

T.C.
İNÖNÜ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**KÜRESEL İKLİM DEĞİŞİKLİĞİNİN AKARSULARIN AKIŞ
POTANSİYELİNE ETKİSİ; BİNGÖL GÖYNÜK ÇAYI ÖRNEĞİ**

UFUK YÜKSELER

YÜKSEK LİSANS TEZİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

Aralık 2019

T.C.
İNÖNÜ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**KÜRESEL İKLİM DEĞİŞİKLİĞİNİN AKARSULARIN AKIŞ
POTANSİYELİNE ETKİSİ; BİNGÖL GÖYNÜK ÇAYI ÖRNEĞİ**

UFUK YÜKSELER

YÜKSEK LİSANS TEZİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

Aralık 2019

ONAY SAYFASI

Tezin Başlığı: Küresel İklim Değişikliğinin Akarsuların Akış Potansiyeline Etkisi;
Bingöl Göynük Çayı Örneği

Tezi Hazırlayan: Ufuk YÜKSELER

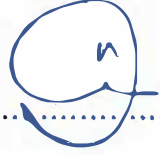
Sınav Tarihi: 25.12.2019

Yukarıda Adı Geçen Tez Jürimizce Değerlendirilerek İnşaat Mühendisliği Ana Bilim Dalında Yüksek Lisans Tezi Olarak Kabul Edilmiştir.

Sınav Jüri Üyeleri

Tez Danışmanı: Doç. Dr. Ömerul Faruk DURSUN

İnönü Üniversitesi



Eş Danışmanı : Dr. Öğr. Üyesi Sadık ALASHAN

Bingöl Üniversitesi



Prof. Dr. Mahmut FIRAT

İnönü Üniversitesi



Prof. Dr. M. Emin EMİROĞLU

Fırat Üniversitesi



Prof. Dr. Kazım Türk

Enstitü Müdürü

ONUR SÖZÜ

Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum “Küresel İklim Değişikliğinin Akarsuların akış Potansiyeline Etkisi; Bingöl Göynük Çayı Örneği ” başlıklı bu çalışmanın bilimsel ahlak ve geleneklere aykırı düşecek bir yardıma başvurmaksızın tarafımdan yazıldığını ve yararlandığım bütün kaynakların, hem metin içinde hem de kaynakçada yöntemine uygun biçimde gösterilenlerden oluştuğunu belirtir, bunu onurumla doğrularım.

Ufuk YÜKSELER

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

KÜRESEL İKLİM DEĞİŞİKLİĞİNİN AKARSULARIN AKIŞ POTANSİYELLERİNE ETKİSİ; BİNGÖL GÖYNÜK ÇAYI ÖRNEĞİ

Ufuk YÜKSELER

İnönü Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı

116 + xi sayfa

2019

Danışman: Doç. Dr. Ömerul Faruk DURSUN

İklim değişikliği insan kaynaklı veya doğal olaylar neticesinde oluşabilmektedir. Günümüzde yaşanan iklim değişikliğinin büyük oranda insanoğlunun yanlış sanayileşme politikaları neticesinde meydana geldiği düşünülmektedir. Sanayi devrimiyle birlikte fosil yakıt kullanımının artması, dünya nüfusunun artışı ve dolayısıyla ormanların büyük oranda tahribata uğraması gibi etkenlere bağlı olarak karbon yayılımı (emisyonu) ciddi oranda artmıştır. Atmosfere salınan karbon ve diğer bazı gazların miktarının olması gereken değerlerin üzerine çıkması iklim değişikliğinin ana nedenleri arasında sayılmaktadır. İklim değişikliğinin nedenlerini ve sonuçlarını değerlendirmek amacıyla dünyada her yıl düzenli olarak Hükümetler Arası İklim Değişikliği Paneli (IPCC) toplantıları düzenlenmektedir. Bu toplantılarda hazırlanan değerlendirme raporları dikkate alındığında, yeryüzündeki pek çok bölgede yağış, rüzgâr, sıcaklık vb. meteorolojik olayların zamansal ve konumsal olarak değiştiği görülmektedir. Bu meteorolojik olaylardaki değişimler, kısıtlı tatlı su kaynaklarından olan akarsuların akış potansiyelini önemli ölçüde etkilemektedir.

Özellikle son yıllarda temiz suya olan talebin artması ve buna karşılık su kaynaklarının sınırlı olması, mevcut kaynakların en uygun şekilde kullanılmasını gerektirmiştir. Bu yüzden su kaynaklarının planlanmasında ve projelendirilmesinde hesapların doğru bir şekilde çözüme ulaştırılması gerekmektedir. Bu çözümlere ait planlamaları yaparken, gelecekle alakalı tahmin yöntemleri arasında küresel iklim değişikliği çalışmalarında kullanılan eğilim analizleri önemini artırmaktadır.

Bu çalışmada; iklim değişikliğinden etkilendiği düşünülen su kaynaklarından biri olan Bingöl-Göynük Çayı ve Havzası incelenmiştir. Göynük havzanın iklim parametrelerinin, literatürde yaygın olarak kullanılan trend analiz testleri yapılarak

doğrudan insan müdahalesinden bağımsız değişimleri değerlendirilmiştir. Ayrıca İklim parametrelerindeki değişimlerin Göynük Çayı akımlarına olan etkisi araştırılmıştır. Elde edilen sonuçlar yorumlanarak literatürde verilen çalışmalar ile karşılaştırılarak yorumlanmıştır.

ANAHTAR KELİMELEER: İklim Değişikliği, Akarsu Modelleme, Yönelim (Trend) Analizi, Göynük Çayı



ABSTRACT

Msc Thesis

IMPACT OF GLOBAL CLIMATE CHANGE ON FLOW POTENTIALS OF RIVERS; BİNGÖL GÖYNÜK STREAM CASE STUDY

Ufuk Yükseler
Inönü University

Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Civil Engineering

116 + xi pages

2019

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Ömerul Faruk Dursun

Climate change can be caused by human or natural events. It is thought that the climate change experienced today is mostly caused by the wrong industrialization policies of human beings. With the industrial revolution, carbon emissions have increased considerably due to factors such as increased use of fossil fuels and major destruction. Increasing the amount of carbon and other gases released to the atmosphere above the required values is considered among the main causes of climate change. Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) meetings are held annually throughout the world to assess the causes and consequences of climate change. According to the evaluation reports prepared in these meetings, it is seen that meteorological events such as precipitation, wind, temperature etc. in many regions of the earth have changed time-wise and locationally. Changes in meteorological events significantly affect the flow potential of streams in limited fresh water resources.

Especially in recent years, the increase in demand for clean water and the limited amount of water resources required the use of available resources in the most appropriate way. Therefore, in the planning and projecting of water resources, the accounts should be solved correctly. While making the planning of these solutions, trend analysis used in global climate change studies among the future forecasting methods increases the importance.

In this study; Bingöl-Göynük Stream and Basin, one of the water resources thought to be affected by climate change, were investigated. Changes in climate parameters of

the Göynük basin, independent of direct human intervention, were evaluated by trend analysis tests commonly used in the literature. In addition, the effects of changes in climate parameters on Göynük Stream flows were investigated. The results obtained were interpreted and compared with the studies given in the literature.

KEYWORDS: Climate Change, Stream Modelling, Trend Analysis, Göynük Stream



TEŞEKKÜR

Bu çalışmanın her aşamasında yardım, öneri ve desteğini esirgmeden beni yönlendiren danışman hocalarım Sayın Doç. Dr. Ömerul Faruk DURSUN ve Dr. Öğr. Üyesi Sadık ALASHAN'a;

Tüm hayatım boyunca olduğu gibi yüksek lisans çalışmalarım süresince de benden desteklerini esirgemeyen değerli yol arkadaşım Hicran'a, Annem'e, Babam'a ve her zaman yanımda olan, bir ömür unutamayacağım ve tez aşamamda vefat eden abim SERKAN'a

Teşekkür ederim.



İÇİNDEKİLER

	ÖZET	i
	ABSTARCT	iii
	TEŞEKKÜR	v
	İÇİNDEKİLER	vi
	SİMGELER VE KISALTMALAR	vii
	ŞEKİLLER DİZİNİ	viii
	ÇİZELGELER DİZİNİ	xi
1.	GİRİŞ	1
2.	LİTERATÜR ÖZETLERİ	4
3.	MATERYAL VE YÖNTEM	19
3.1	Materyal	19
3.2	Yöntem	21
3.2.1	İnovatif-ITA Trend Testi	21
3.2.2	Mann-Kendall Trend Metodu	22
3.2.2.1	Yıllık Mann-Kendall Testi	22
3.2.2.2	Mevsimsel Mann-Kendall Testi	24
3.2.3	Doğrusal Regreasyon Analizi Metodu	25
3.2.4	Theil Sen Eğim Yöntemi	26
4.	ARAŞTIRMA BULGULARI	27
4.1	Şen-ITA Trend Analiz Uygulamaları	27
4.2	Mann-Kendall Trend Metodu Uygulamaları	38
4.3	Doğrusal Regresyon Analizi Uygulamaları	40
4.4	Sen'in Trend Testi Analizi Uygulamaları	49
4.5	Mevsimsel Mann-Kendall Trend Metodu Uygulamaları	56
4.6	Mevsimsel Şen-ITA Yöntemi Uygulamaları	61
5.	SONUÇLAR	109
6.	KAYNAKÇA	111
7.	ÖZGEÇMİŞ	116

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

τ	Kendall'ın Tau Sıralama Korelasyon Katsayısı
S	Mann-Kendall Sayısı
m	Mevsim ya da Ay Sayısı
α	Anlamlılık Düzeyi
n	Veri sayısı
ti	Eşit gözlemlerin sayısı
Z	Mann-Kendall istatistik değeri
S	Mann-Kendall istatistiği
VAR(S)	Mann-Kendall istatistiğinin varyansı
X	Ortalama değeri
T	Sen test istatistiği
y	Bağımlı (sonuç) değişken
x	Bağımsız (sebeup) değışkeni
ϵ	Tesadüfi hata terimi Var(Score)
Ho	Eğilim yoktur
H1	Eğilim vardır
$\rho_{\bar{y}_2\bar{y}_1}$	Şen-ITA Testi Korelasyon değeri
σ	Şen-ITA Testi standart sapma değeri
σ_s	Şen yenilikçi Testi kritik değeri
DMİ	Devlet Meteoroloji İşleri
DSİ	Devlet Su İşleri
IPCC	Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli
MGM	Meteoroloji Genel Müdürlüğü
MK	Mann-Kendall Testi
NCDC	Ulusal İklimsel Veri Merkezi
P	Yağış
T	Sıcaklık
WMO	Dünya Meteoroloji Teşkilatı

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 3.1.	Çalışma Alanı ve Ölçüm İstasyonlarının Konumu	20
Şekil 3.2.	Şen-ITA yönteminde azalan, artan ve trendsiz serilerin gösterimi	21
Şekil 3.3.	Mann-Kendall Hipotezleri	23
Şekil 4.1.	2158 akış istasyonu ile 2178 istasyonu arasındaki korelasyon grafiği	27
Şekil 4.2.	2178 nolu istasyon Şen-ITA eğilim grafiği	28
Şekil 4.3.	İncelenen istasyonların yağış verilerinin Şen-ITA eğilim grafiği	29
Şekil 4.4.	Göynük havzası Şen-ITA eş yağış eğilim değerlerinin havza içinde değişimi	30
Şekil 4.5.	İncelenen istasyonların sıcaklık verilerinin Şen-ITA grafikleri	31
Şekil 4.6.	Göynük havzası Şen-ITA eş sıcaklık eğilim değerlerinin havza içinde değişimi	32
Şekil 4.7.	İncelenen istasyonların rüzgar verilerinin Şen-ITA grafikleri	33
Şekil 4.8.	Göynük havzası Şen-ITA eş rüzgâr eğilim değerlerinin havza içinde değişimi	34
Şekil 4.9.	İncelenen istasyonların nispi nem verilerinin Şen-ITA grafikleri	35
Şekil 4.10.	Göynük havzası Şen-ITA eş nispi nem eğilim değerlerinin havza içinde değişimi	36
Şekil 4.11.	Göynük Çayı Akış Verileri Doğrusal Regresyon eğilim analizi grafiği	40
Şekil 4.12.	Bingöl İstasyonu Yağış Verileri Doğrusal Regresyon eğilim analizi grafiği	41
Şekil 4.13.	Karlıova İstasyonu Yağış Verileri Doğrusal Regresyon eğilim analizi grafiği	41
Şekil 4.14.	Solhan İstasyonu Yağış Verileri Doğrusal Regresyon eğilim analizi grafiği	41
Şekil 4.15.	Kığı İstasyonu Yağış Verileri Doğrusal Regresyon eğilim analizi grafiği	41
Şekil 4.16.	Göynük Havzasında Yağış Parametresinin Doğrusal Regresyon Eğilim Değerlerinin Havza İçinde Değişimi	42
Şekil 4.17.	Bingöl İstasyonu Sıcaklık Verileri Doğrusal Regresyon eğilim analizi grafiği	43
Şekil 4.18.	Karlıova İstasyonu Sıcaklık Verileri Doğrusal Regresyon eğilim analizi grafiği	43
Şekil 4.19.	Solhan İstasyonu Sıcaklık Verileri Doğrusal Regresyon eğilim analizi grafiği	43
Şekil 4.20.	Kığı İstasyonu Sıcaklık Verileri Doğrusal Regresyon eğilim analizi grafiği	43
Şekil 4.21.	Göynük Havzasında Sıcaklık Parametresinin Doğrusal Regresyon Eğilim Değerlerinin Havza İçinde Değişimi	44
Şekil 4.22.	Bingöl İstasyonu Rüzgâr Verileri Doğrusal Regresyon eğilim analizi grafiği	45
Şekil 4.23.	Karlıova İstasyonu Rüzgâr Verileri Doğrusal Regresyon eğilim analizi grafiği	45
Şekil 4.24.	Solhan İstasyonu Rüzgâr Verileri Doğrusal Regresyon eğilim analizi grafiği	45

Şekil 4.25.	Kığı İstasyonu Rüzgâr Verileri Doğrusal Regresyon eğilim analizi grafiği	45
Şekil 4.26.	Göynük Havzasında Rüzgâr Parametresinin Doğrusal Regresyon Eğilim Değerlerinin Havza İçinde Değişimi	46
Şekil 4.27.	Bingöl İstasyonu Nispi Nem Verileri Doğrusal Regreasyon eğilim analizi grafiği	47
Şekil 4.28.	Karlıova İstasyonu Nispi Nem Verileri Doğrusal Regreasyon eğilim analizi grafiği	47
Şekil 4.29.	Solhan İstasyonu Nispi Nem Verileri Doğrusal Regreasyon eğilim analizi grafiği	47
Şekil 4.30.	Göynük Havzasında Nispi Nem Parametresinin Doğrusal Regresyon Eğilim Değerlerinin Havza İçinde Değişimi	48
Şekil 4.31.	Göynük Havzasında Yağış Parametresinin Sen'in Trend Testi Eğilim Değerlerinin Havza İçinde Değişimi	50
Şekil 4.32.	Göynük Havzasında Sıcaklık Parametresinin Sen'in Trend Testi Eğilim Değerlerinin Havza İçinde Değişimi	51
Şekil 4.33.	Göynük Havzasında Rüzgâr Parametresinin Sen'in Trend Testi Eğilim Değerlerinin Havza İçinde Değişimi	52
Şekil 4.34.	Göynük Havzasında Nispi Nem Parametresinin Sen'in Trend Testi Eğilim Değerlerinin Havza İçinde Değişimi	53
Şekil 4.35.	Göynük Çayı Sonbahar mevsimi akış değerlerinin Şen-ITA grafiği	61
Şekil 4.36.	İstasyonların Sonbahar mevsimi nispi nem değerlerinin Şen-ITA grafiği	62
Şekil 4.37.	Göynük Havzasında Sonbahar Mevsimindeki Nispi Nem Parametresinin Şen-ITA Eğilim Değerlerinin Havza İçinde Değişimi	63
Şekil 4.38.	İstasyonların Sonbahar Mevsimi Rüzgâr değerlerinin Şen-ITA Trend	64
Şekil 4.39.	Göynük Havzasında Sonbahar Mevsimindeki Rüzgâr Parametresinin Şen-ITA Eğilim Değerlerinin Havza İçinde Değişimi	65
Şekil 4.40.	İstasyonların Sonbahar Mevsimi Sıcaklık değerlerinin Şen-ITA Trend grafiği	66
Şekil 4.41.	Göynük Havzasında Sonbahar Mevsimindeki Sıcaklık Parametresinin Şen-ITA Yöntemindeki Eğilim Değerlerinin Havza İçinde Değişimi	67
Şekil 4.42.	İstasyonların Sonbahar Mevsimi Yağış değerlerinin Şen-ITA Trend grafiği	68
Şekil 4.43.	Göynük Havzasında Sonbahar Mevsimindeki Yağış Parametresinin Şen-ITA Eğilim Değerlerinin Havza İçinde Değişimi	69
Şekil 4.44.	Göynük Çayı Kış mevsimi akış değerlerinin Şen-ITA trend grafiği	70
Şekil 4.45.	İstasyonların Kış mevsimi nispi nem değerlerinin Şen-ITA trend grafiği	71
Şekil 4.46.	Göynük Havzasında Kış Mevsimindeki Nispi Nem Parametresinin Şen-ITA Eğilim Değerlerinin Havza İçinde Değişimi	72
Şekil 4.47.	İstasyonların Kış mevsimi rüzgar değerlerinin Şen-ITA trend grafiği	73
Şekil 4.48.	Göynük Havzasında Kış Mevsimindeki Rüzgâr Parametresinin Şen-ITA Eğilim Değerlerinin Havza İçinde Değişimi	74
Şekil 4.49.	İstasyonların Kış mevsimi sıcaklık değerlerinin Şen-ITA trend grafiği	75
Şekil 4.50.	Göynük Havzasında Kış Mevsimindeki Sıcaklık Parametresinin Şen-ITA Eğilim Değerlerinin Havza İçinde Değişimi	76
Şekil 4.51.	İstasyonların Kış mevsimi yağış değerlerinin Şen-ITA trend grafiği	77

Şekil 4.52.	Göynük Havzasında Kış Mevsimindeki Yağış Parametresinin Şen-ITA Eğilim Değerlerinin Havza İçinde Değişimi	78
Şekil 4.53.	Göynük Çayı İlkbahar mevsimi akış değerlerinin Şen-ITA trend grafiği	79
Şekil 4.54.	İstasyonların İlkbahar mevsimi nispi nem değerlerinin Şen-ITA trend grafiği	80
Şekil 4.55.	Göynük Havzasında İlkbahar Mevsimindeki Nispi Nem Parametresinin Şen-ITA Eğilim Değerlerinin Havza İçinde Değişimi	81
Şekil 4.56.	İstasyonların İlkbahar mevsimi rüzgar değerlerinin Şen-ITA trend grafiği	82
Şekil 4.57.	Göynük Havzasında İlkbahar Mevsimindeki Rüzgâr Parametresinin Şen-ITA Eğilim Değerlerinin Havza İçinde Değişimi	83
Şekil 4.58.	İstasyonların İlkbahar mevsimi sıcaklık değerlerinin Şen-ITA trend grafiği	84
Şekil 4.59.	Göynük Havzasında İlkbahar Mevsimindeki Sıcaklık Parametresinin Şen-ITA Eğilim Değerlerinin Havza İçinde Değişimi	85
Şekil 4.60.	İstasyonların İlkbahar mevsimi yağış değerlerinin Şen-ITA trend grafiği	86
Şekil 4.61.	Göynük Havzasında İlnahar Mevsimindeki Yağış Parametresinin Şen-ITA Eğilim Değerlerinin Havza İçinde Değişimi	87
Şekil 4.62.	Göynük Çayı Yaz mevsimi akış değerlerinin Şen-ITA trend grafiği	88
Şekil 4.63.	İstasyonların Yaz mevsimi nispi nem değerlerinin Şen-ITA trend grafiği	89
Şekil 4.64.	Göynük Havzasında Yaz Mevsimindeki Nispi Nem Parametresinin Şen-ITA Eğilim Değerlerinin Havza İçinde Değişimi	90
Şekil 4.65.	İstasyonların Yaz mevsim rüzgar değerlerinin Şen-IT trend grafiği	91
Şekil 4.66.	Göynük Havzasında Yaz Mevsimindeki Rüzgâr Parametresinin Şen-ITA Eğilim Değerlerinin Havza İçinde Değişimi	92
Şekil 4.67.	İstasyonların Yaz mevsim sıcaklık değerlerinin Şen-ITA trend grafiği	93
Şekil 4.68.	Göynük Havzasında Yaz Mevsimindeki Sıcaklık Parametresinin Şen-ITA Eğilim Değerlerinin Havza İçinde Değişimi	94
Şekil 4.69.	İstasyonların Yaz mevsimi yağış değerlerinin Şen-ITA trend grafiği	95
Şekil 4.70.	Göynük Havzasında Yaz Mevsimindeki Yağış Parametresinin Şen-ITA Eğilim Değerlerinin Havza İçinde Değişimi	96
Şekil 4.71.	Bingöl İlinin Merkezindeki Köprünün Yıkılmış Görüntüsü	103
Şekil 4.72.	Devecik İstasyonu Mart Ayındaki Akış Değerlerinin Şen-ITATrend Grafiği	104
Şekil 4.73.	İstasyonların Mart Ayındaki sıcaklık değerlerinin Şen-ITA trend grafiği	105
Şekil 4.74.	Göynük Havzasında Mart Ayındaki Sıcaklık Parametresinin Şen-ITA Yöntemindeki Eğilim Değerlerinin Havza İçinde Değişimi	106
Şekil 4.75.	Göynük Çayının Yıllara Göre Maksimum Debisine Ulaştığı Gün Ve Aylar	107
Şekil 4.76.	Göynük Çayının Yıllara Göre Maksimum Debi Değişimi	108

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 3.1.	n yıldaki aylık verileri W matrisi	24
Çizelge 4.1.	Şen-ITA Trend Analiz Sonuçları	37
Çizelge 4.2.	Mann-Kendal Yöntemi Trend Analiz Sonuçları	39
Çizelge 4.3.	Doğrusal Regresyon Yöntemi Trend Analiz Sonuçları	49
Çizelge 4.4.	Sen'in Eğilim Hesaplayıcısı Trend Analiz Yöntemi Sonuçları	54
Çizelge 4.5.	Trend Analiz Metotlarının Sonuçlarının Kıyaslanması	55
Çizelge 4.6.	Mann-Kendal Yöntemi Sonbahar Mevsimi Trend Analiz Sonuçları	57
Çizelge 4.7.	Mann-Kendal Yöntemi Kış Mevsimi Trend Analiz Sonuçları	58
Çizelge 4.8.	Mann-Kendal Yöntemi İlkbahar Mevsimi Trend Analiz Sonuçları	59
Çizelge 4.9.	Mann-Kendal Yöntemi Yaz Mevsimi Trend Analiz Sonuçları	60
Çizelge 4.10.	Şen-ITA Yöntemi Sonbahar Mevsimi Trend Analiz Sonuçları	97
Çizelge 4.11.	Şen-ITA Yöntemi Kış Mevsimi Trend Analiz Sonuçları	97
Çizelge 4.12.	Şen-ITA Yöntemi İlkbahar Mevsimi Trend Analiz Sonuçları	98
Çizelge 4.13.	Şen-ITA Yöntemi Yaz Mevsimi Trend Analiz Sonuçları	99
Çizelge 4.14.	Sonbahar ve Kış Mevsim Trend Analiz Metotlarının Sonuçlarının Kıyaslanması	101
Çizelge 4.15.	İlkbahar ve Yaz Mevsimi Trend Analiz Metotlarının Sonuçlarının Kıyaslanması	106

1. GİRİŞ

İklim, evrenin herhangi bir bölgesinde uzun yıllar boyunca doğa koşullarının beklenen değerleri olarak ifade edilmektedir. Özellikle herhangi bir bölgenin iklim özelliklerinden bahsedilirken, o bölgenin en az 33 yıllık hava olaylarını incelenmesi gerekmektedir. Bu yüzden iklimin genel bir tanımı yapılırken o bölgedeki hava olaylarının yaşanma sıklığının uzun bir dönemde incelenmesi, oluşan değişimlerin göz önünde bulundurulması gerekmektedir. Bu nedenle, atmosferik hava olaylarının temel parametreleri ve sınır parametrelerinin bir bütün olarak incelenmesi gerekmektedir.

İklim değişikliği diğer bir deyişle; uzun bir dönem boyunca küresel ve yerel anlamda mevcut iklim koşullarının uzun dönemde herhangi bir bölge için nispeten yavaş değişime uğraması şeklinde açıklayabiliriz.

İklim değişikliğinin yerel ve küresel anlamda birçok iklim olayında değişime neden olduğu kısmen görülmekte kısmende gelecek adına tahminler yapılmaktadır. İklim değişikliğinden dolayı gelecek yıllarda mevcut kaynakların yetersizleşeceği, büyük tahribatlara neden olan seller, fırtınalar, kuraklıklar gibi afetleri meydana geleceği, atmosferde oluşacak tahribat nedeniyle oluşan radyasyon ve hava kirliliğinin hem sağlık açısından risk teşkil edeceği hemde yaşam konforunu düşüreceği tahmin edilmektedir. İklimdeki değişiklik sadece doğa ve yaşam alanlarında oluşturduğu tahribat nedeniyle değil ekonomik yaşamdan sosyal yaşama kadar birçok alanda insanoğlunu etkilediği için bu konuda birçok tahmin yapılmakta ve bu tahminlerin gelecek planlamalarında kullanılması düşünülmektedir. Bu beklenen değişimler küresel boyutta tüm insanlığa etkileri nedeniyle politikacılardan, akademisyenlere, toplum bilimcilerinden çevre bilimcilerine kadar pek çok farklı meslek grupları tarafından araştırılmaktadır. Bu meslek grupları tarafından özellikle son yıllarda iklim değişikliğinin gözle görülebilir birçok etkisinin yaşanmasından dolayı bu konuda daha fazla çalışmalar yapılmaktadır. Farklı bölgelerden yapılan çalışmalarda küresel iklim değişikliği ve küresel ısınma konularını içeren birçok bilimsel çalışmalar mevcuttur. Bu bilimsel çalışmalar neticesinde özellikle Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli'nde olmak üzere birçok araştırma yapılmış ve çözüm önerileri sunulmuştur.

Birleşmiş milletler bünyesi altında bulunan iklim değişikliği paneli her yıl düzenli olarak toplanmakta ve bu konudaki hassasiyeti gösteren çalışmalar yapılmaktadır. Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) veya Türkçe adıyla Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli olarak bilinen bu panel aracılığıyla sürekli araştırmalar yapıp çözümler ortaya atılsa da bu konuda henüz bir antlaşma sağlanamamıştır. Bunun en önemli nedenlerinden biri, dünyada endüstriyel olarak gelişmiş ve aşırı sera gazı salınımı yapan ülkelerin kendi çıkarları doğrultusunda iklim değişikliğine karşı bir adım atmaması olarak görülmektedir. Gereken önemin verilememesinin diğer bir nedeniyse iklim değişikliği konusunda tahmin güçlüğü ve doğa olaylarının gerçekleşme olasılığının beklentilerden az olmasıdır. Özellikle Amerika ve Çin gibi aşırı sera gazı yayılımı yapan ülkelerin özellikle hükümetler düzeyinde iklim değişikliği konusunu yeterince dikkate almaması da sera gazı yayılımını azaltmak için gereken ciddi adımların atılmasına mani olmaktadır. Özellikle bazı dönemlerde kasırga gibi doğal afetlerin feci şekilde yaşanmasına rağmen sonraki dönemlerde tekerrür aralığının büyük olmasından dolayı konunun halk nezdinde kısa sürede unutulması da hükümetleri ciddi bir çalışma yapmaktan alıkoymaktadır. Bu nedenle maliyetler de göz önünde bulundurularak bu konu sürekli arka planda kalmaktadır. Özellikle, bazı afetlerin tekerrür aralığının büyük olması ülkeleri bu konuda gerekli önlemleri alması hususunda rehavete itmesine rağmen özellikle son yıllarda küresel boyutta iklim değişikliği kaynaklı afetlerin sayısı gözle görülür düzeyde bir artış sergilemektedir. Son dönemlerde görülen ciddi düzeyde mal ve birçok can kaybına neden olan afet sayısı artmaktadır. Örneğin, son dönemde özellikle ekonomi alanında yapılan araştırmalarda bu afetlerden kaynaklı mal kaybının miktarı küresel düzeyde 230 milyar doları aşmaktadır. Bu ekonomik kayıp çok ciddi miktarlarda mal kayıplarından oluşmaktadır. Bu konuda yapılan başka bir araştırmada da bu tabii afetlerin Avrupa bölgesine maliyeti 50 milyar doları aşmıştır. Söz konusu mal kayıpları da özellikle sigorta şirketleri için çok ciddi bir ekonomik zarara neden olmaktadır. İklim değişikliği üzerindeki küresel faktörler konumsal ve zamansal olarak değişken etkilere sahiptir. Türkiye iklim değişikliği konusunda potansiyel risk altındadır. Temiz içme suyunun kıtlığı, yangın ve sel gibi afetlerin iklim değişikliği ile birlikte ülkemizi etkisi altına alabileceği ifade edilmektedir (IPCC, 2014).

Bu çalışmada ilk olarak küresel iklim değişikliğinin ne olduğu ve hangi durumların iklim değişikliğine neden olduğu daha önce yapılan çalışmalardan elde edilen bulgularla yorumlanmıştır. Çalışmada iklim değişikliğinin akarsu potansiyeline olan etkilerinin araştırılması ve örneklenmesi amacıyla Bingöl ili sınırları içerisinde yer alan Göynük Çayı çalışma alanı olarak seçilmiştir. Bu doğrultuda akarsu havzasında bulunan, Devlet Meteoroloji istasyonları (DMİ) ve Akım Gözlem İstasyonları (AGİ) ait günlük ortalama akış, toplam yağış, günlük minimum, ortalama ve maksimum hava sıcaklık değerleri, günlük ortalama rüzgâr hızları, günlük buharlaşma değerleri alınmıştır. Literatürde sıklıkla kullanılan trend (eğilim) analiz yöntemleri vasıtasıyla gelecekte bu havza parametrelerindeki değişimler belirlenmiştir. İklim değişikliği çalışmalarında sıklıkla Mann-Kendall, sıralı Mann-Kendall ve Şen eğilim tahmincisi gibi yöntemler kullanılmaktadır. Bu yöntemler verilerin normal dağılması ve bağımsız olması gibi birçok kabul içermektedir. Bu kabuller her zaman söz konusu verilerde bulunmayabilir. Bu durumda verilerin normalleştirilmesi ve bağımsızlaştırılması gerekmektedir. Bu süreçler, özellikle veriler üzerindeki korelasyon etkisinin giderilmesi sonucunda trend etkisini zayıflatmaktadır ve yanlış çözümlere sebep olabilmektedir. Son zamanlarda literatüre katılan Yenilikçi Yönelim Çözümleme (YYÇ) yöntemi Zekai ŞEN tarafından ileri sürülmüştür ve başlangıç kabullerine gerek duymadan yönelimleri hesaplayabilmektedir. Göynük Çayı üzerindeki iklim değişikliğinin etkisi geleneksel ve yenilikçi yöntemler kullanılarak hesaplanmış ve sonuçları irdelenmiştir.

Çalışma alanı olarak seçilen Bingöl Göynük Çayı ve Havzası, içme suyu, sulama ve enerji üretimi projelerinin yer aldığı bir bölgedir. Dolayısıyla su kaynakları planlaması bakımından önem verilmesi gereken bir akarsuyumuzdur. Bu çalışma ile iklim değişikliğinin çalışma alanı üzerindeki etkisi incelenecektir ve dolayısıyla su kaynakları potansiyeli üzerinde gelecek ile alakalı taminler yapılabilecektir.

2. LİTERATÜR ÖZETLERİ

İklim değışikliğı konusunda en önemli çalışmalara 6 kez yayınlanan IPCC raporları dayanak noktası olmuştur. Bu raporlardan ilki 1990 yılında, 2.si 1992 yılında tamamlayıcı raporun ardından 1995’de asıl rapor yayınlanmış, 2001 yılında 3. ve 2 şubat 2007 yılında Paris’te 4.değerlendirme raporu yayınlanmıştır. Yayınlanan son raporda iklim değışimindeki insanoğlunun etkileri artık kuşku uyandırmayacak ifadelerle bahsedilmiş ve bu konuda devletler anlaşmaya varmıştır. Buna rağmen, ekonomik kaygılar nedeniyle anlaşmazlıklar çıkmış ve yapılması gerekenler konusunda ihmalkârlık meydana gelmiştir. Özellikle 2020 yıllarının sonlarına doğıru yayınlanacak iki ek IPCC raporda bu konular üzerinde ciddi adımlar atılması beklenmektedir.

1850 yılından beri ölçülen sıcaklık değeri doğırtusunda 1995 ve 2006 yılları arası resmi rakamlara göre dünyanın en yüksek sıcaklığını yaşadığı dönemdir. Bunun sonucu olarak IPCC’nin 3.değerlendirme raporunda kabul edilen 0,6 derecelik artış 4. değerlendirme raporunda 0.74 derece olarak revize edilmiştir. Buna ilaveten deniz seviyesindeki artış 1961’den 1993 yılına kadar 1,8 mm olarak verilirken, 1993 den 2003 yılına kadar ki dönemde 3.1 mm olarak revize edilmiştir. Bu rakamlar hala çok anlamlı olmayacak düzeyde küçük olmasına rağmen bu artış eğilimin hızlı yönde ilerlemesi tedirgin edicidir. Yine IPCC raporunun yayınlandığı dönemlerde buzul bölgelerindeki buzulların azalması konusunda kaygı uyandırıcı çalışmalar raporun teslim tarihine yetiştirilememiş ve bu göstergeler çalışmada eksik kalmıştır.

İklim değışikliğı neticesinde bazı bölgelerde kuraklık riskinin yaşanırken bazı bölgelerde taşkın ve sel gibi doğıal afet olayları sıklıkla görölmektedir. IPCC raporuna göre Batı rüzgârlarının 1960’lı yıllardan bu yana her geçen gün bir artış oluşturduğı ve kuraklığın dünya üzerinde daha fazla bölgede meydana geldiğı görölmektedir. Can kayıplarına neden olan seller gibi afetler de hergün gün daha da artmaktadır. Ayrıca kuzey bölgesindeki kutupların üzerinde %7’lere varan düzeydede bir azalma gözlendiğı ifade edilmiştir. Bu bulguların aksine, etkilenme beklenen bazı bölgeler için hiçbir etki görölmemesi de düşündürücüdür. Özellikle kuzey kutbundaki bu yüksek düzeydeki azalmanın aksine güney kutbunda bir değışiklik görölmemektedir. Bunun nedeni olarak bölgenin hala çok yoğun kar almasından kaynaklı olduğı ifade edilmektedir, ancak bu yorum kar yağışındaki artışının bölgedeki ısınmayı azaltacağı ya da kar yağışındaki azalışın bölgedeki ısınmayı arttıracacağı sonucunu zorunlu hale getirmektedir. Bu

yorumlardaki değişimin olmaması bölgede değişiklik olmaması gerektiğini ifade etmektedir ki bu da izahi zor bir durumdur. Bu yüzden bu yorumda ciddi çelişki görölmektedir.

IPCC'nin yayınladığı 4. raporun ikinci bölümü iklim değişikliğinin yaratacağı etkileri tahmin etmektedir ve bu konuda çözüm önerileri sunmaktadır. Yukarıdaki ifadelere ilave olarak iklim değişikliği çalışmaları güncel olan ve hala tam olarak ifade edilmeyen durumları ifade etmek üzerinde çalışmaktadır. Bu duruma örnek verecek olursak iklim değişikliği küresel olarak sıcaklıkların azalma ve artmadaki ifadeleri daha net bulgularla ortaya koymasıdır. Bu durumların incelenmesi iklim değişikliğinin olası etkilerini tahmin etmekte önemli katkılar sağlamaktadır. IPCC'nin 2010 yılında yayınladığı rapora göre iklim değişikliğinin etki aralığı halen 1.1 ila 6.4 derece arasında gösterilmiştir. Fakat daha önceki çalışmalarda bu aralık 1.4 ila 5.8 gibi daha dar bir aralığı ifade etmiştir. Güncel çalışmalarda bu aralığın artışı halen bu konuda açık bir çelişki göstermektedir. Bu konudaki çalışmaların gelişimi doğrultusunda tahmin değerlerinin daha az düzeyde olması gerekirdi ama bu aralığın artışı bir anlamsızlık göstermektedir. Nitekim Arıkan ve Özsoy (2008), yaptıkları çalışmalar doğrultusunda IPCC'nin tahmin aralıklarının artışının şaşırtan bir sonuç olmadığını ifade etmiş ve bu konuda bir tartışma başlatmıştır.

IPCC V. değerlendirme raporunu 27 Eylül 2013 te yayınlamış, bu değişimler konusunda öneri ve yöntem belirlemeye yardımcı olmak için elde edilen çalışma verileri ve gözlemler ile gelecek senaryo projeksiyonlarını başlıklar halinde yayımlanmıştır. Küresel iklim değişikliğinin temellerinin, nedenlerinin ve etkilerinin neler olabileceğini ifade eden bu rapor, sonuçlarının ne denli bir etki yaratacağını önceki raporlara göre daha net ifade etmiştir. Rapora göre, 1950 yılından 2010 yılına kadar olan iklim değişikliğinin insan kaynaklarından biraz bağımsız olduğu ifade edilmiştir. 2010 yılından sonra küresel sıcaklıklarda 0.9°C bir artış olduğu, ortalama yüzey sıcaklıkları üzerinde 19 yy. sanayi devrimi öncesine göre 2°C bir artış gözlemlendiği, deniz seviyelerinin bugün itibariyle 5 ila 10 metre arası bir değişime uğradığı ifade edilmiştir.

İklim değişikliğiyle ilgili beklenen sonuçlara bir önlem alınmadığı takdirde bazı bölgelerde çok ciddi tahribatlara neden olacak fırtınaların, bazı bölgelerde kuraklık ve sel risklerinin oluşacağı ifade edilmiştir. Özellikle iklim değişikliği nedeniyle deniz seviyelerindeki artışların 3 tarafı denizlerle çevrili olan ülkemizde çok ciddi riskler oluşturabileceği düşünülmektedir. Son dönemlerde yaşanan afetlerdeki artış nedeniyle iklim değişikliğinin etkileri, sera gazının dünyadaki tahribatı konusunda çalışma yapan araştırmacılar için çok

önemli bir dayanak noktası olmaktadır. IPCC değerlendirme raporlarında tahmin sonuçlarını yayınlarken güvenilirlik ve olasılık gibi iki terim kullanılmıştır. Güvenirlik kavramı 28 projeksiyon veya ifade edilen bir durumun niteliksel değerlendirilmesindeki bilimsel anlayış derecesini ve bu kanıtlar üzerinde hem fikirlik derecesini esas alır. İklim değişiminin nasıl olacağı konusunda güvenilirlik düzeyinin düşük olması bu öngörülerin gerçekleşmeyeceği ve değişimin nasıl olacağı hakkında yeterli kanıt oluşturmadığını ifade etmektedir. Güvenirliğin yanısıra raporda yer alan olasılık ise bazı bilimsel öngörüler hakkında bilimsel belirliliğin ölçüsünü esas alır. Örnek olarak bakıldığında, “büyük ihtimal” olasılıkta en az %90 olarak ifade edilmektedir.

IPCC istatistiklerinin terimsel olarak karşılığı incelendiğinde (IPCC, 2013):

Neredeyse kesin: En az yüzde 99 olasılıkla doğru

Çok büyük olasılıkla: En az yüzde 95 olasılıkla doğru

Büyük olasılıkla: En az yüzde 90 olasılıkla doğru

Olasılıkla: En az yüzde 66 olasılıkla doğru

Yanlışansa doğrudur: En az yüzde 50 olasılıkla doğru

IPCC yayınladığı ilk üç raporun aksine 4.değerlendirme raporunda sera gazı salınım senaryolarını değiştirmiştir. Bu raporda projeksiyonlar ilk üçüne göre daha geniş aralıklarla verilmiştir. Yine bu raporda sera gazı salınımları konusunda acil önlemler alınması gerektiği ve acilen azaltılması gerektiği ifade edilmiştir. Bu raporda sera gazlarının azaltılıp uygun düzeye getirilmesi durumunda sıcaklıktaki artış trendinn azalacağı ifade edilmektedir. Bunun yapılmaması durumunda sıcaklıkların yıkıcı düzeye geleceği ifade edilmiştir. Bu çalışmada buz tabakalarının azalacağı ve deniz seviyesinin artacağı ifade edilmiştir. Buz tabakalarındaki bu artışın belirlenmesi güç olduğundan 2007’de yayınlanan raporda bu konuda bir çalışmaya yer verilmemiştir. Fakat son raporda buz tabakasındaki ve deniz seviyesindeki artıştan bahsedilmektedir. Sonuç olarak da bu yüzyılın sonunda deniz seviyesinde 1 metre düzeyinde bir artış olabileceği ifade edilmektedir. Oysa 2007 yılında yayımlanan raporda bu artışın 20 cm olacağı ifade edilmiştir (IPCC,2007). IPCC’nin yayınladığı 5.değerlendirme raporu bu konuda binlerce yeni çalışmayı da rapora eklemiştir. Bu rapor 2013 ve 2014 yılları arasında yayınlanmış ve 4 ana başlık altında çalışılmıştır. IPCC son raporunda AR4’ten alıntı yapılan sonuçları güncellemiş ve daha fazla veri ve gelişmiş tekniklerin yardımıyla yeni

alandaki gelişmeleri ortaya koymuştur. Bu çalışmada AR5'teki raporun 3 farklı çalışmasında 85 ülkeden toplam 831 bilim insanı yer almıştır

IPCC 2017 yılında yayınladığı raporda iklim değişikliğinden dolayı çoğu bölgedeki yağış, buharlaşma gibi parametrelerde anlamlı değişimlerin ve küresel olarak ısınmanın sonucunda çok ciddi sıcaklık eğilimi olduğunu ifade etmiştir. Uzun dönemli verilerle yapılan çalışmalarda dünyanın yüzey sıcaklığındaki artışın; deniz seviyelerinin artışıyla ve kutup bölgelerindeki buzul bölgelerin azalmasıyla sonuçlandığı görülmektedir. (WMO, 1998, 1999; Pfeffer, 2007; Türkeş, 2008a). Kutuplardaki buzul seviyelerin azalması özellikle kuzey kutup bölgesinde etkisini hissettirmektedir. Bu bölgede geçmiş 20 yıla göre mevsimsel ortalama sıcaklıkların hızla arttığı gözlemlenmekte, birkaç La Nina olayı dışında genellikle El Nino olayı görüldüğü ifade edilmiştir. Özellikle 1997-98 yılları arasında rekor seviyelerde sıcaklık artışı yaşanmış ve buda El Nino olaylarını tetiklemiştir (Türkeş, 2000; IPCC, 2001a,b).

Dünyanın herhangi bir bölgesinde meydana gelen iklim olaylarındaki değişim; özellikle sıcaklık ve yağış verilerinin zamana göre büyük değişimleriyle kendini göstermektedir. Özellikle iklim değişikliğinin ülkemize olan etkileri üzerine 1995 yılından sonra ciddi çalışmalar yapılmaktadır. (Türkeş 1996a)

Yerküre üzerindeki sıcaklıklar özellikle 1950'li yıllardan sonra artarak devam etmiş ve son dönemlerde yerküre ölçülen en yüksek sıcaklıkları yaşamıştır. Yurdumuzda 1992 yılında yaşanan soğuk dönemden sonra 1998'de sıcaklık rekor seviyeye ulaşmıştır. Bu sıcaklığın yaşandığı yıl kayıtlara göre 1850-2000 yılları arasında yaşanan en sıcak yıl olarak kayıtlara geçmiştir. (Türkeş vd. 2000)

Birleşmiş Milletler Örgütü'nün küresel iklim değişikliği konusunda çalışan ekibi, dünyada ortalama yüzey sıcaklığının 1900'li yıllarda 0.6°C civarında bir artış gösterdiğini IPCC Panelinin 3. Değerlendirme Raporunda da belirtmiştir. Yine IPCC'nin yayınlanan son raporunda 1990-2100 yılları arasında dünyada ortalama yüzeydeki sıcaklığının 1,4 – 5,8°C arasında bir değerde artacağını tahmin etmektedir (Apak ve Ubay 2007).

Belirli bir zaman aralığında, istenilen bir parametrenin zaman içerisinde bir artış ya da azalış yöneliminde olup olmadığını araştırmak için bazı istatistik testler yapmak gerekir. Özellikle sıcaklık, yağış gibi zamanla değişen parametrelerde zamanla bir azalma ya da artma eğilimi olup olmadığını tespit etmek için bazı özel testler kullanılmaktadır. Bu testler genellikle trend testleri olarak ifade edilmektedir (Helsel ve Hirsch, 1992). Yağış, akış ve sıcaklık gibi parametreler üzerindeki eğilimler klasik değişkenlerden birini

değiştirdiğimizde değişen parametrik testlerle sağlanamamaktadır. Bu veri dizilerinde eğilimi belirlemek için grafik metotları, Mann-Kendall gibi testler genellikle kullanılmaktadır (Kundzewicz and Robson, 2004).

Belirli bir amaçla eğilim analizleri kullanılırken elimizdeki verilerde bazı dönemlerin olmayışından dolayı karmaşıklık meydana gelebilmektedir. Bu nedenle eğilim analizleri yapılmak istendiğinde genellikle parametrik testler yerine parametrik olmayan testler uygulanır. Yaygın olarak uygulanan parametrik olmayan testler; Mevsimsel Mann-Kendall, Spearman Rho, lineer eğilim gibi testlerdir. Bu testlerden Mann-Kendall testi en yaygın olarak kullanılanıdır (Partal and Kâhya, 2006).

Bir bölgedeki hidrolojik ve meteorolojik uzun zaman serilerini belirlemek için çok fazla sayıda test kullanılır. Çalışma havzasında eğilimi bulmak için hem parametrik olmayan hem de parametrik olan metotlar kullanılmıştır. Parametrik metotların en büyük avantajı bu yöntemlerin basit olmalarıdır. Parametrik metotları doğru şekilde kullanabilmek için veri değişkenlerinin normal şekilde dağılımları gerekmektedir. Parametrik olmayan metotların avantajıysa, veriler için herhangi bir dağılım durumunu varsaymamasına rağmen parametrik metotlarla aynı etkiye sahip olmalarıdır (Zhang ve diğ., 2008).

Hidro-meteorolojik veriler genellikle istasyon koşulları ve başka nedenlerden dolayı eksik veri aralığının olması veya çarpık bir dağılıma sahip olmasından dolayı bu verilerin analizinde parametrik olmayan yöntemle çalışmak daha etkili sonuçlar vermektedir. Parametrik metotlara genel anlamıyla bakıldığında bağımsızlık, düzgün dağılım ve lineerlik gibi kabullere dayanmaktadır. Ancak genellikle incelenen veriler bu özelliklere sahip değildir. Bu nedenle parametrik olmayan yöntemler dağılımdan bağımsız olarak kullanılan istatistiksel yaklaşımlar olarak ifade edilir (Sen, 1968a; Sen, 1968b). Parametrik olmayan yöntemler diğerlerine nazaren zaman serisindeki mevcut olan seri korelasyonu daha iyi çözebilmektedir (Zhang, 2001).

İstatistik bilimi matematiksel bilimin bir alt dalıdır. Verilerin ölçülmesi, değerlendirilmesi, bu veriler ışığında yapılan yorumlamalar ve çıkan yorumların sunulmasını esas alır. Bu geçmişten günümüze ölçülen verilerin değerlendirilmesi amacıyla bazı teknikler kullanmayla yapılır. Bu analizler sonucunda gelecek hakkında tahminler yapılması kolaylaşır. 17.yüzyılın belirli dönemlerine kadar sadece bilgiyi kaydetme işlemi olarak görülen istatistiki çalışmalar, 18. ve 19. Yüzyıllarda J. Bernoulli (1645-1705) ve K.Gauss'un (1777-1855) katkılarıyla belirli matematiksel temellere oturmuştur.

