

Meriç Nehri'nde Akım-Sıcaklık ve Akım-Yağış Arasındaki İstatistiksel İlişkilerin Günlük Veriler Üzerinden Analizi

Analysis of the Statistical Relationships Between Streamflow-Temperature and Streamflow-Precipitation Based on Daily Data in the Meriç River

Cemil İRDEM¹ 

Özet

Bu çalışmada 1988-2022 döneminde Meriç Nehri üzerinde kurulu Kirişhane akım gözlem istasyonunun günlük akım verileri ile Edirne Meteoroloji istasyonunun günlük ortalama sıcaklık ve günlük toplam yağış verileri arasındaki istatistiksel ilişkiler belirlenmiştir. Yöntem olarak öncelikle günlük ortalama sıcaklıklar ve günlük toplam yağışlarla, günlük ortalama akım verileri arasındaki korelasyon katsayıları hesaplanmıştır. Elde edilen korelasyon katsayılarının % 95 güven aralığında anlamlılık düzeyleri çift yönlü olarak değerlendirilmiştir. Korelasyon analizi sonucunda günlük ortalama sıcaklıklar ve günlük toplam yağışlarla günlük ortalama akım değerleri arasındaki ilişkinin yönü ve büyüklüğü belirlenmiş olup, ilişkinin en güçlü olduğu yıllarda sıcaklık ve yağışın akımdaki değişimi yordama gücünü ortaya koymak için basit doğrusal regresyon analizi yapılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre Meriç Nehri'nde günlük ortalama sıcaklıklarla günlük ortalama akarsu akımı ilişkileri, günlük toplam yağışlarla günlük ortalama akarsu akımı ilişkilerinden daha güçlüdür. Sıcaklık-akım ilişkilerinde en güçlü korelasyon mart ayında, en zayıf korelasyon ise temmuz ayındadır. İlişki katsayıları tüm aylarda negatiftir. Yağış akım ilişkileri Meriç Nehri'nde uzun yıllar ortalamasına göre tüm aylarda pozitif değerler göstermektedir. Yağış akım ilişkilerinin en güçlü olduğu ay aralık, en zayıf olduğu ay ise mayıstır.

Anahtar Sözcükler: Meriç Nehri, Akarsu Akımı, Ortalama Sıcaklık, Toplam Yağış.

Abstract

In this study, the statistical relationships between the daily streamflow data from the Kirişhane observation station, located on the Meriç River, and the daily average temperature and total daily precipitation data from the Edirne Meteorology station for the period 1988-2022 were examined. Initially, correlation coefficients were calculated between the daily average temperatures, daily total precipitation, and daily average streamflow values. The significance levels of the correlation coefficients were evaluated bidirectionally within a 95% confidence interval. Based on the correlation analysis, the direction and strength of the relationship between daily average temperatures, daily total precipitation, and daily streamflow were determined. To assess the predictive capability of temperature and precipitation on streamflow changes, simple linear regression analysis was performed for the years with the strongest relationships. The results revealed that the connection between daily average temperatures and streamflow was stronger than the relationship between daily total precipitation and streamflow. The highest correlation for temperature-streamflow occurred in March, while the weakest was in July. Correlation coefficients were negative for all months. On the other hand, precipitation-streamflow relationships consistently showed positive values across all months, based on the long-term average of the Meriç River. December exhibited the strongest correlation between precipitation and streamflow, while May had the weakest.

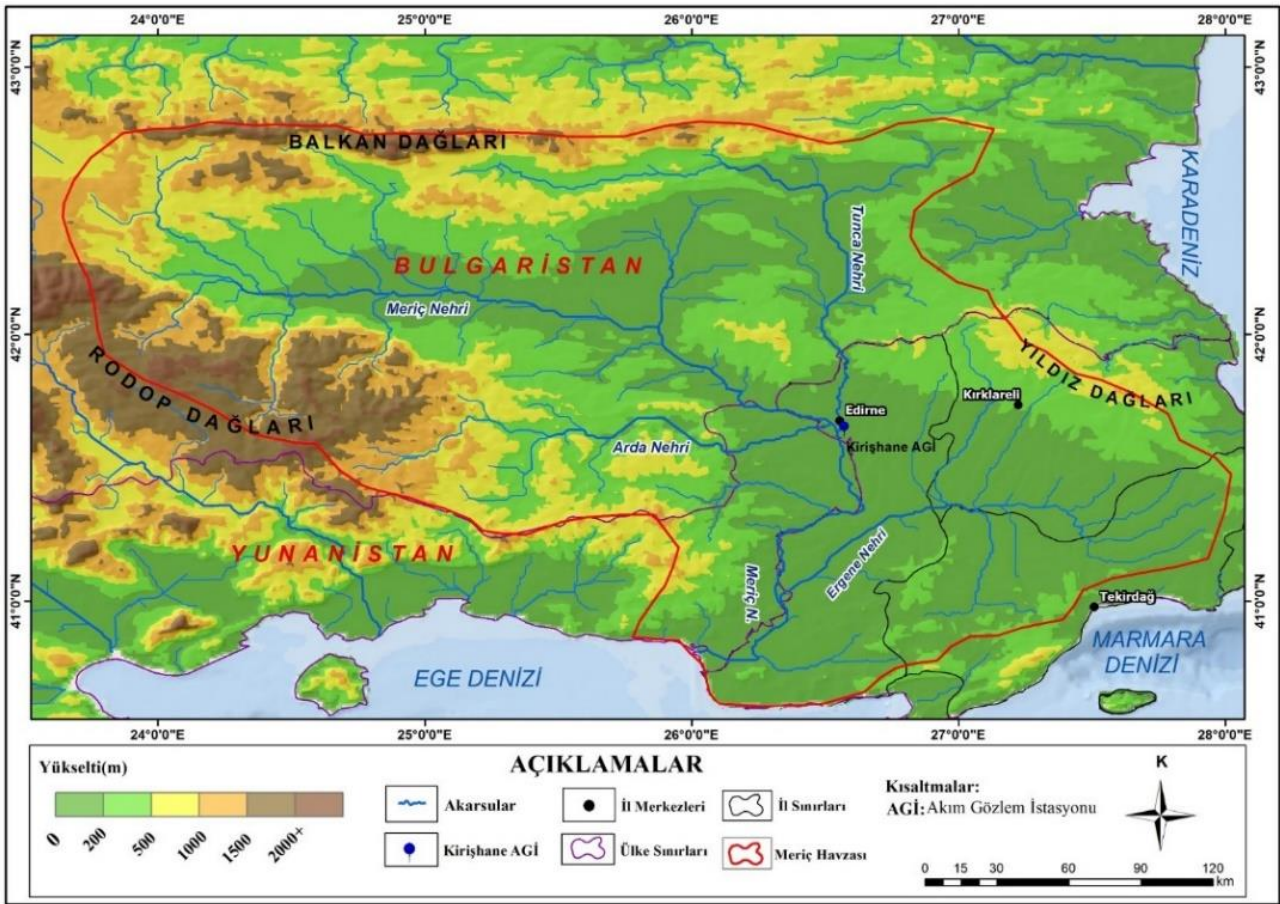
Keywords: Meriç River, Stream Flow, Average Temperature, Total Precipitation.

¹ Dr. Öğr. Üyesi, Karabük Üniversitesi Edebiyat Fakültesi, Coğrafya Bölümü, Karabük, Türkiye, cemilirdem@karabuk.edu.tr

Giriş

Türkiye’de taşkın tehlikesi ile karşı karşıya kalınan birçok akarsu havzası mevcuttur. Bu alanlardan biri de sınır aşan ve sınır oluşturan özelliğe sahip Meriç Nehri’dir (Turoğlu & Uludağ, 2013; Erkal & Topgül, 2020). Örneğin Meriç Nehri’nde yer alan sadece Edirne’de 1950-2018 döneminde 21 kez sel/su baskını olayı yaşanmıştır (Benli vd., 2018).

Meriç, Bulgaristan’da Rila dağlarından doğar ve uzun süre güneydoğu yönünde akarak Edirne civarına kadar gelir. Burada, kuzeyden Balkan dağlarından gelen Tunca ve batıdan Rodoplardan gelen Arda ile birleşerek güneye döner. Türk-Yunan sınırını teşkil ederek Uzunköprü güneybatısına kadar gelir ve burada, Saray kuzeydoğusundaki yüksekliklerden çıkarak Trakya’nın iç kısmını kat eden Ergene nehrini alır ve doğrultusunu bozmayarak, daima sınırı teşkil ederek Enez’e kadar gelir. Fazla gelişmemiş, belirli olmayan bir delta üzerinde Ege Denizine dökülür. Meriç Nehri’in toplam havza alanı 53850 km²’dir. Ancak bunun 12200 km²’si Türkiye’yi ilgilendirir (Kurter, 1976) (Şekil 1).



