

Jeomorfolojik Araştırmalar Dergisi

Journal of Geomorphological Researches

© Jeomorfoloji Derneği

www.dergipark.gov.tr/jader

E - ISSN: 2667 - 4238



Araştırma Makalesi / Research Article

KORKUTELİ ÇAYI'NDA TAŞINAN ERİYİK SEDİMAN KONSANTRASYONLARI VE VERİMLERİNİN TAHMİN EDİLMESİ

Estimation of Dissolved Sediment Concentrations and Yields in Korkuteli Stream

Seçkin ÇAKMAK^a, Tuncer DEMİR^b, Ahmet Serdar AYTAÇ^c

^a Akdeniz Üniversitesi, Edebiyat Fakültesi, Coğrafya Bölümü, Antalya
seckincakmak@akdeniz.edu.tr <https://orcid.org/0000-0001-8546-6608>

^b Akdeniz Üniversitesi, Edebiyat Fakültesi, Coğrafya Bölümü, Antalya
tuncerdemir@akdeniz.edu.tr <https://orcid.org/0000-0003-2740-7268>

^c Harran Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Coğrafya Bölümü, Şanlıurfa
aserdaraytac@harran.edu.tr <https://orcid.org/0000-0001-8638-038X>

Makale Tarihiçesi

Geliş 8 Mart 2021
Düzenleme 23 Nisan 2021
Kabul 23 Nisan 2021

Article History

Received March 8, 2021
Received in revised form April 23, 2021
Accepted April 23, 2021

Anahtar Kelimeler

Eriyik Sediman Konsantrasyonları ve Miktarları, Akım Değerleri, Yağış Özellikleri, Korkuteli Çayı

Keywords

Dissolved Sediment Concentration, Flow, Precipitation, Korkuteli Stream

Atıf Bilgisi / Citation Info

Çakmak, S., Demir, T., Aytaç, A.S. (2021) Korkuteli Çayı'nda Taşınan Eriyik Sediman Konsantrasyonları ve Verimlerinin Tahmin Edilmesi / Estimation of Dissolved Sediment Concentrations and Yields in Korkuteli Stream, Jeomorfolojik Araştırmalar Dergisi / Journal of Geomorphological Researches, 2021 (7): 19-29.
doi: 10.46453/jader.893216

ÖZET

Akarsular tarafından taşınan sediman miktarları, jeokimyasal döngünün, havzadaki toprak kayıplarının, erozyon oranlarının ve denudasyon süreçlerinin bir göstergesi olarak kabul edilir ve her yıl dünya genelinde akarsuların yaklaşık 20 milyar ton sedimanı okyanus ve denizlere taşıdığı tahmin edilmektedir. Flüvyal süreçlerle taşınan sediman oran ve miktarları üzerine yapılan birçok çalışma süspans halinde taşınan katı sedimana odaklanmış, taşınan eriyik madde oran ve miktarları genellikle ihmal edilmiştir. Her ne kadar süspans sedimanlar akarsulardaki sediman yükünün önemli bir bölümünü oluştursa da özellikle çözünebilen kayaların yaygın olduğu sahalarda akarsularda eriyik halde taşınan sediman toplam sediman yükünün önemli bir bölümünü oluşturabilir. Bu çalışmada, toplamda 12 aylık bir ölçüm döneminde Korkuteli Çayı'nda taşınan eriyik sediman miktarları ve konsantrasyon değerleri belirlenerek eriyik sediman ile akım ve yağış arasındaki ilişki ortaya konulmuştur. Akarsuyun akım (debi) ve eriyik sediman süreçlerini belirlemek için 10'ar dakikalık sürelerle Mesens (MPS580 Serisi) Marka Daldırma Tipi Seviye Transmitteri kullanılarak otomatik olarak su seviyeleri ölçüldü. Suyun hızı, belirli aralıklarla Universal Muline cihazı ile belirlenmiş ve eriyik sediman örnekleri ise US-DH48 derinlik entegrasyon örnekleyicisi kullanılarak alınmıştır. Alunan su ve sediman numunelerinin laboratuvar ortamında filtrasyon yöntemi ile analiz edilmiştir. Bulgular; eriyik sediman konsantrasyon değerleri ile akım miktarları arasında polinomsal pozitif bir ilişki olduğunu ortaya koymuştur ($R^2: 0.96$). Kış döneminde bölge genelinde daha çok düşük yoğunluklu, uzun süreli yağışların etkisiyle akım değerlerinde ani artma ve azalma yerine daha çok taban akışı veya buna yakın bir akış seyri göstermiştir. Düşük yoğunluklu, uzun süreli yağışların meydana geldiği kış döneminde akım miktarlarının daha düşük olması nedeniyle taşınan eriyik sediman miktarları daha az, ancak su içerisindeki eriyik konsantrasyonunun yaz aylarına oranla daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Yaz döneminde özellikle Haziran ayında oluşan yüksek yoğunluklu, kısa süreli sağanak yağışlar akım miktarlarının yıl içerisinde tespit edilen en yüksek değerlere erişmesi sonucunu doğurmuş ve böylece, düşük eriyik madde konsantrasyonuna rağmen, miktar olarak daha fazla eriyik sediman taşınımı gerçekleşmiştir.

ABSTRACT

The sediment transported by rivers are considered an indicator of the geochemical cycle, soil losses, erosion rates and denudation processes, and it is estimated that rivers transport approximately 20 billion tons of sediment to oceans and seas each year. Many studies on sediment transported by fluvial processes have focused on solid sediment in suspended form, and the dissolved sediment transported has generally been neglected. Although suspended sediments constitute a significant part of the sediment load in rivers, the dissolved sediment, especially in areas where soluble rocks are common, may constitute a large amount of the total sediment load. The aim of this study is to analyze dissolved sediment variability over a period of 12 months in the Korkuteli Stream, and to evaluate the relationship between water

discharge, dissolved sediment and precipitation. The water level recorded automatically every 10 minutes using a Mesens (MPS580 Series) Immersion Type Level Transmitter and the water velocity was measured with a Universal Current Meter. The sediment samples were taken using a US-DH48 depth integration sampler and were analyzed by filtration method in laboratory. Results show that a strong relationship exists between flow and dissolved sediment concentration ($R^2: 0,96$). During the winter period, the discharge showed a regular pattern flow characteristics rather than a sudden fluctuation observed in spring and summer months due to low intensity and long-term precipitation in winter months. The results revealed that, unlike the summer months, which are characterized by short-term heavy rainfall events, the amount of dissolved sediment transported during the winter months is less due to low intensity long duration of rainfall events. High intensity, heavy rainfall during the summer period, especially in June, resulted in the amount of discharge reaching the highest values and thus, despite the low dissolved concentration, greater amount of dissolved sediment transport was measured.

© 2021 Jeomorfoloji Derneği / Turkish Society for Geomorphology
Tüm hakları saklıdır / All rights reserved.

1.GİRİŐ

Akarsular, havzalarına dahil olan su ve sedimanları deniz ve okyanuslara taşıyan dinamik sistemlerdir. Dünya'da baraj inşaasının yaygınlaşmasından önce akarsular yılda yaklaşık 20 milyar ton sedimanı okyanuslara taşımaktaydı (Miliman & Syvitski, 1992). Bu sediman miktarının yaklaşık 6.3 milyar tonunun dünyadaki en büyük 21 nehir tarafından taşındığı belirlenmiştir (Miliman & Meade, 1983). Holosen döneminden önce akarsulardaki sediman taşınım süreçleri ile kıyı bölgeleri arasında oluşan denge, esasen doğal süreçler tarafından kontrol ediliyordu (Padmalal vd., 2018). Ancak, sanayi devrimi sonrasında, akarsu yataklarına ve havzalarına müdahalelerin artması, şehirleşmenin hız kazanması, artan nüfusla beraber su kaynaklarına olan ihtiyacın artması, arazi kullanımındaki değişmeler gibi antropojenik etkiler sonucunda akarsulardaki sediman taşınım süreçleri önemli oranda değişmiştir (Liu vd., 2008). Akarsuların deniz ve okyanuslara taşıdığı sediman süreçlerini konu alan birçok çalışma, dünyadaki akarsularda taşınan sediman miktarının son zamanlarda azalma eğiliminde olduğunu göstermiştir (Milliman & Syvitski 1992; Meybeck & Ragu, 1997; Walling & Fang, 2003; Walling, 2006). Örneğin, Akdeniz havzasındaki akarsularda taşınan sediman miktarı, 20. yüzyılın ortalarından bu yana neredeyse %50 oranında azalmıştır (Poulos & Collins, 2002). Akdeniz nehirlerinin çoğunda (örneğin Ren, Po, Nil), bu azalma öncelikle baraj rezervuarlarında biriken sediman ve bunun sonucunda aşağı havzada sediman taşınım süreçlerinde dinamik dengenin bozulmasıyla ilişkilidir (Tena vd.,

2012). Rezervuar sedimantasyonu, yüzey suyu kalitesi, kıyı ile akarsular arasındaki sediman dinamikleri, kıtasal denüasyon süreçleri, sediman bütçeleri ve akarsuda yapılan mühendislik yapılarının sediman taşınım dinamikleri üzerindeki etkilerini konu alan birçok çalışma, havza yönetimi açısından akarsuların dinamik yapı ve özelliklerinin daha iyi anlaşılmasının gerekliliğini vurgulamaktadır (Walling, 1977; Horowitz, 1995; Naiman vd., 1998; Horowitz vd., 2001; Vörösmarty vd., 2003; Lopez-Tarazon, vd., 2009; Padmalal & Maya, 2014).

Akarsularda taşınan sedimanlar, katı sediman ve eriyik sediman olarak ikiye ayrılmaktadır. Eriyik sedimanın büyük bir bölümü anakayanın ayrışması sonucunda akarsuya dahil olur. Katı sediman, süspansediman ve yatak yükü olarak ikiye ayrılır. Bu katı yükün tamamına ise yatak materyal yükü denir (Knighton, 1998). Süspansediman, yağışlar sonucunda havza yamaçlarından ve akarsu bankından akarsu kanalına dahil olan kil (0.00006 mm <kil <0.0039 mm), silt (0.0039< silt< 0.0625) boyutundaki ince unsurlu malzemelerden oluşurken, yatak yükü, akarsu yatağında kayma, yuvarlanma ve sıçrama yoluyla taşınan çakıl ve blok boyutundaki (>2mm) iri unsurlu sedimanlardır. Akarsularda sediman taşınımı üzerine yapılan çalışmalar, taşınan sedimanın yaklaşık %90'ının süspansedimandan, yani kil, silt ve ince kum boyutundaki malzemelerden oluştuğunu ortaya koymuştur (Meade & Stevens, 1990). Ayrıca dünya genelinde akarsulardan deniz ve okyanuslara taşınan süspansediman miktarının, eriyik

sedimandan yaklaşık beş kat daha fazla olması tahmin edilmektedir (Allan, 1995).