Trend, bir rastgele değişkenin değerinde zamanla bir azalma ya da artma olması durumudur. Trendin incelenmesinde parametrik olan ve olmayan iki tür test kullanılmaktadır. Analiz için daha çok parametrik olmayan testler tercih edilir. Bunun sebebiyse, gözlemlerin kısa süreli, rastgele ve düzensizliği gibi sorunları parametrik olmayan testlerin ortadan kaldırmasıdır. Bu testler, verilerin rastgele değişkeninin dağılımından ve veri parametrelerinden bağımsızdır. En yaygın kullanılan parametrik olmayan test Mann-Kendall testi'dir. İklim değişikliğinin etkileri üzerinde pek çok çalışma yapılmıştır. Bu çalışmalardan bazıları aşağıda anlatılmaktadır.

Karaman ve Gökalp (2010), çalışmasında küresel ısınma ve iklim değişikliğinin en önemli sonuçlarından birini su kaynaklarının azalması olarak belirtmiş, bunun da çevresel etkisiyle beraber yaşamı engelleyecek düzeye ulaştığını ifade etmektedir. Su kaynaklarına doğrudan veya dolaylı bir etkide bulunan iklim değişikliğinin, su ve su kaynaklarının önemini gün geçtikçe daha da arttırdığını ifade etmektedir. Ekolojik dengenin korunması ve insan topluluklarının sürdürülebilir gelişiminin sağlanması için, su kaynaklarının bugün ve gelecekteki gereksinimleri karşılayabilecek en akılcı şekilde kullanılması gerektiğini ve bu konuda küresel ısınma ile ilgili yapılan çalışmaların planlama aşamasında dikkate alınması gerektiğini ifade etmektedir.

Öztürk (2002), özellikle 4 tarafı denizlerle çevrili olan ve birçok iklim çeşitliliğine sahip olan ülkemiz, iklimsel bir değişiklikten çok ciddi can ve mal kayıpları yaşayacak bir ülkedir. Türkiye nüfusunun %20'sine ev sahipliği yapan İstanbul ve civarındaki illerde oluşacak bir doğal afet veya seller çok ciddi can ve mal kayıpları yaşatabilir. Buna ilaveten su sıkıntısı çeken bazı bölgelerimizde gelecek planlamaları yapılmadığı takdirde küresel ısınma nedeniyle çok ciddi kuraklık tehditiyle karşı karşıya kalınabilir. Küresel iklim değişiklikleri; tarımsal faaliyetlerde, hayvan ve bitkilerin doğal yaşam alanlarında değişikliklere yol açabilir. Bu çalışmada Türkiye'de gelecek yıllarda su kaynakları bakımından önemli sorunlar ortaya çıkabileceğini ve bu konuda çalışmalar yapılması gerektiğini ifade etmiştir.

Sağlam ve diğ. (2008), yaptıkları çalışmada, küresel ısınma ve iklim değişikliğinin insan yaşamı üzerindeki tehditleri hususunu ele almışlardır. Son 100 yıl içerisinde iklim değişikliği nedeniyle sıcaklıkların 0.7-0.8 derece arasında artış gösterebileceğini ifade etmişlerdir. Bu çalışma neticesinde gerekli önlemler alınmadığı takdirde bu artışın düzenli olarak değişeceğini ifade etmişlerdir. Bu artış nedeniyle deniz seviyesinin artışının, buzul bölgelerdeki buzulların azalma düzeyinin devam edeceği ifade edilmektedir. Bunun

sonucunda dünyadaki çöl bölgelerinin alanın genişlemesi, yağışlardaki düzensizleşmenin devam etmesi, sel, kasırga, fırtına gibi afetlerin tekerrür sayısını artması beklenmektedir. İklimsel olarak bu değişiklik bazı endemik tür koşullarının değişmesine bağlı olarak, bu türlerin yok olmasına sebebiyet verebilecektir.

Kanat ve Keskin (2018), yaptıkları çalışmada iklim değişikliği hususunda yapılan çalışmaları değerlendirmişlerdir. Bu çalışmada iklim değişikliğinin hem genel anlamda etkilerinin yanısıra bu etkilerin tarımda oluşturduğu durumu incelemişlerdir. Bu amaç doğrultusunda konuyla ilgili yapılan tüm araştırmalar ele alınmış ve bu araştırmalardan bulunan sonuçlarda bir tutarsızlık olduğunu ifade etmişlerdir. Ayrıca yaptıkları çalışmalarda yeterli ve doğru verinin eksikliğini de vurgulamışlardır. Sonuç olarak bu konudaki etkileri doğru şekilde tahmin edebilmek için yeterli veri temininin yapılması ve tahmin modellerinin çözünürlüklerini yükseltecek veri tabanları kurulması gerektiğini ifade etmişlerdir.

Canlı (2010), yaptığı çalışmada küresel ısınmanın ormanların ekosistemine ne tür zararlar meydana getireceği konusunda bir literatür çalışması yapmıştır. Bu çalışmada iklim değişikliğinden kaynaklanan sıcaklık ve yağışlardaki değişimin bazı yerel bölgelerdeki etkisini araştırmıştır. Bu durumun bazı ormanlarda yağış miktarının artmasına neden olurken bazı orman bölgelerinde kuraklıkla karşılaşılabilceği ifade edilmiştir.

Stokes ve diğ. (2009), yaptığı çalışmada Avustralya bölgesinin meralarında iklim değişikliğinin etkisi konulu bir literatür çalışması yapmıştır. Avustralya ekonomisinin dinamiğini hayvancılık oluşturduğu için iklimdeki bir kuraklığın etkisinin çok kötü sonuçlar doğuracağı ifade edilmiştir. Bu çalışma sonucunda Avustralya bölgesininin soğuk kısımlarının iklim değişikliğiyle ılımanlaşması sonucu olumlu sonuç elde edilirken, sıcak bölgelerde bir kuraklık tehlikesiyle karşılaşılabilceği ifade edilmiştir.

Dale (1997), iklim değişikliği ve arazi kullanım şekli arasında nasıl bir ilişki olduğunu ifade etmek amacıyla bir çalışma yapmıştır. Bu konuda yaptığı çalışmada arazi kullanımının iklim değişikliğiyle çok az ilişkili olduğunu ifade etmiştir. İnsanların iklim değişikliğine uyum amacıyla arazi kullanımı ve arazi yönetim şeklini değiştireceğini ifade etmiştir.

Scholze ve diğ. (2006), Dünya ekosisteminin iklim değişikliği sonucunda karşılaçaacağı riskler adlı bir literatür çalışması yapmıştır. Çalışmada, 16 farklı iklim modeli senaryosuyla ekosistemimizin iklim değişikliği altında oluşturduğu riskleri ortaya koymuştur.

Çalışmada genel anlamıyla tüm Dünya'nın risk altında olduğu fakat risk derecelerinin bölgeler arasında farklı değerlerde olduğu ve her geçen gün bu risklerin artacağını ifade etmiştir.

Üstün (2008), İklim değişikliğinin su kaynaklarına etkisi konulu bir literatür çalışması yapmıştır. Bu çalışmada Isparta'da bulunan Işıklı Gölü üzerinde nasıl bir değişim yaşandığı ortaya koyulmuştur. Çalışmanın sonucunda iklim değişikliğinin gölde olumsuz değişimler meydana getirdiği, ileride sulanması istenen arazilerin bu değişimden olumsuz etkileneceği ifade edilmiştir.

Vörosmarty ve Farmer (2000), yaptığı çalışmada çeşitli senaryolar oluşturarak su kaynakların gelecekteki durumunu incelemiştir. Bu çalışma sonucunda artan nüfus ve iklim değişikliğinin artışı gibi parametreler göz önünde bulundurulmuş ve gelecekte su sıkıntısının bazı bölgelerde artacağı ortaya konulmuştur.

Yang ve diğ. (2009), ardışık ve normal Mann-Kendall testleri kullanarak Çin'de bulunan Haihe Nehri havzasında iklim değişikliğinin yağış parametresi üzerindeki etkisini araştırmıştır. Çalışmanın sonucunda iklim değişikliğinin etkisiyle bölgede yağış parametresinin üzerinde azalan bir trend olduğu ifade edilmiştir.

Mishra ve diğ. (2010), Parametrik olmayan bir trend analiz yöntemi olan Mann-Kendall testi kullanarak ABD'de iklim değişikliğinin yağış parametresi üzerinde nasıl bir etki yarattığı konulu bir çalışma yapmıştır. Çalışmanın sonucunda yağış parametrelerinde artan bir eğilim olduğunu tespit etmiştir.

Ahn ve diğ. (2014), Mann-Kendall, lineer eğilim, hidrolojik simülasyon, yıllık balans, Budyko analizi gibi yöntemleri kullanarak ABD'de iklim değişimi sonucunda yağış parametresinde nasıl bir değişim bekleneyeceği konulu bir çalışma yapmıştır. Çalışmanın sonucunda yağış parametresinde sabit bir eğilim olduğu ifade edilmiştir.

Cannarozzo ve diğ. (2006), çalışmasında iklim değişikliğinin olası senaryolarla İtalya'nın Sicilya bölgesinde nasıl bir değişiklik oluşturduğunu Mann-Kendall testini kullanarak ortaya koymuştur. Bu çalışma sonucunda bu bölgedeki yağış parametrelerinde azalan yönde bir eğilim olduğu ortaya konulmuştur.

Chen ve diğ. (2007), Mann-Kendall ve lineer eğilim testleri yardımıyla Çin'de bulunan Hanjiang Nehri havzasında iklim değişikliği sonucunda yağış ve sıcaklık parametrelerinde nasıl bir değişim bekleneyeceği konulu bir literatür çalışması yapmıştır. Yapılan bu çalışma sonucunda bölgedeki sıcaklık ve yağış parametrelerinde bir artan eğilim olduğu ifade edilmiştir.

Kuklicke ve Demeritt (2016), İngiltere’de yaptıkları çalışmada pik taşkın debilerine bağlı olarak oluşacak su yapılarının iklim değişimiyle nasıl bir risk altında oldukları hakkında bir çalışma yapmışlardır. Bu çalışma sonucunda iklim değişikliği neticesinde anlık oluşacak pik debilerinde %20 değerinde bir artış olacağı tahmin edilmiştir.

Kuklicke ve Demeritt (2016), İngiltere’de yaptıkları çalışmada pik taşkın debilerine bağlı olarak oluşacak su yapılarının iklim değişimiyle nasıl bir risk altında oldukları hakkında bir çalışma yapmışlardır. Bu çalışma sonucunda iklim değişikliği neticesinde anlık oluşacak pik debilerinde %20 değerinde bir artış olacağı tahmin edilmiştir.

Chen ve diğer. (2002), Çin Halk Cumhuriyeti’nde tarım amacıyla kullanılan akarsuların iklim değişikliği sonucunda nasıl etkiler yaşacağı konulu bir literatür çalışması yapmıştır. Çalışmanın sonucuna göre bölgede sıcaklık değerlerinde artış, yağış ve akış değerlerinde bir azalma olduğu ifade edilmiştir. İklim değişikliğinin su kaynaklarına olan etkilerine göre gelecek yıllarda bu bölgede su kıtlığı yaşanabileceği ifade edilmiştir.

Yu ve diğ. (1993) yaptığı çalışmada parametrik olmayan trend testlerini kullanarak akarsudaki su kalitesinin nasıl değiştiği ile alakalı bir çalışma yapmıştır. Bu uygulamada Kansas bölgesinden alınan verilerle çalışılmıştır. Çalışmanın sonucunda çalışma alanında su kalitesinin azaldığı, homojenlik testinde bulunan trendlerin homojen olmadığı ifade edilmiştir.

Lettenmaier ve diğ. (1994), çalışmasında nehir akımlarının küresel ısınma etkisiyle değişimi konulu bir literatür çalışması yapmıştır. Çalışma alanı olarak seçilen ABD’deki aylık yağış, akış ve sıcaklık verileri incelenmiştir. Çalışmanın sonucunda 1948-1988 yılları arasında Kasım-Nisan ayları için nehirdeki toplam akımlarda artış olduğu ifade edilmiştir. Lins ve Slack (1999), yaptığı çalışmada Mann-Kendall testini kullanarak ABD’de akış ve yağış parametrelerinde nasıl bir trend olduğunu çalışmışlardır. Çalışmanın sonucunda bu iki parametrede azalan yönde bir trend tespit edilmiştir.

Burn ve Elnur (2002), yaptıkları çalışmada hidroloji ve meteoroloji arasındaki ilişkiyi ortaya koymak amacıyla, hidrolojik parametrelerin oluşturdukları trendle meteorolojik parametrelerin trendleri arasında kıyas yapmıştır. Çalışma alanı olarak seçilen Kanada’da akış verilerindeki trendler Mann-Kendall yöntemiyle incelenmiştir. Çalışmanın sonucu olarak üniform olmayan birçok trend tespit edilmiştir.

IPCC tarafından 2013’de yayınlanan son rapora göre dünyanın ortalama yüzey sıcaklığında 2.6 °C ile 4.8 °C arasında bir artış görülmektedir (Chen ve diğ. 2014; Cobaner

ve diğ. 2014). Bu etkiler sonucunda Dünya'nın kurak bölgelerinin daha da kuraklaşması, yağışlı alanlarındaysa daha çok yağışlar oluşacağı ifade edilmiştir.

Právělie ve Bandoc, (2015), iklim değişikliği hakkında yapılan araştırmalar, iklim değişikliğinin olası etkilerine uyum ve zararlarına önlem çalışmalarının her bölge için önem arzettiği ifade edilmektedir. İklim değişikliğinden en çok etkilenecek bölgeler arasında Kuzey Avrupa, Doğu Afrika, Kuzey Amerika (Kanada), Güney Amerika (Arjantin) ve bazı Asya bölgelerinin olduğu ifade edilmektedir. Bu bölgelerin yanı sıra diğer bölgelerde de bariz şekilde yağışlarda azalma sıcaklıklarda artış trendi gözlemlenmektedir.

İklim değişikliğinin Türkiye'ye etkileri konulu birçok farklı çalışma yapılmıştır. Bu çalışmalardan bazıları şunlardır.

Partal ve Kâhya (2006), yaptıkları çalışmada 1929-1993 yılları arasında ortalama yağış ve sıcaklık değerlerindeki eğilimi belirlemek amacıyla Mann Kendall ve Sen'in T testlerini kullanarak Türkiye'de iklim değişikliğinin etkilerini ortaya koymak istemiştir. Bu çalışmada 96 ayrı istasyondan alınan veriler kullanılmıştır. Çalışmanın sonucunda; Türkiye'nin batı bölgesinde sıralı korelasyonların olduğu tespit edilmiştir. Çalışmada yağışların genellikle azalan bir yönde eğilim gösterdiği ancak Ocak ayı boyunca ülkede yalnızca güneybatı ve kuzeydoğu yönleri dışında diğer bölgelerde artan yönde eğilimler olduğu görülmüştür. Yağışlar kış aylarında azalma yönünde trend oluşturmalarına rağmen, bahar ve yaz aylarında artan bir eğilime sahip olduğunu ortaya koymuşlardır. Bu çalışmada kullanılan yöntemler arasında bir uyum olduğu ve aynı bölgelerde çok yakın sonuçlar ortaya koyulduğu görülmüştür.

Türkeş (1996), yaptığı çalışmada 1990 ve 1993 yılları arasında Kruskal Wallis homojenlik testi kullanarak Türkiye'nin yağış miktarında nasıl bir değişim yaşandığı konulu çalışma yapmıştır. Bu çalışmada 91 farklı istasyondan elde edilen verilerle çalışılmıştır. Çalışma sonucunda 17 istasyonun yıllık yağış değerlerinde anlamlı değişimler olduğu ve 17 istasyondan 15'inde azalan yönde bir eğilim olduğu görülmüştür. Azalan eğimli 15 istasyon Akdeniz Bölgesi'nin karakteristik özelliklerini göstermektedir. Bu azalmanın özellikle son 20-25 senelik diliminde bir azalma yaşandığı görülmektedir. Mann-Kendall testi sonuçlarındaysa Karadeniz ve Akdeniz bölgesinde ortalama yağış değerlerinde bir azalma eğilimi olduğu elde edilmiştir. Ancak bu test sonuçlarından hiçbirisi 1.96 kritik seviyenin üzerinde değildir. Yine bu çalışmada, yağış değişkeninin konumsal durumu

incelendiğinde, ülkenin güneyinde mevsimsel yağış rejiminden, kuzeyinde meydana gelen uniform yağış tipine dönüştüğü görülmektedir.

Tayanç ve diğ. (2009), yaptıkları çalışmada Türkiyede 1950-2004 yılları arasındaki veriler kullanılarak iklim değişikliğinin sıcaklık ve yağış üzerinde nasıl bir değişim oluşturduğunu çalışmışlardır. Bu çalışma 52 istasyondan veri alınarak yapılmıştır. Minimum, maksimum ve ortalama sıcaklık ve yağış değişimleri Mann-Kendall testi kullanılarak yapılmış ve yerel değişimi gözlemek için haritalar oluşturulmuştur. Çalışmanın sonucunda son 10 yılda sıcaklıkta inanılmaz bir artış eğilimi bulunmuştur. Özellikle 2000-2002 yılları arasında maksimum değerlerin ortaya çıktığı ifade edilmiştir. Şehir merkezlerindeki yağışların kararsızlığı kırsal kesimlere göre daha yüksektir. Bu nedenle şehir merkezlerinde kırsal bölgelere göre daha fazla taşkın ve kuraklık riski olduğu bulunmuştur. Konumsal olarak Türkiye'nin Ege Bölgesi'nde yağış oranlarında daha büyük bir düşüş olduğu görülmüş, Karadeniz bölgesindeyse yağışlarda artış olduğu gözlemlenmiştir. Mann-Kendall testinden çıkan sonuçlara göre bölgesel olarak yıllık, aylık ve mevsimlik olarak haritalamalar yapılmıştır.

Baloch ve diğ. (2015), yaptığı çalışmada 1991-1999 yılları arasında Köyceğiz havzasındaki Namnam Çayı'nın hidrolik etkilerini inceleyen bir çalışma örneklemeyle iklim değişikliğinin arazi kullanımını nasıl etkilediği konulu bir çalışma yapmıştır. Bu çalışmada gerçek ve olası senaryolar altında hidrolojik simülasyon modelleri kullanılmıştır. Bu çalışma bölgesindeki akarsudaki hidrolojik rejim değişiklikleri, IHA metoduyla simule edilerek tek tek incelenmiştir. Çalışmanın sonucunda ana ekosistemin bozulmayacak şekilde devam edeceği bulunmuştur.

Yenigün ve diğ. (2013), yaptıkları çalışmada su kaynaklarının işletilmesi ve planlamasında etkili olan parametrelerin eğilimini tespit etmek adına yeni yöntemlere başvurulması ya da klasik yöntemlerin farklı alanlarda denenmesi amaçlı bir çalışma yapmıştır. Bu amaçla Fırat havzası incelenmiştir. Bu havzadaki sıcaklık, nem, akış ve yağış gibi iklim ve hidrolojik parametrelerin eğilimi incelenmiştir. Havzadaki farklı veriler arasındaki çelişki, yüzey haritası yardımıyla incelenmiştir. Havzada parametrelerin anlamlı değişimler gösterdiği görülmektedir. Bu çalışmada Mann-Kendall ve Spearman'ın Rho testleri gibi parametrik olmayan testler kullanılmıştır. Çalışmanın sonucunda anlamlı bir eğilim olduğu görülmektedir.

Yeşilirmak ve diğ. (2011), yaptıkları çalışmada yıllık ve aylık ortalama yağış değerlerindeki eğilimi tespit etmek için bir çalışma yapmışlardır. Bu amaç doğrultusunda

16 ayrı istasyon verisi kullanılmıştır. Çalışmadaki eğilimi tespit etmek amacıyla Mann-Kendall testi kullanılmıştır. Aylık değerlerin Mann-Kendall testiyle uyumlu sonuçlar verip vermediği Sen'in T testiyle incelenmiş ve Mann-Kendall bulgularının anlamlı olduğu ortaya konulmuştur. Bu çalışma sonucunda %95 güvenirlilik düzeyinin altında kalan bir azalma olduğu ortaya konulmuştur.

Cosun ve diğ. (2009), yaptıkları çalışmalarda, Kahramanmaraş ilinde 4 farklı bölgede yaptıkları Mann-Kendall testiyle bölgedeki sıcaklık değişimlerini tahmin etmiştir. %90, %95 ve %99 güven aralıkları ile bu bölgedeki değişim hem mevsimsel hem genel bir anlamda araştırılmıştır.

Özgür ve diğ. (2014) yaptıkları çalışmada Mann-Kendall testi uygulayarak hesaplanmış Z değerlerine göre Mart ayı için Mardin ve Kilis illerinde ortalama sıcaklık değerlerinin tamamen homojen bir şekilde arttığı ve bu bölgede olayların ortaya çıkış sırasında herhangi bir olağanüstü durumun oluşmadığını ifade etmişlerdir.

Kızılelma ve diğ. (2015), yaptıkları çalışmada İç Anadolu Bölgesi'nin toplam yağış, ortalama, maksimum, minimum sıcaklık değerlerindeki değişimi mevsimsel olarak incelemişlerdir. Bu çalışmada 43 istasyon verisi kullanılmıştır ve çalışma aralığı olarak 1970-2010 yılları arası seçilmiştir. Çalışma verilerine uygulanan Mann-Kendall testi sonuçlarında yağışların Çankırı ve Ilgaz Bölgesi'ndeki istasyonlar dışında 41 istasyonda arttığı ortaya konulmuştur. Çalışmanın sonucuna göre iklim değişikliğinin etkisiyle İç Anadolu Bölgesi'nde ciddi ısınmalar meydana geleceği vurgulanmıştır.

Kâhya ve diğ. (2003) Türkiye'deki akarsuların akımlarındaki değişimi belirlemek adına trend analizini kullanmışlardır. Çalışmada Türkiye'deki 26 akarsu havzasından alınan aylık ortalama akımlar kullanılmıştır. Verilerin 31 yıllık periyotları için eğilim hesaplamaları yapılmıştır. Sonuç olarak, Türkiye'nin batısındaki akarsu havzalarında genellikle azalan bir eğilim olduğu gözlenmiştir. Buna ilaveten Türkiye'nin doğusunda bulunan akarsu havzalarında artan trend gözlenmiştir.

Odabaşı (1999), yaptığı çalışmada Doğu Karadeniz Havzası'ndaki iklimsel eğilimleri incelemiştir. Çalışma sonucunda ortalama sıcaklık değerlerinde azalan bir trend olduğu bulunmuştur. Toplam yağış değerlerindeyse havzanın yüksek rakımlı bölgelerinde artış ve diğer bölgelerinde azalan yönde bir eğilim olduğu bulunmuştur.

Kasif (1999), yaptığı çalışmada Yeşilirmak Havzası'ndaki iklim parametrelerinde nasıl bir değişim olduğunu incelemiştir. Havzada sıcaklıklarda belirgin bir azalma, toplam

yağışlarda artış, ortalama akımlarda artış, toplam buharlaşmada azalan yönde bir trend hesaplanmıştır. Bölgedeki güneşlilik sürelerinin azalma yönünde bir eğilim oluşturduğu, bulutlu günlerin sayısında bölgesel olarak farklı durumlar bulunduğu ifade edilmiştir Yıldız ve diğ. (2004), yaptığı çalışmada Türkiye'deki akımın ortalama, taşkın ve düşük olduğu durumları incelemiş, bu değişik hidroelektrik enerjisine nasıl bir etki yaptığı konusu hakkında bulguları ortaya koymuştur. Bu çalışmanın sonucunda Ülkemizin Batı, Güney ve Orta kısımlarında bazı bölgelerde taşkın, çoğu bölgede ortalama ve düşük akımlarında anlamlı düzeyde bir azalma olduğu ortaya konulmuştur. Diğer bölgelerdede artan yönde bir trend olduğu ifade edilmiştir. Hidroelektrik açısından incelendiğinde akımlardaki trendlere paralel bir durum ortaya çıktığı ifade edilmiştir.

Angı ve diğ. (2004), yaptıkları çalışmada Türkiye'nin yüzeysel akımlarının trendlerini incelemişlerdir. Yaptıkları çalışmanın sonucunda her yıla ait değerler incelenmiş ve zaman içerisindeki değişimler ortaya konulmuştur.

Toros (1993), Türkiye'deki iklim değişikliğinin sıcaklık ve yağış parametrelerine etkisi konulu bir çalışma yapmıştır. Çalışmanın sonucunda kış aylarında bu iki parametrede azalma, diğer mevsimlerde sıcaklık değerlerinde bir artış, yağış değerlerinde bir azama olduğunu ifade etmişlerdir

Karaca ve diğ. (1995), yaptığı çalışmada İstanbul ve Ankara'da şehirleşmenin iklime etkisi konulu bir çalışma yapmıştır. Çalışmada Mann-Kendall testi uygulanmıştır. Çalışmanın sonucunda İstanbul'un güney bölgelerinde sanayileşmenin ısınma tehdidi oluşturduğu ortaya konulmuştur. Ayrıca, Ege, Marmara, Akdeniz ve İç Anadolu bölgelerindeki akarsuların akım değerleri birkaç istasyon dışında genellikle azalan yönde bir eğilimde vermiştir. Diğer bölgelerde ise istatistiki yönden incelendiğinde bulguların anlamlı bir trend oluşturmadığı görülmüştür.

Turan (2018), Türkiye'nin iklim değişikliğine bağlı kuraklık durumu adlı bir çalışma yapmıştır. Yaptığı bu çalışmanın sonucunda iklim değişikliği projeksiyonlarıyla Türkiye'de yağışların özellikle güney bölgelerde azalacağı ve kuraklık riskine sahip bölgelerin artacağını ifade etmiştir.

Birdal (2018), çalışmasında coğrafi bilgi sistemleri yardımıyla iklim değişikliğinin etkileri konulu bir çalışma yapmıştır. Yaptığı bu çalışmada örnekleme olarak İzmir ili kullanılmıştır. İklim verilerini Erinç ve De Martonne yöntemine göre sınıflandırmış ve farklı metotlar kullanarak iklim değişikliğinin İzmir ili üzerine etkisini incelemiştir.

Yayvan ve diğ. (2019), yaptıkları çalışmada iklim değişikliğinin Aksaray iline etkisi konulu bir çalışma yapmıştır. Bu çalışmada 33 yıllık sıcaklık ve yağış gibi meteorolojik parametreler kullanılmıştır. Bu çalışmanın sonucunda yağış değerlerinin ilin doğusuna göre biraz arttığı, sıcaklık değerlerinin arttığı fakat gece ve gündüz sıcaklık değerleri arasındaki farkın arttığı ifade edilmiştir.

Walsh ve diğ. (2019) iklim değişikliğinin verimlilik üzerine etkisi konulu bir çalışma yapmıştır. Bu çalışmanın sıcaklık değerlerin biyolojik çeşitliliği tehdit ettiğini vurgulamıştır. Bu çalışmanın sonucunda gelecekteki nüfus miktarının iklim değişikliği üzerinde nasıl bir etkisi olacağını ve iklimin değişikliğinin canlıların adaptasyon sorunu oluşturup oluşturmayacağı hakkında fikirler sunmaktadır.

Hidrometeorolojik zaman serileri iklim değişikliği kaynaklı trend eğrileri içerebilir. Eğilim analizleri su kaynaklarının durumu araştırılmasında güncelliğini korumaktadır. Literatürde eğilimi belirlemek için farklı metotlar bulunsada, bunlar arasında iyi bilinen iki yöntem Mann-Kendall testi ve son dönemlerde trendin farklı yönlerini sunan Yenilikçi Şen trend yöntemidir. Mann-Kendall yöntemi zaman serilerinin bir küme oluşturmaya gerek kalmadan bütünsel bir eğilim verirken, Yenilikçi Şen yöntemi kümeleme yaparak zaman serisinde kategorik bir eğilim davranışı gösterir. Dabanlı ve diğ. (2016), yaptıkları çalışmada bu iki yöntem arasındaki olası benzerlikler arasındaki farklılıkları ortaya koymuştur. Çalışmada Türkiye'nin kuzeybatısında meteoroloji parametreleri kullanılmıştır. Bu çalışmanın sonucunda Mann-Kendall testi tüm bölgede belirgin bir eğilim göstermemiştir. Yenilikçi Şen yönteminde değerlerin; çok düşük, düşük, orta, yüksek ve çok yüksek olarak sınıflandırılmıştır. Bu çalışmada çok yüksek değerlerin gelecekte sel tehlikesi ve çok düşük değerlerin olduğu bölgelerse gelecekte kuraklık riski oluşturabilecek bölgeler olarak gösterilmiştir.

Namkhai ve diğ. (2019), Meteorolojik verilerin istatistiksel yöntemlerle analizi isimli bir çalışma yapmıştır. Yaptığı bu çalışmada Çatalan barajı örnekleme olarak kullanılmıştır. Bu çalışmada Yenilikçi Şen yöntemi, Mann-Kendall ve Sen Slope yöntemleri kullanılmıştır. Bu çalışmada 1971-2018 yılları arasında 18 istastasyondan alınan iklim verilerine yöntemler uygulanmış ve 3 farklı iklim bölgesi oluşturularak çalışılmıştır.

Çeribaşı, G.(2018), yaptığı çalışmada Yenilikçi Şen yöntemi kullanılarak Batı Karadeniz Havzasındaki Yağış verilerindeki değişimler incelenmiştir. Bu çalışmanın

sonucunda bölgedeki istasyonların verilerinde azalan yönde bir trend olduğu ve bu trendin ileride kuraklık riski doğuracağını ortaya koymuştur.

Alashan, S. (2018), Yenilikçi Yönelim Analiz Yönteminin Logaritmik Eksende Değerlendirilmesi adlı bir çalışma yapmıştır. Bu çalışmada geleneksel trend metotlarının yerine verilerin normal dağılması, bağımsızlığı ve yeterli veri uzunluğu gibi önkabulleri gerektirmeyen Yenilikçi Şen yöntemi kullanılmıştır. Çalışma alanı olarak uzun dönemli yağış verilerine sahip bulunan Cambridge (İngiltere) seçilmiştir. Çalışmanın sonucunda, Çalışma bölgesinde sonbahar ve kış aylarında yağış verilerinde artan yönde bir eğilim görülürken, ilkbahar ve yaz aylarında azalan yönde eğilimler olduğu ortaya koyulmuştur.

Demir ve diğ.(2017), Bingöl ilinde yağış ve sıcaklık parametrelerinin tarıma etkisi konulu bir çalışma yapmışlardır. Bu çalışmada yıllık, mevsimlik ve aylık yağış ve sıcaklık değerlerinin eğilim analizleri incelenmiştir. Bu çalışmada 1975-2016 yılları arası incelenmiş ve çalışmada Spearmon Rho ve Mann-Kendall testleri kullanılmıştır. Çalışma sonucunda yağış değerlerinin azalan yönde olduğu, sıcaklık değerlerinin artan yönde bir eğilim gösterdiği ancak bu bulgularının anlamlı değerler olmadığı ifade edilmiştir. Mevsimsel değerlerde anlamlı bir farklılık görülmemektedir. Sıcaklık ve yağış değerlerinin kısa vadede Bingöl ilinin tarım sektörüne etki etmeyeceği vurgulanmıştır.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

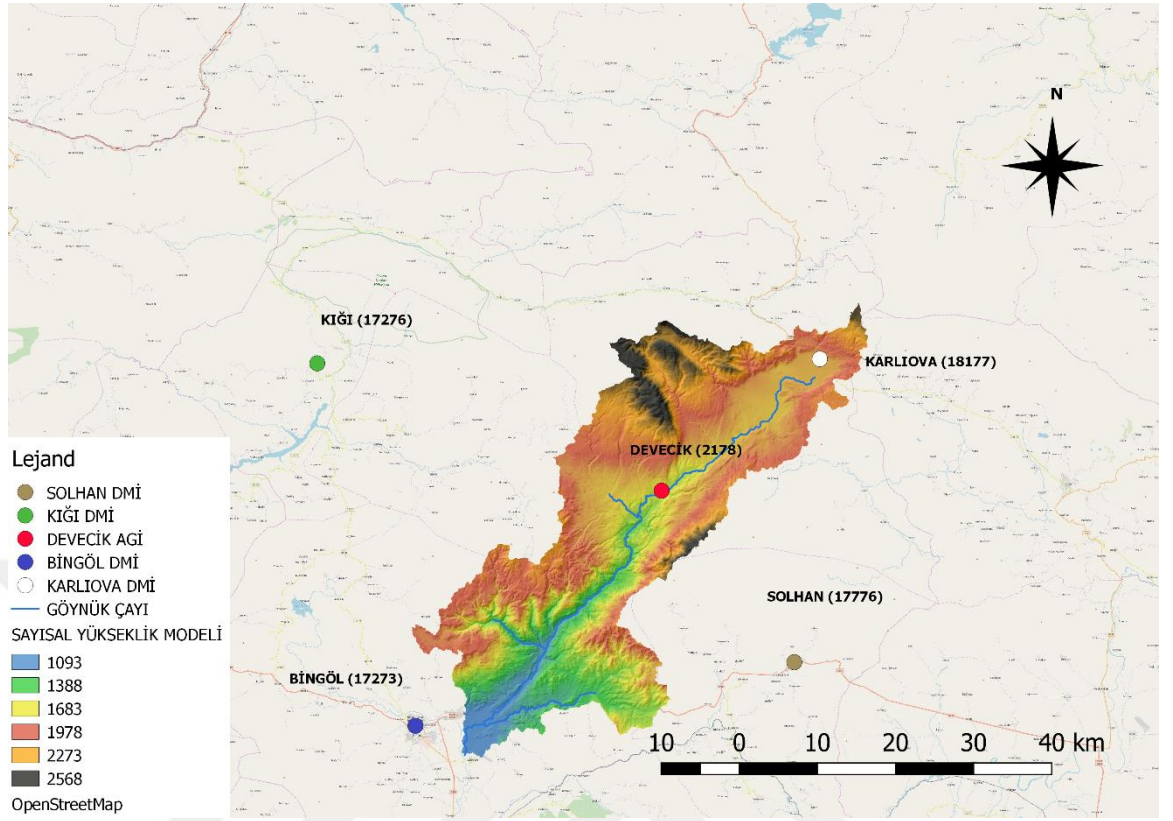
3.1 Materyal

Şen, (2010), iklim değişikliğinin bir havza üzerinde pek çok konuda afetlere neden olabileceğini ifade etmiştir. Bu afetlerin yanısıra iklim değişikliği konusu gelecek planlaması yapılırken dikkate alınması gereken önemli konulardan bir tanesidir. Dünyanın farklı bölgelerinde iklim değişikliği gerek kuraklık gerekse taşkın gibi doğal afetlere sebep olabilmektedir. Afetlerin sıklıkları ve tekrür ihtimalleri değerlendirilirken verileri incelemek çok önemli bir konudur. Bu afetlerin yaşanma olasılığını düşük, orta, yüksek olarak sınıflandırmak, bu afetlerin tanımlanmasına ve hakkında sağlıklı yorumlar yapılmasına olanak sağladığı ifade etmiştir.

Literatürde, eğilim analizi yapmak için birçok farklı yöntem ileri sürülmüştür. Yakın tarihte Şen (2012) tarafından inovatif (Yenilikçi) trend analizi (Şen-ITA) yöntemi ortaya atılmıştır. Bu uygulanan testin en önemli özelliği varsayımları içermemesidir. Şen-ITA yöntemi diğer yöntemlerle kıyaslandığında en önemli avantajı zaman serisinin bağımsız veya bağımlı olmasının trendi değiştirmemesi ve tüm serilere güvenle uygulanabilmesidir. Bu nedenlerden dolayı Şen-ITA yöntemi iklim ve hidrolojik veriler incelenmesi amacıyla son zamanlarda araştırmaların pek çoğunda kullanılmaktadır

Çalışma alanı olarak seçilen havza Bingöl ilinin Göynük Çayı havzası Karlıova ilçesinden kaynağını alıp Bingöl ilinden gelen Çapakçur Deresi ile Bingöl ili Ekinyolu bölgesinde birleşmekte olup, buradan Bingöl Çayı adını alarak Bingöl'ün Genç ilçesi yakınlarında Murat nehrine dökülmektedir. CBS yazılımlarından olan Q-GIS programıyla oluşturulan havza Şekil 3.1'de görüldüğü gibi Karlıova ilçesinde başlayan akarsu havzası; kuzey batı bölgesinde Kığı ilçesi, güney doğu bölgesinde Solhan ilçesi batı yönünde de Bingöl merkez yerleşkesinden beslenmektedir.

Havzanın oluşturulmasında “<https://earthexplorer.usgs.gov/>” adresinden faydalanılarak yükseklik haritası indirildikten sonra akarsuyun oluşturacağı su toplama alanları dikkate alınarak havza oluşturuldu. Bu havzada 4 istasyon tespit edilmiş olup, bu istasyonların numaraları; Karlıova istasyonu için 18177, Bingöl merkez istasyonu için 17273 Solhan istasyonu için 17776 ve Kığı istasyonu için 17276'dır.



Şekil 3.1 Çalışma Alanı ve Ölçüm İstasyonlarının Konumu

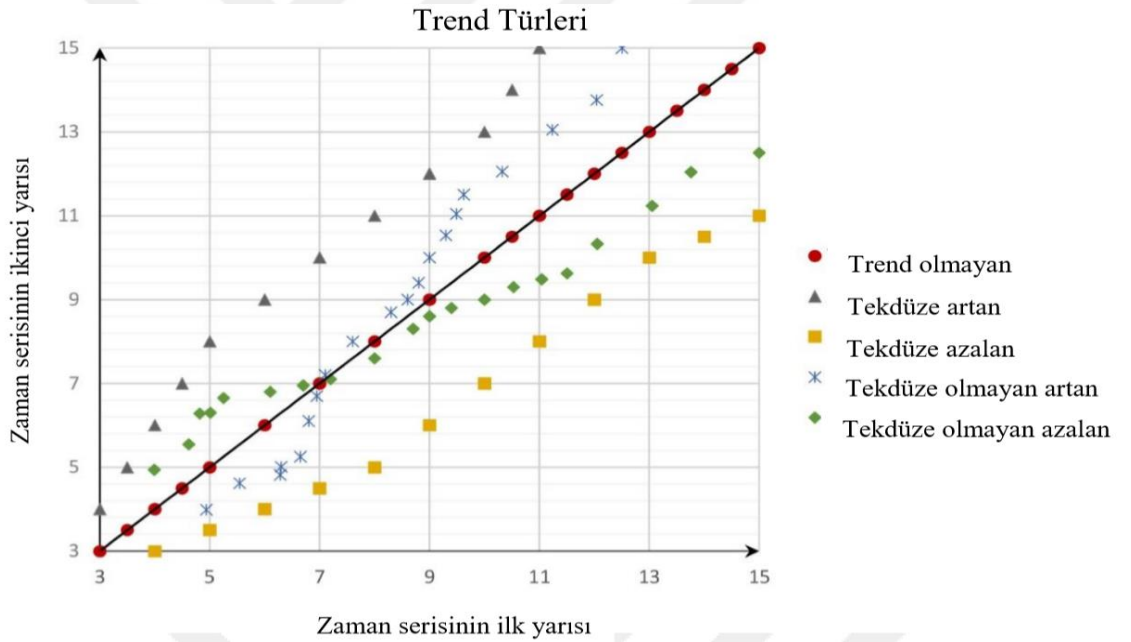
Oluşturulan havzadan Şekil 3.1’de görüldüğü gibi Kığı ilçesinde bulunan DMİ istasyon noktası yeşil renkle, Bingöl merkezinde bulunan DMİ istasyonu mavi renkle, Solhan ilçesindeki DMİ istasyonu kahverengi renkle, Karlıova ilçesindeki DMİ istasyonu beyaz renkle gösterilmiştir. Ayrıca akış verilerini temin etmek için kullanılan istasyonun yeri de kırmızı renkle gösterilen Devecik istasyonudur.

Bingöl ilinin Karlıova bölgesinden kaynağını alan ve çalışma alanı olarak seçilen Göynük havzası 4 adet meteoroloji istasyonunu havza sınırları içerisinde barındırmaktadır. Bu 4 adet meteoroloji istasyonunun Göynük Çayı’na belli oranlarda etkisinden dolayı, bu istasyonların verileri kullanılmıştır.

3.2 Yöntem

3.2.1 Şen-ITA trend testi

Bu yöntemde tüm gözlem aralığında alınan veriler ilk önce iki eşit uzunluğa bölünür. İki gruba ayrılan veriler daha sonra her biri kendi içinde küçükten büyüğe doğru sıralanır. Zaman serisinin sıralanan birinci yarısı x-eksenine, ikinci yarısı y-eksenine gelecek şekilde Şekil 3.2’de görüldüğü gibi sıralanır. Eğer sıralanan bu verilerden elde edilen saçılma noktaları 1:1 doğrusu veya 45 derecelik doğrunun üzerinde toplanırsa incelenen veri aralığında trend olmadığı ifade edilir. Eğer saçılma noktaları 1:1 doğrultusunun üstünde yada altında ise monotonik (tek düzenli) artan yada azalan trend olarak ifade edilir. Eğer saçılma noktaları minimum (maximum) değerlerde 1:1 çizgisinin altında (üstünde) olursa bu durum non-monotonik (çok düzenli) artan (azalan) trend olarak yorumlanır.



Şekil 3.2. Şen-ITA yönteminde azalan, artan ve trendsiz serilerin gösterimi (Dabanlı, İ. 2017)

Şen-ITA yönteminde elde edilen eğim değerlerini yorumlamak için Mann-Kendall yönteminden farklı olarak çalışılan her veri seti için ayrı bir kritik değer hesaplanmalıdır. Şen (2015) tarafından kritik trend değerini hesaplamak için; öncelikle Denklem 3.2’den korelasyon katsayısı bulunur. Korelasyon değerinin bulunmasının ardından oluşan olası trendlerin varyansını hesaplamak için Denklem 3.3 uygulanır.

Daha sonra Denklem 3.4 kullanılarak, %95 anlamlılık düzeyi için kritik trend değeri hesaplanır.

$$\rho_{\bar{y}_2\bar{y}_1} = \frac{E(\bar{y}_2\bar{y}_1) - E(\bar{y}_2)E(\bar{y}_1)}{\bar{y}_2\bar{y}_1\sigma\sigma} \quad (3.2)$$

$$\sigma_s^2 = \frac{8}{n^2} \frac{\sigma^2}{n} (1 - \rho_{\bar{y}_2\bar{y}_1}) \quad (3.3)$$

$$\sigma_s = \frac{2\sqrt{2}}{n\sqrt{n}} \sigma \sqrt{1 - \rho_{\bar{y}_2\bar{y}_1}} * 1,96 \quad (3.4)$$

3.2.2 Mann-Kendall trend metodu

Mann-Kendall testi yaygın olarak kullanılan parametrik olmayan trend analiz testidir. Bu testin parametrik olan testlere göre en büyük avantajı veri değişkenlerinin istatistiksel dağılımının trend sonucunu etkilememesidir. Bu nedenle söz konusu yöntemde değişkenlerin büyüklüğünden ziyade asıl önemli olan veri büyüklüklerinin sıralamasıdır.

3.2.2.1 Yıllık Mann-Kendall Testi

Mann-Kendall testi korelasyon değerinin hesaplanması prensibine dayandığı için Kendall korelasyon istatistiği olarak bilinir. Bu testin çalışma prensibi; veri aralığından $x_1 \leq x_2 \leq x_3 \leq \dots \leq x_n$ olacak şekilde büyüklük sırasına göre sıralamasına göre sıralanır. Bu testte $i < j$ için $x_i < x_j$ olan (x_i, x_j) sıralı çiftlerinin sayısı P, $i < j$ için $x_i > x_j$ çiftlerinin sayısı ise M olarak tanımlanır.

$S = P - M$ olmak üzere Kendall korelasyon katsayısı τ şu şekil 3.5 denklemiyle hesaplanır:

$$\tau = \frac{S}{n.(n-1)/2} \quad (3.5)$$

Bu denklemde bulunan değer -1 ve 1 arasında değişkenlik gösterir.

Veri sayısının 10'dan büyük olmasıyla S'nin varyansı ve beklenen değeri 3.7'de verilen formülle hesaplanır:

$$E(S) = 0 \quad (3.6)$$

$$\text{Var}(S) = \frac{[n(n-1)(2n+5) - \sum t(t-1)(2t+5)]}{18} \quad (3.7)$$

Denklem 3.7’de belirtilen t değeri eşit olan gözlemlerin sayısını ifade eder. Denlemde verilen $\sum_i$ ise eşit olan gözlemlerin toplamını ifade eder. Yapılan uygulamada bağımlı değişkenler bulunmadığı takdirde denklem (3.7) yerine Denklem (3.8) kullanılır.

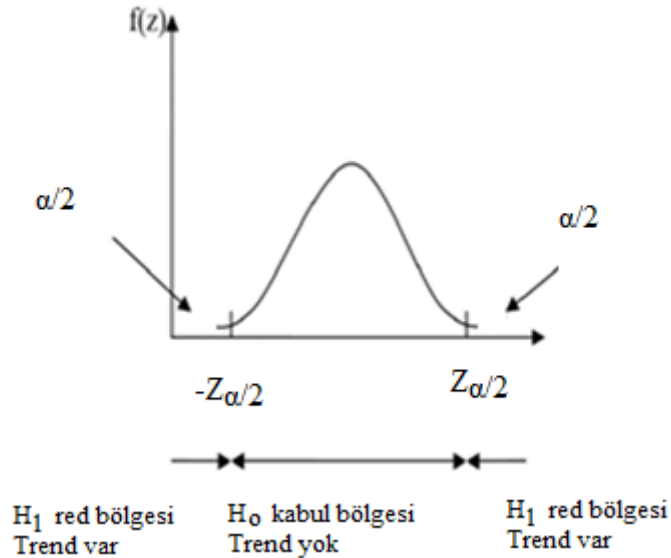
$$\text{Var}(S) = \frac{[n(n-1)(2n+5)]}{18} \quad (3.8)$$

Çalışmada kullanılan veri sayısı 10’dan büyük olduğu durumda eğilim değerini bulmak için Denklem 3.9 uygulanır:

$$z = \begin{cases} \frac{S-1}{\sqrt{\text{Var}}} & S > 0 \\ 0 & S = 0 \\ \frac{S+1}{\sqrt{\text{Var}}} & S < 0 \end{cases} \quad (3.9)$$

Mann-Kendall testinde sıfır ve karşıt hipotezler H_0 ve H_1 ’dir.

- H_0 hipotezi trendin olmadığını belirtir.
- H_1 hipotezi trendin olduğunu belirtir.



Şekil 3.3 Mann-Kendall Hipotezleri (Cebe, 2007)

Şekil 3.3’de Mann-Kendall hipotezinin kabul durumu diyagramı ifade edilmiştir. Bu diyagrama göre $-Z_{\alpha/2}$ ile $Z_{\alpha/2}$ arasında kalan bölge H_0 kabul bölgesi iken, dışında kalan bölge ise H_0 red bölgesidir, diğer bir deyişle H_1 kabul bölgesidir.

Mann- Kendall testi H_0 hipotezinin kabul ya da red edilmesi esasına dayanır. Bulunan değerlerde bir trendin olmadığı sonucuna varılırsa H_0 hipotezi kabul edilmektedir. Bulunan değerlerde bir eğilimin olması halinde bu hipotez red edilmektedir. Bir

hipotezin kabul veya red edilmesinde seçilen anlamlılık düzeyinin önemi büyüktür. Bu çalışmada anlamlılık düzeyi 0,05 seçilmiştir. Buna göre trendin olmadığı sonucuna varıldığı durumlarda, trendin bulunma olasılığı %5'tir. $\alpha=0,05$ anlamlılık düzeyi için kritik değer standart normal dağılım tablosundan 1,96 olarak kabul edilir. 3.9 denkleminde hesaplanan Z'ye göre H_0 hipotezi kabul veya red edilir. Hesaplanan z değeri mutlak değerce 1.96'nın içinde kalırsa hipotez kabul edilir. Bu değer aralığının dışında bir değer çıkarsa trend olmadığı sonucu meydana gelir. Yani H_0 hipotezi, α anlamlılık düzeyinde $|Z| \leq Z_{\alpha/2}$ olması durumunda kabul edilebilir. Çalışmada bulunan S değerinin pozitif olması artan bir trend, negatif oluşu azalan bir trendi ifade etmektedir.

