

Değirmendere, Yomra ve Galanima akarsu havzalarında (Trabzon) askıda katı madde taşınımının incelenmesi ve değerlendirilmesi

Monitoring and assessing of total suspended solids transport in the Değirmendere, Yomra, and Galanima stream watersheds (Trabzon Province, NE Turkey)

Betül METE^{*1,a}, Osman Tuğrul BAKI^{2,b}, Adem BAYRAM^{1,c}

¹Karadeniz Teknik Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, 61080, Trabzon

²Karadeniz Teknik Üniversitesi, Of Teknoloji Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, 61830, Trabzon

• Geliş tarihi / Received: 17.09.2021

• Düzeltilecek geliş tarihi / Received in revised form: 11.04.2022

• Kabul tarihi / Accepted: 22.04.2022

Öz

Ülkemiz akarsularında sediment gözlemleri 1961 yılında başlatılmış olup Devlet Su İşleri tarafından yürütülmektedir. Yayımlanan süspansediment yıllıklarından, Trabzon'un Fol Deresi, Değirmendere ve Karadere havzalarında ve her bir havzada bir istasyonda aylık olarak askıda katı madde (AKM) takibinin yapıldığı bilinmektedir. Bu çalışmanın amacı, Değirmendere Havzası'nın yanı sıra AKM takibinin yapılmadığı komşu havzalarda (Yomra ve Galanima) da AKM taşınımını incelemek ve değerlendirmektir. Her bir havzada dört, toplam 12 AKM gözlem istasyonundan, Eylül (2019)-Şubat (2020) döneminde ayda iki kez olacak şekilde su örnekleri toplanmış ve AKM (mg/L) belirlenmiştir. Değirmendere ile Galanima havzalarında işletilen Öğütlü ve Şinik isimli akım gözlem istasyonlarında seviye okumaları yapılarak ilgili kesitlerden geçen debiler belirlenmiş ve AKM yükleri de hesaplanmıştır. Aylık ortalama AKM değerlerinin membada 10.80-124.50 mg/L mansapta ise 62.30-541.20 mg/L arasında değişim gösterdiği Değirmendere Havzası'nda, ortalama debi ve AKM yükünün sonbaharda sırasıyla 489.335 m³/gün ile 32.73 ton/gün ve kışın 506.592 m³/gün ile 12.25 ton/gün oldukları hesaplanmıştır. Aylık ortalama AKM değerlerinin membada 11.80-94.10 mg/L mansapta ise 21.10-158.20 mg/L arasında değişim gösterdiği Galanima Havzası'nda, ortalama debi ve AKM yükünün sonbaharda sırasıyla 148.867 m³/gün ile 4.46 ton/gün ve kışın 259.632 m³/gün ile 18.31 ton/gün oldukları hesaplanmıştır. Altı çalışmanın mevcut olduğu Yomra Deresi Havzası'nda, aylık ortalama AKM değerlerinin membada 33.60-1.209.00 mg/L mansapta ise 145.60-435.90 mg/L arasında değiştiği belirlenmiştir. Çalışma kapsamında AKM takibi yapılan havzalarda en az taşınımın Galanima Havzası'nda olduğu tespit edilmiştir. Membeda Maçka ile mansabında Ortahisar ilçelerinin yer aldığı ve insani faaliyetlerin kıyasla daha yoğun olduğu Değirmendere'nin diğer iki akarsuya kıyasla daha fazla AKM taşıdığı belirlenmiştir.

Anahtar kelimeler: Askıda katı madde, Debi, Değirmendere, Doğu Karadeniz Havzası, Galanima Deresi, Yomra Deresi.

Abstract

In Turkish rivers and streams, the sediment monitoring studies were commenced in 1961 and have been conducted by the State Hydraulic Works (DSİ). It is known from the suspended sediment data published annually by DSİ that the sediment monitoring studies are limited to only three sediment gauging stations, on the Fol Stream (Vakfıkebir Town), the Değirmendere Stream (Maçka Town), and the Karadere Stream (Araklı Town) in Trabzon Province. This study aims to monitor and assess the total suspended sediment (TSS) transport in the Değirmendere Stream and the adjacent stream watersheds, namely Yomra and Galanima. The stream water sampling studies were conducted two times a month for six months from September 2019 to February 2020, on a sum of 12 TSS monitoring stations, four stations in each watershed. Water depth monitoring studies were also conducted at two gauging stations, Öğütlü and Şinik, operated in the Değirmendere and Galanima stream watersheds, respectively. TSS loads were computed with the help of the average daily flowrate values and TSS concentrations in the relevant sections. In the Değirmendere Stream watershed, the average monthly TSS values ranged from 10.80 to 124.50 mg/L upstream station and 62.30 to 541.20 mg/L downstream station. The average daily flowrate values and TSS loads were computed as 489.335 m³ and 32.73 tons in the autumn and 506.592 m³ and 12.25 tons in the winter, respectively, for the TSS monitoring and gauging station. In the Galanima Stream watershed, the average monthly TSS values ranged from 11.80 to 94.10 mg/L upstream station and 21.10 to 158.20 mg/L downstream station. The average daily flowrate values and TSS loads were computed as 148.867 m³ and 4.46 tons in the autumn and 259.632 m³ and 18.31 tons in the winter, respectively, for the TSS monitoring and gauging station. In the Yomra Stream watershed, where the last six field studies are available, the average monthly TSS values ranged from

*a Betül METE; betulmete@ktu.edu.tr, Tel: (0462) 377 26 06, orcid.org/0000-0002-3689-6430

^b orcid.org/0000-0001-8694-0543

^c orcid.org/0000-0003-4359-9183

33.60 to 1.209.00 mg/L upstream station and 145.60 to 435.90 mg/L downstream station. It has been determined that the Galanima Stream watershed has the least transport among the watersheds monitored TSS concentration. The TSS load transported to the Black Sea is higher in the Değirmendere Stream watershed, where the city of Maçka is situated upstream and the city of Ortahisar is situated downstream due to intensive anthropogenic activities in the watershed.

Keywords: Total suspended solids, Flowrate, Değirmendere Stream, Eastern Black Sea Basin, Galanima Stream, Yomra Stream.

1. Giriş

1. Introduction

Akarsulardaki katı maddeler, akarsu debisine ve dane çapına bağlı olarak askıda veya sürüntü maddesi olarak taşınır. Taşınan askıda katı madde (AKM) miktarının akarsuyun taşıdığı toplam katı maddenin yaklaşık %75-95'ini oluşturduğu bilinmektedir (Yang, 1996; Ülke vd., 2011). Akarsuların taşıdığı AKM yükünün bilinmesi su kaynaklarının kontrolü ve yönetimi açısından büyük önem taşımaktadır. Su kaynaklarının sağlıklı ve verimli kullanılabilmesi için akarsuların taşınım dinamiklerinin bilinmesi gerekmektedir. Bir akarsu üzerinde ölçüm ve gözlem verilerinin var olması o akarsudan daha verimli faydalanılmasına olanak sağlamaktadır. Başka bir deyişle, akarsudan faydalanma veya akarsu kaynaklı zararları öngörebilme o akarsu üzerinde sürekli olarak ölçüm ve gözlem yapılması ile gerçekleştirilebilir. İhtiyaç anında eldeki sağlıklı ve uzun süreli veriler duyulan ihtiyacın zaman kaybı yaşanmadan kolaylıkla giderilebilmesine olanak sağlamaktadır. İhtiyaç duyulması anından sonra başlanan ölçüm ve gözlemler zaman kaybı yaratacağı için çözümün de gecikmesine neden olmaktadır (Bayram, 2011).

Akarsu üzerinde yapılacak düzenlemeler (ıslah çalışmaları, sulama, ulaşım vb.) akarsuyun doğada uyduğu kurallar dikkate alındığında daha uzun ömürlü sonuçlar sunabilir. Akarsuların profilleri, kesitleri ve izledikleri yol taşıdığı sediment miktarına göre şekillenmektedir. Taşkın kontrolü, akarsularda ulaşım, erozyonun önlenmesi, sulama kanallarının tasarımı, akarsuların kirlenmesi, akarsularda canlıların yaşamı, çevre estetiği, barajların etkisinde kalan akarsuların yatak değişimlerinin belirlenmesi, hidroelektrik tesislerinde akarsudan su alma ve giren taneleri çökeltmek ayırma, rekreasyon gibi konularla ilgili çeşitli problemleri çözmek için akarsuyun debi-seviye ilişkisinin ve belli bir debide taşınacak sediment miktarının bilinmesi gerekmektedir (Bayazit & Avci, 2010).

AKM yükünün belirlenmesi akarsuyun morfolojisinin anlaşılmasında, içme ve kullanma suyu temininde, havza yönetimi çalışmalarında ve barajların projelendirilmesinde önemli rol

oynamaktadır. Akarsu bünyesinde bulunan kirleticiler AKM daneciklerine yapışarak hareket ettiği için akarsu ve baraj haznelinde kirlilik seviyesinin belirlenmesinde de AKM kullanılmaktadır (Sivakumar, 2006).