Şekil 1. Meriç Havzası

Meriç Nehri, sadece Türkiye açısından değil Bulgaristan ve Yunanistan ülkeleri için de tarım alanlarının sulanması, içme ve kullanma suyu temini, elektrik enerjisi üretimi ve hayvancılık için önemli bir kaynaktır (Eroğlu, 2021).

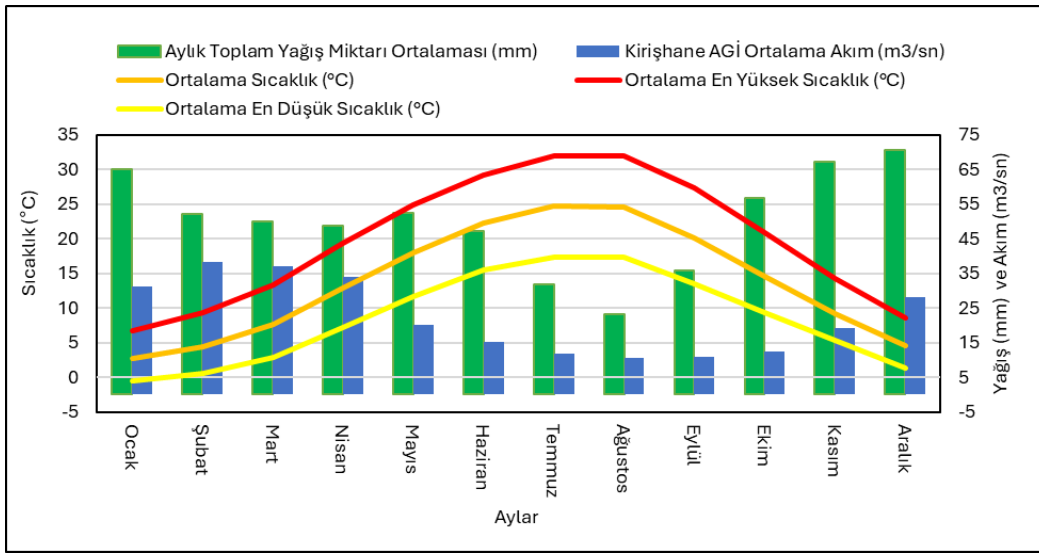
Meriç Nehri'nin iklim özelliklerine bakıldığında yağışların yazın azaldığı, en fazla yağışın genellikle kışın düştüğü, düşük sıcaklıklarla birlikte kışın kar yağışlarının görüldüğü bir durumla karşılaşılır. Örneğin bu çalışmada akım-iklim ilişkilerinde sıcaklık ve yağış verileri kullanılan Edirne meteoroloji istasyonunda aylık ortalama sıcaklıklar 2,7 (ocak) ile 24,7 (temmuz) arasında değişmektedir. Yıllık sıcaklık farkı 22 °C' dir. Yıllık ortalama sıcaklık ise 13,8 °C' dir. Aylık toplam yağış miktarının en düşük olduğu ay 23,3 mm ile temmuz iken, yılın en yağışlı ayı 70,6 mm işe aralıktır. Yıllık toplam yağış miktarı 601 mm'dir. Meriç Nehri'nde

ortalama akım değerleri ise şubat, mart ve nisan aylarında zirve yaparken yaz mevsiminde en düşük seviyeye inmektedir (Şekil 2).

Havzada görülen iklim özelliği ile uyumlu olarak kış ve bahar aylarında Meriç Nehri akımlarında bir artış, yaz aylarında ise akımlarda bir düşüş görülmektedir (Erkal & Topgül, 2020).

Meriç Nehri yağmur ve kar erimeleri ile beslenmektedir. Bu nedenle nehrin akım değerleri üzerinde, iklimsel özellikler ve iklimde meydana gelen değişimler doğrudan bir etkiye sahiptir (Turoğlu & Uludağ, 2013; Erkal & Topgül, 2020).

Su kaynaklarını doğru bir şekilde yönetebilmek kuşkusuz doğal ortam özelliklerine vakıf olmaktan geçer (Kale & Duman, 2024). Meriç Nehri'nde olduğu gibi, akarsu akım değişimlerinin taşkınlara neden olduğu, çevre sorunlarının yaşandığı havzalarda yağış, akım gibi zamana ve miktara bağlı trendlerin bilinmesi önemlidir (Erkal & Topgül, 2020).



Şekil 2. Edirne meteoroloji istasyonunda sıcaklık ve yağış değerleri ile Kirişhane akım gözlem istasyonunda ortalama akım değerlerinin aylara göre değişimi (grafik daha kolay anlaşılabilir diye akım değerleri 10'a bölünerek verilmiştir (Kaynak: URL1 ve DSİ)

Akarsu akımı üzerinde iklim dışında birçok faktörün etkili olduğu bilinse de iklim akım ilişkileri çoğunlukla diğer faktörlere göre daha belirgindir. Bu anlamda özellikle günlük toplam yağışların ve yağış şiddetinin etkisi oldukça önemlidir. Bununla beraber buharlaşma üzerindeki doğrudan etkisi nedeniyle günlük ortalama sıcaklıkların akım üzerinde etkisinin olacağı da muhakkaktır (İrdem, 2023).

Meriç Nehri'nde akarsu akımlarıyla ilgili akademik çalışmalar bulunmaktadır (Malkaralı, vd., 2008; Türkmenoğlu, 2012; Erkal & Topgül, 2015; Akkaya, 2016; Erkal, & Topgül, 2020). Diğer taraftan Türkiye'de sıcaklık ve yağışların akarsu akımlarına etkilerinin incelendiği çalışmalar da bulunmaktadır (Özfidaner, 2007; Şahin, 2007; Çelik, 2010; Bahadır, 2011; Gümüş vd., 2011; Türkeş & Acar Deniz, 2011; Tağl & Danacıoğlu, 2012; Sütgibi, 2015); Tekkanat, 2015; Tekkanat & Sarış, 2015; Yüce & Ercan 2015; Soydan vd., 2016; Ercan & Yüce, 2017; Palta vd., 2019; Er, 2020; Coşkun & İrdem, 2022; İrdem, 2023; Kale & Duman, 2024).

Gerek Meriç Nehri akımlarıyla ilgili çalışmalar gerekse genel anlamda Türkiye'de sıcaklık ve yağışlarla akarsu akımları arasındaki ilişkileri inceleyen çalışmalar değerlendirildiğinde Meriç Nehri için günlük ortalama sıcaklıklar ve günlük toplam yağışların akım üzerindeki etkilerinin ortaya konulmasının hem taşkın planlarının hazırlanması hem de tarımsal planlamalar açısından bir yararlı olacağı değerlendirilmiştir. Bu bağlamda, yapılan bu çalışmada 1988-2022 döneminde Meriç Nehri günlük akım verileri ile günlük ortalama sıcaklık ve günlük toplam yağış verileri arasındaki istatistik ilişkilerin belirlenmesi amaçlanmıştır.

Yöntem

Çalışmada akım verileri olarak Meriç Nehri üzerinde, Edirne şehir merkezi yakınlarında kurulu Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü Kirişhane akım gözlem istasyonunun günlük ortalama akım verileri kullanılmıştır. Sıcaklık ve yağış verileri olarak Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nün Edirne istasyonuna ait günlük ortalama sıcaklık ve günlük toplam yağış verilerinden yararlanılmıştır.

İstatistik ilişkilerin belirlenmesinde Coşkun & İrdem (2022) tarafından yapılan "Büyük Melen Çayı'nda (Düzce) Günlük Yağışlarla Akım İlişkisinin Analizi" ve İrdem (2023) tarafından yapılan "Yenice Çayı'nda (Karabük) Günlük Ortalama Sıcaklık ve Günlük Toplam Yağışların Akım Üzerindeki Etkileri" başlıklı çalışmalarda kullanılan yöntem takip edilmiştir. Bu doğrultuda ilk olarak günlük ortalama sıcaklıklar ve günlük toplam yağışlar günlük ortalama akım verileri arasındaki korelasyon katsayıları, SPSS 2021 paket programı yardımıyla 1988-2022 döneminde her ay için ayrı ayrı hesaplanmıştır. Pearson Korelasyon Analizi kullanılarak elde edilen korelasyon katsayılarının % 95 güven aralığında anlamlılık düzeyleri çift yönlü olarak değerlendirilmiştir. Sonuçlar yorumlanırken istatistik açıdan anlamlı korelasyonların görüldüğü aylara ayrıca değerlendirilmiştir.