Akarsularda taşınan sediman yoğunluğu, miktarı ve yapısı, havzanın hidroklimatik jeomorfolojik özelliklerine ve havzadaki sediman varlığına bağlıdır (Lopez-Trazon vd., 2010). Özellikle Akdeniz bölgesindeki birçok havza, erozyon süreçlerinden olumsuz etkilenir (Franke vd., 2008; De Girolamo vd., 2015). Son dönemlerde yapılan çalışmalar, Akdeniz nehirlerinin, iklim, topografya, litoloji ve arazi kullanımına bağlı olarak Avrupa'nın geri kalanından daha yüksek sediman verimine sahip olduğunu göstermiştir (Vanmaercke vd., 2011). Bu bölgelerde, yağış, sıcaklık, evapotranspirasyon koşullarının mekânsal ve mevsimsel olarak değişmesi, havzadaki erozyon süreçlerini hızlandırır (Seeger vd., 2004). Akdeniz ve yarı kurak iklime sahip havzalarda kısa süreli sağanak yağışlar sonucunda akarsu yatağına bol miktarda süspansediman ve eriyik sediman dahil olur (Duvert vd., 2012).

Akarsulardaki sediman taşınım süreçleri üzerine yapılan birçok çalışma, süspansediman halinde taşınan katı sedimana odaklanmıştır (Richards, 1982). Ancak bazı bölgelerdeki akarsularda taşınan eriyik sediman miktarı, akarsuyun toplam sediman yükünün önemli bir bölümünü oluşturabilir. Akarsularda taşınan eriyik sediman miktarı, havzadaki kimyasal çözünme süreçlerin anlaşılmasında yardımcı olur. Bir akarsudaki eriyik sediman miktarı, atmosferik olaylar, havzadaki kuru çökellerin varlığı, kayaçların ayrışması gibi doğal süreçlere göre değişebilir ve genellikle havzanın jeolojik özelliklerini yansıtır (Farley & Werritty, 1989). Eriyik sedimanlar genellikle bikarbonat, sülfat, kalsiyum ve silikattan meydana gelir. (Petts & Amoros, 1996). Bununla birlikte havzadaki antropojenik süreçler de oldukça önemlidir. Örneğin; buzlanma sonucunda yollarda yapılan tuzlama işlemleri önemli bir klorür ve sodyum kaynağıdır (Godwin vd., 2003). Atık suların akarsulara deşarj edilmesi ya da yeraltı sistemleri ile akarsuya karışması sonucunda önemli oranda klorür, sülfat, sodyum ve fosfat gibi çözünebilir bileşenler akarsuda taşınır. Ayrıca havzada yer alan tarım alanları ve

meralar akarsularda taşınan tuz miktarına katkıda bulunur (Anning & Flynn, 2014).

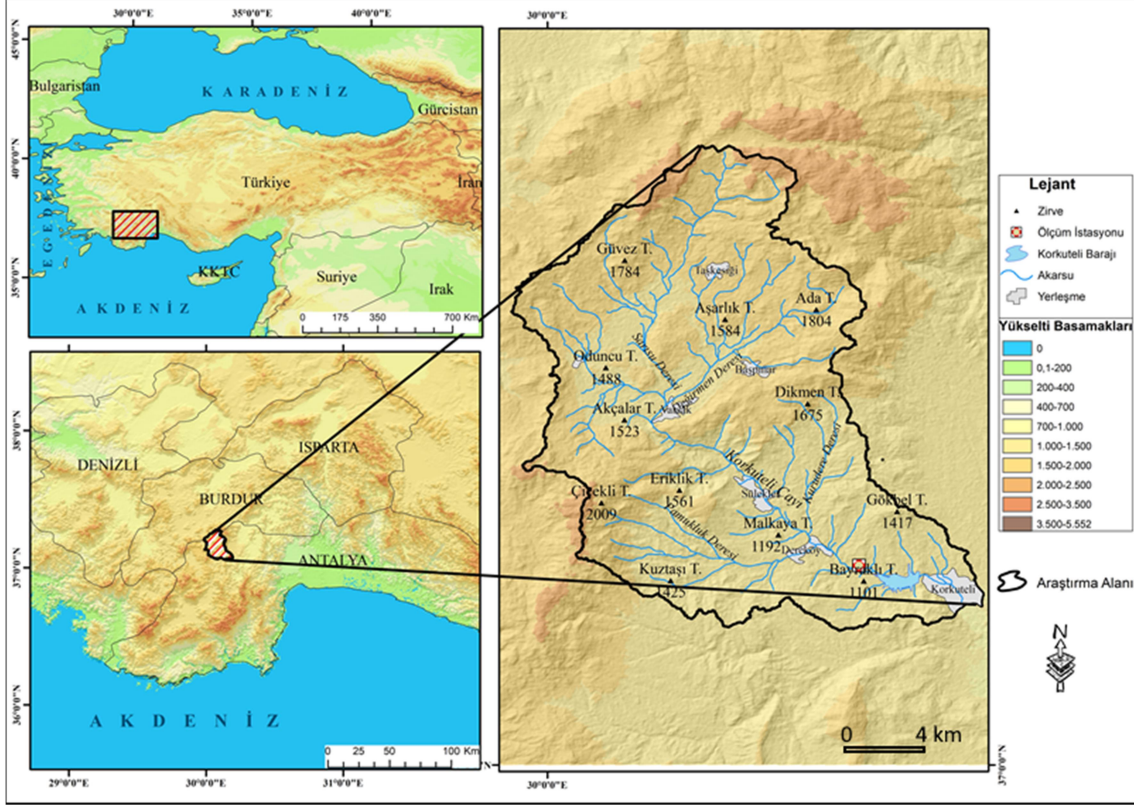
Dünya üzerinde akarsuların taşıdığı genel ortalama eriyik sediman konsantrasyonu 120 mg/l olarak hesaplanmıştır (Walling vd., 1992). Bu oran nemli ve kurak iklim bölgelerinde farklılık göstermekle beraber 10 ile 10000 mg/l arasında değişmektedir (Petts & Amoros, 1996). Nitekim Amerika Birleşik Devletleri'nin farklı iklim koşullarına sahip bölgelerindeki akarsularda taşınan eriyik ve süspansediman miktarları belirlenmiştir. Bu çalışmaya göre Colorado Nehri'nde 5 yıllık ölçüm süresince yıllık ortalama 3,02 milyon ton süspansediman, 0,208 milyon ton eriyik sediman taşındığı belirlenirken, Juniata nehrinde 7 yıllık sürede yapılan ölçümlere göre taşınan toplam sediman miktarının büyük bir bölümünün eriyik sedimandan olduğu (%64) ortaya konulmuştur (Leopold vd., 1992). Özellikle bitki örtüsünün seyrek olduğu ve sediman varlığının yüksek olduğu kurak ve yarı kurak iklim bölgelerinde, akarsuyun toplam sediman miktarı içerisindeki eriyik sediman oranı nispeten daha azdır (Pavanelli & Cavazza, 2010).

Akarsularda taşınan sedimanlar, mevsime bağlı olarak değişen akım koşullarından etkilenir. Yapılan birçok çalışma, akarsularda taşınan süspansediman miktarının yağış karakteri, süresi, miktarı ve akıma bağlı olarak değişim gösterdiğini ortaya koymuştur. Buna göre süspansediman konsantrasyon miktarının yağış yoğunluğunun arttığı, kısa süreli sağanak yağışların etkili olduğu sel dönemlerinde ani olarak arttığı belirlenmiştir (Sala & Farquell, 2002; Alexandrov vd., 2003; Seeger vd., 2004; Rovira & Batalla, 2006; Zabaleta vd., 2007; Lopez-Tarazon vd., 2009; Lopez-Tarazon vd., 2010). Eriyik sediman taşınım süreçleri ise süspansedimandan oldukça farklıdır. Bir akarsuda taşınan eriyik sediman konsantrasyonu, süspansedimanın aksine, artan akım miktarı ile azalır (Leopold vd., 1992). Bu sediman taşınım sürecine her ne kadar akımın ani olarak artması ve yaşanan sel olayları dahil olsa da akarsudaki eriyik sediman konsantrasyonu daha çok kireçtaşı gibi çözünebilir kayaçların varlığı ve bu kayaçların çözünebilmesi için gerekli olan yağış türü ve

miktarından etkilenir (Milliman & Syvitski, 1992; Grosbois vd., 2000; Swiechowicz, 2002; Rumsey vd., 2017).

Bu çalışmanın amaçları (i) Korkuteli ayı'nda taşınan eriyik sediman miktarının mevsimsel koşullara bağlı olarak değişimini araştırmak, (ii)

akarsuda taşınan eriyik sedimanın, yağış ve akım koşulları ile ilişkisini analiz etmek ve (iii) taşınan eriyik sediman miktarı ve konsantrasyonu üzerinde etkili olan faktörleri değerlendirmektir.



şekil 1: Çalışma sahasının lokasyon haritası. / Figure 1: Location map of study area.

2. ÇALIşMA SAHASININ FİZİKİ COğRAFYA ÖZELLİKLERİ

Çalışma sahası, Türkiye'nin güneybatısındaki Antalya ili sınırlarında, Batı Toroslar üzerinde bulunan Korkuteli ayı havzasının bir bölümünü oluşturmaktadır. Korkuteli ayı'nın incelemeye konu olan bu sahası, Korkuteli Barajı ile akarsuyun kaynak bölgesi arasında yer alır. Bu alan, Korkuteli ayı havzasının yaklaşık %60'lık kesimini oluşturur (259 km²) (şekil 1).