Su kalitesi değişkeni olarak AKM bazı araştırmacıların dikkatini çekmiştir. Sayın (2000), Değirmendere Havzası'nda üretim gerçekleştiren bazı tesislerin akarsuya etkisinin olup olmadığını belirlemek amacıyla bir çalışma gerçekleştirmiştir. Belirlediği gözlem istasyonlarından Eylül 1998-Şubat 1999 tarihleri arasında aldığı su örnekleri ile akarsuyunun fiziksel ve kimyasal özelliklerini incelemiştir. Bazı tesislerin deşarj ettikleri atıksuların akarsudaki AKM miktarını arttırdığını belirlemiştir. Boran vd. (2004), Eylül 1998-Şubat 1999 tarihleri arasında Değirmendere Havzası'nda yer alan işletmelerin akarsu üzerine etkilerini araştırmışlardır. Havzada bulunan kimi tesislerin kontrolsüz deşarj sonucunda akarsuyun kalitesinin bozulduğunu saptamışlardır. Celep (2009), Trabzon ili Akhisar, Foldere, İskefiye, Galanima, Sera, Beşirli, Değirmendere, İkisü, Yomra, Yanbolu, Karadere, Solaklı ve Baltacı akarsularında anakol ve yan kollar üzerinde yerüstü ve yeraltı suyu kalitesini incelemiştir. Sularda bulunan kirleticilerin çevresel atıklardan kaynaklandığını tespit etmiştir. Satılmış (2015), Değirmendere Havzası'nda, yerüstü su kalitesinin mekana ve zamana bağlı değişimini Ocak-Aralık 2014 tarihleri arasında 15 günlük periyotla takip etmiştir. Yerleşimin yerlerinin ve sanayi faaliyetlerinin yoğun olduğu bölgede bulunan gözlem istasyonundan elde ettiği kirlilik yüklerinin diğer istasyonlara kıyasla daha fazla olduğunu ortaya koymuştur. AKM konsantrasyonunun akarsu düzenleme ve yol genişletme çalışmaları gibi akarsulara doğrudan yapılan müdahaleler sonucunda büyük miktarda arttığını tespit etmiştir. Serdar (2015), 2013 yılında mevsimsel periyotlarla Doğu Karadeniz Havzası'nda Melet, Pazarsuyu, Aksu, Harşit, Değirmendere, Solaklı, İyidere, Büyükdere, Fırtına, Çağlayan ve Kapistre akarsularının çıkış noktalarında fiziko-kimyasal su kalitesini mevsimsel olarak belirlemiştir. En yüksek AKM değerlerinin Büyükdere ve Değirmendere akarsularında olduğunu gözlemlemiştir. Mutlu & Verap (2018), Nisan 2016-Mart 2017 tarihleri arasında Doğu Karadeniz

Bölgesi'nde bulunan Melet, Aksu, Değirmendere, İyidere, Salarha, Büyükdere, Fırtına ve Hopa akarsularının çıkış noktalarında suyun fiziko-kimyasal özellikleri üzerine bir araştırma yapmışlardır. AKM konsantrasyonlarının ilgili akarsularda 0.3 ile 604.1 mg/L arasında değiştiğini belirlemişlerdir. Elde ettikleri sonuçları ilgili akarsularda yapılan önceki çalışmalar ile karşılaştırdıklarında tarımsal ve küçük ölçekli endüstriyel faaliyetler ile evsel atık suların su kirliliğinin artmasında etkili olduğunu ileri sürmüşlerdir. [Erdoğan \(2019\)](#), Doğu Karadeniz Havzası'nda Fırtına, İyidere, Solaklı, Karadere, Söğütlü ve Aksu akarsularında gerçekleştirdiği çalışmada 2016 ilkbahar-2019 yaz mevsimleri periyodunda mevsimsel olarak su kalitesini ve AKM konsantrasyonunun değişimini incelemiştir. Doğrudan ölçümler, AKM konsantrasyonlarını belirlemede kullanılan en güvenilir yöntemlerinden biridir. Ülkemiz akarsularında Devlet Su İşleri (DSİ) tarafından yürütülen sediment takibi çalışmalarına 1961 yılında iki istasyonla başlanmıştır. Ölçüm istasyonları kurmak ve uzun süre veri toplamak zahmetli ve maliyetli olduğundan her bir akarsu için AKM verileri mevcut değildir. DSİ tarafından yayımlanan sediment gözlem yıllıkları ([DSİ 2019](#)) incelendiğinde, Trabzon'da 2006 ve 2012 yılları arasında sadece üç istasyonda (Değirmendere, Karadere ve Fol akarsuları) AKM konsantrasyonlarının aylık olarak ölçüldüğü tespit edilmiştir.

Bu çalışmada, Doğu Karadeniz Bölgesi'nde yer alan Değirmendere ve Galanima akarsu havzalarında AKM ve debi takibi, Yomra Deresi Havzası'nda ise sadece AKM takibi gerçekleştirilmiştir. Değirmendere Havzası'nda DSİ tarafından aylık periyotlarla yürütülen AKM gözlemlerinin 2012 yılından sonra sürdürülememiş olması, Galanima ve Yomra akarsu havzalarında ise bu gözlemlerin hiç yapılmamış olması bu çalışmanın motivasyon sebepleri arasındadır. AKM takibi Değirmendere ve Galanima akarsuları için Eylül 2019-Şubat 2020 tarihleri ve Yomra Deresi için Aralık 2019-Şubat 2020 tarihleri arasında 15 günlük periyotlarla gerçekleştirilmiş olup sonuçlar aylık ortalamalar şeklinde sunulmuştur. Havzaların AKM değerleri ve akım gözlem istasyonlarının bulunduğu kesitlerde AKM yükleri hesaplanarak karşılaştırmalı olarak irdelenmiştir.

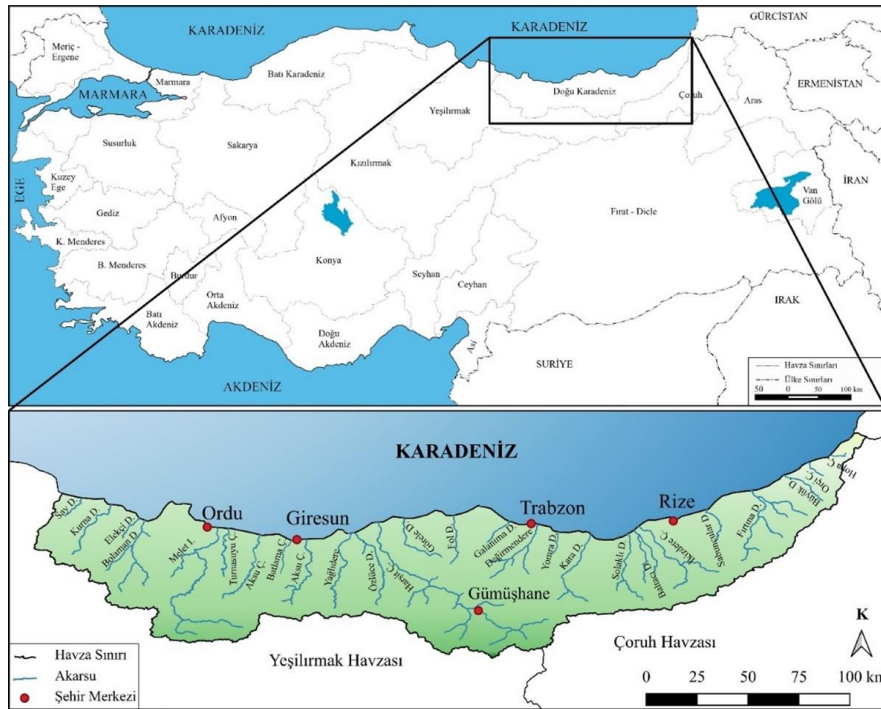
2. Materyal ve yöntem

2. Material and method

2.1. Çalışma alanı

2.1. Study area

Su kaynaklarının tespiti, geliştirilmesi ve kullanılması amacıyla ülkemiz hidrolojik olarak 25 havzaya ayrılmıştır. Bu havzalardan 22.'si Doğu Karadeniz Havzası (Şekil 1) olup 24,077 km²'lik yağış alanına ve 16.46×10⁹ m³'lük yerüstü su potansiyeline sahiptir ([DSİ, 2019](#)).



