



**ÇORUH HAVZASI MAKSİMUM-MİNİMUM
SICAKLIK VERİLERİNİN TREND ANALİZİ**

Hilal KOÇ

**Yüksek Lisans Tezi
İnşaat Mühendisliği Ana Bilim Dalı
Dr. Öğr. Üyesi Ruşen SINIR
2022
(Her hakkı saklıdır.)**

T.C.
BAYBURT ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANA BİLİM DALI

**ÇORUH HAVZASI MAKSİMUM-MİNİMUM SICAKLIK VERİLERİNİN TREND
ANALİZİ**

(Trend Analysis of Maximum-Minimum Temperature in the Çoruh Basin)

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Hilal KOÇ

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Ruşen SINIR

Bayburt
Kasım, 2022

KABUL VE ONAY TUTANAĞI

Dr. Öğr. Üyesi Ruşen SINIR danışmanlığında, 192202010 numaralı Hilal KOÇ tarafından hazırlanan “Çoruh Havzası Maksimum-Minumum Sıcaklık Verilerinin Trend Analizi” adlı bu çalışma 20.09.2022 tarihinde belirtilen jüri aracılığıyla İnşaat Mühendisliği Ana Bilim Dalı İnşaat Mühendisliği Tezli Yüksek Lisans Programında Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan : Doç. Dr. Fatih TOSUNOĞLU

İmza:

Jüri Üyesi : Doç. Dr. Ömer CAN

İmza:

Jüri Üyesi : Dr. Öğr. Üyesi Ruşen SINIR

İmza:

Bu tezin Bayburt Üniversitesi Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliği’nin ilgili maddelerinde belirtilen şartları yerine getirdiğini onaylarım.

...../...../.....

Doç. Dr. Murat KUL
Enstitü Müdürü

ETİK VE BİLDİRİM SAYFASI

Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum “Çoruh Havzası Maksimum-Minimum Sıcaklık Verilerinin Trend Analizi” başlıklı çalışmanın tarafımdan bilimsel etik ilkelere uygun olarak yazıldığını ve yararlandığım eserleri kaynakçada gösterdiğimi beyan ederim.

../.../2022

İmza

Hilal KOÇ

TEŞEKKÜR

“Çoruh Havzası Maksimum-Minimum Sıcaklık Verilerinin Trend Analizi” başlıklı tez çalışmasının belirlenmesi, çalışılmasında, ortaya çıkarılmasında ve sonuçların değerlendirilmesinde maddi ve manevi destek olan, paylaşımlarını benden eksik etmeyen değerli hocalarım sayın Dr. Öğr. Üyesi Ruşen SINIR ve Doç. Dr. Fatih TOSUNOĞLU’na teşekkür ederim.

Tez çalışması süresince bana vermiş olduğu manevi destek, sabır ve anlayıştan ötürü bugünlere gelmemi sağlayan annem Mine KOÇ ile babam Kaya KOÇ’a, sevgili kızım Elif Ece KOÇ’a sonsuz teşekkürler.

ÖZ
YÜKSEK LİSANS TEZİ
Hilal KOÇ
ÇORUH HAVZASI MAKSİMUM-MİNİMUM SICAKLIK VERİLERİNİN TREND
ANALİZİ
Kasım 2022, 43 sayfa

Bu çalışmada Türkiye'nin önemli büyük havzalarından olan Çoruh Havzası maksimum ve minimum sıcaklık verilerin homojenlik ve trend analizlerinin yapılması amaçlanmıştır. Bu amaç için, çalışma kapsamında Bayburt, İspir, Tortum ve Artvin meteoroloji istasyonlarına ait 1965-2020 yılları arası minimum ve maksimum sıcaklık verileri kullanılmıştır. İlk olarak minimum ve maksimum sıcaklık verilerinin homojenlik analizleri literatürde yaygın olarak kullanılan Standart Normal Homojenlik Testi (SNHT), Buishand ve Pettitt testleri ile yapılmıştır. Homojenlik testleri sonuçlarına göre özellikle Bayburt, İspir ve Tortum istasyonlarının maksimum sıcaklık verilerinde homojenlik olmama durumları tespit edilmiştir. Daha sonra, maksimum ve sıcaklık verilerinin trend analizleri parametrik olmayan Mann Kendall trend testi yardımıyla yapılmıştır. Mann Kendall trend testi sonuçlarına göre Bayburt ili İlkbahar ve Yaz mevsimleri ile Artvin ili Yaz mevsimi minimum sıcaklık verilerinde istatistiki açıdan anlamlı trendler söz konusu iken, Bayburt, İspir ve Tortum istasyonları İlkbahar ve Yaz mevsimleri maksimum sıcaklık verilerinde %95 güven aralığında anlamlı pozitif trendler tespit edilmiştir. Anlamlı trendlerin özellikle Çoruh havzası'nın üst kısmında daha da fazla olduğu gözlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Trend analizi, Mann kendall testi, Pettitt testi, Standart Normal homojenlik testi, Buishand Testi.

ABSTRACT
MASTER THESIS
TREND ANALYSIS OF MAXIMUM-MINIMUM TEMPERATURE IN THE ÇORUH
BASIN
Hilal KOÇ
November 2022, 43 Pages

In this study, it is aimed to analyse homogeneity and trend analysis of maximum and minimum temperature data of Çoruh Basin, which is one of the important large basins of Turkey. The minimum and maximum temperature data of the Bayburt, İspir, Tortum and Artvin meteorological stations between 1965 and 2020 were used within the scope of the study. Firstly, homogeneity analyzes of minimum and maximum temperature data were performed with Standard Normal Homogeneity Test (SNHT), Buishand and Pettitt tests, which are widely used in the literature. According to the results of the homogeneity tests, non-homogeneity cases were determined especially in the maximum temperature data of Bayburt, İspir and Tortum stations. Then, trend analyzes of the maximum and minimum temperature data were done by using the non-parametric Mann Kendall trend test. According to the Mann-Kendall trend test results, while there were statistically significant trends in the Spring and Summer seasons of Bayburt and in the Summer season of Artvin, significant positive trends were detected in the maximum temperature data of Bayburt, İspir and Tortum stations at the 95% confidence interval in the Spring and Summer seasons. Significant trends were found to be more dominant especially in the upper part of the Çoruh basin.

Keywords: Trend analysis, Mann kendall test, Pettitt test, Significance, Buishand test.

İÇİNDEKİLER

ETİK VE BİLDİRİM SAYFASI.....	i
TEŞEKKÜR	ii
ÖZ.....	iii
ABSTRACT	iv
İÇİNDEKİLER.....	v
TABLolar DİZİNİ.....	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	vii
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ.....	viii
BİRİNCİ BÖLÜM.....	1
Giriş	1
Araştırmanın Konusu ve Önemi.....	1
İKİNCİ BÖLÜM	6
Kaynak Özetleri.....	6
Yurt Dışında Yapılan Çalışmalar	14
ÜÇÜNCÜ BÖLÜM.....	19
Materyal ve Yöntem	19
Çalışma Konusu	19
Çalışma Alanı.....	19
Havza topografik durumu	20
Veriler	22
Verilerin İstatistik Analizi.....	25
Temel istatistiksel parametreler (Temel kavramlar).....	25
Homojenlik testleri.....	26
DÖRDÜNCÜ BÖLÜM	33
Araştırma Bulguları ve Tartışma	33
Homojenlik Testi Sonuçları	33
BEŞİNCİ BÖLÜM	39
Sonuç ve Öneriler	39
KAYNAKÇA	40
ÖZ GEÇMİŞ.....	43

TABLÖLAR DİZİNİ

Tablo 1. <i>SNTH Testi Analiz Sonuçları</i>	28
Tablo 2. <i>Buishand Rank Testi</i>	29
Tablo 3. <i>Petitt Testi Analiz Sonuçları</i>	30
Tablo 4. <i>Buishand Testi Analizi Sonuçları</i>	33
Tablo 5. <i>Petitt Test Sonuçları</i>	34
Tablo 6. <i>SNTH Test Sonuçları</i>	35
Tablo 7. <i>Minimum Sıcaklık Değerleri İçin Mann-Kendall Test Sonuçları</i>	37
Tablo 8. <i>Maksimum Sıcaklık Değerleri İçin Mann-Kendall Test Sonuçları</i>	38



ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1. Türkiye’de bulunan meteoroloji istasyonları (mgm, 2021).	3
Şekil 2. Türkiyede bulunan yağış gözlem istasyonları (Yılmaz & Darende, 2021).Türkiye Coğrafya Dergisi Sayı:77	4
Şekil 3. Çoruh Havzası’nın konumu.	20
Şekil 4. Çoruh Havzası sınırları. (DSİ İstasyon Haritası)	22
Şekil 5. Bayburt mevsimsel maksimum sıcaklık değerleri (yıllara göre)	22
Şekil 6. Bayburt mevsimsel minimum sıcaklık değerleri (yıllara göre)	23
Şekil 7. Tortum mevsimsel minumum sıcaklık değerleri (yıllara göre)	23
Şekil 8. Tortum mevsimsel maksimum sıcaklık değerleri (yıllara göre)	23
Şekil 9. İspir mevsimsel maximum sıcaklık değerleri (yıllara göre)	24
Şekil 10. İspir mevsimsel minimum sıcaklık değerleri (yıllara göre)	24
Şekil 11. Artvin mevsimsel maksimum sıcaklık değerleri (yıllara göre)	24
Şekil 12. Artvin mevsimsel minumum sıcaklık değerleri (yıllara göre)	25

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

Simgeler

A	: Önem seviyesi
H_0	: Reddedilmek için kurulan hipotez
H_1	: H_0 'a alternatif kurulan hipotez
i	: Verilerin gözlem sırası
N	: Toplam gözlem adeti
Q	: Sen'in eğim katsayısı
S	: Mann-Kendall testi katsayısı
$\text{Var}(t)$	: Varyans
M	: Ortanca Değer (Medyan)
X	: Aritmetik Ortalama Değer
C_s	: Çarpıklık Parametresi
Sgn	: Signum Fonksiyonu
S_0	: Sapma Miktarı
T_0	: Seri Başlangıç Değeri
$T(k)$	: Seri en büyük Değeri
Z_k	: Kritik Z Verisi
R	: Kırılmanın Anlamlılık Değeri
$R\sqrt{N}$	: Buishand Değeri Sınır Değeri
X_i	: X Rank Değeri
Y_i	: Y Rank Değeri

Kısaltmalar

AGİ	: Akım Gözlem İstasyonu
ARCGİS	: Bir Haritalandırma Programı

DSİ	: Devlet Su İşleri
EİEİ	: Elektrik İşleri Etüt İdaresi
ETKB	: Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı
HES	: Hidroelektrik Santral
MEB	: Milli Eğitim Bakanlığı
MGM	: Meteoroloji Genel Müdürlüğü
MK	: Mann-Kendall
SNHT	: Standart Normal Homojenlik Testi
XLSTAT	: Bir İstatistik Program



BİRİNCİ BÖLÜM

Giriş

Araştırmanın Konusu ve Önemi

Dünya nüfusunun kalabalıklaşması, kentleşme hareketleri, iklim değişkenliği, ormanlara verilen zararlar, çölleşmeyle oluşan kuraklık; toplumu, çevreye ve ülkelere zarar veren boyutlara ulaşmaktadır. Makinalaşma, sanayi hareketlerinden sonra atmosfere yayılan kimyasal gazlar neticesinde ozon tabakasını zayıflatmakta atmosferinin ısı tutma miktarını artarak, yeryüzünün sıcaklığının yükselmesine neden olmuştur. İklim değişikliği neticesinde yer küre üzerindeki su döngüsü de değişmektedir. Buzul erimeleri, sel, taşkın gibi olağan dışı hava durumları görülmeye başlamıştır. Hidrolojinin geçerli özelliklerinden olan yağış faktörüne bağlı olarak yağmur ve kar, atmosferdeki su buharının katı veya sıvı olarak atmosferde meydana gelmesiyle oluşmaktadır. İklim parametrelerinden yağış ve sıcaklık değerindeki sayısal anlamda artışlar ve azalışlar iklim değişkenlikleri manasında belirgin farklılıklar oluşturur. Hidrolojik çözümleme metodları iklime yönelik olarak önem arz etmektedir (Çobanyılmaz, & Yüksel, 2013).

Yeryüzündeki iklim değişikliği ve atmosferin ısınmasıyla beraber sera gazı olarak isimlendirilen Karbondioksit gazı (CO_2), Metan gazı (CH_4), Karbonmonoksit gazı (CO), Azot oksit gazı (N_2O) vb. havadaki gazlar, dünyanın ısı geçirgenliğinin yükselmesi ve bununla ilgili iklim farklılaşması oluşmasına sebebiyet vermektedir. İklim değişikliği kapsamında sıcaklık yükselmesiyle kutup noktalarında ve buzullarda erimeler oluşmaktadır. Bununla birlikte Dünya'nın yağış potansiyelinde de dengesizlikler oluşmaktadır (Akçay, 2021).

Suyun esas oluşumu; havadaki suyun çevrimi ve yağış olaylarıdır. Su hayatın devam zorunluluğunu oluşturmaktadır. Yağış potansiyelinin aşırı olması ve drenaj yapılarının faydasız olması taşkınlara sebebiyet verirken, yağış miktarının az olması ve sıcaklığın yükselmesine bağlı olarak kuraklığı oluşturmaktadır. Değişik su yapıları (Baraj yapıları, gölet kaynağı, sulama kanalları, drenaj kanalları, kanalizasyon vb.) tasarlanmasıyla taşkın dayanıklılığının sağlanması, oluşturulması ve doğal kaynak verilerinin tüketilmesi, azalması belirlenerek hali hazırdaki şartlarda ölümlere ve maddi kayıplara sebep olan taşkınların planlanması ve kontrolünün sağlanması hedeflenmektedir (Müftüoğlu, & Perçin, 2015).

Küresel sıcaklık artışları, ısınma kapsamına bağlı olarak yağış miktarının azalması ve kaynakların başıboş kullanımı sonucunda son 20 yılda Ülkemizde su kaynaklarının %68'ini kullanılmıştır. Isınma kapsamı; yeryüzündeki güneş ışınlarının atmosferde tutulması ve absorbe edilmesi olayıdır. Bu gidişle ilerleyen dönemlerde su fakirliğinin oluşacağı düşünülmektedir. Bu durumun yaşanmaması için en kısa zamanda büyük miktarda su kayıplarının azaltılması gerçekleştirilmeli, bu azalışları engelleme düşüncesine yaklaşılmalı, net ve kararlı tedbirler edinilmelidir (Karaman, & Gökalp, 2010).

Yurdumuz için önemli problemlerden birisi, dış ticaret açığının artmasıyla ülkemizden diğer ülkelere olan enerji ihracatıdır. Ülkemizde enerji üretiminin ciddi miktarı, fosil yakıtlardan elde edilmektedir. Bununla birlikte ülkemiz dış ülkelere bağımlı ülke konumuna düşmektedir. Bunu durumu engellemek için enerji tüketiminde yenilebilir enerji kaynakları kullanılmalı ve bununla ilgili çalışmalar yapılmalıdır (Çobanyılmaz, & Yüksel, 2013).