3.2.2.2 Mevsimsel Mann-Kendall Testi

Mevsimsel Mann-Kendall testi, mevsimsel kaymayı belirlemek için kullanılan Mann-Kendall testi uygulamasıdır. Bu çalışmada dört tane mevsim tanımlanmıştır. Buna göre 1. Mevsim (sonbahar) Eylül, Ekim ve Kasım; 2. Mevsim (kış) Aralık, Ocak ve Şubat; 3. Mevsim (ilkbahar) Mart, Nisan ve Mayıs; 4. Mevsim (yaz) Haziran, Temmuz ve Ağustos aylarını ifade etmektedir. Mevsimsel Mann-Kendall (MK-M) testi için havzadaki bütün veriler bu dört mevsim için ayrı ayrı uygulanacaktır. Yıllık Mann-Kendall testinde denklemler için bir trend değeri bulunurken Mevsimsel Mann-Kendall testinde dört değeri bulunacaktır. Çizelge 3.1'de gösterilen W, bir istasyonda n yıldaki bütün mevsimlik verilerin matrisidir. “.” ile gösterilen alt simge ortalamayı ifade etmektedir ve m mevsim sayısı olup 4'e eşittir. Denklem (3.10) üzerindeki terimlerin ifadesi şu şekildedir. X_{ij} , j. mevsimde n yıldaki akımların ortalaması, $X_{i.}$, i. yılda dört mevsimdeki akımların ortalaması X_{ij} ise i. yılda j. mevsimdeki veri değerini göstermektedir.

Çizelge 3.1 n yıldaki aylık verileri W matrisi (Cebe,2007)

Yıl	Mevsim				Ortalama
	1	2	3	4	
1	X_{11}	X_{12}	X_{13}	X_{14}	$X_{1.}$
2	X_{21}	X_{22}	X_{23}	X_{24}	$X_{2.}$
3	X_{31}	X_{32}	X_{33}	X_{34}	$X_{3.}$
-	-	-	-	-	-
n	X_{n1}	X_{n2}	X_{n3}	X_{n4}	$X_{n.}$
Ortalama	$X_{.1}$	$X_{.2}$	$X_{.3}$	$X_{.4}$	$X_{..}$

$$X_{.j} = \frac{\sum_i (X_{ij})}{n} \quad j=1,2,\dots,m ; i=1,2,\dots,n \quad (3.10)$$

Yıllık Mann-Kendall testinde anlatıldığı şekilde $S_j = P_j - M_j$ hesaplanır.

$$S^* = \sum_{j=1}^m (S_j) \quad (3.11)$$

$$E(S^*) = 0 \quad (3.12)$$

$$\text{Var}(S^*) = \sum_{j=1}^m \text{Var}(S_j) = \sum_{j=1}^m \frac{[n(n-1)(2n+5)]}{18} \quad (3.13)$$

Aylık verilerde eşit değerler olduğunda, S_j 'nin varyansı 3.14'deki denklemle değişir. Burada, t_j , eşit olan gözlemlerin sayısı; $\sum t_j$ ise eşit olan gözlemlerin toplamıdır. Standart normal değişken, z , Denklem 3.15 ile hesaplanır:

$$\text{Var}(S_j) = \frac{[nj(nj-1)(2nj+5) - \sum t_j(t_j-1)(2t_j+5)]}{18} \quad (3.14)$$

$$z = \begin{cases} \frac{s^*-1}{\sqrt{\text{Var}(S^*)}} & s^* > 0 \\ 0 & s^* = 0 \\ \frac{s^*+1}{\sqrt{\text{Var}(S^*)}} & s^* < 0 \end{cases} \quad (3.15)$$

H_0 hipotezi, Mann-Kendall Testi'nde daha önceden anlatıldığı gibi α anlamlılık düzeyinde $|Z| \leq Z_{\alpha/2}$ olması durumunda kabul edilir. S 'in pozitif değeri artan bir trend olduğunu, negatif değeri ise azalan bir trend olduğunu belirtmektedir.

3.2.3 Doğrusal Regresyon Analiz Metodu

Doğrusal regresyon analizi, bağımlı değişken ile bir veya daha fazla bağımsız değişken arasında bir ilişkiyi matematiksel olarak ifade etmeye yarar. Doğrusal model, bağımlı değişkeni bağımsız değişkenin aldığı değerlerin doğrusal oranı olarak gösterir. Basit doğrusal regresyon analizinde sadece bir bağımsız değişken bulunur. Bağımlı değişken (y), regresyon modelinde açıklanan veya tahmin edilecek olan değişkendir. Bu değişkenin bağımsız değişkenle fonksiyonel bir ilişkide olduğu varsayılır. Bağımsız değişken (x) regresyon modelinde bağımlı değişken ile ilişkili değişkendir. Bağımsız değişken, regresyon modelinde bağımlı değişkenin değerini tahmin etmek için kullanılır. Doğrusal regresyon analizinin ifadesi Denklem 3.16'da gösterilmiştir. Bu denklemde β denklemin eğim değeridir.

$$y = \alpha + \beta x + \varepsilon \quad (3.16)$$

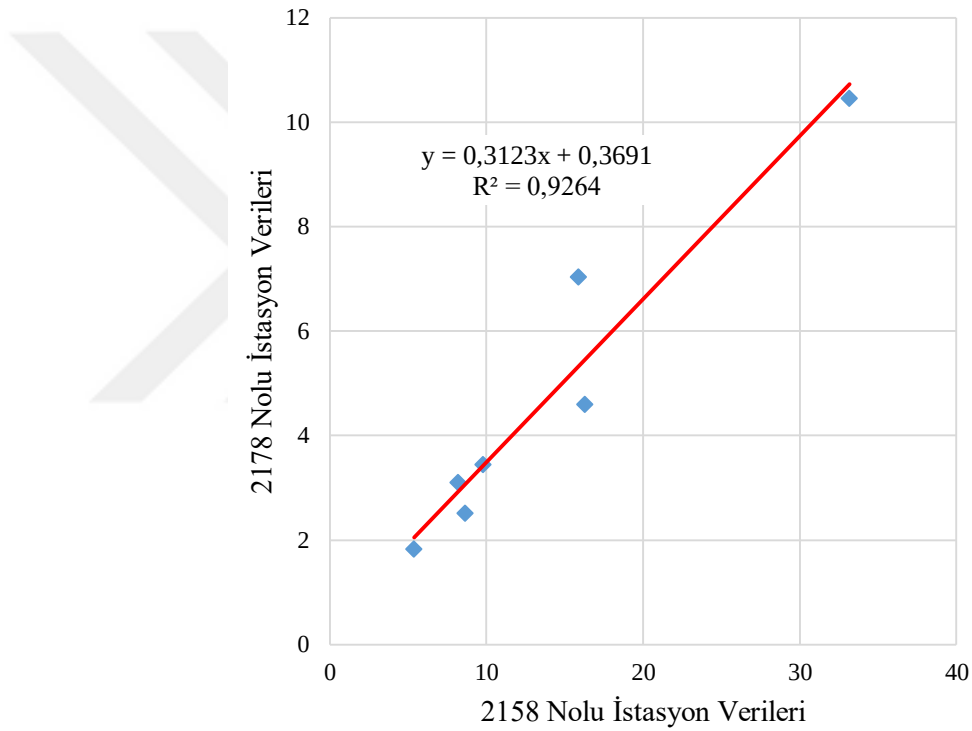
3.2.4 Theil-Sen Eğim Yöntemi

Theil-Sen eğim yöntemi verilen zaman aralıkları arasındaki eğimin büyüklüğünü belirlemede kullanılmaktadır (Theil, 1950; Sen, 1968). Bu yöntem doğrusal regresyon analizi ile kıyaslandığında, ortalama değerden sapan değerlerin eğim üzerindeki etkisini sınırlandırmaktadır. Trend eğimi, β simgesiyle ifade edilmekle ve geçerli denklemi 3.17’de verilmiştir. Theil-Sen eğim yöntemi ve doğrusal regresyon trend analizi metodu Mann-Kendall ve Şen_ITA yöntemden farklı olarak bu iki yöntem için kabul edilen kritik değer bu yöntemde bulunmamaktadır. Theil-Sen yaklaşımı (TSA) olarak adlandırılan parametrik olmayan bu yöntem trendin eğimini ölçmek için birçok araştırmacı tarafından kullanılmaktadır. Theil-Sen yaklaşımı (TSA), en küçük kareler yöntemine göre daha sağlam eğim tahmini ortaya koymaktadır. TSA, aykırı ve aşırı değerler için de medyan değer üzerinde yoğunlaşmakta ve zaman serilerindeki normal olarak dağılmış veriler için bile en küçük kareler yöntemiyle rekabet edebildiği ifade edilmektedir (Karakus, 2017).

$$\beta = \text{median} \frac{x_j - x_i}{j - i} \quad i < j \quad (3.17)$$

4.ARAŞTIRMA BULGULARI

Bu çalışmada kullanılan akış verileri Bingöl ili ile Karlıova ilçesi arasında bulunan Devecik köyündeki istasyondan alınmıştır. Devecik istasyonu (2178) sadece 6 yıl arayla açık kalmış ve sadece 1987-1993 yılları arasında ölçüm yapılmıştır. Bundan dolayı söz konusu istasyondaki verileri tamamlamak amacıyla Muş ilinin Varto ilçesindeki 2158 numaralı istasyondan günlük veriler alınıp korelasyon yöntemi kullanılarak eksik veriler tamamlanmıştır (Şekil 4.1). Bu iki istasyonda kullanılarak elde edilen korelasyon denklemi olarak $y = 0,3123x + 0,3691$ denklemini kullanmak gerekir. Bu denklem yüksek belirlilik katsayısına sahiptir ($R^2=0,9264$).

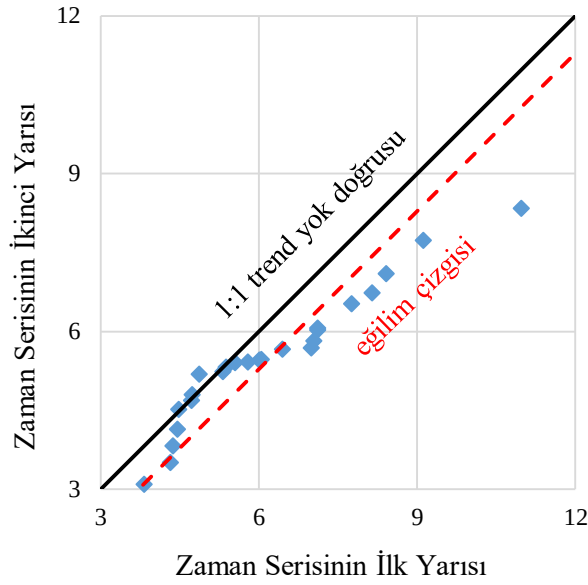


Şekil 4.1 2158 akış istasyonu ile 2178 istasyonu arasındaki korelasyon grafiği

4.1 Şen-ITA Trend Analizi Uygulamaları

Uygulama bölümünün ilk kısmında anlatıldığı gibi Göynük çayı havzasında 4 meteoroloji istasyonu verisi ve bir akarsu akış istasyonu verisi üzerinde çalışılmıştır. Yapılan trend analiz çalışmalarında da sıcaklık, akış, yağış, nispi nem, rüzgar gibi parametreler kullanılmıştır.

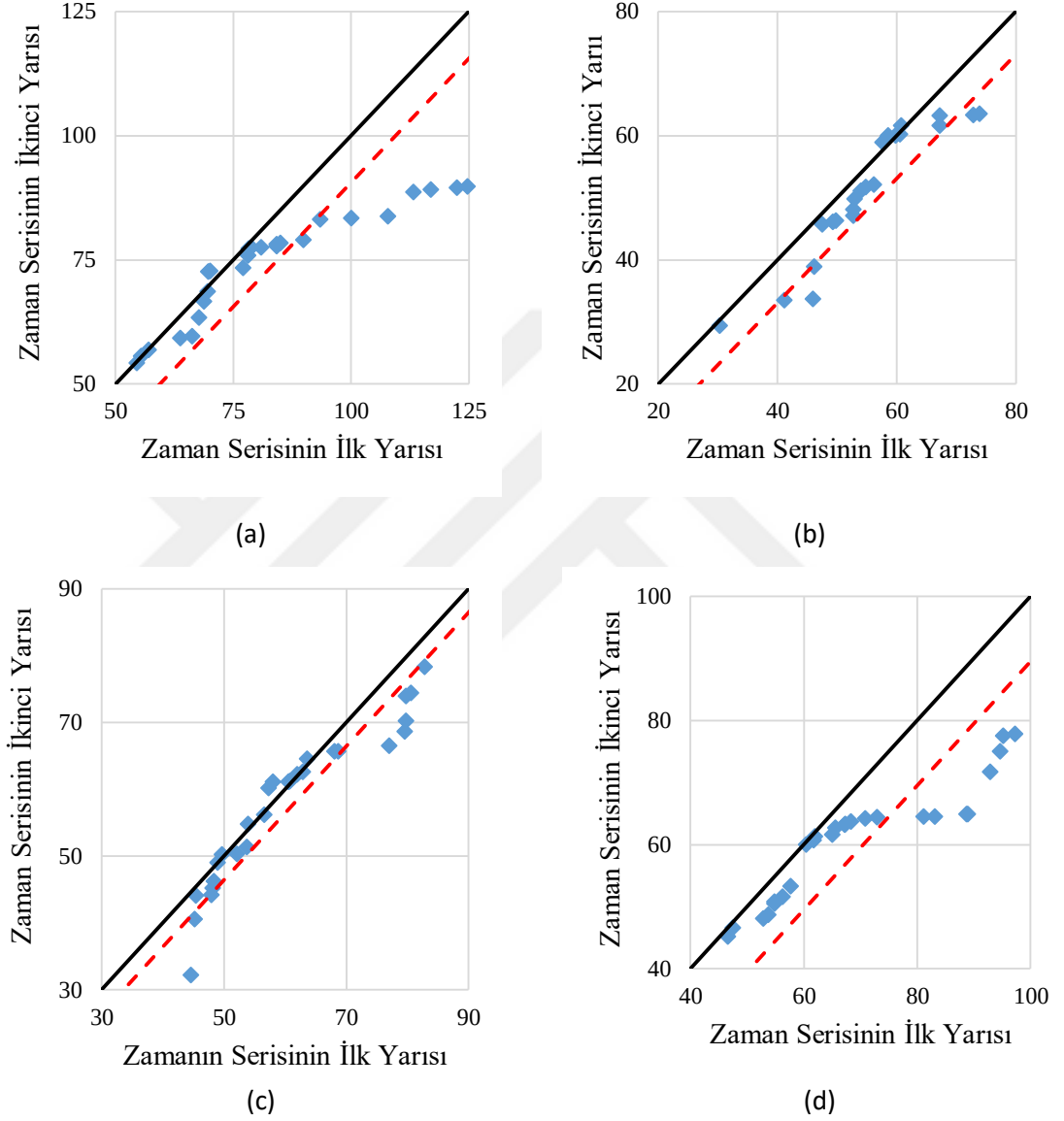
Şen-ITA yönteminin 1970-2017 yılları arasında Göynük Çayı akış verileri üzerindeki uygulaması yapılmıştır. Yapılan uygulamada ilk 24 yıllık dönemin ikinci 24 yıllık dönemle ortalama farkı -0.71 olarak bulunmuştur. Bunun da trend eğimi olarak $(-0.71/24)$ yaklaşık $-0.03 \text{ (m}^3\text{/s)/yıl}$ olarak elde edilmiştir. Şen-ITA yöntemi uygulanarak elde edilen akış eğim grafiği Şekil 4.2’de gösterilmiştir. Şekil 4.2’de çizilen akış verilerinin trend grafiğinden yola çıkılarak akış verileri üzerinde yaklaşık monotonik bir azalmanın olduğu yorumuna varılmaktadır. Akış verilerinin sonucu olan eğim değerine bakıldığında akarsuda azalan yönde bir trend olduğu görülmektedir.



Şekil 4.2 2178 nolu istasyon Şen-ITA eğilim grafiği

Şen-ITA yönteminin yağış verileri üzerinde de 1960-2017 yılları arasında uygulaması yapılmıştır. Bu yağış verileri için Bingöl, Karlıova, Solhan ve Kığı ilçelerindeki DMI verileri kullanılmıştır. Şekil 4.3’de gösterilen grafiklerde; iklim parametrelerinden olan ve doğal olaylarda akışın başlangıç noktası kabul edilen yağış verileri üzerindeki değişimler incelenmiştir. Şekil 4.3’ün a, b, c ve d kolonlarında incelenen 4 istasyon verileri üzerinde yapılan uygulamada azalan yönde bir trend olduğu görülmektedir. Şekil 4.3a’daki Bingöl istasyonunun eğilimine bakıldığında 58 yıllık dönemde ilk 29 yıllık yağış serisinin ikinci 29 yıllık seriye göre ortalama farkı -9.43 mm’dir. Karlıova istasyonundan alınan yağış verileri için Şen-ITA grafiği Şekil 4.3b’de çizilmiş ve uygulama sonucunda serinin ilk 29 yılı ile ikinci 29 yılı arasındaki ortalama yağış farkı -6.92 mm olarak bulunmuştur. Şekil 4.3c’de incelenen Solhan istasyonu yağış verilerinde serinin ilk 29 yılının ikinci 29 yılı

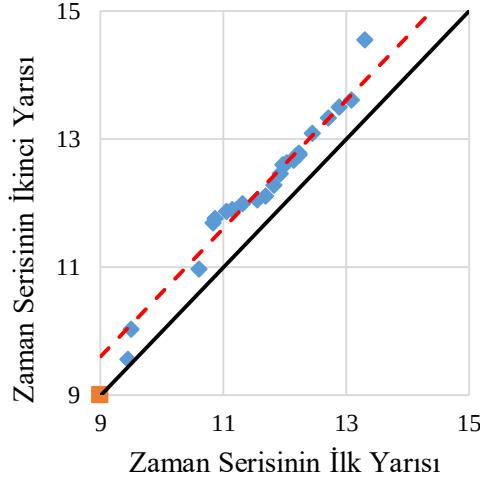
ortalama yağış farkı -3.55 mm olarak hesaplanmıştır. Şekil 4.3d’de incelenen Kığı istasyonuna uygulanan Şen-ITA grafiğinde azalma eğilimi diğer 4 istasyona göre daha ciddi seviyededir.



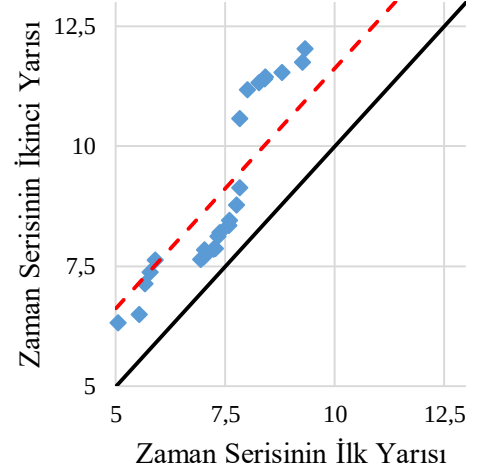
Şekil 4.3 İncelenen istasyonların yağış verilerinin Şen-ITA eğilim grafiği
(a: Bingöl, b: Karlıova, c: Solhan, d: Kığı)

Şekil 4.4’de Şen-ITA testi uygulamaları sonucunda bulunan eğilim değerlerinin çalışma alanı olarak seçilen Göynük Çayı havzası üzerindeki değişimi ARCGIS uygulamasıyla gösterilmiştir. Şekil 4.4’de görüldüğü üzere yağış değerlerinin uygulanan yöntem için 4 istasyonda da azalma eğilimindedir. Bu azalmanın istasyonların havzaya olan mesafeleri

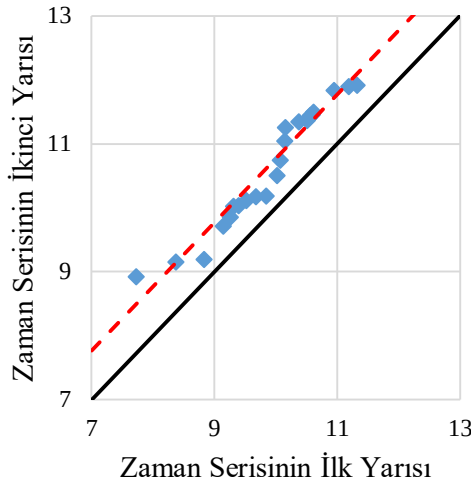
4c). Fakat sözkonusu grafiğe bakıldığında bu artışın anlamlı bir düzeyde olmadığı görülmüştür. Şekil 4.5d üzerinde grafiği çizilen Kığı istasyonu sıcaklık verilerinde ortalama sıcaklığın 0.92°C artış hesaplanmıştır.



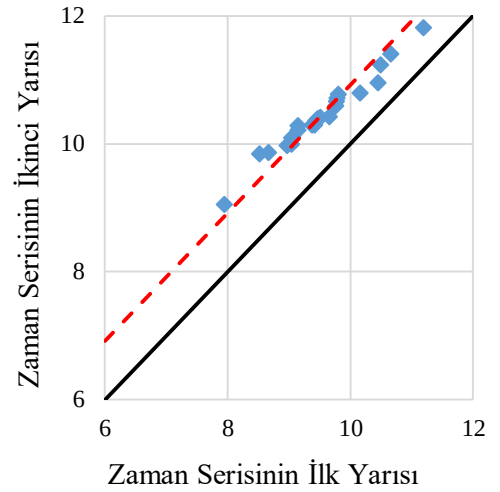
(a)



(b)



(c)

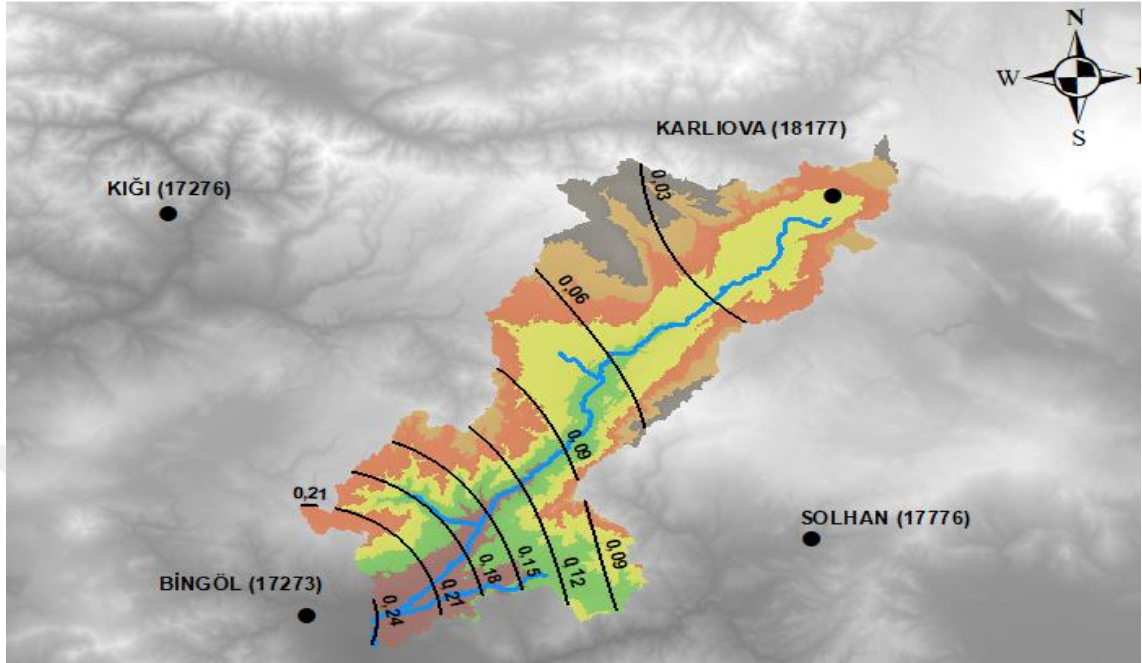


(d)

Şekil 4.5 İncelenen istasyonların sıcaklık verilerinin Şen-ITA grafikleri
(a: Bingöl, b: Karlıova, c: Solhan, d: Kığı)

Göynük havzasının sıcaklık değerleri Şen-ITA yöntemiyle incelenmiş ve grafikleri Şekil 4.5'de gösterilmiştir. Bu gösterilen eğilim değerlerinin istasyonların mesafeleri dikkate alınarak havzaya nasıl bir etki yaptığını ortaya koymak amacıyla Şekil 4.6 çizilmiştir. Bu çalışmanın sonucunda sıcaklık değerlerinin havzanın mansap bölgesine yaklaştıkça

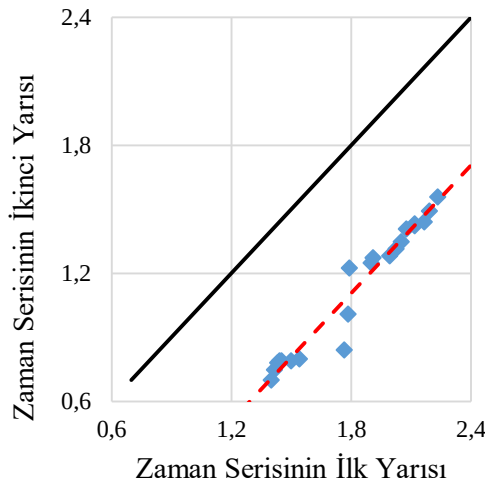
artma eğiliminin daha fazla, memba kısmında sıcaklık artışındaki eğilimin daha az miktarda olduğu görülmektedir.



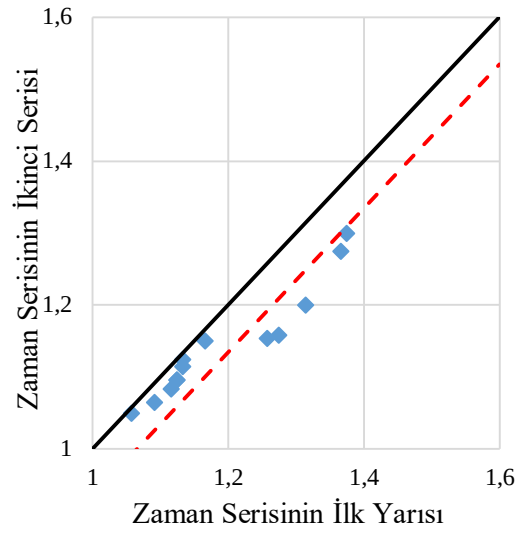
Şekil 4.6 Göynük havzası Şen-ITA eş sıcaklık eğilim değerlerinin havza içinde değişimi.

Şen-ITA yöntemi 1976-2017 yılları arasındaki çalışma havzası rüzgâr verileri için uygulanmıştır. Bu rüzgâr verileri için Bingöl merkez, Karlıova, Solhan ve Kığı ilçelerindeki DMI verileri kullanılmıştır. Uygulama sonucu oluşan grafikler Şekil 4.7’de gösterilmiştir. Şekil 4.7a’ya bakıldığında Bingöl istasyonunun rüzgâr verilerinde tek düzenli azalma eğilimi olduğu ve 42 yıllık dönem için, ilk yarı 21 yıllık serinin ikinci yarı 21 yıllık seriye göre rüzgâr verilerinin ortalamasındaki değişim -0.69 m/s ’dir.

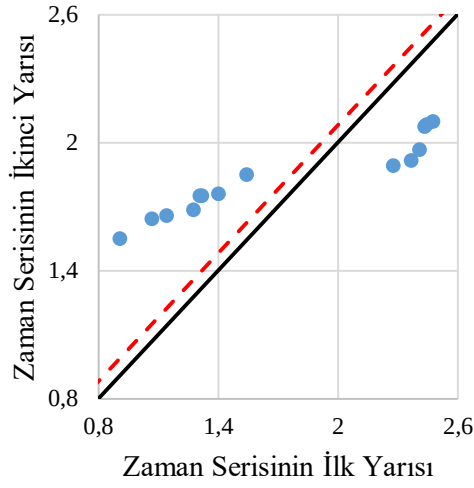
Şekil 4.7b’de gösterilen Karlıova rüzgâr verilerinde ilk serinin ikinci seriye göre ortalama rüzgâr değerlerinin farkı -0.07 m/s ’dir. Şekil 4.7c’de Solhan istasyonundaki rüzgâr değerlerinin değişimi incelenmiştir. Bu inceleme sonucunda diğer istasyonların aksine ilk serisinin ikinci seriye göre ortalama farkı 0.08 m/s olarak bulunmuştur. Söz konusu istasyon için aslında çok-düzenli eğilim mevcut olup, minimum ve ortalama değerlerde artan maksimum değerlerde azalan bir eğilim hakimdir. Önceden bahsi geçtiği gibi bu durum çok-düzenli azalan bir eğilimdir. Şekil 4.7d üzerinde Kığı istasyonu rüzgâr verileri incelenmiş ve bu inceleme sonucunda ilk 21 yıllık rüzgâr ortalamasının son 21 yıllık rüzgâr ortalamasına farkı -0.16 m/s olarak bulunmuştur. Kığı istasyonunda minimum değerlerde artan ortalama ve maksimum değerlerde azalan çok-düzenli azalan bir eğilim mevcuttur.



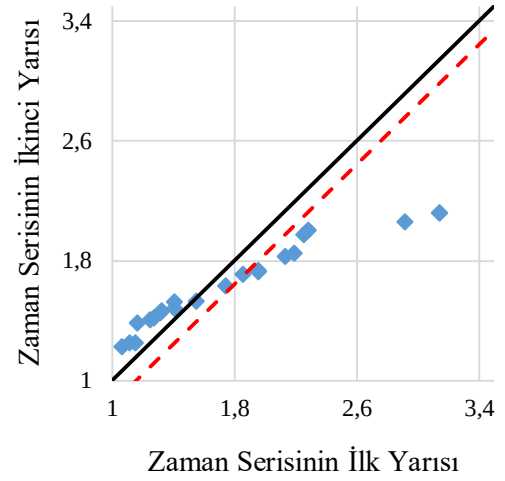
(a)



(b)

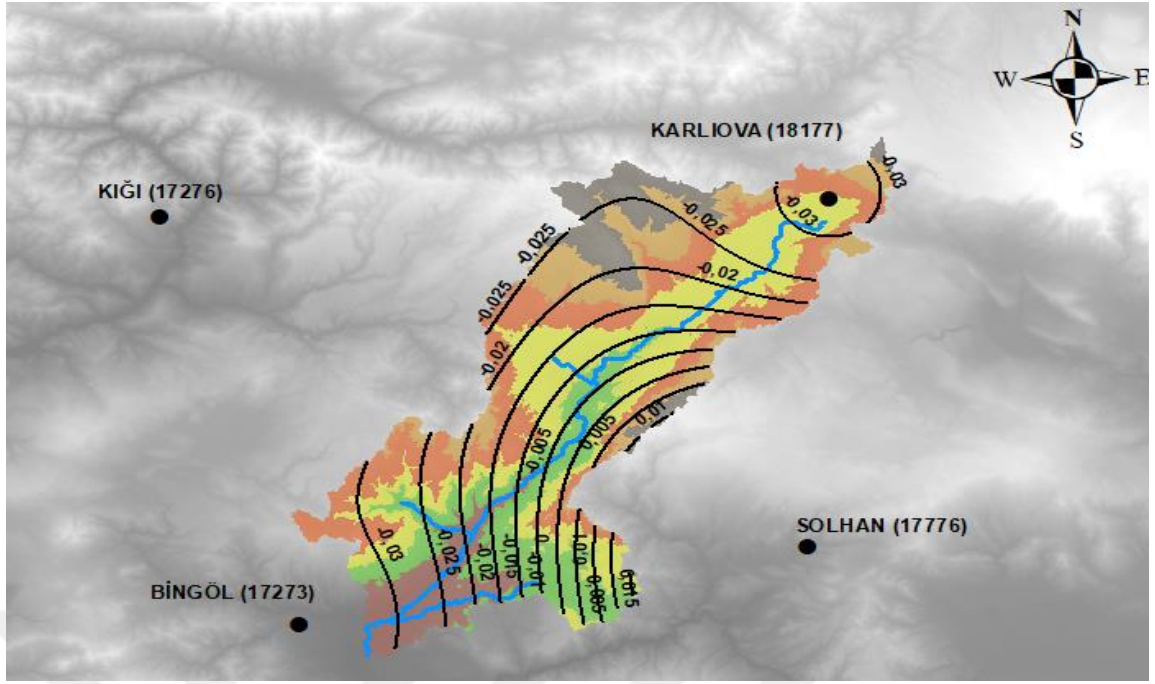


(c)



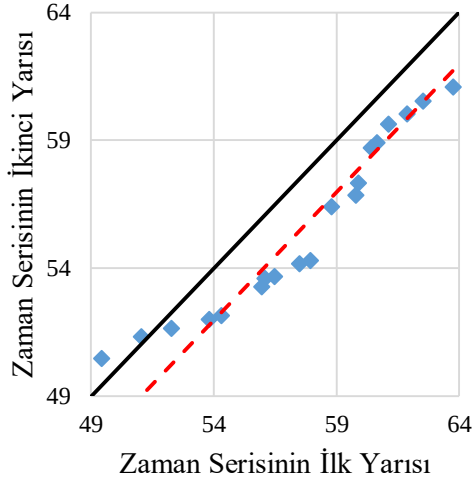
(d)

Şekil 4.7 İncelenen istasyonların rüzgar verilerinin Şen-ITA grafikleri
(a: Bingöl, b: Karlıova, c: Solhan, d: Kığı)

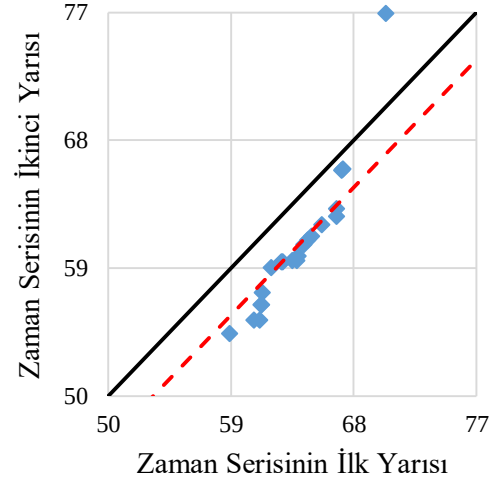


Şekil 4.8 Göynük havzası Şen-ITA eş rüzgar eğilim değerlerinin havza içinde değişimi.

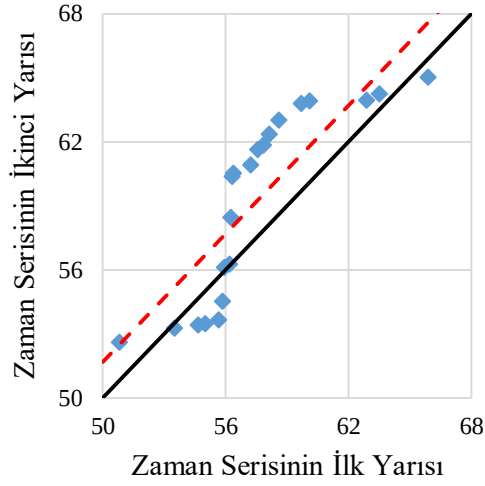
Bir başka parametre olan nispi nem ise 1976-2017 yılları arasında Şen-ITA yöntemine tabi tutularak incelenmiştir. Bu yöntemle yapılan uygulamalar sonucunda oluşan grafikler Şekil 4.9'da gösterilmiştir. Şekil 4.9'da bulunan Bingöl meteoroloji istasyonundan alınan verilere göre söz konusu istasyonda tek-düzenli azalan eğilim mevcut olup, ilk 21 yılın ortalama nispi nem değerinin ikinci 21 yıllık ortalama nispi nem değeri arasındaki farkı -2.03 olarak bulunmuştur. Şekil 4.9b'de gösterilen Karlıova istasyonuna bakıldığında yaklaşık tek-düzenli bir azalan eğilim olduğu ve ortalamalar arasındaki farkın -3.30 olduğu hesaplanmıştır. Şekil 4.9c'deki Solhan istasyonunda diğer istasyonların aksine çok-düzenli artan eğilim mevcut olup (minimum değerlerde azalan ortalama ve maksimum değerlerde artan eğilim), ikinci 21 yılın ortalamasının ilk 21 yılın ortalamasına farkı 1.71 olarak hesaplanmış ve bu bölgenin nispi neminde artış görülmektedir. Diğer parametrelerin aksine nispi nem verileri Kığı istasyonunda ölçülmemiş ve bu bölgedeki nispi nem değerlerine Şen-ITA yöntemi uygulanamamıştır.



(a)



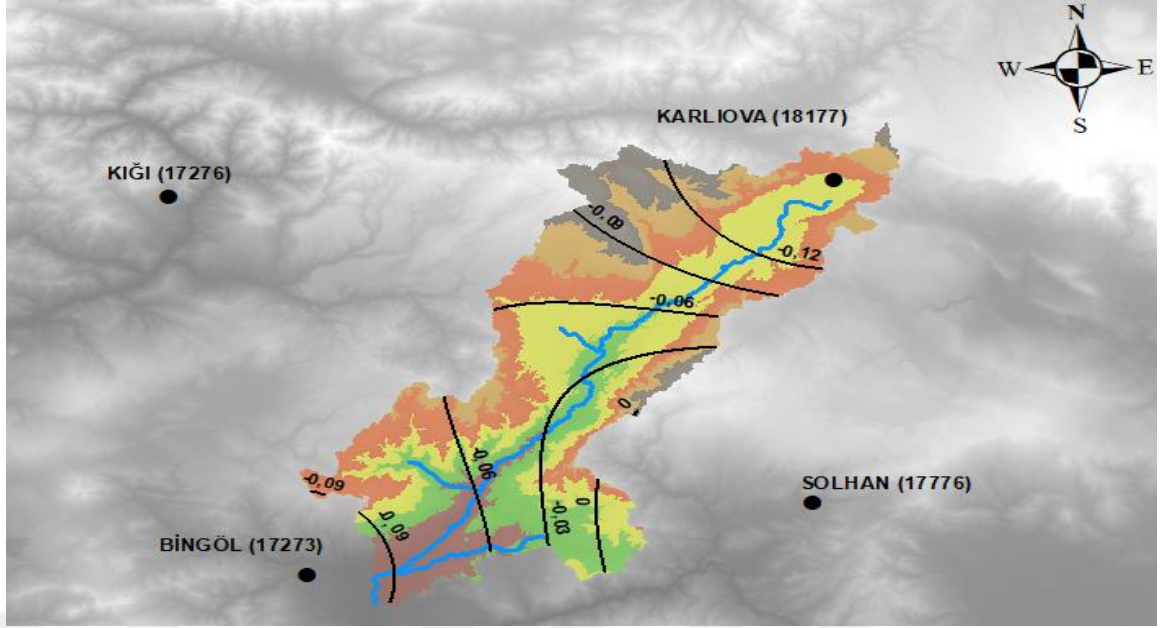
(b)



(c)

Şekil 4.9 İncelenen istasyonların nispi nem verilerinin Şen-ITA grafikleri (a: Bingöl, b: Karlıova, c: Solhan)

Şekil 4.9’da nispi nem parametresi için Şen-ITA yöntemiyle hesaplanan eğilim değerleri ve hesaplanan ara değerleri ile birlikte nispi nem parametresinin havza sınırları içerisinde nasıl bir değişim gösterdiği Şekil 4.10’da gösterilmiştir. Bu çalışma sonucunda nispi nem yüzdesi değerlerinde Karlıova istasyonu Bingöl merkezde bulunan istasyona göre daha fazla azalma eğilimine sahiptir.



Şekil 4.10 Göynük havzası Şen-ITA eş nispi nem eğilim değerlerinin havza içinde değişimi.

Çalışma alanı olarak seçilen Göynük havzasında oluşacak trend değerleri incelenmiş ve bu değişimler doğrultusunda elde edilen trend değerleri Çizelge 4.1’de gösterilmiştir. Bulunan bu değerler kritik değerlerle mukayese edilerek anlamlılık veya anlamsızlık durumları incelenmiştir. Çizelge 4.1’de gösterilen çalışmadan elde edilen sonuçlar incelendiğinde, bu havzadaki akarsu akış değerlerinde kritik değerin üzerinde bir azalma eğilimi görülmektedir. Yağış değerlerine bakıldığında 4 istasyonun verileri doğrultusunda kritik değerin üzerinde bir azalma olduğu görülmektedir. Sıcaklık değerleri incelendiğinde 4 istasyonun 1970-2017 yılları arasındaki sıcaklık değerlerinden çizilen grafiklerde ve eğim sonuçlarında bu havzada sıcaklıklarda bir artış trendi olduğu ve tüm istasyonlarda kritik değerin üzerinde olduğu görülmektedir. Rüzgâr verilerine incelendiğinde bu 4 istasyondan alınan verilere uygulanan Şen-ITA testi sonucunda Bingöl, Karlıova ve Kığı istasyonlarında bir azalma eğilimi, Solhan istasyonunda bir artma eğilimi görülmektedir. Bulunan bu değişimlerin tamamı kritik değerin üzerindedir. Nispi nem değerleri incelendiğinde, Bingöl ve Karlıova istasyonlarında bir azalma eğilimi, Solhan istasyonunda bir artış eğilimi ve hesaplanan bu trend değerlerinin kritik değerin üzerinde olduğu görülmektedir.

Şen-ITA yönteminin havzadaki uygulama sonuçlarına ait Çizelge 4.1’e bakıldığında; sıcaklık ve yağış verilerindeki azalma eğilimleri kritik değerin üzerinde olduğu için gelecek yıllar adına kuraklık riskiyle karşılaşılabileceği tahmin edilmektedir. Rüzgâr ve

nispi nem değerlerinin bölgesel farklılıklar oluşturduğu görölmektedir. Göynük Çayı akış değerlerinin azalma yönünde bir eğilime sahip olduğu, sıcaklık ve yağış gibi iklim parametrelerindeki eğilimler de dikkate alındığında bu azalmanın iklim değişikliğinde kaynaklandığı tahmin edilmektedir.

Çizelge 4.1 Şen-ITA Trend Analiz Sonuçları

	Veri Aralığı	Parametre	Eğim Değeri ve yönü	Kritik değer (σ_s)	Trend ($\pm$)
Devecik akış ölçüm İstasyonu (2158 nolu)	1970-2017	Akış	-0.0300	0.0052	Var(-)
Bingöl	1960-2017	Yağış	-0.3922	0.0530	Var(-)
	1970-2017	Sıcaklık	0.2512	0.0023	Var(+)
	1976-2017	Rüzgâr	-0.0330	0.0015	Var(-)
	1976-2017	Nispi nem	-0.0960	0.0140	Var(-)
Karlhova	1960-2017	Yağış	-0.2384	0.0510	Var(-)
	1970-2017	Sıcaklık	0.0675	0.0092	Var(+)
	1976-2017	Rüzgâr	-0.0310	0.0009	Var (-)
	1976-2017	Nispi nem	-0.1500	0.0200	Var (-)
Solhan	1960-2017	Yağış	-0.1229	0.0460	Var (-)
	1970-2017	Sıcaklık	0.0320	0.0032	Var (+)
	1976-2017	Rüzgâr	0.0500	0.0080	Var (+)
	1976-2017	Nispi nem	0.0810	0.0300	Var (+)
Kığı	1960-2017	Yağış	-0.3600	0.0560	Var (-)
	1970-2017	Sıcaklık	0.0380	0.0016	Var (+)
	1976-2017	Rüzgâr	-0.0700	0.0016	Var (-)

4.2 Mann-Kendall Trend Metodu Uygulamaları

Mann–Kendall (MK) trend sınaması havzada bulunan 4 istasyon için ayrı ayrı seri korelasyon etkisi giderildikten sonra uygulanan sonuçlar Çizelge 5.2.’de gösterilmektedir. Çizelgeden okunan değerler doğrultusunda Göynük Çayı’nın akarsu değerlerinde bir azalma olduğu ama bu azalmanın kabul edilen 1,96 değerinin altında olduğu gözlemlenmekte ve bu nedenle akışta anlamlı olmayan bir azalma olduğu görülmektedir. Yağış değerleri incelendiğinde Bingöl, Karlıova, Solhan değerlerinde bir azalma olduğu bu azalmanın anlamlı değere çok yakın olsa da yöntemde kabul edilen değerin altında olduğu görülmektedir. Kığı’daki istasyon değerlerinden alınan veriler doğrultusunda burada yağışta çok ciddi bir azalma beklenmektedir. Genel anlamda bakıldığında yağış değerlerinde kuraklık riskine varabilecek bir tehdit seviyesinde azalma olabileceği tahmin edilmektedir.

Sıcaklık değerleri incelendiğinde 4 istasyondan alınan verilere yöntem uygulamasının verdiği sonuçta kuraklık riski oluşturacak düzeyde bir artışın olduğu ve bu artışın 1.96 kritik değerinde üstünde olduğu görülmektedir.

Rüzgâr değerlerinde Bingöl ve Kığı istasyonlarının oluşturduğu eğilim incelendiğinde kritik değerin üzerinde bir trendle rüzgâr parametresinin azaldığı görülmektedir. Diğer iki istasyonun değerlerine MK yöntemi uygulandığında Solhan istasyonunda bir artış eğilimi, Karlıova istasyonunda bir azalma eğilimi olduğu görülmekte ama bu değerlerinin anlamlı bir değerde olmadığı görülmektedir.

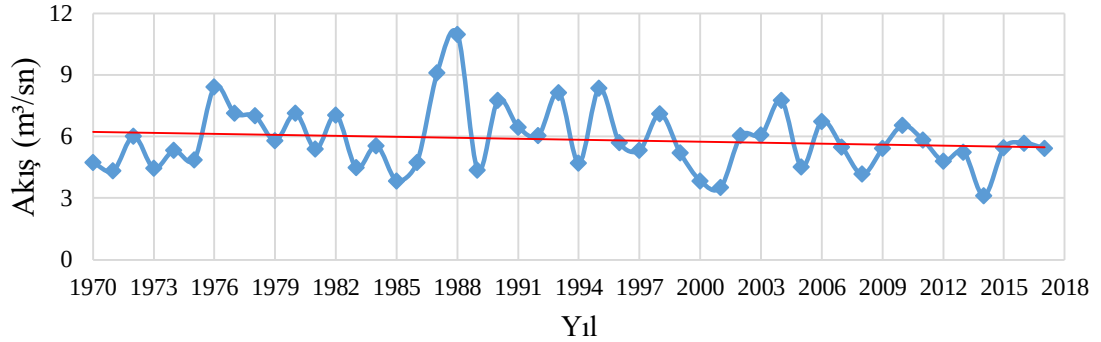
Mann-Kendall yönteminin havzadaki uygulama sonuçlarına Çizelge 4.2’de gösterilen değerlerine bakılarak; sıcaklık ve yağış değerlerinin değişimi sonucunda ileriki yıllarda havzada kuraklık riski oluşabileceği, rüzgâr değerlerinin bazı bölgelerde ciddi azalmalar yaşadığı görülmektedir. MK yönteminin çalışma havzasındaki uygulama sonuçları incelendiğinde çalışma alanı olarak kabul edilen Göynük Çayı’nın akış potansiyelinde ciddi bir değişim olmadığı görülmektedir.

