

## Arazi kullanımı değişiminin akarsuda taşınan katı madde miktarına etkisi: Taşlıçay Deresi, Türkiye

Mücahit Opan<sup>1</sup>, Emrah Doğan<sup>2</sup>, Osman Sönmez<sup>2</sup>, Temel Temiz<sup>1</sup>, Fatma Demir<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Kocaeli Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Kocaeli/Türkiye

<sup>2</sup>Sakarya Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Sakarya/Türkiye

### Özet

Bu çalışma, Sakarya Nehrine dökülen ve havzasında bir adet taş ocağı, bir adet yüksek hızlı tren tünel inşaatı bulunan Taşlıçay Deresinin taşıdığı askıda katı madde miktarının belirlenmesine üzerinedir. Taşlıçay Deresi'nin Sakarya Nehrine birleştiği noktanın yaklaşık 100 m mansabında hidroelektrik santral yer almaktadır. Derenin üzerine kurulan tesisler ile 2003 yılı sonrası arazi kullanımının değiştirdiği, ormanlık ve mera alanlarının azaldığı görülmektedir. Bu değişimin etkisini araştırmak için akarsu boyunca kritik yerlerde debi, katı madde miktarı ölçümü, arazi içinde hava fotoğrafları alımı yapılmıştır. Yapılan analizler sonucunda dere üzerinde bulunan tesislerin, arazi kullanımına, nüfusa, ormanlık alanların değişimine etkisi incelenerek gelecekte yapılacak projeler için önerilerde bulunulmuştur.

**Anahtar Kelimeler:** Taşlıçay Deresi, Arazi Kullanımı, Katı madde taşınımı.

## Effect of land use change on the amount of sediment transport carried in the river: Taşlıçay Stream of Turkey

### Abstract

This study is about to the determination of the amount of the sediment transport carried by the Taşlıçay Stream, which is a pit of stone pits and one high-speed train tunnel pouring into the Sakarya River. The hydroelectric power plant is located approximately 100 m downstream of the point where the Taşlıçay Stream connects to the Sakarya River. It is observed that the facilities built on the stream and the forest and pasture areas changed after 2003 have changed. In order to investigate the effect of this change, the flow rate, the amount of the sediment transport and the aerial photographs were taken at the critical points along the river. As a result of the analyzes made, proposals were made for the future projects by examining the effects of the facilities on the stream, land use, population and forest areas.

**Keywords:** Taşlıçay Stream, Land use, Sediment transport

### 1. Giriş

İçme suyu, enerji, nehir taşımacılığı, balıkçılık vb. gibi alanlarda Sakarya Nehri boyunca istifade edilmektedir. Sakarya nehrinin tüm bölgeleri önemli olmakla birlikte, bölgemiz içerisinde yer alan Sakarya ili boyunca devam edip denize dökülmektedir. Sakarya ili içerisinde, Sakarya Nehrine dökülen Taşlıçay Deresi de bu nehri besleyen önemli su kaynaklarındandır. Ayrıca Sakarya Nehri ile bu derenin mansabına kurulmuş bir de hidroelektrik santral bulunmaktadır. Hidroelektrik santralinin yıllık 85 milyon kWh üretim yapması beklenmektedir. Taşlıçay Deresinin bu nedenle önemi büyüktür. Ayrıca bu derenin memba tarafında 2005 yılında açılan taş ocağı ile 2014 yılında

başlayan YHT tünel inşaatı derenin akışını ve tabii yapısını etkilemekte ve dere boyunca katı madde artışına sebep olmaktadır.