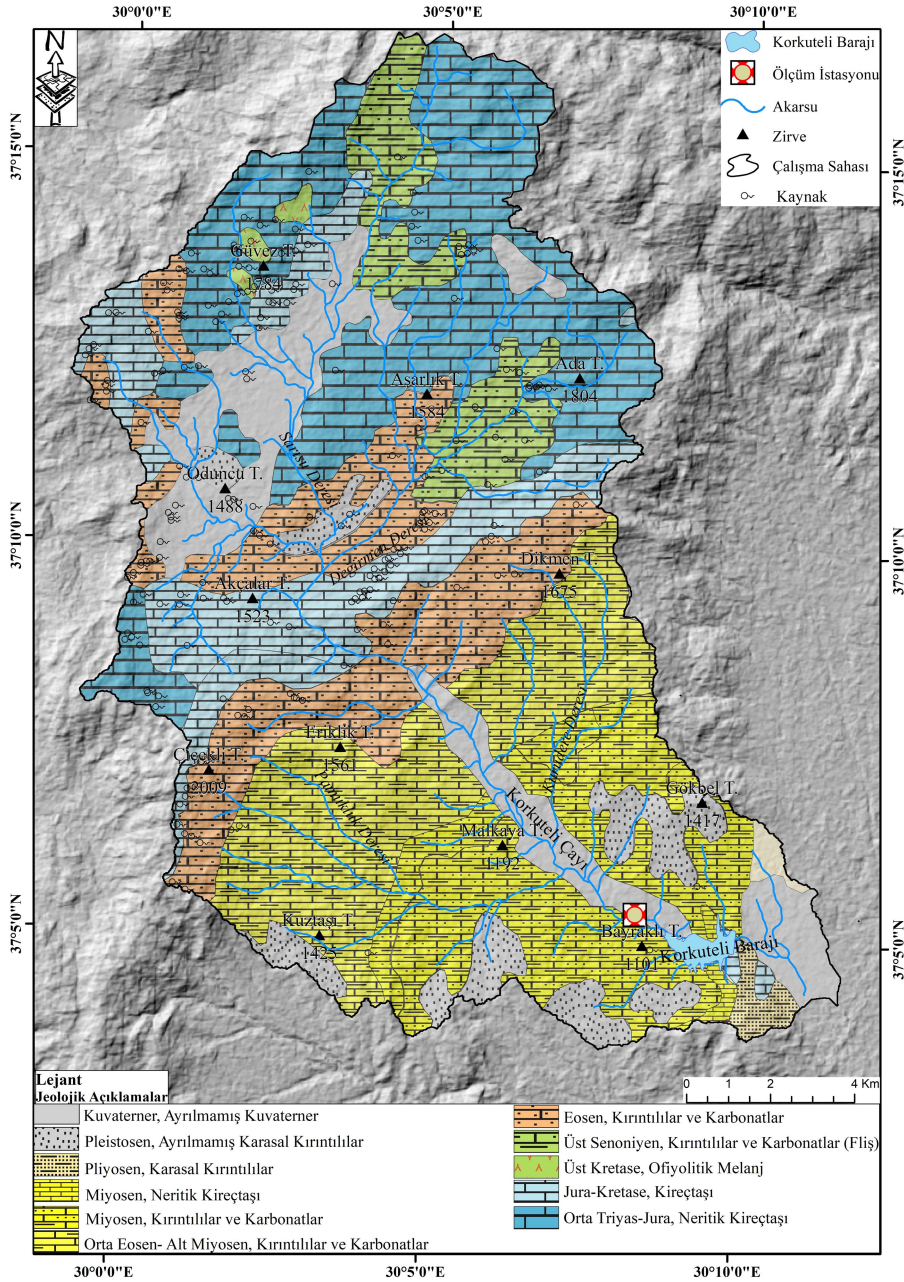
Çalışma sahasının yükseltisi 998 ile 2125 metre arasında değişmektedir. Korkuteli ile merkezinin yer aldığı kısımda yükselti azdır; havzanın batı ve kuzey kesiminde yükselti kademeli olarak artmaktadır. Çalışma sahası, 1535 metre ortalama yükseltiye sahip dağlık bir bölgededir. Bu sahada eğim değerleri, %1 ile %53 arasındadır. Havzanın batı ve kuzey

yamaçlarında eğim artarken, sahanın büyük bir bölümünde eğim %1 ile %20 arasında değişmektedir. Çalışma sahasının ortalama eğimi ise %10.9'dur.

Havzanın litolojik özellikleri akarsuya dahil olan sediman miktarını, yoğunluğunu ve yapısını etkileyen önemli bir unsurdur. Sahadaki anakayanın özelliklerine bağlı olarak fiziksel ufalanma ve kimyasal çözünme süreçleri sonucunda akarsuda taşınan sedimanın türü ve miktarı değişmektedir. Havzanın büyük bir bölümü Jura-Kretase dönemine ait alt seviyeleri dolomit ve dolomitik kireçtaşlarından, üste doğru ise masif ve kalın tabakalı kireçtaşlarından, en üst tabakaları ise yersel olarak ince tabakalı pelajik kireçtaşlarından oluşur (%38.8) (şenel, 1997b). Kireçtaşlarının yoğun olduğu havzanın kuzey bölümünde çok sayıda karstik kaynak yer alır. Bu karstik kaynaklar akarsuya dahil olan eriyik

sediman açısından oldukça önemlidir. Havzanın orta kesiminde ve kısmen kuzeyinde Eosen dönemine ait kiltası, marn, kireçtaşı, kumtaşından oluşan kırıntılı kayalar ve filiş serileri yaygındır (%29). Korkuteli ayı'nın

aşağı ıdırında ise Miyosen dönemine ait kumlu-killi kireçtaşı ile konglomera ve marn düzeyleri görülür (%13.9) (şenel, 1997b) (şekil 2).



şekil 2: Çalışma sahasının jeoloji haritası (jeoloji haritası şenel, 1997a, 1997b'den düzenlenmiştir.)

Figure 2: Geology map of study area, (geology map adapted from şenel, 1997a, 1997b)

Havzada meydana gelen erozyon miktarını önemli oranda toprak özellikleri, bitki örtüsü ve arazi kullanımı etkilemektedir. Eosen dönemine ait kiltası, kumtaşı serilerinin yer aldığı havzanın orta kesiminde kahverengi orman toprakları hkimdir. Bu bölgelerde kızılçam (*Pinus brutia*) ve kermez meşesi (*Quercus coccifera*) bitki toplulukları yaygındır

(Atalay, 2015). Yerleşmelerin yaygın olarak bulunduğu akarsu yatağının taşkın sahasında ise daha çok sulu bahçe tarımı yapılmaktadır. Antropojenik etkiler nedeniyle doğal orman örtüsü yerini tarımsal alanlara bırakmıştır. Meyveciliğin yoğun olarak yapıldığı akarsuyun taşkın ovasındaki tarımsal faaliyetlerin su ihtiyaı büyük oranda yeraltı sularından ve

Korkuteli ayı'ndan karşılanmaktadır. Özellikle ilkbahar ve yaz dönemlerinde Korkuteli ayı'ndan tarımsal sulama amacıyla su kullanımı daha fazladır.

Korkuteli ayı havzası, Batı Torosların etkisi nedeniyle denizel iklim etkisinden karasal iklime geçiş bölgesinde yer alır. Havza genelinde dağlık Akdeniz iklimi görülür. Bu nedenle havzada mevsimsel farklılıklar belirgindir. Kışın, ılıman/ soğuk kuşağa özgü, cephesel orta enlem alçak basınçların oluşturduğu, yağışlı, soğuk, rzgrl ve zaman zaman fırtınalı hava koşulları egemen olurken, yaz mevsiminde subtropikal koşullar sonucunda sıcak kuşağa özgü, sıcak, kurak ve sakın hava koşulları egemendir. Bahar döneminde, Step iklimi ve Akdeniz iklimi kuşağına özgü hava koşulları da etkili olabilmektedir (Türkeş, 2010). Havzanın yıllık ortalama sıcaklığı 12.7 C iken, en yüksek sıcaklık Temmuz ayında 39.9 C, en düşük sıcaklık ise -16.2 C olarak belirlenmiştir.

Bir bölgenin yağış karakteri, süresi ve miktarı, akarsularda taşınan sediman miktarını ve yapısını belirleyen önemli bir etkidir. Korkuteli ayı havzasında kış döneminde genellikle uzun süreli, düşük yoğunluklu cephesel yağışlar etkisini gösterir. Yaz döneminde bölge genelinde daha çok konvektif karakterli kısa süreli sağanak yağışlar etkilidir. Mevsimsel geçişlerin yaşandığı bahar dönemlerinde ise hem cephesel orta enlem basınç koşulları hem de subtropikal koşullar etkisini göstermektedir (Türkeş, 2010). Havzada yıllık ortalama yağış miktarları 200 ila 472 mm arasında değişmektedir. Ekimden Nisan ayına kadar geçen süre yağışlı dönemi oluştururken, en yüksek yağış Aralık ayında meydana gelir. Haziran ile Eylül ayları arasında ise yağış miktarı oldukça düşer ve bu dönemde belirli günlerde ya da anlarda daha çok konvektif karakterli ani sağanak yağışlar görülmesine rağmen havza genelinde kurak koşullar hkimdir.

Korkuteli ayı havzasını şekillendiren ana akarsu yaklaşık 25-30 km uzunluğundaki Korkuteli ayı ve kollarıdır. Korkuteli ayı, Varsak, Başpınar ve Taşkesiği bölgelerinden

kaynağını alır ve güneye doğru akarak Korkuteli Barajı'na ulaşır. Mevsimlik akarsu özelliğindeki Korkuteli ayı'nın uzun yıllık ortalama akım değeri $0.79 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ 'dir. En yüksek akım miktarına Nisan ayında ulaşırken ($1.43 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$), en düşük akım değeri ise Ağustos ayında $0.23 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ olarak llmştir (URL-1). Havzada yer alan Korkuteli Barajı 1973 yılında içme ve sulama suyu temin etme amacıyla inşa edilmiştir. Balıkçılık faaliyetleri de yapılan Korkuteli Barajı'nın rezervuar alanı ise yaklaşık 2.2 km^2 'dir.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Arazi lmleri

Korkuteli ayı'nda taşınan eriyik sediman miktarlarını, akım dinamiklerini ve havzanın hidrolojik koşullarını belirlemek için 01 Ekim 2017-30 Eylül 2018 tarihleri arasında su seviyesi, akım ve eriyik sediman konsantrasyonu llmştir. Bu lmler, Korkuteli ayı'nın Korkuteli Barajı ile birleştiği yer olan Dereköy Akım Gözlem istasyonunda (AGİ) yapılmıştır (şekil 3). Süreç çalışmalarında verilerin anlık olarak sağlanması büyük öneme sahiptir. Bu sayede hem verilerin gvenirliiliği hem de cihazın güvenliği sürekli olarak kontrol edilebilmektedir. Su seviyesi, Mesens (MPS580 Serisi) marka daldırma tipi seviye sensörü ile her 10 dakikada bir otomatik olarak llmştir. Bu lmler, kurulan web sitesi (www.cev-iz.com/akdeniz) yardımıyla metre cinsinden kayıt altına alınmıştır.

Akarsulardaki akım ölçümlerinde seyreltme, iz element takibi ve boyama metodu gibi birçok yöntem vardır. Ancak en yaygın olarak kullanılan yöntem Alan-Hız metodudur. Bu yöntem, akarsu kesitinde suyun hızı, derinliği ve kesitin kanal genişliği ölçümlerinden oluşur (Hersch, 2009).

Bu çalışmada, su seviyesinin arttığı ya da azaldığı dönemlerde periyodik olarak ayda en az bir kez akım llmştir. Akım lmleri esnasında Dereköy Gözlem İstasyonunda Universal Muline cihazı ile ilk olarak suyun hızı belirlenmiş ve akarsu kesitinin alanı hesaplanmıştır.



Şekil 3: Su seviyesi, akım ve sediman ölçüm istasyonundan ve eriyik sediman örnekleme aşamasından bir görünüm

Figure 3: A view from the water level, flow and sediment measuring station and the dissolved sediment sampling

Suyun hızı, su seviyesine ve kanal kesitinin su ile kaplı olan alanın genişliğine bağlı olarak 7 ya da 10 dikey kesitte ölçülmüştür. Anlık akım miktarı, ölçülen su seviyesi ve akım değerlerine bağlı olarak oluşturulan derecelendirme eğrisi sayesinde belirlenmiştir (Eşitlik 1). Oluşturulan lineer regresyon eğrisine göre akım ile su seviyesi arasında güçlü bir ilişki tespit edilmiştir ($R^2: 0.92$).

$$Akım \left(\frac{m^3}{s} \right) = h - \frac{0.1041 (a)}{0.1047 (b)} \quad (\text{Eşitlik 1})$$

Burada h, her 10 dakikada bir ölçülen su seviyesidir. a ve b ise regresyon denkleminde elde edilen eşitlik katsayılarıdır. Gözlem süresince taşınan eriyik sediman konsantrasyonunu belirlemek için belirli

$$Eriyik \text{ sediman konsantrasyonu } \left(\frac{mg}{l} \right) = \frac{W2-W1}{\text{Örnek Hacmi (V)}} \quad (\text{Eşitlik 2})$$

Burada W1, filtre ağırlığı (mg), W2, sediman ve filtre ağırlığı (mg), V ise toplam örnek hacmidir.

