $M=485$ olarak hesaplanır. Test istatistiği olan $S=P-M=596-485=111$ olarak bulunur.

Kendall korelasyon katsayısı:

$$\tau = \frac{S}{[n(n-1)/2]} = \frac{111}{[47*46/2]} = \frac{111}{1081} = 0,103 \text{ olarak hesaplanır.}$$

Örnek sayısı $n = 47 \geq 10$ olduğundan

$$\sigma_s = \sqrt{n(n-1)(2n+5)/18} = \sqrt{47*46*(2*47+5)/18} = 109,05 \text{ olarak hesaplanır.}$$

$$\left\{ \begin{array}{ll} (S-1)/\sigma_s & S > 0 \\ Z = 0 & S = 0 \\ (S+1)/\sigma_s & S < 0 \end{array} \right\} \text{ ise } S > 0 \text{ olduğundan } Z = \frac{S-1}{\sigma_s} = \frac{111-1}{109,05} = 1,01$$

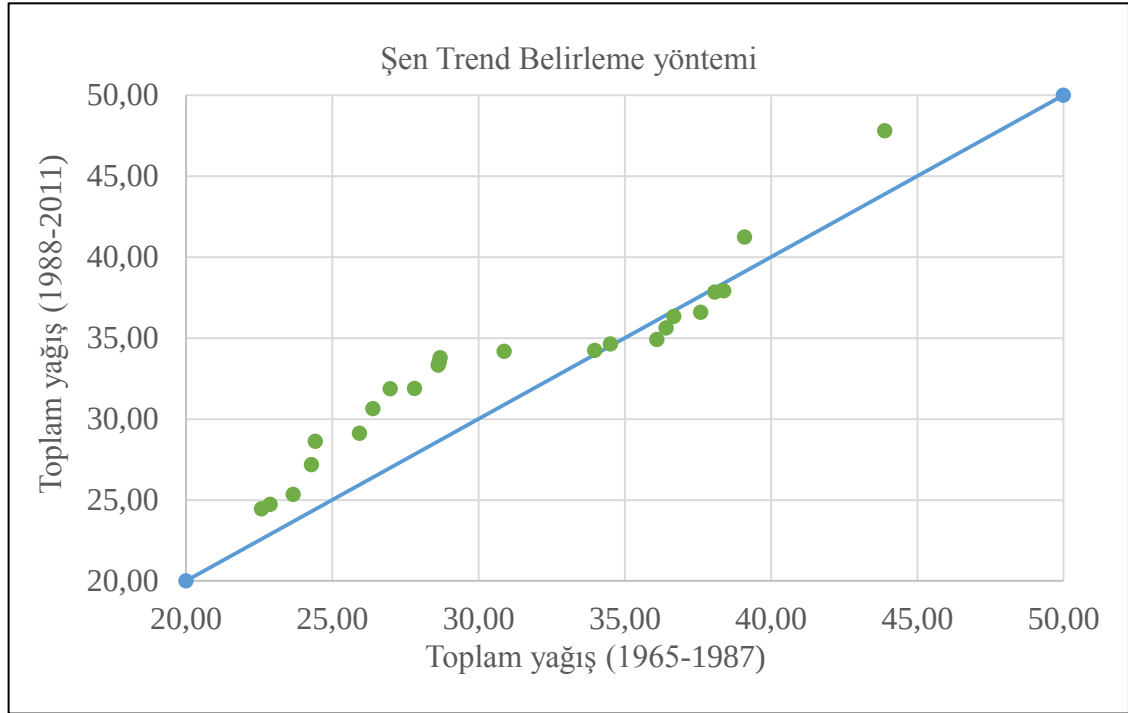
Z'nin mutlak değeri için seçilen $\alpha=0.05$ anlamlılık düzeyine karşı gelen standart normal dağılımın $Z_{\alpha/2}=1.96$ değerinden küçük olduğu için sıfır hipotezi “H₀: Trend Yok” kabul edilmekte incelenen zaman serisinde trend olmadığı sonucuna varılmaktadır.

b. Spearman'ın Rho testine göre trend analizi:

$$r_s = 1 - 6 \frac{\left[\sum_{i=1}^n (R(x_i) - i)^2 \right]}{(n^3 - n)} \text{ bağlantısı uygulanarak } r_s = 0,146 \text{ olarak bulunur.}$$

$Z = r_s \sqrt{n-1} = 0,146 * \sqrt{47-1} = 0,99$ bulunur. Z'nin mutlak değeri için seçilen $\alpha=0.05$ anlamlılık düzeyine karşı gelen standart normal dağılımın $Z_{\alpha/2}=1.96$ değerinden küçük olduğu için sıfır hipotezi “H₀: Trend Yok” kabul edilmekte incelenen zaman serisinde trend olmadığı sonucuna varılmaktadır.

c. Şen Eğilim Belirleme Yöntemi testine göre trend analizi:



Şekil 61. Oltu meteorolojik gözlem istasyonu yıllık toplam yağış verilerinin Şen Trend Belirleme yöntemine göre analizi.

Görüldüğü üzere Oltu meteorolojik gözlem istasyonunda yıllık toplam yağış verilerinde Şen trend belirleme yöntemine göre artan yönde bir eğilim vardır.

3.5.2.3. Yıllık Ortalama Bağlı Nem Verilerinde Trend Analizi

Yıllık ortalama bağlı nem verilerine Mann Kendall, Spearman'ın Rho ve Şen Trend Belirleme yöntemine göre trend analizi uygulanmıştır.

a. Mann-Kendall testine göre trend analizi:

Oltu meteorolojik gözlem istasyonundan alınan yıllık ortalama bağlı nem verilerine uygulanan Mann Kendall yöntemine göre; $i < j$ için $x_i < x_j$ olan çiftlerin sayısı $P=554$, $x_i > x_j$ olan çiftlerin sayısı $M=824$ olarak hesaplanır. Test istatistiği olan $S=P-M=554-824=-270$ olarak bulunur.

Kendall korelasyon katsayısı:

$$\tau = \frac{S}{[n(n-1)/2]} = \frac{-270}{[53*52/2]} = \frac{-270}{1378} = 0,196 \text{ olarak hesaplanır.}$$

Örnek sayısı $n = 53 \geq 10$ olduğundan

$$\sigma_s = \sqrt{n(n-1)(2n+5)/18} = \sqrt{53*52*(2*53+5)/18} = 130,37 \text{ olarak hesaplanır.}$$

$$\left\{ \begin{array}{ll} (S-1)/\sigma_s & S > 0 \\ Z = 0 & S = 0 \\ (S+1)/\sigma_s & S < 0 \end{array} \right\} \text{ ise } S < 0 \text{ olduğundan } Z = \frac{S-1}{\sigma_s} = \frac{-270+1}{130,37} = -2,06$$

Z'nin mutlak değeri için seçilen $\alpha=0.05$ anlamlılık düzeyine karşı gelen standart normal dağılımın $Z_{\alpha/2}=1.96$ değerinden büyük olduğu için sıfır hipotezi “H₀: Trend Yok” reddedilmekte $S < 0$ olduğunda dolayı da incelenen zaman serisinde azalan yönde trend olduğu sonucuna varılmaktadır.

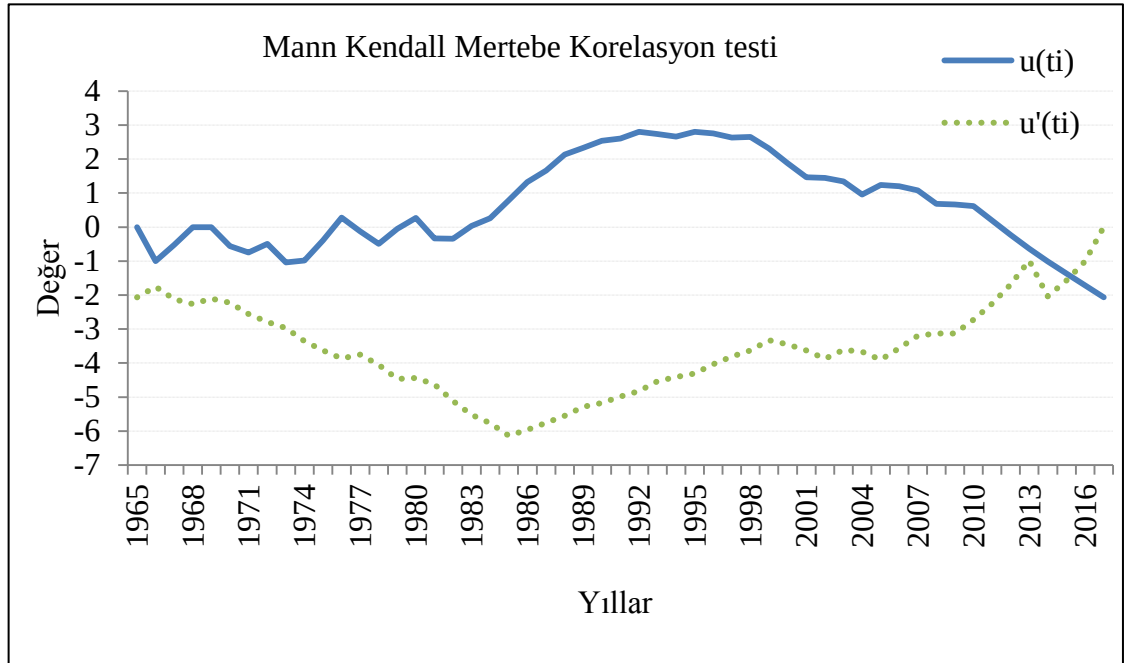
b. Spearman'ın Rho testine göre trend analizi:

$$r_s = 1 - 6 \frac{\left[\sum_{i=1}^n (R(x_i) - i)^2 \right]}{(n^3 - n)} \text{ bağlantısı uygulanarak } r_s = -0,249 \text{ olarak bulunur.}$$

$Z = r_s \sqrt{n-1} = -0,249 * \sqrt{53-1} = -1,80$ bulunur. Z'nin mutlak değeri için seçilen $\alpha=0.05$ anlamlılık düzeyine karşı gelen standart normal dağılımın $Z_{\alpha/2}=1.96$ değerinden büyük olduğu için sıfır hipotezi “H₀: Trend Yok” reddedilmekte $S < 0$ olduğunda dolayı da incelenen zaman serisinde azalan yönde trend olduğu sonucuna varılmaktadır.

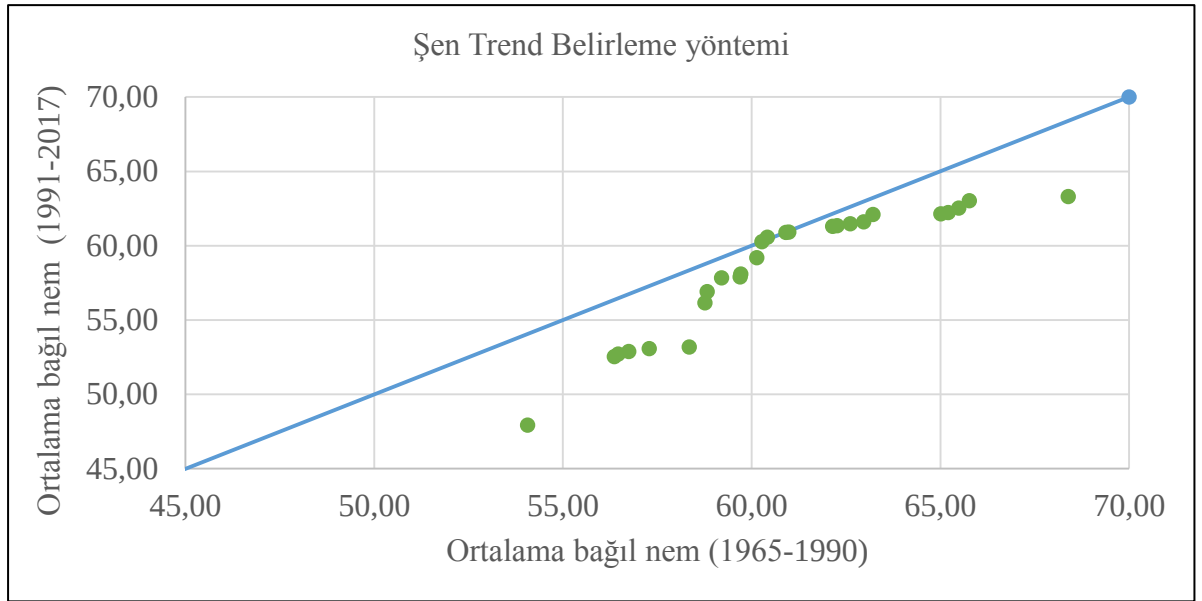
c. Mann-Kendall Mertebe Korelasyon testine göre trend analizi:

Oltu meteorolojik gözlem istasyonu için, Excel de her bir ortalama bağıl nem verisinin kendisinden önce gelenler arasında kaç tanesinin kendinden büyük olduğu tespit edilir. Tespit edilen veriler sayılarak n değeri bulunur. Sonra sırasıyla t , $Var(t)$, $E(t)$ ve $u(t)$ değerleri bulunur. Elden edilen değerler tablo halinde ekler kısmında verilmiştir. $U(t_i)$ ve $u'(t_i)$ grafikte gösterilmiştir. $U(t_i)$ ve $u'(t_i)$ kesişim noktası olan 2015 yılı trendin başladığı yıl olarak kabul edilir.



Şekil 62. Oltu meteorolojik gözlem istasyonu yıllık ortalama bağıl nem verilerinin $u(t_i)$ - $u'(t_i)$ grafiği.

d. Şen Eğilim Belirleme Yöntemi testine göre trend analizi:



Şekil 63. Oltu meteorolojik gözlem istasyonu yıllık ortalama bağıl nem verilerinin Şen Trend Belirleme yöntemine göre analizi.

Görüldüğü üzere Oltu meteorolojik gözlem istasyonunda yıllık ortalama bağıl nem verilerinde Şen trend belirleme yöntemine göre azalan yönde bir eğilim vardır.

2323 No'lu İshan akım gözlem istasyonunun yıllık ortalama akım debisi ve bu akım gözlem istasyonu ile birlikte değerlendirdiğimiz Oltu meteorolojik gözlem istasyonunun meteorolojik parametrelerine uygulanan trend analizlerinin sonucu tabloda verilmiştir.

Tablo 19. 2323 İşhan Köprü akım gözlem istasyonu ile Oltu meteorolojik gözlem istasyonundan alınan verilerinin trend analiz sonuçları.

2323 İşhan Köprü AGİ	Mann-Kendall	Spearman'ın Rho	şen Trend Bel. Yn.	Trend Baş. Yılı
Yıllık Ortalama Akım Debisi	(+)	(+)	(+)	2003
Oltu MGİ	Mann-Kendall	Spearman'ın Rho	şen Trend Bel. Yn.	Trend Baş. Yılı
Yıllık Ortalama Sıcaklık	(+)	(+)	(+)	2001
Yıllık Toplam Yağış	(0)	(0)	(+)	-
Yıllık Ortalama Bağıl Nem	(-)	(-)	(-)	2015

(+): Artan Trend, (-): Azalan Trend, (0): Trend Yok

Burada görüldüğü üzere akım verilerinde anlamlı yönde trend vardır. Akım verilerinde oluşan bu anlamlı trendin meteorolojik parametreleriyle olan ilişiklisini öğrenmek için korelasyon testi uygulanmıştır. SPSS programında işlenen verilerin Pearson korelasyon katsayıları ve anlamlılık düzeyleri aşağıdaki tabloda verilmiştir.

Tablo 20. 2323 İşhan Köprü akım gözlem istasyonu Pearson korelasyon testi sonuçları.

Akım	Sıcaklık	Yağış	Nem
Pearson Korelasyon Katsayısı	0,302*	0,409*	0,038
Anlamlılık Düzeyi	0,042	0,005	0,800

* Anlamlı ilişki vardır.

Tabloya göre anlamlılık düzeyi 0,05'ten küçük olan yıllık ortalama sıcaklık ve yıllık toplam yağış ile yıllık ortalama akım arasındaki anlamlı bir ilişki olduğu sonucuna varılmıştır.

4. TARTIŞMA ve SONUÇLAR

Türkiye'nin en büyük havzalarından biri olan Çoruh Havzası'nın hidrolik potansiyelinin analizi için havza üzerinde bulunan ve havzaya homojen şekilde dağılmış olan 5 akım gözlem istasyonundan (AGİ: 2304, 2305, 2315, 2316, 2323) alınan yıllık ortalama akım verilerine trend analizi uygulanmıştır. Ayrıca yıllık ortalama akıma etkisi incelenmesi için seçilen akım gözlem istasyonlarına en yakın ve veri sayısı yeterli olan 5 meteorolojik gözlem istasyonlarından alınan yıllık ortalama sıcaklık, yıllık toplam yağış ve yıllık ortalama bağıl nem verilerine de ayrı ayrı trend analizi uygulanmıştır.

Seçilen 2304, 2305, 2316 ve 2323 No'lu akım gözlem istasyonlarından 1965-2010 yılları ve 2315 No'lu akım gözlem istasyonundan 1965-2001 yılları arasındaki 221 adet yıllık ortalama akım verileri alınmıştır.

Bu çalışmada trend analizlerinde parametrik olmayan Mann Kendall testi Spearman'ın Rho testi ve Şen Trend Belirleme yöntemi kullanılmıştır. Trend gözlenen istasyonlarda ise trendin başlangıç yılını belirleme için Mann Kendall mertebe korelasyon testi kullanılmıştır. Analizlerimizde güven aralığı %95 seçilmiştir. Analizler sonucunda aşağıdaki sonuçlara ulaşılmıştır;

Tablo 21. Yıllık ortalama akım verilerinin trend analiz sonuçları

Yıllık Ortalama Akım Debisi	Mann- Kendall	Spearman'ın Rho	Şen Trend Bel. Yön.	Trend Baş. Yılı
2304 Bayburt AGİ	(0)	(0)	(+)	-
2305 Peterek AGİ	(+)	(+)	(+)	1980
2315 Karşıköy AGİ	(+)	(+)	(+)	1984
2316 İspir Köprü AGİ	(0)	(0)	(+)	-
2323 Işhan Köprü AGİ	(+)	(+)	(+)	2003

(+): Artan Trend, (-): Azalan Trend, (0): Trend Yok

- Yıllık ortalama akımlarda seçilen 5 istasyondan AGİ 2304 Bayburt akım gözlem istasyonu ile 2316 İspir Köprü akım gözlem istasyonlarında Mann Kendall ve

Spearman'ın Rho testine göre trend gözlenmemiş ancak, yenilikçi yöntem olan Şen Trend Belirleme yöntemine göre anlamlı trend gözlenmiştir.

- Diğer istasyonlar 2305 Peterek akım gözlem istasyonu, 2315 Karşıköy akım gözlem istasyonu ve 2323 İshan Köprü akım gözlem istasyonlarının yıllık ortalama akım verilerine uygulanan Mann Kendall, Spearman'ın Rho testi ve Şen Trend Belirleme yöntemine göre anlamlı trendler gözlenmiştir.
- Trend gözlenen istasyonlardan olan 2305 Peterek akım gözlem istasyonunun Mann Kendall mertbe korelasyon testine göre trend başlangıç yılı 1980 yılı, 2315 Karşıköy akım gözlem istasyonunun trend başlangıç yılı 1984 ve 2323 İshan Köprü akım gözlem istasyonunun trend başlangıç yılı ise 2003 yılı olarak tespit edilmiştir.

Tespit edilen anlamlı trendlere meteorolojik parametrelerinin etkilerini incelemek için seçilen 5 meteorolojik gözlem istasyonlarından 1965-2017 yılları arası alınan yıllık ortalama sıcaklık, yıllık toplam yağış ve yıllık ortalama bağıl nem verilerine ayrı ayrı trend analizi uygulanmıştır. Analizler sonucunda tablolardaki sonuçlara ulaşılmıştır;

Tablo 22. Yıllık ortalama sıcaklık verilerinin trend analiz sonuçları.

Yıllık Ortalama Sıcaklık	Mann-Kendall	Spearman'ın Rho	Şen Trend Bel. Yön.	Trend Baş. Yılı
Bayburt MGİ	(+)	(+)	(+)	2009
İspir MGİ	(+)	(+)	(+)	1991
Artvin MGİ	(0)	(0)	(+)	-
Tortum MGİ	(+)	(+)	(+)	1995
Oltu MGİ	(+)	(+)	(+)	2001

(+): Artan Trend, (-): Azalan Trend, (0): Trend Yok

Tablo 23. Yıllık toplam yağış verilerinin trend analiz sonuçları.

Yıllık Toplam Yağış	Mann-Kendall	Spearman'ın Rho	Şen Trend Bel. Yön.	Trend Baş. Yılı
Bayburt MGİ	(+)	(+)	(+)	1987
İspir MGİ	(0)	(0)	(+)	-
Artvin MGİ	(0)	(0)	(+)	-
Tortum MGİ	(0)	(0)	(0)	-
Oltu MGİ	(0)	(0)	(+)	-

(+): Artan Trend, (-): Azalan Trend, (0): Trend Yok

Tablo 24. Yıllık ortalama bağıl nem verilerinin trend analiz sonuçları

Yıllık Ortalama Bağıl Nem	Mann-Kendall	Spearman'ın Rho	Şen Trend Bel. Yön.	Trend Baş. Yılı
Bayburt MGİ	(-)	(-)	(-)	1999
İspir MGİ	(-)	(-)	(-)	1971
Artvin MGİ	(-)	(-)	(-)	1995
Tortum MGİ	(0)	(0)	(+)	-
Oltu MGİ	(-)	(-)	(-)	2015

(+): Artan Trend, (-): Azalan Trend, (0): Trend Yok

- Bayburt meteorolojik gözlem istasyonundan alınan verilere uygulanan trend analiz yöntemlerine göre yıllık ortalama sıcaklık ve yıllık toplam yağış verilerinde pozitif yönde (artan) anlamlı trend gözlemlendi. Trend başlangıç yılı yıllık ortalama sıcaklık verilerinde 2009, yıllık toplam yağış verilerinde ise 1987 yılı olarak tespit edilmiştir. Yıllık ortalama bağıl nem verilerinde ise negatif yönde (azalan) trend gözlemlendi. Trend başlangıç yılı da 1999 yılı olarak tespit edilmiştir.
- İspir meteorolojik gözlem istasyonundan alınan verilere uygulanan trend analiz yöntemlerine göre yıllık ortalama sıcaklık verilerinde pozitif yönde (artan)

anlamalı trend gözlemlendi. Trend başlangıç yılı yıllık ortalama sıcaklık verilerinde 1991 yılı olarak tespit edilmiştir. Yıllık toplam yağış verilerinde Mann Kendall ve Spearman'ın Rho testine göre trend gözlenmedi. Şen trend belirleme yöntemine göre pozitif yönde anlamalı trend görüldü. Yıllık ortalama bağıl nem verilerinde ise negatif yönde (azalan) trend gözlemlendi. Trend başlangıç yılı da 1971 yılı olarak tespit edilmiştir.

- Artvin meteorolojik gözlem istasyonundan alınan verilere uygulanan trend analizinde yıllık ortalama sıcaklık ve yıllık toplam yağış verilerinde Mann Kendall ve Spearman'ın Rho testine göre trend gözlenmedi. Şen trend belirleme yöntemine göre pozitif yönde anlamalı trend görüldü. Yıllık ortalama bağıl nem verilerinde ise negatif yönde (azalan) trend gözlemlendi. Trend başlangıç yılı da 1995 yılı olarak tespit edilmiştir.
- Tortum meteorolojik gözlem istasyonundan alınan verilere uygulanan trend analiz yöntemlerine göre yıllık ortalama sıcaklık verilerinde pozitif yönde (artan) anlamalı trend gözlemlendi. Trend başlangıç yılı yıllık ortalama sıcaklık verilerinde 1995 yılı olarak tespit edilmiştir. Yıllık toplam yağış verilerinde trend görülmedi. Yıllık ortalama bağıl nem verilerinde ise Şen trend belirleme yöntemine göre pozitif yönde anlamalı trend görüldü. Mann Kendall ve Spearman'ın Rho testine göre trend görülmedi.
- Oltu meteorolojik gözlem istasyonundan alınan verilere uygulanan trend analiz yöntemlerine göre yıllık ortalama sıcaklık verilerinde pozitif yönde (artan) anlamalı trend gözlemlendi. Trend başlangıç yılı yıllık ortalama sıcaklık verilerinde 2001 yılı olarak tespit edilmiştir. Yıllık toplam yağış verilerinde Mann Kendall ve Spearman'ın Rho testine göre trend gözlenmedi. Şen trend belirleme yöntemine göre pozitif yönde anlamalı trend görüldü. Yıllık ortalama bağıl nem verilerinde ise negatif yönde (azalan) trend gözlemlendi. Trend başlangıç yılı da 2015 yılı olarak tespit edilmiştir.

Akım gözlem istasyonları ve meteorolojik gözlem istasyonlarından alınan verilere uygulanan trend analizlerden elde edilen sonuçlar eşliğinde akım verilerinde trend görülen istasyonlar ile bu istasyonlarla birlikte değerlendirilen meteorolojik gözlem istasyonları arasındaki ilişki incelemek için korelasyon analizi yapıldı. Sonuçlar aşağıdaki gibidir.

- 2305 Peterek akım gözlem istasyonunda elde edilen akım verileri ile İspir meteorolojik gözlem istasyonlarından elde edilen meteorolojik parametrelerin arasında SPSS programı yardımıyla uygulanan Pearson korelasyon testine göre yıllık toplam yağış ile yıllık ortalama akım verileri arasında istatistiksel olarak pozitif yönde anlamlı bir ilişki olduğu sonucuna varılmıştır.
- 2315 Karşıköy akım gözlem istasyonunda elde edilen akım verileri ile Artvin meteorolojik gözlem istasyonlarından elde edilen meteorolojik parametrelerin arasında SPSS programı yardımıyla uygulanan Pearson korelasyon testine göre yıllık toplam yağış ile yıllık ortalama akım verileri arasında istatistiksel olarak pozitif yönde anlamlı bir ilişki olduğu sonucuna varılmıştır.
- 2323 İshan Köprü akım gözlem istasyonunda elde edilen akım verileri ile Oltu meteorolojik gözlem istasyonlarından elde edilen meteorolojik parametrelerin arasında SPSS programı yardımıyla uygulanan Pearson korelasyon testine göre yıllık ortalama sıcaklık ve yıllık toplam yağış ile yıllık ortalama akım verileri arasında istatistiksel olarak pozitif yönde anlamlı bir ilişki olduğu sonucuna varılmıştır.

5. ÖNERİLER

Bu çalışmada Çoruh Havzası'nın akış ve meteorolojik parametrelerinin trend analizi yapılmıştır. Trend analizlerinde parametrik olmayan üç farklı yöntem kullanılıp, akış verilerinde sadece yıllık ortalama akım verileri kullanılmıştır. Bu çalışmaya ek olarak havzanın durumunu daha kapsamlı değerlendirmek amacıyla hem akış verilerinin (ortalama akım, maksimum ve minimum akım) hem de meteorolojik parametrelerin mevsimsel trend analizlerinin yapılması önerilir.

Su kaynaklarının projelendirilmesi ve yönetilmesinde kullandığımız trend analizleri ve diğer istatistik çalışmaların kapsamlı ve güvenilir yapılabilmesi için havzada bulunan gözlem istasyonlarının sayısı artırılmalı ve veri güvenliğinin sağlanması gerekmektedir.

Akış trendini etkileyen parametreler kapsamında meteorolojik parametrelerin akış ile ilişkisi incelenmiştir. Ancak akışı sadece meteorolojik parametrelerin etkilemediği açıktır. Yapılacak olan çalışmalarda meteorolojik parametrelerin yanında akışı etkileyen diğer parametrelerde (baraj etkisi, küresel ısınma, jeolojik ve topografik yapı, bitki örtüsü, akarsu yatağının morfolojik yapısı, insani faktörler vs.) göz önüne alınarak kapsamlı bir çalışma yapılabilir.

KAYNAKLAR

- Akyürek, M., Önöz, B., Bayazıt, M. ve Çığızoğlu, K., 2004.** Türkiye yıllık ortalama akımlarının trend analizi. IV. Ulusal Hidroloji Kongresi, İstanbul, 23-25 Haziran, 65-75.
- Ay, M. ve Kişi, Ö., 2016.** Debi ve sediment değişkenlerinin trend analizi. Dicle Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Mühendislik Dergisi, 7(2), 169-180.
- Bakış, R. ve Göncü, S., 2015.** Akarsu debi ölçümlerinde eksik verilerin tamamlanması: Zap Suyu Havzası örneği. Anadolu Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi, 16(1), 63-79.
- Bayazıt, M., Cığızoğlu, H.K. ve Önöz, B., 2002.** Türkiye akarsularında trend analizi. Türkiye Mühendislik Haberleri Dergisi, 422, 8-10.
- Burn, D. H. and Elnur M. A. H., 2002.** Detection of hydrologic trends and variability. Journal of Hydrology, 255, 107-122.
- Büyükyıldız, M. ve Berktaş, A., 2004.** Parametrik olmayan testler kullanılarak Sakarya Havzası yağışlarının trend analizi. Sakarya Üniversitesi Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi Dergisi, 19(2), 24-38.
- Ceylan, C., 1999.** Yeşilırmak Havzası İklim Parametrelerinin Trend Analizi. Yüksek Lisans Tezi. Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, Türkiye, 244s., 125.
- Çeribaşı G. and Doğan, E., 2015.** Karadeniz ve Sakarya Havza'larında yıllık ortalama yağışların trend analizi, SDU International Journal of Technologic Sciences, 7(1), 1-7.
- Çetin M., 1997.** Hidrolojik veri analizlerinde bazı ön istatistiksel analiz teknikleri ve uygulamaları. DSİ Teknik Bülten, 86, 53-63.
- Çığızoğlu H. K., Bayazıt, M., Önöz, B., Yıldız, M. ve Malkoç, Y., 2004.** Türkiye nehirleri taşkın, ortalama ve düşük akımlarındaki trendler. IV. Ulusal Hidroloji Kongresi, İstanbul, 23-25 Haziran, 43-51.
- Doğan, E., Çeribaşı, G. ve Akkaya, U., 2016.** Barajların nehir akımı rejimine olan etkilerinin trend analizi yöntemi ile araştırılması: Sakarya Nehri örneği. Karaelmas Fen ve Mühendislik Dergisi, 6(1), 50-55.
- Göncü S., 2011.** Dflow programı ile porsuk havzasındaki akarsularda debi analizi. Anadolu Üniversitesi Bilim Ve Teknoloji Dergisi, 12(2), 91-103.

- Gümüş V., 2006.** Fırat Havzası Akımlarının Trend Analizi ile Değerlendirilmesi. Yüksek Lisans Tezi. Harran Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Şanlıurfa, Türkiye, 75s., 54.
- Haktanır, T., Bajabaa, S. and Masoud, M., 2013.** Stochastic analyses of maximum Daily rainfall series recorded at two stations across the Mediterranean Sea. *Arabian Journal of Geosciences*, 6(10), 3943-3958. DOI: 10.1007/s12517-012-0652-0.
- İçağa, Y. ve Harmancıoğlu, N., 1995.** Yeşilirmak havzasında su kalitesi eğilimlerinin belirlenmesi. Türkiye İnşaat Mühendisliği XIII. Teknik Kongresi, Ankara, 20-22 Aralık, 482-497.
- Kadıoğlu, M., 1997.** Trends in surface air temperature data over Turkey. *International Journal of Climatology*, 15, 511-520.
- Kahya, E. and Kalaycı, S., 2004.** Trend analysis of streamflow in Turkey. *Journal of Hydrology*, 289, 128–144.
- Kırdemir, M., 2009.** Trend Analizi ile Aşağı Sakarya Havzasının Hidroelektrik Enerji Potansiyelinin Tespiti. Yüksek Lisans Tezi. Sakarya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 74s., 48.
- Kisi, O. ve Ay, M., 2014.** Comparison of Mann Kendall and innovative trend method for water quality parameters of the Kizilirmak River, Turkey. *Journal of Hydrology*, 513, 362-375.
- Kosif, K., 2001.** Samsun ilinde iklim trendleri. DSİ Teknik Bülteni 98, 3-13.
- Lettenmaier, D.P., Wood, E.F. and Wallis, J.R., 1994.** Hydroclimatological trends in the continental United States, 1948-1988. *Journal of Climate*, 7(4), 586-607.
- Nemli M. Ö., 2017.** Doğu Karadeniz Bölgesi'nde Yıllık Maksimum Yağışların Trend Analizi. Yüksek Lisans Tezi. Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, Türkiye, 93s., 85.
- Niazi, F., Mofid, H. and Modares, N.F., 2014.** Trend analysis of temporal changes of discharge and water quality parameters of Ajichay River in four recent decades. *Water Qual Expo Health*, 6(1-2), 89-95.
- Özel, N., 2004.** Türkiye'deki Nehir Akımları Aylık Verilerinin Parametrik Olmayan Yöntemlerle Trend Analizi. Yüksek Lisans Tezi. Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya, Türkiye, 84s., 62.
- Saphoğlu, K., Kilit M. and Yavuz, B. K., 2014.** Trend analysis of streams in the Western Mediterranean Basin of Turkey. *Fresenius Environmental Bulletin*, 23(1), 313-327.

- Sayemuzzaman, M. and Jha, M.K., 2014.** Seasonal and annual precipitation time series trend analysis in North Carolina. *Atmospheric Research*, 137, 183-194.
- Serrano, A., Garcia, A.J., Mateos, V.L., Cancillo, M.L. and Garrido, J., 1999.** Monthly of variation of presipitation over the iberion peninsula. *Journal of Climate*, 12, 894-919.
- Süme V., Mete B. ve Özener A.Y., 2017a.** Yukarı Çoruh Havzasındaki su yapılarının enerji potansiyeli ve çevresel etkileşimi. *Türk Hidrolik Dergisi*, 1(2), 7-12.
- Süme V., Özener A.Y. ve Mete B., 2017b.** Çoruh Nehri yan kolları üzerinde bulunan hidroelektrik santrallerin hidroelektrik potansiyeli. *Türk Hidrolik Dergisi*, 1(1), 1-6.
- Süme V. ve Türüt, R., 2018.** Aşağı Çoruh'ta bulunan barajların hidroelektrik potansiyeli ve çevresel etkileri. *Türk Hidrolik Dergisi*, 2(1), 12-18.
- Şen, Z., 2002.** İstatistik veri işleme yöntemleri. Su vakfı yayınları, 1. Baskı, ISBN: 9759703475, 242 s., 139.
- Şen, Z., 2012.** Innovative trend analysis methodology. *Journal of Hydrologic Engineering*, 17(9), 1042-1046. DOI: 10.1061/(ASCE)HE.1943-5584.0000556.
- Şen, Z., 2014.** Trend identification simulation and application. *Journal of Hydrologic Engineering*, 19(3), 635-642.
- Şentürk, K., 2008.** Akım Gözlem İstasyonu Olmayan Havzalarda Su Potansiyelinin Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi. İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, Türkiye, 103s., 25.
- Toros, H., 1993.** Klimatolojik Serilerden Türkiye İkliminde Trend Analizi. Yüksek Lisans Tezi. İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 171s., 125.
- Turkes, M., 1996.** Spatial and temporal analysis of annual rainfall variations in Turkey. *International Journal of Climatology*, 16, 1057- 1076.
- Ünsal, V., 2006.** Eskiçağda Çoruh Havzası. Doktora Tezi. Atatürk Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Erzurum, Türkiye, 332s., 21.
- Whitfield, P. H. and Cannon, A.J., 2000.** Recent variations in climate and hydrology in Canada. *Canadian Water Resources Journal*, 25(1), 19-65.
- Yeşilata, B., Bulut, H. ve Yeşilnacar, M.İ., 2004.** GAP bölgesinde sıcaklık ve nem parametrelerindeki baraj gölü kaynaklı değişim trendinin araştırılması. *Tesisat Mühendisliği Dergisi* 83, 21-31.

- Yıldız, M., Saraç, M., Malkoç, Y. ve Uçar İ., 2004.** Türkiye akarsularındaki akımların trendleri ve bu trendlerin hidroelektrik enerji üretimine etkileri, IV. Ulusal Hidroloji Kongresi, İstanbul, 23-25 Haziran, 174-188.
- Yılmaz, İ., 1999.** Doğu Karadeniz Havzasındaki İklim Trendleri ve Olası Etkileri. Yüksek Lisans Tezi. Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 84s., 59.
- Zhang, X., Harvey, K.D., Hoggy, W.D. and Yuzyk, T.R., 2001.** Trends in Canadian Streamflow. Water Resources Research, 37(4), 987-998.



EKLER

Ek 1. Bayburt meteorolojik gözlem istasyonu ortalama sıcaklık verilerinin $u(t)$ fonksiyonunun hesabı.

Sıra	Yıl	Değer	N	T	E(T)	Var (T)	U(T)
1	1959	4,19	0	0	0,00	0,00	0,00
2	1960	7,39	1	1	0,50	0,25	1,00
3	1961	7,43	2	3	1,50	0,92	1,57
4	1962	8,35	3	6	3,00	2,17	2,04
5	1963	7,73	3	9	5,00	4,17	1,96
6	1964	5,69	1	10	7,50	7,08	0,94
7	1965	6,13	2	12	10,50	11,08	0,45
8	1966	9,14	7	19	14,00	16,33	1,24
9	1967	4,99	1	20	18,00	23,00	0,42
10	1968	6,39	4	24	22,50	31,25	0,27
11	1969	6,68	5	29	27,50	41,25	0,23
12	1970	7,53	8	37	33,00	53,17	0,55
13	1971	6,88	6	43	39,00	67,17	0,49
14	1972	5,33	2	45	45,50	83,42	-0,05
15	1973	5,9	4	49	52,50	102,08	-0,35
16	1974	6,23	6	55	60,00	123,33	-0,45
17	1975	6,01	5	60	68,00	147,33	-0,66
18	1976	5,4	3	63	76,50	174,25	-1,02
19	1977	6,33	9	72	85,50	204,25	-0,94
20	1978	6,92	13	85	95,00	237,50	-0,65
21	1979	7,64	17	102	105,00	274,17	-0,18
22	1980	6,41	11	113	115,50	314,42	-0,14
23	1981	7,78	20	133	126,50	358,42	0,34
24	1982	5,7	5	138	138,00	406,33	0,00
25	1983	6,28	10	148	150,00	458,33	-0,09
26	1984	6,97	17	165	162,50	514,58	0,11
27	1985	6,21	9	174	175,50	575,25	-0,06
28	1986	6,92	17	191	189,00	640,50	0,08
29	1987	6,27	11	202	203,00	710,50	-0,04
30	1988	5,53	4	206	217,50	785,42	-0,41
31	1989	6,5	17	223	232,50	865,42	-0,32
32	1990	5,8	7	230	248,00	950,67	-0,58
33	1991	6,92	21	251	264,00	1041,33	-0,40
34	1992	4,65	1	252	280,50	1137,58	-0,84
35	1993	5,69	6	258	297,50	1239,58	-1,12
36	1994	7,52	29	287	315,00	1347,50	-0,76
37	1995	6,75	22	309	333,00	1461,50	-0,63
38	1996	7,8	35	344	351,50	1581,75	-0,19
39	1997	6,28	16	360	370,50	1708,42	-0,25
40	1998	7,62	33	393	390,00	1841,67	0,07
41	1999	7,88	38	431	410,00	1981,67	0,47
42	2000	6,91	25	456	430,50	2128,58	0,55
43	2001	7,93	40	496	451,50	2282,58	0,93

Ek 1(devamı). Bayburt meteorolojik gözlem istasyonu ortalama sıcaklık verilerinin u(t) fonksiyonunun hesabı.

Sıra	Yıl	Değer	N	T	E(T)	Var (T)	U(T)
44	2002	6,77	24	520	473,00	2443,83	0,95
45	2003	7,06	31	551	495,00	2612,50	1,10
46	2004	6,76	24	575	517,50	2788,75	1,09
47	2005	6,86	26	601	540,50	2972,75	1,11
48	2006	7,66	40	641	564,00	3164,67	1,37
49	2007	7,14	34	675	588,00	3364,67	1,50
50	2008	6,62	22	697	612,50	3572,92	1,41
51	2009	7,55	40	737	637,50	3789,58	1,62
52	2010	10,08	51	788	663,00	4014,83	1,97
53	2011	7,14	35	823	689,00	4248,83	2,06
54	2012	7,76	46	869	715,50	4491,75	2,29
55	2013	7,3	37	906	742,50	4743,75	2,37
56	2014	9,04	53	959	770,00	5005,00	2,67
57	2015	8,38	53	1012	798,00	5275,67	2,95
58	2016	7,73	46	1058	826,50	5555,92	3,11
59	2017	8,28	53	1111	855,50	5845,92	3,34

Ek 2. Bayburt meteorolojik gözlem istasyonu ortalama sıcaklık verilerinin $u'(t)$ fonksiyonunun hesabı.

Sıra	Yıl	Değer	N'	T	E(T)	Var (T)	U'(T)
1	2017	8,28	0		0	0,00	
2	2016	7,73	0	0	0,5	0,25	1,00
3	2015	8,38	2	2	1,5	0,92	-0,52
4	2014	9,04	3	5	3	2,17	-1,36
5	2013	7,3	0	5	5	4,17	0,00
6	2012	7,76	2	7	7,5	7,08	0,19
7	2011	7,14	0	7	10,5	11,08	1,05
8	2010	10,08	7	14	14	16,33	0,00
9	2009	7,55	2	16	18	23,00	0,42
10	2008	6,62	0	16	22,5	31,25	1,16
11	2007	7,14	1	17	27,5	41,25	1,63
12	2006	7,66	5	22	33	53,17	1,51
13	2005	6,86	1	23	39	67,17	1,95
14	2004	6,76	1	24	45,5	83,42	2,35
15	2003	7,06	3	27	52,5	102,08	2,52
16	2002	6,77	2	29	60	123,33	2,79
17	2001	7,93	12	41	68	147,33	2,22
18	2000	6,91	4	45	76,5	174,25	2,39
19	1999	7,88	13	58	85,5	204,25	1,92
20	1998	7,62	10	68	95	237,50	1,75
21	1997	6,28	0	68	105	274,17	2,23
22	1996	7,8	15	83	115,5	314,42	1,83
23	1995	6,75	2	85	126,5	358,42	2,19
24	1994	7,52	11	96	138	406,33	2,08
25	1993	5,69	0	96	150	458,33	2,52
26	1992	4,65	0	96	162,5	514,58	2,93
27	1991	6,92	9	105	175,5	575,25	2,94
28	1990	5,8	2	107	189	640,50	3,24
29	1989	6,5	4	111	203	710,50	3,45
30	1988	5,53	1	112	217,5	785,42	3,76
31	1987	6,27	4	116	232,5	865,42	3,96
32	1986	6,92	13	129	248	950,67	3,86
33	1985	6,21	4	133	264	1041,33	4,06
34	1984	6,97	16	149	280,5	1137,58	3,90
35	1983	6,28	6	155	297,5	1239,58	4,05
36	1982	5,7	3	158	315	1347,50	4,28
37	1981	7,78	29	187	333	1461,50	3,82
38	1980	6,41	9	196	351,5	1581,75	3,91
39	1979	7,64	27	223	370,5	1708,42	3,57
40	1978	6,92	17	240	390	1841,67	3,50
41	1977	6,33	9	249	410	1981,67	3,62
42	1976	5,4	1	250	430,5	2128,58	3,91
43	1975	6,01	6	256	451,5	2282,58	4,09
44	1974	6,23	8	264	473	2443,83	4,23

Ek 2 (devamı). Bayburt meteorolojik gözlem istasyonu ortalama sıcaklık verilerinin $u'(t)$ fonksiyonunun hesabı.

Sıra	Yıl	Değer	N'	T	E(T)	Var (T)	U'(T)
45	1973	5,9	6	270	495	2612,50	4,40
46	1972	5,33	1	271	517,5	2788,75	4,67
47	1971	6,88	22	293	540,5	2972,75	4,54
48	1970	7,53	33	326	564	3164,67	4,23
49	1969	6,68	18	344	588	3364,67	4,21
50	1968	6,39	15	359	612,5	3572,92	4,24
51	1967	4,99	1	360	637,5	3789,58	4,51
52	1966	9,14	50	410	663	4014,83	3,99
53	1965	6,13	10	420	689	4248,83	4,13
54	1964	5,69	5	425	715,5	4491,75	4,33
55	1963	7,73	43	468	742,5	4743,75	3,99
56	1962	8,35	51	519	770	5005,00	3,55
57	1961	7,43	37	556	798	5275,67	3,33
58	1960	7,39	37	593	826,5	5555,92	3,13
59	1959	4,19	0	593	855,5	5845,92	3,43

Ek 3. Bayburt meteorolojik gözlem istasyonu toplam yağış verilerinin $u(t)$ fonksiyonunun hesabı.

Sıra	Yıl	Değer	N'	T	E(T)	Var (T)	U'(T)
1	1959	41,51	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2	1960	39,85	0,00	0,00	0,50	0,25	-1,00
3	1961	26,53	0,00	0,00	1,50	0,92	-1,57
4	1962	30,96	1,00	1,00	3,00	2,17	-1,36
5	1963	55,63	4,00	5,00	5,00	4,17	0,00
6	1964	38,94	2,00	7,00	7,50	7,08	-0,19
7	1965	31,28	2,00	9,00	10,50	11,08	-0,45
8	1966	22,94	0,00	9,00	14,00	16,33	-1,24
9	1967	36,63	4,00	13,00	18,00	23,00	-1,04
10	1968	39,38	6,00	19,00	22,50	31,25	-0,63
11	1969	31,57	4,00	23,00	27,50	41,25	-0,70
12	1970	34,7	5,00	28,00	33,00	53,17	-0,69
13	1971	38,47	7,00	35,00	39,00	67,17	-0,49
14	1972	34,98	6,00	41,00	45,50	83,42	-0,49
15	1973	34,95	6,00	47,00	52,50	102,08	-0,54
16	1974	25,83	1,00	48,00	60,00	123,33	-1,08
17	1975	25,62	1,00	49,00	68,00	147,33	-1,57
18	1976	31,09	5,00	54,00	76,50	174,25	-1,70
19	1977	37,85	12,00	66,00	85,50	204,25	-1,36
20	1978	29,43	4,00	70,00	95,00	237,50	-1,62
21	1979	51,73	19,00	89,00	105,00	274,17	-0,97
22	1980	31,84	9,00	98,00	115,50	314,42	-0,99
23	1981	34,96	12,00	110,00	126,50	358,42	-0,87
24	1982	26,52	3,00	113,00	138,00	406,33	-1,24
25	1983	35,38	15,00	128,00	150,00	458,33	-1,03
26	1984	29,39	5,00	133,00	162,50	514,58	-1,30
27	1985	38,72	20,00	153,00	175,50	575,25	-0,94
28	1986	32,51	12,00	165,00	189,00	640,50	-0,95
29	1987	44,28	26,00	191,00	203,00	710,50	-0,45
30	1988	46,7	27,00	218,00	217,50	785,42	0,02
31	1989	29,34	5,00	223,00	232,50	865,42	-0,32
32	1990	37,34	20,00	243,00	248,00	950,67	-0,16
33	1991	42,45	28,00	271,00	264,00	1041,33	0,22
34	1992	35,05	18,00	289,00	280,50	1137,58	0,25
35	1993	30,76	8,00	297,00	297,50	1239,58	-0,01
36	1994	30,99	10,00	307,00	315,00	1347,50	-0,22
37	1995	45,31	33,00	340,00	333,00	1461,50	0,18
38	1996	40,46	30,00	370,00	351,50	1581,75	0,47
39	1997	38,73	27,00	397,00	370,50	1708,42	0,64
40	1998	51,46	37,00	434,00	390,00	1841,67	1,03
41	1999	43,48	34,00	468,00	410,00	1981,67	1,30
42	2000	27,61	5,00	473,00	430,50	2128,58	0,92
43	2001	37,92	26,00	499,00	451,50	2282,58	0,99
44	2002	41,31	34,00	533,00	473,00	2443,83	1,21

Ek 3(devamı). Bayburt meteorolojik gözlem istasyonu toplam yağış verilerinin u(t) fonksiyonunun hesabı.

Sıra	Yıl	Değer	N'	T	E(T)	Var (T)	U'(T)
45	2003	32,97	17,00	550,00	495,00	2612,50	1,08
46	2004	43,28	38,00	588,00	517,50	2788,75	1,34
47	2005	50,23	43,00	631,00	540,50	2972,75	1,66
48	2006	41,56	37,00	668,00	564,00	3164,67	1,85
49	2007	39,08	32,00	700,00	588,00	3364,67	1,93
50	2008	37,5	26,00	726,00	612,50	3572,92	1,90
51	2009	41,74	40,00	766,00	637,50	3789,58	2,09
52	2010	42,38	41,00	807,00	663,00	4014,83	2,27
53	2011	40,51	37,00	844,00	689,00	4248,83	2,38
54	2012	41,08	38,00	882,00	715,50	4491,75	2,48
55	2013	34,44	18,00	900,00	742,50	4743,75	2,29
56	2014	36,8	26,00	926,00	770,00	5005,00	2,21
57	2015	35,36	24,00	950,00	798,00	5275,67	2,09
58	2016	43,53	50,00	1000,00	826,50	5555,92	2,33
59	2017	35,94	26,00	1026,00	855,50	5845,92	2,23

Ek 4. Bayburt meteorolojik gözlem istasyonu toplam yağış verilerinin $u'(t)$ fonksiyonunun hesabı.

Sıra	Yıl	Değer	N'	T	E(T)	Var (T)	U'(T)
1	2017	35,94	44	685	855,5	5845,92	2,23
2	2016	43,53	39	641	826,5	5555,92	2,49
3	2015	35,36	4	602	798	5275,67	2,70
4	2014	36,8	9	598	770	5005,00	2,43
5	2013	34,44	54	589	742,5	4743,75	2,23
6	2012	41,08	34	535	715,5	4491,75	2,69
7	2011	40,51	11	501	689	4248,83	2,88
8	2010	42,38	0	490	663	4014,83	2,73
9	2009	41,74	23	490	637,5	3789,58	2,40
10	2008	37,5	32	467	612,5	3572,92	2,43
11	2007	39,08	10	435	588	3364,67	2,64
12	2006	41,56	14	425	564	3164,67	2,47
13	2005	50,23	26	411	540,5	2972,75	2,38
14	2004	43,28	16	385	517,5	2788,75	2,51
15	2003	32,97	14	369	495	2612,50	2,47
16	2002	41,31	1	355	473	2443,83	2,39
17	2001	37,92	0	354	451,5	2282,58	2,04
18	2000	27,61	7	354	430,5	2128,58	1,66
19	1999	43,48	19	347	410	1981,67	1,42
20	1998	51,46	4	328	390	1841,67	1,44
21	1997	38,73	38	324	370,5	1708,42	1,13
22	1996	40,46	6	286	351,5	1581,75	1,65
23	1995	45,31	9	280	333	1461,50	1,39
24	1994	30,99	0	271	315	1347,50	1,20
25	1993	30,76	10	271	297,5	1239,58	0,75
26	1992	35,05	2	261	280,5	1137,58	0,58
27	1991	42,45	14	259	264	1041,33	0,15
28	1990	37,34	4	245	248	950,67	0,10
29	1989	29,34	26	241	232,5	865,42	-0,29
30	1988	46,7	27	215	217,5	785,42	0,09
31	1987	44,28	1	188	203	710,50	0,56
32	1986	32,51	9	187	189	640,50	0,08
33	1985	38,72	20	178	175,5	575,25	-0,10
34	1984	29,39	5	158	162,5	514,58	0,20
35	1983	35,38	1	153	150	458,33	-0,14
36	1982	26,52	1	152	138	406,33	-0,69
37	1981	34,96	20	151	126,5	358,42	-1,29
38	1980	31,84	10	131	115,5	314,42	-0,87
39	1979	51,73	8	121	105	274,17	-0,97
40	1978	29,43	19	113	95	237,50	-1,17
41	1977	37,85	16	94	85,5	204,25	-0,59
42	1976	31,09	0	78	76,5	174,25	-0,11
43	1975	25,62	6	78	68	147,33	-0,82
44	1974	25,83	9	72	60	123,33	-1,08

Ek 4 (devamı). Bayburt meteorolojik gözlem istasyonu toplam yağış verilerinin $u'(t)$ fonksiyonunun hesabı.

Sıra	Yıl	Değer	N'	T	E(T)	Var (T)	U'(T)
45	1973	34,95	0	63	52,5	102,08	-1,04
46	1972	34,98	11	63	45,5	83,42	-1,92
47	1971	38,47	12	52	39	67,17	-1,59
48	1970	34,7	8	40	33	53,17	-0,96
49	1969	31,57	5	32	27,5	41,25	-0,70
50	1968	39,38	4	27	22,5	31,25	-0,80
51	1967	36,63	6	23	18	23,00	-1,04
52	1966	22,94	6	17	14	16,33	-0,74
53	1965	31,28	4	11	10,5	11,08	-0,15
54	1964	38,94	4	7	7,5	7,08	0,19
55	1963	55,63	0	3	5	4,17	0,98
56	1962	30,96	2	3	3	2,17	0,00
57	1961	26,53	0	1	1,5	0,92	0,52
58	1960	39,85	1	1	0,5	0,25	-1,00
59	1959	41,51	0		0	0,00	

Ek 5. Bayburt meteorolojik gözlem istasyonu ortalama bağıl nem verilerinin $u(t)$ fonksiyonunun hesabı.

Sıra	Yıl	Değer	N'	T	E(T)	Var (T)	U'(T)
1	1960	58,93	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2	1961	59,71	1,00	1,00	0,50	0,25	1,00
3	1962	60,33	2,00	3,00	1,50	0,92	1,57
4	1963	66,51	3,00	6,00	3,00	2,17	2,04
5	1964	60,78	3,00	9,00	5,00	4,17	1,96
6	1965	63,28	4,00	13,00	7,50	7,08	2,07
7	1966	59,41	1,00	14,00	10,50	11,08	1,05
8	1967	68,2	7,00	21,00	14,00	16,33	1,73
9	1968	65,84	6,00	27,00	18,00	23,00	1,88
10	1969	63,64	6,00	33,00	22,50	31,25	1,88
11	1970	62,35	5,00	38,00	27,50	41,25	1,63
12	1971	61,64	5,00	43,00	33,00	53,17	1,37
13	1972	69,28	12,00	55,00	39,00	67,17	1,95
14	1973	67,34	11,00	66,00	45,50	83,42	2,24
15	1974	66,63	11,00	77,00	52,50	102,08	2,42
16	1975	65,97	10,00	87,00	60,00	123,33	2,43
17	1976	64,92	9,00	96,00	68,00	147,33	2,31
18	1977	63,06	7,00	103,00	76,50	174,25	2,01
19	1978	63,32	9,00	112,00	85,50	204,25	1,85
20	1979	63,3	9,00	121,00	95,00	237,50	1,69
21	1980	61,68	6,00	127,00	105,00	274,17	1,33
22	1981	62,08	7,00	134,00	115,50	314,42	1,04
23	1982	62,58	9,00	143,00	126,50	358,42	0,87
24	1983	64,25	15,00	158,00	138,00	406,33	0,99
25	1984	63,66	15,00	173,00	150,00	458,33	1,07
26	1985	64,71	17,00	190,00	162,50	514,58	1,21
27	1986	65,34	19,00	209,00	175,50	575,25	1,40
28	1987	63,53	14,00	223,00	189,00	640,50	1,34
29	1988	67,86	26,00	249,00	203,00	710,50	1,73
30	1989	63,33	14,00	263,00	217,50	785,42	1,62
31	1990	63,59	16,00	279,00	232,50	865,42	1,58
32	1991	62,23	8,00	287,00	248,00	950,67	1,26
33	1992	64,87	22,00	309,00	264,00	1041,33	1,39
34	1993	66,95	29,00	338,00	280,50	1137,58	1,70
35	1994	63,13	12,00	350,00	297,50	1239,58	1,49
36	1995	66,63	29,00	379,00	315,00	1347,50	1,74
37	1996	63,21	13,00	392,00	333,00	1461,50	1,54
38	1997	63,55	19,00	411,00	351,50	1581,75	1,50
39	1998	62,18	8,00	419,00	370,50	1708,42	1,17
40	1999	55	0,00	419,00	390,00	1841,67	0,68
41	2000	55,77	1,00	420,00	410,00	1981,67	0,22
42	2001	56,78	2,00	422,00	430,50	2128,58	-0,18
43	2002	56,91	3,00	425,00	451,50	2282,58	-0,55
44	2003	56,03	2,00	427,00	473,00	2443,83	-0,93

Ek 5 (devamı). Bayburt meteorolojik gözlem istasyonu ortalama bağıl nem verilerinin $u(t)$ fonksiyonunun hesabı.

Sıra	Yıl	Değer	N'	T	E(T)	Var (T)	U'(T)
45	2004	53,53	0,00	427,00	495,00	2612,50	-1,33
46	2005	53,82	1,00	428,00	517,50	2788,75	-1,69
47	2006	52,7	0,00	428,00	540,50	2972,75	-2,06
48	2007	50,93	0,00	428,00	564,00	3164,67	-2,42
49	2008	53,36	2,00	430,00	588,00	3364,67	-2,72
50	2009	52,68	1,00	431,00	612,50	3572,92	-3,04
51	2010	59,33	12,00	443,00	637,50	3789,58	-3,16
52	2011	62,6	24,00	467,00	663,00	4014,83	-3,09
53	2012	61,96	19,00	486,00	689,00	4248,83	-3,11
54	2013	60,2	15,00	501,00	715,50	4491,75	-3,20
55	2014	59,88	15,00	516,00	742,50	4743,75	-3,29
56	2015	58,63	11,00	527,00	770,00	5005,00	-3,43
57	2016	59,05	13,00	540,00	798,00	5275,67	-3,55
58	2017	54,92	6,00	546,00	826,50	5555,92	-3,76

Ek 6. Bayburt meteorolojik gözlem istasyonu ortalama bağıl nem verilerinin $u'(t)$ fonksiyonunun hesabı.

Sıra	Yıl	Değer	N'	T	E(T)	Var (T)	U'(T)
1	2017	54,92	13	1106	826,5	5555,92	-3,75
2	2016	59,05	16	1093	798	5275,67	-4,06
3	2015	58,63	18	1077	770	5005,00	-4,34
4	2014	59,88	47	1059	742,5	4743,75	-4,60
5	2013	60,2	18	1012	715,5	4491,75	-4,42
6	2012	61,96	30	994	689	4248,83	-4,68
7	2011	62,6	15	964	663	4014,83	-4,75
8	2010	59,33	49	949	637,5	3789,58	-5,06
9	2009	52,68	42	900	612,5	3572,92	-4,81
10	2008	53,36	35	858	588	3364,67	-4,65
11	2007	50,93	23	823	564	3164,67	-4,60
12	2006	52,7	17	800	540,5	2972,75	-4,76
13	2005	53,82	45	783	517,5	2788,75	-5,03
14	2004	53,53	43	738	495	2612,50	-4,75
15	2003	56,03	40	695	473	2443,83	-4,49
16	2002	56,91	39	655	451,5	2282,58	-4,26
17	2001	56,78	37	616	430,5	2128,58	-4,02
18	2000	55,77	24	579	410	1981,67	-3,80
19	1999	55	27	555	390	1841,67	-3,84
20	1998	62,18	26	528	370,5	1708,42	-3,81
21	1997	63,55	17	502	351,5	1581,75	-3,78
22	1996	63,21	18	485	333	1461,50	-3,98
23	1995	66,63	20	467	315	1347,50	-4,14
24	1994	63,13	28	447	297,5	1239,58	-4,25
25	1993	66,95	27	419	280,5	1137,58	-4,11
26	1992	64,87	27	392	264	1041,33	-3,97
27	1991	62,23	28	365	248	950,67	-3,79
28	1990	63,59	24	337	232,5	865,42	-3,55
29	1989	63,33	29	313	217,5	785,42	-3,41
30	1988	67,86	23	284	203	710,50	-3,04
31	1987	63,53	24	261	189	640,50	-2,84
32	1986	65,34	19	237	175,5	575,25	-2,56
33	1985	64,71	23	218	162,5	514,58	-2,45
34	1984	63,66	24	195	150	458,33	-2,10
35	1983	64,25	20	171	138	406,33	-1,64
36	1982	62,58	22	151	126,5	358,42	-1,29
37	1981	62,08	20	129	115,5	314,42	-0,76
38	1980	61,68	20	109	105	274,17	-0,24
39	1979	63,3	18	89	95	237,50	0,39
40	1978	63,32	7	71	85,5	204,25	1,01
41	1977	63,06	7	64	76,5	174,25	0,95
42	1976	64,92	8	57	68	147,33	0,91
43	1975	65,97	8	49	60	123,33	0,99
44	1974	66,63	7	41	52,5	102,08	1,14

Ek 6 (devamı). Bayburt meteorolojik gözlem istasyonu ortalama bağıl nem verilerinin $u'(t)$ fonksiyonunun hesabı.

Sıra	Yıl	Değer	N'	T	E(T)	Var (T)	U'(T)
45	1973	67,34	4	34	45,5	83,42	1,26
46	1972	69,28	4	30	39	67,17	1,10
47	1971	61,64	2	26	33	53,17	0,96
48	1970	62,35	0	24	27,5	41,25	0,54
49	1969	63,64	1	24	22,5	31,25	-0,27
50	1968	65,84	0	23	18	23,00	-1,04
51	1967	68,2	3	23	14	16,33	-2,23
52	1966	59,41	6	20	10,5	11,08	-2,85
53	1965	63,28	5	14	7,5	7,08	-2,44
54	1964	60,78	4	9	5	4,17	-1,96
55	1963	66,51	3	5	3	2,17	-1,36
56	1962	60,33	1	2	1,5	0,92	-0,52
57	1961	59,71	1	1	0,5	0,25	-1,00
58	1960	58,93	0		0	0,00	

Ek 7. Peterek akım gözlem istasyonu ortalama akım verilerinin $u(t)$ fonksiyonunun hesabı.

Sıra	Yıl	Değer	N	T	E(T)	Var (T)	U(T)
1	1965	70,08	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2	1966	50,25	1,00	1,00	0,50	0,25	1,00
3	1967	71,06	2,00	3,00	1,50	0,92	1,57
4	1968	65,90	3,00	6,00	3,00	2,17	2,04
5	1969	60,30	3,00	9,00	5,00	4,17	1,96
6	1970	55,73	0,00	9,00	7,50	7,08	0,56
7	1971	66,80	1,00	10,00	10,50	11,08	-0,15
8	1972	45,80	1,00	11,00	14,00	16,33	-0,74
9	1973	49,41	0,00	11,00	18,00	23,00	-1,46
10	1974	53,56	1,00	12,00	22,50	31,25	-1,88
11	1975	55,76	3,00	15,00	27,50	41,25	-1,95
12	1976	73,72	9,00	24,00	33,00	53,17	-1,23
13	1977	62,33	4,00	28,00	39,00	67,17	-1,34
14	1978	73,67	10,00	38,00	45,50	83,42	-0,82
15	1979	60,00	4,00	42,00	52,50	102,08	-1,04
16	1980	81,73	13,00	55,00	60,00	123,33	-0,45
17	1981	61,59	5,00	60,00	68,00	147,33	-0,66
18	1982	62,00	6,00	66,00	76,50	174,25	-0,80
19	1983	38,86	0,00	66,00	85,50	204,25	-1,36
20	1984	65,57	10,00	76,00	95,00	237,50	-1,23
21	1985	55,26	3,00	79,00	105,00	274,17	-1,57
22	1986	79,66	18,00	97,00	115,50	314,42	-1,04
23	1987	92,06	21,00	118,00	126,50	358,42	-0,45
24	1988	98,70	23,00	141,00	138,00	406,33	0,15
25	1989	75,12	18,00	159,00	150,00	458,33	0,42
26	1990	71,17	16,00	175,00	162,50	514,58	0,55
27	1991	72,88	17,00	192,00	175,50	575,25	0,69
28	1992	71,74	17,00	209,00	189,00	640,50	0,79
29	1993	91,16	25,00	234,00	203,00	710,50	1,16
30	1994	50,13	2,00	236,00	217,50	785,42	0,66
31	1995	66,08	13,00	249,00	232,50	865,42	0,56
32	1996	63,84	11,00	260,00	248,00	950,67	0,39
33	1997	66,26	15,00	275,00	264,00	1041,33	0,34
34	1998	86,07	29,00	304,00	280,50	1137,58	0,70
35	1999	60,64	8,00	312,00	297,50	1239,58	0,41
36	2000	44,49	1,00	313,00	315,00	1347,50	-0,05
37	2001	49,64	3,00	316,00	333,00	1461,50	-0,44
38	2002	61,24	11,00	327,00	351,50	1581,75	-0,62
39	2003	56,18	9,00	336,00	370,50	1708,42	-0,83
40	2004	89,61	35,00	371,00	390,00	1841,67	-0,44
41	2005	90,55	36,00	407,00	410,00	1981,67	-0,07
42	2006	93,21	39,00	446,00	430,50	2128,58	0,34
43	2007	77,90	31,00	477,00	451,50	2282,58	0,53
44	2008	73,17	28,00	505,00	473,00	2443,83	0,65
45	2009	61,75	14,00	519,00	495,00	2612,50	0,47
46	2010	95,40	43,00	562,00	517,50	2788,75	0,84

Ek 8. Peterek akım gözlem istasyonu ortalama akım verilerinin $u'(t)$ fonksiyonunun hesabı.

Sıra	Yıl	Değer	Nt	T	E(T)	Var (T)	U'(T)
1	2010	95,40	23	473	517,5	2788,75	0,84
2	2009	61,75	23	450	495	2612,50	0,88
3	2008	73,17	23	427	473	2443,83	0,93
4	2007	77,90	41	404	451,5	2282,58	0,99
5	2006	93,21	33	363	430,5	2128,58	1,46
6	2005	90,55	7	330	410	1981,67	1,80
7	2004	89,61	21	323	390	1841,67	1,56
8	2003	56,18	17	302	370,5	1708,42	1,66
9	2002	61,24	2	285	351,5	1581,75	1,67
10	2001	49,64	4	283	333	1461,50	1,31
11	2000	44,49	5	279	315	1347,50	0,98
12	1999	60,64	22	274	297,5	1239,58	0,67
13	1998	86,07	12	252	280,5	1137,58	0,84
14	1997	66,26	20	240	264	1041,33	0,74
15	1996	63,84	6	220	248	950,67	0,91
16	1995	66,08	22	214	232,5	865,42	0,63
17	1994	50,13	8	192	217,5	785,42	0,91
18	1993	91,16	9	184	203	710,50	0,71
19	1992	71,74	0	175	189	640,50	0,55
20	1991	72,88	9	175	175,5	575,25	0,02
21	1990	71,17	3	166	162,5	514,58	-0,15
22	1989	75,12	16	163	150	458,33	-0,61
23	1988	98,70	20	147	138	406,33	-0,45
24	1987	92,06	22	127	126,5	358,42	-0,03
25	1986	79,66	14	105	115,5	314,42	0,59
26	1985	55,26	10	91	105	274,17	0,85
27	1984	65,57	11	81	95	237,50	0,91
28	1983	38,86	10	70	85,5	204,25	1,08
29	1982	62,00	15	60	76,5	174,25	1,25
30	1981	61,59	2	45	68	147,33	1,89
31	1980	81,73	7	43	60	123,33	1,53
32	1979	60,00	6	36	52,5	102,08	1,63
33	1978	73,67	6	30	45,5	83,42	1,70
34	1977	62,33	8	24	39	67,17	1,83
35	1976	73,72	3	16	33	53,17	2,33
36	1975	55,76	0	13	27,5	41,25	2,26
37	1974	53,56	0	13	22,5	31,25	1,70
38	1973	49,41	1	13	18	23,00	1,04
39	1972	45,80	0	12	14	16,33	0,49
40	1971	66,80	3	12	10,5	11,08	-0,45
41	1970	55,73	3	9	7,5	7,08	-0,56
42	1969	60,30	3	6	5	4,17	-0,49
43	1968	65,90	2	3	3	2,17	0,00
44	1967	71,06	1	1	1,5	0,92	0,52
45	1966	50,25	0	0	0,5	0,25	1,00
46	1965	70,08	0		0	0,00	

Ek 9. İspir meteorolojik gözlem istasyonu ortalama sıcaklık verilerinin $u(t)$ fonksiyonunun hesabı.

