

İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ



ORMAN FAKÜLTESİ DERGİSİ

REVUE DE LA FACULTE DES SCIENCES FORESTIERES
DE L'UNIVERSITE D'ISTANBUL



TÜRKİYE'DE SAKARYA NEHRİNDE VUKU BULAN EROZYON VE SÜSPANSE MATERYALİN TAŞINMASI HÂDİSESİ BUNUN BARAJ VE GÖLLERİN DOLMASI ÜZERİNE OLAN TESİRİ(*)

Yazan

Dipl. Ing. Friedrich GUTBERLET

Çeviren

Dr. Selman USLU

Türkiye son 10 sene zarfında suculuk alanında plânlı ve büyük ölçüde çalışmalara başlamasına rağmen memlekette suculuğu ilgilendiren malûmat pek az ve olanlar da nokсандır. Bu bakımdan Türkiye ile münasebettar bulunan her Alman mühendisi için yapılacak her teknik iş pek faydalı olacaktır. Aşağıda Türkiye'nin en büyük nehirlerinden birisi olan Sakarya'nın erozyon ve süspanse materyalini taşınması mevzuu üzerinde durulacaktır. Erozyon ve süspanse materyal taşınmasının müellifin de belirttiği gibi, baraj inşaatı ve barajın hayatiyeti bakımından fevkalâde büyük bir ehemmiyeti vardır.

İnsanların tabiat içerisinde yapmış oldukları birçok plânsız ve düğünceşiz müdahaleler neticesinde erozyon meselesi çok taraflı ve çeşitli tesirlerle beşeriyetin gelecekteki yaşama imkânları için başı başına bir dâva olmuştur.

Ana toprak bir memleketin bütün nebati ve hayvani âleminin amili ve onların temelini teşkil etmektedir. Ana toprağın muhafazası bitki örtüsü ile kabildir, erozyon ise onun belli başlı bir düşmanıdır. Erozyon adı altında toprağın su, rüzgâr ve buzullarla taşınması keyfiyeti anlaşılır. Toprak bir bitki örtüsü tarafından korunmuyorsa bu takdirde bulunduğu yerden tahripkâr bir kuvvetle taşınmaya başlar ve bu suretle çöl, step ve karst sahaları meydana gelir. Erozyona karşı en mühim koruyucu amil muhakkak ki ormandır. Ormanın hakiki kıymeti ve fonksiyonu maalesef binlerce sene bilinmemiş ve tahribe kurban edilmiştir. Bu bilhassa Türkiye için mevzuubahistir. Burada Türkiye'nin en büyük üç nehrinden biri olan 790 Km. uzunluğunda ve İç Anadolu düzlüklerinden çıkıp

(*) Bu makale, Baumaschine und Bautechnik adlı mecmuanın Mart 1957 senesi Heft 2 - 3 sayısından hülâsaten tercüme edilmiştir.

bir S harfi çizdikten sonra Karadeniz'e dökülen Sakarya nehri mevzuu bahis edilecektir. Yağış havzası 55645 Km² vüs'attedir. Şimdilik Sarıyar'da Alman firmaları tarafından ilk fakat Türkiyenin en büyük barajı inşa edilmektedir (**). Barajın vüs'ati 1.6.10⁹ m³ ve irtifai 106 m. ve sathı 80 Km² dir. Bu projenin dışında olarak ve Sakarya'nın orta kısımlarında Paşalar'da bir başka barajın da inşası düşünülmekte ise de bunun yapılıp yapılmıyacağı şüphelidir. Sakarya'nın taşkın sahalarında kalan Arifiye'nin bu zararlardan korunabilmesi için bir set yapılması mı yoksa Sakarya'nın çevrilerinde eski istikametinde akıtılmak suretile Sapanca gölü üzerinden Marmara'ya akıtılması mı meselesi henüz katileşmiş değildir.

Sakarya'nın güney ve güney doğusunda rüzgâr erozyonu, Sakarya'nın batı kesiminde ise su erozyonu hakim rol oynamaktadır.

Sakarya'nın her iki kesiminde ve bilhassa batı kısmında orman örtüsü hemen hiç yok gibidir ve bu sahalarda orman merhametsizce tahrip edilmiştir. Bu suretle vejetasyon örtüsünden mahrum kalan toprak yağışlarla devamlı olarak taşınmaktadır. Bu şartlar altında Sakarya yağış havzasında su erozyonunun vüs'ati ve bunun baraj üzerine olan tesiri incelenecektir.