3.2. Veri Analizleri

Akarsularda taşınan sediman miktarını belirlemek için ekstrapolasyon, interpolasyon ve sediman taşınım modelleri gibi birçok yöntem vardır. Bu yöntemlerin tercih edilmesinde havzanın şekli ve boyutu, akarsuyun akım, su seviyesi ve yağış özellikleri oldukça önemlidir. Akarsularda taşınan sediman miktarını belirlemek için kullanılan yöntemlerde birtakım sınırlılıklar vardır

aralıklarla eriyik sediman ölçümleri yapılmıştır. Eriyik sediman örnekleri US-DH48 derinlik entegrasyon sediman örnekleyici ile alınmıştır. Bu örnekler, Dereköy Gözlem İstasyonu'nda akım ölçümü esnasında toplanmıştır. Çalışma süresince akımın arttığı ve azaldığı 21 farklı dönemde 1 litrelik eriyik sediman örnekleri alınarak laboratuvar ortamında analiz edilmiştir. Bu örnekler, 111 mm filtre çapına ve 0.45 mikron gözenek çapına sahip Whatman filtre kâğıdı ile filtre edilmiştir. Bu filtrasyon sonucunda sediman örnekleri süspansedimandan arındırılmış ve geriye kalan su ve eriyik sediman ise seramik kroze yardımıyla 105 °C etüvde kurutulmuştur. Bu işlemler sonucunda eriyik sediman konsantrasyonları eşitlik 2 kullanılarak hesaplanmıştır (Tablo 1).

(Letcher et al. 2002). Teknolojik gelişmelere bağlı olarak son zamanlarda geliştirilen sediman taşınım modellerinin birçoğu, akarsu yatağında biriken sedimanların yeniden harekete geçirilmesi ve bank erozyonu gibi akarsuya sediman sağlayan kaynakların etkisinin simülasyonlarında yetersiz kalabilmektedir (Duvert et al. 2012).

Akım ve eriyik sediman taşınımı arasındaki ilişkiyi belirlemek için en yaygın olarak kullanılan yöntem regresyon eşitliğine dayanan güç fonksiyonudur. a ve b regresyon katsayıları, eriyik sediman ve akım üzerinde en

küçük kareler regresyonu ile elde edilmiştir (Walling, 1977, Asselman, 2000) (Eşitlik 3).

$$C = aQ^b \quad (\text{Eşitlik 3})$$

Burada C, eriyik sediman konsantrasyonu (mg/l), Q ise akım (m³/s) miktarıdır. a ve b, güç fonksiyonu eşitliğinden gelen regresyon katsayılarıdır.

3.3. Akım ile Eriyik Sediman Arasındaki İlişki

Gözlem süresince ölçülen (21 farklı dönemde) akım ve eriyik sediman konsantrasyon miktarı kullanılarak genel bir regresyon eşitliği elde edilmiştir (Şekil 4). Bu sayede akım ile eriyik sediman konsantrasyonu arasındaki ilişki düzeyi belirlenmiştir. Akım ile eriyik sediman arasındaki ilişkiyi en iyi açıklayan regresyon modeli, doğrusal olmayan en küçük kareler regresyonuna dayanan polinomsal fonksiyondur.

Genel regresyon eşitliğine göre akım ile eriyik sediman arasında güçlü, pozitif bir ilişki vardır (R². 0.96). Gözlem süresince ölçülen akım ve eriyik sediman miktarında değişimler gözlenmiştir. Bu sürede ortalama akım miktarı 0.89 m³/s olarak ölçülürken, en yüksek akım miktarı 7.5 m³/s, en düşük akım değeri 0.05 m³/s olarak belirlenmiştir. Ortalama eriyik sediman konsantrasyonu 459.3 mg/l olarak ölçülmüştür. Dönem içerisinde en düşük eriyik sediman konsantrasyonu 40.5 mg/l'dir. En

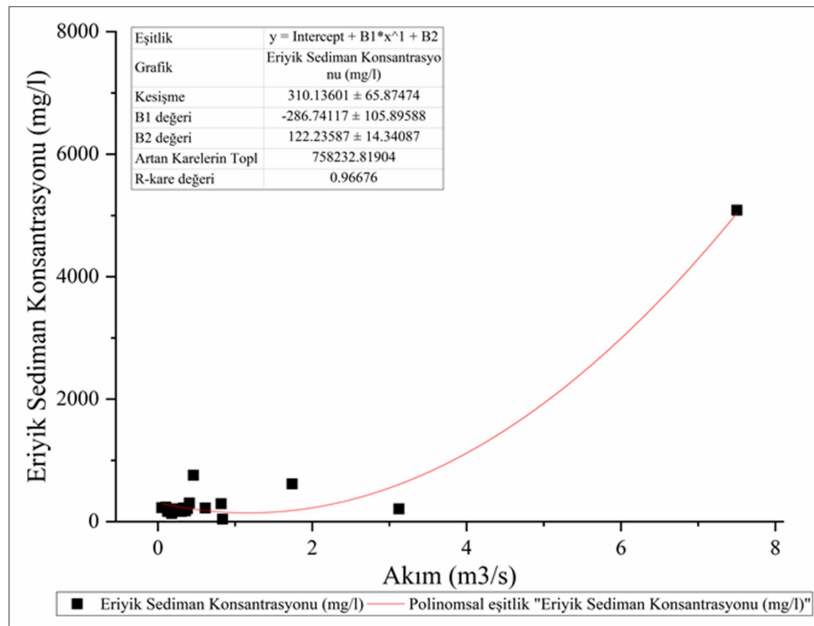
yüksek eriyik sediman konsantrasyonu yaz döneminde 5084.4 mg/l olarak hesaplanmıştır.

Tablo 1: Örneklem dönemlerinde ölçülen akım ve eriyik sediman konsantrasyon değerleri

Table 1: Measured flow and dissolved sediment concentration values on sample periods.

Örnek Zamanı	Akım (m ³ /s)	Eriyik Sediman Konsantrasyonu (mg/l)
21.11.2017	0.23	201.1
5.12.2017	0.41	301.5
29.12.2017	0.31	166.1
5.01.2018	0.31	164.5
19.01.2018	0.26	165.1
7.02.2018	0.31	188.1
21.02.2018	0.33	221.2
25.02.2018	0.38	212.3
29.03.2018	0.84	40.5
3.04.2018	0.21	207.3
12.04.2018	0.10	235.4
6.05.2018	0.18	129.6
10.05.2018	0.36	175.2
21.05.2018	0.05	225.8
4.06.2018	0.13	165.7
5.06.2018	0.62	221.4
18.06.2018	0.82	290.5
18.06.2018	7.50	5084.4
20.06.2018	0.46	756.8
22.06.2018	1.74	615.7
25.06.2018	3.12	207.6
10.07.2018*	0	0
25.07.2018*	0	0
15.08.2018*	0	0
06.09.2018*	0	0

* Bu tarihlerde akarsu tamamen kurumuştur.



Şekil 4: Akım ve eriyik sediman konsantrasyonu arasındaki ilişkiyi gösteren regresyon eşitliği

Figure 4: Regression equation showing relationship between flow and dissolved sediment concentration.

4. BULGULAR

4.1. Yağış ve Akım

Araştırma süresince (01 Ekim 2017- 30 Eylül 2018 tarihleri arasında) havzaya düşen gelen yağış miktarı toplamda 241 mm olup bu yağışın süresi ve karakteri mevsimlere bağlı olarak değişim göstermektedir (Şekil 5). Örneğin 7 Ekim 2017 tarihinde başlayan ilk yağışlar 16 Nisan 2018 tarihine kadar aralıklı olarak devam etmiş ve 17 Nisan 2018 ile 2 Mayıs 2018 tarihleri arasında hiç yağış meydana gelmemiştir. Yağışlar Mayıs ayında tekrar başlayarak Haziran sonuna kadar aralıklı olarak ve farklı yoğunlukta devam etmiştir. Temmuz ve Ağustos aylarında ise yağış miktarı önemli oranda azalmıştır (Şekil 5). Bu aylarda sıcaklıkların artmasıyla birlikte Korkuteli Çayı zaman zaman bütünü ile kurumuştur.

Çalışma süresince yağışların büyük bir bölümü kış döneminde meydana gelmiş (%36) ve bu aylarda yağışlı gün sayısı ve yağış miktarları diğer aylara oranla daha yüksek olup bu miktarlar ilkbahar (%21.2) ve yaz aylarına (%16.7) doğru dikkat çekici derecede azalma göstermiştir. Bununla birlikte yaz aylarına denk gelen bu yağış miktarının hemen hemen tamamı (%16.7) Haziran ayında meydana gelirken, Temmuz ve Ağustos aylarında ise genellikle kurak koşullar hakim olmuştur.

Ölçüm periyodu süresince günlük ortalama akım miktarları 0 ile 3.61 m³/s arasında değişirken, genel ortalama akım miktarı ise 0.34 m³/s olarak belirlenmiş olup bu miktarlar aylara göre önemli farklılıklar göstermiştir. Özellikle mevsimsel geçiş dönemleri olan Kasım, Mart ve Haziran aylarında hem yağış miktarında, süresinde ve karakterindeki değişimlere bağlı olarak akım miktarındaki dalgalanmalar dikkat çekici bir oranda artmıştır (Şekil 5). Hernekadar akım miktarları Kasım ayında hafif bir dalgalanma gösterse de, kış dönemi boyunca daha durağan bir hal almıştır. İlkbahar dönemi ile birlikte akım miktarında dalgalanmalar yeniden artış göstermiş ve özellikle yaz mevsiminin başında (Haziran) yağışlı günlerin birçoğunda akım miktarı maksimum seviyelere ulaşmıştır.

Ölçüm süresinin ilk dönemini oluşturan Ekim ayında ortalama akım miktarı 0.28 m³/s olarak belirlenmiştir. Bu ayın ilk haftalarında tamamen kuru olan akarsu, 07.10.2018 tarihinde düşen ilk yağışlar sonucunda akarsuda akım ölçülmeye başlanmış olup bu ayda akım miktarı 0 ile 0.76 m³/s arasında değişim göstermiştir. Kasım ayında yağışlı gün sayısına nazaran yağış miktarı ve yoğunluğu artmıştır. Kasım ayında belirlenen ortalama akım miktarı (0.46 m³/s) genel ortalamanın üzerindedir ve bu ayda akım miktarları önemli oldukça değişken bir yapıdadır. Nitelim Kasım ayında en düşük akım miktarı 0.19 m³/s olarak belirlenirken, en yüksek akım miktarı 0.96 m³/s'ye kadar yükselmiştir (Şekil 5).