Sıra	Yıl	Değer	N'	T	E(T)	Var (T)	U'(T)
1	1959	6,94	0	0	0,00	0,00	0,00
2	1960	8,82	1	1	0,50	0,25	1,00
3	1961	8,51	1	2	1,50	0,92	0,52
4	1962	9,44	3	5	3,00	2,17	1,36
5	1963	10,07	4	9	5,00	4,17	1,96
6	1964	12,61	5	14	7,50	7,08	2,44
7	1965	8,75	2	16	10,50	11,08	1,65
8	1966	9,1	4	20	14,00	16,33	1,48
9	1967	10,01	6	26	18,00	23,00	1,67
10	1968	11,29	8	34	22,50	31,25	2,06
11	1969	10,53	8	42	27,50	41,25	2,26
12	1970	9,08	4	46	33,00	53,17	1,78
13	1971	9,53	7	53	39,00	67,17	1,71
14	1972	6,94	0	53	45,50	83,42	0,82
15	1973	8,82	4	57	52,50	102,08	0,45
16	1974	9,74	10	67	60,00	123,33	0,63
17	1975	9,61	10	77	68,00	147,33	0,74
18	1976	8,6	3	80	76,50	174,25	0,27
19	1977	9,86	13	93	85,50	204,25	0,52
20	1978	10,3	16	109	95,00	237,50	0,91
21	1979	11,18	18	127	105,00	274,17	1,33
22	1980	10,06	15	142	115,50	314,42	1,49
23	1981	11,1	19	161	126,50	358,42	1,82
24	1982	9,34	9	170	138,00	406,33	1,59
25	1983	9,57	12	182	150,00	458,33	1,49
26	1984	10,38	20	202	162,50	514,58	1,74
27	1985	9,84	15	217	175,50	575,25	1,73
28	1986	10,33	21	238	189,00	640,50	1,94
29	1987	9,84	15	253	203,00	710,50	1,88
30	1988	8,81	5	258	217,50	785,42	1,45
31	1989	10,05	20	278	232,50	865,42	1,55
32	1990	9,43	11	289	248,00	950,67	1,33
33	1991	10,28	24	313	264,00	1041,33	1,52
34	1992	7,82	2	315	280,50	1137,58	1,02
35	1993	9,07	9	324	297,50	1239,58	0,75
36	1994	10,87	31	355	315,00	1347,50	1,09
37	1995	10,63	31	386	333,00	1461,50	1,39
38	1996	11,15	34	420	351,50	1581,75	1,72
39	1997	9,82	19	439	370,50	1708,42	1,66
40	1998	10,57	32	471	390,00	1841,67	1,89
41	1999	10,65	34	505	410,00	1981,67	2,13
42	2000	10,41	31	536	430,50	2128,58	2,29
43	2001	12,12	41	577	451,50	2282,58	2,63
44	2002	10,02	24	601	473,00	2443,83	2,59

Ek 9 (devamı). İspir meteorolojik gözlem istasyonu ortalama sıcaklık verilerinin u(t) fonksiyonunun hesabı.

Sıra	Yıl	Değer	N'	T	E(T)	Var (T)	U'(T)
45	2003	10	23	624	495,00	2612,50	2,52
46	2004	9,78	19	643	517,50	2788,75	2,38
47	2005	9,69	18	661	540,50	2972,75	2,21
48	2006	10,28	31	692	564,00	3164,67	2,28
49	2007	10,22	31	723	588,00	3364,67	2,33
50	2008	9,85	24	747	612,50	3572,92	2,25
51	2009	10,53	39	786	637,50	3789,58	2,41
52	2010	12,68	51	837	663,00	4014,83	2,75
53	2011	10,23	33	870	689,00	4248,83	2,78
54	2012	10,84	45	915	715,50	4491,75	2,98
55	2013	10,93	47	962	742,50	4743,75	3,19
56	2014	12,32	53	1015	770,00	5005,00	3,46
57	2015	11,47	52	1067	798,00	5275,67	3,70
58	2016	10,38	38	1105	826,50	5555,92	3,74

Ek 10. İspir meteorolojik gözlem istasyonu ortalama sıcaklık verilerinin $u'(t)$ fonksiyonunun hesabı.

Sıra	Yıl	Değer	N'	T	E(T)	Var (T)	U'(T)
1	2017	10,77	0	554	855,5	5845,92	3,94
2	2016	10,38	6	554	826,5	5555,92	3,66
3	2015	11,47	2	548	798	5275,67	3,44
4	2014	12,32	11	546	770	5005,00	3,17
5	2013	10,93	27	535	742,5	4743,75	3,01
6	2012	10,84	52	508	715,5	4491,75	3,10
7	2011	10,23	3	456	689	4248,83	3,57
8	2010	12,68	7	453	663	4014,83	3,31
9	2009	10,53	21	446	637,5	3789,58	3,11
10	2008	9,85	45	425	612,5	3572,92	3,14
11	2007	10,22	33	380	588	3364,67	3,59
12	2006	10,28	6	347	564	3164,67	3,86
13	2005	9,69	8	341	540,5	2972,75	3,66
14	2004	9,78	0	333	517,5	2788,75	3,49
15	2003	10	3	333	495	2612,50	3,17
16	2002	10,02	9	330	473	2443,83	2,89
17	2001	12,12	7	321	451,5	2282,58	2,73
18	2000	10,41	1	314	430,5	2128,58	2,53
19	1999	10,65	12	313	410	1981,67	2,18
20	1998	10,57	20	301	390	1841,67	2,07
21	1997	9,82	34	281	370,5	1708,42	2,17
22	1996	11,15	15	247	351,5	1581,75	2,63
23	1995	10,63	31	232	333	1461,50	2,64
24	1994	10,87	3	201	315	1347,50	3,11
25	1993	9,07	4	198	297,5	1239,58	2,83
26	1992	7,82	18	194	280,5	1137,58	2,56
27	1991	10,28	7	176	264	1041,33	2,73
28	1990	9,43	16	169	248	950,67	2,56
29	1989	10,05	7	153	232,5	865,42	2,70
30	1988	8,81	1	146	217,5	785,42	2,55
31	1987	9,84	9	145	203	710,50	2,18
32	1986	10,33	2	136	189	640,50	2,09
33	1985	9,84	10	134	175,5	575,25	1,73
34	1984	10,38	0	124	162,5	514,58	1,70
35	1983	9,57	0	124	150	458,33	1,21
36	1982	9,34	17	124	138	406,33	0,69
37	1981	11,1	13	107	126,5	358,42	1,03
38	1980	10,06	17	94	115,5	314,42	1,21
39	1979	11,18	2	77	105	274,17	1,69
40	1978	10,3	11	75	95	237,50	1,30
41	1977	9,86	11	64	85,5	204,25	1,50
42	1976	8,6	9	53	76,5	174,25	1,78
43	1975	9,61	14	44	68	147,33	1,98
44	1974	9,74	4	30	60	123,33	2,70

Ek 10 (devamı). İspir meteorolojik gözlem istasyonu ortalama sıcaklık verilerinin $u'(t)$ fonksiyonunun hesabı.

Sıra	Yıl	Değer	N'	T	E(T)	Var (T)	U'(T)
45	1973	8,82	3	26	52,5	102,08	2,62
46	1972	6,94	1	23	45,5	83,42	2,46
47	1971	9,53	0	22	39	67,17	2,07
48	1970	9,08	3	22	33	53,17	1,51
49	1969	10,53	1	19	27,5	41,25	1,32
50	1968	11,29	0	18	22,5	31,25	0,80
51	1967	10,01	2	18	18	23,00	0,00
52	1966	9,1	7	16	14	16,33	-0,49
53	1965	8,75	0	9	10,5	11,08	0,45
54	1964	12,61	2	9	7,5	7,08	-0,56
55	1963	10,07	2	7	5	4,17	-0,98
56	1962	9,44	3	5	3	2,17	-1,36
57	1961	8,51	2	2	1,5	0,92	-0,52
58	1960	8,82	0	0	0,5	0,25	1,00

Ek 11. İspir meteorolojik gözlem istasyonu ortalama bağıl nem verilerinin $u(t)$ fonksiyonunun hesabı.

Sıra	Yıl	Değer	N'	T	E(T)	Var (T)	U'(T)
1	1965	65,15	0	0	0,00	0,00	0,00
2	1966	61,53	0	0	0,50	0,25	-1,00
3	1967	68,26	2	2	1,50	0,92	0,52
4	1968	68,97	3	5	3,00	2,17	1,36
5	1969	66,98	2	7	5,00	4,17	0,98
6	1970	61,2	0	7	7,50	7,08	-0,19
7	1971	58,91	0	7	10,50	11,08	-1,05
8	1972	57,84	0	7	14,00	16,33	-1,73
9	1973	57,94	1	8	18,00	23,00	-2,09
10	1974	57,03	0	8	22,50	31,25	-2,59
11	1975	57,98	3	11	27,50	41,25	-2,57
12	1976	65,1	7	18	33,00	53,17	-2,06
13	1977	68,58	11	29	39,00	67,17	-1,22
14	1978	63	7	36	45,50	83,42	-1,04
15	1979	63,38	8	44	52,50	102,08	-0,84
16	1980	61,13	5	49	60,00	123,33	-0,99
17	1981	64,07	10	59	68,00	147,33	-0,74
18	1982	56,66	0	59	76,50	174,25	-1,33
19	1983	59,53	6	65	85,50	204,25	-1,43
20	1984	60,04	7	72	95,00	237,50	-1,49
21	1985	57,66	2	74	105,00	274,17	-1,87
22	1986	55,87	0	74	115,50	314,42	-2,34
23	1987	54,63	0	74	126,50	358,42	-2,77
24	1988	57,28	4	78	138,00	406,33	-2,98
25	1989	53,23	0	78	150,00	458,33	-3,36
26	1990	53,13	0	78	162,50	514,58	-3,73
27	1991	55,18	3	81	175,50	575,25	-3,94
28	1992	57,25	7	88	189,00	640,50	-3,99
29	1993	54,45	2	90	203,00	710,50	-4,24
30	1994	56,8	7	97	217,50	785,42	-4,30
31	1995	65,42	26	123	232,50	865,42	-3,72
32	1996	64,73	24	147	248,00	950,67	-3,28
33	1997	63,34	22	169	264,00	1041,33	-2,94
34	1998	62,98	21	190	280,50	1137,58	-2,68
35	1999	60,41	18	208	297,50	1239,58	-2,54
36	2000	61,3	21	229	315,00	1347,50	-2,34
37	2001	62,49	23	252	333,00	1461,50	-2,12
38	2002	63,83	28	280	351,50	1581,75	-1,80
39	2003	61,78	23	303	370,50	1708,42	-1,63
40	2004	58,92	16	319	390,00	1841,67	-1,65
41	2005	62,92	26	345	410,00	1981,67	-1,46
42	2006	60,38	19	364	430,50	2128,58	-1,44
43	2007	64,08	34	398	451,50	2282,58	-1,12
44	2008	59,63	18	416	473,00	2443,83	-1,15

Ek 11 (devamı). İspir meteorolojik gözlem istasyonu ortalama bağıl nem verilerinin $u(t)$ fonksiyonunun hesabı.

Sıra	Yıl	Değer	N'	T	E(T)	Var (T)	U'(T)
45	2009	61,67	26	442	495,00	2612,50	-1,04
46	2010	58,15	15	457	517,50	2788,75	-1,15
47	2011	58,12	15	472	540,50	2972,75	-1,26
48	2012	57,58	11	483	564,00	3164,67	-1,44
49	2013	54,64	4	487	588,00	3364,67	-1,74
50	2014	54,73	5	492	612,50	3572,92	-2,02
51	2015	55,39	7	499	637,50	3789,58	-2,25
52	2016	57,26	13	512	663,00	4014,83	-2,38
53	2017	54,33	2	514	689,00	4248,83	-2,68

Ek 12. İspir meteorolojik gözlem istasyonu ortalama bağıl nem verilerinin $u'(t)$ fonksiyonunun hesabı.

Sıra	Yıl	Değer	N'	T	E(T)	Var (T)	U'(T)
1	2017	54,33	47	864	689	4248,83	-2,68
2	2016	57,26	33	817	663	4014,83	-2,43
3	2015	55,39	48	784	637,5	3789,58	-2,38
4	2014	54,73	49	736	612,5	3572,92	-2,07
5	2013	54,64	47	687	588	3364,67	-1,71
6	2012	57,58	31	640	564	3164,67	-1,35
7	2011	58,12	23	609	540,5	2972,75	-1,26
8	2010	58,15	18	586	517,5	2788,75	-1,30
9	2009	61,67	18	568	495	2612,50	-1,43
10	2008	59,63	12	550	473	2443,83	-1,56
11	2007	64,08	17	538	451,5	2282,58	-1,81
12	2006	60,38	39	521	430,5	2128,58	-1,96
13	2005	62,92	40	482	410	1981,67	-1,62
14	2004	58,92	32	442	390	1841,67	-1,21
15	2003	61,78	33	410	370,5	1708,42	-0,96
16	2002	63,83	25	377	351,5	1581,75	-0,64
17	2001	62,49	33	352	333	1461,50	-0,50
18	2000	61,3	10	319	315	1347,50	-0,11
19	1999	60,41	19	309	297,5	1239,58	-0,33
20	1998	62,98	20	290	280,5	1137,58	-0,28
21	1997	63,34	15	270	264	1041,33	-0,19
22	1996	64,73	9	255	248	950,67	-0,23
23	1995	65,42	4	246	232,5	865,42	-0,46
24	1994	56,8	11	242	217,5	785,42	-0,87
25	1993	54,45	1	231	203	710,50	-1,05
26	1992	57,25	0	230	189	640,50	-1,62
27	1991	55,18	4	230	175,5	575,25	-2,27
28	1990	53,13	6	226	162,5	514,58	-2,80
29	1989	53,23	1	220	150	458,33	-3,27
30	1988	57,28	4	219	138	406,33	-4,02
31	1987	54,63	22	215	126,5	358,42	-4,67
32	1986	55,87	21	193	115,5	314,42	-4,37
33	1985	57,66	18	172	105	274,17	-4,05
34	1984	60,04	17	154	95	237,50	-3,83
35	1983	59,53	11	137	85,5	204,25	-3,60
36	1982	56,66	11	126	76,5	174,25	-3,75
37	1981	64,07	13	115	68	147,33	-3,87
38	1980	61,13	14	102	60	123,33	-3,78
39	1979	63,38	12	88	52,5	102,08	-3,51
40	1978	63	8	76	45,5	83,42	-3,34
41	1977	68,58	11	68	39	67,17	-3,54
42	1976	65,1	9	57	33	53,17	-3,29
43	1975	57,98	10	48	27,5	41,25	-3,19
44	1974	57,03	8	38	22,5	31,25	-2,77

Ek 12 (devamı). İspir meteorolojik gözlem istasyonu ortalama bağıl nem verilerinin $u(t)$ fonksiyonunun hesabı.

Sıra	Yıl	Değer	N'	T	E(T)	Var (T)	U'(T)
45	1973	57,94	8	30	18	23,00	-2,50
46	1972	57,84	7	22	14	16,33	-1,98
47	1971	58,91	6	15	10,5	11,08	-1,35
48	1970	61,2	5	9	7,5	7,08	-0,56
49	1969	66,98	1	4	5	4,17	0,49
50	1968	68,97	1	3	3	2,17	0,00
51	1967	68,26	1	2	1,5	0,92	-0,52
52	1966	61,53	1	1	0,5	0,25	-1,00
53	1965	65,15	0		0	0,00	

Ek 13. Karşıköy akım gözlem istasyonu ortalama akım verilerinin $u(t)$ fonksiyonunun hesabı.

Sıra	Yıl	Değer	N'	T	E(T)	Var (T)	U'(T)
1	1965	188,95	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2	1966	185,9	0,00	0,00	0,50	0,25	-1,00
3	1967	192,32	2,00	2,00	1,50	0,92	0,52
4	1968	295,5	3,00	5,00	3,00	2,17	1,36
5	1969	191,84	2,00	7,00	5,00	4,17	0,98
6	1970	130	0,00	7,00	7,50	7,08	-0,19
7	1971	185,95	2,00	9,00	10,50	11,08	-0,45
8	1972	155,45	1,00	10,00	14,00	16,33	-0,99
9	1973	135	1,00	11,00	18,00	23,00	-1,46
10	1974	105,95	0,00	11,00	22,50	31,25	-2,06
11	1975	165,73	4,00	15,00	27,50	41,25	-1,95
12	1976	213,68	10,00	25,00	33,00	53,17	-1,10
13	1977	142,8	3,00	28,00	39,00	67,17	-1,34
14	1978	220,44	12,00	40,00	45,50	83,42	-0,60
15	1979	204,2	11,00	51,00	52,50	102,08	-0,15
16	1980	208,29	12,00	63,00	60,00	123,33	0,27
17	1981	165,9	6,00	69,00	68,00	147,33	0,08
18	1982	187,77	9,00	78,00	76,50	174,25	0,11
19	1983	145,22	4,00	82,00	85,50	204,25	-0,24
20	1984	192,18	13,00	95,00	95,00	237,50	0,00
21	1985	177,98	8,00	103,00	105,00	274,17	-0,12
22	1986	215,02	19,00	122,00	115,50	314,42	0,37
23	1987	241,67	21,00	143,00	126,50	358,42	0,87
24	1988	295,82	23,00	166,00	138,00	406,33	1,39
25	1989	222,35	21,00	187,00	150,00	458,33	1,73
26	1990	213,35	18,00	205,00	162,50	514,58	1,87
27	1991	218,76	21,00	226,00	175,50	575,25	2,11
28	1992	244,4	25,00	251,00	189,00	640,50	2,45
29	1993	321,95	28,00	279,00	203,00	710,50	2,85
30	1994	179,4	9,00	288,00	217,50	785,42	2,52
31	1995	189,24	14,00	302,00	232,50	865,42	2,36
32	1996	187,43	12,00	314,00	248,00	950,67	2,14
33	1997	227,98	27,00	341,00	264,00	1041,33	2,39
34	1998	247,85	30,00	371,00	280,50	1137,58	2,68
35	1999	189,44	16,00	387,00	297,50	1239,58	2,54
36	2000	150,31	5,00	392,00	315,00	1347,50	2,10
37	2001	192,54	21,00	413,00	333,00	1461,50	2,09

Ek 14. Karşıköy akım gözlem istasyonu ortalama akım verilerinin $u'(t)$ fonksiyonunun hesabı.

Sıra	Yıl	Değer	N'	T	E(T)	Var (T)	U'(T)
1	2001	192,54	15	253	333	1461,50	2,09
2	2000	150,31	11	238	315	1347,50	2,10
3	1999	189,44	18	227	297,5	1239,58	2,00
4	1998	247,85	31	209	280,5	1137,58	2,12
5	1997	227,98	16	178	264	1041,33	2,67
6	1996	187,43	1	162	248	950,67	2,79
7	1995	189,24	10	161	232,5	865,42	2,43
8	1994	179,4	5	151	217,5	785,42	2,37
9	1993	321,95	1	146	203	710,50	2,14
10	1992	244,4	0	145	189	640,50	1,74
11	1991	218,76	3	145	175,5	575,25	1,27
12	1990	213,35	15	142	162,5	514,58	0,90
13	1989	222,35	0	127	150	458,33	1,07
14	1988	295,82	16	127	138	406,33	0,55
15	1987	241,67	11	111	126,5	358,42	0,82
16	1986	215,02	11	100	115,5	314,42	0,87
17	1985	177,98	2	89	105	274,17	0,97
18	1984	192,18	5	87	95	237,50	0,52
19	1983	145,22	0	82	85,5	204,25	0,24
20	1982	187,77	6	82	76,5	174,25	-0,42
21	1981	165,9	1	76	68	147,33	-0,66
22	1980	208,29	7	75	60	123,33	-1,35
23	1979	204,2	10	68	52,5	102,08	-1,53
24	1978	220,44	12	58	45,5	83,42	-1,37
25	1977	142,8	8	46	39	67,17	-0,85
26	1976	213,68	6	38	33	53,17	-0,69
27	1975	165,73	6	32	27,5	41,25	-0,70
28	1974	105,95	7	26	22,5	31,25	-0,63
29	1973	135	8	19	18	23,00	-0,21
30	1972	155,45	1	11	14	16,33	0,74
31	1971	185,95	2	10	10,5	11,08	0,15
32	1970	130	1	8	7,5	7,08	-0,19
33	1969	191,84	3	7	5	4,17	-0,98
34	1968	295,5	3	4	3	2,17	-0,68
35	1967	192,32	1	1	1,5	0,92	0,52
36	1966	185,9	0	0	0,5	0,25	1,00
37	1965	188,95	0		0	0,00	

Ek 15. Artvin meteorolojik gözlem istasyonu ortalama bağıl nem verilerinin $u(t)$ fonksiyonunun hesabı.

Sıra	Yıl	Değer	N'	T	E(T)	Var (T)	U'(T)
1	1959	64,06	0	0	0,00	0,00	0,00
2	1960	63,3	0	0	0,50	0,25	-1,00
3	1961	66,51	2	2	1,50	0,92	0,52
4	1962	64,22	2	4	3,00	2,17	0,68
5	1963	68,47	4	8	5,00	4,17	1,47
6	1964	65,33	3	11	7,50	7,08	1,32
7	1965	64,41	3	14	10,50	11,08	1,05
8	1966	61,95	0	14	14,00	16,33	0,00
9	1967	69,36	8	22	18,00	23,00	0,83
10	1968	67,22	7	29	22,50	31,25	1,16
11	1969	64,49	5	34	27,50	41,25	1,01
12	1970	67,47	9	43	33,00	53,17	1,37
13	1971	68,43	10	53	39,00	67,17	1,71
14	1972	66,47	7	60	45,50	83,42	1,59
15	1973	68,56	13	73	52,50	102,08	2,03
16	1974	65,23	6	79	60,00	123,33	1,71
17	1975	66,36	8	87	68,00	147,33	1,57
18	1976	63,52	2	89	76,50	174,25	0,95
19	1977	67,31	13	102	85,50	204,25	1,15
20	1978	66,81	12	114	95,00	237,50	1,23
21	1979	67,5	16	130	105,00	274,17	1,51
22	1980	64,65	7	137	115,50	314,42	1,21
23	1981	65,73	10	147	126,50	358,42	1,08
24	1982	69,36	22	169	138,00	406,33	1,54
25	1983	69,9	24	193	150,00	458,33	2,01
26	1984	68,79	22	215	162,50	514,58	2,31
27	1985	67,93	19	234	175,50	575,25	2,44
28	1986	68,33	20	254	189,00	640,50	2,57
29	1987	65,62	10	264	203,00	710,50	2,29
30	1988	66,97	16	280	217,50	785,42	2,23
31	1989	66,03	12	292	232,50	865,42	2,02
32	1990	66,13	13	305	248,00	950,67	1,85
33	1991	65,55	10	315	264,00	1041,33	1,58
34	1992	65,31	9	324	280,50	1137,58	1,29
35	1993	65,63	13	337	297,50	1239,58	1,12
36	1994	65,11	8	345	315,00	1347,50	0,82
37	1995	64,12	4	349	333,00	1461,50	0,42
38	1996	61,77	0	349	351,50	1581,75	-0,06
39	1997	61,53	0	349	370,50	1708,42	-0,52
40	1998	59,05	0	349	390,00	1841,67	-0,96
41	1999	59,93	1	350	410,00	1981,67	-1,35
42	2000	58,77	0	350	430,50	2128,58	-1,74
43	2001	57,7	0	350	451,50	2282,58	-2,12
44	2002	60,89	4	354	473,00	2443,83	-2,41

Ek 15 (devamı). Artvin meteorolojik gözlem istasyonu ortalama bağıl nem verilerinin $u(t)$ fonksiyonunun hesabı.

Sıra	Yıl	Değer	N'	T	E(T)	Var (T)	U'(T)
45	2003	68,84	41	395	495,00	2612,50	-1,96
46	2004	68,28	36	431	517,50	2788,75	-1,64
47	2005	67,79	35	466	540,50	2972,75	-1,37
48	2006	65,19	17	483	564,00	3164,67	-1,44
49	2007	63,38	9	492	588,00	3364,67	-1,66
50	2008	61,64	6	498	612,50	3572,92	-1,92
51	2009	57,73	1	499	637,50	3789,58	-2,25
52	2010	59,36	4	503	663,00	4014,83	-2,53
53	2011	69,6	51	554	689,00	4248,83	-2,07

Ek 16. Artvin meteorolojik gözlem istasyonu ortalama bağıl nem verilerinin $u'(t)$ fonksiyonunun hesabı.

Sıra	Yıl	Değer	N'	T	E(T)	Var (T)	U'(T)
1	2017	61,38	18	1061	855,5	5845,92	-2,69
2	2016	64,39	13	1043	826,5	5555,92	-2,90
3	2015	65,7	37	1030	798	5275,67	-3,19
4	2014	63,52	18	993	770	5005,00	-3,15
5	2013	61,55	47	975	742,5	4743,75	-3,38
6	2012	63,54	26	928	715,5	4491,75	-3,17
7	2011	69,6	19	902	689	4248,83	-3,27
8	2010	59,36	12	883	663	4014,83	-3,47
9	2009	57,73	47	871	637,5	3789,58	-3,79
10	2008	61,64	35	824	612,5	3572,92	-3,54
11	2007	63,38	18	789	588	3364,67	-3,47
12	2006	65,19	35	771	564	3164,67	-3,68
13	2005	67,79	40	736	540,5	2972,75	-3,59
14	2004	68,28	31	696	517,5	2788,75	-3,38
15	2003	68,84	39	665	495	2612,50	-3,33
16	2002	60,89	21	626	473	2443,83	-3,09
17	2001	57,7	29	605	451,5	2282,58	-3,21
18	2000	58,77	13	576	430,5	2128,58	-3,15
19	1999	59,93	30	563	410	1981,67	-3,44
20	1998	59,05	28	533	390	1841,67	-3,33
21	1997	61,53	29	505	370,5	1708,42	-3,25
22	1996	61,77	17	476	351,5	1581,75	-3,13
23	1995	64,12	24	459	333	1461,50	-3,30
24	1994	65,11	33	435	315	1347,50	-3,27
25	1993	65,63	34	402	297,5	1239,58	-2,97
26	1992	65,31	31	368	280,5	1137,58	-2,59
27	1991	65,55	28	337	264	1041,33	-2,26
28	1990	66,13	29	309	248	950,67	-1,98
29	1989	66,03	21	280	232,5	865,42	-1,61
30	1988	66,97	25	259	217,5	785,42	-1,48
31	1987	65,62	23	234	203	710,50	-1,16
32	1986	68,33	23	211	189	640,50	-0,87
33	1985	67,93	20	188	175,5	575,25	-0,52
34	1984	68,79	19	168	162,5	514,58	-0,24
35	1983	69,9	19	149	150	458,33	0,05
36	1982	69,36	17	130	138	406,33	0,40
37	1981	65,73	15	113	126,5	358,42	0,71
38	1980	64,65	11	98	115,5	314,42	0,99
39	1979	67,5	8	87	105	274,17	1,09
40	1978	66,81	3	79	95	237,50	1,04
41	1977	67,31	4	76	85,5	204,25	0,66
42	1976	63,52	2	72	76,5	174,25	0,34
43	1975	66,36	0	70	68	147,33	-0,16
44	1974	65,23	2	70	60	123,33	-0,90

Ek 16 (devamı). Artvin meteorolojik gözlem istasyonu ortalama bağıl nem verilerinin $u'(t)$ fonksiyonunun hesabı.

Sıra	Yıl	Değer	N'	T	E(T)	Var (T)	U'(T)
45	1973	68,56	13	68	52,5	102,08	-1,53
46	1972	66,47	12	55	45,5	83,42	-1,04
47	1971	68,43	11	43	39	67,17	-0,49
48	1970	67,47	9	32	33	53,17	0,14
49	1969	64,49	5	23	27,5	41,25	0,70
50	1968	67,22	4	18	22,5	31,25	0,80
51	1967	69,36	0	14	18	23,00	0,83
52	1966	61,95	0	14	14	16,33	0,00
53	1965	64,41	6	14	10,5	11,08	-1,05

Ek 17. Tortum meteorolojik gözlem istasyonu ortalama sıcaklık verilerinin $u(t)$ fonksiyonunun hesabı.

Sıra	Yıl	Değer	N'	T	E(T)	Var (T)	U'(T)
1	1959	3,3	0	0	0,00	0,00	0,00
2	1960	4,41	1	1	0,50	0,25	1,00
3	1961	3,99	1	2	1,50	0,92	0,52
4	1962	5,15	3	5	3,00	2,17	1,36
5	1963	8,93	4	9	5,00	4,17	1,96
6	1964	7,18	4	13	7,50	7,08	2,07
7	1965	7,76	5	18	10,50	11,08	2,25
8	1966	10,12	7	25	14,00	16,33	2,72
9	1967	6,67	4	29	18,00	23,00	2,29
10	1968	8,2	7	36	22,50	31,25	2,41
11	1969	8,28	8	44	27,50	41,25	2,57
12	1970	8,95	10	54	33,00	53,17	2,88
13	1971	8,25	8	62	39,00	67,17	2,81
14	1972	7,2	6	68	45,50	83,42	2,46
15	1973	7,26	7	75	52,50	102,08	2,23
16	1974	7,93	9	84	60,00	123,33	2,16
17	1975	7,96	10	94	68,00	147,33	2,14
18	1976	7,34	8	102	76,50	174,25	1,93
19	1977	7,91	10	112	85,50	204,25	1,85
20	1978	8,33	16	128	95,00	237,50	2,14
21	1979	8,83	17	145	105,00	274,17	2,42
22	1980	8,08	13	158	115,50	314,42	2,40
23	1981	8,69	18	176	126,50	358,42	2,61
24	1982	7,18	5	181	138,00	406,33	2,13
25	1983	7,78	11	192	150,00	458,33	1,96
26	1984	7,68	10	202	162,50	514,58	1,74
27	1985	7,92	14	216	175,50	575,25	1,69
28	1986	8,22	19	235	189,00	640,50	1,82
29	1987	7,66	10	245	203,00	710,50	1,58
30	1988	7,34	9	254	217,50	785,42	1,30
31	1989	8,02	19	273	232,50	865,42	1,38
32	1990	7,67	12	285	248,00	950,67	1,20
33	1991	7,97	20	305	264,00	1041,33	1,27
34	1992	5,65	4	309	280,50	1137,58	0,84
35	1993	6,92	6	315	297,50	1239,58	0,50
36	1994	8,38	30	345	315,00	1347,50	0,82
37	1995	8,46	31	376	333,00	1461,50	1,12
38	1996	8,98	36	412	351,50	1581,75	1,52
39	1997	8,08	24	436	370,50	1708,42	1,58
40	1998	9,29	38	474	390,00	1841,67	1,96
41	1999	9,22	38	512	410,00	1981,67	2,29
42	2000	8,3	30	542	430,50	2128,58	2,42
43	2001	9,43	41	583	451,50	2282,58	2,75
44	2002	8,11	26	609	473,00	2443,83	2,75

Ek 17 (devamı). Tortum meteorolojik gözlem istasyonu ortalama sıcaklık verilerinin $u(t)$ fonksiyonunun hesabı.

Sıra	Yıl	Değer	N'	T	E(T)	Var (T)	U'(T)
45	2003	8,38	33	642	495,00	2612,50	2,88
46	2004	8,24	29	671	517,50	2788,75	2,91
47	2005	8,41	36	707	540,50	2972,75	3,05
48	2006	8,87	40	747	564,00	3164,67	3,25
49	2007	8,18	27	774	588,00	3364,67	3,21
50	2008	8,23	30	804	612,50	3572,92	3,20
51	2009	8,74	41	845	637,50	3789,58	3,37
52	2010	10,59	51	896	663,00	4014,83	3,68
53	2011	7,9	18	914	689,00	4248,83	3,45

Ek 18. Tortum meteorolojik gözlem istasyonu ortalama bağıl nem verilerinin $u'(t)$ fonksiyonunun hesabı.

Sıra	Yıl	Değer	N'	T	E(T)	Var (T)	U'(T)
1	2017	9,46	0	500	855,5	5845,92	4,65
2	2016	8,7	1	500	826,5	5555,92	4,38
3	2015	9,33	0	499	798	5275,67	4,12
4	2014	10,07	0	499	770	5005,00	3,83
5	2013	8,9	43	499	742,5	4743,75	3,54
6	2012	8,94	3	456	715,5	4491,75	3,87
7	2011	7,9	11	453	689	4248,83	3,62
8	2010	10,59	50	442	663	4014,83	3,49
9	2009	8,74	1	392	637,5	3789,58	3,99
10	2008	8,23	22	391	612,5	3572,92	3,71
11	2007	8,18	26	369	588	3364,67	3,78
12	2006	8,87	39	343	564	3164,67	3,93
13	2005	8,41	25	304	540,5	2972,75	4,34
14	2004	8,24	3	279	517,5	2788,75	4,52
15	2003	8,38	3	276	495	2612,50	4,28
16	2002	8,11	12	273	473	2443,83	4,05
17	2001	9,43	12	261	451,5	2282,58	3,99
18	2000	8,3	3	249	430,5	2128,58	3,93
19	1999	9,22	9	246	410	1981,67	3,68
20	1998	9,29	20	237	390	1841,67	3,57
21	1997	8,08	27	217	370,5	1708,42	3,71
22	1996	8,98	12	190	351,5	1581,75	4,06
23	1995	8,46	23	178	333	1461,50	4,05
24	1994	8,38	2	155	315	1347,50	4,36
25	1993	6,92	6	153	297,5	1239,58	4,10
26	1992	5,65	5	147	280,5	1137,58	3,96
27	1991	7,97	6	142	264	1041,33	3,78
28	1990	7,67	11	136	248	950,67	3,63
29	1989	8,02	3	125	232,5	865,42	3,65
30	1988	7,34	2	122	217,5	785,42	3,41
31	1987	7,66	5	120	203	710,50	3,11
32	1986	8,22	2	115	189	640,50	2,92
33	1985	7,92	3	113	175,5	575,25	2,61
34	1984	7,68	0	110	162,5	514,58	2,31
35	1983	7,78	0	110	150	458,33	1,87
36	1982	7,18	7	110	138	406,33	1,39
37	1981	8,69	9	103	126,5	358,42	1,24
38	1980	8,08	14	94	115,5	314,42	1,21
39	1979	8,83	1	80	105	274,17	1,51
40	1978	8,33	14	79	95	237,50	1,04
41	1977	7,91	13	65	85,5	204,25	1,43
42	1976	7,34	5	52	76,5	174,25	1,86
43	1975	7,96	13	47	68	147,33	1,73
44	1974	7,93	1	34	60	123,33	2,34

Ek 18 (devamı). Tortum meteorolojik gözlem istasyonu ortalama bağıl nem verilerinin $u'(t)$ fonksiyonunun hesabı.

Sıra	Yıl	Değer	N'	T	E(T)	Var (T)	U'(T)
45	1973	7,26	4	33	52,5	102,08	1,93
46	1972	7,2	3	29	45,5	83,42	1,81
47	1971	8,25	3	26	39	67,17	1,59
48	1970	8,95	5	23	33	53,17	1,37
49	1969	8,28	1	18	27,5	41,25	1,48
50	1968	8,2	1	17	22,5	31,25	0,98
51	1967	6,67	2	16	18	23,00	0,42
52	1966	10,12	7	14	14	16,33	0,00
53	1965	7,76	0	7	10,5	11,08	1,05

Ek 19. İşhan Köprü akım gözlem istasyonu ortalama akım verilerinin $u(t)$ fonksiyonunun hesabı.

Sıra	Yıl	Değer	N'	T	E(T)	Var (T)	U'(T)
1	1965	32,47	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2	1966	33,3	1,00	1,00	0,50	0,25	1,00
3	1967	35,63	2,00	3,00	1,50	0,92	1,57
4	1968	64,54	3,00	6,00	3,00	2,17	2,04
5	1969	39,92	3,00	9,00	5,00	4,17	1,96
6	1970	26,14	0,00	9,00	7,50	7,08	0,56
7	1971	28,35	1,00	10,00	10,50	11,08	-0,15
8	1972	32,66	3,00	13,00	14,00	16,33	-0,25
9	1973	32,54	3,00	16,00	18,00	23,00	-0,42
10	1974	26,04	0,00	16,00	22,50	31,25	-1,16
11	1975	22,04	0,00	16,00	27,50	41,25	-1,79
12	1976	40,31	10,00	26,00	33,00	53,17	-0,96
13	1977	33,11	7,00	33,00	39,00	67,17	-0,73
14	1978	36,52	10,00	43,00	45,50	83,42	-0,27
15	1979	32	4,00	47,00	52,50	102,08	-0,54
16	1980	33,29	9,00	56,00	60,00	123,33	-0,36
17	1981	31,59	4,00	60,00	68,00	147,33	-0,66
18	1982	30,88	4,00	64,00	76,50	174,25	-0,95
19	1983	22,27	1,00	65,00	85,50	204,25	-1,43
20	1984	43,97	18,00	83,00	95,00	237,50	-0,78
21	1985	25,2	2,00	85,00	105,00	274,17	-1,21
22	1986	35,52	15,00	100,00	115,50	314,42	-0,87
23	1987	49,14	21,00	121,00	126,50	358,42	-0,29
24	1988	49,62	22,00	143,00	138,00	406,33	0,25
25	1989	26,23	5,00	148,00	150,00	458,33	-0,09
26	1990	39,78	19,00	167,00	162,50	514,58	0,20
27	1991	34,27	16,00	183,00	175,50	575,25	0,31
28	1992	34,51	17,00	200,00	189,00	640,50	0,43
29	1993	53,56	27,00	227,00	203,00	710,50	0,90
30	1994	24,61	2,00	229,00	217,50	785,42	0,41
31	1995	29,08	8,00	237,00	232,50	865,42	0,15
32	1996	28,43	8,00	245,00	248,00	950,67	-0,10
33	1997	25,25	4,00	249,00	264,00	1041,33	-0,46
34	1998	36,21	24,00	273,00	280,50	1137,58	-0,22
35	1999	29,84	11,00	284,00	297,50	1239,58	-0,38
36	2000	56,32	34,00	318,00	315,00	1347,50	0,08
37	2001	47,94	31,00	349,00	333,00	1461,50	0,42
38	2002	97,14	37,00	386,00	351,50	1581,75	0,87
39	2003	76,13	37,00	423,00	370,50	1708,42	1,27
40	2004	43,94	30,00	453,00	390,00	1841,67	1,47
41	2005	106,95	40,00	493,00	410,00	1981,67	1,86
42	2006	117,47	41,00	534,00	430,50	2128,58	2,24
43	2007	99,36	40,00	574,00	451,50	2282,58	2,56
44	2008	92,23	39,00	613,00	473,00	2443,83	2,83

Ek 19 (devamı). İshan Köprü akım gözlem istasyonu ortalama akım verilerinin $u(t)$ fonksiyonunun hesabı.

Sıra	Yıl	Değer	N'	T	E(T)	Var (T)	U'(T)
45	2009	93,39	40,00	653,00	495,00	2612,50	3,09
46	2010	133,79	45,00	698,00	517,50	2788,75	3,42

Ek 20. İşhan Köprü akım gözlem istasyonu ortalama akım verilerinin $u'(t)$ fonksiyonunun hesabı.

Sıra	Yıl	Değer	N'	T	E(T)	Var (T)	U'(T)
1	2010	133,79	15	337	517,5	2788,75	3,42
2	2009	93,39	19	322	495	2612,50	3,38
3	2008	92,23	22	303	473	2443,83	3,44
4	2007	99,36	34	281	451,5	2282,58	3,57
5	2006	117,47	25	247	430,5	2128,58	3,98
6	2005	106,95	6	222	410	1981,67	4,22
7	2004	43,94	7	216	390	1841,67	4,05
8	2003	76,13	14	209	370,5	1708,42	3,91
9	2002	97,14	13	195	351,5	1581,75	3,94
10	2001	47,94	5	182	333	1461,50	3,95
11	2000	56,32	0	177	315	1347,50	3,76
12	1999	29,84	19	177	297,5	1239,58	3,42
13	1998	36,21	11	158	280,5	1137,58	3,63
14	1997	25,25	16	147	264	1041,33	3,63
15	1996	28,43	10	131	248	950,67	3,79
16	1995	29,08	10	121	232,5	865,42	3,79
17	1994	24,61	9	111	217,5	785,42	3,80
18	1993	53,56	8	102	203	710,50	3,79
19	1992	34,51	0	94	189	640,50	3,75
20	1991	34,27	13	94	175,5	575,25	3,40
21	1990	39,78	1	81	162,5	514,58	3,59
22	1989	26,23	8	80	150	458,33	3,27
23	1988	49,62	12	72	138	406,33	3,27
24	1987	49,14	12	60	126,5	358,42	3,51
25	1986	35,52	2	48	115,5	314,42	3,81
26	1985	25,2	8	46	105	274,17	3,56
27	1984	43,97	5	38	95	237,50	3,70
28	1983	22,27	5	33	85,5	204,25	3,67
29	1982	30,88	8	28	76,5	174,25	3,67
30	1981	31,59	0	20	68	147,33	3,95
31	1980	33,29	2	20	60	123,33	3,60
32	1979	32	1	18	52,5	102,08	3,41
33	1978	36,52	0	17	45,5	83,42	3,12
34	1977	33,11	1	17	39	67,17	2,68
35	1976	40,31	0	16	33	53,17	2,33
36	1975	22,04	2	16	27,5	41,25	1,79
37	1974	26,04	1	14	22,5	31,25	1,52
38	1973	32,54	4	13	18	23,00	1,04
39	1972	32,66	1	9	14	16,33	1,24
40	1971	28,35	0	8	10,5	11,08	0,75
41	1970	26,14	3	8	7,5	7,08	-0,19
42	1969	39,92	3	5	5	4,17	0,00
43	1968	64,54	2	2	3	2,17	0,68
44	1967	35,63	0	0	1,5	0,92	1,57

Ek 20 (devamı). İşhan Köprü akım gözlem istasyonu ortalama akım verilerinin $u'(t)$ fonksiyonunun hesabı.

Sıra	Yıl	Değer	N'	T	E(T)	Var (T)	U'(T)
45	1966	33,3	0	0	0,5	0,25	1,00
46	1965	32,47	0		0	0,00	

Ek 21. Oltu meteorolojik gözlem istasyonu ortalama sıcaklık verilerinin $u(t)$ fonksiyonunun hesabı.

Sıra	Yıl	Değer	N'	T	E(T)	Var (T)	U'(T)
1	1965	9,08	0	0	0,00	0,00	0,00
2	1966	12,09	1	1	0,50	0,25	1,00
3	1967	8,82	0	1	1,50	0,92	-0,52
4	1968	9,51	2	3	3,00	2,17	0,00
5	1969	9,49	2	5	5,00	4,17	0,00
6	1970	10,52	4	9	7,50	7,08	0,56
7	1971	9,73	4	13	10,50	11,08	0,75
8	1972	8,68	0	13	14,00	16,33	-0,25
9	1973	9,73	5	18	18,00	23,00	0,00
10	1974	9,42	3	21	22,50	31,25	-0,27
11	1975	9,23	3	24	27,50	41,25	-0,54
12	1976	8,51	0	24	33,00	53,17	-1,23
13	1977	9,6	8	32	39,00	67,17	-0,85
14	1978	9,73	9	41	45,50	83,42	-0,49
15	1979	10,41	12	53	52,50	102,08	0,05
16	1980	8,78	2	55	60,00	123,33	-0,45
17	1981	10,21	13	68	68,00	147,33	0,00
18	1982	8,79	3	71	76,50	174,25	-0,42
19	1983	9,3	7	78	85,50	204,25	-0,52
20	1984	9,42	8	86	95,00	237,50	-0,58
21	1985	9,39	8	94	105,00	274,17	-0,66
22	1986	9,56	13	107	115,50	314,42	-0,48
23	1987	9,21	6	113	126,50	358,42	-0,71
24	1988	8,63	1	114	138,00	406,33	-1,19
25	1989	9,57	16	130	150,00	458,33	-0,93
26	1990	9,1	7	137	162,50	514,58	-1,12
27	1991	9,68	19	156	175,50	575,25	-0,81
28	1992	6,75	0	156	189,00	640,50	-1,30
29	1993	7,99	1	157	203,00	710,50	-1,73
30	1994	9,91	25	182	217,50	785,42	-1,27
31	1995	10,03	26	208	232,50	865,42	-0,83
32	1996	10,41	28	236	248,00	950,67	-0,39
33	1997	9,66	21	257	264,00	1041,33	-0,22
34	1998	10,77	32	289	280,50	1137,58	0,25
35	1999	10,48	31	320	297,50	1239,58	0,64
36	2000	10,19	28	348	315,00	1347,50	0,90
37	2001	11,51	35	383	333,00	1461,50	1,31
38	2002	9,59	20	403	351,50	1581,75	1,29
39	2003	9,82	27	430	370,50	1708,42	1,44
40	2004	9,4	14	444	390,00	1841,67	1,26
41	2005	9,59	21	465	410,00	1981,67	1,24
42	2006	10,91	39	504	430,50	2128,58	1,59
43	2007	10,17	32	536	451,50	2282,58	1,77
44	2008	9,83	30	566	473,00	2443,83	1,88

Ek 21 (devamı). Oltu meteorolojik gözlem istasyonu ortalama sıcaklık verilerinin $u(t)$ fonksiyonunun hesabı.

Sıra	Yıl	Değer	N'	T	E(T)	Var (T)	U'(T)
45	2009	10,15	33	599	495,00	2612,50	2,03
46	2010	12,07	44	643	517,50	2788,75	2,38
47	2011	9,47	17	660	540,50	2972,75	2,19
48	2012	10,58	42	702	564,00	3164,67	2,45
49	2013	10,26	38	740	588,00	3364,67	2,62
50	2014	11,53	47	787	612,50	3572,92	2,92
51	2015	10,88	45	832	637,50	3789,58	3,16
52	2016	9,98	33	865	663,00	4014,83	3,19
53	2017	10,76	45	910	689,00	4248,83	3,39

Ek 22. Oltu meteorolojik gözlem istasyonu ortalama sıcaklık verilerinin $u'(t)$ fonksiyonunun hesabı.

Sıra	Yıl	Değer	N'	T	E(T)	Var (T)	U'(T)
1	2017	10,76	8	462	689	4248,83	3,48
2	2016	9,98	51	454	663	4014,83	3,30
3	2015	10,88	7	403	637,5	3789,58	3,81
4	2014	11,53	17	396	612,5	3572,92	3,62
5	2013	10,26	16	379	588	3364,67	3,60
6	2012	10,58	39	363	564	3164,67	3,57
7	2011	9,47	23	324	540,5	2972,75	3,97
8	2010	12,07	4	301	517,5	2788,75	4,10
9	2009	10,15	22	297	495	2612,50	3,87
10	2008	9,83	12	275	473	2443,83	4,01
11	2007	10,17	8	263	451,5	2282,58	3,95
12	2006	10,91	2	255	430,5	2128,58	3,80
13	2005	9,59	16	253	410	1981,67	3,53
14	2004	9,4	18	237	390	1841,67	3,57
15	2003	9,82	28	219	370,5	1708,42	3,67
16	2002	9,59	3	191	351,5	1581,75	4,04
17	2001	11,51	25	188	333	1461,50	3,79
18	2000	10,19	3	163	315	1347,50	4,14
19	1999	10,48	5	160	297,5	1239,58	3,91
20	1998	10,77	7	155	280,5	1137,58	3,72
21	1997	9,66	5	148	264	1041,33	3,59
22	1996	10,41	7	143	248	950,67	3,41
23	1995	10,03	4	136	232,5	865,42	3,28
24	1994	9,91	2	132	217,5	785,42	3,05
25	1993	7,99	5	130	203	710,50	2,74
26	1992	6,75	2	125	189	640,50	2,53
27	1991	9,68	7	123	175,5	575,25	2,19
28	1990	9,1	0	116	162,5	514,58	2,05
29	1989	9,57	0	116	150	458,33	1,59
30	1988	8,63	7	116	138	406,33	1,09
31	1987	9,21	8	109	126,5	358,42	0,92
32	1986	9,56	12	101	115,5	314,42	0,82
33	1985	9,39	4	89	105	274,17	0,97
34	1984	9,42	14	85	95	237,50	0,65
35	1983	9,3	11	71	85,5	204,25	1,01
36	1982	8,79	9	60	76,5	174,25	1,25
37	1981	10,21	14	51	68	147,33	1,40
38	1980	8,78	2	37	60	123,33	2,07
39	1979	10,41	3	35	52,5	102,08	1,73
40	1978	9,73	0	32	45,5	83,42	1,48
41	1977	9,6	1	32	39	67,17	0,85
42	1976	8,51	9	31	33	53,17	0,27
43	1975	9,23	4	22	27,5	41,25	0,86
44	1974	9,42	1	18	22,5	31,25	0,80

Ek 22 (devamı). Oltu meteorolojik gözlem istasyonu ortalama sıcaklık verilerinin $u'(t)$ fonksiyonunun hesabı.

Sıra	Yıl	Değer	N'	T	E(T)	Var (T)	U'(T)
45	1973	9,73	2	17	18	23,00	0,21
46	1972	8,68	7	15	14	16,33	-0,25
47	1971	9,73	0	8	10,5	11,08	0,75
48	1970	10,52	2	8	7,5	7,08	-0,19
49	1969	9,49	1	6	5	4,17	-0,49
50	1968	9,51	3	5	3	2,17	-1,36
51	1967	8,82	2	2	1,5	0,92	-0,52
52	1966	12,09	0	0	0,5	0,25	1,00
53	1965	9,08	0		0	0,00	

Ek 23. Oltu meteorolojik gözlem istasyonu ortalama bağıl nem verilerinin $u(t)$ fonksiyonunun hesabı.

Sıra	Yıl	Değer	N'	T	E(T)	Var (T)	U'(T)
1	1965	65,48	0	0	0,00	0,00	0,00
2	1966	54,07	0	0	0,50	0,25	-1,00
3	1967	59,69	1	1	1,50	0,92	-0,52
4	1968	62,27	2	3	3,00	2,17	0,00
5	1969	60,13	2	5	5,00	4,17	0,00
6	1970	56,74	1	6	7,50	7,08	-0,56
7	1971	58,76	2	8	10,50	11,08	-0,75
8	1972	59,71	4	12	14,00	16,33	-0,49
9	1973	56,47	1	13	18,00	23,00	-1,04
10	1974	58,83	4	17	22,50	31,25	-0,98
11	1975	60,28	8	25	27,50	41,25	-0,39
12	1976	62,62	10	35	33,00	53,17	0,27
13	1977	58,35	3	38	39,00	67,17	-0,12
14	1978	57,28	3	41	45,50	83,42	-0,49
15	1979	62,15	11	52	52,50	102,08	-0,05
16	1980	60,91	11	63	60,00	123,33	0,27
17	1981	56,36	1	64	68,00	147,33	-0,33
18	1982	59,2	8	72	76,50	174,25	-0,34
19	1983	60,98	14	86	85,50	204,25	0,03
20	1984	60,42	13	99	95,00	237,50	0,26
21	1985	65,21	19	118	105,00	274,17	0,79
22	1986	65,77	21	139	115,50	314,42	1,33
23	1987	65,02	19	158	126,50	358,42	1,66
24	1988	68,39	23	181	138,00	406,33	2,13
25	1989	62,97	19	200	150,00	458,33	2,34
26	1990	63,22	20	220	162,50	514,58	2,53
27	1991	62,53	18	238	175,50	575,25	2,61
28	1992	63,8	22	260	189,00	640,50	2,81
29	1993	62,11	16	276	203,00	710,50	2,74
30	1994	61,61	16	292	217,50	785,42	2,66
31	1995	63,03	23	315	232,50	865,42	2,80
32	1996	62,14	18	333	248,00	950,67	2,76
33	1997	61,35	16	349	264,00	1041,33	2,63
34	1998	62,23	21	370	280,50	1137,58	2,65
35	1999	59,21	9	379	297,50	1239,58	2,31
36	2000	58,09	5	384	315,00	1347,50	1,88
37	2001	57,91	5	389	333,00	1461,50	1,46
38	2002	61,48	20	409	351,50	1581,75	1,45
39	2003	60,58	17	426	370,50	1708,42	1,34
40	2004	57,83	5	431	390,00	1841,67	0,96
41	2005	63,31	34	465	410,00	1981,67	1,24
42	2006	61,32	21	486	430,50	2128,58	1,20
43	2007	60,28	16	502	451,50	2282,58	1,06
44	2008	56,92	4	506	473,00	2443,83	0,67

Ek 23 (devamı). Oltu meteorolojik gözlem istasyonu ortalama bağıl nem verilerinin $u(t)$ fonksiyonunun hesabı.

Sıra	Yıl	Değer	N'	T	E(T)	Var (T)	U'(T)
45	2009	60,93	22	528	495,00	2612,50	0,65
46	2010	60,9	21	549	517,50	2788,75	0,60
47	2011	56,16	1	550	540,50	2972,75	0,17
48	2012	53,19	0	550	564,00	3164,67	-0,25
49	2013	52,55	0	550	588,00	3364,67	-0,66
50	2014	53,08	1	551	612,50	3572,92	-1,03
51	2015	52,89	1	552	637,50	3789,58	-1,39
52	2016	52,72	1	553	663,00	4014,83	-1,74
53	2017	47,94	0	553	689,00	4248,83	-2,09

Ek 24. Oltu meteorolojik gözlem istasyonu ortalama bağıl nem verilerinin $u'(t)$ fonksiyonunun hesabı.

Sıra	Yıl	Değer	N'	T	E(T)	Var (T)	U'(T)
1	2017	47,94	50	824	689	4248,83	-2,07
2	2016	52,72	6	774	663	4014,83	-1,75
3	2015	52,89	20	768	637,5	3789,58	-2,12
4	2014	53,08	38	748	612,5	3572,92	-2,27
5	2013	52,55	21	710	588	3364,67	-2,10
6	2012	53,19	9	689	564	3164,67	-2,22
7	2011	56,16	15	680	540,5	2972,75	-2,56
8	2010	60,9	18	665	517,5	2788,75	-2,79
9	2009	60,93	8	647	495	2612,50	-2,97
10	2008	56,92	14	639	473	2443,83	-3,36
11	2007	60,28	16	625	451,5	2282,58	-3,63
12	2006	61,32	32	609	430,5	2128,58	-3,87
13	2005	63,31	13	577	410	1981,67	-3,75
14	2004	57,83	9	564	390	1841,67	-4,05
15	2003	60,58	27	555	370,5	1708,42	-4,46
16	2002	61,48	18	528	351,5	1581,75	-4,44
17	2001	57,91	7	510	333	1461,50	-4,63
18	2000	58,09	11	503	315	1347,50	-5,12
19	1999	59,21	17	492	297,5	1239,58	-5,52
20	1998	62,23	13	475	280,5	1137,58	-5,77
21	1997	61,35	30	462	264	1041,33	-6,14
22	1996	62,14	30	432	248	950,67	-5,97
23	1995	63,03	29	402	232,5	865,42	-5,76
24	1994	61,61	29	373	217,5	785,42	-5,55
25	1993	62,11	24	344	203	710,50	-5,29
26	1992	63,8	25	320	189	640,50	-5,18
27	1991	62,53	23	295	175,5	575,25	-4,98
28	1990	63,22	25	272	162,5	514,58	-4,83
29	1989	62,97	20	247	150	458,33	-4,53
30	1988	68,39	19	227	138	406,33	-4,42
31	1987	65,02	21	208	126,5	358,42	-4,30
32	1986	65,77	19	187	115,5	314,42	-4,03
33	1985	65,21	17	168	105	274,17	-3,80
34	1984	60,42	18	151	95	237,50	-3,63
35	1983	60,98	11	133	85,5	204,25	-3,32
36	1982	59,2	10	122	76,5	174,25	-3,45
37	1981	56,36	9	112	68	147,33	-3,62
38	1980	60,91	14	103	60	123,33	-3,87
39	1979	62,15	10	89	52,5	102,08	-3,61
40	1978	57,28	8	79	45,5	83,42	-3,67
41	1977	58,35	12	71	39	67,17	-3,90
42	1976	62,62	11	59	33	53,17	-3,57
43	1975	60,28	8	48	27,5	41,25	-3,19
44	1974	58,83	7	40	22,5	31,25	-3,13

Ek 24 (devamı). Oltu meteorolojik gözlem istasyonu ortalama bağıl nem verilerinin $u'(t)$ fonksiyonunun hesabı.

Sıra	Yıl	Değer	N'	T	E(T)	Var (T)	U'(T)
45	1973	56,47	8	33	18	23,00	-3,13
46	1972	59,71	7	25	14	16,33	-2,72
47	1971	58,76	6	18	10,5	11,08	-2,25
48	1970	56,74	5	12	7,5	7,08	-1,69
49	1969	60,13	1	7	5	4,17	-0,98
50	1968	62,27	3	6	3	2,17	-2,04
51	1967	59,69	2	3	1,5	0,92	-1,57
52	1966	54,07	1	1	0,5	0,25	-1,00
53	1965	65,48	0		0	0,00	

ÖZGEÇMİŞ

Ahmed Yasin ÖZENER, 1993 yılında Rize’de doğdu. İlköğretimi ve ortaöğrenimini Rize’de tamamladı. 2016 yılında Karadeniz Teknik Üniversitesi İnşaat Mühendisliği bölümünden mezun oldu. 2017 yılında Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı’nda yüksek lisans eğitimine başladı ve halen aynı Anabilim Dalı’nda öğrenimine devam etmektedir.



T.C.
RECEP TAYYİP ERDOĞAN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ÇORUH HAVZASI'NDA AKIŞ VE METEOROLOJİK PARAMETRELERİN
TREND ANALİZİ

Dr. Öğr. Üyesi Veli SÜME danışmanlığında, Ahmed Yasin ÖZENER tarafından hazırlanan bu çalışma, Enstitü Yönetim Kurulu kararıyla oluşturulan jüri tarafından 10/05/2019 tarihinde İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı'nda **YÜKSEK LİSANS** tezi olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri	Unvanı Adı Soyadı	İmzası
Başkan	: Prof. Dr. Ömer YÜKSEK	
Üye	: Prof. Dr. Bülent VEREP	
Üye	: Dr. Öğr. Üyesi Veli SÜME	

Doç. Dr. Ferhat KALAYCI
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRÜ

ÖNSÖZ

Bu çalışma, Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans Tezi olarak hazırlanmıştır. Çoruh Havzası'nda akış ve meteorolojik parametrelerinin trend analizi tez çalışmasını bana öneren ve tez sürecinin her aşamasında bilgi ve tecrübelerinden faydalandığım, öğrencisi olmaktan ve kendileri ile çalışmaktan onur duyduğum danışman hocam Sayın Dr. Öğr. Üyesi Veli SÜME'ye minnet ve şükranlarımı sunmayı zevkli bir görev sayarım.

Öğrenim hayatım boyunca bana emeği geçen tüm hocalarımı saygıyla anar, kendilerine minnettar olduğumu belirtmek isterim.

Ahmed Yasin ÖZENER

TEZ ETİK BEYANNAMESİ

Tarafımdan hazırlanan “Çoruh Havzası’nda Akış ve Meteorolojik Parametrelerinin Trend Analizi” başlıklı bu tezin, Yükseköğretim Kurulu Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiği Yönergesindeki hususlara uygun olarak hazırladığımı ve aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal işlemi kabul ettiğimi beyan ederim. 10/05/2019

Ahmed Yasin ÖZENER

Uyarı: Bu tezde kullanılan özgün ve/veya başka kaynaklardan sunulan içeriğin kaynak olarak kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

ÖZET

ÇORUH HAVZASI'NDA AKIŞ VE METEOROLOJİK PARAMETRELERİN TREND ANALİZİ

Ahmed Yasin ÖZENER

**Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı
Yüksek Lisans Tezi
Danışmanı: Dr. Öğr. Üyesi Veli SÜME**

Bu çalışma, Türkiye'nin en büyük havzalarından biri olan Çoruh Havzası'nda akış ve meteorolojik parametrelerin trend analizi için yapılmıştır. Çoruh Havzası'nda bulunan ve havzaya homojen şekilde dağılmış 5 farklı akım gözlem istasyonundan akım verileri alınmıştır. Bununla birlikte akım gözlem istasyonlarına en yakın olacak şekilde seçilen 5 farklı meteorolojik gözlem istasyonlarından meteorolojik parametreleri verileri de alınmıştır. Alınan veri setlerinin homojenlik ve bağımlılık testleri yapılarak korelasyon çalışmalarına uygunluğu test edilmiştir. İstasyonlardan alınan verilerdeki eksik yıllardaki veriler lineer regresyon analizi ile tahmin edilmiştir. Çalışma kapsamında trendlerin belirlenmesinde daha güçlü olduğu bilinen parametrik olmayan Mann Kendall, Spearman'ın Rho ve yenilikçi yöntem olan Şen Trend Belirleme yöntemi kullanılmıştır. Trend tespit edilen istasyonlarda trend başlangıç yılını belirlemek için Mann Kendall mertebeli korelasyon testi uygulanmıştır. Her bir akım gözlem istasyonundan alınan yıllık ortalama akım verileri ile meteorolojik gözlem istasyonundan alınan yıllık ortalama sıcaklık, yıllık toplam yağış ve yıllık ortalama bağıl nem verilerine ayrı ayrı trend analizi uygulanarak sonuçlar birlikte değerlendirilmiştir. Havzada 3 akım gözlem istasyonunda artan yönde anlamlı trend gözlemlenmiştir. Bu trendlerin meteorolojik parametreleri ile olan ilişkisinin incelenmesi sonucunda akım trendleri ile yıllık toplam yağış verilerinde anlamlı yönde ilişki olduğu tespit edilmiştir.

2019, 165 sayfa

Anahtar Kelimeler: Çoruh Havzası, Trend Analizi Mann Kendall Testi, Spearman'ın Rho Testi, Mertebeli Korelasyon Testi

ABSTRACT

INVESTIGATION OF HYDRAULIC FLOW TREND AND PARAMETERS AFFECTING FLOW OF CORUH BASIN

Ahmed Yasin ÖZENER

**Recep Tayyip Erdogan University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Civil Engineering
Master Thesis
Supervisor: Assist. Prof. Dr. Veli SÜME**

This study is one of Turkey's largest watersheds in the basin is made for trend analysis of flow and meteorological parameters. Flow data were collected from 5 different current observation stations in the Coruh Basin which were homogeneously distributed to the basin. In addition, meteorological parameters data were obtained from 5 different meteorological observation stations which were selected to be closest to the current observation stations. Homogeneity and dependency tests of the data sets were taken and tested for correlation studies. The data obtained from the stations were estimated by linear regression analysis. In the study, non-parametric Mann Kendall, Spearman's Rho and Şen Trend Detection method were used. The Mann Kendall level correlation test was applied to determine the trend start year in the detected stations. The annual average flow data from each current observation station and the annual average temperature, annual total rainfall and annual average relative humidity data taken from the meteorological observation station were separately evaluated by applying trend analysis. Significant trend observation was observed in 3 flow observation stations in the basin. As a result of examining the relationship between these trends and meteorological parameters, it was found that there was a significant relationship between current trends and annual total rainfall data.

