

ARAŞTIRMA MAKALESİ



Fırat Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi
The Journal of International Social Sciences
Cilt: 31, Sayı: 1, Sayfa: 25-40, OCAK – 2021

Makale Gönderme Tarihi: 02.07.2020 **Kabul Tarihi:** 07.12.2020

GÖYNÜK ÇAYI HAVZASI'NIN (BİNGÖL) HİDROKLİMATOLOJİK ANALİZİ

Hydroclimatological Analysis of Goynuk Stream Basin (Bingol)

Fatma ESEN¹

ÖZ

Bu çalışmada, Bingöl İli'nin önemli akarsu havzalarından biri olan Göynük Çayı Havzası çalışma alanı olarak belirlenmiştir. Havzaya ait hidrolojik (akım) ve klimatolojik (sıcaklık, yağış) verilerin analizleri yapılarak eğilimleri ve birbirleriyle olan korelasyonları açıklanmaya çalışılmıştır. Bu amaçla 1970-2017 yılları arasındaki 47 yıllık dönemi kapsayan hidroklimatolojik veri serileri temin edilmiştir. Elde edilen veri serilerinin her birine homojenlik testi, eğilim testi ve korelasyon testleri olmak üzere üç farklı istatistikî teknik uygulanmıştır. Eğilimlerin yönü dağılışı ve miktarının belirlenmesinde lineer trend analizi ile Mann-Kendal testi kullanılmıştır. Ayrıca değişkenlerin birbirleriyle olan korelasyonlarını tespit etmek için Kendall tau ve Spearman rho testleri uygulanmıştır. Analiz sonuçlarına göre Bingöl Meteoroloji İstasyonu'nun 1970-2017 yılları arasındaki döneme ait ortalama sıcaklık değerleri artış, toplam yağış değerleri ise azalış eğilimindedir. Göynük Çayı Çayağzı İstasyonu'na ait akım değerlerinde azalış eğilimi gözlemlenmiştir. Ayrıca yağış ve akım arasında pozitif ve doğrusal bir ilişki varken, sıcaklık-yağış ve sıcaklık-akım arasında negatif yönlü ve ters orantılı bir ilişki mevcuttur.

Anahtar Kelime: Sıcaklık, Yağış, Akım, Hidroklimatolojik Analiz, Göynük Çayı Havzası

ABSTRACT

In this study, Göynük Stream Basin, one of the important river basins of Bingöl Province, has been determined as the study area. By analyzing hydrological (current) and climatological (temperature, precipitation) data of the basin, the trends and correlations with each other were tried to be explained. For this purpose, hydroclimatological data series covering the 47-year period between 1970-2017 were provided. Three different statistical techniques, homogeneity test, trend test and correlation tests were applied to each of the data series obtained. Linear trend analysis and Mann-Kendal test were used to determine the direction distribution and amount of trends. In addition, Kendall tau and Spearman rho tests were applied to determine the correlations of the variables with each other. According to the results of the analysis, the average temperature values of the Bingöl Meteorology Station for the period between 1970-2017 tend to increase and the total precipitation values tend to decrease. A decreasing trend was observed in the current values of Göynük Stream Çayağzı Station. In addition, while there is a positive and linear relationship between precipitation and current, there is a negative and inverse proportional relationship between temperature-precipitation and temperature-current.

Keyword: Temperature, Precipitation, Current, Hydroclimatological Analysis, Goynuk Stream Basin

1. Giriş

Doğal yaşamın devamlılığı için su temel gereksinimlerden biridir (Tağıl ve Alevkayalı, 2014). Her hangi bir yerde suyun varlığı ve miktarı önemli ölçüde sıcaklık ve yağış gibi iklim

¹ Dr. Öğr. Üyesi, Bingöl Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Coğrafya Bölümü, BİNGÖL
e-posta:fesen@bingol.edu.tr, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3740-1751>

parametrelerinin kontrolündedir. Su kaynakları içerisinde yer alan akarsu, göl ve yer altı su kaynakları beşeri faaliyetlerin sürdürülebilmesi ve insan yaşamının devamlılığı bakımından ayrı bir öneme sahiptir. İklim sistemi ve arazi örtüsündeki değişikliklerin, bölgesel ve küresel su kaynakları yönetimi ve korunması üzerinde önemli sonuçları vardır (Oguntunde vd., 2006).

Su ekosistemini belirleyen pek çok kompleks değişken (ışık, su sıcaklığı, beslenme olanakları, biyolojik çeşitlilik vb.) bulunmaktadır. Bununla birlikte akarsu habitat desenini belirleyen ana değişken akım (Laize et al., 2014), akımı etkileyen en önemli unsur ise hidroklimatolojik süreçtir (Garner vd., 2015). Klimatolojik etmenlerin (özellikle sıcaklık ve yağış) akım üzerinde oluşturduğu etki zaman zaman su yetersizliği, zaman zaman da şiddetli ve yüksek miktarda düşen ani yağışların oluşturduğu sel ve taşkınlar şeklinde olabilmektedir. Klimatolojik ve hidrolojik verilerin korelasyonunun tespit edilmesi, taşkın ve su kaynaklarının planlanması ve yönetiminde üzerinde durulması gereken bir konu olarak ortaya çıkmıştır (Soydan vd., 2015).

İklim değişikliği, 1980'li yılların sonu ve 1990'lı yılların başından beri küresel iklim sisteminde değişikliklere neden olabilecek doğal iç ve dış kuvvetlerin ve etmenlerin yanı sıra, sera gazı birikimlerini artıran insan etkinlikleri de dikkate alınarak tanımlanmakta ve değerlendirilmektedir (Sütgibi, 2015). Hidroklimatolojik parametrelerin mekansal ve zamansal özelliklerindeki artış ve azalışlarda iklim değişimlerinin etkisi olmuştur (Compagnucci vd., 2001; Demircan vd., 2017; Öztürk vd., 2015; Stocker vd., 2013; Şen, 2013; Turp vd., 2014; Akbaş ve Özdemir, 2018). İklim değişikliğinin, akarsu rejimlerini önemli ölçüde değiştirme potansiyeli vardır (Arnel ve Gosling, 2013). Devam eden iklim değişikliği, ekstrem hidrolojik olayların sıklığı ve yoğunluğu kadar su kaynaklarının zamansal ve mekansal dağılımını da önemli ölçüde etkiler (Coumou ve Rahmstorf, 2012; Duan vd., 2017). Türkeş ve diğ. (2007) Türkiye'nin yağış tutarları ile yağış yoğunluğu dizelerinde azalma eğilimi olduğunu tespit etmişlerdir. İklim değişimi sonucunda artan sıcaklıklar ve düşen yağış miktarının hidrolojik etkileri, özellikle tarım ve toprak kaynaklarının sürdürülebilirliği için su kaynaklarının yönetimini önemli kılar (Lu E. vd., 2010).

Akarsu akımlarında geçtiğimiz yüzyılda gözlemlenen değişimlere bakıldığında Avrupa'da özellikle minimum akımlarda 1970'lerden bu yana sistematik bir azalma olduğu ve hidrolojik kuraklığın giderek daha belirgin hale geldiği tespit edilmiştir (Douglas vd., 2000; Zaidmann vd., 2001; Hodginks vd., 2005; Fleig vd., 2006; Tekkanat ve Sarış, 2015). Su kaynaklarının temel girdi ögesi olan yağışın yıllara göre göstermiş olduğu eğilimlerin ve bu eğilimlerin yağış ile beslenen yansımalarının tespit edilmesi, gelecekte karşılaşılması olası su sorunlarını saptanmasında önemlidir (Yenigün vd., 2009). Su sürdürülebilirliğinin sağlanması, su döngüsünün, ekosistemlerin ve toplumların kalkınma hedeflerine ulaşmalarına ve iklim değişikliğine karşı savunmasızlıklarını azaltmalarına yardımcı olacak diğer ilgili konularda ileri düzeyde bilimsel bir anlayış gerektirir (Gupta ve Bresser, 2007; Oguntunde ve Abiodun, 2013).

Sıcaklık ve yağış koşullarında meydana gelen değişimin yansıması olarak görülen su kıtlığı doğal, beşeri ve ekonomik aktivitelerin sürdürülmesinde güçlükler neden olmaktadır. Son yıllarda iklim değişimleri sonucunda beliren kuraklık ve su ihtiyacı, bilim insanlarının bu konuya yoğunlaşmasına neden olmuştur. Tüm dünyada olduğu gibi ülkemizde de iklim koşullarındaki değişimin su kaynaklarına yansımasını açıklamak için yağış ve akım verilerinin zamansal eğilimleri ve korelasyonlarını saptamaya ve açıklamaya yönelik pek çok çalışma (Kahya ve Kalaycı, 2004; Özfıdaner, 2007; Türkeş ve Deniz, 2011; Tağıl ve Alevkayalı, 2014; Tekkanat ve Sarış, 2015; Soydan vd., 2016; Akbaş ve Özdemir, 2018) yapılmıştır.

Tüm Dünya'da 107,2 milyar m³/yıl olan ekonomik olarak kullanılabilir su miktarının 38,9 milyar m³/yıl bölümü 9 milyon ha'lık tarım alanlarını sulamakta kullanılmaktadır. Geriye kalan 68,3 milyar m³/yıl su ise akıp gitmektedir. Etkisi her geçen gün artan kuraklaşma sürecinde, ekonomik olarak kullanılabilir suyun ortalama miktarının takibinin yapılması gerektirmektedir (Kantarıcı, 2007; Usta, 2016). Bu çalışmada da Bingöl'ün önemli akarsu havzalarından biri olan Göynük Çayı Havzası'na ait hidroklimatolojik veri serilerinin trendi ve bu trend üzerinde

değişkenlerin etkileri açıklanmaya çalışılmıştır. Bu amaç doğrultusunda havzaya ait hidrolojik (akım) ve klimatolojik (sıcaklık ve yağış) değişkenler analize tabi tutulmuş, değişkenler birbirleriyle karşılaştırılmış ve değişkenlerin zamansal ve mekânsal dağılımları belirlenmiştir.