Çizelge 4.2 Mann-Kendal Yöntemi Trend Analiz Sonuçları

	Veri Aralığı	Parametre	Hesaplanan Z Değeri	Kritik Z Değeri	H0 Hipotezi	Trend (±)
Devecik akış ölçüm İstasyonu (2158)	1970-2017	Akış	-0.0129	(±1.96)	Kabul	Yok
Bingöl	1960-2017	Yağış	-1.4300	(±1.96)	Kabul	Yok
	1970-2017	Sıcaklık	2.2101	(±1.96)	Kabul	Var
	1976-2017	Rüzgâr	-7.5200	(±1.96)	Kabul	Var
	1976-2017	Nispi nem	-2.8529	(±1.96)	Kabul	Var
Karlıova	1960-2017	Yağış	-0.7090	(±1.96)	Kabul	Yok
	1970-2017	Sıcaklık	3.3289	(±1.96)	Kabul	Var
	1976-2017	Rüzgâr	-1.4817	(±1.96)	Kabul	Yok
	1976-2017	Nispi nem	-2.7631	(±1.96)	Kabul	Var
Solhan	1960-2017	Yağış	-1.0119	(±1.96)	Kabul	Yok
	1970-2017	Sıcaklık	2.3934	(±1.96)	Kabul	Var
	1976-2017	Rüzgâr	0.4812	(±1.96)	Kabul	Yok
	1976-2017	Nispi nem	-0.0200	(±1.96)	Kabul	Yok
Kığı	1960-2017	Yağış	-2.1684	(±1.96)	Kabul	Var
	1970-2017	Sıcaklık	2.3934	(±1.96)	Kabul	Var
	1976-2017	Rüzgâr	-7.5200	(±1.96)	Kabul	Var

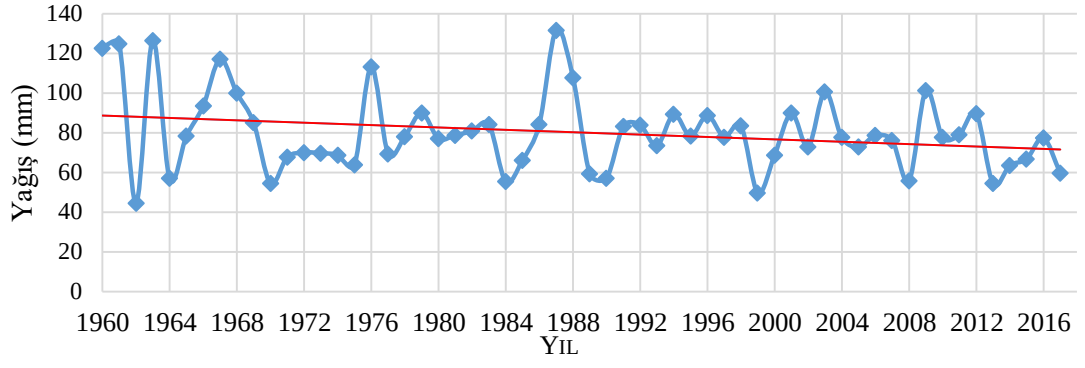
4.3 Doğrusal Regresyon Analizi Uygulamaları

Çalışma alanı olarak seçilen Göynük havzasında akış verilerinde doğrusal regresyon yöntemi uygulanmış ve Şekil 4.11’de gösterilmiştir. Çalışma aralığı olarak 1970 ve 2017 yılları arası seçmiştir. Bu yıllar arasında yapılan analiz sonucunda akış değerlerindeki eğilim değeri $-0.016 \text{ m}^3/\text{s}/\text{yıl}$ olarak bulunmuştur.

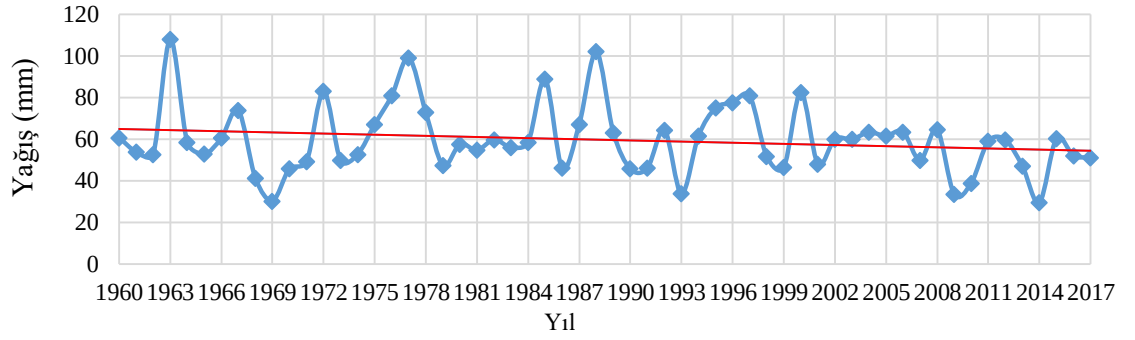


Şekil 4.11 Göynük Çayı Akış Verileri Doğrusal Regresyon Eğilim Analizi Grafiği

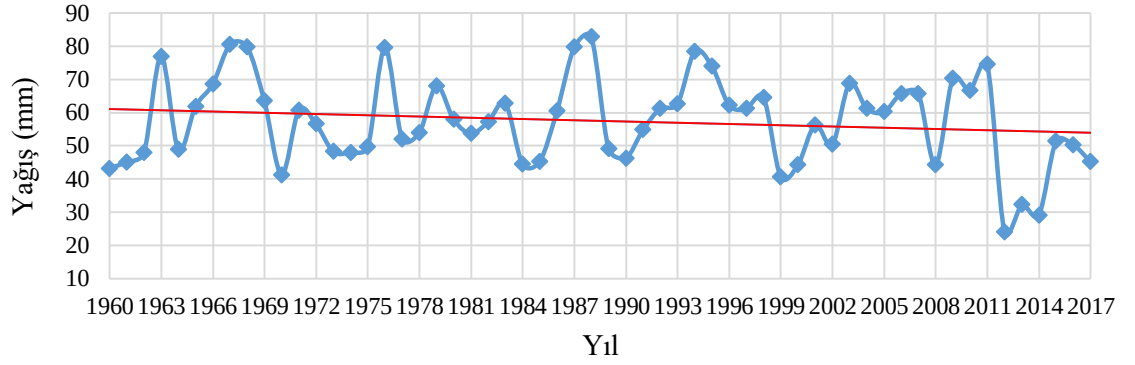
Doğrusal regresyon yöntemi yağış verilerine 1960 ile 2017 yılları arasında uygulanmıştır. Bu yöntemin havza içerisinde 4 bölgeye uygulanması sonucu oluşan grafikler Şekil 4.12, 4.13, 4.14, 4.15’de gösterilmiştir. Şekil 4.12’de Bingöl istasyonunun yağış parametresinin trend grafiği gösterilmiştir. Bu grafikteki eğilim değeri -0.2976 mm/yıl olarak bulunmuştur. Şekil 4.13’de Karlıova istasyonunun yağış parametresinin trend grafiği gösterilmiştir. Karlıova’da bulunan istasyonda eğilim değeri -0.1796 mm/yıl olarak bulunmuştur. Şekil 4.14’de Solhan istasyonunun yağış parametresinin trend grafiği gösterilmiştir. Solhan istasyonundan alınan verilerle yapılan analizde eğilim -0.1264 mm/yıl olarak bulunmuştur. Şekil 4.15’de Kığı istasyonunun yağış parametresinin trend grafiği gösterilmiştir. Kığı istasyonundan oluşan grafikteki eğilim değeri -0.3313 mm/yıl olarak bulunmuştur.



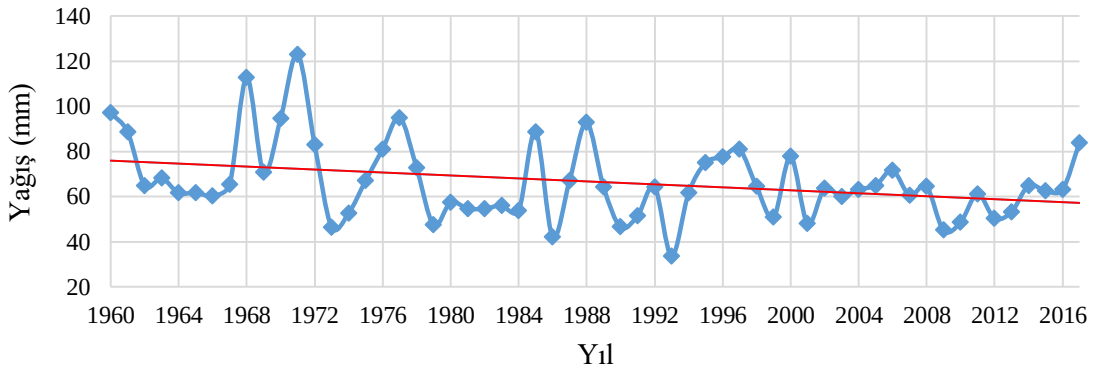
Şekil 4.12 Bingöl İstasyonu Yağış Verileri Doğrusal Regresyon Eğilim Analizi Grafiği



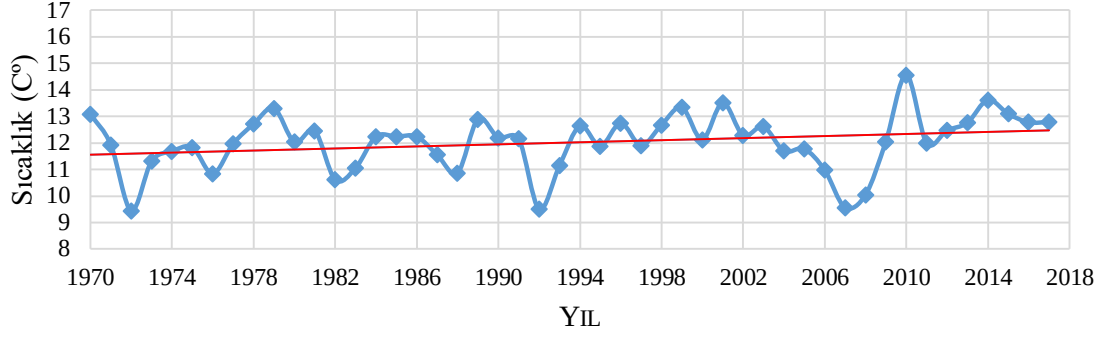
Şekil 4.13 Karlıova İstasyonu Yağış Verileri Doğrusal Regresyon Eğilim Analizi Grafiği



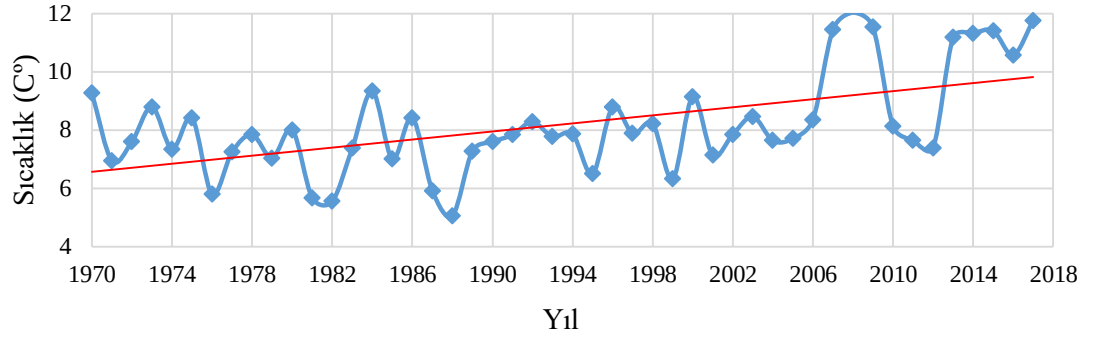
Şekil 4.14 Solhan İstasyonu Yağış Verileri Doğrusal Regresyon Eğilim Analizi Grafiği



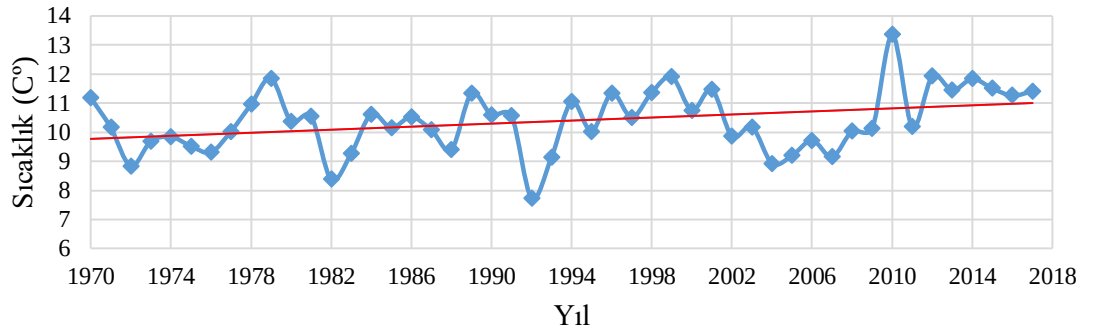
Şekil 4.15 Kığı İstasyonu Yağış Verileri Doğrusal Regresyon Eğilim Analizi Grafiği



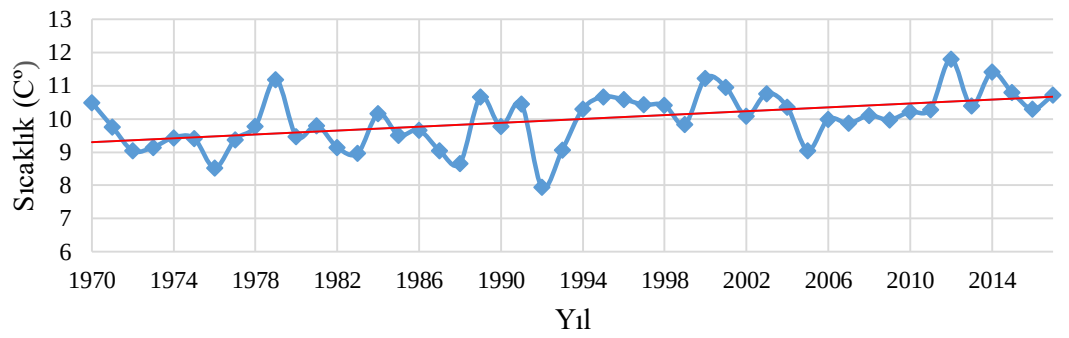
Şekil 4.17 Bingöl İstasyonu Sıcaklık Verileri Doğrusal Regresyon Eğilim Analizi Grafiği



Şekil 4.18 Karlıova İstasyonu Sıcaklık Verileri Doğrusal Regresyon Eğilim Analizi Grafiği

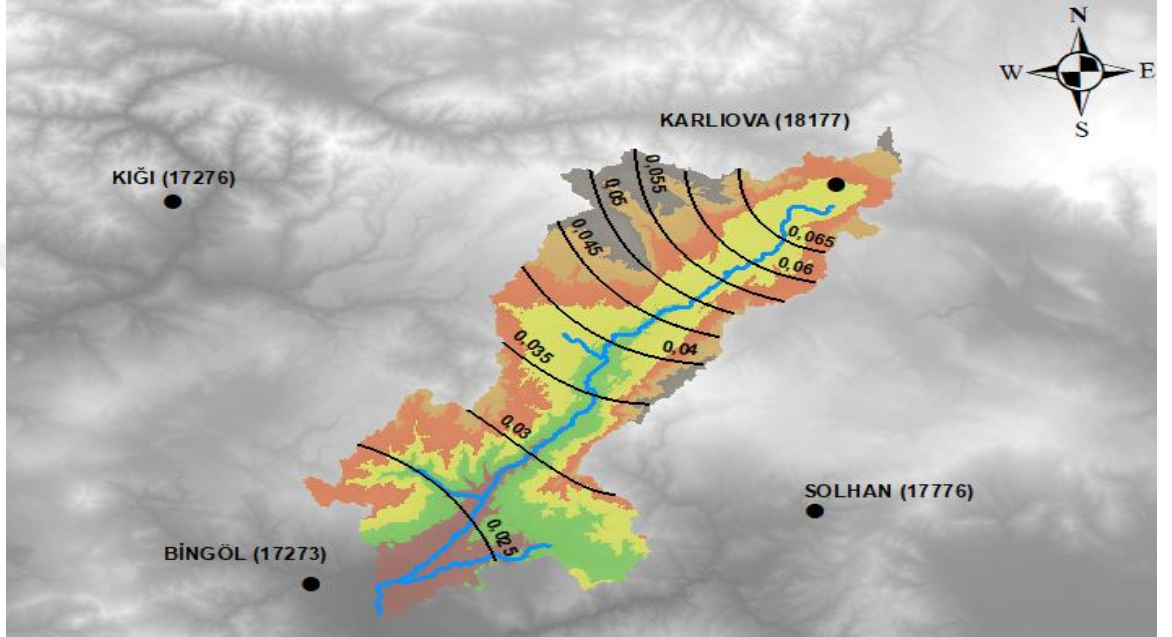


Şekil 4.19 Solhan İstasyonu Sıcaklık Verileri Doğrusal Regresyon Eğilim Analizi Grafiği



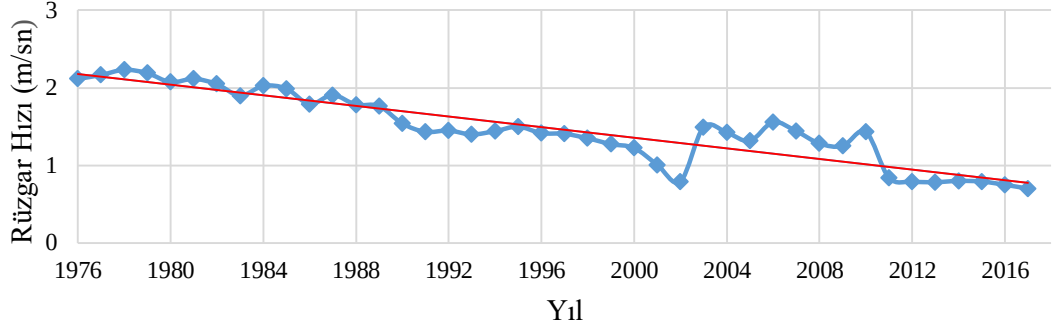
Şekil 4.20 Kığı İstasyonu Sıcaklık Verileri Doğrusal Regresyon Eğilim Analizi Grafiği

Şekil 4.17, 4.18, 4.19 ve 4.20’de gösterilen çalışma alanındaki 4 istasyondaki verilerden oluşturulan doğrusal regresyon eğilim grafikleri incelendiğinde bu değerlerde bir artış olduğu gözlemlenmektedir. Bu hesaplanan değerlerin istasyonların eğilim değerlerinin konumsal değişimi dikkate alınarak Şekil 4.21 çizilmiştir. Bu çalışmanın sonucu olarak havzanın memba kısmı olan Karlıova bölgesinde sıcaklıklardaki artış eğiliminin daha şiddetli olduğu, mansap kısmına doğru sıcaklık artış eğiliminin zayıfladığı görülmektedir

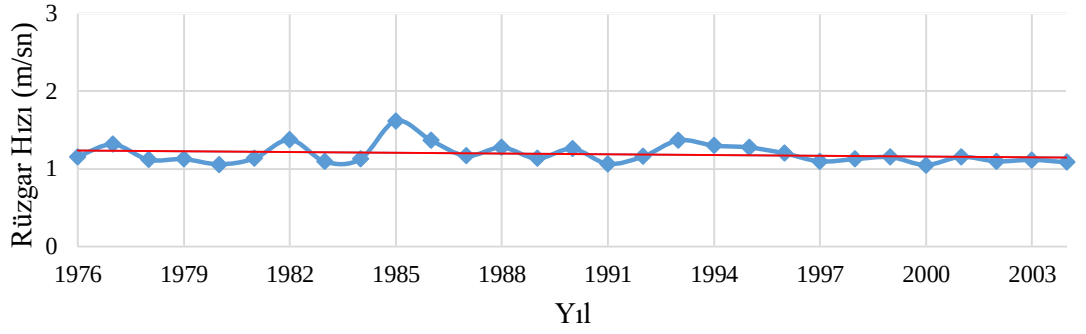


Şekil 4.21 Göynük Havzasında Sıcaklık Parametresinin Doğrusal Regresyon Eğilim Değerlerinin Havza İçinde Değişimi

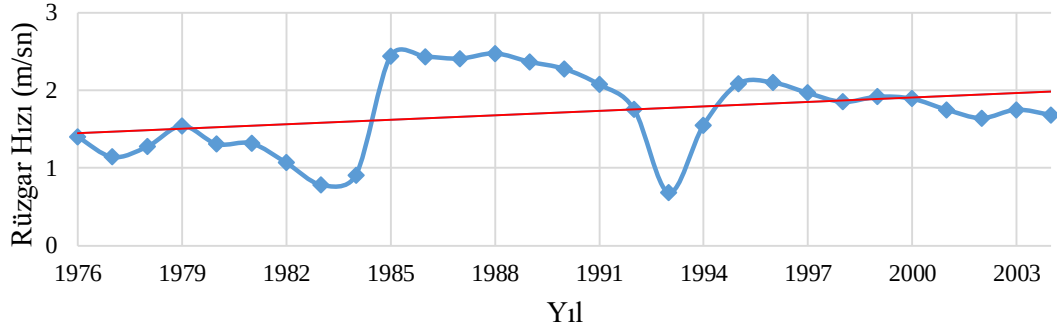
Doğrusal regresyon yöntemi bir başka parametre olan rüzgâr verilerine 1976-2017 yılları arasında uygulanmıştır. Uygulanan yöntem sonuçları Şekil 4.22’de Bingöl, Şekil 4.23’de Karlıova, Şekil 4.24’de Solhan, Şekil 4.25’de Kığı istasyonları için grafiklerle gösterilmiştir. Bingöl istasyonunda bulunan eğilim -0.0343 m/s/yıl, Karlıova istasyonunda 1976-2004 yılları arasında uygulanmakta olup, eğilim değeri -0.0328 m/s/yıl; Solhan’da çalışma aralığı 1976-2004 arasında olup burada eğilim 0.011 m/s/yıl bulunmuştur. Kığı ilçesinde bulunan istasyonda 1976-2017 yılları arası incelemiş ve eğilim -0.0085 m/s/yıl bulunmuştur.



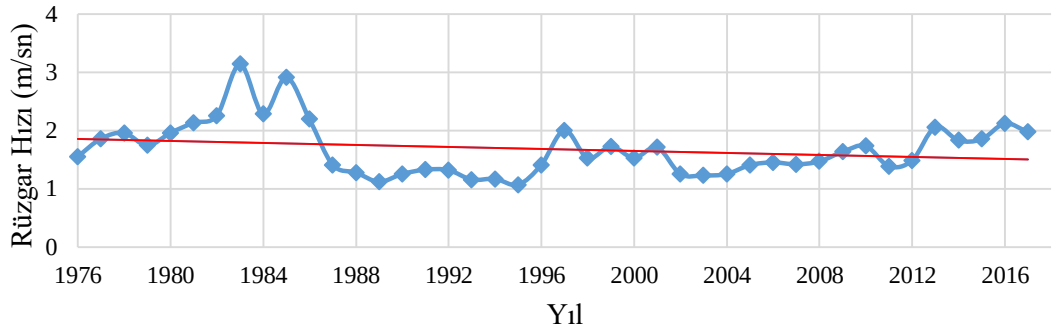
Şekil 4.22 Bingöl İstasyonu Rüzgâr Verileri Doğrusal Regresyon Eğilim Analizi Grafiği



Şekil 4.23 Karlıova İstasyonu Rüzgâr Verileri Doğrusal Regresyon Eğilim Analizi Grafiği

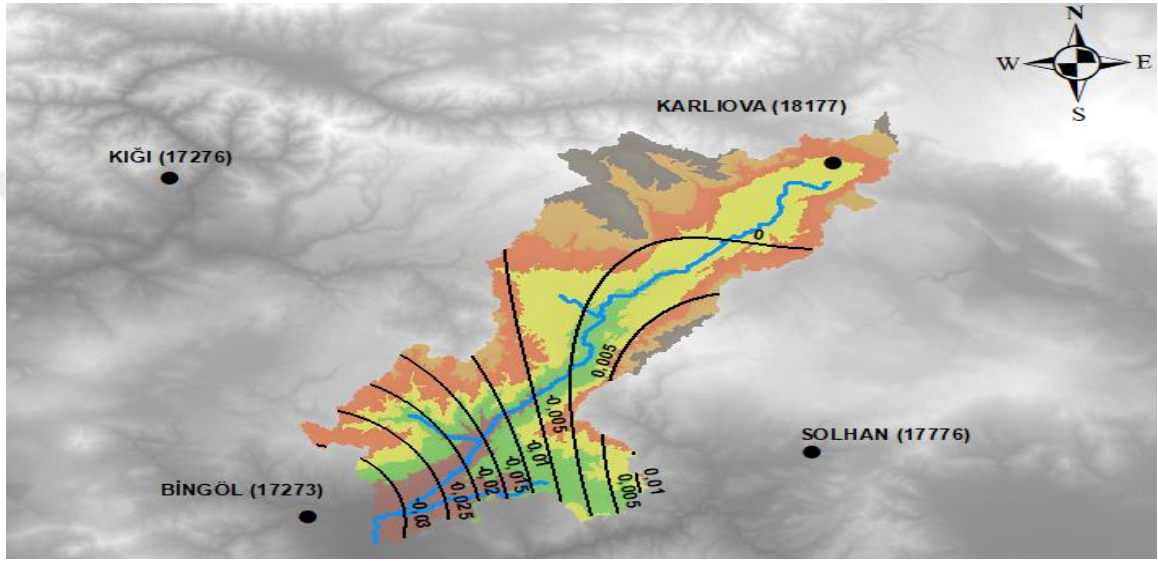


Şekil 4.24 Solhan İstasyonu Rüzgâr Verileri Doğrusal Regresyon Eğilim Analizi Grafiği



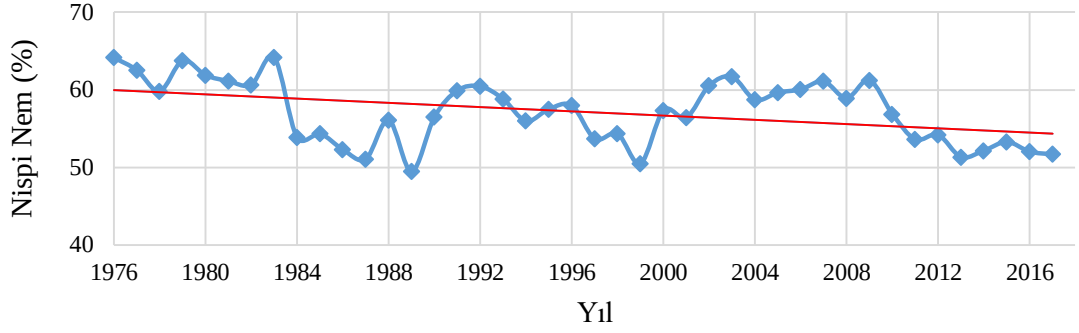
Şekil 4.25 Kığı İstasyonu Rüzgâr Verileri Doğrusal Regresyon Eğilim Analizi Grafiği

Şekil 4.22, 23, 24, 25’de gösterilen çalışma alanı içinde kalan havzadaki istasyonların doğrusal regresyon metoduyla eğim değerleri bulunmuştur. Bulunan bu eğim değerlerinin havza alanı içindeki dağılımını göstermek amacıyla Şekil 4.26’da gösterilmiştir. Bu çalışmanın sonucuna göre rüzgar değerlerinin Bingöl merkezde ve Kığı’da bulunan istasyonda azalan yönde bir trend gösterdiği, Karlıova ve Solhan istasyonlarında artan yönde bir trend olduğu görülmüştür.

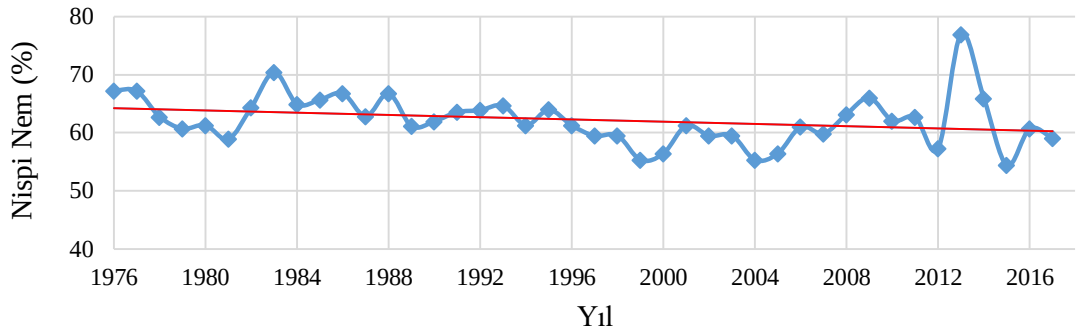


Şekil 4.26 Göynük Havzasında Rüzgâr Parametresinin Doğrusal Regresyon Eğilim Değerlerinin Havza İçinde Değişimi

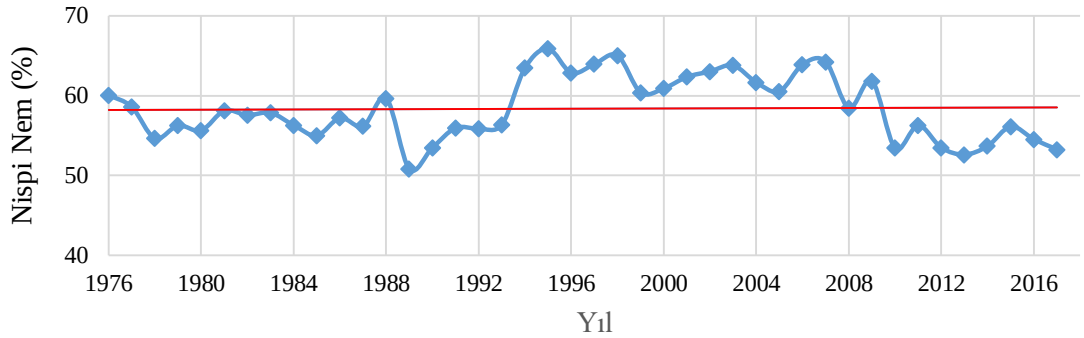
Bir başka iklim parametresi olan nispi nem değerleriyle oluşturulan doğrusal regresyon grafikleri; Bingöl ilinde bulunan istasyonun verileriyle Şekil 4.27’de oluşturulan grafiğin eğimi -0.1379, Karlıova verilerinden oluşturulan Şekil 4.28’deki grafiğin eğimi -0.0966 olarak bulunmuştur. Solhan verileriyle oluşturulan nispi nem değeri doğrusal regresyon grafiğinin eğimi 0.0084 olarak bulunmuştur ve Şekil 4.29’da gösterilmiştir.



Şekil 4.27 Bingöl İstasyonu Nispi Nem Verileri Doğrusal Regresyon Eğilim Analizi Grafiği



Şekil 4.28 Karlıova İstasyonu Nispi Nem Verileri Doğrusal Regresyon eğilim analizi grafiği



Şekil 4.29 Solhan İstasyonu Nispi Nem Verileri Doğrusal Regresyon eğilim analizi grafiği

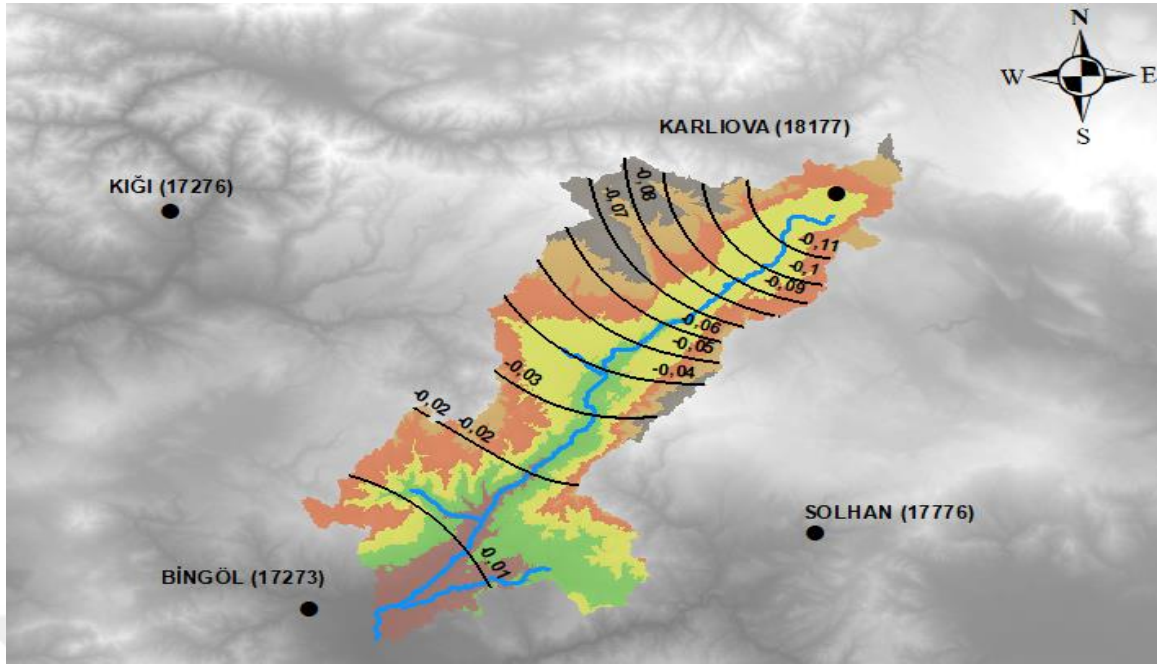
Şekil 4.27, 4.28 ve 4.29’da gösterilen doğrusal regresyon yöntemiyle bulunan eğilim değerlerinin havza içinde konumsal değişimi Şekil 4.30’da gösterilmiştir. Bu çalışmanın sonucuna göre havzanın tamamında azalan bir nispi nem eğilimi olduğu görülmekte ve bu azalmanın membadan mansapa doğru gittikçe şiddetlendiği görülmektedir. Bu çalışmada

Çizelge 4.3 Doğrusal Regresyon Yöntemi Trend Analiz Sonuçları

	Veri Aralığı	Parametre	Eğim Değeri	Eğim yönü
Devecik akış ölçüm İstasyonu (2158 Nolu)	1970-2017	Akış	0.0160	-
	1960-2017	Yağış	0.2976	-
	1970-2017	Sıcaklık	0.0194	+
Bingöl	1976-2017	Rüzgâr	0.0343	-
	1976-2017	Nispi nem	0.0138	-
	1960-2017	Yağış	0.1796	-
	1970-2017	Sıcaklık	0.0691	+
Karlıova	1976-2017	Rüzgâr	0.0033	-
	1976-2017	Nispi nem	0.0966	-
	1960-2017	Yağış	0.1264	-
	1970-2017	Sıcaklık	0.0262	+
Solhan	1976-2017	Rüzgâr	0.0111	+
	1976-2017	Nispi nem	0.0084	+
	1960-2017	Yağış	0.3313	-
	1970-2017	Sıcaklık	0.0287	+
Kığı	1976-2017	Rüzgâr	0.0085	-

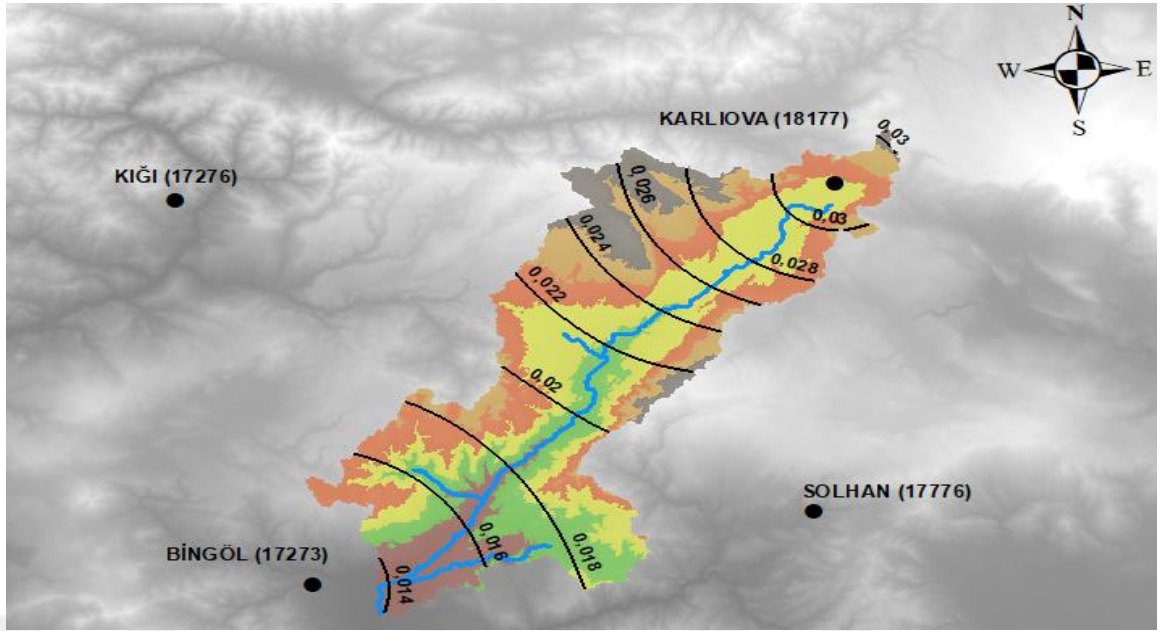
4.4 Sen'in Trend Analiz Uygulamaları

Çalışma alanımız olan Göynük Çayı'nın akış verileri Sen'in trend metodu uygulamasında çalışma aralığı 1970-2017 yılları arasında seçilmiş ve medyan değeri $-0.3871 \text{ m}^3/\text{s/yıl}$ olarak bulunmuştur. Yağış verileride benzer 1970 ve 2017 arası olarak kabul edilmiştir. Bingöl istasyonundaki verilerin uygulanmasında bulunan medyan değeri 0.033 mm/yıl ; Karlıova istasyonunun -0.35 mm/yıl ; Solhanda -0.036 mm/yıl ; Kığı istasyonunda -0.3871 mm/yıl olarak bulunmuştur. Şekil 4.31'de gösterildiği üzere bu havzanın içinde kalan tüm bölgelerde yağış azalan yönde bir trend göstermektedir. Yağışın azalma trendi mansaptan membaya gittikçe artmaktadır.



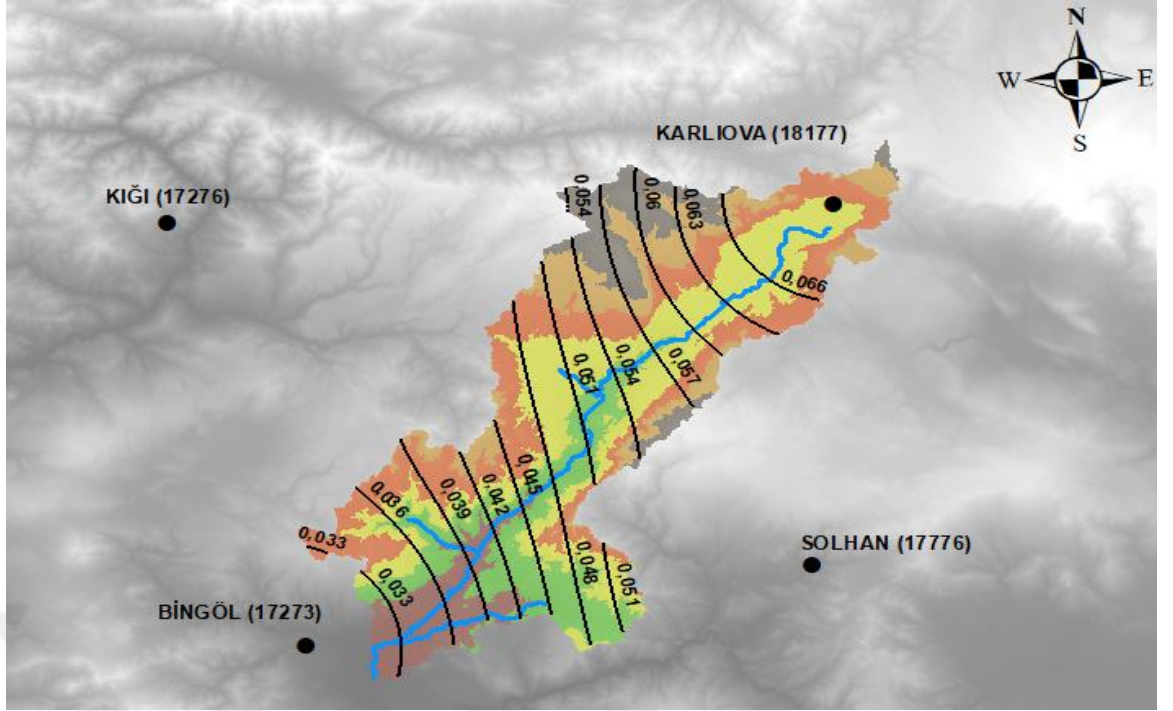
Şekil 4.31 Göynük Havzasında Yağış Parametresinin Sen'in Trend Testi Eğilim Değerlerinin Havza İçinde Değişimi

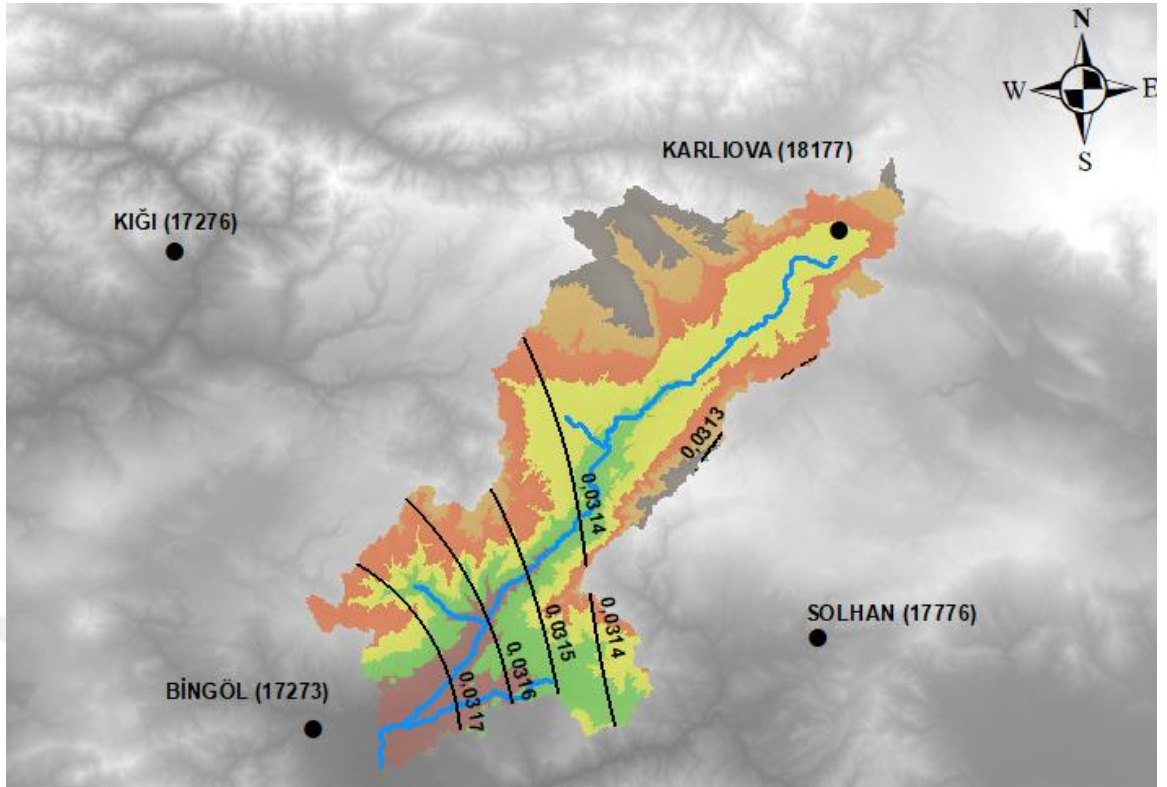
Çalışma havzasında sıcaklık verilerinin Sen'in eğilim hesaplayıcısı yöntemiyle 1970 ve 2017 yılları arasında analizi yapılmıştır. Bu yöntemle Bingöl ili sıcaklık eğilimi medyan değeri $0.32\text{ }^{\circ}\text{C/yıl}$, Karlıova istasyonunun medyan değeri $0.732\text{ }^{\circ}\text{C/yıl}$, Solhan istasyonunda $0.454\text{ }^{\circ}\text{C/yıl}$, Kığı ilçesindeki istasyonda ise medyan değeri $0.454\text{ }^{\circ}\text{C/yıl}$ olarak bulunmuştur. Sıcaklığın havza içindeki dağılımı Şekil 4.32'de gösterilmiştir. Bu çalışmaya göre akarsuyun memba kısmı olan Karlıova bölgesinde sıcaklık artış trendinin daha şiddetli olduğu görülmüştür.



Şekil 4.32 Göynük Havzasında Sıcaklık Parametresinin Sen'in Trend Testi Eğilim Değerlerinin Havza İçinde Değişimi

Sen'in eğilim hesaplayıcısı yöntemiyle rüzgâr verileri analizi yapıldığında eldeki verilerden yola çıkılarak 1976-2017 yılları arasında uygulama yapılmıştır. Bu yöntemde Bingöl ilinde bulunan istasyon verilerinden yola çıkılarak yapılan uygulamada medyan değeri 0.65 m/s/yıl, Karlıova'daki istasyonda 1976 ile 2004 yılları arasında medyan değeri 0.824 m/s/yıl, Solhan'da 0.8244 m/s/yıl, Kığı ilçesindeki verilere bakıldığında medyan değeri 0.0654 m/s/yıl olarak bulunmuştur. Rüzgâr değerlerindeki eğilimin havza içerisindeki dağılımını incelemek amacıyla Şekil 4.33'deki haritalama yöntemi kullanılmıştır. Bu harita incelendiğinde rüzgar değerlerinin Bingöl ilinde azalan eğilimde olduğu, Karlıova bölgesine gittikçe rüzgar verilerinde artan bir trend meydana geldiği görülmektedir.





Şekil 4.34 Göynük Havzasında Nispi Nem Parametresinin Sen'in Trend Testi Eğilim Değerlerinin Havza İçinde Değişimi

Çizelge 4.4'de görüldüğü gibi Sen'in eğilim hesaplayıcısı yönteminde akış değerlerinde bir azalma olduğu görülmektedir. Yağış verileri 4 istasyonda da azalma yönünde bir trend göstermektedir. Rüzgâr değerleriyle yapılan çalışmada 4 istasyonda da havzanın tamamında rüzgâr verilerinde artan yönde bir trendi gösterdiği görülmektedir. Nispi nem değerleri incelendiğinde 3 istasyondan alınan verilerde de artan bir trend olduğu bu trendin havzanın tamamında artan yönde oluştuğu görülmektedir. Genel anlamda bu yöntemde de akış ve yağış verilerinde bir azalma olduğu; sıcaklık, rüzgâr ve nispi nem değerlerinde bir artış olduğu görülmektedir. Bu çalışmada da bir kuraklık riski olabileceği görülmektedir.

Çizelge 4.4 Sen'in Eğilim Hesaplayıcısı Trend Analiz Yöntemi Sonuçları

	Veri Aralığı	Parametre	Eğim Değeri	Eğim yönü
Devecik akış ölçüm İstasyonu (2158 Nolu)	1970-2017	Akış	0.0116	-
Bingöl	1960-2017	Yağış	0.0014	-
	1970-2017	Sıcaklık	0.0135	+
	1976-2017	Rüzgâr	0.0311	+
	1976-2017	Nispi nem	0.0318	+
Karlıova	1960-2017	Yağış	0.1190	-
	1970-2017	Sıcaklık	0.0305	+
	1976-2017	Rüzgâr	0.0690	+
	1976-2017	Nispi nem	0.0313	+
Solhan	1960-2017	Yağış	0.0015	-
	1970-2017	Sıcaklık	0.0189	+
	1976-2017	Rüzgâr	0.0589	+
	1976-2017	Nispi nem	0.0312	+
Kığı	1960-2017	Yağış	0.0161	-
	1970-2017	Sıcaklık	0.0206	+
	1976-2017	Rüzgâr	0.0280	+

Çalışma alanı olarak seçilen kaynağını Karlıova'dan alan ve Bingöl ilinin merkezine yakın bir noktada başka bir akarsuyla birleşen Murat nehrinin bir kolunu oluşturan Göynük Çayı 4 meteoroloji istasyonundan alınan veriler doğrultusunda 4 farklı trend metoduna tabi tutulmuştur ve sonuçlar Çizelge 4.5'de gösterilmiştir. Bu metotlardan çıkan sonuçlar incelendiğinde;

Akış değerlerinde bulunan eğilim değerleri Şen-yenilikçi ve Mann Kendall testinde kabul edilen kritik değerin altında bir azalma, Sen'in T testi ve doğrusal regresyon yönteminde birbirine yakın değerlerde bir azalma eğilimi olduğu görülmektedir.

Yağış değerlerinden oluşan eğilim değerleri incelendiğinde İnovatif-Şen metodunda 4 bölgede kritik değerin üzerinde bir azalma eğilimi görülmekte olup, Mann Kendall sıralı korelasyon testinde de sadece Kığı bölgesinde anlamlı bir azalma olduğu, uygulanan diğer 2 yöntemde de negatif yönde eğilimler olduğu görülmektedir. Bu sonuçları destekleyici olarak, Aydın ve diğ. (2019) çalışma havzasına yakın Elazığ iline ait yağış olaylarında önemli düşüş eğilimleri hesapladıklarını ifade etmişlerdir.

Sıcaklık değerlerine bakıldığında hem Şen-ITA metodu hem de Mann-Kendall metodunda akarsu havzası içerisinde bulunan 4 bölgede de ciddi bir sıcaklık artış trendi bulunmuş, Sen'in T testi ve doğrusal regresyon testinde pozitif yönde eğimler bulunmuştur.