2019, 165 pages

Keywords: Coruh Basin, Trend Analysis Mann Kendall Test, Spearman's Rho Test, Mann Kendall Order Correlation Test

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ	I
TEZ ETİK BEYANNAMESİ.....	II
ÖZET	III
ABSTRACT.....	IV
İÇİNDEKİLER	V
ŞEKİLLER DİZİNİ	VIII
TABLolar DİZİNİ	XII
SEMBOLLER ve KISALTMALAR DİZİNİ	XIV
1. GENEL BİLGİLER	1
1.1. Giriş	1
1.2. Literatür Özeti.....	3
2. YAPILAN ÇALIŞMALAR.....	10
2.1. Çalışma Alanı	10
2.2. Kullanılan Veri Setleri ve Gözlem İstasyonları.....	13
2.2.1. 2304 No’lu Bayburt Akım Gözlem İstasyonu	16
2.2.2. 2305 No’lu Peterek Akım Gözlem İstasyonu	20
2.2.3. 2315 No’lu Karşıköy Akım Gözlem İstasyonu	23
2.2.4. 2316 No’lu İspir Köprü Akım Gözlem İstasyonu	26
2.2.5. 2323 No’lu İshan Köprü Akım Gözlem İstasyonu	31
2.3. Eksik Verilerin Tahmininde Kullanılan Lineer Regresyon Yöntemi	34
2.4. İki Değişken Arasındaki İlişki (Korelasyon).....	36
2.5. Trend Analizi	38
2.5.1. Mann-Kendall Testi	38
2.5.2. Spearman’ın Rho Testi	39
2.5.3. Mann-Kendall Mertebe Korelasyon Testi	40

2.5.4.	Şen Trend Belirleme Yöntemi	41
3.	BULGULAR	43
3.1.	2304 No’lu Bayburt Akım Gözlem İstasyonu Trend Analizi Uygulaması	43
3.1.1.	Yıllık Ortalama Akım Verilerinde Trend Analizi	43
3.1.2.	İklim Parametrelerinde Trend Analizi	48
3.1.2.1	Ortalama sıcaklık verilerinde trend analizi.....	48
3.1.2.2.	Toplam yağış verilerinde trend analizi	51
3.1.2.3.	Ortalama Bağıl Nem Verilerinde Trend Analizi	53
3.2.	2305 No’lu Peterek Akım Gözlem İstasyonu Trend Analizi Uygulaması	57
3.2.1.	Yıllık Ortalama Akım Verilerinde Trend Analizi	57
3.2.2.	İklim Parametrelerinde Trend Analizi	60
3.2.2.1.	Yıllık ortalama sıcaklık verilerinde trend analizi	60
3.2.2.2.	Toplam yağış verilerinde trend analizi	63
3.2.2.3.	Ortalama Bağıl Nem Verilerinde Trend Analizi	65
3.3.	2315 No’lu Karşıköy Akım Gözlem İstasyonu Trend Analizi Uygulaması	69
3.3.1.	Yıllık Ortalama Akım Verilerinde Trend Analizi	70
3.3.2.	İklim Parametrelerinde Trend Analizi	72
3.3.2.1	Yıllık ortalama sıcaklık verilerinde trend analizi	72
3.3.2.2.	Yıllık toplam yağış verilerinde trend analizi	74
3.3.2.3.	Yıllık ortalama bağıl nem verilerinde trend analizi.....	76
3.4.	2316 No’lu İspir Köprü Akım Gözlem İstasyonu Trend Analizi Uygulaması.....	80
3.4.1.	Yıllık ortalama akım verilerinde trend analizi.....	81
3.4.2.	İklim Parametrelerinde Trend Analizi	82
3.4.2.1.	İspir MGİ yıllık ortalama sıcaklık verilerinde trend analizi	83
3.2.2.2.	Toplam yağış verilerinde trend analizi	86
3.2.2.3.	Ortalama Bağıl Nem Verilerinde Trend Analizi	87

3.4.2.4.	Tortum MGİ yıllık ortalama sıcaklık verilerinde trend analizi	90
3.4.2.5.	Tortum MGİ yıllık toplam yağış verilerinde trend analizi	93
3.4.2.6.	Tortum MGİ yıllık ortalama bağıl nem verilerinde trend analizi	95
3.5.	2323 No'lu İshan Köprü Akım Gözlem İstasyonu Trend Analizi Uygulaması	98
3.5.1.	Yıllık ortalama akım verilerinde trend analizi.....	98
3.5.2.	İklim Parametrelerinde Trend Analizi	101
3.5.2.1.	Yıllık ortalama sıcaklık verilerinde trend analizi	101
3.5.2.2.	Yıllık Toplam Yağış Verilerinde Trend Analizi.....	104
3.5.2.3.	Yıllık ortalama bağıl nem verilerinde trend analizi.....	106
4.	TARTIŞMA ve SONUÇLAR	111
5.	ÖNERİLER	116
	KAYNAKLAR	117
	EKLER.....	121
	ÖZGEÇMİŞ	165

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.	Çoruh havzasında bulunan enerji yapıları.....	12
Şekil 2.	Çoruh Havza'sından seçilen akım gözlem istasyonları ve meteorolojik gözlem istasyonları.	16
Şekil 3.	2304 Bayburt akım gözlem istasyonunun yıllık ortalama akım verileri.....	17
Şekil 4.	Bayburt meteorolojik gözlem istasyonundan alınan yıllık ortalama sıcaklık değerlerinin grafiksel gösterimi.....	18
Şekil 5.	Bayburt meteorolojik gözlem istasyonundan alınan yıllık toplam yağış değerlerinin grafiksel gösterimi.	19
Şekil 6.	Bayburt meteorolojik gözlem istasyonundan alınan yıllık ortalama bağıl nem değerlerinin grafiksel gösterimi.	19
Şekil 7.	2305 Peterek akım gözlem istasyonundan alınan yıllık ortalama akım debilerinin grafiksel gösterimi.	20
Şekil 8.	İspir meteorolojik gözlem istasyonundan alınan yıllık ortalama sıcaklık değerlerinin grafiksel gösterimi.....	22
Şekil 9.	İspir meteorolojik gözlem istasyonundan alınan yıllık toplama yağış verilerin grafiksel gösterimi.	22
Şekil 10.	İspir meteorolojik gözlem istasyonundan alınan yıllık ortalama bağıl nem verilerin grafiksel gösterimi.	23
Şekil 11.	2315 Karşıköy akım gözlem istasyonundan alınan yıllık ortalama akım debilerinin grafiksel gösterimi.	24
Şekil 12.	Artvin meteorolojik gözlem istasyonundan alınan yıllık ortalama sıcaklık verilerinin grafiksel gösterimi.	25
Şekil 13.	Artvin meteorolojik gözlem istasyonundan alınan yıllık toplam yağış verilerinin grafiksel gösterimi.	25
Şekil 14.	Artvin meteorolojik gözlem istasyonundan alınan yıllık ortalama bağıl nem verilerinin grafiksel gösterimi.	26
Şekil 15.	2316 İspir Köprü akım gözlem istasyonundan alınan yıllık ortalama akım debilerinin grafiksel gösterimi.	27
Şekil 16.	İspir meteorolojik gözlem istasyonundan alınan yıllık ortalama sıcaklık değerlerinin grafiksel gösterimi.....	28

Şekil 17.	İspir meteorolojik gözlem istasyonundan alınan yıllık toplama yağış verilerin grafiksel gösterimi.	28
Şekil 18.	İspir meteorolojik gözlem istasyonundan alınan yıllık ortalama bağıl nem verilerin grafiksel gösterimi.	29
Şekil 19.	Tortum meteorolojik gözlem istasyonundan alınan yıllık ortalama sıcaklık değerlerinin grafiksel gösterimi.	30
Şekil 20.	Tortum meteorolojik gözlem istasyonundan alınan yıllık toplam yağış değerlerinin grafiksel gösterimi.	30
Şekil 21.	Tortum meteorolojik gözlem istasyonundan alınan yıllık ortalama bağıl nem değerlerinin grafiksel gösterimi.	31
Şekil 22.	2323 İspir Köprü akım gözlem istasyonundan alınan yıllık ortalama akım debilerinin grafiksel gösterimi.	32
Şekil 23.	Oltu meteorolojik gözlem istasyonundan alınan yıllık ortalama sıcaklık değerlerinin grafiksel gösterimi.	33
Şekil 24.	Oltu meteorolojik gözlem istasyonundan alınan yıllık toplam yağış değerlerinin grafiksel gösterimi.	33
Şekil 25.	Oltu meteorolojik gözlem istasyonundan alınan yıllık ortalama bağıl nem değerlerinin grafiksel gösterimi.	34
Şekil 26.	Şen Trend Belirleme yöntemine gören trend bölgeleri.	42
Şekil 27.	2304 Bayburt akım gözlem istasyonu akım debisinin Şen Trend Belirleme yöntemine göre analizi.	47
Şekil 28.	Bayburt meteorolojik gözlem istasyonu yıllık ortalama sıcaklık verilerinin $u(t_i)$ - $u'(t_i)$ grafiği.	50
Şekil 29.	Bayburt meteorolojik gözlem istasyonu yıllık ortalama sıcaklık verilerinin Şen Trend Belirleme yöntemine göre analizi.	50
Şekil 30.	Bayburt meteorolojik gözlem istasyonu yıllık toplam yağış verilerinin $u(t_i)$ - $u'(t_i)$ grafiği.	52
Şekil 31.	Bayburt meteorolojik gözlem istasyonu yıllık toplam yağış verilerinin Şen Trend Belirleme yöntemine göre analizi.	53
Şekil 32.	Bayburt meteorolojik gözlem istasyonu yıllık ortalama bağıl nem verilerinin $u(t_i)$ - $u'(t_i)$ grafiği.	55
Şekil 33.	Bayburt meteorolojik gözlem istasyonu yıllık ortalama bağıl nem verilerinin Şen Trend Belirleme yöntemine göre analizi.	56

Şekil 34.	Peterek akım gözlem istasyonu yıllık ortalama akım verilerinin $u(t_i)$ - $u'(t_i)$ grafiği.....	59
Şekil 35.	Peterek akım gözlem istasyonu yıllık ortalama akım verilerinin Şen Trend Belirleme yöntemine göre analizi.....	60
Şekil 36.	İspir meteorolojik gözlem istasyonu yıllık ortalama sıcaklık verilerinin $u(t_i)$ - $u'(t_i)$ grafiği.....	62
Şekil 37.	İspir meteorolojik gözlem istasyonu yıllık ortalama sıcaklık verilerinin Şen Trend Belirleme yöntemine göre analizi.....	63
Şekil 38.	İspir meteorolojik gözlem istasyonu yıllık toplam yağış verilerinin Şen Trend Belirleme yöntemine göre analizi.....	65
Şekil 39.	İspir meteorolojik gözlem istasyonu yıllık ortalama bağıl nem verilerinin $u(t_i)$ - $u'(t_i)$ grafiği.....	67
Şekil 40.	İspir meteorolojik gözlem istasyonu yıllık ortalama bağıl nem verilerinin Şen Trend Belirleme yöntemine göre analizi.....	68
Şekil 41.	Karşıköy akım gözlem istasyonu yıllık ortalama akım verilerinin $u(t_i)$ - $u'(t_i)$ grafiği.....	71
Şekil 42.	Karşıköy akım gözlem istasyonu yıllık ortalama akım verilerinin Şen Trend Belirleme yöntemine göre analizi.....	72
Şekil 43.	Artvin meteorolojik gözlem istasyonu yıllık ortalama sıcaklık verilerinin Şen Trend Belirleme yöntemine göre analizi.....	74
Şekil 44.	Artvin meteorolojik gözlem istasyonu yıllık toplam yağış verilerinin Şen Trend Belirleme yöntemine göre analizi.....	76
Şekil 45.	Artvin meteorolojik gözlem istasyonu yıllık ortalama bağıl nem verilerinin $u(t_i)$ - $u'(t_i)$ grafiği.....	78
Şekil 46.	Artvin meteorolojik gözlem istasyonu yıllık ortalama bağıl nem verilerinin Şen Trend Belirleme yöntemine göre analizi.....	79
Şekil 47.	İspir Köprü akım gözlem istasyonu yıllık toplam yağış verilerinin Şen Trend Belirleme yöntemine göre analizi.....	82
Şekil 48.	İspir meteorolojik gözlem istasyonu yıllık ortalama sıcaklık verilerinin $u(t_i)$ - $u'(t_i)$ grafiği.....	85
Şekil 49.	İspir meteorolojik gözlem istasyonu yıllık ortalama sıcaklık verilerinin Şen Trend Belirleme yöntemine göre analizi.....	85
Şekil 50.	İspir meteorolojik gözlem istasyonu yıllık toplam yağış verilerinin Şen Trend Belirleme yöntemine göre analizi.....	87

Şekil 51.	İspir meteorolojik gözlem istasyonu yıllık ortalama bağıl nem verilerinin $u(t_i)$ - $u'(t_i)$ grafiği.	89
Şekil 52.	İspir meteorolojik gözlem istasyonu yıllık ortalama bağıl nem verilerinin Şen Trend Belirleme yöntemine göre analizi.	90
Şekil 53.	Tortum meteorolojik gözlem istasyonu yıllık ortalama sıcaklık verilerinin $u(t_i)$ - $u'(t_i)$ grafiği.	92
Şekil 54.	Tortum meteorolojik gözlem istasyonu yıllık ortalama sıcaklık verilerinin Şen Trend Belirleme yöntemine göre analizi.	93
Şekil 55.	Tortum meteorolojik gözlem istasyonu yıllık toplam yağış verilerinin Şen Trend Belirleme yöntemine göre analizi.	95
Şekil 56.	Tortum meteorolojik gözlem istasyonu yıllık ortalama bağıl nem verilerinin Şen Trend Belirleme yöntemine göre analizi.	97
Şekil 57.	İşhan Köprü akım gözlem istasyonu yıllık ortalama akım verilerinin $u(t_i)$ - $u'(t_i)$ grafiği.	100
Şekil 58.	İşhan Köprü akım gözlem istasyonu yıllık ortalama akım verilerinin Şen Trend Belirleme yöntemine göre analizi.	101
Şekil 59.	Oltu meteorolojik gözlem istasyonu yıllık ortalama sıcaklık verilerinin $u(t_i)$ - $u'(t_i)$ grafiği.	103
Şekil 60.	Oltu meteorolojik gözlem istasyonu yıllık ortalama sıcaklık verilerinin Şen Trend Belirleme yöntemine göre analizi.	104
Şekil 61.	Oltu meteorolojik gözlem istasyonu yıllık toplam yağış verilerinin Şen Trend Belirleme yöntemine göre analizi.	106
Şekil 62.	Oltu meteorolojik gözlem istasyonu yıllık ortalama bağıl nem verilerinin $u(t_i)$ - $u'(t_i)$ grafiği.	108
Şekil 63.	Oltu meteorolojik gözlem istasyonu yıllık ortalama bağıl nem verilerinin Şen Trend Belirleme yöntemine göre analizi.	109

TABLÖLAR DİZİNİ

Tablo 1.	Akım gözlem istasyonlarının homojenlik testi için uygulanan Run testinin sonuçları.	15
Tablo 2.	Seçilen akım gözlem istasyonları ve bu istasyonlar ile birlikte değerlendirilecek meteorolojik gözlem istasyonlarının özellikleri.....	16
Tablo 3.	Bayburt akım gözlem istasyonundan alınan ortalama akım debilerinin istatistiksel analizi.....	17
Tablo 4.	2305 Peterek akım gözlem istasyonundan alınan ortalama akım debilerinin istatistiksel analizi.	21
Tablo 5.	2315 Karşıköy akım gözlem istasyonundan alınan yıllık ortalama akım debilerinin istatistiksel analizi.	24
Tablo 6.	2316 İspir Köprü akım gözlem istasyonundan alınan yıllık ortalama akım debilerinin istatistiksel analizi.	27
Tablo 7.	2323 İspir Köprü akım gözlem istasyonundan alınan yıllık ortalama akım debilerinin istatistiksel analizi.	32
Tablo 8.	Akım gözlem istasyonları arasındaki korelasyon katsayıları.	36
Tablo 9.	İki değişken arasındaki ilişkinin Pearson korelasyon testine göre ifadesi.....	37
Tablo 10.	M ve P değerlerini hesaplamak için örnek uygulama verileri.	44
Tablo 11.	Örnek uygulama için M ve P değerleri.	44
Tablo 12.	Spearman'ın Rho testi değerleri.	46
Tablo 13.	2304 Bayburt akım gözlem istasyonu ve Bayburt meteorolojik gözlem istasyonu verilerinin trend analiz sonuçları.	57
Tablo 14.	2305 Peterek akım gözlem istasyonu ve İspir meteorolojik gözlem istasyonu verilerinin trend analiz sonuçları.	69
Tablo 15.	2305 Peterek akım gözlem istasyonu Pearson korelasyon testi sonuçları.....	69
Tablo 16.	2315 Karşıköy akım gözlem istasyonu ve Artvin meteorolojik gözlem istasyonu verilerinin trend analiz sonuçları.	80
Tablo 17.	2315 Karşıköy akım gözlem istasyonu Pearson korelasyon testi sonuçları.....	80

Tablo 18. 2316 İspir Köprü akım gözlem istasyonu ile İspir ve Tortum meteorolojik gözlem istasyonlarından alınan verilerinin trend analiz sonuçları.....	98
Tablo 19. 2323 İshan Köprü akım gözlem istasyonu ile Oltu meteorolojik gözlem istasyonundan alınan verilerinin trend analiz sonuçları.....	110
Tablo 20. 2323 İshan Köprü akım gözlem istasyonu Pearson korelasyon testi sonuçları.....	110
Tablo 21. Yıllık ortalama akım verilerinin trend analiz sonuçları.....	111
Tablo 22. Yıllık ortalama sıcaklık verilerinin trend analiz sonuçları.....	112
Tablo 23. Yıllık toplam yağış verilerinin trend analiz sonuçları	113
Tablo 24. Yıllık ortalama bağıl nem verilerinin trend analiz sonuçları	113

SEMBOLLER ve KISALTMALAR DİZİNİ

C_{sx}	Çarpıklık Katsayısı
C_{vx}	Değişim Katsayısı
$E(t)$	Beklenen Değer Operatörü
H_0	Sıfır Hipotezi
H_1	Karşıt Hipotez
M	Mann-Kendall Testi İçin Özel Tanımlı Sembol
P	Mann-Kendall Testi İçin Özel Tanımlı Sembol
N	Toplam Gözlem Adedi
r_x	Korelasyon Katsayısı
τ	Kendall Korelasyon Katsayısı
r_p	Pearson Korelasyon Katsayısı
r_s	Spearman'ın Rho Testi Katsayısı
S	Mann-Kendall Testi Özel Değeri
S_x	Eldeki Örnekten Hesaplanan Standart Sapma Değeri
t	Eşit Olan Gözlemlerin Sayısı
z	Standart Normal Değişken
α	Anlamlılık Düzeyi
μ_x	X Rastgele Değişkeninin Ortalaması
σ_x	Standart Sapma
AGİ	Akım Gözlem İstasyonu
DSİ	Devlet Su İşleri
EİE	Elektrik İşleri Etüt İdaresi
n_i	Veriden Önce Gelen Sayıların Büyük Olanlarının Sayısı
$u(t)$	Mann-Kendall Mertebe Korelasyon Testi Sonucunda Bulunan Fonksiyon
$Var(t)$	Varyans

1. GENEL BİLGİLER

1.1. Giriş

İnsanlar için hayat kaynağı olan su kaynakları yeryüzünde sınırlıdır. Sınırlı sayıdaki bu su kaynaklarının insanların ihtiyaçları düşünüldüğünde kullanma alanları oldukça geniştir. Tarımdan sanayiye enerjiden içme suyuna kadar birçok alanda suya ihtiyaç duyulur. Ayrıca giderek artan dünya nüfusu ve artan ihtiyaçlar mevcut kaynakların kullanımı konusunda ne kadar özenli ve titiz davranılması gerektiğini göstermektedir.

Suyun doğada vazgeçilmez kaynaklardan biri olduğu açıkça ortadadır. Tarih boyunca da insanların suya yakın bölgelerde yaşadığı ve medeniyetlerin burada kurulduğu görülmüştür. Bunun için suyun geçmişteki davranışını inceleyip gelecekteki davranışını tahmin etmek suyun verimli kullanılması açısından önemlidir.

Zamanla yer kürede ve atmosferde meydana gelen değişiklikler meteorolojik ve hidrolojik olayları olumlu veya olumsuz etkilemektedir. Nüfusun hızla artışı, çevrenin kirlenmesi, tabiatın tahrip edilmesi gibi insan kaynaklı etkilerle, karbondioksit, metan, azot ve sera gazlarının atmosfere salınması iklimsel değişimlere neden olmaktadır.

İklimlerdeki bu değişimler, iklimin doğrudan etkili olduğu hidrolojik çevrimi de etkilemektedir. İklim elemanlarından biri olan yağışlardaki değişimler de su kaynaklarını etkilemektedir. Ayrıca sıcaklık ve bağıl nem gibi iklimsel faktörlerinde su kaynakları üzerinde etkisi olduğu tartışılmaz bir gerçektir.

Su kaynaklarında ki azalmalar beraberinde üretilen enerji miktarını, tarım ürünlerinden elde edilecek verimi ve ekolojik dengenin bozulması gibi olumsuz sonuçları doğurmaktadır.

Gelişen dünya ile birlikte meydana gelen enerji ihtiyacı da su kaynaklarının kullanımında bizleri verimli olmaya itmektedir. Dünyada ve ülkemizde üretilen

enerjinin bir kısmı hidrolik enerjiden karşılandığı göz önünde bulundurulursa, suyun enerji açısından önemi de ortadır.

Gelişmekte olan ülkeler arasında yer alan Türkiye'nin enerji ihtiyacı gittikçe artmaktadır. Ekonomideki durgunluklar göz önüne alınmazsa ülkemizde elektrik tüketimi her yıl yaklaşık %8 oranında artmaktadır. Bu ihtiyacı karşılamak için ülkemiz her yıl yeni projeler için milyarlarca dolar ayırmak zorundadır. Dünyada olduğu gibi ülkemizde de enerji çok büyük öneme sahip olduğundan, kendine yeten, sürekli, güvenilir ve ekonomik bir elektrik enerjisine sahip olunması yönünde başta dışa bağımlı olmayan ve yerli bir enerji kaynağı olan hidroelektrik enerjisi olmak üzere bütün alternatifler göz önüne alınmalıdır. Bu nedenle, Türkiye elinde bulundurduğu su potansiyelini enerjiye dönüştürme noktasında hızlı adımlar atmak zorundadır.

Ülkemizin kendi enerjisini üretme konusundaki çalışmalarını her geçen yıl arttırarak devam ettirdiği ortadadır. 2017 yılı verilerine göre Türkiye'de ki kurulu gücün yıllara göre dağılımı ve buna ek olarak hidrolik enerjinin kurulu gücündeki dağılıma bakıldığında hem kendi enerjisini üretme konusunda ki çalışmaları hem de yenilenebilir enerji kaynağı olan hidrolik enerjiye verdiği önem de ortaya çıkmaktadır. Ülkemizde ki hidroelektrik potansiyel göz önüne bulundurulduğunda hidrolik enerjiye verilen önem daha da artacaktır (Süme vd., 2017a).

Akarsu akımlarındaki trendin bilinmesi su kaynaklarının planlanma ve işletmesinde büyük önem taşır. Ortalama ve düşük akımlarla ilgili akarsuya ait hidrolik bilgiler baraj ve haznelerin kapasitesinin hesabında ve baraj işletmesinde, taşkınlarla ilgili bilgiler ile taşkın yapılarının projelendirilmesi ve işletmesinde, düşük akımlarla ilgili bilgiler, su kalitesinin kontrolü ile ilgili problemlerde ve su temini projelerinde gereklidir. Akarsu akımlarında trend bulunması gelecek için verilecek kararları önemli ölçüde etkilemektedir.

Bu çalışmada, hidrolik açıdan önemli bir konuma sahip olan Çoruh Havzası'nın akış ve meteorolojik parametrelerin trend analizi yapılmıştır. Akış trendi ile meteorolojik parametrelerin arasındaki ilişki incelenmiştir.

Çoruh Havzası'nda bulunan 5 farklı akım gözlem istasyonundan alınan Çoruh Nehri'nin yıllık ortalama akım debisi verileri kullanılarak trend analizi yapılmıştır. Analizlerde normalite, lineerlik ve bağımsızlık gibi genellikle tipik yüzey suyu kalitesi, yıllık ortalama debi ve meteorolojik parametreleri (sıcaklık, yağış, bağıl nem vs.) veri setlerinde sağlanamayan temel varsayımların istendiği klasik parametrik testler yerine parametrik olmayan Mann-Kendall testi, Spearman'ın Rho ve Şen Trend Belirleme yöntemi kullanılmıştır. Anlamlı bir trend tespit edildiğinde, Mann-Kendall mertebeye korelasyon testi ile trend başlangıç yılı belirlenmiştir.

Havzada bulunan meteorolojik gözlem istasyonlarından elde edilen yağış, sıcaklık ve bağıl nem verileri üzerinde de Mann-Kendall testi, Spearman'ın Rho ve Trend Belirleme yöntemi uygulanmıştır. Elde edilen sonuçlar birlikte değerlendirilmiştir.

1.2. Literatür Özeti

İncelenen birçok meteorolojik ve hidrolojik olaylardaki değişkenlerin eğilimine yönelik hem Türkiye'de hem de diğer ülkelerde araştırmalar devam etmektedir.

Toros (1993), tüm Türkiye'yi temsil etmek amacıyla 18 farklı meteorolojik gözlem istasyonundan alınan sıcaklık ve yağış verilerine Spearman Rho ve Mann Kendall testini uygulamıştır. Gece sıcaklıklarında trendin belirgin bir şekilde olumlu, yağmur verilerindeki trendin ise sıcaklık kadar belirgin olmadığı görülmüştür.

İçağa ve Harmancıoğlu (1995), su kalitesinin değişiminin trend analizi üzerine literatürde önerilen yaklaşımların uygunluğunu Yeşilırmak örneği üzerinde çalışmıştır. Yeşilırmak Havzasında su kalite örneği alınan 10 farklı istasyona Spearman'ın Rho testi, Mevsimsel Mann-Kendall testi, Mann-Whitney testi ve Kruskal-Wallis' h testini uygulamışlardır ve bazı istasyonlar da anlamlı trendler belirlemişlerdir.

Turkes (1996) Türkiye'deki yıllık yağış miktarlarındaki değişimlerin zamansal ve mekânsal analizini yapmıştır. 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.

Kadioğlu (1997) ilkim parametrelerinden biri olan sıcaklık üzerinde çalışmıştır. Türkiye'nin hava sıcaklığı verilerinin trendini incelemiş, önemsiz artış trendleri bulmuştur. Ayrıca hava sıcaklığı verilerinin trend analizi için yetersiz olduğunu belirtmiştir.

Yılmaz (1999), çalışmasında 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 (EİEİ)'nin işlettiği 9 istasyonuna ait akim verileri analiz etmiştir. Sıcaklığın dışındaki iklimsel verilerde anlamlı eğilimin olmadığı, sıcaklık verilerindeki azalma eğilimleri ise, yerel hava kirleticilerinin ve bölgesel sülfat aerosollerinin yerel soğutma etkileri ile bağlantılı olabileceği belirtmiştir.

Ceylan (1999), çalışmasında, Yeşilirmak havzası sınırları içerisinde bulunan en az 30 yıllık gözlemleri olan DMI, EİEİ ve Devlet Su İşleri (DSİ) kurumlarına ait 24 değişik istasyonun yıllık bazda 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 gözlemlemiş 43 adet iklim serisi analiz etmiştir. 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 etmiştir.

Serrano vd. (1999), 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 1 istasyonda da artan trend tespit etmişlerdir.

Kasif (1999) Yeşilirmak havzasındaki iklim parametrelerini incelemiştir. 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 değiştiğini tespit etmiştir.

Whitfield (2000) Kanada'daki iklim ve hidrolojik parametrelerin değişimi üzerinde çalışmıştır.

Zhang vd. (2001) Kanada'daki akım trendlerini incelemiştir. 243 istasyona ait verilere Mann Kendall testi uygulayarak trend analizi gerçekleştirmişlerdir. Ayrıca çalışmada, veri aralığı için 30 yılın ideal bir süre olduğu ve yıllık ortalama akımdaki azalmanın ortalama sıcaklıktaki artıştan ve yağıştaki azalmadan kaynaklandığını belirtmişlerdir.

Kosif (2001), 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.

Burn ve Elnur (2002), 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.

Bayazıt vd. (2002), Türkiye akarsularının özellikle düşük akımlarında Trakya, Batı, Güney ve Orta bölgelerde anlamlı bir azalma izlendiğini ortaya koymuşlardır. Bu azalma, yıllık ortalama akımlar ve taşkınlarda, daha küçük oranlarda olsa da, mevcut olduğu akımların zaman içinde değişme eğilimi ile ilgili olarak elde edilen bu sonuçların, su yapılarının planlanma ve işletme çalışmalarında göz önünde tutulması gerektiğini ifade etmişlerdir.

Büyükyıldız ve Berktaş (2004), Sakarya Havzası'na ait 25 meteorolojik gözlem istasyonuna ait 1960-2000 periyodundaki aylık toplam yağış verilerine parametrik olmayan Sen'in T, Spearman'ın Rho, Mann-Kendall ve Mevsimsel Mann-Kendall trend testleri uygulamışlar. Trend analizi sonucunda istasyonların yaklaşık %20'si artan, %80'i ise azalan yönde olduğunu tespit etmişlerdir.

Özel (2004), Türkiye'deki 26 havzada aylık ortalama akımlarda trend olup olmadığı araştırmış, 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 metodunu kullanmıştır. 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 etmiştir.

Yıldız vd. (2004) Türkiye nehirlerindeki taşkın, ortalama ve düşük akımların zamana göre değişimlerini incelemiş ve akımlardaki gidisin hidroelektrik santrallerinin enerji üretimlerine etkilerini araştırmışlardır. Bu çalışma sonucunda Türkiye'nin batı, orta ve güney bölgelerindeki akarsuların, özellikle ortalama ve düşük akımlarında (ve bazılarının maksimum akımlarında) anlamlı bir azalma olduğunu ortaya çıkarmışlardır. Diğer bölgelerde ise zamanla artan bir trend olduğunu ortaya koymuşlar, hidroelektrik enerji üretimlerinde ise yine akımlardaki trendlere uygun bir gidisin var olduğunu göstermişlerdir.

Çığızoğlu vd. (2004) tarafından Türkiye nehirlerinin taşkın, ortalama ve düşük akımlarında trend bileşeninin varlığı konusundaki çalışmada Türkiye genelindeki 26 havzanın 24 ündeki 100 civarında akım gözlem istasyonuna ait günlük ortalama akım verilerini incelemişlerdir. 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 olduğunu ortaya çıkarmışlar, diğer bölgelerde ise istatistik anlamda anlamlı bir trendin görülmediğini ifade etmişlerdir.

Akyürek vd. (2004), 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 bazda incelenmiştir. Yıllık ortalama akım verilerinde her iki test için de incelenen 107 istasyonun 31 tanesinde trend bulmuşlar, bu istasyonların bulundukları bölgeler incelendiğinde genel olarak Türkiye’nin batı, orta ve güney bölgelerindeki istasyonlarda trendin azalma yönünde olduğunu, bölgesel analizlerde ise her iki bölgede azalan yönde trend olduğunu ifade etmişlerdir.

Kâhya ve Kalaycı (2004), Türkiye’deki 26 havzada bulunan 83 akım gözlem istasyonundaki aylık ortalama akımlara, Sen’in t, Mann-Kendall, Spearman’ın Rho, ve Mevsimsel Kendal testleri ile trend analizi yapmışlardır ve çalışma sonucunda Türkiye’nin güney ve batı bölgesinde azalan yönde, kuzey bölgesinde ise artan yönde trend belirlemişlerdir.

Yeşilata vd. (2004), 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 karşılaştırarak incelemişler ve baraj sonrasında her iki il için; yılın büyük bir bölümünde, sıcaklık ve nem değerlerinde artış olduğunu gözlemlemişlerdir. İklimsel verilerdeki trendi belirlemek için, baraj gölü sonrası meteorolojik verilere Lineer Regresyon yöntemi uygulanmışlar ve bu artışların bağıl nem ve maksimum sıcaklıklar için küçümsenmeyecek düzeyde olduğunu ve baraj gölü-yöre iklimi ilişkisinin hala dinamik bir şekilde devam ettiği sonucuna varmışlardır.

Gümüş (2006), Türkiye’nin en önemli havzalarından biri olan Fırat Havzasından seçilen istasyonların yıllık ortalama, minimum ve maksimum akımlarının trend analizini yapmış ve çıkan anlamlı trendleri nedenlerini araştırarak birlikte değerlendirmiştir.

Kırdemir (2009), Aşağı Sakarya Havzasındaki akarsuların yıllık ortalama akımlarının trend analizini yaparak nedenleri araştırmıştır. Yıllık ortalama akımlarda 8 adet istasyondan 6 tanesinde azalan yönde anlamlı trendler gözlemlenmiştir. Gözlenen trendlerin nedenleri için iklim ve baraj etkileri incelenmiş, iklim etkilerinden ele alınan sıcaklık, bağıl nem ve toplam yağış parametrelerinden sadece bağıl nem ile arasında anlamlı bir ilişki olduğunu görmüştür.

Niazi vd. (2013), Doğu Azerbaycan da bulunan Ajichay havzasının iklim parametreleri ve su kalitesinin trend analizini yapmış, iklimdeki değişimlerin su akışını etkilediğini tespit etmiştir. Ayrıca hem kurak hemda yağışlı mevsimler de su kalitesinin olumlu yönde trend gösterdiğini belirlemiştir.

Haktanır vd. (2013) Akdeniz'de iki istasyonda kaydedilen maksimum günlük yağış serisinin stokastik analizini yapmışlar, yapılan çalışmalarda en çok üzerinde durulan değişkenlerin sıcaklık, debi ve yağış değişkenleri olduğunu görmüşlerdir.

Sayemuzzaman ve Jhab (2014), ABD'nin Kuzey Carolina eyaletinde bulunan 249 meteorolojik gözlem istasyonundan alınan 1950-2009 yılları arasındaki aylık ve yıllık yağış verilerine trend analizi uygulamışlar, Mann Kendall testi, mevsimsel Mann Kendall testi ve Sen'in T testi uygulanan yağış verilerinde kışın 249 istasyonun 229'unda olumsuz trend görülürken, sonbaharda 202 pozitif trend olduğunu görmüşlerdir.

Çeribaşı ve Doğan (2015), Batı ve Doğu Karadeniz Havzaları ile Sakarya Havzasının yıllık ortalama yağış verilerine trend analizi uygulamışlar, Batı Karadeniz Havzasının yağış verilerinde trende rastlanmazken, Doğu Karadeniz Havzasının yağış verilerinde artan yönde trend olmasına rağmen Sakarya Havzasının yağış verilerinde ise azalan yönde trend gözlemlenmiştir.

Ay ve Kişi (2015), Şen (2012) tarafından önerilen oldukça yeni bir eğilim metodunu, Kızılırmak Havzası'nda ki istasyonlardan alınan aylık akım ve sediment

verilerine uygulamışlar, aynı verilere Mann-Kendall trend testini de uygulayarak çıkan sonuçları tartırmışlardır.

Doğan vd. (2016), Sakarya Nehri üzerinde kurulu olan barajlardan olan Gökçekaya Barajı'nın Sakarya Nehri akımı rejimine olan etkisi üzerine çalışmışlar. Gökçekaya barajının tam kapasite işletmeye alınmasından önce ve sonraki durumlar için nehirdeki akımların değişimi ayrı ayrı incelemişlerdir. Yapılan analizlerde 1953-1971 yılları arası artan trend gözlenirken 1972-2000 yılları arasında trend gözlenmediğini ortaya koymuşlardır. Bu sonuçlarla, Gökçekaya barajının yapılmasından sonra Doğançay istasyonunda yağışlı aylara ait pik debilerin nicelik olarak azaldığını, kurak aylara ait minimum seviyelerin ise arttığını göstermişlerdir.

Nemli (2017), Doğu Karadeniz Bölgesi'ndeki 10 adet meteoroloji istasyonlarına ait standart zamanlarda gözlenen en büyük yağış şiddetlerinin trendini incelemiştir. Bölgede genelde artan yönde trend tespit etmiştir.

Yukarıdaki literatür taramasından da anlaşıldığı gibi, Türkiye'yi kapsayan trend çalışmaları genellikle tüm Türkiye havzalarına odaklanmış ve genel sonuçlar verilmiştir. Sakarya ve Fırat havzası dışında ayrıntılı bir havza çalışılmamıştır. Bu çalışmanın amacı, Türkiye'nin en büyük havzalarında biri olan Çoruh havzasının hidrolik potansiyelinin belirleyen akımının kapsamlı bir trend analizini gerçekleştirmektir. Bu çalışmada Çoruh Havzası için yapılan önceki çalışmalara göre daha kapsamlı bir analiz yapılmıştır.

2. YAPILAN ÇALIŞMALAR

Bir havzada hidrolojik parametrelerin bilinmesi o bölgedeki su kaynaklarının planlaması ve işletilmesinde büyük önem taşımaktadır. Örneğin; baraj ve hazne kapasitelerinin belirlenmesinde ortalama ve düşük akımlardaki hidrolik bilgilerin ve trendin bilinmesi tasarım aşamasında gerekli olmaktadır. Diğer taraftan da taşkın hesaplarında kullanılan yıllık maksimum akımlar taşkın yapılarının tasarımında önemli rol oynamaktadır.

Trend, bir rastgele değişkenin değerlerinde zaman bağılı olarak bir değişimin (azalma/artma) olmasıdır. Trendin incelenmesinde parametrik ya da parametrik olmayan çeşitli istatistik testler kullanılır. Analizler için parametrik olmayan testler tercih edilir. Bunun nedeni, gözlemlerin kısa süreli, kesikli, düzensiz ve çarpık olması gibi olumsuz etkileri ortadan kaldırmaktır.

Bu çalışmada Mann-Kendall, Spearman'ın Rho, Mann-Kendall Mertebe Korelasyon Testi ve Şen Trend Belirleme yöntemi kullanılmıştır.

2.1. Çalışma Alanı

Çoruh havzası, Mescit dağlarında doğup Batum'dan Karadeniz'e dökülen ülkemizin en hızlı akan nehri olan Çoruh Nehri'ni içine alan, Kuzeydoğu Anadolu platosunda bulunan ve yaklaşık 2 milyon hektar alanı kapsayan bir havzadır.

Havzanın, kuzey sınırını Rize Dağlarının yüksek doruk hattı, güney sınırını ise Çoruh-Kelkit sıradağının zirvelerinden çekilen bir hat çizer. Batı sınırını Kelkit Vadisi, doğu sınırını ise Yalnızçam Dağlarının batısı oluşturur.

Genellikle Karadeniz Bölgesinin doğu yöresini teşkil eden Çoruh Havzası, kuzeyde Karadeniz ile güneyde Doğu Anadolu Bölgesi arasındadır. Bu durum Çoruh Havzasına iki ayrı bölgeden farklı bazı özellikler kazandırmıştır veya her iki bölgenin bazı karakterlerinin karışımı sonucu apayrı bir coğrafi bölüm oluşmasına neden

olmuştur. Havzanın coğrafi konumundan dolayı ortaya çıkan bu farklılık, etkisini diğer alanlarda da göstermiştir.

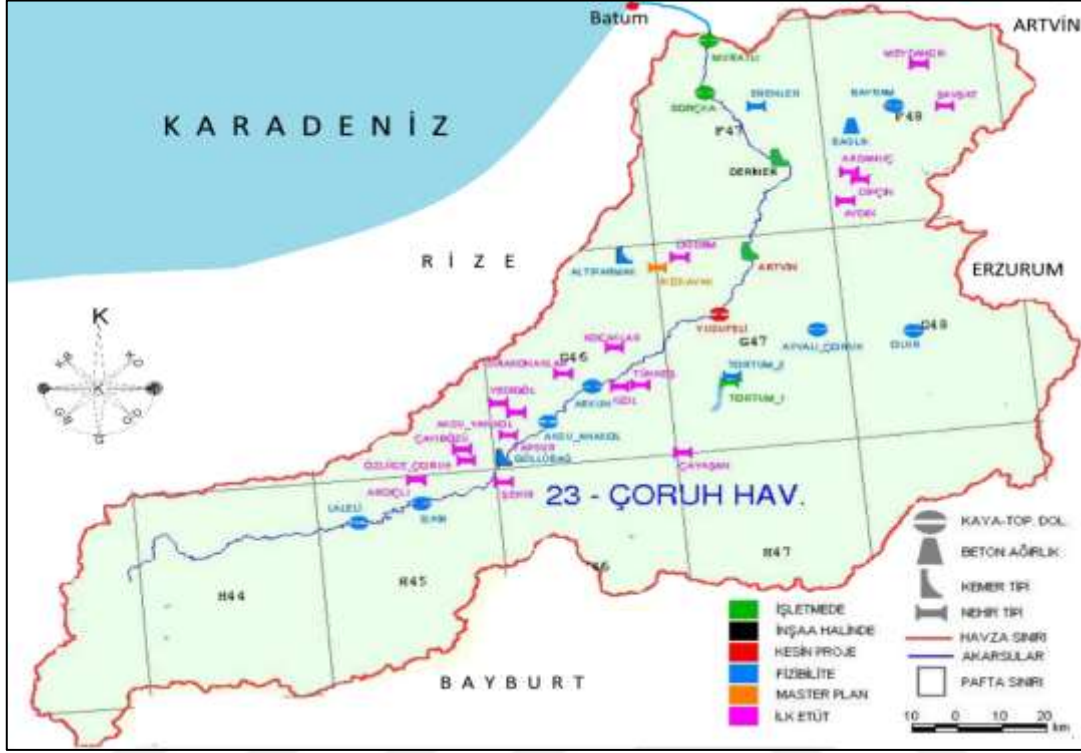
Bölge coğrafyası, tarih öncesi çağlarda insanların yaşaması için gerekli olan tarım alanları, su kaynakları ve bunların oluşturduğu doğal geçitleri bünyesinde barındırmaktadır. Bunun sonucu olarak da Çoruh Havzası, tarih öncesi devirlerden beri yerleşim yeri olamaya sürekli sahne olmuştur. Özellikle Son Kalkolitik ve Tunç Çağı boyunca varlığını sürdüren Karaz kültürünün etkileri, havzanın yukarı kısmında kendini göstermektedir. Havza, tarihi çağlara Hayaşa Krallığı döneminde (M.Ö. II.binin ortası) geçmiştir. Ayrıca bölgedeki zengin maden yatakları, Urartu Devleti' nin dikkatini çekmekte gecikmemiştir. Tarihi çağlar boyunca bölgede pek çok siyasi yapılanmalar görülmüştür (Ünsal, 2006).

Çoruh Nehri yağış alanı içinde; Artvin, Erzurum ve Gümüşhane illerinin büyük bölümü ile Kars ve Erzincan'ın bir bölümü yer alır. Bu illerden Artvin'in iklim karakteristiği, kışların ılık yazların sıcak ve çok yüksek yağışların olmasıdır. Yıllık ortalama sıcaklık 12,3°C olup, yıllık ortalama yağış miktarı 700 mm'dir. Erzurum ilinin iklim karakteristiği, kışlar çok soğuk ve karlı, yazları çok sıcak ve kurak olmasıdır. Yıllık ortalama sıcaklık 5,7°C olup, yıllık ortalama yağış miktarı 433 mm'dir. Bayburt ilinin iklim karakteristiği, Doğu Karadeniz iklimi ile Doğu Anadolu iklimi arasında bir geçiş iklimi vardır. Bu nedenle yazları çok sıcak ve kurak, kışlar soğuk ve yağışlı geçer. Yıllık ortalama sıcaklık 7°C olup, yıllık ortalama yağış miktarı 440 mm'dir (Süme vd., 2017a).

Çoruh Havzasındaki arazi kullanım durumuna bakıldığında, havzanın batı, doğu ve güneyinde genellikle mera alanları çoğunluktadır. Kuzeydoğuya doğru gidildikçe orman alanlarının arttığı, yer yer bahçe ve fundalıkların olduğu görülmektedir (Şentürk, 2008).

Çoruh Havzasının büyük bir bölümü Kahverengi orman topraklarından oluşmaktadır. Havzanın güney kısmında ise daha çok kireçsiz kahverengi toprak yapısı hakimdir. Bölgenin kuzey sınırına yakın kısımlarda ise yüksek dağ çayır toprak yapısı

ve az miktarda alüvyal topraklar ile gri kahverengi toprak yapısı mevcuttur (Şentürk, 2008).



Şekil 1. Çoruh havzasında bulunan enerji yapıları (Süme vd., 2018).

Türkiye'nin yıllık brüt yerüstü su potansiyeli 193 milyar m³, kullanılabilir su potansiyeli ise 112 milyar m³ civarındadır. Çoruh Havzası'nın yıllık su potansiyeli 6,3 milyar m³ olup, ülkemizin kullanılabilir su potansiyelinin %5,6'sına, brüt yerüstü su potansiyelinin ise %3,26'sına denk gelmektedir. Ülkemizde enerji üretiminde kullanılabilir su potansiyelinin yaklaşık %35'i kullanılmaktadır. Çoruh Havzası'nın Devlet Su İşleri tarafından hesaplanan brüt üretim potansiyeli yaklaşık 22601 GWh'dir. Tahmini ekonomik üretim potansiyeli ise 12431 GWh'dir. Havzadaki bu üretim potansiyelinin de yaklaşık %13'ü kullanılabilir gelmektedir. Bu durum Çoruh Havzası'nda enerji yapılarına önem verilmesi gerektiğini göstermektedir (Süme vd., 2017a).

Çoruh Nehri'nin yan kollarında 20'den fazla su kaynağı bulunmaktadır. Yan kollar üzerinde 5 adeti barajlı, 23 adeti regülatörlü olmak üzere toplamda 38 adet hidroelektrik santral yapılması planlanmıştır. Bu santrallerin kurulu güçleri yaklaşık 600 MW'dir. Çoruh Havzası'nın bütünü dikkate aldığımızda, havzadaki kurulu güç

Türkiye’de ki hidrolik kurulu gücün %16,66’sına, mevcut kurulu gücün ise %5,66’sına denk gelmektedir. Üretilen enerji ise Türkiye’de hidrolik enerjiden üretilenin %21.42’sine, mevcut üretilen enerjinin ise %5,27’sine denk gelmektedir (Süme vd., 2017b).

2.2. Kullanılan Veri Setleri ve Gözlem İstasyonları

Rastgele değişkenlik gösteren hidrolojik ve meteorolojik olaylar; insan faktörü, gözlem yöntemi ve veri saklanmasıdaki sistematik hatalar vb. gibi çok sayıda ki dış faktörlerden etkilendiğinden rastgele olma özelliklerini kaybederek, homojenlikleri bozulmaktadır. İstatiksel olarak dengede ve homojen olamayan ve rasgele değişken özelliği göstermeyen veri setlerinde sağlıklı istatistiksel sonuçlar çıkarılamaz (Çetin, 1997).

Herhangi bir veri setinden istatistik analiz yapılabilmesi için gözlenen verilerin;

- Veri setindeki gözlenen değerlerin meydana gelme ihtimallerinin aynı olması gerekir.
- Gözlenen değerlerin meydana gelmelerinin birbirinden bağımsız olması gerekir. Bir değer oluşması kendisinden sonra meydana gelen değeri etkilememelidir. Yani bağımsız olması gerekir.
- Gözlenen değişkenin benzer şartlarda meydana gelmesi ve gözlem yapılması gerekir. Yani homojen olması gerekir.

Bu çalışmada homojenlik testi olarak Run testi kullanılmıştır. Run (Swed-Eisenhart) testi ile incelenecek verinin aynı toplumdan geldiği ve birbirinden bağımsız olduğu kabulü veya tersi şeklindeki iki varsayım kontrol edilebilir. Bu test sonucuna göre veriler aynı toplumdan ve birbirinden bağımsız ise bu serilere basit rastgele seriler denir.

Zaman serisi veriler belirli bir seviyeden kesilerek (bu seviye ortalama değer, orta değer veya en sık değer (mod) alınabilir) serideki her bir değerin bu seviyenin altında veya üstünde olması durumları tespit edilir. Orta değerin altında veya üstünde seyreden verilerden birinden diğerine geçiş sayıları toplamına run sayısı denir. Arzu edilen değer serideki verilerin sürekli olarak orta değerin altında ve üstünde seyretmesidir. Eğer uzun süre altında veya üstünde seyrediyorsa run sayısı küçüktür. Bu tür serilerde homojenlik olmayabilir. Run sayısı Excel yardımıyla hesaplanır.

Test sonucu z , veri sayısı N , run (değişim) sayısı r , orta seviye altında olanlar sayısı N_a , üstte olan değerler sayısı N_u olmak üzere;

$$z = \frac{r - \frac{2 * N_a * N_u}{(N_a + N_u)} + 1}{\sqrt{\frac{2 * N_a * N_u * (2 * N_a * N_u - N)}{N^2 * (N - 1)}}} \quad (1)$$

Elde edilen $Z =$ değeri ± 1.96 arsında ise %95 güven aralığında, ± 2.54 aralığında ise %90 güven aralığında verilerin rastgele (homojen) dağıldığı kabul edilir.

Bu çalışmada kullanılan akım gözlem istasyonu ve meteorolojik gözlem istasyonu verilerine homojenlik testi olan run testi uygulanmıştır. Sonuçlar tabloda verilmiştir.

Tablo 1. Akım gözlem istasyonlarının homojenlik testi için uygulanan Run testinin sonuçları.

AGİ	Run Testi				Homojenlik
	R	N	N _a	Z	
2304	21	46	23	-0,2982	%95 güven aralığında homojendir
2305	15	46	23	-2,0875	%90 güven aralığında homojendir
2315	15	46	23	-2,0875	%90 güven aralığında homojendir
2316	19	46	23	-0,8946	%95 güven aralığında homojendir
2323	18	46	23	-1,1929	%95 güven aralığında homojendir

Aynı şekilde kullanılan meteorolojik gözlem istasyonlarındaki tüm meteorolojik parametrelere (ortalama sıcaklık, toplam yağış ve ortalama nem) Run testi uygulanmıştır. Kullanılan tüm veri setlerinin homojen olduğu tespit edilmiştir.

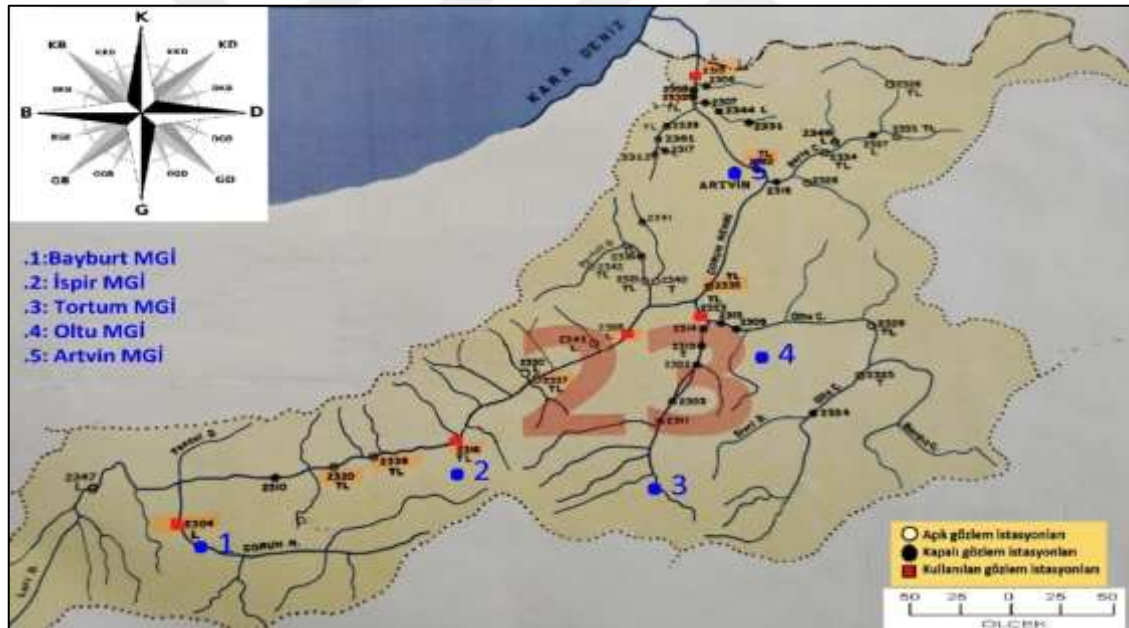
Havzada akım gözlem istasyonları ve meteorolojik gözlem istasyonları seçilirken;

- İstatistik analizlerde kullanılabilecek nicelikte verisi bulunan
- Mümkün olabildiğince dış faktörlerden etkilenmeyecek istasyonların tercih edilmesi
- Havza alanının tamamı hakkında bilgi sahibi olabilmek için havzaya homojen şekilde yayılmış istasyonların tercih edilmesi
- İklim parametrelerinin akım üzerindeki etkisini araştırmak için seçilen meteorolojik gözlem istasyonlarının akım gözlem istasyonlarına yakın olması
- Gözlenen yıllardaki verilerde kesiklik ve düzensizliğin olmaması. Varsa eksik verilerin uygun metotlarla tahmin edilmesi gibi kriterler göz önüne alındı.

Yukarıda ki kriterler göz önüne alınarak havzadan 5 farklı akım gözlem istasyonu ve 5 farklı meteorolojik gözlem istasyonu seçilmiştir.

Tablo 2. Seçilen akım gözlem istasyonları ve bu istasyonlar ile birlikte değerlendirilecek meteorolojik gözlem istasyonlarının özellikleri.

AGİ No	Su ve İstasyon Adı	Aç.Tar.	Kot (m)	Yağış (mm)	Y.Alanı (km²)	MGİ Adı	
						I	II
2304	Çoruh N.- Bayburt	03.09.1941	1545	449	1734,0	Bayburt	
2305	Çoruh N.- Peterek	11.09.1941	654	394	7272,0	İspir	
2315	Çoruh N.- Karşıköy	26.06.1964	57	1244	19654,4	Artvin	
2316	Çoruh N.- İspir Köp.	01.10.1964	1170	488	5505,2	İspir	Tortum
2323	Oltu S.-İşhan Köp.	07.12.1962	572	317	6854,0	Oltu	

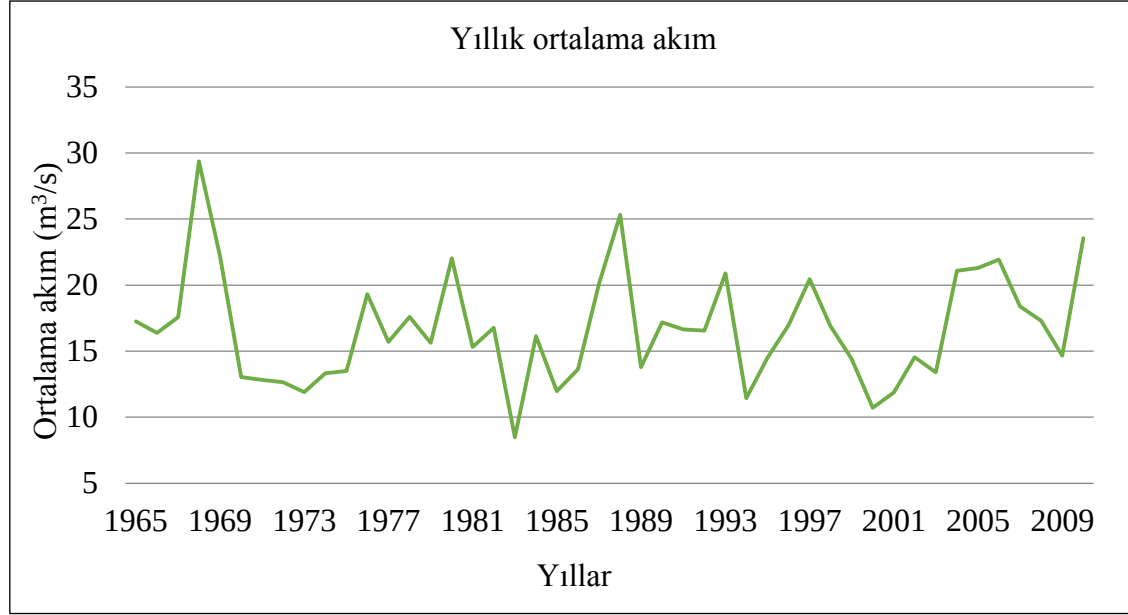


Şekil 2. Çoruh Havza'sından seçilen akım gözlem istasyonları ve meteorolojik gözlem istasyonları.

2.2.1. 2304 No’lu Bayburt Akım Gözlem İstasyonu

03.09.1941 tarihinde EİE tarafından açılan bu istasyon daha sonra EİE'nin kapatılmasıyla DSI'ye devredilmiştir. Bayburt akım gözlem istasyonunun denizden yüksekliği 1545m olup yağış alanı 1734 km²'dir.Bu gözlem istasyonundan 1965 ile

2010 yılları arasındaki akım verileri alınmıştır. Kullanılan veriler DSİ Genel Müdürlüğü'nden temin edilmiştir. Akım istasyonuna ait veri setinde eksik veriler olduğundan bu istasyonla en uygun korelasyona sahip 2305 No'lu Peterek akım gözlem istasyonu arasında Excel yardımıyla lineer regresyon analizi yapılarak eksik veriler tahmin edilmiştir.



Şekil 3. 2304 Bayburt akım gözlem istasyonunun yıllık ortalama akım verileri.

Tablo 3. Bayburt akım gözlem istasyonundan alınan ortalama akım debilerinin istatistiksel analizi.

Aylar	Ortalama (m³/s)	Standart Sapma (m³/s)	Ç. Katsayısı
Ekim	7,58	1,57	0,97
Kasım	6,24	2,01	0,83
Aralık	6,23	1,41	1,11
Ocak	5,44	1,15	0,18
Şubat	5,47	1,21	-0,17
Mart	7,85	2,00	0,55
Nisan	39,33	17,48	1,66
Mayıs	56,30	18,87	0,47
Haziran	30,04	9,25	0,20
Temmuz	13,50	4,15	0,81
Ağustos	13,50	4,14	0,81
Eylül	7,32	1,85	0,60

2304 No'lu Bayburt akım gözlem istasyonundan elde edilen verilerle birlikte trend analizinde kullanılacak meteorolojik parametreleri bu istasyonun yakınında yer alan Bayburt meteorolojik gözlem istasyonundan temin edilmiştir.

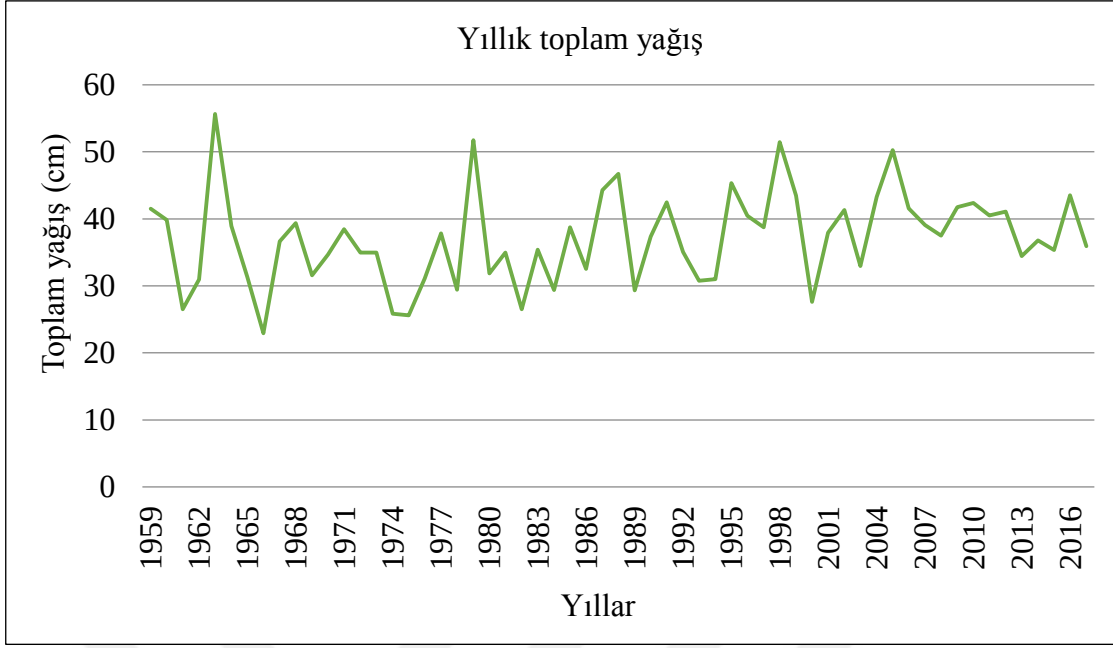
Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nden Bayburt meteorolojik gözlem istasyonu yıllık ortalama sıcaklık, yıllık toplam yağış ve yıllık ortalama bağıl nem verileri alınmıştır.

İlk olarak 1959-2017 yılları arası alınan yıllık ortalama sıcaklık verileri aşağıdaki grafikte gösterilmiştir.



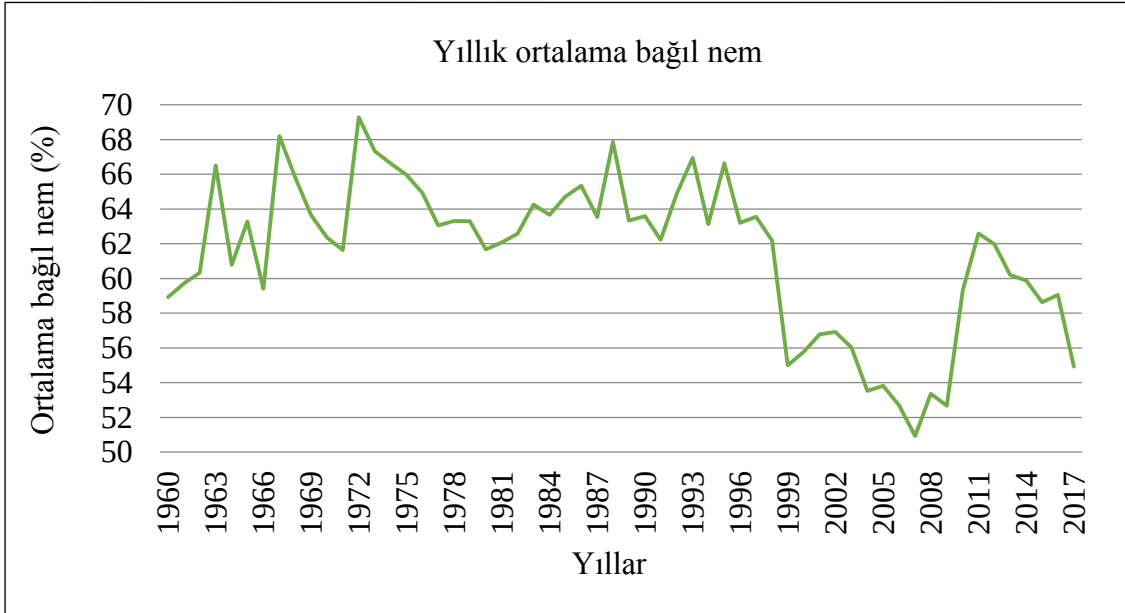
Şekil 4. Bayburt meteorolojik gözlem istasyonundan alınan yıllık ortalama sıcaklık değerlerinin grafiksel gösterimi.

İkinci olarak Bayburt meteorolojik gözlem istasyonundan alınan 1959-2017 yılları arası yıllık toplam yağış verileri aşağıdaki grafikte gösterilmiştir.



Şekil 5. Bayburt meteorolojik gözlem istasyonundan alınan yıllık toplam yağış değerlerinin grafiksel gösterimi.

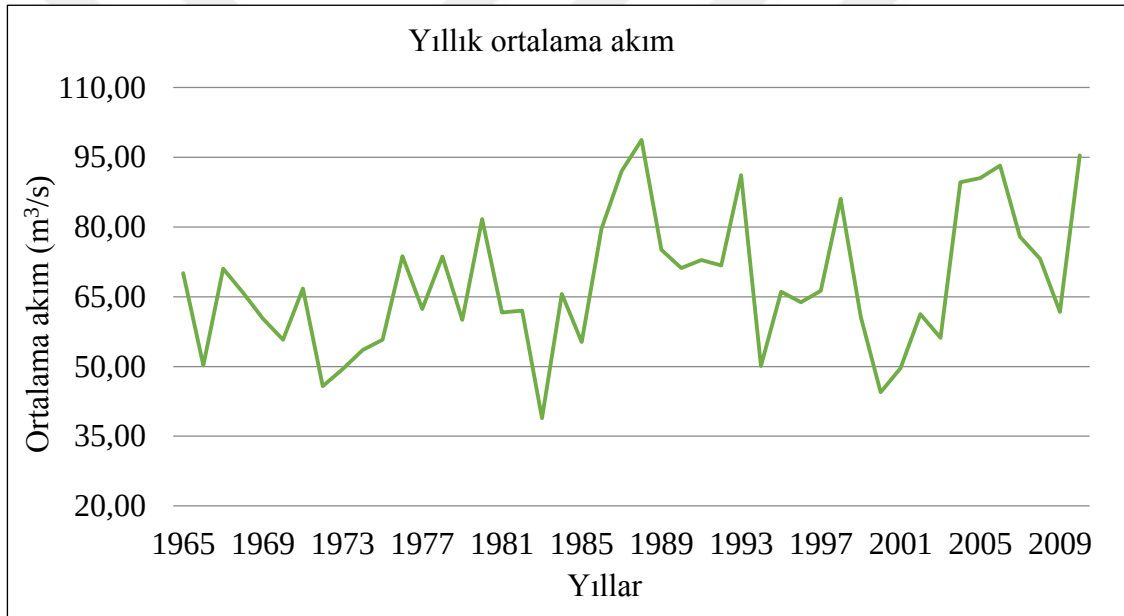
Son olarak Bayburt meteorolojik gözlem istasyonundan alınan 1960-2017 yılları arası yıllık ortalama bağıl nem verileri aşağıdaki grafikte gösterilmiştir.



Şekil 6. Bayburt meteorolojik gözlem istasyonundan alınan yıllık ortalama bağıl nem değerlerinin grafiksel gösterimi.

2.2.2. 2305 No'lu Peterek Akım Gözlem İstasyonu

11.09.1941 tarihinde EİE tarafından açılan bu istasyon daha sonra EİE'nin kapatılmasıyla DSI'ye devredilmiştir. Artvin ilinde Yusufeli ilçesinin 15 km güneyinde Çevreli köyünde bulunan Peterek akım gözlem istasyonunun denizden yüksekliği 654 m olup yağış alanı 7272 km²'dir. Bu gözlem istasyonundan 1965 ile 2010 yılları arasındaki akım verileri alınmıştır. Akım istasyonuna ait veri setinde eksik veri olduğundan bu istasyonla en uygun korelasyona sahip 2316 No'lu İspir Köprü akım gözlem istasyonu arasında Excel yardımıyla lineer regresyon analizi yapılarak eksik veriler tahmin edilmiştir.



Şekil 7. 2305 Peterek akım gözlem istasyonundan alınan yıllık ortalama akım debilerinin grafiksel gösterimi.

Tablo 4. 2305 Peterek akım gözlem istasyonundan alınan ortalama akım debilerinin istatistiksel analizi.

Aylar	Ortalama (m ³ /s)	Standart Sapma (m ³ /s)	Ç. Katsayısı
Ekim	26,70	7,03	1,37
Kasım	30,83	13,09	1,44
Aralık	26,93	8,74	0,63
Ocak	22,79	7,97	0,82
Şubat	25,74	8,70	1,33
Mart	60,02	34,04	0,82
Nisan	167,83	61,82	0,68
Mayıs	217,85	65,94	0,55
Haziran	149,10	49,01	0,34
Temmuz	59,95	21,96	0,69
Ağustos	26,32	8,72	0,50
Eylül	21,92	5,75	1,50

2305 No'lu Peterek akım gözlem istasyonundan elde edilen verilerle birlikte trend analizinde kullanılacak meteorolojik parametreleri de bu istasyonun yakınında yer alan İspir meteorolojik gözlem istasyonundan temin edilmiştir.

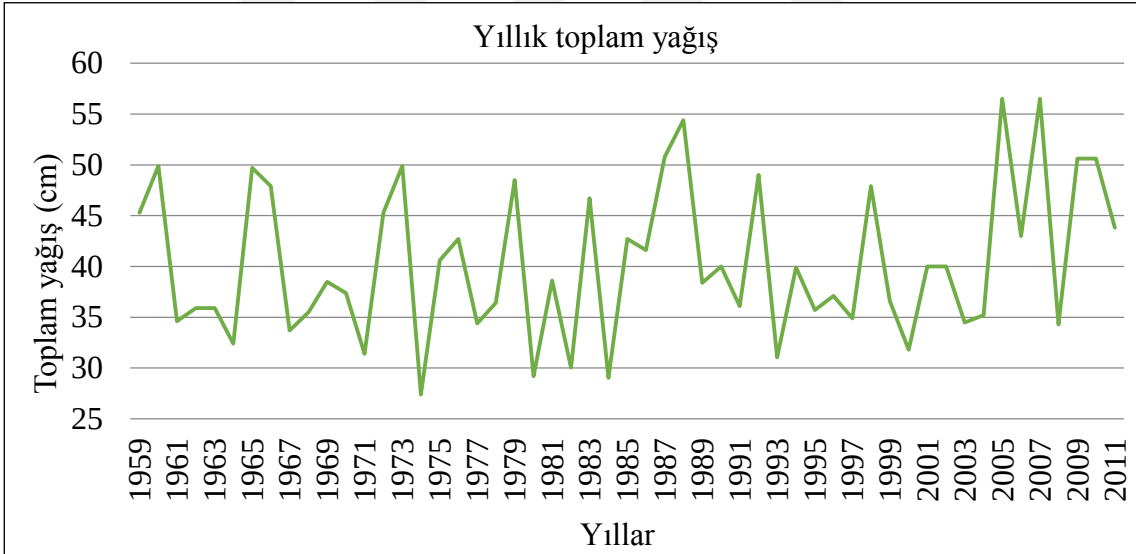
İspir meteorolojik gözlem istasyonundan yıllık ortalama sıcaklık, yıllık toplam yağış ve yıllık ortalama bağıl nem verileri alınmıştır.

İlk olarak 1959-2017 yılları arası alınan yıllık ortalama sıcaklık verileri grafikte gösterilmiştir.



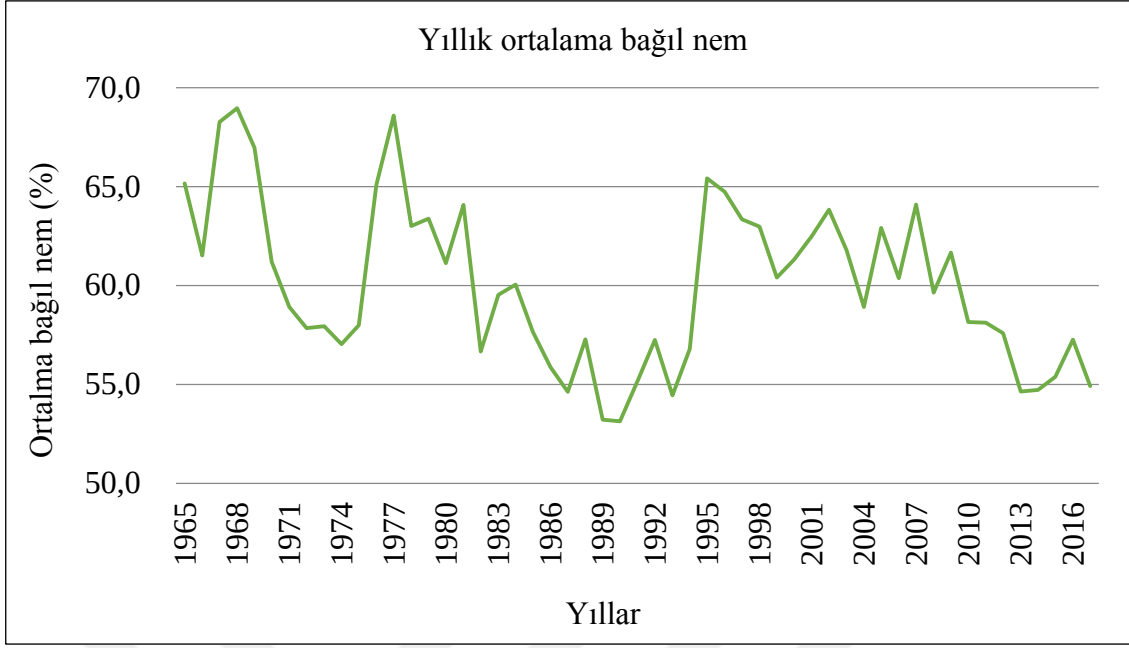
Şekil 8. İspir meteorolojik gözlem istasyonundan alınan yıllık ortalama sıcaklık değerlerinin grafiksel gösterimi.

İkinci olarak 1959-2011 yılları arası alınan yıllık ortalama sıcaklık verileri grafikte gösterilmiştir.



Şekil 9. İspir meteorolojik gözlem istasyonundan alınan yıllık toplama yağış verilerinin grafiksel gösterimi.