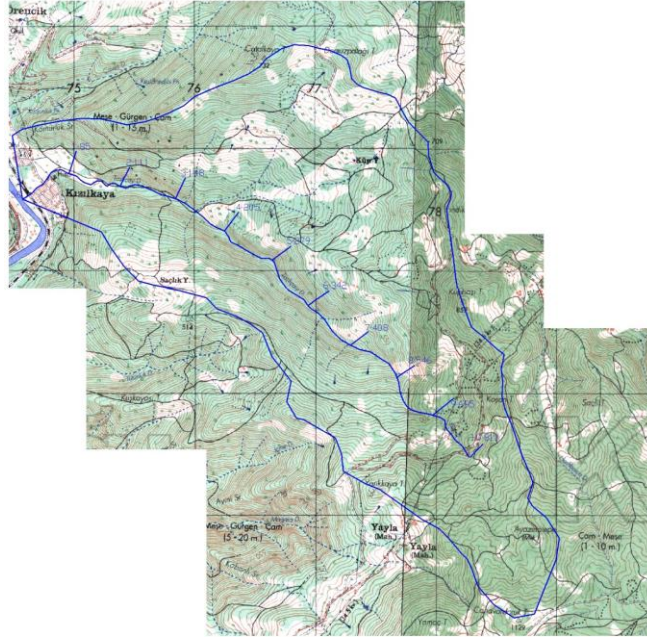
Şiddetli erozyon etkisi altında bulunan Harşit Çayı su toplama havzasında, sedimentasyon sorunu üzerine yapılan çalışmada toprak–su muhafazasının sağlanabilmesi için çözüm önerileri sunulmuştur [10]. Trabzon İl sınırları içerisinde bulunan Solaklı ve Sürmene Derelerinin nütrient ve askıda katı madde yükleri belirlenen çalışmalar yapılmıştır [6]. Kuzey Etiyopya'nın dağlık kurak bölgesinde katı madde taşınımına etki eden faktörlerin nedenlerini araştırılması üzerine yapılan çalışmada uydu görüntülerini ve arazi araştırmalarını içeren farklı kaynaklardan elde ettikleri katı madde taşınımı ve rezervuar özellikleri arasındaki ilişki analiz edilmiştir [11]. Akışı düzenlenmiş olan Aşağı Ebro katı madde taşınımı bir ölçü programı ile tahmin edilen çalışmada, Ebro nehrinin Maquienza ve RibaRoja rezervuarlarında katı madde miktarını ölçerek, barajlardan akış yönünde %60 askı maddesi ve %40 oranında da sürüntü madde hareketi olduğunu belirlenmiştir [7]. Trabzon ili doğu sınırları içerisinde bulunan 9 dere ve çay ile İyidere çayı'nın askıda katı madde yüklerinin 2004 yılında aylık ve yıllık değişimi belirlenmiştir [9]. Hurman Çayı Havzası'nda yağış-akış ve sediment ilişkilerini incelenerek ampirik yöntemlerle hesaplanan süspansesediment verimiyle, ölçümle bulunan sediment verimi karşılaştırılmış ve ampirik yöntemlerden havza için uygulanabilir olanı araştırılmış olan çalışmada, yıllık en büyük akış değerleri ile yıllık toplam sediment miktarları arasında 0.96 korelasyona sahip bir ilişki ortaya konulmuştur [2]. Gediz Nehrinde taşınan askıda katı madde yükünü ampirik formüller ile tahmin edilen çalışmada, öncelikle arazi ve laboratuvar çalışmaları yaparak, havzaya ve akarsuya ait parametreler belirlenmiştir. Ardından literatürde yer alan dört askıda katı madde ampirik bağıntısı uygulanmış, bölgeye en uygun ampirik bağıntıyı belirlenmiştir [12]. Yağış – yüzey akış – erozyon modellerinden olan AGNPS, SWRRB ve GLEAMS'in CBS yardımıyla uygulanışı ve CBS'nin bu modellere sağlayacağı yararların belirlenmesi üzerine çalışmalar yapılmıştır [3]. Harşit Çayı ana kolu boyunca su kalitesi üzerine yapılan çalışma sonucunda su kalitesi sınıflandırması yapılarak suyun içilebilirliği ortaya konulmuştur. Ayrıca, askıda katı madde konsantrasyonunun (AKM) bulanıklık, toplam demir ve toplam krom parametrelerine dayalı tahmini, çeşitli regresyon analizleri ve yapay sinir ağları (YSA) yöntemiyle yapılmıştır, AKM konsantrasyonunun tahmininde YSA yönteminin regresyon analizine göre daha iyi sonuçlar verdiği belirlenmiştir [5]. Nysa Szalona Nehri'nin (Polonya) akımı ve Slup Barajı'nın NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, NO<sub>2</sub><sup>-</sup>, NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>, BOİ<sub>5</sub>, KOİ, ÇO, Cl<sup>-</sup>, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, TOC, EI, t ve AKM parametrelerinin nehrin su kalitesine olan etkisi araştırılmıştır [13].

Taşlıçay deresi havzası üzerinde bir adet taş ocağı, bir adet yüksek hızlı tren inşaatı ve bağlandığı Sakarya Nehrinin yakın mansabında hidroelektrik santral bulunmaktadır. Taşlıçay Deresi, 2003 yılı sonrası bölge değişiminin modellenmesi ve kirletici unsurlarının ortaya konması açısından önemlidir. Burada modelleme amacıyla YHT öncesi ve sonrası 12 aylık bir arazi ölçüm çalışması yapılmış, ayrıca uydu fotoğrafları ile arazi değişimleri tespit edilerek, dere üzerinde bulunan tesislerin, arazi kullanımına, nüfusa, ormanlık alanların değişimine etkisi incelenmiştir.