Pearson Korelasyon Katsayısı iki değişken arasındaki doğrusal ilişkinin derecesinin belirlenmesinde kullanılır. Bir değişkenin diğeri ile ne derecede "birlikte değişim gösterdiğini" ölçer. Belirli bir zaman periyodu içerisinde iki değişken arasındaki ilişkiyi ölçer. Pearson ilişki katsayısı, -1 ile 1 arasında değer alabilir (Öztuna vd., 2008).

Korelasyon analizi sonucunda günlük ortalama sıcaklıklar ve günlük toplam yağışlarla günlük ortalama akım değerleri arasındaki ilişkinin yönü ve büyüklüğü belirlenmiş olup, ilişkinin en güçlü olduğu yıllarda sıcaklık ve yağışın akımdaki değişimi yordama gücünü ortaya koymak için basit doğrusal regresyon analizi yapılmıştır.

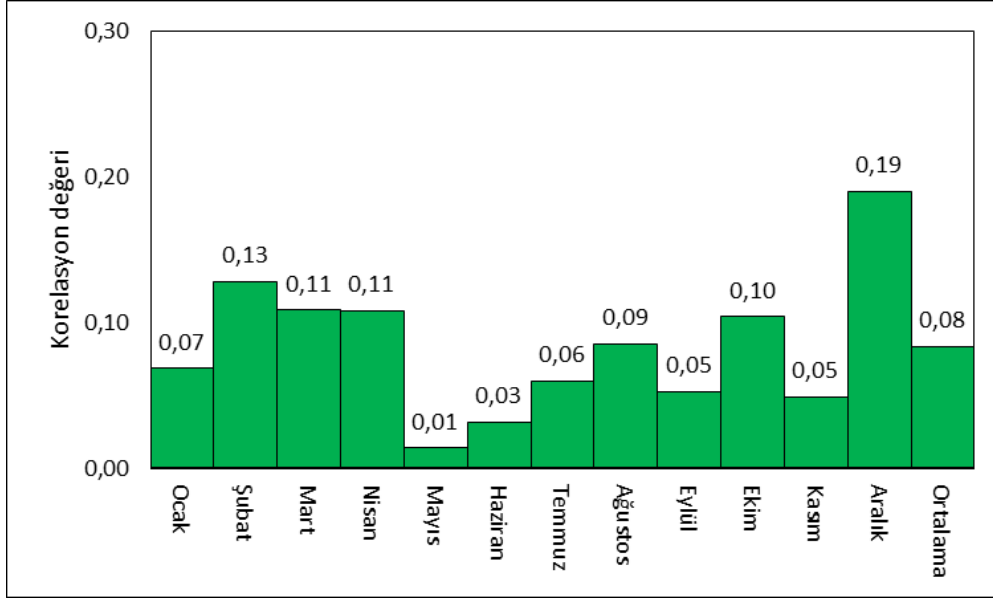
Eğer iki değişken arasında bir bağ olduğunu, bu değişkenlerden birinin diğeri açıklamada etkili olduğunu düşünüyorsa, en çok kullandıkları uygulamalı istatistik alanı ise regresyondur. Regresyon, bağımlı değişkenin, bir bağımsız değişken tarafından açıklanmasını oluşturan bir model olarak gösterildiğinde basit doğrusal regresyon olarak tanımlanmaktadır (Toka vd., 2011).

Çalışmada akım kavramı bir noktadan birim zamanda geçen suyu ifade eden "debi" yerine kullanılmıştır ve m^3/s olarak ele alınmıştır (Coşkun & İrdem 2022).

Bulgular

Günlük Toplam Yağışlarla Akım Arasındaki İlişkiler

Meriç Nehri günlük ortalama akım değerleriyle Edirne meteoroloji istasyonunun günlük toplam yağış verileri arasında 1888-2022 döneminde genel olarak pozitif yönlü zayıf istatistiksel ilişkiler bulunmaktadır. Şekil 3 incelendiğinde Meriç üzerindeki Kirişhane akım gözlem istasyonu için yağışla akım arasında on iki ayın ortalama korelasyon değerinin 0,08 olduğu görülür. Diğer taraftan en güçlü korelasyon aralık ayında, en zayıf korelasyon ise mayıs ayındadır.



Şekil 3. Kirişhane (Meriç Nehri) akım gözlem istasyonunun günlük ortalama akımlarıyla Edirne meteoroloji istasyonunun günlük toplam yağışları arasındaki korelasyonların aylık ortalamaları (1988-2022)

1988-2022 periyodunda ocak aylarının ortalamasına göre günlük akım değerleriyle günlük toplam yağışlar arasındaki ilişki katsayısı 0,07'dir. Sonuçlar, incelenen 35 yılın 4'ü için %95 güven düzeyinde anlamlıdır. Günlük ortalama akım değerleriyle günlük toplam yağış ilişkisi 21 yılda pozitif, 14 yılda ise negatif doğrultuludur. Pozitif ve negatif doğrultuda en büyük ilişki katsayıları sırayla 0,47 ile 2013 ve -0,27 ile 2011 senesindedir (Şekil 4). Regresyon analizi sonuçlarına göre günlük toplam yağışlardaki değişim, akımda 2013 yılı ocak ayında gözlenen artışın %22'sini, 2011 yılında gözlenen azalmanın ise %8'ini açıklamaktadır.

İncelenen periyot için şubat ayına ait ilişki katsayısı 0,13'tür. Korelasyon değeri 5 yılda anlamlıdır. Anlamlı sonuçların 2'si %99; 3'ü ise %95 güven düzeyindedir. Yağış-akım ilişkisi 21 yılda pozitif, 14 yılda negatif doğrultuludur. En büyük ilişki katsayıları pozitif olarak 0,56 ile 1993 ve negatif olarak -0,24 ile 2014 yılına aittir (Şekil 4). Regresyon analizi sonuçlarına göre günlük toplam yağışlardaki değişim, akımda 1993 yılı şubat ayında gözlenen artışın %31'ini, 2014 yılında gözlenen azalmanın ise %6'sını açıklar.

Mart ayında ilişki katsayısı 0,11 bulunmuştur. Korelasyon katsayısı bu ayda 4 yılda anlamlı olup 2'si %99; 2'si ise %95 güven düzeyindedir. Korelasyonun doğrultusu 23 yılda pozitif, 12 yılda ise negatiftir. Çift yönlü incelendiğinde en güçlü ilişki katsayıları sırayla 0,49 ile 2005 ve -0,30 ile 1991 yılına ait olduğu görülür (Şekil 4). Regresyon analizi sonuçlarına göre günlük toplam yağışlardaki değişim, akımda 2005 yılı mart ayında gözlenen artışın %24'ünü, 1991 yılında gözlenen azalmanın ise %8'ini açıklar.

Ortalama korelasyon değeri nisan ayında 0,11'dir. Sonuçlar 7 yıl için anlamlıdır. 7 yılın 5'i %99; 2'si ise %95 güven aralığındadır anlamlıdır. İlişki katsayıları 23 yılda pozitif, 12 yılda ise negatiftir. En büyük korelasyonlar pozitif doğrultuda 0,58 ile 2002'de ve negatif doğrultuda -0,44 ile 1998'dedir (Şekil 4). Regresyon analizi sonuçlarına göre günlük toplam yağışlardaki değişim, akımda 2002 yılı nisan ayında gözlenen artışın %34'ünü, 1998 yılında gözlenen azalmanın ise %20'sini açıklamaktadır.

Mayıs ayı için ilişki katsayısı değeri 0,01 şeklinde hesaplanmıştır. Sonuçlar incelenen 35 yılın 3'ünde anlamlıdır. 3 yılın 1'i %99; 2'si %95 güven aralığındadır. Günlük ortalama akımlarla yağış ilişkisi 16 yıl için pozitif, 19 yıl için ise negatif doğrultuludur. Pozitif ve negatif yönde en kuvvetli ilişki katsayıları sırayla 0,54 ile 1990 ve -0,28 ile 2016 senesindedir (Şekil 4). Regresyon analizi sonuçlarına göre günlük toplam yağışlardaki değişim, akımda 1990 yılı mayıs ayında gözlenen artışın %29'unu, 2016 yılında gözlenen azalmanın ise %8'ini açıklar.