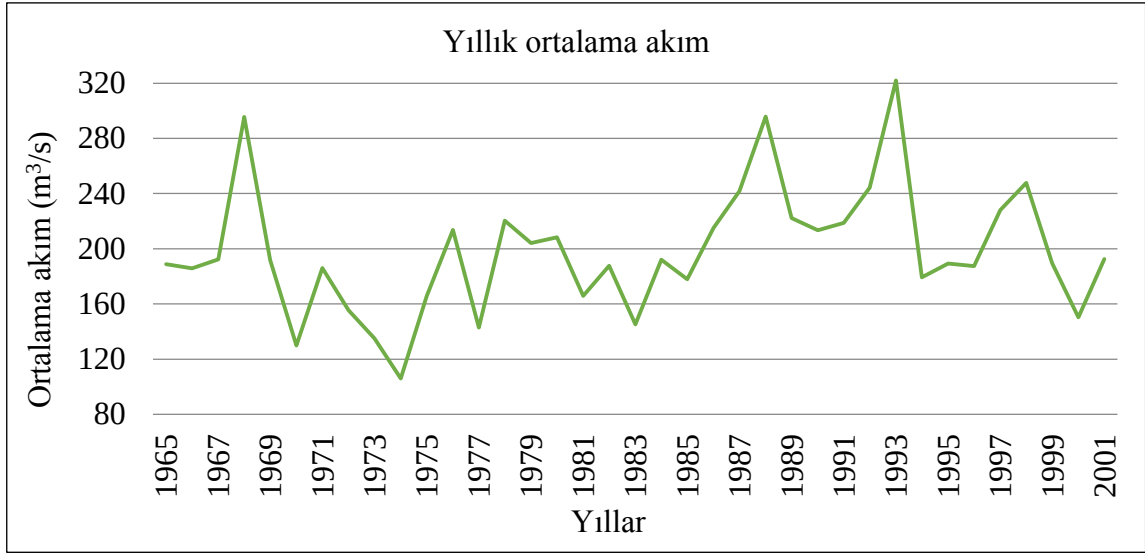
Son olarak 1965-2017 yılları arası alınan yıllık ortalama bağıl nem verileri grafikte gösterilmiştir.



Şekil 10. İspir meteorolojik gözlem istasyonundan alınan yıllık ortalama bağıl nem verilerin grafiksel gösterimi.

2.2.3. 2315 No'lu Karşıköy Akım Gözlem İstasyonu

26.06.1964 tarihinde EİE tarafından açılan bu istasyon daha sonra EİE'nin kapatılmasıyla DSİ'ye devredilmiştir. Karşıköy akım gözlem istasyonunun denizden yüksekliği 57 m olup yağış alanı 19654,4 km²'dir. Bu gözlem istasyonundan 1965 ile 2001 yılları arasındaki akım verileri alınmıştır. Akım istasyonuna ait veri setinde eksik veri olduğundan bu istasyonla en uygun korelasyona sahip 2305 No'lu Peterek akım gözlem istasyonu arasında Excel yardımıyla lineer regresyon analizi yapılarak eksik veriler tahmin edilmiştir.



Şekil 11. 2315 Karşıköy akım gözlem istasyonundan alınan yıllık ortalama akım debilerinin grafiksel gösterimi.

Tablo 5. 2315 Karşıköy akım gözlem istasyonundan alınan yıllık ortalama akım debilerinin istatistiksel analizi.

Aylar	Ortalama (m³/s)	Standart Sapma (m³/s)	Ç. Katsayısı
Ekim	108,64	34,13	0,48
Kasım	120,04	37,08	0,82
Aralık	109,92	33,54	1,14
Ocak	91,22	24,40	1,08
Şubat	102,63	25,72	0,52
Mart	182,89	61,36	1,99
Nisan	487,03	168,93	1,07
Mayıs	610,28	171,57	1,30
Haziran	389,57	124,77	0,82
Temmuz	171,21	59,15	0,88
Ağustos	86,55	27,69	1,10
Eylül	80,42	21,85	0,72

2315 No'lu Karşıköy akım gözlem istasyonundan elde edilen verilerle birlikte trend analizinde kullanılacak meteorolojik parametreleri de bu istasyonun yakınında yer alan Artvin meteorolojik gözlem istasyonundan temin edilmiştir.

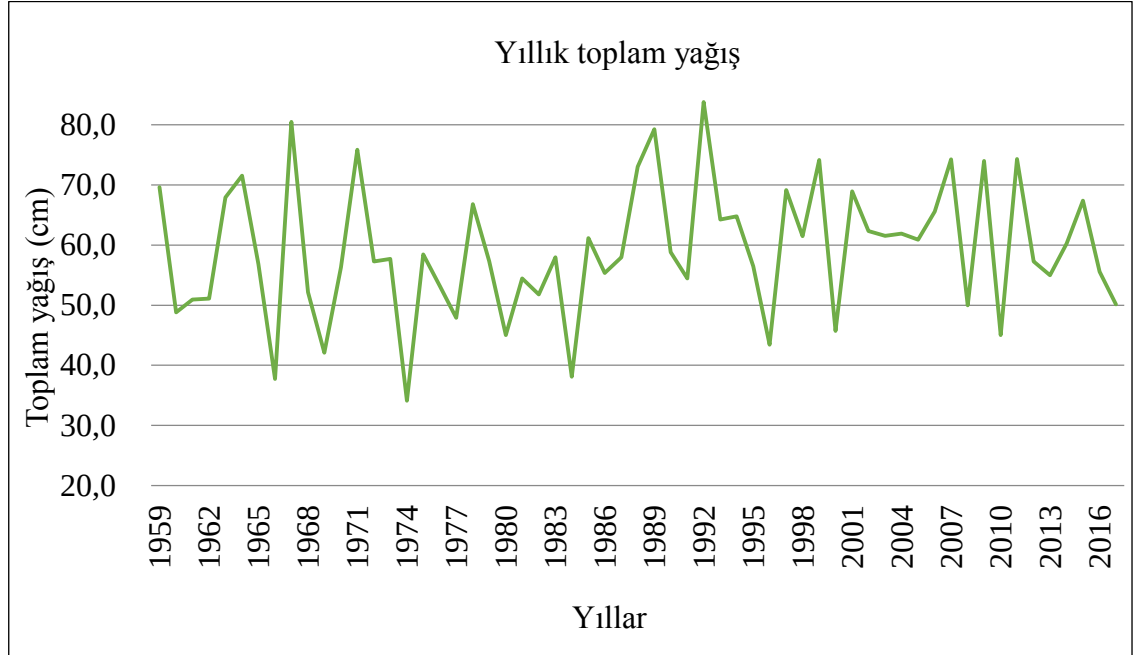
Artvin meteorolojik gözlem istasyonundan yıllık ortalama sıcaklık, yıllık toplam yağış ve yıllık ortalama bağıl nem verileri alınmıştır.

İlk olarak 1959-2017 yılları arası alınan yıllık ortalama sıcaklık verileri grafikte gösterilmiştir.



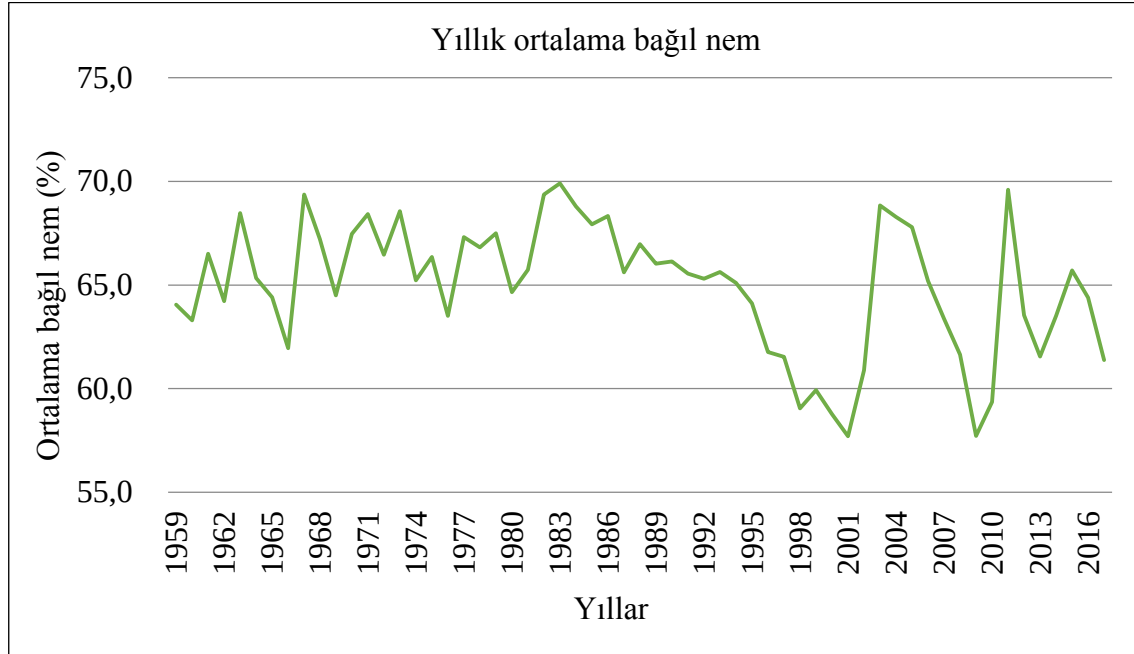
Şekil 12. Artvin meteorolojik gözlem istasyonundan alınan yıllık ortalama sıcaklık verilerinin grafiksel gösterimi.

İkinci olarak 1959-2017 yılları arası alınan yıllık ortalama sıcaklık verileri grafikte gösterilmiştir.



Şekil 13. Artvin meteorolojik gözlem istasyonundan alınan yıllık toplam yağış verilerinin grafiksel gösterimi.

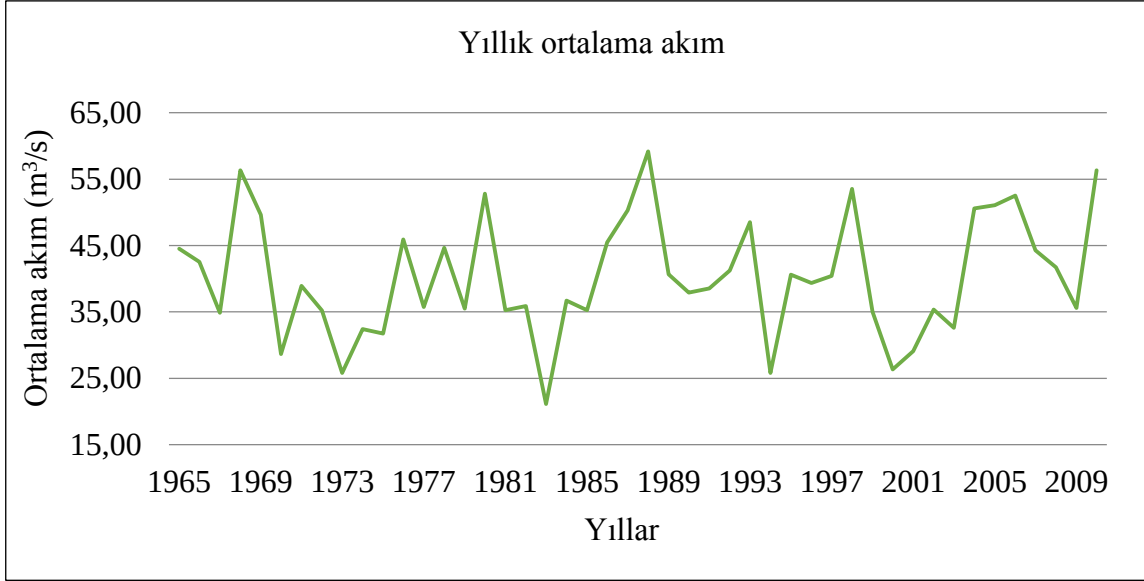
Son olarak 1959-2017 yılları arası alınan yıllık ortalama bağıl nem verileri grafikte gösterilmiştir.



Şekil 14. Artvin meteorolojik gözlem istasyonundan alınan yıllık ortalama bağıl nem verilerinin grafiksel gösterimi.

2.2.4. 2316 No'lu İspir Köprü Akım Gözlem İstasyonu

01.10.1964 tarihinde EİE tarafından açılan bu istasyon daha sonra EİE'nin kapatılmasıyla DSI'ye devredilmiştir. İspir Köprü akım gözlem istasyonunun denizden yüksekliği 1170 m olup yağış alanı 5505,2 km²'dir. Bu gözlem istasyonundan 1965 ile 2010 yılları arasındaki akım verileri alınmıştır. Akım istasyonuna ait veri setinde eksik veri olduğundan bu istasyonla en uygun korelasyona sahip 2305 No'lu Peterek akım gözlem istasyonu arasında Excel yardımıyla lineer regresyon analizi yapılarak tahmin edilmiştir.



Şekil 15. 2316 İspir Köprü akım gözlem istasyonundan alınan yıllık ortalama akım debilerinin grafiksel gösterimi.

Tablo 6. 2316 İspir Köprü akım gözlem istasyonundan alınan yıllık ortalama akım debilerinin istatistiksel analizi.

Aylar	Ortalama (m³/s)	Standart Sapma (m³/s)	Ç. Katsayısı
Ekim	15,21	3,73	1,58
Kasım	17,75	7,59	2,52
Aralık	15,37	4,94	2,32
Ocak	12,92	2,58	1,24
Şubat	13,67	3,43	1,39
Mart	30,98	11,22	0,62
Nisan	107,73	38,74	0,99
Mayıs	137,81	39,30	-0,08
Haziran	77,15	25,60	0,33
Temmuz	26,29	8,87	0,65
Ağustos	13,47	3,44	0,53
Eylül	12,04	3,03	1,09

2316 No'lu İspir Köprü akım gözlem istasyonundan elde edilen verilerle birlikte trend analizinde kullanılacak meteorolojik parametreleri de bu istasyonun yakınında yer alan İspir ve Tortum meteorolojik gözlem istasyonlarından temin edilmiştir.

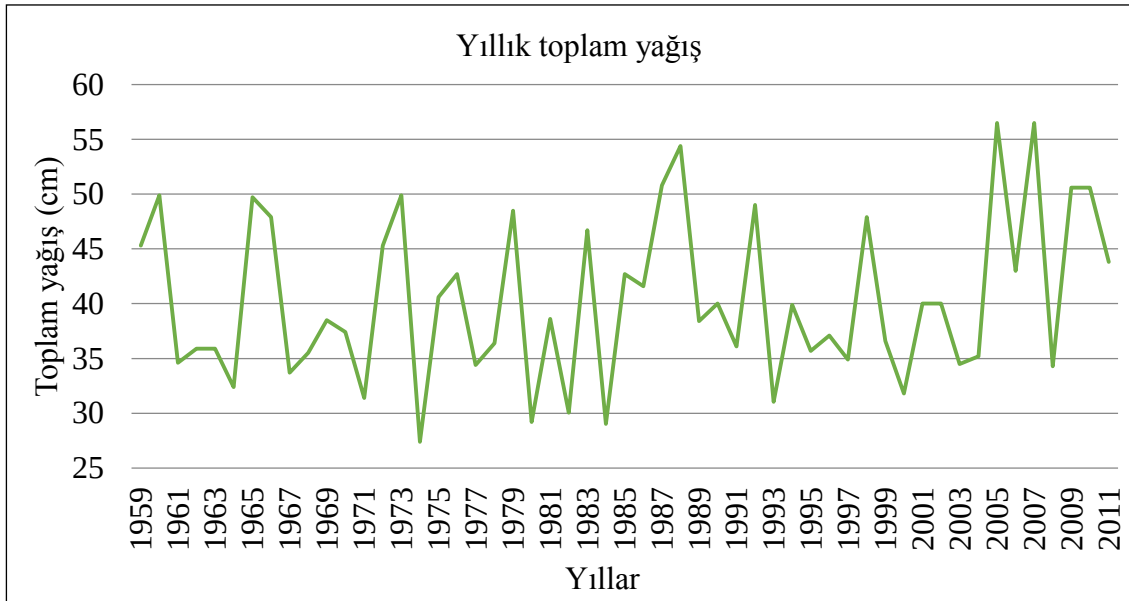
İspir meteorolojik gözlem istasyonundan yıllık ortalama sıcaklık, yıllık toplam yağış ve yıllık ortalama bağıl nem verileri alınmıştır.

İlk olarak 1959-2017 yılları arası alınan yıllık ortalama sıcaklık verileri grafikte gösterilmiştir.



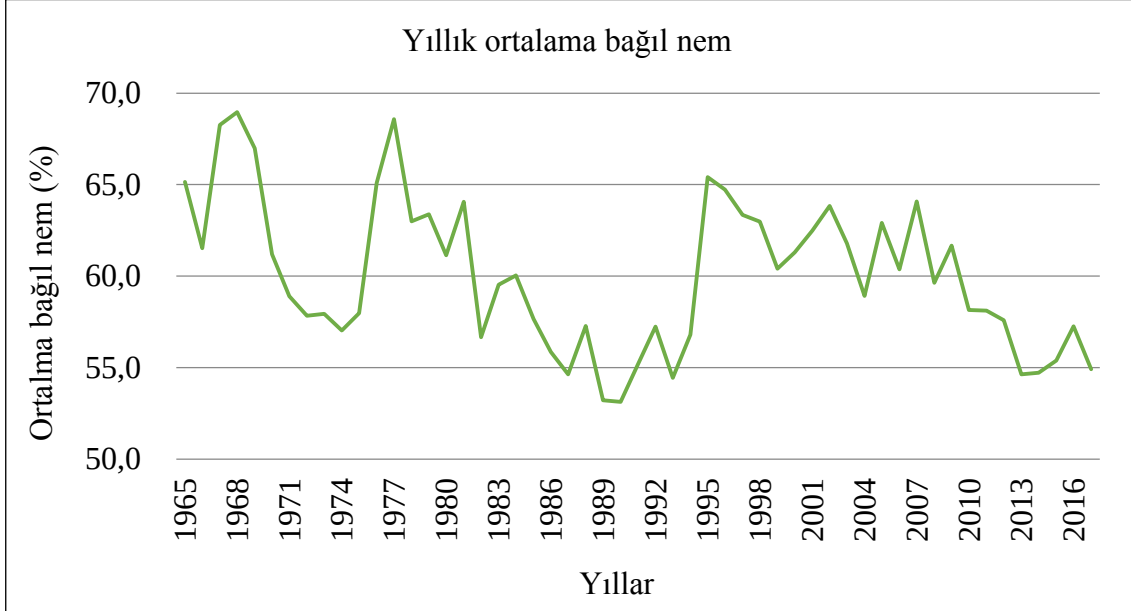
Şekil 16. İspir meteorolojik gözlem istasyonundan alınan yıllık ortalama sıcaklık değerlerinin grafiksel gösterimi.

İkinci olarak 1959-2011 yılları arası alınan yıllık toplam yağış verileri grafikte gösterilmiştir.



Şekil 17. İspir meteorolojik gözlem istasyonundan alınan yıllık toplama yağış verilerinin grafiksel gösterimi.

Son olarak 1965-2017 yılları arası alınan yıllık ortalama bağıl nem verileri grafikte gösterilmiştir.



Şekil 18. İspir meteorolojik gözlem istasyonundan alınan yıllık ortalama bağıl nem verilerin grafiksel gösterimi.

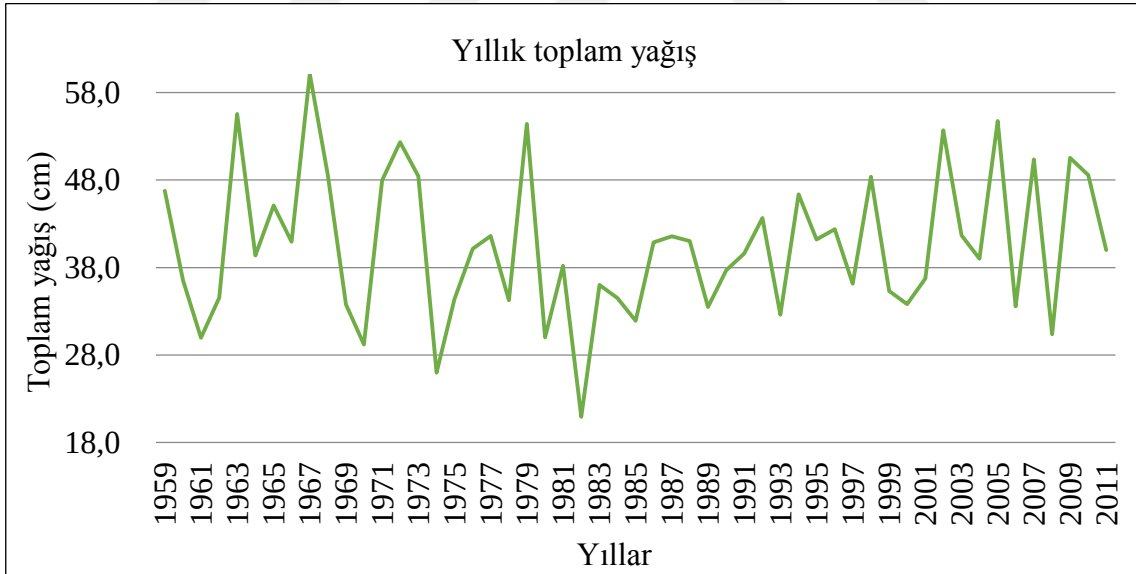
Tortum meteorolojik gözlem istasyonundan yıllık ortalama sıcaklık, yıllık toplam yağış ve yıllık ortalama bağıl nem verileri alınmıştır.

İlk olarak 1959-2017 yılları arası alınan yıllık ortalama sıcaklık verileri grafikte gösterilmiştir.



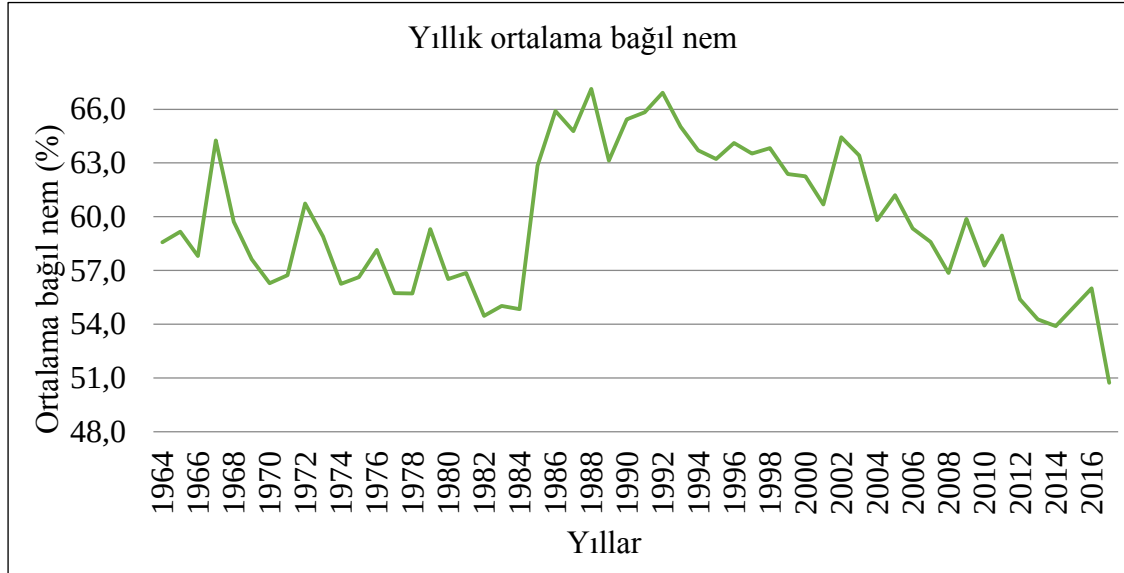
Şekil 19. Tortum meteorolojik gözlem istasyonundan alınan yıllık ortalama sıcaklık değerlerinin grafiksel gösterimi.

İkinci olarak 1959-2011 yılları arası alınan yıllık toplam yağış verileri grafikte gösterilmiştir.



Şekil 20. Tortum meteorolojik gözlem istasyonundan alınan yıllık toplam yağış değerlerinin grafiksel gösterimi.

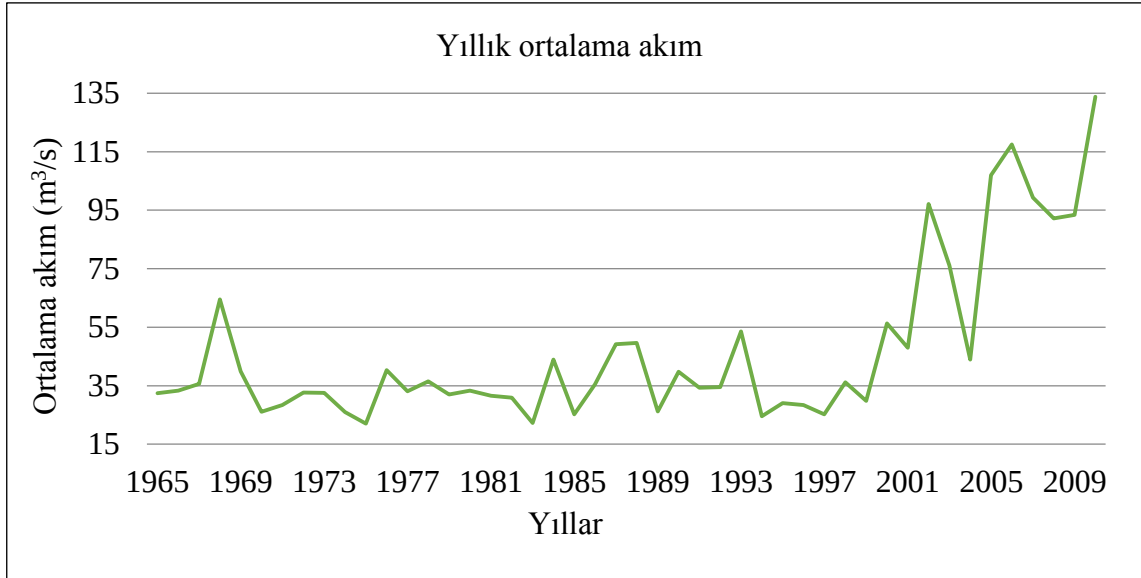
Son olarak 1965-2017 yılları arası alınan yıllık ortalama bağıl nem verileri grafikte gösterilmiştir.



Şekil 21. Tortum meteorolojik gözlem istasyonundan alınan yıllık ortalama bağıl nem değerlerinin grafiksel gösterimi.

2.2.5. 2323 No'lu İshan Köprü Akım Gözlem İstasyonu

07.12.1962 tarihinde EİE tarafından açılan bu istasyon daha sonra EİE'nin kapatılmasıyla DSI'ye devredilmiştir. İshan Köprü akım gözlem istasyonunun denizden yüksekliği 572 m olup yağış alanı 6854 km²'dir. Bu gözlem istasyonundan 1965 ile 2010 yılları arasındaki akım verileri alınmıştır. Akım istasyonuna ait veri setinde eksik veri olduğundan bu istasyonla en uygun korelasyona sahip 2315 No'lu Karşıköy akım gözlem istasyonu arasında Excel yardımıyla lineer regresyon analizi yapılarak tahmin edilmiştir.



Şekil 22. 2323 İspir Köprü akım gözlem istasyonundan alınan yıllık ortalama akım debilerinin grafiksel gösterimi.

Tablo 7. 2323 İspir Köprü akım gözlem istasyonundan alınan yıllık ortalama akım debilerinin istatistiksel analizi.

Aylar	Ortalama (m³/s)	Standart Sapma (m³/s)	Ç. Katsayısı
Ekim	24,42	14,44	1,68
Kasım	25,69	17,64	2,39
Aralık	23,34	13,61	1,72
Ocak	22,04	13,96	1,74
Şubat	21,86	13,87	1,91
Mart	33,94	33,50	3,35
Nisan	97,86	67,47	1,63
Mayıs	157,57	102,67	1,49
Haziran	80,28	47,64	1,48
Temmuz	38,27	28,45	1,60
Ağustos	23,55	17,72	1,91
Eylül	21,09	13,35	1,90

2323 No'lu İshan Köprü akım gözlem istasyonundan elde edilen verilerle birlikte trend analizinde kullanılacak meteorolojik parametreleri de bu istasyonun yakınında yer alan Oltu meteorolojik gözlem istasyonundan temin edilmiştir.

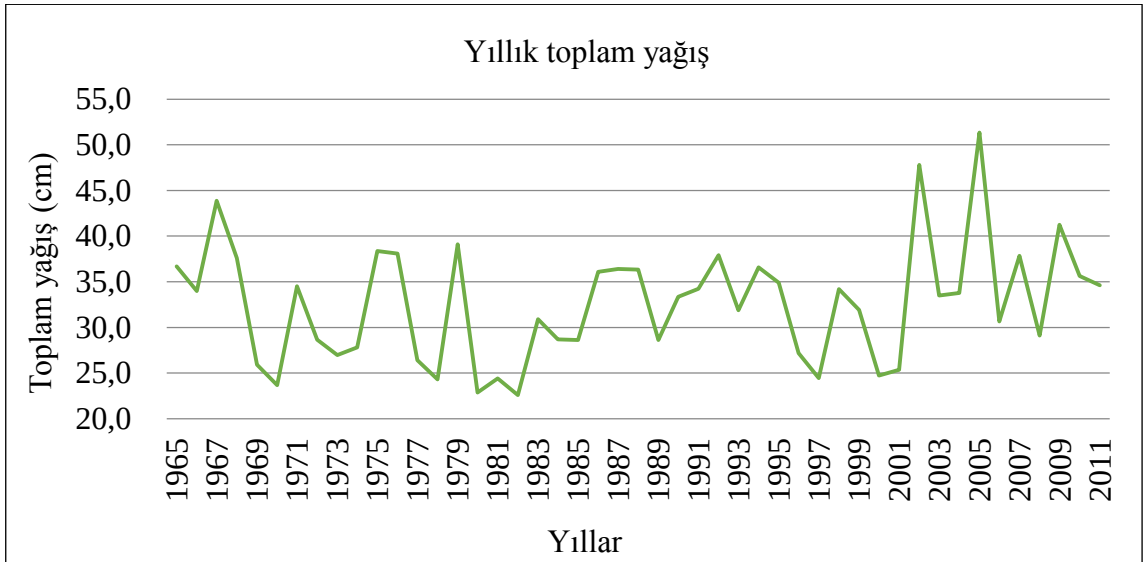
Oltu meteorolojik gözlem istasyonundan yıllık ortalama sıcaklık, yıllık toplam yağış ve yıllık ortalama bağıl nem verileri alınmıştır.

İlk olarak 1965-2017 yılları arası alınan yıllık ortalama sıcaklık verileri grafikte gösterilmiştir.



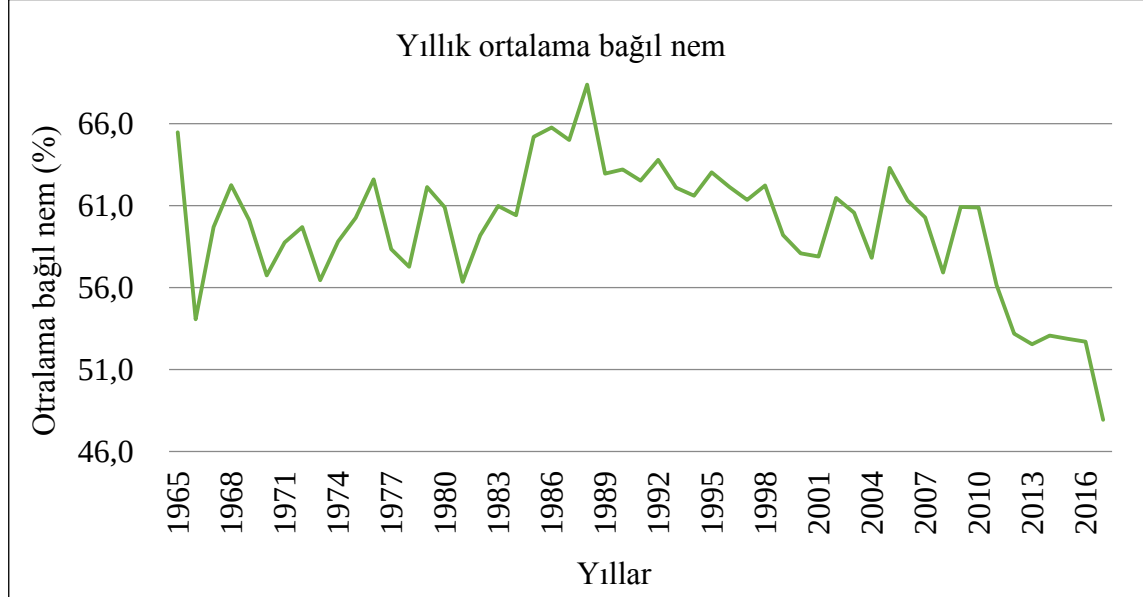
Şekil 23. Oltu meteorolojik gözlem istasyonundan alınan yıllık ortalama sıcaklık değerlerinin grafiksel gösterimi.

İkinci olarak 1959-2011 yılları arası alınan yıllık toplam yağış verileri aşağıdaki grafikte gösterilmiştir.



Şekil 24. Oltu meteorolojik gözlem istasyonundan alınan yıllık toplam yağış değerlerinin grafiksel gösterimi.

Son olarak 1965-2017 yılları arası alınan yıllık ortalama bağıl nem verileri grafikte gösterilmiştir.



Şekil 25. Oltu meteorolojik gözlem istasyonundan alınan yıllık ortalama bağıl nem değerlerinin grafiksel gösterimi.

2.3. Eksik Verilerin Tahmininde Kullanılan Lineer Regresyon Yöntemi

Su kaynaklarının yönetiminde hidrolojik verilerin öneminden çoğu kez bahsedilmiştir. Hidrolojik veri setlerinin varlığıyla birlikte bu setlerde ki verilerinde düzenli ve eksiksiz olması çok önemlidir. Ancak pek çok arazi çalışmalarında elde edilen verilerin gözlem değerlerinde eksiklikler olduğu aşikârdır. Bununla birlikte özel olarak da veri almaya yönelik yapılan çalışmalarda aksaklıklar (iklimsel zorluklar, ölçüm cihazındaki problemler ve en önemlisi insan faktörü) eksik veri olmasının nedenlerindendir (Göncü, 2011).

Verilerdeki düzensizlik istenmeyen bir durum olduğundan hidrolojik verilerin gözlemi ve tahmini son derece önemlidir. Eksik (kayıp) verilerin tahmininde interpolasyon, regresyon analizi, zaman serisi analizi, yapay sinir ağları ve hidrolojik modeller gibi birçok metot kullanılmaktadır. Kayıp veriler istatistik programlarında bulunan algoritmalar kullanılarak bulunduğu gibi çeşitli ampirik formülleri kullanılarak

benzer havza özelliklerine sahip akım gözlem istasyonu verileri de tahmin edilir (Bakış ve Göncü, 2015).

Bu çalışmada kullanılan akım ve meteorolojik gözlem istasyonlarında ölçüm yapılamayan yıllar belirlenerek, basit(lineer) regresyon analizi ile istasyonların birbirleriyle olan akım ilişkisinin matematiksel bağıntıları bulunmuştur. Bu matematiksel bağıntılar kullanılarak, ölçüm yapılamayan yıllara ait eksik akım verileri, her bir AGİ ve MGİ için ayrı ayrı hesaplanmıştır.

Lineer regresyon analizi için Microsoft Excel 2010 programındaki veri analizi modülünden yararlanılmıştır. İki ya da daha çok değişken arasındaki bir ilişki olup olmadığını ve ilişki varsa bu ilişkinin yönü ve gücünü belirlemek amacıyla regresyon-korelasyon analizleri yapılmaktadır. Korelasyon sonucu bulunan korelasyon katsayısının 1 değerine yakın olması, yapılan analizin sağlıklı olduğu ve istasyon arasındaki hidrolojik ilişkinin oldukça kuvvetli olduğunun bir göstergesidir. Korelasyon katsayısının hesaplanması için aşağıdaki denklemden faydalanılmaktadır.

$$r_x = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x}) * (y_i - \bar{y})}{\sqrt{\left(\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \right) * \left(\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2 \right)}} \quad (2)$$

Burada; r_{xy} , x ve y olarak adlandırılan 2 akım ölçüm istasyonuna ait korelasyon katsayısını, x_i ve y_i değerleri incelenen akım gözlem istasyonlarına ait aynı dönemde ölçülmüş olunan akım verilerini, $\bar{x}$ ve $\bar{y}$ değerleri ise akım gözlem istasyonlarına ait akım verilerinin ortalama değerlerini ifade etmektedir.

Akım gözlem istasyonları arasındaki korelasyonlar tabloda verilmiştir. Korelasyon katsayısı değerleri incelendiğinde, iki istasyon arasındaki yüksek ilişki (korelasyon katsayısının mutlak değeri 1'e yakın olanlar) gösterilmiştir. Korelasyon hesabının yapılabilmesi için incelenen akım gözlem istasyonlarının aynı tarihte ölçüm verisine sahip olması gerekmektedir.

Tablo 8. Akım gözlem istasyonları arasındaki korelasyon katsayıları.

İstasyonlar	2323	2315	2304	2305	2316
2323	1				
2315	0,8121	1			
2304	0,7955	0,8162	1		
2305	0,8090	0,8834	0,8887	1	
2316	0,7071	0,8192	0,8820	0,9593	1

Elde edilen korelasyon katsayıları kullanılarak birbiriyle ilişkili istasyonlar arasında lineer regresyon analizi yapılarak eksik yıllardaki veriler tahmin edilmiştir.

2.4. İki Değişken Arasındaki İlişki (Korelasyon)

Hidrolojik verilerin istatistiksel analizlerinde genelde diğer değişkenlerden bağımsız bir şekilde ortaya çıktığı kabul edilir. Halbuki hidrolojik ve meteorolojik değişkenler birbirleriyle ilişki içerisindedirler. Yani her hidrolojik olayın değişkeninde meteorolojik faktörlerinde az ya da çok katkısı bulunmaktadır. Örneğin; yeryüzündeki toprak ve su yüzeylerinden atmosfere su transferi olarak bilinen buharlaşma olayına etki eden en önemli atmosferik faktörlerden biri radyasyondur. Ayrıca havanın nemi arttıkça daha fazla buhar alma durumu ortadan kalkacağından buharlaşma hızı da düşer. Bu gibi birbirini etkileyen faktörlerin ortak değerlendirilmesi gerekmektedir (Şen, 2002).

Korelasyon analizi, iki değişkenden birinin değeri arttığında diğer değişkenin değerinin de arttığı veya eksildiği ya da bunların tamamen birbirinden bağımsız olduğunu test etmek için ve varsa ilişkinin derecesini ölçmek için kullanılan bir yöntemdir.

Korelasyon katsayısının yorumlanmasında dikkat edeceğimiz nokta neden-sonuç ilişkisi kurmamaktır. Korelasyon hesabında elde edilen sonuç, karşılıklı bir ilişkinin sonucudur.

Akıma etki eden meteorolojik parametreleri incelerken korelasyon analizinden faydalanıldı. Parametrik testlere uygulanan Pearson Korelasyonu kullanılmıştır.

X ve Y değişkenleri için n elemanlı (x_i, y_i) çiftlerinden oluşan örnekten r_p korelasyon

katsayısı;

$$r_p = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n \frac{(x_i - \bar{x}) * (y_i - \bar{y})}{s_x * s_y} \quad (3)$$

şeklinde hesaplanır.

r_p 'nin değeri -1 ile 1 arasında değişebilir. Mutlak değerin 1 olması iki değişken arasında fonksiyonel bir ilişki bulunduğunu, 0 olması ise değişkenlerin bağımsız olduğunu gösterir. r_p 'nin mutlak değeri 0'dan 1'e doğru büyüdükçe ilişki kuvvetlenir. r_p 'nin eksi işaretli olması değişkenlerden birinin artmasıyla diğ erinin azaldığını gösterir.

Tablo 9. İki değişken arasındaki ilişkinin Pearson korelasyon testine göre ifadesi.

r_p	İlişki
0,00-0,25	Çok Zayıf
0,26-0,49	Zayıf
0,50-0,69	Orta
0,70-0,89	Yüksek
0,90-1,00	Çok Yüksek

Hesaplanan r_p değerinin sıfırdan anlamlı derecede farklı olup olmadığını kontrol etmek için t test istatistiği aşağıdaki denklem ile hesaplanır.

$$t = \frac{r\sqrt{n-2}}{\sqrt{1-r^2}} \quad (4)$$

Bu şekilde hesaplanan t'nin mutlak değeri t dağılım (student) tablosundan seçilen α anlamlılık düzeyine karşı gelen n-2 serbestlik düzeyindeki $t_{\alpha/2}$ değerinden küçükse sıfır hipotezi (H_0) kabul edilir ve incelenen seriler arasında korelasyon olmadığı sonucuna varılır. Eğer büyükse korelasyon olduğu sonucuna varılmaktadır.

Bu çalışmada Pearson korelasyon katsayısı SPSS isimli istatistik programı ile hesaplanmıştır. Pearson korelasyonu kullanarak bir sıfır hipotez test edilmiştir. Korelasyonda test edilen sıfır hipotezi (H_0) eğer p-değeri 0,05'ten küçük ise sıfır hipotezi reddedilir ve değişkenler arasında ilişki olduğu sonucuna varılır. Aksi halde p-değeri 0,05'ten büyükse sıfır hipotezi kabul edilir ve değişkenler arasında ilişki yok sonucuna varılır.

2.5. Trend Analizi

2.5.1. Mann-Kendall Testi

Mann Kendall testi kullanılan verilerin dağılımından bağımsız olan non-parametrik bir testtir. Testin uygulanması şu şekilde olmaktadır;

- İlk olarak zaman serisi serisi $x_1, x_2, \dots, x_n$ de x_i ve x_j çiftleri olarak iki gruba ayrılır.
- $i < j$ için $x_i < x_j$ olan çiftlerin sayısı P ve $x_i > x_j$ olan çiftlerin sayısı M ile gösterilir.
- Test istatistiği olan $S=P-M$ şeklinde hesaplanır.
- Kendall korelasyon katsayısı:

$$\tau = \frac{S}{\left[\frac{n(n-1)}{2} \right]} \quad (5)$$

- $n \geq 10$ için

$$\sigma_s = \sqrt{n(n-1)(2n+5)/18} \quad (6)$$

olarak hesaplanır.

- Eğer örnekte birbirine eşit olan gözlemler varsa (σ_s), aşağıdaki bağıntı ile hesaplanır.

$$\sigma_s = \sqrt{\left[n(n-1)(2n+5) - \sum_i t_i(t_i-1)(2t_i+5) \right] / 18} \quad (7)$$

Burada t_i değeri eşit olan gözlemlerin sayısını göstermektedir. Örnek olarak 4 gözlem aynı değeri taşıyorsa t_i değeri 4 olarak alınır.

$$Z = \begin{cases} (S-1)/\sigma_s & S > 0 \\ 0 & S = 0 \\ (S-1)/\sigma_s & S < 0 \end{cases} \quad (8)$$

kullanılarak Z değeri hesaplanır.

Şekilde hesaplanan Z'nin mutlak değeri seçilen α anlamlılık düzeyine karşı gelen normal dağılımın $Z_{\alpha/2}$ değerinden küçükse sıfır hipotezi (H_0) 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 bu test çok kullanışlıdır.

2.5.2. 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. 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 bağıntı ile hesaplanır

$$r_s = 1 - 6 \frac{\left[\sum_{i=1}^n (R(x_i) - i)^2 \right]}{(n^3 - n)} \quad (9)$$

Burada, $n > 30$ için r_s dağılımı normale yaklaşacağından normal dağılım tabloları kullanılır. (İçağa, 1994). Bunun için r_s ' nin test istatistiği (Z), aşağıdaki denklemden hesaplanır.

$$Z = r_s \sqrt{n-1} \quad (10)$$

Eğer Z değeri, α önem seviyesinde standart normal dağılım tablolarından tespit edilen $Z_{\alpha/2}$ değerinden büyük ise, H_0 hipotezi reddedilerek, belirli bir trendin olduğu sonucuna varılır.

2.5.3. Mann-Kendall Mertebe Korelasyon Testi

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

Hidro-meteorolojik 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. Bu tam sayıların ardışık toplamlarını, t_i ile gösterirsek yöntemi sınamak için gerekli büyüklük olan (t), aşağıdaki bağıntı ile hesaplanır;

$$t = \sum_{i=1}^n n_i \quad (11)$$

Bunun ortalaması $E(t)$:

$$E(t) = \frac{n(n-1)}{4} \quad (12)$$

Varyansı $\text{var}(t)$ ise :

$$\text{var}(t) = \frac{n(n-1)(2n+5)}{72} \quad (13)$$

şeklinde bulunur. $U(t)$ fonksiyonu ise aşağıdaki gibi belirlenir.

$$u(t) = \frac{t - E(t)}{\sqrt{\text{var } t}} \quad (14)$$

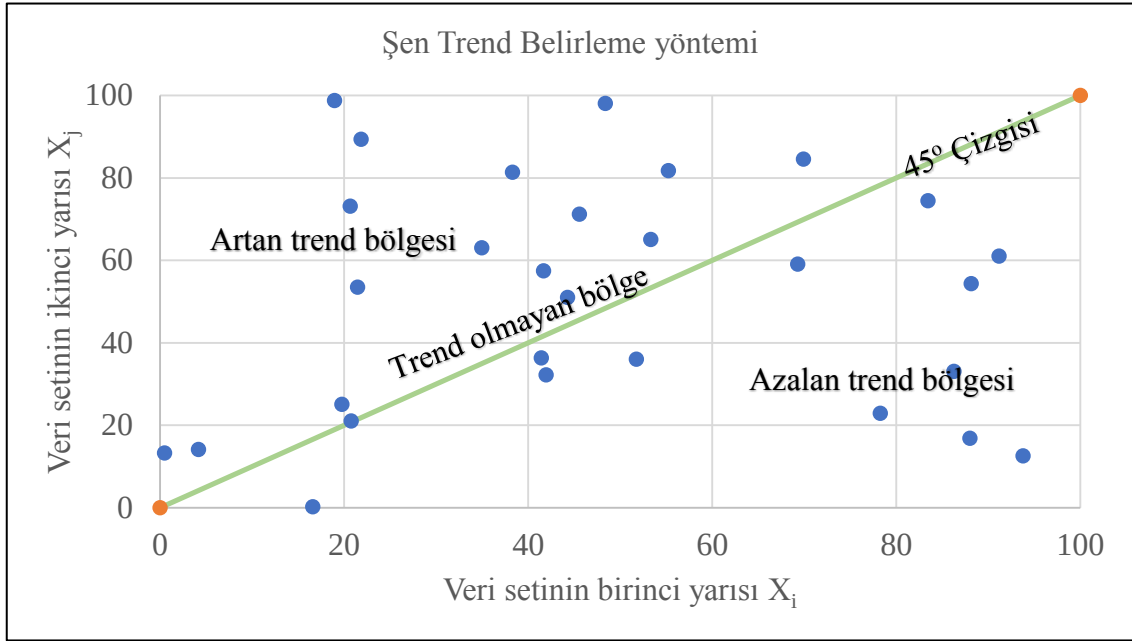
Zamanla bir değişim yok varsayımı, $u(t)$ 'nin sıfıra yakın değerleri ile ifade edilirken $u(t)$ 'nin büyük değerleri bir değişiminin olduğunu gösterir. $u(t)$ 'nin ± 1.96 'ya ulaşması trendin önemlilik seviyesinin % 95'lere ulaştığını gösterir. $u'(t)$ ise seri içinde geri yönde $u(t)$ 'ye benzer şekilde hesaplanır. Grafikselsel olarak $u(t)$ ve $u'(t)$, değişimin başladığı yer ile kuvvetini gösterirler. $U(t)$ ile $u'(t)$ 'nin grafikselsel olarak kesiştikleri nokta trendin başladığı zamanı gösterir.

2.5.4. Şen Trend Belirleme Yöntemi

Şen tarafından geliştirilen bu yöntem birçok araştırmacı tarafından hidrolojik ve meteorolojik çalışmalarda trendi belirlemek için kullanılmıştır (Saplıoğlu vd., 2014., Kisi ve Ay, 2014).

Bu yöntemde kullanılan veri seti, ölçüm yılları tarihine göre sıralanır. Oluşan veri seti başlangıç tarihinden itibaren iki eşit parçaya bölünerek iki grup oluşturulur. Oluşan iki grup veri seti kendi içinde küçükten büyüğe doğru sıralanır. İlk gruptaki veriler X_i ile ikinci gruptaki veriler ise X_j ile gösterilecek şekilde kartezyen koordinat sistemine göre

yerleştirilir. Oluşan iki boyutlu (X_i ; X_j) grafiği üzerinde orjinden başlayıp $45^\circ(1:1)$ açısı yapan bir çizgi çizilir. Eğer veriler bu çizgi üzerinde toplanmış ise bir trend yoktur. Çizginin altında veriler toplanmışsa azalan trend, çizginin üzerinde veriler toplanmışsa artan yönde bir trend olduğu şeklinde yorumlanır. Ayrıca saçılma noktaları 1:1 çizgisine ne kadar yakınsa trendin büyüklüğü o kadar zayıf olmaktadır (Şen, 2012).



Şekil 26. Şen Trend Belirleme yöntemine göre trend bölgeleri.

Yöntemin en büyük avantajlarından biri diğer trend analizi testleri gibi (Mann Kendall, Spearman'ın Rho vb.) kısıtlayıcı koşulları yoktur. Parametrik olmayan testler kısmında değerlendirilen bu yöntem, veri setinin örneklem büyüklüğünden, korelasyon yapısından ya da normal dağılıma uyup uymamasından etkilenmemektedir. Zaman serilerinin sağlaması gereken istatistiksel şartları da sağlamasına gerek yoktur. Ayrıca bu yöntem ile üretilen grafikler sayesinde ekstrem değerlerdeki trendler yaklaşık olarak değerlendirilebilmektedir (Şen, 2012., Şen, 2014).

3. BULGULAR

Çoruh Havzası'ndaki hidrolik akım trendini belirlemek için seçilen akım gözlem istasyonları ve bu istasyonlarla birlikte değerlendirdiğimiz meteorolojik gözlem istasyonlarının akış ve meteorolojik parametrelerin verilerine trend analizi uygulanmıştır.

3.1. 2304 No'lu Bayburt Akım Gözlem İstasyonu Trend Analizi Uygulaması

Seçilen istasyonda yıllık ortalama akım verilerine ve meteorolojik gözlem istasyonlarından alınan meteorolojik parametrelere trend analizi uygulanmıştır.

3.1.1. Yıllık Ortalama Akım Verilerinde Trend Analizi

Yıllık ortalama akım verilerine Mann Kendall testi, Spearman'ın Rho testi ve Şen Trend Belirleme yöntemine göre trend analizi yapılmıştır. Trend gözlenen istasyonlarda trend yılını belirlemek için Mann Kendall mertebe korelasyon testi uygulanmıştır.

a) Mann Kendall testine göre trend analizi:

Non-parametrik olan Mann Kendall testi seri dağılımından bağımsızdır. Testi uygulayacağımız seriler $x_1, x_2, \dots, x_n$ olacak şekilde dizilim gösterir. Bu veriler x_i ve x_j olacak şekilde gruplandırılır.

Örneğin 12 ay boyunca bir alanda gözlenen sıcaklık verileri tabloda gösterilmiştir.

Tablo 10. M ve P değerlerini hesaplamak için örnek uygulama verileri.

Aylar	Sıcaklık (°C)	Aylar	Sıcaklık (°C)
1.Ay	4	7.Ay	21
2.Ay	6	8.Ay	16
3.Ay	8	9.Ay	13
4.Ay	10	10.Ay	12
5.Ay	12	11.Ay	10
6.Ay	18	12.Ay	3

Tabloda verilen verileri yatay ve düşey olacak şekilde tabloya yerleştirilir. $X_j > X_i$ olması durumunda tabloya P, aksi halde M yazılır.

Tablo 11. Örnek uygulama için M ve P değerleri.

X_i	Ay	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
X_j	Veri	4	6	8	10	12	18	21	16	13	12	10	3
Ay	Veri												
1	4												
2	6	P											
3	8	P	P										
4	10	P	P	P									
5	12	P	P	P	P								
6	18	P	P	P	P	P							
7	21	P	P	P	P	P	P						
8	16	P	P	P	P	P	M	M					
9	13	P	P	P	P	P	M	M	M				
10	12	P	P	P	P	P	M	M	M	M			
11	10	P	P	P	P	M	M	M	M	M	M		
12	3	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	

Tabloya göre P değeri 40'a karşılık gelmektedir. M değeri ise 26'ya karşılık gelmektedir. Elde ettiğimiz P ile M değerleri yardımıyla S değeri $S=P-M$ şeklinde bulunur.

Buradan, 2304 No'lu akım gözlem istasyonunun akım verilerine uygulanan Mann Kendall yöntemine göre;

$i < j$ için $x_i < x_j$ olan çiftlerin sayısı $P=564$, $x_i > x_j$ olan çiftlerin sayısı $M=471$ olarak hesaplanır. Test istatistiği olan $S=P-M=564-471=93$ olarak bulunur.

Kendall korelasyon katsayısı:

$$\tau = \frac{S}{[n(n-1)/2]} = \frac{93}{[46*45/2]} = \frac{93}{1035} = 0,0898 \text{ olarak hesaplanır.}$$

Örnek sayısı $n = 46 \geq 10$ olduğundan

$$\sigma_s = \sqrt{n(n-1)(2n+5)/18} = \sqrt{46 * 45 * 97/18} = 105,61723 \text{ olarak hesaplanır.}$$

$$\left\{ Z = \begin{matrix} (S-1)/\sigma_s & S>0 \\ 0 & S=0 \\ (S+1)/\sigma_s & S<0 \end{matrix} \right\} \text{ ise } S>0 \text{ olduğundan } Z = \frac{S-1}{\sigma_s} = \frac{93-1}{105,61723} = 0,87$$

Z'nin mutlak değeri için seçilen $\alpha=0.05$ anlamlılık düzeyine karşı gelen standart normal dağılımın $Z_{\alpha/2} = 1.96$ değerinden küçük olduğu için sıfır hipotezi "H0: Trend Yok" kabul edilmekte incelenen zaman serisinde trend olmadığı sonucuna varılmaktadır.

b) Spearman'ın Rho testine göre trend analizi:

Spearman'ın Rho testinde kullanılan veriler küçükten büyüğe doğru sıralanarak veri değerlerinin mertebeleri belirtilir. Birinci dizideki verilerin sıra numarası i , ile ikinci dizideki verilerin sıra numarası ise X_i ile gösterilmiştir. Değerler verilmiştir.

Tablo 12. Spearman'ın Rho testi değerleri.

Yıllar	i	Akım Debisi	X_i	X_i-i	$(X_i-i)^2$
1965	1	17,25	30	-29	841
1966	2	16,38	23	-21	441
1967	3	17,58	32	-29	841
1968	4	29,36	46	-42	1764
1969	5	22,17	43	-38	1444
1970	6	13,03	9	-3	9
1971	7	12,82	8	-1	1
1972	8	12,65	7	1	1
1973	9	11,91	5	4	16
1974	10	13,32	10	0	0
1975	11	13,51	12	-1	1
1976	12	19,32	35	-23	529
1977	13	15,7	21	-8	64
1978	14	17,59	33	-19	361
1979	15	15,64	20	-5	25
1980	16	22,02	42	-26	676
1981	17	15,31	19	-2	4
1982	18	16,77	26	-8	64
1983	19	8,48	1	18	324
1984	20	16,13	22	-2	4
1985	21	11,96	6	15	225
1986	22	13,62	13	9	81
1987	23	20,12	36	-13	169
1988	24	25,32	45	-21	441
1989	25	13,8	14	11	121
1990	26	17,19	29	-3	9
1991	27	16,66	25	2	4
1992	28	16,55	24	4	16
1993	29	20,88	38	-9	81
1994	30	11,44	3	27	729
1995	31	14,49	16	15	225
1996	32	16,96	28	4	16
1997	33	20,46	37	-4	16
1998	34	16,89	27	7	49
1999	35	14,42	15	20	400
2000	36	10,7	2	34	1156
2001	37	11,88	4	33	1089
2002	38	14,55	17	21	441
2003	39	13,39	11	28	784
2004	40	21,09	39	1	1
2005	41	21,3	40	1	1
2006	42	21,92	41	1	1
2007	43	18,39	34	9	81
2008	44	17,3	31	13	169
2009	45	14,67	18	27	729
2010	46	23,56	44	2	4
				TOPLAM	14448

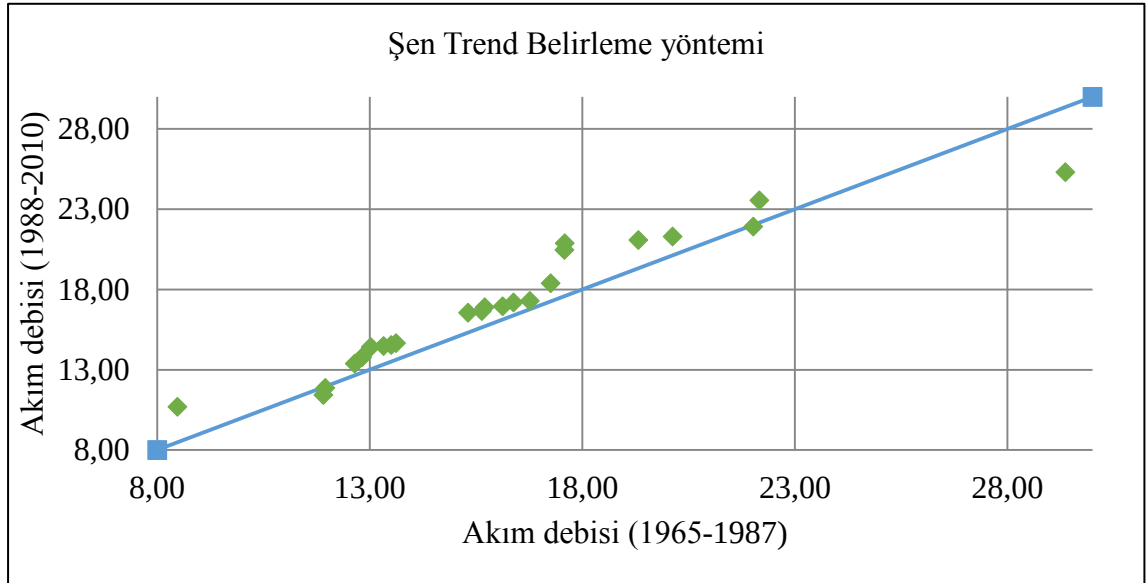
$$r_s = 1 - 6 \frac{[\sum_{i=1}^n (R^2_{(x_i-i)})]}{(n^3 - n)} \text{ bağlantısı uygulanarak } r_s = 0,109 \text{ olarak bulunur.}$$

$Z = r_s \sqrt{n-1} = 0,109 * \sqrt{46-1} = 0,731$ olarak bulunur. Z'nin mutlak değeri için seçilen $\alpha=0.05$ anlamlılık düzeyine karşı gelen standart normal dağılımın $Z_{\alpha/2} = 1.96$ değerinden küçük olduğu için sıfır hipotezi “H0: Trend Yok” kabul edilmekte incelenen zaman serisinde trend olmadığı sonucuna varılmaktadır.

c) Şen Trend Belirleme yöntemine göre trend analizi:

Bu yöntemde, ölçümü alınan değişkenin veri serisi, ölçüm başlangıç tarihinden son ölçüm tarihine doğru sıralanır.

Daha sonra, oluşan seri ilk tarihten itibaren iki eşit parçaya bölünür ve ayrı ayrı kendi içinde küçükten büyüğe doğru sıralanır. Daha sonra, Kartezyen koordinat sistemine göre, oluşan iki veri sütununun ilki X eksenine, diğeri ise Y eksenine yerleştirilir. Oluşan dağılım grafiğinde veriler 45°'lik köşegenin üzerine toplanmış ise trend olmadığı anlamına gelir. Köşegenin altında ise azalan trend olduğu köşegenin üstünde ise artan bir trend olduğu anlamına gelmektedir. (Şen, 2012)



Şekil 27. 2304 Bayburt akım gözlem istasyonu akım debisinin Şen Trend Belirleme yöntemine göre analizi.

Görüldüğü üzere 2304 No'lu akım gözlem istasyonunda düşük ve yüksek akımlarda anlamlı(pozitif) yönde artan bir trend vardır. Trendin büyüklüğü ise 1:1 çizgisine yakın olması sebebiyle oldukça düşüktür.

3.1.2. İklim Parametrelerinde Trend Analizi

Bu bölümde Bayburt meteorolojik gözlem istasyonundan alınan yıllık ortalama sıcaklık, yıllık toplam yağış ve yıllık ortalama bağıl nem verilerine trend analizi uygulanmıştır.

3.1.2.1 Ortalama Sıcaklık Verilerinde Trend Analizi

Yıllık ortalama sıcaklık verilerine Mann Kendall, Spearman'ın Rho ve Şen Trend Belirleme yöntemine göre trend analizi uygulanmıştır.

a) Mann-Kendall testine göre trend analizi:

Bayburt meteorolojik gözlem istasyonundan alınan sıcaklık verilerine uygulanan Mann Kendall yöntemine göre;

$i < j$ için $x_i < x_j$ olan çiftlerin sayısı $P=1118$, $x_i > x_j$ olan çiftlerin sayısı $M=539$ olarak hesaplanır. Test istatistiği olan $S=P-M=1118-539=579$ olarak bulunur.

Kendall korelasyon katsayısı:

$$\tau = \frac{S}{[n(n-1)/2]} = \frac{579}{[59 * 58/2]} = \frac{579}{1711} = 0,338 \text{ olarak hesaplanır.}$$

Örnek sayısı $n = 59 \geq 10$ olduğundan

$$\sigma_s = \sqrt{n(n-1)(2n+5)/18} = \sqrt{59*58*(2*59+5)/18}=152,92 \text{ olarak hesaplanır.}$$

$$\left\{ Z = \begin{matrix} (S-1)/\sigma_s & S > 0 \\ 0 & S = 0 \\ (S+1)/\sigma_s & S < 0 \end{matrix} \right\} \text{ ise } S > 0 \text{ olduğundan } Z = \frac{S-1}{\sigma_s} = \frac{579-1}{152,92} = 3,78$$

Z'nin mutlak değeri için seçilen $\alpha=0.05$ anlamlılık düzeyine karşı gelen standart normal dağılımın $Z_{\alpha/2}=1.96$ değerinden büyük olduğu için sıfır hipotezi “H₀: Trend Yok” reddedilmekte $S>0$ olduğunda dolayı da incelenen zaman serisinde artan yönde trend olduğu sonucuna varılmaktadır.

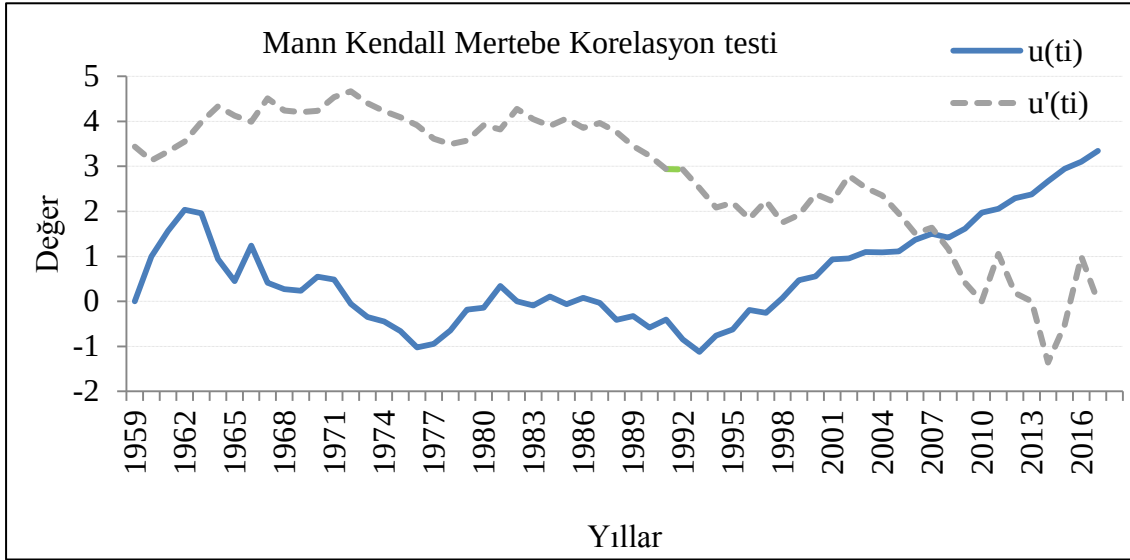
b) Spearman'ın Rho testine göre trend analizi:

$$r_s = 1 - 6 \frac{[\sum_{i=1}^n (R(x_i) - i)^2]}{(n^3 - n)} \text{ bağlantısı uygulanarak } r_s = 0,398 \text{ olarak bulunur.}$$

$Z = r_s \sqrt{n-1} = 0,398 * \sqrt{59-1} = 3,03$ bulunur. Z'nin mutlak değeri için seçilen $\alpha=0.05$ anlamlılık düzeyine karşı gelen standart normal dağılımın $Z_{\alpha/2}=1.96$ değerinden büyük olduğu için sıfır hipotezi “H₀: Trend Yok” reddedilmekte, incelenen zaman serisinde artan yönde trend olduğu sonucuna varılmaktadır.

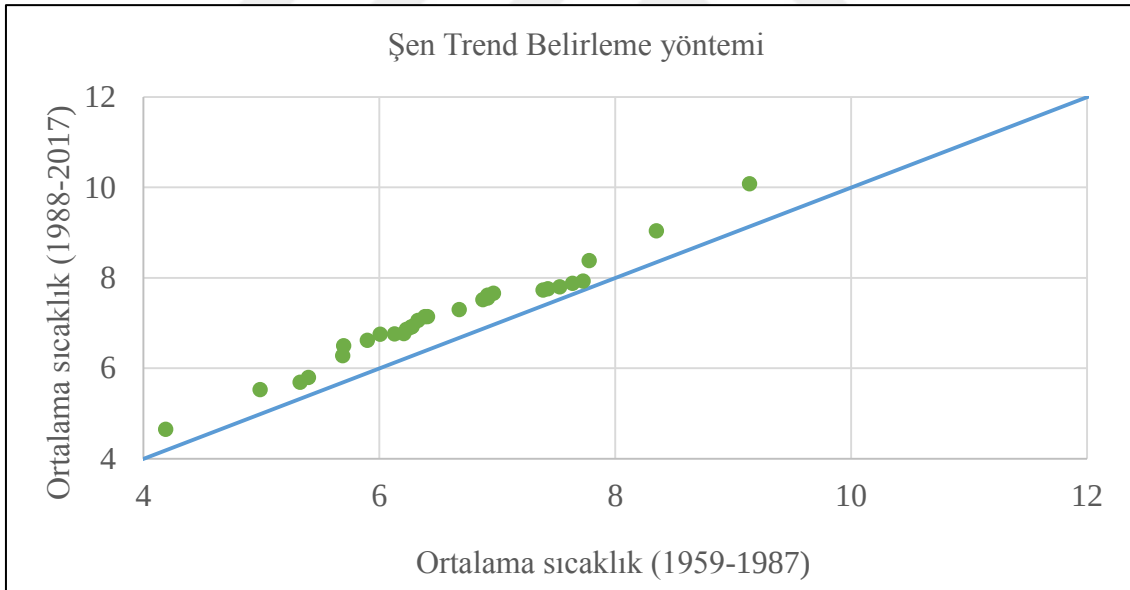
c) Mann-Kendall Mertebe Korelasyon testine göre trend analizi:

Bayburt meteorolojik gözlem istasyonu için, Excel'de verilen denklemler kullanılarak her bir ortalama sıcaklık verisinin kendisinden önce gelenler arasında kaç tanesinin kendinden büyük olduğu tespit edilir. Tespit edilen veriler sayılarak n değeri bulunur. Sonra sırasıyla t, Var(t), E(t) ve u(t) değerleri bulunur. Elden edilen değerler tablo halinde ekler kısmında verilmiştir. U(t_i) ve u'(t_i) grafikte gösterilmiştir. U(t_i) ve u'(t_i) kesişim noktası olan 2009 yılı trendin başladığı yıl olarak kabul edilir.



Şekil 28. Bayburt meteorolojik gözlem istasyonu yıllık ortalama sıcaklık verilerinin $u(t_i)$ - $u'(t_i)$ grafiği.

d) Şen Eğilim Belirleme yöntemine göre trend analizi:



Şekil 29. Bayburt meteorolojik gözlem istasyonu yıllık ortalama sıcaklık verilerinin Şen Trend Belirleme yöntemine göre analizi.

Görüldüğü üzere Bayburt meteorolojik gözlem istasyonunda düşük ve yüksek ortalama sıcaklık verilerinde artan(pozitif) yönde bir trend vardır.