## 2. MATERYAL VE YÖNTEM

### 2.1. MATERYAL

Taşlıçay Deresi, Sakarya İlinin güneyinde kalan Geyve İlçesinin Doğançay köyünde olup, Sakarya iline 17 km, Geyve ilçesine 17 km uzaklıktadır. Havza alanı ise 40°34'43"N 30°20'10"E koordinatları arasında yer almaktadır (Şekil 1). Havza alanını topografyası engebeli olup, yamaç meyilleri yüksektir. Havzanın en yüksek kotu 1120 m en düşük kotu ise 56 m'dir. Havzada ana kaya kalker ve serpantindir. Toprak ağır ve ortak bünyelidir. Ayrıca havza içerisinde taş ocağı bulunmaktadır.



Şekil 1. Taşlıçay deresi ve havzası

Sıcaklık ve yağış arasındaki ilişkinin daha iyi ortaya konabilmesi için kuzeyde Sakarya, güneyde ise Geyve istasyonlarının meteorolojik verileri baz alınmıştır. Tablo 2 ve 3 de Sakarya ve Geyve'ye ait aylık ortalama sıcaklık ve yağış değerleri verilmiştir.

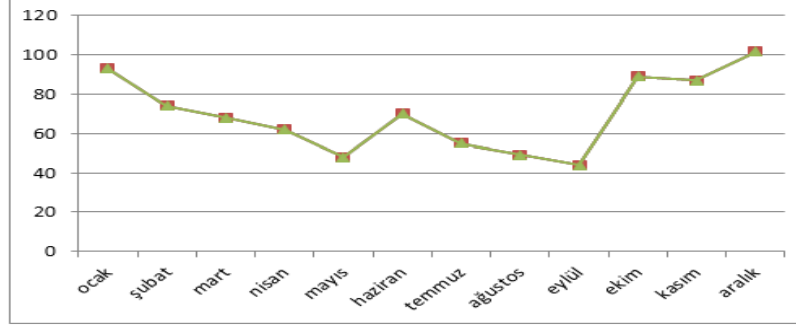
Tablo 2. Sakarya'nın aylık ortalama sıcaklık ve yağış değerleri

Aylar	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	E	K	A	Yıllık
Sıcaklık (°C)	6,0	6,2	8,4	12,7	17,1	21,3	23,2	22,9	19,4	15,3	10,9	7,8	14,26
Yağış (mm)	93,5	74	68,2	62	48	7,07	55,7	49,8	44,3	89,2	87,7	102,6	845,7

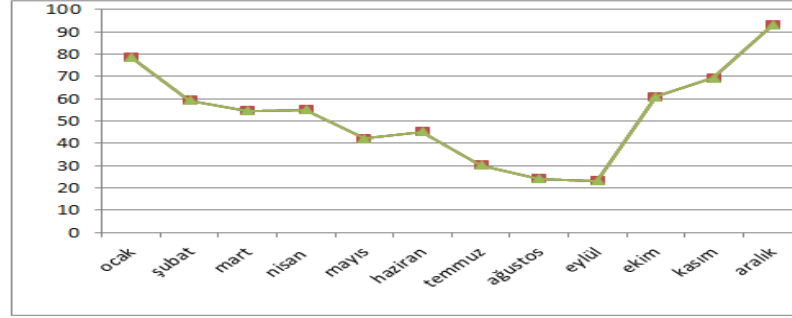
Tablo 3. Geyve'nin aylık ortalama sıcaklık ve yağış değerleri

Aylar	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	E	K	A	Yıllık
Sıcaklık (°C)	4,3	5,0	7,9	12,6	17,0	21,1	23,2	23,0	19,4	14,7	9,5	6,0	13,6
Yağış (mm)	78,8	59,2	54,5	55,1	42,1	45,3	30,3	24,1	23,3	60,9	69,4	93,0	636,0

Şekil 2 ve 3 de Sakarya'nın ve Geyve'nin 1975-2013 yıllarına ait yağış rejim diyagramları gösterilmiştir.



Şekil 2 Sakarya ili aylık ortalama yağış grafiği(mm)



Şekil 3. Geyve ilçesi aylık ortalama yağış grafiği(mm)

## 2.2. YÖNTEM

Taşkın debisinin hesaplanması hidrolojik çalışmalar ve su yapılarının projelendirilmesi açısından önemli konularda biridir. Taşkın debisi hesabında en doğru sonucu çeşitli bölgelere yerleştirilen gözlem istasyonları vermekle birlikte istasyonların azlığına bağlı olarak çeşitli ampirik formüller ile de hesaplanabilir. Bu çalışmada yeterli veri istasyonu yer almaması ve kullanılan arazinin özellikleri dikkate alınarak ampirik yöntemlerden Mockus ve S.C.S yöntemi kullanılmış ve üzerinde incelemeler yapılmıştır.