2019 yılında ülkemizde toplam 290,8 milyar KWh elektrik üretimi gerçekleşmiştir. 2023 yılında elektrik kullanım oranının 327 milyar kWh olabileceği tahmin edilmektedir. Yurdumuzda mevcut enerji üretimi 2018 yılının ilk dönemi boyunca 94 mWh tutarına ulaşmıştır. 2018'e ait enerji kullanımının %56'i su kaynaklarından üretilmektedir. Ülkemiz'de 2023 döneminden itibaren belirlenen hidrolik enerji üretilmesinin tamamı 62 bin mWh'dir. Ülkemizde yüksek debili akan akarsular bulunması sebebiyle üretilen hidroelektrik miktarı 327 milyar kWh olması neticesiyle 2017 yılında yalnızca 79,2 milyar kWh elektrik üretilmiştir. (ETKB, 2018). Hidroelektrik Santralleri, mevcutta belli olan suyu kullanması, çevreye yakın oluşuyla, (yeryüzüne kimyasal gaz aktarımının olmaması) ve az miktarda çevreye zarar vermeleri sebebiyle planlanan yapılardır. Ekstra inşaat masraflarının, olan birikimle denkleştirilmesi önemlidir. Zaman ilerledikçe dış borçlanma yükselmekte ve başka ülkelere bağımlılık oluşmaktadır. Bu azalmalar neticesinde kendi başımıza oluşturabileceğimiz devasa büyüklükte santraller kurabiliriz. Dünyamızda enerji üretiminde insanlara ne kadar zarar verilirse, bizde bu zararlardan o kadar etkileniriz. Bu yüzden ortak bir misyon oluşturmaları ve ortak hareket edilmesi gerekmektedir. Bilinçli olunması, kaynakların düzenli ve planlı tüketiminin sağlanması ve olumsuzluk yaratabilecek durumların en az sürece ötelenmesi planlanmalıdır (Ağırlioğlu, & Ağırlioğlu N., 2020).

Hidroelektrik santral barajları inşaa edilirken akım gözlem bilgileri, yağış miktarları ve sıcaklık verileri düşünülerek tasarım oluşturulmalıdır. Bu nedenle sürekli ve süresiz önemli tasarımlarda, proje oluşturulurken yalnız düşündüğümüz oluşumları savunmak yeterlilik sağlamaz. Bunun yanında geleceğe dönük fikirler sağlanmalı, olabilecek tüm olasılıklar belirlenerek bu iş için kullanmak önemlidir. Geleceğe yönelik ilerlemeler dahilinde, önceki

dönemleri belirleyen mevcut hesaplamalar bulunarak, sayısal bilgilerle en doğru değerlendirmeler yapılmalıdır. İhtimaller belirlenirken, projeler, ileride oluşacak taşkın benzeri afetlere karşı önlem alınmaya yönelik çalışılmalıdır. Değişik anlamdaki çalışmalarda, eldeki taşkın oluşturabilecek verilerden faydalanılarak sayısal anlamda önemli değişiklik gerçekleştirilip gerçekleştirilmediği, sayısal olarak çözümlenmelidir. Araştırmalarımızı trend testleri kapsamında belirleyerek ve eldeki verilerin azalma noktasını ya da aksine artma noktalarını bulabiliriz. Belirlenen zamanda, belirlenen bilgilerle göz önünde bulundurulacak bir ciddi azalış oluşuyorsa azalan trend, ciddi bir artma olması kapsamında ise artan trend belirlenir. Bu yönden literatürde matematiksel Mann-Kendall, benzeri çok sayıda trend testine rastlanır. Bu testler ve hesaplamalar kapsamında en faydalı ve verimli enerji üretebileceğimiz sistemler elde edilebilir (Çeribaşı, & Doğan, 2015).



Şekil 1. Türkiye’de bulunan meteoroloji istasyonları (mgm, 2021).



Şekil 2. Türkiye'de bulunan yağış gözlem istasyonları (Yılmaz, & Darende, 2021).

Gelecekteki sıcaklık ve yağış trendlerini belirlemek için, Özener (2019) önceki yılların verileri kullanılarak ve homojenlik testleri uygulayarak Mann Kendall ile Spearman Rho test metodları oluşturulmuştur. Uygulanan yöntemler sayesinde kazanılan zaman dizileriyle monotonik trendi bulmak için yararlanılır. Fakat su kaynaklarından daha uygun manada faydalanmak ve eldeki verileri kullanmak için zaman serilerinde yalnız monotonik trend verilerinden yararlanmak uygun değildir. Ek olarak; bulunan verilerin düşük, orta ve yüksek veriler neticesinde analizi oluşturulmalıdır. Bu analizi belirlemek amacıyla Şen (2012) metoduyla Şen trend testi kullanılmıştır. Şen Metodu trend analizini belirleyen diğer testlerle kıyaslandığında; bilgilerin dağılım yöntemini, uzunluğunu ve seri özgünlüğü gibi faktörlerin belirlemesi için engel teşkil etmemektedir (Büyükyıldız, & Berktaş, 2006).

Büyükkaracıoğlu (2019)'da yaptığı çalışmasında Çoruh Bölgesinde kullanılan artan sıcaklık verilerinin bölgede mevcut artan ve azalan sıcaklık bilgilerinin, tüm mevsimsel, yıllık artan veya azalan akımların, homojenlik testleri ile bulunduğunu, trendlerin geçerli analizi ile sağlamıştır.

Geçmişten günümüze kadar devam eden taşkın olaylarının frekanslarında son yıllarda artma oluşmaktadır. Artan yağış olayları neticesinde; nehir yataklarında meydana gelen artan debilerin, düşük seviyeli bölgelerin su altında kalması olayına taşkın adı verilir (Süme, 2017).

Taşkın olaylarında; trend analizi değişkenlik sağlaması yönüyle, dinamik ve farklı bir metottur. Taşkın seviyesi, çok yağış neticesi, baraj inşaatı, bitki örtüsü etkileri, toprak tipi ve arazi analizine uygun olmaması gibi nedenler yüzünden oluşur. Taşkın gibi meteorolojik olaylar toplum ve ekosistem içinde ciddi manada farklı oluşumlara sebebiyet vermektedir. Su

kaynaklarının planlaması ve oluşturulmasında sıcaklık büyük önem arz etmektedir. Sıcaklık ve iklim değişikliği küresel ısınmanın en önemli sonuçlarından biridir. Bir parametrenin zaman içinde farklılaşmasını bilmek gelecekte nasıl davranacağı konusunda fikir sahibi olmamızı sağlamaktadır. Sıcaklık artışları ile meydana gelen değişiklikler nüfus, sanayileşme, kentleşme gibi faktörleri de etkilemektedir. Ek olarak buharlaşma hidrolojik döngü parametrelerini, tarım orman alanları, bitkilerin doğal yaşam alanları, verim tarımsal çeşitlilik gibi birçok durumu da etkilemektedir.



İKİNCİ BÖLÜM

Kaynak Özetleri

Yurdumuz sınırlarından farklı olarak, küresel anlamda sorun oluşturan ve Evreni birçok yönden etkileyen iklim değişikliği, insanlığa yönelik önemli sorunların ilkinin oluşturmaktadır. İklim değişikliği, diğer çevreye yönelik sorunlardan daha farklı bir kulvardadır. Bu değişimle artan sorunlar ülkeler arasında iş yapabilme geçerliliği sağlamalıdır (İğci, & Çobanoğlu, 2019).

Su kaynaklarının bulunması ve tasarlanmasında sıcaklık ve yağış verilerinin yıl süresince dağılımları ve trendlerinin bulunup bulunmadığının belirlenmesi önemlidir. İklim değişiklikleri birçok yönden dolayı zamana göre farklılıklar göstermektedir.

Ülkemizde ve Dünya’da araştırılan bazı trend bilgilerinin özetleri verilmiştir:

Türkeş (1990) araştırmasında, kurak alanları ve kurak dönemleri Türkiye’ye göre çalışmışlardır. Yapılan araştırmalar sonucunda Ege Bölgesi için geçerli sonuçlar bulmuşlardır. Ortalama yıllık yağış oranlarında değişkenlik bulunduğu, ve değişimin negatif olduğu dönemlerin kuraklıkla alakalı olduğu düşünülmektedir.

Toros (1993) araştırmasında, Yurdumuzda bulunan 18 meteoroloji istasyonunun iklime yönelik (düşük yüksek sıcaklık ve yağış) ile alakalı Mann Kendall Mertebe Korelasyon uygulamasının belirlendiği çalışmada gece ile gündüz sıcaklık farklarında artmalar belirlenmiş ve gece sıcaklıklarında önemli bir artışın belirlendiği, yağış verilerinde bir değişikliğin olmadığı ama toplamdaki yağış bilgilerinde ilkbahar aylarında artış sonbahar aylarında ise azalma olduğu ortaya konulmuştur.

Türkeş (1990) araştırmasında, Yaz aylarında Akdeniz’deki mevcut deniz suyu sıcaklık yükselmelerinin ve atmosfer olayları ile hava akışlarının 1950–1999 dönemleri ile belirlendiği araştırmasında, yıl içinde en soğuk yaz ayının 1960’ler ile 1970 dönemine denk geldiğini ve bu yıllarda en soğuk yaz ayının ise 1976 döneminde belirlenmiş olduğunu, 1950’ler, 1980’ler ve 1990’ların ise daha sıcak yaz ayı olduğu bulunmuş olduğu en yüksek sıcaklık faktörlerinin 1994 ile 1999 yıllarıyla alakalı olduğu belirlenmiştir. Türkiye’de az ve yüksek sıcaklık verileri ile günlük sıcaklık değişimlerinin farklılık ve ortalamaları üstünde belirlenen araştırmasında, Yurdumuzun birçok kesiminde 1992 yılına dek artan sıcaklık serilerine (ilkbahar harici) normalde azalma miktarının hüküm sürdüğü ama bu zamandan sonra, ortalama ve minimum sıcaklık bilgilerinde oluşan artan sıcaklıklarda, öncelik olarak ilkbahar ve yaz aylarında artışlar olduğunu belirlemiştir.

Şensoy (2000)'li yılları, R-Climdex yöntemini uygulayarak 1971-2000 dönemleri arasında 100 istasyon verisi kullanarak ve 1960-2010 dönemlerinde 109 istasyon verisiyle birlikte belirlenen çözümlemelerle Ülkemizin buzlu ve donlu gün sayısını belirken; yaz ayları ve tropikal gece miktarlarında artma ve iklim değişikliğinin olduğu fikrini savunmuşlardır.

Demircan (2013) dönemlerinde 1961-2010 yılları içerisinde 97 istasyon ile belirlemiş bulundukları araştırmada Yurdumuzun ortalama sıcaklık bilgilerinde, 1976 yılına kadar sıcaklıklarda azalma, 1961-1990 sıcaklık verilerinde ise önemli olmasa bile, bir azalma oluşmaktadır. 1961- 2010 dizisinde ve 1981-2010 sürelerinde kış mevsimi haricinde aylarda ve yıllık dizilerde ve 1971-2000 yılları arasında yaz ile yıllık dizilerde de önemli bir artma etkisi olduğu düşünülmüştür.

Kadioğlu (2014) çalışmaları kapsamında Yurdumuzda belirlenen 18 yağış gözlem istasyonunun aylık ve mevsim süresince yağış verilerinin etkisinin kapsamlı bir doğrultuda olmadığını, kış mevsimlerinde düşüş yaz mevsimlerinde ise yükselme anlamında veriler olduğunu belirlenmiştir.

Türkeş (1995) çalışmasında; Yurdumuzda yağış verileri ve tüm kısımları için belirlenen aylık ve yıllık bilgilerini, yağış verilerinin sayısal ve şekilsel analizlerinin tespit edilip kullanıldığı araştırmasında, Mann-Kendall analiz bilgilerine yönelik ülke kapsamında yıllık dizilerde, Karadeniz ve Akdeniz Bölgesinin yağış mevsimlerinde kış mevsiminde ve Karadeniz Bölgesinde İlkbahar aylarındaki yağışlarında negatif dağılımında olduğu belirlenmiştir.

Yurdumuzda dönemlik bulunan yağış bilgilerinin zamana ve yerleşim bölgesine uygun çözümlerine ulaşmak maksadıyla ile 91 meteoroloji istasyonunun 1930-1993 yıllarına yönelik yağış verilerine Mann-Kendall analizi oluşturulmuştur. Araştırmada değişikliklerin 1970'li ve 1982-1993 dönemler kapsamında bulunduğunu, 7'si (yedi) Akdeniz bölgesi mevcut bulunmak üzere, 15 (onbeş) istasyonda sayısal anlamda düşen trendin olduğu düşünülmüştür (Büyükyıldız, 2004).

Kadioğlu (1997) araştırması kapsamında; Ülkemizde 18 yağış istasyonunun 1939-1989 dönemlerindeki ortalama sıcaklık bilgilerinin bulunduğu araştırmasında verilerin anlamsız yükselme etkisinde olduğunu belirlemişlerdir. Ülkemizde 18 meteoroloji istasyonuna ait 1939-1989 yıllarına uygun sıcaklık bilgilerini kullanarak, Mann-Kendall etkisi yöntemini belirleyerek etki analizi sağlamışlardır. Yazar azalan sıcaklık bilgilerinde; ilkbahar aylarında sayısal olarak artan yükselişleri, azalan sıcaklık bilgilerinde ise azalan yükselmeleri bulmuşlardır. Dönemsel ortalama sıcaklık verilerinde ise negatif sıcaklık bilgilerinde yükselmelere bağımlı olarak çok sayıda artan etkinin olduğunu belirlemişlerdir.

Kalaycı (2001) ve Kahya (2002) alışmalarında; yüzey suyu oluşabilmesinin sağlanabilmesi adına matematiksel olmayan testler kullanmışlardır. Bilindik sayısal verilerde normallik, lineerlik ve bağımsız olma vb. esas bilgiler, bilindik yüzey suyu kaynağı bilgilerini oluşturmadığını, belirli bilgilerin birçok zaman eksik veya sınırlı olmasından kaynaklanan, kalite durumunun akım debisi ile bağlantısından ve yıllık olmasından ötürü su kalitesi etkileşimini analizi testleriyle karmaşık manaya ulaştırmışlardır. Yazarlar elde edilen bilgiler sonucu Sen'in T, Spearman's Rho, Mann-Kendall, Dönemsel Kendall, Mann-Whitney ve Kruskall-Wallis vb. sayısalığı bulunmayan testlerin uygulamasının sayısal analizlere göre geçerli bulunduğunu belirlemişlerdir.

Demir (2001) alışmasında Ege Yöresinde yer alan 18 istasyonun aylara ait ve yıllık yağış bilgilerini Mann Kendall etki testiyle belirlediği araştırmasında; Batı ve Güneybatı Ege Bölgelerinde belirlenen istasyonların azalan etkisine, İ Ege Yöresindeki istasyonların artan etkisine yakın bulunduğunu belirlemişlerdir. Belirlenen 9'lu regresyon czm doğrultusunda yağış bilgilerinde azalmanın yıllık oranda olduğu sonucunu bulmuşlardır. Dönemsel yağış verilerinde negatif sonuçların 1980'li yıllarda belirlendiği ve negatif derecede 1990'lı yıllarda yaşandığını, 2000'li dönemlerde ise yıllık yağış miktarının artan etkisinin olduğunu keşfetmişlerdir.

Beyazıt (2003) araştırmasında; Türkiye'nin farklı bölgelerinde dönemsel yağış ve sıcaklık etkisiyle oluşan akım bilgilerinin etkisini bulmak için uğraşmışlardır. Bununla birlikte değişik olasılık verilerinde Türkiye üzerinde batı kısımlarında Monte Carlo basıncının etkisini bulmak maksadıyla matematiksel t-testi ile matematiksel olmayan Mann-Kendal testi arasında kıyaslama oluşturmuşlardır. Araştırma sonucunda normal dağılım dahilinde t-analizinin daha uygun olduğunu, çarpık dağılış nedeniyle ise Mann-Kendall testinin daha uygun bulunduğunu ve arpıklık katsayısı yükselmesi ile de Mann-Kendall analizinin daha geçerli bulunduğunu düşünmüşlerdir. Araştırma sonucunda, yaz aylarındaki azalan sıcaklık verilerinin, ilkbahar ve sonbahar mevsimlerinde azalan sıcaklıklardan daha yükseldiğini, ilkbahar ve yaz mevsimlerindeki azalan sıcaklık etkilerinin ise ilkbahar ve yaz mevsimlerindeki yükselen sıcaklık oranlarından daha fazla olduğunu düşünmüşlerdir. Gece sıcaklık ortalamalarının ise Ege, Akdeniz ve Güneydoğu Anadolu bölgelerine kıyasla artış sağlandığını belirlemişlerdir.