2. Materyal Ve Metot

Bu çalışmada, 1970-2017 periyodunu kapsayan 47 yıllık Bingöl meteoroloji istasyonuna ait sıcaklık ve yağış meteorolojik kayıt verileri ile Göynük Çayı Çayağzı akım ölçüm istasyonuna ait akım kayıt verileri değerlendirilmiştir (Tablo 1).

Tablo 1. Bingöl meteoroloji istasyonu ve Göynük Çayı Çayağzı akım gözlem istasyonuna ait genel bilgiler.

İstasyon No	İstasyon Adı	Rasat Yılları	Enlem Boylam	Yükseklik (m)
I7203	Bingöl	1970-2017	38°53'07" K - 40°30'29" D	1177
E21A064	Göynük Çayı Çayağzı	1970-2017	38°48'31" K - 40°33'17" D	990

Çalışmada değerlendirilen sıcaklık, yağış ve akım verileri, üç farklı istatistikî yöntem kullanılarak analize tabi tutulmuştur. İlk olarak her bir değişkene (sıcaklık, yağış, akım) ait veri serisine homojenlik testi uygulandı. Daha sonra eğilim testi yapılarak zaman serilerindeki uzun dönemli trendler belirlenmeye çalışıldı. Son olarak korelasyon analizleri yapılarak değişkenlerin birbiriyle olan ilişkisi tespit edildi.

Homojenlik Testi

Bir iklim serisinde değişimler sadece doğal hava koşullarının etkisi ile gerçekleşiyorsa, veri serisi homojen bir yapı gösterir (Conrad ve Pollak, 1950). Çalışmada veri serilerinin homojen bir yapıda olup olmadığını tespit etmek için Pettitt's homojenlik testi, Standard normal homojenlik testi (SNHT) ve Buishand's homojenlik testleri uygulanmıştır. Buna göre akım, sıcaklık ve yağış veri serileri genel olarak $p>0,05$ koşulunu sağlamaktadır. Buna göre Pettitt's homojenlik testi, standard normal homojenlik test (SNHT) ve Buishand's homojenlik testleri için %95 güvenle değişkenlerin varyanslarının homojen olduğu varsayımı kabul edilmiştir (Tablo 2).

Tablo 2. Çalışma alanında yıllık ortalama değerlere göre verilerin homojenlik test sonuçları.

Yıllık Ortalama	Pettitt's	SHNT	Buishand's
Sıcaklık (C°)	0,087	0,028	0,086
Yağış (mm)	0,298	0,148	0,432
Akım (m ³ /sn)	0,665	0,585	0,769

Trend Analizi

Çalışmada sıcaklık, yağış ve akım verilerine lineer trend analizi ve Mann Kendall testi uygulanmış olup, bir trendin olup olmadığı tespiti çalışılmıştır. Lineer trend analizi, zamansal verilerin eğilimleri ile ilgili kestirimler yapabilmek amacıyla oluşturulan matematiksel bir model ile karakterize edilen bir tekniktir (Şahin, 2000). Non-parametrik bir test olan Mann Kendal testi, klimatolojik ve hidrolojik zaman serilerindeki doğrusal olmayan eğilimlerin tespitinde sıklıkla kullanılır (Önöz ve Beyazıt, 2003; Topaloğlu vd., 2006; Türkeş vd., 2002; Karabulut, 2011; Türkeş, 2012).

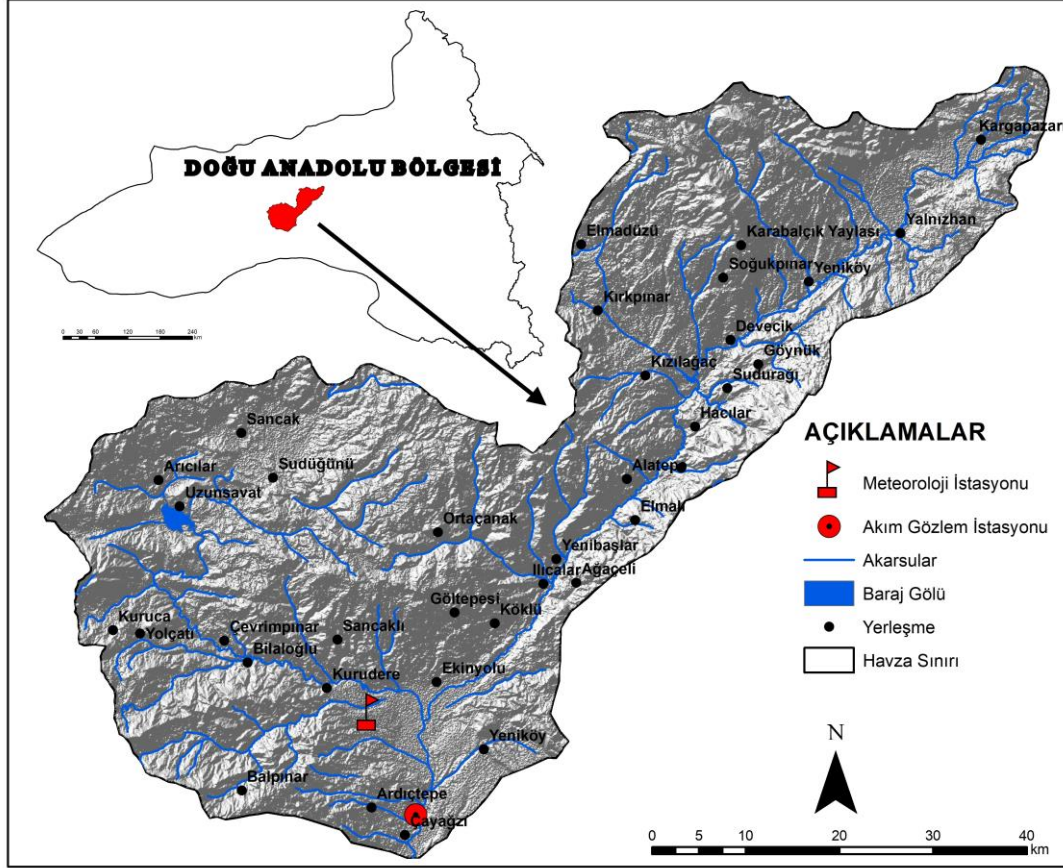
Korelasyon Analizi

İki değişken arasındaki ilişki doğrusal olduğunda, bu ilişkiyi sorgulamak için genellikle korelasyon analizi kullanılır (Bayazıt, 1996). Bu çalışmada sıcaklık, yağış ve akım veri serileri

arasındaki korelasyonu açıklamak için yaygın olarak kullanılan “Kendall’s tau” ve “Spearman rho” yöntemleri kullanılmıştır.

3. Çalışma Alanının Başlıca İklim Ve Akarsu Akım Özellikleri

Bu çalışmada Göynük Çayı Havzası çalışma alanı olarak seçilmiştir. Kaynağını Karlıova’dan alan çay, Bingöl Ovası’nın güneybatısında Murat Nehri ile birleşmektedir (Avcı ve Günek 2012). Yaklaşık olarak 75 km uzunluğa sahip olan çayın havzası 2186 km²’dir (Şekil 1).

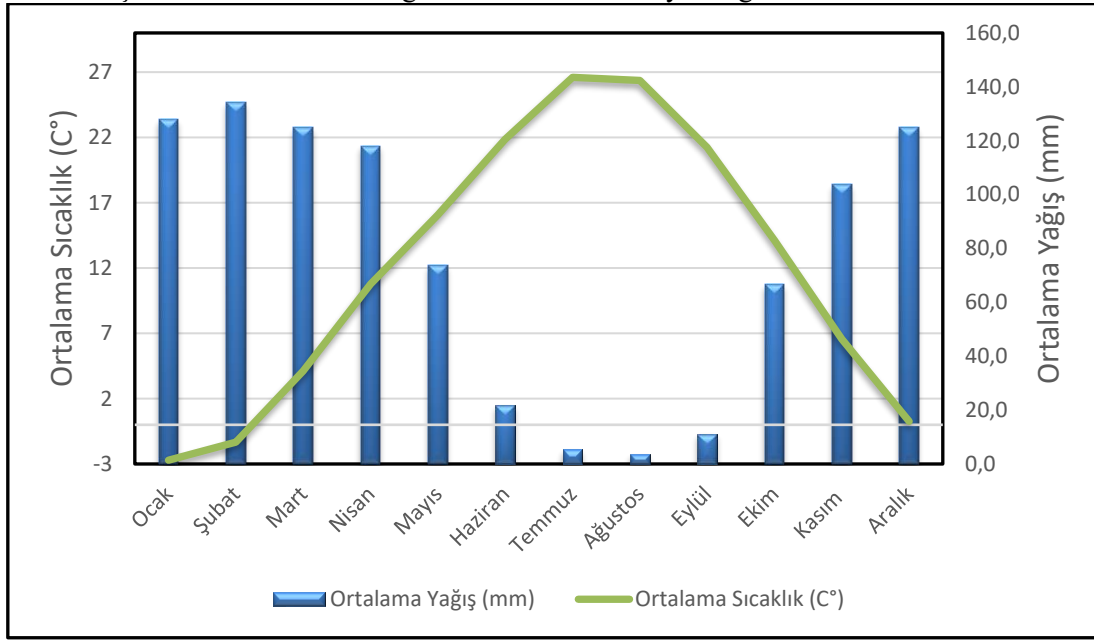


Şekil 1. Göynük Çayı Havzası lokasyon haritası.