**2.2.1. SCS Yöntemi:**Küçük havzalarda kullanılan bir yöntemdir. Gerçeğe yakın sonuçlar verdiği, basit ve anlaşılır denklemler ile hesaplandığı için yaygın olarak kullanılmaktadır. Girdi olarak havzanın fiziksel özellikleri ve günlük yağış miktarları kullanılır. SCS yönteminin hesap aşamaları şu şekildedir:

$$T_c = 0.066 \left( \frac{Lh^2}{S} \right)^{0.385}$$

$$D = 0.133 \times T_c$$

$$L = 0.6 \times T_c$$

$$T_p = \left( \frac{D}{2} \right) + L$$

$$S = \left( \frac{1000}{CN} \right) - 10$$

$$h_e = \left( \frac{h_a - 1}{h_a - 1 + S} \right)^2$$

$$Q_p = (0,2083 \times \frac{A}{T_a}) \times h_e$$

Burada,  $T$ , havza geçiş süresini (saat),  $D$ , toplam yağış süresini (saat),  $L$ , havza gecikme süresini (saat),  $T_p$ , pik debiye ulaşma süresini (saat),  $CN$ , ağırlık havza eğri numarasını (Tablo 4),  $S$ , maksimum toprak su tutma indeksini (mm),  $h_e$ , maksimum akış yüksekliğini (mm),  $h_a$ , En yüksek yağış yüksekliğini ve  $Q_p$ , taşkın debisini ( $m^3/sn$ ) göstermektedir [1 ve 4].

Tablo 4. CN eğri numarası [8]

	Arazi kullanılması örtü	Muamele ve tatbikat	Sızma için hidrolik şart	Hidrolik toprak grubu			
				A	B	C	D
A. Çok kumlu zeminler B. Kumlu çok, kili az zemin, derince bitkisel toprak C. Kumlu az, kili çok zemin, sığ bitkisel toprak D. Çok ağır kili veya kayalık zemin, bitkisel toprak çok ince veya hiç yok	NADAS	SR	----	77	86	91	94
	DİZİ	SR	Zayıf	72	81	88	91
	NEBATİ Pancar gibi	SR	İyi	67	78	85	89
		C	Zayıf	70	79	84	88
		C	Zayıf	65	75	82	86
		CT	Zayıf	66	74	80	82
		CT	İyi	62	71	78	81
	UFAK DANELİ Buğday gibi	SR	Zayıf	65	76	84	88
		SR	İyi	63	75	83	87
		C	Zayıf	63	74	82	85
		C	İyi	61	73	81	84
		CT	Zayıf	61	72	79	82
	SİK EKİLMİŞ BAKLİYAT VEYA OT RATOSYONU	CT	İyi	59	70	78	81
		SR	Zayıf	66	77	85	89
		SR	İyi	58	72	81	85
		C	Zayıf	64	75	83	85
		C	İyi	55	69	78	83
	ÇAYIRLIK VEYA MEYDAN	CT	Zayıf	63	73	80	83
		CT	İyi	51	67	76	80
		----	Zayıf	68	79	86	89
		----	Müsait	49	69	79	84
		----	İyi	39	61	74	80
	DEVAMLI ÇAYIR	C	Zayıf	74	67	81	88
		C	Müsait	25	59	75	83
C		İyi	6	35	70	79	
----		----	30	58	71	78	
ORMAN Ağaçları	----	Zayıf	45	60	77	83	
	----	Müsait	36	60	73	79	
	----	İyi	25	55	70	77	
ÇİFTLİK BİNALARI	----	----	59	74	82	86	
YOLLAR (Tozlu)	----	----	72	82	87	89	
YOLLAR (Sert zeminde)	----	----	74	84	90	92	

**2.2.2. Mockus Yöntemi:** Mockus yöntemi, hesabının diğerlerine göre daha kolay olması ve üçgen hidrografının çizim kolaylığı bakımından tavsiye edilmektedir. Üçgen hidrograflar, rezervuarlarda ve akarsu yataklarındaki ötelemelerde de eğrisel hidrograflar kadar hassas sonuçlar vermekte, sadece hidrograf kuyruğunun projelendirmeye etki ettiği hallerde eğrisel hidrograflar zorunlu olmaktadır. Ayrıca üçgen hidrografların eğrisel hidrograflara dönüştürülmesi hassasiyetleri bozulmadan mümkün olmaktadır. Mockus yöntemi, toplanma zamanı ( $t_c$ ) 30 saate kadar olan drenaj alanları için uygulanmakla birlikte, daha büyük alanlarda drenaj alanı daha küçük parçalara ayrılarak her bir parça için çizilecek hidrograflar geciktirme sürelerine bağlı olarak süperpoze edilmektedir.