Şekil 1. Doğu Karadeniz Havzası
Figure 1. The Eastern Black Sea Basin

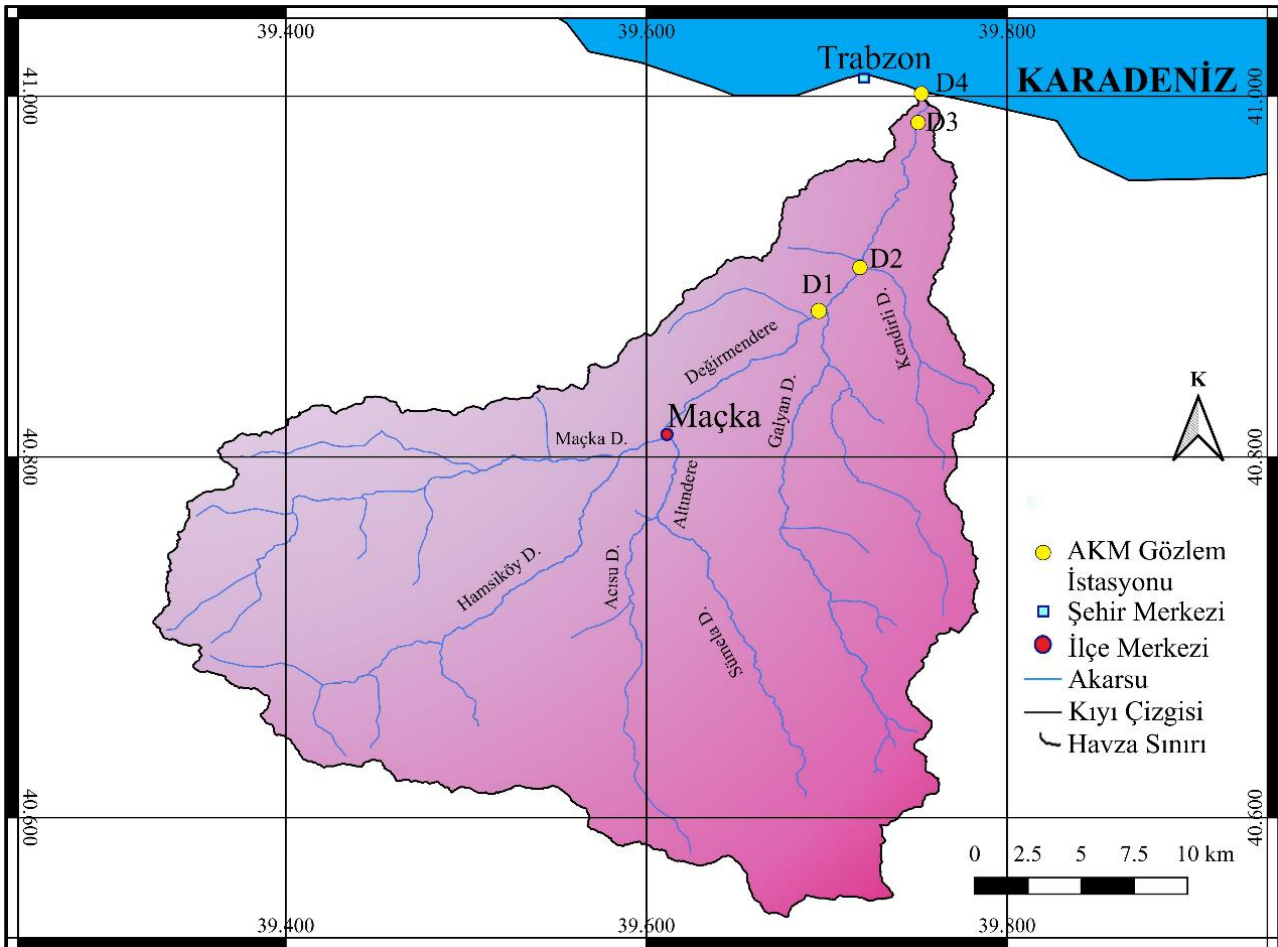
Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) 2021 yılı nüfus verilerine göre, toplamda 811,901 nüfusa sahip olan Trabzon, Doğu Karadeniz Havzası'nın en yoğun yerleşim yerlerinden biridir. Trabzon ili 4,664 km²'lik yüzey alanına sahip olup başta Ağasar, Fol, Galanima, Değirmendere, Yomra, Karadere ve Solaklı akarsu havzaları olmak üzere birçok alt havzayı kapsamaktadır (TÜİK, 2021). Yüksek eğime, yoğun bitki örtüsüne, yoğun nüfusa, sık ormanlara ve yağışlı geçen mevsimlere sahip olan Trabzon ili, akarsular bakımından Doğu Karadeniz Havzası'nın zengin illeri arasındadır. Yerleşim yerlerinin akarsu çevresinde yoğunlaşması, ulaşım, endüstri ve turizm gibi faaliyetler ile akarsular üzerine olan etkiler artmaktadır.

2.1.1. Değirmendere Havzası

2.1.1.1. The Değirmendere Stream Watershed

Değirmendere Havzası Trabzon il merkezinin yaklaşık olarak 4 km doğusunda yer almaktadır. Havza güneyden Kalkanlı ve Zigana dağlarından

kaynak alıp kuzeyde Karadeniz'e kavuşmaktadır. Akarsu ağı, Değirmendere anakolu ile onu besleyen Hamsiköy, Acısu, Sümela, Altındere, Maçka, Galyan, Kuşul ve Kendirli dereleri gibi birçok önemli yan kolun katılımıyla oluşmaktadır (Şekil 2). Gümüşhane il sınırı içinden kaynak alan havzanın drenaj alanı 1,042 km² olup havzanın büyük kısmı Trabzon il sınırları içerisinde bulunmaktadır. Havza içerisinde birçok yerleşim yeri, beton üretim santrali, oto tamirhanesi, akaryakıt dolum istasyonu, kömür işletmesi ve soğuk hava deposunun yanı sıra taş kırma ve eleme, alabalık yetiştirme, sanayi, lastik kaplama ve mermer işleme tesisleri bulunmaktadır (Trabzon İÇDR, 2020). Trabzon ilinin içme ve kullanma suyu ihtiyacının temin edildiği Atası Barajı ve arıtımın gerçekleştirildiği Esiroğlu İçme Suyu Arıtma Tesisi bu havza içerisinde yer almaktadır (Satılmış, 2015). Ayrıca havzada aktif olarak çalışan 11 adet hidroelektrik santral (HES) bulunmakta ve bu tesislerde yaklaşık olarak 220.43 GWh/yıl enerji üretimi gerçekleştirilmektedir (Trabzon İÇDR, 2020).



Şekil 2. Değirmendere Havzası (Trabzon) akarsu ağı

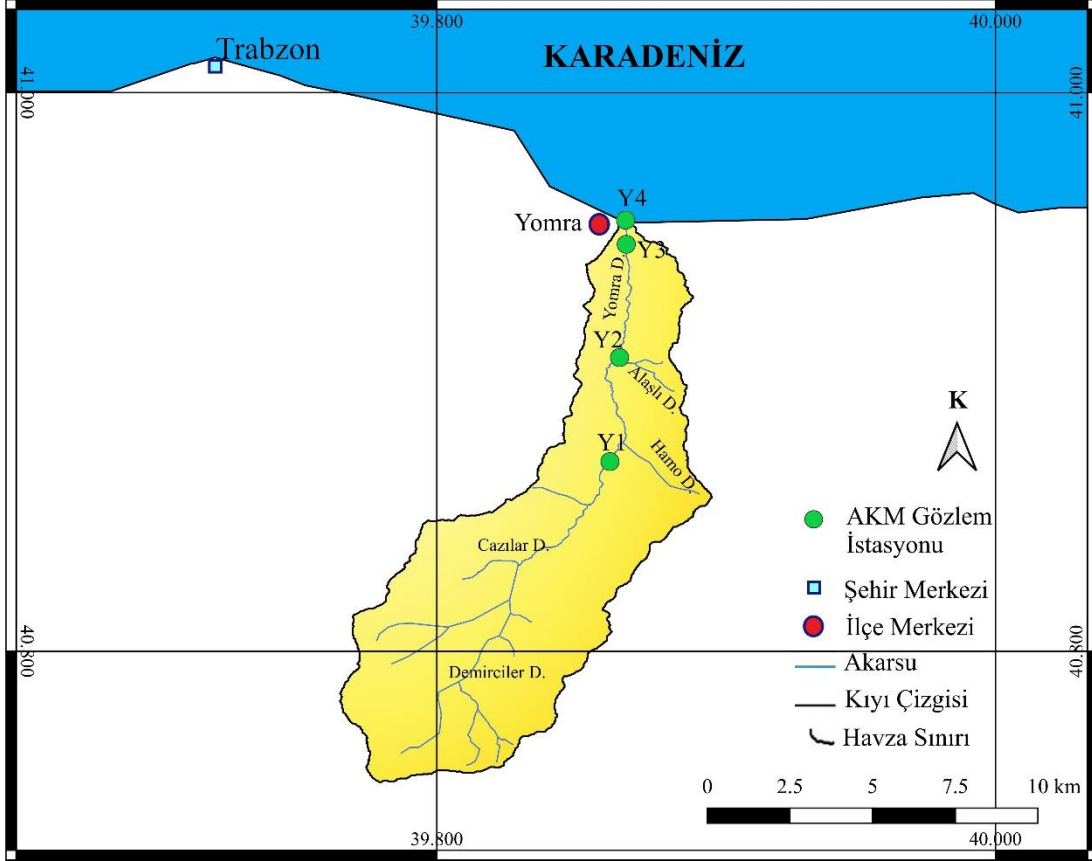
Figure 2. The stream network of the Değirmendere Watershed (Trabzon)

2.1.2. Yomra Deresi Havzası

2.1.2. The Yomra Stream Watershed

Yomra Deresi Havzası, Trabzon il merkezinin yaklaşık olarak 15 km doğusunda yer almaktadır. Havza güneyden Seslikaya Tepesi'nden kaynak alıp kuzeyde Karadeniz'e kavuşmaktadır. Akarsu ağı, Yomra Deresi anakolu ile Demirciler, Cazılar, Hamo ve Alaşlı isimli yan kolların katılımıyla oluşmaktadır (Şekil 3). Tamamı Trabzon il sınırları içerisinde yer alan havza 10.40 km²'lik bir yüzey

alanına sahiptir. Havza içerisinde yerleşim yerlerinin yanı sıra kömür işletmeleri, beton üretim santralleri, depolama sahalarına ek olarak taş kırma ve eleme, alabalık yetiştirme, mermer işleme fındık işleme, spor tesisleri gibi birçok tesis bulunmaktadır (Makul, 2015). Havzada ana kol üzerinde iki adet tersip bendi ve bir adet 2.34 MW kurulu güce sahip nehir tipi HES bulunmaktadır. Bu tesiste yaklaşık olarak 11.24 GWh/yıl enerji üretimi gerçekleştirilmektedir (Trabzon İÇDR, 2020).