Haziran ayında ortalama korelasyon 0,03'tür. Sonuçlar 1 yıl için %0,95 güven düzeyinde anlamlıdır. Yağış-akım ilişkisi 16 yılda pozitif, 19 yılda ise negatif doğrultuludur. En güçlü ilişkiler negatif ve pozitif yönlü

olarak sırayla 0,44 ile 2014 ve -0,32 ile 2009 senelerine aittir (Şekil 4). Regresyon analizi sonuçlarına göre günlük toplam yağışlardaki değişim, akımda 2014 yılı haziran ayında gözlenen artışın %20'sini, 2009 yılında gözlenen azalmanın ise %10'unu açıklamaktadır.

Temmuz ayında ilişki katsayısı 0,06 olarak bulunmuştur. Ulaşılan korelasyon 2 yıl için %95 güven düzeyinde anlamlıdır. Korelasyonun doğrultusu 22 yılda pozitif, 13 yılda ise negatiftir. Çift yönlü incelendiğinde korelasyonun en belirgin olduğu yıllar sırasıyla 0,41 ile 2021 ve -0,29 ile 2004'tür (Şekil 4). Regresyon analizi sonuçlarına göre günlük toplam yağışlardaki değişim, akımda 2021 yılı temmuz ayında gözlenen artışın %17'sini, 2004 yılında gözlenen azalmanın ise %9'unu açıklamaktadır.

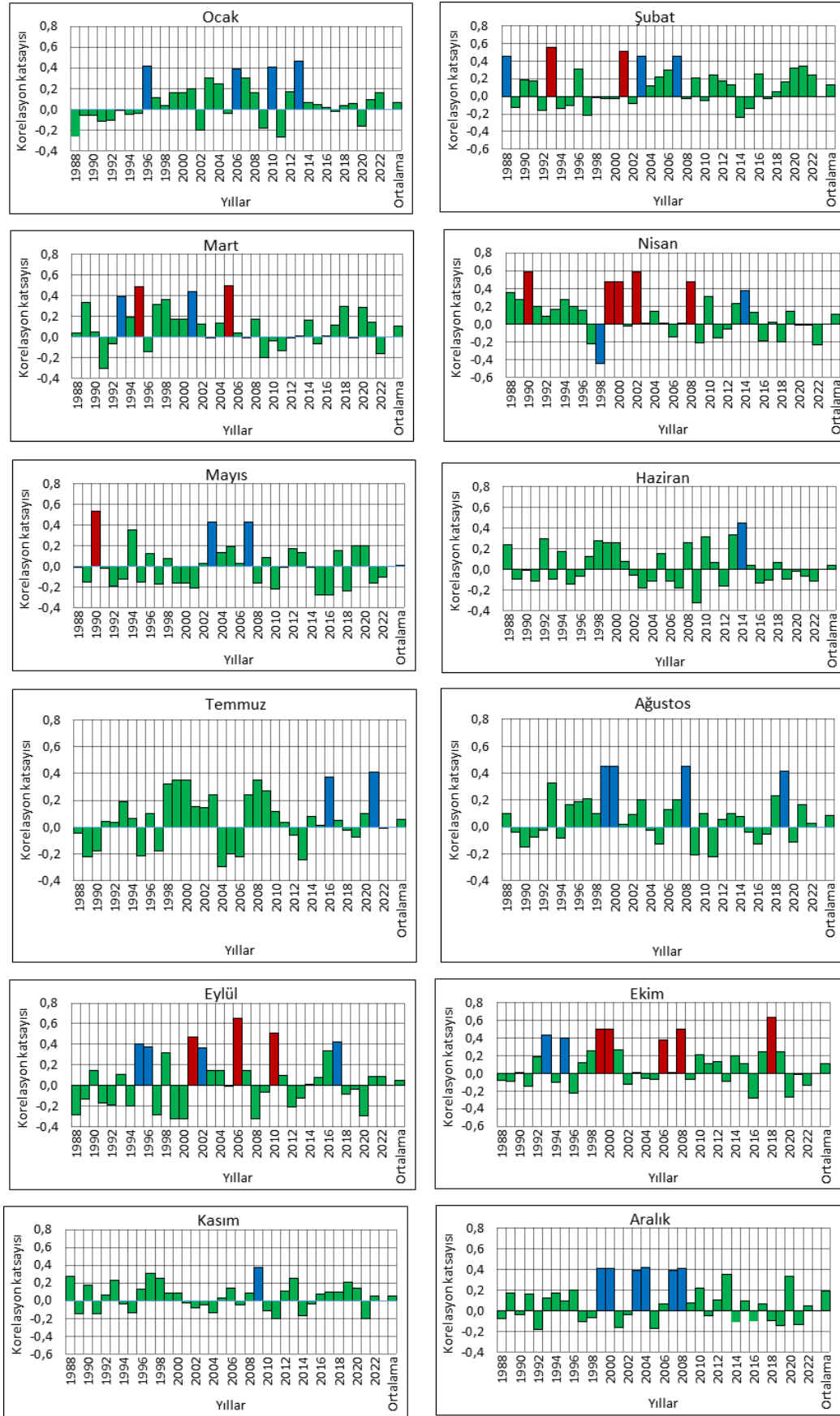
Ağustosta korelasyon katsayısı 0,09 olarak hesaplanmıştır. İlişki katsayıları 35 yılın 4'ünde %95 güven düzeyi için anlamlıdır. Akım-yağış ilişkisi 22 yılda pozitif, 13 yılda ise negatiftir. Korelasyonların en belirgin olduğu yıllar pozitif ve negatif olarak sırayla 0,45 ile 2008 ve -0,22 ile 2011 senesindedir (Şekil 4). Regresyon analizi sonuçlarına göre günlük toplam yağışlardaki değişim, akımda 2008 yılı ağustos ayında gözlenen artışın %20'sini, 2011 yılında gözlenen azalmanın ise %5'ini açıklamaktadır.

İncelenen dönemde eylül ayı ortalama korelasyon katsayısı 0,05 olarak hesaplanmıştır. Ulaşılan değerler 35 yılın 7'sinde anlamlıdır. 7 yılın 3'ü %99; 4'ü ise %95 güven düzeyi içindir. Günlük ortalama akımlarla yağış ilişkisi 19 yılda pozitif, 16 yılda negatif doğrultuludur. Pozitif ve negatif yönde en kuvvetli ilişki katsayıları sırayla 0,65 ile 2006 ve -0,33 ile 2008 senesindedir (Şekil 4). Regresyon analizine göre günlük toplam yağışlardaki değişim, akımda 2006 yılı eylülündeki artışın %43'ünü, 2008 yılındaki azalmanın %11'ini açıklar.

Ekim ayı için ortalama korelasyon katsayısı 0,10'tür. Sonuçlar 7 yılda anlamlıdır. Bunların 5'i %99; 2'si ise %95 güven aralığındadır. Yağış-akım ilişkisi 27 yılda pozitif, 7 yılda negatiftir. En güçlü ilişkiler sırasıyla 0,63 ile 2018 ve -0,28 ile 2016 yıllarına aittir (Şekil 4). Regresyon analizi sonuçlarına göre günlük toplam yağışlardaki değişim, akımda 2018 yılı ekim ayındaki artışın %39'unu, 2016 yılındaki azalmanın ise %8'ini açıklar.

Kasımda ilişki katsayısı 0,05 olarak bulunmuştur. Korelasyon 1 yıl için %95 güven düzeyinde anlamlıdır. İlişki 21 yılda pozitif, 14 yılda negatif doğrultuludur. Çift yönlü incelendiğinde en güçlü korelasyon katsayıları sırayla 0,37 ile 2009 ve -0,21 ile 2021 senesindedir (Şekil 4). Regresyon analizi sonuçlarına göre günlük toplam yağışlardaki değişim, akımda 2009 yılı kasım ayında gözlenen artışın %14'ünü, 2021 yılında gözlenen azalmanın ise %4'ünü açıklamaktadır.