Çizelge 4.5 Trend Analiz Metotlarının Sonuçlarının Kıyaslanması

	Şen-ITA Testi				Nispi nem
	Akış	Yağış	Sıcaklık	Rüzgâr	
Devecik	Yok				
Bingöl		Var (-)	Var (+)	Var (-)	Var (-)
Karlıova		Var (-)	Yok	Var (-)	Var (-)
Solhan		Var (-)	Var (+)	Var (+)	Var (-)
Kığı		Var (-)	Var (+)	Var (-)	

	Mann-Kendall Testi				Nispi nem
	Akış	Yağış	Sıcaklık	Rüzgâr	
Devecik	Yok				
Bingöl		Yok	Var(+)	Var (+)	Var (+)
Karlıova		Yok	Var(+)	Yok	Var(+)
Solhan		Yok	Var(+)	Yok	Yok
Kığı		Var (-)	Var(+)	Var(+)	

	Sen'in T Testi				Nispi nem
	Akış	Yağış	Sıcaklık	Rüzgâr	
Devecik	-0.0116				
Bingöl		-0.0139	0.1350	0.0311	0.0318
Karlıova		-0.1190	0.0305	0.0690	0.0313
Solhan		-0.0015	0.0189	0.0590	0.0312
Kığı		-0.0161	0.0206	0.0280	

	Doğrusal Regresyon Testi				Nispi nem
	Akış	Yağış	Sıcaklık	Rüzgâr	
Devecik	-0.0160				
Bingöl		-0.2976	0.0194	-0.0343	-0.0138
Karlıova		-0.1796	0.0691	-0.0033	-0.0966
Solhan		-0.1264	0.0262	0.0110	0.0085
Kığı		-0.3313	0.0287	-0.0085	

Çizelge 4.5’de görüldüğü gibi rüzgâr ve nispi nem değerlerinde yöntemler arası ve bölgeler arasında farklılıklar ortaya çıkmıştır. Havzadaki istasyonlardan alınan havza parametrelerine uygulanan bu 4 farklı yöntem Çizelge 4.5’de sonuçlarıyla gösterilmiştir. Bu 4 yöntemde de genel anlamıyla Göynük Çayı’nın akarsu potansiyeli açısından gelecek yıllarda sıkıntı oluşturabilecek bir azalma eğilimi olduğu bulunmuştur. Bu azalmanın havza içerisinde Bingöl, Karlıova, Kığı ve Solhan bölgesindeki yağış ve sıcaklık iklim parametrelerindeki değişimlerden kaynaklandığı bulgularıyla ortaya konulmuştur. Yağış da genel anlamıyla azalma ve sıcaklık değerlerinde ciddi artışlar, Bingöl ilinin içme suyu olarak tedarik edilen Devecik kaynağının bu çayın üzerinde bulunması ve birçok yaşam

alanı için sudan faydalanıldığı göz önünde bulundurulduğunda gelecekte bir kuraklık riskine karşı önlem alınması gerektiği görülmektedir.

4.5 Mevsimsel Mann Kendall Metodu Uygulamaları

Çizelge 4.6, 4.7, 4.8 ve 4.9’da gösterilen Mann–Kendall (MK) trend sınaması havzada bulunan 4 istasyon için ayrı ayrı seri korelasyon etkisi giderildikten sonra elde edilen sonuçlar gösterilmektedir. Buradan alınan veriler doğrultusunda Göynük Çayı’nın akarsu değerlerinde sonbahar mevsiminde bir azalma olduğu ama bu azalmanın kabul edilen 1,96 değerinin altında olduğu gözlemlenmekte ve bu nedenle akışta anlamlı olmayan bir azalma olduğu görülmektedir. Yağış değerlerine bakıldığında Bingöl, Karlıova, Solhan, Kığı değerlerinde bir azalma olduğu bu azalmanın anlamlı değere çok yakın olsa da yöntemde kabul edilen değerin altında olduğu görülmektedir. Genel anlamda bakıldığında yağış değerlerinde kuraklık riskine varabilecek bir tehdit seviyesinde bir azalma olabileceği görülmektedir. Sıcaklık değerlerine bakıldığında 4 istasyondan alınan verilere MK uygulamasının verdiği sonuçta da kuraklık riski oluşturacak düzeyde bir artışın olduğu ve özellikle Karlıova ve Kığı bölgesinde 1.96 kritik değerin üzerinde bir artma olduğu görülmektedir. Rüzgar değerlerine bakıldığında 4 istasyonunda rüzgar değerlerinde elde edilen sonuçlar doğrultusunda burada bir trend görülmemektedir. Nispi nem değerlerine bakıldığında sadece Bingöl bölgesinde bir trend gözlemlenmektedir.

Mann-Kendall yönteminin havzadaki uygulama sonuçları olan Çizelge 4.6 sonuçları incelendiğinde, sonbahar aylarında sıcaklık değerlerindeki artış ve yağış değerlerinin azalmasındaki değişim neticesinde havzada kuraklık riskiyle karşılaşabileceğini sonuçlar göstermektedir. Rüzgâr değerlerinin bazı bölgelerde ciddi azalmalar yaşadığı görülmektedir. Akarsudan alınan akış verileriyle yapılan analizde anlamlı azalma görülmemektedir. Rüzgar değerlerindeki eğilimden dolayı gelecek yıllarda rüzgar değerlerinde bir değişim olabileceği görülmektedir.

Çizelge 4.6 Mann-Kendal Yöntemi Sonbahar Mevsimi Trend Analiz Sonuçları

	Veri Aralığı	Parametre	Hesaplanan Z Değeri	Kritik Z Değeri	H0 Hipotezi	Trend (±)
Devecik akış ölçüm İstasyonu (2158 Nolu)	1970-2017	Akış	-0.4126	(±1.96)	Kabul	Yok
Bingöl	1960-2017	Yağış	-1.1463	(±1.96)	Kabul	Yok
	1970-2017	Sıcaklık	0.2800	(±1.96)	Kabul	Yok
	1976-2017	Rüzgâr	-6.3460	(±1.96)	Kabul	Var
	1976-2017	Nispi nem	-3.2201	(±1.96)	Kabul	Var
Karlıova	1960-2017	Yağış	1.1500	(±1.96)	Kabul	Yok
	1970-2017	Sıcaklık	2.3600	(±1.96)	Kabul	Var
	1976-2017	Rüzgâr	-1.7900	(±1.96)	Kabul	Yok
	1976-2017	Nispi nem	0.7525	(±1.96)	Kabul	Yok
Solhan	1960-2017	Yağış	-1.6040	(±1.96)	Kabul	Yok
	1970-2017	Sıcaklık	0.3300	(±1.96)	Kabul	Yok
	1976-2017	Rüzgâr	2.5400	(±1.96)	Kabul	Var
	1976-2017	Nispi nem	0.5930	(±1.96)	Kabul	Yok
Kığı	1960-2017	Yağış	-0.9400	(±1.96)	Kabul	Yok
	1970-2017	Sıcaklık	2.5400	(±1.96)	Kabul	Var
	1976-2017	Rüzgâr	-2.2800	(±1.96)	Kabul	Var

Kış aylarındaki değişim trendleri Çizelge 4.7’de görülmektedir. Bu çalışmanın sonucunda Akarsunun akış değerlerinde anlamlı değişim gözlemlenmemiştir. Yağış değerlerinde anlamlı bir değişimin olmadığı sıcaklık değerlerinde Karlıova ve Kığı bölgelerinde anlamlı sıcaklık değişimi olduğu, rüzgarlarda da trendin oluşacağı ve bu değişimin farklı bölgeler için farklı yönde değişimler olduğu görülmektedir. Bazı bölgelerde ciddi bir rüzgâr azalması trendi görülürken, bazı bölgelerde rüzgârlarda ciddi bir artış eğilimi olduğu görülmekte ve bu değişimin istasyonların bulunduğu ilçelerin coğrafi koşullarının farklılığından kaynaklandığı görülmektedir. Havzada nispi nem oranı azalması trendi gözlemlenmektedir.

Çizelge 4.7 Mann-Kendal Yöntemi Kış Mevsimi Trend Analiz Sonuçları

	Veri Aralığı	Parametre	Hesaplanan Z Değeri	Kritik Z Değeri	H0 Hipotezi	Trend (±)
Devecik akış ölçüm İstasyonu (2158 Nolu)	1970-2017	Akış	2.2650	(±1.96)	Kabul	Var
Bingöl	1960-2017	Yağış	0.5539	(±1.96)	Kabul	Yok
	1970-2017	Sıcaklık	1.8200	(±1.96)	Kabul	Yok
	1976-2017	Rüzgâr	-6.5370	(±1.96)	Kabul	Var
	1976-2017	Nispi nem	-1.2600	(±1.96)	Kabul	Yok
Karlıova	1960-2017	Yağış	-1.5300	(±1.96)	Kabul	Yok
	1970-2017	Sıcaklık	2.5585	(±1.96)	Kabul	Var
	1976-2017	Rüzgâr	-3.2900	(±1.96)	Kabul	Var
	1976-2017	Nispi nem	1.0200	(±1.96)	Kabul	Yok
Solhan	1960-2017	Yağış	-0.0200	(±1.96)	Kabul	Yok
	1970-2017	Sıcaklık	0.8712	(±1.96)	Kabul	Yok
	1976-2017	Rüzgâr	2.9000	(±1.96)	Kabul	Var
	1976-2017	Nispi nem	1.1680	(±1.96)	Kabul	Yok
Kığı	1960-2017	Yağış	1.0900	(±1.96)	Kabul	Yok
	1970-2017	Sıcaklık	2.9070	(±1.96)	Kabul	Var
	1976-2017	Rüzgâr	-2.2239	(±1.96)	Kabul	Var

İlkbahar ayları incelendiğinde; akış değerlerinde bir azalma görülmekte ancak bu azalmanın anlamlı değer olarak kabul edilen 1,96 değerinin altında olduğu gözlemlenmektedir. Yağış değerleri incelendiğinde kuraklık riski oluşturabilecek düzeyde bir azalma trendi olduğu gözlemlenmektedir. Sıcaklık değerlerinde bir artma eğilimi olduğu özellikle Karlıova bölgesinde bu artışın anlamlı bir değerde olduğu görülmektedir. Bingöl ilinin merkezinde ciddi bir rüzgâr değişimi olduğu çalışmadan elde edilen bulgularla ortaya çıkmakta ve nispi nem değerlerinde bir azalma olduğu Çizelge 4.8’de görülmektedir.

Çizelge 4.8 Mann-Kendal Yöntemi İlkbahar Mevsimi Trend Analiz Sonuçları

	Veri Aralığı	Parametre	Hesaplanan Z Değeri	Kritik Z Değeri	H0 Hipotezi	Trend (±)
Devecik akış ölçüm İstasyonu (2158 Nolu)	1970-2017	Akış	-1.5131	(±1.96)	Kabul	Yok
Bingöl	1960-2017	Yağış	-2.3201	(±1.96)	Kabul	Var
	1970-2017	Sıcaklık	0.9600	(±1.96)	Kabul	Yok
	1976-2017	Rüzgâr	-6.8960	(±1.96)	Kabul	Var
	1976-2017	Nispi nem	-2.3300	(±1.96)	Kabul	Var
Karlıova	1960-2017	Yağış	-1.7800	(±1.96)	Kabul	Yok
	1970-2017	Sıcaklık	3.0900	(±1.96)	Kabul	Var
	1976-2017	Rüzgâr	0.1300	(±1.96)	Kabul	Yok
	1976-2017	Nispi nem	-0.8716	(±1.96)	Kabul	Yok
Solhan	1960-2017	Yağış	-2.1700	(±1.96)	Kabul	Var
	1970-2017	Sıcaklık	2.2600	(±1.96)	Kabul	Var
	1976-2017	Rüzgâr	0.3576	(±1.96)	Kabul	Yok
	1976-2017	Nispi nem	0.5391	(±1.96)	Kabul	Yok
Kığı	1960-2017	Yağış	-1.8060	(±1.96)	Kabul	Yok
	1970-2017	Sıcaklık	0.3500	(±1.96)	Kabul	Yok
	1976-2017	Rüzgâr	0.3594	(±1.96)	Kabul	Yok

Yaz aylarındaki trend değerleri incelendiğinde, akış değerlerinde eğilimin kritik değerin üzerinde bir değerde bulunduğu ve bu değer akışta ciddi bir azalma trendi olduğunu göstermektedir. Yağış değerlerinin trend bulguları incelendiğinde bazı istasyonlarda azalma ve bazı istasyonlarda artma olduğu fakat bu değerlerin anlamlı değerler olmadığı görülmektedir. Sıcaklık değerlerinin bulguları incelendiğinde bütün istasyonlarda bir artış olduğu fakat özellikle Karlıova bölgesinde anlamlı bir sıcaklık artış trendi gözlemlenmektedir. Bingöl istasyonu rüzgâr değerlerinde anlamlı düzeyde azalma trendi gözlemlenmiştir. Nispi nem değerlerinde Karlıova nispi nem oranının azalma yönünde bir trende sahip olduğu görülmektedir. Yaz mevsimi trend sonuçlarına bir bütün olarak bakıldığında bu 3 ayda akarsuda bir azalma ve bölgede bir kuraklık tehlikesi oluşabileceği görülmektedir.

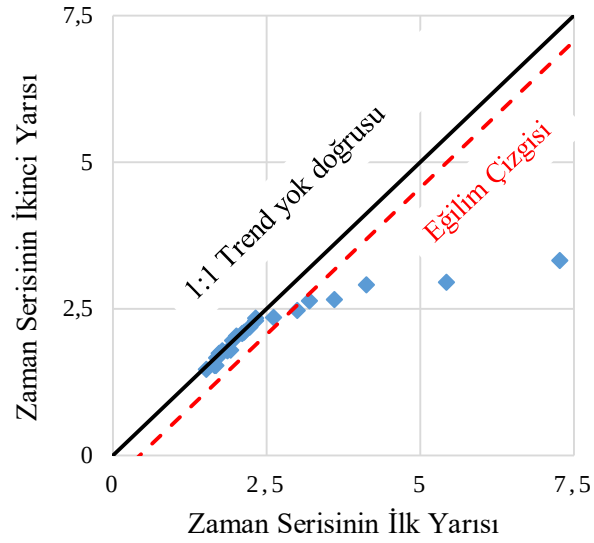
Çizelge 4.9 Mann-Kendal Yöntemi Yaz Mevsimi Trend Analiz Sonuçları

	Veri Aralığı	Parametre	Hesaplanan Z Değeri	Kritik Z Değeri	H0 Hipotezi	Trend (±)
Devecik akış ölçüm İstasyonu (2158 Nolu)	1970-2017	Akış	-2.4100	(±1.96)	Kabul	Var
Bingöl	1960-2017	Yağış	1.0700	(±1.96)	Kabul	Yok
	1970-2017	Sıcaklık	0.5040	(±1.96)	Kabul	Yok
	1976-2017	Rüzgâr	-7.5700	(±1.96)	Kabul	Var
	1976-2017	Nispi nem	-0.7800	(±1.96)	Kabul	Yok
Karlıova	1960-2017	Yağış	-0.1100	(±1.96)	Kabul	Yok
	1970-2017	Sıcaklık	4.4800	(±1.96)	Kabul	Var
	1976-2017	Rüzgâr	0.7700	(±1.96)	Kabul	Yok
	1976-2017	Nispi nem	-3.0776	(±1.96)	Kabul	Var
Solhan	1960-2017	Yağış	1.0900	(±1.96)	Kabul	Yok
	1970-2017	Sıcaklık	1.4700	(±1.96)	Kabul	Yok
	1976-2017	Rüzgâr	0.0520	(±1.96)	Kabul	Yok
	1976-2017	Nispi nem	0.2696	(±1.96)	Kabul	Yok
Kığı	1960-2017	Yağış	-1.128	(±1.96)	Kabul	Yok
	1970-2017	Sıcaklık	0.8900	(±1.96)	Kabul	Yok
	1976-2017	Rüzgâr	0.4200	(±1.96)	Kabul	Yok

4.6 Mevsimsel Şen-ITA Yöntemi Uygulamaları

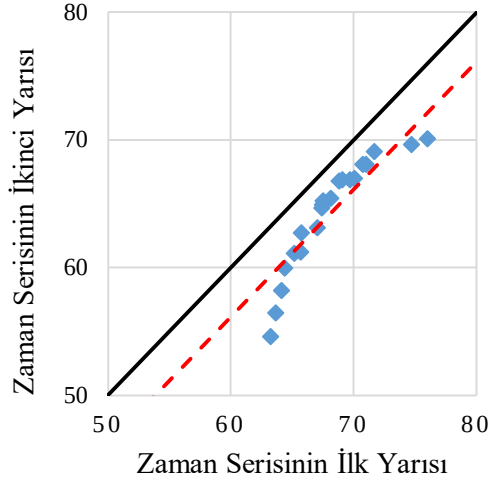
Çalışma alanı olarak seçilen Göynük çayı havzasının mevsimsel olarak değişimini incelemek amacıyla çalışmanın önceki kısımlarda mevsimsel Mann-Kendall yöntemiyle eğilimler tespit edilip çalışmanın bulguları ortaya konulmuştu. Mann-Kendall yöntemi sadece trendin var olup olmadığını belirtirten bir parametrik olmayan yöntem türü olmasına rağmen Şen-ITA yöntemi trendin eğilim değerini de vermekte ve bu da istasyonlar arasındaki kurulacak konumsal değişimlerle havzadaki eğilim değerinin hangi bölgede ne düzeyde ne kadar etki yaptığı konusunda yardımcı olacaktır. Bu doğrultuda mevsimsel olarak çalışma alanı olarak seçilen Göynük havzasını her 3 ayı 1 mevsim kabul ederek, mevsimsel olarak inceleme ihtiyacı duyulmuştur. 4 farklı istasyondan alınan veriler doğrultusunda akış, sıcaklık, nispi nem, rüzgâr ve yağış değerlerini 4 mevsimde ayrı ayrı inceleyip bulunan bulgular doğrultusunda mevsimsel değişimler ifade edilmiştir.

Sonbahar mevsiminde, Göynük Çayı'ndan alınan değerlerden oluşan trend grafiği Şekil 4.35'de gösterilmektedir. Bu grafiğe bakıldığında burada akış değerlerinin bir azalma trendi gösterdiği ve bu azalmanın tek düze bir azalma eğilimi olduğu görülmektedir. Göynük havzasındaki akış değerlerinin ilk yarıyılda değerlerin ikinci yarıyla göre 0.433 m³/s azaldığı bulunmuştur.

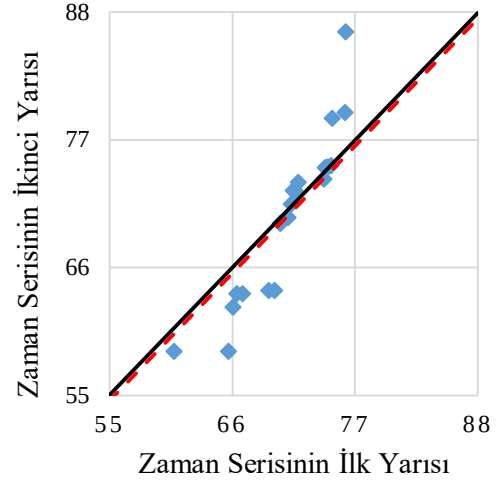


Şekil 4.35 Göynük Çayı sonbahar mevsimi akış değerlerinin Şen-ITA grafiği.

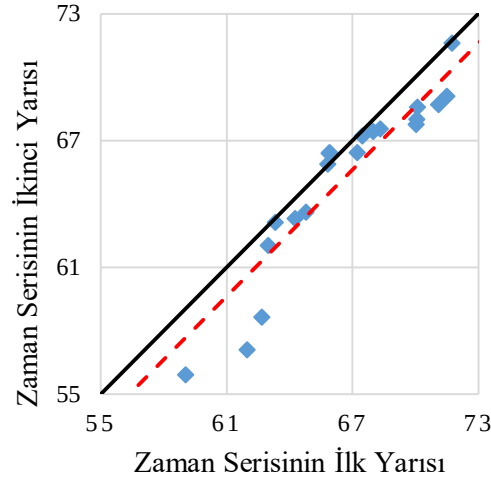
Sonbahar mevsiminde, nispi nem değerlerinden oluşan trend grafikleri Şekil 4.36'da gösterilmiştir. Bu üç istasyondan Bingöl istasyonunun ilk 21 yıllık yarı yılın ikinci 21 yıllık yarıyla göre 3.85 değerinde bir azalma olduğu bulunmuş ve bu değerlerden oluşan grafiğe bakıldığında bu azalmanın tek düze bir azalma olduğu görülmektedir. Şekil 4.36b'de Karlıova istasyonunda ilk yarıyılın ikinci yarıyla göre 0.49 değerinde bir azaldığı bulunmuştur. Şekil 4.36b'de görüldüğü üzere minimum değerlerde bir azalma trendi, maximum değerlerde çok düzenli bir artan trend görülmektedir. Şekil 4.36c'de gösterilen Solhan verilerinden oluşan grafik incelendiğinde tekdüze bir azalma olduğu ve ilk 21 yıllık ortalama değerin ikinci 21 yıllık değere farkı -1.36 olarak bulunmuştur.



(a)



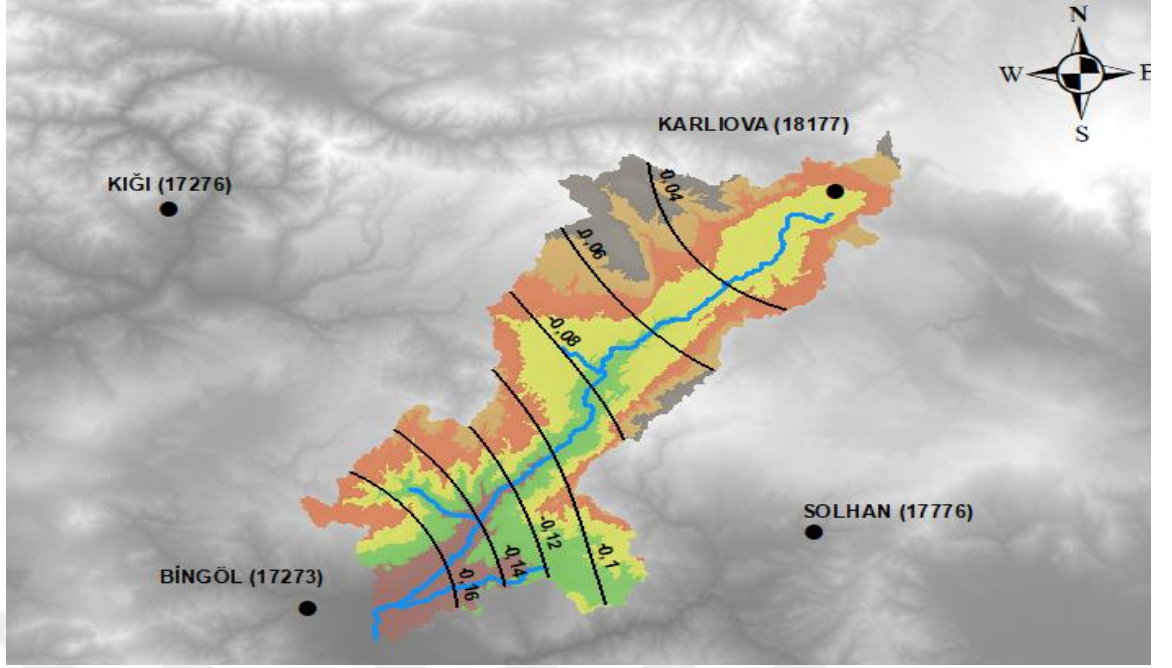
(b)



(c)

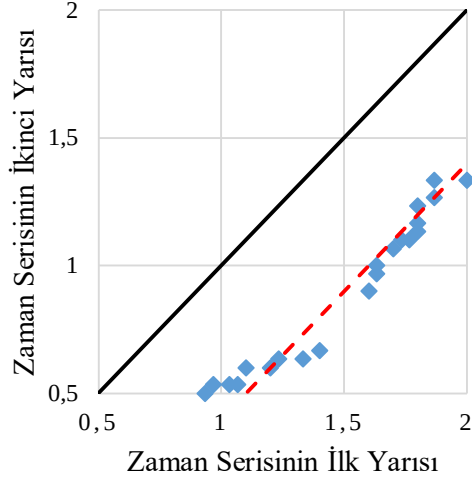
Şekil 4.36 İstasyonların Sonbahar mevsimi nispi nem değerlerinin Şen-ITA trend grafiği (a: Bingöl, b: Karlıova, c: Solhan)

Çalışma havzasındaki nispi nem değerlerinin sonbahar mevsimdeki değişimlerinin uygulamaları Şekil 4.36'da gösterilmiştir. Bu çalışmalar sonucunda bulunan eğim değerlerinin havza içindeki konumsal değişimi Şekil 4.37'de gösterilmiştir. Bu çalışmanın bulgularına göre nispi nem değerlerinin eğilimi Bingöl bölgesinde daha şiddetli azalma eğilimi olmasına karşın Karlıova bölgesinde azalma trendi daha hafiftir.

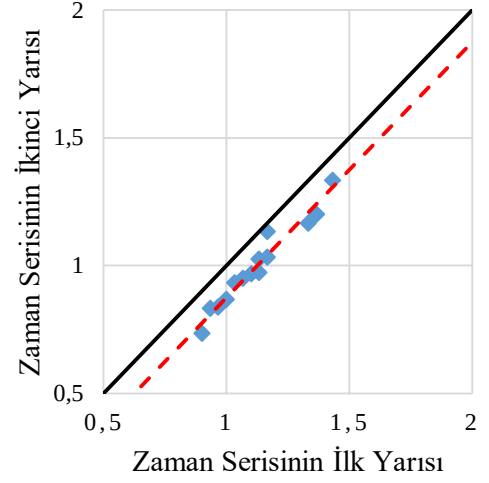


Şekil 4.37 Göynük Havzasında Sonbahar Mevsimindeki Nispi Nem Parametresinin Şen-ITA Eğilim Değerlerinin Havza İçinde Değişimi

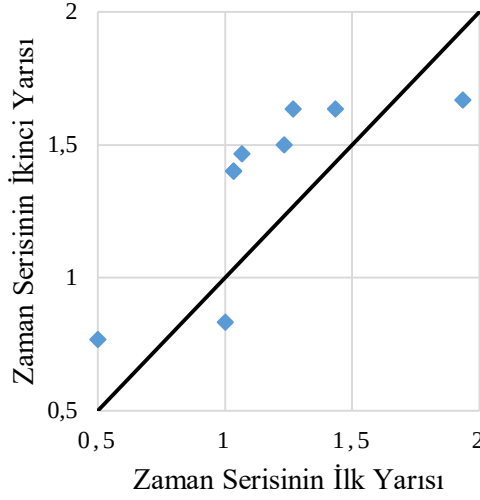
Şekil 4.38’de sonbahar mevsimi için, rüzgar değerlerinde oluşan trend grafikleri incelendiğinde söz konusu şeklin a, b ve d kolonlarında bulunan Bingöl, Karlıova ve Kığı istasyonlarındaki değerlerde tek düze bir azalma eğilimi görülmektedir. Şekil 4.38c’de bulunan Solhan istasyonlarının değerlerine bakıldığında minimum ve maksimum değerlerde azalma, ortanca değerlerde bir artma trendi görülmüş yani çok-düzenli azalma eğilimi hakimdir.



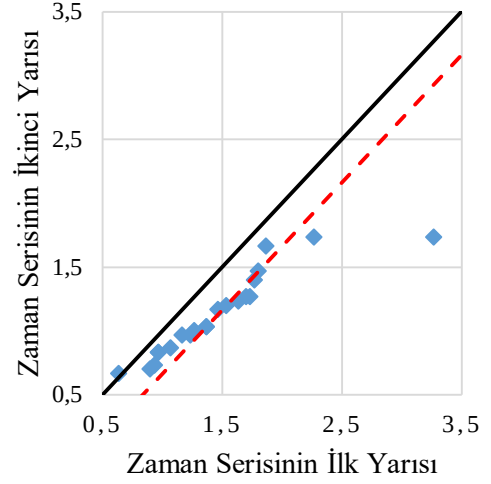
(a)



(b)



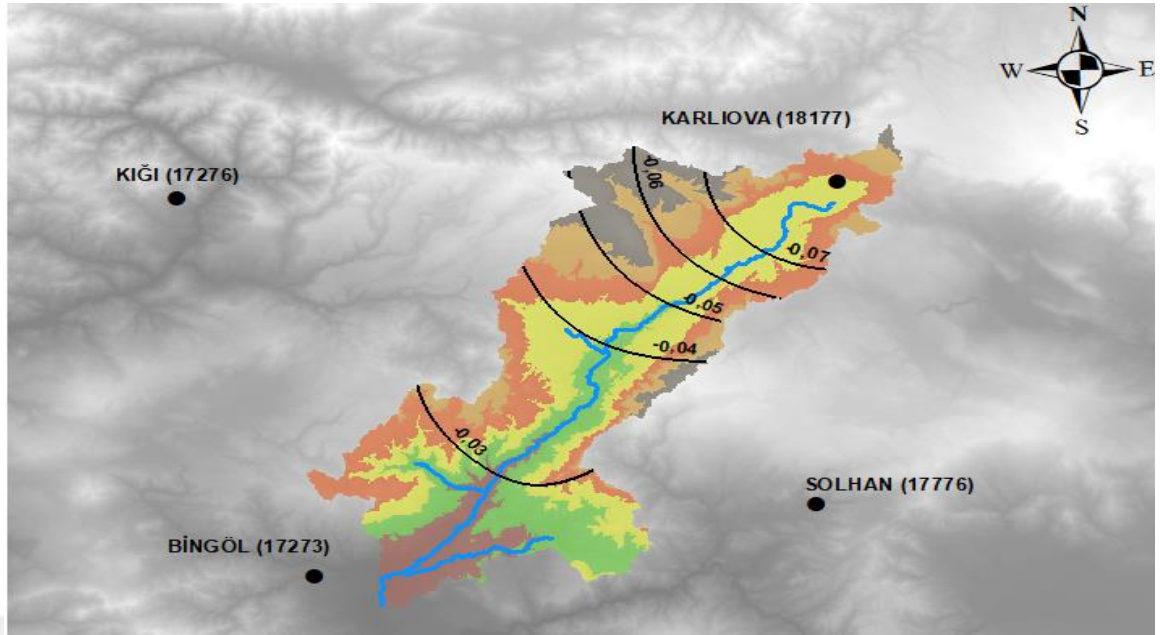
(c)



(d)

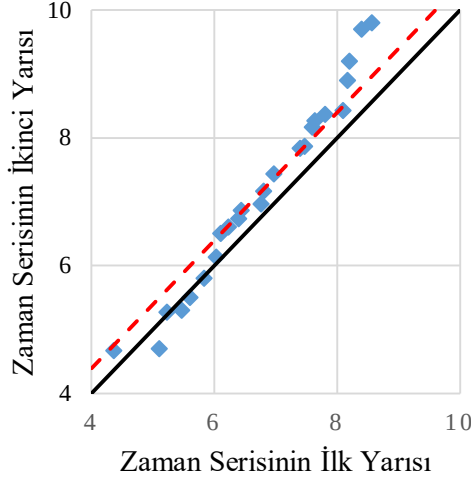
Şekil 4.38 İstasyonların Sonbahar Mevsimi Rüzgâr değerlerinin Şen-ITA Trend grafiği
(a: Bingöl, b: Karlıova, c: Solhan, d: Kığı)

Şekil 4.38’de grafikleri gösterilen Şen-ITA uygulamasının bulguları Şekil 4.39’da istasyonların birbirine uzaklıklarından yararlanarak havzanın içerisinde konumsal değişimleri gösterilmiştir. Bu çalışma sonucunda akarsu havzasının mansap kısmından memba kısmına gittikçe eğilim değerinde bir artma olduğu, havzanın tamamında azalan yönde bir trend olduğu görülmektedir

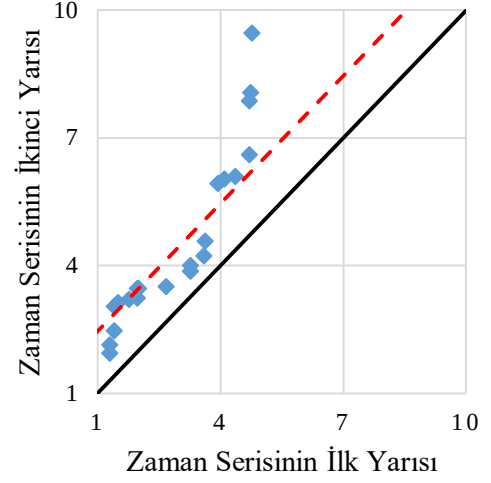


Şekil 4.39 Göynük Havzasında Sonbahar Mevsimindeki Rüzgâr Parametresinin Şen-ITA Eğilim Değerlerinin Havza İçinde Değişimi

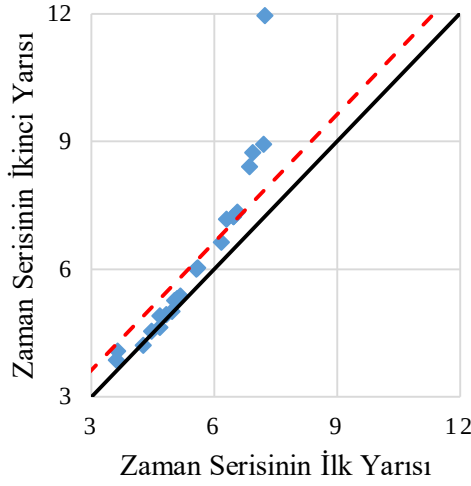
Şekil 4.40'de gösterilen uygulama sonucunda sonbahar mevsimi sıcaklık değerlerinden oluşan trend grafikleri incelendiğinde 4 istasyon bölgesinde de tek düzenli bir artma eğilimi görülmektedir. Şekil 4.40a'da gösterilen Bingöl istasyonunun verilerine bakıldığında ilk 24 yıllık ortalamanın ikinci 24 yıllık ortalamaya farkı 0.396 °C bulunmuştur. Şekil 4.40b'de gösterilen Karlıova istasyonunun verilerine bakıldığında ilk 24 yıllık ortalamanın ikinci 24 yıllık ortalamaya farkı 1.46 °C olarak bulunmuştur. Şekil 4.40c'de gösterilen Solhan istasyonunun verilerine bakıldığında ilk 24 yıllık ortalamanın ikinci 24 yıllık ortalamaya farkı 0.64 °C olarak bulunmuştur. Şekil 4.40d'de gösterilen Kığı istasyonunun verilerine bakıldığında ilk 24 yıllık ortalamanın ikinci 24 yıllık ortalamaya farkı 0.98 °C olarak bulunmuştur.



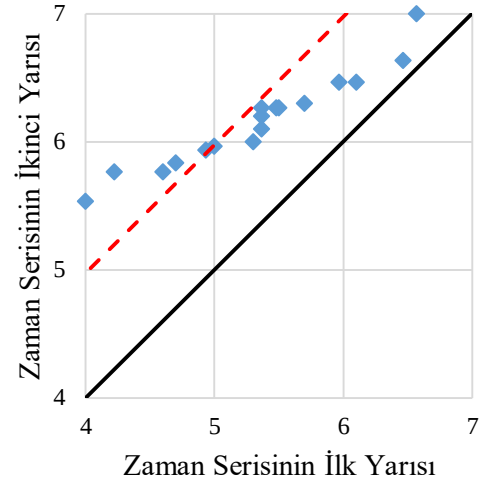
(a)



(b)



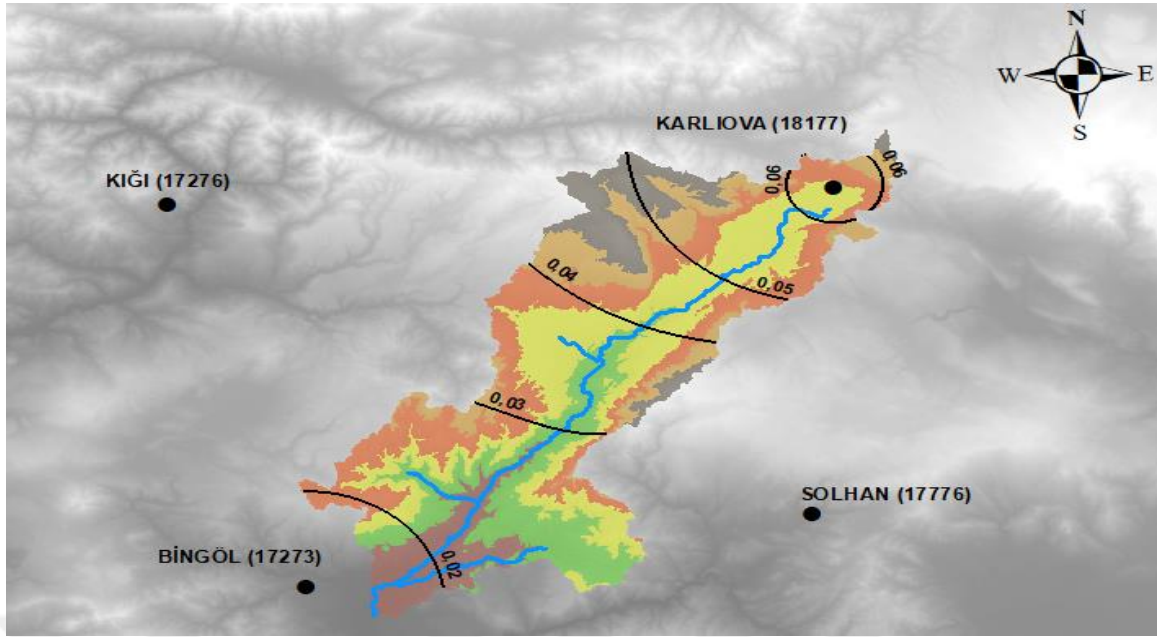
(c)



(d)

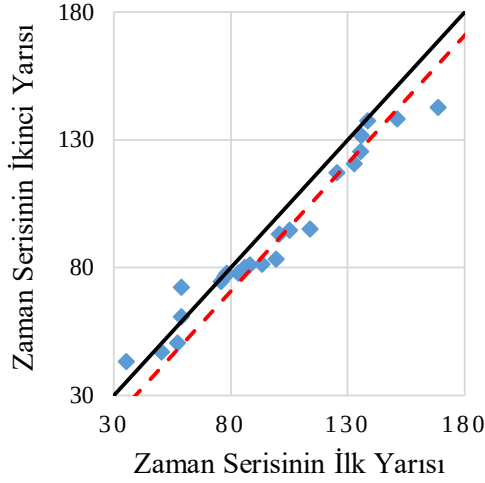
Şekil 4.40 İstasyonların Sonbahar Mevsimi Sıcaklık değerlerinin Şen-ITA Trend grafiği (a: Bingöl, b: Karlıova, c: Solhan, d: Kığı)

Şekil 4.40'de gösterilen uygulama sonucunda 1.mevsim Sıcaklık değerlerinden oluşan trend grafikleri incelendiğinde 4 istasyon bölgesinde tek düzenli bir artma eğilimi görülmektedir. Şekil 4.40a'da gösterilen Bingöl istasyonunun verilerine bakıldığında ilk 24 yıllık ortalamanın ikinci 24 yıllık ortalamaya farkı 0.396°C bulunmuştur. Şekil 4.40b'de gösterilen Karlıova istasyonunun verilerine bakıldığında ilk 24 yıllık ortalamanın ikinci 24 yıllık ortalamaya farkı 1.46°C olarak bulunmuştur. Şekil 4.40c'de gösterilen Solhan istasyonunun verilerine bakıldığında ilk 24 yıllık ortalamanın ikinci 24 yıllık ortalamaya farkı 0.64°C olarak bulunmuştur. Şekil 4.40d'de gösterilen Kığı istasyonunun verilerine bakıldığında ilk 24 yıllık ortalamanın ikinci 24 yıllık ortalamaya farkı 0.98°C olarak bulunmuştur.

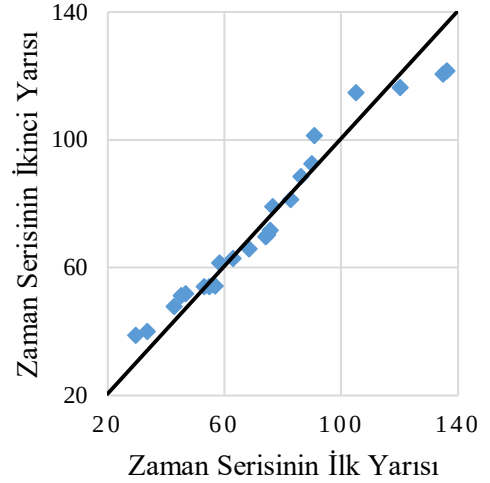


Şekil 4.41 Göynük Havzasında Sonbahar Mevsimin deki Sıcaklık Parametresinin Şen-ITA Yöntemindeki Eğilim Değerlerinin Havza İçinde Değişimi

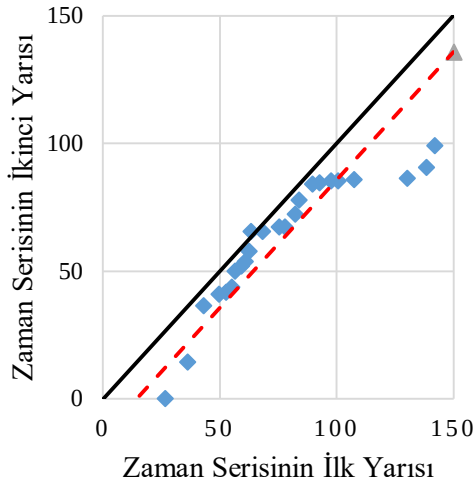
Sonbahar mevsimi yağış değerlerinden oluşan trend grafikleri incelendiğinde Şekil 4.42a'da Bingöl istasyonunun ilk serinin ikinci seriye farkı -9.16 mm'dir. Bu değerlerden oluşan grafik incelendiğinde tek düze bir azalma eğilimi görülmektedir. Şekil 4.42b'de Karlıova istasyonunun yağış değerlerinin ilk serinin ikinci seriye farkı 0.36 mm'dir. Bu değerlerden oluşan grafik incelendiğinde minimum değerlerde artma, ortalama ve maksimum değerlerde azalma olan çok-düzenli azalma eğilimi bulunmuştur. Şekil 4.42c'de Solhan istasyonunun yağış değerlerinin ilk serinin ikinci seriye farkı -14.26 mm'dir. Bu istasyonun değerlerinde tek-düzenli azalan bir trend görülmektedir. Şekil 4.42d'de Kığı istasyonunun yağış değerlerinde ilk serinin ikinci seriye farkı 3.85 mm'dir. Bu istasyonun değerlerinde tek-düzenli artan bir trend görülmektedir.



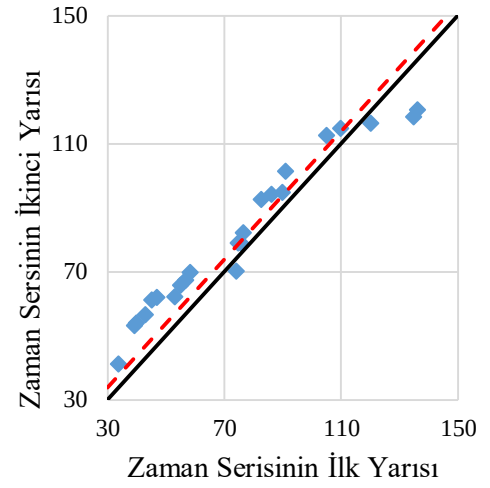
(a)



(b)



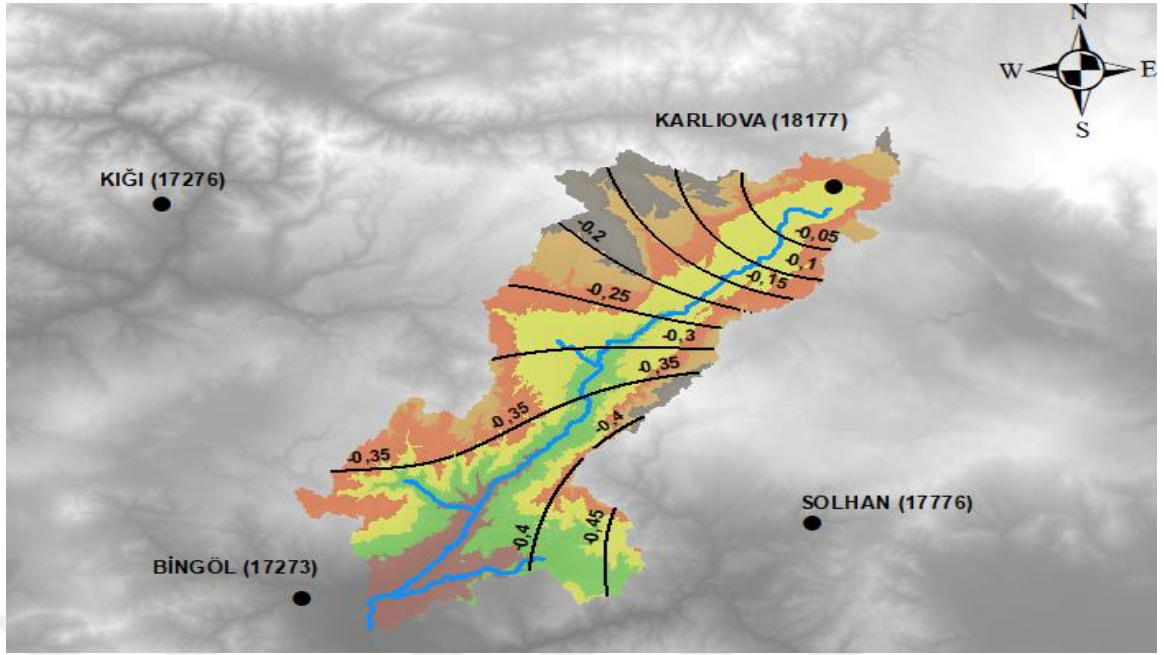
(c)



(d)

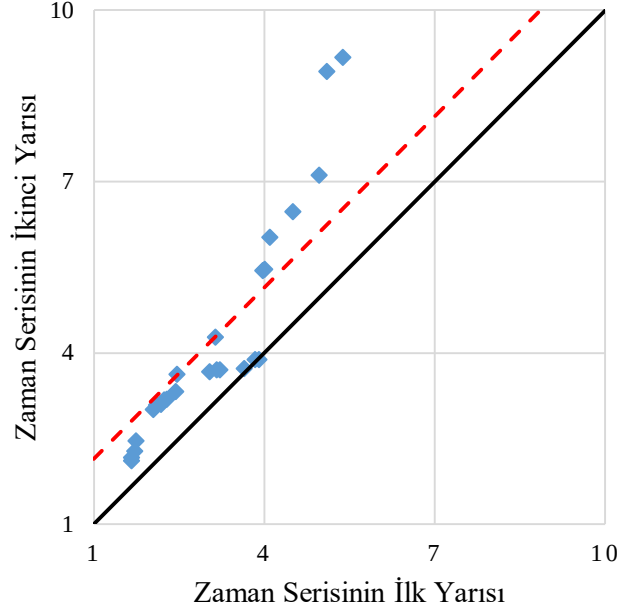
Şekil 4.42 İstasyonların Sonbahar Mevsimi Yağış değerlerinin Şen-ITA Trend grafiği (a: Bingöl, b: Karlıova, c: Solhan, d: Kığı)

Şekil 4.43’de sonbahar mevsimi yağış parametresinin havza alanı içindeki trend değerleri gösterilmektedir. Bu çalışmanın sonucuna göre akarsuyun mansap bölgesindeki Bingöl istasyonunun civarında trend değerlerindeki azalma değerleri, memba bölgesindeki Karlıova bölgesine göre daha yüksektir.



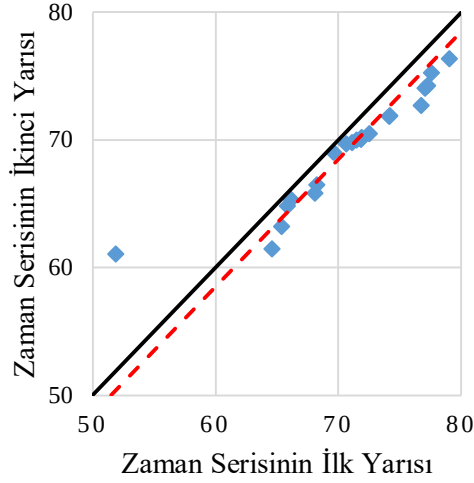
Şekil 4.43 Göynük Havzasında Sonbahar Mevsimindeki Yağış Parametresinin Şen-ITA Eğilim Değerlerinin Havza İçinde Değişimi

Kış mevsiminde Göynük Çayı'ndan alınan değerlerden oluşan trend grafiğine bakıldığında burada akış değerlerinin bir artma trendi gösterdiği ve bu artmanın tekdüze bir artma olduğu görülmektedir.(Şekil 4.44) Bu istasyonda ilk yarıyılın ortalamasının ikinci yarıyıldaki ortalamasına farkı 1.1435 m³/sn'dir.

