

## Mermer Parça Atıklarının Taşkın Koruma ve Akarsu Yatakları Islah Yapılarında Kullanımı

Uğur Şafak Çavuş

Süleyman Demirel Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Isparta.

ugurcavus@sdu.edu.tr

Geliş Tarihi:20.02.2015;Kabul Tarihi: 27.05.2015

### Anahtar kelimeler

Mermer atıkları; Taşkın koruma yapıları; Akarsu ıslah yapıları; Teknik ve ekonomik değerlendirme; Uygulamalar

### Özet

Dünyada mermere olan talep hızla artmakta olup, mermer ocak işletmeciliği ve fabrikalarda işlenmesi esnasında çok miktarda mermer toz ve parça atıkları açığa çıkmakta ve bunlar çoğunlukla tarım arazilerine veya boş arazilere depolanmaktadır. Bu durum çevre kirliliğine, görüntü bozukluklarına, şehir ve tarım alanlarının işgaline sebep olmaktadır. Mermer işletmeleri bu atıkları depolamak için nakliye ve arazi bedelleri de ödemek zorunda kalabilmektedir. Bu nedenlerle, mermer atıklarının değerlendirilmesi ve değişik alanlarda geri kullanımının sağlanması, çevre temizliği ve ülke ekonomisi açısından oldukça önemlidir. Mermer parça atıklarının taşkın koruma ve akarsu yatağı ıslah projelerinde kullanımı ise henüz dünyada yaygın değildir. Bu sebeplerle bu çalışmada, mermer parça atıklarının taşkın koruma ve akarsu yatakları ıslah yapılarında projeli olarak kullanılması, teknik ve ekonomik yönlerden bazı uygulamaya örnekleri ile tartışılmıştır. Böylece bu çalışma ile gerek ülkemizde ve gerekse dünyada mermer parça atıkları için yeni bir değerlendirme sahası sunulmaktadır. Ayrıca bu atıklara yeni ekonomik bir değer kazandırma alanı açılmıştır.

## Use of Marble Wastes in Flood Walls and Regulation and Protection Structures of River Beds

### Keywords

Marble wastes; Flood walls; River protection structures; Technical and economical evaluation; Cases

### Abstract

In the World, demand to the marbles are rapidly increased so that marble quarry wastes and marble wastes due to processing of marbles in factories come out. Those wastes are usually stored on some empty places or on agricultural lands. Such cases cause environmental pollution, visual pollution and occupation of city and agricultural lands. Additionally, marble facilities have to pay for the transportation and land leasing to store marble wastes. Therefore, turning the marble wastes to account and reusing them in different fields are very important for environmental cleanup and economy of Turkey. So in this study, as a new field, using marble wastes in flood walls, river protection structures are discussed and evaluated technically and economically. In addition, some case histories are presented.

© Afyon Kocatepe Üniversitesi

### 1. Giriş

Ülkemizde taşkınlardan dolayı yıllık ortalama kayıp 300.000.000 TL civarındadır. Akarsu yataklarının ıslahı ve taşkınların düzenlenmesi için geliştirilen projelerin yıllık yatırım bedeli ise yaklaşık 70.000.000 TL civarındadır (Özoral, 2010). Taşkın önleme yapılarının büyük çoğunluğu kâgir yapılar olup uygun kaya ocağı işletmesine gereksinim duymaktadırlar. Bu ise hem projelerde maliyet oluşturmakta hem çevresel etki raporlarının tanzimine ve gerekli izinlerin alınması için belli

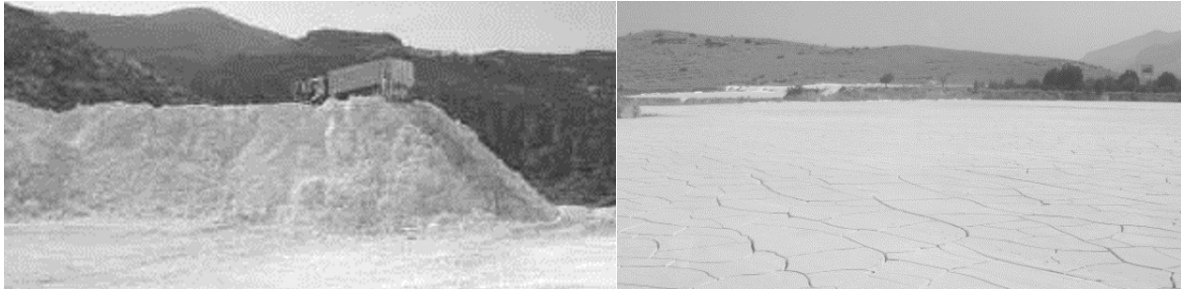
sürelerin geçmesine ve projelerin kısmen gecikmesine sebebiyet vermektedir. Bu sebeple,