Fakat erozyon araştırmaları için lüzumlu materyal mevcut olmadığından, araştırmalarda daha ziyade bu istikamette neşredilmiş eserlere müracaat edilmek mecburiyetinde kalmıştır.

Sakarya yağış havzasına ait iki mahalde araştırma yapılmış ve buna ait neticeler aşağıda bildirilmiştir. Bu sahalardan ;

1 — Çubuk Barajı

2 — Sakarya Barajı

Çubuk barajı : Çubuk barajı yağış havzası 700 Km² vüs'attedir. Bunun 1,7 Km² si göl sahası olup erozyonun meydana geldiği saha ise 698 Km² dir. Barajın esas hacmi 1935 senesinde 13.5.10⁶ m³ iken 1953 senesinde yani 18 sene sonra bu hacim 4.10⁶ m³ azalmak suretiyle hacminden 1/3 ünü kaybetmiştir. *Buna göre baraj hacminden her sene 220.000 m³ kaybetmektedir. Yani 43 sene sonra baraj tamamen dolacak ve kullanılmayacak hale gelecektir.* Taşınan süspanse materyali boşluklu ve poröz bir yapıya sahip olup kesafeti taşıntı materyalinin kalınlığı ile artmaktadır. Ne hacim eğrisi ve ne de bugünkü barajın tabanı hakkın da kat'i bir malûmat olmadığından biriken materyalin ağırlığı hakkında bir tesbit yapılamamaktadır. Bunun için biriken materyalin ağırlığı hak-

(**) Bu baraj 1956 senesinde işletmeye açılmıştır.

kında ortalama bir faktör alınacaktır. Böyle bir ortalama Bavyera Su İşleri İdaresince $\gamma = 1.35 \text{ t/m}^3$ ve mesame münasebetleri için de $m = 0,50$ olarak hesaplanmaktadır. Bu, mesamatsız kuru süspans için takriben 2.7 t/m^3 dür. Bu faktöre göre hesaplanırsa taşınan toprak

$$\text{miktar} = \frac{4.000.000}{1,35} = 2.960.000 \text{ m}^3 \text{ veya } 235 \text{ m}^3/\text{Km}^2 \text{ dir.}$$

Bu $235 \text{ m}^3/\text{Km}^2$ lik miktarla erozyonun şiddeti bildirilmiş değildir. Zira burada süt rengindeki süspans kolloidin ancak bir kısmı çökmüştür. Suda muallakta olarak yüzen toprak miktarı takriben biraz önce bahsedilen miktarın % 33 ü olarak kabul edilebilir ki, bu da eklendiği takdirde taşınan umum toprak miktarı $310 \text{ m}^3/\text{Km}^2$ ye baliğ olmaktadır. Bu rakam diğer hesaplar için esas olarak alınacaktır. (Bu rakam Wollyr' nin tesbit ettiği ve otlar kaplı olmayan sahalar için iyi uymaktadır).

1944 senesinden 1953 senesine kadar Çubuk barajı yağış havzasında yılda ortalama 417 mm. lik yağış düşmüştür. Buna göre :

Yağış yüksekliği veya sathi akış

(% 11,97) sabitesinden hesaplanan	291,0.10 ⁶ m ³
Ortalama sathi akış	38,010 ⁶ m ³

Bundan

1000 mm. Ort. 2,0 Km ² si barajdaki bizatihi buharlanma ile zayi olmaktadır.	2,0.10 ⁶ m ³
Buna göre sathi akış miktarı	36,0.10 ⁶ m ³

$310 \text{ m}^3/\text{Km}^2$ lik genel toprak taşınma saha içinde Çubuk barajı yağış havzası umum erozyon miktarı senede 217.000 m^3 veya sathi akışın % 6 sını teşkil etmektedir. Bu 1000 litrelik suda 6,0 lt. süspansiyon materyal tutmaktadır. 1 m^3 saf su için (1000 lt.) için $W = 1000 \text{ Kg.}$ kabul edilirse buna göre çamurlu su aşağıdaki ağırlığı vermektedir:

Saf su m ³ e isabet eden	1000.0 lt.
Bundan toprağa düşen nisbet	6.0 lt.
Saf su ve buna ilâveten	994.0 lt. = 994.0 Kg.

toprak ve özgül ağırlık 2.7

(= kuru süspans materyal)	16.2 Kg.
Sulu toprakla karışık	1010.2 Kg.
Miktarın ağırlığı $W_0 =$ veya takriben	1010.0 Kg.