$$t_c = 0,00032 * (L_h^{0,77} / S^{0,385}) \text{ (saat)}$$

$$D=2*t_c^{1/2} \text{ (saat)}$$

$$\Delta D=(t_c/5) \text{ (saat)}$$

$$t_p=0.5*\Delta D +0.6*t_c \text{ (saat)}$$

$$t_r=H_c*t_p \text{ (saat)}$$

$$q_p=(K*A)/t_p \text{ (m}^3\text{/sn/m)}$$

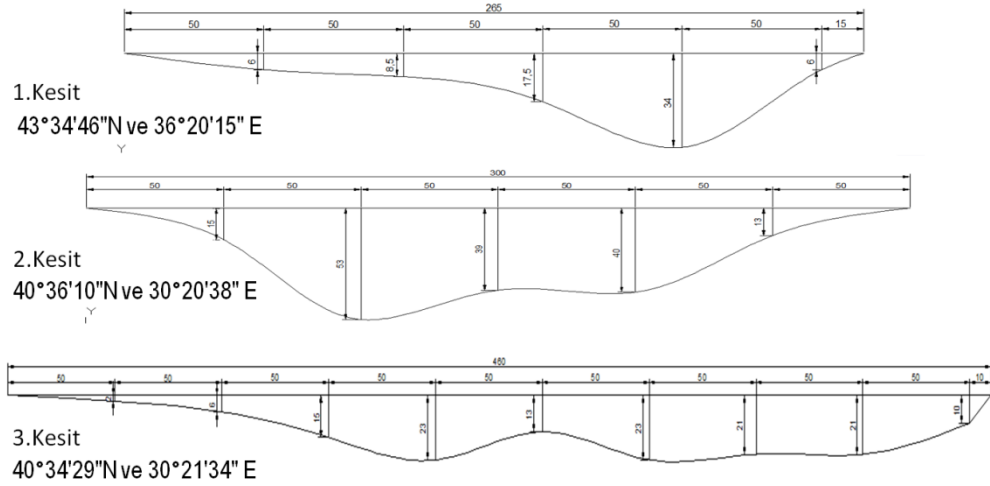
$$Q_p=q_p*h_a \text{ (m}^3\text{/sn)} \text{ (Doğan, 2012)}$$

Burada,  $t_c$ , geçiş süresini (saat),  $L_h$ , drenaj alanının hidrolik uzunluğunu (m),  $S$ , drenaj alanının ortalama eğimini (%),  $D$ , taşkını oluşturan yağışın süresini (saat),  $\Delta D$ , birim sağanak süresini (saat),  $t_p$ , pik debiye ulaşma süresini (saat),  $t_r$ , taşkın sönümlenme süresini (saat),  $q_p$ , 1mm'lik yağışın oluşturacağı debisini ( $m^3/sn/m$ ) ve  $Q_p$ , 100 yıllık taşkın debisini ( $m^3/sn$ ) göstermektedir [1 ve 4].

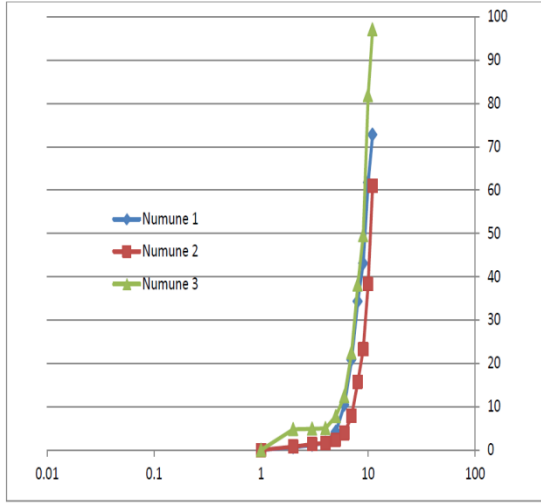
### 3. ELDE EDİLEN SONUÇLAR

DSİ 'den alınan veriler ile havzada meydana gelebilecek 100 yıllık taşkın debisi hesabı yapılmıştır. Hesaplamalarda Mockus yöntemi ve SCS yöntemi kullanılmıştır. 100 yıllık taşkın debisi Mockus yöntemi  $27,54 m^3/sn$  ve SCS yöntemi ile  $127,64 m^3/sn$  olarak hesaplanmıştır. İki farklı yöntemle hesaplanan taşkın debisi hesaplarının sonucuna göre; araziye uygunluğu açısından ve yöntemin daha güvenilir olması sebebiyle S.C.S yöntemi ile hesaplanan taşkın debisi esas alınmıştır.

Taşlıçay deresi üzerinde ilk olarak üç ayrı kesitte katı madde hareketi ölçülmüştür. Kesitlerin geometrileri şekil 4'de gösterildiği gibidir. Bu kesitlerden katı madde numunesi alınmış, laboratuarda elek deneyi yapılarak şekil 5 ve Tablo 5 elde edilmiştir.