kâgir akarsu yatağı koruma ve ıslah yapılarının taş ihtiyaçlarının en kolay ve ekonomik şekilde temin edilmesi önemlidir. Bu amaçla, bu çalışmada mermer ocaklarının atıklarından istifade yolları tartışılmıştır. Ülkemizde çok fazla sayıda mermer ocağı ve işletmesi bulunmaktadır. Mermer ocaklarında

oldukça fazla parça atık yığınları oluşmaktadır. Genelde mermer ocaklarında verim %10 civarında olup, mermer blok boyutları ve tonajları azaldıkça verim daha da düşmektedir (Ersoy vd., 2012). Mermer parça atıkları ocak etrafındaki arazilerde veya ocak sahasında yığınlar halinde gelişigüzel depolanmaktadır.

Akarsu yatakları taşkın yapabileceği için mermer atıklarının akarsu yataklarına gelişi güzel olarak projersiz bir tarzda atılmasına izin verilmez. Çünkü her hangi bir taşkın anında atıklar yüzünden akarsu yatağından taşabilir ve çevreye büyük zararlar verebilir. Bu sebeple mermer atıkları daha ziyade akarsu yataklarından uzak bölgelerde boş arazilere veya tarım arazilerine depolanmaktadır (Şekil 1). Bazen de mermer işletmeleri atıkları kendi

sahalarında depolamak zorunda kalmaktadır. Bu durum, işletmelerin küçük sahalarının işgaline sebebiyet vermekte ve saha içi manevra kabiliyetlerini sınırlamaktadır. Atıkların başka bir yere nakli ise işletmelere ilave maliyetler getirmektedir. Öyleyse mermer atıklarının mevcut kullanım alanlarının dışında farklı sahalarda da geri kullanımının sağlanması çevre kirliliğinin önlenmesi, atıklara ekonomik bir değer kazandırılması ve işletmelerin maliyetlerinin azaltılması açılarından önem kazanmaktadır. Bu çalışmada mermer atıklarının doğrudan akarsu yataklarına boşaltılmadan akarsu yataklarında projeli yapılarda kullanılması hususu tartışılmış böylelikle mermer atıklarına yeni bir kullanım sahası getirilmiş ve atıklara ekonomik değer kazandırma alanı açılmıştır.



Şekil 1. Vadilere ve arazilere dökülen mermer atıkları (Yıldız,2008)

Mermer atıklarının mevcutta kullanıldığı bir takım alanlar vardır. Bunlar özetle (Yıldız, 2008; Akbulut ve Gürer, 2007; Mallela vd, 2004; Okagbue ve Onyeaobi, 1999)

- ✓ Zirai kireçtaşı-toprak ve zemin ayarlayıcı olarak,
- ✓ Yem ve mineralli besinlerde,
- ✓ Sıva katkı malzemesi olarak,
- ✓ Katılaştırma,
- ✓ Çimento üretimi,
- ✓ Kireç üretimi,
- ✓ Kalsine dolomit üretiminde,
- ✓ Cüruf yapıcı malzeme olarak,
- ✓ Asit nötürleştirme,
- ✓ Cam üretimi,
- ✓ Kâğıt üretimi,
- ✓ Şeker rafinasyonu,
- ✓ Baca gazından kükürt giderimi,

- ✓ Yol inşaatı ve zemin stabilizasyonunda
- ✓ Asitli atık su arıtımında,
- ✓ Demiryolu traverslerinin yapımında

Bu kullanım sahalarına ilave olarak mermer parça atıklarının işletmelere yakın akarsu yataklarının ıslahında veya taşkın koruma yapılarında kullanılması ve atıkların buralarda da değerlendirilmesi, bu tür projelere uygun ekonomik malzeme temini ile yatırımın ekonomisi açılarından son derece önemlidir.