Sarıyar Barajı :

Sarıyar'da 14.2.1953 den 16.6.1953 e kadar 123 gün müddetle taşıntı materyali kıydan ölçülmüştür. Bu müddet içersinde üç yükselme husule gelmiştir. Süspanse materyali hacmin % 0,1 ilâ % 5,3 ünü teşkil edecek şekilde bir oynaklık göstermektedir. İnşaat mahallinde söylenenlere göre ölçmelerde en yüksek süspanse materyali hacim miktarı umumi olarak taşmalardan 8 - 12 saat önce meydana gelmektedir.

1953 senesi için en yüksek ve ortalama kıymetler aylara göre aşağıda gösterilmiştir.

TABLO : 1

Ortalama süspanse materyalinin hacmen kıymetleri %

A y	Gün	Hacim ortalaması %	Umum hacim %
Şubat	15 ×	1.220	= 18.300
Mart	31 ×	1.371	= 42.501
Nisan	30 ×	1.047	= 31.410
Mayıs	31 ×	1.648	= 51.088
Haziran	16 ×	0.763	= 12.208
Toplama	123		155.507
Ortalama olarak			1.264 = 1.3 hacim %

Burada yapılan tecrübelerde kuru materyal tesbit edilememiştir. Her tecrübeye teressübün çöküntü müddeti 24 saattir. Burada toplanan çamur yüksek miktarda mesamat ve su ihtiva etmektedir. Bu miktar. % 60 olarak hesaplırsak, kuru materyal % 40 kadar bir yekûn tutmaktadır.

Bu şartlar altında aşağıdaki kıymetler bulunmuş olur :

Çöken süspanse materyali	=	1.264 hacmen % olarak
Bunun % 40 ı kuru materyaldir	=	5,1 lt/m ³ = 13.8 Kg/m ³
0.506 (Hacmen)		
W	=	1000.0 lt.
Süspanse materyali	=	5.1 lt.
Saf su	=	994.9 lt. = 994.9 Kg.
Çöküntü materyali	=	13.8 Kg.
	W ₀	= 1008.7 Kg./m ³
		= 1099.0 Kg./m ³

Sarıyar'daki müşahedeler suların yükseldiği ve orta seviyede bulunduğu zamanlara inhisar etmektedir. En alçak su seviyesinin bulunduğu Adapazarı'nda da 1954 yazında araştırmalar yapılmıştır. Burada $W_0 = 1001.0 \text{ Kg./m}^3$ olarak hesaplanmıştır ki, bunun ortalama 0.61 lt./m^3 veya 1.6 Kg./m^3 ü süspanse materyalidir. Ortalama süspanse miktarının hesaplanması için Sakarya'da 123 gün kadar devam eden münferit araştırmalar yapılmıştır. Bu araştırmaların neticelerine göre aşağıdaki ortalama süspanse materyali bulunmuştur.

TABLO : 2

Ortalama süspanse maddesi miktarı

	Hacmen %	W_0 t	Süspanse materyali	
			lt./m ³	Kg./m ³
Kışın	0,51	1.009	5.1	13.8
Yazın	0.06	1.001	0.6	1.6
Toplam	0.57	2.010	5.7	15.4
Ortalama	0.3	1.005	3.0	7.7

Sakarya'nın yağış havzası iki kısma ayrılabilir.