Şekil 3. Yomra Deresi Havzası (Trabzon) akarsu ağı

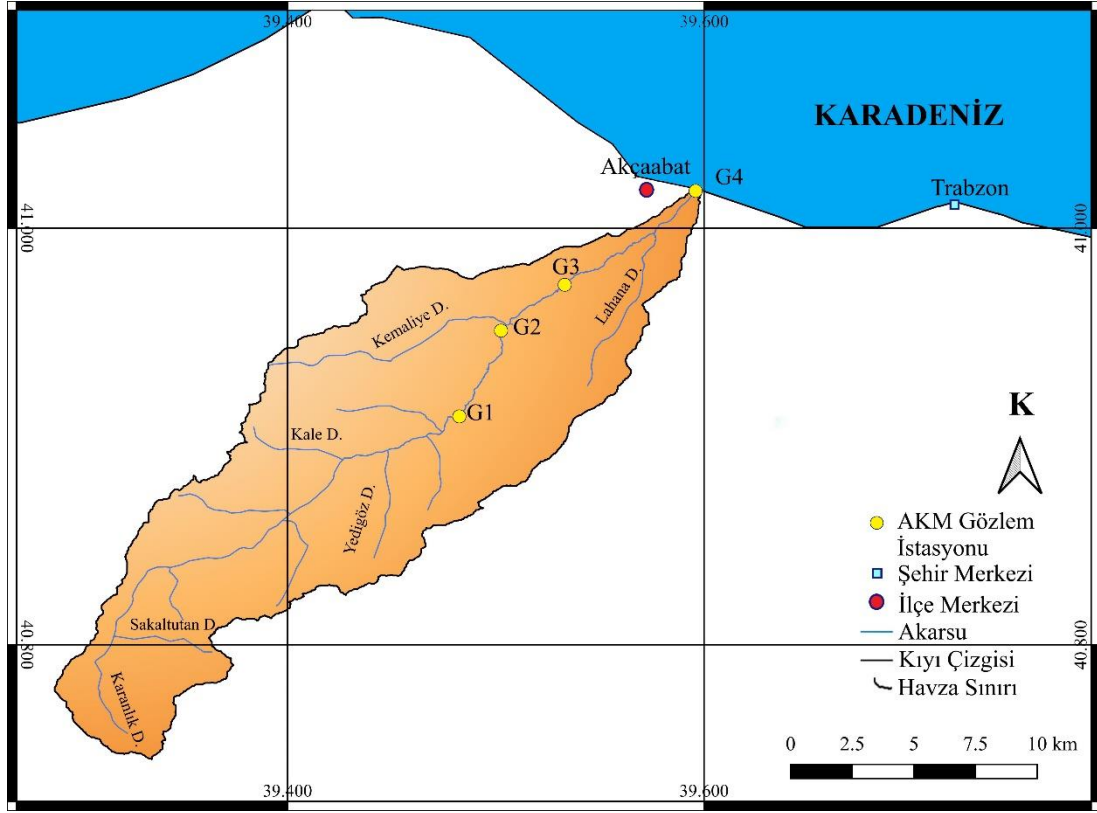
Figure 3. The stream network of the Yomra Watershed (Trabzon)

2.1.3. Galanima Deresi Havzası

2.1.3. The Galanima Stream Watershed

Galanima Deresi Havzası, Trabzon il merkezinin yaklaşık olarak 13 km batısında yer almaktadır. Havza güneyden Kumanandoz Yaylası'ndan kaynak alıp kuzeyde Karadeniz'e kavuşmaktadır (Atmaca, 2005). Akarsu ağı, Karanlık, Sakaltutan, Kale, Yedigöz, Kemaliye ve Lahana derelerinin birleşmesi ile meydana gelmektedir (Şekil 4). 272.78 km² drenaj alanına sahip olan havzanın tamamı Trabzon il sınırları içerisinde kalmaktadır

(Celep, 2009). Havzada taş ocağı, hazır beton üretim santrali, su değirmeni, sağlık kurumları, akaryakıt dolum istasyonları, oto tamirhaneleri, spor tesisleri ve et kombine tesisi olmak üzere birçok işletme ve sanayi tesisi bulunmaktadır. Havzada bir adet 1.04 MW kurulu güce sahip Türkiye'nin ilk depolamasız nehir tipi HES'i olan Işıklar (Visera) HES bulunmaktadır. Bu tesiste yaklaşık olarak 9.11 GWh/yıl enerji üretimi gerçekleştirilmektedir (Trabzon İÇDR, 2020).



Şekil 4. Galanima Deresi Havzası (Trabzon) akarsu ağı
Figure 4. The stream network of the Galanima Watershed (Trabzon)

2.2. Askıda katı madde ve akım gözlem istasyonları

2.2. Total suspended solids monitoring and gauging stations

Havzalarda gerçekleştirilen teknik geziler sonucu AKM takibinin yapılacağı istasyonlar için uygun

yer seçimi yapılmıştır. AKM yükünü etkileyebileceği düşünülen durumlar göz önünde bulundurularak her bir havzada dört ve toplamda 12 adet AKM gözlem istasyonu belirlenmiştir. Gözlem istasyonlarına ait konum bilgileri, kuş uçuşu mesafeler ve istasyonlar arası eğimler Tablo 1 ve 2’de özetlenmektedir.

Tablo 1. Askıda katı madde gözlem istasyonlarının konum bilgileri
Table 1. Location information of total suspended solids monitoring stations

Akarsu havzası	Gözlem istasyonu	K koordinatı	D koordinatı	Kot (m)
Değirmendere	D1 (membra)	40°51'50.04"	39°40'57.71"	182
	D2	40°54'19.08"	39°43'06.23"	111
	D3	40°59'07.85"	39°45'01.19"	21
	D4 (mansap)	41°00'06.48"	39°45'25.92"	3
Yomra	Y1 (membra)	40°52'07.02"	39°51'42.57"	340
	Y2	40°54'22.63"	39°51'54.94"	130
	Y3	40°56'46.32"	39°52'04.80"	21
	Y4 (mansap)	40°57'15.12"	39°52'03.72"	9
Galanima	G1 (membra)	40°54'35.64"	39°28'58.44"	280
	G2	40°57'03.96"	39°30'08.64"	176
	G3	40°58'22.44"	39°32'00.60"	109
	G4 (mansap)	41°01'05.88"	39°35'45.96"	2

Tablo 2. Askıda katı madde gözlem istasyonlarının birbirlerine göre durum bilgileri

Table 2. Location information of total suspended solids monitoring stations compared to each other

Akarsu havzası	Gözlem istasyonu	Kot farkı (m)	Mesafe (m)	Eğim
Değirmendere	D1-D2 (membra)	71	5,494	0.0129
	D2-D3	90	9,306	0.0097
	D3-D4 (mansap)	18	1,895	0.0095
Yomra	Y1-Y2 (membra)	210	4,194	0.0500
	Y2-Y3	109	4,440	0.0245
	Y3-Y4 (mansap)	12	888	0.0135
Galanima	G1-G2 (membra)	104	4,858	0.0214
	G2-G3	67	3,567	0.0187
	G3-G4 (mansap)	107	7,304	0.0146

AKM takibinin yapıldığı havzalarda DSİ 22. Bölge Müdürlüğü tarafından işletilen akım gözlem istasyonlarının (AGİ) konum bilgileri sırasıyla şöyledir: Değirmendere Havzası'nda Trabzon-Gümüşhane karayolunun (D885) 18. km'sinde seçilen D1 istasyonunun hemen membaında yer alan D22A086 no'lu Öğütlü AGİ (40°51'50.20" K-39°40'57.60" D), Yomra Deresi Havzası'nda Yomra-Özdil karayolunun 12. km'sinde seçilen Y1 istasyonunun membaında yer alan D22A133 no'lu Taşdelen AGİ (40°51'14.40" K-39°51'23.00" D) ve Galanima Deresi Havzası'nda Akçaabat-Düzköy karayolunun 11. km'sinde seçilen G2 istasyonunun hemen membaında yer alan D22A154 no'lu Şinik AGİ (40°57'04.00" K-39°30'09.00" D). Yomra Deresi Havzası'nda 20 Haziran 2019 tarihinde gerçekleşen aşırı yağışlar sebebiyle meydana gelen taşkın ve heyelan sonucu havzada bulunan yerleşim yerleri ile köy yollarında yapısal hasarlar oluşmuştur. Söz konusu taşkın esnasında havzada bulunan D22A133 no'lu Taşdelen AGİ'de taşkın ve heyelan sonucu taşınan malzemenin birikmesi sebebiyle kullanılamaz hale gelmiştir.

2.3. Askıda katı madde ve debi verilerinin elde edilmesi

2.3. Determination of total suspended solids and flowrate data

Akarsu örneklerinin alınması, muhafaza edilmesi ve laboratuvara ulaştırılmasını kapsayan süreç [APHA \(1992\)](#) yöntemleri dikkate alınarak gerçekleştirilmiştir. Belirlenen örnekleme istasyonlarında, akarsu kesitinin orta noktasında ve numune kabının içerisinde hava boşluğu kalmayacak şekilde kapağı kapatılarak örnekleme yapılmıştır. Alınan numuneler buz kasetleri ile donatılmış taşıma kapları ile laboratuvara taşınmıştır. AKM tayini TS EN 872 ([TSE, 2007](#)) dikkate alınarak gerçekleştirilmiştir. Su örneklerinin süzülmesi cam elyaf filtreler

filtrasyon işleminden önce saf suda bekletilmiş ve filtrasyon öncesinde bir saat, filtrasyon sonrasında dört saat olacak şekilde etüvde 105±2 °C'de tutularak kurutulmuştur. Son ağırlıktan ilk ağırlık çıkarılarak elde edilen fark örnek hacmine bölünerek mg/L cinsinden AKM konsantrasyonu tayin edilmiştir.

Eylül 2019 tarihi itibarıyla Değirmendere ve Galanima akarsu havzalarında bulunan AGİ'lerden seviye okumaları yapılmış ve kaydedilmiştir. Kaydedilen su yükseklikleri DSİ tarafından havzalara özel oluşturulan anahtar eğrilerinde kullanılarak günlük debi miktarları hesap edilmiştir.

Belirlenen istasyonlarda su örneği toplama ve seviye okuma çalışmaları Değirmendere ve Galanima akarsu havzalarında Eylül 2019, Yomra Deresi Havzası'nda ise Aralık 2019 tarihi itibarıyla başlatılmış ve çalışmalar Şubat 2020 tarihine kadar 15 günlük periyotlarla yürütülmüştür. Diğer bir deyişle, Değirmendere ve Galanima akarsu havzalarında 12, Yomra Deresi Havzası'nda ise 6 arazi çalışması gerçekleştirilmiştir.