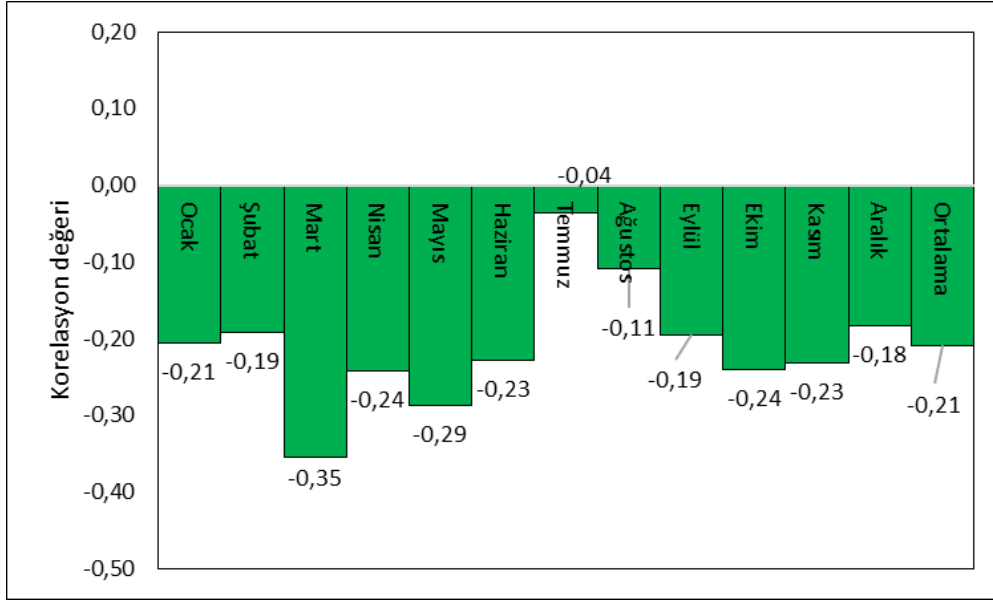
Analiz sonuçlarına göre aralık ortalama korelasyon değeri 0,19'dur. İlişki katsayıları 35 yılın 6'sında %95 güven düzeyinde anlamlıdır. Akım-yağış ilişkisi 21 yılda pozitif, 14 yılda negatif yönlüdür. En dikkat çeken korelasyon değerleri pozitif olarak 0,42 ile 2004'te ve negatif olarak -0,18 ile 1992'dedir (Şekil 4). Regresyon analizi sonuçlarına göre günlük toplam yağışlardaki değişim, akımda 2004 yılı kasım ayında gözlenen artışın %18'ini, 1992 yılında gözlenen azalmanın ise %3'ünü açıklamaktadır.



Şekil 4. Kirişhane (Meriç Nehri) akım gözlem istasyonunun günlük ortalama akımlarıyla Edirne meteoroloji istasyonunun günlük toplam yağışları arasındaki korelasyonların her ay için yıllara göre değişimi

Günlük Ortalama Sıcaklıklarla Akım Arasındaki İlişkiler

Meriç Nehri günlük ortalama akım değerleriyle Edirne meteoroloji istasyonunun günlük ortalama sıcaklık verileri arasındaki istatistiksel ilişkiler, yağışla akım arasındaki ilişkilere göre daha güçlüdür. Şekil 5 incelendiğinde, 1888-2022 döneminde Meriç üzerindeki Kirişhane akım gözlem istasyonu için sıcaklıkla akım arasında tüm aylarda negatif yönlü korelasyonların bulunduğu görülür. Söz konusu dönemde on iki ayın ortalama korelasyon değeri 0,21'dir. Bununla birlikte en güçlü korelasyon mart ayında, en zayıf korelasyon ise temmuz ayındadır.



Şekil 5. Kirişhane (Meriç Nehri) akım gözlem istasyonunun günlük ortalama akımlarıyla Edirne meteoroloji istasyonunun günlük ortalama sıcaklıkları arasındaki korelasyonların aylık ortalamaları (1988-2022)

1988-2022 periyodunda ocak aylarının ortalamasına göre günlük akım değerleriyle günlük ortalama sıcaklıklar arasındaki ilişki katsayısı -0,18'dir. Sonuçlar, incelenen 35 yılın 6'sı için %99, 4'ü için %95 güven aralığında olmak üzere 10'u anlamlıdır. Günlük ortalama akım değerleriyle günlük ortalama sıcaklık ilişkisi 8 yılda pozitif, 27 yılda ise negatif doğrultuludur. Pozitif ve negatif doğrultuda en büyük ilişki katsayıları sırayla 0,62 ile 2002 ve -0,76 ile 2014 senesindedir (Şekil 6). Regresyon analizi sonuçlarına göre günlük ortalama sıcaklıklardaki değişim, akımda 2002 yılı ocak ayında gözlenen artışın %39'unu, 2014 yılında gözlenen azalmanın ise %58'ini açıklamaktadır.

İncelenen periyot için şubat ayına ait ilişki katsayısı -0,19'dur. Korelasyon değeri 19 yılda anlamlıdır. Sonuçların 14'ü %99; 5'i ise %95 güven düzeyindedir. Sıcaklık-akım ilişkisi 12 yılda pozitif, 23 yılda negatif doğrultuludur. En büyük ilişki katsayıları pozitif olarak 0,57 ile 2010 ve negatif olarak -0,86 ile 2020 yılına aittir (Şekil 6). Regresyon analizi sonuçlarına göre günlük ortalama sıcaklıklardaki değişim, akımda 2010 yılı şubat ayında gözlenen artışın %32'sini, 2020 yılında gözlenen azalmanın ise %74'ünü açıklamaktadır.

Mart ayında ilişki katsayısı -0,35 bulunmuştur. Korelasyon katsayısı bu ayda 20 yılda anlamlı olup 17'si %99; 3'ü ise %95 güven düzeyindedir. Korelasyonun doğrultusu 4 yılda pozitif, 31 yılda ise negatiftir. Çift yönlü incelendiğinde en güçlü ilişki katsayılarının sırayla 0,18 ile 1993 ve -0,75 ile 1991 yılına ait olduğu görülür (Şekil 6). Regresyon analizi sonuçlarına göre günlük ortalama sıcaklıklardaki değişim, akımda 1993 yılı mart ayında gözlenen artışın %4'ünü, 1991 yılında gözlenen azalmanın ise %50'sini açıklar.

Ortalama korelasyon değeri nisan ayında -0,24'tür. Sonuçlar 15 yıl için anlamlıdır. 15 yılın 13'ü %99; 2'si ise %95 güven aralığındadır anlamlıdır. İlişki katsayıları 6 yılda pozitif, 29 yılda ise negatiftir. En büyük korelasyonlar pozitif doğrultuda 0,48 ile 2014'te ve negatif doğrultuda -0,84 ile 2005'tedir (Şekil 6).

Regresyon analizi sonuçlarına göre günlük ortalama sıcaklıklardaki değişim, akımda 2014 yılı nisan ayında gözlenen artışın %23'ünü, 2005 yılında gözlenen azalmanın ise %70'ini açıklar.

Mayıs ayı için ilişki katsayısı değeri -0,29 şeklinde hesaplanmıştır. Sonuçlar incelenen 35 yılın 16'sında anlamlıdır. 16 yılın 13'ü %99; 3'ü %95 güven aralığındadır. Günlük ortalama akımlarla sıcaklık ilişkisi 7 yıl için pozitif, 28 yıl için ise negatif doğrultuludur. Pozitif ve negatif yönde en kuvvetli ilişki katsayıları sırayla 0,43 ile 2005 ve -0,84 ile 2006 senesindedir (Şekil 6). Regresyon analizi sonuçlarına göre günlük ortalama sıcaklıklardaki değişim, akımda 2005 yılı mayıs ayında gözlenen artışın %19'unu, 2006 yılında gözlenen azalmanın ise %70'ini açıklar.

Haziran ayında ortalama korelasyon -0,23'tür. Sonuçlar 11 yıl %99, 4 yıl %95 güven aralığında olmak üzere 15 yıl için anlamlıdır. Sıcaklık-akım ilişkisi 6 yılda pozitif, 29 yılda ise negatif doğrultuludur. En güçlü ilişkiler negatif ve pozitif yönlü olarak sırayla 0,77 ile 2004 ve -0,79 ile 1997 senelerine aittir (Şekil 6). Regresyon analizi sonuçlarına göre günlük ortalama sıcaklıklardaki değişim, akımda 2004 yılı haziran ayında gözlenen artışın %59'unu, 1997 yılında gözlenen azalmanın ise %63'ünü açıklar.