şekil 4. Taşlıçay deresi üzerinde ölçüm yapılan kesitler



Tablo 5. Elek analizi deneyi sonuçları

Numune çapı(mm)	1. Enkesit	2. Enkesit	3. Enkesit
D <sub>16</sub>	0.80	0.93	0.82
D <sub>50</sub>	0.972	1.023	0.90
D <sub>84</sub>	1.041	1.041	1.035

Şekil 5. Kesitlere ait elek analizi eğrileri

Deney sonuçlarına göre derede askıda ve tabanda taşınan katı madde miktarları bir çok yöntemle hesap edilmiş olup, sonuçlar Tablo 6’da verildiği gibidir. YHT şantiyesi öncesi ve sonrası aylık olarak yapılan akım ve askıda katı madde miktarı ölçümler aşağıda Tablo 7 ve 8’ de verilmiştir.

Tablo 6. Deney sonuçlarına göre katı madde miktarları

Sürüntü Malzemesi	Yöntemin Adı	1.Enkesit	2.Enkesit	3.Enkesit
	Engelund-Hansen	768.39 ton/gün	3574.11 ton/gün	
Ackers-White	0.499 ton/gün	2.85 ton/gün		
Molinas-Wu	119.183 ton/gün	23.933 ton/gün		
Du-Boys	57.45 ton/gün	333.27ton/gün		
Browlie	12.265 ton/gün	58.77 ton/gün	0.485 ton/gün	
Askı Malzemesi	Askı malzemesi	2.695 ton/gün	5.42 ton/gün	1.33 ton/gün

Tablo 7.YHT şantiyesi öncesi akım ve askıda katı madde miktarı ölçümler

Tarih	Akarsu Derinliği H (cm)	Akarsu Genişliği B(m)	Akım Hızı V(m/sn)	Akarsu Debisi Q(m <sup>3</sup> /sn)	Ortalama Konsantrasyon C(ppm)	Taşınan Katı Madde Qs(ton/gün)
02.07.2016	15	2	0,35	0,105	12	0,109
10.08.2016	15	2	0,34	0,102	12	0,106
15.09.2016	15	2	0,35	0,105	17	0,154
24.10.2016	14	1,8	0,36	0,091	19	0,149
17.11.2016	15	2	0,34	0,102	22	0,194
02.12.2016	15	2	0,34	0,102	27	0,238
09.01.2017	15	2,1	0,33	0,104	43	0,386
17.02.2017	16	2,2	0,33	0,116	40	0,401
17.03.2017	16	2,2	0,33	0,116	95	0,953
14.04.2017	16	1,7	0,32	0,087	11	0,083
19.05.2017	15	2,1	0,32	0,101	14	0,119
16.06.2017	15	2,2	0,31	0,102	13	0,115

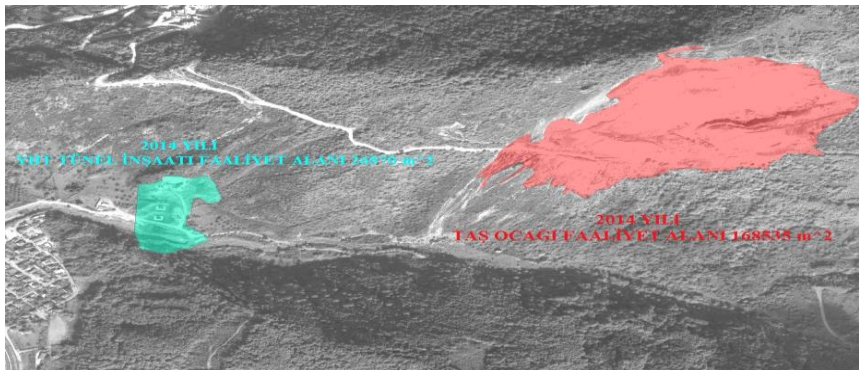
Tablo 8. YHT şantiyesi sonrası akım ve askıda katı madde miktarı ölçümler

Tarih	Akarsu Derinliği H (cm)	Akarsu Genişliği B(m)	Akım Hızı V(m/sn)	Akarsu Debisi Q(m <sup>3</sup> /sn)	Ortalama Konsantrasyon C(ppm)	Taşınan Katı Madde Qs(ton/gün)
02.07.2016	15	1,9	0,41	0,12	81	0,818
10.08.2016	14	1,8	0,47	0,12	83	0,849
15.09.2016	13	1,7	0,72	0,16	87	1,196
24.10.2016	10	1,5	0,82	0,12	110	1,169
17.11.2016	13	1,8	0,78	0,18	95	1,498
02.12.2016	18	2,3	0,84	0,35	62	1,863
09.01.2017	22	2,7	1,02	0,61	57	2,984
17.02.2017	23	3	1,00	0,69	54	3,219
17.03.2017	25	3,1	1,21	0,938	93	7,537
14.04.2017	16	1,7	0,82	0,223	35	0,674
19.05.2017	15	2	0,43	0,129	85	0,948
16.06.2017	15	1,9	0,41	0,117	87	0,879

Arazi kullanım miktarının katı madde taşınımını artırdığı ve bu artışın Tablo 7 ve 8’ de verilen değerler incelendiğinde yaklaşık olarak % 13 değerine ulaştığı görülmüştür. 2005 yılında TCDD YHT tünel inşaatları olan yerlerin ağaçlık ve mera alanı olduğu, taş ocağının 2003 yılında faaliyete başladığı, 2005 yılında faaliyet alanının 35236 m<sup>2</sup>’ ye ulaştığı anlaşılmaktadır. 2014 yılı uydu fotoğrafı değerlendirildiğinde taş ocağının çalışma sahasının 168535 m<sup>2</sup>’ye ulaştığı ve % 400’e ulaşan bir artış gösterdiği ve 2014 yılı ile 2017 yılları arasında arazi kullanımının sabit kaldığı anlaşılmaktadır. Ayrıca 2005 yılından 2014 yılına kadar arazi kullanımının artmasıyla taşınan katı madde miktarının %13 arttığı, 2014 yılı ile 2017 yılı arasındaki arazi kullanımı sabit kaldığı için bu yıllara ait taşınan katı madde miktarındaki artış değerinin de sabit kaldığı söylenebilir (Fotoğraf 1, 2 ve 3).



Fotoğraf 1. 2005 Yılı uydu görüntüsü



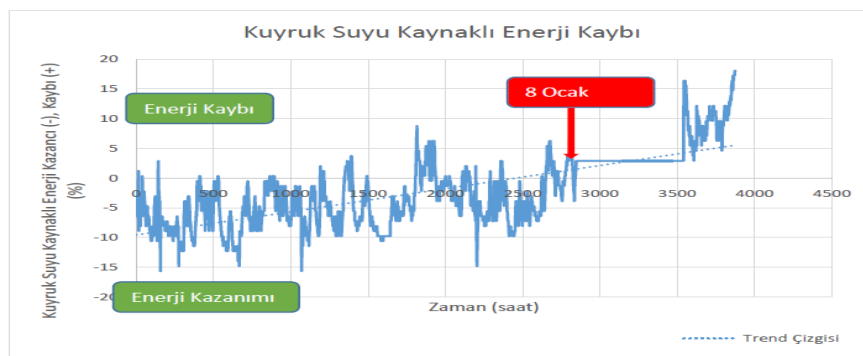


Fotoğraf 2. 2014 Yılı uydu görüntüsü



Fotoğraf 3. 2017 Yılı uydu görüntüsü

Nehir tipi HES'lerin ekonomik ömürleri rezervuar hacimlerinin dolmasıyla son bulur. Taşlıçay Deresi Doğançay HES'in hemen yakın membaında bulunmakta olup, Sakarya Nehrine dökülmektedir. Taşlıçay deresinden gelen katı madde miktarının bu bölgeyi zamanla dolduracağından HES'in su biriktirme kapasitesi azalacağından tesisin kullanacağı su da azalacaktır, dolayısıyla suyun azalmasına bağlı olarak üretim kaybı olacaktır. Bu derede hiçbir önlem alınmadığı takdirde birkaç yıl sonrasında HES enerji üretemeyecek duruma da gelebilecektir. Doğançay HES'in 15.12 megawatt kurulu güç ile yılda yaklaşık 85 milyon kWh enerji üretebileceği bilinmektedir. Yaklaşık 12 m hidrolik düşüye sahip olan tesisin kuyruksuyu bölgesinde rusubat birikmesinden dolayı hidrolik düşü 9 m ye düşerse, enerji kaybı yaklaşık % 25 olacaktır. Şekil 6'a bakıldığında Ocak ayından sonra enerji kaybı olmaya başlamıştır. Enerji kaybı halen devam etmekte olup kayıp artan trend eğilimindedir. 12 Eylül 2014 tarihinde enerji üretimine başlayan Doğançay HES üretime geçiş öncesinde mansapta kuyruk suyu civarında tarama yaparak buradaki malzemeyi almış olduğu tespit edilmiştir. Kuyruk suyu civarındaki rusubatın birikmesinin enerji kaybına etkisi 8 Ocak 2014 tarihi itibarıyla başladığı ve yıl sonu itibarıyla % 18 civarında olduğu Şekil 6'dan net olarak görülmektedir.