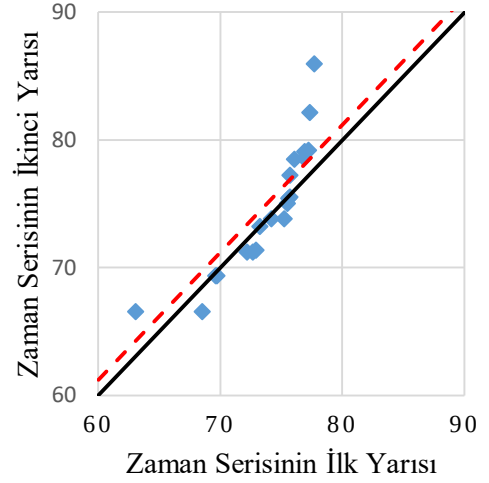


Şekil 4.44 Göynük Çayı Kış mevsimi akış değerlerinin Şen-ITA trend grafiği

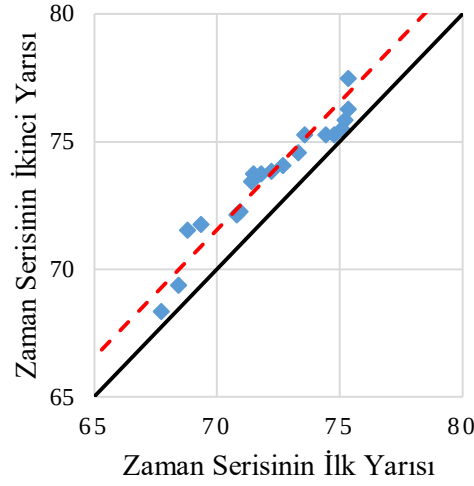
Kış mevsimi nispi nem değerlerinden oluşan trend grafikleri Şekil 4.45’de gösterilmiştir. Bu üç istasyondan Bingöl istasyonunun, 21 yıllık yarıyıl ortalamasının ikinci 21 yıllık yarıyıla göre 1.5 değerinde bir azalma göstermiş ve bu değerlerden oluşan grafiğe bakıldığında bu azalmanın tek düze bir azalma olduğu görülmektedir (Şekil 4.45a). Karlıova istasyonunda ilk yarıyılda ikinci yarıyıla göre 1.19 değerinde artış olduğu bulunmuştur. Bu değişim tek-düzenli artan eğilimdir (Şekil 4.45b). Solhan verilerinden oluşan grafik incelendiğinde tekdüze bir artma oluştuğu ve ilk 21 yıllık değerlerin ikinci 21 yıllık değerlere farkının 1.53 olduğu bulunmuştur.



(a)



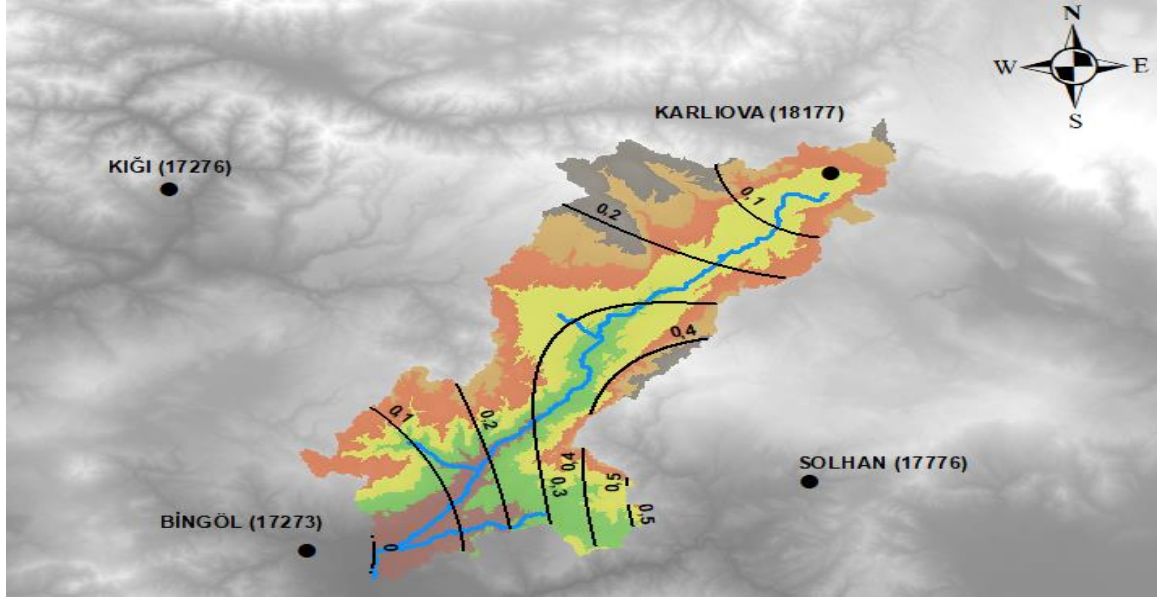
(b)



(c)

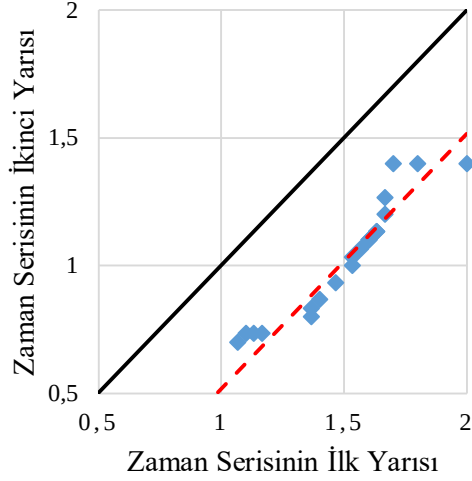
Şekil 4.45 İstasyonların Kış mevsimi nispi nem değerlerinin Şen-ITA trend grafiği (a: Bingöl, b: Karlıova, c: Solhan)

Şekil 4.46'da nispi nem değerlerinin kış mevsiminde akarsu havzasındaki eğilimi konumsal olarak gösterilmektedir. Bu çalışmanın sonucuna göre nispi nem oranının havzasının Solhan istasyonuna yakın bölgelerinde en yüksek artış trendi gösterdiği görülmektedir. Havzanın tamamında artan yönde bir trend olduğu Şekil 4.46'da görülmektedir.

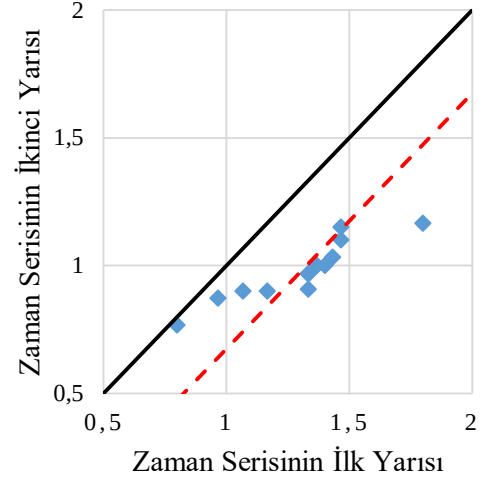


Şekil 4.46 Göynük Havasında Kış Mevsimindeki Nispi Nem Parametresinin Şen-ITA Eğilim Değerlerinin Havza İçinde Değişimi

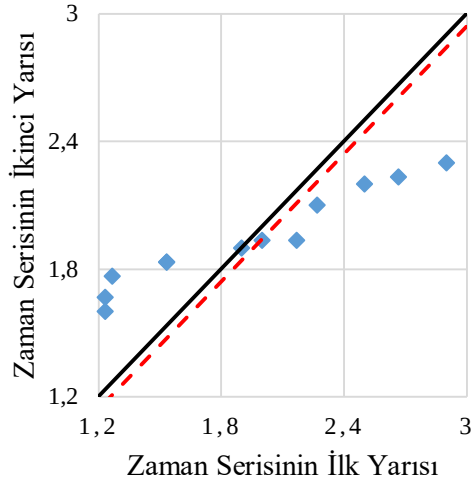
Rüzgâr değerlerinin kış mevsimindeki değişimleri Şekil 4.47'de gösterilmiştir. Bu 4 istasyonda da rüzgâr değişimlerindeki değişim azalan yöndedir. Şekil 4.47a, b ve d'de gösterilen Bingöl, Karlıova ve Kığı bölgesindeki trend tek-düzedir. Şekil 4.47'de görüldüğü üzere Solhan bölgesindeki yağış değerlerindeki değişim çok-düzenli eğilim olup, minimum değerlerde artma eğilimi, maksimum ve ortalama değerlerde azalma eğilimi görülmektedir.



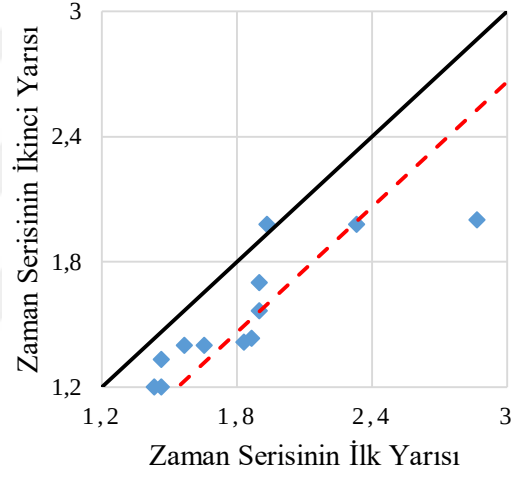
(a)



(b)



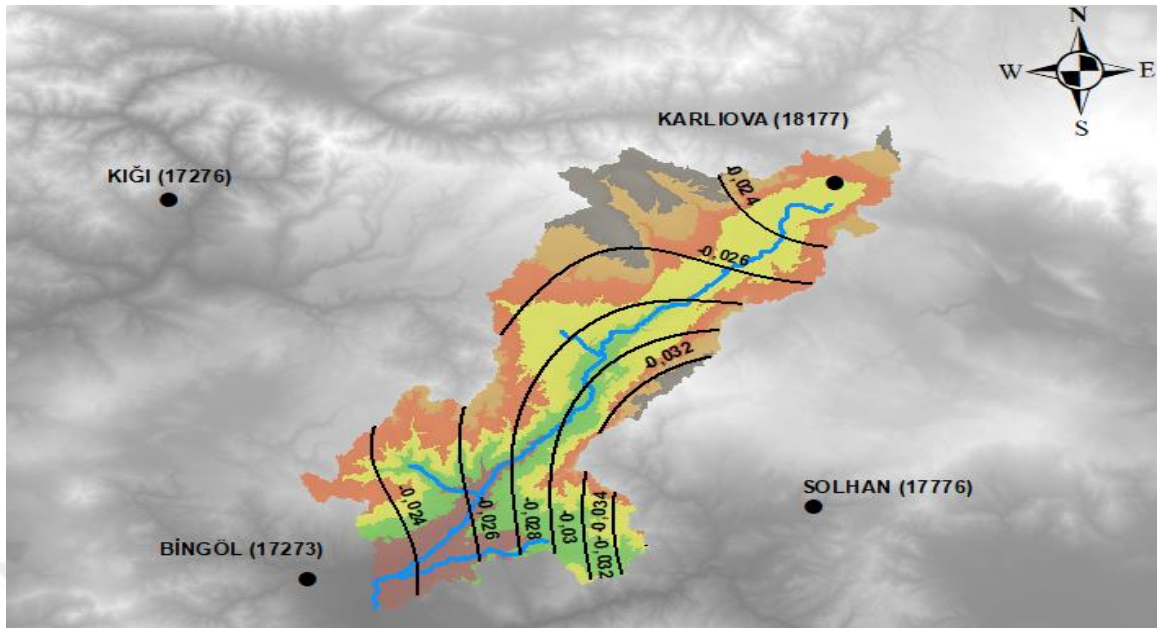
(c)



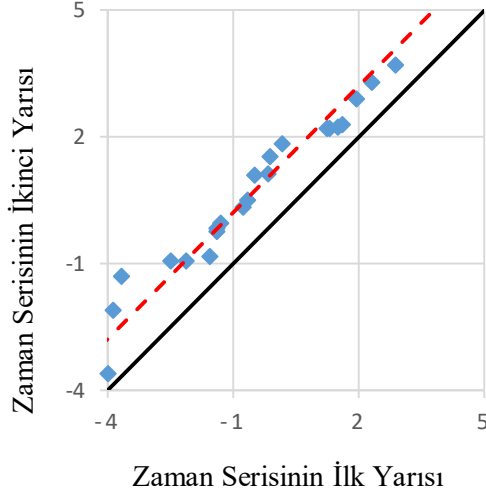
(d)

Şekil 4.47 İstasyonların Kış mevsimi rüzgar değerlerinin Şen-ITA trend grafiği (a: Bingöl, b: Karlıova, c: Solhan, d: Kığı)

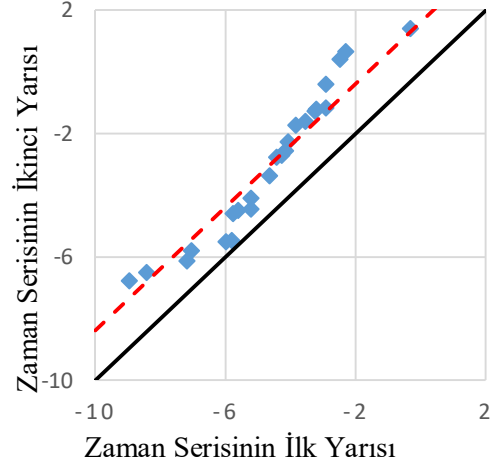
Çalışma alanı olarak seçilen havzada kış mevsimindeki rüzgar değerlerinin trend sonuçlarının havza bölgesindeki konumsal değişimi Şekil 4.48’de gösterilmiştir. Bu çalışmanın sonucuna göre rüzgâr değerleri havzanın tüm bölgelerinde azalma eğiliminde olduğu ve bu azalmanın Solhan istasyonun yakınlarında daha şiddetli meydana geldiği görülmektedir.



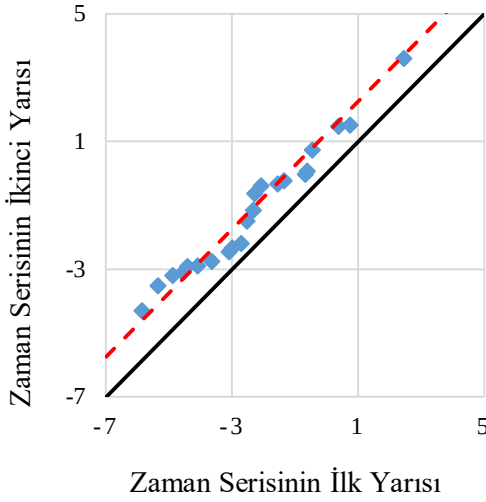
Şekil 4.49'da gösterilen uygulama sonucunda kış mevsimi sıcaklık değerlerinden oluşan trend grafikleri incelendiğinde 4 istasyon bölgesinde de tek düzenli bir artma eğilimi görülmektedir. Şekil 4.49a'da gösterilen Bingöl istasyonunun verilerine bakıldığında ilk 24 yıllık ortalamanın ikinci 24 yıllık ortalamaya farkı 1.21 °C bulunmuştur. Şekil 4.49b'de gösterilen Karlıova istasyonunun verilerine bakıldığında ilk 24 yıllık ortalamanın ikinci 24 yıllık ortalamaya farkı 1.61 °C olarak bulunmuştur. Şekil 4.49c'de gösterilen Solhan istasyonunun verilerine bakıldığında ilk 24 yıllık ortalamanın ikinci 24 yıllık ortalamaya farkı 1.25 °C olarak bulunmuştur. Şekil 4.49d'de gösterilen Kığı istasyonunun verilerine bakıldığında ilk 24 yıllık ortalamanın ikinci 24 yıllık ortalamaya farkı 2.38 °C olarak bulunmuştur.



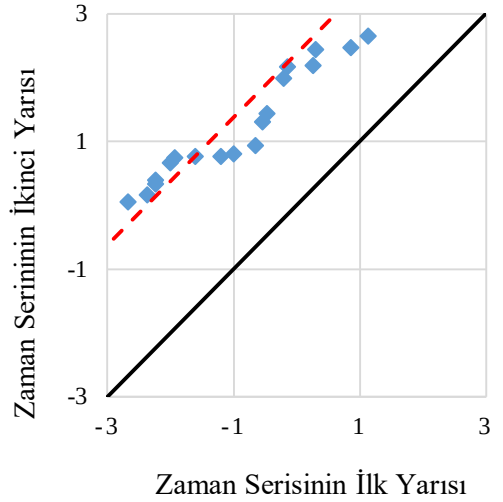
(a)



(b)



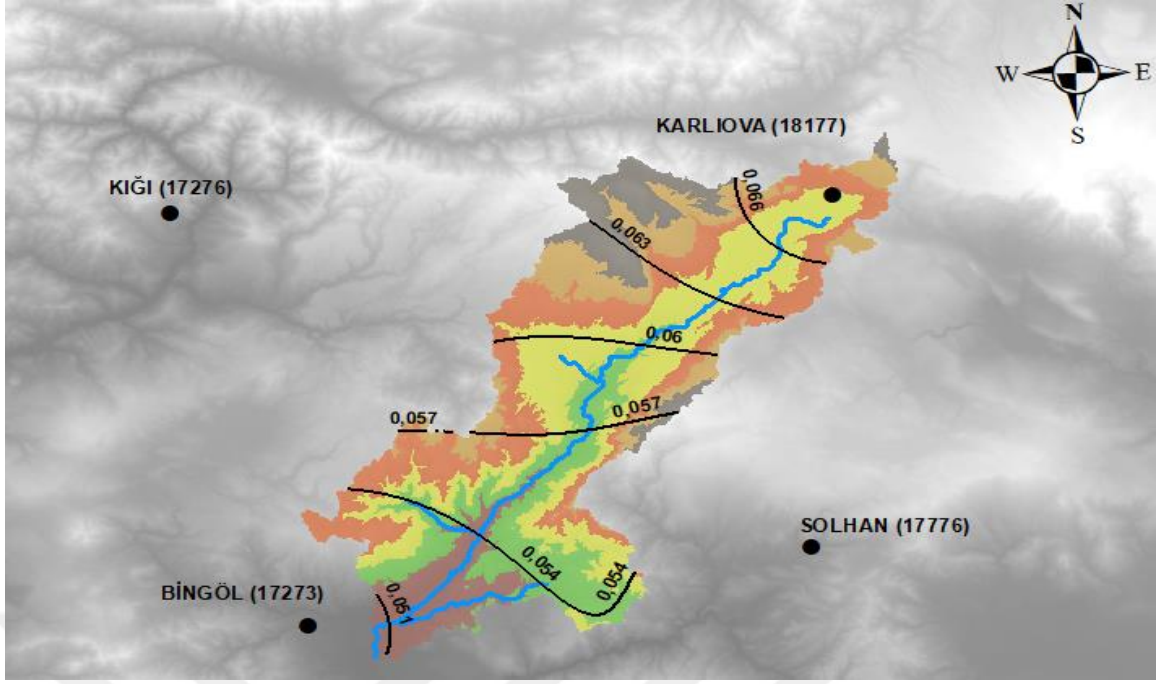
(c)



(d)

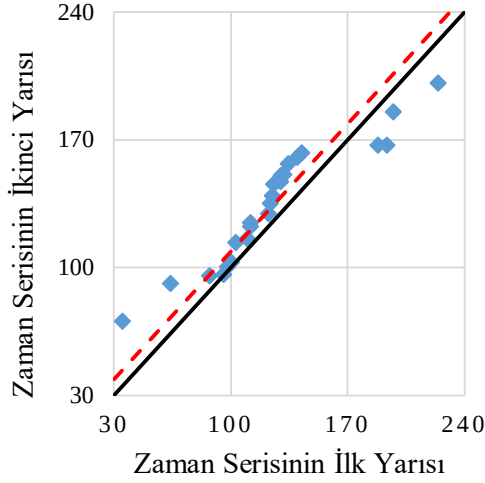
Şekil 4.49 İstasyonların Kış mevsimi sıcaklık değerlerinin Şen-ITA trend grafiği (a: Bingöl, b: Karlıova, c: Solhan, d: Kığı)

Kış mevsimindeki sıcaklık trendlerinin havza içerisindeki değişimi Şekil 4.50’de gösterilmiştir. Bu çalışmanın sonucuna göre havzanın tamamında artan yönde bir trend olduğu görülmektedir. Havzanın mansap kısmından memba kısmına doğru sıcaklıktaki trend artışlarının daha yüksek değerlerde olduğu görülmektedir.

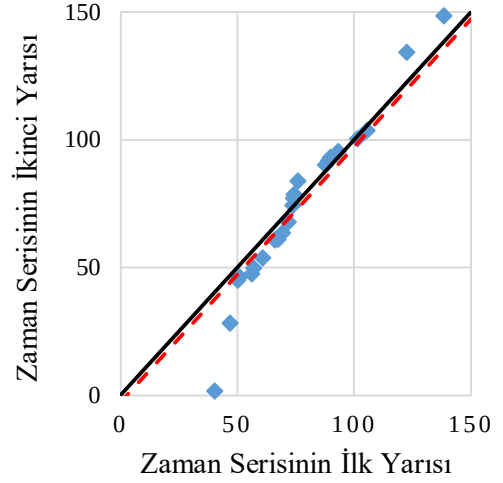


Şekil 4.50 Göynük Havzasında Kış Mevsimindeki Sıcaklık Parametresinin Şen-ITA Eğilim Değerlerinin Havza İçinde Değişimi

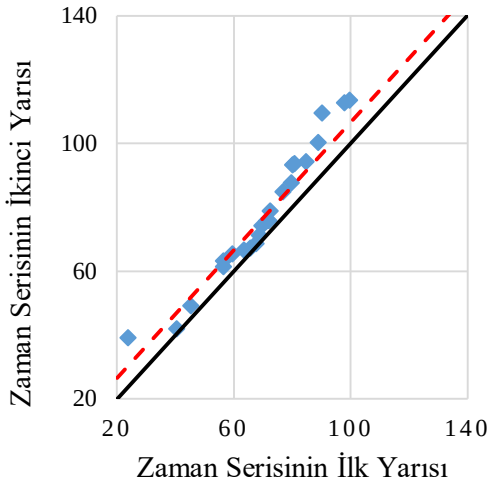
Kış mevsimi yağış değerlerinden oluşan trend grafikleri incelendiğinde Şekil 4.51a'da Bingöl istasyonunun ortalamasında ilk serinin ikinci seriye farkı 8.87 mm'dir. Bu değerlerden oluşan grafik incelendiğinde tek düze bir artma eğilimi görülmektedir. Şekil 4.51b'de Karlıova istasyonu yağış değerleri ortalamasında ilk serinin ikinci seriye farkı -2.27 mm'dir. Bu değerlerden oluşan grafik incelendiğinde tek-düzenli azalma eğilimi bulunmuştur. Şekil 4.51c'de Solhan istasyonun yağış değerleri ortalamasında ilk serinin ikinci seriye farkı 6.63 mm'dir. Bu istasyonun değerlerinde tek-düzenli artma bir trend görülmektedir. Şekil 4.51d'de Kığı istasyonun yağış değerleri ortalamasında ilk serinin ikinci seriye farkı -2.47 mm'dir. Bu istasyonun değerlerinde tek-düzenli azalma trendi görülmektedir.



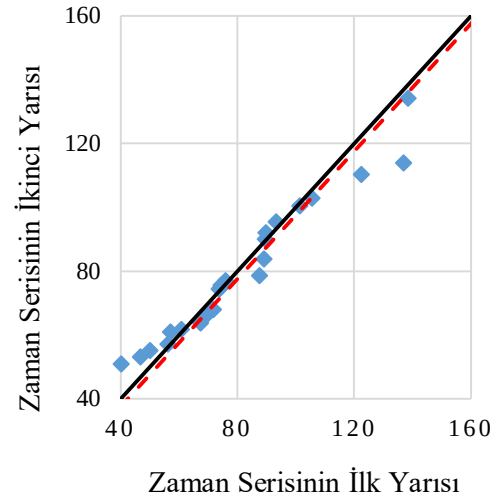
(a)



(b)



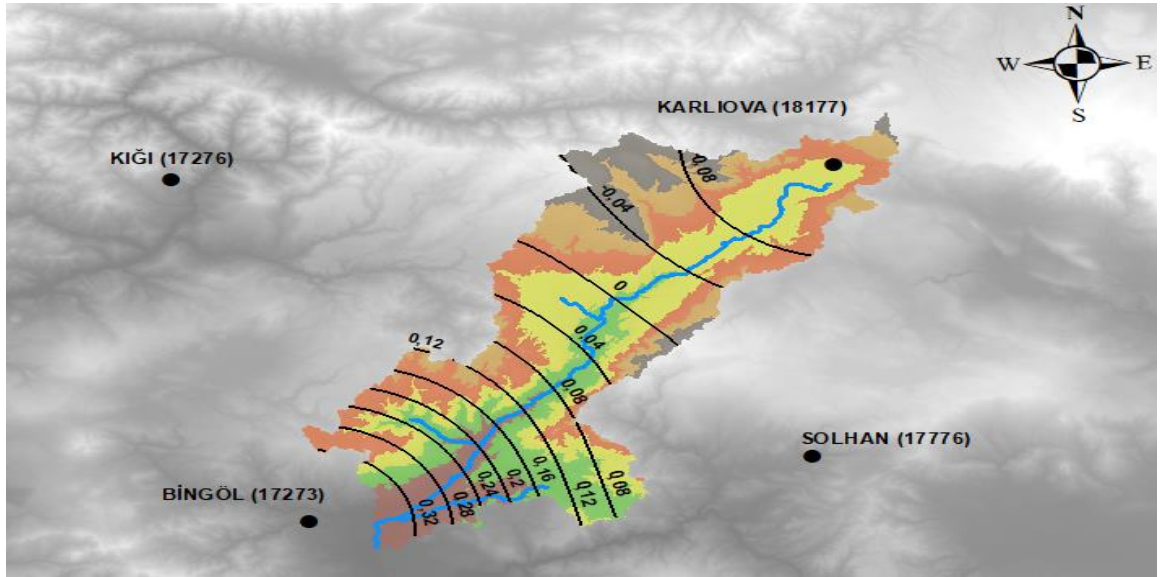
(c)



(d)

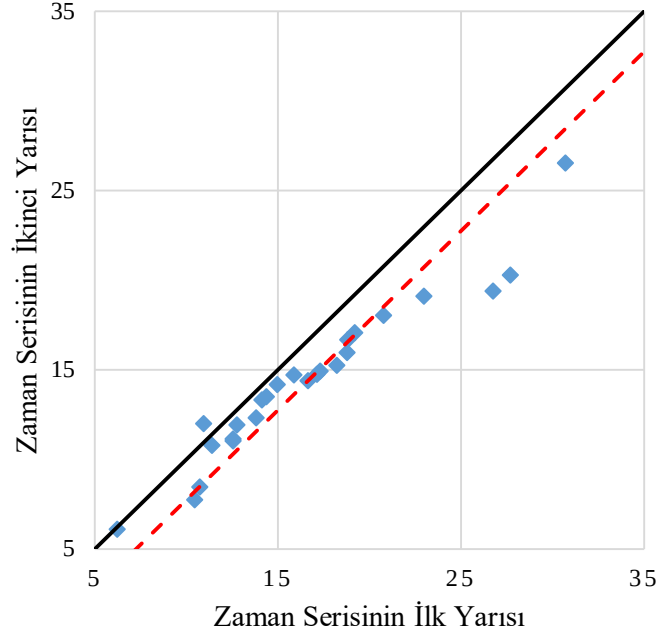
Şekil 4.51 İstasyonların Kış mevsimi yağış değerlerinin Şen-ITA trend grafiği
(a: Bingöl, b: Karlıova, c: Solhan, d: Kığı)

Şekil 4.51’de kış mevsiminde akarsu yakınlarındaki istasyonların ölçüm verilerinden yararlanarak Şen-ITA trend metoduyla eğilim değerleri bulunmuştur. Bu bulunan eğilim değerlerinin havza içerisinde nasıl bir trend gösterdiğini incelemek amacıyla Şekil 4.52’de yapılan haritalama yöntemi kullanılmıştır. Bu çalışmanın sonucuna göre Karlıova istasyonundaki trend değeri azalmasına rağmen Bingöl istasyonundaki verilerde daha yüksek değerlerde bir trend artışı görülmektedir. Bu trendlerin havza içerisindeki dağılımı genellikle artan yöndedir. Akarsuyun memba kısmından alınan istasyon verilerinin olduğu bölgede azalan yönde bir trend görülmektedir.



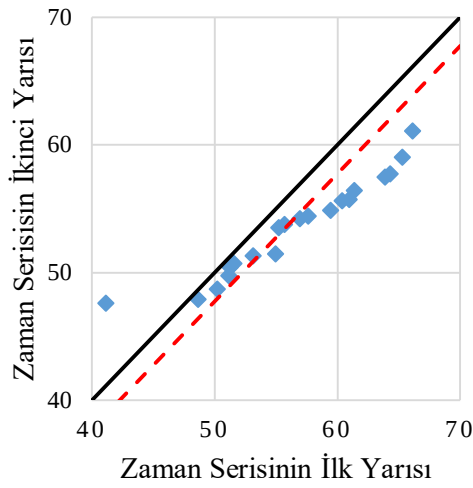
Şekil 4.52 Göynük Havzasında Kış Mevsimindeki Yağış Parametresinin Şen-ITA Eğilim Değerlerinin Havza İçinde Değişimi

Göynük çayının akış verileri ilkbahar mevsim değerleri incelendiğinde bu akarsuyun ilkbahar mevsimi ortalama akış değerlerinde bir azalma trendi gözlemlenmekte ve bu trendin tek düze azalan olduğu Şekil 4.53'de görülmektedir. İlk yarım serinin ortalamasının ikinci yarım seri ortalamasına farkı $-2.24 \text{ m}^3/\text{sn}$ 'dir.

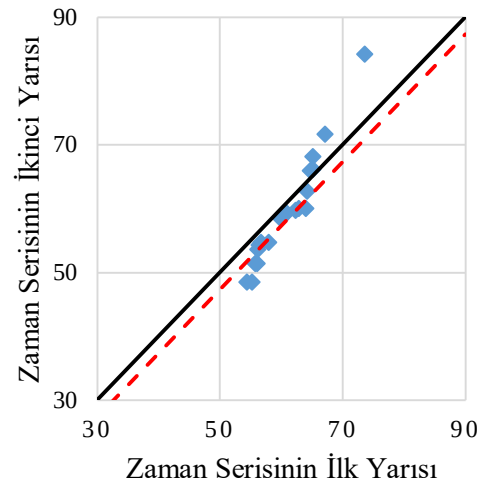


Şekil 4.53 Göynük Çayı İlkbahar mevsimi akış değerlerinin Şen-ITA trend grafiği

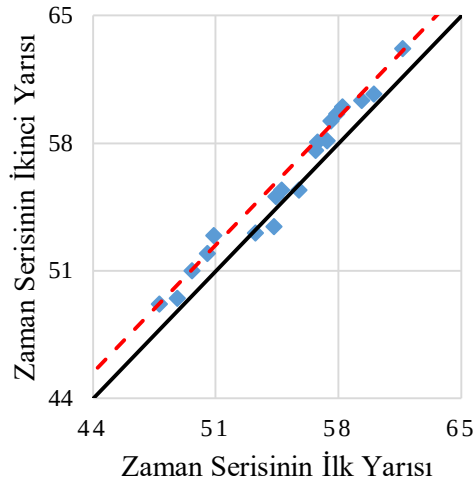
İlkbahar mevsimi nispi nem değerlerinden oluşan trend grafikleri Şekil 4.54'de gösterilmiştir. Bu üç istasyondan Bingöl'de bulunan istasyondaki ilk 21 yıllık yarım serinin ikinci 21 yıllık yarım seriye göre ortalamda 2.26 değerinde bir azalma olduğu bulunmuş ve bu değerlerden oluşan grafiğe bakıldığında bu azalmanın tek-düzenli bir azalma olduğu görülmektedir (Şekil 4.54a). Karlıova istasyonunda ilk yarım serinin ikinci yarım seriye göre 2.25 değerinde ortalamada azalma olduğu bulunmuştur. Bu değişim tek-düzenli artan eğilimindedir (Şekil 4.54b). Solhan verilerinden oluşan grafik incelendiğinde çok-düzenli bir artma eğilimi olduğu ve minimum ve maksimum değerlerde artış ortanca değerlerde bir azalma olduğu görülmektedir. İlk 21 yıllık değerlerin ikinci 21 yıllık değerlere ortalamada farkı 1.42 olarak bulunmuştur.(Şekil 4.54c)



(a)



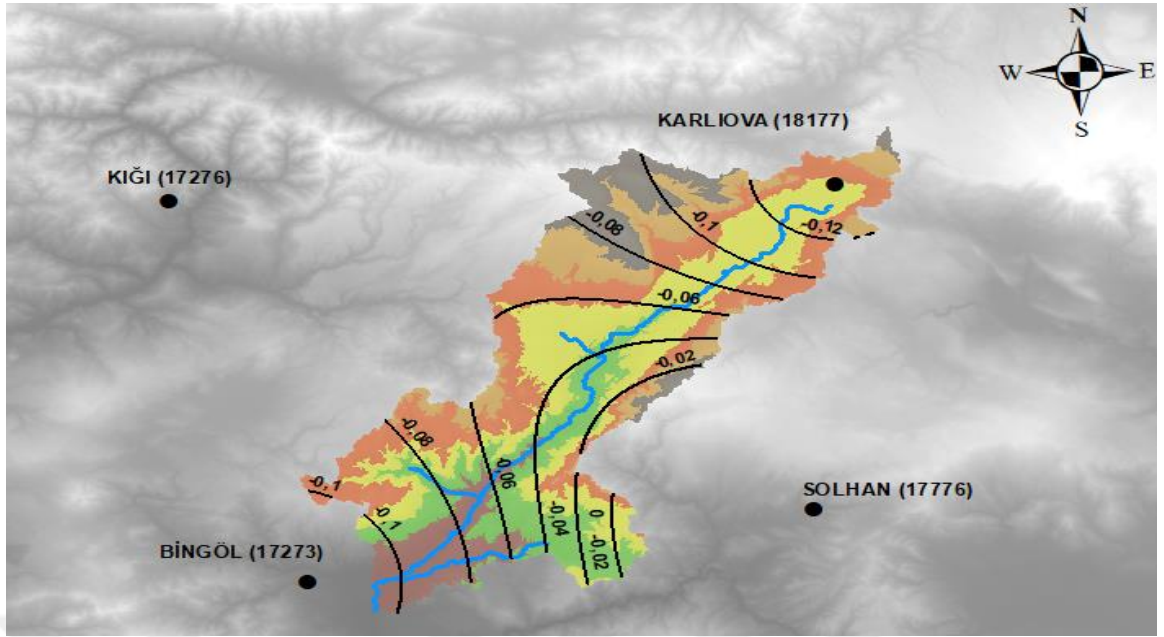
(b)



(c)

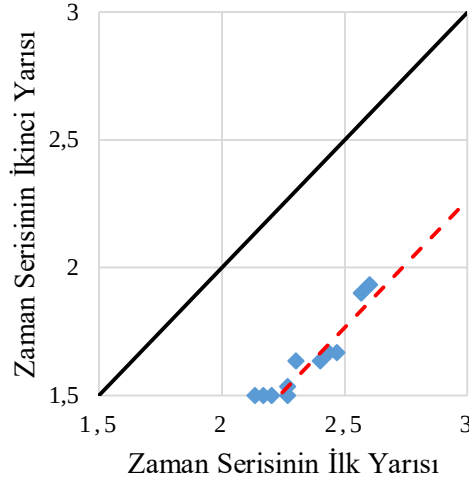
Şekil 4.54 İstasyonların İlkbahar mevsimi nispi nem değerlerinin Şen-ITA trend grafiği (a: Bingöl, b: Karlıova, c: Solhan)

Nispi nem değerlerinin havza içerisindeki konumsal değişimini incelemek amacıyla Şekil 4.55'deki harita oluşturulmuştur. Şekil 4.55'de haritaların sonucuna göre havzanın orta bölgelerinde trend değerlerinin sıfıra yaklaştığı, havzanın memba ve mansap bölgelerinde trend değerlerinin azalan yönde olduğu görülmektedir.

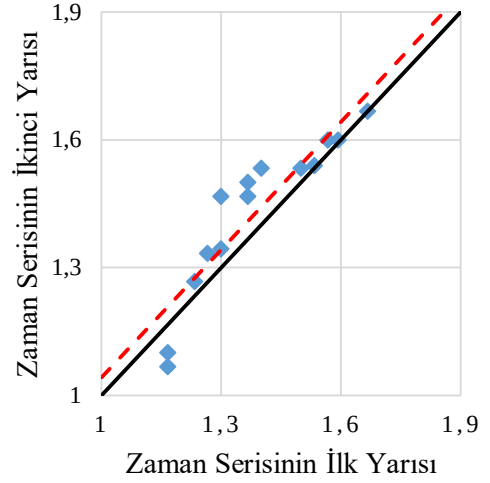


Şekil 4.55 Göynük Havzasında İlkbahar Mevsimi Nispi Nem Parametresinin Şen-ITA Eğilim Değerlerinin Havza İçinde Değişimi

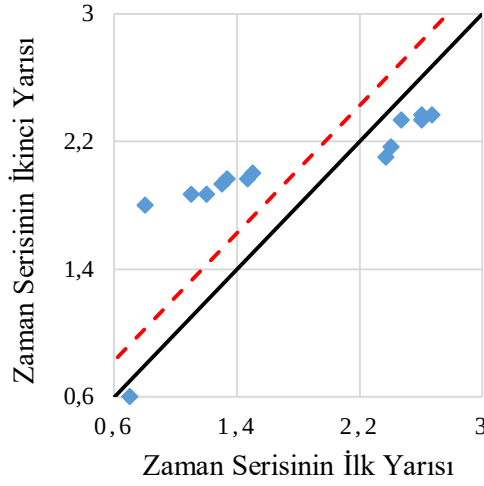
Rüzgâr değerlerinin ilkbahar mevsimindeki değişimleri Şekil 4.56'da gösterilmiştir. Bingöl istasyonundaki ilk yarıyılın ikinci yarıyıl değerlerine ortalamadaki farkı -0.35 m/s olarak bulunmuştur. Bu yöntemde tek-düzenli bir azalma trendi görülmektedir (Şekil 4.56a). Karlıova istasyonundaki rüzgâr değerlerinde çok-düzenli artan eğilim görülmüş olup, minimum değerlerde azalma, maksimum ve ortalama değerlerde artış görülmektedir (Şekil 4.56b). Solhan istasyonunun rüzgâr hızı değerlerinde çok-düzenli azalan eğilim görülmüş olup, minimum değerlerde artma, maksimum değerlerde azalma görülmektedir (Şekil 4.56c). İlk yarım serinin ikinci yarım seriye ortalamada farkı 0.042 m/s olarak bulunmuştur. Kığı istasyonunda rüzgâr hızı verilerinde ilk yarım serinin ikinci yarım seriye ortalama farkı 0.23 m/s olarak bulunmuştur. Kığı istasyonunda rüzgâr hızı değerlerinde çok-düzenli azalma eğilimi görülmüş olup, minimum değerlerde artma, maksimum değerlerde azalma görülmektedir.



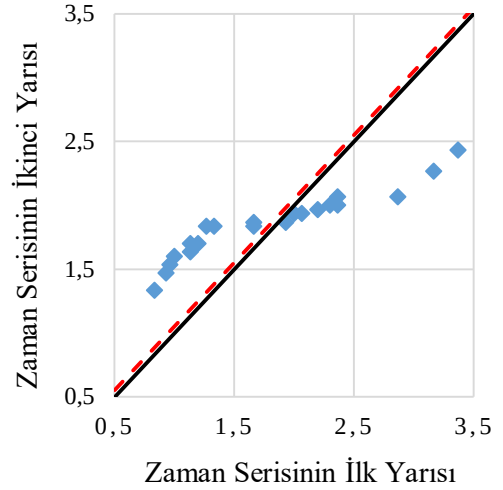
(a)



(b)



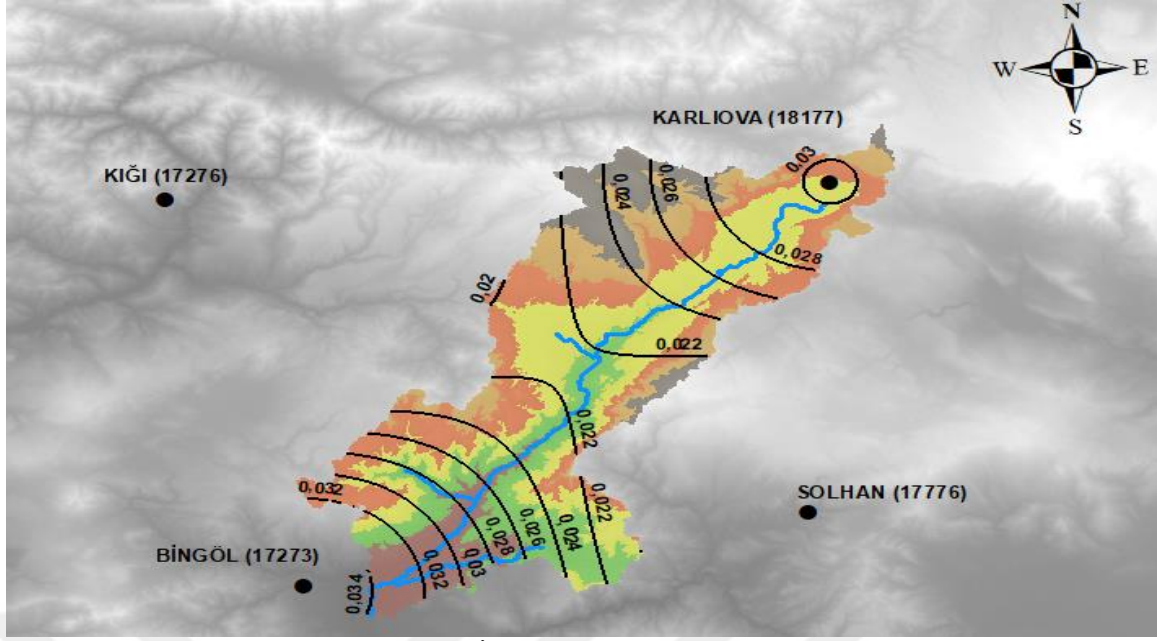
(c)



(d)

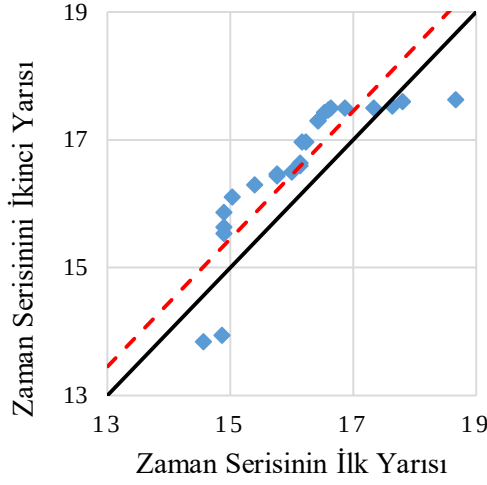
Şekil 4.56 İstasyonların İlkbahar mevsimi rüzgâr değerlerinin Şen-ITA trend grafiği (a: Bingöl, b: Karlıova, c: Solhan, d: Kığı)

Çalışma alanı olarak belirlenen bölgenin ilkbahar mevsiminde rüzgar değerlerinin trend uygulması grafikleri Şekil 4.56’da gösterilmiştir. Bu çalışmanın eğilim değerlerinin havza içindeki değişimi Şekil 4.57’de gösterilmiştir. Bu çalışmanın sonucunda havzanın tamamında artan yönde bir trend oluştuğu görülmektedir. İstasyonların trend değerlerinin yakın değerlerde olması nedeniyle havzadaki eğilim çizgilerinde ciddi bir farklılık görülmemektedir.

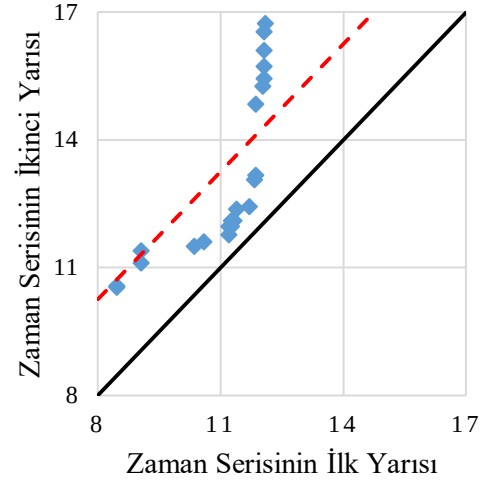


Şekil 4.57 Göynük Havzasında İlkbahar Mevsimindeki Rüzgâr Parametresinin Şen-ITA Eğilim Değerlerinin Havza İçinde Değişimi

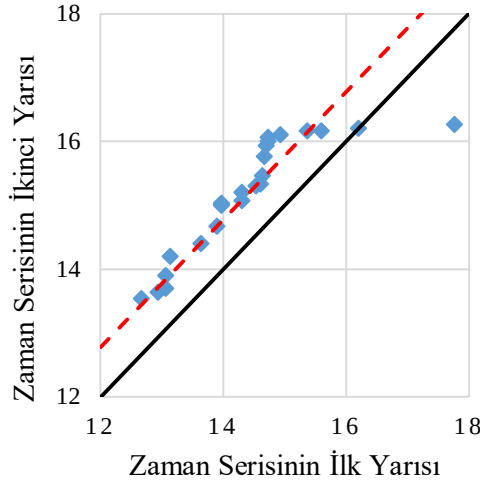
Şekil 4.58'de gösterilen uygulama sonucunda ilkbahar mevsimi sıcaklık değerlerinden oluşan trend grafikleri incelendiğinde 4 istasyon bölgesinde de tek düzenli bir artma eğilimi görülmektedir. Şekil 4.58a'da gösterilen Bingöl istasyonunun verilerine bakıldığında ilk 24 yıllık ortalamanın ikinci 24 yıllık ortalamaya farkı 0.45°C bulunmuştur. Şekil 4.58b'de gösterilen Karlıova istasyonunun verilerine bakıldığında ilk 24 yıllık ortalamanın ikinci 24 yıllık ortalamaya farkı 2.25°C olarak bulunmuştur. Şekil 4.58c'de gösterilen Solhan istasyonunun verilerine bakıldığında ilk 24 yıllık ortalamanın ikinci 24 yıllık ortalamaya farkı 0.78°C olarak bulunmuştur. Şekil 4.58d'de gösterilen Kığı istasyonunun verilerine bakıldığında ilk 24 yıllık ortalamanın ikinci 24 yıllık ortalamaya farkı 0.206°C olarak bulunmuştur.