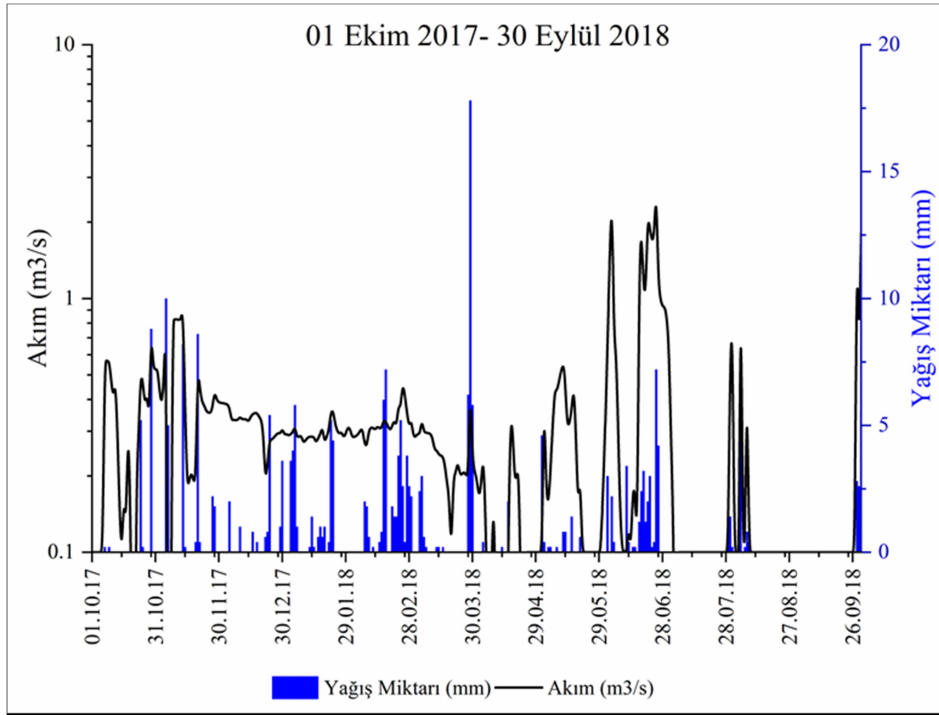
Kış aylarında ortalama akım miktarı diğer aylara nazaran daha az bir değişim göstermektedir. Aralık ayı ortalama akım miktarı 0.32 m³/s olup, bu ay içerisinde akım miktarı 0.18 ile 0.37 m³/s arasında değişim gösterir. Ocak ayında ortalama akım miktarı 0.29 m³/s olup bu ayda belirlenen en düşük akım miktarı 0.25 m³/s olarak ölçülmüştür. Bu miktar Aralık ve Şubat ayına göre daha yüksek olmasına rağmen, maksimum akım miktarı (0.36 m³/s) kış aylarına nazaran daha düşük olması ile dikkati çeker. Şubat ayında belirlenen ortalama akım miktarı Aralık ayı ile aynıdır (0.32 m³/s). Kış ayları arasında en yüksek yağış miktarı Şubat ayında düşmüş ve olup, bu durum akım miktarlarındaki artma ile de kendini göstermiştir. Nitekim bu ayda maksimum akım miktarı 0.46 m³/s olarak belirlenmiştir.

İlkbahar döneminde yağışlı gün sayısı ve yağış miktarı kış aylarına oranla önemli oranda azalma gösterir. Gözlem süresince en yüksek yağış miktarı Mart ayında olmasına rağmen, bu ayda ortalama akım miktarı 0.25 m³/s olarak belirlenmiştir. Bu ayda akım miktarları 0.20 ile 0.46 m³/s arasında değişim göstermiştir. Nisan ayında yağış miktarı ani olarak azalmıştır. Bu durum ortalama akım miktarını önemli oranda düşürmüştür (0.16 m³/s). Ayrıca tarımsal sulama amaçlı Korkuteli Çayı'ndan kullanılan su nedeniyle Nisan ayının yaklaşık son 10 günü akarsu tamamen kurumuştur. Mayıs ayında yağışlarla birlikte akım miktarında dalgalanmalar artmıştır. Bu ayda akım miktarı

0 ile 0.59 m³/s arasında değişirken, ortalama akım miktarı 0.35 m³/s olarak belirlenmiştir (şekil 5).

Yaz döneminde hem yağış miktarı, yoğunluğu ve süresi hem de akım miktarları önemli oranda değişim göstermiştir. Yaz aylarında en yüksek yağış miktarı Haziran ayında 34.8 mm olarak düşmüştür. Ancak bu ayda düşen yağış miktarı, Kasım ve Mart ayına oranla daha az olmasına rağmen ortalama akım miktarı oldukça yüksektir (1.37 m³/s). Nitekim Haziran ayında yağış süresinin kısaltığı, yağış yoğunluğunun arttığı bazı günlerde akım miktarı 3.61 m³/s'ye ulaşmış olup ölçüm

süresince en yüksek akım miktarı Haziran ayında ölçülmüştür. Temmuz ve Ağustos aylarında ise havzaya düşen yağış miktarları önemli oranda azalmış olup bu durum ortalama akım miktarlarını etkilemiştir. Örneğin, Temmuz ayında ortalama akım miktarı 0.04 m³/s, Ağustos ayında ise 0.07 m³/s olarak belirlenmiştir. Bu aylarda yağış miktarı az olmasına rağmen, gün içerisinde etkili olan kısa süreli sağanaklar nedeniyle gün içerisinde belirlenen en yüksek akım miktarlarının kiş dneimine oranla daha yüksek olduğu tespit edilmiştir.



şekil 5: 12 aylık ölçüm dönemindeki (01.10.2017-30.09.2018) günlük toplam yağış ve ortalama akım miktarları

Figure 5: Average daily flow and precipitation of 12-month measurement period (01.10.2017-30.09.2018).

Bu bulgular doğrultusunda Korkuteli ayı'ndaki akım koşullarını, havzanın yağış miktarı, karakteri, süresi, jeolojik yapı, topografik durum arazi kullanımı gibi faktörler kontrol eder. Kiş döneminde yağış miktarı yüksek olmasına rağmen yağış süresi oldukça uzundur. Bu dönemde havzaya düşen uzun süreli ve düşük yoğunluklu yağışlar, akım miktarının daha durağan olmasına neden olmuştur. İlkbahar ve yaz döneminde yağış miktarı daha az olmasına rağmen, zaman zaman etkili olan kısa süreli, yüksek yoğunluklu sağanak yağışlar

sonucunda gün içerisinde ölçülen akım miktarları birçok kez ani olarak artmıştır.

4.2. Eriyik Sediman Konsantrasyonu

lm periyodu boyunca (01.10.2017-30.09.2018 tarihleri arasında) taşınan günlük ortalama eriyik sediman miktarı 0 ile 1271.5 mg/l arasında değişim gösterirken, bu sürede genel ortalama eriyik sediman konsantrasyonu 162.28 mg/l olarak belirlenmiştir. Korkuteli ayı'nda taşınan eriyik sediman miktarında aylara göre önemli oranda değişim vardır. Ekim ve Kasım aylarında taşınan eriyik sediman

konsantrasyonlarında hafif bir dalgalanma gözlenirken, kış dönemi boyunca eriyik sediman taşınımı oldukça durağandır. İlkbahar döneminde, özellikle Mart ayından sonra eriyik sediman konsantrasyon değerlerinde dalgalanmalar artmıştır. Nisan ayında havzaya düşen yağıl miktarı azalmış ve bu dönemde tarımsal sulama amaçlı akarsudan yoğun bir şekilde su kullanımı artmıştır. Bu durum Nisan ayının belirli günlerinde akım ve taşınan eriyik sediman miktarlarının azalmasına hatta akarsuyun tamamen kurummasına neden olmuştur. Eriyik sediman konsantrasyon değerlerindeki en fazla dalgalanma yaz döneminde görülmüştür. Bu dönemde sıcaklıkların yükselmesiyle beraber yağışın olmadığı günlerde eriyik sediman miktarı oldukça düşük olmasına rağmen, Haziran ayının belirli günlerinde etkili olan kısa süreli, yüksek yoğunluklu sağanak yağışlarla birlikte taşınan eriyik sediman konsantrasyon değerleri önemli oranda artmıştır. Temmuz ve Ağustos aylarında ise yağış miktarları oldukça azdır ve bu aylardaki birçok günde eriyik sediman taşınımı olmamıştır (Şekil 6).

Ekim ayı ile birlikte akarsuda akım ölçümleri yapılmış ve eriyik sediman örnekleri alınmaya başlanmıştır ve bu ayda taşınan günlük ortalama eriyik sediman konsantrasyonu 184.5 mg/l olarak tahmin edilmiştir. Ekim ayının ilk haftasında Korkuteli Çayı tamamen kurduğu için eriyik sediman taşınımı olmamıştır. Günlük en yüksek eriyik sediman konsantrasyonu 21.10.2017 tarihinde 307.9 mg/l, ortalama akım miktarı ise 0.007 m³/s olarak belirlenmiştir. Kasım ayında günlük ortalama eriyik sediman konsantrasyon değerleri artmıştır. Kasım ayında günlük ortalama eriyik sediman konsantrasyonu 218.4 mg/l olarak hesaplanmıştır. Günlük ortalama akımın yüksek olduğu (0.93 m³/s) 05.11.2017 tarihinde en düşük eriyik sediman konsantrasyonu (148.6 mg/l) belirlenmiştir (Şekil 6).

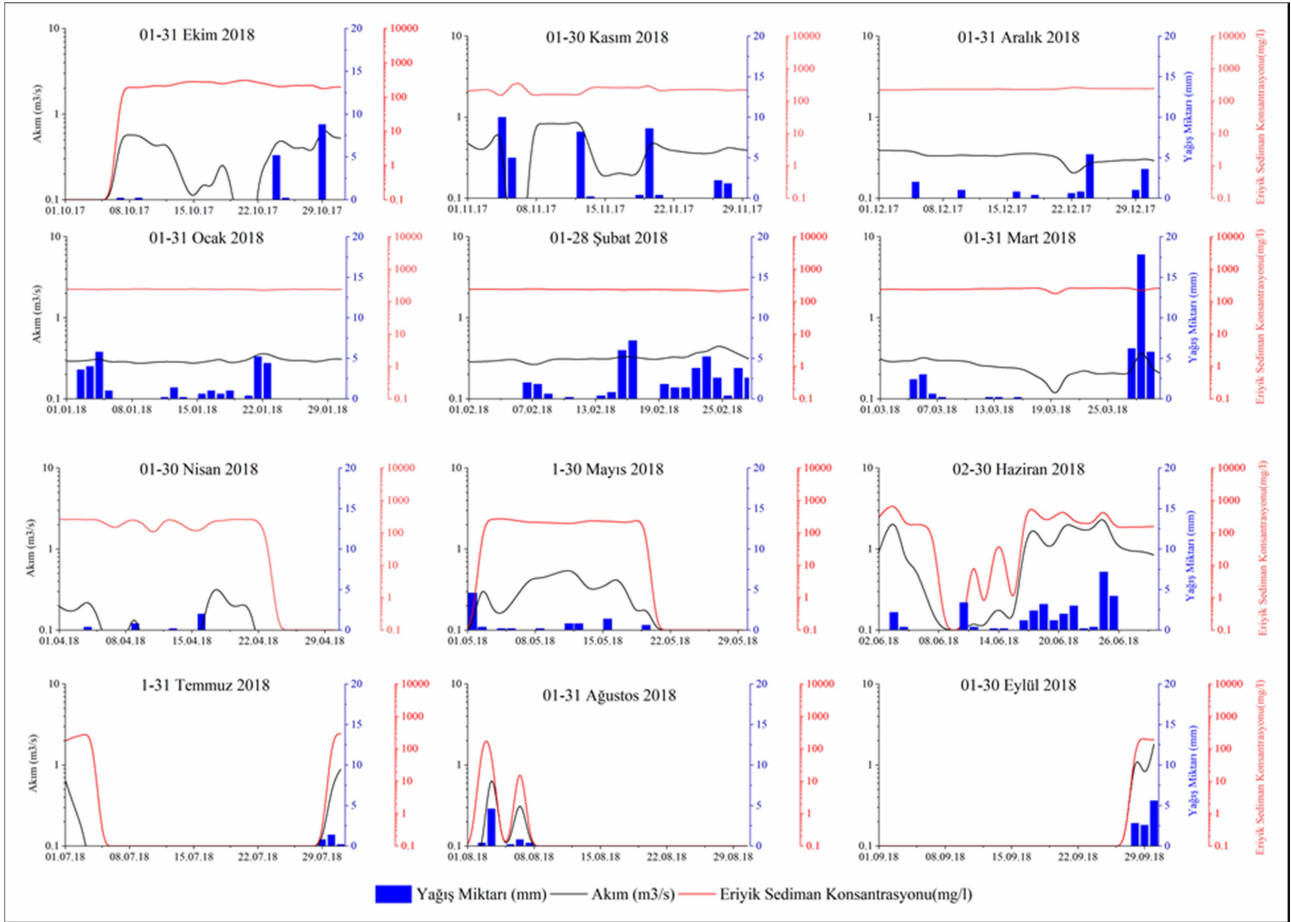
Kış aylarında taşınan günlük ortalama eriyik sediman konsantrasyon değerlerinde dalgalanmalar azdır. Nitekim günlük taşınan maksimum ve minimum eriyik sediman miktarları birbirine yakındır. Aralık ayında günlük ortalama taşınan eriyik sediman konsantrasyonu 230.5 mg/l olarak tahmin

edilmiştir. Ay içerisinde taşınan günlük ortalama en yüksek eriyik sediman konsantrasyonu akımın en düşük olduğu (0.18 m³/s) 22.12.2017 tarihinde 260.7 mg/l olarak belirlenmiştir. 01.12.2017 tarihinde günlük ortalama akım değeri 0.38 m³/s, günlük taşınan en düşük eriyik sediman konsantrasyonu hesaplanmıştır (217.2 mg/l). Ocak ayında taşınan günlük ortalama eriyik sediman konsantrasyonu (236.1 mg/l) diğer kış aylarıyla hemen hemen yakındır. Bu ayda günlük ortalama akım miktarı 0.26 ile 0.36 m³/s, taşınan eriyik sediman konsantrasyonu ise 222.1 ile 241.7 mg/l arasında değişmiştir. Şubat ayında günlük ortalama taşınan eriyik sediman konsantrasyonu 231.1 mg/l olarak hesaplanmıştır. Ay içerisinde en düşük eriyik sediman konsantrasyonu (203.1 mg/l), akımın en yüksek olduğu (0.46 m³/s) 25.02.2018 tarihinde belirlenirken, günlük ortalama en yüksek eriyik sediman konsantrasyonu ise 08.02.2018 tarihinde 244.3 mg/l olarak tahmin edilmiştir (Şekil 6).

İlkbahar döneminde taşınan eriyik sediman konsantrasyonu ve akım miktarında günler arasındaki değişimler artmıştır. Mart ayında günlük ortalama eriyik sediman konsantrasyonu 241.4 mg/l'dir. Ay içerisinde günlük en düşük eriyik sediman konsantrasyonu 146.2 mg/l, en yüksek sediman miktarı ise 260.8 mg/l olarak hesaplanmıştır. Nisan ayında yağış miktarı ani olarak azalmıştır. Bu durum hem akım hem de taşınan eriyik sediman miktarını etkilemiştir. Nisan ayında günlük ortalama eriyik sediman konsantrasyonu 161.3 mg/l'dir. Ay içerisinde taşınan eriyik sediman konsantrasyonu 0 ile 268.5 mg/l arasında değişmiştir. Özellikle Nisan ayının son haftasında tarımsal sulama nedeniyle Korkuteli Çayı tamamen kurmuştur. Bu dönemlerde akım ve eriyik sediman taşınımı olmamıştır. Mayıs ayında günlük ortalama eriyik sediman konsantrasyonu (125.2 mg/l), genel ortalamanın (162.2 mg/l) altındadır. 21.05.2018-30.05.2018 tarihleri arasında Korkuteli Çayı kuru olduğu için sediman taşınımı olmamıştır. Ay içerisinde günlük en yüksek eriyik sediman konsantrasyonu 05.05.2018 tarihinde 269.6 mg/l olarak tahmin edilmiştir.

Haziran ayında günlük ortalama eriyik sediman konsantrasyonu 231.5 mg/l olarak belirlenmiştir. Bu ayda akım ve taşınan eriyik sediman konsantrasyon değerlerinde kısa süreli değişmeler grlmştir. Nitekim ay içerisinde günlük ortalama akım miktarı 0 ile 3.61 m³/s, eriyik sediman konsantrasyonu ise 0 ile 1271.5 mg/l arasında değişmiştir. lm süresince taşınan günlük ortalama en yüksek eriyik sediman konsantrasyonu, akımın en yüksek olduğu 04.06.2018 tarihinde meydana gelmiştir. Ayrıca ay içerisinde taşınan eriyik sediman konsantrasyon değeri birçok kez maksimum seviyeye ulaşmıştır. 18.06.2018 tarihinde günlük ortalama eriyik sediman konsantrasyonu 576 mg/l, 21.06.2018

tarihinde 540 mg/l, 25.06.2018 tarihinde ise 665.9 mg/l olarak belirlenmiştir. Temmuz ve Ağustos aylarında yağış miktarının azalması sonucunda akım ve eriyik sediman konsantrasyon değerleri oldukça dşmştir. Kurak geçen bu dönemde, Temmuz ayında günlük ortalama eriyik sediman konsantrasyonu 50 mg/l, Ağustos ayında ise 22 mg/l olarak tahmin edilmiştir. Ancak bu ayların belirli günlerinde taşınan eriyik sediman konsantrasyon miktarı ani olarak artmıştır. Nitekim 04.07.2018 tarihinde taşınan eriyik sediman konsantrasyonu 301 mg/l, 03.08.2018 tarihinde taşınan eriyik sediman konsantrasyonu ise 293 mg/l olarak hesaplanmıştır (şekil 6).



şekil 6: Aylara göre yağış, akım ve eriyik sediman konsantrasyonu arasındaki ilişki

Figure 6: Relationship between monthly precipitation, discharge and dissolved sediment concentration

4.3. Taşınan Eriyik Sediman Miktarı ve Sediman Verimi

Günlük ortalama taşınan eriyik sediman miktarı 0 ile 397 ton arasında değişmiş olup gözlem süresinde taşınan günlük ortalama eriyik

sediman miktarı 7 ton olarak hesaplanmıştır. Bu miktar aylara göre önemli oranda farklılık göstermiştir. Ekim ve Kasım aylarında taşınan eriyik sediman miktarı hafif bir dalgalanma gösterirken, kiş aylarında daha durağan bir seyir izlemiştir. İlkbahar sonu ve yaz aylarının

başında ise ani sellerin yaşandığı dönemlerde akarsuyun akım ve taşınan eriyik sediman miktarları artmıştır.

Gözlem süresinin ilk dönemini oluşturan Ekim ayında taşınan günlük ortalama eriyik sediman miktarı 0 ile 11 ton arasındadır. 07.10.2017 tarihine kadar Korkuteli Çayı'nda su seviyesi oldukça düşük olduğundan akım ve eriyik sediman miktarı ölçülemediği olup, bu ay içerisinde günlük ortalama taşınan eriyik sediman miktarı 5 ton olarak hesaplanmıştır. Ekim ayında taşınan toplam eriyik sediman miktarı ise 159 ton olarak belirlenmiştir. Kasım ayında, günlük ortalama akım miktarı Ekim ayına oranla daha yüksek olması nedeniyle bu durum taşınan eriyik sediman miktarını etkilemiştir. Kasım ayında taşınan günlük ortalama eriyik sediman miktarı 0.2 ile 12 ton arasında değişmiş ve bu ayda 229 ton eriyik sediman taşındığı tahmin edilmiştir. Ay içerisinde akımın maksimuma ulaştığı dönemlerde günlük eriyik sediman miktarı da oldukça fazladır.

Kış aylarında yağış miktarının fazla olması ve birçok günde havzaya yağışın düşmesi nedeniyle bu aylarda taşınan eriyik sediman miktarında bir süreklilik görülmesi dikkati çekmektedir. Bu durum Korkuteli Çayı'nda taşınan eriyik sediman miktarlarında ani artış ve azalışların görülmesine engel olmuştur. Nitekim Aralık ayında taşınan eriyik sediman miktarı 4 ile 7 ton arasında değişmiştir. Ay içerisinde 198 ton eriyik sediman taşınırken, günlük ortalama taşınan sediman miktarı 7 ton olarak belirlenmiştir. Ocak ayında günlük taşınan sediman miktarı birbirine oldukça yakındır (6 ile 7 ton arasında). Bu ay boyunca 187 ton eriyik sediman taşınırken, günlük ortalama taşınan sediman miktarı 6 ton olarak tahmin edilmiştir. Kış ayları arasında taşınan en düşük eriyik sediman miktarı Şubat ayına aittir (178.3 ton). Bu ayda günlük ortalama eriyik sediman miktarı 6 ton olarak belirlenirken, günlük ortalama taşınan eriyik sediman miktarı ise 6 ile 8 ton arasında değişmiştir (Şekil 7).