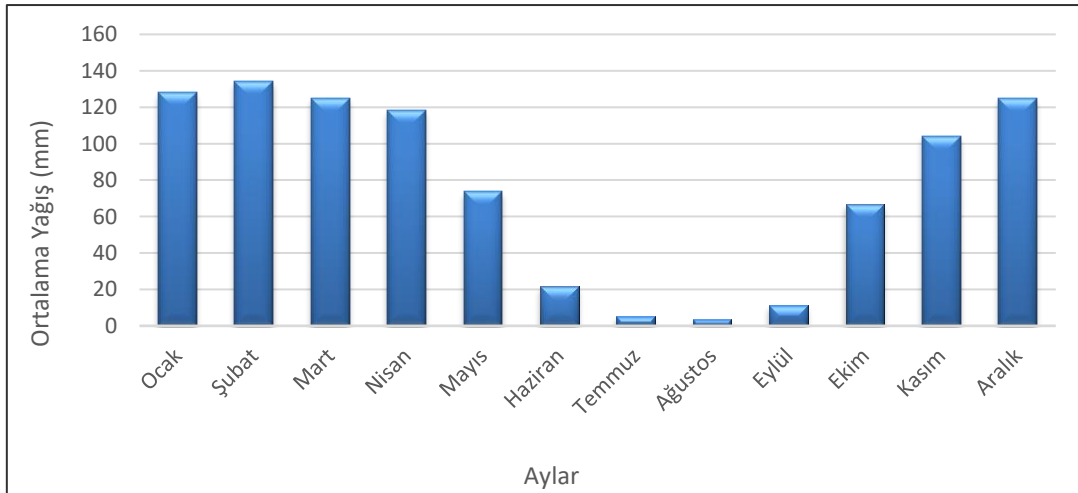
1961-2018 yılları arasında ölçülmüş iklim verilerine göre çalışma alanının yıllık ortalama sıcaklığı 12,1 C°'dir. Sıcaklık ortalamasının en yüksek olduğu ay Temmuz (26,6 C°), en düşük olduğu ay ise Ocak (-2,4 C°) aydır. Yıllık sıcaklık farkı 29 C°'dir. Bingöl ile yaklaşık olarak aynı enlemlerde yer alan İzmir'de yıllık sıcaklık farkı 19 C° iken, çalışma alanında yıllık sıcaklık farkının 10 C° daha yüksek olması karasallık ve yükseltinin etkisiyledir. Bilindiği üzere denizlerden uzaklaşıp kara içlerine gidildikçe her 100 km'de 1,3 C°; dikey doğrultuda her 100 m'de 0,9 C° amplitüd değeri artmaktadır (Sezer, 1990). Çalışma alanında uzun dönem maksimum sıcaklık ortalaması 18,5 C°, minimum sıcaklık ortalamasının 6,5 C°'dir. Bununla birlikte sıcaklık değerlerinin yıl içerisindeki seyrinde değişimin hızlı olması ve kış aylarına karşılık gelen bir soğuk dönem ile yazı tekabül eden bir sıcak dönemin mevcudiyeti "karasal termik rejim tipini" yansıtmaktadır (Tonbul, 1990). Çalışma alanında ortalama yağışlı gün sayısı 109,6 gündür. Yağışlı gün sayısı kış ve bahar aylarında fazla, yaz aylarında ise düşüktür. 14,9 gün ortalama yağışlı gün sayısı ile Nisan ayı yağışlı gün sayısının en fazla olduğu ay olarak görülür. Ağustos ayı ise 1,3 gün ile en düşük ortalama yağışlı gün sayısına sahip aydır. Uzun dönem (1961-2018) yıllık toplam yağış ortalaması 943,3 mm'dir. Toplam yağış ortalamasının en yüksek olduğu ay Şubat, en düşük olduğu ay ise Ağustos'tur (Şekil 2, 3).

Yağışın mevsimlere göre dağılımı incelendiğinde, en fazla yağışın kış mevsiminde, en az yağışın yaz döneminde düştüğü görülür (Şekil 4). Havzada ikinci en yağışlı dönem ilkbahar mevsimidir. Yağış rejimi bakımından kış yağışlarının yüksek olması özelliği ile, en yağışlı mevsimi ilkbahar olan karakteristik karasal yağış rejim tipinden ayrılır. Bu özellik havzaya güneyden Murat Nehri vadisi boyunca sokulma imkanı bulan nemli hava kütlelerinin etkisiyledir.

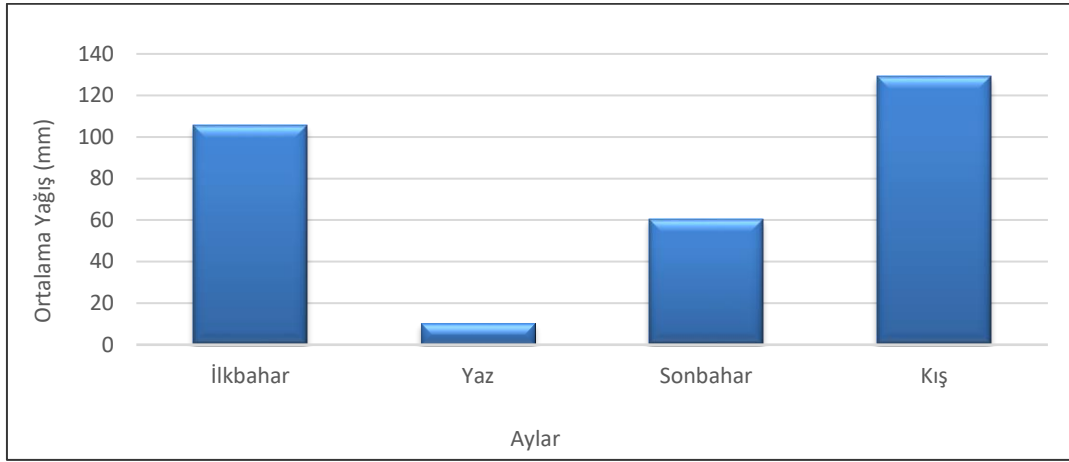
Göynük Çayı Havzası'nda 1961-2017 yılları arasında ölçülmüş iklim verilerine göre yıllık ortalama rüzgâr hızı 9,8 km/sa'tir. Rüzgârın en fazla estiği yönler ise GB (%20), KB (%18) ve G (%14) yönleridir. Yıllık ortalama karlı gün sayısı 16,5 gün, yıllık ortalama donlu gün sayısı 84,1 gündür. Yıl içerisinde karlı ve donlu günler en fazla Ocak ayında görülür.



Şekil 2. Bingöl Meteoroloji İstasyonu'na ait sıcaklık ve yağış değerlerinin ortalama aylık gidişi (1970-2017).



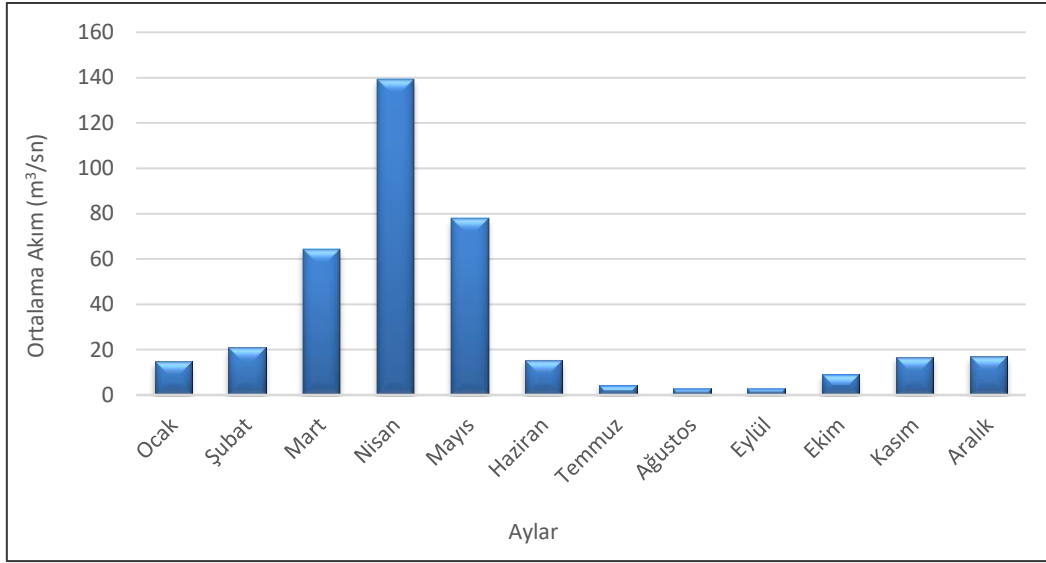
Şekil 3. Bingöl Meteoroloji İstasyonu'na ait ortalama yağış değerlerinin aylara göre dağılışı (1970-2017).