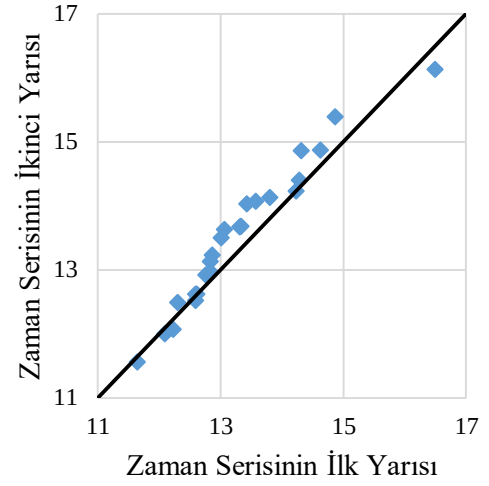
(a)



(b)



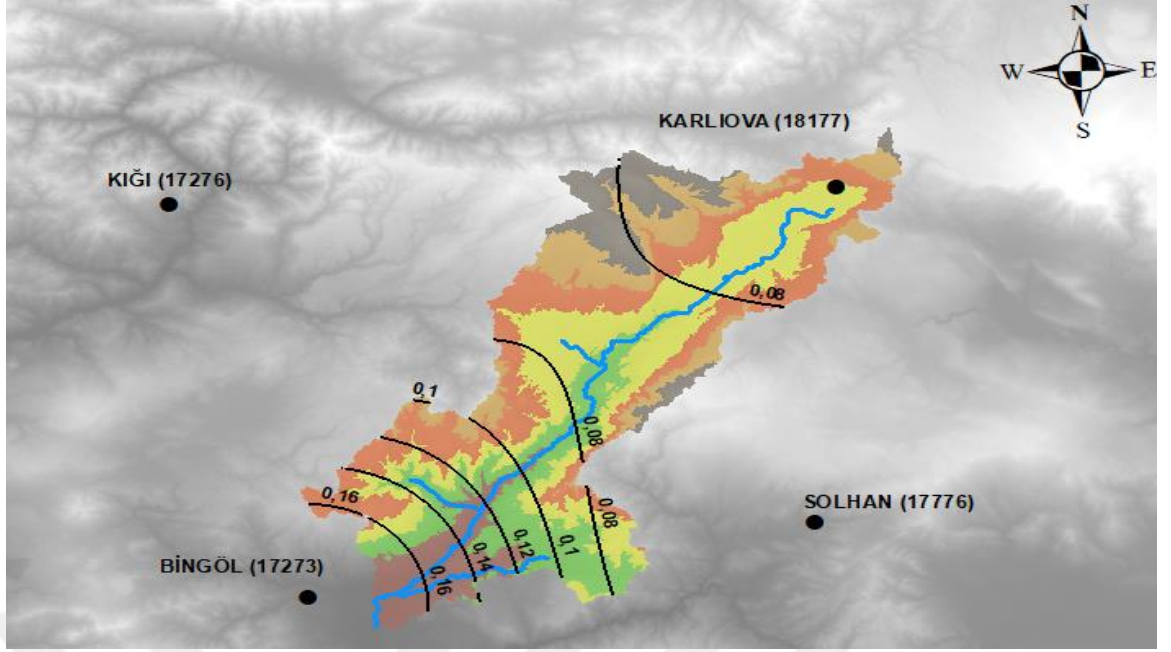
(c)



(d)

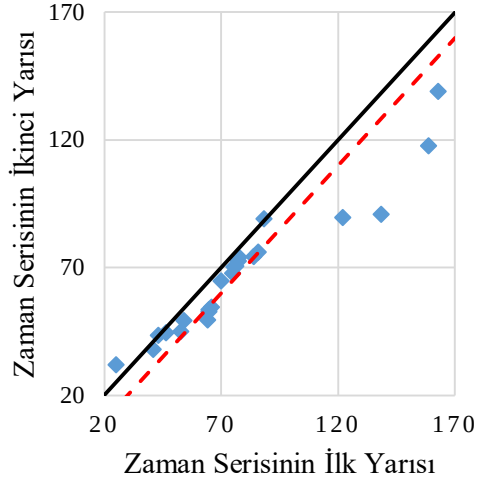
Şekil 4.58 İstasyonların İlkbahar mevsimi sıcaklık değerlerinin Şen-ITA trend grafiği (a: Bingöl, b: Karlıova, c: Solhan, d: Kığı)

İlkbahar mevsiminde bulunan sıcaklık trendlerinin havza içerisindeki dağılımı Şekil 4.59'da gösterilmiştir. Bu değişimlerin havza içerisindeki dağılımına bakıldığında havzanın tamamında artan yönde bir trend olduğu ve bu artışın memba bölgesindeki Bingöl istasyonu yakınlarında daha şiddetli olduğu görülmektedir.

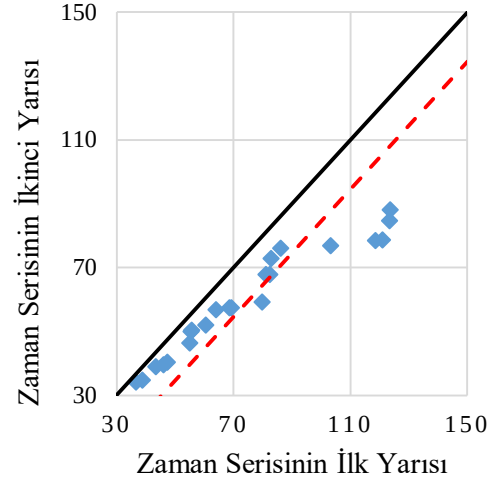


Şekil 4.59 Göynük Havzasında İlkbahar Mevsimindeki Sıcaklık Parametresinin Şen-ITA Eğilim Değerlerinin Havza İçinde Değişimi

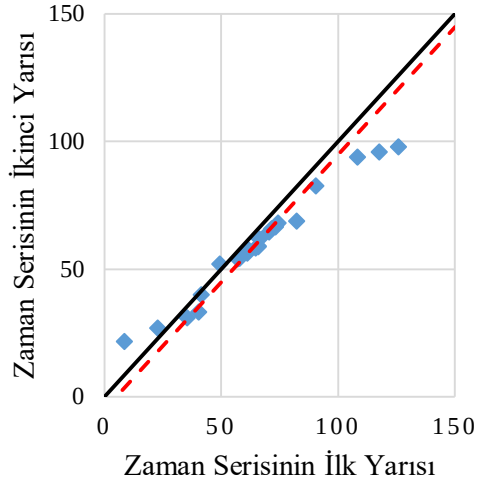
İlkbahar mevsimi yağış değerlerinden oluşan trend grafikleri incelendiğinde Şekil 4.60a Bingöl istasyonda ilk serinin ikinci seriye ortalama farkı -9.96 mm'dir. Bu değerlerden oluşan grafik incelendiğinde tek-düzenli bir azalma eğilimi görülmektedir. Şekil 4.60b Karlıova istasyonu yağış değerlerinde ilk serinin ikinci seriye ortalama farkı -15.52 mm'dir. Bu değerlerden oluşan grafik incelendiğinde tek-düzenli azalma eğilimi bulunmuştur. Şekil 4.60c Solhan istasyonun yağış değerlerinde ilk serinin ikinci seriye ortalama farkı -0.209 mm'dir. Bu istasyonun değerlerinde yaklaşık tek-düzenli azalma trendi görülmektedir. Şekil 4.60d Kığı istasyonu yağış değerlerinde ilk serinin ikinci seriye ortalama farkı -18.37 mm'dir. Bu istasyonun değerlerinde tek-düzenli azalma trendi görülmektedir.



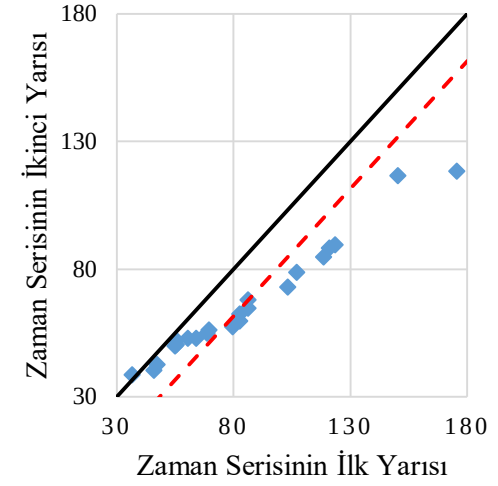
(a)



(b)



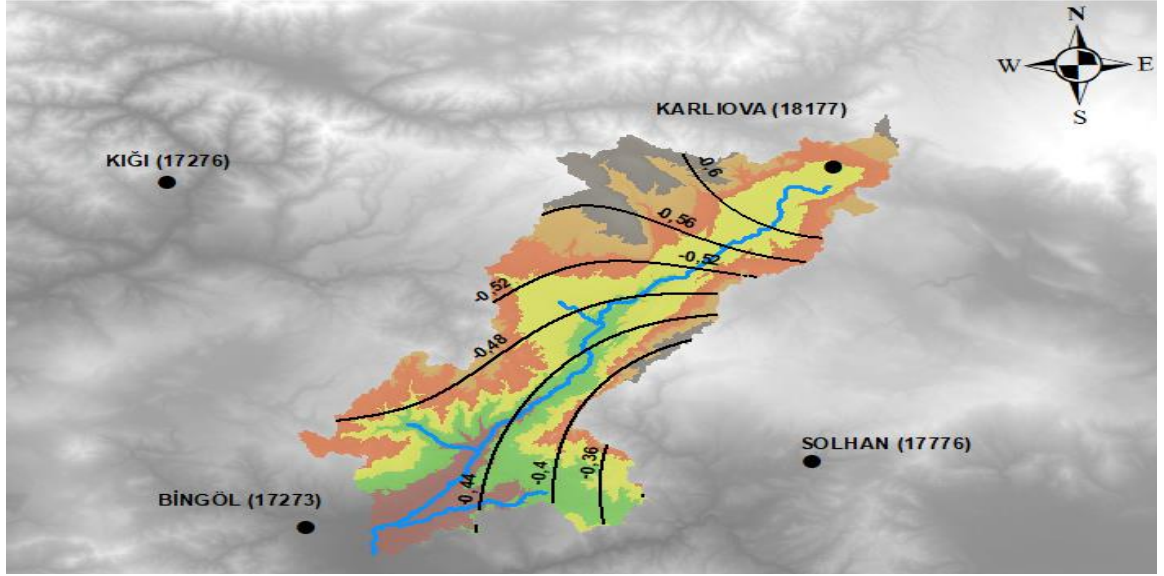
(c)



(d)

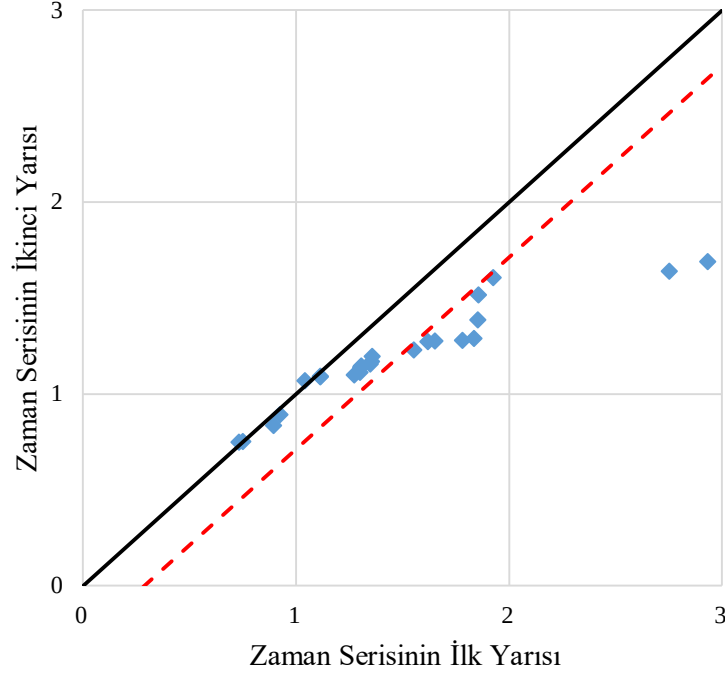
Şekil 4.60 İstasyonların ilkbahar mevsim yağış değerlerinin Şen-ITA trend grafiği
(a: Bingöl, b: Karlıova, c: Solhan, d: Kığı)

Havza alanında ilkbahar mevsimdeki yağış parametresindeki değişim grafikleri Şekil 4.60'de görülmektedir. Bu grafiklerdeki eğilim değerlerinin havza içerisindeki dağılımı Şekil 4.61'de gösterilmektedir. Bu çalışmanın sonucuna göre havzanın tüm bölgesinde azalan yönde bir trend olduğu görülmektedir. Bu azalma trendinin havzanın memba bölgesinde daha fazla olduğu görülmektedir



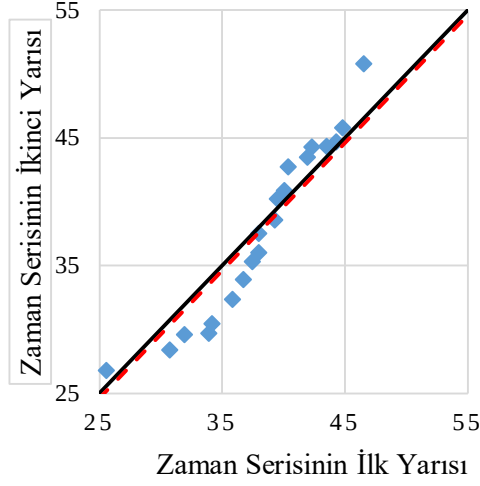
Şekil 4.61 Göynük Havzasında İlkbahar Mevsimindeki Yağış Parametresinin Şen-ITA Eğilim Değerlerinin Havza İçinde Değişimi

Yaz mevsiminde çalışma alanı olarak seçilen Göynük Çayı'ndan alınan 48 yıllık verilere Şen-ITA yöntemi uygulanmış ve uygulama sonucunda akış değerlerinde tek düze bir azalma Şekil 4.62'de gözlemlenmiştir. Serinin ilk yarım ortalamasının ikinci yarıma farkı $-0.287 \text{ m}^3/\text{s}$ 'dir.

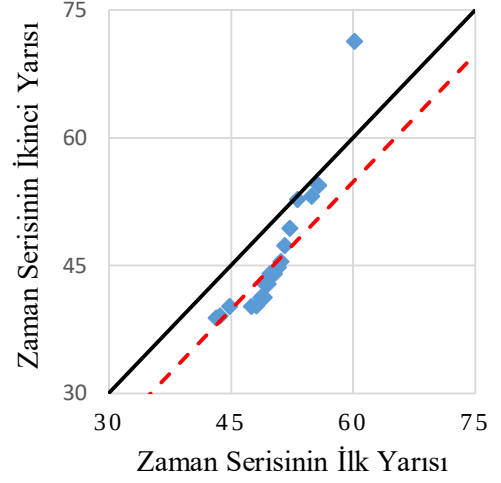


Şekil 4.62 Göynük Çayı Yaz mevsim akış değerlerinin Şen-ITA trend grafiği

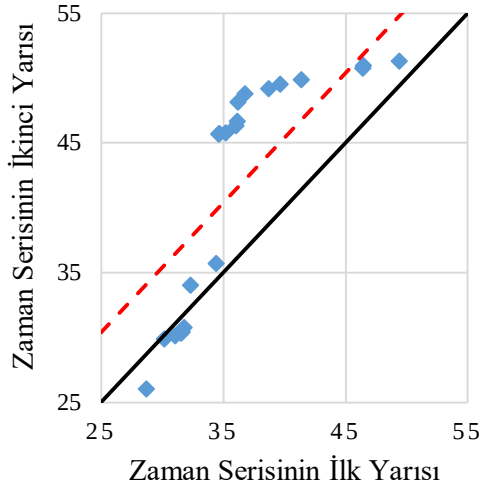
Yaz mevsimi nispi nem değerlerinden oluşan trend grafikleri Şekil 4.63’de gösterilmiştir. Bu üç istasyondan Bingöl istasyonundaki ilk 21 yıllık yarım serinin ikinci 21 yıllık yarım seriye göre ortalamada 0.38 değerinde bir azalma eğilimi bulunmuş ve bu değerlerden oluşan grafiğe bakıldığında bu azalmanın çok-düzenli bir artma eğilimi olduğu görülmektedir. Minimum değerlerde bir azalma trendi maksimum değerlerde bir artış trendi görülmektedir (Şekil 4.63a). Karlıova istasyonunda ilk yarım serinin ikinci yarım seriye göre ortalamada 5.16 değerinde bir azalma olduğu bulunmuştur. Bu değişim tek-düzenli azalan eğilimindedir (Şekil 4.63b). Solhan verilerinden oluşan grafik incelendiğinde çok-düzenli bir artış olduğu ve minimum değerlerde azalma, maksimum değerlerde bir artış olduğu görülmektedir. İlk 21 yıllık değerlerin ikinci 21 yıllık değerlere ortalamada farkı 5.38 olarak bulunmuştur.(Şekil 4.63c)



(a)



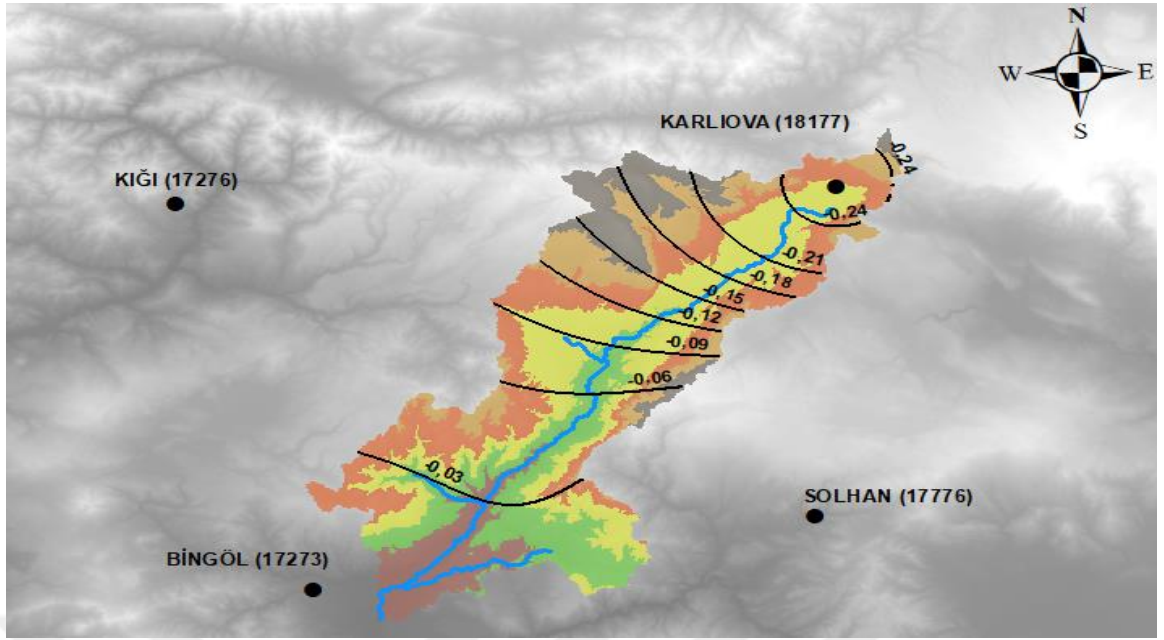
(b)



(c)

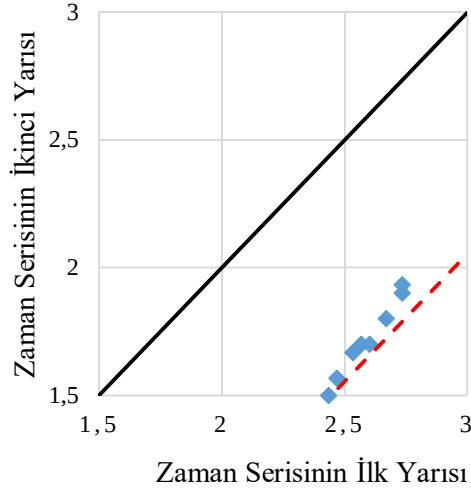
Şekil 4.63 İstasyonların Yaz mevsimi nispi nem değerlerinin Şen-ITA trend grafiği (a: Bingöl, b: Karlıova, c: Solhan)

Şekil 4.63’de akarsu havzasındaki nispi nem değerlerinin yaz mevsiminde oluşturdukları trend grafikleri gösterilmiştir. Hesaplanan eğilimler doğrultusunda havzada konumsal olarak trend değişimi Şekil 4.64’da gösterilmiştir. Bu çalışmanın sonucuna göre havzanın memba kısmında azalan bir trend görülmesine rağmen mansap kısmına doğru artan bir trend olduğu görülmektedir.

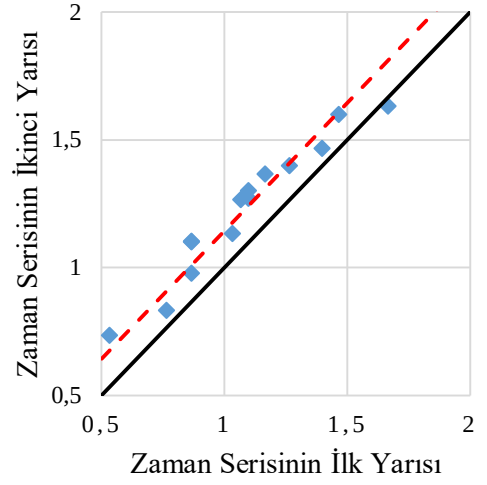


Şekil 4.64 Göynük Havzasında Yaz Mevsimindeki Nispi Nem Parametresinin Şen-ITA Eğilim Değerlerinin Havza İçinde Değişimi

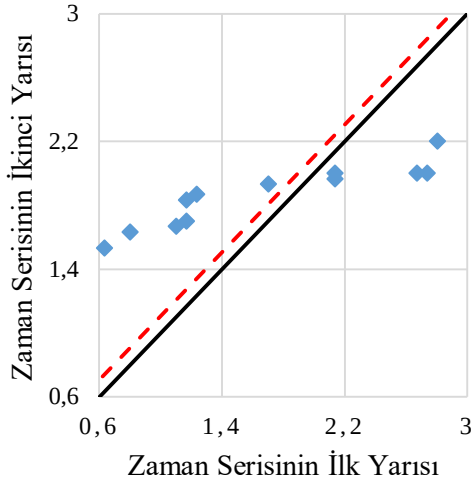
Bingöl istasyonundaki ilk yarım serinin ikinci yarım seriye ortalamada farkı -0.96 m/s olarak hesaplanmıştır. Bu yöntemde tek-düzenli bir azalma trendi görülmektedir (Şekil 4.65a). Karlıova istasyonundaki rüzgâr değerlerinde tek-düzenli artan eğilim görülmüştür (Şekil 4.65b). Solhan istasyonunun rüzgâr hızı değerlerinde çok-düzenli azalış eğilim görülmüş olup, minimum değerlerde artma, maksimum değerlerde azalma görülmektedir (Şekil 4.65c). İlk yarım serinin ikinci yarım seriye ortalamada farkı 0.107 m/s olarak bulunmuştur. Kızılgözü istasyonu rüzgâr hızında ilk yarım serinin ikinci yarım seriye ortalamada farkı 0.156 m/s olarak bulunmuştur. Kızılgözü istasyonunun rüzgâr hızı değerlerinde çok-düzenli azalma eğilimi görülmüş olup, minimum değerlerde artma, maksimum ve ortanca değerlerde azalma eğilimi görülmektedir.



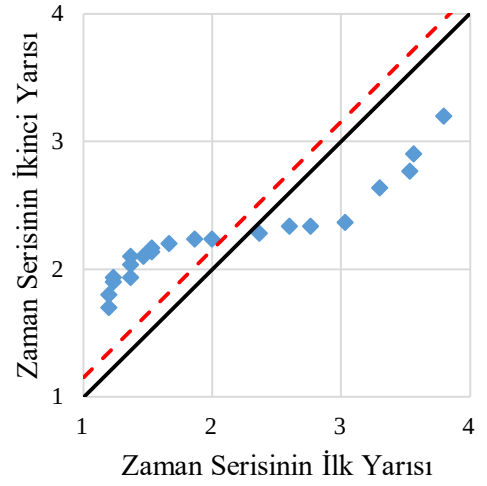
(a)



(b)



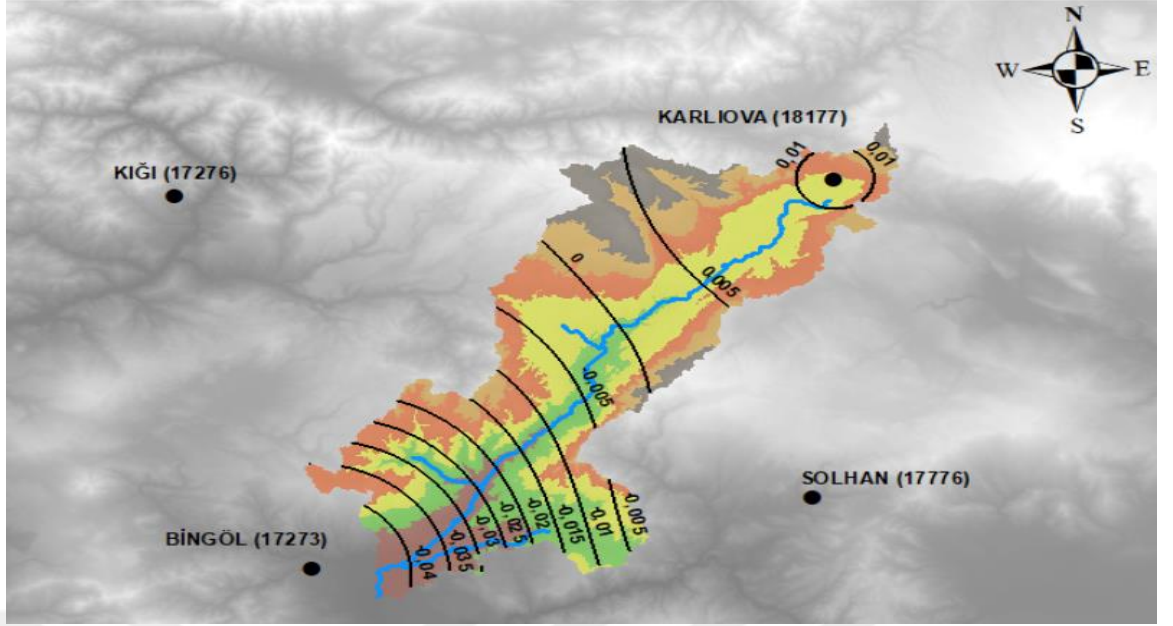
(c)



(d)

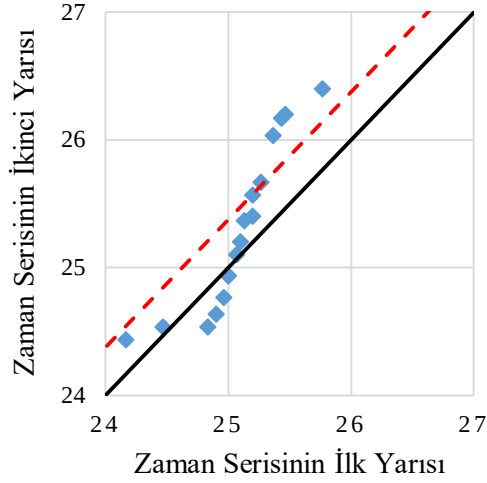
Şekil 4.65 İstasyonların Yaz mevsimi rüzgar değerlerinin Şen-ITA trend grafiği (a: Bingöl, b: Karlıova, c: Solhan, d: Kığı)

Havza alanında yaz mevsimindeki rüzgar değerlerinin oluşturdukları trend değerlerinin konumsal değişimi Şekil 4.66'de gösterilmektedir. Bu sonucu göre rüzgâr azalma trendinin havzanın mansap kısmı olan Bingöl il merkezine yaklaştıkça daha çok şiddetlendiği görülmektedir.

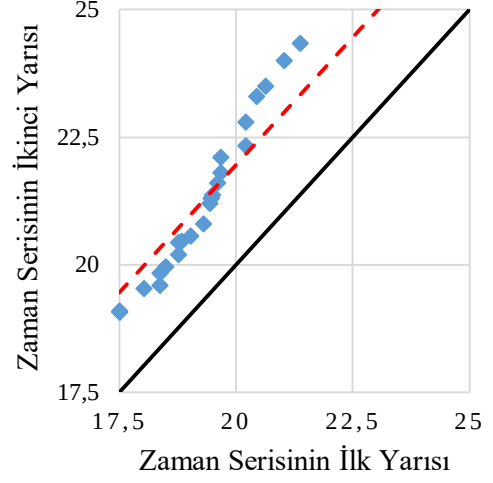


Şekil 4.66 Göynük Havzasında Yaz Mevsimindeki Rüzgâr Parametresinin Şen-ITA Eğilim Değerlerinin Havza İçinde Değişimi

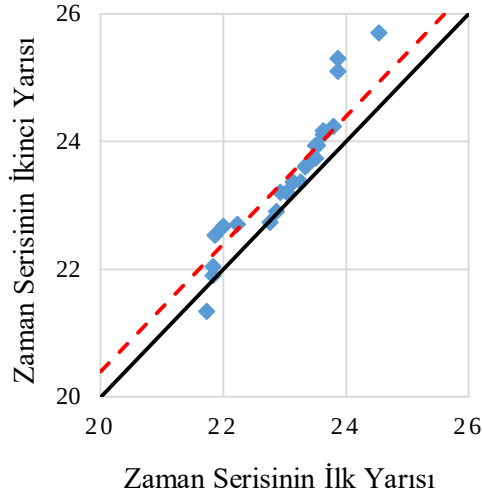
Şekil 4.67’de gösterilen uygulama sonucunda yaz mevsimi Sıcaklık değerlerinden oluşan trend grafikleri görülmektedir. Şekil 4.67a’da gösterilen Bingöl istasyonunun verilerine bakıldığında ilk 24 yıllık ortalamanın ikinci 24 yıllık ortalama farkı 0.375 °C bulunmuştur. Bingöl verilerinin Şen_ITA uygulamasının sonuçlarına bakıldığında burada çok-düzenli artan eğilim görülmekte, minimum değerlerde azalma, maksimum değerlerde artış görülmektedir. Şekil 4.67b’de gösterilen Karlıova istasyonunun verilerine bakıldığında ilk 24 yıllık ortalamanın ikinci 24 yıllık ortalama farkı 1.95 °C olarak bulunmuştur. Şekil 4.67c’de gösterilen Solhan istasyonunun verilerine bakıldığında ilk 24 yıllık ortalamanın ikinci 24 yıllık ortalama farkı 0.39 °C olarak bulunmuştur. Şekil 4.49d’de gösterilen Kığı istasyonunun verilerine bakıldığında ilk 24 yıllık ortalamanın ikinci 24 yıllık ortalama farkı 0.115 °C olarak bulunmuştur. Karlıova, Solhan ve Kığı bölgesinde sıcaklık değerlerinde tek-düzenli artan eğilim görülmektedir.



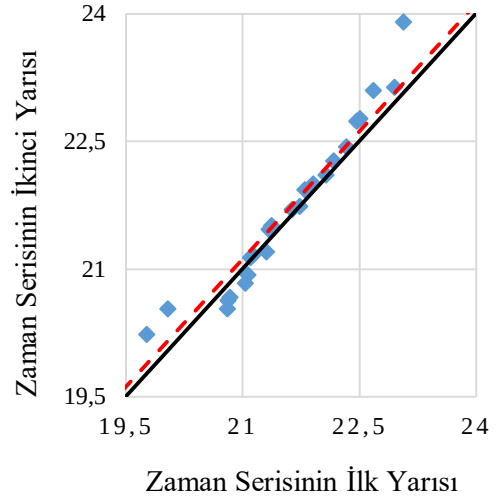
(a)



(b)



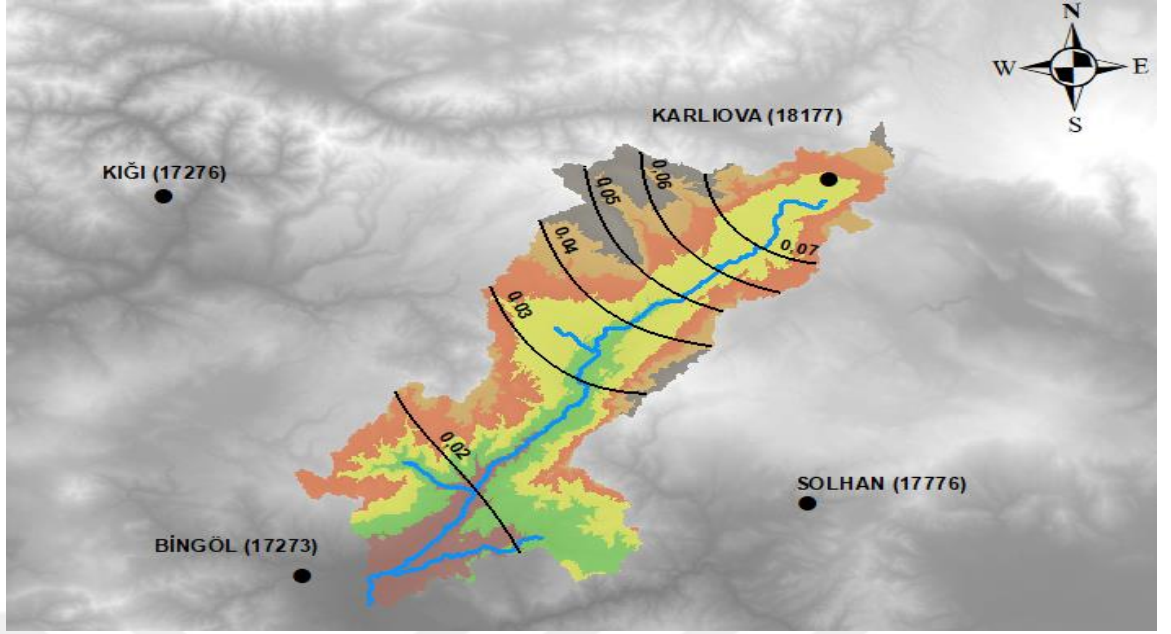
(c)



(d)

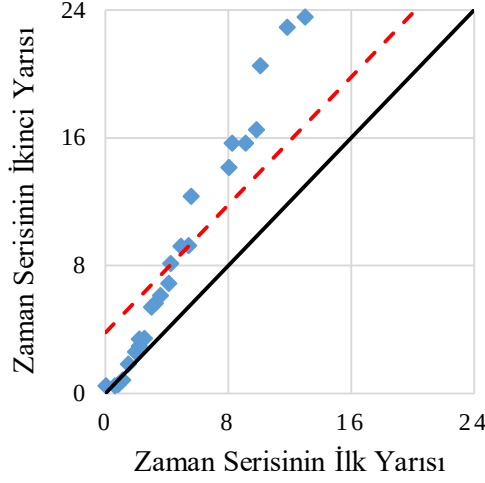
Şekil 4.67 İstasyonların Yaz mevsimi sıcaklık değerlerinin Şen-ITA trend grafiği (a: Bingöl, b: Karlıova, c: Solhan, d: Kığı)

Yaz mevsimindeki sıcaklık değerlerinin eğiliminin havza içerisinde nasıl bir konumsal dağılım gösterdiği Şekil 4.68’de göstermiştir. Bu çalışmanın sonucunda havzanın sıcaklık parametresinde bir artış trendi olduğu, bu artışın akarsuyun memba bölgesinde daha yüksek bir değerde olduğu görülmektedir.

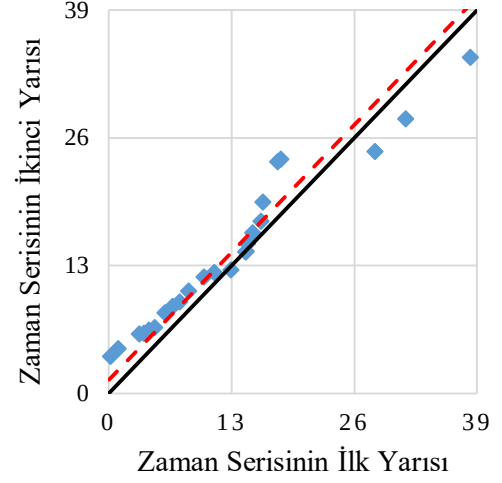


Şekil 4.68 Göynük Havzasında Yaz Mevsimindeki Sıcaklık Parametresinin Şen-ITA Eğilim Değerlerinin Havza İçinde Değişimi

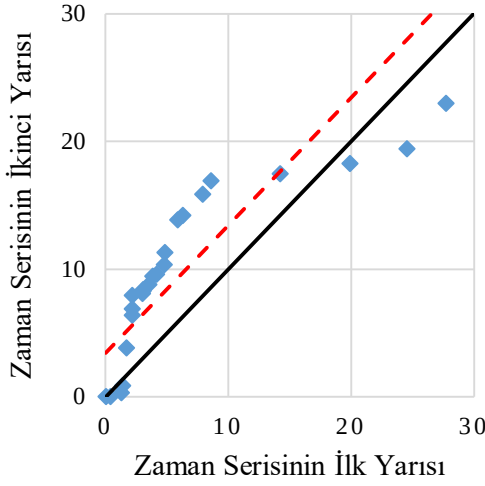
Yaz mevsimi yağış değerlerinden oluşan trend grafikleri incelendiğinde Şekil 4.69a Bingöl istasyonunda ilk yarım serinin ikinci yarım seriye ortalamada farkı -3.8 mm'dir. Bu değerlerden oluşan grafik incelendiğinde tek düze bir azalma eğilimi görülmektedir. Şekil 4.69b Karlıova istasyonu yağış değerlerinde ilk yarım serinin ikinci yarım seriye ortalamada farkı 0.056 mm'dir. Bu değerlerden oluşan grafik incelendiğinde tek-düzenli artış eğilimi bulunmuştur. Şekil 4.69c Solhan istasyonu yağış değerlerinde ilk serinin ikinci seriye ortalamada farkı -0.14 mm'dir. Bu istasyonun değerlerinde tek-düzenli azalan bir trend görülmektedir. Şekil 4.69d Kığı istasyonu yağış değerlerinde ilk serinin ikinci seriye ortalamada farkı -0.52 mm'dir. Bu istasyonun değerlerinde çok-düzenli artan bir trend görülmektedir. Minimum ve maksimum değerlerde azalan trend, ortanca değerlerde artan trend görülmektedir.



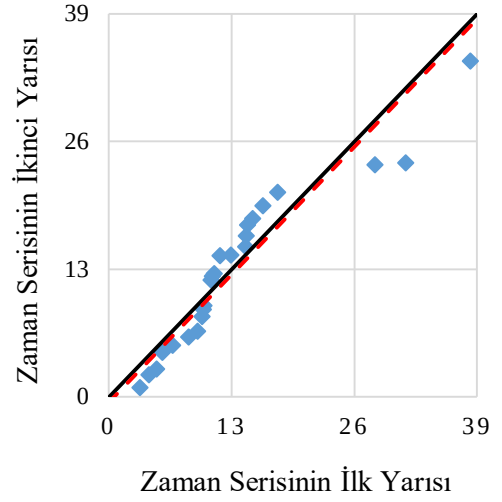
(a)



(b)



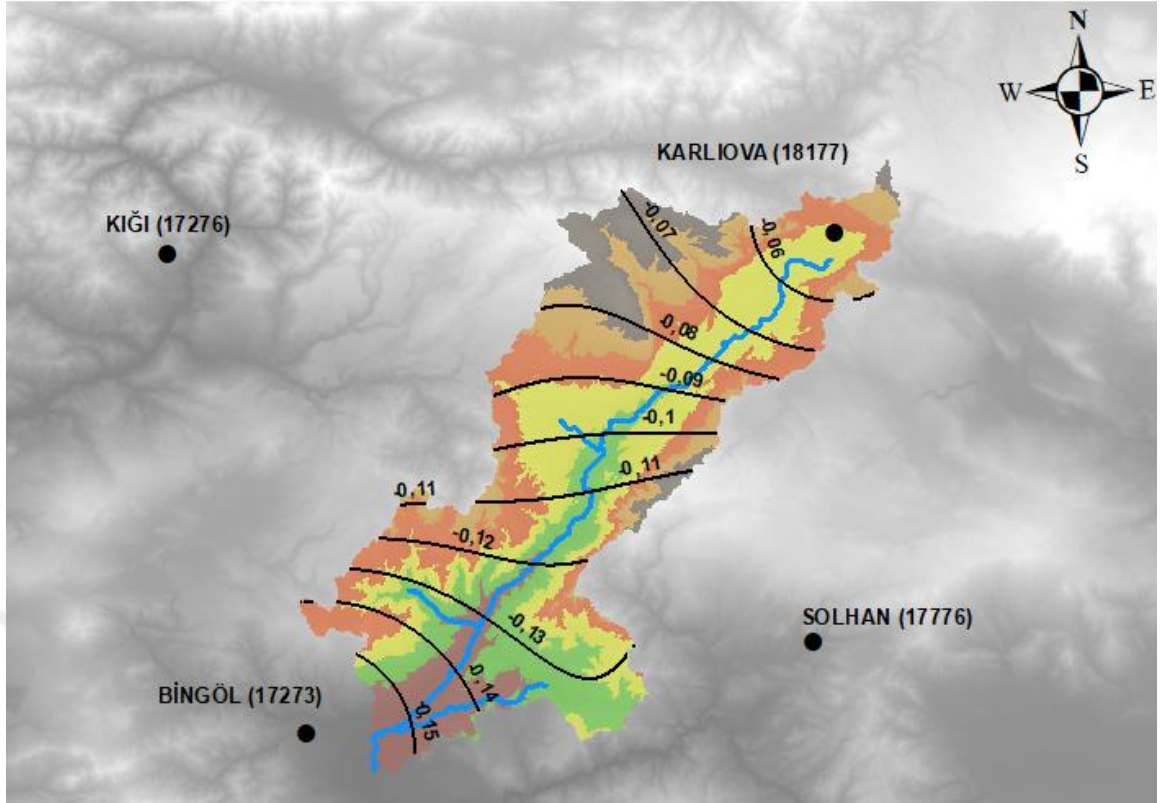
(c)



(d)

Şekil 4.69 İstasyonların Yaz mevsimi yağış değerlerinin Şen-ITA trend grafiği (a: Bingöl, b: Karlıova, c: Solhan, d: Kığı)

Yaz mevsimindeki yağış parametrelerinin havza sınırlarında konuma bağlı olarak nasıl bir eğilim gösterdiği Şekil 4.70’de gösterilmektedir. Şekil 4.70’deki çalışmada gösterildiği gibi havza sınırlarının içinde azalan yönde bir trend olduğu görülmektedir. Yağış parametresindeki bu azalma trendinin havzanın mansap kısmında daha şiddetli olduğu görülmektedir.



Şekil 4.70 Göynük Havzasında Yaz Mevsimindeki Yağış Parametresinin Şen-ITA Eğilim Değerlerinin Havza İçinde Değişimi

Çalışma alanı olarak seçilen Bingöl İlının Göynük Akarsusunun oluşturduğu havzadaki değişimleri mevsimsel olarak incelenmiş ve sonuçları Çizelge 4.10, 4.11, 4.12 ve 4.13’de gösterilmiştir. Bu bulgular incelendiğinde;

Sonbahar mevsimi olarak kabul incelenen Ekim, Kasım ve Aralık mevsimlerine Çizelge 4.10’da bakıldığında Akış ve yağış değerlerinde azalma görülmektedir. Sıcaklık değerlerinde artış eğilimi görülmektedir. Kığı bölgesinde rüzgâr değerlerinde bir artış eğilimi görülmesine karşın diğer bölgelerde bir azalma eğilimi görülmektedir. Nispi nem değerlerinde de bir azalma trendi görülmektedir.

Kış Mevsimi olarak incelenen Ocak, Şubat, Mart aylarının sonuçları olan Çizelge 4.11’e bakıldığında Akış değerlerinde bir artış eğilimi görülmektedir. Yağış değerlerinde bingöl’de bir artış görülürken diğer 3 istasyonda yağışta bir azalma eğilimi görülmektedir. Sıcaklık değerlerin’de bir artış eğilimi görülmektedir. Rüzgâr parametresinin uygulaması sonucunda 4 bölgede de bir azalma eğilimi görülmektedir. Bingöl ve Kığı bölgelerinde nispi nemde artış diğer 2 bölgede nispi nemde bir azalma trendi olduğu görülmektedir.

Çizelge 4.10 Şen-ITA Yöntemi Sonbahar Mevsimi Trend Analiz Sonuçları

	Veri Aralığı	Parametre	Eğim Değeri ve yönü	Kritik değer (σ_s)	Trend ($\pm$)
Devecik akış ölçüm İstasyonu (2158 Nolu)	1970-2017	Akış	-0,0180	0,0053	Var(-)
Bingöl	1960-2017	Yağış	-0,3810	0,0120	Var(-)
	1970-2017	Sıcaklık	0,0165	0,0024	Var(+)
	1976-2017	Rüzgâr	-0,0280	0,0015	Var(-)
	1976-2017	Nispi nem	-0,1834	0,0250	Var(-)
Karlıova	1960-2017	Yağış	-0,0151	0,0700	Yok
	1970-2017	Sıcaklık	0,0608	0,0080	Var (+)
	1976-2017	Rüzgâr	-0,0800	0,0011	Var (-)
	1976-2017	Nispi nem	-0,0230	0,0310	Yok
Solhan	1960-2017	Yağış	-0,5930	0,1400	Var (-)
	1970-2017	Sıcaklık	0,0226	0,0070	Var (+)
	1976-2017	Rüzgâr	-0,0020	0,0069	Yok
	1976-2017	Nispi nem	-0,0650	0,0190	Var (-)
Kığı	1960-2017	Yağış	-0,1610	0,1060	Var (-)
	1970-2017	Sıcaklık	0,04070	0,0030	Var (+)
	1976-2017	Rüzgâr	-0,0162	0,0029	Var (-)

Çizelge 4.11 Şen-ITA Yöntemi Kış Mevsimi Trend Analiz Sonuçları

	Veri Aralığı	Parametre	Eğim Değeri ve yönü	Kritik değer (σ_s)	Trend ($\pm$)
2158 Nolu Devecik akış ölçüm İstasyonu	1970-2017	Akış	0,0470	0,0079	Var(+)
Bingöl	1960-2017	Yağış	0,3690	0,1500	Var(+)
	1970-2017	Sıcaklık	0,0503	0,0050	Var(+)
	1976-2017	Rüzgâr	-0,0230	0,0018	Var(-)
	1976-2017	Nispi nem	-0,0710	0,0280	Var(-)
Karlıova	1960-2017	Yağış	-0,113	0,0800	Var (-)
	1970-2017	Sıcaklık	0,0670	0,0070	Var (+)
	1976-2017	Rüzgâr	-0,0230	0,0013	Var (-)
	1976-2017	Nispi nem	0,0570	0,0330	Var (+)
Solhan	1960-2017	Yağış	-0,0110	0,0900	Yok
	1970-2017	Sıcaklık	0,0520	0,0050	Var (+)
	1976-2017	Rüzgâr	-0,0425	0,0090	Var (-)
	1976-2017	Nispi nem	0,7300	0,0170	Var (+)
Kığı	1960-2017	Yağış	-0,1030	0,0580	Var (-)
	1970-2017	Sıcaklık	0,0690	0,0040	Var (+)
	1976-2017	Rüzgâr	-0,0161	0,0027	Var (-)

İlkbahar mevsimi olarak incelenen Nisan, Mayıs, Haziran aylarının sonuçları olan Çizelge 4.12'e bakıldığında akış ve yağış değerlerinde azalma trendi görülmektedir. Sıcaklık değerlerinde ise artış eğilimi görülmektedir. Rüzgâr değerlerinde Solhan ve Kığı istasyonlarında bir artış trendi görülmesine rağmen diğer iki istasyonda azalma trendi görülmektedir. Nispi nem değerlerinde de Solhan bölgesinde artış eğilimi diğer iki bölgede azalma trendi görülmektedir.

Çizelge 4.12 Şen-ITA Yöntemi İlkbahar Mevsimi Trend Analiz Sonuçları

	Veri Aralığı	Parametre	Eğim Değeri ve yönü	Kritik değer (σ_s)	Trend ($\pm$)
2158 Nolu Devecik akış ölçüm İstasyonu	1970-2017	Akış	-0,0934	0,0180	Var(-)
Bingöl	1960-2017	Yağış	-0,4510	0,1050	Var(-)
	1970-2017	Sıcaklık	0,0181	0,0070	Var(+)
	1976-2017	Rüzgâr	-0,035	0,0018	Var(-)
	1976-2017	Nispi nem	-0,1077	0,0230	Var(-)
Karlıova	1960-2017	Yağış	-0,6400	0,0800	Var (-)
	1970-2017	Sıcaklık	0,0940	0,0170	Var (+)
	1976-2017	Rüzgâr	0,0301	0,0018	Var (-)
	1976-2017	Nispi nem	-0,1280	0,0590	Var (-)
Solhan	1960-2017	Yağış	-0,2100	0,0110	Var (-)
	1970-2017	Sıcaklık	0,0325	0,0064	Var (+)
	1976-2017	Rüzgâr	0,0161	0,0055	Var (+)
	1976-2017	Nispi nem	0,0680	0,0240	Var (+)
Kığı	1960-2017	Yağış	-0,7600	0,0570	Var (-)
	1970-2017	Sıcaklık	0,0080	0,0030	Var (+)
	1976-2017	Rüzgâr	0,0020	0,0013	Var (+)

Çizelge 4.13'deki sonuçlar doğrultusunda yaz mevsimindeki trend değişimleri incelendiğinde akış ve yağış değerlerinde azalma görülmektedir. Sıcaklık değerlerinde ise artış trendi görülmektedir. Rüzgâr değerlerinde Karlıova ve Kığı istasyonlarında artış eğilimi görülürken, diğer iki istasyonda bir azalma trendi görülmektedir. Nispi nem değerlerinde de Karlıova bölgesinde bir azalma trendi görülmektedir.