İlkbahar döneminde yağış miktarı kış dönemine göre azalmış olması, Korkuteli Çayı'nda taşınan eriyik sediman miktarlarını ve akım değerlerini etkilemiştir. Mart ayında günlük taşınan eriyik

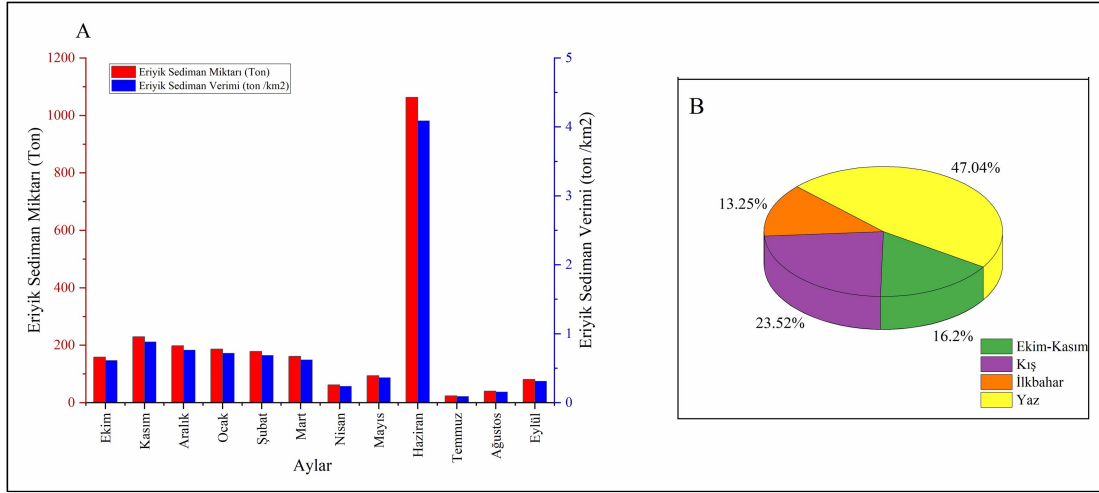
sediman miktarı 161 ton olarak belirlenmiş olup bu ayda günlük taşınan eriyik sediman miktarı 1.2 ile 8 ton arasında değişmiştir. Günlük ortalama taşınan eriyik sediman miktarı ise 5 ton olarak hesaplanmıştır. Nisan ayında yağış miktarı önemli oranda azalmış ve bu dönemde tarımsal sulama amaçlı Korkuteli Çayı'ndan su kullanımının artması sonucunda eriyik sediman taşınımı zaman zaman kesintiye uğramıştır. Nisan ayında taşınan eriyik sediman miktarı 62 ton olarak tahmin edilmiş olup bu ayda günlük taşınan eriyik sediman miktarı 0 ile 6 ton arasında değişirken, günlük ortalama taşınan eriyik sediman miktarı ise 2 ton olarak tahmin edilmiştir. Mayıs ayında yağış miktarının artması sonucunda taşınan eriyik sediman miktarı Nisan ayına göre daha fazladır. Mayıs ayında taşınan eriyik sediman miktarı 0 ile 10 ton arasında değişirken, bu ayda taşınan günlük ortalama eriyik sediman miktarı 3 ton olarak belirlenmiş ve bu ayda taşınan eriyik sediman miktarı ise 94 ton olarak tahmin edilmiştir (Şekil 7).

Yaz döneminde akarsuda taşınan eriyik sediman miktarları, yağış miktarının, süresinin ve sağanak olup olmaması durumuna göre önemli oranda değişmiştir. Özellikle Haziran ayının belirli günlerinde akım ve taşınan eriyik sediman miktarları ani olarak artmıştır. Yağışın azaldığı veya sona erdiği anlarda ise hem akım hem de taşınan eriyik sediman miktarı oldukça düşüktür. Gözlem süresi boyunca en yüksek akım miktarları ve taşınan eriyik sediman miktarı Haziran ayında ölçülmüştür. Bu ayda taşınan eriyik sediman miktarı 1063 ton olarak tahmin edilmiş olup bu eriyik sediman miktarı diğer aylara göre oldukça yüksektir (37.9 ton). Ay içerisinde akımın yüksek olduğu günlerde taşınan eriyik sediman miktarları fazladır. Nitekim 04.06.2018 tarihinde 397 ton, 21.06.2018 tarihine 100 ton, 25.06.2018 tarihinde ise 164 ton eriyik sediman taşındığı tahmin edilmiş olup bu tarihlerde belirlenen akım miktarı, gözlem süresince en yüksek seviyede olduğu dikkati çekmektedir. Temmuz ve Ağustos aylarında yağış miktarları oldukça azalmıştır. Nitekim eriyik sediman taşınımı sadece kısa süreli sağanak yağışların etkili olduğu birkaç saatlik sürede artış göstermiştir. Temmuz ayında taşınan eriyik sediman miktarı

24 ton olarak belirlenirken, Ağustos ayında taşınan eriyik sediman miktarı ise 40 ton olarak hesaplanmıştır. Eylül ayında eriyik sediman taşınımı ilk ve son haftalarında meydana gelirken bu sürede taşınan eriyik sediman miktarı 81 ton olarak belirlenmiştir.

Gözlem süresi boyunca çalışma sahasının ortalama eriyik sediman verimi ise 9.5 ton/km² olarak belirlenmiş olup bu sürede taşınan eriyik sediman miktarı 2478 ton olarak tahmin

edilmiştir. Taşınan bu eriyik sediman miktarlarının yaklaşık %43'ü Haziran ayında oluşan kısa süreli sağanak yağışlı günlerde taşınması nedeniyle Haziran ayının eriyik sediman verimi oldukça yüksektir (4 ton/km²). Gözlem süresince en düşük eriyik sediman verimi ise yağış miktarlarının az olduğu Temmuz ayında belirlenmiştir (0.09 ton/km²) (Şekil 7).



Şekil 7: (A) Aylık taşınan eriyik sediman miktarı ve sediman verimi; (B) eriyik sediman miktarının mevsimlere göre oranı

Figure 7: (A) yield and amount of dissolved sediment by month; (B) Seasonal ratio of dissolved sediment amount

5. SONUÇ ve TARTIŞMA

Bu çalışmada Korkuteli Çayı'nda taşınan eriyik sedimanın, yağış ve akım koşulları arasındaki ilişkisi incelenmiş olup taşınan eriyik sediman miktarı ve konsantrasyonu üzerinde etkili olan faktörler değerlendirilmiştir.

Yağış ve Akım Özellikleri

Korkuteli Çayı'nda akım miktarlarını, havzanın yağış miktarı, karakteri, süresi, jeolojik yapı, topografik durum ve arazi kullanımı gibi faktörler kontrol ederler. Kış döneminde havzaya düşen yağış miktarları yüksek ve yağış süreleri uzun bir eğilim gösterir. Kış aylarında yağışın olmadığı dönemlerde akarsu yatağında genellikle taban akışı (base flow) görülmektedir. Bu dönemde havzaya düşen uzun süreli ve düşük yoğunluklu yağışlardan dolayı, akım miktarlarının daha düzenli bir gidişat göstermesine neden olmuştur. İlkbahar döneminin başlamasıyla birlikte artan konvektif karakterli yoğun yağışlardan dolayı

akım miktarlarında da ani artma ve azalmalar meydana gelmiştir. Nisan ayında hem yağış miktarının azalması ve hem de tarımsal sulama amaçlı akarsudan su kullanımının artması nedeniyle akım miktarları önemli ölçüde azalmıştır. Yaz döneminde ise yağış miktarı kış dönemine oranla daha az olmasına rağmen, zaman zaman etkili olan kısa süreli, yüksek yoğunluklu sağanak yağışlar sonucunda sadece günlük yağış miktarlarında değil gün içerisinde kısa süreler içerisinde akarsu akım değerlerinde birçok kez ani ve düzensiz değişimler meydana gelmiştir. Özellikle Haziran ayında daha sık yaşanan sağanak yağışların etkisiyle oluşan sel dönemlerinde birkaç kez yıllık maksimum akım değerleri ölçülmüştür. Temmuz ve Ağustos aylarında ise yağış miktarları oldukça düşük olup bu ayların büyük bir bölümünde sulama amaçlı su kullanımından dolayı akarsu yatağı temel akıştan dahi yoksun kalarak tamamen kurumuştur. Ancak seyrek de olsa kısa süreli sağanak yağışların etkili olduğu sınırlı zamanlarda akım miktarları ani olarak artmış

ve yağış sonrasında akarsu yatağı bütünü ile kurumuştur. Esasında alışma sahasının ana litolojisini sızma kapasinin oldukça yüksek olduğu bol gözenekli ve çatlaklı bir yapıya sahip Jura-Kratese yaşlı kireçtaşları ile Miyosen yaşta kırıntılı karbonatlar oluşturmakta ve bu kayaçların olduğu yerde yeraltı su rezervinin oldukça zengin olması ve bu suların en kurak dönemlerde bile akarsuyu besleyip taban akışında bir sürekliliği sağlaması beklenirdi. Ancak havzada yoğun olarak yapılan sulama amaçlı tarımsal faaliyetlerden dolayı özellikle yoğun tarımsal faaliyetlerin olduğu ilkbahar ve yaz dönemlerinde çoğu zaman akarsu yatağı bütünü ile akıştan yoksun bir hale gelmiştir.

Eriyik Sediman Konsantrasyonu ve Miktarları

Ölçüm süresince taşınan eriyik sediman konsantrasyon ve miktarlarında dikkate değer salınımlar olduğu tespit edilmiştir. Burada dikkati çeken en önemli husus taşınan eriyik sediman konsantrasyonları ve miktarlarında önemli mevsimsel değişmeler olmasıdır. Genel olarak taşınan eriyik sediman konsantrasyonları kış mevsiminde yüksek (232 mg/l), ilkbahar (176 mg/l) ve yaz mevsimlerinde (101 mg/l) ise önemli bir azalma eğilimi göstermiştir. Ancak konsantrasyon değerlerinin aksine ton cinsinden taşınan eriyik sediman miktarları ise mevsimler arasındaki farklılıklar oldukça belirgindir. Nitekim, kış döneminde akarsuda yaklaşık 563 ton eriyik sediman taşınırken, ilkbahar döneminde 317 ton, yaz döneminde ise 1127 ton eriyik sediman taşındığı belirlenmiştir. Bu farklılığın muhtemel sebepleri řu şekilde açıklanabilir. Kış döneminde bölge genelinde daha çok uzun süreli, düşük yoğunluklu yağışlar etkilidir. Bu aylarda hemen hemen her gün yağış görülmektedir. Kireçtaşı gibi oldukça çatlaklı, geçirgen ve çözünebilen kayaçların yaygın olduğu çalışma sahasında zemine sızma sonucu yüzeysel akışa geçemeyen yağmur ve kar sularının önemli bir bölümü yavaş yavaş zemine sızarak yeraltı sularını beslemiş ve bu sular içerisinde eriyik madde konsantrasyonunu artırmıştır. Böylece özellikle kış aylarında akarsuyu besleyen eriyik maddelerce zengin yer altı suları akarsuda

birim hacimdeki eriyik konsantrasyonun artmasına sebep olmuştur. Nitekim kış aylarında Korkuteli ayı'nda ölçülen eriyik madde konsantrasyonunun yaz dönemine göre daha fazla olması bu durumu desteklemektedir (şekil 6).

İlkbahar aylarında kış dönemine göre hem yağış miktarlarının azalması hem de akarsuya olan antropojenik müdahalelerin artması akarsuda taşınan eriyik sediman miktarını ve konsantrasyon değerlerini önemli ölçüde etkilemiştir. Özellikle Nisan ayında Korkuteli ayı'nın taşkın ovasında yapılan tarımsal faaliyetler nedeniyle akarsudan yoğun olarak tarımsal sulama amacıyla su kullanımı artmıştır. Ayrıca Nisan ayında havzaya düşen yağış miktarının da az olması sonucunda bu dönemde ölçülen akım ve taşınan eriyik sediman miktarları büyük oranda azaltmıştır. Bununla birlikte ilkbahar sonuna doğru etkili olan sağanak karakterdeki konvektif yağışlar hem akım değerlerini ve hem de taşınan sediman miktarlarını arttırmıştır. Yaz döneminde, özellikle Haziran ayında bölge genelinde kısa süreli sağanak yağışların büyük bir bölümü zemine sızmadan yüzeysel akışa geçerek akarsudaki akım miktarlarını hızlı bir şekilde yükseltmiştir. Ancak bu suların içerisinde ise eriyik madde konsantrasyonu kış dönemine göre düşük değerler gösterir. Her ne kadar yaz aylarında su içerisindeki eriyik sediman konsantrasyonu düşük kalmış ise de, kısa süreli sağanak yağışlar sonucunda hızla artan debi değerlerinden dolayı, düşük eriyik madde konsantrasyonuna rağmen, miktar olarak fazla eriyik madde taşınımı geekleşmiştir.