3.1.2.2. Toplam Yağış Verilerinde Trend Analizi

Yıllık toplam yağış verilerine Mann Kendall, Spearman'ın Rho ve Şen Trend Belirleme yöntemine göre trend analizi uygulanmıştır.

a) Mann-Kendall testine göre trend analizi:

Bayburt meteorolojik gözlem istasyonundan alınan toplam yağış verilerine uygulanan Mann Kendall yöntemine göre;

$i < j$ için $x_i < x_j$ olan çiftlerin sayısı $P=1026$, $x_i > x_j$ olan çiftlerin sayısı $M=685$ olarak hesaplanır. Test istatistiği olan $S=P-M=1026-685=341$ olarak bulunur.

Kendall korelasyon katsayısı:

$$\tau = \frac{S}{[n(n-1)/2]} = \frac{341}{[59*58/2]} = \frac{341}{1711} = 0,199 \text{ olarak hesaplanır.}$$

Örnek sayısı $n = 59 \geq 10$ olduğundan

$$\sigma_s = \sqrt{n(n-1)(2n+5)/18} = \sqrt{59*58*(2*59+5)/18} = 152,92 \text{ olarak hesaplanır.}$$

$$\left\{ \begin{array}{ll} (S-1)/\sigma_s & S > 0 \\ Z = 0 & S = 0 \\ (S+1)/\sigma_s & S < 0 \end{array} \right\} \text{ ise } S > 0 \text{ olduğundan } Z = \frac{S-1}{\sigma_s} = \frac{341-1}{152,92} = 2,22$$

Z 'nin mutlak değeri için seçilen $\alpha=0.05$ anlamlılık düzeyine karşı gelen standart normal dağılımın $Z_{\alpha/2} = 1.96$ değerinden büyük olduğu için sıfır hipotezi “ H_0 : Trend Yok” reddedilmekte $S > 0$ olduğunda dolayı da incelenen zaman serisinde artan yönde trend olduğu sonucuna varılmaktadır.

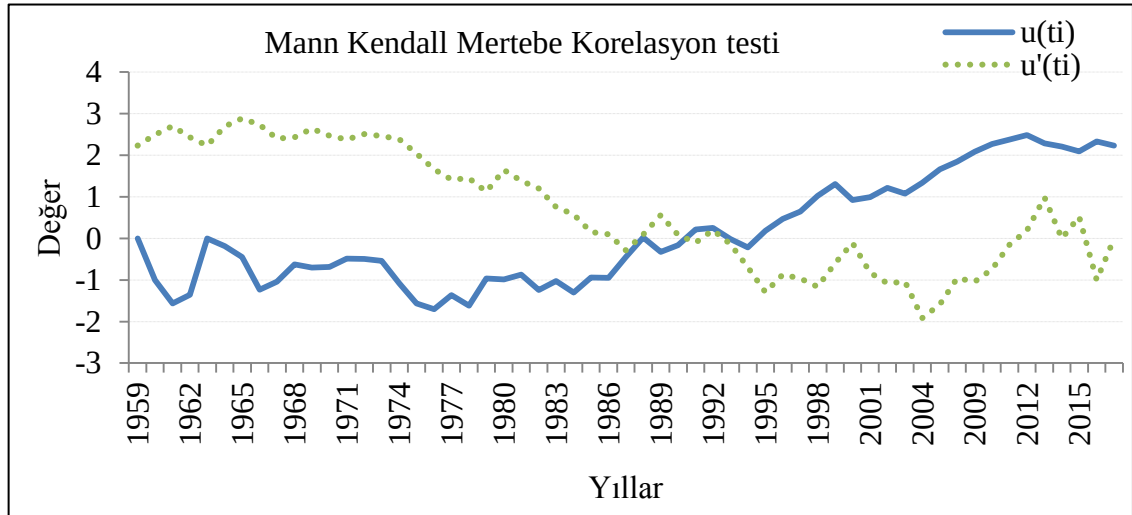
b) Spearman'ın Rho testine göre trend analizi:

$$r_s = 1 - 6 \frac{\left[\sum_{i=1}^n (R(x_i) - i)^2 \right]}{(n^3 - n)} \text{ bağlantısı uygulanarak } r_s = 0,316 \text{ olarak bulunur.}$$

$Z = r_s \sqrt{n-1} = 0,316 * \sqrt{59-1} = 2,41$ bulunur. Z'in mutlak değeri için seçilen $\alpha=0.05$ anlamlılık düzeyine karşı gelen standart normal dağılımın $Z_{\alpha/2}=1.96$ değerinden büyük olduğu için sıfır hipotezi “H₀: Trend Yok” reddedilmekte, incelenen zaman serisinde artan yönde trend olduğu sonucuna varılmaktadır.

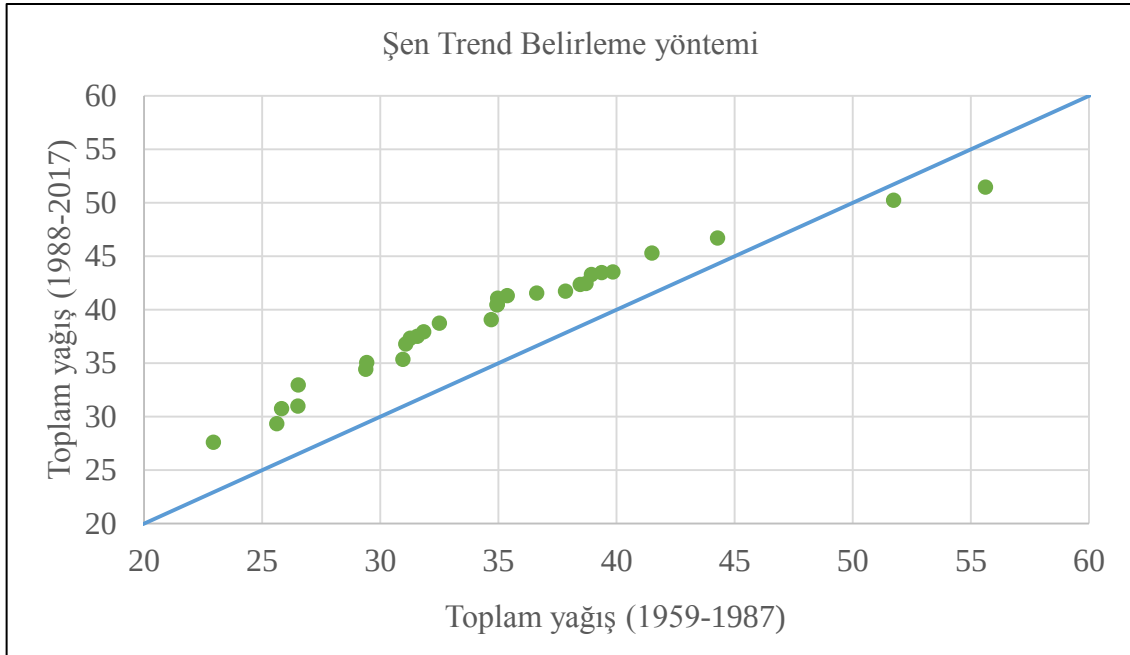
c) Mann-Kendall Mertebe Korelasyon testine göre trend analizi:

Bayburt meteorolojik gözlem istasyonu için, Excel de her bir toplam yağış verisinin kendisinden önce gelenler arasında kaç tanesinin kendinden büyük olduğu tespit edilir. Tespit edilen veriler sayılarak n değeri bulunur. Sonra sırasıyla t, Var(t), E(t) ve u(t) değerleri bulunur. Elden edilen değerler tablo halinde ekler kısmında verilmiştir. U(t_i) ve u'(t_i) grafikte gösterilmiştir. U(t_i) ve u'(t_i) kesişim noktası olan 1987 yılı trendin başladığı yıl olarak kabul edilir.



Şekil 30. Bayburt meteorolojik gözlem istasyonu yıllık toplam yağış verilerinin u(t_i)-u'(t_i) grafiği.

d) Şen Eğilim Belirleme yöntemi testine göre trend analizi:



Şekil 31. Bayburt meteorolojik gözlem istasyonu yıllık toplam yağış verilerinin Şen Trend Belirleme yöntemine göre analizi.

Görüldüğü üzere Bayburt meteorolojik gözlem istasyonunda yıllık toplam yağış verilerinde artan yönde bir trend vardır.

3.1.2.3. Ortalama Bağlı Nem Verilerinde Trend Analizi

Yıllık ortalama bağıl nem verilerine Mann Kendall, Spearman'ın Rho ve Şen Trend Belirleme yöntemine göre trend analizi uygulanmıştır.

a) Mann-Kendall testine göre trend analizi:

Bayburt meteorolojik gözlem istasyonundan alınan yıllık ortalama bağıl nem verilerine uygulanan Mann Kendall yöntemine göre;

$i < j$ için $x_i < x_j$ olan çiftlerin sayısı $P=547$, $x_i > x_j$ olan çiftlerin sayısı $M=1106$ olarak hesaplanır. Test istatistiği olan $S=P-M=547-1106=-559$ olarak bulunur.

Kendall korelasyon katsayısı:

$$\tau = \frac{S}{[n(n-1)/2]} = \frac{-559}{[58*57/2]} = \frac{-559}{1653} = -0,338 \text{ olarak hesaplanır.}$$

Örnek sayısı $n = 58 \geq 10$ olduğundan

$$\sigma_s = \sqrt{n(n-1)(2n+5)/18} = \sqrt{58*57*(2*58+5)/18} = 149,076 \text{ olarak hesaplanır.}$$

$$\left\{ \begin{array}{ll} (S-1)/\sigma_s & S > 0 \\ Z = 0 & S = 0 \\ (S+1)/\sigma_s & S < 0 \end{array} \right\} \text{ ise } S < 0 \text{ olduğundan } Z = \frac{S+1}{\sigma_s} = \frac{-559+1}{149,076} = -3,74$$

Z'nin mutlak değeri için seçilen $\alpha=0.05$ anlamlılık düzeyine karşı gelen standart normal dağılımın $Z_{\alpha/2}=1.96$ değerinden büyük olduğu için sıfır hipotezi “H₀: Trend Yok” reddedilmekte $S < 0$ olduğunda dolayı da incelenen zaman serisinde azalan yönde trend olduğu sonucuna varılmaktadır.

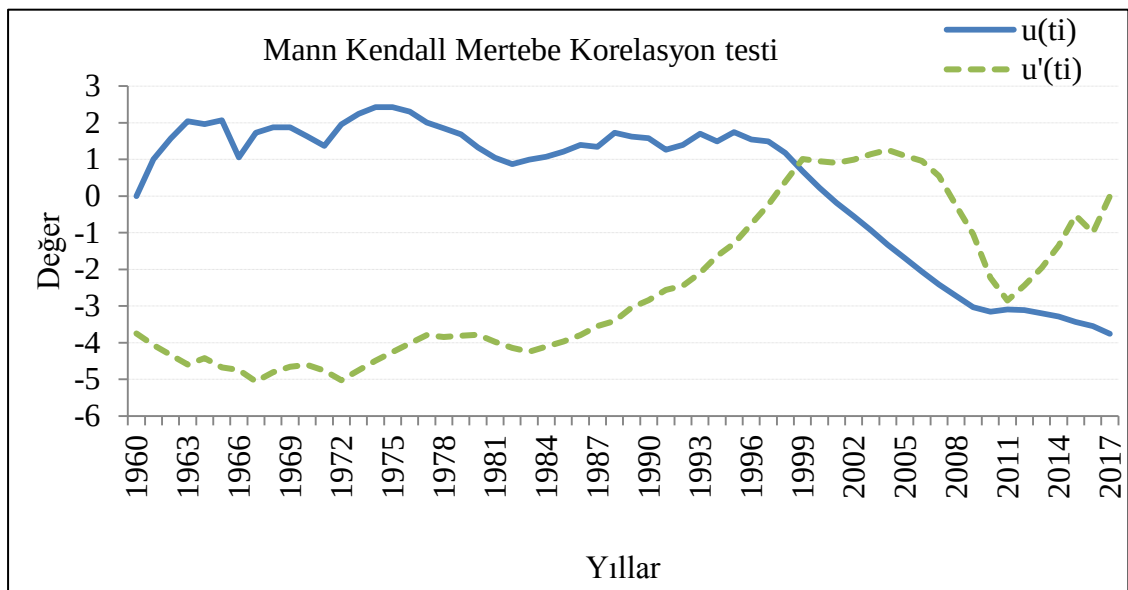
b) Spearman'ın Rho testine göre trend analizi:

$$r_s = 1 - 6 \frac{\left[\sum_{i=1}^n (R(x_i) - i)^2 \right]}{(n^3 - n)} \text{ bağlantısı uygulanarak } r_s = -0,512 \text{ olarak bulunur.}$$

$Z = r_s \sqrt{n-1} = -0,512 * \sqrt{58-1} = -3,86$ bulunur. Z'nin mutlak değeri için seçilen $\alpha=0.05$ anlamlılık düzeyine karşı gelen standart normal dağılımın $Z_{\alpha/2}=1.96$ değerinden büyük olduğu için sıfır hipotezi “H₀: Trend Yok” reddedilmekte $S < 0$ olduğunda dolayı da incelenen zaman serisinde azalan yönde trend olduğu sonucuna varılmaktadır.

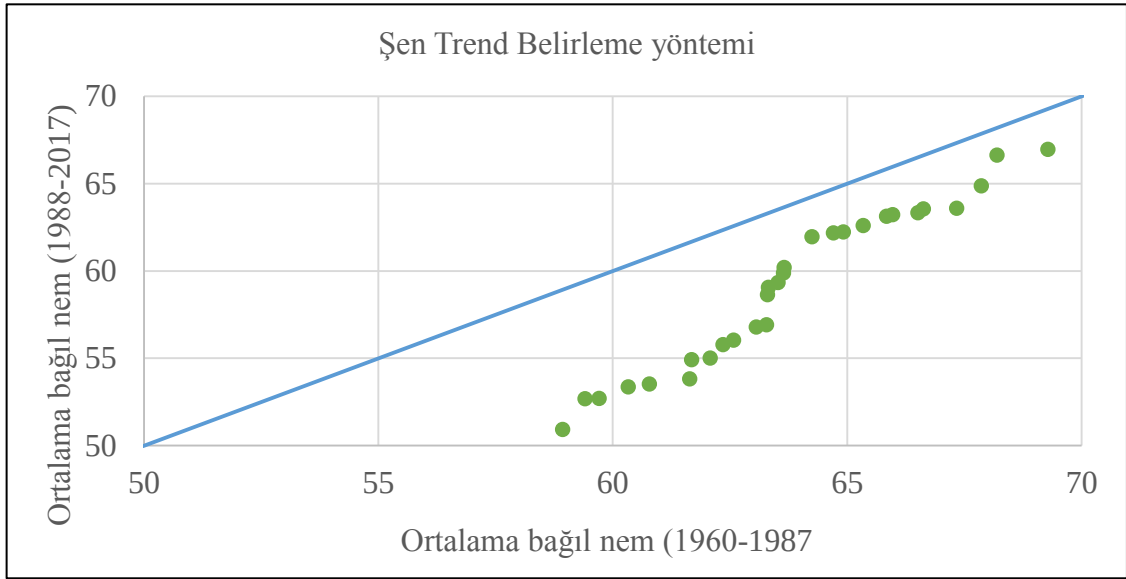
c) Mann-Kendall Mertebe Korelasyon testine göre trend analizi:

Bayburt meteorolojik gözlem istasyonu için, Excel de her bir ortalama bağıl nem verisinin kendisinden önce gelenler arasında kaç tanesinin kendinden büyük olduğu tespit edilir. Tespit edilen veriler sayılarak n değeri bulunur. Sonra sırasıyla t , $Var(t)$, $E(t)$ ve $u(t)$ değerleri bulunur. Elden edilen değerler tablo halinde ekler kısmında verilmiştir. $U(t_i)$ ve $u'(t_i)$ grafikte gösterilmiştir. $U(t_i)$ ve $u'(t_i)$ kesişim noktası olan 1999 yılı trendin başladığı yıl olarak kabul edilir.



Şekil 32. Bayburt meteorolojik gözlem istasyonu yıllık ortalama bağıl nem verilerinin $u(t_i)$ - $u'(t_i)$ grafiği.

d) Şen Eğilim Belirleme yöntemine göre trend analizi:



Şekil 33. Bayburt meteorolojik gözlem istasyonu yıllık ortalama bağıl nem verilerinin Şen Trend Belirleme yöntemine göre analizi.

Görüldüğü üzere Bayburt meteorolojik gözlem istasyonunda düşük ve yüksek yıllık ortalama bağıl nem verilerinde Şen trend belirleme yöntemine göre azalan yönde bir trend vardır. Düşük nem değerlerinde ise trendin büyüklüğü oldukça fazla olduğu da görülmektedir.

2304 No'lu Bayburt akım gözlem istasyonunun yıllık ortalama akım debisi ve bu akım gözlem istasyonu ile birlikte değerlendirilen Bayburt meteorolojik gözlem istasyonunun meteorolojik parametrelerine uygulanan trend analizlerinin sonucu aşağıda tabloda verilmiştir.

Tablo 13. 2304 Bayburt akım gözlem istasyonu ve Bayburt meteorolojik gözlem istasyonu verilerinin trend analiz sonuçları.

2304 Bayburt AGİ	Mann-Kendall	Spearman'ın Rho	Şen Trend Bel. Yön.	Trend Baş. Yılı
Yıllık Ortalama Akım Debisi	(0)	(0)	(+)	-
Bayburt MGİ	Mann-Kendall	Spearman'ın Rho	Şen Trend Bel. Yön.	Trend Baş. Yılı
Yıllık Ortalama Sıcaklık	(+)	(+)	(+)	2009
Yıllık Toplam Yağış	(+)	(+)	(+)	1987
Yıllık Ortalama Bağıl Nem	(-)	(-)	(-)	1999

(+): Artan Trend, (-): Azalan Trend, (0): Trend Yok

3.2. 2305 No'lu Peterek Akım Gözlem İstasyonu Trend Analizi Uygulaması

Seçilen istasyonda yıllık ortalama akım verilerine ve meteorolojik gözlem istasyonlarından alınan meteorolojik parametrelere trend analizi uygulanmıştır.

3.2.1. Yıllık Ortalama Akım Verilerinde Trend Analizi

Yıllık ortalama akım verilerine Mann Kendall testi, Spearman'ın Rho testi ve Şen Trend Belirleme yöntemine göre trend analizi yapıldı. Trend gözlenen istasyonlarda trend yılını belirlemek için Mann Kendall mertebe korelasyon testi uygulanmıştır.

a) Mann-Kendall testine göre trend analizi:

2305 No'lu Peterek akım gözlem istasyonunun akım verilerine uygulanan Mann Kendall yöntemine göre; $i < j$ için $x_i < x_j$ olan çiftlerin sayısı $P=629$, $x_i > x_j$ olan çiftlerin sayısı $M=406$ olarak hesaplanır. Test istatistiği olan $S=P-M=629-406=223$ olarak bulunur.

Kendall korelasyon katsayısı:

$$\tau = \frac{S}{[n(n-1)/2]} = \frac{223}{[46*45/2]} = \frac{223}{1035} = 0,2155 \text{ olarak hesaplanır.}$$

Örnek sayısı $n = 46 \geq 10$ olduğundan

$$\sigma_s = \sqrt{n(n-1)(2n+5)/18} = \sqrt{46*45*97/18} = 105,61723 \text{ olarak hesaplanır.}$$

$$\left\{ \begin{array}{ll} (S-1)/\sigma_s & S > 0 \\ Z = 0 & S = 0 \\ (S+1)/\sigma_s & S < 0 \end{array} \right\} \text{ ise } S > 0 \text{ olduğundan } Z = \frac{S-1}{\sigma_s} = \frac{223-1}{105,61723} = 2,11$$

Z'nin mutlak değeri için seçilen $\alpha=0.05$ anlamlılık düzeyine karşı gelen standart normal dağılımın $Z_{\alpha/2}=1.96$ değerinden büyük olduğu için sıfır hipotezi “H₀: Trend Yok” reddedilmekte incelenen zaman serisinde artan yönde trend olduğu sonucuna varılmaktadır.

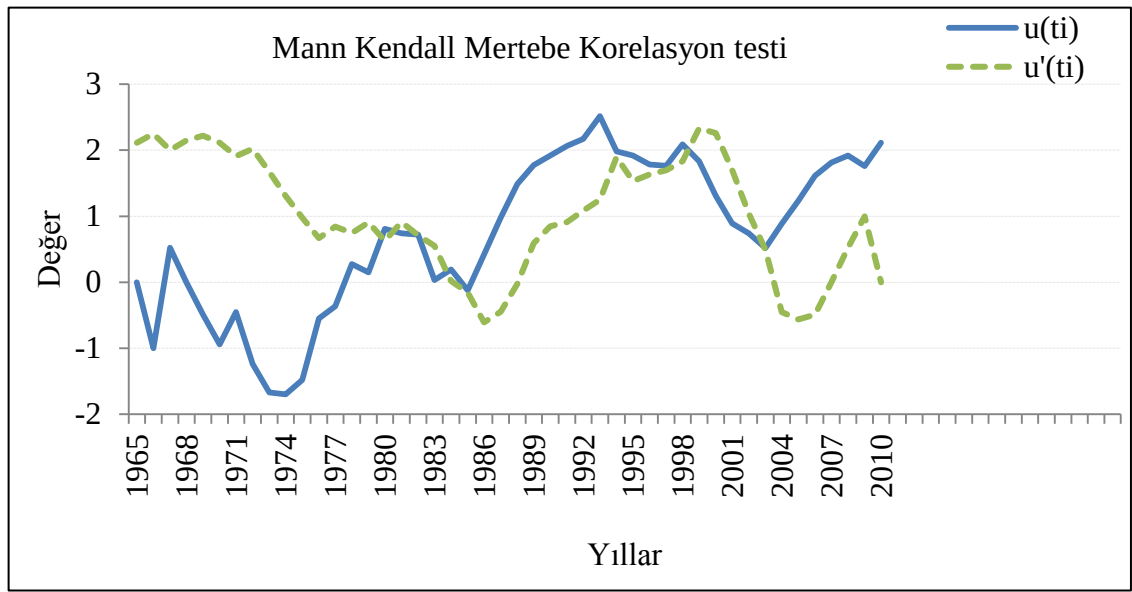
b) Spearman'ın Rho testine göre trend analizi:

$$r_s = 1 - 6 \frac{\left[\sum_{i=1}^n (R(x_i) - i)^2 \right]}{(n^3 - n)} \text{ bağlantısı uygulanarak } r_s = 0,321 \text{ olarak bulunur.}$$

$Z = r_s \sqrt{n-1} = 0,321 * \sqrt{46-1} = 2,15$ bulunur. Z'nin mutlak değeri için seçilen $\alpha=0.05$ anlamlılık düzeyine karşı gelen standart normal dağılımın $Z_{\alpha/2}=1.96$ değerinden büyük olduğu için sıfır hipotezi “H₀: Trend Yok” reddedilmekte incelenen zaman serisinde artan yönde trend olduğu sonucuna varılmaktadır.

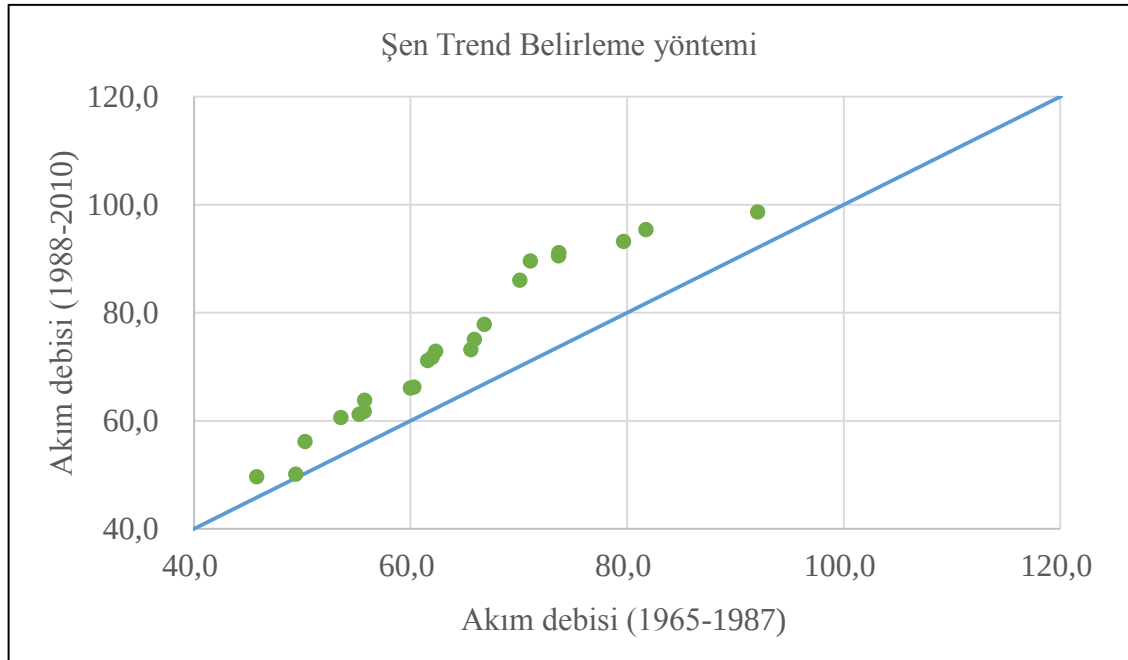
c) Mann-Kendall Mertebe Korelasyon testine göre trend analizi:

2305 No'lu Peterek akım gözlem istasyonu için, Excel de her bir ortalama akım debisi verisinin kendisinden önce gelenler arasında kaç tanesinin kendinden büyük olduğu tespit edilir. Tespit edilen veriler sayılarak n değeri bulunur. Sonra sırasıyla t , $Var(t)$, $E(t)$ ve $u(t)$ değerleri bulunur. Elden edilen değerler tablo halinde ekler kısmında verilmiştir. $U(t_i)$ ve $u'(t_i)$ grafikte gösterilmiştir. $U(t_i)$ ve $u'(t_i)$ kesişim noktası olan 1980 yılı trendin başladığı yıl olarak kabul edilir.



Şekil 34. Peterek akım gözlem istasyonu yıllık ortalama akım verilerinin $u(t_i)$ - $u'(t_i)$ grafiği.

d) Şen Eğilim Belirleme yöntemi testine göre trend analizi:



Şekil 35. Peterek akım gözlem istasyonu yıllık ortalama akım verilerinin Şen Trend Belirleme yöntemine göre analizi.

Görüldüğü üzere 2305 No'lu Peterek akım gözlem istasyonunun akım verilerinde düşük ve yüksek akım değerlerinde Şen trend belirleme yöntemine göre artan yönde bir trend gözlemlendi. Ayrıca düşük akımlardaki trend büyüklüğü yüksek akımlardaki trend büyüklüğüne göre oldukça düşük olduğu gözlemlenmiştir.

3.2.2. İklim Parametrelerinde Trend Analizi

Bu bölümde İspir meteorolojik gözlem istasyonundan alınan yıllık ortalama sıcaklık, yıllık toplam yağış ve yıllık ortalama bağıl nem verilerine trend analizi uygulanmıştır.

3.2.2.1. Yıllık Ortalama Sıcaklık Verilerinde Trend Analizi

Yıllık ortalama sıcaklık verilerine sırasıyla Mann Kendall, Spearman'ın Rho ve Şen Trend Belirleme yöntemine göre trend analizi uygulanmıştır.

a. Mann-Kendall testine göre trend analizi:

İspir meteorolojik gözlem istasyonundan alınan sıcaklık verilerine uygulanan Mann Kendall yöntemine göre; $i < j$ için $x_i < x_j$ olan çiftlerin sayısı $P=1066$, $x_i > x_j$ olan çiftlerin sayısı $M=670$ olarak hesaplanır. Test istatistiği olan $S=P-M=1066-670=396$ olarak bulunur.

Kendall korelasyon katsayısı:

$$\tau = \frac{S}{[n(n-1)/2]} = \frac{396}{[59*58/2]} = \frac{396}{1711} = 0,231 \text{ olarak hesaplanır.}$$

Örnek sayısı $n = 59 \geq 10$ olduğundan

$$\sigma_s = \sqrt{n(n-1)(2n+5)/18} = \sqrt{59*58*(2*59+5)/18} = 152,92 \text{ olarak hesaplanır.}$$

$$\left\{ \begin{array}{ll} (S-1)/\sigma_s & S > 0 \\ Z = 0 & S = 0 \\ (S+1)/\sigma_s & S < 0 \end{array} \right\} \text{ ise } S > 0 \text{ olduğundan } Z = \frac{S-1}{\sigma_s} = \frac{396-1}{152,92} = 2,58$$

Z 'nin mutlak değeri için seçilen $\alpha=0.05$ anlamlılık düzeyine karşı gelen standart normal dağılımın $Z_{\alpha/2} = 1.96$ değerinden büyük olduğu için sıfır hipotezi " H_0 : Trend Yok" reddedilmekte $S > 0$ olduğunda dolayı da incelenen zaman serisinde artan yönde trend olduğu sonucuna varılmaktadır.

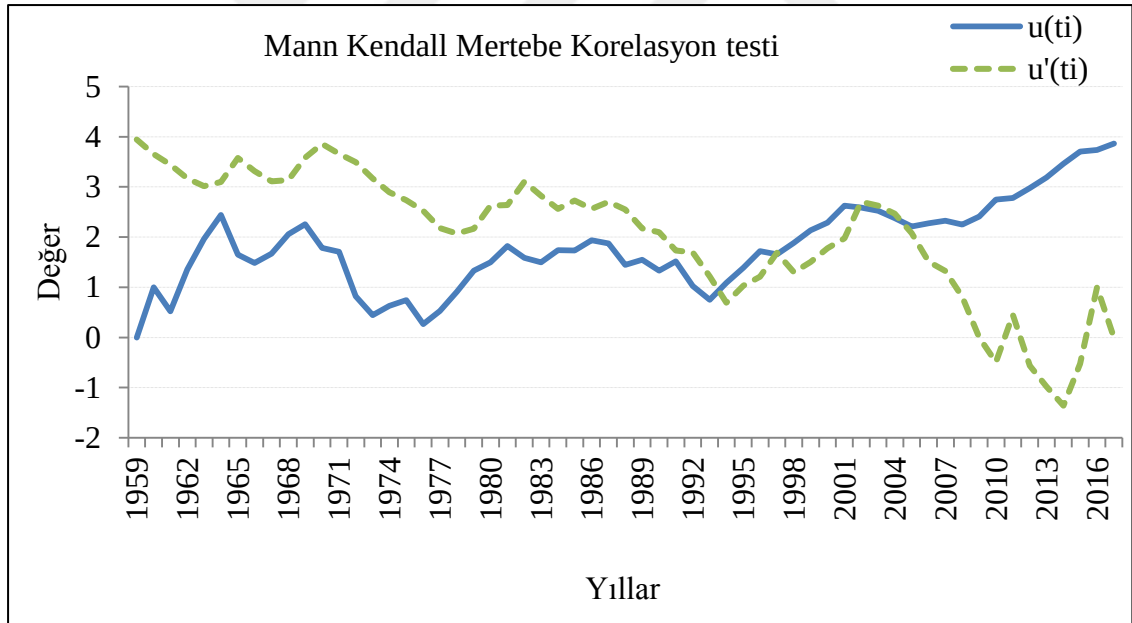
b. Spearman'ın Rho testine göre trend analizi:

$$r_s = 1 - 6 \frac{\left[\sum_{i=1}^n (R(x_i) - i)^2 \right]}{(n^3 - n)} \text{ bağlantısı uygulanarak } r_s = 0,47 \text{ olarak bulunur.}$$

$Z = r_s \sqrt{n-1} = 0,47 * \sqrt{59-1} = 3,57$ bulunur. Z 'nin mutlak değeri için seçilen $\alpha=0.05$ anlamlılık düzeyine karşı gelen standart normal dağılımın $Z_{\alpha/2}=1.96$ değerinden büyük olduğu için sıfır hipotezi “ H_0 : Trend Yok” reddedilmekte $S>0$ olduğunda dolayı da incelenen zaman serisinde artan yönde trend olduğu sonucuna varılmaktadır.

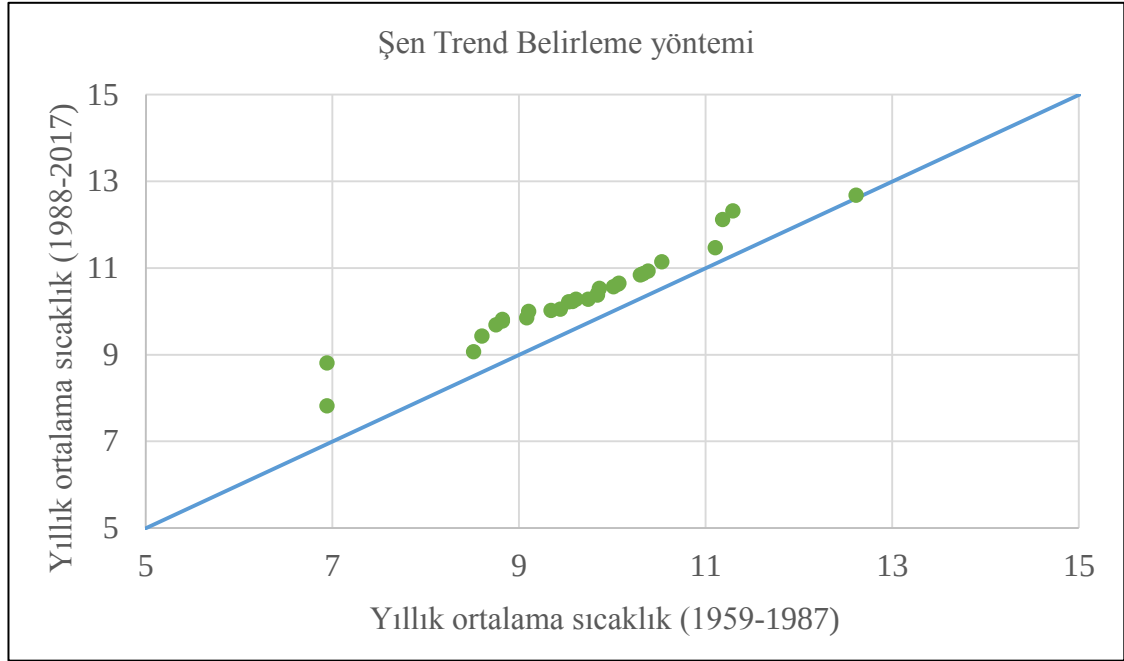
c. Mann-Kendall Mertebe Korelasyon testine göre trend analizi:

İspir meteorolojik gözlem istasyonu için, Excel de her bir ortalama sıcaklık verisinin kendisinden önce gelenler arasında kaç tanesinin kendinden büyük olduğu tespit edilir. Tespit edilen veriler sayılarak n değeri bulunur. Sonra sırasıyla t , $Var(t)$, $E(t)$ ve $u(t)$ değerleri bulunur. Elden edilen değerler tablo halinde ekler kısmında verilmiştir. $U(t_i)$ ve $u'(t_i)$ grafikte gösterilmiştir. $U(t_i)$ ve $u'(t_i)$ kesişim noktası olan 1991 yılı trendin başladığı yıl olarak kabul edilir.



Şekil 36. İspir meteorolojik gözlem istasyonu yıllık ortalama sıcaklık verilerinin $u(t_i)$ - $u'(t_i)$ grafiği.

d. Şen Eğilim Belirleme Yöntemi testine göre trend analizi:



Şekil 37. İspir meteorolojik gözlem istasyonu yıllık ortalama sıcaklık verilerinin Şen Trend Belirleme yöntemine göre analizi.

Görüldüğü üzere İspir meteorolojik gözlem istasyonunda ortalama sıcaklık verilerinde artan yönde bir eğilim vardır.

3.2.2.2. Toplam Yağış Verilerinde Trend Analizi

Yıllık toplam yağış verilerine Mann Kendall, Spearman'ın Rho ve Şen Trend Belirleme yöntemine göre trend analizi uygulanmıştır.

a. Mann-Kendall testine göre trend analizi:

İspir meteorolojik gözlem istasyonundan alınan yağış verilerine uygulanan Mann Kendall yöntemine göre; $i < j$ için $x_i < x_j$ olan çiftlerin sayısı $P=1504$, $x_i > x_j$ olan çiftlerin sayısı $M=1378$ olarak hesaplanır. Test istatistiği olan $S=P-M=1504-1378=126$ olarak bulunur.

Kendall korelasyon katsayısı:

$$\tau = \frac{S}{[n(n-1)/2]} = \frac{126}{[53*52/2]} = \frac{126}{1378} = 0,091 \text{ olarak hesaplanır.}$$

Örnek sayısı $n = 53 \geq 10$ olduğundan

$$\sigma_s = \sqrt{n(n-1)(2n+5)/18} = \sqrt{53*52*(2*53+5)/18} = 130,37 \text{ olarak hesaplanır.}$$

$$\left\{ \begin{array}{ll} (S-1)/\sigma_s & S > 0 \\ Z = 0 & S = 0 \\ (S+1)/\sigma_s & S < 0 \end{array} \right\} \text{ ise } S > 0 \text{ olduğundan } Z = \frac{S-1}{\sigma_s} = \frac{126-1}{130,37} = 0,96$$

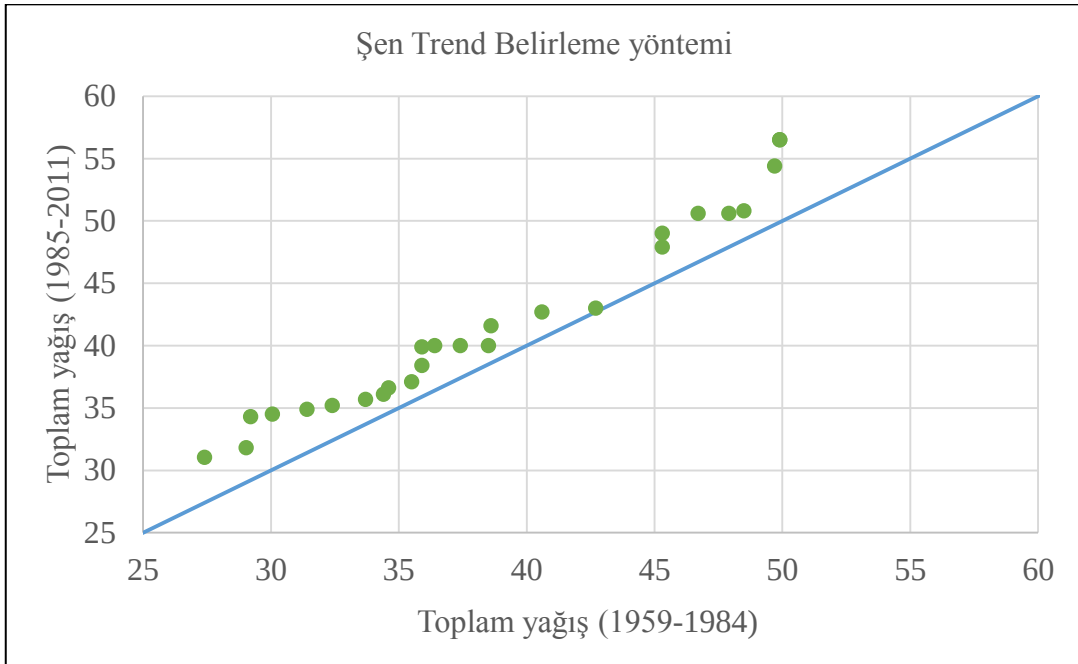
Z'nin mutlak değeri için seçilen $\alpha=0.05$ anlamlılık düzeyine karşı gelen standart normal dağılımın $Z_{\alpha/2}=1.96$ değerinden küçük olduğu için sıfır hipotezi “H₀: Trend Yok” kabul edilmekte incelenen zaman serisinde trend olmadığı sonucuna varılmaktadır.

b. Spearman'ın Rho testine göre trend analizi:

$$r_s = 1 - 6 \frac{\left[\sum_{i=1}^n (R(x_i) - i)^2 \right]}{(n^3 - n)} \text{ bağlantısı uygulanarak } r_s = 0,12 \text{ olarak bulunur.}$$

$Z = r_s \sqrt{n-1} = 0,12 * \sqrt{53-1} = 0,86$ bulunur. Z'nin mutlak değeri için seçilen $\alpha=0.05$ anlamlılık düzeyine karşı gelen standart normal dağılımın $Z_{\alpha/2}=1.96$ değerinden küçük olduğu için sıfır hipotezi “H₀: Trend Yok” kabul edilmekte incelenen zaman serisinde trend olmadığı sonucuna varılmaktadır.

c. Şen Trend Belirleme Yöntemi testine göre trend analizi:



Şekil 38. İspir meteorolojik gözlem istasyonu yıllık toplam yağış verilerinin Şen Trend Belirleme yöntemine göre analizi.

Görüldüğü üzere İspir meteorolojik gözlem istasyonunda yıllık toplam yağış verilerinde Şen trend belirleme yöntemine göre artan yönde bir eğilim vardır.

3.2.2.3. Ortalama Bağlı Nem Verilerinde Trend Analizi

Yıllık ortalama bağıl nem verilerine Mann Kendall, Spearman'ın Rho ve Şen Trend Belirleme yöntemine göre trend analizi uygulanmıştır.

a. Mann-Kendall testine göre trend analizi:

İspir meteorolojik gözlem istasyonundan alınan yıllık ortalama bağıl nem verilerine uygulanan Mann Kendall yöntemine göre; $i < j$ için $x_i < x_j$ olan çiftlerin sayısı $P=514$, $x_i > x_j$ olan çiftlerin sayısı $M=864$ olarak hesaplanır. Test istatistiği olan $S=P-M=514-864=-350$ olarak bulunur.

Kendall korelasyon katsayısı:

$$\tau = \frac{S}{[n(n-1)/2]} = \frac{-350}{[53*52/2]} = \frac{-350}{1378} = 0,254 \text{ olarak hesaplanır.}$$

Örnek sayısı $n = 53 \geq 10$ olduğundan

$$\sigma_s = \sqrt{n(n-1)(2n+5)/18} = \sqrt{53*52*(2*53+5)/18} = 130,37 \text{ olarak hesaplanır.}$$

$$\left\{ \begin{array}{ll} (S-1)/\sigma_s & S > 0 \\ Z = 0 & S = 0 \\ (S+1)/\sigma_s & S < 0 \end{array} \right\} \text{ ise } S < 0 \text{ olduğundan } Z = \frac{S-1}{\sigma_s} = \frac{-350+1}{130,37} = -2,68$$

Z'nin mutlak değeri için seçilen $\alpha=0.05$ anlamlılık düzeyine karşı gelen standart normal dağılımın $Z_{\alpha/2}=1.96$ değerinden büyük olduğu için sıfır hipotezi “H₀: Trend Yok” reddedilmekte $S < 0$ olduğunda dolayı da incelenen zaman serisinde azalan yönde trend olduğu sonucuna varılmaktadır.

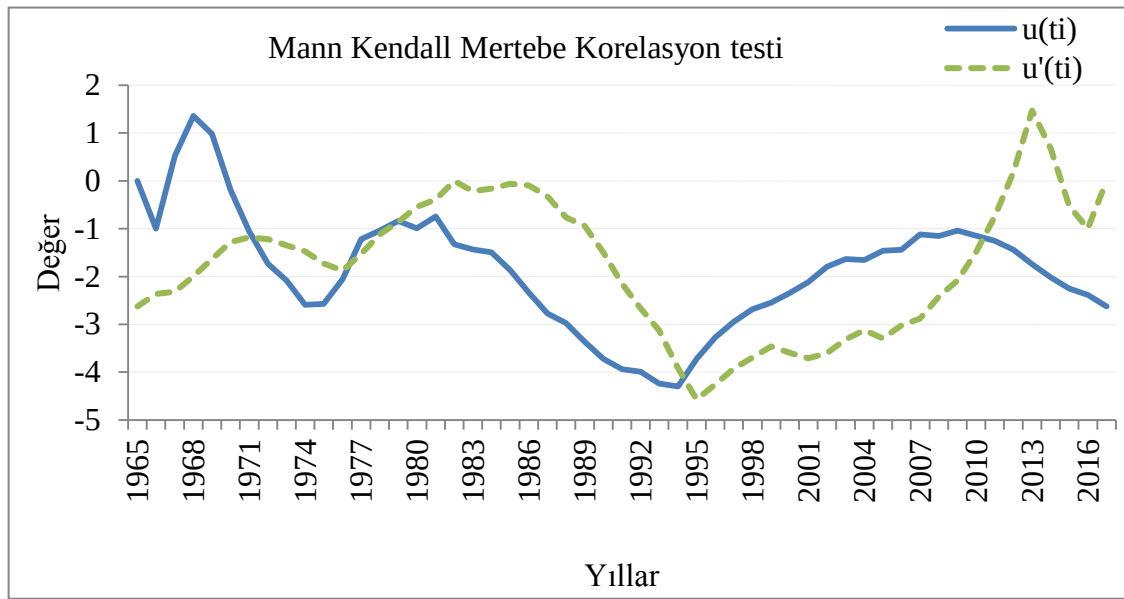
b. Spearman'ın Rho testine göre trend analizi:

$$r_s = 1 - 6 \frac{\left[\sum_{i=1}^n (R(x_i) - i)^2 \right]}{(n^3 - n)} \text{ bağlantısı uygulanarak } r_s = -0,317 \text{ olarak bulunur.}$$

$Z = r_s \sqrt{n-1} = -0,317 * \sqrt{53-1} = -2,29$ bulunur. Z'in mutlak değeri için seçilen $\alpha=0.05$ anlamlılık düzeyine karşı gelen standart normal dağılımın $Z_{\alpha/2}=1.96$ değerinden büyük olduğu için sıfır hipotezi “H₀: Trend Yok” reddedilmekte $S < 0$ olduğunda dolayı da incelenen zaman serisinde azalan yönde trend olduğu sonucuna varılmaktadır.

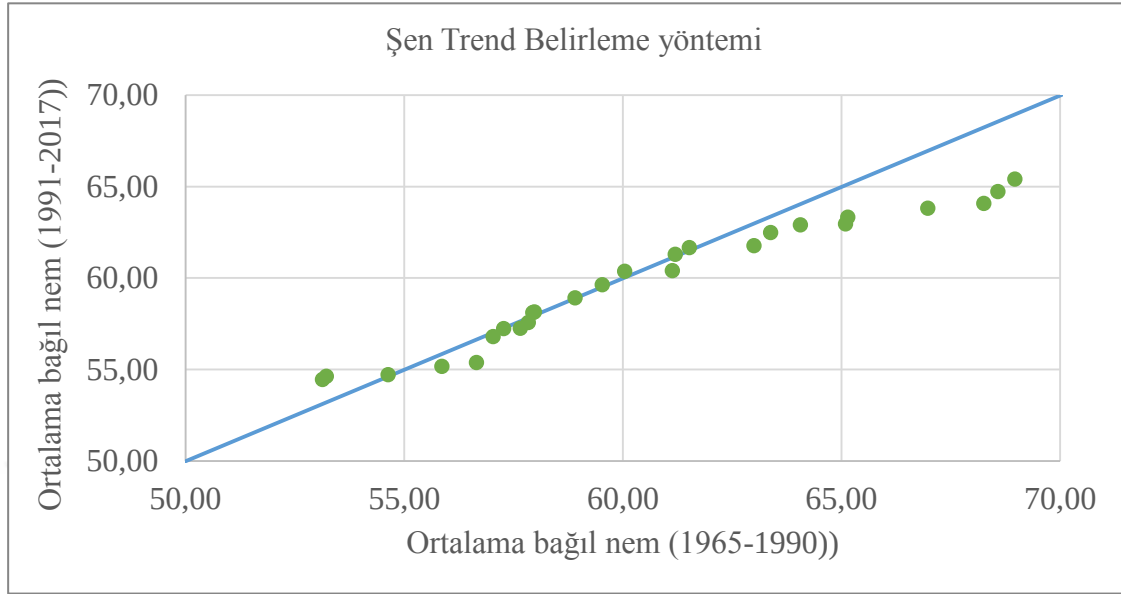
c. Mann-Kendall Mertebe Korelasyon testine göre trend analizi:

İspir meteorolojik gözlem istasyonu için, Excel de her bir ortalama bağıl nem verisinin kendisinden önce gelenler arasında kaç tanesinin kendinden büyük olduğu tespit edilir. Tespit edilen veriler sayılarak n değeri bulunur. Sonra sırasıyla t , $Var(t)$, $E(t)$ ve $u(t)$ değerleri bulunur. Elden edilen değerler tablo halinde ekler kısmında verilmiştir. $U(t_i)$ ve $u'(t_i)$ grafikte gösterilmiştir. $U(t_i)$ ve $u'(t_i)$ kesişim noktası olan 1971 yılı trendin başladığı yıl olarak kabul edilir.



Şekil 39. İspir meteorolojik gözlem istasyonu yıllık ortalama bağıl nem verilerinin $u(t_i)$ - $u'(t_i)$ grafiği.

d. Şen Eğilim Belirleme Yöntemi testine göre trend analizi:



Şekil 40. İspir meteorolojik gözlem istasyonu yıllık ortalama bağıl nem verilerinin Şen Trend Belirleme yöntemine göre analizi.

Görüldüğü üzere İspir meteorolojik gözlem istasyonunda yüksek yıllık ortalama bağıl nem verilerinde Şen trend belirleme yöntemine göre azalan yönde bir eğilim vardır. Düşük bağıl nem değerlerinde ise trend gözlenmemiştir.

2305 No'lu Peterek akım gözlem istasyonunun yıllık ortalama akım debisi ve bu akım gözlem istasyonu ile birlikte değerlendirdiğimiz İspir meteorolojik gözlem istasyonunun meteorolojik parametrelerine uygulanan trend analizlerinin sonucu aşağıda tabloda verilmiştir.

Tablo 14. 2305 Peterek akım gözlem istasyonu ve İspir meteorolojik gözlem istasyonu verilerinin trend analiz sonuçları.

2305 Peterek AGİ	Mann- Kendall	Spearman'ı n Rho	Şen Trend Bel. Yön.	Trend Baş. Yılı
Yıllık Ortalama Akım Debisi	(+)	(+)	(+)	1980
İspir MGİ	Mann- Kendall	Spearman'ın Rho	Şen Trend Bel. Yön.	Trend Baş. Yılı
Yıllık Ortalama Sıcaklık	(+)	(+)	(+)	1991
Yıllık Toplam Yağış	(0)	(0)	(+)	-
Yıllık Ortalama Bağıl Nem	(-)	(-)	(-)	1971

(+): Artan Trend, (-): Azalan Trend, (0): Trend Yok

Burada görüldüğü üzere akım verilerinde anlamlı yönde trend vardır. Akım verilerinde oluşan bu anlamlı trendin meteorolojik parametreleriyle olan ilişkisini öğrenmek için korelasyon testi uygulanmıştır. SPSS programında işlenen verilerin Pearson korelasyon katsayıları ve anlamlılık düzeyleri aşağıdaki tabloda verilmiştir.

Tablo 15. 2305 Peterek akım gözlem istasyonu Pearson korelasyon testi sonuçları.

Akım	Sıcaklık	Yağış	Nem
Pearson Korelasyon Katsayısı	0,019	0,299*	-0,021
Anlamlılık Düzeyi	0,902	0,043	0,888

* Anlamlı ilişki vardır.

Tabloya göre anlamlılık düzeyi 0,05'ten küçük olan yağış ile akım arasındaki anlamlı bir ilişki olduğu sonucuna varılır.

3.3. 2315 No'lu Karşıköy Akım Gözlem İstasyonu Trend Analizi Uygulaması

Seçilen 2315 Karşıköy akım gözlem istasyonunda yıllık ortalama akım verilerine ve Artvin meteorolojik gözlem istasyonundan alınan meteorolojik parametrelerine trend analizi uygulanmıştır.

3.3.1. Yıllık Ortalama Akım Verilerinde Trend Analizi

Yıllık ortalama akım verilerine Mann Kendall testi, Spearman'ın Rho testi ve Şen Trend Belirleme yöntemine göre trend analizi yapıldı. Trend gözlenen istasyonlarda trend yılını belirlemek için Mann Kendall mertebe korelasyon testi uygulanmıştır.

a. Mann-Kendall testine göre trend analizi:

2315 No'lu Karşıköy akım gözlem istasyonunun akım verilerine uygulanan Mann Kendall yöntemine göre; $i < j$ için $x_i < x_j$ olan çiftlerin sayısı $P=413$, $x_i > x_j$ olan çiftlerin sayısı $M=253$ olarak hesaplanır. Test istatistiği olan $S=P-M=413-253=160$ olarak bulunur.

Kendall korelasyon katsayısı:

$$\tau = \frac{S}{\left[\frac{n(n-1)}{2} \right]} = \frac{160}{\left[\frac{37 \cdot 36}{2} \right]} = \frac{160}{666} = 0,2402 \text{ olarak hesaplanır.}$$

Örnek sayısı $n = 37 \geq 10$ olduğundan

$$\sigma_s = \sqrt{n(n-1)(2n+5)/18} = \sqrt{37 \cdot 36 \cdot 79/18} = 76,46 \text{ olarak hesaplanır.}$$

$$\left\{ \begin{array}{ll} (S-1)/\sigma_s & S > 0 \\ 0 & S = 0 \\ (S+1)/\sigma_s & S < 0 \end{array} \right\} \text{ ise } S > 0 \text{ olduğundan } Z = \frac{S-1}{\sigma_s} = \frac{160-1}{76,46} = 2,08$$

Z 'nin mutlak değeri için seçilen $\alpha=0.05$ anlamlılık düzeyine karşı gelen standart normal dağılımın $Z_{\alpha/2} = 1.96$ değerinden büyük olduğu için sıfır hipotezi “ H_0 : Trend Yok” reddedilmekte $S > 0$ olduğunda dolayı da incelenen zaman serisinde artan yönde trend olduğu sonucuna varılmaktadır.

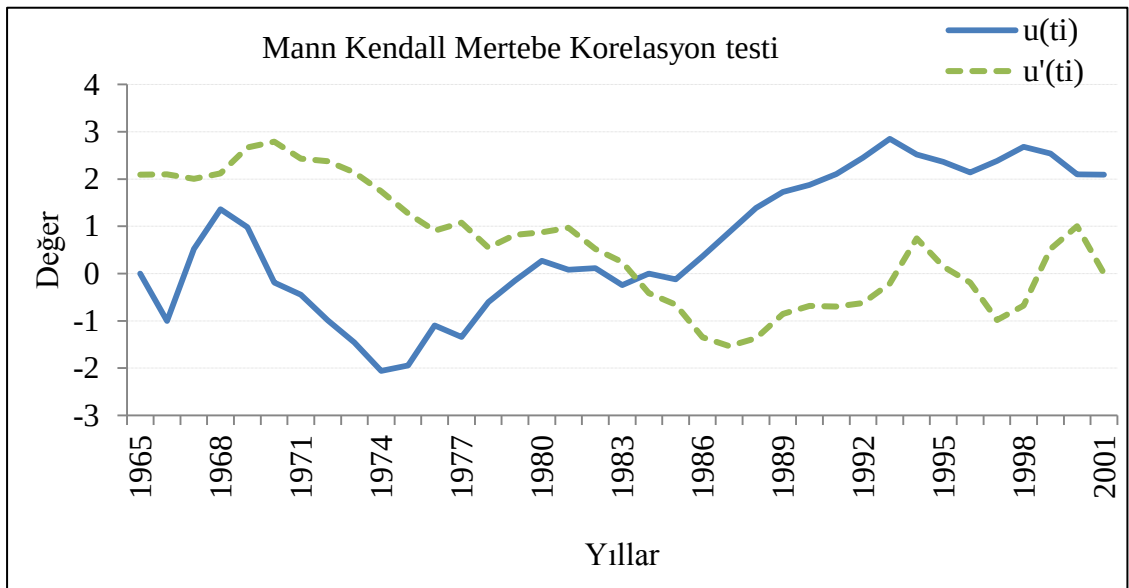
b. Spearman'ın Rho testine göre trend analizi:

$$r_s = 1 - 6 \frac{\left[\sum_{i=1}^n (R(x_i) - i)^2 \right]}{(n^3 - n)} \text{ bağlantısı uygulanarak } r_s = 0,328 \text{ olarak bulunur.}$$

$Z = r_s \sqrt{n-1} = 0,328 * \sqrt{37-1} = 1,968$ bulunur. Z 'in mutlak değeri için seçilen $\alpha=0.05$ anlamlılık düzeyine karşı gelen standart normal dağılımın $Z_{\alpha/2}=1.96$ değerinden büyük olduğu için sıfır hipotezi “ H_0 : Trend Yok” reddedilmekte olup incelenen zaman serisinde artan yönde trend olduğu sonucuna varılmaktadır.

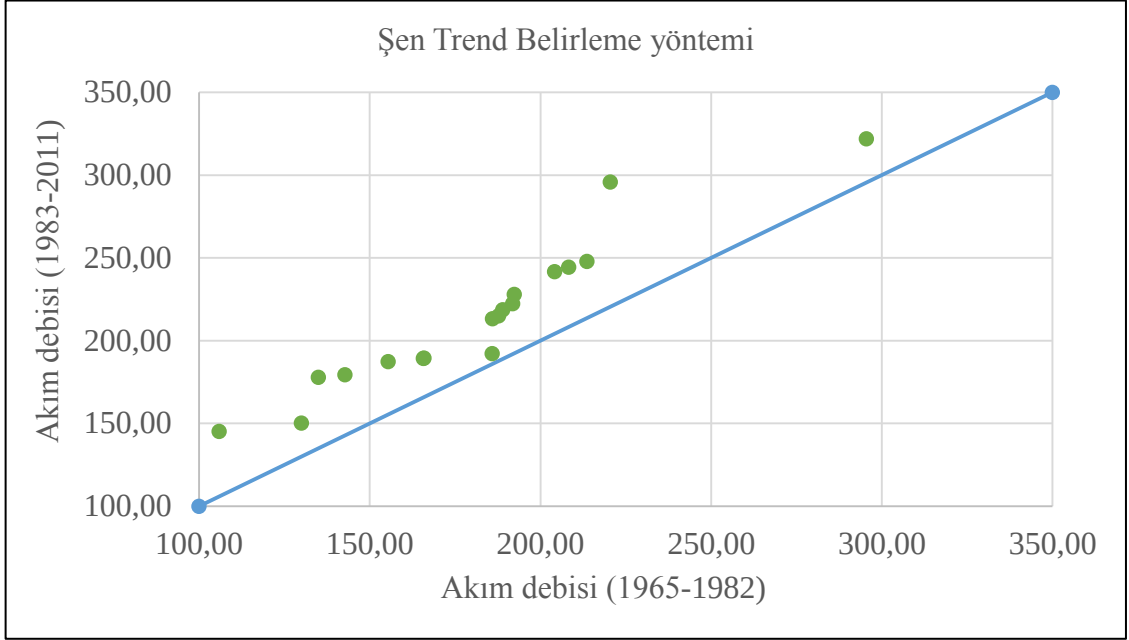
c. Mann-Kendall Mertebe Korelasyon testine göre trend analizi:

2315 No'lu Karşıköy akım gözlem istasyonu için, Excel de her bir ortalama akım debisi verisinin kendisinden önce gelenler arasında kaç tanesinin kendinden büyük olduğu tespit edilir. Tespit edilen veriler sayılarak n değeri bulunur. Sonra sırasıyla t , $\text{Var}(t)$, $E(t)$ ve $u(t)$ değerleri bulunur. Elden edilen değerler tablo halinde ekler kısmında verilmiştir. $U(t_i)$ ve $u'(t_i)$ grafikte gösterilmiştir. $U(t_i)$ ve $u'(t_i)$ kesişim noktası olan 1984 yılı trendin başladığı yıl olarak kabul edilir.



Şekil 41. Karşıköy akım gözlem istasyonu yıllık ortalama akım verilerinin $u(t_i)$ - $u'(t_i)$ grafiği.

d. Şen Eğilim Belirleme Yöntemi testine göre trend analizi:



Şekil 42. Karşıköy akım gözlem istasyonu yıllık ortalama akım verilerinin Şen Trend Belirleme yöntemine göre analizi.

Görüldüğü üzere 2315 No'lu Karşıköy akım gözlem istasyonunda yüksek ve düşük akım verilerinde Şen trend belirleme yöntemine göre artan yönde bir trend olduğu gözlenmiştir

3.3.2. İklim Parametrelerinde Trend Analizi

Bu bölümde Artvin meteorolojik gözlem istasyonundan alınan yıllık ortalama sıcaklık, yıllık toplam yağış ve yıllık ortalama bağıl nem verilerine trend analizi uygulanmıştır.

3.3.2.1 Yıllık Ortalama Sıcaklık Verilerinde Trend Analizi

Yıllık ortalama sıcaklık verilerine Mann Kendall, Spearman'ın Rho ve Şen Trend Belirleme yöntemine göre trend analizi uygulanmıştır.

a. Mann-Kendall testine göre trend analizi:

Artvin meteorolojik gözlem istasyonundan alınan sıcaklık verilerine uygulanan Mann Kendall yöntemine göre; $i < j$ için $x_i < x_j$ olan çiftlerin sayısı $P=996$, $x_i > x_j$ olan çiftlerin sayısı $M=715$ olarak hesaplanır. Test istatistiği olan $S=P-M=996-715=281$ olarak bulunur.

Kendall korelasyon katsayısı:

$$\tau = \frac{S}{[n(n-1)/2]} = \frac{281}{[59*58/2]} = \frac{281}{1711} = 0,164 \text{ olarak hesaplanır.}$$

Örnek sayısı $n = 59 \geq 10$ olduğundan

$$\sigma_s = \sqrt{n(n-1)(2n+5)/18} = \sqrt{59*58*(2*59+5)/18} = 152,92 \text{ olarak hesaplanır.}$$

$$\left\{ \begin{array}{ll} (S-1)/\sigma_s & S > 0 \\ Z = 0 & S = 0 \\ (S+1)/\sigma_s & S < 0 \end{array} \right\} \text{ ise } S > 0 \text{ olduğundan } Z = \frac{S-1}{\sigma_s} = \frac{281-1}{152,92} = 1,83$$

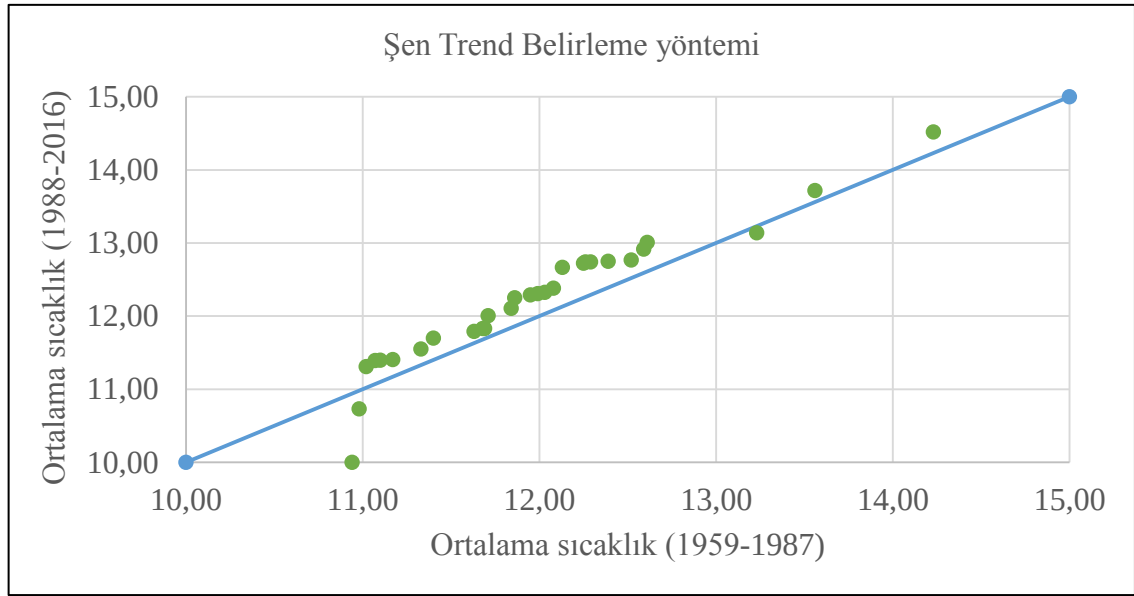
Z 'nin mutlak değeri için seçilen $\alpha=0.05$ anlamlılık düzeyine karşı gelen standart normal dağılımın $Z_{\alpha/2} = 1.96$ değerinden küçük olduğu için sıfır hipotezi “ H_0 : Trend Yok” kabul edilmekte incelenen zaman serisinde trend olmadığı sonucuna varılmaktadır.

b. Spearman'ın Rho testine göre trend analizi:

$$r_s = 1 - 6 \frac{\left[\sum_{i=1}^n (R(x_i) - i)^2 \right]}{(n^3 - n)} \text{ bağlantısı uygulanarak } r_s = 0,236 \text{ olarak bulunur.}$$

$Z = r_s \sqrt{n-1} = 0,236 * \sqrt{59-1} = 1,80$ bulunur. Z'nin mutlak değeri için seçilen $\alpha=0.05$ anlamlılık düzeyine karşı gelen standart normal dağılımın $Z_{\alpha/2}=1.96$ değerinden küçük olduğu için sıfır hipotezi “H₀: Trend Yok” kabul edilmekte incelenen zaman serisinde trend olmadığı sonucuna varılmaktadır.

c. Şen Eğilim Belirleme Yöntemi testine göre trend analizi:



Şekil 43. Artvin meteorolojik gözlem istasyonu yıllık ortalama sıcaklık verilerinin Şen Trend Belirleme yöntemine göre analizi.

Görüldüğü üzere Artvin meteorolojik gözlem istasyonunda ortalama sıcaklık verilerinde artan yönde bir trend vardır.

3.3.2.2. Yıllık Toplam Yağış Verilerinde Trend Analizi

Yıllık toplam yağış verilerine Mann Kendall, Spearman'ın Rho ve Şen Trend Belirleme yöntemine göre trend analizi uygulanmıştır.

a. Mann-Kendall testine göre trend analizi:

Artvin meteorolojik gözlem istasyonundan alınan yıllık toplam yağış verilerine uygulanan Mann Kendall yöntemine göre; $i < j$ için $x_i < x_j$ olan çiftlerin sayısı $P=973$,

$x_i > x_j$ olan çiftlerin sayısı $M=738$ olarak hesaplanır. Test istatistiği olan $S=P-M=973-738=235$ olarak bulunur.

Kendall korelasyon katsayısı:

$$\tau = \frac{S}{[n(n-1)/2]} = \frac{235}{[59*58/2]} = \frac{235}{1711} = 0,137 \text{ olarak hesaplanır.}$$

Örnek sayısı $n = 53 \geq 10$ olduğundan

$$\sigma_s = \sqrt{n(n-1)(2n+5)/18} = \sqrt{59*58*(2*59+5)/18} = 152,92 \text{ olarak hesaplanır.}$$

$$\left\{ \begin{array}{ll} (S-1)/\sigma_s & S > 0 \\ Z = 0 & S = 0 \\ (S+1)/\sigma_s & S < 0 \end{array} \right\} \text{ ise } S > 0 \text{ olduğundan } Z = \frac{S-1}{\sigma_s} = \frac{235-1}{152,92} = 1,53$$

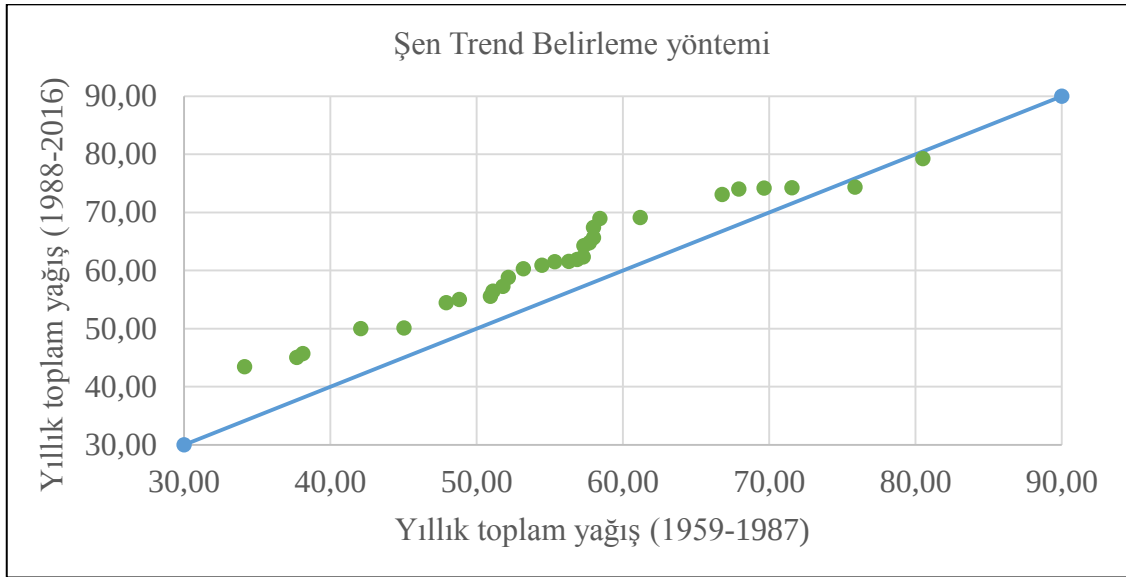
Z 'nin mutlak değeri için seçilen $\alpha=0.05$ anlamlılık düzeyine karşı gelen standart normal dağılımın $Z_{\alpha/2} = 1.96$ değerinden küçük olduğu için sıfır hipotezi " H_0 : Trend Yok" kabul edilmekte incelenen zaman serisinde trend olmadığı sonucuna varılmaktadır.

b. Spearman'ın Rho testine göre trend analizi:

$$r_s = 1 - 6 \frac{\left[\sum_{i=1}^n (R(x_i) - i)^2 \right]}{(n^3 - n)} \text{ bağlantısı uygulanarak } r_s = 0,173 \text{ olarak bulunur.}$$

$Z = r_s \sqrt{n-1} = 0,173 * \sqrt{59-1} = 1,32$ bulunur. Z 'nin mutlak değeri için seçilen $\alpha=0.05$ anlamlılık düzeyine karşı gelen standart normal dağılımın $Z_{\alpha/2} = 1.96$ değerinden küçük olduğu için sıfır hipotezi " H_0 : Trend Yok" kabul edilmekte incelenen zaman serisinde trend olmadığı sonucuna varılmaktadır.

c. Şen Eğilim Belirleme Yöntemi testine göre trend analizi:



Şekil 44. Artvin meteorolojik gözlem istasyonu yıllık toplam yağış verilerinin Şen Trend Belirleme yöntemine göre analizi.