Temmuz ayında ilişki katsayısı -0,04 olarak bulunmuştur. Ulaşılan korelasyon 3 yıl %99, 2 yıl %95 güven aralığında olmak üzere 5 yıl için anlamlıdır. Korelasyonun doğrultusu 16 yılda pozitif, 9 yılda ise negatiftir. Çift yönlü incelendiğinde korelasyonun en belirgin olduğu yıllar sırasıyla 0,61 ile 1996 ve -0,58 ile 2006'dır (Şekil 6). Regresyon analizi sonuçlarına göre günlük ortalama sıcaklıklardaki değişim, akımda 1996 yılı temmuz ayında gözlenen artışın %37'sini, 2006 yılında gözlenen azalmanın ise %34'ünü açıklar.

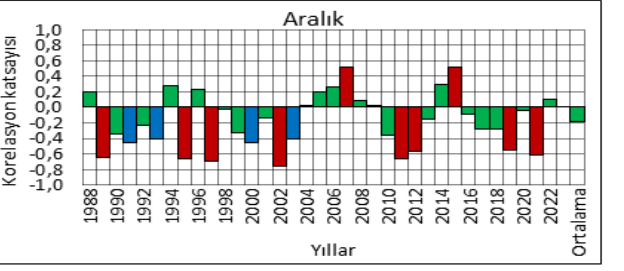
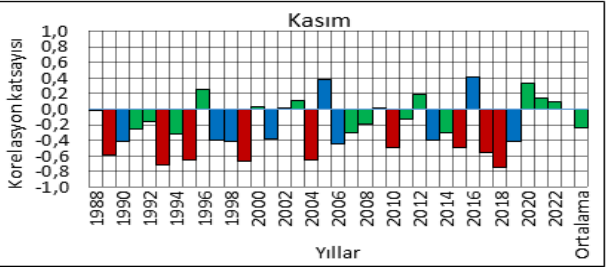
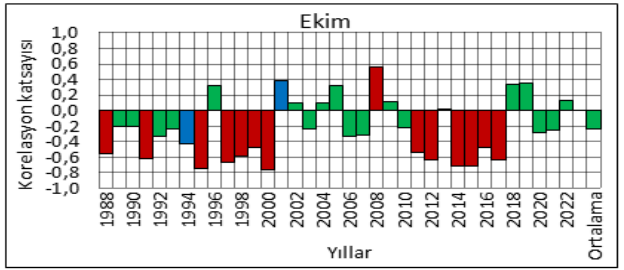
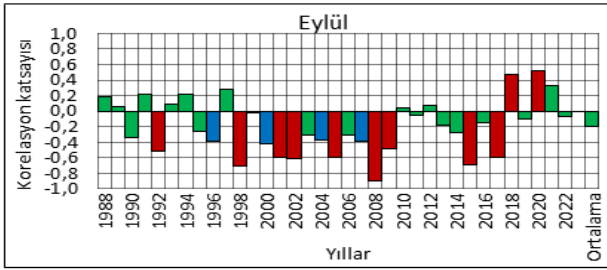
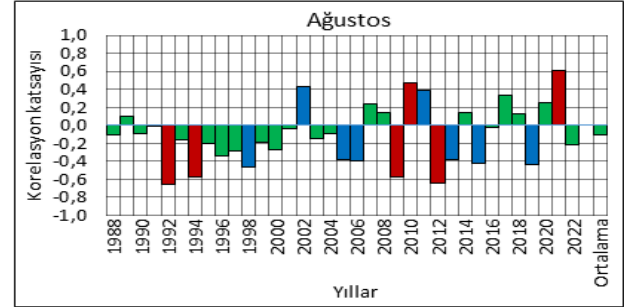
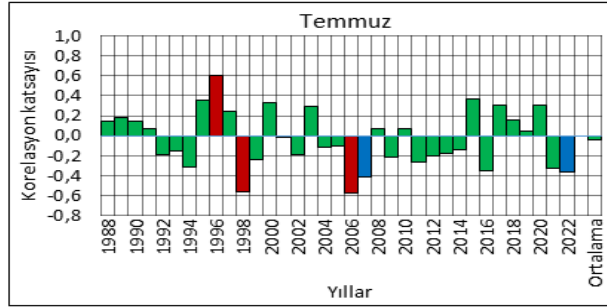
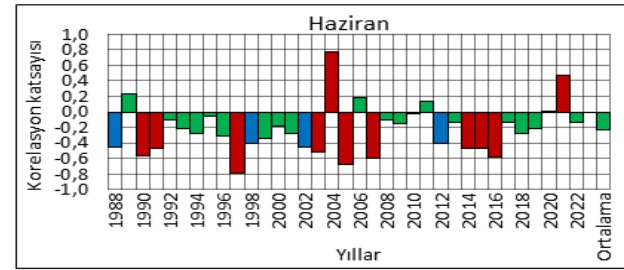
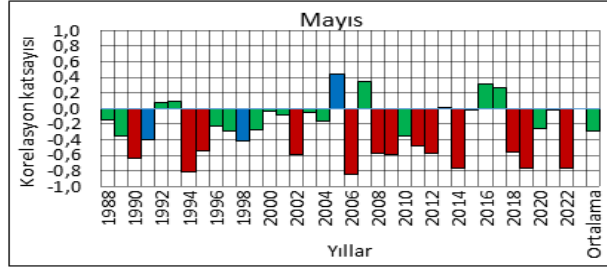
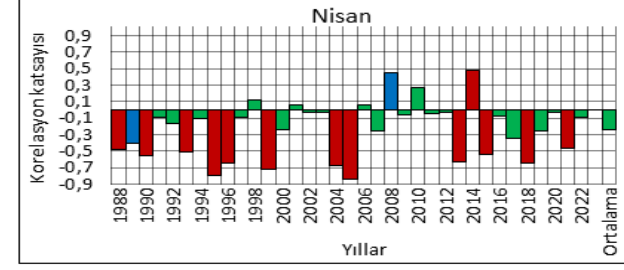
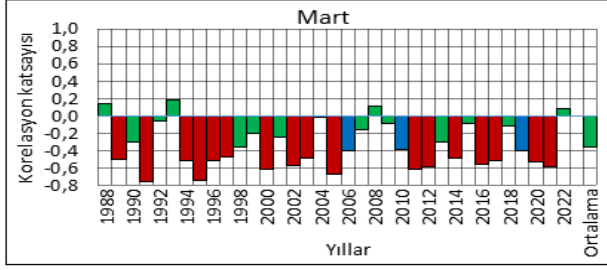
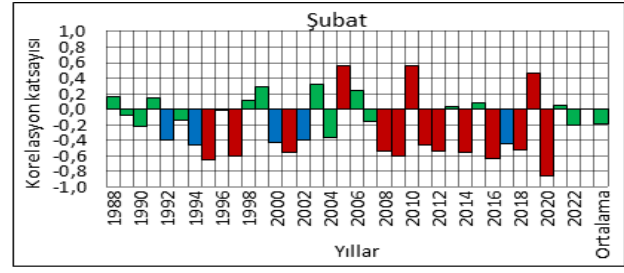
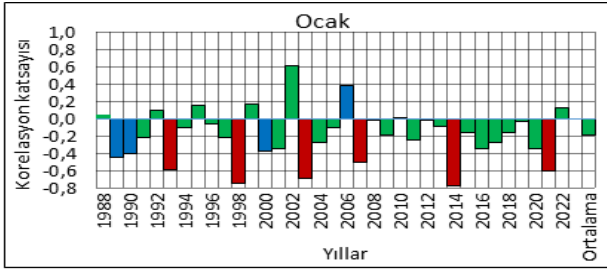
Ağustosta korelasyon katsayısı -0,11 olarak hesaplanmıştır. İlişki katsayıları 35 yılda 6 yıl %99, 8 yıl %95 güven aralığında olmak üzere 14 yıl için anlamlıdır. Akım-sıcaklık ilişkisi 11 yılda pozitif, 24 yılda ise negatiftir. Korelasyonların en belirgin olduğu yıllar pozitif ve negatif olarak sırayla 0,61 ile 2021 ve -0,65 ile 1992 senesindedir (Şekil 6). Regresyon analizi sonuçlarına göre günlük ortalama sıcaklıklardaki değişim, akımda 2021 yılı ağustos ayında gözlenen artışın %37'sini, 1992 yılında gözlenen azalmanın ise %43'ünü açıklamaktadır.