Şen-ITA grafikleri genel hatlarıyla yorumlanıldığında akış değerlerinde ilkbahar, sonbahar ve yaz mevsimlerinde azalma trendi görülmekte olup, sıcaklık değerlerinde artış eğilimi, yağış değerlerinde azalma trendi görülmektedir. Bu 3 mevsimde gelecek çalışmada kullanılan iklim parametrelerinin yıllar içindeki bir meteorolojik kuraklık riski oluşturabileceği ancak net bir kuraklık ifadesi için bu parametrelerin yetersiz olduğu görülmektedir. Bu 3 mevsimin aksine kış mevsimindeki çalışma bulgularına bakıldığında

sıcaklık ve akış değerlerinin birlikte bir artış trendi oluşturduğu görülmektedir. Bingöl istasyonu dışındaki diğer bölgelerin yağışında bir azalma trendi olmasına rağmen sıcaklıktaki artış trendi, özellikle Karlıova gibi aşırı kar yağışı alan coğrafi bir bölgede erken kar erimesi durumunun oluşmasına neden olduğu düşünülmektedir.

Çizelge 4.13 Şen-ITA Yöntemi Yaz Mevsimi Trend Analiz Sonuçları

	Veri Aralığı	Parametre	Eğim Değeri	Kritik değer (σ_s)	Trend ($\pm$)
2158 Nolu Devecik akış ölçüm İstasyonu	1970-2017	Akış	-0,0120	0,0018	Var (-)
Bingöl	1960-2017	Yağış	-0,1580	0,0097	Var(-)
	1970-2017	Sıcaklık	0,015	0,0080	Var(+)
	1976-2017	Rüzgâr	-0,0455	0,0012	Var(-)
	1976-2017	Nispi nem	-0,0183	0,0230	Yok
Karlıova	1960-2017	Yağış	-0,0560	0,0230	Var (-)
	1970-2017	Sıcaklık	0,0800	0,0002	Var (+)
	1976-2017	Rüzgâr	0,0102	0,0019	Var (+)
	1976-2017	Nispi nem	-0,2461	0,0370	Var (-)
Solhan	1960-2017	Yağış	-0,1430	0,0450	Var (-)
	1970-2017	Sıcaklık	0,0166	0,0030	Var (+)
	1976-2017	Rüzgâr	0,007	0,0110	Yok
	1976-2017	Nispi nem	0,0256	0,0680	Yok
Kığı	1960-2017	Yağış	-0,0210	0,0320	Var (-)
	1970-2017	Sıcaklık	0,0048	0,0026	Var (+)
	1976-2017	Rüzgâr	0,0070	0,0035	Var (+)

Çalışmada görüldüğü üzere çalışma alanı olarak seçilen Göynük Çayı'nın akış, sıcaklık, yağış, rüzgâr ve nispi nem gibi havza parametreleri en az 48 yıllık veriler alınarak 4 farklı analiz yöntemiyle bu akarsu üzerinde küresel ısınmanın akarsuyumuz üzerindeki değişimleri incelenmiş ve elde edilen bulgularla yorumlanmıştır. Mann-Kendall ve Şen-ITA metodu kullanılarak 4 ayrı mevsimde havza alanındaki iklim parametreleri mevsimsel olarak çalışılmış ve bulguları Çizelge 4.14 ve 4.15'de gösterilmiştir. Mevsimsel olarak havzanın özellikleri dikkate alındığından, gelecek yıllarda hangi mevsimlerde nasıl bir değişim bekleneceği tahmin edilmiştir. Bulunan bu bulgular doğrultusunda alınan önlemlerin mevsimsel olarak durum önerisi yapılmaktadır.

İlk önce çalışma aralığı olarak Ekim, Kasım, Aralık ayları sonbahar mevsimi olarak kabul edilmiştir. Bu aylarda Şen-ITA yönteminde kritik değer olarak kabul edilen değerin üzerinde söz konusu akarsu akışında bir azalma görülmektedir. Mann-Kendall testinin mevsimsel uygulamasında bu mevsimde 1,96 olarak kabul edilen kritik değerin altında bir

azalma görülmüş ve bu nedenle bu teste göre azalmanın anlamsız olduğuna karar verilmiştir. İlkbahar mevsiminin yağış değerlerine bakıldığı Şen-ITA yönteminde 4 istasyondan alınan verilerde ciddi bir azalma olduğu ancak MK testinde anlamlı bir trend sonucu çıkmadığı görülmektedir. Sıcaklık değerlerinde söz konusu iki testte havzada bir artış olduğunu, rüzgâr değerlerinde Karlıova bölgesi dışında diğer bölgeler için bir azalma eğilimi olduğu, nispi nem oranlarında özellikle Bingöl istasyonunda bir azalma eğilimi görülmektedir. İlkbahar mevsimi çalışmalarını genel bir ifadeyle özetlemek gerekirse yağış değerlerindeki azalmalar ve sıcaklık değerinde artış eğilimi akarsu potansiyelinin azalma eğiliminin nedenlerinden birini göstermektedir.

Kış mevsimi olarak kabul edilen Ocak, Şubat, Mart ayları incelendiğinde akarsuyun akış potansiyelinde hem Şen-ITA test uygulaması hemde MK test uygulamasında anlamlı bir artış görülmektedir. Bu mevsimlerin yağış değerlerinde MK testinin kritik değerinin üzerinde bir trend değerine sahip olmadığı fakat Şen-ITA yönteminde Bingöl'ün yağış değerlerinde bir artma eğilimi olmasına karşın diğer üç bölgede yağışta bu 3 aylık mevsim diliminde anlamlı artışlar olduğu görülmektedir. Sıcaklık değerlerinde Şen-ITA yönteminde havzanın tüm bölgelerinde artış gözlemlenirken, MK testinde sadece Kığı ilçesinde kritik değer üzerinde bir artış trendi gözlemlenmektedir. Rüzgâr değerlerinde Şen-ITA yöntemi tüm bölgede bir azalma gösterirken MK testi havzanın tüm bölgelerinde anlamlı artış göstermektedir. Nispi nem değerlerinde sadece Şen-ITA yönteminde Karlıova bölgesinde anlamlı artış gözlemlenmektedir. Bu verilerden çıkan trend sonuçlarına bakıldığında havzada bu mevsimde akış potansiyelinin artışı, sıcaklık değerlerinde anlamlı artış ve yağış değerlerinde de bir azalma gözlemlenmektedir. Sıcaklık değerlerindeki artış ve yağış değerlerindeki azalma sonucunda akış değerlerinde bir artış trendi bu akış potansiyelinin bu iki parametre dışında başka bir parametreden daha etkilendiği hususunda çalışmayı farklı yorumlama gereksinimini ortaya koymuştur.

Göynük Çayı'nın kaynağını Karlıova bölgesinden alması ve Solhan, Bingöl ve Kığı ilçelerinin de bu akarsuyun havza alanı içinde kalması nedeniyle kış mevsimindeki akış potansiyelindeki değişimi biraz havzanın karakteristik özellikleri ve biraz da geçmiş yıllardaki yaşanan iklim olayları dikkate alınarak yorumlama gereksinimi duyulmuştur. Karlıova ilçesi akarsuyumuzun kaynak noktasıdır ve havzanın içinde en çok bulunan bölgedir. Karlıova ilçesi adından da anlaşılacağı üzere aşırı kar yağışları ile bilinen bir ilçedir ve Erzurum iline yakın bir bölgede bulunmaktadır. Bingöl'ün diğer ilçelerinde de kar örtüsünün yüksek olduğu düşünüldüğünde akış potansiyelini bu mevsimlerde etkileyen

parametrelerden birinin kar erimesi olabileceği düşünülmektedir. Kar erime verilerinin bu bölgede hiçbir istasyonda bulunmaması veya eksik oluşundan dolayı bu parametrenin akışı nasıl değiştireceği konusunda bu havza ile alakalı net bir bulgu olmamakla beraber, daha önce Bingöl’de yaşanan iklim olaylarından çıkarılacak yorumlara ihtiyaç duyulmaktadır.

Çizelge 4.14 Sonbahar ve Kış Mevsim Trend Analiz Metotlarının Sonuçlarının Kıyaslanması

İnovatif-ITA Testi Sonbahar Mevsimi Bulguları					
	Akış	Yağış	Sıcaklık	Rüzgâr	Nispi nem
Devecik	Var (-)				
Bingöl		Var (-)	Var (+)	Var (-)	Var (-)
Karlıova		Yok	Var (+)	Var (-)	Yok
Solhan		Var (-)	Var (+)	Yok	Var (-)
Kığı		Var (-)	Var (+)	Var (-)	

Mann-Kendall Testi Sonbahar Mevsim Bulguları					
	Akış	Yağış	Sıcaklık	Rüzgâr	Nispi nem
Devecik	Yok				
Bingöl		Yok	Yok	Var (-)	Var (-)
Karlıova		Yok	Var(+)	Yok	Yok
Solhan		Yok	Yok	Var (-)	Yok
Kığı		Yok	Var(+)	Var(-)	

İnovatif-ITA Testi Kış Mevsimi Bulguları					
	Akış	Yağış	Sıcaklık	Rüzgâr	Nispi nem
Devecik	Var (+)				
Bingöl		Var(+)	Var(+)	Var (-)	Yok
Karlıova		Var (-)	Var(+)	Var (-)	Var (-)
Solhan		Var(-)	Var(+)	Var (-)	Yok
Kığı		Var(-)	Var(+)	Var (-)	-

Mann-Kendall Testi Kış Mevsimi Bulguları					
	Akış	Yağış	Sıcaklık	Rüzgâr	Nispi nem
Devecik	Var (+)				
Bingöl		Yok	Yok	Var (+)	Yok
Karlıova		Yok	Yok	Var (+)	Yok
Solhan		Yok	Yok	Var (+)	Yok
Kığı		Yok	Var (+)	Var (+)	-

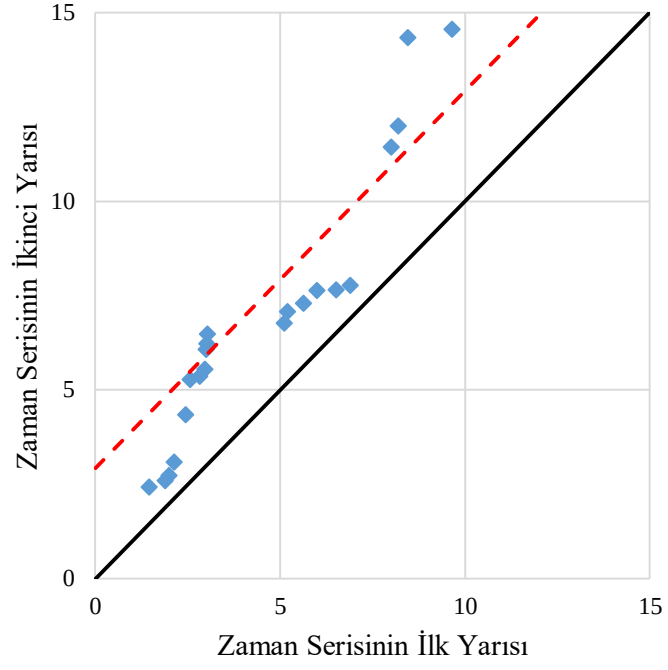
Nisan 2017 yılında çekilen ve Bingöl merkezde bulunan iki bölgeyi birbirine bağlayan önemli bir köprünün yıkılma görüntüsü Şekil 4.71’de gösterilmiştir. Akarsu üzerinde gerçekleşen taşkın sonucunda köprü yıkılmakta ve çok ciddi mal ve can kaybına neden olmaktadır. Olayın 8 Nisan’da yaşandığından bu olayın vuku bulması bu aydan öncedir. Bu amaç doğrultusunda bu mevsimdeki taşkın riskinin Ocak, Şubat koşullarında eksi değerli sıcaklıklar hüküm sürdüğünden Mart ayındaki sıcaklık artışının kar erimesiyle

tařkın riskini artırdıęı dūřūnūlmektedir. Bu nedenle Mart ayındaki havza parametrelerinden akıř ve sıcaklık deęerlerine řen-ITA trend testi uygulanmıřtır.



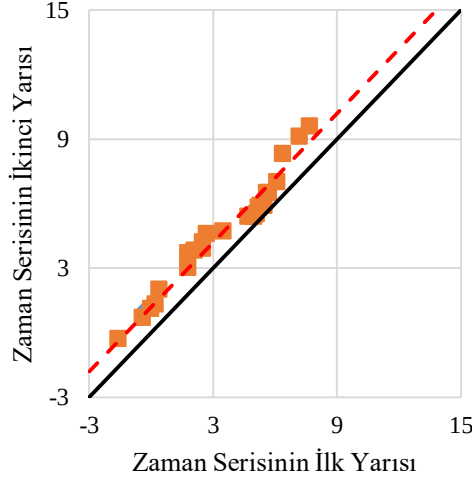
řekil 4.71 Bingöl İlinin Merkezindeki Kōprūnūn Yıkılmıř Görūntūřū
(Bingöl Olay), 2019

Mart ayında akıř deęerlerinde artıř gōrūlmektedir (řekil 4.72), bu dōnemde akarsuyun ilk yarım serisinin ikinci yarım seriye gōre farkı $2.93 \text{ m}^3/\text{s}$ olduęundan eęim deęeri $0,122 \text{ m}^3/\text{s}/\text{yıl}$ olarak bulunmuř ve kritik trend deęeri $0,018$ olduęundan dolayđ bu dōnemde akıř potansiyelinde anlamlđ artıř hakimdir. Akıř deęerlerindeki bu artıřın ōzellikle Karlıova bōlgesinde meydana gelen kar erimelerinden kaynaklandđđ dūřūnūlmekte ve Karlıova bōlgesinin ve dięer 3 bōlgenin Mart ayındaki sıcaklık deęerlerindeki deęiřim incelenmiřtir.

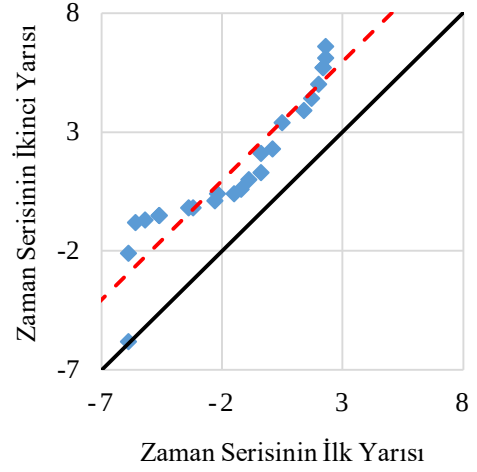


Şekil 4.72 Devecik İstasyonu Mart Ayındaki Akış Değerlerinin Şen-ITA Trend Grafiği

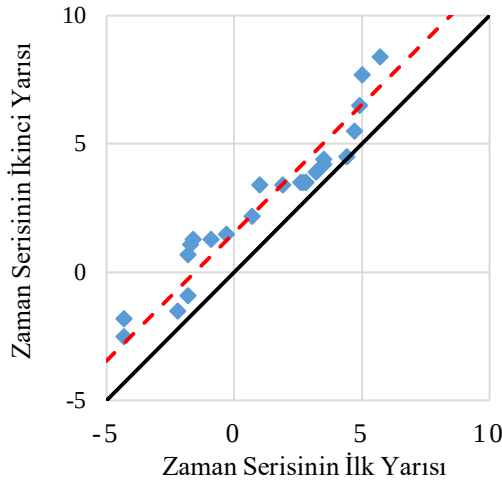
Şekil 4.73’de 4 bölgenin de Şen-ITA yöntemiyle oluşturulan Mart ayındaki sıcaklık grafikleri bu ayda sıcaklıkta tek düze ve artan değerde artan bir sıcaklık eğilimi olduğunu göstermektedir.



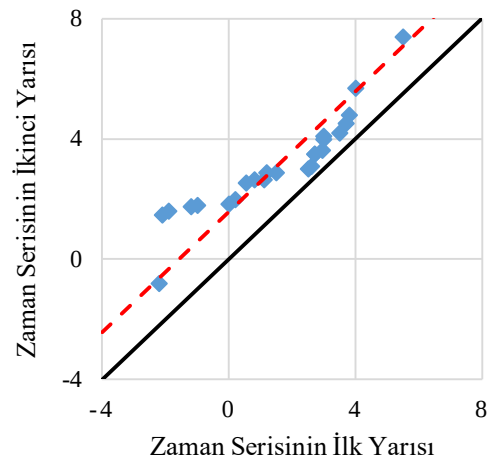
(a)



(b)



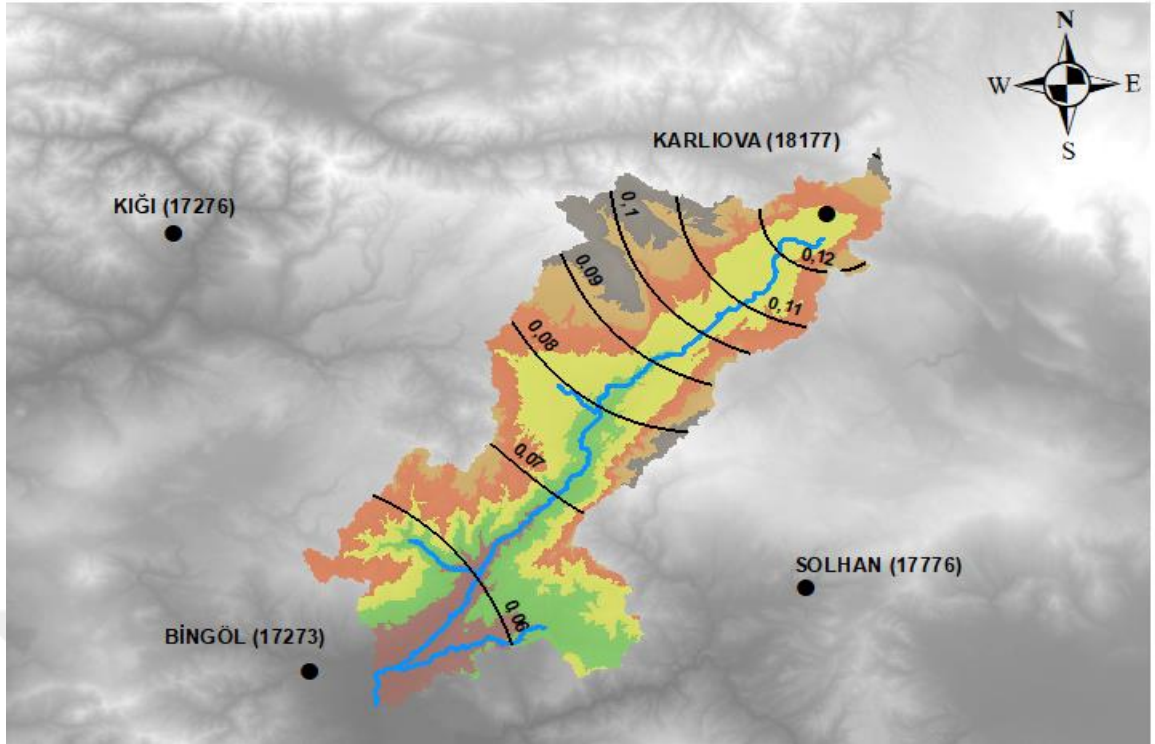
(c)



(d)

Şekil 4.73 İstasyonların Mart Ayındaki sıcaklık değerlerinin Şen-ITA trend grafiği (a: Bingöl, b: Karlıova, c: Solhan, d: Kığı)

Mart ayında çalışma havzasındaki artan trend eğilimi Şekil 4.74’de görülmektedir. Hesaplanan artış trendlerinin akarsuyun memba bölgesindeki Karlıova istasyonunda daha şiddetli olduğu görülmektedir. Bu sıcaklık trendindeki artışın Mart ayında kar erimelerini hızlandırabileceği ve özellikle Karlıova bölgesindeki kar erimesinin daha erken bir dönemde akışa geçmesine neden olduğu görülmektedir.



Şekil 4.74 Göynük Havzasında Mart Ayındaki Sıcaklık Parametresinin Şen-ITA Yöntemindeki Eğilim Değerlerinin Havza İçinde Değişimi

İlkbahar mevsimi olarak kabul edilen Nisan, Mayıs, Haziran aylarında akarsudaki akış değerinde Şen-ITA yöntemine göre azalma trendinin kritik değer üzerinde bir değişim gösterdiği, MK testinde kritik değerin altında bir değişim Çizelge 4.15’de görülmektedir. Yağış değerlerinde her iki yöntemde de bir azalma trendi olduğu görülmektedir. Sıcaklık değerlerinde Şen-ITA yöntemindeki eğilim tüm bölgelerde anlamlı olmasına karşın, MK testinde Karlıova ve Solhan bölgelerinde anlamlı düzeyde bir artış görülmüştür. Rüzgâr değerlerinde Şen-ITA analiz sonuçlarına göre Bingöl ve Karlıova bölgesinde bir azalma trendi, diğer iki bölgede artış eğilimi ve MK testinde sadece Bingöl bölgesinde rüzgâr trendinde bir azalma görülmüştür. Nispi nem parametresinde kullanılan test türü ve bölgeler arasındaki farklılık Çizelge 4.15’de görülmektedir.

Çizelge 4.15 İlkbahar ve Yaz Mevsimi Trend Analiz Metotlarının Sonuçlarının Kıyaslanması

Şen-ITA Testi İlkbahar Mevsimi Bulguları					
	Akış	Yağış	Sıcaklık	Rüzgâr	Nispi nem
Devecik	Var (-)	-	-	-	-
Bingöl	-	Var (-)	Var (+)	Var (-)	Var (-)
Karlıova	-	Var (-)	Var (+)	Var (-)	Var (-)
Solhan	-	Var (-)	Var (+)	Var (+)	Var (+)
Kığı	-	Var (-)	Var(+)	Var (+)	-

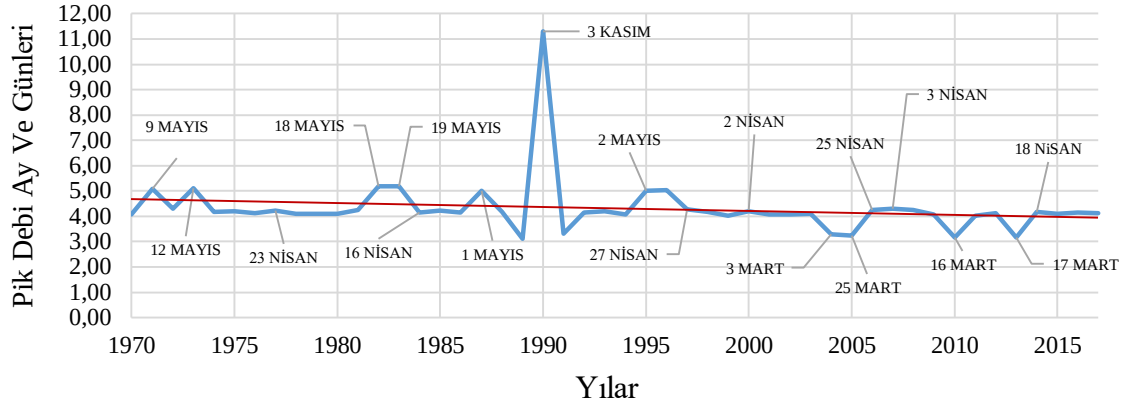
Mann-Kendall Testi İlkbahar Mevsimi Bulguları					
	Akış	Yağış	Sıcaklık	Rüzgâr	Nispi nem
Devecik	Yok	-	-	-	-
Bingöl	-	Var(-)	Yok	Var(-)	Var(-)
Karlıova	-	Yok	Var(+)	Yok	Yok
Solhan	-	Var(-)	Var(+)	Yok	Yok
Kığı	-	Yok	Yok	Yok	-

Şen-ITA Testi Testi Yaz Mevsimi Bulguları					
	Akış	Yağış	Sıcaklık	Rüzgâr	Nispi nem
Devecik	Var (-)	-	-	-	-
Bingöl	-	Var (-)	Var (+)	Var (-)	Yok
Karlıova	-	Var (-)	Var (+)	Var (+)	Var (-)
Solhan	-	Var (-)	Var (+)	Var (-)	Yok
Kığı	-	Var (-)	Var (+)	Var (+)	-

Mann-Kendall Testi Yaz Mevsimi Bulguları					
	Akış	Yağış	Sıcaklık	Rüzgâr	Nispi nem
Devecik	Var (-)	-	-	-	-
Bingöl	-	Yok	Yok	Var (-)	Yok
Karlıova	-	Yok	Var (+)	Yok	Var (-)
Solhan	-	Yok	Yok	Yok	Yok
Kığı	-	Yok	Yok	Yok	-

Yaz mevsimi olarak kabul edilen Haziran, Temmuz, Ağustos aylarında her iki yöntemde de akarsuyun akış potansiyelinin azalma yönünde bir trend gösterdiği ve bu mevsimdeki havza parametrelerinin ilkbahar mevsimine yakın bir trend oluşturdukları bulunmuştur. Şekil 4.75’de Göynük çayının 1970 yılından 2017 yılına kadar yılın hangi ayında ve gününde pik debi meydana getirdiği incelenmiştir. Şekil 4.75’de görüldüğü gibi 1970 yılından 1980’li yıllara kadar maksimum debinin Mayıs ayının ortalarında meydana geldiği, daha sonra 1980 ile 2000 yılları arasında maksimum debinin Mayıs aylarının başlarında, hatta Nisan ayının sonlarında yaşandığı görülmektedir. 2000’li yılların başlarında maksimum debininin tekrar Nisan ayının başına kadar gerilediği, günümüze yaklaştıkça maksimum debinin Mart sonlarında çoğunlukla olduğu görülmektedir. Bu

debilerinin oluşturduğu grafiğin eğimi $-0,0156 \text{ m}^3/\text{s}/\text{yıl}$ olarak bulunmuş ve bu bulgu maksimum debinin yaşandığı dönemin ilk dönemlere göre daha erken zamanlarda oluşma eğiliminde olduğunu ortaya koymuştur. Daha önce mevsimsel olarak iklim değişikliğinin akarsu havzasına etkisi incelendiğinde kış mevsimi olarak kabul edilen Ocak, Şubat ve Mart aylarında akarsuda artan bir akış eğilimi olduğu görülmüştü. Daha sonra özellikle bu artış eğiliminin Mart ayında iklim değişikliği etkisiyle havzadaki yağış değerinin azalmasına rağmen bu ayda ciddi miktarda sıcaklık değerlerinin artış eğiliminde olduğu ve havzanın karakteristiği düşünüldüğünde bu ayda havzada ciddi bir kar erimesine neden olabileceği ifade edilmişti. Yine yukarıdaki pik debinin son dönemlerde Nisan ayının başlarında ve Mart ayının sonlarına doğru yaşanması da önceki bulguları destekleyecek bir sonuç ortaya koymuştur.

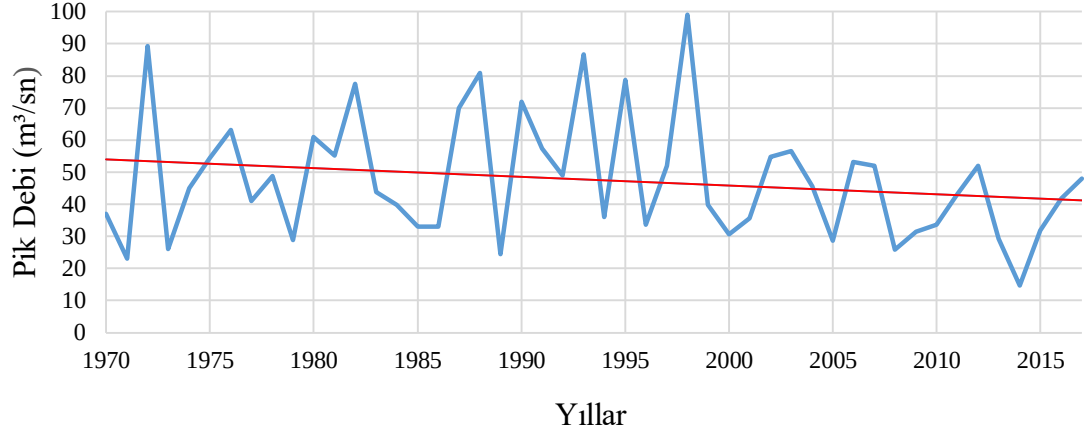


Şekil 4.75 Göynük Çayının Yıllara Göre Maksimum Debisine Ulaştığı Gün Ve Aylar

Yücel ve diğ. (2014) Doğu Anadolu Bölgesi'ndeki 15 farklı nehir debisi ölçüm istasyonu kullanarak trend analizi yapmıştır. Yaptıkları çalışmanın sonucunda, karların baharın daha erken dönemlerinde erimesi nedeniyle akarsularda maksimum debi miktarının baharın daha erken günlerinde gerçekleştiği ortaya konulmuştur.

Göynük çayının iklim değişikliği neticesinde akış potansiyelinde bir azalma eğilimi olduğu çalışmamızda farklı yöntemlerle ortaya konulmaktadır. Şekil 4.76'da Göynük Çayı'nın 1970 yılından 2017 yılına kadar maksimum debilerinin değişim grafiği görülmektedir. Bu maksimum debilerin iklim değişikliği etkisinde bir azalma eğiliminde olduğu ve bu azalmanın eğim değerinin $-0,2726 \text{ m}^3/\text{s}/\text{yıl}$ değerinde olduğu yapılan çalışma sonucunda ortaya konulmuştur. Yapılan çalışma sonucunda akarsuda hem genel anlamıyla yıllık debi miktarında bir azalmanın olduğu hem de maksimum debinin miktarında bir azalma olduğu

yapılan çalışmayla ortaya konulmuştur. Maksimum debinin son dönemlerde Mart ayında yaşandığı ve bu aylarda akarsu havzasında bir artan eğilim durumu oluşturduğu çalışmaların bulguları arasındadır.



Şekil 4.76 Göynük Çayının Yıllara Göre Maksimum Debi Değişimi

5. SONUÇLAR

Bu çalışmada, Bingöl ilindeki Göynük Çayı'na iklim değişikliğinin etkileri araştırılmıştır. Bu amaç doğrultusunda havzada bulunan 4 ayrı meteoroloji istasyonundan veriler alınmıştır. Bu veriler Şen-ITA, MK, DR ve Sen'in eğilim hesaplayıcısı yöntemlerine tabi tutulmuştur. 4 ayrı yöntemle incelenen bu veriler Göynük Çayı üzerinde bulunan DSİ akım istasyonundaki verilere de uygulanmıştır. Elde edilen sonuçlar aşağıda verilmiştir.

Verilere uygulanan 4 farklı yöntemde ve 4 farklı istasyonda sıcaklık değerlerinde trend saptanmıştır. Bu trendin tüm bölgelerde artan şekilde olduğu görülmektedir. Bu trendlerin bazı istasyonlarda anlamsız olmasına karşın, genel anlamıyla anlamlı değerlerde olduğu saptanmıştır. İklim değişikliğinin en önemli etkilerinden olan küresel ısınma durumunun bu bölgemizde gelecekte hissedilebileceği ortaya konulmuştur.

Havzadaki yağış durumu incelendiğinde; tüm bölgelerde yağışın azalan yönde bir trend oluşturduğu görülmektedir. Bu trend değerlerinin bazı bölgelerde anlamlı değerin altında olmasına karşın, genelde anlamlı düzeyde bir trendin varlığı görülmektedir.

Bir başka iklim parametresi olan rüzgar değerlerine çalışmada kullanılan trend yöntemleri uygulanmıştır. Rüzgar parametresinin bölgesel olarak ve trend yöntemlerine göre farklı sonuçlar verdiği gözlemlenmektedir. Rüzgâr değerlerine uygulanan yöntemlerden bazılarında anlamlı değerde bir değişim genellikle olduğu fakat bu trendlerin bölgesel ve yöntemsel farklılıkları olduğu görülmektedir.

Nispi nem oranlarına trend yöntemleri uygulandığında genellikle Şen-ITA ve MK yöntemlerinde farklı sonuçlar vermiştir. Bu sonuçların da anlamlı düzeyde olması yine bu parametre için genel bir ifade kullanılmasını engellemektedir.

Bu çalışmanın asıl amacı; iklim değişikliğinin akarsu potansiyeline etkisinin ne şekilde olduğunu incelemektir. Uygulanan 4 yöntemde de akarsuyun akış potansiyelinin azalan yönde bir trend oluşturduğu gözlemlenmiştir. Sıcaklığın artışında ve yağış miktarının azalmasında oluşan eğilimin ve akarsuyun akışındaki azalan trendin nedeninin iklim değişikliği kaynaklı olduğu ortaya konulmuştur. Bölgedeki ısınma sıcaklık değerlerinin artışı, yağış değerlerinde bir azalmaya neden olduğu ve bunun neticesinde insanoğlunun temel ihtiyacı olan suyu ve akarsulardaki su potansiyelini olumsuz yönde etkilemektedir. Çalışmanın diğer kısmında iklim değişikliğinin etkisiyle bölgede oluşacak değişimler mevsimsel olarak incelenmiştir. İlkbahar, Sonbahar ve Yaz mevsimlerine bakıldığında akarsudaki akış verilerinde azalan yönde bir trend olduğu görülmektedir. Sıcaklık değerlerinde artma eğilimi, yağış değerlerinde azalma eğilimi olduğu ve bu eğilimin genel olarak anlamlı düzeyde olduğu görülmektedir. Diğer 3 mevsimin aksine Kış mevsiminde akarsuyun akış potansiyelinde bir artış olduğu görülmektedir. Bu mevsimlerde sıcaklık değerlerinde bir artış trendi olduğu, akış değerindeki artmanın aksine yağış değerlerinde genel anlamda bir azalma olduğu ve hem akış hem de sıcaklık değerlerindeki trendlerin anlamlı düzeyde olduğu görülmektedir. Kış mevsiminde yağış düzeyindeki azalmaya rağmen akış değerindeki bu artışın başka bir faktörden etkilendiğini göstermektedir. Bu nedenle akışdaki bu artışın havzanın iklimsel özellikleri dikkate alındığında bir başka parametre olan kar erimelerinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Mart ayında çok ciddi bir ısınmanın olduğu ve bu ısınmanın Kış aylarında kar erimesini hızlandırdığı ve bu ay için yağan karın çoğunun akışa katıldığı düşünülmektedir.

Çalışma kapsamında mevsimsel değişimlerdeki bulguları farklı açıdan yorumlamak için akarsudaki pik debiler de incelenmiş ve akarsudaki pik debilerde bir azalma trendi olduğu ortaya konulmuştur. Ayrıca pik debilerin yaşandığı günlerin yıllara göre değişimi incelenmiştir. Çalışma aralığı olarak seçilen 1970-1990 yılları arasında pik debilerin Mayıs ayının sonları ve Mayıs ayının ortalarında yaşandığı görülmektedir. 1990-2000 yılları arasında pik debilerin Nisan ayının ortalarında görülmekteyken 2000 yılı sonrasında Mart ayının sonu ve Nisan ayının başlarında meydana geldiği görülmektedir. Mevsimsel incelemelerde Mart ayında akıştaki artış durumunun bir benzer sonucu da pik debilerin yaşandığı tarihte görülmüş ve bu da Mart ayında kar erimesi kaynaklı pik debilerin görülebileceği düşüncesini güçlendirmektedir.

5. KAYNAKLAR

- Ahn, K. H., Merwade, V. (2014). Quantifying the relative impact of climate and human activities on streamflow. *Journal of Hydrology*, **515**, 257-266.
- Akış, A. (2007). *İklim değişikliklerinin İzmir barajları üzerindeki etkileri ve sonuçları*. Doktora Tezi, DEÜ Fen Bilimleri Enstitüsü).
- Alashan, S. (2018). Yenilikçi Yönelim Analiz Yönteminin Logaritmik Eksende Değerlendirilmesi. *İklim Değişikliği ve Çevre*, **3(1)**, 16-21.
- Anonymous. (2019). <http://www.bingololay.com.tr/haber/4977/sel-kopruleri-yikti.html>. (internet access: 20 September, 2019).
- Apak, G., Ubay, B. (2007). Türkiye İklim Değişikliği Birinci Ulusal Bildirimi
- Aydın, M. , Yaltay, N. , Öz, A.. (2019). Evaluation of Elazığ Province Precipitation Data by Innovative Trend Analysis. *Academic Perspective Procedia*, **2(2)**, 162-171.
- Baloch, M. A., Ames, D. P., Tanik, A. (2015). Hydrologic impacts of climate and land-use change on Namnam Stream in Koycegiz Watershed, Turkey. *International Journal of Environmental Science and Technology*, **12(5)**, 1481-1494.
- Birdal, A. C., Korkmaz, E., Erşen, G., Türk, T., & Atun, R. (2018). Coğrafi Bilgi Sistemleri İle İklim Değişikliklerinin İzlenmesi: İzmir İli Örneği. *Doğal Afetler ve Çevre Dergisi*, **4(1)**, 45-55.
- Canlı, K. (2010). Küresel ısınmanın orman ekosistemine etkisi. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, **1(2)**, 86-96.
- Cannarozzo, M., Noto, L. V., Viola, F. (2006). Spatial distribution of rainfall trends in Sicily (1921–2000). *Physics and Chemistry of the Earth, Parts A/B/C*, **31(18)**, 1201-1211.
- Cebe, E. N. (2007). *Türkiye Akarsularında Mevsimsel Trend Analizi*. Doktora Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Chen, H., Guo, S., Xu, C. Y., Singh, V. P. (2007). Historical temporal trends of hydro-climatic variables and runoff response to climate variability and their relevance in water resource management in the Hanjiang basin. *Journal of hydrology*, **344(3-4)**, 171-184.
- Chen, Y. N., Li, W. H., Xu, C. C., Hao, X. M. (2007). Effects of climate change on water resources in Tarim River Basin, Northwest China. *Journal of Environmental Sciences*, **19(4)**, 488-493.
- Cosun, F., Karabulut, M. (2009). Kahramanmaraş'ta ortalama, minimum ve maksimum sıcaklıkların trend analizi. *Türk Coğrafya Dergisi*, **(53)**, 41-50.
- Çeribaşı, G. Batı Karadeniz Havzasının Yağış Verilerinin Yenilikçi Şen Yöntemi İle Analizi. *Akademik Platform Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi*, **6(3)**, 168-173.

- Dabanlı, İ. (2017). *Türkiye'de İklim Değişikliğinin Yağış-Sıcaklığa Etkisi ve Kuraklık Analizi: Akarçay Örneği* Doktora Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Dabanlı, İ., Şen, Z., Yeleğen, M. Ö., Şişman, E., Selek, B., & Güçlü, Y. S. (2016). Trend assessment by the innovative-Şen method. *Water resources management*, **30(14)**, 5193-5203.
- Dale, V. H. (1997). The relationship between land-use change and climate change. *Ecological applications*, **7(3)**, 753-769.
- Demir, A. D., Demir, Y., Şahin, Ü., & Meral, R. (2017) Bingöl İlinde Sıcaklık ve Yağışların Trend Analizi ve Tarıma Etkisi. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, **4(3)**, 284-291.
- Helsel, D. R., Hirsch, R. M. (1992). *Statistical methods in water resources*, **49**, Elsevier.
- Hirsch, R. M., Slack, J. R., Smith, R. A. (1982). Techniques of trend analysis for monthly water quality data. *Water resources research*, **18(1)**, 107-121.
- Houghton, J. T., Ding, Y. D. J. G., Griggs, D. J., Noguer, M., van der Linden, P. J., Dai, X., Johnson, C. A. (2001). *Climate change 2001: the scientific basis*. The Press Syndicate of the University of Cambridge.
- Huth, R. (1999). Testing for trends in data unevenly distributed in time. *Theoretical and Applied Climatology*, **64(3-4)**, 151-162.
- Kadioğlu, M. (1997). Trends in surface air temperature data over Turkey. *International Journal of Climatology: A Journal of the Royal Meteorological Society*, **17(5)**, 511-520.
- Karakus, C. B.(2017) Trend Analysis Methods for Hydro-Meteorological Parameters.
- Karaman, S., Gökalp, Z. (2010). Küresel ısınma ve iklim değişikliğinin su kaynakları üzerine etkileri. *Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi*, **3(1)**, 59-66.
- Kızılelma, Y., Çelik, M., Karabulut, M. (2015). İç Anadolu Bölgesinde sıcaklık ve yağışların trend analizi. *Türk Coğrafya Dergisi*, (**64**), 1-10.
- Kundzewicz, Z. W., Robson, A. J. (2004). Change detection in hydrological records—a review of the methodology/revue méthodologique de la détection de changements dans les chroniques hydrologiques. *Hydrological sciences journal*, **49(1)**, 7-19.
- Lewandrowski, J., Schimmelpennig, D. (1999). Economic implications of climate change for US agriculture: assessing recent evidence. *Land Economics*, 39-57.
- Loáiciga, H. A. (2003). Climate change and ground water. *Annals of the Association of American Geographers*, **93(1)**, 30-41.
- McCarthy, J. J., Canziani, O. F., Leary, N. A., Dokken, D. J., White, K. S. (Eds.). (2001). *Climate change 2001: impacts, adaptation, and vulnerability: contribution of Working Group II to the third assessment report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (Vol. 2)*. Cambridge University Press.

- McKeon, G. M., Stone, G. S., Syktus, J. I., Carter, J. O., Flood, N. R., Ahrens, D. G., Crimp, S. J. (2009). Climate change impacts on northern Australian rangeland livestock carrying capacity: a review of issues. *The Rangeland Journal*, **31(1)**, 1-29.
- Namkhai, O. (2019). *Meteorolojik Mekansal Verilerin İstatistiksel Yöntemler ile Analizi: Çatalan Baraj Gölü Havzası Örneği* (Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü).
- Özdemir, M. A., Bahadır, M. (2010). Denizli'de Box-Jenkins Tekniği İle Küresel İklim Değişikliği Öngörülleri. *Journal Of International Social Research*, **3(12)**.
- Özgür, E., Efe, B., Akbayır, İ. (2014). Güneydoğu Anadolu Projesi (GAP) illerinin aylık ve yıllık toplam yağış analizi. II. *Uluslararası Katılımlı Kuraklık ve Çölleşme Sempozyumu*, 16-18.
- Öztürk, K. (2002). Küresel İklim Değişikliği ve Türkiye'ye Olası Etkileri. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, **22(1)**.
- Partal, T., Kahya, E. (2006). Trend analysis in Turkish precipitation data. *Hydrological Processes: An International Journal*, **20(9)**, 2011-2026.
- Partal, T., Küçük, M. (2006). Long-term trend analysis using discrete wavelet components of annual precipitations measurements in Marmara region (Turkey). *Physics and Chemistry of the Earth, Parts A/B/C*, **31(18)**, 1189-1200.
- Qin, D., Plattner, G. K., Tignor, M., Allen, S. K., Boschung, J., Nauels, A., Midgley, P. M. (2013). IPCC, 2013: climate change 2013: the physical science basis. *Contribution of working group I to the fifth assessment report of the intergovernmental panel on climate change. IPCC AR5*, 1535.
- Sağlam, N. E., Düzgüneş, E., Balık, İ. (2008). Küresel Isınma ve İklim Değişikliği. *Su Ürünleri Dergisi*, **25(1)**, 89-94.
- Scholze, M., Knorr, W., Arnell, N. W., Prentice, I. C. (2006). A climate-change risk analysis for world ecosystems. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, **103(35)**, 13116-13120.
- Sen, P. K. (1968). Estimates of the regression coefficient based on Kendall's tau. *Journal of the American statistical association*, **63(324)**, 1379-1389.
- Sen, P. K. (1968). On a class of aligned rank order tests in two-way layouts. *The Annals of Mathematical Statistics*, **39(4)**, 1115-1124.
- Solomon, S., Manning, M., Marquis, M., Qin, D. (2007). *Climate change 2007-the physical science basis: Working group I contribution to the fourth assessment report of the IPCC (Vol. 4)*. Cambridge university press.
- Şen, Z. (2017). Innovative trend significance test and applications. *Theoretical and applied climatology*, **127(3-4)**, 939-947.
- Tayanç, M., İm, U., Doğruel, M., Karaca, M. (2009). Climate change in Turkey for the last half century. *Climatic Change*, **94(3-4)**, 483-502.

- Turan, E. S. (2018). Türkiye'nin iklim değişikliğine bağlı kuraklık durumu. *Doğal Afetler ve Çevre Dergisi*, **4(1)**, 63-69.
- Türkeş M. (1996). Meteorological Drought in Turkey: A Historical Perspective, 1930–93. *Drought Network News (1994–2001)*, **84**.
- Türkeş, M. (1996). Spatial and temporal analysis of annual rainfall variations in Turkey. *International Journal of Climatology: A Journal of the Royal Meteorological Society*, **16(9)**, 1057-1076.
- Türkeş, M. (2000). Küresel ısınma: yeni rekorlara doğru. *Cumhuriyet Bilim Teknik Dergisi*, **673**, 20-21.
- Üstün, H. G. (2008). *İklim Değişikliğinin Su Kaynakları Üzerine Etkisi*. Doktora Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Isparta.
- Van Belle, G., Hughes, J. P. (1984). Nonparametric tests for trend in water quality. *Water resources research*, **20(1)**, 127-136.
- Vörösmarty, C. J., Green, P., Salisbury, J., Lammers, R. B. (2000). Global water resources: vulnerability from climate change and population growth. *science*, **289(5477)**, 284-288.
- Walsh, B. S., Parratt, S. R., Hoffmann, A. A., Atkinson, D., Snook, R. R., Bretman, A., & Price, T. A. (2019). The impact of climate change on fertility. *Trends in ecology & evolution*.
- WMO, (1998). WMO statement on the status of the global climate in 1997.
- WMO, W. (1999). statement on the status of the global climate in 1998. WMO n 896. *World Meteorological Organization, Geneva*.
- Wu, H., & Qian, H. (2017). Innovative trend analysis of annual and seasonal rainfall and extreme values in Shaanxi, China, since the 1950s. *International Journal of Climatology*, **37(5)**, 2582-2592.
- Yang, Y., Tian, F. (2009). Abrupt change of runoff and its major driving factors in Haihe River Catchment, China. *Journal of Hydrology*, **374(3-4)**, 373-383.
- Yayvan, M. S. & Ersoy, S. (2019). Aksaray İklimi ve Küresel Isınma. *MGM (web-site)* <https://www.mgm.gov.tr/FILES/genel/makale/aksaray-iklimi.pdf>. Accessed, 4.
- Yenigun, K., Ecer, R. (2013). Overlay mapping trend analysis technique and its application in Euphrates Basin, Turkey. *Meteorological Applications*, **20(4)**, 427-438.
- Yucel, I., Güventürk, A., Sen, O. L. (2015). Climate change impacts on snowmelt runoff for mountainous transboundary basins in eastern Turkey. *International Journal of Climatology*, **35(2)**, 215-228.
- Yunling, H., Yiping, Z. (2005). Climate change from 1960 to 2000 in the Lancang River Valley, China. *Mountain Research and Development*, **25(4)**, 341-349.

Zhang, Q., Xu, C. Y., Zhang, Z., Chen, Y. D. (2009). Changes of temperature extremes for 1960–2004 in Far-West China. *Stochastic Environmental Research and Risk Assessment*, **23(6)**, 721-735.

Zhang, X., Harvey, K. D., Hogg, W. D., Yuzuk, T. R. (2001). Trends in Canadian streamflow. *Water Resources Research*, **37(4)**, 987-998



ÖZGEÇMİŞ

Ad Soyad: Ufuk Yükseler

Doğum Yeri ve Tarihi: BİNGÖL - 15.08.1995

Adres: Çöşnük Mahallesi Hoca SOKAK Tuba Apartmanı Kat:7 No: 26
Battalgazi/Malatya

E-Posta: ufukyukseler12@gmail.com

Lisans: İnönü Üniversitesi Mühendislik Fakültesi İnşaat Mühendisliği

Yüksek Lisans: -

Yayın Listesi: