

# Büyük Melen Çayı'nda (Düzce) Günlük Yağışlarla Akım İlişkisinin Analizi

Mücahit Coşkun<sup>1</sup>, Cemil İrdem<sup>1,\*</sup>

<sup>1</sup>Karabük Üniversitesi, Edebiyat Fakültesi, Coğrafya Bölümü, 78050, Karabük.

## Özet

Bu çalışmada Büyük Melen Çayı (Düzce) günlük akım değerleri ile günlük toplam yağışlar ve günlük yağış şiddeti arasındaki ilişkilerin analiz edilmesi amaçlanmıştır. Gerek İstanbul'un içme suyu ihtiyacını karşılamadaki önemi gerekse 2019 yılında olduğu gibi sel/taşkın felaketi oluşturma potansiyeli değerlendirildiğinde, Büyük Melen Çayı'nın akım değerlerindeki günlük değişimlerin analiz edilmesi yararlı görülmüştür. Çalışmada veri seti olarak Akçakoca günlük yağış verileri ve Uğurluköy akım gözlem istasyonu günlük akım verileri kullanılmıştır. Akım verilerindeki eksikler Beyler akım gözlem istasyonu verileri kullanılarak regresyon analizi ile tamamlanmıştır. Çalışmada yöntem olarak öncelikle günlük toplam yağışlarla günlük akım verileri arasındaki ilişkiler Pearson korelasyon analiziyle hesaplanmıştır. Daha sonra günlük toplam yağışlar hafif, normal, orta şiddette, şiddetli ve çok şiddetli yağış şeklinde sınıflandırılmış, her bir yağış şiddeti basamağı için günlük akım değerlerinin bir önceki günden sapma değerleri yüzde olarak belirlenmiştir. Dönem ortalaması için tüm aylarda günlük toplam yağışlarla akım değerleri arasında pozitif korelasyon söz konusudur. Korelasyon katsayıları 0,44 ile ocak, ekim ve aralıkta en yüksek iken en düşük korelasyon katsayısı 0,15 ile mayıstadır. Yağış şiddeti basamaklarına göre günlük toplam yağışların akım üzerinde hafif yağışlar için %5,8, normal yağışlar için %35,2, orta şiddette yağışlar için %66,8, şiddetli yağışlar için %168,1, çok şiddetli yağışların için ise %52,5 oranında pozitif etkisi görülmüştür.

## Anahtar Sözcükler

Büyük Melen Çayı, Yağış Şiddeti, Akım

## Analysis of Daily Precipitation and Flow Relationship in Büyük Melen Stream (Düzce)

### Abstract

This study, it is aimed to analyze the relations between the daily streamflow of Büyük Melen Stream (Düzce) and daily total precipitation and daily precipitation intensity. Considering the importance of Istanbul in meeting the drinking water needs and the potential to create a flood disaster as in 2019, it was found useful to analyze the daily changes in the flow values of the Büyük Melen Stream. Akçakoca daily precipitation data and Uğurluköy streamflow gauge station daily streamflow data were used as data set in the study. The deficiencies in the streamflow data were completed by regression analysis using Beyler streamflow gauge station data. As a method in the study, firstly, the relationships between daily total precipitation and daily flow data were calculated by Pearson correlation analysis. Then, the total daily precipitation was classified as light, normal, moderate, heavy, and very heavy precipitation. Deviation of daily flow values from the previous day for each precipitation intensity class was determined as a percentage. There is a positive correlation between daily total precipitation and flow values in all months for the period average. While the correlation coefficients are highest in January, October, and December with 0.44, the lowest correlation coefficient is in May with 0.15. According to the precipitation intensity classes, the positive effect of the daily total precipitation on the flow was determined as 5.8% for light precipitation, 35.2% for normal precipitation, 66.8% for moderate precipitation, 168.1% for heavy precipitation, and 52.5% for very heavy rains.

## Keywords

Büyük Melen Stream, Precipitation Intensity, Streamflow

## 1. Giriş

Su temini, taşkın kontrolü, sulama, drenaj, enerji üretimi, su kalitesi, rekreasyon, balıkçılık, doğal yaşam vb. için doğru bir planlama adına yağış-akış ilişkisinin ortaya koyulması önemlidir (Parmar vd. 2016). Bir havzadaki yağış ve akış ilişkisi havzanın hidrolojik durumunu ve iklim değişikliğine karşı davranışını saptamada etkili olabilmektedir (Arnell 1999; Palta vd. 2019).

Akım üzerinde jeolojik yapı, jeomorfolojik özellikler, toprak tipi, arazi kullanımı vb. faktörlerin ayrı ayrı etkileri olduğu bilirse de günlük yağış şiddetinin etkisi de göz ardı edilmemelidir. Diğer taraftan bir havzaya düşen yağışın bazı durumlarda gecikmeli olarak akıma katılabileceği de bilinmektedir. Örneğin kar şeklinde yağışların akıma katılması gecikmeli olarak gerçekleşmektedir.

Yine yer atı suyuna katılan yağışın da akımı desteklemesi gecikmeli olarak kendini göstermektedir. Bu gecikmeleri daha iyi görebilmek açısından günlük toplam yağışlar ve yağış şiddeti basamakları ile akım ilişkilerinin ortaya koyulması önemlidir.

Sel/taşkın olaylarıyla yağış şiddeti arasında yakın ilişki bulunmaktadır. Türkiye'de 1975-2015 yılları arasında 1209 taşkın olayı yaşanmış, bu taşkınlarda 720 kişi yaşamını yitirirken 893933 hektarlık alan su altında kalmıştır (URL-1 2021). Sel ve taşkın kavramları bazen birbirinin yerine kullanılabilen ve anlam karmaşasına neden olabilmektedir. Taşkın, bir akarsuyun çeşitli sebeplerle yatağından taşması veya şehir kanalizasyon şebekelerinden kaynaklananlar hariç olmak üzere normal şartlar altında kuru olan bir alanın geçici olarak sularla kaplanmasıdır (URL-2 2016). Sel ise genellikle şiddetli yağışlardan sonra yan derelerden aniden gelen ve fazla miktarda katı materyal içeren büyük su kütlesidir (Görçelioğlu 2003).

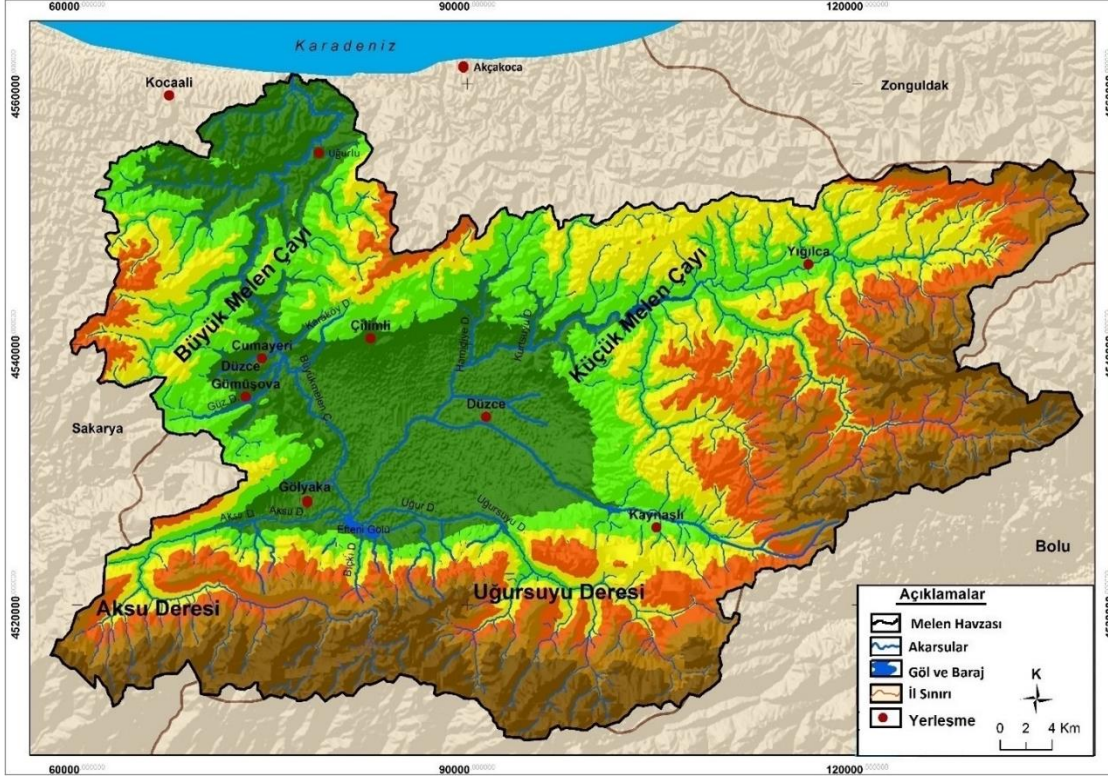
Türkiye'de yağış-akım ilişkilerini farklı havzalarda farklı yöntemlerle ele alan çalışmalar bulunmaktadır. Alp ve Cıgızoğlu (2004), Farklı yapay sinir ağı metotları ile yağış-akış ilişkisinin modellenmesine yönelik çalışmalarında su kaynakları uygulamalarında sıkça kullanılan İleri Beslemeli Geri Yayınım Sinir Metodu (İBGY) ile son zamanlarda uygulanmaya başlanan genelleştirilmiş regresyon sinir ağı (GRSA) yöntemi bu problem için uygulanmış ve elde edilen sonuçlar seçilen performans kriterleri açısından karşılaştırılmıştır. Özfidaner (2007), Türkiye'de bulunan yağış gözlem istasyonlarına ait aylık ve yıllık toplam yağış verilerinin istatistiksel anlamda eğilimlerini Türkiye'nin 7 coğrafi bölgesi için incelemiştir. Gümüş vd. (2011), Orta Fırat Havzasında bulunan 2157 numaralı akım gözlem istasyonuna ait aylık ortalama akım verileri ile 17204 numaralı yağış gözlem istasyonuna ait aylık toplam yağış verileri arasındaki ilişkiyi yapay sinir ağları metotlarından İleri Beslemeli Geri Yayınım Sinir Ağı (İBGYSA), Genelleştirilmiş Regresyon Yapay Sinir Ağı (GRYSA) ve Radyal Tabanlı Yapay Sinir Ağı (RTYSA) ile araştırmış ve ardından elde ettikleri sonuçları daha klasik bir yöntem olan Çoklu Doğrusal Regresyon (ÇDR) yöntemi ile karşılaştırılmıştır. Akım ve yağış verilerinin girdi olarak kullanıldığı çalışmada yeni akım değerleri tahmin edilmiştir. Usta (2011), Doğu Karadeniz için akım verilerini kullanarak yağışı tahmin etmek istemiştir. Bu amaçla, öncelikle akım istasyonlarına ait debi süreklilik eğrileri çizilmiş, ortalama, %50 ve %95 olasılığına ait aylık akım değerleri çıkartılmış ve akım haritaları üretilmiştir. Yağış gözlem istasyonları, akım gözlem istasyonları gibi düşünülerek çıkartılan yağış gözlem havzalarına ait %50, %95 olasılıklı ve ortalama akım değerleri önceden üretilmiş olan akım haritalarından belirlenmiştir. Belirlenen akım değerleri ile bu yağış gözlem istasyonlarında ölçülmüş yağış verileri arasındaki ilişkiler incelenmiştir. Tağil ve Danacıoğlu (2012), Zeytinli Çayı Havzası'nda yağış-akım ilişkisini inceledikleri çalışmalarında, havzaların yağış toplamları ile akımlarının istatistiksel özelliklerinin, sel ve kuraklık üreten süreçler ve olasılıkları hakkında bilgi vermesi açısından önemli olduğunu vurguladıkları çalışmalarında, Zeytinli Çayı'na ait 1979-2008 yıllarına ait akım değerleri ve aynı dönemi kapsayan aylık ve yıllık yağış verilerini analiz etmişlerdir. Tağil ve Alevkayalı (2014), Isparta ilindeki Eğirdir Gölü'ne dökülen Pupa Hoyran ve Gelendost derelerindeki akım trendini ortaya koyarak; trend üzerinde aylık ve yıllık toplam yağışların etkisini belirlemek istemişlerdir. Yüce ve Ercan (2015); Kızılırmak Havzası'nda yağış-akış ilişkisinin belirlenmesi için yaptıkları çalışmalarında Sayısal Yükseklik Modeli (SYM) ve ArcGIS'in hidrolojik bir araç seti olan ArcHydro kullanılarak Kızılırmak Nehri Havza sınırlarını belirlemiştir. Mevcut akım gözlem istasyonları (AGİ) havza çıkış noktaları kabul edilerek alt havza sınırları oluşturulmuştur. Havza ve yakınında yer alan yağış istasyonlarının her biri bir Thiessen çokgeninin içinde kalacak şekilde etki alanları tespit edilmiştir. Her bir alt havzanın hesaplanan yağış-akış katsayısına bağlı olarak Kızılırmak Havzası'nın akış katsayısı bulunmuştur. Supriya vd. (2015) taşkınların tahminin etkilerini azaltmak açısından büyük önem taşıdığı ifade etmişlerdir. Bu amaçla çalışmalarında, Hindistan'ın Tamil Nadu eyaletinde bir nehir olan Vellar nehir havzasının ilgili havzalarının taşkın olayları için ağırlıklı maksimum yağış ve maksimum akış akışı arasında regresyon analizi yapmışlardır. Palta vd. (2019), Göksu Nehri Havzasının yağış-akış ilişkilerini inceledikleri çalışmalarında akış değerlerini, havzanın ortasına yakın bir noktada seçilen bir akım gözlem istasyonu ile havzanın çıkış noktasına yakın bir noktada seçilen bir akım gözlem istasyonunun 2005 yılından 2014 yılına kadar olana günlük debi değerlerini kullanmışlardır. Öncelikle akım gözlem istasyonlarının su toplama alanları da dikkate alınarak debi değerleri su verimi değerlerine dönüştürülmüştür. Böylelikle mm cinsinden su verimi değerleri, mm biriminde ifade edilen yağış değerleri ile aynı birim cinsinden karşılaştırılmıştır. Analizde günlük su verimleri aylar ve mevsimler bazında değerlendirilmiştir. Diğer bir deyişle her ay ve mevsime ait uzun dönemli akış ve yağış verilerinin trend analizi gerçekleştirilmiştir.

Bu çalışmada 1996-2015 döneminde Büyük Melen Çayı (Düzce) günlük akım değerleri ile günlük toplam yağışlar arasındaki ilişkilerin istatistik analizi amaçlanmıştır. Yapılan literatür taramasına göre Türkiye'de günlük yağış şiddeti ile akım arasındaki ilişkilerin ortaya koyulduğu bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bu bağlamda yapılan bu çalışmanın literatüre katkı sunması beklenmektedir.

Büyük Melen Çayı'nın sularının Büyük Melen Projesi ile İstanbul'un içme suyu ihtiyacının önemli ölçüde karşılanması beklenmektedir ve proje kapsamında 2012 yılından itibaren İstanbul'a su transferi başlamıştır. Diğer taraftan Büyük Melen Çayı'na zaman zaman şiddetli yağışlara bağlı olarak yatağının taşıyabileceğinden fazla su girişi olabilmekte ve bunun sonucunda da sel/taşkın felaketleri yaşanabilmektedir. Bunun yakın tarihte görülen en acı örneği 17-18 Temmuz 2019 tarihinde meydana gelen sel/taşkın felakettir. Bu olayda 7 kişi hayatını kaybetmiş, yanı sıra önemli ekonomik zararlar da meydana gelmiştir. Gerek içme suyu potansiyeli gerekse sel/taşkın felaketi oluşturma potansiyeli değerlendirildiğinde Büyük Melen Çayı'nın akım değerlerindeki günlük değişimlerin analiz edilmesi yararlı görülmüştür.

## 2. Veri ve Yöntem

Çalışmanın alan kapsamını Şekil 1’de sınırları gösterilen Büyük Melen Çayı havzası oluşturmaktadır. Şekil 1’de görüldüğü gibi, Batı Karadeniz Havzası’nın alt havzalarından olan Melen Çayı, Efteni Gölü’nden sonra Büyük Melen Çayı olarak Düzce iline bağlı Akçakoca ilçesinin Melenagzı köyü ile Sakarya iline bağlı Kocaali ilçesinin Caferiye köyü sınırından sularını Karadeniz’e boşaltmaktadır.



Şekil 1: Melen Çayı Havza'sının fiziki haritası

Çalışmada Büyük Melen Çayı üzerinde yer alan Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü akım gözlem istasyonlarından Uğurlu istasyonunun 1996-2015 dönemini içeren ve su yılı esas alınarak yayınlanan akım verileri kullanılmıştır. Bu istasyonun 1996 yılı ekim ayı ve sonrası için akım verisi olduğu için analiz dönemi 1996 yılı ekim ayından başlatılmıştır. 2015 yılı ekim ayına kadarki dönemin akım verileri Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü tarafından internet erişimine açıldığından (DSİ 2021) ve günlük yağış-akım ilişkileri analizleri için 19 yıllık dönemin yeterli bir periyot olduğu değerlendirildiğinden, inceleme dönemi olarak 1996-2015 dönemi uygun bulunmuştur.

Uğurlu istasyonu günlük akım verilerinde 1997 yılı ekim-aralık dönemi, 1998 yılı ocak-eylül dönemi, 2000 yılı ekim-aralık dönemi ve 2001 yılı ocak-eylül döneminde eksiklikler tespit edilmiştir.

Hidrolojideki eksik veriler, özellikle hidrolojik modelleme ve su kaynakları yönetimine yönelik proje çalışmalarında önemli sorunlara yol açmaktadır. Eksik verilerin tamamlanması için çeşitli metotlar kullanılmaktadır. Bu metotların başında, interpolasyon, regresyon analizi, zaman serisi analizi, yapay sinir ağları ve hidrolojik modeller gibi çeşitli metotlar kullanılmaktadır (Bakış ve Göncü 2015).

Bu çalışmada Uğurlu istasyonu günlük akım verilerindeki eksikliklerin tamamlanmasında, konum olarak bu istasyona oldukça yakın olan ve Elektrik İşleri Etüt İdaresi Genel Müdürlüğü tarafından ölçüm yapılan Beyler akım gözlem istasyonunun verilerinden yararlanılmıştır. Eksik verilerin tamamlanmasında regresyon analizi yöntemi kullanılmıştır.

İki veya daha fazla sayıda rastgele değişkenin aynı gözlem sırasında aldıkları değerler arasındaki bağıntıların belirlenmesi hidrolojik olayların analizinde oldukça önemli rol oynamaktadır. Söz konusu değişkenler arasında anlamlı bir bağıntının varlığı saptanır ve bu bağıntının biçimi belirlenirse değişkenlerden birinin herhangi bir gözlem sırasındaki değerini diğer değişkenin bilindiği kabul edilen değerlerine göre tahmin etmek mümkün olabilir (Bayazit 1981; Tosunoğlu vd. 2017).

Bu amaçla kullanılan yöntemlerden literatürde yaygın olarak kullanılanlardan biri Regresyon analizidir. Regresyon analizi ile bir rastgele değişken ile bir veya birden fazla rastgele değişken arasındaki istatistiksel ilişkinin belirlenmesi amaçlanmaktadır. Söz konusu rastgele değişkenin varyansının olabildiğince büyük bir kısmını açıklayacak şekilde kurulan regresyon denklemi ile ilgili değişkenin bir olayda alacağı değerler, alınan değerleri bilinen rastgele değişkenlere bağlı olarak tahmin edilip, güven aralıkları belirlenecektir (Tosunoğlu vd. 2017).



Çalışmada akım kavramı bir noktadan birim zamanda geçen suyu ifade eden “debi” yerine kullanılmıştır ve m<sup>3</sup>/s olarak ele alınmıştır. Akım-yağış analizlerinde Meteoroloji Genel Müdürlüğü'ne ait Akçakoca meteoroloji istasyonunun günlük yağış verileri kullanılmıştır. Ayrıca grafikler yorumlanırken Meteoroloji Genel Müdürlüğü'ne ait Akçakoca meteoroloji istasyonunun aylık toplam yağış ve aylık ortalama sıcaklık verilerinden yararlanılmış, uzun yıllar ortalamaları ile dikkat çekici korelasyonların tespit edildiği yıllar arasında yapılan karşılaştırmalar bu istasyon baz alınarak yapılmıştır.

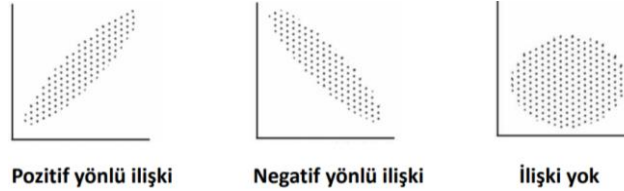
Analizlerde ilk olarak günlük toplam yağışlarla günlük akım verileri arasındaki istatistik ilişkileri belirlemek amacıyla özellikle sosyal bilimler alanında istatistik analizlerde yaygın olarak kullanılan SPSS (*Statistical Package for the Social Sciences*) 2021 paket programı kullanılarak Pearson korelasyon analizi yapılmıştır.

Pearson Korelasyon Katsayısı  $r$  ile gösterilir.  $X$  ve  $Y$  herhangi iki değişken,  $i = 1, 2, \dots, n$  olmak üzere  $(x_i, y_i)$  nokta ikilisi bu değişkenlere göre  $i$ .nci birimin ölçüm değeri olsun. Bu takdirde  $X$  ve  $Y$  arasındaki Pearson Korelasyon Katsayısı:

$$r = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{[\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2][\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2]}} \quad (1)$$

eşitliği ile bulunur. Pearson Korelasyon analizinde korelasyon katsayısı ( $r$ ) “-1 ile +1” arasında değer alır. “-1” değeri değişkenler arasında mükemmel bir negatif korelasyonun olduğunu, “+1” ise değişkenler arasında mükemmel bir pozitif korelasyonu olduğunu belirtir. “0” olması ise değişkenler arasında herhangi bir ilişkinin olmadığını ifade etmektedir. Korelasyon katsayısının pozitif olması durumu; değişkenlerden biri artarken diğerinin de arttığı, negatif olması durumu; değişkenlerden biri artarken diğerinin azaldığı anlamına gelmektedir (Sungur 2010).

Korelasyon analizinde ilişkilerin yorumu şöyledir (Yalçın 2020):



Şekil 3: Korelasyon analizinin yorumu

Değişkenler arasındaki ilişkisinin derecesi ise korelasyon katsayısının ( $r$ ) almış olduğu değer ile ifade edilmektedir. Buna göre;  $r = 0,10 - 0,29$  arasında değer alıyorsa “küçük”,  $0,30 - 0,49$  arasında değer alıyorsa “orta”,  $0,50 - 1,00$  arasında değer alıyorsa “büyük” şeklinde ifade edilir (Pallant 2017). Örneklemeden elde edilen korelasyon katsayısı olan  $r$ , kitle korelasyon katsayısı olan  $\rho$ ’ nun bir tahminidir ve bu tahmin örnekleme değişimine bağlıdır. Bu nedenle elde edilen katsayının anlamlılığı test edildikten sonra, eğer katsayı istatistiksel olarak anlamlı bulundu ise katsayının değeri yorumlanmaktadır (Suner Karaakülah 2021). Çalışmada elde edilen korelasyon katsayılarının  $0,95$  ve  $0,99$  güven düzeyinde anlamlılıkları tespit edilmiş, sonuçlardaki aylar arası farklılıklar değerlendirilmiştir.

Sonraki aşamada günlük toplam yağış verileri, Erlat (1997) ve Erlat (2000) tarafından ifade edilen şekliyle; Tablo 1’de gösterildiği gibi sınıflandırılmış, her bir yağış şiddeti basamağı için günlük akım değerlerinin bir önceki günden sapma değerleri yüzde olarak belirlenmiştir.

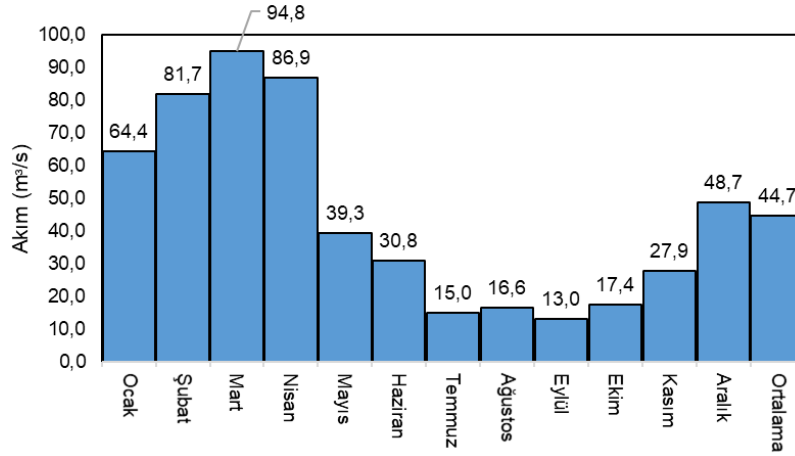
Tablo 1: Çalışmada kullanılan yağış şiddeti basamakları

Günlük yağış toplamı	Yağış şiddeti basamağı
Günlük toplam yağış $\leq 10.0$ mm	Hafif yağışlar
$10.0 < \text{günlük toplam yağış} \leq 25.0$ mm	Normal yağışlar
$25.0 < \text{günlük toplam yağış} \leq 50.0$ mm	Orta şiddette yağışlar
$50.0 < \text{günlük toplam yağış} \leq 100.0$ mm	Şiddetli yağışlar
Günlük toplam yağış $> 100.0$ mm	Çok şiddetli yağışlar

### 3. Bulgular

#### 3.1. Günlük Toplam Yağışlarla Akım Arasındaki İlişkiler

Şekil 2’de görüldüğü gibi, Büyük Melen Çayı’nda ortalama akım  $44,7 \text{ m}^3/\text{s}$ ’dir. En yüksek akım mart ayında, en düşük akımın ise eylülde. En yüksek akım değerlerine mart-nisan aylarında erişilmesi, akım üzerinde kar erimelerinin etkili olduğunu göstermektedir.



Şekil 2: Büyük Melen Çayı 1996-2015 dönemi akım grafiği

Şekil 4'te ve Tablo 2'de görüldüğü gibi, ocak ayı, ekim ve aralık aylarıyla birlikte günlük toplam yağışlarla akım arasındaki korelasyonun en yüksek olduğu aydır. 1996-2015 dönemi için elde edilen korelasyon katsayısı ocak aylarının ortalamasına göre 0,40'tır. Analiz edilen 19 yılın 7'sinde 0,99; 2'sinde de 0,95 güven düzeyinde olmak üzere 9 yıl için elde edilen korelasyon katsayıları istatistik açıdan anlamlıdır. En yüksek pozitif korelasyon 0,89 ile 1999 yılında, en güçlü negatif korelasyon ise -0,31 ile 2013 yılındadır. En düşük korelasyon katsayısı ise -0,08 ile 2001 yılına aittir. Negatif korelasyonun en belirgin olduğu 2013 yılında 7,2 °C olan ocak ortalama sıcaklığı, 5,3 °C olan uzun yıllar ortalamasının oldukça üzerindedir. Düşük sıcaklıklara bağlı olarak özellikle havzanın yüksek kesimlerinde kar şeklinde düşen yağışların doğrudan akışa geçememesi negatif korelasyonun sebeplerinden biri olabilir. Diğer taraftan 2013 yılı ocak ayında akım ortalaması uzun yıllar ortalamasına çok yakın iken (uzun yıllar ortalaması 64,4 m³/s iken 2013 yılında gerçekleşen 63,5 m³/s) gerçekleşen toplam yağış uzun yıllar ortalamasından oldukça fazladır (uzun yıllar ortalaması 120 mm iken 2013 yılında gerçekleşen 174 mm). 2013 yılında 18 gün yağışlı geçmiştir. Ancak o ayki toplam yağışın yarıdan fazlası 9-11 Ocak arası 3 günlük döneme sıkışmış, bu da akımla olan korelasyonun yapısını bozmuştur.

Şekil 4 ve Tablo 2 incelendiğinde, şubat ayında günlük toplam yağışlarla akım arasındaki korelasyon katsayısının 0,32 olduğu görülmektedir. Analiz edilen 19 yılın 5'inde 0,99; 2'sinde de 0,95 güven düzeyinde olmak üzere 7 yıl için elde edilen korelasyon katsayıları istatistik açıdan anlamlıdır. En yüksek pozitif korelasyon 0,84 ile 2009 yılında, en güçlü negatif korelasyon ise -0,40 ile 1997 yılındadır. En düşük korelasyon katsayısı ise 0,01 ile 2006 yılına aittir. 1997, 2004 ve 2015 yıllarında negatif korelasyon dikkati çekmektedir. Negatif korelasyonun en belirgin olduğu 1997 yılı şubatında ortalama sıcaklıklar düşük seyretmiştir. 3,9 °C olan 1997 yılı şubat ortalama sıcaklığı 5,5 °C olan uzun yıllar ortalamasının epeyce altındadır. Bu da muhtemelen yağış biçimini etkilemiş ve yağışın akıma geçmesinde gecikmelere neden olarak korelasyonu negatife döndürmüştür.

Şekil 4 ve Tablo 2, mart ayında günlük toplam yağışlarla akım arasındaki korelasyon katsayısının 0,33 olduğunu göstermektedir. Analiz edilen 19 yılın 3'ünde 0,99 düzeyi için elde edilen korelasyon katsayıları istatistik açıdan anlamlıdır. En yüksek pozitif korelasyon 0,77 ile 2014 yılında, en güçlü negatif korelasyon ise -0,19 ile 2011 yılındadır. En düşük korelasyon katsayısı ise -0,04 ile 2003 yılına aittir. Negatif korelasyonun en belirgin olduğu 2011 yılı martında ortalama sıcaklıklar düşük seyretmiştir. 4,6 °C olan 2011 yılı mart ortalama sıcaklığı 6,9 °C olan uzun yıllar ortalamasının oldukça altındadır. Diğer taraftan 2011 yılı mart ayı akım ortalaması uzun yıllar ortalamasına çok yakın olmasına karşın (uzun yıllar ortalaması 94,7 m³/s iken 2011 yılında gerçekleşen 90,5 m³/s), yağış toplamı uzun yıllar ortalamasının epeyce üzerindedir (uzun yıllar ortalaması 82,8 mm iken 2011 yılında gerçekleşen 139,4 mm). Bu da muhtemelen şubat ayı için 1997 yılında olduğu gibi düşük sıcaklıkların yağış biçimini etkilemesi ve yağışın akıma geçmesinde meydana gelen gecikmelere işaret etmektedir.

Şekil 4'te ve Tablo 2'de görüldüğü üzere, Nisan ayında günlük toplam yağışlarla akım arasındaki korelasyon katsayısı 0,30'dur. Analiz edilen 19 yılın 3'ünde 0,99; 2'sinde de 0,95 güven düzeyinde olmak üzere 5 yıl için elde edilen korelasyon katsayıları istatistik açıdan anlamlıdır. En yüksek pozitif korelasyon 0,83 ile 2001 yılında, en güçlü negatif korelasyon ise -0,97 ile 2006 yılındadır. En düşük korelasyon katsayısı ise 0,09 ile 2010 yılına aittir. Korelasyonun 0,99 güven düzeyinde negatif yönde anlamlı olduğu 2006 yılında yağışın son derece düşük gerçekleşmiş olması (uzun yıllar ortalaması 59,7 mm iken 2006 yılı nisanında gerçekleşen 4,3 mm), her ne kadar akımda ciddi düşüşe neden olsa da (uzun yıllar ortalaması 86,9 m³/s iken 2006 yılında gerçekleşen 50,7 m³/s), güçlü negatif korelasyonun nedeni olarak görülmektedir.

Şekil 4'ten ve Tablo 2'den anlaşıldığı gibi, mayıs ayı, günlük toplam yağışlarla akım arasındaki korelasyonun en düşük olduğu aydır. Bu ayda günlük toplam yağışlarla akım arasındaki korelasyon katsayısı 0,17'dir. Analiz edilen 19 yılın 1'inde 0,99; 1'inde de 0,95 güven düzeyinde olmak üzere 2 yıl için elde edilen korelasyon katsayıları istatistik açıdan anlamlıdır. En yüksek pozitif korelasyon 0,76 ile 2010 yılında, en güçlü negatif korelasyon ise -0,59 ile 2000 yılındadır.

En düşük korelasyon katsayısı ise -0,05 ile 2007 yılına aittir. 1996-2015 arası dönemde 6 yılda negatif korelasyon tespit edilmiş olması dikkat çekicidir. Negatif korelasyonun en belirgin olduğu 2000 yılı mayısında düşen toplam yağış, ortalamaya çok yakın iken (uzun yıllar ortalaması 52,5 mm iken 2000 yılı nisanında gerçekleşen 51,8 mm), gerçekleşen akım ortalamasının oldukça üzerindedir (uzun yıllar ortalaması 39,2 m<sup>3</sup>/s iken 2000 yılında gerçekleşen 60,8 m<sup>3</sup>/s). Bu durum akım üzerinde olasılıkla kar erimelerinin etkisini yansıtmaktadır.

Şekil 4'te ve Tablo 2'de görüldüğü gibi, haziran ayında günlük toplam yağışlarla akım arasındaki korelasyon katsayısı 0,32'dir. Analiz edilen 19 yılın 1'inde 0,99; 5'inde de 0,95 güven düzeyinde olmak üzere 6 yıl için elde edilen korelasyon katsayıları istatistik açıdan anlamlıdır. En yüksek pozitif korelasyon 0,85 ile 2007 yılında, en güçlü negatif korelasyon ise -0,39 ile 2001 yılındadır. En düşük korelasyon katsayısı ise -0,09 ile 2013 yılına aittir. 1996-2015 arası dönemde 7 yılda negatif korelasyon tespit edilmiştir. Ancak bunların hiçbiri istatistik açıdan anlamlı değildir ve korelasyon katsayıları da düşüktür.

Şekil 4 ve Tablo 2 incelendiğinde, temmuz ayında günlük toplam yağışlarla akım arasındaki korelasyon katsayısının 0,32 olduğu görülmektedir. Analiz edilen 19 yılın 1'inde 0,99; 1'inde de 0,95 güven düzeyinde olmak üzere 2 yıl için elde edilen korelasyon katsayıları istatistik açıdan anlamlıdır. En yüksek pozitif korelasyon 1,00 ile 2006 yılında, en güçlü negatif korelasyon ise -0,59 ile 2004 yılındadır. En düşük korelasyon katsayısı ise 0,07 ile 2010 yılına aittir. Negatif korelasyonun en belirgin olduğu 2004 yılı temmuz ayında akım ortalaması uzun yıllar ortalamasına yakın olmasına karşın (uzun yıllar ortalaması 14,9 m<sup>3</sup>/s iken 2004 yılında gerçekleşen 11,7 m<sup>3</sup>/s), yağış toplamı uzun yıllar ortalamasının oldukça altındadır (uzun yıllar ortalaması 72,9 mm iken 2004 yılında gerçekleşen 16,9 mm). Yağıştaki bu yüksek değişkenliğin akımda aynı ölçüde gerçekleşmemesi negatif korelasyonu açıklamaktadır. 2004 yılı temmuz ayında ortalama sıcaklığın uzun yıllar ortalamasının biraz altında gerçekleşmiş olması (uzun yıllar ortalaması 21,8 °C iken 2004 yılında gerçekleşen 20,6 °C) ve buna bağlı olarak da buharlaşmadaki azalma, akımın yağış kadar düşmemesinin bir diğer nedeni olarak ifade edilebilir.

Şekil 4 ve Tablo 2, ağustos ayı için günlük toplam yağışlarla akım arasındaki korelasyon katsayısının 0,35 olduğunu göstermektedir. Analiz edilen 19 yılın 1'inde 0,99; 1'inde de 0,95 güven düzeyinde olmak üzere 2 yıl için elde edilen korelasyon katsayıları istatistik açıdan anlamlıdır. En yüksek pozitif korelasyon 0,83 ile 2006 yılında, en güçlü negatif korelasyon ise -0,84 ile 2013 yılındadır. En düşük korelasyon katsayısı ise 0,02 ile 2008 yılına aittir. Negatif korelasyonun en belirgin olduğu 2013 yılı ağustos ayında akım ortalaması uzun yıllar ortalamasının çok altında olmasına karşın (uzun yıllar ortalaması 16,5 m<sup>3</sup>/s iken 2013 yılında gerçekleşen 5,0 m<sup>3</sup>/s), yağış toplamı uzun yıllar ortalamasının çok çok üzerindedir (uzun yıllar ortalaması 79,0 mm iken 2004 yılında gerçekleşen 263,7 mm). 2013 yılı ağustos ayında ortalama sıcaklığın uzun yıllar ortalamasının üzerinde gerçekleşmiş olması (uzun yıllar ortalaması 21,7 °C iken 2013 yılında gerçekleşen 23,4 °C) ve buna bağlı olarak da buharlaşmadaki artış, yağış artsa bile akımda düşme gerçekleşmesinin bir nedeni olarak da ifade edilebilir.

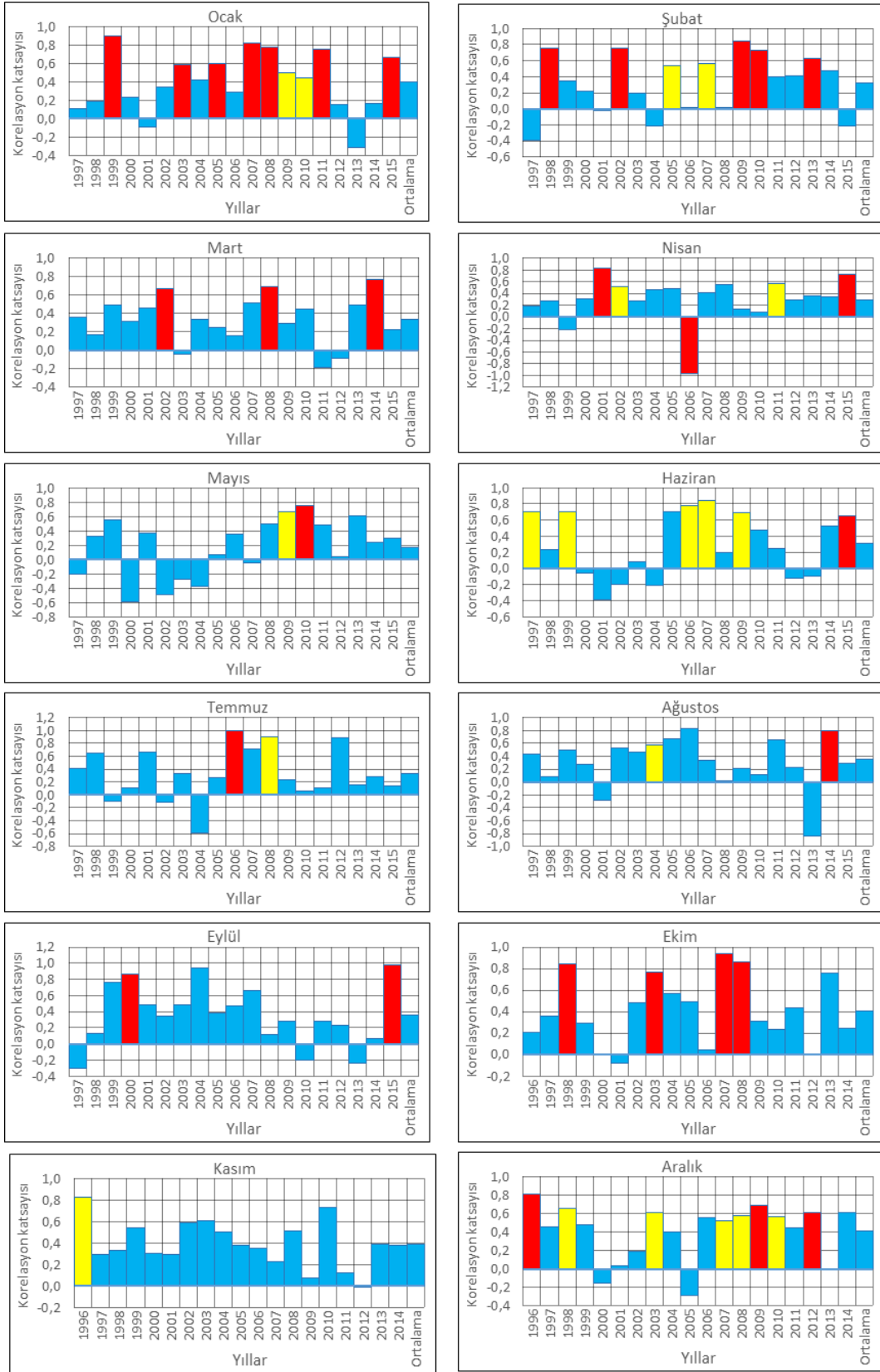
Şekil 4'te ve Tablo 2'de görüldüğü üzere, eylül ayı için günlük toplam yağışlarla akım arasındaki korelasyon katsayısı 0,35'tir. Analiz edilen 19 yılın 2'sinde elde edilen korelasyon katsayıları 0,99 güven düzeyinde anlamlıdır. En yüksek pozitif korelasyon 0,97 ile 2015 yılında, en güçlü negatif korelasyon ise -0,30 ile 1997 yılındadır. En düşük korelasyon katsayısı ise 0,07 ile 2014 yılına aittir. Negatif korelasyonun en belirgin olduğu 1997 yılı eylül ayında akım ortalaması uzun yıllar ortalamasının çok üzerinde olmasına karşın (uzun yıllar ortalaması 12,9 m<sup>3</sup>/s iken 1997 yılında gerçekleşen 25,4 m<sup>3</sup>/s), yağış toplamı uzun yıllar ortalamasının çok çok altındadır (uzun yıllar ortalaması 93,5 mm iken 1997 yılında gerçekleşen 28,1 mm). 1997 yılı eylül ayında ortalama sıcaklığın uzun yıllar ortalamasının önemli ölçüde altında gerçekleşmiş olması (uzun yıllar ortalaması 18,1 °C iken 1997 yılında gerçekleşen 15,7 °C) ve buna bağlı olarak da buharlaşmadaki azalma, yağış azalsa bile akımda artış gerçekleşmesinin nedeni olarak görünmektedir.

Şekil 4'ten ve Tablo 2'den anlaşıldığı gibi, ekim ayı, ocak ve aralık aylarıyla birlikte günlük toplam yağışlarla akım arasındaki korelasyonun en yüksek olduğu aydır. Ekim ayı için günlük toplam yağışlarla akım arasındaki korelasyon katsayısı 0,41'dir. Analiz edilen 19 yılın 4'ünden elde edilen korelasyon katsayıları 0,99 güven düzeyinde anlamlıdır. En yüksek pozitif korelasyon 0,94 ile 2007 yılında, en güçlü negatif korelasyon ise -0,08 ile 2001 yılındadır. En düşük korelasyon katsayısı ise 0,05 ile 2005 yılına aittir. Ekim ayı akımla günlük toplam yağışlar arasındaki korelasyonun büyük ölçüde pozitif olduğu bir ay olarak dikkati çekmektedir.

Şekil 4'te ve Tablo 2'de görüldüğü gibi, kasım ayı için günlük toplam yağışlarla akım arasındaki korelasyon katsayısı 0,39'dur. Analiz edilen 19 yıldan sadece 1996 yılı için elde edilen korelasyon katsayısı 0,95 güven düzeyinde anlamlıdır. En yüksek pozitif korelasyon 0,83 ile 1996 yılındadır. Tek negatif korelasyon, aynı zamanda inceleme döneminde en düşük korelasyon, 2012 yılındadır ve -0,01'dir. Kasım ayı, akımla günlük toplam yağışlar arasındaki korelasyonun 2012 yılı dışında pozitif olduğu bir ay olarak görülmektedir.

Şekil 4 ve Tablo 2 incelendiğinde, aralık ayı, ocak ve ekim aylarıyla birlikte günlük toplam yağışlarla akım arasındaki korelasyonun en yüksek olduğu ay olduğu dikkati çekmektedir. Aralık ayı için günlük toplam yağışlarla akım arasındaki korelasyon katsayısı 0,41'dir. Analiz edilen 19 yılın 3'ünde 0,99; 5'inde de 0,95 güven düzeyinde olmak üzere 8 yıl için elde edilen korelasyon katsayıları istatistik açıdan anlamlıdır. En yüksek pozitif korelasyon 0,81 ile 1996 yılında, en güçlü negatif korelasyon ise -0,28 ile 2005 yılındadır. En düşük korelasyon katsayısı ise -0,01 ile 2013 yılına aittir. Negatif korelasyonun en belirgin olduğu 2005 yılı aralık ayında akım ortalaması uzun yıllar ortalamasının üzerinde olmasına karşın (uzun yıllar ortalaması 48,7 m<sup>3</sup>/s iken 2005 yılında gerçekleşen 65,6 m<sup>3</sup>/s), yağış toplamı uzun yıllar ortalamasının altındadır (uzun yıllar ortalaması 134,2 mm iken 2005 yılında gerçekleşen 120,8 mm).

2005 yılı aralık ayında ortalama sıcaklığın uzun yıllar ortalamasının üzerinde gerçekleşmiş olması (uzun yıllar ortalaması 7,5 °C iken 2005 yılında gerçekleşen 8,3 °C) ve buna bağlı olarak da kar şeklinde yağışlarda azalma, yağış uzun yıllar ortalamasına göre azalsa bile akımda artış gerçekleşmesinin nedeni olarak görülmektedir.



Şekil 4: Büyük Melen Çayı'nda aralık ayında günlük toplam yağışlarla akım arasındaki ilişkiler (0,95 güven düzeyinde anlamlı ilişki olan aylar sarı ile 0,99 güven düzeyinde anlamlı ilişki olan aylar ise kırmızı ile renklendirilmiştir)

Tablo 2: Aylara ve yıllara göre Büyük Melen Çayı akım verileri ile Akçakoca günlük toplam yağışları arasındaki ilişkiler

Yıllar/aylar	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
1996										+	+	+
1997	+	-	+	+	-	+	+	+	-	+	+	+
1998	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
1999	+	+	+	-	+	+	-	+	+	+	+	+
2000	+	+	+	+	-	-	+	+	+	+	+	-
2001	-	-	+	+	+	-	+	-	+	-	+	+
2002	+	+	+	+	-	-	-	+	+	+	+	+
2003	+	+	-	+	-	-	+	+	+	+	+	+
2004	+	-	+	+	-	-	-	+	+	+	+	+
2005	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
2006	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+
2007	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+
2008	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
2009	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
2010	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+
2011	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+
2012	+	+	-	+	+	-	+	+	+	+	-	+
2013	-	+	+	+	+	-	+	-	-	+	+	+
2014	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
2015	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Ortalama	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

Açıklama: +: pozitif korelasyonu, -: negatif korelasyonu, \*: 0,95, güven düzeyinde anlamlı, \*\*: 0,99 güven düzeyinde anlamlı ilişkiyi göstermektedir. 1996 ocak-eylül dönemi ile 2015 ekim-aralık dönemi akım verisi olmadığı için korelasyon hesaplanamamış, tabloda boş bırakılmıştır.

### 3.2. Günlük Yağış Şiddeti Basamaklarına Göre Akımdaki Değişmeler

Şekil 5'te görüldüğü gibi, Büyük Melen Çayı'nda günlük toplamın 0-10 mm aralığında olduğu yağışların akım üzerindeki etkileri en fazla ekim ayında kendisini göstermektedir. Ekimde, 1996-2015 ortalaması alındığında, hafif yağış olarak sınıflandırılan bu gruptaki yağışlar akımda %13,7'lik bir artışa neden olduğu görülmektedir. Akım değerlerinin son derece düşük olduğu haziran ve temmuz aylarında hafif yağışların akımda neden olduğu artış da ekimden sonra en fazla seviyedeki artış olarak dikkati çekmektedir ve %10'un üzerindedir. Hafif yağışların akımın en yüksek seviyeye çıktığı mart ve nisan aylarında artırıcı etkisi minimum seviyededir.

Şekil 5 incelendiğinde görüldüğü, Normal yağışların ( $10 \leq$  günlük yağış  $< 25$  mm) akım üzerindeki etkilerinin haziran ayında oldukça belirgin olduğu dikkati çekmektedir. 1996-2015 dönemi için günlük akım ortalaması 30,8 olan haziran ayında bu gruptaki yağışlar akımı bir önceki güne göre %75,9 artırmaktadır. Sonbahar aylarında da normal yağışların akımda bir önceki güne göre %50'nin üzerinde bir artışa neden olduğu görülmektedir. Ocak-ağustos döneminde, haziran ayı dışındaki aylarda normal yağışların akımda neden olduğu değişim %25'in altında kalmıştır.

Şekil 5, Orta şiddette yağışların ( $25.0 \leq$  günlük toplam yağış  $< 50.0$  mm) akım üzerindeki etkilerinin mayıs ayında zirve yaptığını göstermektedir. 1996-2015 dönemi için günlük akım ortalaması 39,3 m<sup>3</sup>/s olan haziran ayında bu gruptaki yağışlar akımı bir önceki güne göre %125 artırmıştır. Orta şiddette yağışlarla birlikte ağustos ayındaki akımın da yaklaşık iki katına çıktığı görülmektedir. Aslında şubat-nisan dönemi dışında yılın 9 ayında orta şiddette yağışların akımı en az %50 artırması da önemlidir.

Şekil 5'ten anlaşıldığı üzere, Şiddetli yağışların ( $50.0 \leq$  günlük toplam yağış  $< 100.0$  mm) frekansı düşük olduğu için akım üzerindeki etkilerini istatistik olarak ifade etmek konuyla ilgili yeterince fikir veremeyebilir. Bu gruptaki yağışlar 1996-2015 döneminde Akçakoca meteoroloji istasyonunda toplam 45 kez kaydedilmiştir. Bunların 39 tanesi yılın ikinci yarısında (temmuz-aralık döneminde). Ocak ayında sadece bir kez ölçülen (28 Ocak 2007) bu gruptaki yağıştan sonraki gün akımın %391,8 artması dikkat çekicidir. Martta 2 kez, mayısta 1 kez kaydedilen şiddetli yağışların akımdaki etkilerinin hemen ertesi güne yansımada ve gecikmeli katıldığı tespit edilmiştir. Araştırma döneminde şubat ve nisan aylarında bu gruptaki yağışlar hiç kaydedilmemiştir. Diğer taraftan şiddetli yağışların en fazla kaydedildiği eylül-ekim aylarında (eylülde 7 kez, ekimde 11 kez), akımın 2,5 kattan fazla artmış olması sel/taşkın riski açısından önemlidir.

Şekil 5'te Büyük Melen Çayı'nda günlük çok şiddetli yağışlara bağlı olarak akımda bir önceki güne göre değişim verilmiştir. Çok şiddetli yağışlar (günlük toplam yağış  $< 100.0$  mm) Akçakoca meteoroloji istasyonunda 1996-2015 döneminde 2 kez temmuz ve iki kez de ağustos aylarında olmak üzere sadece 4 kez kaydedilmiştir. Yani oldukça düşük bir frekansa sahiptir. Bu bakımdan akım üzerindeki etkisiyle ilgili ortalama değerlerden bahsetmek yerine bu dört çok şiddetli yağış olayının etkilerinin tek tek değerlendirilmesi daha doğru olacaktır.

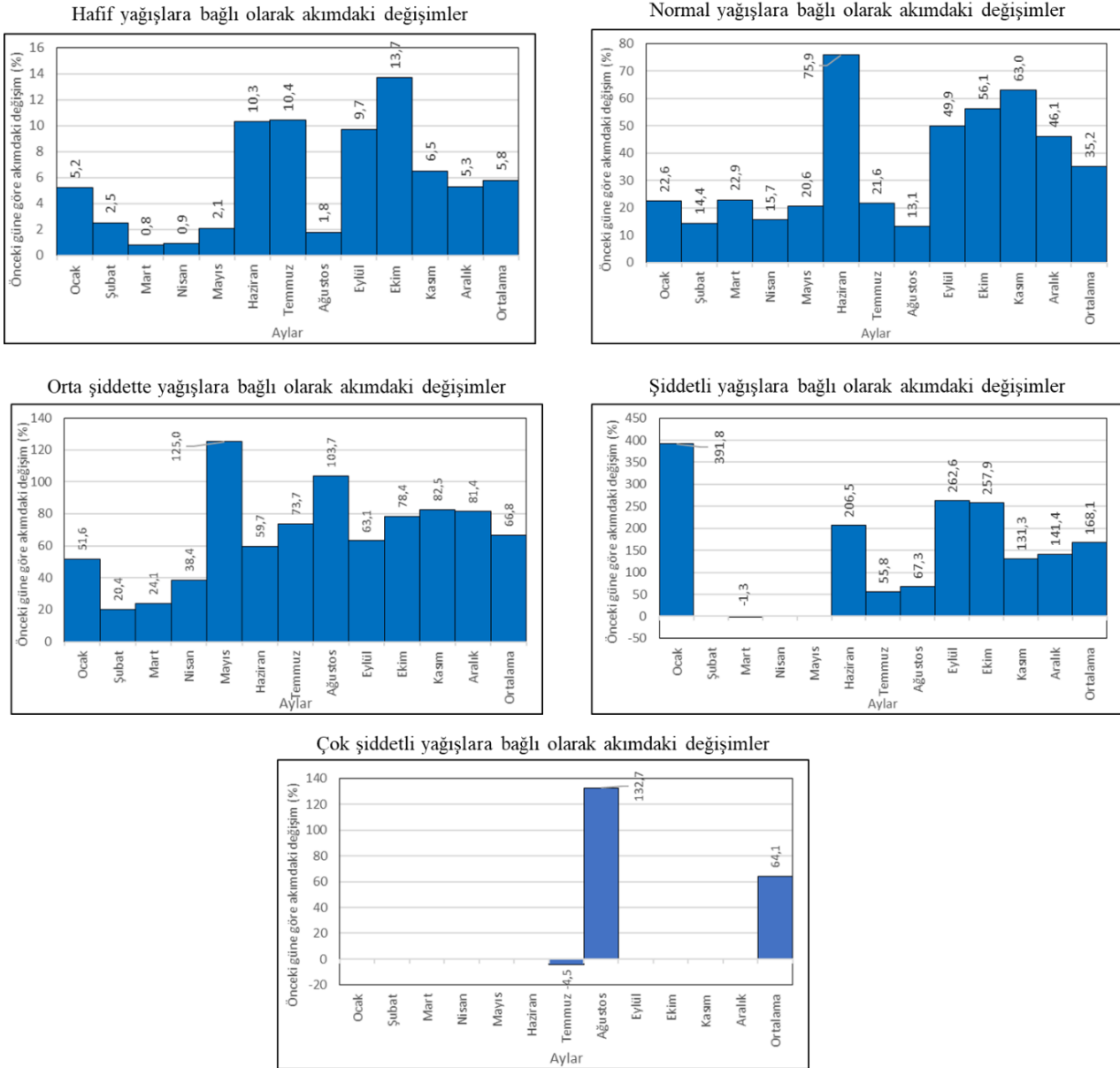


22 Temmuz 2002 tarihinde gerçekleşen günlük toplam 149 mm yağış, akıma iki gün gecikmeli katılmıştır. Yağışın gerçekleştiği gün akım azalmış görünmekte ise de bu durum yeraltına sızma ile ilgili olmalıdır.

27 Temmuz 2009 tarihlerinde gerçekleşen günlük toplam 114 mm yağışın akım üzerinde çok belirgin etkisi görülmemiştir. Fakat Akçakoca temmuz ayı ortalama toplam yağışı 72 mm iken 2009 yılı temmuz ayında 219 mm yağış düşmüştür. Dolayısıyla 2009 yılı temmuz ayında yağış fazlalığına bağlı olarak zaten akım belli bir seviyenin üzerindedir. Ortalama akım temmuzda 15 m<sup>3</sup>/s iken o yıl 21 m<sup>3</sup>/s'dir.

12 Ağustos 1997 tarihinde 217,1 mm günlük toplam yağışla birlikte akımda bir önceki güne göre %132,1'lik artış olmuştur. Bu derece kuvvetli yağışın akımı daha fazla artırması beklenebilir. Ancak burada dikkat çekici olan 11 Ağustos 1997 tarihinde gerçekleşen orta şiddette yağışla birlikte (28,2 mm) akımın %433 artmış olmasıdır. Yani zaten %433 artmış olan akımın %132 daha artması önemlidir.

Çok şiddetli yağışın yaşandığı (108,2 mm) 14 Ağustos 2001 tarihinde akım bir önceki günün iki katına çıkmıştır.



Şekil 5: Büyük Melen Çayı'nda günlük çok şiddetli yağışlara bağlı olarak akımda bir önceki güne göre değişim

#### 4. Tartışma ve Sonuçlar

Çalışmada 1996-2015 döneminde Büyük Melen Çayı'nda günlük toplam yağışlar ve yağış şiddeti ile akım arasındaki ilişkiler analiz edilmiştir. Büyük Melen Çayı'nda yağışın en fazla olduğu sonbaharda (Akçakoca istasyonu için) akım minimum seviyededir. Diğer taraftan akımın en fazla olduğu mart ve nisan aylarında akım üzerinde toprağın kış boyu suya doygun olması, buna bağlı olarak da yağışın büyük ölçüde akışa geçmesi ve kar erimeleri etkilidir.

Sonbahardaki akım azalması da ilkbahar mevsiminin tersine toprak suya doygun olmadığı için yağışın önemli bir kısmının akımı besleyememesi ile ilgilidir. 1996-2015 dönemi ortalaması için tüm aylarda günlük toplam yağışlarla akım değerleri arasında pozitif korelasyon söz konusudur. Günlük toplam yağışlarla günlük akım değerleri arasındaki ortalama korelasyon katsayıları 0,41 ile ekim ve aralıkta en yüksek iken en düşük korelasyon katsayısı 0,17 ile mayıstadır. Yıllık bazda bazı yıllarda negatif korelasyonlar da görülmüştür. [Tağıl ve Danacıoğlu \(2012\)](#), Hoyran ve Pupa akarsuları için yapılan korelasyon analizleri uzun yıllık ortalama akım ile yağış arasında güçlü bir korelasyon olduğunu tespit etmişlerdir.

Kış aylarındaki negatif korelasyonların yağış biçimi (kar şeklinde yağış) ile, yaz aylarındakilerin ise yağışa rağmen buharlaşma sonucu akımın daha da azalması ile ilgili olduğu değerlendirilmiştir. [Usta \(2011\)](#), Doğu Karadeniz'de yağış ve akım arasındaki korelasyon su yılının ilk yarısında oldukça güçlü iken ikinci yarısından itibaren zayıfladığını tespit etmiştir. Bunun olası nedeni olarak bölgedeki kar erimesini göstermektedir. Aynı çalışmada bir bölgede bir aydaki akım, klasik olarak o ayki yağış ve kendinden önceki ayların akımları ile ilişkilendirilebileceği belirtilmektedir. Hatta yağış-akım ilişkisinin kurulmasında yalnızca yağışı tahmin edilecek ayın akım değerini kullanmak yerine bu aydan sonraki ayların akım değerlerini kullanmanın daha iyi sonuç verdiği görülmüştür.

Kış aylarında aylık ortalama sıcaklıkların önemli ölçüde uzun yıllar ortalamasının altında kaldığı yıllarda, 1997 yılı şubat ayında olduğu gibi, genellikle korelasyonun yapısı bozulabilmekte ve negatif korelasyonlarla karşılaşılabilir. Yine yağışlı gün sayılarının uzun yıllar ortalamasının önemli ölçüde altında kaldığı yıllarda, 2013 yılı ocak ayında olduğu gibi, yağış toplamı ortalamasının üzerinde gerçekleşse bile akımda azalmalar olabilmektedir. 2006 yılı nisan ayında olduğu gibi ilkbahar aylarında yağış toplamlarında çok belirgin düşüşler olduğunda, akımda aynı oranda düşüşler görülmeyebilmekte ve bu da bazı yıllarda akımla yağış arasında negatif korelasyonun ortaya çıkmasına neden olabilmektedir. Yine 2000 yılı mayıs ayında olduğu gibi yağış toplamı ortalamaya çok yakın olsa bile kar erimelerine bağlı olarak akımda ortalamasının çok üzerinde değerlerle karşılaşılabilir.

2004 yılı temmuz ayında olduğu gibi, yaz aylarında ortalama sıcaklıklar uzun yıllar ortalamasının önemli ölçüde altında kalmışsa, yağışta ciddi azalmalar olsa bile akıma aynı oranda yansımadağı ve negatif korelasyonlarla karşılaşıldığı tespit edilmiştir. Benzer durumları 1997 yılında olduğu gibi, sonbaharda özellikle de eylül ayında da görmek mümkündür. 2013 yılı temmuzundaki gibi yaz aylarında ortalama sıcaklıklar uzun yıllar ortalamasının önemli ölçüde üzerine gerçekleşmişse, yağışta ciddi artışlar olsa bile akıma aynı oranda yansımadağı ve negatif korelasyonlarla karşılaşıldığı tespit edilmiştir. [Arora vd. \(2014\)](#) akarsu akımının iklim değişikliğine duyarlılığını anlamının öneminden bahsederken, özellikle yazın düşük akış döneminde insanlar ve su ekosistemleri için yeterli bir su kaynağına bağımlılığa vurgu yapmaktadır.

[Palta vd. \(2019\)](#), Göksu Nehri için su verimi değerlerindeki farklılaşmada yağış miktarı dışında bu yılda ana akarsu ya da yan kollar üzerine yapılan baraj ve bentlerin de etkili olduğunu belirtmektedir. Çünkü baraj ve bend doğal akış koşullarını değiştirerek farklı biçimlerde akış ve su verimlerinin oluşabilmesine fırsat vermektedir. Havzada yağış ve akış arasındaki kaybın büyük ölçüde buharlaşma ve suyun depolanmasından kaynaklanabildiği bilinmektedir. Barajlar hem suyu toplayarak havzaya düşen toplam suyun daha fazla buharlaşabilmesine olanak tanımakla beraber suyu tutarak akarsulardaki ölçümlerde doğal akış değerlerine göre farklı değerlerin oluşabilmesine fırsat vermektedir. Benzer şekilde [Yüce ve Ercan \(2015\)](#), Kızılırmak Havzası için yağış-akış ilişkisinin baraj yapımından önce ve sonrasında farklılaştığını ve yağış-akış ilişkisinde zayıflama olduğunu ortaya koymuştur. Bu çalışmada incelenen Büyük Melen Çayı üzerinde yapım çalışmaları devam eden Melen Barajı'nın da analiz edilen Uğurluköy akım gözlem istasyonu verilerini ilerleyen yıllarda etkilemesi beklenebilir.

Bu çalışmada, yağış-akış korelasyonu hesaplanmasında günlük yağış şiddeti ile ertesi günkü akış arasındaki korelasyon hesaplanmıştır. Benzer şekilde [Areerachakul ve Junsawang \(2014\)](#), yağış-akış korelasyonunda günlük yağış ile ertesi günkü akış arasındaki korelasyonun yağış günü için elde edilen korelasyona göre daha yüksek olduğunu tespit etmişlerdir.

[Supriya vd. \(2015\)](#), regresyon denkleminin, her bir havza için yıllık maksimum günlük yağış, deşarj ve alan arasında çerçvelendiğini ortaya koymuştur. [Gürcan \(2004\)](#), Doğu Karadeniz Bölümü'nde kısa süreli maksimum yağışların çok önemli olduğunu ifade etmektedir. Sahada kısa sürelerde büyük miktarda yağış düşmesinin, doğal çevre koşullarının da etkisi ile taşkınlar neden olabildiği vurgulanmıştır. Bu çalışmada araştırma alanında yağış şiddeti basamaklarına göre günlük toplam yağışların akım üzerinde bir önceki güne göre hafif yağışlar için %5,8, normal yağışlar için %35,2, orta şiddette yağışlar için %66,8, şiddetli yağışlar için %168,1, çok şiddetli yağışlar için ise ortalama %52,5 oranında pozitif etkisi belirlenmiştir. Hafif yağışların akımı bir önceki güne göre artırıcı etkisi ilkbaharda en az, ağustos hariç olmak üzere haziran-ekim döneminde en fazladır. Normal yağışların etkisi aylardan haziranda mevsim olarak da sonbaharda en fazla iken kışın ve ilkbaharda minimum seviyededir. Orta şiddette yağışlar mayıs-aralık döneminde en fazla etkiliyken, ocak-nisan döneminde etki en azdır. Şiddetli ve çok şiddetli yağışların frekansı oldukça düşük olduğundan yıldan yıla etkisinin de farklılaştığı, bazı yıllarda akımı çok ciddi ölçüde artırdığı bazı yıllarda ise aynı etkiyi gösteremediği tespit edilmiştir.

Sonuç olarak günlük toplam yağışlarla akım arasında genel olarak pozitif korelasyonlar bulunmakla birlikte, yağış şiddeti basamaklarına ve aylara göre farklı sonuçlarla karşılaşılabilirdiği, aynı zamanda ortalama sıcaklıklar, yağış biçimi gibi parametrelerin de akım üzerinde etkili olduğu belirlenmiştir. Akım üzerinde jeolojik yapı, jeomorfolojik özellikler, toprak tipi, arazi kullanımı vb. faktörlerin ayrı ayrı etkileri olduğu bilirse de bu çalışmada kullanılan yöntemin farklı akarsu havzaları için de denenmesi akım üzerinde iklimin etkilerinin daha iyi anlaşılması açısından yararlı olacaktır.

## Teşekkürler

Veri paylaşımı için Devlet Su İşleri (DSİ) ve Meteoroloji Genel Müdürlüğüne (MGM), çalışmada kullanılan haritanın çizimi için Muhammet ÖZTEKİNCİ'ye teşekkür ederiz. Bu çalışmada yapılan analizlerin bir kısmı IOCENS'21 Uluslararası Mühendislik ve Doğa Bilimleri Konferansı'nda sunulmuş ve sadece özet olarak konferans bildiri özetleri kitabında basılmıştır.

## Kaynaklar

- Alp M.H., Cıgızoğlu K., (2004), *Farklı yapay sinir ağı metotları ile yağış-akış ilişkisinin modellenmesi*, İTÜ Dergisi, 3(1), 80-88.
- Areerachakul S., Junsawang P., (2014), *Rainfall-Runoff relationship for streamflow discharge forecasting by ANN modelling*, World Congress on Sustainable Technologies (WCST-2014), pp. 27-30, doi: 10.1109/WCST.2014.7030090.
- Arnell N.W., (1999), *Climate change and global water resources*, Global Environmental Change, 9, 31-49.
- Arora M., Kumar R., Malhotra J., Kumar N., (2014), *Correlations of stream flow and climatic variables for a large glacierized Himalayan Basin*, Journal of Water Resource and Protection, 6, 1326-1334.
- Bakış R., Göncü S., (2015), *Akarsu debi ölçümlerinde eksik verilerin tamamlanması: Zap Suyu Havzası örneği*, Anadolu Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi, 16(1), 63-79.
- Bayazıt M. (1981), *Hidrolojide İstatistik Yöntemler*, İstanbul Teknik Üniversitesi Matbaası, Sayı: 1197, İstanbul.
- Erlat E., (1997), *Türkiye'de günlük yağışların şiddeti üzerine bir inceleme*, Ege Coğrafya Dergisi, 9(1), 159-184.
- Erlat E., (2000), *Trakya'da günlük yağışların şiddet bakımından özellikleri*, Ege Coğrafya Dergisi, 11(2000), 97-110.
- 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.
- Gürcan G., (2004), *Doğu Karadeniz Bölümü'nde maksimum yağışlar ve taşkınlar açısından önemi*, Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi, 24(2), 79-92.
- Görcelioğlu E., (2003), *Sel ve Çığ Kontrolü*, İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları, İ. Ü. Yayın No: 4415, Orman Fakültesi Yayın No: 473, İstanbul.
- Özfidaner M., (2007), *Türkiye yağış verilerinin trend analizi ve nehir akımları üzerine etkisi*, Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi, Adana.
- Pallant J., (2017), *SPSS kullanma kılavuzu SPSS ile adım adım veri analizi*, (Balcı, S. ve Ahi, B., Çeviri), Anı Yayıncılık, Ankara.
- Palta Ş., Yurtseven İ., Aksay H., (2019), *Göksu Nehri havzasının yağış-akış ilişkileri*, Bartın Orman Fakültesi Dergisi, 21(3), 860-872.
- Parmar H.V., Mashru H.H., Vekariya P.B., Rank H.D., Kelaiya J.H., Pardava D.M., Patel R.J., Vadar H.R., (2016), *Establishment of rainfall-runoff relationship for the estimation runoff in semi-arid catchment*, AGRES – An International e-Journal, 5(1), 60-67.
- Sungur O., (2010), *Korelasyon analizi*, SPSS Uygulamalı Çok Değişkenli İstatistik Teknikleri'nin içinde (Kalaycı, Ş. Ed.), Dinamik Akademi, Ankara, ss.115-127.
- Supriya P., Krishnaveni M., Subbulakshmi M., (2015), *Regression analysis of annual maximum daily rainfall and stream flow for flood forecasting in Vellar River Basin*, Aquatic Procedia, 4, 957-963.
- Tağil Ş., Danacıoğlu Ş., (2012), *Zeytinli Çayı Havzası'nda yağış-akım ilişkisi ve trendi*, Kaz Dağları III. Ulusal Sempozyumu, 24-26 Mayıs, Edremit, Balıkesir, ss.127-139.
- Tağil Ş., Alevkayalı, Ç., (2014), *Eğirdir Gölü'ne kuzeyden dökülen akarsularda akım trendi ve yağış ilişkisi*. Balıkesir Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 17(32), 211-229.
- Tosunoğlu F., İspirli M.N., Gürbüz F., Şengül S., (2017), *Fırat Havzası'ndaki eksik akım verilerinin debi süreklilik çizgileri ve regresyon modelleri ile tahmin edilmesi*, Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 7(4), 85-94.
- URL-1, (2021), *Taşkın Yönetimi*. T. C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı Su Yönetimi Genel Müdürlüğü. [http://taskinyonetimi.tarimorman.gov.tr/\\_engine/\\_engine/file.axd?file=/Dokumanlar/Task%C4%B1n\\_Yonetimi.pdf](http://taskinyonetimi.tarimorman.gov.tr/_engine/_engine/file.axd?file=/Dokumanlar/Task%C4%B1n_Yonetimi.pdf), [Erişim 15 Aralık 2021].
- URL-2, (2016), *Taşkın Yönetim Planlarının Hazırlanması, Uygulanması ve İzlenmesi Hakkında Yönetmelik*, Resmi Gazete Tarih: 12.05.2016, Sayı: 2970, <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2016/05/20160512-6.htm>, [Erişim 20 Temmuz 2022].
- DSİ, (2021), *Akım Gözlem Yıllıkları*, Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü, <https://www.dsi.gov.tr/Sayfa/Detay/744>, [Erişim 17 Mayıs 2021].
- Yalçın S., (2020), *Davranış Bilimlerinde İstatistik, Korelasyon analizi*, [https://acikders.ankara.edu.tr/pluginfile.php/180245/mod\\_resource/content/0/5.1.korelasyon.pdf](https://acikders.ankara.edu.tr/pluginfile.php/180245/mod_resource/content/0/5.1.korelasyon.pdf), [Erişim 15 Aralık 2021].
- Suner Karaakülah A., (2021), *Bioistatistik, Korelasyon analizi*, [https://biyoistatistik-med.ege.edu.tr/files/biyoistatistik-med/icerik/20\\_Korelasyon\\_Analizi.pdf](https://biyoistatistik-med.ege.edu.tr/files/biyoistatistik-med/icerik/20_Korelasyon_Analizi.pdf), [Erişim 15 Aralık 2021].
- Usta G., (2011), *Doğu Karadeniz Bölgesi'nde yağışın akım verileri ile belirlenmesi*, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul.
- Yüce M.İ., Ercan B., (2015), *Kızılırmak Havzası Yağış-Akış İlişkisinin Belirlenmesi*, 4. Su Yapıları Sempozyumu, 19-21 Kasım, Antalya, ss.410-418.