Sakarya'nın yağış sahası

Km.2

%

Sarıyar'a kadar

40.823

100.0

Tekkeköy'e kadar

— 25.945

— 63.0

Sarıyar-Tekkeköy farkı

14.878

37.0

Ortalama su Sarıyar'da

67.67

100.0

Tekkeköy'de

25.09

37.5

Sarıyar-Tekkeköy farkı

41.58

62.5

Tekkeköy umum su toplama havzasının % 63 ünü, Sarıyar ise % 37 sini teşkil etmektedir. Buna rağmen Tekkeköy'deki sathi akış miktarı % 37.5, Sarıyar'da ise % 62.5 dir. Aradaki fark morfolojik ve iklimatik şartlardan ileri gelmektedir. Tekkeköy'e kadar arazi yüksek bir ova karakteri göstermektedir ki, ortalama yükseklik 800 - 1000 m. arasında değişmektedir, kenar kısımlarda dağlar uzanmaktadır. Ova sıcak step iklimine sahip olup yağışlar 400 mm. nin üstüne çıkmamaktadır. Çubuk ve Porsuk'taki baraj sathi akış üzerine tesir etmektedir. Buna mukabil Tekkeköy ve Sarıyar arasındaki saha Mihaliçcik civarında 600 mm. Kızılcahamam - Beypazarı civarı 400-600 mm. yağış almaktadır.

Her iki saha bugüne kadar yapılan araştırmalara göre aşağıdaki kıymetleri vermektedir.

	Süspanse materyali	lt./m ³ /S	Kg./m ³ /S
	Ortalama olarak	3.0	8.1
	Tekkeköy	Tekkeköyden	
Qm ³ /S	25.09	Sarıyar'a kadar	Sarıyar toplamı
Sathi akış 106m ³ /sene	791	41.58	66.67
Süspanse materyali		1311	2102
106m ³ /sene	2.373	3.933	6.306
106t/sene	6.407	10.619	17.026

Bu hesaplara göre hakiki erozyon miktarı

Tekkeköy'e kadar 91 m³ + % 33 = 121 m³

Tekkeköy - Sarıyar 347 m³ + % 33 = 462 m³

Umum saha 154 m³ + % 33 = 205 m³

Sahanın neticelerini mukayese edersek şu durumla karşılaşırız:

Çubuk barajının içinde kaldığı sahada husule gelen erozyon 205 m³/Km². sadece Çubuk barajı sahasındaki erozyon ise 310 m³/Km² dir. Çubuk'da husule gelen bu yüksek erozyon miktarının sebebi sahanın nisbeten yamaç üzerinde bulunması ve ortalama yağış miktarının 417 mm. göstermesidir. Sarıyar ise umumiyetle düz bir karakter göstermekte, ortalama yağış miktarı 350 mm. tutmaktadır.

Sarıyar'daki su nünuneleri kıyılardan ve satha yakın kısımlardan alınmıştır. Bugüne kadarki bilgilere göre nünuneler pek az süspanse miktarı ihtiva etmektedir. Profilin orta kısımlarında ortalama süspanse maddesi miktarı % 20 - 25 kadar daha fazladır.

Sarıyar barajının aşağı kısımlarında yüksek yağış ve meyilli dağlık yerlerde nehrin ağzına kadar olan kısımda sathi akışta meydana gelen süspanse miktarı % 30 olup 3.01/m³ den 4.01/m³ e veya 8,1 Kg./m³ den 10.8 Kg./m³ e kadar değişmektedir (Tablo: 3).

İstasyon	MQ m ³ /S	% t	Umum saha	Km ² deki artış mik.	%	Süspanse maddesi art lt/m ³	lt/m ³	lt/m ³
Sarıyar	66.67		40.823			3.0	8.1	
Artış	12.17	18.84		5071	34	0.34		
Paşalar	78.84		45.894			3.34		
Artış	19.56	24.8		5671	38	0.38		
Arifiye	98.40		51.564			3.72	10.05	
Artış	20.70	21.0		4089	28	0.28		
Ağızda	119.10		55.645			4.0	10.8C	
Umumi artış Miktarı	52.43 % 78		14.822	14822	100	1.0		

Bu tablodan münferit sahalardaki erozyon miktarı bulunabilir.

Sahamn ismi	MQ m ³ /S	Yıllık sathi akış 106m ³	Hesaplanan Süspanse		Husule gelen hakiki erozyon miktarı	
			materyali 106 m ³	miktarı 106/t	m ³ /Km ²	1.33 m ³ /Km ²
Sarıyar	66.67	2102	6.306	17.026	154	205
Paşalar	78.84	2486	7.589	20.490	165	220
Arifiye	98.40	3103			192	255
Nehrin ağız kısmı	119,10	3756	12.496	33.739	225	299