Yurdumuz'da olan yağış bilgileri ile Kuzey Atlantik Salınımı (N.A.O.) etkisini bulmak amacıyla 78 meteoroloji istasyonuna uygulanan 1930-2000 kapsamındaki bilgileri kullanarak N.A.O. bilgileri ile yağışlar ile azalan bir etkinin olduğunu, kış dönemlerinde 61 (altmışbir), göz dönemlerinde 23 (yirmi) ve ilkbahar dönemlerinde 8 (sekiz) istasyonda korelasyon

bilgilerinin önemini bulmuşlardır. Ülkemizin orta ve batı yerlerinde belirlenen bu çalışma artış doğrultusundadır .

Yıldırım (2003), Gediz Bölgesinin uzun süren yağış ve akış olaylarının etki manasını bulmak için 1965-1999 dönemleri ile bilgi verilerinin belirlendiği araştırmalarında Akhisar İstasyonun yağış bilgilerinde kış dönemleri dışında diğer mevsimlerde ciddi bir artmanın görülmediğini belirlemişlerdir. Belirlenen istasyonun yağış bilgileri ile 4 akış gözlem istasyonuna yönelik bilgilerin artan yükselen manada bulunduğunu ama tarımsal üretim sebebiyle yağış-akış alakasını kuramamışlardır.

Büyük yıldız (2004), “Sakarya Alanı Yağış Trendleri Belirlenmesi ve Sayısal Modellemesi” adlı çalışma sonucunda Sakarya kısmında 25 meteorolojik gözlem istasyonuna yaklaşık 1960-2000 dönemlerine yönelik aylık yaklaşık çözümlenebilir yağış verilerinin hesaplanmasına ve sayısal modellerini belirlemişlerdir. Spearman’s Rho ve Mann-Kendall eğilim analizinin bulunduğu varyasyonda istasyonların ciddi manada %85 önem kısmına 44 ayda etkileşimini belirlemişlerdir. Bulunan verilerin %20’si artış, %80’i azalış yönünde etkisi belirlenmiştir.

Anlı (2014)’de, Kuraklığın araştırmasını belirleme kapsamında Güneydoğu Anadolu Projesi (GAP) dahilinde normalde 18 meteoroloji istasyonunun 1970-2003 dönemlerinde yağış bilgilerine yönelik homojenlik analizlerini ve etki hesaplaması testlerini belirlemişlerdir. Homojen olma durumuna yönelik grafiksel değerlendirmeleri ve Run (Sweed-Eisenhart) analizini, etki metodu için matematiksel olan t testi ve matematiksel olmayan Mann- Kendall testini bulmuşlardır. Çalışmanın belirlenmesinde Güneydoğu Anadolu Projesi kapsamında dönemsel total yağış miktarlarının ve nemlilik oranının yükselmesinde baraj kapasitelerinin su biriktirmesinin olduğunu belirlemişlerdir. Yağış bilgileri araştırılarak kış mevsiminde artmanın olduğunu yaz mevsimlerinde ise değişim bulunmadığını belirlemişlerdir.

Demir ve Kılıç (2008), Ülkemizdeki iklim değişikliklerinin Kuzey ve Güney Atlantik Basınçları ile alakasını belirlemek amacıyla 94 meteoroloji istasyonunun 1951-1993 yıllarında yağış ve sıcaklık bilgilerini bulmuşlardır. Nihayetinde Ülkemizin batı kısımlarında yükselen sıcaklıklar ile El Nino bağlamının alakasının belirlendiği, La Nina ile etkisinin olup olmadığını amaçlamışlardır. Kış mevsimlerinde yağış ve akış noktasında Kuzey Atlantik Basınçlarının alakasının olduğunu, sıcaklık miktarlarındaysa etkisinin daha az miktarda bulunduğunu bulmuşlardır.

Yılın sonundaki toplanan yağış miktarlarının Akdeniz, Karadeniz ve Doğu Anadolu Bölgelerinde artma olduğu, Güneydoğu Anadolu, İç Anadolu ve Ege Kısımlarında olağan 30

istasyonda yıl sonunda total yağış miktarlarında azalan etkide bulunduğunu belirlemişlerdir (Gözalan, & Coşkun, 2020).

Gümüş (2006) ‘da “Fırat Yöresi Akıntı Trendlerinin Araştırma ile Bulunması” yönelik yüksek öğrenim araştırmasında Fırat Alanında Elektrik İşleri ve Etüt İdaresinin belirlediği 22 istasyon bilgileri kullanılarak Mann-Kendall ve Spearman’s Rho analizi yapılmıştır. Araştırma sonucunda; dönemsel ortalaması hesaplanan akım değerlerinin 2 istasyonda azalma, 10 istasyonda değişiklik göstermeme ve 9 istasyonda artma etkisi bulunmuştur. Akım bilgilerinde artma etkilerinin bulunmadığı görülmüştür.

Terzi ve İlker (2021)’da, Ülkemizin yağış verilerinin bulunması kapsamında 96 meteorolojik istasyonun 1929-1993 yıllarına yönelik yağış verileri Mann Kendall etkileşim testiyle bulunmuşlardır. Araştırma sonucunda ocak, şubat ve eylül dönemlerinde ve dönemsel belirlenen yağış verilerinde sayısal manada olağan negatif verileri ve azalama verilerini Ülkemizin batı ve güney kısımlarının belirlediğini incelemişlerdir.

“Uygun Amaçlı Yıllık En yüksek Yağışlar İçin Sabit Frekans Dağılım Bağlılıkları” adlı çalışmada İzmir ve Uşak şehirleri kapsamında istasyonlara yönelik normal süreli yüksek yağış bilgilerine uygun frekans araştırmaları sistemini bulmuşlardır (Zimba, & Acar, 2021).

Etkin programlama kapsamında Mann-Kendall testinin etkisi olmayan oto korelasyon bilgilerinde yanlış olan red olasılığı bulunduğunu, bu açıdan ön analiz yöntemiyle bulunabileceği, etkinin uygulandığı dizilerde ise bu bilginin testin geçerliliğini azaltacağını bulmuşlardır. Testin geçerliliğini yitirmeden ön araştırmanın ne zaman bulunacağını öğrenmek için simülasyon hedeflenmiştir. Analizin yüksek potansiyele uygun olması (değişimin az, etkili eğimi fazla ve örneklem boyutlandırması fazla ön araştırmanın olmama durumu, değişik yönlerde ise güç azalması bulunmadan etkili olmasının yanlış olmasının kısıtlanacağı bulunmuştur (Çelik, Kopar, & Bayram, 2018).

Yurdumuzdaki belli dönemdeki ve yıl içindeki, kuraklık bulgusunu baz alan olduğundan ortalama yüze nem endeksi (SHI) bilgilerini geçerli olarak belirlemişlerdir. Matematiksel bulunmayan testlerden Mann-Kendall testi ve Sen’in T testini uygulamışlardır. Artan yağışlar kapsamında 1951-1998 yıllarında sonbahar mevsiminde bazı konularda SHI dizilerinde yükselme etki alanının olduğu düşünülmüştür. Bu diziler kapsamındaki Kuzey Atlantik Basıncı olduğu da düşünülerek bazı alanlar için anlamlı azalan korelasyonlar belirlenmiştir (Çıtakoğlu, & Geyikli, 2017).

Gediz Yöresinde bulunan 14 meteoroloji istasyonlarının yağış verilerinin ve 4 akım gözlem istasyonunu içeren akış verilerini 1966-1998 dönemlerindeki etki bilgilerini Mann-

Kendall ve Pettitt testlerini uygulayarak bulmaya çalışmışlardır. Yağış verilerini 1980’li yılın ilk döneminde, akış değerleriyse 1980’li dönemin ortasında anlamlı değişikliğin bulunduğu belirlenmiştir (Soydan, & Şimşek, 2016).

Yurdumuzdaki yağış olan istasyonlar için yıllık ve dönemsel manada yağış bilgileri 1931-2002 süresine karşın analizleri Mann-Kendal ve t-analizi ile belli yönde, 1968-1997 yıllarındaki bilgileri ise Bölgelere ait Ortalama Mann-Kendall Testi ile 7 (yedi) coğrafi amaçlı bölge alanında uğraşmışlardır. Araştırmada 7 coğrafi alan için yağış bilgisi kış mevsimlerinde azalması, sonbahar, kış ve ilkbahar mevsimlerinde ise artma bölümü kısmında çözümlendiği belirlenmiştir. Güneydoğu Anadolu Bölgesinde yağışlar için olabilen manada eksilmeler diğer kısımlardaysa iki etkileşiminde birbiriyle alakalı olduğu belirlenmiştir (Tokgöz, & Partal, 2020).

Ülkemizdeki yağış bilgilerinin homojen olması Kruskal-Wallis benzerlik kavramı, yağış miktarlarının toplamı ve yağış miktarı serisindeki alakalı Mann-Kendal dizi ayrıştırması metodu belirlenmiştir. Kış ve yıl içindeki yağış verileri dizisindeki manalı negatif etkisini, yağış miktarındaki belirli negatiflik etkisi tüm serilerde, ama kış ve yıla uygun serilerde daha yoğun bulunduğu gerçekliğine ulaşılmıştır. Akdeniz ve Karadeniz Bölgesinde azalan etkilerin daha yakın bulunduğu, buna ek olarak 1950’li dönemler akabinde negatif etkilerin arttığı görülmüştür (Türkeş, & Koç , 2007).

Yağış miktarlarındaki azalma potansiyelinin ise totalde yağış verilerindeki düşüşten daha çok olduğu görülmüştür.

Ülkemizde belirlenen 66 (altmışaltı) buharlaşma belirleme istasyonunun 1975-2006 yıllarındaki Nisan-Ekim yıllarına yönelik verileri Mann-Kendall Sıra Korelasyon analizi ve Alansal Ortalama Mann-Kendall Sıra Korelasyon analizi ile geçerliliklerini belirlemişlerdir. Buharlaşma matematiksel bilgilerinin işlevsel anlamda mayıs, haziran, temmuz, ağustos ve eylül mevsimlerinin artma etkisini, nisan ve eylül mevsimlerinde ise düşme etkisini belirlemişlerdir. Sonuçlar bölge kapsamında araştırıldığında ise coğrafi alanda yükselme olduğunu, en fazla pozitifliğin Akdeniz, Güneydoğu Anadolu ve İç Anadolu Yöreleri için yer aldığını belirlemişlerdir (Tokgöz, & Partal, 2020).

Kahramanmaraş ilindeki 1975-2005 dönemlerine ait geçerli yağış verilerini aylık, dönemsel ve yıllık manada belirlemişlerdir. Yağış bilgilerinin belirlediği araştırmada matematiksellliği bulunmayan Mann-Kendall Testi, doğrusal regresyon, yağış değişikliği, değişiklik değeri gibi matematiksel analizler sağlamışlardır. Araştırma kapsamında kış, ilkbahar ve yaz mevsimlerinde yağışlarda anlamlı olmayan azalma durumu, sonbahar aylarında

yağışlarda belirli olmayan bir artış ve yıllık yağış miktarlarında az miktarda eksilme kapsamında etkinin bulunmadığı bulunmuştur.

Ege Bölgesinde mevcut 10 (on) meteoroloji istasyonunda 1939-2008 dönemleri aralığındaki veriler ışığında, 6 (altı) farklı sıcaklık verisine yönelik yüksek sıcaklıklarda belirlenen değişkenlik ve etkisini Mann-Kendall testine göre belirlemişlerdir. En son 35 yıl süresince sıcak gün ve sıcak gece oranlarında bütün istasyonlarda artma, yıllık tropikal gün ve yaz günü dahilinde 1940-1975 yıllarına ait önemli değişiklik olmadığını, 1975-2008 dahilinde ise sayısal manada artma sağlandığını bulmuşlardır. Bu bağlamın nedeni ise sıcak artan verilerinin olduğu günlerin artması ve sıcaklık değerlerinin daha yüksek bilgilere iletilmesi olarak bulunmuştur (İlker, & Terzi, 2011).

“Samsun, Sinop, Ordu ve Tokat Şehirlerindeki Günlük En Yüksek Yağış İçin En Anlamlı Kısımların Belirlenmesi” isimli çalışmada; araştırmadaki şehirlere ait istasyonlarda 1929-2009 yıllarına ait fazla yağış bilgilerinin, Frandmod modellemesi kullanırken ihtimal dağılımları bulunmaya çalışılmıştır. Araştırmanın neticesinde bulunan istasyonların, Kolmogorov-Smirnov, Yeterlilik Katsayısı, 1:1 kapsamında Belirlenen Ortalama Saptırma ve Anderson Darling Sayısal bilgilerinin değişik bağlamları bulunmak üzere belirlemişlerdir. DSİ’ye yönelik 20 gözlem bilgilerinin dönemsel toplamda yağış bilgilerine uygun değişiklikleri Pettitt yöntemi bulunarak, bilgilere uygun etkileri ise Mann-Kendall testi metodu ile bulmuşlar ve 16 istasyonda azalan etki belirlemişlerdir.

“Ege Bölgesi Normal Zamanlı Yıllık Yükselen Yağışlar İçin En Anlamlı Dağılımlar” isimli çalışmada Ege Bölgesine yönelik 35 gözlem istasyonun 1929-2005 dönemlerine yönelik mevcut yıllara artan yağış bulgularının anlamlı olduğunu dağılımları bulmak amacıyla, Kolmogorov-Smirnov, Anderson-Darling ve Ki-Kare dağılım metodlarını belirlemişlerdir. Verilerin tek bir dağılım standartına uygun olmaması, testlerin bulunduğu pik değer, test uygulanan dağılımların sayısal hesaplama ve test metodu yönünden 3 (üç) teste oranla kısa orta ve uzun süreli yağış bilgilerini belirtirleri bağlamların değiştiğini bulmuşlardır (Zimba, & Acar, 2021).

Şen (2012)’de trendlerin anlamlarını belirlemek maksadıyla geçerli bir metod yönünde ilerlediği Çözümleyici Etki Çalışmasını, Aslantaş ve Menzelet barajlarının ve Danube Nehri’nin akım bilgilerini ve Cizre istasyonunun ise yağış bilgileriyle kıyaslama yaparak belirlenmesi gerektiğini önermişlerdir. Araştırmış olduğu Çözümleyici Etkileri Belirlemesini uygulamış olup Göztepe, Florya, Edirne, Bolu ve Bursa istasyonlarına yönelik sıcaklık bilgileri kapsamında bilgiler edinmiş, bulunduğu bilgileri Mann Kendall ve Spearman Rho etki belirleme yöntemi verileriyle karşılaştırmışlardır.

Ülkemizdeki 43 istasyona yönelik 1950-2006 dönemleri kapsamında bulunan sıcaklık bilgileri kapsamında Mann Kendall, Sayısal T analizi ve Sen'in t analizi uygulanarak ve etki testlerinin bilgileri bulunmuştur (Doğan, & Akkaya, 2016).

Ülkemizdeki 155 istasyonla ilgili Mevcut dönemlerde bulunan Artan Yağış Bilgilerinin yöresel etkisi, durağanlık, bağımsızlık ve homojenlik metodlarını belirlemiştir. Etki sağlamada Mann-Kendall, Doğrusal Regresyon ve Sen'in öncelikli etki çözümlemelerini, bağımsızlığı bulmada Neumann analizini, stasyonerliği anlamında Wald-Wolfowitz testini, homojenlik belirlemek açısından Mann-Whitney testini uygulamışlardır. Ülkemizin genelinde 155 istasyonun Mann-Kendall testine göre %13'ünde yüksek etki, %2'sinde azalan etki, doğrusal regresyon bilgilerine göre istasyonların %8'inde artması ve %3'ünde azalması faktörünün belirlendiği araştırılmıştır.

“Yurdumuzda Günlük Yağış Değerlerinin Uygulanması” isimli yüksek lisans çalışmasında Yurdumuzdaki 117 istasyonun 1970-2011 yıllarındaki günlük bulunan yağış tutarını “Negatif Etkisi olmayan Matris Faktör Hesaplaması” metodu ile bulmuşlardır. Belirlenen metodun doğruluğunu ölçmek maksadıyla Mann-Kendall kararlılık analizini ve homojenlik analizini uygulamışlardır. Çalışmada 7 (yedi) adet coğrafik çalışmada sınıf belirlenmiş olup, sınıflar içinde sağlanan değişikliklerin ana sebebi sınıfların bulunduğu alanların kara-deniz dağılışını, fiziki-coğrafik etkisi ile meteorolojik özelliklerinin bölge ve zamana yönelik farklılık oluşturduğunu belirlemiştir (Coşkun, 2020).