2.4. Askıda katı madde verileri korelasyon analizi

2.4. Correlation analysis of total suspended solids data

Korelasyon katsayısı değişkenler arasındaki ilişkilerin belirlenmesinde kullanılan bir ölçüdür. IBM SPSS Statistics 23 bilgisayar programı kullanılarak AKM gözlem istasyonlarından elde edilen AKM verileri arasında Spearman korelasyon analizi gerçekleştirilmiştir.

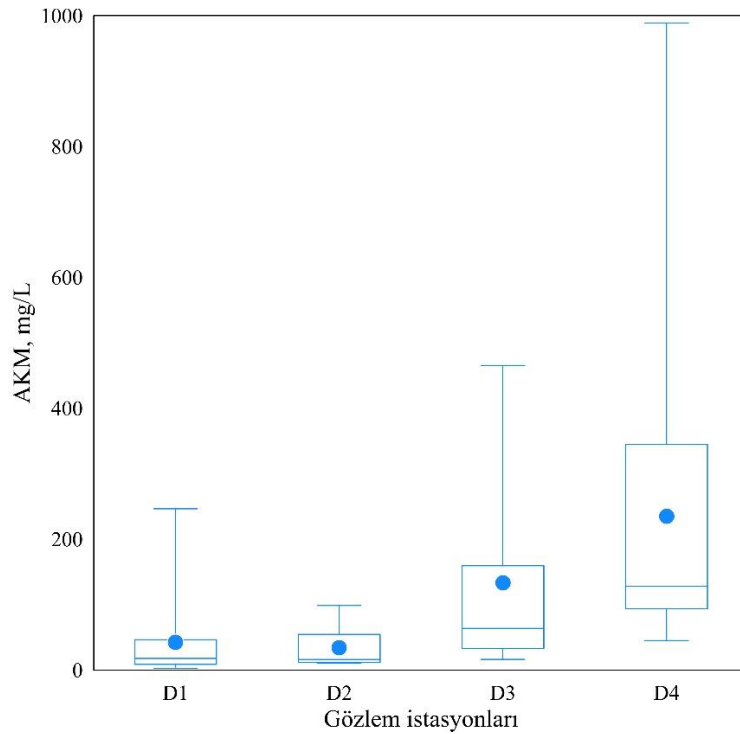
3. Bulgular ve irdeleme

3. Results and discussion

Çalışmanın bu kısmında Değirmendere, Yomra ve Galanima akarsu havzalarında seçilen AKM gözlem istasyonlarından alınan akarsu örneklerine ait aylık ve mevsimsel ortalama değerler üzerinden AKM taşınımı irdelenmiştir. Çalışmadan elde edilen AKM (mg/L) verileri için kutu grafikler hazırlanmış ve her bir havza için sırasıyla Şekil 5, 6 ve 7’de sunulmuştur.

Değirmendere Havzası’ndan elde edilen AKM değerleri ile hazırlanan kutu grafik (Şekil 5) incelendiğinde; mansap (D4) istasyonunun değer

aralığı diğer istasyonlarınkinden daha geniş olduğu görülmektedir. AKM değerleri bütün istasyonlarda üst çeyrekte yığılmıştır. Bu durum istasyonlardan elde edilen AKM değerlerinin yüksek olması ile açıklanabilir. Aylık ortalama AKM değerleri ve kutu grafik (Şekil 5) incelendiğinde havza genelinde mambadan mansaba gidildikçe ortalama AKM değerinin artış gösterdiği anlaşılmaktadır. Bu durum havzada bulunan yerleşim yerleri ve çeşitli sanayi tesislerinin etkisiyle olduğu söylenebilir. D4 istasyonuna gelindiğinde yatak eğiminin düşmesine rağmen yerleşim yerlerinin yoğunluğunun ve sanayi faaliyetlerinin artması sonucunda AKM konsantrasyonu artmaktadır.



Şekil 5. Değirmendere Havzası’nda (Trabzon) AKM değerlerinin kutu grafiği
Figure 5. Box plot of TSS values in the Değirmendere Stream Watershed (Trabzon)

Değirmendere Havzası’nda seçilen AKM gözlem istasyonlarından elde edilen verilere ait istatistiksel değerler Tablo 3’te sunulmaktadır. Değirmendere Havzası için en yüksek AKM konsantrasyonu Aralık 2019 tarihinde gerçekleştirilen ilk çalışmada

mansap (D4) istasyonunda 988.70 mg/L, en düşük AKM konsantrasyonu ise Ekim 2019 tarihinde gerçekleştirilen ilk çalışmada mamba (D1) istasyonunda 2.50 mg/L olarak belirlenmiştir.

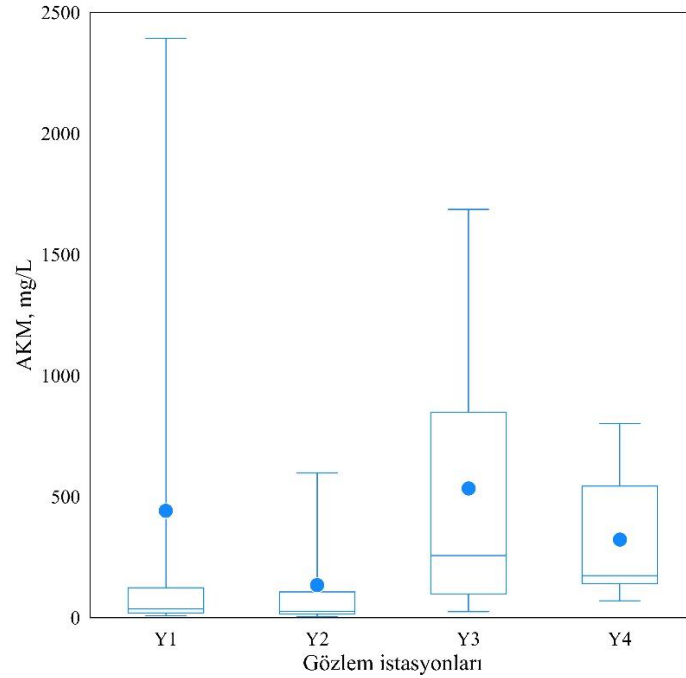
Tablo 3. Değirmendere Havzası (Trabzon) askıda katı madde (mg/L) istatistikleri (Mete, 2020)

Table 3. Total suspended solids (mg/L) statistics in the Değirmendere Stream Watershed (Trabzon) (Mete, 2020)

Gözlem istasyonu	Min.	Ort.	Maks.	Medyan	SS.
D1 (mamba)	2.50	40.18	246.50	35.09	67.94
D2	10.30	31.91	98.67	19.41	28.54
D3	16.30	131.14	465.50	93.28	148.75
D4 (mansap)	45.17	232.77	988.70	162.70	273.05

Yomra Deresi Havzası'nda elde edilen AKM değerleri ile hazırlanan kutu grafik (Şekil 6) incelendiğinde Y1 ve Y3 istasyonlarına ait grafiklerin boyu Y2 ve Y4 istasyonlarından daha uzun olduğu görülmektedir. AKM değerlerinin bütün istasyonlarda üst aşırı ve medyan değerleri arasında yığıldığı

gözlemlenmiştir. Fazla yayılım görülen istasyonlarda havzadaki beşeri faaliyetler ile yol ve istinat duvarı inşaat çalışmaları sonucu AKM konsantrasyonunun yüksek değerlere ulaştığı düşünülmektedir. Bu grafikten (Şekil 6) AKM değerlerinin çoğunlukla yüksek değerleri içerdiği anlaşılmaktadır.



Şekil 6. Yomra Deresi Havzası'nda (Trabzon) AKM değerlerinin kutu grafiği
Figure 6. Box plot of TSS values in the Yomra Stream Watershed (Trabzon)

Yomra Deresi Havza'sında seçilen AKM gözlem istasyonlarından elde edilen verilere ait istatistikler Tablo 4'te verilmektedir. Havzada en yüksek AKM konsantrasyonu Ocak 2020'de gerçekleştirilen ikinci çalışmada memba (Y1) istasyonunda 2.393.70 mg/L ve en düşük AKM konsantrasyonu ise yine Ocak 2020'de gerçekleştirilen ikinci çalışmada Y2 istasyonunda 3.80 mg/L olarak belirlenmiştir (Tablo 4). Memba istasyonunda gözlemlenen en yüksek AKM konsantrasyonunun örnekleme öncesinde gerçekleştirilen yol ve istinat duvarı çalışmaları sebebiyle gerçekleştiği düşünülmektedir. İstasyonlardan elde edilen aylık AKM konsantrasyonlarının ortalamaları dikkate alındığında Y1 ve Y2 istasyonları arasındaki konsantrasyon düşmektedir. Bu durum ana kol

üzerinde bulunan HES'in akarsudan almış olduğu işletme suyunu çöktürüp yeniden ana kola vermesi Y2 istasyon verilerinde düşüklüğe, tesisin çalışmadığı günlerde ise Y2 istasyonu AKM değerlerinde artışa neden olduğu anlaşılmıştır.

AKM konsantrasyonlarının Y3 istasyonunda Y2 istasyonundan daha yüksek olmasında Y2 ve Y3 istasyonları arasında bulunan yerleşim yerleri, kömür işletmeleri, beton üretim santrali, mermer işleme ve fındık işleme tesisleri etkili olmuştur. Mansap (Y4) istasyonunda gözlemlenen AKM konsantrasyonları yatak eğiminin düşmesi ve kesit genişliğinin artması sebebiyle Y3 istasyona kıyasla düşüş göstermiştir.

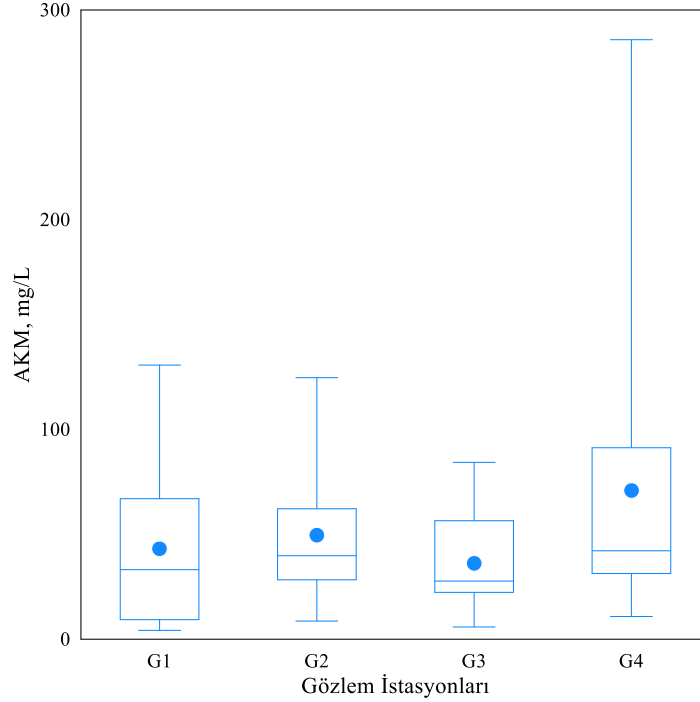
Tablo 4. Yomra Deresi Havzası (Trabzon) askıda katı madde (mg/L) istatistikleri

Table 4. Total suspended solids (mg/L) statistics in the Yomra Stream Watershed (Trabzon) (Mete, 2020)

Gözlem istasyonu	Min.	Ort.	Maks.	Medyan	SS.
Y1 (membra)	7.80	436.20	2,393.70	489.38	959.88
Y2	3.80	129.25	597.30	117.01	232.21
Y3	25.00	528.45	1,686.80	369.40	643.41
Y4 (mansap)	70.20	317.37	801.50	177.52	289.77

Galanima Deresi Havzası'nda elde edilen AKM verileri ile hazırlanan kutu grafik (Şekil 7) incelendiğinde mansap (G4) istasyonuna ait grafik boyunun diğer istasyonlarınkinden daha uzun olduğu ve bu istasyonda AKM değeri diğer istasyonlara kıyasla daha fazla değişim gösterdiği anlaşılmaktadır. Elde edilen AKM verilerinin bütün istasyonlarda medyan ile üst çeyrek değerleri arasında yığıldığı gözlemlenmiştir. G1, G2 ve G3 istasyonlarından elde edilen AKM konsantrasyonlarının birbirlerine yakın değerlerde oldukları belirlenmiştir. Aylık ortalama AKM

konsantrasyonları ile kutu grafik (Şekil 7) dikkate alındığında memba (G1) istasyonundan G2 istasyonuna gelindiğinde AKM konsantrasyonunda bir miktar artış söz konusudur. Bu durumun iki istasyon arasında yer alan taş ocağı ve asfalt şantiyesinden kaynaklandığı düşünülmektedir. G3 istasyonuna gelindiğinde eğimin düşüp, kesitin genişlemesi ve seyrek yerleşim sebebiyle ortalama AKM konsantrasyonu nispeten düşmektedir. Mansap (G4) istasyonunda ise sanayi ve yerleşim yerleri etkisiyle AKM konsantrasyonu artış göstermektedir.



Şekil 7. Galanima Deresi Havzası'nda (Trabzon) AKM değerlerinin kutu grafiği
Figure 7. Box plot of TSS values in the Galanima Stream Watershed (Trabzon)

Havza içerisinde seçilen istasyonlardan elde edilen verilere ait istatistikler Tablo 5'te verilmektedir. Galanima Deresi Havzası'nda en yüksek AKM değeri Kasım 2019'da gerçekleştirilen ilk

çalışmada mansap (G4) istasyonunda 285.83 mg/L, en düşük AKM değeri ise Aralık 2019'da gerçekleştirilen ikinci çalışmada memba (G1) istasyonunda 4.20 mg/L olarak elde edilmiştir.

Tablo 5. Galanima Deresi Havzası (Trabzon) askıda katı madde (mg/L) istatistikleri (Mete, 2020)

Table 5. Total suspended solids (mg/L) statistics in the Galanima Stream Watershed (Trabzon) (Mete, 2020)

Gözlem istasyonu	Min.	Ort.	Maks.	Medyan	SS.
G1 (membra)	4.20	42.45	130.70	27.29	39.09
G2	8.67	48.92	124.70	22.07	36.12
G3	5.83	35.50	84.30	17.22	25.54
G4 (mansap)	10.83	70.22	285.83	42.30	74.73

AKM takibinin yapıldığı havzalarda akarsu debileri ve AKM verileri kullanılarak AKM yükleri hesaplanmıştır (Tablo 6). Değirmendere ve Galanima Deresi havzalarında en yüksek günlük ortalama debi değerleri Şubat 2020'de meydana

gelmiştir. Bu durum söz konusu tarihlere yağışların fazla olması ile açıklanabilir. Taşman AKM yükleri Değirmendere Havzası'nda debinin ikinci en yüksek olduğu Eylül 2019'da 89.39 ton/gün; Galanima Deresi Havzası'nda debi

değerinin en yüksek olduğu Şubat 2020’de 32.42 ton/gün olarak hesaplanmıştır. Hesaplanan mevsimsel en yüksek debi değerleri Değirmendere Havzası için sonbahar, Galanima Deresi Havzası için kış mevsiminde meydana gelmiştir (Tablo 6).

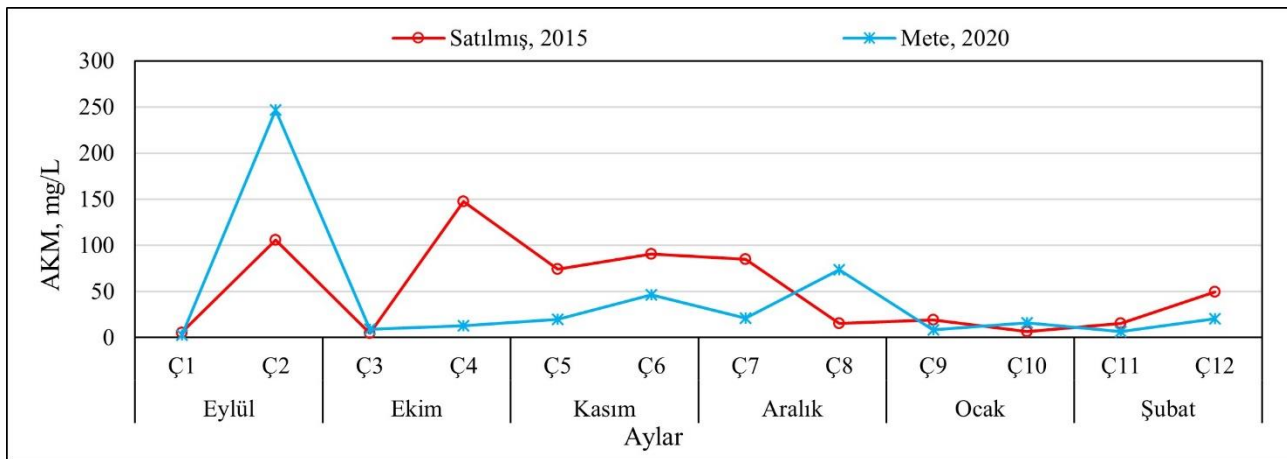
İlgili zaman diliminde havzalarda taşınan AKM yükü Değirmendere Havzası için 36.54 ton/gün, Galanima Deresi Havzası için 18.97 ton/gün olarak hesap edilmiştir.

Tablo 6. Akım gözlem istasyonlarından geçen günlük debiler ve askıda katı madde yükleri
Table 6. Daily flowrates and total suspended solids loads passing through the gauging stations

Aylar	Değirmendere (Öğütlü AGİ)			Galanima (Şinik AGİ)		
	Debi (m ³ /gün)	AKM (mg/L/gün)	AKM (ton/gün)	Debi (m ³ /gün)	AKM (mg/L/gün)	AKM (ton/gün)
Eylül	717,984	124.50	89.39	102,816	21.50	2.21
Ekim	388,584	10.83	4.21	102,643	28.83	2.96
Kasım	474,336	33.17	16.01	192,672	31.58	6.09
Aralık	269,352	47.08	12.68	192,672	39.17	7.55
Ocak	498,528	12.00	5.98	200,016	84.75	16.95
Şubat	729,864	13.50	9.85	369,792	87.67	32.42
Ortalama	513,108	40.18	23.02	193,435	48.92	11.36
Mevsimler						
Sonbahar	526,968	56.17	36.54	132,710	27.31	3.75
Kış	499,248	24.19	9.51	254,160	70.53	18.97

Satılmış (2015) tarafından Değirmendere Havzası’nda yürütülen yerüstü su kalitesine yönelik çalışmada, AKM takibinin yürütüldüğü D08, D12 ve D14 gözlem istasyonlarının bu çalışmadaki D1, D2 ve D4 gözlem istasyonlarına

karşılık geldiği tespit edilmiştir. Söz konusu istasyonlara ait AKM verileri (Satılmış 2015; Mete 2020) istasyon bazında Şekil 8, 9 ve 10’da karşılaştırılmıştır.