İncelenen dönemde eylül ayı ortalama korelasyon katsayısı -0,19 olarak hesaplanmıştır. Ulaşılan değerler 35 yılın 14'ünde anlamlıdır. 14 yılın 11'i %99; 4'ü ise %95 güven düzeyi içindir. Günlük ortalama akımlarla sıcaklık ilişkisi 11 yılda pozitif, 24 yılda ise negatif doğrultuludur. Pozitif ve negatif yönde en kuvvetli ilişki katsayıları sırayla 0,51 ile 2020 ve -0,90 ile 2008 senesindedir (Şekil 6). Regresyon analizi sonuçlarına göre günlük ortalama sıcaklıklardaki değişim, akımda 2020 yılı eylül ayında gözlenen artışın %27'sini, 2008 yılında gözlenen azalmanın ise %80'ini açıklar.

Ekim ayı için ortalama korelasyon katsayısı -0,24'tür. Sonuçlar 16 yılda anlamlıdır. Bunların 14'ü %99; 2'si ise %95 güven aralığındadır. Sıcaklık-akım ilişkisi 11 yılda pozitif, 24 yılda negatiftir. En güçlü ilişkiler sırasıyla 0,56 ile 2008 ve -0,76 ile 2000 yıllarına aittir (Şekil 6). Regresyon analizi sonuçlarına göre günlük ortalama sıcaklıklardaki değişim, akımda 2008 yılı ekim ayında gözlenen artışın %32'sini, 2000 yılında gözlenen azalmanın ise %59'unu açıklar.

Kasımda ilişki katsayısı -0,23 olarak bulunmuştur. Korelasyon 35 yılda 9 yıl %99, 9 yıl %95 güven aralığında olmak üzere 18 yıl için anlamlıdır. İlişki 11 yılda pozitif, 24 yılda negatif doğrultuludur. Çift yönlü incelendiğinde en güçlü korelasyon katsayıları sırayla 0,41 ile 2016 ve -0,74 ile 2018 senesindedir (Şekil 6). Regresyon analizi sonuçlarına göre günlük ortalama sıcaklıklardaki değişim, akımda 2016 yılı kasım ayında gözlenen artışın %17'sini, 2018 yılında gözlenen azalmanın ise %55'ini açıklar.

Analiz sonuçlarına göre aralık ortalama korelasyon değeri -0,18'dir. İlişki katsayıları 35 yılın 10 yıl %99, 4 yıl %95 güven aralığında olmak üzere 14 yılında anlamlıdır. Akım-sıcaklık ilişkisi 12 yılda pozitif, 23 yılda negatif yönlüdür. En dikkat çeken korelasyon değerleri pozitif olarak 0,51 ile 2015'te ve negatif olarak -0,76 ile 2002'dedir (Şekil 6). Regresyon analizi sonuçlarına göre günlük ortalama sıcaklıklardaki değişim, akımda 2015 yılı aralık ayında gözlenen artışın %26'sını, 2002 yılında gözlenen azalmanın ise %59'unu açıklar.



Şekil 6. Kirişhane (Meriç Nehri) akım gözlem istasyonunun günlük ortalama akımlarıyla Edirne meteoroloji istasyonunun günlük ortalama sıcaklıkları arasındaki korelasyonların her ay için yıllara göre değişimi

Tartışma ve Sonuç

Çalışmada 1988-2022 döneminde Meriç Nehri üzerinde kurulu Kirişhane akım gözlem istasyonunun günlük akım verileri ile Edirne Meteoroloji istasyonunun günlük ortalama sıcaklık ve günlük toplam yağış verileri arasındaki istatistik ilişkiler belirlenmiştir. Sonuçlara göre, sıcaklık-akım ilişkileri yağış-akım ilişkilerinden daha güçlüdür. Sıcaklık-akım ilişkilerinde en güçlü korelasyon mart ayında, en zayıf korelasyon ise temmuz ayındadır. İlişki katsayıları tüm aylarda negatiftir. İrdem (2023), Yenice Çayı'nda sıcaklık akım ilişkilerinin ocak-mart döneminde ve aralık ayında pozitif yönlü olduğunu, diğer aylarda ise negatif yönlü olduğunu ortaya koymuştur.

Meriç Nehri'nde günlük ortalama akım değerleri ile günlük ortalama sıcaklıklar arasındaki negatif korelasyonlar ilkbahar ve sonbahar aylarında genel olarak daha belirgindir. Bu sonuca benzer bulgulara İrdem (2023) tarafından Yenice Çayı için ulaşılmıştır.

Edirne meteoroloji istasyonunda yılın en yağışlı aylarının kasım aralık ve ocak ayları olmasına rağmen akımın maksimum seviyeye biraz daha gecikmeli olarak (şubat-mart-nisan aylarında) mevsimde çıkması kar yağışlarıyla ilgilidir. Bu bağlamda kış mevsiminde sıcaklık-akım korelasyonunun pozitif olması, yani sıcaklıklar arttıkça akım değerlerinin de artması kar şeklindeki yağışların yerini yağmura bırakması ve böylece akımın artmasıyla bağlantılıdır. Benzer sonuçları Er (2020), Sakarya Nehri için ifade etmiştir. Söz konusu çalışmaya göre bazı istasyonlarda kış mevsiminde yağışlar artsa da akımda aynı ölçüde artış olmamasının sebep olarak yağışların kar şeklinde düşmesi gösterilmiştir.

Yağış-akım ilişkileri Meriç Nehri'nde uzun yıllar ortalamasına göre tüm aylarda pozitif değerler göstermektedir. Benzer olarak Coşkun & İrdem (2022) Büyük Melen Çayı'nda, İrdem (2023) ise Yenice Çayı'nda akım-yağış ilişkilerinin tüm aylar için uzun yıllar ortalamasına göre pozitif yönde olduğunu tespit etmiştir.

Meriç Nehri'nde yağış akım korelasyonu su yılı açısından (Ekim-Eylül arası) ikiye bölerek değerlendirildiğinde su yılının ilk yarısındaki korelasyonların ikinci yarısına göre biraz daha yüksek olduğu görülür. Aynı paralelde bir sonucu Usta (2011), Doğu Karadeniz için tespit etmiştir.

Meriç Nehri'nde günlük değerler açısından yağış-akım ilişkilerinin en zayıf olduğu ay Mayıs, en güçlü olduğu ay ise Aralıktır. Aynı şekilde Coşkun & İrdem (2022) tarafından Melen Çayı için akım-yağış ilişkileri Aralıkta en güçlü, Mayıs'ta en zayıf olarak bulunmuştur. Diğer taraftan İrdem (2023)'e göre Yenice Çayı'nda en güçlü ilişkiler Eylülde en zayıf ilişkiler Şubat ayındadır. Ayrıca yıllık ortalama korelasyonlar Meriç'te, Yenice ve Melen Çaylarından daha düşüktür.

Meriç Nehri'nde sıcaklık ve yağışlarla akım arasındaki korelasyonu bozacak başka etkenler de bulunmaktadır. Bunun en tipik örneği havzanın özellikle Bulgaristan sınırları içerisinde inşa edilmiş olan barajlardır. Kaldı ki havzanın büyük bir kısmı Bulgaristan sınırları dahilindedir. Hatta bu barajların kapaklarının belli dönemlerde açılması Edirne'de taşkınlar neden olabilmektedir. Barajların yağış-akış ilişkisine etkisini Yüce & Ercan (2015) Kızılırmak Nehri Havzası için, Palta vd. (2019) Göksu Nehri için vurgulamışlar, baraj ve bentlerin doğal akış koşullarını değiştirdiğini belirtmişlerdir. Diğer taraftan Türkeş & Acar Deniz (2011) de Güney Marmara'da akarsu akımlarının, kış mevsiminde 1990'lardan bu yana belirgin bir azalma trendi gösterdiğini, buna karşın içme ve sulama amacıyla akarsulardan hızla artan bir şekilde ve yoğun olarak faydalanılmasının, bilhassa yaz mevsiminde akarsu akımlarındaki doğal değişim ve eğilimlerin ortaya konulması açısından bir sorun oluşturduğuna değinmiştir.

Erişmiş (2023), küresel iklim değişikliği sonucunda sıcaklık artışları ve yağış azalmalarıyla birlikte Meriç Nehri Havzası'nda bir kuraklaşma eğilimi olduğunu, su kaynaklarına ilişkin talebin büyümesinin su stresine

yol açacağını, bu durumun ise havzadaki yeraltı ve yer üstü su kaynaklarına yönelik taleplerin artmasıyla birlikte tarımsal sulama, içme suyu ve enerji üretimi gibi önemli konularda zorluklar yaşanmasına sebep olabileceğini vurgulamıştır.