Kızılırmak akarsuyu boyunca 6 akım tespit istasyonuna yönelik su kalitesi sonuçlarını belirleyerek, Şen (2012)'de belirlenen yöntemi ve Mann Kendall testini araştırmışlar ve bilgilerini kıyaslamışlardır (Kişi, & Ay, 2014).

“Ege Bölgesinde Yağış ve Sıcaklık Verilerinin Matematiksel ve Mekan Özellikleri Değişimlerinin Matematiksel Hesaplanması” isimli doktora araştırmasında Devlet Meteoroloji Müdürlüğü'ne (DMİ) yönelik 34 meteoroloji istasyonunun 1960-2010 dönemlerine yönelik yağış ve 1960-2010 dönemlerine yönelik sıcaklık, Devlet Su İşleri'ne (DSİ) kapsamında 63 meteoroloji istasyonunun 1960-2005 yıllarına özel yağış verilerini Mann-Kendall testi kullanarak belirlemiştir. Buna yönelik olarak yazar ölçümü belirlenmeyen bölgelerdeki yağış ve sıcaklık bilgilerini jeostatistiksel yöntemler uygulayarak hesaplamaya çalışmışlardır. Çalışmada yağış verileri için etkinin bulunmadığı, sıcaklık verileri için tüm istasyonlarda pozitif bilgiler sunulmuştur.

Batı ve Orta Karadeniz ile Sakarya Bölgelerindeki meteoroloji bilgilerine ait dönemsel ortalama yağış verileri serilerini Mann-Kendall ve Spearman's Rho metodlarıyla bulmuş, Batı

Karadeniz Bölgesinde ilginin olmadığı, Orta Karadeniz Bölgesinde olan alakasının, Sakarya Bölümünde ise negatif alasının olduğunu belirlemiştir.

Arzu Yıldırım'ın "Orta Fırat Havzası Uygulaması" isimli yüksek lisans araştırmasında Orta Fırat Yöresindeki 5 istasyona yönelik akım verilerine Mann Kendall Analizi, Sen's T Slope ve Şen metodları belirlenerek etki kısımları araştırılmış ve üç metodun bilgilerini karşılaştırılmıştır. "Orta Karadeniz Bölgesi Kıyı Şeri illerinin Hidrometeorolojik Metodlarının Trend Uygulanması" isimli araştırmasında Orta Karadeniz Bölgesi kıyı illeri olan Ordu, Samsun, Sinop yerlerine yönelik sıcaklık, yağış ve akım bilgilerinin homojenlik kısımlarını bulmak için Standart Normal Homojenlik Yöntemi, Pettit Testi, Buishand Sıra Testi ve Von Neuman Oran Testini, ilgili bilgilerin zaman geçtikçe değişikliğini belirlemek amacıyla Mann-Kendall Eğilim Testi ve Sen'in Etki Testi yöntemlerini sonuçlandırmışlardır. Çalışma sıcaklıkta artan etkilerin, yağış bilgilerinde kıyıda istasyonlarda artma kısmını, iç istasyonlarda negatif etkisi ve akım verilerinde azalma kısmını bulmuşlardır. Doğu Karadeniz Yöresindeki istasyonlara ait Uygun Süreli Artan Yağış Bilgilerindeki etkileşimlerin olduğunu Mann-Kendall Testi ve Sen'in süreklenen etki analizini belirleyerek verilerin ilk bölümünde, ikinci bölümünde ve tamamında bulunacak analizler ve testlerin çözümlemesi istasyon tamamında belirlemektedirler. Araştırmanın ikinci bölümünde ise bilgiler üç farklı senaryo değişimi Armoni Çalışma Metodu belirlenerek istasyonlara ait en anlamlı dağılım yağış şiddet-süre-frekans verileri bulunmuş ve farklı yineleme zamanları kapsamında uygulanmıştır.

Ülkemizde İç Anadolu Bölgesine ait istasyonların 1970-2010 yıllarına ait aylık, dönemlik ve yıllık ortalaması ve ekstrem sıcaklık verilerinin ve yağış bilgilerinin Mann-Kendall ve Doğrusal Regresyon yöntemleriyle sağlamaya uğraşmışlardır. Araştırmada negatif ve pozitif sıcaklık bilgilerinde yükselen etkilerin bulunduğu, ortalama sıcaklık bilgilerinde ise Ürgüp İstasyonu mevcudunda diğer istasyonlarda da yükselen etkilerin olduğunu, dönemlik uygun yağış miktarlarında negatif azalama etkisini, kış ve sonbahar aylarında yağış miktarlarında çok artış ile ilkbahar ve yaz yağışları önemli azalmaları bulmuşlardır (Kızılelma vd., 2015).

Yurt Dışında Yapılan Çalışmalar

Von Storch (1994) ve Navara (1995) Mann Kendall analizi kullanarak zaman serilerinde bağıntıların etkisinde olduğu düşünülmüştür. AR (1) modellemesine mevcut zaman kapsamında verilerde geçerli bağlamların Ön Araştırma Yöntemi kapsamında isimlendirilen metod vasıtasıyla Mann Kendall testinden faydalanılıp içsel analiz şiddetini sabitleme imkanı oluşturmuştur.

Buffoni (1999) İtalya kapsamında 32 meteoroloji istasyonu dahilinde 1833-1996 yılları içinde belirlenen aylık ve dönemsel totaldaki yağış verilerinin değişikliği Mann Kendall testi dahilinde bulmaya çalışmışlardır. Araştırmada toplam yağış verilerinde İtalya'nın tamamında azalan etki belirlemişlerdir. Azalama etkisiyle İtalya'nın merkez ve güney bölgelerinde etkili seviyede olduğu bulmuşlardır. Yıllık yağış bilgileri belirlenerek uygulanan çalışma neticesinde ise ilkbahar mevsiminde İtalya'nın kuzey ve güney bölgelerinde, sonbahar aylarında ise kuzey bölgelerinde negatif etki olduğu görülmüştür.

Brunetti (2000a) Kuzey İtalya'nın yağış oranlarını bulmak amacıyla belirledikleri araştırmada 5 (beş) meteorolojik istasyonun 1833-1998 dönemlerine yönelik verilere Mann Kendall yöntemi uygulanarak ortalama yağışlı gün oranlarının totalde yağış bilgilerine kıyasla daha fazla azalan etkide olduğunu, yağış oranlarının ise buna paralel olarak artma kapsamında ilerleyeceğini bulunmuştur.

Brunetti (2000b) İtalya'da 1951-1996 dönemlerine yönelik 64 meteorolojik istasyonun günlük yağış miktarlarına bağlı olarak dönemsel toplam yağışları, yağışlı gün sayılarını ve yağış potansiyeli ilgili değişiklikleri mevsime ve yıla ait etkilerini Mann Kendall etki analizi uygulayarak anlamaya uğraşmışlardır. İtalya'nın tümünde yağış olan zamanlarda artan seviyede etkiye sahip, azalan etki bulmuşlardır. Etkilerin birçoğu kış mevsimlerinde oluşmaktadır. Azalış oranları Kuzey İtalya'da %50, Güney İtalya'da ise %75 seviyesinde bulunduğu tesbit edilmiştir. Kuzey İtalya'da, yağış olan günlerde etkinin haricinde yağış potansiyeli ve yağış miktarındaki oranların yükseldiğini ama yetersiz ve az görüldüğü, güneyde ise belirlenen verilerde düşül olduğunu hesaplanmıştır. Araştırmacılar bölgesel veya Dünya kapsamında görülen sıcaklık, nem ve atmosferik olayların değişmelerinin eğilimler anlamında kapsamında olacağını araştırmışlardır.

Brunetti (2000b) İtalya'ya ait Kuzeydoğusunda yer alan 7 meteorolojik gözlem istasyonu aracılığıyla 1920-1998 yılları içinde günlük yağış verilerini dikkate alarak, totaldeki yağış verilerini, yağışlı gün miktarlarını ve olağanüstü (uç) hava değişimlerini araştırmaya çalışmışlardır. Matematiksel manada; yağışlı gün miktarında önemli miktarda negatif etkinin varlığı, yağış toplamında önemli bulunmayan azalış ve artan anlamda yağışın olduğunu, yağış miktarı nedeniyle uç yağış değerlerinde artış olduğu ve uç hava nedenleriyle bulunan yıllarda geçerli bir yöntem olduğunu bulmuşlardır.

Rodriguez ve Puebla (2001) İspanya'da yer alan 56 meteoroloji istasyonunun 1949-1998 yılları kapsamında yağış bilgilerinden yararlanarak, yağışların kış mevsimindeki değişikliğini ve değişim oranları ile olan bağlantısını bulmuşlardır. Kuzey Atlantik Dönemsel Hareket (N.A.O.) Değerleri kış yağış miktarlarında hesaplanacak dönemlere yönelik

değişmesinin ana sebebinin olduğunu ve Güney İspanya’da bu geçerliliğin en kapsamlı bulunduğunu, Güney Atlantik Salınımı (S.A.O.) indislerinin ise yağış verilerinde bulunan dağılımları en az gerçekleştirdiği veya artan basınç etkisinin bu etkileşimi oluşturduğunu belirlemişlerdir.

Tomozeiu (2002) 1960-1995 dönemleri kapsamında Kuzey İtalya’da olan 40 (kırk) yağış gözlem istasyonu için kış yağışları alakalı olan değişkenlikleri, İtalya’da belli alanlarına yönelik olan 32 meteoroloji gözlem istasyonuna belirli bilgilerle yağış dağılımlarını kıyaslamak maksadı kullanmışlardır. Mekan değişikliği ve değişiklik kısmı belirlemek amacıyla Mann Kendall ve Pettit yöntemleri kullanılmıştır. Hesaplanan yıl kapsamında İtalyan’ın merkez ve güney bölgeleri için matematiksel manada mevcut miktarda negatif bir etkileşimin olduğu ve 1985 döneminde negatif yönde bir yükseliş bulunduğunu görmüşlerdir. Kuzey Atlantik Basıncı (N.A.O.) kullanıldıkları sürede tasarlanan yıl için artan alanda bir etkileşim ve yüksek sıcaklık bulunduğunu belirlemişlerdir. 1980 yılı dışında N.A.O.’da belirlenen artan alanların 1985 yılındaki yağış azalmasının ortak noktalarının olacağı düşünülmüştür.

Yue (2002) Sıcaklık ve yağış analizlerinde belirlenen matematiksel ve matematiksel bulunmayan Mann Kendall ve Spearman’s Rho dizisel korelasyon indislerinin dönemlerinin bulunduğunu görmüşlerdir. Monte Carlo simülasyonu ile analizinin olasılıkları hesaplanmıştır. Araştırmacılar Kanada Ontario’daki 20 bölgede belirledikleri araştırmada dönemsel en fazla günlük su akış bilgilerinde etkileşimi belirlenen iki test ile araştırma yapmışlardır. Testlerin uygunluğunun mevcut derecesine, etkisinin sayısal değerine, örneklem boyutunun sağlamlasının ve zaman dizisine ait değişkenlik faktörüne uygun ve zaman dizisi kullanılan bilgilerin belirsizliğiyle alaka sağladığını düşünmüşlerdir

Yue (2002) Gözlem serilerine yönelik çaprazlama ve sayısal serilerinin, sayısal hesaplamaların (Mann Kendall Sıra Korelasyon analizi gibi) karşılaştırılması sağlanarak önemli anlamda sağlamlası ile etkileşimlerin olmadığını belirleyen sıfır hipotezinin H_0 olduğunu düşünerek belirlenmişlerdir. Araştırmacılar çapraz ve seri dizileri belirleyen ve kısmi anlamda çalışma sağlayan Bölgesel Ortalama Mann Kendall Sıra Analizi Testini belirlemişlerdir.

Gong (2004) Kuzey Çin alanındaki 30 istasyonun 1956-2000 yıllarına yönelik mayıs-eylül arasındaki günlük yağış miktarlarını belirledikleri araştırmada, yağış bilgilerindeki negatif etkinin anlamsız seviyede bulunduğunu, az yağışlı gün oranlarında önemli seviyede artan etkileşim kullanıldığını belirlemişlerdir. Orta ve üzeri şiddetli yağışlarda ise negatif anlamda etkileşimin uygulandığı görülmüştür.

Bonaccorso (2005) İtalya'nın Sicilya yöresine ait 1920'li yıllarda ve en az 50 alanlık faktöre ölçme yapan yıllık en fazla yağış dizilerindeki lineer ve lineer olmayan etkilerin özelliklerini belirlemek için Student-t analizi ve Mann Kendall analizini uygulamışlardır. Belirlenen değerlere göre serilerde negatif etkinin bulunduğunu ama daha az zamandaki dizilerde yükselen etkinin bulunduğunu ortaya koymuşlardır.

Norrant ve Doguedroit (2006) Akdeniz'de belirlenen yağış oranlarına ait aylık, dönemlere ve yıllık doğrusal katkılarını 20.yüzyılın ikinci yarısı boyunca düşünmüşlerdir. Doğu Akdeniz'de yıl süresince ve yoğunlukla birlikte kış aylarında ciddi eksilmeler olduğunu bulmuşlardır.

Tabari ve Talaee (2011) İran'da bulunan yarı kurak ve kurak kısımlara ait 19 istasyonda uygulanan en az (Tmin) ve en fazla (Tmaks) hava ölçümleri miktarını bulmuşlardır ve Tmin dizideki etkilerin daha kapsamlı olduğunu ek olarak iki dizide de son yıllarda artan etkinin olduğu düşünülmüştür.

Rio (2011) İspanya'daki 473 meteoroloji istasyonuna yönelik 1961-2006 dönemleri kapsamında verilerin aylık, dönemlik ve yıllık miktarının mekâna göre bağlantısının Mann-Kendall testi uygulayarak araştırmışlar ve İspanya'da sıcaklığın ay ve mevsim bazında son 40 yılda yükseldiğini belirlemişlerdir.

Sayemuzzaman ve Jha (2013) Amerikadaki Kuzey Carolina Bölgelerinde 249 istasyondan uyguladıkları mevsimsel ve yıllık yağış dizilerinin bulunduğu yerin ve zaman etkisinin çözümlemesi Mann Kendall testini, Theil Sen Metodu, Serisel Mann Kendall Analizi uygulayarak bulmaya uğraşmışlardır. Ayrıca kullanılan analizlerle etkinin tesirini, büyüklüğünü, eğilimdeki kayma miktarını bulmuşlar ve dizilerdeki otokorelasyonun varlığını kısıtlamak amacıyla Pre-Whitening kullanmışlardır. Araştırma sonucunda eyalet derecesinde kış dönemlerinde yağışlarda artma, yaz dönemlerinde ise azalma etkisinin olduğu bulmuşlardır.

Sonali ve Kumar (2013) Hindistan'daki istasyonlara karşı, sezonluk, muson öncesi ve sonrası ve yıllık yüksek ve en düşük sıcaklık miktarlarının mekâna yönelik ve zamana karşı 1901-2003, 1948-2003 ve 1970-2003 yılları içinde çözümlemeler oluşturulmuştur. Çözümlemelerde dizi varlığını belirleyen araştırmacılar sayısal kullanılmayan metodlar belirlemişlerdir. Nihayetinde en az sıcaklık ortalamalarına yönelik etkinin son yıllarda etkin bulunduğunu, Mann Kendall testi ile de en az ve en yüksek sıcaklıklarda etkisinin yıllık ve dönemsel düzeyde 1970 yılından başlayarak olduğu bulmuşlardır.

Notaro, Liuzzo, Freni ve La Loggia (2015) Sicilya dolaylarında oluşan uç yağış durumlarına ait bilgileri sonuçlandırarak, yağış şiddet-süre-frekans bağlantısı edinerek,

ölçtükleri tekerrür süreleri dahilinde yağış çözümlemeleri ve yağışların etki çözümlemelerini kullanmışlardır.



ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

Materyal ve Yöntem

Çalışma Konusu

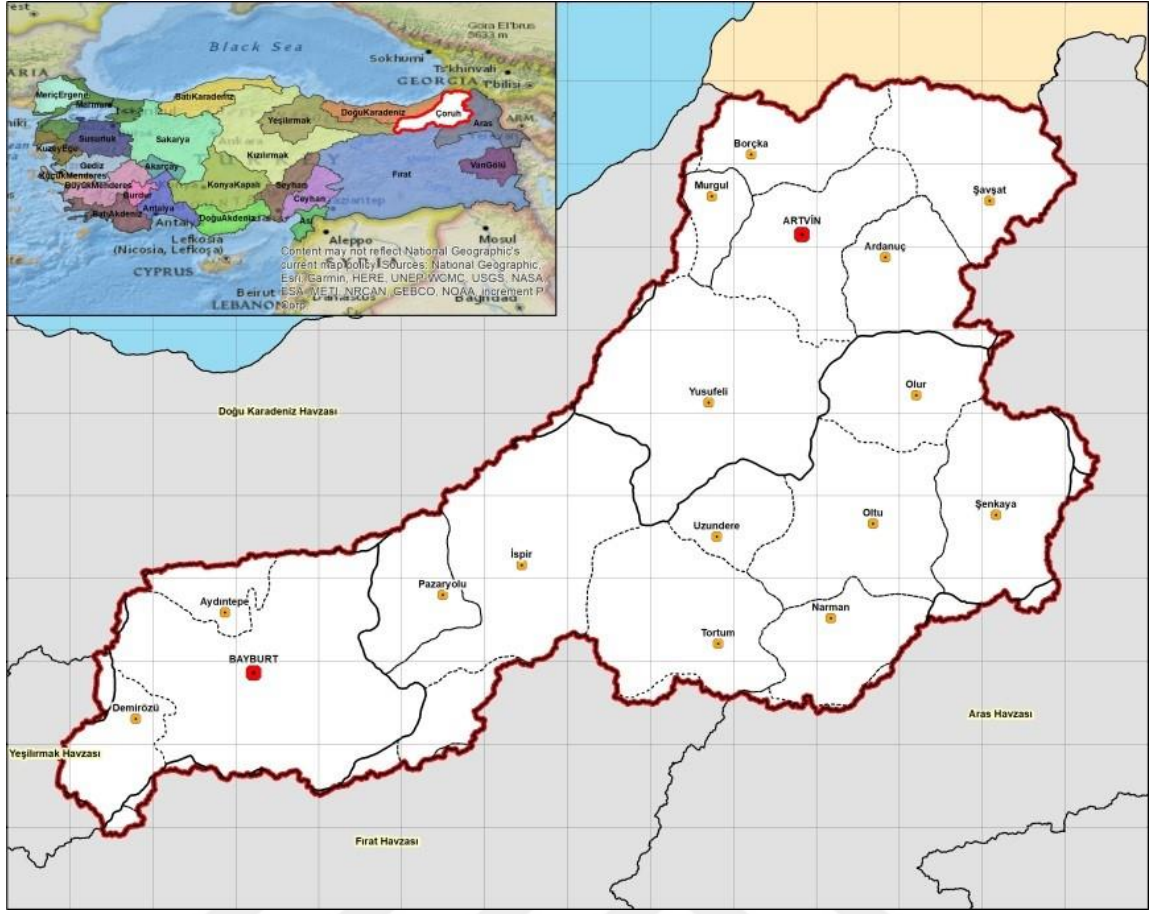
Bu bölümde çalışma bölgesine yönelik veriler sunulmuştur. Daha sonra Çoruh Havzası ile alakalı genel veriler sağlanmış olup hesaplanan bazı istasyonlar hakkında sayısal bilgilere ulaşılmıştır. Son zamanlarda trendler için belirlenen metodlar belirlenmiş, sayısal bilgilerden faydalanılarak bahsedilmiştir.

Çalışma Alanı

Çoruh Havzası, Ülkemizin kuzeydoğusu'nda, Karadenizin güneyinde yer alan Gürcistan ile sınır komşusu olup, yaklaşık olarak 2 milyon metrekare alana sahiptir. İçerdiği alan kapsamıyla bölge; Yurdumuzun yaklaşık %2.59 'lık kısmını oluşturmaktadır. Bölgeye adını veren Çoruh Nehri, Erzurum sınırlarında yer alan Mescit Dağları'ndan başlar, Bayburt sınırı içindeki Kurt Çayı ile birleşip, Masat Çayı adını kazandıktan sonra Bayburt şehir merkezinden geçen Büyükçay ile buluşur ve böylece Çoruh Nehrine dönüşmektedir. Bayburttan gelen bu nehir, Tortum Çayı ile Artvin Yusufeli ilçesinde buluşarak Gürcistan'ın Batum şehrine, oradanda Karadeniz'e ulaşır.

Çoruh havzasının dönemlik yağış oranları aylara nazaran değişkenlik göstermektedir. Bölge'nin yıl bazında yağış oranı 480 mm, bölgenin su potansiyeli ise yıllık olarak 6.5 milyar m³ tür.

Çoruh Havzasının kapsamı içindeki şehirler; Erzurum, Artvin, Bayburt, Kars, Erzincan, Gümüşhane, Rize, Ardahan ve Trabzon şehirleri mevcuttur. Çoruh Bölgesinin özelliği aşağıdaki gibidir.



Şekil 3. Çoruh Havzası'nın konumu. (Dsi İstasyon Haritası)

Havza topografik durumu.

Çoruh Havzası, Türkiye'nin Kuzeydoğu Anadolu Bölümü'nde 39°52' ve 41°32' kuzey paralelleriyle 39°40' ve 42°35' doğu boylam çizgileri arasındadır. Kapladığı alan 20.265,48 km²' dir. Çoruh Bölgesinde Artvin, Bayburt, Erzurum, Ardahan, Rize, Gümüşhane, Kars ve Erzincan şehirleri vardır. Bölgede Artvin, Bayburt, Erzurum şehirlerine ait ilçeler ve köyler yer alır. Bölge DSİ tarafından 9 alt bölgeye sınıflandırılmıştır (Tuna, & Yılmaz, 2009).

Havza farklı bir topografya'yı içermektedir. Yapılan incelemelerde yükseklik farkı 50 m den itibaren en üst 4000 metreye kadar çıktığı belirlenmiştir. Bölgede yerleşik düzen genel olarak 1800-2000 m yüksekliğe sahip alanlarda yoğunlaşmıştır. 2000 metreden sonra yerleşim alanları azalır. Bölge dahiline bakıldığında 1800-2000 metreye kadar bölgenin %41'ini belirlerken, 1800-2000 metre seviyesi haricindeki alanlar ise alanların %59'unu belirlemektedir. Normalde dağlık kısımlar bölgenin yüksek alanlarını oluşturmakta, yerleşik alanlar ise daha alçak kısımları kapamaktadır (Yılmaz, & Sevimli, 2021).

Havzanın adını aldığı Çoruh Nehri, Erzurum il dahilinde yer alan Mescit Dağları itibariyle başlamaktadır. Bayburt il sınırında yer alan Kurt Çayı ile Masat Çayı adını aldıktan sonra Bayburt'tan gelen Büyükçay ile buluşarak Çoruh adını almaktadır. Erzurum'un içinden

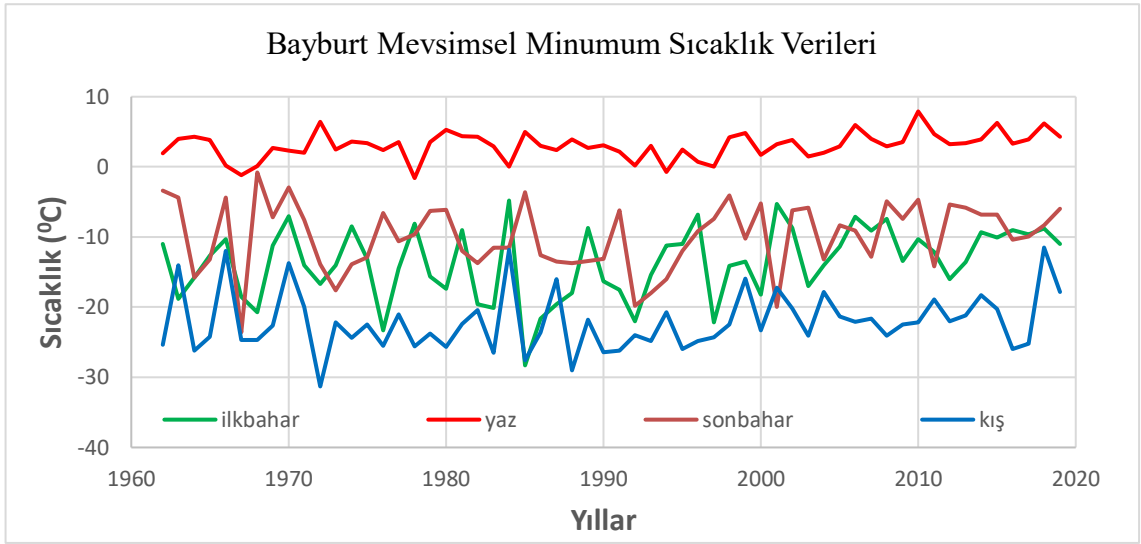
sonra Artvin il sınırına yaklaşır ve ortalama 50 m yükseklikten ülke sınırından ayrılmaktadır. Nihayetinde Gürcistan'ın Batum kentinden Karadeniz'e ulaşmaktadır. Çoruh Akarsuyunun Esas Kol uzunluğu 296 km'dir.

Havza'nın kuzey yönünde Doğu Karadeniz Dağları; batı yönünde Giresun Dağları; güney yönünde Otlukbeli, Dumlu, Kargapazarı, Güllü, Allahuekber Dağları; doğu yönünde Yanlızçam dağları ve kuzeydoğusunda Gürcistan yer almaktadır. Bölgedeki en düşük yükseklik 550m olup en yüksek nokta Kaçkar Dağı'nda 3.397 m dir. Bölgeyi kuzey yönünde Doğu Karadeniz, doğu yönünde Aras, güney yönünde Fırat-Dicle, batıdan ise Yeşilırmak bölgeleri çevirir.

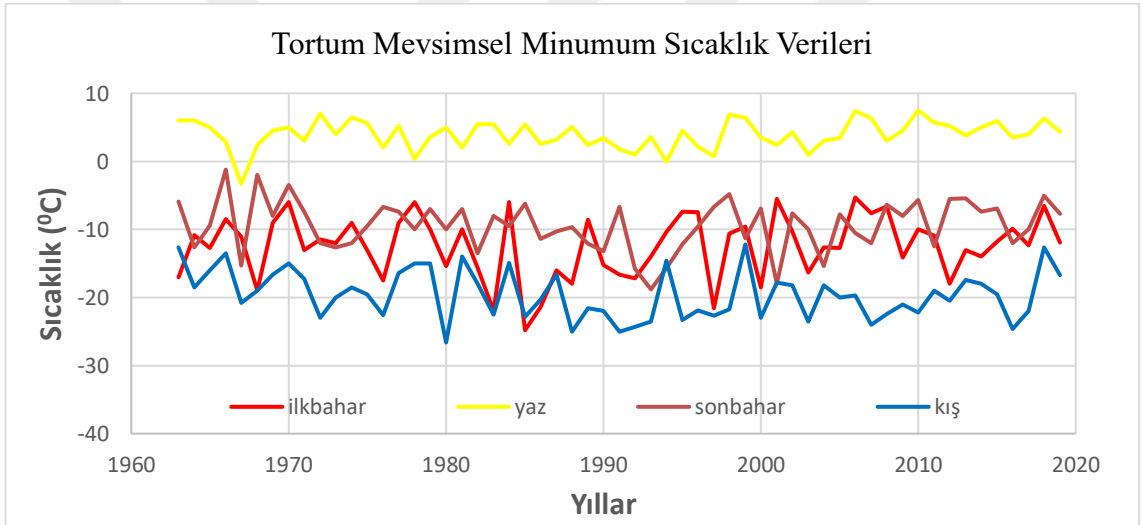
Çoruh Havzası Ülkemiz'de en çok erozyona rastlanan alanlardan birisidir. Arazinin çoğu erozyon sonucu gelen topraklardan oluşmaktadır. Senede 500 milyon m² toprağın erozyon yüzünden çölleştiği düşünülmektedir. Ülkemizdeki elektrik tüketiminin %1.38'i Çoruh Nehri üstünde bulunan barajlardan elde edilmektedir. Sonraki süreçte DSİ'nin uygulayacağı proje kapsamlarında toplam üretilen elektrik miktarının %8 'i ve hidroelektriğin %34'ü Çoruh Nehri kapsamında sağlanacaktır.

Havza yüzölçüm alanının büyük bölümünü 1800-2000 metre üzerinden daha geniş alanlarda bulunduğu belirlenmektedir. Ayrıca, bölge içerisinde yüksekliğin ve eğimin çok olduğu alanlar oldukça fazladır. Bölgenin tamamında, eğimin %50 ve daha fazla olduğu sarp alanlar hakimdir. Eğimin %20 ve %45 arasında olduğu kısımların toplam alanı 602.112 metrekaredir. Bölgenin %30'u bu kısım içinde bulunmaktadır.

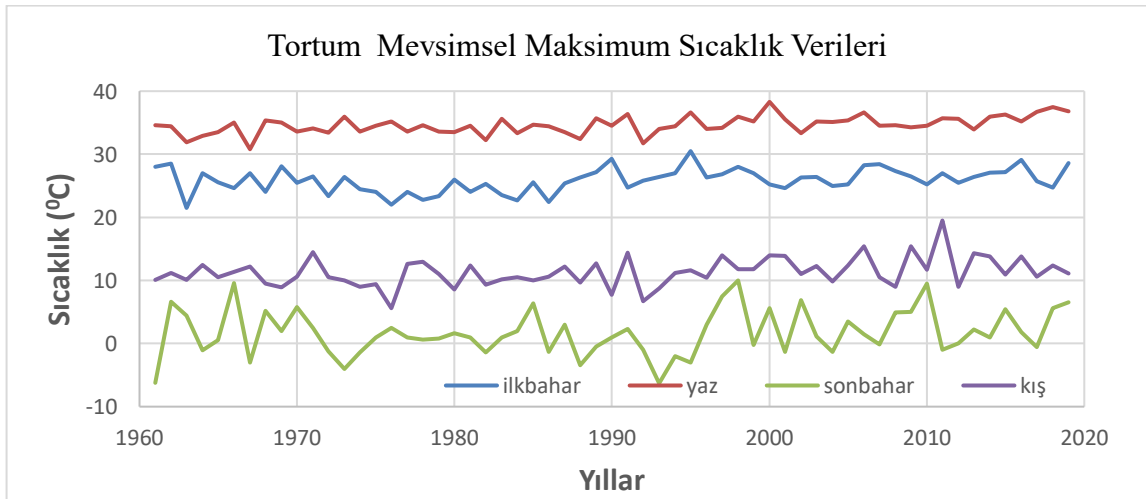
Havza'da düz olarak belirlenecek kısım yalnız 16.860 metrelik alanı içermektedir. Bu hesapta ortalama %0,83 lük orana denk gelmektedir. Alanın kuzey yamaçlarının toplam yüz ölçümü 763.082 metrekaredir. Bu kuzey yamaçların oranı %38' dir. Güney yamaçlarda %37 oranına sahip olmakla beraber 757.797 hektar alana sahiptir. Doğu yönündeki yamaçlar ise 243.412 hektar alandır. Bölgenin yaklaşık %12'si doğu yamaçlarını içermektedir. Benzer şekilde Batı yamaçlarının havza içindeki oranı %12 ve 245.396 hektarlık alanı kaplamaktadır.