Şekil 6. Kuyruk suyu kotu değişiminden kaynaklı enerji kaybı ve kazanımı

#### 4. TARTIŞMA VE SONUÇ:

Taşlıçay deresinde taşınan katı madde miktarının yağışlı günlerde ve kar erimelerinin akışa dönüştüğü dönemlerde geldiği ve yağış olmayan kurak dönemlerde debinin çok az olduğu görülmektedir. Derenin dik eğimli olması nedeniyle, kurak olmayan dönemlerde katı maddeler çok hızlı bir şekilde ve büyük miktarda dere yatağında taşınabilmektedir. Derenin havzasına

bakıldığında, havzada Taşlıçay Deresi dere ağzından yaklaşık 1000 m mesafe yukarıda büyük bir taş ocağı ve Taşlıçay Deresinin dere ağzından yaklaşık 600 m yukarısında TCDD YHT tünel giriş ve çıkış inşaatlarının konuşlandırıldığı gözlenmiştir. Yapılan inceleme ve değerlendirmeler sonucunda mecrada biriken kaba (iri) ve ince malzemenin asıl kaynaklarının havzadaki taş ocağı faaliyetleri ve TCDD YHT tünel inşaatlarının olduğu görülmüştür.

2005 yılından 2014 yılına kadar arzi kullanımının artmasıyla taşınan katı madde miktarının %13 arttığı, 2014 yılı ile 2017 yılı arasındaki arazi kullanımı sabit kaldığı için bu yıllara ait taşınan katı madde miktarındaki artış değerinin de sabit kaldığı söylenebilir. Taşlıçay deresinden gelen katı madde miktarının bu bölgeyi zamanla doldurduğundan HES' in su biriktirme kapasitesi azaldığından tesisin kullanacağı su da azalmaktadır, dolayısıyla suyun azalmasına bağlı olarak üretim kaybı olduğu ve yıl sonu itibarıyla % 18 civarında olduğu görülmüştür.

Bu sonuçlar doğrultusunda Taşlıçay Deresi yatağında taşınan katı madde miktarını engellemek adına tersip bendi ve ıslah sekisi yapılması önerilebilir.

## TEŞEKKÜR

Kocaeli Üniversitesi BAP adına yapılan araştırmanın arazi, raporlama ve düzenleme çalışmalarında emeğini hiç eksik etmeyen Doç. Dr. Emrah DOĞAN'a, Yard. Doç. Dr. Osman SÖNMEZ'e ve Dr. Temel TEMİZ'e proje yürütücüsü olarak teşekkürü bir borç bilirim.

## KAYNAKLAR:

- [1] Ağralıoğlu, N. ve Erkek, C., Su Kaynakları Mühendisliği, İstanbul, Beta Yayınevi, 2010.
- [2] Aksu N., Hurman Çayı Havzasında Sedimentasyonunun Ampirik Yöntemlerle Tahmini, Yüksek Lisans Tezi, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 2007.
- [3] Apaydın H, Yüzey Akış ve Sediment Modellerinin Coğrafi Bilgi Sistemi Yardımıyla Uygulanması, Doktora Tez, ANKARA Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 2002.
- [4] Bayazıt, M. ve Avcı, İ., Akarsularda Akım ve Sediment Taşınımı, İstanbul, Birsen Yayınevi, 2010.
- [5] Bayram, A., Harşit Çayı Su Kalitesinin Mevsimsel Değişiminin İncelenmesi ve Askıda Madde Konsantrasyonunun Yapay Sinir Ağları Yöntemi İle Tahmin Edilmesi, Doktora Tezi, KTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, 2011.
- [6] Boran, M. ve Sivri, N., Trabzon (Türkiye) İl Sınırları İçerisinde Bulunan Solaklı ve Sürmene Derelerinde Nutrient ve Askıda Katı Madde Yüklerinin Belirlenmesi, E.Ü., Su Ürünleri Dergisi, 2001:3-4:343-348.
- [7] Damia, V., and Ramon, J.B., Sediment Transport in a Large Impounded River: The Lower Ebro, NE Iberian Peninsula, Geomorphology, 2005.
- [8] Doğan, E., İstanbul Derelerinin Taşkın Debilerinin Tahmini, Sakarya, Türkiye, 2012..

[9] Erüz, C., Köse, E., Güneroğlu, A., Başar, E., Sivri, N., Feyzioğlu, M. ve Toraman, C., Doğu Karadeniz Akarsularında Askıda Madde Dinamiği, *Türk Sucul Yaşam Dergisi*, 2005:3(4): 235-239.

[10] Kocaman, İ., Harşit Çayı Havzasında Yağış-Akış Karakteristikleri ile Erozyon ve Sediment Sorunlarının Araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, Trakya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekirdağ, 1994.

[11] Tamene, L., Park, S.J., Dikau, R., and K P.L.G., Analysis of Factors Determining Sediment Yield Variability in The Highlands of Northern Ethiopia, *Geomorphology*, 2005:76:76-91.

[12] Ülke, A., Özkul, S. ve Tayfur, G., Ampirik Yöntemlerle Gediz Nehri İçin Askıda Katı Madde Yükü Tahmini, *Teknik Dergi*, 2011:348: 387-407.

[13] Wiatkowski, M., Influence of Slup Dam Reservoir on Flow and Quality of Water in the Nysa Szalona River, *Polish J. of Environ. Stud.*, 2011:20:2: 469-478.