Sonuç olarak Meriç Nehri gibi su kaynaklarınına yönelik talebin giderek arttığı, aynı zamanda sık sık taşkınların yaşandığı akarsu havzaları için günlük hatta mümkünse saatlik veriler üzerinden yapılacak analizler gerek taşkınların ve etkilerinin öngörülmesi gerekse akım değerleri üzerinde iklim faktörünün gelecekte etkilerinin nasıl olabileceğinin belirlenmesi açısından yararlı olacaktır.

Katkı Belirtme

Meriç Havzası'nı gösteren haritanın hazırlanmasındaki katkısı için İmren ALKAN'a teşekkürü bir borç bilirim. Sıcaklık ve yağış verileri için Meteoroloji Genel Müdürlüğü'ne, akım verileri için Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü'ne teşekkürlerimi sunarım.

Kaynakça

- Akkaya, U. (2016). *Meriç ve Tunca nehirlerinin Edirne şehir merkezi kısmında 2 boyutlu taşkın modellenmesi* [Doktora tezi]. Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Sakarya.
- Bahadır, M. (2011). Kızılırmak Nehri akım değişimlerinin istatistiksel analizi. *Journal of Turkish Studies*, 6(3), 1339-1356. <https://doi.org/10.7827/TurkishStudies.2120>
- Benli, H., Bacanlı, M., Gündoğdu, Ş. T., Yaman, M. M., Esin, M., Gökçe, O., Karacameydan, N., Kadirioglu, F. T., Kuterdem, N. K., Zorbozan, S., Sevim, E., & İlgen, H. G. (2018). *Türkiye’de afet yönetimi ve doğa kaynaklı afet istatistikleri*. AFAD Yayını.
- Coşkun, M., & İrdem, C. (2022). Büyük Melen Çayı’nda (Düzce) günlük yağışlarla akım ilişkisinin analizi. *Doğal Afetler ve Çevre Dergisi*, 8(2), 196-206. <https://doi.org/10.21324/dacd.1000469>
- Çelik, A. (2010). *Gediz Havzasında yağış ve sıcaklık trendleri ile akarsu akımları arasındaki ilişkilerin incelenmesi* [Yüksek lisans tezi]. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Kahramanmaraş.
- Er, R. (2020). *Küresel iklim değişikliğine bağlı olarak Sakarya Nehri rejim özelliklerindeki değişimler* [Yüksek lisans tezi]. Sakarya Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Sakarya.
- Ercan, B., & Yüce, M. İ. (2017). Trend analysis of hydro-meteorological variables of Kızılırmak Basin. *Neuşehir Journal of Science and Technology*, 6(Özel Sayı), 333-340.
- Erişmiş, M. (2023). Standartlaştırılmış yağış buharlaşma indeksine göre Meriç Nehri Havzasında uzun dönem kuraklık analizi. *International Journal of Geography and Geography Education (IGGE)*, 50, 313-328. <http://dx.doi.org/10.32003/igge.1297107>
- Erkal, T., & Topgül, İ. (2015, Ekim 23-24). *Meriç Nehri’nin son 15 yıllık taşkınları ve korunma projeleri*. TÜCAUM VIII. Coğrafya Sempozyumu, Ankara.
- Erkal, T., & Topgül, İ. (2020). Aşağı Meriç Nehri akımlarının mevsimsel ve yıllık değişiminin taşkınlar üzerine etkisi. *Türk Coğrafya Dergisi*, 74, 33-38. <https://doi.org/10.17211/tcd.645865>
- Eroğlu, İ. (2021). Meriç Nehri Havzasında sıcaklık ve yağış değerlerinin dönemsel trend analizi. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, (23), 750-760.
- Gümüş, V., Kavşut, M. E., & Yenigün, K. (2011). Yağış akış ilişkisinin modellenmesinde YSA kullanımının değerlendirilmesi: Orta Fırat Havzası uygulaması. *E-Journal of New World Sciences Academy*, 6(1), 389-497.
- İrdem, C. (2023). Yenice Çayı’nda (Karabük) günlük ortalama sıcaklık ve günlük toplam yağışların akım üzerindeki etkileri. *Uluslararası Batı Karadeniz Sosyal ve Beşerî Bilimler Dergisi*, 7(2), 207-227. <https://doi.org/10.46452/baksoder.1284272>
- Kale, M. M., & Duman, N. (2024). Bendimahı Çayı (Van Gölü Kapalı Havzası) hidrolojik kuraklık analizi. *Fırat University Journal of Social Sciences*, 34(2), 499-516. <https://doi.org/10.18069/firatsbed.1458082>
- Kurter, A. (1976). Meriç Nehri’nin akım özellikleri. *Güney-Doğu Avrupa Araştırmaları Dergisi*, 4(5), 285-294.
- Malkaralı, S., Korkmaz, S. M., & Sezen, N. (2008, Haziran 19-20). *Meriç Nehri taşkını ve taşkınlar ile ilgili geliştirilen uluslararası projeler*. Taşkın Konferansı, Edirne.
- Özfidaner, M. (2007). *Türkiye yağış verilerinin trend analizi ve nehir akımları üzerine etkisi* [Yüksek lisans tezi]. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı, Adana.
- Öztuna, D., Elhan, A. H., & Kurşun, N. (2008). Sağlık araştırmalarında kullanılan ilişki katsayıları. *Türkiye Klinikleri Journal of Medical Sciences*, 28, 160-165.

- Palta, Ş., Yurtseven, İ., & Aksay, H. (2019). Göksu Nehri Havzası'nın yağış-akış ilişkileri. *Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, 21(3), 860-872. <https://doi.org/10.24011/barofd.560701>
- Soydan, N. G., Gümüş, V., Şimşek, O., Gerger, R., & Ağun, B. (2016). Seyhan Havzası aylık ortalama akım ve yağış verilerinin trend analizi. *Dicle Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Dergisi*, 7(2), 319-327.
- Sütgibi, S. (2015). Büyük Menderes Havzası'nın sıcaklık, yağış ve akım değerlerindeki değişimler ve eğilimler. *Marmara Coğrafya Dergisi*, 31, 398-414. <https://doi.org/10.14781/mcd.36029>
- Şahin, M. (2007). *Karadeniz Bölgesi'ndeki yağış-akış ilişkisinin farklı yapay sinir ağları metotlarıyla belirlenmesi* [Yüksek lisans tezi]. İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Tağıl, Ş., & Danacıoğlu, Ş. (2012, Mayıs 24-26). *Zeytinli Çayı Havzası'nda yağış-akım ilişkisi ve trendi*. 3. Kaz Dağları Sempozyumu, Balıkesir.
- Tekkanat, İ. S. (2015). *Porsuk Çayı Havzası'nda yağış şiddeti ile akarsu akımları arasındaki ilişki ve eğimlerin analizi* [Yüksek lisans tezi]. Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Çanakkale.
- Tekkanat, İ. S., & Sarış, F. (2015). Porsuk Çayı Havzası'nda akarsu akımlarında gözlenen uzun dönemli eğilimler. *Türk Coğrafya Dergisi*, 64, 69-83.
- Toka, O., Çetin, M., & Aktaş Altunay, S. (2011). Basit doğrusal regresyonda sağlam ve Theil kestiricilerinin karşılaştırılması. *İstatistik Araştırma Dergisi*, 8(3), 45-53.
- Turoğlu, H., & Uludağ, M. (2013). Possible hydrographic effects of climate change on lower part of transboundary Meriç River Basin (Turkey). *Trakya University Journal of Natural Sciences*, 14(2), 77-85.
- Türkmenoğlu, Y. (2012). *Meriç Nehri'nin Kapıkule-Enez arasındaki yatak değişimlerinin taşkınlar ile ilişkisi* [Yüksek lisans tezi]. İstanbul Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Coğrafya Anabilim Dalı, İstanbul.
- Türkeş, M., & Acar Deniz, Z. (2011). Climatology of South Marmara Division (North West Anatolia) and observed variations and trends. *Journal of Human Sciences*, 8(1), 1579-1600.
- Yüce, M. İ., & Ercan, B. (2015, Kasım 19-21). *Kızılırmak Havzası yağış-akış ilişkisinin belirlenmesi*. 4. Su Yapıları Sempozyumu, Antalya

İnternet Kaynakları

URL1: <https://www.mgm.gov.tr/veridegerlendirme/il-ve-ilceler-istatistik.aspx?m=EDIRNE>