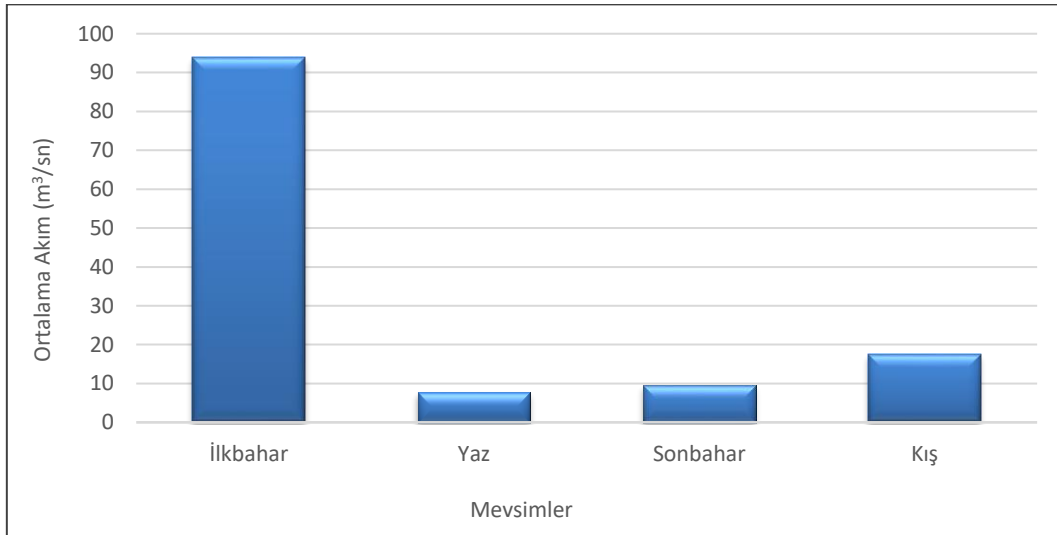
Şekil 4. Bingöl Meteoroloji İstasyonu'na ait ortalama yağış değerinin mevsimlere göre dağılışı (1970-2017).

Bingöl Meteoroloji İstasyonu'na ait veriler değerlendirildiğinde nemli iklim karakterinin daha baskın olduğu görülür. Bingöl, Aydeniz formülüne göre 0,60 kuraklık katsayısı ile nemli; De Martonne formülüne göre 22,92 indis değeri ile yarı nemli, Erinç formülüne göre 51,60 indis değeri ile nemli ve nemcil orman bitki örtüsüne sahiptir (Çelik vd., 2018). Thornthwaite formülüne göre çalışma alanının iklimi; B2,B'2,s2,b'2 nemli, Mezotermal, su noksanı yaz mevsiminde ve çok kuvvetli olan Karasal iklime yakın iklim tipindedir (Doğan Demir vd., 2017).

Yağış alanı 2232.00 km² olan Göynük Çayı Çayağzı İstasyonu'nun 1970-2017 yılları arasında ölçülmüş akım verilerine göre ortalama akım miktarı 32,232 m³/sn'dir. Gözlem süresinde anlık en çok akım 1097,0 m³/sn ile 26.04.1982 tarihinde gerçekleşmiştir. Günek (2006), "Murat Nehri Havzasının (Fırat) Su Potansiyeli ve Değerlendirilmesi" adlı çalışmasında Göynük Çayı akım katsayısının 0,60; düzensizlik katsayısının da 54,9 olduğunu belirtmiştir. Bu değerlerin yüksek oluşunu da akarsuyun yerleştiği fay hattına hızla gömülmesi sonucunda vadi yamaçları ile birlikte havzanın eğim değerlerinin de artmasına bağlamıştır. Ayrıca DAF Zonuna yerleşen Göynük Çayı boyunca geçirimsiz arazilerin yüzeye çıkmasının da etkili olduğunu belirtmiş ve akarsu akım özelliklerine jeomorfolojinin etkisinin önemine değinmiştir. Havzada en yüksek akışlar ilkbaharda özellikle Nisan ayında görülmektedir (Şekil 5, 6). Yüksek yağışlar kış mevsiminde görülürken, akarsu debilerinin ilkbaharda yüksek akış göstermesi, akarsuların eriyen kar sularıyla beslendiğini göstermektedir. Kışın kar şeklinde düşen yağışlar, özellikle yüksek kesimlerde sıcaklıkların düşük olması nedeniyle donmakta ve akarsuları besleyememektedir. Ancak bahar aylarında havaların ısınmasıyla birlikte eriyen karlar akarsuları besleyerek akımın yüksek olmasına etki etmektedir. Sıcaklıkların en yüksek olduğu, yağışların da en düşük olduğu Ağustos ayı kurak geçmektedir. Bu dönemde havzadaki akarsularda en düşük akım değerleri ölçülür.



Şekil 5. Göynük Çayı Çayağzı İstasyonu'na ait ortalama akım değerlerinin aylara göre dağılışı (1970-2017).



Şekil 6. Göynük Çayı Çayağzı İstasyonu'na ait ortalama akım değerlerinin mevsimlere göre dağılışı (1970-2017).

4. Hidroklimatolojik Analizler

Çalışmada öncelikle her bir veri seti için betimsel (tanımlayıcı) istatistikler hesaplanmış ve sonuçlar Tablo 3'de gösterilmiştir. Bingöl Meteoroloji İstasyonu'nun 1970-2017 yılları arasındaki 47 yıllık döneme ait sıcaklık verileri değerlendirildiğinde yıllık ortalama sıcaklık $12,04\text{ }^{\circ}\text{C}$ 'dir. En düşük ortalama sıcaklık $-2,71\text{ }^{\circ}\text{C}$ ile Ocak ayında, en yüksek ortalama sıcaklık ise $27,37\text{ }^{\circ}\text{C}$ ile Ağustos ayında görülür. Minimum sıcaklıklar en düşük kış aylarında, maksimum sıcaklıklar ise en fazla yaz aylarındadır. Ortalamadan sapma Kasım-Mart arasında en fazladır. Bingöl Meteoroloji İstasyonu'na ait ortalama toplam yağış değeri $915,85\text{ mm}$ 'dir. En düşük yağış miktarı Temmuz, Ağustos ve Eylül aylarında, en yüksek yağış miktarı ise $134,15\text{ mm}$ ile Şubat ayında görülür. Minimum yağışlar en az Haziran-Kasım ayları arasındadır. Maksimum yağışlar ve ortalamadan sapma Ekim-Mayıs ayları arasında en fazladır. Göynük Çayı'na ait akım verileri incelendiğinde ortalama akım değerinin $32,12\text{ m}^3/\text{sn}$ olduğu görülür. $2,77\text{ m}^3/\text{sn}$ ile en düşük ortalama akım

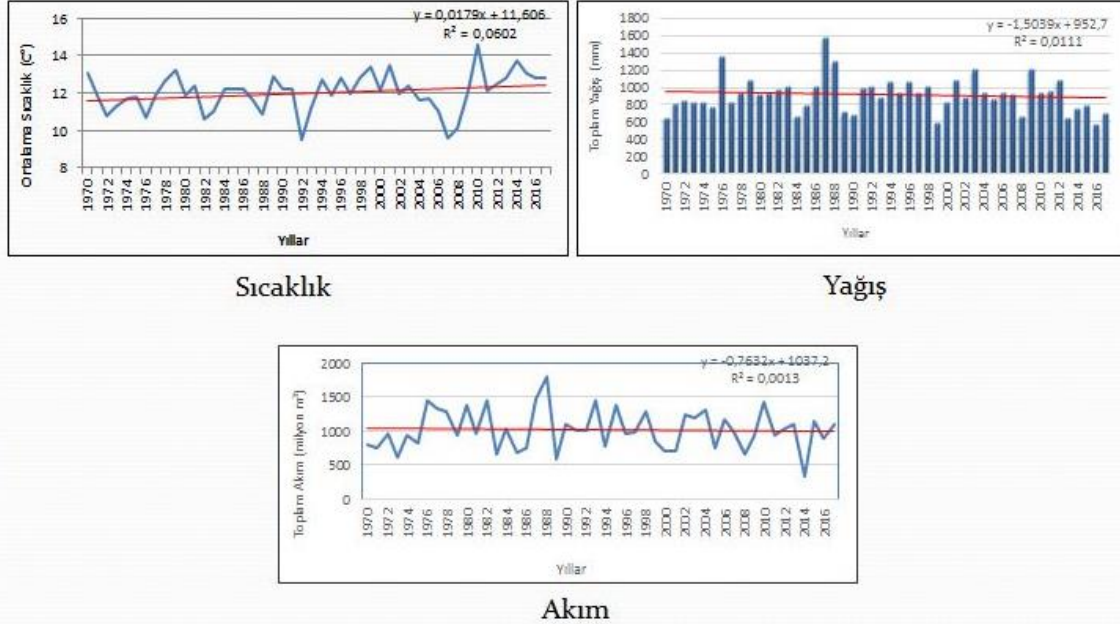
Ağustos ayında görülürken en yüksek ortalama akım 139,29 m³/sn ile Nisan ayında görülür. Genel olarak akım ilkbahar aylarında fazla, Temmuz, Ağustos ve Eylül aylarında ise düşüktür. Minimum akım değerleri de yine yaz aylarında en düşük değerde görülürken, maksimum akım değerleri ilkbahar aylarında en yüksek görülür. Ortalamadan sapma da yine ilkbahar aylarında en fazladır (Tablo 3).

Tablo 3. Göynük Çayı Havzası'ndaki hidroklimatolojik verilerin betimsel istatistikleri.

Sıcaklık													
Ort.	-2,71	-1,32	4,12	10,78	16,08	21,86	26,60	27,37	21,24	14,10	6,55	0,27	12,04
Min	-9,80	-7,30	-1,60	4,80	11,50	19,50	24,10	24,00	19,10	11,70	1,70	-5,40	9,50
Mak	1,90	4,10	9,50	15,50	18,80	23,80	28,20	28,20	23,60	17,50	10,20	4,80	14,60
Std S.	2,93	2,83	2,63	1,95	1,50	1,14	1,14	1,03	1,21	1,26	2,06	2,67	1,02
Varyans	8,61	8,01	6,94	3,82	2,26	1,31	1,29	1,07	1,46	1,58	4,24	7,13	1,04
Çarpıklık	-0,53	-0,22	-0,22	-0,12	-0,85	-0,42	-0,45	-0,31	0,23	0,32	-0,46	-0,17	0,35
Basıklık	-0,36	-0,77	-0,54	1,00	0,78	-0,81	-0,36	-0,54	-0,83	-0,34	-0,38	-0,68	0,63
Yağış													
Ort.	127,94	134,15	124,99	118,09	73,68	21,66	5,32	3,64	11,16	66,67	103,87	124,78	915,85
Min	1,30	25,60	36,10	12,80	9,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,40	566,40
Mak	421,10	298,10	284,40	333,50	238,90	91,60	39,10	43,40	64,40	220,90	236,60	377,80	1579,10
Std S.	79,23	61,45	60,13	61,86	51,81	19,44	8,24	7,39	15,14	53,60	63,11	75,50	199,79
Varyans	6277,9	3776,1	3615,7	3827,2	2683,2	378,1	67,9	54,7	229,2	2873,3	3982,5	5701,2	39915,6
Çarpıklık	1,31	0,59	0,62	1,00	1,39	1,63	2,41	3,79	2,23	1,10	0,18	0,83	0,89
Basıklık	3,16	0,17	-0,21	2,18	2,40	3,14	6,61	17,79	5,17	0,57	-0,50	1,41	1,68
Akım													
Ort.	14,75	20,89	64,34	139,29	77,94	15,48	4,46	2,77	2,89	9,11	16,52	17,00	32,12
Min	6,60	7,70	18,20	18,70	5,90	1,30	0,80	0,70	1,00	3,70	6,20	6,00	10,70
Mak	89,60	74,10	143,00	286,00	198,00	48,60	12,70	5,60	5,40	35,60	69,60	48,80	57,10
Std S.	12,24	13,42	30,53	56,97	43,27	10,91	2,24	0,84	0,89	6,62	14,56	10,85	9,51
Varyans	149,87	180,05	932,10	3245,9	1871,9	119,03	5,04	0,70	0,81	43,78	211,96	117,77	90,19
Çarpıklık	5,07	1,92	0,75	0,36	0,97	1,32	1,68	0,46	0,43	2,25	2,11	1,47	0,31
Basıklık	30,67	4,49	0,15	0,03	1,03	1,47	4,14	2,15	0,65	5,44	4,14	1,66	-0,12

4.1 Linear Trend Analizi

Lineer trend analizi ile Göynük Çayı Havzası'nda sıcaklık, yağış ve akım verileri analiz edilmiştir. Bahsi geçen her bir parametrenin 1970-2017 yılları arasındaki dönemde göstermiş olduğu eğilim tespit edilmiştir.



Şekil 7. Göynük Çayı Havzası'nda sıcaklık, yağış ve akım değerlerinin trend serisi.

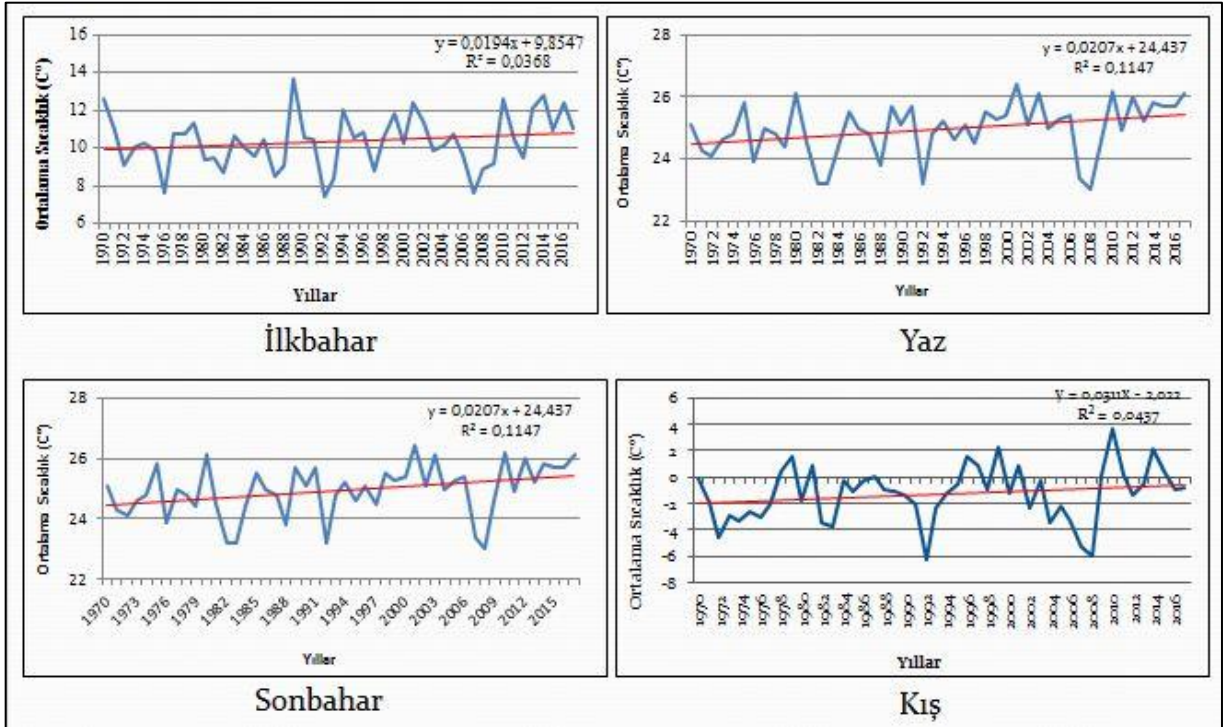
Lineer trend analiz sonuçlarına göre Bingöl Meteoroloji İstasyonu'na ait yıllık ortalama sıcaklık değerlerinde 1970-2017 yılları arasında artış eğilimi görülür. Oluşturulan regresyon modeline göre bu dönemde ortalama sıcaklık değeri 0,94C°/47y civarında artmıştır (Şekil 7). Aynı dönemde yıllık toplam yağışlar azalış eğilimindedir. Regresyon modeline göre 1970-2017

döneminde yıllık toplam yağışlarda -22,65 mm/47y civarında azalmıştır. 1970-2017 döneminde Göynük Çayı Çayağzı İstasyonu'nun ortalama akım değerlerinde kuvvetli azalış eğilimi görülür. Regresyon modeline göre 1975-2017 döneminde yıllık ortalama akım -0,52 mm/47y civarında azalmıştır (Şekil 7).

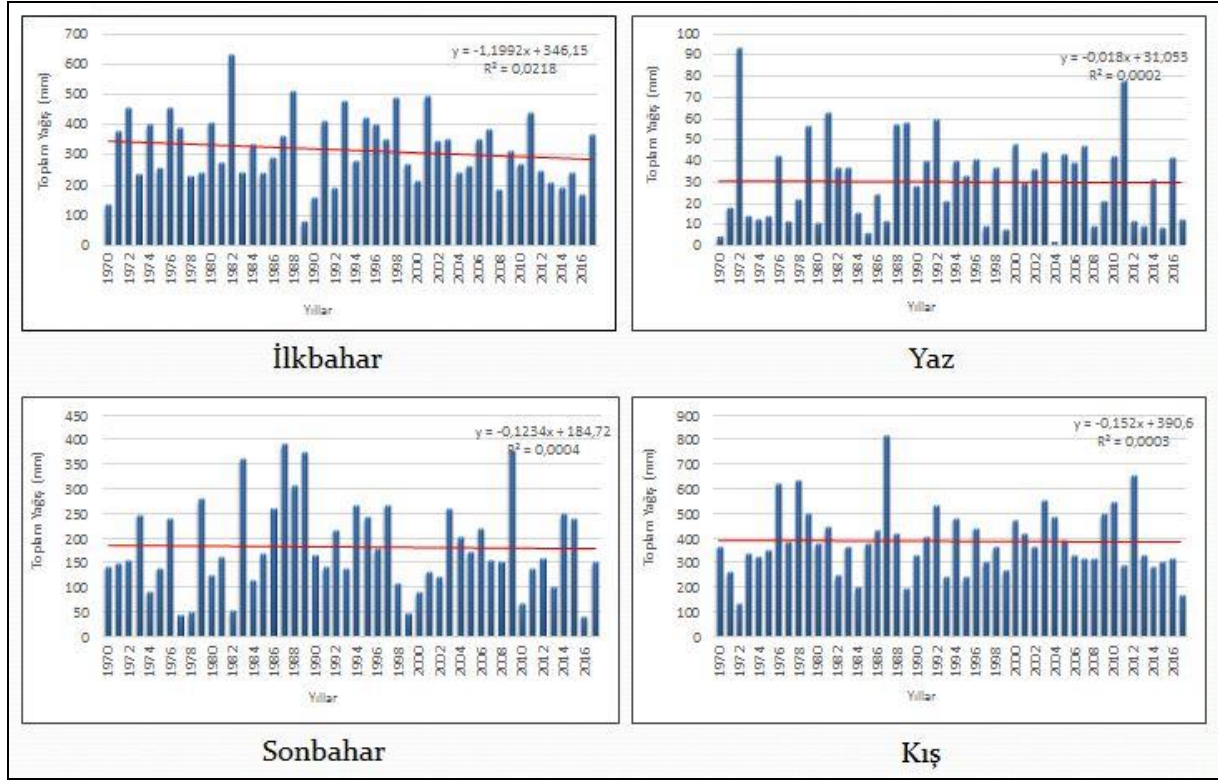
1970-2017 yılları arasında sıcaklıkların mevsimlere göre artış eğilimine bakıldığında, tüm mevsimlerde sıcaklıkların artış eğiliminde olduğu görülür (Şekil 8). Bununla birlikte en fazla sıcaklık artışı kış mevsiminde, en az artış ise sonbahar mevsimindedir. Oluşturulan regresyon modeline göre bu dönemde kış mevsimi ortalama sıcaklık değeri 1,55°C/47y, ilkbahar mevsimi ortalama sıcaklık değeri 0,94°C/47y, yaz mevsimi ortalama sıcaklık değeri 1,13°C/47y ve sonbahar mevsimi ortalama sıcaklık değeri 0,05°C/47y oranında artmıştır.