Görüldüğü üzere Artvin meteorolojik gözlem istasyonunda yıllık toplam yağış verilerinde Şen trend belirleme yöntemine göre artan yönde bir eğilim vardır.

3.3.2.3. Yıllık Ortalama Bağıl Nem Verilerinde Trend Analizi

Yıllık ortalama bağıl nem verilerine Mann Kendall, Spearman'ın Rho ve Şen Trend Belirleme yöntemine göre trend analizi uygulanmıştır.

a. Mann-Kendall testine göre trend analizi:

Artvin meteorolojik gözlem istasyonundan alınan yıllık ortalama bağıl nem verilerine uygulanan Mann Kendall yöntemine göre; $i < j$ için $x_i < x_j$ olan çiftlerin sayısı $P=650$, $x_i > x_j$ olan çiftlerin sayısı $M=1061$ olarak hesaplanır. Test istatistiği olan $S=P-M=650-1061=-410$ olarak bulunur.

Kendall korelasyon katsayısı:

$$\tau = \frac{S}{[n(n-1)/2]} = \frac{-350}{[59*58/2]} = \frac{-410}{1711} = 0,24 \text{ olarak hesaplanır.}$$

Örnek sayısı $n = 59 \geq 10$ olduğundan

$$\sigma_s = \sqrt{n(n-1)(2n+5)/18} = \sqrt{59*58*(2*59+5)/18} = 152,92 \text{ olarak hesaplanır.}$$

$$\left\{ \begin{array}{ll} (S-1)/\sigma_s & S > 0 \\ Z = 0 & S = 0 \\ (S+1)/\sigma_s & S < 0 \end{array} \right\} \text{ ise } S < 0 \text{ olduğundan } Z = \frac{S+1}{\sigma_s} = \frac{-410+1}{152,92} = -2,67$$

Z'nin mutlak değeri için seçilen $\alpha=0.05$ anlamlılık düzeyine karşı gelen standart normal dağılımın $Z_{\alpha/2}=1.96$ değerinden büyük olduğu için sıfır hipotezi “H₀: Trend Yok” reddedilmekte $S < 0$ olduğunda dolayı da incelenen zaman serisinde azalan yönde trend olduğu sonucuna varılmaktadır.

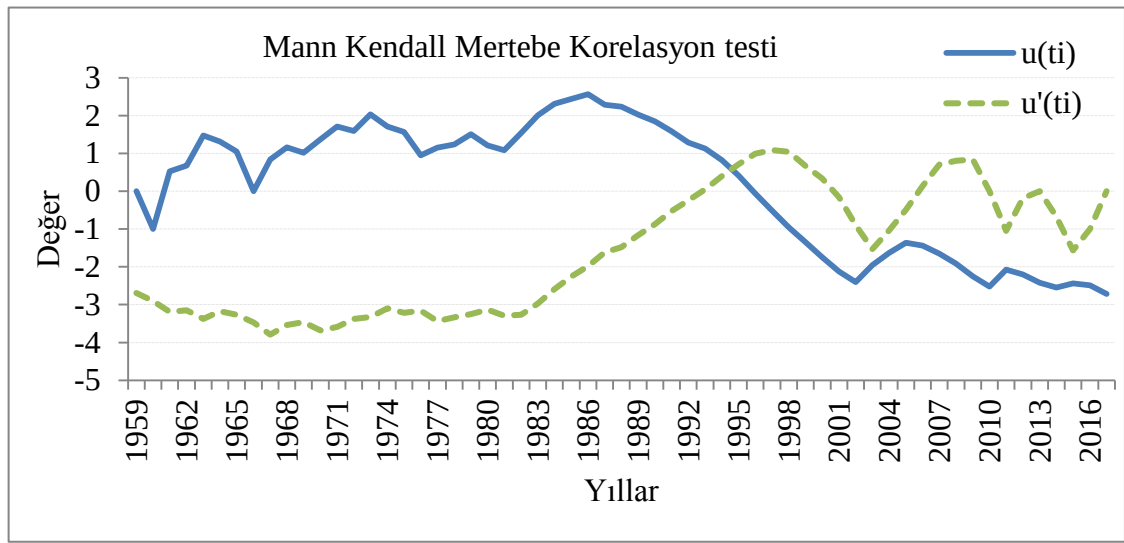
b. Spearman'ın Rho testine göre trend analizi:

$$r_s = 1 - 6 \frac{\left[\sum_{i=1}^n (R(x_i) - i)^2 \right]}{(n^3 - n)} \text{ bağlantısı uygulanarak } r_s = -0,35 \text{ olarak bulunur.}$$

$Z = r_s \sqrt{n-1} = -0,35 * \sqrt{59-1} = -2,66$ bulunur. Z'nin mutlak değeri için seçilen $\alpha=0.05$ anlamlılık düzeyine karşı gelen standart normal dağılımın $Z_{\alpha/2}=1.96$ değerinden büyük olduğu için sıfır hipotezi “H₀: Trend Yok” reddedilmekte $S < 0$ olduğunda dolayı da incelenen zaman serisinde azalan yönde trend olduğu sonucuna varılmaktadır.

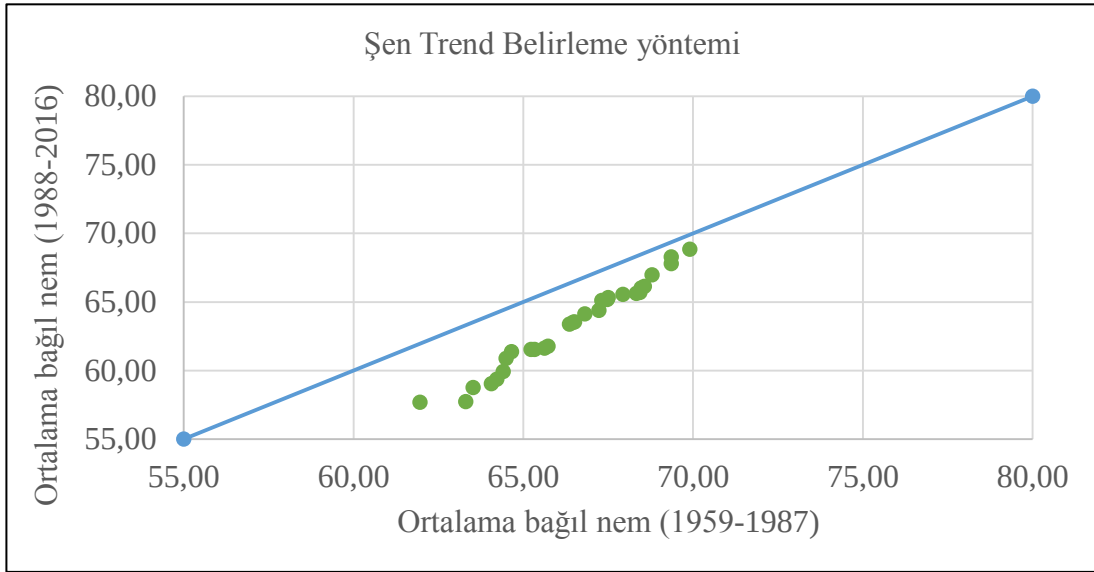
c. Mann-Kendall Mertebe Korelasyon testine göre trend analizi:

Artvin meteorolojik gözlem istasyonu için, Excel de her bir ortalama bağıl nem verisinin kendisinden önce gelenler arasında kaç tanesinin kendinden büyük olduğu tespit edilir. Tespit edilen veriler sayılarak n değeri bulunur. Sonra sırasıyla t , $Var(t)$, $E(t)$ ve $u(t)$ değerleri bulunur. Elden edilen değerler tablo halinde ekler kısmında verilmiştir. $U(t_i)$ ve $u'(t_i)$ grafikte gösterilmiştir. $U(t_i)$ ve $u'(t_i)$ kesişim noktası olan 1995 yılı trendin başladığı yıl olarak kabul edilir.



Şekil 45. Artvin meteorolojik gözlem istasyonu yıllık ortalama bağıl nem verilerinin $u(t_i)$ - $u'(t_i)$ grafiği.

d. Şen Eğilim Belirleme Yöntemi testine göre trend analizi:



Şekil 46. Artvin meteorolojik gözlem istasyonu yıllık ortalama bağıl nem verilerinin Şen Trend Belirleme yöntemine göre analizi.

Görüldüğü üzere Artvin meteorolojik gözlem istasyonunda yüksek yıllık ortalama bağıl nem verilerinde Şen trend belirleme yöntemine göre azalan yönde bir eğilim vardır.

2315 No'lu Artvin akım gözlem istasyonunun yıllık ortalama akım debisi ve bu akım gözlem istasyonu ile birlikte değerlendirilen Artvin meteorolojik gözlem istasyonunun meteorolojik parametrelerine uygulanan trend analizlerinin sonucu aşağıda tabloda verilmiştir.

Tablo 16. 2315 Karşıköy akım gözlem istasyonu ve Artvin meteorolojik gözlem istasyonu verilerinin trend analiz sonuçları.

2315 Karşıköy AGİ	Mann-Kendall	Spearman'ın Rho	Şen Trend Bel. Yön.	Trend Baş. Yılı
Yıllık Ortalama Akım Debisi	(+)	(+)	(+)	1984
Artvin MGI	Mann-Kendall	Spearman'ın Rho	Şen Trend Bel. Yön.	Trend Baş. Yılı
Yıllık Ortalama Sıcaklık	(0)	(0)	(+)	-
Yıllık Toplam Yağış	(0)	(0)	(+)	-
Yıllık Ortalama Bağıl Nem	(-)	(-)	(-)	1995

(+): Artan Trend, (-): Azalan Trend, (0): Trend Yok

Burada görüldüğü üzere akım verilerinde anlamlı yönde trend vardır. Akım verilerinde oluşan bu anlamlı trendin meteorolojik parametreleriyle olan ilişkisini öğrenmek için korelasyon testi uygulanmıştır. SPSS programında işlenen verilerin Pearson korelasyon katsayıları ve anlamlılık düzeyleri aşağıdaki tabloda verilmiştir.

Tablo 17. 2315 Karşıköy akım gözlem istasyonu Pearson korelasyon testi sonuçları.

Akım	Sıcaklık	Yağış	Nem
Pearson Korelasyon Katsayısı	-0,222	0,371*	-0,077
Anlamlılık Düzeyi	0,187	0,024	0,652

* Anlamlı ilişki vardır.

Tabloya göre anlamlılık düzeyi 0,05'ten küçük olan yağış ile akım arasındaki anlamlı bir ilişki olduğu sonucuna varılır.

3.4. 2316 No'lu İspir Köprü Akım Gözlem İstasyonu Trend Analizi Uygulaması

Seçilen istasyonda yıllık ortalama akım verilerine ve meteorolojik gözlem istasyonlarından alınan meteorolojik parametrelere trend analizi uygulanmıştır.

3.4.1. Yıllık Ortalama Akım Verilerinde Trend Analizi

Yıllık ortalama akım verilerine Mann Kendall testi, Spearman'ın Rho testi ve Şen Trend Belirleme yöntemine göre trend analizi yapıldı. Trend gözlenen istasyonlarda trend yılını belirlemek için Mann Kendall mertebe korelasyon testi uygulanmıştır.

a. Mann-Kendall testine göre trend analizi:

2316 No'lu İspir Köprü akım gözlem istasyonunun akım verilerine uygulanan Mann Kendall yöntemine göre; $i < j$ için $x_i < x_j$ olan çiftlerin sayısı $P=577$, $x_i > x_j$ olan çiftlerin sayısı $M=458$ olarak hesaplanır. Test istatistiği olan $S=P-M=577-458=119$ olarak bulunur.

Kendall korelasyon katsayısı:

$$\tau = \frac{S}{\left[\frac{n(n-1)}{2} \right]} = \frac{119}{\left[\frac{46 \cdot 45}{2} \right]} = \frac{119}{1035} = 0,115 \text{ olarak hesaplanır.}$$

Örnek sayısı $n = 46 \geq 10$ olduğundan

$$\sigma_s = \sqrt{n(n-1)(2n+5)/18} = \sqrt{46 \cdot 45 \cdot (2 \cdot 46 + 5)/18} = 105,62 \text{ olarak hesaplanır.}$$

$$\left\{ \begin{array}{ll} (S-1)/\sigma_s & S > 0 \\ 0 & S = 0 \\ (S+1)/\sigma_s & S < 0 \end{array} \right\} \text{ ise } S > 0 \text{ olduğundan } Z = \frac{S-1}{\sigma_s} = \frac{119-1}{105,62} = 1,12$$

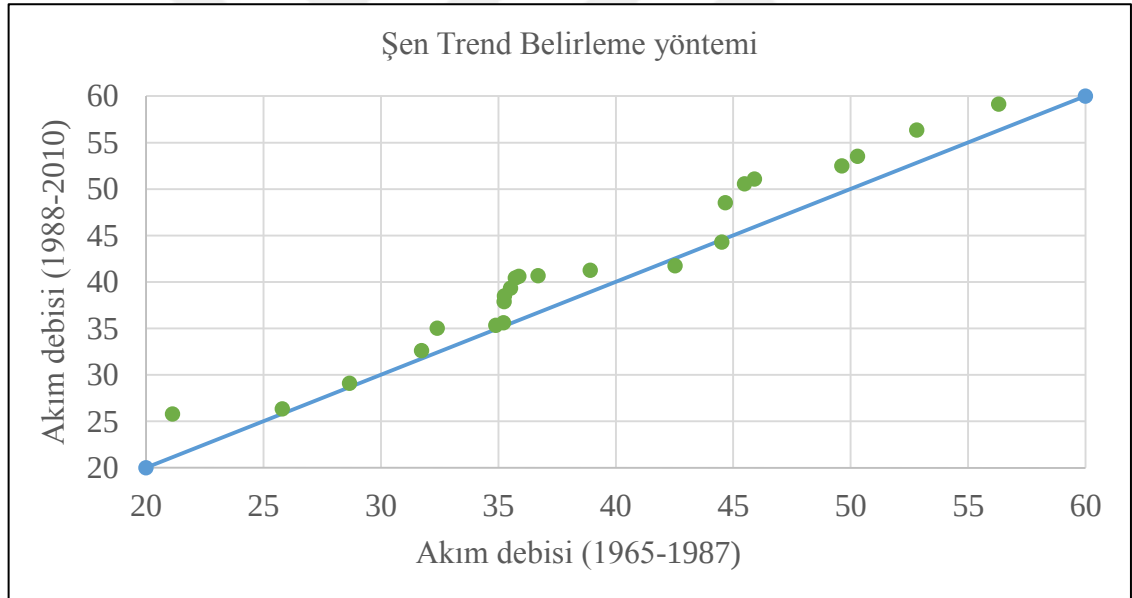
Z 'nin mutlak değeri için seçilen $\alpha=0.05$ anlamlılık düzeyine karşı gelen standart normal dağılımın $Z_{\alpha/2} = 1.96$ değerinden küçük olduğu için sıfır hipotezi “ H_0 : Trend Yok” kabul edilmekte incelenen zaman serisinde trend olmadığı sonucuna varılmaktadır.

b. Spearman'ın Rho testine göre trend analizi:

$$r_s = 1 - 6 \frac{\left[\sum_{i=1}^n (R(x_i) - i)^2 \right]}{(n^3 - n)} \text{ bağlantısı uygulanarak } r_s = 0,148 \text{ olarak bulunur.}$$

$Z = r_s \sqrt{n-1} = 0,148 * \sqrt{46-1} = 0,993$ bulunur. Z'nin mutlak değeri için seçilen $\alpha=0.05$ anlamlılık düzeyine karşı gelen standart normal dağılımın $Z_{\alpha/2}=1.96$ değerinden küçük olduğu için sıfır hipotezi “H₀: Trend Yok” kabul edilmekte incelenen zaman serisinde trend olmadığı sonucuna varılmaktadır.

c. Şen Eğilim Belirleme Yöntemi testine göre trend analizi:



Şekil 47. İspir Köprü akım gözlem istasyonu yıllık toplam yağış verilerinin Şen Trend Belirleme yöntemine göre analizi.

Görüldüğü üzere 2316 No'lu İspir Köprü akım gözlem istasyonunda orta ve yüksek akım değerlerinde artan yönde bir trend vardır.

3.4.2. İklim Parametrelerinde Trend Analizi

Bu bölümde İspir ve Tortum meteorolojik gözlem istasyonlarından alınan yıllık

ortalama sıcaklık, yıllık toplam yağış ve yıllık ortalama bağıl nem verilerine trend analizi uygulanmıştır.

İlk olarak İspir meteorolojik gözlem istasyonundan alınan verilerin trend analizi yapılmıştır. Daha sonra Tortum meteorolojik gözlem istasyonundan alınan verilerin trend analizi yapılmıştır.

3.4.2.1. İspir MĞİ Yıllık Ortalama Sıcaklık Verilerinde Trend Analizi

Yıllık ortalama sıcaklık verilerine sırasıyla Mann Kendall, Spearman'ın Rho ve Şen Trend Belirleme yöntemine göre trend analizi uygulanmıştır.

a. Mann-Kendall testine göre trend analizi:

İspir meteorolojik gözlem istasyonundan alınan sıcaklık verilerine uygulanan Mann Kendall yöntemine göre; $i < j$ için $x_i < x_j$ olan çiftlerin sayısı $P=1066$, $x_i > x_j$ olan çiftlerin sayısı $M=670$ olarak hesaplanır. Test istatistiği olan $S=P-M=1066-670=396$ olarak bulunur.

Kendall korelasyon katsayısı:

$$\tau = \frac{S}{[n(n-1)/2]} = \frac{396}{[59*58/2]} = \frac{396}{1711} = 0,231 \text{ olarak hesaplanır.}$$

Örnek sayısı $n = 46 \geq 10$ olduğundan

$$\sigma_s = \sqrt{n(n-1)(2n+5)/18} = \sqrt{59*58*(2*59+5)/18} = 152,92 \text{ olarak hesaplanır.}$$

$$\left\{ \begin{array}{ll} (S-1)/\sigma_s & S > 0 \\ Z = 0 & S = 0 \\ (S+1)/\sigma_s & S < 0 \end{array} \right\} \text{ ise } S > 0 \text{ olduğundan } Z = \frac{S-1}{\sigma_s} = \frac{396-1}{152,92} = 2,58$$

Z'nin mutlak değeri için seçilen $\alpha=0.05$ anlamlılık düzeyine karşı gelen standart normal dağılımın $Z_{\alpha/2}=1.96$ değerinden büyük olduğu için sıfır hipotezi “H₀: Trend Yok” reddedilmekte $S>0$ olduğunda dolayı da incelenen zaman serisinde artan yönde trend olduğu sonucuna varılmaktadır.

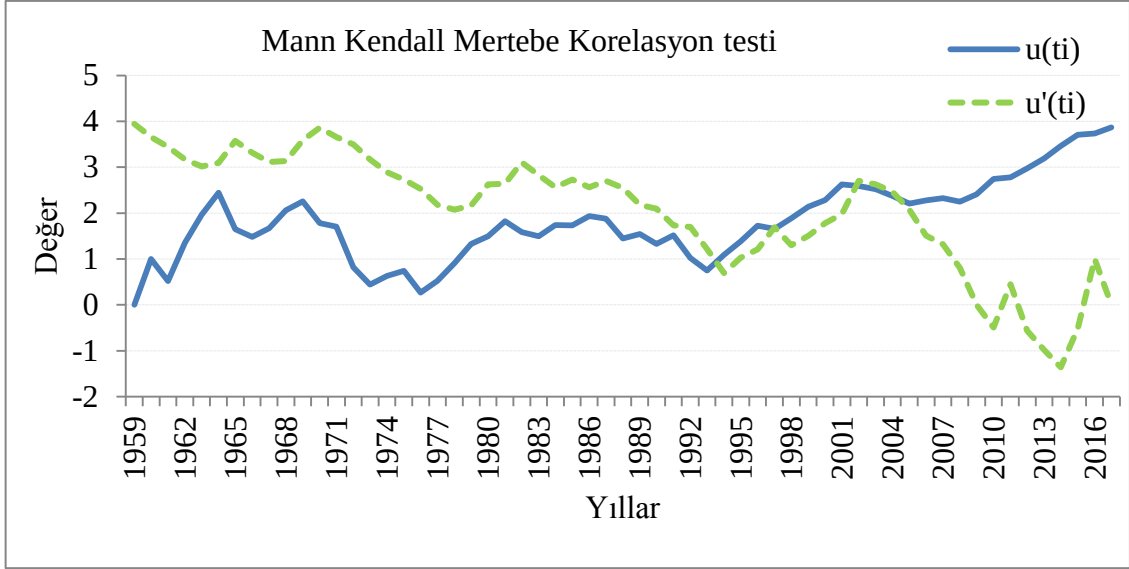
b. Spearman'ın Rho testine göre trend analizi:

$$r_s = 1 - 6 \frac{\left[\sum_{i=1}^n (R(x_i) - i)^2 \right]}{(n^3 - n)} \text{ bağlantısı uygulanarak } r_s = 0,47 \text{ olarak bulunur.}$$

$Z = r_s \sqrt{n-1} = 0,47 * \sqrt{59-1} = 3,57$ bulunur. Z'nin mutlak değeri için seçilen $\alpha=0.05$ anlamlılık düzeyine karşı gelen standart normal dağılımın $Z_{\alpha/2}=1.96$ değerinden büyük olduğu için sıfır hipotezi “H₀: Trend Yok” reddedilmekte $S>0$ olduğunda dolayı da incelenen zaman serisinde artan yönde trend olduğu sonucuna varılmaktadır.

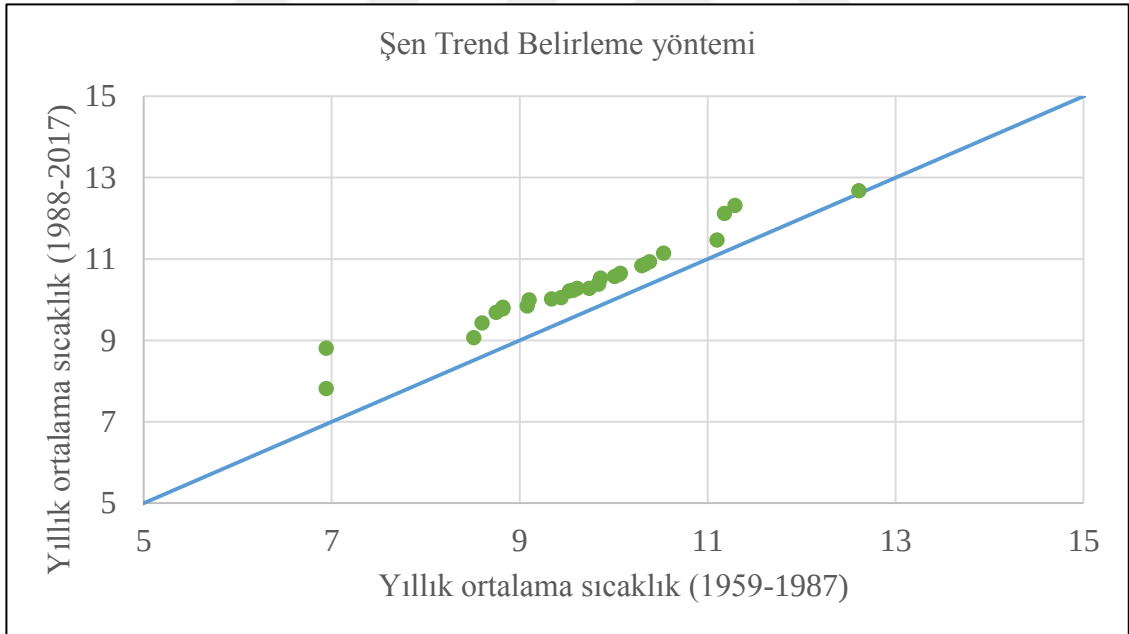
c. Mann-Kendall Mertebe Korelasyon testine göre trend analizi:

İspir meteorolojik gözlem istasyonu için, Excel de her bir ortalama sıcaklık verisinin kendisinden önce gelenler arasında kaç tanesinin kendinden büyük olduğu tespit edilir. Tespit edilen veriler sayılarak n değeri bulunur. Sonra sırasıyla t, Var(t), E(t) ve u(t) değerleri bulunur. Elden edilen değerler tablo halinde ekler kısmında verilmiştir. U(t_i) ve u'(t_i) grafikte gösterilmiştir. U(t_i) ve u'(t_i) kesişim noktası olan 1991 yılı trendin başladığı yıl olarak kabul edilir.



Şekil 48. İspir meteorolojik gözlem istasyonu yıllık ortalama sıcaklık verilerinin $u(t_i)$ - $u'(t_i)$ grafiği.

d. Şen Eğilim Belirleme Yöntemi testine göre trend analizi:



Şekil 49. İspir meteorolojik gözlem istasyonu yıllık ortalama sıcaklık verilerinin Şen Trend Belirleme yöntemine göre analizi.

Görüldüğü üzere İspir meteorolojik gözlem istasyonunda ortalama sıcaklık verilerinde artan yönde bir eğilim vardır.

3.2.2.2. Toplam Yağış Verilerinde Trend Analizi

Yıllık toplam yağış verilerine Mann Kendall, Spearman'ın Rho ve Şen Trend Belirleme yöntemine göre trend analizi uygulanmıştır.

a. Mann-Kendall testine göre trend analizi:

İspir meteorolojik gözlem istasyonundan alınan yağış verilerine uygulanan Mann Kendall yöntemine göre; $i < j$ için $x_i < x_j$ olan çiftlerin sayısı $P=1504$, $x_i > x_j$ olan çiftlerin sayısı $M=1378$ olarak hesaplanır. Test istatistiği olan $S=P-M=1504-1378=126$ olarak bulunur.

Kendall korelasyon katsayısı:

$$\tau = \frac{S}{\left[\frac{n(n-1)}{2} \right]} = \frac{126}{\left[\frac{53 \cdot 52}{2} \right]} = \frac{126}{1378} = 0,091 \text{ olarak hesaplanır.}$$

Örnek sayısı $n = 53 \geq 10$ olduğundan

$$\sigma_s = \sqrt{n(n-1)(2n+5)/18} = \sqrt{53 \cdot 52 \cdot (2 \cdot 53 + 5)/18} = 130,37 \text{ olarak hesaplanır.}$$

$$\left\{ \begin{array}{ll} (S-1)/\sigma_s & S > 0 \\ Z = 0 & S = 0 \\ (S+1)/\sigma_s & S < 0 \end{array} \right\} \text{ ise } S > 0 \text{ olduğundan } Z = \frac{S-1}{\sigma_s} = \frac{126-1}{130,37} = 0,96$$

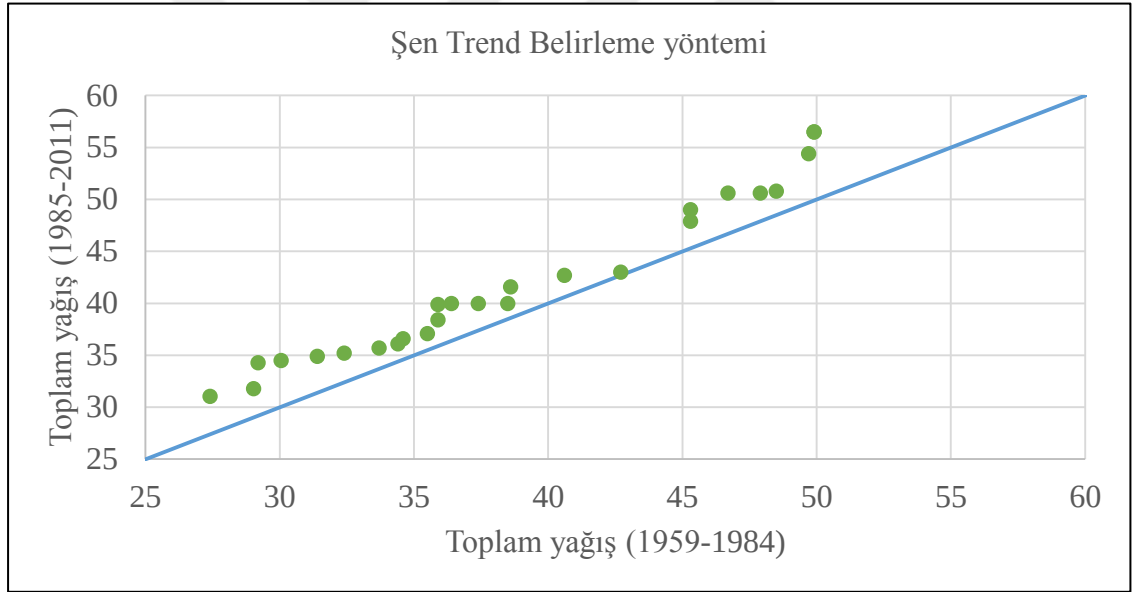
Z 'nin mutlak değeri için seçilen $\alpha=0.05$ anlamlılık düzeyine karşı gelen standart normal dağılımın $Z_{\alpha/2} = 1.96$ değerinden küçük olduğu için sıfır hipotezi “ H_0 : Trend Yok” kabul edilmekte incelenen zaman serisinde trend olmadığı sonucuna varılmaktadır.

b. Spearman'ın Rho testine göre trend analizi:

$$r_s = 1 - 6 \frac{\left[\sum_{i=1}^n (R(x_i) - i)^2 \right]}{(n^3 - n)} \text{ bağlantısı uygulanarak } r_s = 0,12 \text{ olarak bulunur.}$$

$Z = r_s \sqrt{n-1} = 0,12 * \sqrt{53-1} = 0,86$ bulunur. Z'nin mutlak değeri için seçilen $\alpha=0.05$ anlamlılık düzeyine karşı gelen standart normal dağılımın $Z_{\alpha/2} = 1.96$ değerinden küçük olduğu için sıfır hipotezi “H₀: Trend Yok” kabul edilmekte incelenen zaman serisinde trend olmadığı sonucuna varılmaktadır.

c. Şen Trend Belirleme Yöntemi testine göre trend analizi:



Şekil 50. İspir meteorolojik gözlem istasyonunda yıllık toplam yağış verilerinin Şen Trend Belirleme yöntemine göre analizi.

Görüldüğü üzere İspir meteorolojik gözlem istasyonunda yıllık toplam yağış verilerinde Şen trend belirleme yöntemine göre artan yönde bir eğilim vardır.

3.2.2.3. Ortalama Bağlı Nem Verilerinde Trend Analizi

Yıllık ortalama bağıl nem verilerine Mann Kendall, Spearman'ın Rho ve Şen

Trend Belirleme yöntemine göre trend analizi uygulanmıştır.

a. Mann-Kendall testine göre trend analizi:

İspir meteorolojik gözlem istasyonundan alınan yıllık ortalama bağıl nem verilerine uygulanan Mann Kendall yöntemine göre; $i < j$ için $x_i < x_j$ olan çiftlerin sayısı $P=514$, $x_i > x_j$ olan çiftlerin sayısı $M=864$ olarak hesaplanır. Test istatistiği olan $S=P-M=514-864=-350$ olarak bulunur.

Kendall korelasyon katsayısı:

$$\tau = \frac{S}{\left[\frac{n(n-1)}{2} \right]} = \frac{-350}{\left[\frac{53 \cdot 52}{2} \right]} = \frac{-350}{1378} = 0,254 \text{ olarak hesaplanır.}$$

Örnek sayısı $n = 53 \geq 10$ olduğundan

$$\sigma_s = \sqrt{n(n-1)(2n+5)/18} = \sqrt{53 \cdot 52 \cdot (2 \cdot 53 + 5)/18} = 130,37 \text{ olarak hesaplanır.}$$

$$\left\{ \begin{array}{ll} (S-1)/\sigma_s & S > 0 \\ 0 & S = 0 \\ (S+1)/\sigma_s & S < 0 \end{array} \right\} \text{ ise } S < 0 \text{ olduğundan } Z = \frac{S-1}{\sigma_s} = \frac{-350+1}{130,37} = -2,68$$

Z 'nin mutlak değeri için seçilen $\alpha=0.05$ anlamlılık düzeyine karşı gelen standart normal dağılımın $Z_{\alpha/2}=1.96$ değerinden büyük olduğu için sıfır hipotezi " H_0 : Trend Yok" reddedilmekte $S < 0$ olduğunda dolayı da incelenen zaman serisinde azalan yönde trend olduğu sonucuna varılmaktadır.

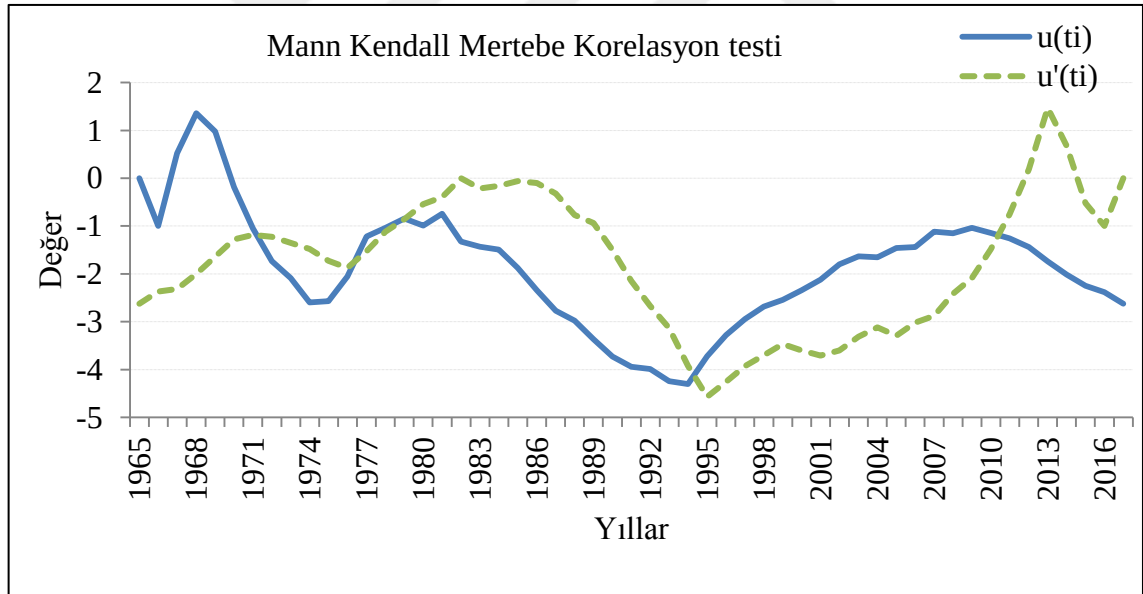
b. Spearman'ın Rho testine göre trend analizi:

$$r_s = 1 - 6 \frac{\left[\sum_{i=1}^n (R(x_i) - i)^2 \right]}{(n^3 - n)} \text{ bağlantısı uygulanarak } r_s = -0,317 \text{ olarak bulunur.}$$

$Z = r_s \sqrt{n-1} = -0,317 * \sqrt{53-1} = -2,29$ bulunur. Z 'nin mutlak değeri için seçilen $\alpha=0.05$ anlamlılık düzeyine karşı gelen standart normal dağılımın $Z_{\alpha/2} = 1.96$ değerinden büyük olduğu için sıfır hipotezi “ H_0 : Trend Yok” reddedilmekte $S < 0$ olduğunda dolayı da incelenen zaman serisinde azalan yönde trend olduğu sonucuna varılmaktadır.

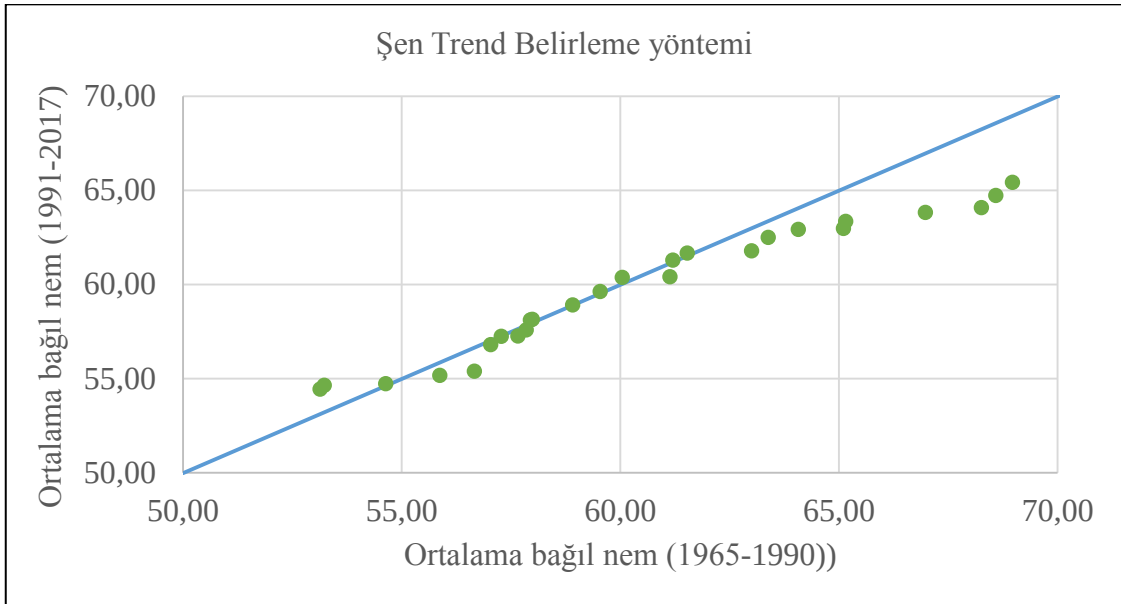
c. Mann-Kendall Mertebe Korelasyon testine göre trend analizi:

İspir meteorolojik gözlem istasyonu için, Excel de her bir ortalama bağıl nem verisinin kendisinden önce gelenler arasında kaç tanesinin kendinden büyük olduğu tespit edilir. Tespit edilen veriler sayılarak n değeri bulunur. Sonra sırasıyla t , $Var(t)$, $E(t)$ ve $u(t)$ değerleri bulunur. Elden edilen değerler tablo halinde ekler kısmında verilmiştir. $U(t_i)$ ve $u'(t_i)$ grafikte gösterilmiştir. $U(t_i)$ ve $u'(t_i)$ kesişim noktası olan 1971 yılı trendin başladığı yıl olarak kabul edilir.



Şekil 51. İspir meteorolojik gözlem istasyonu yıllık ortalama bağıl nem verilerinin $u(t_i)$ - $u'(t_i)$ grafiği.

d. Şen Eğilim Belirleme Yöntemi testine göre trend analizi:



Şekil 52. İspir meteorolojik gözlem istasyonu yıllık ortalama bağıl nem verilerinin Şen Trend Belirleme yöntemine göre analizi.

Görüldüğü üzere İspir meteorolojik gözlem istasyonunda yüksek yıllık ortalama bağıl nem verilerinde Şen trend belirleme yöntemine göre azalan yönde bir eğilim vardır. Düşük bağıl nem verilerinde ise trend gözlenmemiştir.

İkinci olarak Tortum meteorolojik gözlem istasyonundan alınan verilere trend analizi uygulanmıştır.

3.4.2.4. Tortum MGİ Yıllık Ortalama Sıcaklık Verilerinde Trend Analizi

Yıllık ortalama sıcaklık verilerine Mann Kendall, Spearman'ın Rho ve Şen Trend Belirleme yöntemine göre trend analizi uygulanmıştır.

a. Mann-Kendall testine göre trend analizi:

Tortum meteorolojik gözlem istasyonundan alınan sıcaklık verilerine uygulanan Mann Kendall yöntemine göre; $i < j$ için $x_i < x_j$ olan çiftlerin sayısı $P=1211$, $x_i > x_j$ olan çiftlerin sayısı $M=500$ olarak hesaplanır. Test istatistiği olan $S=P-M=1211-500=711$ olarak bulunur.

Kendall korelasyon katsayısı:

$$\tau = \frac{S}{[n(n-1)/2]} = \frac{396}{[59*58/2]} = \frac{711}{1711} = 0,415 \text{ olarak hesaplanır.}$$

Örnek sayısı $n = 59 \geq 10$ olduğundan

$$\sigma_s = \sqrt{n(n-1)(2n+5)/18} = \sqrt{59*58*(2*59+5)/18} = 152,92 \text{ olarak hesaplanır.}$$

$$\left\{ \begin{array}{ll} (S-1)/\sigma_s & S > 0 \\ Z = 0 & S = 0 \\ (S+1)/\sigma_s & S < 0 \end{array} \right\} \text{ ise } S > 0 \text{ olduğundan } Z = \frac{S-1}{\sigma_s} = \frac{711-1}{152,92} = 4,64$$

Z'nin mutlak değeri için seçilen $\alpha=0.05$ anlamlılık düzeyine karşı gelen standart normal dağılımın $Z_{\alpha/2}=1.96$ değerinden büyük olduğu için sıfır hipotezi “H₀: Trend Yok” reddedilmekte $S>0$ olduğunda dolayı da incelenen zaman serisinde artan yönde trend olduğu sonucuna varılmaktadır.

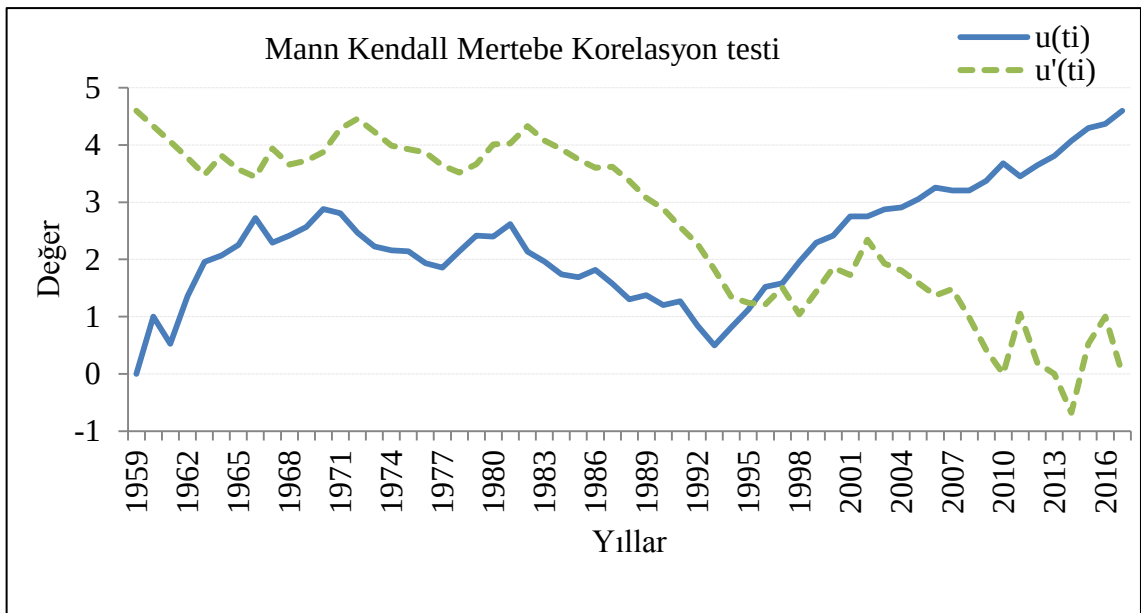
b. Spearman'ın Rho testine göre trend analizi:

$$r_s = 1 - 6 \frac{\left[\sum_{i=1}^n (R(x_i) - i)^2 \right]}{(n^3 - n)} \text{ bağlantısı uygulanarak } r_s = 0,551 \text{ olarak bulunur.}$$

$Z = r_s \sqrt{n-1} = 0,551 * \sqrt{59-1} = 4,2$ bulunur. Z'in mutlak değeri için seçilen $\alpha=0.05$ anlamlılık düzeyine karşı gelen standart normal dağılımın $Z_{\alpha/2}=1.96$ değerinden büyük olduğu için sıfır hipotezi “H₀: Trend Yok” reddedilmekte $S>0$ olduğunda dolayı da incelenen zaman serisinde artan yönde trend olduğu sonucuna varılmaktadır.

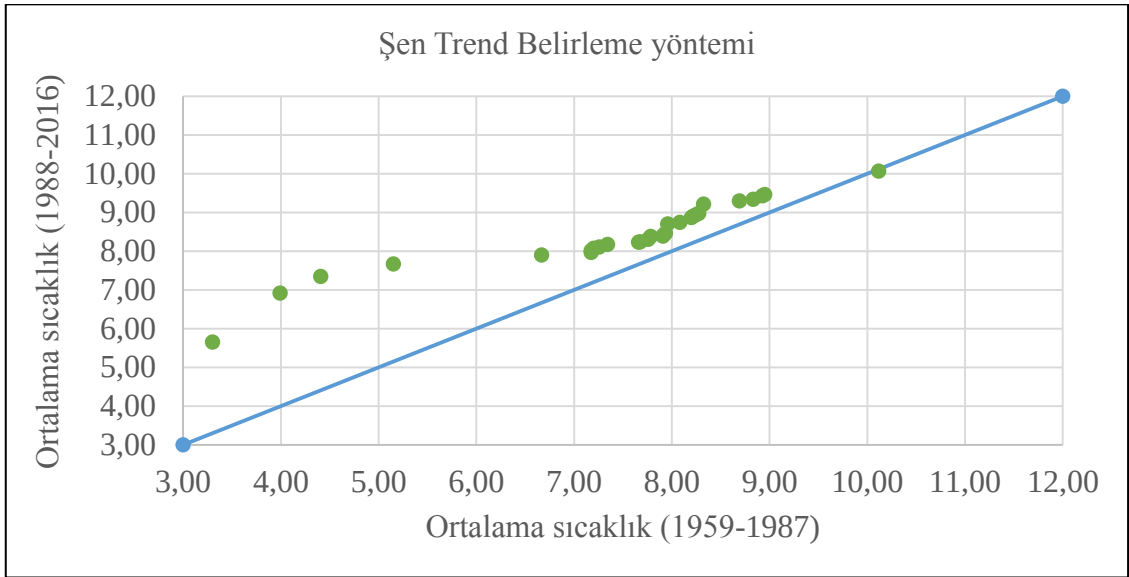
c. Mann-Kendall Mertebe Korelasyon testine göre trend analizi:

Tortum meteorolojik gözlem istasyonu için, Excel de her bir ortalama sıcaklık verisinin kendisinden önce gelenler arasında kaç tanesinin kendinden büyük olduğu tespit edilir. Tespit edilen veriler sayılarak n değeri bulunur. Sonra sırasıyla t , $Var(t)$, $E(t)$ ve $u(t)$ değerleri bulunur. Elden edilen değerler tablo halinde ekler kısmında verilmiştir. $U(t_i)$ ve $u'(t_i)$ grafikte gösterilmiştir. $U(t_i)$ ve $u'(t_i)$ kesişim noktası olan 1995 yılı trendin başladığı yıl olarak kabul edilir.



Şekil 53. Tortum meteorolojik gözlem istasyonu yıllık ortalama sıcaklık verilerinin $u(t_i)$ - $u'(t_i)$ grafiği.

d. Şen Eğilim Belirleme Yöntemi testine göre trend analizi:



Şekil 54. Tortum meteorolojik gözlem istasyonu yıllık ortalama sıcaklık verilerinin Şen Trend Belirleme yöntemine göre analizi.

Görüldüğü üzere Tortum meteorolojik gözlem istasyonundan alınan yıllık ortalama sıcaklık verilerinde artan yönde bir eğilim vardır.

3.4.2.5. Tortum MGİ Yıllık Toplam Yağış Verilerinde Trend Analizi

Yıllık toplam yağış verilerine Mann Kendall, Spearman'ın Rho ve Şen Trend Belirleme yöntemine göre trend analizi uygulanmıştır.

a. Mann-Kendall testine göre trend analizi:

Tortum meteorolojik gözlem istasyonundan alınan yıllık toplam yağış verilerine uygulanan Mann Kendall yöntemine göre; $i < j$ için $x_i < x_j$ olan çiftlerin sayısı $P=724$, $x_i > x_j$ olan çiftlerin sayısı $M=654$ olarak hesaplanır. Test istatistiği olan $S=P-M=724-654=70$ olarak bulunur.

Kendall korelasyon katsayısı:

$$\tau = \frac{S}{[n(n-1)/2]} = \frac{70}{[53*52/2]} = \frac{70}{1378} = 0,051 \text{ olarak hesaplanır.}$$

Örnek sayısı $n = 53 \geq 10$ olduğundan

$$\sigma_s = \sqrt{n(n-1)(2n+5)/18} = \sqrt{53*52*(2*53+5)/18} = 130,37 \text{ olarak hesaplanır.}$$

$$\left\{ \begin{array}{ll} (S-1)/\sigma_s & S > 0 \\ Z = 0 & S = 0 \\ (S+1)/\sigma_s & S < 0 \end{array} \right\} \text{ ise } S > 0 \text{ olduğundan } Z = \frac{S-1}{\sigma_s} = \frac{70-1}{130,37} = 0,53$$

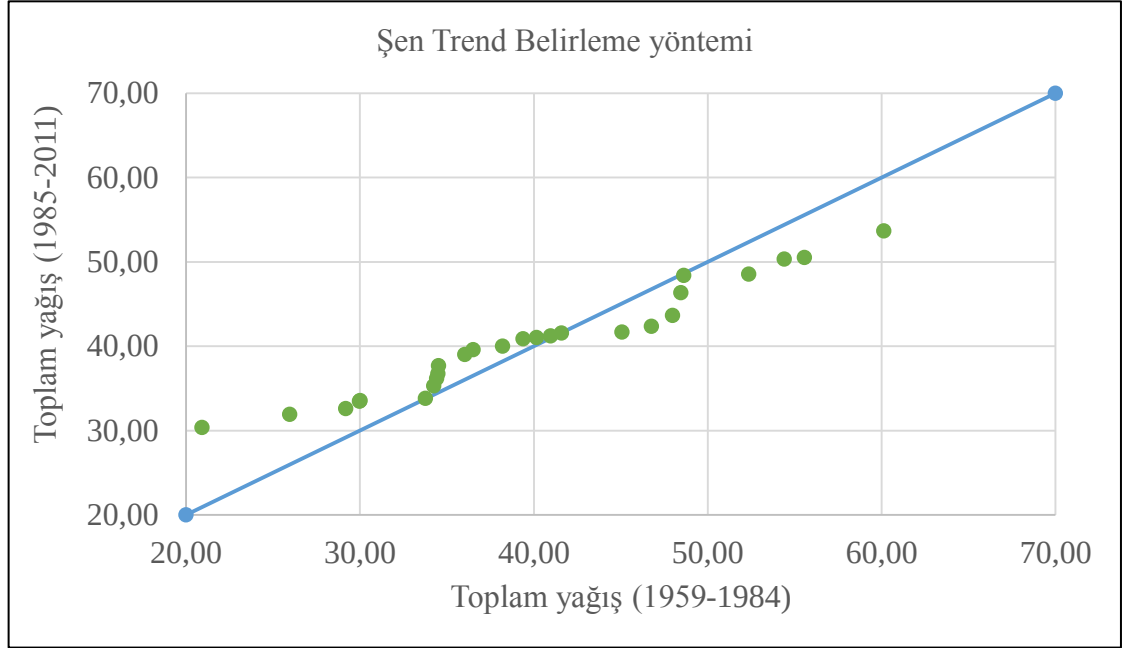
Z'nin mutlak değeri için seçilen $\alpha=0.05$ anlamlılık düzeyine karşı gelen standart normal dağılımın $Z_{\alpha/2}=1.96$ değerinden küçük olduğu için sıfır hipotezi “H₀: Trend Yok” kabul edilmekte incelenen zaman serisinde trend olmadığı sonucuna varılmaktadır.

b. Spearman'ın Rho testine göre trend analizi:

$$r_s = 1 - 6 \frac{\left[\sum_{i=1}^n (R(x_i) - i)^2 \right]}{(n^3 - n)} \text{ bağlantısı uygulanarak } r_s = 0,059 \text{ olarak bulunur.}$$

$Z = r_s \sqrt{n-1} = 0,059 * \sqrt{53-1} = 0,43$ bulunur. Z'nin mutlak değeri için seçilen $\alpha=0.05$ anlamlılık düzeyine karşı gelen standart normal dağılımın $Z_{\alpha/2}=1.96$ değerinden küçük olduğu için sıfır hipotezi “H₀: Trend Yok” kabul edilmekte incelenen zaman serisinde trend olmadığı sonucuna varılmaktadır.

c. Şen Eğilim Belirleme Yöntemi testine göre trend analizi:



Şekil 55. Tortum meteorolojik gözlem istasyonu yıllık toplam yağış verilerinin Şen Trend Belirleme yöntemine göre analizi.

Görüldüğü üzere Tortum meteorolojik gözlem istasyonunda yıllık toplam yağış verilerinde Şen trend belirleme yöntemine göre, düşük akımlarda artan yönde, yüksek akımlarda azalan yönde ve orta akımlarda ise trend gözlenmemiştir.

3.4.2.6. Tortum MGİ Yıllık Ortalama Bağlı Nem Verilerinde Trend Analizi

Yıllık ortalama bağıl nem verilerine Mann Kendall, Spearman'ın Rho ve Şen Trend Belirleme yöntemine göre trend analizi uygulanmıştır.

a. Mann-Kendall testine göre trend analizi:

Tortum meteorolojik gözlem istasyonundan alınan yıllık ortalama bağıl nem verilerine uygulanan Mann Kendall yöntemine göre; $i < j$ için $x_i < x_j$ olan çiftlerin sayısı $P=649$, $x_i > x_j$ olan çiftlerin sayısı $M=782$ olarak hesaplanır. Test istatistiği olan $S=P-M=649-782=-133$ olarak bulunur.

Kendall korelasyon katsayısı:

$$\tau = \frac{S}{[n(n-1)/2]} = \frac{-133}{[54*53/2]} = \frac{-133}{1431} = 0,093 \text{ olarak hesaplanır.}$$

Örnek sayısı $n = 54 \geq 10$ olduğundan

$$\sigma_s = \sqrt{n(n-1)(2n+5)/18} = \sqrt{54*53*(2*54+5)/18} = 134,04 \text{ olarak hesaplanır.}$$

$$\left\{ \begin{array}{ll} (S-1)/\sigma_s & S > 0 \\ Z = 0 & S = 0 \\ (S+1)/\sigma_s & S < 0 \end{array} \right\} \text{ ise } S < 0 \text{ olduğundan } Z = \frac{S-1}{\sigma_s} = \frac{-133+1}{134,04} = -0,98$$

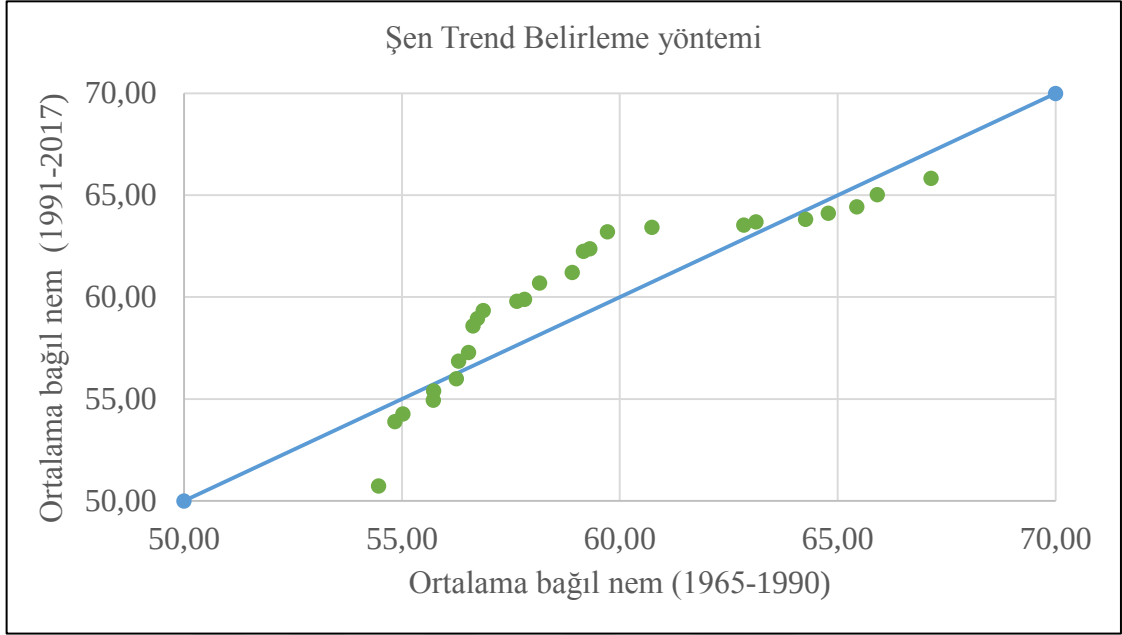
Z'nin mutlak değeri için seçilen $\alpha=0.05$ anlamlılık düzeyine karşı gelen standart normal dağılımın $Z_{\alpha/2}=1.96$ değerinden küçük olduğu için sıfır hipotezi “H₀: Trend Yok” kabul edilmekte incelenen zaman serisinde trend olmadığı sonucuna varılmaktadır.

b. Spearman'ın Rho testine göre trend analizi:

$$r_s = 1 - 6 \frac{\left[\sum_{i=1}^n (R(x_i) - i)^2 \right]}{(n^3 - n)} \text{ bağlantısı uygulanarak } r_s = -0,035 \text{ olarak bulunur.}$$

$Z = r_s \sqrt{n-1} = -0,035 * \sqrt{54-1} = -0,255$ bulunur. Z'nin mutlak değeri için seçilen $\alpha=0.05$ anlamlılık düzeyine karşı gelen standart normal dağılımın $Z_{\alpha/2}=1.96$ değerinden küçük olduğu için sıfır hipotezi “H₀: Trend Yok” kabul edilmekte incelenen zaman serisinde trend olmadığı sonucuna varılmaktadır.

c. Şen Eğilim Belirleme Yöntemi testine göre trend analizi:



Şekil 56. Tortum meteorolojik gözlem istasyonu yıllık ortalama bağıl nem verilerinin Şen Trend Belirleme yöntemine göre analizi.

Görüldüğü üzere Tortum meteorolojik gözlem istasyonunda yıllık ortalama bağıl nem verilerinde Şen trend belirleme yöntemine göre, düşük akımlarda azalan yönde, orta akımlarda artan yönde ve yüksek akımlarda ise trend gözlenmemiştir.

2316 No'lu İspir akım gözlem istasyonunun yıllık ortalama akım debisi ve bu akım gözlem istasyonu ile birlikte değerlendirdiğimiz İspir ve Tortum meteorolojik gözlem istasyonlarının meteorolojik parametrelerine uygulanan trend analizlerinin sonucu aşağıda tabloda verilmiştir.

Tablo 18. 2316 İspir Köprü akım gözlem istasyonu ile İspir ve Tortum meteorolojik gözlem istasyonlarından alınan verilerinin trend analiz sonuçları.

2316 İspir Köprü AGİ	Mann- Kendall	Spearman'ın Rho	Şen Trend Bel. Yön.	Trend Baş. Yılı
Yıllık Ortalama Akım Debisi	(0)	(0)	(+)	-
İspir MGİ	Mann- Kendall	Spearman'ın Rho	Şen Trend Bel. Yön.	Trend Baş. Yılı
Yıllık Ortalama Sıcaklık	(+)	(+)	(+)	1991
Yıllık Toplam Yağış	(0)	(0)	(+)	-
Yıllık Ortalama Bağıl Nem	(-)	(-)	(-)	1971
Tortum MGİ	Mann- Kendall	Spearman'ın Rho	Şen Trend Bel. Yön.	Trend Baş. Yılı
Yıllık Ortalama Sıcaklık	(+)	(+)	(+)	1995
Yıllık Toplam Yağış	(0)	(0)	(0)	-
Yıllık Ortalama Bağıl Nem	(0)	(0)	(+)	-

(+): Artan Trend, (-): Azalan Trend, (0): Trend Yok

3.5. 2323 No'lu İshan Köprü Akım Gözlem İstasyonu Trend Analizi Uygulaması

Seçilen istasyonda yıllık ortalama akım verilerine ve meteorolojik gözlem istasyonlarından alınan meteorolojik parametrelere trend analizi uygulanmıştır.

3.5.1. Yıllık Ortalama Akım Verilerinde Trend Analizi

Yıllık ortalama akım verilerine Mann Kendall testi, Spearman'ın Rho testi ve Şen Trend Belirleme yöntemine göre trend analizi yapıldı. Trend gözlenen istasyonlarda trend yılını belirlemek için Mann Kendall mertbe korelasyon testi uygulanmıştır.

a. Mann-Kendall testine göre trend analizi:

Seçilen istasyonda yıllık ortalama akım verilerine ve meteorolojik gözlem istasyonlarından alınan meteorolojik parametrelere trend analizi uygulanmıştır.

2323 No'lu İshan Köprü akım gözlem istasyonunun akım verilerine uygulanan Mann Kendall yöntemine göre; $i < j$ için $x_i < x_j$ olan çiftlerin sayısı $P=696$, $x_i > x_j$ olan çiftlerin sayısı $M=337$ olarak hesaplanır. Test istatistiği olan $S=P-M=696-337=359$ olarak bulunur.

Kendall korelasyon katsayısı:

$$\tau = \frac{S}{\left[\frac{n(n-1)}{2} \right]} = \frac{359}{\left[\frac{46 \cdot 45}{2} \right]} = \frac{359}{1035} = 0,347 \text{ olarak hesaplanır.}$$

Örnek sayısı $n = 46 \geq 10$ olduğundan

$$\sigma_s = \sqrt{\frac{n(n-1)(2n+5)}{18}} = \sqrt{\frac{46 \cdot 45 \cdot (2 \cdot 46 + 5)}{18}} = 105,62 \text{ olarak hesaplanır.}$$

$$\left\{ \begin{array}{ll} (S-1)/\sigma_s & S > 0 \\ Z = 0 & S = 0 \\ (S+1)/\sigma_s & S < 0 \end{array} \right\} \text{ ise } S > 0 \text{ olduğundan } Z = \frac{S-1}{\sigma_s} = \frac{359-1}{105,62} = 3,39$$

Z 'nin mutlak değeri için seçilen $\alpha=0.05$ anlamlılık düzeyine karşı gelen standart normal dağılımın $Z_{\alpha/2}=1.96$ değerinden büyük olduğu için sıfır hipotezi " H_0 : Trend Yok" reddedilmekte $S > 0$ olduğunda dolayı da incelenen zaman serisinde artan yönde trend olduğu sonucuna varılmaktadır.

b. Spearman'ın Rho testine göre trend analizi:

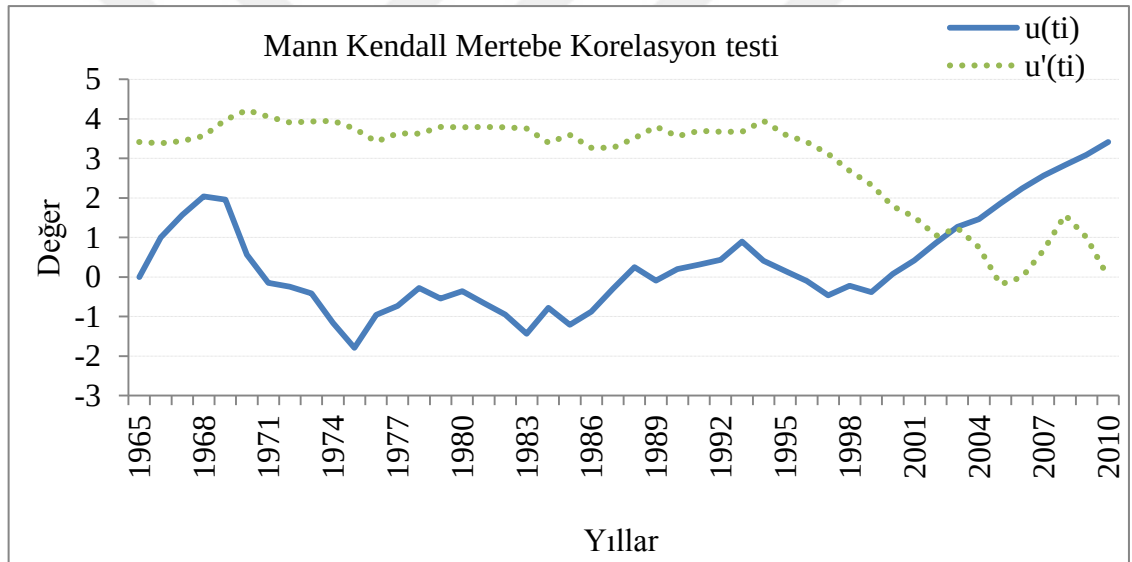
$$r_s = 1 - 6 \frac{\left[\sum_{i=1}^n (R(x_i) - i)^2 \right]}{(n^3 - n)} \text{ bağlantısı uygulanarak } r_s = 0,496 \text{ olarak bulunur.}$$

$Z = r_s \sqrt{n-1} = 0,496 \cdot \sqrt{46-1} = 3,33$ bulunur. Z 'nin mutlak değeri için seçilen $\alpha=0.05$ anlamlılık düzeyine karşı gelen standart normal dağılımın $Z_{\alpha/2}=1.96$ değerinden

büyük olduğu için sıfır hipotezi “ H_0 : Trend Yok” reddedilmekte $S>0$ olduğunda dolayı da incelenen zaman serisinde artan yönde trend olduğu sonucuna varılmaktadır

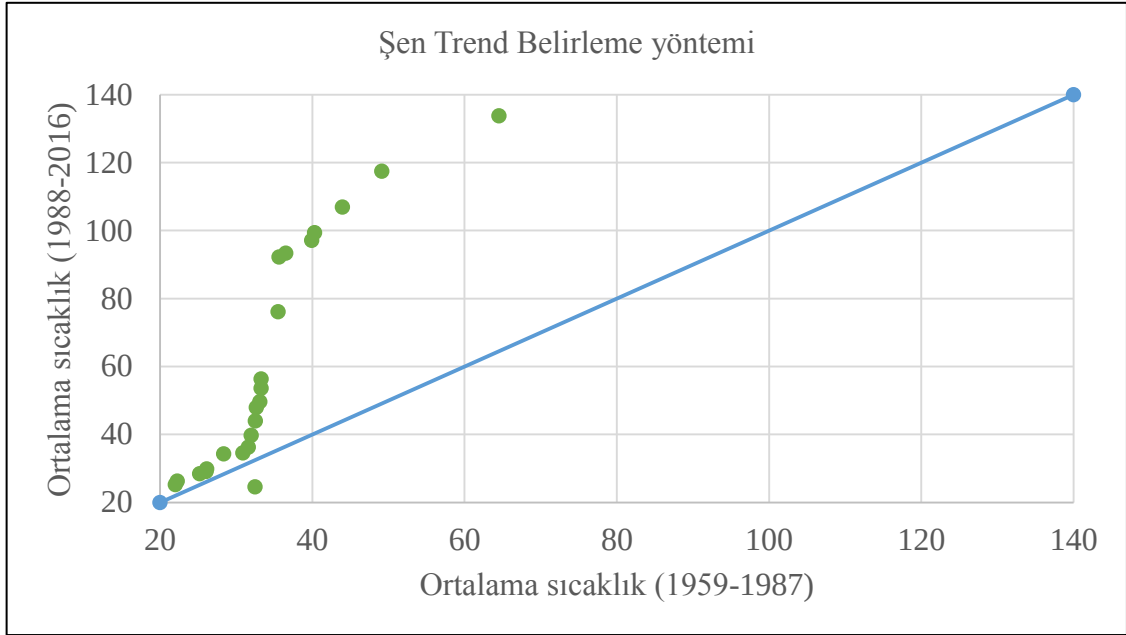
c. Mann-Kendall Mertebe Korelasyon testine göre trend analizi:

2323 No’lu İshan Köprü akım gözlem istasyonu için, Excel de her bir ortalama akım debisi verisinin kendisinden önce gelenler arasında kaç tanesinin kendinden büyük olduğu tespit edilir. Tespit edilen veriler sayılarak n değeri bulunur. Sonra sırasıyla t , $Var(t)$, $E(t)$ ve $u(t)$ değerleri bulunur Elden edilen değerler tablo halinde ekler kısmında verilmiştir. $U(t_i)$ ve $u'(t_i)$ grafikte gösterilmiştir. $U(t_i)$ ve $u'(t_i)$ kesişim noktası olan 2003 yılı trendin başladığı yıl olarak kabul edilir.