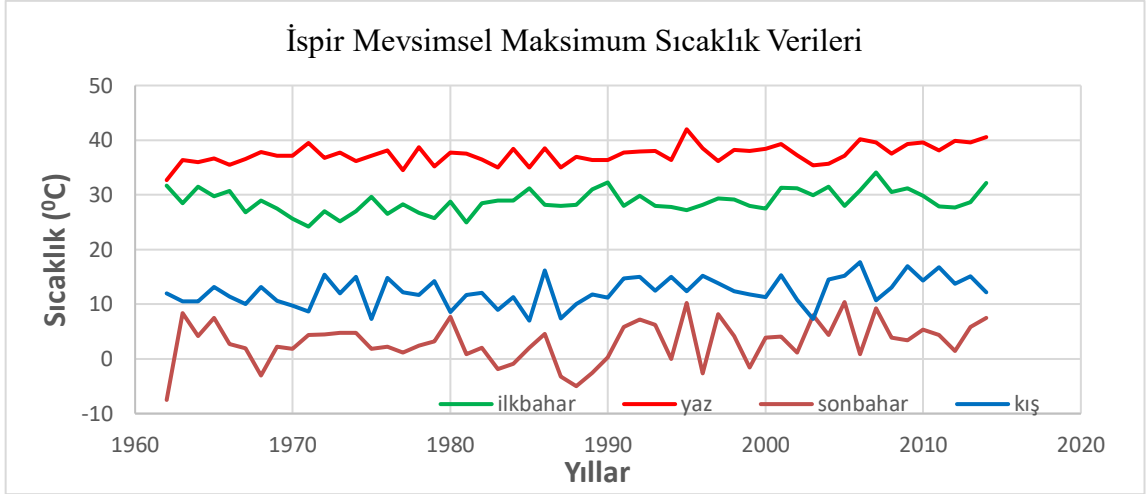
Şekil 6. Bayburt mevsimsel minimum sıcaklık değerleri (yıllara göre)



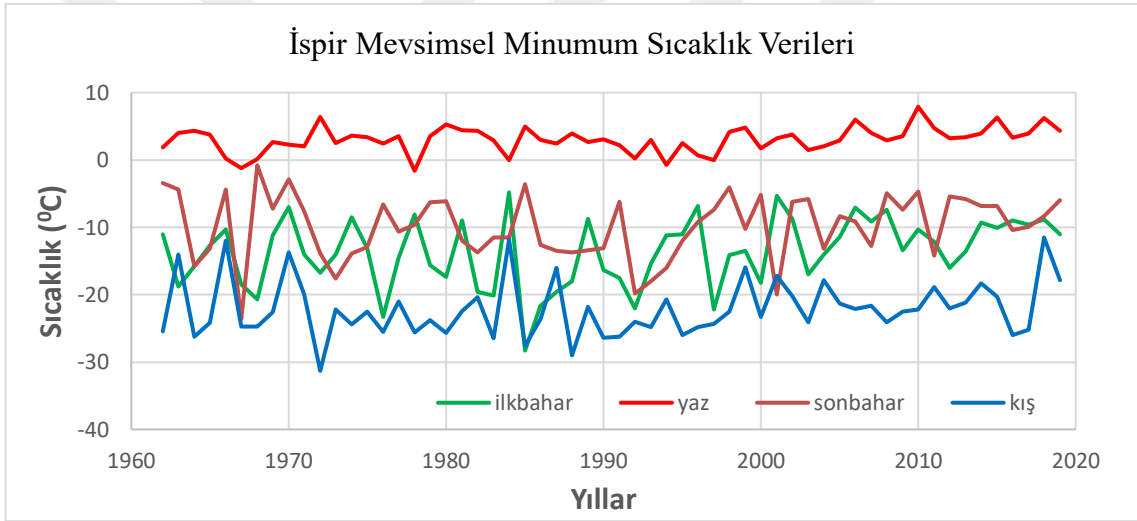
Şekil 7. Tortum mevsimsel minimum sıcaklık değerleri (yıllara göre)



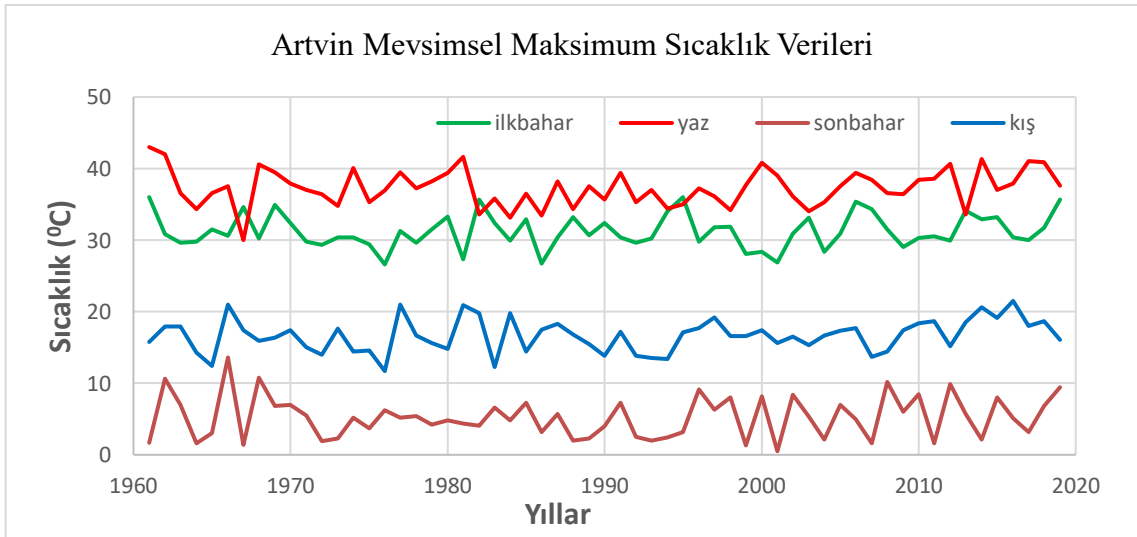
Şekil 8. Tortum mevsimsel maksimum sıcaklık değerleri (yıllara göre)



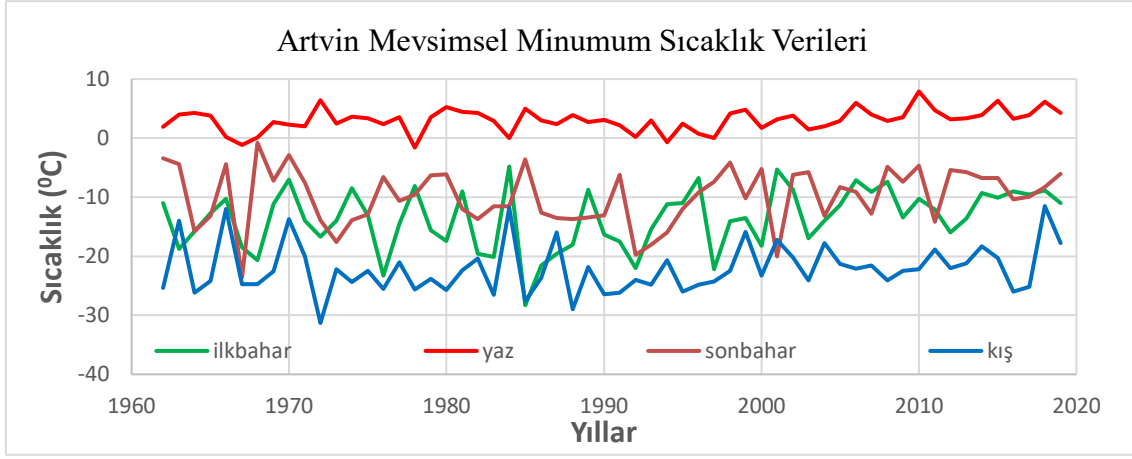
Şekil 9. İspir mevsimsel maximum sıcaklık değerleri (yıllara göre)



Şekil 10. İspir mevsimsel minimum sıcaklık değerleri (yıllara göre)



Şekil 11. Artvin mevsimsel maksimum sıcaklık değerleri (yıllara göre)



Şekil 12. Artvin mevsimsel minumum sıcaklık değerleri (yıllara göre)

Verilerin İstatistik Analizi.

Temel istatistiksel parametreler (Temel kavramlar).

Değişken: Gözlemden gözleme değişik değerler alabilen objelere, özelliklere ya da durumlara değişken denir.

Ölçme: Obje veya bireye yönelik, mevcut özelliğe yönelik oluş miktarlarını bulmak için, mevcut kurallara uygun sembolik değer oluşturma işlemidir.

Aritmetik Ortalama Değer: Verilerin toplamının toplam veri sayısına bölümü ile elde edilir. Rastgele değişkenin alacağı değerler bu merkez etrafında kümeler. Aritmetik ortalama değer

$$\bar{X} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i \quad (1)$$

şeklinde tanımlanır. Burada n eldeki veri sayısını gösterir.

Ortanca değer (Medyan): Verilen dizi serisinde verilerin yarısını üstünde diğer yarısını da altında bulunduran veri değerine ortanca değer (medyan) adı verilir. Bu değeri bulmak için veriler küçükten büyüğe veya tam tersi şeklinde sıralanır. Sıralamaya göre tek sayılı veriler için ortadaki değere, çift sayıda veri olması halinde ise ortadaki iki değer aritmetik ortalamasına ortanca değer adı verilir. Ortanca değer kullanılması parametrik olmayan istatistiksel yöntemlerin geliştirilmesinde yaygın olarak görülür. Ortanca değer kendisinden büyük ve küçük değerlere aynı ağırlığı verdiği için uç değerlerin tesirlerinden tamamen uzaktır. Örneğin çok büyük değer ortalama değer gibi merkez ölçütlerini etkilerken ortanca değere hiçbir tesir edemez.

Varyans: Aritmetik ortalama değeri, veri setindeki değerlerin merkezsel değerini gösterir fakat bu değeri etrafındaki yayılım hakkında bilgi vermez. Bu yayılımı hesaplamak için kullanılan parametre ise varyans 'tır ve

$$\text{Var}(x) = \frac{1}{N} \sum (X_i - \bar{X})^2 \quad (2)$$

şeklinde gösterilir.

Çarpıklık parametresi: Bir rastgele değişkenin dağılımının ortalama etrafındaki simetrisinin ölçüsü C_s , çarpıklık katsayısı ile ölçülür ve

$$C_s = \frac{\mu}{\delta_x^3} \quad (3)$$

şeklinde hesaplanır. $C_s = 0$ ise olasılık yoğunluk fonksiyonu simetriktir. $C_s > 0$ ise sağa; $C_s < 0$ ise sola çarpıktır. C_s sayısının istatistik değeri;

$$C_s = \frac{1}{n} \sum \frac{(X_i - \bar{X})^3}{\delta_x^3} \quad (4)$$

eşitliği ile hesaplanır.

Sivrilik parametresi: Rastgele değişkenin dağılımının sivrilikliğini gösteren katsayıya kurtosis katsayısı denir. Kurtosis katsayısının değerinin artması yani dağılımın sivri olması veri değerlerinin büyük bir kısmının aritmetik ortalama etrafında dar bir aralığa düşmesi demektir. Basık hallerde ise veriler ortalama etrafında geniş bir bölgeye yayıldığı anlamına gelir. Kurtosis katsayısı, şekilde hesaplanır.

Homojenlik testleri.

Bir iklime yönelik zaman dizisinin homojenlik göstermesi, çevresel yerel etkilerin değişikliğe uğramamasına bağlıdır. Bu neticelerde, iklime yönelik zaman dizisinin kaydında saplanan tüm değişken farklılıkları, iklime yönelik değişikliklerle alakalıdır. Fakat çoğu uzun süreli iklim yönünden kayıt dizileri, iklime yönelik sebeplerden ziyade insana yönelik sebeplerin etkisi olduğu için, iklim farklılıkları oluşturma durumunu yitirmektedir. Misal olarak, bir zaman dizisinde belirlenen durumlarda ani farklılıklardan, büyük oranda bu istasyonun konumunun değişikliğe uğradığı durumu bulunabilir. Zaman dizisinin homojen bulunmadığı, görsel veya sayısal hesaplamalar belirlenerek bazı sistemsel değişimlerin

bulunmasıyla hesaplanabilir. Zaman serisinin bulunduğu istasyon dahilinde geçerli bilgi kullanılırsa,örneğin yerinin değişip değişmediği, gözlem tekniğinin değişip değişmediği, verilerin homojen olup olmadığıyla ilgili doğrudan bir analiz uygulanabilir ve sayısal analizler sağlanabilir. Zaman dizisinin belirlendiği istasyon için yeterli bilgi mevcut değilse bilgilerin homojenliğiyle ilgili yeterli bir anlamlandırma belirlenir ve homojenlik testlerinden faydalanılır. Normalde doğrudan ve dolaylı sonuçlandırmaların birlikte yapılması daha etkili bir yoldur. Homojenlik analizi, mutlak ve göreceli bilgiler olmak üzere iki grupta bulunur. Bir tek istasyona ait veriler belirlenirken geçerli testler, homojen olduğu belirlenen farklı istasyonlara ait bilgiler belirlenirken araştırılmasında göreceli analizler şeklinde belirlenir.

Tosunoğlu (2014) araştırmasında, bilgilerin homojenliklerinin değerlendirilmesinde mutlak testlerden Standart Normal Homojenlik Testi (SNHT), Pettit Testi ve Buishand Testi kullanılır.

Standard normal homojenlik testi (SNHT).

Alexandersson (1986) tarafından geliştirilen SNTH testi, birçok hidrolojik çalışmada kullanılmıştır. Bu testte, incelenen serinin bir “k” noktasını referans alarak seri ikiye bölünür ve denklem 1 ile test istatistiği olan T(k) değeri hesaplanır Y gözlem değerlerinin ortalaması, Yi her bir yıl için gözlem değerleri ve s ise standart sapma olmak üzere T(k) şu şekilde hesaplanır

$$T(k) = kz_1^2 + (n-k)z_2^2 \quad k=1,2,3,\dots,n \quad (5)$$

Burada,

$$z_1 = \frac{1}{k} \sum_{i=1}^k (Y_i - Y) / s \quad \text{ve} \quad z_2 = \frac{1}{n-k} \sum_{i=k+1}^n (Y_i - Y) / s \text{ dir.} \quad (6)$$

Eğer seride ‘k’ yılında bir değişim meydana geldiyse test istatistiği olan T(k) en büyük değerini alır.Bu durumda To test istatistiği:

$T_{0,maks} = T(k)$ ile verilir. T_0 test istatistiği tablo değerini aşarsa H_0 hipotezi reddedilir. Eğer T_0 ve H_0 değeri Tablo 1’den okunan kritik değeri aşmaz ise sıfır hipotezi kabul edilir. Yani serinin homojen olduğu kabul edilir.

Tablo 1. SNTH Testi Analiz Sonuçları

SNHT TESTİ %1 VE %5 ANLAMLILIK DÜZEYİNDE T ₀ KRİTİK DEĞERLERİ (ALEXANDERSSON, 1986)						
n	20	30	40	50	70	100
1%	9,56	10,4	11	11,3	11,8	12,3
5%	6,95	7,65	8,1	8,45	8,8	9,15

Buishand testi.

Buishand, testinde verilerin normal dağılıma uyduğu kabul edilmektedir. Bu testte sıfır hipotezi zaman serisinin homojen olduğu, karşıt hipotez ise ortalamada bir kırılma olduğunu, verinin homojen olmadığını savunmaktadır. Bu test ile kırılmanın olduğu zamanda elde edilebilmektedir. Buishand, (1982) vasıtasıyla uygulanan bu teste, düzenlenen geçerli toplam şu şekilde belirtilir;

$$S_0^* = 0 \quad S_y^* = \sum (y_i - \bar{y}), \quad n = 1, 2, \dots, n \quad (7)$$

Eğer seri homojen ise sistematik olarak ortalamadan sapmalar olmayacağından S_k değerleri sıfır etrafında salınım gösterir. Eğer K yılında bir kırılma var ise S_k değeri $K=k$ yılı etrafında minimum yada maksimum değerine ulaşır. Kırılmanın anlamlılık seviyesini test edebilmek için R İstatistiği:

$$R = (\max S_y \quad 0 < y < n - \min S_y \quad 0 < y < n) / \delta \quad 0 < k < n \quad \text{eşitliği ile bulunur.} \quad (8)$$

Y_1 : ($i = 1$ 'den n 'e kadar yılı göstermek üzere) test edilen seriyi,

$\bar{Y}$: serinin ortalamasını,

S : Serinin standart sapmasını göstermektedir.