Yıllık toplam yağışlar, 1970-2017 yılları arasında kış, ilkbahar ve sonbahar mevsiminde azalış, yaz mevsiminde ise artış eğilimindedir (Şekil 9). Oluşturulan regresyon modeline göre bu dönemde kış mevsimi toplam yağış miktarı -15,71mm/47y, ilkbahar mevsimi toplam yağış miktarı -66,41mm /47y, sonbahar mevsimi toplam yağış miktarı -4,14mm /47y civarında azalmış, yaz mevsimi toplam yağış miktarı ise 1,27mm /47y oranında artmıştır.

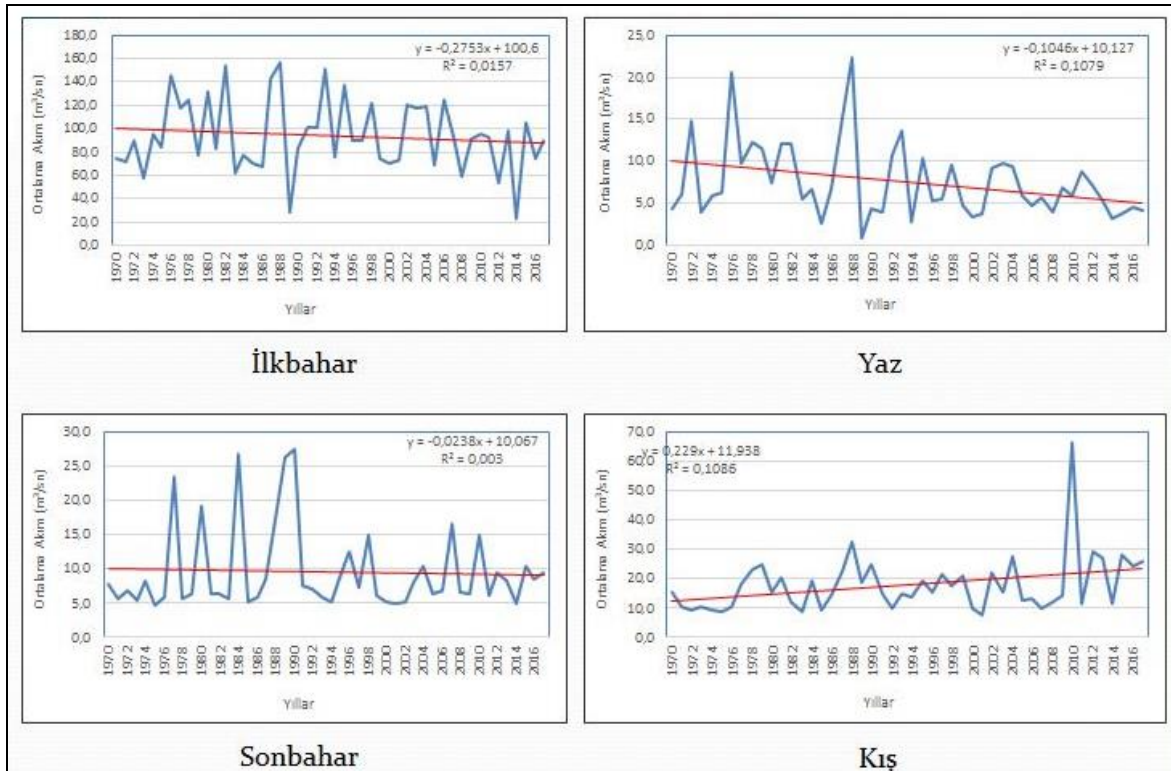
Göynük Çayı Havzası'nda 1970-2017 yılları arasında mevsimlere göre akımların eğilimlerine bakıldığında, akımların ilkbahar, yaz ve sonbahar mevsimlerinde azalış, kış mevsiminde ise artış eğiliminde olduğu görülür (Şekil 10). Regresyon modeline göre 47 yıllık süreçte kış mevsimi toplam akım miktarı 6,96 m3/sn artmıştır. Aynı dönemde ilkbahar mevsimi toplam akım miktarı -6,96 m3/sn, yaz mevsimi toplam akım miktarı da -3,62 m3/sn, sonbahar mevsimi toplam akım miktarı -0,99m3/sn oranında azalmıştır.



Şekil 8. Göynük Çayı Havzası'nda ortalama sıcaklığın mevsimlere göre eğilimi.



Şekil 9. Göynük Çayı Havzası'nda toplam yağışın mevsimlere göre eğilimi.



Şekil 10. Göynük Çayı Havzası'nda ortalama akımın mevsimlere göre eğilimi.

4.2. Mann-Kendal Trend Analizi

Mann-Kendal trend analiz sonuçlarına göre çalışma alanında 1970-2017 yılları arasında ortalama sıcaklıklarda aylık, mevsimlik ve yıllık ortalama sonuçlarına göre artış eğilimindedir. Bununla birlikte en anlamlı artışlar Haziran ve Ağustos aylarında 0,05 düzeyinde anlamlı artışlar görülmektedir. Yıllık ortalama sıcaklıklarda da 0,05 düzeyinde anlamlı artışlar görülmektedir. Mevsimlik eğilim sonuçlarına bakıldığında en anlamlı artışların yaz mevsiminde olduğu görülür (Tablo 3). Çalışma alanında genel olarak yağış değerlerinde azalış eğilimi gözlemlenirken en anlamlı azalış Nisan ayı yağış değerlerindedir. 1970-2017 yıllarını kapsayan 47 yıllık süreçte Nisan ayı yağışları -58,19 mm azalmıştır (Tablo 3).

Göynük Çayı Havzası'nda Mann-Kendal analiz sonuçlarına göre 1970-2017 yılları arasında en büyük değişim akım değerlerinde olmuştur. Analiz sonuçlarına göre Ocak ve Ekim aylarında 0,1 düzeyinde anlamlı artış, Mart ayında 0,05 düzeyinde anlamlı artış, Şubat ayında 0,01 düzeyinde anlamlı artış, Mayıs ve Haziran aylarında 0,05 düzeyinde anlamlı azalış görülmektedir. Mevsimsel olarak değerlendirildiğinde kış mevsiminde akım miktarı artmış, yaz mevsiminde ise azalmıştır (Tablo 4).

Tablo 4. Göynük Çayı Havzası'nda ($\alpha = 0,1$; $\alpha = 0,05$; $\alpha = 0,01$ anlamlılık seviyesinde) Mann-Kendal test sonuçları.

	Sıcaklık				Yağış				Akım			
	MK-Stat	p-value	Sen-slope	Trend	MK-Stat	p-value	Sen-slope	Trend	MK-Stat	p-value	Sen-slope	Trend
Ocak	0,055	0,588	0,018	Yok	0,120	0,234	0,902	Yok	0,193	0,055*	0,108	▲
Şubat	0,130	0,197	0,041	Yok	-0,080	0,431	-0,55	Yok	0,266	0,008***	0,25	▲
Mart	0,139	0,168	0,029	Yok	0,016	0,881	0,075	Yok	0,213	0,034**	0,642	▲
Nisan	0,133	0,188	0,023	Yok	-0,183	0,068*	-1,238	▼	-0,083	0,413	-0,443	Yok
Mayıs	0,046	0,656	0,008	Yok	0,002	0,993	0,002	Yok	-0,227	0,023**	-0,914	▼
Haziran	0,223	0,028**	0,026	▲	-0,012	0,908	-0,011	Yok	-0,242	0,016**	-0,211	▼
Temmuz	0,098	0,336	0,012	Yok	-0,050	0,634	0,0	Yok	-0,107	0,286	-0,02	Yok
Ağustos	0,226	0,025**	0,025	▲	0,063	0,547	0,0	Yok	0,064	0,528	0,005	Yok
Eylül	-0,074	0,466	-0,011	Yok	0,153	0,128	0,118	Yok	0,124	0,220	0,011	Yok
Ekim	0,091	0,374	0,01	Yok	0,022	0,831	0,102	Yok	0,186	0,064*	0,064	▲
Kasım	0,023	0,824	0,005	Yok	-0,099	0,324	-0,388	Yok	-0,099	0,328	-0,047	Yok
Aralık	0,106	0,294	0,037	Yok	-0,089	0,381	-0,651	Yok	-0,020	0,853	-0,012	Yok
Yıl Ort	0,209	0,039**	0,02	▲	-0,037	0,712	-0,482	Yok	-0,016	0,881	-0,011	Yok
Kış	0,148	0,140	0,033	Yok	-0,023	0,825	-0,334	Yok	0,203	0,043**	0,148	▲
İlkbahar	0,128	0,204	0,02	Yok	-0,101	0,317	-1,413	Yok	-0,050	0,627	-0,148	Yok
Yaz	0,282	0,005***	0,024	▲	0,016	0,881	0,027	Yok	-0,222	0,026**	-0,077	▼
Sonbahar	0,021	0,838	0,001	Yok	-0,018	0,867	-0,088	Yok	-0,094	0,353	-0,021	Yok