KATKI BELİRTME

Bu alışma, Akdeniz Üniversitesi Bilimsel Araştırmalar Koordinasyon Birimi tarafından desteklenmiştir (Proje No: SYL-2016-1938).

Çalışmamıza değerli katkılarından dolayı Dr. Türkay ONACAK ve Dr. Soner ÇAKMAK'a teşekkür ederiz. Arazi alışmalarında bizlere yardımcı olan Antalya D.S.İ. 13. Bölge Müdürlüğu Havza Yönetimi biriminde alışan değerli personellere derin şükranlarımızı sunarız.

KAYNAKÇA

- Alexandrov, Y., Laronne, J.B., & Reid, I. (2003). Suspended sediment concentration and its variation with water discharge in a dryland ephemeral channel, Northern Negev, Israel. *Journal of Arid Environments*, 53(1): 73-84.
- Allan, D.J. (1995). *Stream ecology-structure and function of running water*. Chapman and Hall.
- Anning D.W. & Flynn, M.E. (2014). Dissolved-solids sources, loads, yields, and concentrations in streams of the conterminous United States. U.S. Geological Survey Scientific Investigations Report, 2014-5012: 101.
- Asselman, N.E.M. (2000). Fitting and interpretation of sediment rating curves. *Journal of Hydrology*, 234: 228-48.
- Atalay, İ. (2015). *Ekosistem ekolojisi ve coğrafyası*, Bornova, Turkey: Meta Basım ve Matbaacılık.
- Çakmak, S. (2019). Korkuteli Çayı'nda sediman taşınım süreçleri, Akdeniz Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Basılmamış Y.L. Tezi, Antalya
- De Girolamo, A.M., Pappagallo, G. & Lo Porto, A. (2015). Temporal variability of suspended sediment transport and rating curves in a Mediterranean river basin: The Celone (SE Italy). *Catena*, 128: 135-143.
- Duvert, C., Nord, G., Gratiot, N., Navratil, O., Nadal-Romero, E., Mathys, N. ... Esteves, M. (2012). Towards prediction of suspended sediment yield from peak discharge in small erodible mountainous catchments (0.45-22 km²) of France, Mexico and Spain. *Journal of Hydrology*, 454-455: 42-55.
- Farley, D. A. & Werritty, A. (1989). Hydrochemical budgets for the loch dee experimental catchments, southwest Scotland (1981- 1985). *Journal of Hydrology*, 109: 351-368.
- Francke, T., Lopez-Tarazon, J.A., Vericat, D., Bronstert, A. & Batalla, R. J. (2008). Flood-based analysis of high-magnitude sediment transport using a non-parametric method. *Earth Surface Processes and Landforms*, 33: 2064-2077.
- Goodwin, T.H., Young, A.R., Holmes, M.G.R., Old, G. H., Hewitt, N., Leeks, G.J.L., Packman, J.C. & Smith, B. P. G. (2003) The temporal and spatial variability of sediment transport and yields within the Bradford Beck catchment, West Yorkshire. *Science of The Total Environment*, 314-316: 475-494.
- Grosbois, C., Negrel, P., Fouillac, C. & Grimaud, D. (2000). Dissolved load of the Loire River: chemical and isotopic characterization. *Chemical Geology*, 170: 179-201.
- Herschey, R.W. (2009). *Streamflow measurement*. 3rd ed. New York, The USA; Taylor and Francis Group.
- Horowitz, A.J. (1995). The Use of Suspended sediment and associated trace elements in water quality studies. *International Association of Hydrological Sciences*, 4: 58.
- Horowitz, A.J., Elrick, K.A. & Smith, J.J. (2001). Estimating suspended sediment and trace element fluxes in large river basins: methodological considerations as applied to the Nasqan programme. *Hydrological Processes* 15: 1107-1132.
- Knighton, D. (1998). *Fluvial form and processes*. U. K., London: Wiley.
- Leopold, L.B., Wolman, M.G. & Miller, J.P. (1992). *Fluvial processes in geomorphology*. USA, New York: Dover Publications, Inc.
- Letcher, R.A., Jakeman, A.J., Calfas, M., Linforth, S., Baginska, B., & Lawrance, I. (2002). A comparison of catchment water quality models and direct estimation techniques. *Environmental Modelling and Software*, 17(1): 77-85.
- Liu, C., Sui, J. & Wang, Z. Y. (2008). Sediment load reduction in Chinese rivers. *International Journal of Sediment Research*, 23: 44-55.
- López-Tarazón, J.A., Batalla, R.J., Vericat, D. & Balasch, J.C. (2010). Rainfall, runoff and sediment transport relations in a mesoscale mountainous catchment: the river Isábena (Ebro basin). *Catena*, 82: 23-34.
- López-Tarazón, J.A., Batalla, R.J., Vericat, D. & Francke, T. (2009). Suspended sediment transport in a highly erodible catchment: the river Isábena (southern Pyrenees). *Geomorphology*, 109(3-4): 210-221.
- Meade, R. H. & Stevens, H. H. (1990). Strategies and equipment for sampling suspended sediment and associated toxic chemicals in large rivers-with emphasis on the Mississippi river. *Science of the Total Environment*, 97-98: 125-35.
- Miliman, J.D. & Meade R.H. (1983). World-Wide Delivery of River Sediment to the Oceans. *The Journal of Geology*, 91 (1): 1-21.
- Milliman J.D., & Syvitski, J.P.M. (1992). Geomorphic/tectonic control of sediment discharge to the ocean: the importance of small mountainous rivers. *The J. of Geology*, 105 (5): 525-544.
- Naiman, R. J., Fetherston, K. L., McKay, S. & Chen, J. (1998). Riparian forests. In *River Ecology and Management: Lessons from the Pacific Coastal Ecoregion*, ed. RJ Naiman, RE Bilby, pp. 289-323. New York: Springer-Verlag. 705 pp.

- Padmalal D. & Maya K. (2014). Impacts of River Sand Mining: Environmental Impact and selected Case studies. Springer Science and Business Media Dordrecht (E Book), 23-80.
- Padmalal, D., K. Sreelas, K., Raj, V. T. & Sajan, K. (2018). River discharge, major ion chemistry and sediment transport of the Bharathapuzha River, Southwest India: implications on catchment erosion. *J. Geo. Society of India*, 92: 568-578.
- Pavanelli, D. & Cavazza, C. (2010). River suspended sediment control through riparian vegetation: a method to detect the functionality of riparian vegetation. *Clean (Weinh)*, 38: 1039–1046.
- Petts G.E. & Amoros C. (Eds) (1996). *Fluvial Hydrosystems*. UK, London: Chapman & Hall.
- Poulos, S.E. & Collins M.B. (2002). Fluviate sediment fluxes to the Mediterranean Sea: a quantitative approach and the influence of dams. S.J. Jones, L.E. Frostick (Eds.), *Sediment Flux to Basins: Causes, Controls and Consequences*. Special Publications, vol. 191, Geological Society, London (2002), pp. 227-245
- Richards, K. (1982). *Rivers: Form and Process in Alluvial Channels*. UK, London: Methuen
- Rovira, A. & Batalla, R.J. (2006). Temporal distribution of suspended sediment transport in a Mediterranean basin: the lower Tordera (NE Spain). *Geomorphology*, 79: 58-71.
- Rumsey, C.A., Miller, M. P., Schwarz, G.E., Hirsch R. M., & Susong, D. D. (2017). The role of baseflow in dissolved solids delivery to streams in the Upper Colorado River Basin. *Hydrological Processes*, 31: 4705–4718.
- Sala, M. & Farguell, J. (2002). Water and sediment yield in two representative Mediterranean catchments under different land uses in the Catalan coastal ranges. *Revista C&G*, 16: 1-4.
- Seeger, M., Errea, M.P., Begueria, S., Arnaez, J., Marti, C. & Garcia-Ruiz, J. M. (2004). Catchment soil moisture and rainfall characteristics as determinant factors for discharge/suspended sediment hysteretic loops in a small headwater catchment in the Spanish Pyrenees. *Journal of Hydrology*, 288: 299–311.
- Swiechowicz, J. (2002). Linkage of slope wash and sediment and solute export from a foothill catchment in the carpathian foothills of South Poland. *Earth Surf. Process. Landforms*, 27: 1389–1413.
- Şenel, M. (1997a). 1/100000 Ölçekli Türkiye Jeoloji Haritası, Denizli Paftası. MTA Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Şenel, M. (1997b). 1/100000 Ölçekli Türkiye Jeoloji Haritası, Isparta Paftası. MTA G.M., Ankara.
- Tena A, Batalla, R.J. & Vericat D. (2012) Reach-scale suspended sediment balance downstream from dams in a large Mediterranean river, *Hydrological Sciences Journal*, 57 (5): 831-849. <https://doi.org/10.1080/02626667.2012.681784>
- Türkeş, M. (2010). *Klimatoloji ve meteoroloji*. İstanbul, Türkiye: Kriter Yayınevi.
- URL-1: <https://svtbilgi.dsi.gov.tr/> Erişim tarihi: 20.01.2017
- Vanmaercke, M., Poesen, J., Verstraeten, G., De Vente, J. & Ocakoglu, F. (2011). Sediment yield in Europe: Spatial patterns and scale dependency. *Geomorphology*, 130:142-161.
- Vörösmarty, C.J., Meybeck, M., Fekete, B., Sharma, K., Green, P. & Syvitski, J.P.M. (2003). Anthropogenic sediment retention: major global impact from registered river impoundments. *Global and Planetary Change*, 39: 169–190.
- Walling, D. E. (1977). Assessing the accuracy of suspended sediment rating curve for a small basin. *Water Resources Research*, 13(3): 531–538.
- Walling, D. E. (2006). Human impact on land–ocean sediment transfer by the world's rivers. *Geomorphology*, 79: 192–216
- Walling, D. E. & Fang, D. (2003). Recent trends in the suspended sediment loads of the world's rivers. *Global and Planetary Change*, 39: 111–126.
- Walling, D.E., Webb, B.W. & Woodward, J.C. (1992). Some sampling considerations in the design of effective strategies for monitoring sediment-associated transport. In: Bogen, J., Walling, D.E., Day, T.J. (Eds.), *Erosion and Sediment Transport Monitoring Programmes in River Basins*. IAHS Publication No. 210, IAHS Press, Wallingford, UK, pp. 279–288.
- Zabaleta, A., Martínez, M., Uriarte, J.A. & Antigüedad, I. (2007). Factors controlling suspended sediment yield during runoff events in small headwater catchments of the Basque country. *Catena*, 71: 179–190.