Şekil 57. İshan Köprü akım gözlem istasyonu yıllık ortalama akım verilerinin $u(t_i)$ - $u'(t_i)$ grafiği.

d. Şen Eğilim Belirleme Yöntemi testine göre trend analizi:



Şekil 58. İshan Köprü akım gözlem istasyonu yıllık ortalama akım verilerinin Şen Trend Belirleme yöntemine göre analizi.

Görüldüğü üzere 2323 No'lu İshan Köprü akım gözlem istasyonunda akım verilerinde düşük akımlarda trend gözlenmemişken orta ve yüksek akımlarda artan yönde bir trend olduğu tespit edilmiştir.

3.5.2. İklim Parametrelerinde Trend Analizi

Bu bölümde Oltu meteorolojik gözlem istasyonundan alınan yıllık ortalama sıcaklık, yıllık toplam yağış ve yıllık ortalama bağıl nem verilerine trend analizi uygulanmıştır.

3.5.2.1. Yıllık Ortalama Sıcaklık Verilerinde Trend Analizi

Yıllık ortalama sıcaklık verilerine Mann Kendall, Spearman'ın Rho ve Şen Trend Belirleme yöntemine göre trend analizi uygulanmıştır.

a. Mann-Kendall testine göre trend analizi:

Oltu meteorolojik gözlem istasyonundan alınan sıcaklık verilerine uygulanan Mann Kendall yöntemine göre; $i < j$ için $x_i < x_j$ olan çiftlerin sayısı $P=916$, $x_i > x_j$ olan çiftlerin sayısı $M=462$ olarak hesaplanır. Test istatistiği olan $S=P-M=916-462=454$ olarak bulunur.

Kendall korelasyon katsayısı:

$$\tau = \frac{S}{[n(n-1)/2]} = \frac{454}{[53*52/2]} = \frac{454}{1378} = 0,329 \text{ olarak hesaplanır.}$$

Örnek sayısı $n = 53 \geq 10$ olduğundan

$$\sigma_s = \sqrt{n(n-1)(2n+5)/18} = \sqrt{53*52*(2*53+5)/18} = 130,37 \text{ olarak hesaplanır.}$$

$$\left\{ \begin{array}{ll} (S-1)/\sigma_s & S > 0 \\ Z = 0 & S = 0 \\ (S+1)/\sigma_s & S < 0 \end{array} \right\} \text{ ise } S > 0 \text{ olduğundan } Z = \frac{S-1}{\sigma_s} = \frac{454-1}{130,37} = 3,47$$

Z 'nin mutlak değeri için seçilen $\alpha=0.05$ anlamlılık düzeyine karşı gelen standart normal dağılımın $Z_{\alpha/2} = 1.96$ değerinden büyük olduğu için sıfır hipotezi " H_0 : Trend Yok" reddedilmekte $S > 0$ olduğunda dolayı da incelenen zaman serisinde artan yönde trend olduğu sonucuna varılmaktadır.

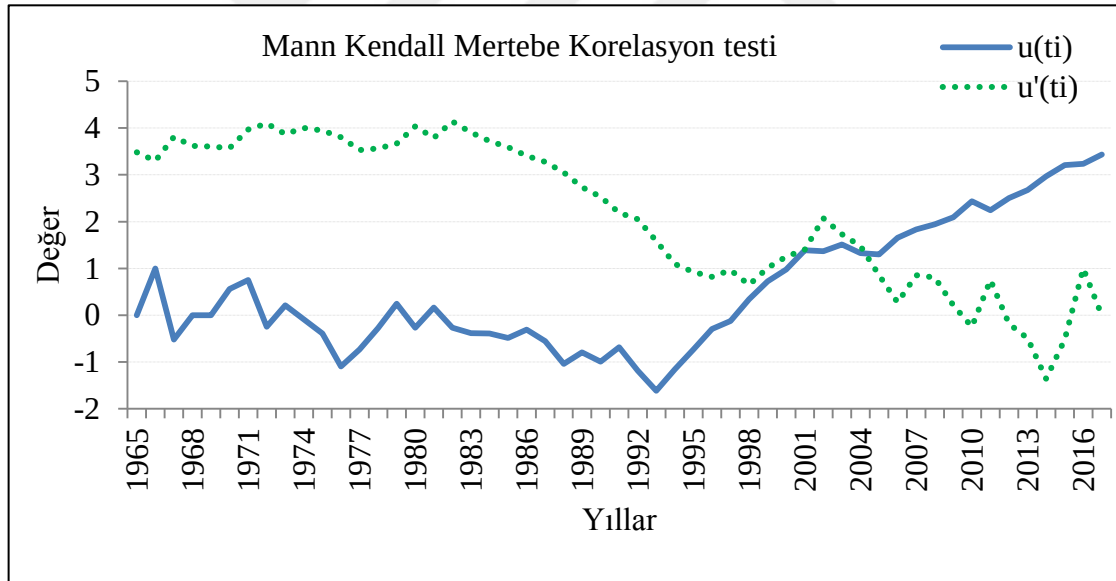
b. Spearman'ın Rho testine göre trend analizi:

$$r_s = 1 - 6 \frac{\left[\sum_{i=1}^n (R(x_i) - i)^2 \right]}{(n^3 - n)} \text{ bağlantısı uygulanarak } r_s = 0,469 \text{ olarak bulunur.}$$

$Z = r_s \sqrt{n-1} = 0,469 * \sqrt{53-1} = 3,38$ bulunur. Z'nin mutlak değeri için seçilen $\alpha=0.05$ anlamlılık düzeyine karşı gelen standart normal dağılımın $Z_{\alpha/2}=1.96$ değerinden büyük olduğu için sıfır hipotezi “H₀: Trend Yok” reddedilmekte $S>0$ olduğunda dolayı da incelenen zaman serisinde artan yönde trend olduğu sonucuna varılmaktadır

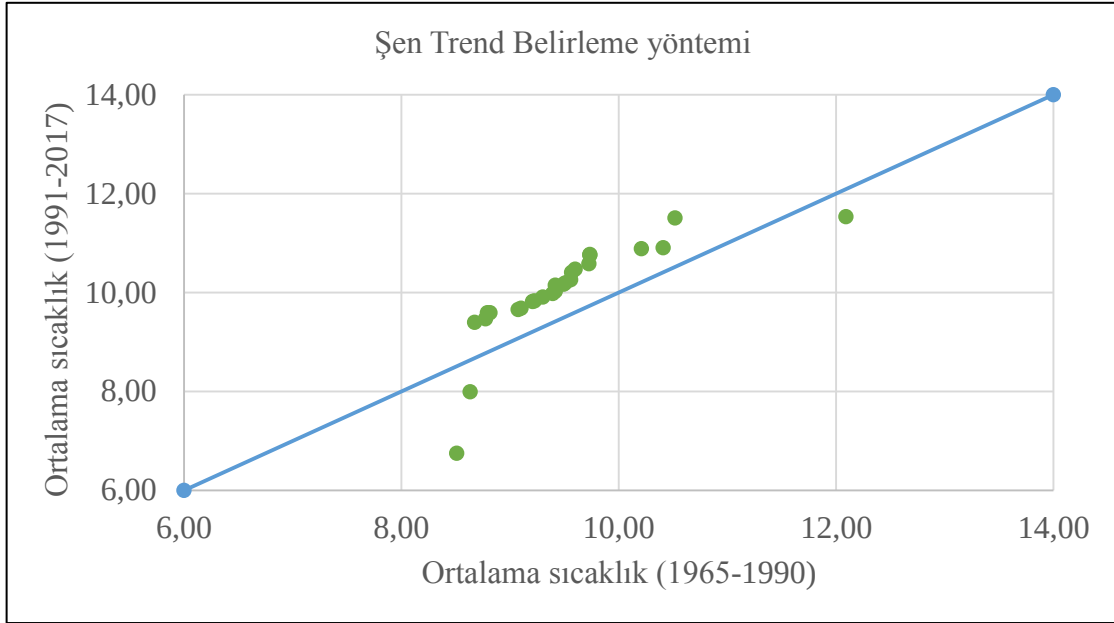
c. Mann-Kendall Mertebe Korelasyon testine göre trend analizi:

Oltu meteorolojik gözlem istasyonu için, Excel de her bir ortalama sıcaklık verisinin kendisinden önce gelenler arasında kaç tanesinin kendinden büyük olduğu tespit edilir. Tespit edilen veriler sayılarak n değeri bulunur. Sonra sırasıyla t, Var(t), E(t) ve u(t) değerleri bulunur. Elden edilen değerler tablo halinde ekler kısmında verilmiştir. U(t_i) ve u'(t_i) grafikte gösterilmiştir. U(t_i) ve u'(t_i) kesişim noktası olan 2001 yılı trendin başladığı yıl olarak kabul edilir.



Şekil 59. Oltu meteorolojik gözlem istasyonu yıllık ortalama sıcaklık verilerinin u(t_i)-u'(t_i) grafiği.

d. Şen Eğilim Belirleme Yöntemi testine göre trend analizi:



Şekil 60. Oltu meteorolojik gözlem istasyonu yıllık ortalama sıcaklık verilerinin Şen Trend Belirleme yöntemine göre analizi.

Görüldüğü üzere Oltu meteorolojik gözlem istasyonunda ortalama sıcaklık verilerinde artan yönde bir trend vardır.

3.5.2.2. Yıllık Toplam Yağış Verilerinde Trend Analizi

Yıllık toplam yağış verilerine Mann Kendall, Spearman'ın Rho ve Şen Trend Belirleme yöntemine göre trend analizi uygulanmıştır.

a. Mann-Kendall testine göre trend analizi:

Oltu meteorolojik gözlem istasyonundan alınan sıcaklık verilerine uygulanan Mann Kendall yöntemine göre; $i < j$ için $x_i < x_j$ olan çiftlerin sayısı $P=596$, $x_i > x_j$ olan çiftlerin sayısı $M=485$ olarak hesaplanır. Test istatistiği olan $S=P-M=596-485=111$ olarak bulunur.

Kendall korelasyon katsayısı:

$$\tau = \frac{S}{[n(n-1)/2]} = \frac{111}{[47*46/2]} = \frac{111}{1081} = 0,103 \text{ olarak hesaplanır.}$$

Örnek sayısı $n = 47 \geq 10$ olduğundan

$$\sigma_s = \sqrt{n(n-1)(2n+5)/18} = \sqrt{47*46*(2*47+5)/18} = 109,05 \text{ olarak hesaplanır.}$$

$$\left\{ \begin{array}{ll} (S-1)/\sigma_s & S > 0 \\ Z = 0 & S = 0 \\ (S+1)/\sigma_s & S < 0 \end{array} \right\} \text{ ise } S > 0 \text{ olduğundan } Z = \frac{S-1}{\sigma_s} = \frac{111-1}{109,05} = 1,01$$

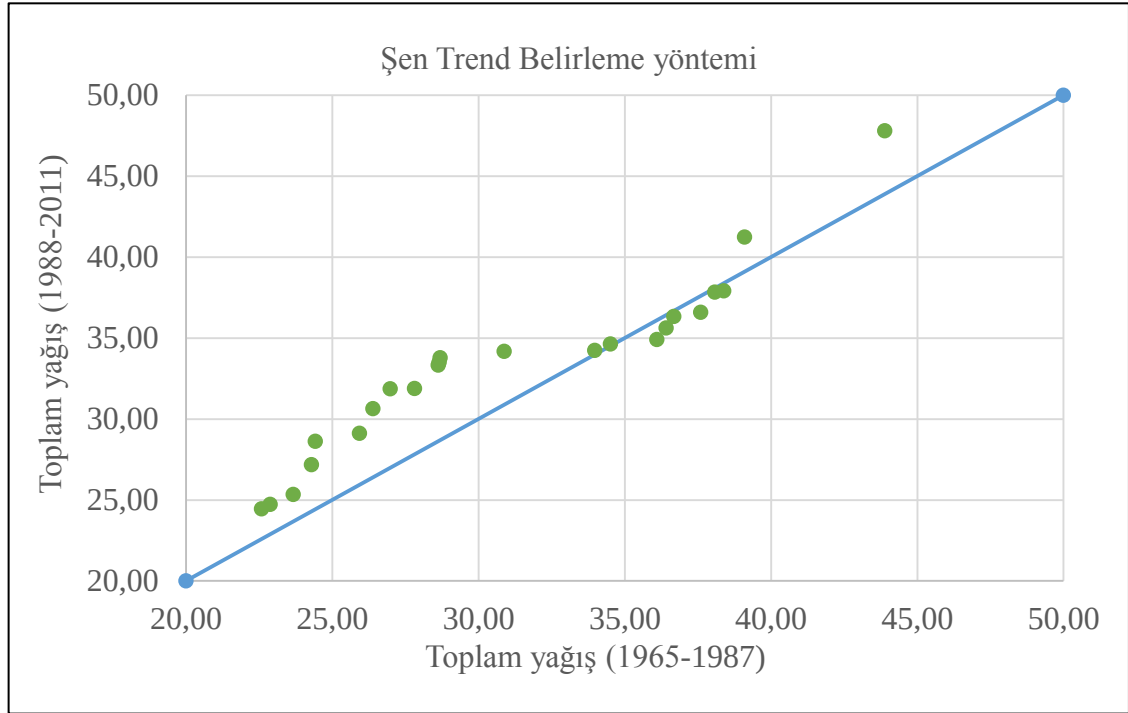
Z'nin mutlak değeri için seçilen $\alpha=0.05$ anlamlılık düzeyine karşı gelen standart normal dağılımın $Z_{\alpha/2}=1.96$ değerinden küçük olduğu için sıfır hipotezi “H₀: Trend Yok” kabul edilmekte incelenen zaman serisinde trend olmadığı sonucuna varılmaktadır.

b. Spearman'ın Rho testine göre trend analizi:

$$r_s = 1 - 6 \frac{\left[\sum_{i=1}^n (R(x_i) - i)^2 \right]}{(n^3 - n)} \text{ bağlantısı uygulanarak } r_s = 0,146 \text{ olarak bulunur.}$$

$Z = r_s \sqrt{n-1} = 0,146 * \sqrt{47-1} = 0,99$ bulunur. Z'nin mutlak değeri için seçilen $\alpha=0.05$ anlamlılık düzeyine karşı gelen standart normal dağılımın $Z_{\alpha/2}=1.96$ değerinden küçük olduğu için sıfır hipotezi “H₀: Trend Yok” kabul edilmekte incelenen zaman serisinde trend olmadığı sonucuna varılmaktadır.

c. Şen Eğilim Belirleme Yöntemi testine göre trend analizi:



Şekil 61. Oltu meteorolojik gözlem istasyonu yıllık toplam yağış verilerinin Şen Trend Belirleme yöntemine göre analizi.

Görüldüğü üzere Oltu meteorolojik gözlem istasyonunda yıllık toplam yağış verilerinde Şen trend belirleme yöntemine göre artan yönde bir eğilim vardır.

3.5.2.3. Yıllık Ortalama Bağıl Nem Verilerinde Trend Analizi

Yıllık ortalama bağıl nem verilerine Mann Kendall, Spearman'ın Rho ve Şen Trend Belirleme yöntemine göre trend analizi uygulanmıştır.

a. Mann-Kendall testine göre trend analizi:

Oltu meteorolojik gözlem istasyonundan alınan yıllık ortalama bağıl nem verilerine uygulanan Mann Kendall yöntemine göre; $i < j$ için $x_i < x_j$ olan çiftlerin sayısı $P=554$, $x_i > x_j$ olan çiftlerin sayısı $M=824$ olarak hesaplanır. Test istatistiği olan $S=P-M=554-824=-270$ olarak bulunur.

Kendall korelasyon katsayısı:

$$\tau = \frac{S}{[n(n-1)/2]} = \frac{-270}{[53*52/2]} = \frac{-270}{1378} = 0,196 \text{ olarak hesaplanır.}$$

Örnek sayısı $n = 53 \geq 10$ olduğundan

$$\sigma_s = \sqrt{n(n-1)(2n+5)/18} = \sqrt{53*52*(2*53+5)/18} = 130,37 \text{ olarak hesaplanır.}$$

$$\left\{ \begin{array}{ll} (S-1)/\sigma_s & S > 0 \\ Z = 0 & S = 0 \\ (S+1)/\sigma_s & S < 0 \end{array} \right\} \text{ ise } S < 0 \text{ olduğundan } Z = \frac{S-1}{\sigma_s} = \frac{-270+1}{130,37} = -2,06$$

Z'nin mutlak değeri için seçilen $\alpha=0.05$ anlamlılık düzeyine karşı gelen standart normal dağılımın $Z_{\alpha/2}=1.96$ değerinden büyük olduğu için sıfır hipotezi “H₀: Trend Yok” reddedilmekte $S < 0$ olduğunda dolayı da incelenen zaman serisinde azalan yönde trend olduğu sonucuna varılmaktadır.

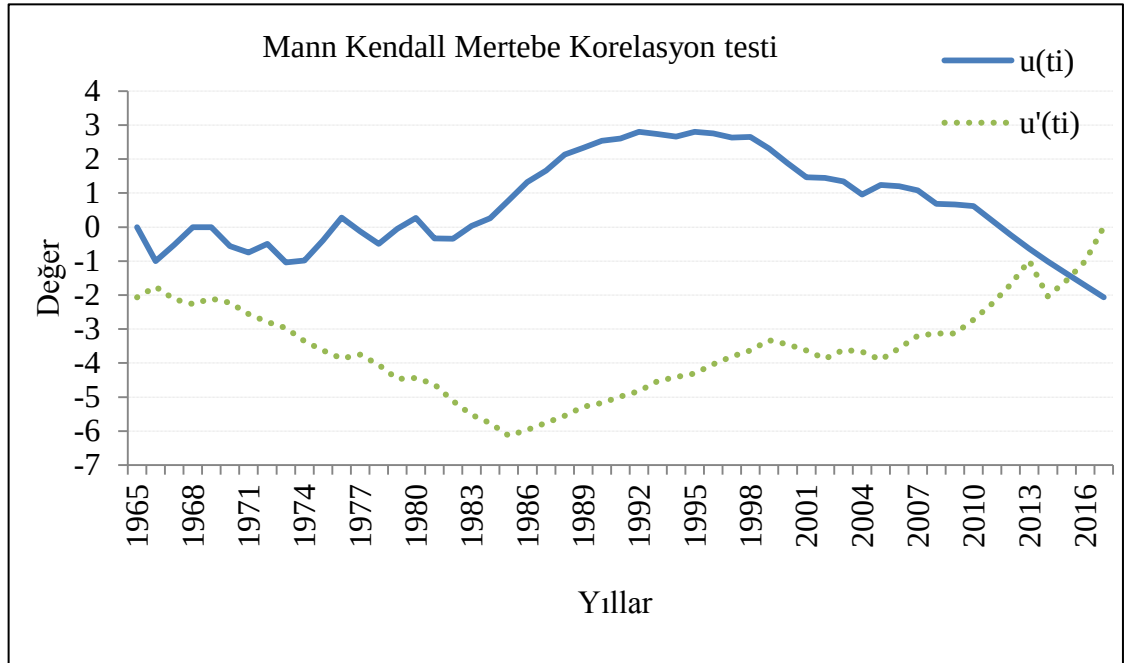
b. Spearman'ın Rho testine göre trend analizi:

$$r_s = 1 - 6 \frac{\left[\sum_{i=1}^n (R(x_i) - i)^2 \right]}{(n^3 - n)} \text{ bağlantısı uygulanarak } r_s = -0,249 \text{ olarak bulunur.}$$

$Z = r_s \sqrt{n-1} = -0,249 * \sqrt{53-1} = -1,80$ bulunur. Z'nin mutlak değeri için seçilen $\alpha=0.05$ anlamlılık düzeyine karşı gelen standart normal dağılımın $Z_{\alpha/2}=1.96$ değerinden büyük olduğu için sıfır hipotezi “H₀: Trend Yok” reddedilmekte $S < 0$ olduğunda dolayı da incelenen zaman serisinde azalan yönde trend olduğu sonucuna varılmaktadır.

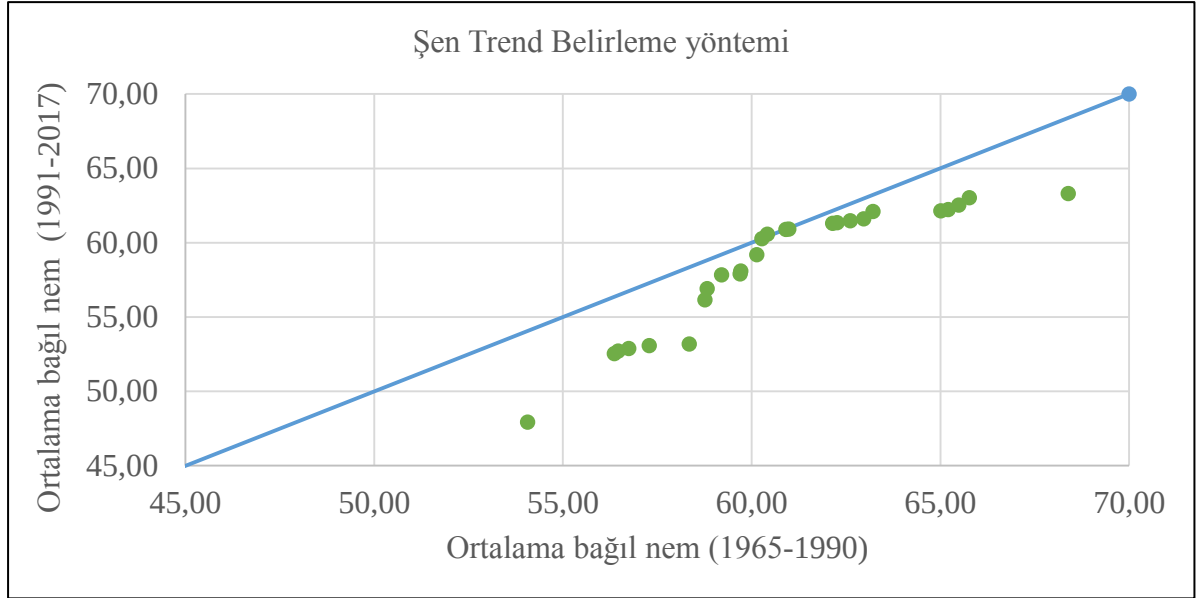
c. Mann-Kendall Mertebe Korelasyon testine göre trend analizi:

Oltu meteorolojik gözlem istasyonu için, Excel de her bir ortalama bağıl nem verisinin kendisinden önce gelenler arasında kaç tanesinin kendinden büyük olduğu tespit edilir. Tespit edilen veriler sayılarak n değeri bulunur. Sonra sırasıyla t , $Var(t)$, $E(t)$ ve $u(t)$ değerleri bulunur. Elden edilen değerler tablo halinde ekler kısmında verilmiştir. $U(t_i)$ ve $u'(t_i)$ grafikte gösterilmiştir. $U(t_i)$ ve $u'(t_i)$ kesişim noktası olan 2015 yılı trendin başladığı yıl olarak kabul edilir.



Şekil 62. Oltu meteorolojik gözlem istasyonu yıllık ortalama bağıl nem verilerinin $u(t_i)$ - $u'(t_i)$ grafiği.

d. Şen Eğilim Belirleme Yöntemi testine göre trend analizi:



Şekil 63. Oltu meteorolojik gözlem istasyonu yıllık ortalama bağıl nem verilerinin Şen Trend Belirleme yöntemine göre analizi.

Görüldüğü üzere Oltu meteorolojik gözlem istasyonunda yıllık ortalama bağıl nem verilerinde Şen trend belirleme yöntemine göre azalan yönde bir eğilim vardır.

2323 No'lu İshan akım gözlem istasyonunun yıllık ortalama akım debisi ve bu akım gözlem istasyonu ile birlikte değerlendirdiğimiz Oltu meteorolojik gözlem istasyonunun meteorolojik parametrelerine uygulanan trend analizlerinin sonucu tabloda verilmiştir.

Tablo 19. 2323 İşhan Köprü akım gözlem istasyonu ile Oltu meteorolojik gözlem istasyonundan alınan verilerinin trend analiz sonuçları.

2323 İşhan Köprü AGİ	Mann-Kendall	Spearman'ın Rho	şen Trend Bel. Yn.	Trend Baş. Yılı
Yıllık Ortalama Akım Debisi	(+)	(+)	(+)	2003
Oltu MGİ	Mann-Kendall	Spearman'ın Rho	şen Trend Bel. Yn.	Trend Baş. Yılı
Yıllık Ortalama Sıcaklık	(+)	(+)	(+)	2001
Yıllık Toplam Yağış	(0)	(0)	(+)	-
Yıllık Ortalama Bağıl Nem	(-)	(-)	(-)	2015

(+): Artan Trend, (-): Azalan Trend, (0): Trend Yok

Burada görüldüğü üzere akım verilerinde anlamlı yönde trend vardır. Akım verilerinde oluşan bu anlamlı trendin meteorolojik parametreleriyle olan ilişiklisini öğrenmek için korelasyon testi uygulanmıştır. SPSS programında işlenen verilerin Pearson korelasyon katsayıları ve anlamlılık düzeyleri aşağıdaki tabloda verilmiştir.

Tablo 20. 2323 İşhan Köprü akım gözlem istasyonu Pearson korelasyon testi sonuçları.

Akım	Sıcaklık	Yağış	Nem
Pearson Korelasyon Katsayısı	0,302*	0,409*	0,038
Anlamlılık Düzeyi	0,042	0,005	0,800

* Anlamlı ilişki vardır.

Tabloya göre anlamlılık düzeyi 0,05'ten küçük olan yıllık ortalama sıcaklık ve yıllık toplam yağış ile yıllık ortalama akım arasındaki anlamlı bir ilişki olduğu sonucuna varılmıştır.

4. TARTIŞMA ve SONUÇLAR

Türkiye'nin en büyük havzalarından biri olan Çoruh Havzası'nın hidrolik potansiyelinin analizi için havza üzerinde bulunan ve havzaya homojen şekilde dağılmış olan 5 akım gözlem istasyonundan (AGİ: 2304, 2305, 2315, 2316, 2323) alınan yıllık ortalama akım verilerine trend analizi uygulanmıştır. Ayrıca yıllık ortalama akıma etkisi incelenmesi için seçilen akım gözlem istasyonlarına en yakın ve veri sayısı yeterli olan 5 meteorolojik gözlem istasyonlarından alınan yıllık ortalama sıcaklık, yıllık toplam yağış ve yıllık ortalama bağıl nem verilerine de ayrı ayrı trend analizi uygulanmıştır.

Seçilen 2304, 2305, 2316 ve 2323 No'lu akım gözlem istasyonlarından 1965-2010 yılları ve 2315 No'lu akım gözlem istasyonundan 1965-2001 yılları arasındaki 221 adet yıllık ortalama akım verileri alınmıştır.

Bu çalışmada trend analizlerinde parametrik olmayan Mann Kendall testi Spearman'ın Rho testi ve Şen Trend Belirleme yöntemi kullanılmıştır. Trend gözlenen istasyonlarda ise trendin başlangıç yılını belirleme için Mann Kendall mertebe korelasyon testi kullanılmıştır. Analizlerimizde güven aralığı %95 seçilmiştir. Analizler sonucunda aşağıdaki sonuçlara ulaşılmıştır;

Tablo 21. Yıllık ortalama akım verilerinin trend analiz sonuçları

Yıllık Ortalama Akım Debisi	Mann- Kendall	Spearman'ın Rho	Şen Trend Bel. Yön.	Trend Baş. Yılı
2304 Bayburt AGİ	(0)	(0)	(+)	-
2305 Peterek AGİ	(+)	(+)	(+)	1980
2315 Karşıköy AGİ	(+)	(+)	(+)	1984
2316 İspir Köprü AGİ	(0)	(0)	(+)	-
2323 Işhan Köprü AGİ	(+)	(+)	(+)	2003

(+): Artan Trend, (-): Azalan Trend, (0): Trend Yok

- Yıllık ortalama akımlarda seçilen 5 istasyondan AGİ 2304 Bayburt akım gözlem istasyonu ile 2316 İspir Köprü akım gözlem istasyonlarında Mann Kendall ve

Spearman'ın Rho testine göre trend gözlenmemiş ancak, yenilikçi yöntem olan Şen Trend Belirleme yöntemine göre anlamlı trend gözlenmiştir.

- Diğer istasyonlar 2305 Peterek akım gözlem istasyonu, 2315 Karşıköy akım gözlem istasyonu ve 2323 İshan Köprü akım gözlem istasyonlarının yıllık ortalama akım verilerine uygulanan Mann Kendall, Spearman'ın Rho testi ve Şen Trend Belirleme yöntemine göre anlamlı trendler gözlenmiştir.
- Trend gözlenen istasyonlardan olan 2305 Peterek akım gözlem istasyonunun Mann Kendall mertbe korelasyon testine göre trend başlangıç yılı 1980 yılı, 2315 Karşıköy akım gözlem istasyonunun trend başlangıç yılı 1984 ve 2323 İshan Köprü akım gözlem istasyonunun trend başlangıç yılı ise 2003 yılı olarak tespit edilmiştir.

Tespit edilen anlamlı trendlere meteorolojik parametrelerinin etkilerini incelemek için seçilen 5 meteorolojik gözlem istasyonlarından 1965-2017 yılları arası alınan yıllık ortalama sıcaklık, yıllık toplam yağış ve yıllık ortalama bağıl nem verilerine ayrı ayrı trend analizi uygulanmıştır. Analizler sonucunda tablolardaki sonuçlara ulaşılmıştır;

Tablo 22. Yıllık ortalama sıcaklık verilerinin trend analiz sonuçları.

Yıllık Ortalama Sıcaklık	Mann-Kendall	Spearman'ın Rho	Şen Trend Bel. Yön.	Trend Baş. Yılı
Bayburt MGİ	(+)	(+)	(+)	2009
İspir MGİ	(+)	(+)	(+)	1991
Artvin MGİ	(0)	(0)	(+)	-
Tortum MGİ	(+)	(+)	(+)	1995
Oltu MGİ	(+)	(+)	(+)	2001

(+): Artan Trend, (-): Azalan Trend, (0): Trend Yok

Tablo 23. Yıllık toplam yağış verilerinin trend analiz sonuçları.

Yıllık Toplam Yağış	Mann-Kendall	Spearman'ın Rho	Şen Trend Bel. Yön.	Trend Baş. Yılı
Bayburt MGİ	(+)	(+)	(+)	1987
İspir MGİ	(0)	(0)	(+)	-
Artvin MGİ	(0)	(0)	(+)	-
Tortum MGİ	(0)	(0)	(0)	-
Oltu MGİ	(0)	(0)	(+)	-

(+): Artan Trend, (-): Azalan Trend, (0): Trend Yok

Tablo 24. Yıllık ortalama bağıl nem verilerinin trend analiz sonuçları

Yıllık Ortalama Bağıl Nem	Mann-Kendall	Spearman'ın Rho	Şen Trend Bel. Yön.	Trend Baş. Yılı
Bayburt MGİ	(-)	(-)	(-)	1999
İspir MGİ	(-)	(-)	(-)	1971
Artvin MGİ	(-)	(-)	(-)	1995
Tortum MGİ	(0)	(0)	(+)	-
Oltu MGİ	(-)	(-)	(-)	2015

(+): Artan Trend, (-): Azalan Trend, (0): Trend Yok

- Bayburt meteorolojik gözlem istasyonundan alınan verilere uygulanan trend analiz yöntemlerine göre yıllık ortalama sıcaklık ve yıllık toplam yağış verilerinde pozitif yönde (artan) anlamlı trend gözlemlendi. Trend başlangıç yılı yıllık ortalama sıcaklık verilerinde 2009, yıllık toplam yağış verilerinde ise 1987 yılı olarak tespit edilmiştir. Yıllık ortalama bağıl nem verilerinde ise negatif yönde (azalan) trend gözlemlendi. Trend başlangıç yılı da 1999 yılı olarak tespit edilmiştir.
- İspir meteorolojik gözlem istasyonundan alınan verilere uygulanan trend analiz yöntemlerine göre yıllık ortalama sıcaklık verilerinde pozitif yönde (artan)

anlamalı trend gözlemlendi. Trend başlangıç yılı yıllık ortalama sıcaklık verilerinde 1991 yılı olarak tespit edilmiştir. Yıllık toplam yağış verilerinde Mann Kendall ve Spearman'ın Rho testine göre trend gözlenmedi. Şen trend belirleme yöntemine göre pozitif yönde anlamalı trend görüldü. Yıllık ortalama bağıl nem verilerinde ise negatif yönde (azalan) trend gözlemlendi. Trend başlangıç yılı da 1971 yılı olarak tespit edilmiştir.

- Artvin meteorolojik gözlem istasyonundan alınan verilere uygulanan trend analizinde yıllık ortalama sıcaklık ve yıllık toplam yağış verilerinde Mann Kendall ve Spearman'ın Rho testine göre trend gözlenmedi. Şen trend belirleme yöntemine göre pozitif yönde anlamalı trend görüldü. Yıllık ortalama bağıl nem verilerinde ise negatif yönde (azalan) trend gözlemlendi. Trend başlangıç yılı da 1995 yılı olarak tespit edilmiştir.
- Tortum meteorolojik gözlem istasyonundan alınan verilere uygulanan trend analiz yöntemlerine göre yıllık ortalama sıcaklık verilerinde pozitif yönde (artan) anlamalı trend gözlemlendi. Trend başlangıç yılı yıllık ortalama sıcaklık verilerinde 1995 yılı olarak tespit edilmiştir. Yıllık toplam yağış verilerinde trend görülmedi. Yıllık ortalama bağıl nem verilerinde ise Şen trend belirleme yöntemine göre pozitif yönde anlamalı trend görüldü. Mann Kendall ve Spearman'ın Rho testine göre trend görülmedi.
- Oltu meteorolojik gözlem istasyonundan alınan verilere uygulanan trend analiz yöntemlerine göre yıllık ortalama sıcaklık verilerinde pozitif yönde (artan) anlamalı trend gözlemlendi. Trend başlangıç yılı yıllık ortalama sıcaklık verilerinde 2001 yılı olarak tespit edilmiştir. Yıllık toplam yağış verilerinde Mann Kendall ve Spearman'ın Rho testine göre trend gözlenmedi. Şen trend belirleme yöntemine göre pozitif yönde anlamalı trend görüldü. Yıllık ortalama bağıl nem verilerinde ise negatif yönde (azalan) trend gözlemlendi. Trend başlangıç yılı da 2015 yılı olarak tespit edilmiştir.

Akım gözlem istasyonları ve meteorolojik gözlem istasyonlarından alınan verilere uygulanan trend analizlerden elde edilen sonuçlar eşliğinde akım verilerinde trend görülen istasyonlar ile bu istasyonlarla birlikte değerlendirilen meteorolojik gözlem istasyonları arasındaki ilişki incelemek için korelasyon analizi yapıldı. Sonuçlar aşağıdaki gibidir.

- 2305 Peterek akım gözlem istasyonunda elde edilen akım verileri ile İspir meteorolojik gözlem istasyonlarından elde edilen meteorolojik parametrelerin arasında SPSS programı yardımıyla uygulanan Pearson korelasyon testine göre yıllık toplam yağış ile yıllık ortalama akım verileri arasında istatistiksel olarak pozitif yönde anlamlı bir ilişki olduğu sonucuna varılmıştır.
- 2315 Karşıköy akım gözlem istasyonunda elde edilen akım verileri ile Artvin meteorolojik gözlem istasyonlarından elde edilen meteorolojik parametrelerin arasında SPSS programı yardımıyla uygulanan Pearson korelasyon testine göre yıllık toplam yağış ile yıllık ortalama akım verileri arasında istatistiksel olarak pozitif yönde anlamlı bir ilişki olduğu sonucuna varılmıştır.
- 2323 İshan Köprü akım gözlem istasyonunda elde edilen akım verileri ile Oltu meteorolojik gözlem istasyonlarından elde edilen meteorolojik parametrelerin arasında SPSS programı yardımıyla uygulanan Pearson korelasyon testine göre yıllık ortalama sıcaklık ve yıllık toplam yağış ile yıllık ortalama akım verileri arasında istatistiksel olarak pozitif yönde anlamlı bir ilişki olduğu sonucuna varılmıştır.

5. ÖNERİLER

Bu çalışmada Çoruh Havzası'nın akış ve meteorolojik parametrelerinin trend analizi yapılmıştır. Trend analizlerinde parametrik olmayan üç farklı yöntem kullanılıp, akış verilerinde sadece yıllık ortalama akım verileri kullanılmıştır. Bu çalışmaya ek olarak havzanın durumunu daha kapsamlı değerlendirmek amacıyla hem akış verilerinin (ortalama akım, maksimum ve minimum akım) hem de meteorolojik parametrelerin mevsimsel trend analizlerinin yapılması önerilir.

Su kaynaklarının projelendirilmesi ve yönetilmesinde kullandığımız trend analizleri ve diğer istatistik çalışmaların kapsamlı ve güvenilir yapılabilmesi için havzada bulunan gözlem istasyonlarının sayısı artırılmalı ve veri güvenliğinin sağlanması gerekmektedir.

Akış trendini etkileyen parametreler kapsamında meteorolojik parametrelerin akış ile ilişkisi incelenmiştir. Ancak akışı sadece meteorolojik parametrelerin etkilemediği açıktır. Yapılacak olan çalışmalarda meteorolojik parametrelerin yanında akışı etkileyen diğer parametrelerde (baraj etkisi, küresel ısınma, jeolojik ve topografik yapı, bitki örtüsü, akarsu yatağının morfolojik yapısı, insani faktörler vs.) göz önüne alınarak kapsamlı bir çalışma yapılabilir.

KAYNAKLAR

- Akyürek, M., Önöz, B., Bayazıt, M. ve Çığızoğlu, K., 2004.** Türkiye yıllık ortalama akımlarının trend analizi. IV. Ulusal Hidroloji Kongresi, İstanbul, 23-25 Haziran, 65-75.
- Ay, M. ve Kişi, Ö., 2016.** Debi ve sediment değişkenlerinin trend analizi. Dicle Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Mühendislik Dergisi, 7(2), 169-180.
- Bakış, R. ve Göncü, S., 2015.** Akarsu debi ölçümlerinde eksik verilerin tamamlanması: Zap Suyu Havzası örneği. Anadolu Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi, 16(1), 63-79.
- Bayazıt, M., Cığızoğlu, H.K. ve Önöz, B., 2002.** Türkiye akarsularında trend analizi. Türkiye Mühendislik Haberleri Dergisi, 422, 8-10.
- Burn, D. H. and Elnur M. A. H., 2002.** Detection of hydrologic trends and variability. Journal of Hydrology, 255, 107-122.
- Büyükyıldız, M. ve Berktaş, A., 2004.** Parametrik olmayan testler kullanılarak Sakarya Havzası yağışlarının trend analizi. Sakarya Üniversitesi Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi Dergisi, 19(2), 24-38.
- Ceylan, C., 1999.** Yeşilırmak Havzası İklim Parametrelerinin Trend Analizi. Yüksek Lisans Tezi. Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, Türkiye, 244s., 125.
- Çeribaşı G. and Doğan, E., 2015.** Karadeniz ve Sakarya Havza'larında yıllık ortalama yağışların trend analizi, SDU International Journal of Technologic Sciences, 7(1), 1-7.
- Çetin M., 1997.** Hidrolojik veri analizlerinde bazı ön istatistiksel analiz teknikleri ve uygulamaları. DSİ Teknik Bülten, 86, 53-63.
- Çığızoğlu H. K., Bayazıt, M., Önöz, B., Yıldız, M. ve Malkoç, Y., 2004.** Türkiye nehirleri taşkın, ortalama ve düşük akımlarındaki trendler. IV. Ulusal Hidroloji Kongresi, İstanbul, 23-25 Haziran, 43-51.
- Doğan, E., Çeribaşı, G. ve Akkaya, U., 2016.** Barajların nehir akımı rejimine olan etkilerinin trend analizi yöntemi ile araştırılması: Sakarya Nehri örneği. Karaelmas Fen ve Mühendislik Dergisi, 6(1), 50-55.
- Göncü S., 2011.** Dflow programı ile porsuk havzasındaki akarsularda debi analizi. Anadolu Üniversitesi Bilim Ve Teknoloji Dergisi, 12(2), 91-103.

- Gümüş V., 2006.** Fırat Havzası Akımlarının Trend Analizi ile Değerlendirilmesi. Yüksek Lisans Tezi. Harran Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Şanlıurfa, Türkiye, 75s., 54.
- Haktanır, T., Bajabaa, S. and Masoud, M., 2013.** Stochastic analyses of maximum Daily rainfall series recorded at two stations across the Mediterranean Sea. *Arabian Journal of Geosciences*, 6(10), 3943-3958. DOI: 10.1007/s12517-012-0652-0.
- İçağa, Y. ve Harmancıoğlu, N., 1995.** Yeşilirmak havzasında su kalitesi eğilimlerinin belirlenmesi. Türkiye İnşaat Mühendisliği XIII. Teknik Kongresi, Ankara, 20-22 Aralık, 482-497.
- Kadıoğlu, M., 1997.** Trends in surface air temperature data over Turkey. *International Journal of Climatology*, 15, 511-520.
- Kahya, E. and Kalaycı, S., 2004.** Trend analysis of streamflow in Turkey. *Journal of Hydrology*, 289, 128–144.
- Kırdemir, M., 2009.** Trend Analizi ile Aşağı Sakarya Havzasının Hidroelektrik Enerji Potansiyelinin Tespiti. Yüksek Lisans Tezi. Sakarya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 74s., 48.
- Kisi, O. ve Ay, M., 2014.** Comparison of Mann Kendall and innovative trend method for water quality parameters of the Kizilirmak River, Turkey. *Journal of Hydrology*, 513, 362-375.
- Kosif, K., 2001.** Samsun ilinde iklim trendleri. DSİ Teknik Bülteni 98, 3-13.
- Lettenmaier, D.P., Wood, E.F. and Wallis, J.R., 1994.** Hydroclimatological trends in the continental United States, 1948-1988. *Journal of Climate*, 7(4), 586-607.
- Nemli M. Ö., 2017.** Doğu Karadeniz Bölgesi'nde Yıllık Maksimum Yağışların Trend Analizi. Yüksek Lisans Tezi. Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, Türkiye, 93s., 85.
- Niazi, F., Mofid, H. and Modares, N.F., 2014.** Trend analysis of temporal changes of discharge and water quality parameters of Ajichay River in four recent decades. *Water Qual Expo Health*, 6(1-2), 89-95.
- Özel, N., 2004.** Türkiye'deki Nehir Akımları Aylık Verilerinin Parametrik Olmayan Yöntemlerle Trend Analizi. Yüksek Lisans Tezi. Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya, Türkiye, 84s., 62.
- Saphoğlu, K., Kilit M. and Yavuz, B. K., 2014.** Trend analysis of streams in the Western Mediterranean Basin of Turkey. *Fresenius Environmental Bulletin*, 23(1), 313-327.

- Sayemuzzaman, M. and Jha, M.K., 2014.** Seasonal and annual precipitation time series trend analysis in North Carolina. *Atmospheric Research*, 137, 183-194.
- Serrano, A., Garcia, A.J., Mateos, V.L., Cancillo, M.L. and Garrido, J., 1999.** Monthly of variation of presipitation over the iberion peninsula. *Journal of Climate*, 12, 894-919.
- Süme V., Mete B. ve Özener A.Y., 2017a.** Yukarı Çoruh Havzasındaki su yapılarının enerji potansiyeli ve çevresel etkileşimi. *Türk Hidrolik Dergisi*, 1(2), 7-12.
- Süme V., Özener A.Y. ve Mete B., 2017b.** Çoruh Nehri yan kolları üzerinde bulunan hidroelektrik santrallerin hidroelektrik potansiyeli. *Türk Hidrolik Dergisi*, 1(1), 1-6.
- Süme V. ve Türüt, R., 2018.** Aşağı Çoruh'ta bulunan barajların hidroelektrik potansiyeli ve çevresel etkileri. *Türk Hidrolik Dergisi*, 2(1), 12-18.
- Şen, Z., 2002.** İstatistik veri işleme yöntemleri. Su vakfı yayınları, 1. Baskı, ISBN: 9759703475, 242 s., 139.
- Şen, Z., 2012.** Innovative trend analysis methodology. *Journal of Hydrologic Engineering*, 17(9), 1042-1046. DOI: 10.1061/(ASCE)HE.1943-5584.0000556.
- Şen, Z., 2014.** Trend identification simulation and application. *Journal of Hydrologic Engineering*, 19(3), 635-642.
- Şentürk, K., 2008.** Akım Gözlem İstasyonu Olmayan Havzalarda Su Potansiyelinin Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi. İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, Türkiye, 103s., 25.
- Toros, H., 1993.** Klimatolojik Serilerden Türkiye İkliminde Trend Analizi. Yüksek Lisans Tezi. İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 171s., 125.
- Turkes, M., 1996.** Spatial and temporal analysis of annual rainfall variations in Turkey. *International Journal of Climatology*, 16, 1057- 1076.
- Ünsal, V., 2006.** Eskiçağda Çoruh Havzası. Doktora Tezi. Atatürk Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Erzurum, Türkiye, 332s., 21.
- Whitfield, P. H. and Cannon, A.J., 2000.** Recent variations in climate and hydrology in Canada. *Canadian Water Resources Journal*, 25(1), 19-65.
- Yeşilata, B., Bulut, H. ve Yeşilnacar, M.İ., 2004.** GAP bölgesinde sıcaklık ve nem parametrelerindeki baraj gölü kaynaklı değişim trendinin araştırılması. *Tesisat Mühendisliği Dergisi* 83, 21-31.

- Yıldız, M., Saraç, M., Malkoç, Y. ve Uçar İ., 2004.** Türkiye akarsularındaki akımların trendleri ve bu trendlerin hidroelektrik enerji üretimine etkileri, IV. Ulusal Hidroloji Kongresi, İstanbul, 23-25 Haziran, 174-188.
- Yılmaz, İ., 1999.** Doğu Karadeniz Havzasındaki İklim Trendleri ve Olası Etkileri. Yüksek Lisans Tezi. Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 84s., 59.
- Zhang, X., Harvey, K.D., Hoggy, W.D. and Yuzyk, T.R., 2001.** Trends in Canadian Streamflow. Water Resources Research, 37(4), 987-998.



EKLER

Ek 1. Bayburt meteorolojik gözlem istasyonu ortalama sıcaklık verilerinin $u(t)$ fonksiyonunun hesabı.

Sıra	Yıl	Değer	N	T	E(T)	Var (T)	U(T)
1	1959	4,19	0	0	0,00	0,00	0,00
2	1960	7,39	1	1	0,50	0,25	1,00
3	1961	7,43	2	3	1,50	0,92	1,57
4	1962	8,35	3	6	3,00	2,17	2,04
5	1963	7,73	3	9	5,00	4,17	1,96
6	1964	5,69	1	10	7,50	7,08	0,94
7	1965	6,13	2	12	10,50	11,08	0,45
8	1966	9,14	7	19	14,00	16,33	1,24
9	1967	4,99	1	20	18,00	23,00	0,42
10	1968	6,39	4	24	22,50	31,25	0,27
11	1969	6,68	5	29	27,50	41,25	0,23
12	1970	7,53	8	37	33,00	53,17	0,55
13	1971	6,88	6	43	39,00	67,17	0,49
14	1972	5,33	2	45	45,50	83,42	-0,05
15	1973	5,9	4	49	52,50	102,08	-0,35
16	1974	6,23	6	55	60,00	123,33	-0,45
17	1975	6,01	5	60	68,00	147,33	-0,66
18	1976	5,4	3	63	76,50	174,25	-1,02
19	1977	6,33	9	72	85,50	204,25	-0,94
20	1978	6,92	13	85	95,00	237,50	-0,65
21	1979	7,64	17	102	105,00	274,17	-0,18
22	1980	6,41	11	113	115,50	314,42	-0,14
23	1981	7,78	20	133	126,50	358,42	0,34
24	1982	5,7	5	138	138,00	406,33	0,00
25	1983	6,28	10	148	150,00	458,33	-0,09
26	1984	6,97	17	165	162,50	514,58	0,11
27	1985	6,21	9	174	175,50	575,25	-0,06
28	1986	6,92	17	191	189,00	640,50	0,08
29	1987	6,27	11	202	203,00	710,50	-0,04
30	1988	5,53	4	206	217,50	785,42	-0,41
31	1989	6,5	17	223	232,50	865,42	-0,32
32	1990	5,8	7	230	248,00	950,67	-0,58
33	1991	6,92	21	251	264,00	1041,33	-0,40
34	1992	4,65	1	252	280,50	1137,58	-0,84
35	1993	5,69	6	258	297,50	1239,58	-1,12
36	1994	7,52	29	287	315,00	1347,50	-0,76
37	1995	6,75	22	309	333,00	1461,50	-0,63
38	1996	7,8	35	344	351,50	1581,75	-0,19
39	1997	6,28	16	360	370,50	1708,42	-0,25
40	1998	7,62	33	393	390,00	1841,67	0,07
41	1999	7,88	38	431	410,00	1981,67	0,47
42	2000	6,91	25	456	430,50	2128,58	0,55
43	2001	7,93	40	496	451,50	2282,58	0,93

Ek 1(devamı). Bayburt meteorolojik gözlem istasyonu ortalama sıcaklık verilerinin u(t) fonksiyonunun hesabı.

Sıra	Yıl	Değer	N	T	E(T)	Var (T)	U(T)
44	2002	6,77	24	520	473,00	2443,83	0,95
45	2003	7,06	31	551	495,00	2612,50	1,10
46	2004	6,76	24	575	517,50	2788,75	1,09
47	2005	6,86	26	601	540,50	2972,75	1,11
48	2006	7,66	40	641	564,00	3164,67	1,37
49	2007	7,14	34	675	588,00	3364,67	1,50
50	2008	6,62	22	697	612,50	3572,92	1,41
51	2009	7,55	40	737	637,50	3789,58	1,62
52	2010	10,08	51	788	663,00	4014,83	1,97
53	2011	7,14	35	823	689,00	4248,83	2,06
54	2012	7,76	46	869	715,50	4491,75	2,29
55	2013	7,3	37	906	742,50	4743,75	2,37
56	2014	9,04	53	959	770,00	5005,00	2,67
57	2015	8,38	53	1012	798,00	5275,67	2,95
58	2016	7,73	46	1058	826,50	5555,92	3,11
59	2017	8,28	53	1111	855,50	5845,92	3,34

Ek 2. Bayburt meteorolojik gözlem istasyonu ortalama sıcaklık verilerinin $u'(t)$ fonksiyonunun hesabı.

Sıra	Yıl	Değer	N'	T	E(T)	Var (T)	U'(T)
1	2017	8,28	0		0	0,00	
2	2016	7,73	0	0	0,5	0,25	1,00
3	2015	8,38	2	2	1,5	0,92	-0,52
4	2014	9,04	3	5	3	2,17	-1,36
5	2013	7,3	0	5	5	4,17	0,00
6	2012	7,76	2	7	7,5	7,08	0,19
7	2011	7,14	0	7	10,5	11,08	1,05
8	2010	10,08	7	14	14	16,33	0,00
9	2009	7,55	2	16	18	23,00	0,42
10	2008	6,62	0	16	22,5	31,25	1,16
11	2007	7,14	1	17	27,5	41,25	1,63
12	2006	7,66	5	22	33	53,17	1,51
13	2005	6,86	1	23	39	67,17	1,95
14	2004	6,76	1	24	45,5	83,42	2,35
15	2003	7,06	3	27	52,5	102,08	2,52
16	2002	6,77	2	29	60	123,33	2,79
17	2001	7,93	12	41	68	147,33	2,22
18	2000	6,91	4	45	76,5	174,25	2,39
19	1999	7,88	13	58	85,5	204,25	1,92
20	1998	7,62	10	68	95	237,50	1,75
21	1997	6,28	0	68	105	274,17	2,23
22	1996	7,8	15	83	115,5	314,42	1,83
23	1995	6,75	2	85	126,5	358,42	2,19
24	1994	7,52	11	96	138	406,33	2,08
25	1993	5,69	0	96	150	458,33	2,52
26	1992	4,65	0	96	162,5	514,58	2,93
27	1991	6,92	9	105	175,5	575,25	2,94
28	1990	5,8	2	107	189	640,50	3,24
29	1989	6,5	4	111	203	710,50	3,45
30	1988	5,53	1	112	217,5	785,42	3,76
31	1987	6,27	4	116	232,5	865,42	3,96
32	1986	6,92	13	129	248	950,67	3,86
33	1985	6,21	4	133	264	1041,33	4,06
34	1984	6,97	16	149	280,5	1137,58	3,90
35	1983	6,28	6	155	297,5	1239,58	4,05
36	1982	5,7	3	158	315	1347,50	4,28
37	1981	7,78	29	187	333	1461,50	3,82
38	1980	6,41	9	196	351,5	1581,75	3,91
39	1979	7,64	27	223	370,5	1708,42	3,57
40	1978	6,92	17	240	390	1841,67	3,50
41	1977	6,33	9	249	410	1981,67	3,62
42	1976	5,4	1	250	430,5	2128,58	3,91
43	1975	6,01	6	256	451,5	2282,58	4,09
44	1974	6,23	8	264	473	2443,83	4,23

Ek 2 (devamı). Bayburt meteorolojik gözlem istasyonu ortalama sıcaklık verilerinin $u'(t)$ fonksiyonunun hesabı.

Sıra	Yıl	Değer	N'	T	E(T)	Var (T)	U'(T)
45	1973	5,9	6	270	495	2612,50	4,40
46	1972	5,33	1	271	517,5	2788,75	4,67
47	1971	6,88	22	293	540,5	2972,75	4,54
48	1970	7,53	33	326	564	3164,67	4,23
49	1969	6,68	18	344	588	3364,67	4,21
50	1968	6,39	15	359	612,5	3572,92	4,24
51	1967	4,99	1	360	637,5	3789,58	4,51
52	1966	9,14	50	410	663	4014,83	3,99
53	1965	6,13	10	420	689	4248,83	4,13
54	1964	5,69	5	425	715,5	4491,75	4,33
55	1963	7,73	43	468	742,5	4743,75	3,99
56	1962	8,35	51	519	770	5005,00	3,55
57	1961	7,43	37	556	798	5275,67	3,33
58	1960	7,39	37	593	826,5	5555,92	3,13
59	1959	4,19	0	593	855,5	5845,92	3,43

Ek 3. Bayburt meteorolojik gözlem istasyonu toplam yağış verilerinin $u(t)$ fonksiyonunun hesabı.

Sıra	Yıl	Değer	N'	T	E(T)	Var (T)	U'(T)
1	1959	41,51	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2	1960	39,85	0,00	0,00	0,50	0,25	-1,00
3	1961	26,53	0,00	0,00	1,50	0,92	-1,57
4	1962	30,96	1,00	1,00	3,00	2,17	-1,36
5	1963	55,63	4,00	5,00	5,00	4,17	0,00
6	1964	38,94	2,00	7,00	7,50	7,08	-0,19
7	1965	31,28	2,00	9,00	10,50	11,08	-0,45
8	1966	22,94	0,00	9,00	14,00	16,33	-1,24
9	1967	36,63	4,00	13,00	18,00	23,00	-1,04
10	1968	39,38	6,00	19,00	22,50	31,25	-0,63
11	1969	31,57	4,00	23,00	27,50	41,25	-0,70
12	1970	34,7	5,00	28,00	33,00	53,17	-0,69
13	1971	38,47	7,00	35,00	39,00	67,17	-0,49
14	1972	34,98	6,00	41,00	45,50	83,42	-0,49
15	1973	34,95	6,00	47,00	52,50	102,08	-0,54
16	1974	25,83	1,00	48,00	60,00	123,33	-1,08
17	1975	25,62	1,00	49,00	68,00	147,33	-1,57
18	1976	31,09	5,00	54,00	76,50	174,25	-1,70
19	1977	37,85	12,00	66,00	85,50	204,25	-1,36
20	1978	29,43	4,00	70,00	95,00	237,50	-1,62
21	1979	51,73	19,00	89,00	105,00	274,17	-0,97
22	1980	31,84	9,00	98,00	115,50	314,42	-0,99
23	1981	34,96	12,00	110,00	126,50	358,42	-0,87
24	1982	26,52	3,00	113,00	138,00	406,33	-1,24
25	1983	35,38	15,00	128,00	150,00	458,33	-1,03
26	1984	29,39	5,00	133,00	162,50	514,58	-1,30
27	1985	38,72	20,00	153,00	175,50	575,25	-0,94
28	1986	32,51	12,00	165,00	189,00	640,50	-0,95
29	1987	44,28	26,00	191,00	203,00	710,50	-0,45
30	1988	46,7	27,00	218,00	217,50	785,42	0,02
31	1989	29,34	5,00	223,00	232,50	865,42	-0,32
32	1990	37,34	20,00	243,00	248,00	950,67	-0,16
33	1991	42,45	28,00	271,00	264,00	1041,33	0,22
34	1992	35,05	18,00	289,00	280,50	1137,58	0,25
35	1993	30,76	8,00	297,00	297,50	1239,58	-0,01
36	1994	30,99	10,00	307,00	315,00	1347,50	-0,22
37	1995	45,31	33,00	340,00	333,00	1461,50	0,18
38	1996	40,46	30,00	370,00	351,50	1581,75	0,47
39	1997	38,73	27,00	397,00	370,50	1708,42	0,64
40	1998	51,46	37,00	434,00	390,00	1841,67	1,03
41	1999	43,48	34,00	468,00	410,00	1981,67	1,30
42	2000	27,61	5,00	473,00	430,50	2128,58	0,92
43	2001	37,92	26,00	499,00	451,50	2282,58	0,99
44	2002	41,31	34,00	533,00	473,00	2443,83	1,21

Ek 3(devamı). Bayburt meteorolojik gözlem istasyonu toplam yağış verilerinin u(t) fonksiyonunun hesabı.

Sıra	Yıl	Değer	N'	T	E(T)	Var (T)	U'(T)
45	2003	32,97	17,00	550,00	495,00	2612,50	1,08
46	2004	43,28	38,00	588,00	517,50	2788,75	1,34
47	2005	50,23	43,00	631,00	540,50	2972,75	1,66
48	2006	41,56	37,00	668,00	564,00	3164,67	1,85
49	2007	39,08	32,00	700,00	588,00	3364,67	1,93
50	2008	37,5	26,00	726,00	612,50	3572,92	1,90
51	2009	41,74	40,00	766,00	637,50	3789,58	2,09
52	2010	42,38	41,00	807,00	663,00	4014,83	2,27
53	2011	40,51	37,00	844,00	689,00	4248,83	2,38
54	2012	41,08	38,00	882,00	715,50	4491,75	2,48
55	2013	34,44	18,00	900,00	742,50	4743,75	2,29
56	2014	36,8	26,00	926,00	770,00	5005,00	2,21
57	2015	35,36	24,00	950,00	798,00	5275,67	2,09
58	2016	43,53	50,00	1000,00	826,50	5555,92	2,33
59	2017	35,94	26,00	1026,00	855,50	5845,92	2,23

Ek 4. Bayburt meteorolojik gözlem istasyonu toplam yağış verilerinin $u'(t)$ fonksiyonunun hesabı.

Sıra	Yıl	Değer	N'	T	E(T)	Var (T)	U'(T)
1	2017	35,94	44	685	855,5	5845,92	2,23
2	2016	43,53	39	641	826,5	5555,92	2,49
3	2015	35,36	4	602	798	5275,67	2,70
4	2014	36,8	9	598	770	5005,00	2,43
5	2013	34,44	54	589	742,5	4743,75	2,23
6	2012	41,08	34	535	715,5	4491,75	2,69
7	2011	40,51	11	501	689	4248,83	2,88
8	2010	42,38	0	490	663	4014,83	2,73
9	2009	41,74	23	490	637,5	3789,58	2,40
10	2008	37,5	32	467	612,5	3572,92	2,43
11	2007	39,08	10	435	588	3364,67	2,64
12	2006	41,56	14	425	564	3164,67	2,47
13	2005	50,23	26	411	540,5	2972,75	2,38
14	2004	43,28	16	385	517,5	2788,75	2,51
15	2003	32,97	14	369	495	2612,50	2,47
16	2002	41,31	1	355	473	2443,83	2,39
17	2001	37,92	0	354	451,5	2282,58	2,04
18	2000	27,61	7	354	430,5	2128,58	1,66
19	1999	43,48	19	347	410	1981,67	1,42
20	1998	51,46	4	328	390	1841,67	1,44
21	1997	38,73	38	324	370,5	1708,42	1,13
22	1996	40,46	6	286	351,5	1581,75	1,65
23	1995	45,31	9	280	333	1461,50	1,39
24	1994	30,99	0	271	315	1347,50	1,20
25	1993	30,76	10	271	297,5	1239,58	0,75
26	1992	35,05	2	261	280,5	1137,58	0,58
27	1991	42,45	14	259	264	1041,33	0,15
28	1990	37,34	4	245	248	950,67	0,10
29	1989	29,34	26	241	232,5	865,42	-0,29
30	1988	46,7	27	215	217,5	785,42	0,09
31	1987	44,28	1	188	203	710,50	0,56
32	1986	32,51	9	187	189	640,50	0,08
33	1985	38,72	20	178	175,5	575,25	-0,10
34	1984	29,39	5	158	162,5	514,58	0,20
35	1983	35,38	1	153	150	458,33	-0,14
36	1982	26,52	1	152	138	406,33	-0,69
37	1981	34,96	20	151	126,5	358,42	-1,29
38	1980	31,84	10	131	115,5	314,42	-0,87
39	1979	51,73	8	121	105	274,17	-0,97
40	1978	29,43	19	113	95	237,50	-1,17
41	1977	37,85	16	94	85,5	204,25	-0,59
42	1976	31,09	0	78	76,5	174,25	-0,11
43	1975	25,62	6	78	68	147,33	-0,82
44	1974	25,83	9	72	60	123,33	-1,08

Ek 4 (devamı). Bayburt meteorolojik gözlem istasyonu toplam yağış verilerinin $u'(t)$ fonksiyonunun hesabı.

Sıra	Yıl	Değer	N'	T	E(T)	Var (T)	U'(T)
45	1973	34,95	0	63	52,5	102,08	-1,04
46	1972	34,98	11	63	45,5	83,42	-1,92
47	1971	38,47	12	52	39	67,17	-1,59
48	1970	34,7	8	40	33	53,17	-0,96
49	1969	31,57	5	32	27,5	41,25	-0,70
50	1968	39,38	4	27	22,5	31,25	-0,80
51	1967	36,63	6	23	18	23,00	-1,04
52	1966	22,94	6	17	14	16,33	-0,74
53	1965	31,28	4	11	10,5	11,08	-0,15
54	1964	38,94	4	7	7,5	7,08	0,19
55	1963	55,63	0	3	5	4,17	0,98
56	1962	30,96	2	3	3	2,17	0,00
57	1961	26,53	0	1	1,5	0,92	0,52
58	1960	39,85	1	1	0,5	0,25	-1,00
59	1959	41,51	0		0	0,00	

Ek 5. Bayburt meteorolojik gözlem istasyonu ortalama bağıl nem verilerinin $u(t)$ fonksiyonunun hesabı.

Sıra	Yıl	Değer	N'	T	E(T)	Var (T)	U'(T)
1	1960	58,93	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2	1961	59,71	1,00	1,00	0,50	0,25	1,00
3	1962	60,33	2,00	3,00	1,50	0,92	1,57
4	1963	66,51	3,00	6,00	3,00	2,17	2,04
5	1964	60,78	3,00	9,00	5,00	4,17	1,96
6	1965	63,28	4,00	13,00	7,50	7,08	2,07
7	1966	59,41	1,00	14,00	10,50	11,08	1,05
8	1967	68,2	7,00	21,00	14,00	16,33	1,73
9	1968	65,84	6,00	27,00	18,00	23,00	1,88
10	1969	63,64	6,00	33,00	22,50	31,25	1,88
11	1970	62,35	5,00	38,00	27,50	41,25	1,63
12	1971	61,64	5,00	43,00	33,00	53,17	1,37
13	1972	69,28	12,00	55,00	39,00	67,17	1,95
14	1973	67,34	11,00	66,00	45,50	83,42	2,24
15	1974	66,63	11,00	77,00	52,50	102,08	2,42
16	1975	65,97	10,00	87,00	60,00	123,33	2,43
17	1976	64,92	9,00	96,00	68,00	147,33	2,31
18	1977	63,06	7,00	103,00	76,50	174,25	2,01
19	1978	63,32	9,00	112,00	85,50	204,25	1,85
20	1979	63,3	9,00	121,00	95,00	237,50	1,69
21	1980	61,68	6,00	127,00	105,00	274,17	1,33
22	1981	62,08	7,00	134,00	115,50	314,42	1,04
23	1982	62,58	9,00	143,00	126,50	358,42	0,87
24	1983	64,25	15,00	158,00	138,00	406,33	0,99
25	1984	63,66	15,00	173,00	150,00	458,33	1,07
26	1985	64,71	17,00	190,00	162,50	514,58	1,21
27	1986	65,34	19,00	209,00	175,50	575,25	1,40
28	1987	63,53	14,00	223,00	189,00	640,50	1,34
29	1988	67,86	26,00	249,00	203,00	710,50	1,73
30	1989	63,33	14,00	263,00	217,50	785,42	1,62
31	1990	63,59	16,00	279,00	232,50	865,42	1,58
32	1991	62,23	8,00	287,00	248,00	950,67	1,26
33	1992	64,87	22,00	309,00	264,00	1041,33	1,39
34	1993	66,95	29,00	338,00	280,50	1137,58	1,70
35	1994	63,13	12,00	350,00	297,50	1239,58	1,49
36	1995	66,63	29,00	379,00	315,00	1347,50	1,74
37	1996	63,21	13,00	392,00	333,00	1461,50	1,54
38	1997	63,55	19,00	411,00	351,50	1581,75	1,50
39	1998	62,18	8,00	419,00	370,50	1708,42	1,17
40	1999	55	0,00	419,00	390,00	1841,67	0,68
41	2000	55,77	1,00	420,00	410,00	1981,67	0,22
42	2001	56,78	2,00	422,00	430,50	2128,58	-0,18
43	2002	56,91	3,00	425,00	451,50	2282,58	-0,55
44	2003	56,03	2,00	427,00	473,00	2443,83	-0,93

Ek 5 (devamı). Bayburt meteorolojik gözlem istasyonu ortalama bağıl nem verilerinin $u(t)$ fonksiyonunun hesabı.