$R/\sqrt{n}$ bilgisi, çizelgede verilen Buishand testi sınır değerini geçerse formül kabul görmez ve dizinin homojen bulunmadığı düşünülür. $R/\sqrt{n}$ değer, Tablo 2'de okunan kritik değeri aşmaz ise sıfır hipotezi kabul edilir. (Buishand,1982) Bu tez kapsamında yapılan homojenlik analizinde anlamlılık düzeyi %1 olarak seçilmiştir.

Dizi homojenlik gösterdiğinde, S_y bilgisi yükselecek ve sıfıra yaklaşacaktır. S_y maksimum veya minimum dereceye denk geldiğinde y yılı hesaplanır. Tekrardan belirlenmiş aralık, R sayesinde bulunabilir. Hesaplanan değerler Tablo 4.'te gösterilmiştir.

Tablo 2. Buishand Rank Testi

BURSHAND RANK TESTİ %1 VE %5 ANLAMLILIK DÜZEYİNDE R/√N KRİTİK DEĞERLERİ						
n	20	30	40	50	70	100
1%	1,6	1,7	1,74	1,78	1,81	1,86
5%	1,43	1,5	1,53	1,55	1,59	1,62

Pettitt testi.

Bu test verilerin dağılımından bağımsız olup seri içindeki sıraları(rankları) ile ilgilidir. Dolayısıyla dağılımdan bağımsız ve kabuller gerektirmeyen bir testtir. Bu testte sıfır hipotezi zaman serisinin homojen olduğunu, karşıt hipotez ise ortalamada bir kırılma olduğunu, verinin homojen olmadığını savunmaktadır. Bu test ile kırılmanın olduğu zamanda elde edilmektedir. Pettitt (1979)'de yöntemiyle belirlenen, matematiksel olmayan bu metod vasıtasıyla aylık veya yıllık verilerin değişiklik kapsamı belirlendiğinden, bu değişiklik yöntemini belirlemek için hidrolojik ve iklim serilerinde çokça sağlayan bir hesaplamaadır. H_0 formülü dizinin bağımsız ve olağandışı dağılışının olduğu kabul edilirken, H_1 formülü ani bir farklılık olma neticesini hesaplar. Her bir yıl bilgisine (Y_i) denk gelen rank (Y_i) değeri bulunur. Testin formülü X_k ;

$$X_k = 2\sum_{i=1}^k r_i - k(n+1)k_i = 1 \quad n = 1, 2, 3, \dots, n \quad (9)$$

şeklinde çözümlenir. X_k , bilgileri sayısal olarak belirlenir. Eğer E yılında bir kırılma var ise istatistik $k=E$ yılında minumum yada maksimumdur.

ve X_k 'nın mutlak en yüksek değeri, değişiklik yöntemi belirlenir.

$$X_E = \max_{1 \leq k \leq n} |X_k| \quad (10)$$

Eğer X_e değeri Tablo 2' den okunan kritik değeri aşmaz ise sıfır hipotezi kabul edilir, yani serinin homojen olduğu kabul edilir. (Pettitt,1979) Bu test kapsamında yapılan homojenlik analizinde anlamlılık düzeyi %1 olarak Tablo 3.'te Pettitt Testi Analiz Sonuçları gösterilmiştir.

Tablo 3. *Petitt Testi Analiz Sonuçları*

%5 ANLAMLILIK PETİTT TESTİ %1 VE DÜZEYİNDE X _E KRİTİK DEĞERLERİ (PETİTT,1979)						
n	20	30	40	50	70	100
1%	57	107	167	235	393	677
5%	71	133	208	293	488	841

Trend testleri.

Trend, bir zaman dizisinde uzun zamandaki ana eğilim yaklaşımı olarak görülmektedir. Bu çalışmada Çoruh Havzası için önceki yıllara ait bilgilerinin matematiksel olarak belirli trendlerini belirlemek için homojenlik testleri kullanılmıştır.

Mann Kendal testi.

Kendall'ın tau çözümlemesi olarak düşünülen bu test hidrometeorolojik zaman dizisinin trendlerinin bulunmasında geçerli manada uygulanan bir yöntemdir. Dönemselliğin olmadığı bilgilerde kullanılan Mann Kendall hesaplamasının istatistiği S aşağıdaki formülüyle bulunur. Bu formüldeki $(x_j - x_k)$ bilgisinin işareti ise aşağıdaki formüllerden hesaplanır.

$$S = \sum \sum \text{sgn}(x_j - x_k) \quad (11)$$

$$\text{Sgn}(x_j - x_k) = \{ +1 \text{ Eğer } (x_j - x_k) > 0 \quad (12)$$

$$\begin{aligned} & \{ 0 \text{ Eğer } (x_j - x_k) = 0 \\ & \{ -1 \text{ Eğer } (x_j - x_k) < 0 \end{aligned} \quad (13)$$

Asimptotik manada, normal bir dağılım özelliği gösteren ve ortalaması sıfır olan test değerinin S'nin varyansı

$$\text{Var}(S) = n(n-1)(2n+5)/18 \quad (14)$$

formülü ile çözümlenebilir. Fakat zaman dizisinde yakın veriler (bağ durumu) mevcutsa varyans formülü;

$$\text{Var}(S) = n(n-1)(2n+5) - \sum t(t-1)(2t+5)/18 \quad (15)$$

Yöntemiyle belirlenir. Varyansı belirlenen Mann Kendall testinin uygun olup olmadığının geçerli standart değişikliği Z'nin aşağıdaki analizle hesaplanıp kritik z verisiyle karşılaştırılması sağlanabilir.

$$Z = S-1 / \sqrt{\text{Var}(S)} \text{ Eğer } S > 0 \quad (16)$$

$$\text{Eğer } S = 0 \quad (17)$$

$$S+1 / \sqrt{\text{Var}(S)} \text{ Eğer } S < 0 \quad (18)$$

Şayet bulunan anlamlılık derecesinde $|z| < -z_\alpha$ ise H_0 formülü belirlenir, buna rağmen olmazsa kabul edilmez. Belirlenen S değeri pozitif ise yükselen, negatif ise azalan bir trend sağladığı analiz edilir. Bu yöntem eksik bilgilere müsaade ve bilgilerin belli bir dağılışa uyması gerektiği manada uygulanabilmektedir. (Karakuş, 2017).

Mevsimsel Mann Kendal testi.

Bu analizler , süre bilgisinde anormallik durumu düşülmeksizin yıllık değişken süre dizisi için belirlenebilir. Dönemsel Mann Kendal testinin çözümlemesinden önce Mann Kendall testi kapsamında her dönem için farklı test analizleri aşağıdaki formüllerden bulunabilir (Kendall, 1975).

$$S = \sum S_i ; \quad (19)$$

$$\text{Var}(S) = \sum \text{Var}(S_i) + \sum \sum \text{Cov}(S_i, S_j) \quad (20)$$

S_i ve S_j bilgileri $S_i = f(X_i)$ ve $S_j = f(X_j)$ sağlamak için bağımsız olası ifadelerin denklemleridir. Tüm X_i ve X_j verileri birbirinden bağımsız i ve j aylık bilgiler gösterdiğinden, kovaryans faktörü kıyaslanamaz. Bu şekilde:

$$\text{Var}(S) = \sum \text{Var}(S_i) \text{ olur, Yani } \text{Var}(S) = \sum [n(n-1)(2n+5) - \sum t(t-1)(2t+5)] / 18 \quad (21)$$

Test hesaplanmasının oluşup oluşmadığını belirlemek için, standart belli değişken (z)'nin bilgisi formülde S aksine S' değeri uygulanarak çözümlenip geçerli z bilgisi ile kıyaslanması ile kabul edilmektedir.

$$Z = \{ S-1 / \sqrt{\text{Var}(S)} \text{ eğer } S > 0 \quad (22)$$

$$\{ 0 \text{ eğer } S = 0 \quad (23)$$

$$\{S+1 \text{ eğer } S < 0$$

(24)

Şayet α anlamlılık derecesinde $|z| < z_{\alpha}$ ise H_0 ' formülü kabul görmekte, aksini sağladığında kabul görmemektedir. S' bilgisi yükselme bilgisinde ise pozitif bir trendin, azalma bilgisinde ise negatif bir trendin belirlenmesi ön görülmektedir



DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

Araştırma Bulguları ve Tartışma

Homojenlik Testi Sonuçları

Çalışma kapsamında kullanılan veri setlerine homojenlik test sonuçları Tablo 4-6'da sunulmuştur.

Tablo 4. Buishand Testi Analizi Sonuçları

BAYBURT MAKSİMUM	R/√N	p	KIRILMA YILI
İLKBAHAR	2,0309	0,00125	1986
YAZ	1,9305	0,0032	1998
SONBAHAR	1,4038	0,1343	1994
KIŞ	1,5383	0,06155	1994
İSPİR MAKSİMUM			
İLKBAHAR	1,9959	0,00135	1980
YAZ	1,7632	0,01205	1989
SONBAHAR	1,3554	0,1648	1989
KIŞ	1,6049	0,0388	1989
TORTUM MAKSİMUM			
İLKBAHAR	1,7632	0,00124	1980
YAZ	1,5412	0,01235	1988
SONBAHAR	1,3212	0,1346	1988
KIŞ	1,1234	0,2753	1997
ARTVİN MAKSİMUM			
İLKBAHAR	1,0877	0,5045	2004
YAZ	1,3994	0,1401	2003
SONBAHAR	1,116	0,4632	1994
KIŞ	1,1576	0,3982	2007
BAYBURT MİNİMUM	R/√N	P	KIRILMA YILI
İLKBAHAR	1,527	0,065	1999
YAZ	1,5723	0,0506	2004
SONBAHAR	1,3816	0,1446	1994
KIŞ	1,3686	0,1621	1996
İSPİR MİNİMUM			
İLKBAHAR	1,1849	0,3516	1994
YAZ	0,31374	0,7581	1999
SONBAHAR	1,0548	0,5427	1979

Tablo 4. (Devamı)

KIŞ	0,68801	0,9758	2002
TORTUM MİNİMUM	R/√N	P	KIRILMA YILI
İLKBAHAR	1,3313	0,1946	1992
YAZ	1,412	0,1283	2004
SONBAHAR	1,4152	0,124	2006
KIŞ	1,617	0,0357	1983
ARTVİN MİNİMUM			
İLKBAHAR	1,4487	0,1027	2006
YAZ	2,004	0,00185	2006
SONBAHAR	1,0062	0,6361	2008
KIŞ	1,3758	0,1578	2011

Tablo 5. Petitt Test Sonuçları

BAYBURT MİNİMUM	U*	P	KIRILMA YILI
İLKBAHAR	372	0,03049	1999
YAZ	369	0,03261	2004
SONBAHAR	248	0,311	1994
KIŞ	344	0,0559	1996
İSPİR MİNİMUM			
İLKBAHAR	264	0,127	2003
YAZ	157	0,7544	2003
SONBAHAR	169	0,6462	1983
KIŞ	129	0,1	2006
TORTUM MİNİMUM			
İLKBAHAR	195	0,596	1995
YAZ	278	0,1707	2007
SONBAHAR	205	0,5247	2009
KIŞ	329	0,06372	1986
ARTVİN MİNİMUM			
İLKBAHAR	258	0,2955	2009
YAZ	469	0,003604	2009
SONBAHAR	202	0,6194	2011
KIŞ	269	0,2502	2014
BAYBURT MAKSİMUM	U*	p	KIRILMA YILI
İLKBAHAR	455	0,005226	1986
YAZ	437	0,008288	1998
SONBAHAR	317	0,1115	1995
KIŞ	340	0,07224	1994

Tablo 5. (Devamı)

İSPİR MAKSİMUM			
İLKBAHAR	302	0,0523	1981
YAZ	395	0,004176	1988
SONBAHAR	395	0,004176	1988
KIŞ	303	0,1431	1987
TORTUM MAKSİMUM			
İLKBAHAR	271	0,0453	1980
YAZ	492	0,003901	1995
SONBAHAR	284	0,07	1992
KIŞ	353	0,00645	1985
ARTVİN MAKSİMUM			
İLKBAHAR	165	0,9149	2008
YAZ	243	0,3667	2003
SONBAHAR	278	0,5487	2005
KIŞ	178	0,8049	2004

Tablo 6. *SNTH Test Sonuçları*

BAYBURT MİNİMUM	T	p	KIRILMA YILI
İLKBAHAR	9,6529	0,02855	1999
YAZ	11,407	0,01225	2004
SONBAHAR	3,782	0,5296	1994
KIŞ	6,4222	0,1658	2016
İSPİR MİNİMUM			
İLKBAHAR	6,8561	0,1297	2003
YAZ	12,239	0,00575	1999
SONBAHAR	11,751	0,0081	1983
KIŞ	2,9763	0,6909	2015
TORTUM MİNİMUM			
İLKBAHAR	2,8763	0,72222	2015
YAZ	13,714	0,00285	2002
SONBAHAR	7,659	0,08615	2011
KIŞ	7,6363	0,0915	2017
ARTVİN MİNİMUM			
İLKBAHAR	5,6896	0,2345	2006
YAZ	17,634	0,0004	2006
SONBAHAR	3,2764	0,6365	2008
KIŞ	12,375	0,1578	2011

Tablo 6. (Devamı)

BAYBURT MAKSİMUM	T	p	KIRILMA YILI
İLKBAHAR	13,333	0,0041	2003
YAZ	17,964	0,0004	1998
SONBAHAR	5,9401	0,2079	2018
KIŞ	10,434	0,0202	2007
İSPİR MAKSİMUM			
İLKBAHAR	10,155	0,00228	2007
YAZ	13,714	0,0023	1989
SONBAHAR	7,659	0,088295	1992
KIŞ	10,27	0,0388	1992
TORTUM MAKSİMUM			
İLKBAHAR	11,002	0,00143	1998
YAZ	14,321	0,00386	2003
SONBAHAR	6,438	0,09876	1988
KIŞ	2,83764	0,76532	2006
ARTVİN MAKSİMUM			
İLKBAHAR	4,1764	0,4545	2008
YAZ	8,473	0,0585	2018
SONBAHAR	6,863	0,6621	2005
KIŞ	4,33	0,02765	2003

Buishand Homojenlik test sonuçlarına göre Bayburt, Tortum ve İspir istasyonlarının ilkbahar ve yaz maksimum sıcaklık verileri %95 güven aralığından homojen değildirler. Bu istasyonların verilerinde 1980'lerde meydana gelen anlık değişimler istatistiki açıdan anlamlıdır. Buishand Testi sonuçlarına göre ilgili istasyonların minimum değerlerinde istatistiki açıdan homojenlik bozucu bir durum söz konusu değildir (Artvin istasyonu yaz mevsimi verileri hariç). Pettitt testi sonuçlarına göre Bayburt ili yaz ve ilkbahar, Artvin ili yaz mevsimi minimum sıcaklık verileri %95 güven aralığında homojen değildirler. Bu test sonuçlarına göre Bayburt maksimum (Yaz ve İlkbahar), İspir maksimum (Yaz ve Sonbahar), Tortum maksimum (İlkbahar, Yaz ve Kış) verilerinde istatistiki açıdan anlamlı ani değişimler söz konusudur. SNHT test sonuçlarına göre, Bayburt minimum (İlkbahar ve Yaz), İspir minimum (Yaz ve Sonbahar), Tortum minimum (Yaz) ve Artvin minimum (Yaz) sıcaklık verilerinde %95 güven aralığında istatistiki açıdan homojenlik bozucu durumlar tespit edilmiştir. Benzer şekilde maksimum sıcaklık verilerinde Bayburt, İspir ve Tortum istasyonlarının özellikle Yaz ve İlkbahar mevsimi verilerinde homojen olmama durumu söz konusudur.