* $\alpha = 0,1$; ** $\alpha = 0,05$; *** $\alpha = 0,01$

▲: Artan yönde trend, ▼: Azalan yönde trend

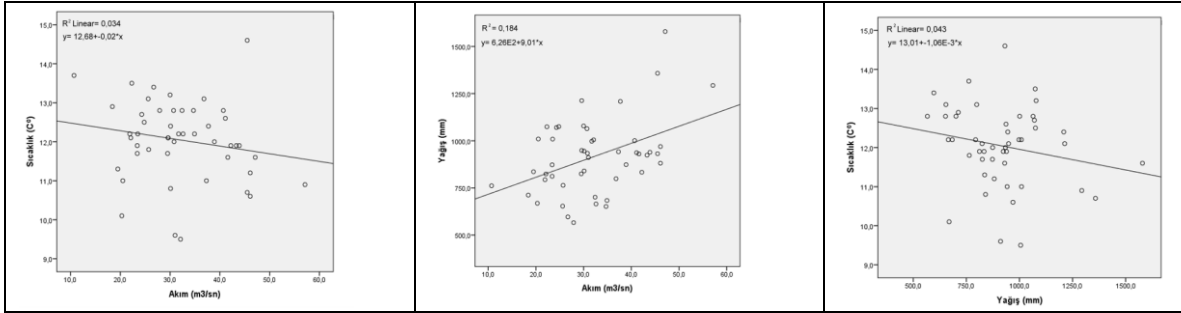
Çalışma alanında kış mevsiminde son yıllarda görülen sıcaklık artışı, kışın düşen kar şeklindeki yağışların yüksek kesimlerde daha erken erimesine neden olmuştur. Bununla birlikte yağış miktarı kış mevsiminde düşmesine rağmen, akımın artmış olması düşen yağış şeklinin de değişmiş olabileceğinin göstergesidir. Eskiden kar şeklinde düşen yağış, son yıllarda yerini kısmen de olsa yağmur şeklindeki yağışlara bırakmıştır. Havzadaki akarsuları besleyen bu yağış şekli kış akım miktarının artmasına sebep olmuştur. İlkbahar mevsiminde sıcaklıklar artmış, yağış değerleri ise düşmüştür. Bunun sonucunda havzada akım miktarı da azalmıştır. Ayrıca yüksek kesimlerde yaz dönemine kadar kalan karların, yerde kalma sürelerinin kısalmasına bağlı olarak daha erken

erimleri sonucunda ilkbahar ve yaz akımlarında azalmalar olmuştur. Sonbahar mevsiminde de sıcaklıklar artmış, yağış azalmış, yağış değerlerindeki azalışa paralel olarak akım değerleri azalmıştır.

4.3. Korelasyon Analizi

Sıcaklığın ve yağışın akım üzerindeki etkisi ile, sıcaklığın yağış üzerindeki etkisini belirlemek için korelasyon testleri uygulanmıştır. Korelasyon hesaplaması yapabilmek için Kendall's tau ve Spearman rho korelasyon katsayılarından faydalanılmıştır. Her iki korelasyon testi de yakın değerlerle aynı sonucu vermiştir. Yağış ve akım arasında 0,05 düzeyinde anlamlı pozitif bir ilişki bulunmaktadır. Bir diğer ifade ile yağış ve akım arasında doğrusal bir korelasyon olup, yağış miktarı arttıkça akım değerleri artmakta, yağış miktarı azaldıkça akım değerleri düşmektedir. Yağış, akımı Kendall's tau testine göre %39, Spearman rho testine göre %90 oranında etkilemektedir.

Sıcaklık- yağış ve sıcaklık-akım değişkenleri arasında ise negatif yönlü bir ilişki mevcuttur. Bir diğer ifade ile sıcaklık değişkeni, yağış ve akım değişkenleri ile ters orantılıdır. Şöyleki sıcaklık değerleri arttıkça, yağış miktarı düşmekte, bu da akım değerlerinde düşüşe neden olmaktadır. Buna karşılık sıcaklık değerleri düştükçe, yağış miktarı artmakta, bu da akım değerlerinde artışa neden olmaktadır. Sonuç olarak değişkenler arasında kuvvetli bir korelasyon mevcuttur.



Şekil 11. Hidroklimatolojik veri serileri arasındaki doğrusal korelasyon.

Tablo 5. Hidroklimatolojik veri serilerinin sıralı korelasyon istatistikleri.

Korelasyon	Kendall's tau-b		Spearman	
	Korelasyon	p-values	Korelasyon	p-values
Sıcaklık- Akım İlişkisi	-0,163	0,109	-0,228	0,119
Yağış-Akım İlişkisi	0,199	0,047	0,301	0,038
Sıcaklık-Yağış İlişkisi	-0,139	0,170	-0,193	0,187

Tablo 6. Çalışma alanında aylık ortalama yağış- akım veri serilerinin sıralı korelasyon istatistikleri.

	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Yıllık
Kendal Tau	0,386**	0,027	0,123	-0,376**	-0,496**	0,190	0,250*	-0,007	0,149	-0,033	0,068	-0,056	0,200*
p-level	0,000	0,790	0,220	0,000	0,000	0,057	0,016	0,950	0,144	0,742	0,499	0,576	0,045
Spearman R.	0,525**	0,035	0,158	0,599**	0,392**	0,272	0,358*	0,008	0,228	-0,071	0,108	-0,104	0,301*
p-level	0,000	0,815	0,284	0,000	0,006	0,062	0,013	0,957	0,119	0,631	0,463	0,482	0,038

*Korelasyon 0,05 seviyesinde anlamlı

** Korelasyon 0,01 seviyesinde anlamlı

5. Sonuç

Bu çalışmada Bingöl Meteoroloji İstasyonu'na ait sıcaklık ve yağış verilerinin 1970-2017 yılları arasındaki 47 yıllık süreçte göstermiş olduğu eğilime dair erişilen sonuçlar şunlardır:

- Lineer trend analiz sonuçlarına göre Bingöl Meteoroloji İstasyonu'na ait yıllık ortalama sıcaklık değerlerinde 1970-2017 yılları arasında artış eğilimi görülür. Oluşturulan regresyon modeline göre bu dönemde ortalama sıcaklık değeri $0,94C^{\circ}/47y$ civarında artmıştır.

- Bingöl Meteoroloji İstasyonu'nda 1970-2017 döneminde yıllık toplam yağışlar azalış eğilimindedir. Regresyon modeline göre 1970-2017 döneminde yıllık toplam yağışlarda $-22,65$ mm/47y civarında azalış görülür.

- Göynük Çayı Çayağzı İstasyonu'nda 1970-2017 döneminde ortalama akım değerleri kuvvetli azalış eğilimindedir. Regresyon modeline göre 1975-2017 döneminde yıllık ortalama akımda $-0,52$ mm/47y civarında azalış görülür.

- Mann-Kendal Trend analiz sonuçlarına göre, sıcaklık yıllık ortalamaları baz alındığında genel olarak artış eğilimi görülür. Bununla birlikte aylara göre Haziran ve Ağustos aylarında; mevsimlere göre de yaz mevsiminde en anlamlı artışlar görülür.

- Yağış değerlerinde genel olarak anlamlı bir eğilim görülmezken, Nisan yağışlarında kuvvetli azalış eğilimi görülür.

- Akım analiz sonuçları incelendiğinde Ocak, Şubat, Mart ve Ekim aylarında anlamlı bir artış, Mayıs ve Haziran aylarında ise anlamlı bir azalış görülür. Bununla birlikte kış mevsiminde anlamlı bir artış, yaz mevsiminde ise anlamlı bir azalış görülür.

- Korelasyon analiz sonuçlarına göre yağış ve akım arasında pozitif ve doğrusal bir ilişki varken, sıcaklık-yağış ve sıcaklık akım arasında negatif yönlü ve ters orantılı bir ilişki mevcuttur. Yani sıcaklık arttıkça yağış ve akım değerleri düşerken, sıcaklık düştükçe yağış ve akım değerleri artmaktadır.

Sonuç olarak çalışma alanında sıcaklık artışı ve yağış azalışı ile birlikte hissedilmeye başlanan kuraklık eğilimi su kaynakları üzerinde olumsuz etkiler oluşturarak akarsu akım miktarlarının düşmesine etki etmiştir.

Kaynaklar

AKBAŞ, A., ÖZDEMİR, H., 2018. Marmara Denizi Havzasının Hidroklimatolojik Dinamiklerinin Belirlenmesi. Türk Coğrafya Dergisi, 70: 123-131.

ARNELL, N. W., GOSLING, S. N., 2013. The Impacts of Climate Change on River Flow Regimes at the Global Scale. Journal of Hydrology, 486: 351-364.

AVCI, V., GÜNEK, H., 2012. Göynük Çayı (Bingöl) Vadisi'nde Doğu Anadolu Fayı'na Bağlı Olarak Oluşan Heyelanlar ve Özellikleri. III. Ulusal Jeomorfoloji Sempozyumu, 4-6 Ekim 2012, Hatay.

BAYAZIT, M., CİĞİZOĞLU, H. K., ÖNÖZ, B., 2002. Türkiye Akarsularında Trend Analizi. Türkiye Mühendislik Haberleri, 420-421-422: 4-5-6.

COMPAGNUCCI, R., DA CUNHA, L., HANAKI, K., HOWE, C., MAILU, G., SHIKLOMANOV, I., STAKHIV, E., 2001. Hydrology and Water Resources. In Climate Change 2001: Impacts, Adaptation and Vulnerability, Contribution of Working Group II to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Becker A, Zhang J (eds). Cambridge University Press: Cambridge, 191-233.

COUMOU, D., RAHMSTORF, S., 2012. A Decade of Weather Extremes. Nature Climate Change, 2(7): 491-496.

- ÇELİK, M. A., KOPAR, İ., BAYRAM, H., 2018. Doğu Anadolu Bölgesi'nin Mevsimlik Kuraklık Analizi. Atatürk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 22(3): 1741-1761.
- DEMİRCAN, M., GÜRKAN, H., ESKİOĞLU, O., ARABACI, H., COŞKUN, M., 2017. Climate Change Projections for Turkey: Three Models and Two Scenarios. Turkish Journal of Water Science & Management, 1(1): 22-43.
- DOĞAN DEMİR, A., DEMİR, Y., ŞAHİN, Ü., MERAL, R., 2017. Bingöl İlinde Sıcaklık ve Yağışların Trend Analizi ve Tarıma Etkisi. Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi, 4(3): 284–291.
- DOUGLAS, E.M., VOGEL, R.M., KROLL, C.N., 2000. Trends in Floods and Low Flows in the United States: Impact of Spatial Correlation”, Journal of Hydrology, 240: 90-105.
- DUAN, W., HE, B., TAKARA, K., LUO, P., NOVER, D., HU, M., 2017. Impacts of Climate Change on the Hydro-Climatology of the Upper Ishikari River Basin, Japan. Environ Earth Sci, 76(490): 1-16.
- FLEİĞ, A.K., TALLAKSEN, L.M., HİSDAL, H., DEMUTH, S., 2006. A Global Evaluation of Streamflow Drought Characteristics. Hydrology and Earth System Sciences, 10: 535–552.
- GARNER, G., LOON VAN A. F., PRUDHOMME, C., HANNAH, D. M. , 2015. Hydroclimatology of Extreme River Flows. Freshwater Biology, 60: 2461–2476.
- GUPTA, J., BRESSER, T., 2007. Advanced Institute on Global Environmental Change and Water in the Context of the Millennium Development Goals: a Report of the Intensive Seminar on Global Environmental Change and Water, Sept 24–Oct 12 2007, Delft.
- GÜNEK, H., 2006. Murat Nehri Havzasının (Fırat) Su Potansiyeli ve Değerlendirilmesi. Doğu Coğrafya Dergisi, 16: 141-163.
- HODGKİNS G.A., DUDLEY, R.W., HUNTINGTON, T.G., 2005. Summer Low Flows in New England During the 20th Century. Journal of the American Water Resources Association, 41(2): 403-412.
- KAHYA, E., KALAYCI, S., 2004. Trend Analysis of Streamflow in Turkey. Journal of Hydrology, 289(1-4): 128-144.
- KANTARCI, M. D., 2007. Isınma ve Kuraklaşma Sürecinde Türkiye’de Su Üretimi, Su Kullanımı İlişkisi ve Fırat, Dicle, Zap Havzalarında Ormanlar İle Otlakların İslahının Suyun Maliyeti ve Doğal Ekolojik Denge/Kamu Yararı Bakımından Değerlendirilmesi. Mühendislikte, Mimarlıkta ve Planlamada Ölçü Dergisi, Eylül 2007: 70 –76.
- KARABULUT, M., 2011. Kayseri’de Yağış ve Sıcaklıkların Trend Analizi. KSÜ Sosyal Bilimler Dergisi, 8(1): 79-90.
- LAİZE C.L.R, HANNAH D.M., 2010. Modification of Climate–River Flow Associations by Basin Properties. Journal of Hydrology, 389: 186–204.
- LU, E., TAKLE, E. S., MANOJ, J., 2010. The Relationships Between Climatic and Hydrological Changes in the Upper Mississippi River Basin: A SWAT and Multi-GCM Study. American Meteorological Society, 11: 437-451.
- OGUNTUNDE, P.G, FRIESEN, J., VAN DE GIESEN, N., SAVENİJE, H.H.G., 2006. Hydroclimatology of the Volta River Basin in West Africa: Trends and Variability from 1901 to 2002. Phys Chem Earth, 31: 1180–1188.
- OGUNTUNDE, P.G., ABIODUN, B.J., 2013. The Impact of Climate Change on the Niger River Basin Hydroclimatology, West Africa. Climate Dynamics, 40: 81–94.

- ÖNÖZ, B., BAYAZIT, M., 2003. The Power of Statistical Tests for Trend Detection. Turkish Journal of Engineering & Environmental Sciences, 27: 247-251.
- ÖZFİDANER, M., 2007. Türkiye Yağış Verilerinin Trend Analizi ve Nehir Akımları Üzerine Etkisi. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Adana.
- ÖZTURK, M. Z., ÇETİNKAYA, G., VE AYDIN, S., 2017. Köppen-Geiger İklim Sınıflandırmasına Göre Türkiye'nin İklim Tipleri. Coğrafya Dergisi, 35: 17-27.
- SEZER, L. İ., 1990. Türkiye'de Ortalama Yıllık Sıcaklık Farkının Dağılışı ve Kontinentalite Derecesi Üzerine Yeni Bir Formül. Ege Coğrafya Dergisi, 5: 110-159.
- SOYDAN, N. G., GÜMÜŞ, V., ŞİMŞEK, O., GERGER, R., AĞUN, B., 2016. Seyhan Havzası Aylık Ortalama Akım ve Yağış Verilerinin Trend Analizi. Dicle Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Dergisi, 7/2: 319-328.
- STOCKER, T. F., QIN, D., PLATTNER, G. K., TIGNOR, M., ALLEN, S. K., BOSCHUNG, J., MIDGLEY, B. 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.
- SÜTGİBİ, S., 2015. Büyük Menderes Havzasının Sıcaklık, Yağış ve Akım Değerlerindeki Değişimler ve Eğilimler. Marmara Coğrafya Dergisi, 31: 398-414.
- ŞAHİN, K., 2010. Türkiye'de Etkili Olan Hava Durumu Modelleri ile Samsun'da Bazı Meteorolojik Değişkenler Arasındaki İlişkiler: 2008 Yılı Örneği. The Journal of International Social Research, 3(10): 537-557.
- ŞEN, Ö. L., 2013. A Holistic View of Climate Change and its Impacts in Turkey. Report. 5 Istanbul Policy Centre, Sabanci University, Istanbul.
- TEKKANAT, İ.S., SARIŞ, F., 2015. Porsuk Çayı Havzasında Akarsu Akımlarında Gözlenen Uzun Dönemli Eğilimler. Türk Coğrafya Dergisi, 64: 69-83.
- TAGİL, Ş., ALEV KAYALI, Ç., 2014. Eğirdir Gölüne Kuzeyden Dökülen Akarsularda Akım Trendi ve Yağış İlişkisi. Balıkesir Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 17/32: 211-229.
- TONBUL, S., 1990, Bingöl Ovası ve Çevresinin İklimi. Fırat Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, 4(1): 347-374
- TOPALOĞLU, F., KAPUR, B., ÖZFİDANER, M., GÜMÜŞ, Z., 2006. Streamflow Trend Analysis in Four Basins of the East Mediterranean Region. Proceedings of International Symposium on Water and Land Management for Sustainable Irrigated Agriculture, April 4-8, Çukurova University, Adana, Turkey, 1-11.
- TURP, M. T., ÖZTÜRK, T., TÜRKEŞ, M., KURNAZ, M. L., 2014. RegCM4.3.5 Bölgesel İklim Modelini Kullanarak Türkiye ve Çevresi Bölgelerin Yakın Gelecekteki Hava Sıcaklığı ve Yağış Klimatolojileri için Öngörülen Değişikliklerin İncelenmesi. Ege Coğrafya Dergisi, 23(1): 1-24.
- TÜRKEŞ, M., SÜMER, U.M., DEMİR, İ., 2002. Reevaluation of Trends and Changes in Mean, Maximum and Minimum Temperatures of Turkey for the Period 1929-1999. International Journal of Climatology, 22: 947-977.

- TÜRKEŞ, M., DENİZ A. Z., 2011. Güney Marmara Bölümü'nün (Kuzey Batı Anadolu) Klimatolojisi ile Yağış ve Akım Dizilerinde Gözlenen Değişimler ve Eğilimler. Uluslararası İnsan Bilimleri Dergisi, 8(1): 1579-1600.
- TÜRKEŞ, M., 2012. Klimatolojik ve Hidrolojik Verilerin İklimsel Değişkenlik Analizi. Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi Coğrafya Bölümü, Coğ 5014 Yüksek Lisans Ders Notları (yayımlanmamış), Çanakkale.
- USTA, A., 2016. Türkiye'nin Su Potansiyelinin Belirlenmesi Üzerine Bir Araştırma. Küresel Mühendislik Çalışmaları Dergisi, 3(2): 01-09.
- YENİGÜN, K., ECER R., YEŞİLNACAR M. İ., 2009. Hidrolojik Verilerdeki Trendlerin Sebep-Sonuç İlişkisinin Harita Üzerleme Tekniği ile İncelenmesi ve Fırat Havzası/GAP Su Kaynakları için Örnek Bir Uygulama, 2. Ulusal Baraj Güvenliği Sempozyumu, 13-19 Mayıs 2009, Eskişehir.
- ZAIDMAN, M.D., REES, H.G., YOUNG, A.R., 2001. Spatiotemporal Development of Streamflow Droughts in Northwest Europe. Hydrology and Earth System Sciences, 5(4), 733-751.