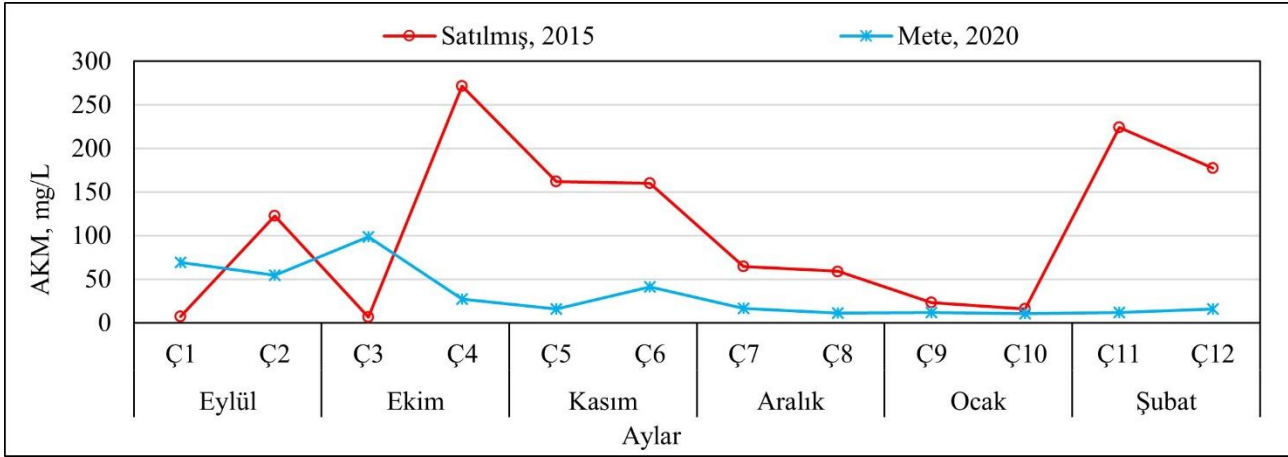
Şekil 8. Değirmendere Havzası (Trabzon) D1 gözlem istasyonunda AKM verilerinin karşılaştırılması
Figure 8. Comparison of TSS data at D1 monitoring station, the Değirmendere Stream Watershed (Trabzon)

Satılmış (2015) tarafından gerçekleştirilen çalışmada Değirmendere Havzası’nda memba (D1) istasyonuna karşılık gelen D08 istasyonunda en yüksek AKM konsantrasyonu Ekim 2014’te 147.50 mg/L ve en düşük AKM konsantrasyonu Eylül 2014’te 5.50 mg/L olarak elde edilmiştir (Şekil 8). Her iki çalışma için de en düşük AKM konsantrasyonlarının eylül ayında elde edilirken en yüksek AKM konsantrasyonlarının aynı dönem

içerisinde gözlemlenmemiştir. İki çalışmadan elde edilen aylık ortalama AKM konsantrasyonları arasında gerçekleştirilen korelasyon analizi sonucunda veriler arasındaki korelasyon katsayısının 0.580 (P=0.048) olduğu belirlenmiştir. Akım gözlem yıllıkları incelendiğinde 2014 yılı Eylül, Ekim ve Kasım ayları için DSİ tarafından ölçüm alınamadığı görülmüştür. Bu sebeple ilgili aylarda debi ve AKM yükleri hesaplanamamıştır.

Ancak, Aralık, Ocak ve Şubat aylarına ait ortalama debi değerleri sırasıyla 12.84, 2.34 ve 4.77 m³/s olarak elde edilmiştir. Aynı dönemdeki AKM

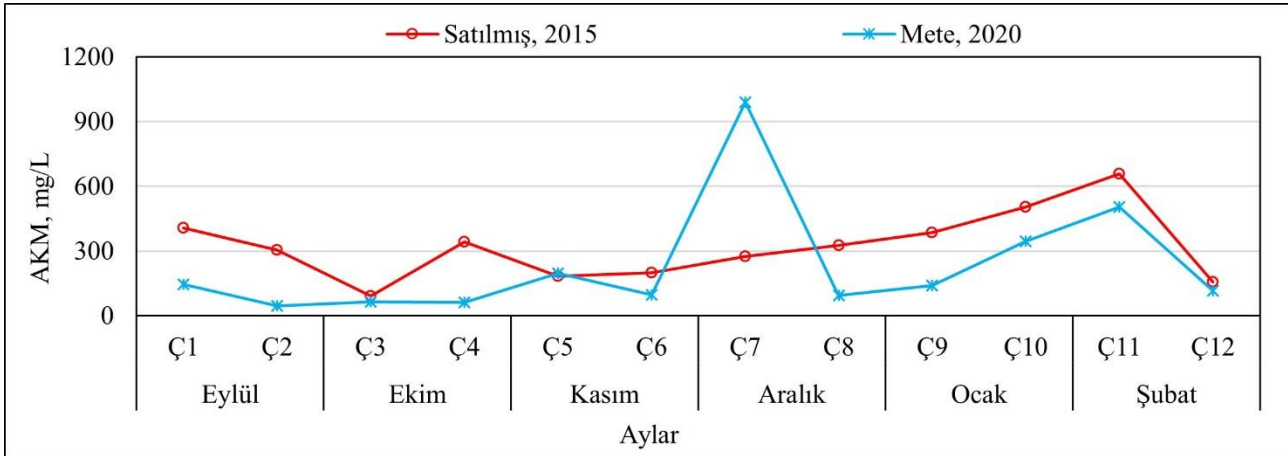
yükleri ise 55.70, 2.64 ve 13.28 ton/gün olarak hesaplanmıştır.



Şekil 9. Değirmendere Havzası (Trabzon) D2 gözlem istasyonunda AKM verilerinin karşılaştırılması
Figure 9. Comparison of TSS data at D2 monitoring station, the Değirmendere Stream Watershed (Trabzon)

Satılmış (2015) tarafından gerçekleştirilen çalışmada Değirmendere Havzası'nda D2 istasyonuna karşılık gelen D12 istasyonunda en yüksek AKM konsantrasyonu Ekim 2014'te

271.60 mg/L ve en düşük AKM konsantrasyonu Ekim 2014'te 6.40 mg/L olarak elde edilmiştir (Şekil 9). İstasyona ait AKM konsantrasyonları arasında anlamlı bir korelasyona rastlanmamıştır.



Şekil 10. Değirmendere Havzası (Trabzon) D4 gözlem istasyonunda AKM verilerinin karşılaştırılması
Figure 10. Comparison of TSS data at D4 monitoring station, the Değirmendere Stream Watershed (Trabzon)

Satılmış (2015) tarafından gerçekleştirilen çalışmada Değirmendere Havzası'nda D4 istasyonuna karşılık gelen D14 istasyonunda en yüksek AKM konsantrasyonu Şubat 2015'te 657.00 mg/L ve en düşük AKM konsantrasyonu Ekim 2014'te 90.00 mg/L olarak elde edilmiştir (Şekil 10). İstasyona ait AKM konsantrasyonları arasında anlamlı bir korelasyona rastlanmamıştır.

gözlem istasyonunun bu çalışmadaki G3 gözlem istasyonuna karşılık geldiği tespit edilmiştir. Çalışmada sonbahar ve kış mevsimlerini temsilen Eylül ve Aralık ayları seçilmiştir. İlgili aylara ait ortalama AKM değerleri sırasıyla 7.67 ve 109.00 mg/L olarak verilmiştir. Bu çalışmada G3 istasyonunda ortalama AKM değerleri sonbahar için 16.80 mg/L ve kış için 54.20 mg/L olarak hesaplanmıştır. Eylül ve Aralık ayları için ortalama AKM değerleri ise 16.20 ve 34.90 mg/L olarak belirlenmiştir. Mevsimsel olarak karşılaştırıldığında her iki çalışmada da kış mevsiminde AKM değerlerinin sonbahara kıyasla

Erdoğan (2019) tarafından Söğütlü (Galanima) Havzası'nda 2016 ilkbaharı ile 2019 yazı arasında mevsimsel olarak yürütülen yerüstü su kalitesine yönelik çalışmada, AKM takibinin yürütüldüğü

daha yüksek olduğu görülmektedir. Erdoğan (2019) tarafından gerçekleştirilen çalışmada mevsimsel olarak tek bir örnekleme yapılması sebebiyle veriler arasında bir karşılaştırma yapmanın çok sağlıklı olamayacağı düşünülmektedir.

Değirmendere, Galanima ve Yomra akarsu havzalarında belirlenen AKM gözlem istasyonlarına ait AKM değerleri kullanılarak elde edilen Spearman korelasyon matrisleri Tablo 7’de verilmektedir. Tablo 7 incelendiğinde Değirmendere Havzası’ndaki hiçbir istasyonun birbiri ile anlamlı düzeyde korelasyon göstermediği anlaşılmaktadır. Bu durumun bütün havzayı etki altına alan yerleşim yerleri ve sanayi tesisleri kaynaklı faaliyetlerden oluşan bir durum

olduğu düşünülmektedir. Yomra Deresi Havzası’nda seçilen istasyonlardan sadece Y3 ve Y4 arasında çok yüksek korelasyon bulunduğu, diğer istasyonların birbirleri ile anlamlı düzeyde korelasyon göstermediği anlaşılmaktadır (Tablo 7). Bu durum havzadaki insan kaynaklı faaliyetlerin AKM değerlerini etkilemesi sonucu ortaya çıkan bir durumdur. Galanima Deresi Havzası’nda ise G3 ve G4 istasyonları birbirleri ile anlamlı düzeyde korelasyon göstermezken, bu istasyonlar haricindeki bütün istasyonların kendi aralarında anlamlı ilişki kurdukları görülmüştür. G3 ve G4 arasındaki bu durumun G4’ü etkisi altında bırakan yerleşim yerleri ve sanayi tesisi kaynaklı faaliyetlerden dolayı oluşan bir durum olduğu düşünülmektedir.

Tablo 7. Askıda katı madde verileri için Spearman korelasyon matrisleri

Table 7. Spearman correlation matrices for total suspended solids data

Gözlem istasyonu	D2	D3	D4	Y2	Y3	Y4	G2	G3	G4	
D1	-.049	-.224	-.343	Y1	-.257	.600	G1	.949**	.867**	.615*
	.880	.484	.276		.623	.208		.000	.000	.000
D2		.503	-.448	Y2	-.714	-.714	G2	.946**	.648*	
		.095	.145		.111	.111		.000	.023	
D3			.014	Y3		1.000**	G3			.566*
			.966			.000				.055

* Korelasyon 0.05 düzeyinde anlamlıdır.

** Korelasyon 0.01 düzeyinde anlamlıdır.

4. Sonuçlar ve öneriler

4. Conclusions and recommendations

Bu çalışmada, Doğu Karadeniz Bölgesi Trabzon il sınırları içerisinde yer alan Değirmendere, Yomra ve Galanima akarsu havzalarının taşıdığı askıda katı madde (AKM) miktarı incelenmiştir. Değirmendere ve Galanima Deresi havzaları için Eylül 2019-Şubat 2020, Yomra Deresi Havzası için Aralık 2019-Şubat 2020 tarihleri arasında 15 günlük periyotlarla gerçekleştirilen ölçümler aylık ortalamalar üzerinden yorumlanmıştır.

Altı aylık sürede Değirmendere ve Galanima akarsu havzalarında taşınan ortalama AKM konsantrasyonları sırasıyla 49.27 ve 109.00 mg/L, üç aylık sürede Yomra Deresi Havzası’nda taşınan ortalama AKM konsantrasyonu ise 352.82 mg/L olarak hesap edilmiştir.

Altı aylık çalışma kapsamında Değirmendere Havzası’nda en düşük ve en yüksek akım sırasıyla Aralık 2019 ve Şubat 2020’de; Galanima Deresi Havzası’nda ise Eylül 2019’da ve Şubat 2020’de gerçekleşmiştir.

Akım gözlemlerinin gerçekleştirildiği Değirmendere ve Galanima akarsu havzalarında akım değerlerinin minimum olduğu dönemlerde AKM yükü Değirmendere Havzası’nda 4.22 ton/gün ve Galanima Deresi Havzası’nda ise 2.21 ton/gün olarak hesap edilmiştir. AKM yüklerinin maksimum olduğu değerler Değirmendere Havzası’nda 89.38 ton/gün ve Galanima Deresi Havzası’nda ise 33.26 ton/gün olarak hesap edilmiştir.

Altı aylık gözlem süresince Değirmendere Havzası’ndan ortalama 20.77 ton/gün ve Galanima Deresi Havzası’ndan ise ortalama 9.80 ton/gün AKM taşınımı olduğu hesap edilmiştir. Değirmendere Havzası’nda taşınan AKM yükünün Galanima Deresi Havzası’nda taşınan AKM yüküne kıyasla iki katından fazla değere ulaştığı anlaşılmıştır. Hem maksimum hem de aylık ortalama AKM yükleri dikkate alınırsa Galanima Deresi Havzası’na kıyasla Değirmendere Havzası’nda daha yoğun katı madde taşınımı olduğu görülmektedir.

AKM konsantrasyonu yerleşim yerlerinden dışarı edilen atıksu, tarımsal faaliyetler, erozyon, yağış, sanayi faaliyetleri ve akarsu yatağında yapılan düzenleme çalışmaları gibi etkenlere bağlı olarak değişiklik göstermektedir.

Ülkemiz havzalarında AKM takibini konu alan çalışmalar oldukça sınırlıdır. Bu nedenle, sunulan çalışmanın söz konusu havzaların planlanması bakımından yararlı olacağı düşünülmektedir.

Bu çalışmada akım gözlem istasyonu mevkiilerinde seçilmiş AKM gözlem istasyonları hariç diğer istasyonlardan geçen debi değerleri bilinmemekte dolayısıyla da AKM yükleri hesap edilememektedir. Bu nedenle AKM yüklerinin havza genelinde bilinebilmesi için aynı zamanda diğer istasyonlardaki debi miktarını da belirleme çalışmalarına başvurulabilir.

Çalışma kapsamında AKM ve akım takibi yapılmış olup gelecekte yapılması planlanan çalışmalarda diğer parametreler (bulanıklık, elektriksel iletkenlik vb.) de çalışılabilir.

AKM takibine yönelik literatür incelendiğinde yüzey suyu örneklemelerinin mevsimsel, aylık, 15 günlük ve haftalık olarak ilgili gün ve istasyonlarda tek bir örnekleme ile yapıldığı görülmektedir. Özellikle insani müdahalenin yoğun olduğu akarsularda örnekleme sıklığı ve gün içerisindeki örnekleme sayısının artırılmasının (sabah ve akşam olacak şekilde günde iki defa) AKM taşınımının anlaşılmasında faydalı olacağı düşünülmektedir.

Yazar katkısı

Author contribution

Betül METE: çalışmanın kavramsal ve tasarım süreçlerinin belirlenmesi ve yönetimi, veri toplama, analizi ve yorumlama, makalenin yazılması ve gerekli düzeltmelerin yapılması.
Osman Tuğrul BAKİ: veri toplama, makalenin yazılması ve gerekli düzeltmelerin yapılması.
Adem BAYRAM: çalışmanın kavramsal ve tasarım süreçlerinin belirlenmesi ve yönetimi, veri analizi ve yorumlama, makalenin yazılması ve gerekli düzeltmelerin yapılması.

Etik beyanı

Declaration of ethical code

Bu makalenin yazarları, bu çalışmada kullanılan materyal ve yöntemlerin etik kurul izni ve / veya yasal-özel izin gerektirmediğini beyan etmektedir.

Çıkar çatışması beyanı

Conflicts of interest

Yazarlar, bilinen herhangi bir çıkar çatışması veya herhangi bir kurum/kuruluş ya da kişi ile ortak çıkar bulunmadığını onaylamaktadırlar.

Kaynaklar

References

- APHA (1992). *Standard methods for the examination of water and wastewater*, 18th ed., American Public Health Association (APHA), American Water Works Association (AWWA), Water Environment Federation (WEF), Washington (DC).
- Atmaca, M. (2005). *Tarih içinde Tonya*. Tonya Belediyesi Yayınları.
- Bayazıt, M. & Avcı, İ. (2010). *Akarsularda akım ve sediment taşınımı*. Birsen Yayınevi.
- Bayram, A. (2011). *Harşit Çayı su kalitesinin mevsimsel değişiminin incelenmesi ve askı madde konsantrasyonunun yapay sinir ağları yöntemi ile tahmin edilmesi*. [Doktora Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü].
- Boran, M., Karaçam, H. & Sayın, A. (2004). Değirmendere Havzasında (Trabzon, Türkiye) bulunan bazı işletmelere ait atık suların özelliklerinin incelenmesi ve dere suyundaki kirleticilerin düzey ve dağılımlarının belirlenmesi. *Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi*, 21(1), 17-21.
- Celep, S. (2009). *Trabzon İli yeraltı ve yerüstü sularının hidrojeolojik, hidrojeokimyasal incelenmesi ve su kalitesinin izlenmesi*. [Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü].
- DSİ, (2019). *2019 yılı haritalı istatistik bülteni*. (2021, 15 Kasım). <https://www.dsi.gov.tr/Sayfa/Detay/769>
- Erdoğan, İ. (2019). *Doğu Karadeniz Havzası akarsularında su kalitesinin incelenmesi ve askıda katı madde konsantrasyonunun tahmin edilmesi*. [Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü].
- Makul, O. (2015). *Havza yönetimine yönelik coğrafi veritabanı tasarımı: Trabzon Yomra Özdil Havzası örneği*. [Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü].
- Mete, B. (2020). *Tersip bentlerinin askıda katı madde taşınımına etkilerinin incelenmesi: Sera Deresi Havzası (Trabzon) örneği*. [Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü].

- Mutlu, T. & Verep, B. (2018). The water quality of streams flowing into South Eastern Black Sea Coasts in terms of physico-chemical properties. *Fresenius Environmental Bulletin*, 27(5A), 3752-3758.
- Satılmış, U. (2015). *Değirmendere Havzası (Trabzon) yerüstü su kalitesinin mekâna ve zamana bağlı değişiminin incelenmesi*. [Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü].
- Sayın, A. (2000). *Değirmendere Havzasında bazı kirleticilerin düzeyleri ve ortama etkileri*. [Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü].
- Serdar, S. (2015). *Doğu Karadeniz Havzası akarsularının fiziko-kimyasal su kalitesi mevsimsel değişimlerinin belirlenmesi*. [Yüksek Lisans Tezi, Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü].
- Sivakumar, B. (2006). Suspended Sediment load estimation and the problem of inadequate data sampling: a fractal view. *Earth Surface Processes and Landforms*, 31(4), 414-427. <https://doi.org/10.1002/esp.1273>
- Trabzon İÇDR (2020). *Trabzon ili 2019 yılı çevre durum raporu*. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, Çevresel Etki Değerlendirmesi İzin ve Denetim Genel Müdürlüğü.
- TSE (2007). *Su kalitesi-askıdaki katı maddelerin tayin-i cam elyaf süzgeçler kullanılarak süzme yöntemi (TS EN 872)*. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- TÜİK (2021). *Türkiye İstatistik Kurumu, coğrafi istatistik portalı*. (2021, 15 Kasım). <https://cip.tuik.gov.tr/>
- Ülke, A., Özkul, S. & Tayfur, G. (2011). Ampirik yöntemlerle Gediz Nehri için askıda katı madde yükü tahmini. *İMO Teknik Dergi*, 22(107), 5387-5407.
- Yang, C.T. (1996). *Sediment transport theory and practice*. McGraw-Hill.