Sıra	Yıl	Değer	N'	T	E(T)	Var (T)	$U'(T)$
45	2004	53,53	0,00	427,00	495,00	2612,50	-1,33
46	2005	53,82	1,00	428,00	517,50	2788,75	-1,69
47	2006	52,7	0,00	428,00	540,50	2972,75	-2,06
48	2007	50,93	0,00	428,00	564,00	3164,67	-2,42
49	2008	53,36	2,00	430,00	588,00	3364,67	-2,72
50	2009	52,68	1,00	431,00	612,50	3572,92	-3,04
51	2010	59,33	12,00	443,00	637,50	3789,58	-3,16
52	2011	62,6	24,00	467,00	663,00	4014,83	-3,09
53	2012	61,96	19,00	486,00	689,00	4248,83	-3,11
54	2013	60,2	15,00	501,00	715,50	4491,75	-3,20
55	2014	59,88	15,00	516,00	742,50	4743,75	-3,29
56	2015	58,63	11,00	527,00	770,00	5005,00	-3,43
57	2016	59,05	13,00	540,00	798,00	5275,67	-3,55
58	2017	54,92	6,00	546,00	826,50	5555,92	-3,76

Ek 6. Bayburt meteorolojik gözlem istasyonu ortalama bağıl nem verilerinin $u'(t)$ fonksiyonunun hesabı.

Sıra	Yıl	Değer	N'	T	E(T)	Var (T)	U'(T)
1	2017	54,92	13	1106	826,5	5555,92	-3,75
2	2016	59,05	16	1093	798	5275,67	-4,06
3	2015	58,63	18	1077	770	5005,00	-4,34
4	2014	59,88	47	1059	742,5	4743,75	-4,60
5	2013	60,2	18	1012	715,5	4491,75	-4,42
6	2012	61,96	30	994	689	4248,83	-4,68
7	2011	62,6	15	964	663	4014,83	-4,75
8	2010	59,33	49	949	637,5	3789,58	-5,06
9	2009	52,68	42	900	612,5	3572,92	-4,81
10	2008	53,36	35	858	588	3364,67	-4,65
11	2007	50,93	23	823	564	3164,67	-4,60
12	2006	52,7	17	800	540,5	2972,75	-4,76
13	2005	53,82	45	783	517,5	2788,75	-5,03
14	2004	53,53	43	738	495	2612,50	-4,75
15	2003	56,03	40	695	473	2443,83	-4,49
16	2002	56,91	39	655	451,5	2282,58	-4,26
17	2001	56,78	37	616	430,5	2128,58	-4,02
18	2000	55,77	24	579	410	1981,67	-3,80
19	1999	55	27	555	390	1841,67	-3,84
20	1998	62,18	26	528	370,5	1708,42	-3,81
21	1997	63,55	17	502	351,5	1581,75	-3,78
22	1996	63,21	18	485	333	1461,50	-3,98
23	1995	66,63	20	467	315	1347,50	-4,14
24	1994	63,13	28	447	297,5	1239,58	-4,25
25	1993	66,95	27	419	280,5	1137,58	-4,11
26	1992	64,87	27	392	264	1041,33	-3,97
27	1991	62,23	28	365	248	950,67	-3,79
28	1990	63,59	24	337	232,5	865,42	-3,55
29	1989	63,33	29	313	217,5	785,42	-3,41
30	1988	67,86	23	284	203	710,50	-3,04
31	1987	63,53	24	261	189	640,50	-2,84
32	1986	65,34	19	237	175,5	575,25	-2,56
33	1985	64,71	23	218	162,5	514,58	-2,45
34	1984	63,66	24	195	150	458,33	-2,10
35	1983	64,25	20	171	138	406,33	-1,64
36	1982	62,58	22	151	126,5	358,42	-1,29
37	1981	62,08	20	129	115,5	314,42	-0,76
38	1980	61,68	20	109	105	274,17	-0,24
39	1979	63,3	18	89	95	237,50	0,39
40	1978	63,32	7	71	85,5	204,25	1,01
41	1977	63,06	7	64	76,5	174,25	0,95
42	1976	64,92	8	57	68	147,33	0,91
43	1975	65,97	8	49	60	123,33	0,99
44	1974	66,63	7	41	52,5	102,08	1,14

Ek 6 (devamı). Bayburt meteorolojik gözlem istasyonu ortalama bağıl nem verilerinin $u'(t)$ fonksiyonunun hesabı.

Sıra	Yıl	Değer	N'	T	E(T)	Var (T)	U'(T)
45	1973	67,34	4	34	45,5	83,42	1,26
46	1972	69,28	4	30	39	67,17	1,10
47	1971	61,64	2	26	33	53,17	0,96
48	1970	62,35	0	24	27,5	41,25	0,54
49	1969	63,64	1	24	22,5	31,25	-0,27
50	1968	65,84	0	23	18	23,00	-1,04
51	1967	68,2	3	23	14	16,33	-2,23
52	1966	59,41	6	20	10,5	11,08	-2,85
53	1965	63,28	5	14	7,5	7,08	-2,44
54	1964	60,78	4	9	5	4,17	-1,96
55	1963	66,51	3	5	3	2,17	-1,36
56	1962	60,33	1	2	1,5	0,92	-0,52
57	1961	59,71	1	1	0,5	0,25	-1,00
58	1960	58,93	0		0	0,00	

Ek 7. Peterek akım gözlem istasyonu ortalama akım verilerinin $u(t)$ fonksiyonunun hesabı.

Sıra	Yıl	Değer	N	T	E(T)	Var (T)	U(T)
1	1965	70,08	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2	1966	50,25	1,00	1,00	0,50	0,25	1,00
3	1967	71,06	2,00	3,00	1,50	0,92	1,57
4	1968	65,90	3,00	6,00	3,00	2,17	2,04
5	1969	60,30	3,00	9,00	5,00	4,17	1,96
6	1970	55,73	0,00	9,00	7,50	7,08	0,56
7	1971	66,80	1,00	10,00	10,50	11,08	-0,15
8	1972	45,80	1,00	11,00	14,00	16,33	-0,74
9	1973	49,41	0,00	11,00	18,00	23,00	-1,46
10	1974	53,56	1,00	12,00	22,50	31,25	-1,88
11	1975	55,76	3,00	15,00	27,50	41,25	-1,95
12	1976	73,72	9,00	24,00	33,00	53,17	-1,23
13	1977	62,33	4,00	28,00	39,00	67,17	-1,34
14	1978	73,67	10,00	38,00	45,50	83,42	-0,82
15	1979	60,00	4,00	42,00	52,50	102,08	-1,04
16	1980	81,73	13,00	55,00	60,00	123,33	-0,45
17	1981	61,59	5,00	60,00	68,00	147,33	-0,66
18	1982	62,00	6,00	66,00	76,50	174,25	-0,80
19	1983	38,86	0,00	66,00	85,50	204,25	-1,36
20	1984	65,57	10,00	76,00	95,00	237,50	-1,23
21	1985	55,26	3,00	79,00	105,00	274,17	-1,57
22	1986	79,66	18,00	97,00	115,50	314,42	-1,04
23	1987	92,06	21,00	118,00	126,50	358,42	-0,45
24	1988	98,70	23,00	141,00	138,00	406,33	0,15
25	1989	75,12	18,00	159,00	150,00	458,33	0,42
26	1990	71,17	16,00	175,00	162,50	514,58	0,55
27	1991	72,88	17,00	192,00	175,50	575,25	0,69
28	1992	71,74	17,00	209,00	189,00	640,50	0,79
29	1993	91,16	25,00	234,00	203,00	710,50	1,16
30	1994	50,13	2,00	236,00	217,50	785,42	0,66
31	1995	66,08	13,00	249,00	232,50	865,42	0,56
32	1996	63,84	11,00	260,00	248,00	950,67	0,39
33	1997	66,26	15,00	275,00	264,00	1041,33	0,34
34	1998	86,07	29,00	304,00	280,50	1137,58	0,70
35	1999	60,64	8,00	312,00	297,50	1239,58	0,41
36	2000	44,49	1,00	313,00	315,00	1347,50	-0,05
37	2001	49,64	3,00	316,00	333,00	1461,50	-0,44
38	2002	61,24	11,00	327,00	351,50	1581,75	-0,62
39	2003	56,18	9,00	336,00	370,50	1708,42	-0,83
40	2004	89,61	35,00	371,00	390,00	1841,67	-0,44
41	2005	90,55	36,00	407,00	410,00	1981,67	-0,07
42	2006	93,21	39,00	446,00	430,50	2128,58	0,34
43	2007	77,90	31,00	477,00	451,50	2282,58	0,53
44	2008	73,17	28,00	505,00	473,00	2443,83	0,65
45	2009	61,75	14,00	519,00	495,00	2612,50	0,47
46	2010	95,40	43,00	562,00	517,50	2788,75	0,84

Ek 8. Peterek akım gözlem istasyonu ortalama akım verilerinin $u'(t)$ fonksiyonunun hesabı.

Sıra	Yıl	Değer	Nt	T	E(T)	Var (T)	U'(T)
1	2010	95,40	23	473	517,5	2788,75	0,84
2	2009	61,75	23	450	495	2612,50	0,88
3	2008	73,17	23	427	473	2443,83	0,93
4	2007	77,90	41	404	451,5	2282,58	0,99
5	2006	93,21	33	363	430,5	2128,58	1,46
6	2005	90,55	7	330	410	1981,67	1,80
7	2004	89,61	21	323	390	1841,67	1,56
8	2003	56,18	17	302	370,5	1708,42	1,66
9	2002	61,24	2	285	351,5	1581,75	1,67
10	2001	49,64	4	283	333	1461,50	1,31
11	2000	44,49	5	279	315	1347,50	0,98
12	1999	60,64	22	274	297,5	1239,58	0,67
13	1998	86,07	12	252	280,5	1137,58	0,84
14	1997	66,26	20	240	264	1041,33	0,74
15	1996	63,84	6	220	248	950,67	0,91
16	1995	66,08	22	214	232,5	865,42	0,63
17	1994	50,13	8	192	217,5	785,42	0,91
18	1993	91,16	9	184	203	710,50	0,71
19	1992	71,74	0	175	189	640,50	0,55
20	1991	72,88	9	175	175,5	575,25	0,02
21	1990	71,17	3	166	162,5	514,58	-0,15
22	1989	75,12	16	163	150	458,33	-0,61
23	1988	98,70	20	147	138	406,33	-0,45
24	1987	92,06	22	127	126,5	358,42	-0,03
25	1986	79,66	14	105	115,5	314,42	0,59
26	1985	55,26	10	91	105	274,17	0,85
27	1984	65,57	11	81	95	237,50	0,91
28	1983	38,86	10	70	85,5	204,25	1,08
29	1982	62,00	15	60	76,5	174,25	1,25
30	1981	61,59	2	45	68	147,33	1,89
31	1980	81,73	7	43	60	123,33	1,53
32	1979	60,00	6	36	52,5	102,08	1,63
33	1978	73,67	6	30	45,5	83,42	1,70
34	1977	62,33	8	24	39	67,17	1,83
35	1976	73,72	3	16	33	53,17	2,33
36	1975	55,76	0	13	27,5	41,25	2,26
37	1974	53,56	0	13	22,5	31,25	1,70
38	1973	49,41	1	13	18	23,00	1,04
39	1972	45,80	0	12	14	16,33	0,49
40	1971	66,80	3	12	10,5	11,08	-0,45
41	1970	55,73	3	9	7,5	7,08	-0,56
42	1969	60,30	3	6	5	4,17	-0,49
43	1968	65,90	2	3	3	2,17	0,00
44	1967	71,06	1	1	1,5	0,92	0,52
45	1966	50,25	0	0	0,5	0,25	1,00
46	1965	70,08	0		0	0,00	

Ek 9. İspir meteorolojik gözlem istasyonu ortalama sıcaklık verilerinin $u(t)$ fonksiyonunun hesabı.

Sıra	Yıl	Değer	N'	T	E(T)	Var (T)	U'(T)
1	1959	6,94	0	0	0,00	0,00	0,00
2	1960	8,82	1	1	0,50	0,25	1,00
3	1961	8,51	1	2	1,50	0,92	0,52
4	1962	9,44	3	5	3,00	2,17	1,36
5	1963	10,07	4	9	5,00	4,17	1,96
6	1964	12,61	5	14	7,50	7,08	2,44
7	1965	8,75	2	16	10,50	11,08	1,65
8	1966	9,1	4	20	14,00	16,33	1,48
9	1967	10,01	6	26	18,00	23,00	1,67
10	1968	11,29	8	34	22,50	31,25	2,06
11	1969	10,53	8	42	27,50	41,25	2,26
12	1970	9,08	4	46	33,00	53,17	1,78
13	1971	9,53	7	53	39,00	67,17	1,71
14	1972	6,94	0	53	45,50	83,42	0,82
15	1973	8,82	4	57	52,50	102,08	0,45
16	1974	9,74	10	67	60,00	123,33	0,63
17	1975	9,61	10	77	68,00	147,33	0,74
18	1976	8,6	3	80	76,50	174,25	0,27
19	1977	9,86	13	93	85,50	204,25	0,52
20	1978	10,3	16	109	95,00	237,50	0,91
21	1979	11,18	18	127	105,00	274,17	1,33
22	1980	10,06	15	142	115,50	314,42	1,49
23	1981	11,1	19	161	126,50	358,42	1,82
24	1982	9,34	9	170	138,00	406,33	1,59
25	1983	9,57	12	182	150,00	458,33	1,49
26	1984	10,38	20	202	162,50	514,58	1,74
27	1985	9,84	15	217	175,50	575,25	1,73
28	1986	10,33	21	238	189,00	640,50	1,94
29	1987	9,84	15	253	203,00	710,50	1,88
30	1988	8,81	5	258	217,50	785,42	1,45
31	1989	10,05	20	278	232,50	865,42	1,55
32	1990	9,43	11	289	248,00	950,67	1,33
33	1991	10,28	24	313	264,00	1041,33	1,52
34	1992	7,82	2	315	280,50	1137,58	1,02
35	1993	9,07	9	324	297,50	1239,58	0,75
36	1994	10,87	31	355	315,00	1347,50	1,09
37	1995	10,63	31	386	333,00	1461,50	1,39
38	1996	11,15	34	420	351,50	1581,75	1,72
39	1997	9,82	19	439	370,50	1708,42	1,66
40	1998	10,57	32	471	390,00	1841,67	1,89
41	1999	10,65	34	505	410,00	1981,67	2,13
42	2000	10,41	31	536	430,50	2128,58	2,29
43	2001	12,12	41	577	451,50	2282,58	2,63
44	2002	10,02	24	601	473,00	2443,83	2,59

Ek 9 (devamı). İspir meteorolojik gözlem istasyonu ortalama sıcaklık verilerinin u(t) fonksiyonunun hesabı.

Sıra	Yıl	Değer	N'	T	E(T)	Var (T)	U'(T)
45	2003	10	23	624	495,00	2612,50	2,52
46	2004	9,78	19	643	517,50	2788,75	2,38
47	2005	9,69	18	661	540,50	2972,75	2,21
48	2006	10,28	31	692	564,00	3164,67	2,28
49	2007	10,22	31	723	588,00	3364,67	2,33
50	2008	9,85	24	747	612,50	3572,92	2,25
51	2009	10,53	39	786	637,50	3789,58	2,41
52	2010	12,68	51	837	663,00	4014,83	2,75
53	2011	10,23	33	870	689,00	4248,83	2,78
54	2012	10,84	45	915	715,50	4491,75	2,98
55	2013	10,93	47	962	742,50	4743,75	3,19
56	2014	12,32	53	1015	770,00	5005,00	3,46
57	2015	11,47	52	1067	798,00	5275,67	3,70
58	2016	10,38	38	1105	826,50	5555,92	3,74

Ek 10. İspir meteorolojik gözlem istasyonu ortalama sıcaklık verilerinin $u'(t)$ fonksiyonunun hesabı.

Sıra	Yıl	Değer	N'	T	E(T)	Var (T)	U'(T)
1	2017	10,77	0	554	855,5	5845,92	3,94
2	2016	10,38	6	554	826,5	5555,92	3,66
3	2015	11,47	2	548	798	5275,67	3,44
4	2014	12,32	11	546	770	5005,00	3,17
5	2013	10,93	27	535	742,5	4743,75	3,01
6	2012	10,84	52	508	715,5	4491,75	3,10
7	2011	10,23	3	456	689	4248,83	3,57
8	2010	12,68	7	453	663	4014,83	3,31
9	2009	10,53	21	446	637,5	3789,58	3,11
10	2008	9,85	45	425	612,5	3572,92	3,14
11	2007	10,22	33	380	588	3364,67	3,59
12	2006	10,28	6	347	564	3164,67	3,86
13	2005	9,69	8	341	540,5	2972,75	3,66
14	2004	9,78	0	333	517,5	2788,75	3,49
15	2003	10	3	333	495	2612,50	3,17
16	2002	10,02	9	330	473	2443,83	2,89
17	2001	12,12	7	321	451,5	2282,58	2,73
18	2000	10,41	1	314	430,5	2128,58	2,53
19	1999	10,65	12	313	410	1981,67	2,18
20	1998	10,57	20	301	390	1841,67	2,07
21	1997	9,82	34	281	370,5	1708,42	2,17
22	1996	11,15	15	247	351,5	1581,75	2,63
23	1995	10,63	31	232	333	1461,50	2,64
24	1994	10,87	3	201	315	1347,50	3,11
25	1993	9,07	4	198	297,5	1239,58	2,83
26	1992	7,82	18	194	280,5	1137,58	2,56
27	1991	10,28	7	176	264	1041,33	2,73
28	1990	9,43	16	169	248	950,67	2,56
29	1989	10,05	7	153	232,5	865,42	2,70
30	1988	8,81	1	146	217,5	785,42	2,55
31	1987	9,84	9	145	203	710,50	2,18
32	1986	10,33	2	136	189	640,50	2,09
33	1985	9,84	10	134	175,5	575,25	1,73
34	1984	10,38	0	124	162,5	514,58	1,70
35	1983	9,57	0	124	150	458,33	1,21
36	1982	9,34	17	124	138	406,33	0,69
37	1981	11,1	13	107	126,5	358,42	1,03
38	1980	10,06	17	94	115,5	314,42	1,21
39	1979	11,18	2	77	105	274,17	1,69
40	1978	10,3	11	75	95	237,50	1,30
41	1977	9,86	11	64	85,5	204,25	1,50
42	1976	8,6	9	53	76,5	174,25	1,78
43	1975	9,61	14	44	68	147,33	1,98
44	1974	9,74	4	30	60	123,33	2,70

Ek 10 (devamı). İspir meteorolojik gözlem istasyonu ortalama sıcaklık verilerinin $u'(t)$ fonksiyonunun hesabı.

Sıra	Yıl	Değer	N'	T	E(T)	Var (T)	U'(T)
45	1973	8,82	3	26	52,5	102,08	2,62
46	1972	6,94	1	23	45,5	83,42	2,46
47	1971	9,53	0	22	39	67,17	2,07
48	1970	9,08	3	22	33	53,17	1,51
49	1969	10,53	1	19	27,5	41,25	1,32
50	1968	11,29	0	18	22,5	31,25	0,80
51	1967	10,01	2	18	18	23,00	0,00
52	1966	9,1	7	16	14	16,33	-0,49
53	1965	8,75	0	9	10,5	11,08	0,45
54	1964	12,61	2	9	7,5	7,08	-0,56
55	1963	10,07	2	7	5	4,17	-0,98
56	1962	9,44	3	5	3	2,17	-1,36
57	1961	8,51	2	2	1,5	0,92	-0,52
58	1960	8,82	0	0	0,5	0,25	1,00

Ek 11. İspir meteorolojik gözlem istasyonu ortalama bağıl nem verilerinin $u(t)$ fonksiyonunun hesabı.

Sıra	Yıl	Değer	N'	T	E(T)	Var (T)	U'(T)
1	1965	65,15	0	0	0,00	0,00	0,00
2	1966	61,53	0	0	0,50	0,25	-1,00
3	1967	68,26	2	2	1,50	0,92	0,52
4	1968	68,97	3	5	3,00	2,17	1,36
5	1969	66,98	2	7	5,00	4,17	0,98
6	1970	61,2	0	7	7,50	7,08	-0,19
7	1971	58,91	0	7	10,50	11,08	-1,05
8	1972	57,84	0	7	14,00	16,33	-1,73
9	1973	57,94	1	8	18,00	23,00	-2,09
10	1974	57,03	0	8	22,50	31,25	-2,59
11	1975	57,98	3	11	27,50	41,25	-2,57
12	1976	65,1	7	18	33,00	53,17	-2,06
13	1977	68,58	11	29	39,00	67,17	-1,22
14	1978	63	7	36	45,50	83,42	-1,04
15	1979	63,38	8	44	52,50	102,08	-0,84
16	1980	61,13	5	49	60,00	123,33	-0,99
17	1981	64,07	10	59	68,00	147,33	-0,74
18	1982	56,66	0	59	76,50	174,25	-1,33
19	1983	59,53	6	65	85,50	204,25	-1,43
20	1984	60,04	7	72	95,00	237,50	-1,49
21	1985	57,66	2	74	105,00	274,17	-1,87
22	1986	55,87	0	74	115,50	314,42	-2,34
23	1987	54,63	0	74	126,50	358,42	-2,77
24	1988	57,28	4	78	138,00	406,33	-2,98
25	1989	53,23	0	78	150,00	458,33	-3,36
26	1990	53,13	0	78	162,50	514,58	-3,73
27	1991	55,18	3	81	175,50	575,25	-3,94
28	1992	57,25	7	88	189,00	640,50	-3,99
29	1993	54,45	2	90	203,00	710,50	-4,24
30	1994	56,8	7	97	217,50	785,42	-4,30
31	1995	65,42	26	123	232,50	865,42	-3,72
32	1996	64,73	24	147	248,00	950,67	-3,28
33	1997	63,34	22	169	264,00	1041,33	-2,94
34	1998	62,98	21	190	280,50	1137,58	-2,68
35	1999	60,41	18	208	297,50	1239,58	-2,54
36	2000	61,3	21	229	315,00	1347,50	-2,34
37	2001	62,49	23	252	333,00	1461,50	-2,12
38	2002	63,83	28	280	351,50	1581,75	-1,80
39	2003	61,78	23	303	370,50	1708,42	-1,63
40	2004	58,92	16	319	390,00	1841,67	-1,65
41	2005	62,92	26	345	410,00	1981,67	-1,46
42	2006	60,38	19	364	430,50	2128,58	-1,44
43	2007	64,08	34	398	451,50	2282,58	-1,12
44	2008	59,63	18	416	473,00	2443,83	-1,15

Ek 11 (devamı). İspir meteorolojik gözlem istasyonu ortalama bağıl nem verilerinin $u(t)$ fonksiyonunun hesabı.

Sıra	Yıl	Değer	N'	T	E(T)	Var (T)	U'(T)
45	2009	61,67	26	442	495,00	2612,50	-1,04
46	2010	58,15	15	457	517,50	2788,75	-1,15
47	2011	58,12	15	472	540,50	2972,75	-1,26
48	2012	57,58	11	483	564,00	3164,67	-1,44
49	2013	54,64	4	487	588,00	3364,67	-1,74
50	2014	54,73	5	492	612,50	3572,92	-2,02
51	2015	55,39	7	499	637,50	3789,58	-2,25
52	2016	57,26	13	512	663,00	4014,83	-2,38
53	2017	54,33	2	514	689,00	4248,83	-2,68

Ek 12. İspir meteorolojik gözlem istasyonu ortalama bağıl nem verilerinin $u'(t)$ fonksiyonunun hesabı.

Sıra	Yıl	Değer	N'	T	E(T)	Var (T)	U'(T)
1	2017	54,33	47	864	689	4248,83	-2,68
2	2016	57,26	33	817	663	4014,83	-2,43
3	2015	55,39	48	784	637,5	3789,58	-2,38
4	2014	54,73	49	736	612,5	3572,92	-2,07
5	2013	54,64	47	687	588	3364,67	-1,71
6	2012	57,58	31	640	564	3164,67	-1,35
7	2011	58,12	23	609	540,5	2972,75	-1,26
8	2010	58,15	18	586	517,5	2788,75	-1,30
9	2009	61,67	18	568	495	2612,50	-1,43
10	2008	59,63	12	550	473	2443,83	-1,56
11	2007	64,08	17	538	451,5	2282,58	-1,81
12	2006	60,38	39	521	430,5	2128,58	-1,96
13	2005	62,92	40	482	410	1981,67	-1,62
14	2004	58,92	32	442	390	1841,67	-1,21
15	2003	61,78	33	410	370,5	1708,42	-0,96
16	2002	63,83	25	377	351,5	1581,75	-0,64
17	2001	62,49	33	352	333	1461,50	-0,50
18	2000	61,3	10	319	315	1347,50	-0,11
19	1999	60,41	19	309	297,5	1239,58	-0,33
20	1998	62,98	20	290	280,5	1137,58	-0,28
21	1997	63,34	15	270	264	1041,33	-0,19
22	1996	64,73	9	255	248	950,67	-0,23
23	1995	65,42	4	246	232,5	865,42	-0,46
24	1994	56,8	11	242	217,5	785,42	-0,87
25	1993	54,45	1	231	203	710,50	-1,05
26	1992	57,25	0	230	189	640,50	-1,62
27	1991	55,18	4	230	175,5	575,25	-2,27
28	1990	53,13	6	226	162,5	514,58	-2,80
29	1989	53,23	1	220	150	458,33	-3,27
30	1988	57,28	4	219	138	406,33	-4,02
31	1987	54,63	22	215	126,5	358,42	-4,67
32	1986	55,87	21	193	115,5	314,42	-4,37
33	1985	57,66	18	172	105	274,17	-4,05
34	1984	60,04	17	154	95	237,50	-3,83
35	1983	59,53	11	137	85,5	204,25	-3,60
36	1982	56,66	11	126	76,5	174,25	-3,75
37	1981	64,07	13	115	68	147,33	-3,87
38	1980	61,13	14	102	60	123,33	-3,78
39	1979	63,38	12	88	52,5	102,08	-3,51
40	1978	63	8	76	45,5	83,42	-3,34
41	1977	68,58	11	68	39	67,17	-3,54
42	1976	65,1	9	57	33	53,17	-3,29
43	1975	57,98	10	48	27,5	41,25	-3,19
44	1974	57,03	8	38	22,5	31,25	-2,77

Ek 12 (devamı). İspir meteorolojik gözlem istasyonu ortalama bağıl nem verilerinin $u(t)$ fonksiyonunun hesabı.

Sıra	Yıl	Değer	N'	T	E(T)	Var (T)	U'(T)
45	1973	57,94	8	30	18	23,00	-2,50
46	1972	57,84	7	22	14	16,33	-1,98
47	1971	58,91	6	15	10,5	11,08	-1,35
48	1970	61,2	5	9	7,5	7,08	-0,56
49	1969	66,98	1	4	5	4,17	0,49
50	1968	68,97	1	3	3	2,17	0,00
51	1967	68,26	1	2	1,5	0,92	-0,52
52	1966	61,53	1	1	0,5	0,25	-1,00
53	1965	65,15	0		0	0,00	

Ek 13. Karşıköy akım gözlem istasyonu ortalama akım verilerinin $u(t)$ fonksiyonunun hesabı.

Sıra	Yıl	Değer	N'	T	E(T)	Var (T)	U'(T)
1	1965	188,95	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2	1966	185,9	0,00	0,00	0,50	0,25	-1,00
3	1967	192,32	2,00	2,00	1,50	0,92	0,52
4	1968	295,5	3,00	5,00	3,00	2,17	1,36
5	1969	191,84	2,00	7,00	5,00	4,17	0,98
6	1970	130	0,00	7,00	7,50	7,08	-0,19
7	1971	185,95	2,00	9,00	10,50	11,08	-0,45
8	1972	155,45	1,00	10,00	14,00	16,33	-0,99
9	1973	135	1,00	11,00	18,00	23,00	-1,46
10	1974	105,95	0,00	11,00	22,50	31,25	-2,06
11	1975	165,73	4,00	15,00	27,50	41,25	-1,95
12	1976	213,68	10,00	25,00	33,00	53,17	-1,10
13	1977	142,8	3,00	28,00	39,00	67,17	-1,34
14	1978	220,44	12,00	40,00	45,50	83,42	-0,60
15	1979	204,2	11,00	51,00	52,50	102,08	-0,15
16	1980	208,29	12,00	63,00	60,00	123,33	0,27
17	1981	165,9	6,00	69,00	68,00	147,33	0,08
18	1982	187,77	9,00	78,00	76,50	174,25	0,11
19	1983	145,22	4,00	82,00	85,50	204,25	-0,24
20	1984	192,18	13,00	95,00	95,00	237,50	0,00
21	1985	177,98	8,00	103,00	105,00	274,17	-0,12
22	1986	215,02	19,00	122,00	115,50	314,42	0,37
23	1987	241,67	21,00	143,00	126,50	358,42	0,87
24	1988	295,82	23,00	166,00	138,00	406,33	1,39
25	1989	222,35	21,00	187,00	150,00	458,33	1,73
26	1990	213,35	18,00	205,00	162,50	514,58	1,87
27	1991	218,76	21,00	226,00	175,50	575,25	2,11
28	1992	244,4	25,00	251,00	189,00	640,50	2,45
29	1993	321,95	28,00	279,00	203,00	710,50	2,85
30	1994	179,4	9,00	288,00	217,50	785,42	2,52
31	1995	189,24	14,00	302,00	232,50	865,42	2,36
32	1996	187,43	12,00	314,00	248,00	950,67	2,14
33	1997	227,98	27,00	341,00	264,00	1041,33	2,39
34	1998	247,85	30,00	371,00	280,50	1137,58	2,68
35	1999	189,44	16,00	387,00	297,50	1239,58	2,54
36	2000	150,31	5,00	392,00	315,00	1347,50	2,10
37	2001	192,54	21,00	413,00	333,00	1461,50	2,09

Ek 14. Karşıköy akım gözlem istasyonu ortalama akım verilerinin $u'(t)$ fonksiyonunun hesabı.

Sıra	Yıl	Değer	N'	T	E(T)	Var (T)	U'(T)
1	2001	192,54	15	253	333	1461,50	2,09
2	2000	150,31	11	238	315	1347,50	2,10
3	1999	189,44	18	227	297,5	1239,58	2,00
4	1998	247,85	31	209	280,5	1137,58	2,12
5	1997	227,98	16	178	264	1041,33	2,67
6	1996	187,43	1	162	248	950,67	2,79
7	1995	189,24	10	161	232,5	865,42	2,43
8	1994	179,4	5	151	217,5	785,42	2,37
9	1993	321,95	1	146	203	710,50	2,14
10	1992	244,4	0	145	189	640,50	1,74
11	1991	218,76	3	145	175,5	575,25	1,27
12	1990	213,35	15	142	162,5	514,58	0,90
13	1989	222,35	0	127	150	458,33	1,07
14	1988	295,82	16	127	138	406,33	0,55
15	1987	241,67	11	111	126,5	358,42	0,82
16	1986	215,02	11	100	115,5	314,42	0,87
17	1985	177,98	2	89	105	274,17	0,97
18	1984	192,18	5	87	95	237,50	0,52
19	1983	145,22	0	82	85,5	204,25	0,24
20	1982	187,77	6	82	76,5	174,25	-0,42
21	1981	165,9	1	76	68	147,33	-0,66
22	1980	208,29	7	75	60	123,33	-1,35
23	1979	204,2	10	68	52,5	102,08	-1,53
24	1978	220,44	12	58	45,5	83,42	-1,37
25	1977	142,8	8	46	39	67,17	-0,85
26	1976	213,68	6	38	33	53,17	-0,69
27	1975	165,73	6	32	27,5	41,25	-0,70
28	1974	105,95	7	26	22,5	31,25	-0,63
29	1973	135	8	19	18	23,00	-0,21
30	1972	155,45	1	11	14	16,33	0,74
31	1971	185,95	2	10	10,5	11,08	0,15
32	1970	130	1	8	7,5	7,08	-0,19
33	1969	191,84	3	7	5	4,17	-0,98
34	1968	295,5	3	4	3	2,17	-0,68
35	1967	192,32	1	1	1,5	0,92	0,52
36	1966	185,9	0	0	0,5	0,25	1,00
37	1965	188,95	0		0	0,00	

Ek 15. Artvin meteorolojik gözlem istasyonu ortalama bağıl nem verilerinin $u(t)$ fonksiyonunun hesabı.

Sıra	Yıl	Değer	N'	T	E(T)	Var (T)	U'(T)
1	1959	64,06	0	0	0,00	0,00	0,00
2	1960	63,3	0	0	0,50	0,25	-1,00
3	1961	66,51	2	2	1,50	0,92	0,52
4	1962	64,22	2	4	3,00	2,17	0,68
5	1963	68,47	4	8	5,00	4,17	1,47
6	1964	65,33	3	11	7,50	7,08	1,32
7	1965	64,41	3	14	10,50	11,08	1,05
8	1966	61,95	0	14	14,00	16,33	0,00
9	1967	69,36	8	22	18,00	23,00	0,83
10	1968	67,22	7	29	22,50	31,25	1,16
11	1969	64,49	5	34	27,50	41,25	1,01
12	1970	67,47	9	43	33,00	53,17	1,37
13	1971	68,43	10	53	39,00	67,17	1,71
14	1972	66,47	7	60	45,50	83,42	1,59
15	1973	68,56	13	73	52,50	102,08	2,03
16	1974	65,23	6	79	60,00	123,33	1,71
17	1975	66,36	8	87	68,00	147,33	1,57
18	1976	63,52	2	89	76,50	174,25	0,95
19	1977	67,31	13	102	85,50	204,25	1,15
20	1978	66,81	12	114	95,00	237,50	1,23
21	1979	67,5	16	130	105,00	274,17	1,51
22	1980	64,65	7	137	115,50	314,42	1,21
23	1981	65,73	10	147	126,50	358,42	1,08
24	1982	69,36	22	169	138,00	406,33	1,54
25	1983	69,9	24	193	150,00	458,33	2,01
26	1984	68,79	22	215	162,50	514,58	2,31
27	1985	67,93	19	234	175,50	575,25	2,44
28	1986	68,33	20	254	189,00	640,50	2,57
29	1987	65,62	10	264	203,00	710,50	2,29
30	1988	66,97	16	280	217,50	785,42	2,23
31	1989	66,03	12	292	232,50	865,42	2,02
32	1990	66,13	13	305	248,00	950,67	1,85
33	1991	65,55	10	315	264,00	1041,33	1,58
34	1992	65,31	9	324	280,50	1137,58	1,29
35	1993	65,63	13	337	297,50	1239,58	1,12
36	1994	65,11	8	345	315,00	1347,50	0,82
37	1995	64,12	4	349	333,00	1461,50	0,42
38	1996	61,77	0	349	351,50	1581,75	-0,06
39	1997	61,53	0	349	370,50	1708,42	-0,52
40	1998	59,05	0	349	390,00	1841,67	-0,96
41	1999	59,93	1	350	410,00	1981,67	-1,35
42	2000	58,77	0	350	430,50	2128,58	-1,74
43	2001	57,7	0	350	451,50	2282,58	-2,12
44	2002	60,89	4	354	473,00	2443,83	-2,41

Ek 15 (devamı). Artvin meteorolojik gözlem istasyonu ortalama bağıl nem verilerinin $u(t)$ fonksiyonunun hesabı.

Sıra	Yıl	Değer	N'	T	E(T)	Var (T)	U'(T)
45	2003	68,84	41	395	495,00	2612,50	-1,96
46	2004	68,28	36	431	517,50	2788,75	-1,64
47	2005	67,79	35	466	540,50	2972,75	-1,37
48	2006	65,19	17	483	564,00	3164,67	-1,44
49	2007	63,38	9	492	588,00	3364,67	-1,66
50	2008	61,64	6	498	612,50	3572,92	-1,92
51	2009	57,73	1	499	637,50	3789,58	-2,25
52	2010	59,36	4	503	663,00	4014,83	-2,53
53	2011	69,6	51	554	689,00	4248,83	-2,07

Ek 16. Artvin meteorolojik gözlem istasyonu ortalama bağıl nem verilerinin $u'(t)$ fonksiyonunun hesabı.

Sıra	Yıl	Değer	N'	T	E(T)	Var (T)	U'(T)
1	2017	61,38	18	1061	855,5	5845,92	-2,69
2	2016	64,39	13	1043	826,5	5555,92	-2,90
3	2015	65,7	37	1030	798	5275,67	-3,19
4	2014	63,52	18	993	770	5005,00	-3,15
5	2013	61,55	47	975	742,5	4743,75	-3,38
6	2012	63,54	26	928	715,5	4491,75	-3,17
7	2011	69,6	19	902	689	4248,83	-3,27
8	2010	59,36	12	883	663	4014,83	-3,47
9	2009	57,73	47	871	637,5	3789,58	-3,79
10	2008	61,64	35	824	612,5	3572,92	-3,54
11	2007	63,38	18	789	588	3364,67	-3,47
12	2006	65,19	35	771	564	3164,67	-3,68
13	2005	67,79	40	736	540,5	2972,75	-3,59
14	2004	68,28	31	696	517,5	2788,75	-3,38
15	2003	68,84	39	665	495	2612,50	-3,33
16	2002	60,89	21	626	473	2443,83	-3,09
17	2001	57,7	29	605	451,5	2282,58	-3,21
18	2000	58,77	13	576	430,5	2128,58	-3,15
19	1999	59,93	30	563	410	1981,67	-3,44
20	1998	59,05	28	533	390	1841,67	-3,33
21	1997	61,53	29	505	370,5	1708,42	-3,25
22	1996	61,77	17	476	351,5	1581,75	-3,13
23	1995	64,12	24	459	333	1461,50	-3,30
24	1994	65,11	33	435	315	1347,50	-3,27
25	1993	65,63	34	402	297,5	1239,58	-2,97
26	1992	65,31	31	368	280,5	1137,58	-2,59
27	1991	65,55	28	337	264	1041,33	-2,26
28	1990	66,13	29	309	248	950,67	-1,98
29	1989	66,03	21	280	232,5	865,42	-1,61
30	1988	66,97	25	259	217,5	785,42	-1,48
31	1987	65,62	23	234	203	710,50	-1,16
32	1986	68,33	23	211	189	640,50	-0,87
33	1985	67,93	20	188	175,5	575,25	-0,52
34	1984	68,79	19	168	162,5	514,58	-0,24
35	1983	69,9	19	149	150	458,33	0,05
36	1982	69,36	17	130	138	406,33	0,40
37	1981	65,73	15	113	126,5	358,42	0,71
38	1980	64,65	11	98	115,5	314,42	0,99
39	1979	67,5	8	87	105	274,17	1,09
40	1978	66,81	3	79	95	237,50	1,04
41	1977	67,31	4	76	85,5	204,25	0,66
42	1976	63,52	2	72	76,5	174,25	0,34
43	1975	66,36	0	70	68	147,33	-0,16
44	1974	65,23	2	70	60	123,33	-0,90

Ek 16 (devamı). Artvin meteorolojik gözlem istasyonu ortalama bağıl nem verilerinin $u'(t)$ fonksiyonunun hesabı.

Sıra	Yıl	Değer	N'	T	E(T)	Var (T)	U'(T)
45	1973	68,56	13	68	52,5	102,08	-1,53
46	1972	66,47	12	55	45,5	83,42	-1,04
47	1971	68,43	11	43	39	67,17	-0,49
48	1970	67,47	9	32	33	53,17	0,14
49	1969	64,49	5	23	27,5	41,25	0,70
50	1968	67,22	4	18	22,5	31,25	0,80
51	1967	69,36	0	14	18	23,00	0,83
52	1966	61,95	0	14	14	16,33	0,00
53	1965	64,41	6	14	10,5	11,08	-1,05

Ek 17. Tortum meteorolojik gözlem istasyonu ortalama sıcaklık verilerinin $u(t)$ fonksiyonunun hesabı.

Sıra	Yıl	Değer	N'	T	E(T)	Var (T)	U'(T)
1	1959	3,3	0	0	0,00	0,00	0,00
2	1960	4,41	1	1	0,50	0,25	1,00
3	1961	3,99	1	2	1,50	0,92	0,52
4	1962	5,15	3	5	3,00	2,17	1,36
5	1963	8,93	4	9	5,00	4,17	1,96
6	1964	7,18	4	13	7,50	7,08	2,07
7	1965	7,76	5	18	10,50	11,08	2,25
8	1966	10,12	7	25	14,00	16,33	2,72
9	1967	6,67	4	29	18,00	23,00	2,29
10	1968	8,2	7	36	22,50	31,25	2,41
11	1969	8,28	8	44	27,50	41,25	2,57
12	1970	8,95	10	54	33,00	53,17	2,88
13	1971	8,25	8	62	39,00	67,17	2,81
14	1972	7,2	6	68	45,50	83,42	2,46
15	1973	7,26	7	75	52,50	102,08	2,23
16	1974	7,93	9	84	60,00	123,33	2,16
17	1975	7,96	10	94	68,00	147,33	2,14
18	1976	7,34	8	102	76,50	174,25	1,93
19	1977	7,91	10	112	85,50	204,25	1,85
20	1978	8,33	16	128	95,00	237,50	2,14
21	1979	8,83	17	145	105,00	274,17	2,42
22	1980	8,08	13	158	115,50	314,42	2,40
23	1981	8,69	18	176	126,50	358,42	2,61
24	1982	7,18	5	181	138,00	406,33	2,13
25	1983	7,78	11	192	150,00	458,33	1,96
26	1984	7,68	10	202	162,50	514,58	1,74
27	1985	7,92	14	216	175,50	575,25	1,69
28	1986	8,22	19	235	189,00	640,50	1,82
29	1987	7,66	10	245	203,00	710,50	1,58
30	1988	7,34	9	254	217,50	785,42	1,30
31	1989	8,02	19	273	232,50	865,42	1,38
32	1990	7,67	12	285	248,00	950,67	1,20
33	1991	7,97	20	305	264,00	1041,33	1,27
34	1992	5,65	4	309	280,50	1137,58	0,84
35	1993	6,92	6	315	297,50	1239,58	0,50
36	1994	8,38	30	345	315,00	1347,50	0,82
37	1995	8,46	31	376	333,00	1461,50	1,12
38	1996	8,98	36	412	351,50	1581,75	1,52
39	1997	8,08	24	436	370,50	1708,42	1,58
40	1998	9,29	38	474	390,00	1841,67	1,96
41	1999	9,22	38	512	410,00	1981,67	2,29
42	2000	8,3	30	542	430,50	2128,58	2,42
43	2001	9,43	41	583	451,50	2282,58	2,75
44	2002	8,11	26	609	473,00	2443,83	2,75

Ek 17 (devamı). Tortum meteorolojik gözlem istasyonu ortalama sıcaklık verilerinin $u(t)$ fonksiyonunun hesabı.

Sıra	Yıl	Değer	N'	T	E(T)	Var (T)	U'(T)
45	2003	8,38	33	642	495,00	2612,50	2,88
46	2004	8,24	29	671	517,50	2788,75	2,91
47	2005	8,41	36	707	540,50	2972,75	3,05
48	2006	8,87	40	747	564,00	3164,67	3,25
49	2007	8,18	27	774	588,00	3364,67	3,21
50	2008	8,23	30	804	612,50	3572,92	3,20
51	2009	8,74	41	845	637,50	3789,58	3,37
52	2010	10,59	51	896	663,00	4014,83	3,68
53	2011	7,9	18	914	689,00	4248,83	3,45

Ek 18. Tortum meteorolojik gözlem istasyonu ortalama bağıl nem verilerinin $u'(t)$ fonksiyonunun hesabı.

Sıra	Yıl	Değer	N'	T	E(T)	Var (T)	U'(T)
1	2017	9,46	0	500	855,5	5845,92	4,65
2	2016	8,7	1	500	826,5	5555,92	4,38
3	2015	9,33	0	499	798	5275,67	4,12
4	2014	10,07	0	499	770	5005,00	3,83
5	2013	8,9	43	499	742,5	4743,75	3,54
6	2012	8,94	3	456	715,5	4491,75	3,87
7	2011	7,9	11	453	689	4248,83	3,62
8	2010	10,59	50	442	663	4014,83	3,49
9	2009	8,74	1	392	637,5	3789,58	3,99
10	2008	8,23	22	391	612,5	3572,92	3,71
11	2007	8,18	26	369	588	3364,67	3,78
12	2006	8,87	39	343	564	3164,67	3,93
13	2005	8,41	25	304	540,5	2972,75	4,34
14	2004	8,24	3	279	517,5	2788,75	4,52
15	2003	8,38	3	276	495	2612,50	4,28
16	2002	8,11	12	273	473	2443,83	4,05
17	2001	9,43	12	261	451,5	2282,58	3,99
18	2000	8,3	3	249	430,5	2128,58	3,93
19	1999	9,22	9	246	410	1981,67	3,68
20	1998	9,29	20	237	390	1841,67	3,57
21	1997	8,08	27	217	370,5	1708,42	3,71
22	1996	8,98	12	190	351,5	1581,75	4,06
23	1995	8,46	23	178	333	1461,50	4,05
24	1994	8,38	2	155	315	1347,50	4,36
25	1993	6,92	6	153	297,5	1239,58	4,10
26	1992	5,65	5	147	280,5	1137,58	3,96
27	1991	7,97	6	142	264	1041,33	3,78
28	1990	7,67	11	136	248	950,67	3,63
29	1989	8,02	3	125	232,5	865,42	3,65
30	1988	7,34	2	122	217,5	785,42	3,41
31	1987	7,66	5	120	203	710,50	3,11
32	1986	8,22	2	115	189	640,50	2,92
33	1985	7,92	3	113	175,5	575,25	2,61
34	1984	7,68	0	110	162,5	514,58	2,31
35	1983	7,78	0	110	150	458,33	1,87
36	1982	7,18	7	110	138	406,33	1,39
37	1981	8,69	9	103	126,5	358,42	1,24
38	1980	8,08	14	94	115,5	314,42	1,21
39	1979	8,83	1	80	105	274,17	1,51
40	1978	8,33	14	79	95	237,50	1,04
41	1977	7,91	13	65	85,5	204,25	1,43
42	1976	7,34	5	52	76,5	174,25	1,86
43	1975	7,96	13	47	68	147,33	1,73
44	1974	7,93	1	34	60	123,33	2,34

Ek 18 (devamı). Tortum meteorolojik gözlem istasyonu ortalama bağıl nem verilerinin $u'(t)$ fonksiyonunun hesabı.

Sıra	Yıl	Değer	N'	T	E(T)	Var (T)	U'(T)
45	1973	7,26	4	33	52,5	102,08	1,93
46	1972	7,2	3	29	45,5	83,42	1,81
47	1971	8,25	3	26	39	67,17	1,59
48	1970	8,95	5	23	33	53,17	1,37
49	1969	8,28	1	18	27,5	41,25	1,48
50	1968	8,2	1	17	22,5	31,25	0,98
51	1967	6,67	2	16	18	23,00	0,42
52	1966	10,12	7	14	14	16,33	0,00
53	1965	7,76	0	7	10,5	11,08	1,05

Ek 19. İşhan Köprü akım gözlem istasyonu ortalama akım verilerinin $u(t)$ fonksiyonunun hesabı.

Sıra	Yıl	Değer	N'	T	E(T)	Var (T)	U'(T)
1	1965	32,47	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2	1966	33,3	1,00	1,00	0,50	0,25	1,00
3	1967	35,63	2,00	3,00	1,50	0,92	1,57
4	1968	64,54	3,00	6,00	3,00	2,17	2,04
5	1969	39,92	3,00	9,00	5,00	4,17	1,96
6	1970	26,14	0,00	9,00	7,50	7,08	0,56
7	1971	28,35	1,00	10,00	10,50	11,08	-0,15
8	1972	32,66	3,00	13,00	14,00	16,33	-0,25
9	1973	32,54	3,00	16,00	18,00	23,00	-0,42
10	1974	26,04	0,00	16,00	22,50	31,25	-1,16
11	1975	22,04	0,00	16,00	27,50	41,25	-1,79
12	1976	40,31	10,00	26,00	33,00	53,17	-0,96
13	1977	33,11	7,00	33,00	39,00	67,17	-0,73
14	1978	36,52	10,00	43,00	45,50	83,42	-0,27
15	1979	32	4,00	47,00	52,50	102,08	-0,54
16	1980	33,29	9,00	56,00	60,00	123,33	-0,36
17	1981	31,59	4,00	60,00	68,00	147,33	-0,66
18	1982	30,88	4,00	64,00	76,50	174,25	-0,95
19	1983	22,27	1,00	65,00	85,50	204,25	-1,43
20	1984	43,97	18,00	83,00	95,00	237,50	-0,78
21	1985	25,2	2,00	85,00	105,00	274,17	-1,21
22	1986	35,52	15,00	100,00	115,50	314,42	-0,87
23	1987	49,14	21,00	121,00	126,50	358,42	-0,29
24	1988	49,62	22,00	143,00	138,00	406,33	0,25
25	1989	26,23	5,00	148,00	150,00	458,33	-0,09
26	1990	39,78	19,00	167,00	162,50	514,58	0,20
27	1991	34,27	16,00	183,00	175,50	575,25	0,31
28	1992	34,51	17,00	200,00	189,00	640,50	0,43
29	1993	53,56	27,00	227,00	203,00	710,50	0,90
30	1994	24,61	2,00	229,00	217,50	785,42	0,41
31	1995	29,08	8,00	237,00	232,50	865,42	0,15
32	1996	28,43	8,00	245,00	248,00	950,67	-0,10
33	1997	25,25	4,00	249,00	264,00	1041,33	-0,46
34	1998	36,21	24,00	273,00	280,50	1137,58	-0,22
35	1999	29,84	11,00	284,00	297,50	1239,58	-0,38
36	2000	56,32	34,00	318,00	315,00	1347,50	0,08
37	2001	47,94	31,00	349,00	333,00	1461,50	0,42
38	2002	97,14	37,00	386,00	351,50	1581,75	0,87
39	2003	76,13	37,00	423,00	370,50	1708,42	1,27
40	2004	43,94	30,00	453,00	390,00	1841,67	1,47
41	2005	106,95	40,00	493,00	410,00	1981,67	1,86
42	2006	117,47	41,00	534,00	430,50	2128,58	2,24
43	2007	99,36	40,00	574,00	451,50	2282,58	2,56
44	2008	92,23	39,00	613,00	473,00	2443,83	2,83

Ek 19 (devamı). İshan Köprü akım gözlem istasyonu ortalama akım verilerinin $u(t)$ fonksiyonunun hesabı.

Sıra	Yıl	Değer	N'	T	E(T)	Var (T)	$U'(T)$
45	2009	93,39	40,00	653,00	495,00	2612,50	3,09
46	2010	133,79	45,00	698,00	517,50	2788,75	3,42

Ek 20. İşhan Köprü akım gözlem istasyonu ortalama akım verilerinin $u'(t)$ fonksiyonunun hesabı.

Sıra	Yıl	Değer	N'	T	E(T)	Var (T)	U'(T)
1	2010	133,79	15	337	517,5	2788,75	3,42
2	2009	93,39	19	322	495	2612,50	3,38
3	2008	92,23	22	303	473	2443,83	3,44
4	2007	99,36	34	281	451,5	2282,58	3,57
5	2006	117,47	25	247	430,5	2128,58	3,98
6	2005	106,95	6	222	410	1981,67	4,22
7	2004	43,94	7	216	390	1841,67	4,05
8	2003	76,13	14	209	370,5	1708,42	3,91
9	2002	97,14	13	195	351,5	1581,75	3,94
10	2001	47,94	5	182	333	1461,50	3,95
11	2000	56,32	0	177	315	1347,50	3,76
12	1999	29,84	19	177	297,5	1239,58	3,42
13	1998	36,21	11	158	280,5	1137,58	3,63
14	1997	25,25	16	147	264	1041,33	3,63
15	1996	28,43	10	131	248	950,67	3,79
16	1995	29,08	10	121	232,5	865,42	3,79
17	1994	24,61	9	111	217,5	785,42	3,80
18	1993	53,56	8	102	203	710,50	3,79
19	1992	34,51	0	94	189	640,50	3,75
20	1991	34,27	13	94	175,5	575,25	3,40
21	1990	39,78	1	81	162,5	514,58	3,59
22	1989	26,23	8	80	150	458,33	3,27
23	1988	49,62	12	72	138	406,33	3,27
24	1987	49,14	12	60	126,5	358,42	3,51
25	1986	35,52	2	48	115,5	314,42	3,81
26	1985	25,2	8	46	105	274,17	3,56
27	1984	43,97	5	38	95	237,50	3,70
28	1983	22,27	5	33	85,5	204,25	3,67
29	1982	30,88	8	28	76,5	174,25	3,67
30	1981	31,59	0	20	68	147,33	3,95
31	1980	33,29	2	20	60	123,33	3,60
32	1979	32	1	18	52,5	102,08	3,41
33	1978	36,52	0	17	45,5	83,42	3,12
34	1977	33,11	1	17	39	67,17	2,68
35	1976	40,31	0	16	33	53,17	2,33
36	1975	22,04	2	16	27,5	41,25	1,79
37	1974	26,04	1	14	22,5	31,25	1,52
38	1973	32,54	4	13	18	23,00	1,04
39	1972	32,66	1	9	14	16,33	1,24
40	1971	28,35	0	8	10,5	11,08	0,75
41	1970	26,14	3	8	7,5	7,08	-0,19
42	1969	39,92	3	5	5	4,17	0,00
43	1968	64,54	2	2	3	2,17	0,68
44	1967	35,63	0	0	1,5	0,92	1,57

Ek 20 (devamı). İşhan Köprü akım gözlem istasyonu ortalama akım verilerinin $u'(t)$ fonksiyonunun hesabı.

Sıra	Yıl	Değer	N'	T	E(T)	Var (T)	U'(T)
45	1966	33,3	0	0	0,5	0,25	1,00
46	1965	32,47	0		0	0,00	

Ek 21. Oltu meteorolojik gözlem istasyonu ortalama sıcaklık verilerinin $u(t)$ fonksiyonunun hesabı.

Sıra	Yıl	Değer	N'	T	E(T)	Var (T)	U'(T)
1	1965	9,08	0	0	0,00	0,00	0,00
2	1966	12,09	1	1	0,50	0,25	1,00
3	1967	8,82	0	1	1,50	0,92	-0,52
4	1968	9,51	2	3	3,00	2,17	0,00
5	1969	9,49	2	5	5,00	4,17	0,00
6	1970	10,52	4	9	7,50	7,08	0,56
7	1971	9,73	4	13	10,50	11,08	0,75
8	1972	8,68	0	13	14,00	16,33	-0,25
9	1973	9,73	5	18	18,00	23,00	0,00
10	1974	9,42	3	21	22,50	31,25	-0,27
11	1975	9,23	3	24	27,50	41,25	-0,54
12	1976	8,51	0	24	33,00	53,17	-1,23
13	1977	9,6	8	32	39,00	67,17	-0,85
14	1978	9,73	9	41	45,50	83,42	-0,49
15	1979	10,41	12	53	52,50	102,08	0,05
16	1980	8,78	2	55	60,00	123,33	-0,45
17	1981	10,21	13	68	68,00	147,33	0,00
18	1982	8,79	3	71	76,50	174,25	-0,42
19	1983	9,3	7	78	85,50	204,25	-0,52
20	1984	9,42	8	86	95,00	237,50	-0,58
21	1985	9,39	8	94	105,00	274,17	-0,66
22	1986	9,56	13	107	115,50	314,42	-0,48
23	1987	9,21	6	113	126,50	358,42	-0,71
24	1988	8,63	1	114	138,00	406,33	-1,19
25	1989	9,57	16	130	150,00	458,33	-0,93
26	1990	9,1	7	137	162,50	514,58	-1,12
27	1991	9,68	19	156	175,50	575,25	-0,81
28	1992	6,75	0	156	189,00	640,50	-1,30
29	1993	7,99	1	157	203,00	710,50	-1,73
30	1994	9,91	25	182	217,50	785,42	-1,27
31	1995	10,03	26	208	232,50	865,42	-0,83
32	1996	10,41	28	236	248,00	950,67	-0,39
33	1997	9,66	21	257	264,00	1041,33	-0,22
34	1998	10,77	32	289	280,50	1137,58	0,25
35	1999	10,48	31	320	297,50	1239,58	0,64
36	2000	10,19	28	348	315,00	1347,50	0,90
37	2001	11,51	35	383	333,00	1461,50	1,31
38	2002	9,59	20	403	351,50	1581,75	1,29
39	2003	9,82	27	430	370,50	1708,42	1,44
40	2004	9,4	14	444	390,00	1841,67	1,26
41	2005	9,59	21	465	410,00	1981,67	1,24
42	2006	10,91	39	504	430,50	2128,58	1,59
43	2007	10,17	32	536	451,50	2282,58	1,77
44	2008	9,83	30	566	473,00	2443,83	1,88

Ek 21 (devamı). Oltu meteorolojik gözlem istasyonu ortalama sıcaklık verilerinin $u(t)$ fonksiyonunun hesabı.

Sıra	Yıl	Değer	N'	T	E(T)	Var (T)	U'(T)
45	2009	10,15	33	599	495,00	2612,50	2,03
46	2010	12,07	44	643	517,50	2788,75	2,38
47	2011	9,47	17	660	540,50	2972,75	2,19
48	2012	10,58	42	702	564,00	3164,67	2,45
49	2013	10,26	38	740	588,00	3364,67	2,62
50	2014	11,53	47	787	612,50	3572,92	2,92
51	2015	10,88	45	832	637,50	3789,58	3,16
52	2016	9,98	33	865	663,00	4014,83	3,19
53	2017	10,76	45	910	689,00	4248,83	3,39

Ek 22. Oltu meteorolojik gözlem istasyonu ortalama sıcaklık verilerinin $u'(t)$ fonksiyonunun hesabı.

Sıra	Yıl	Değer	N'	T	E(T)	Var (T)	U'(T)
1	2017	10,76	8	462	689	4248,83	3,48
2	2016	9,98	51	454	663	4014,83	3,30
3	2015	10,88	7	403	637,5	3789,58	3,81
4	2014	11,53	17	396	612,5	3572,92	3,62
5	2013	10,26	16	379	588	3364,67	3,60
6	2012	10,58	39	363	564	3164,67	3,57
7	2011	9,47	23	324	540,5	2972,75	3,97
8	2010	12,07	4	301	517,5	2788,75	4,10
9	2009	10,15	22	297	495	2612,50	3,87
10	2008	9,83	12	275	473	2443,83	4,01
11	2007	10,17	8	263	451,5	2282,58	3,95
12	2006	10,91	2	255	430,5	2128,58	3,80
13	2005	9,59	16	253	410	1981,67	3,53
14	2004	9,4	18	237	390	1841,67	3,57
15	2003	9,82	28	219	370,5	1708,42	3,67
16	2002	9,59	3	191	351,5	1581,75	4,04
17	2001	11,51	25	188	333	1461,50	3,79
18	2000	10,19	3	163	315	1347,50	4,14
19	1999	10,48	5	160	297,5	1239,58	3,91
20	1998	10,77	7	155	280,5	1137,58	3,72
21	1997	9,66	5	148	264	1041,33	3,59
22	1996	10,41	7	143	248	950,67	3,41
23	1995	10,03	4	136	232,5	865,42	3,28
24	1994	9,91	2	132	217,5	785,42	3,05
25	1993	7,99	5	130	203	710,50	2,74
26	1992	6,75	2	125	189	640,50	2,53
27	1991	9,68	7	123	175,5	575,25	2,19
28	1990	9,1	0	116	162,5	514,58	2,05
29	1989	9,57	0	116	150	458,33	1,59
30	1988	8,63	7	116	138	406,33	1,09
31	1987	9,21	8	109	126,5	358,42	0,92
32	1986	9,56	12	101	115,5	314,42	0,82
33	1985	9,39	4	89	105	274,17	0,97
34	1984	9,42	14	85	95	237,50	0,65
35	1983	9,3	11	71	85,5	204,25	1,01
36	1982	8,79	9	60	76,5	174,25	1,25
37	1981	10,21	14	51	68	147,33	1,40
38	1980	8,78	2	37	60	123,33	2,07
39	1979	10,41	3	35	52,5	102,08	1,73
40	1978	9,73	0	32	45,5	83,42	1,48
41	1977	9,6	1	32	39	67,17	0,85
42	1976	8,51	9	31	33	53,17	0,27
43	1975	9,23	4	22	27,5	41,25	0,86
44	1974	9,42	1	18	22,5	31,25	0,80

Ek 22 (devamı). Oltu meteorolojik gözlem istasyonu ortalama sıcaklık verilerinin $u'(t)$ fonksiyonunun hesabı.

Sıra	Yıl	Değer	N'	T	E(T)	Var (T)	U'(T)
45	1973	9,73	2	17	18	23,00	0,21
46	1972	8,68	7	15	14	16,33	-0,25
47	1971	9,73	0	8	10,5	11,08	0,75
48	1970	10,52	2	8	7,5	7,08	-0,19
49	1969	9,49	1	6	5	4,17	-0,49
50	1968	9,51	3	5	3	2,17	-1,36
51	1967	8,82	2	2	1,5	0,92	-0,52
52	1966	12,09	0	0	0,5	0,25	1,00
53	1965	9,08	0		0	0,00	

Ek 23. Oltu meteorolojik gözlem istasyonu ortalama bağıl nem verilerinin $u(t)$ fonksiyonunun hesabı.

Sıra	Yıl	Değer	N'	T	E(T)	Var (T)	U'(T)
1	1965	65,48	0	0	0,00	0,00	0,00
2	1966	54,07	0	0	0,50	0,25	-1,00
3	1967	59,69	1	1	1,50	0,92	-0,52
4	1968	62,27	2	3	3,00	2,17	0,00
5	1969	60,13	2	5	5,00	4,17	0,00
6	1970	56,74	1	6	7,50	7,08	-0,56
7	1971	58,76	2	8	10,50	11,08	-0,75
8	1972	59,71	4	12	14,00	16,33	-0,49
9	1973	56,47	1	13	18,00	23,00	-1,04
10	1974	58,83	4	17	22,50	31,25	-0,98
11	1975	60,28	8	25	27,50	41,25	-0,39
12	1976	62,62	10	35	33,00	53,17	0,27
13	1977	58,35	3	38	39,00	67,17	-0,12
14	1978	57,28	3	41	45,50	83,42	-0,49
15	1979	62,15	11	52	52,50	102,08	-0,05
16	1980	60,91	11	63	60,00	123,33	0,27
17	1981	56,36	1	64	68,00	147,33	-0,33
18	1982	59,2	8	72	76,50	174,25	-0,34
19	1983	60,98	14	86	85,50	204,25	0,03
20	1984	60,42	13	99	95,00	237,50	0,26
21	1985	65,21	19	118	105,00	274,17	0,79
22	1986	65,77	21	139	115,50	314,42	1,33
23	1987	65,02	19	158	126,50	358,42	1,66
24	1988	68,39	23	181	138,00	406,33	2,13
25	1989	62,97	19	200	150,00	458,33	2,34
26	1990	63,22	20	220	162,50	514,58	2,53
27	1991	62,53	18	238	175,50	575,25	2,61
28	1992	63,8	22	260	189,00	640,50	2,81
29	1993	62,11	16	276	203,00	710,50	2,74
30	1994	61,61	16	292	217,50	785,42	2,66
31	1995	63,03	23	315	232,50	865,42	2,80
32	1996	62,14	18	333	248,00	950,67	2,76
33	1997	61,35	16	349	264,00	1041,33	2,63
34	1998	62,23	21	370	280,50	1137,58	2,65
35	1999	59,21	9	379	297,50	1239,58	2,31
36	2000	58,09	5	384	315,00	1347,50	1,88
37	2001	57,91	5	389	333,00	1461,50	1,46
38	2002	61,48	20	409	351,50	1581,75	1,45
39	2003	60,58	17	426	370,50	1708,42	1,34
40	2004	57,83	5	431	390,00	1841,67	0,96
41	2005	63,31	34	465	410,00	1981,67	1,24
42	2006	61,32	21	486	430,50	2128,58	1,20
43	2007	60,28	16	502	451,50	2282,58	1,06
44	2008	56,92	4	506	473,00	2443,83	0,67

Ek 23 (devamı). Oltu meteorolojik gözlem istasyonu ortalama bağıl nem verilerinin $u(t)$ fonksiyonunun hesabı.

Sıra	Yıl	Değer	N'	T	E(T)	Var (T)	U'(T)
45	2009	60,93	22	528	495,00	2612,50	0,65
46	2010	60,9	21	549	517,50	2788,75	0,60
47	2011	56,16	1	550	540,50	2972,75	0,17
48	2012	53,19	0	550	564,00	3164,67	-0,25
49	2013	52,55	0	550	588,00	3364,67	-0,66
50	2014	53,08	1	551	612,50	3572,92	-1,03
51	2015	52,89	1	552	637,50	3789,58	-1,39
52	2016	52,72	1	553	663,00	4014,83	-1,74
53	2017	47,94	0	553	689,00	4248,83	-2,09

Ek 24. Oltu meteorolojik gözlem istasyonu ortalama bağıl nem verilerinin $u'(t)$ fonksiyonunun hesabı.

Sıra	Yıl	Değer	N'	T	E(T)	Var (T)	U'(T)
1	2017	47,94	50	824	689	4248,83	-2,07
2	2016	52,72	6	774	663	4014,83	-1,75
3	2015	52,89	20	768	637,5	3789,58	-2,12
4	2014	53,08	38	748	612,5	3572,92	-2,27
5	2013	52,55	21	710	588	3364,67	-2,10
6	2012	53,19	9	689	564	3164,67	-2,22
7	2011	56,16	15	680	540,5	2972,75	-2,56
8	2010	60,9	18	665	517,5	2788,75	-2,79
9	2009	60,93	8	647	495	2612,50	-2,97
10	2008	56,92	14	639	473	2443,83	-3,36
11	2007	60,28	16	625	451,5	2282,58	-3,63
12	2006	61,32	32	609	430,5	2128,58	-3,87
13	2005	63,31	13	577	410	1981,67	-3,75
14	2004	57,83	9	564	390	1841,67	-4,05
15	2003	60,58	27	555	370,5	1708,42	-4,46
16	2002	61,48	18	528	351,5	1581,75	-4,44
17	2001	57,91	7	510	333	1461,50	-4,63
18	2000	58,09	11	503	315	1347,50	-5,12
19	1999	59,21	17	492	297,5	1239,58	-5,52
20	1998	62,23	13	475	280,5	1137,58	-5,77
21	1997	61,35	30	462	264	1041,33	-6,14
22	1996	62,14	30	432	248	950,67	-5,97
23	1995	63,03	29	402	232,5	865,42	-5,76
24	1994	61,61	29	373	217,5	785,42	-5,55
25	1993	62,11	24	344	203	710,50	-5,29
26	1992	63,8	25	320	189	640,50	-5,18
27	1991	62,53	23	295	175,5	575,25	-4,98
28	1990	63,22	25	272	162,5	514,58	-4,83
29	1989	62,97	20	247	150	458,33	-4,53
30	1988	68,39	19	227	138	406,33	-4,42
31	1987	65,02	21	208	126,5	358,42	-4,30
32	1986	65,77	19	187	115,5	314,42	-4,03
33	1985	65,21	17	168	105	274,17	-3,80
34	1984	60,42	18	151	95	237,50	-3,63
35	1983	60,98	11	133	85,5	204,25	-3,32
36	1982	59,2	10	122	76,5	174,25	-3,45
37	1981	56,36	9	112	68	147,33	-3,62
38	1980	60,91	14	103	60	123,33	-3,87
39	1979	62,15	10	89	52,5	102,08	-3,61
40	1978	57,28	8	79	45,5	83,42	-3,67
41	1977	58,35	12	71	39	67,17	-3,90
42	1976	62,62	11	59	33	53,17	-3,57
43	1975	60,28	8	48	27,5	41,25	-3,19
44	1974	58,83	7	40	22,5	31,25	-3,13

Ek 24 (devamı). Oltu meteorolojik gözlem istasyonu ortalama bağıl nem verilerinin $u'(t)$ fonksiyonunun hesabı.

Sıra	Yıl	Değer	N'	T	E(T)	Var (T)	U'(T)
45	1973	56,47	8	33	18	23,00	-3,13
46	1972	59,71	7	25	14	16,33	-2,72
47	1971	58,76	6	18	10,5	11,08	-2,25
48	1970	56,74	5	12	7,5	7,08	-1,69
49	1969	60,13	1	7	5	4,17	-0,98
50	1968	62,27	3	6	3	2,17	-2,04
51	1967	59,69	2	3	1,5	0,92	-1,57
52	1966	54,07	1	1	0,5	0,25	-1,00
53	1965	65,48	0		0	0,00	

ÖZGEÇMİŞ

Ahmed Yasin ÖZENER, 1993 yılında Rize’de doğdu. İlköğretimi ve ortaöğrenimini Rize’de tamamladı. 2016 yılında Karadeniz Teknik Üniversitesi İnşaat Mühendisliği bölümünden mezun oldu. 2017 yılında Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı’nda yüksek lisans eğitimine başladı ve halen aynı Anabilim Dalı’nda öğrenimine devam etmektedir.