Tablo 7. Minimum Sıcaklık Değerleri İçin Mann-Kendall Test Sonuçları

TORTUM MAKSİMUM			
İLKBAHAR	231	3,8632	VAR
YAZ	490	3,7453	VAR
SONBAHAR	185	0,7210	YOK
KIŞ	343	2,0261	YOK
ARTVİN MAKSİMUM			
İLKBAHAR	103	0,66759	YOK
YAZ	105	0,6805	YOK
SONBAHAR	210	0,58881	YOK
KIŞ	251	1,63356	YOK
BAYBURT MİNİMUM	S	Z	TREND (%95 güven aralığında)
İLKBAHAR	314	2,1002	VAR
YAZ	330	2,2082	VAR
SONBAHAR	122	0,811187	YOK
KIŞ	277	1,85518	YOK
İSPIR MİNİMUM			
İLKBAHAR	255	1,8801	YOK
YAZ	162	0,7833	YOK
SONBAHAR	142	0,32228	YOK
KIŞ	198	1,0281	YOK
TORTUM MİNİMUM			
İLKBAHAR	136	0,89764	YOK
YAZ	113	0,69582	YOK
SONBAHAR	285	0,15156	YOK
KIŞ	312	1,4737	VAR
ARTVİN MİNİMUM			
İLKBAHAR	201	1,3086	YOK
YAZ	389	2,5398	VAR
SONBAHAR	180	1,1711	YOK
KIŞ	175	1,1382	YOK

Tablo 7’de verilen Mann Kendall trend testi sonuçlarına göre Bayburt istasyonu İlkbahar ve Yaz mevsimi minimum sıcaklık değerlerinde ve Artvin istasyonu Yaz mevsimi minimum sıcaklık verilerinde %95 güven aralığında istatiki açıdan anlamlı artan trend tespit edilmiştir. Benzer şekilde, maksimum sıcaklık verilerinin trend analizi sonuçlarına göre ise Bayburt, İspir, Tortum istasyonları İlkbahar ve Yaz mevsimleri maksimum sıcaklık verilerinde istatistiki açıdan artan trendler tespit edilmiştir.

Tablo 8. Maksimum Sıcaklık Değerleri İçin Mann-Kendall Test Sonuçları

BAYBURT MAKSİMUM	S	Z	TREND (%95 güven aralığında)
İLKBAHAR	426	2,7805	VAR
YAZ	425	2,7758	VAR
SONBAHAR	205	1,3344	YOK
KIŞ	250	1,6292	YOK
İSPİR MAKSİMUM			
İLKBAHAR	243	3,1234	VAR
YAZ	492	3,6621	VAR
SONBAHAR	167	0,0345	YOK
KIŞ	354	1,8130	YOK

BEŞİNCİ BÖLÜM

Sonuç ve Öneriler

Çalışma kapsamında ilk olarak veri uzunluğu 1965-2020 yılları arasında olan Bayburt, Artvin, İspir, Tortum istasyonları maksimum ve minimum sıcaklık verilerine Homojenlik testleri (SNHT, Buishand ve Pettitt) ve parametrik olmayan Mann Kendall testleri uygulanmıştır. Homojenlik test sonuçlarına göre özellikle Bayburt, İspir ve Tortum istasyonlarının maksimum sıcaklık verilerinde (özellikle İlkbahar ve Yaz ayları) homojenlik bozucu durumlar söz konusudur. Bir başka bir ifade bu verilere ait anlık değişimler istatistiki açıdan anlamlı düzeylere ulaşmıştır. Bu anlamlı kırılmaların özellikle 1980'lerin ortalarında olduğu gözlenmiştir. Buna karşın minimum sıcaklık verilerindeki anlamlı değişimler maksimum verilerinkine göre daha azdır. Minimum sıcaklık verilerinde anlamlı homojen olmama durumları özellikle Bayburt ilinin İlkbahar ve Yaz mevsimlerinde belirgin hal almıştır. Mann-Kendall trend testi sonuçlarına göre ise sadece Bayburt ili İlkbahar ve Yaz mevsimleri ile Artvin ili Yaz mevsimi minimum sıcaklık verilerinde istatistiki açıdan anlamlı trendler tespit edilmiştir. Buna karşın, maksimum sıcaklık verilerindeki anlamlı trendler fazladır. Bayburt, İspir ve Tortum istasyonları İlkbahar ve Yaz mevsimleri maksimum sıcaklık verilerinde %95 güven aralığında anlamlı pozitif trendler bulunmuştur. Buna ek olarak, bütün istasyonlara ait veriler detaylı analiz edilğinde Çoruh Havzasındaki minimum ve maksimum sıcaklık verilerinde yıllara göre artan trendlerin olduğu sonucuna varılmıştır. Bu artan trendlerin özellikle Çoruh havzasının üst kısmında daha da belirgin olduğu söylenebilir. Sonuç olarak, Çoruh havzasında iklim değişikliğinin bir sonucu olarak ortaya çıkan ekstrem sıcaklık verilerinde bu artışlar bölgedeki insan yaşamı, bitki toplulukları, beşeri yerleşme, doğal ortam gibi birçok faktör üzerinde etkilidir. Bu etkilerin olumsuz olması durumunda önemli sorunlar oluşmaktadır. Bu belirlenen sorunlara yönelik doğal kaynakların kullanımı ve ekonomik faaliyetler gibi iklim değişikliğinin etkisinin olduğu konularda planlamalar yapılması ve önlemler alınması önemlidir.

KAYNAKÇA

- Ağırlioğlu, S. & Ağırlioğlu N., (2020). Türkiye’de enerji ve politikaları *Takvim-i Vekayi* 8(2) 166-198.
- Akçay, F. & Anık E. M., (2021). Doğu Karadeniz Havzası yıllık anlık maksimum akımların eğim analizi. *Journal of Innovation in Civil Engineering and Technology*, 3(1), 1-22.
- Beyazıt, M. & Yeğenoğlu B., (2013). *Mühendisler için istatistik*. Birsenyayinevi, 197 İstanbul.
- Beyazıt, M. Cıgızoğlu, H. & Özöz B., (2016). Türkiye akarsularında trend analizi. *Türkiye Mühendislik Haberleri (TMH) Dergisi*.
- Bonaccorso B., (2005). Flood and landslide warning based on rainfall thresholds and soil moisture *Yıl 2016. Department of Engineering*, University of Messina, Italy.
- Burlando, P. & Pfaundler M., (2021). Streamflow trends in Switzerland. *Journal of Hydrology*, 314, 312-329.
- Büyükkaracıoğlu, N. & Kahya E., (2019). Konya Havzası akarsuları pik akım serilerinin taşkın frekans analizi. *Selçuk Teknik Dergisi*, 8(3), 3.
- Büyükyıldız, M. & Berktaş, A., (2004). Parametrik olmayan testler kullanılarak Sakarya havzası yağışlarının trend analizi. *Selçuk Üniversitesi Mühendislik, Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 19(2), 23-38.
- Coşkun, S., (2020). Aras-Kura kapalı havzasının ortalama sıcaklık, yağış ve akım verilerinin trend analizi (Türkiye). *Fırat Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 30(2), 29-42.
- Çelik, M. A., Kopar, İ. & Bayram, H., (2018). Doğu Anadolu Bölgesi’nin mevsimlik kuraklık analizi. *Atatürk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 22(3), 1741-1761.
- Çeribaşı, G. & Doğan, E., (2015). Trend analizi yöntemi kullanılarak Batı ve Doğu Karadeniz ile Sakarya havzası akım miktarlarının değerlendirilmesi, *Uluslararası Teknolojik Bilimler Dergisi*, 7(2), 1-12.
- Çıtakoğlu, H. & Geyikli, S. (2017). Ege Bölgesi yaz ayları buharlaşma verileri trend analizi. 5. *Uluslararası Katılımlı Toprak ve Su Kaynakları Kongresi Bildirileri*.
- Çobanyılmaz, P. & Yüksel, Duman Ü., (2020). Kentlerin iklim değişikliğinden zarar görmesi: Ankara Örneği. *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, Sayı 17(3), 39-50.
- Demir, İ., Kılıç, G. & Coşkun, M., (2008). Türkiye ve bölgesi için PRECIS bölgesel iklim modeli çalışmaları. *İklim Değişikliği ve Çevre*, 1(1), 11-17.
- Demir, A., Şahin, Ü. & Meral, R., (2017). Bingöl ilinde sıcaklık ve yağışların trend analizi ve tarıma etkisi. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 4(3), 284-291.
- Doğan, E., Çeribaşı, G. & Akkaya, U., (2016). Barajların nehir akımı rejimine olan etkilerinin trend analizi yöntemi ile araştırılması: Sakarya Nehri Örneği. *Karaelmas Fen ve Mühendislik Dergisi*, 6(1), 50-55.
- Gözalın, S. & Coşkun M., (2020). Susurluk Çayı Havzasının ortalama sıcaklık ve toplam yağış verilerinin trend analizi. *Sosyal Bilimler Dergisi*, 7(49), 24-39.
- Hamed, K. H. & Rao, A. R., (1998). A modified Mann-Kendall trend test for autocorrelated data, *Journal of Hydrology*, 204, 182-196.

- İğci, T. & Çobanoğlu, N., (2019). İklim değişikliği ve iklim değişikliği ile ilgili küresel anlaşmaların çevre etiği bakımından değerlendirilmesi.
- Junderlik, J. M., & Quarda, T. B. M. J., (2009). Trends in the timing and magnitude of floods in Canada. *Journal of Hydrology*, 375, 471-480.
- Kadioğlu, M. (1997). Trends in surface air temperature data over Turkey. *International Journal of Climatology*, 17(5), 511-520.
- Kalaycı, S. & Kahya E., (2004). Trend analysis of streamflow in Turkey. *Journal of Hydrology*, 289(1), 128-144.
- Karaman, S. & Gökalp, Z., (2010). Küresel iklim değişikliği'nin su kaynakları üzerindeki etkisi. *Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi*, 3(1), 59-66
- Kendall, M. G., (1975). Rank correlation Methods. *Charles Griffin Book Series*, 4th Edition, London.
- Kızılelma, Y. , Çelik, M. & Karabulut, M. (2015). İç Anadolu Bölgesinde sıcaklık ve yağışların trend analizi. *Türk Coğrafya Dergisi*, (64), 1-10.
- Kiş, Ö. & Ay, M., (2017). Kızılırmak nehrinde bazı istasyonlardaki akımların trend analizi. *Teknik Dergi* , 28(2) , 7779-7794.
- Notaro, V., Liuzzo, L., Freni, G., & La Loggia, G. (2015). Uncertainty Analysis in the Evaluation of Extreme Rainfall Trends and Its Implications on Urban Drainage System Design. *Water*, 7(12), 6931-6945.
- Lorenzo, B., Andrea S., Paola V., Alessandro C., Michele C., (2019). Physical reviem precipitation in Italy from 1833 to 1996, *Letters Dergi*, 26(3), 345-381
- Müftüoğlu, V. & Perçin, H. (2015). Sürdürülebilir yağmursuyu yönetimi. *İnönü Üniversitesi Sanat ve Tasarım Dergisi*, 5, 11-27.
- Norrant, C. & Doguedroit, A. (2006). Monthly and daily precipitation trends in the Mediterranean (1950-2000). *Theoretical and Applied Climatology*, 83, 89-106.
- Rio, S. & Herrero, L., (2011). Spatial analysis of mean temperature trends in Spain over the period 1961-2006. *Global and Planetary Change*, 78, 65-75.
- Rodríguez-Puebla, C., Encinas, A. H. & Sáenz, J., (2001). Winter precipitation over the Iberian peninsula and its relationship to circulation indices. *Hydrology and Earth System Sciences*, 5(2), 233-244.
- Sayemuzzaman, M.& Jha, M.K. (2013). Seasonal and annual precipitation time series trend analysis in North Carolina, United States. *Int. J. Water*, 7, 142-158.
- Sonali, P. & Kumar Nagesh D., (2013), Review of trend detection methods and their application to detect temperature changes in India. *Journal of Hydrology*, 476, 212-227.
- Soydan, N. G. , Şimşek, O. & Aköz, M. S. (2016). Eşik mansabındaki kritik üstü açık kanal akımının deneysel ve sayısal analizi. *Çukurova Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi* , 31 (2) , 33-46.
- Süme, V., Özener, A. Y. & Mete, B. (2017). Çoruh nehri yan kolları üzerinde bulunan Hidroelektrik Santrallerin Hidroelektrik potansiyeli . *Türk Hidrolik Dergisi*, 1(1), 1-6.
- Şen, Ö. L., (2013). Türkiye'de iklim değişikliği'nin bütünsel resmi. Retrieved from <https://hidropolitikakademi.org/tr/article/12358/turkiyede-iklim-degisikliginin-butunsel-resmi>
- Tabari, H. & Talaei, H., (2011). Analysis of trends in temperature data in arid and semi-arid regions of Iran. *Global and Planetary Change*, 79(1-2), 1-10.

- Tarım ve Orman Bakanlığı, (2020). Çoruh Havzası taşkın yönetim planı stratejik çevresel değerlendirme taslak kapsam belirleme raporu. Ankara *Tümaş Türk Mühendislik*.
- Terzi, Ö. & İlker, T., (2021). Sıcaklık verilerinin trend analizi Yıl 2021. *Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi*, 9(4),1339-1347.
- Tokgöz, S. & Partal, T., (2020). Karadeniz Bölgesindeki sıcaklık verilerinin trend analizi Yıl. *Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 2(10), 1107-1118.
- Tomozeiu, R., Lazzeri, M. & Cacciamani, C., (2002). Precipitation fluctuations during the winter season from 1960 to 1995 over Emilia- Romagna, Italy. *Theoretical and Applied Climatology*, 72, 221-229.
- Ülgentürk, S. & Toros, S., (1993). Effects of environmental pollution on insects. *Turkish Journal of Entomology*, 17(1).
- Tuna, H., Malkoç F. & Yılmaz Ö., (2009). Çoruh Havzasında SPI ile kuraklık analizi ve çevresel etkileri. *Doğu Karadeniz Bölgesi Hidroelektrik Enerji Potansiyeli ve Bunun Ülke Enerji Politikalarındaki Yeri Forumu, Trabzon*, 11(1), 277-278.
- Türkeş, M. & Koç, T., (2007). Türkiye'nin yağış toplamı ve yoğunluğu Türkiye'nin yağış toplamı ve yoğunluğu. *Coğrafi Bilimler Dergisi*, 5(1), 57-73.
- Türkeş, M., (2007). Küresel iklim değişikliği nedir? Temel Kavramlar, Nedenleri, Gözlenen ve Öngörülen Değişiklikler. 1. *Türkiye İklim Değişikliği Kongresi – TİKDEK 2007, İTÜ, İstanbul*.
- Yıldırım, Y. E., Taş, İ. & Özaydın, K. A. (2019). Referans evapotranspirasyonun mekansal değişiminin belirlenmesinde Gediz Havzası Örneği. *Toprak Su Dergisi*, Özel Sayı , 153-161.
- Yılmaz, C. B., Demir, V. & Sevimli, M. F. (2021). Doğu Karadeniz Bölgesi meteorolojik parametrelerinin trend analizi. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, *Ejosat Özel Sayı 2021 (ARACONF)*, 489-496.
- Yue, S. (2002). Power of Mann-Kendall and Spearman's rho tests for detecting monotonic trends in hydrological series. *Journal of Hydrology*, 259, 254-271.
- Zimba, I. & Acar, E., (2021). Ege Bölgesindeki şiddetli yağışlar. *İzmir Sosyal Bilimler Dergisi*, 2(3), 165-174.

ÖZ GEÇMİŞ

Hilal Koç tarihinde ilinde doğmuştur. Üniversitesi İnşaat Mühendisliği bölümünden 2011 yılında mezun oldu ve Elektrik Elektronik Mühendisliği Bölümünde lisans eğitime devam etmektedir. Yüksek Lisans Eğitimini Üniversitesi İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalında yapmaktadır. Çeşitli Firmalarda ve Kamuda Mühendis ve İş Güvenliği Uzmanı olarak 10 senedir çalışmakta olup, halen Belediyesinde işçi olarak görev yapmaktadır, 1 kız çocuğu annesidir. Eğitimine ve işine devam etmektedir.