## 1. Mermer Atıkları

Blok olarak mermerin ocaktan çıkarılması veya mermer fabrikalarında işlenmesi esnasında farklı boyutlarda gerek parça gerekse toz atıklar oluşmaktadır. Ocaklarda kayaç yapısındaki süreksizlikler nedeniyle, kayacın uygun blok

vermediği durumlarda da mermer parçaları oluşmakta ve bu parçalar genellikle bir kullanım sahasında değerlendirilmesi düşünülmendiğinden veya nakliye masrafları dolayısıyla ocaklarda bırakılmaktadır (Yıldız,2004). Mermer fabrikalarında oluşan atıklar, boyutlarına göre şu şekilde sınıflandırılabilir:

- ✓ İri boyutlu parça mermer atıkları (Boyutlar birkaç cm den birkaç metreye kadar çeşitli ebatlarda ve kübik, yuvarlak ve yassı şekillerde olabilmektedir),
- ✓ Colloidal yapıda, büyük miktarı 150  $\mu\text{m}$ 'nin altında ve maksimum boyutu 2 mm'ye ulaşabilen toz atıklar (Şentürk, 1996)

Atık mermer miktarı mermerin minerolojisine, mermer kayacının süreksizlik ve çatlak yapısına, ocaktan mermer çıkartma işlemine ve mermer fabrikalarındaki işleme bağlı olarak farklılıklar gösterir (Yıldız,2008).

Mermer ocaklarında açığa çıkan ve boş arazilere dökülen, kum çakıl boyutundan iri bloklara kadar çok çeşitli boyutlarda olabilen parça atık malzemeler, çıkartılan kayaç kütlelerinin %40'ını oluşturmaktadır. Mermer fabrikalarında ise işlenen mermerlerin ortalama %30'unun toz olarak atıldığı hesaplanmıştır (Yıldız, 2008 ve Eski kaya, 1995).

Mermer çamuru atığı ise toplam mermerin yaklaşık olarak %20'si oranındadır. Bu çamur yaklaşık 35%-45% arasında su muhtevasına sahiptir (Vijayalakshmi, 2001; Yıldız, 2008).

## 2. Taşkın Koruma Yapıları

Taşkın tesisleri başlıca iki grup olarak sınıflandırılabilir:

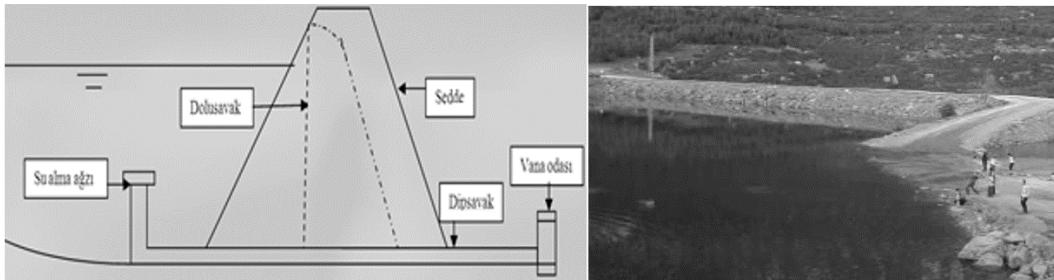
i) Koruma yapıları: Bu yapılar taşkın anında akarsuyun taşan suyunun yerleşim yerlerine zarar vermesinin önüne geçmek için yapılan, yatak düzenleyici britler, mahmuzlar, taşkın duvarları, taşkın koruma seddeleri ve derivasyon kanalı gibi yapı ve tesislerdir (Şekil 2).

ii) Kontrol yapıları: Akarsuyun akış rejimini düzenleyen sel kapanları ve barajlar gibi yapılardır (Şekil 3).

DSİ taşkın yapılarının projelendirilmesinden sorumlu kuruluş olup, DSİ şartnamelerinde, taşkın koruma yapıları projelendirilirken yerleşim yerlerinin büyüklüğüne göre akarsuyun 100, 500 ve 1000 senelik taşkın tekerrür debileri dikkate alınmaktadır. Yerleşim yeri olmayan ancak tarım arazileri olan yerler için ise, 10 ve 50 yıllık tekerrür debileri dikkate alınmaktadır.



Şekil 2. Taşkın koruma yapıları (DSİ, 2010)



Şekil 3. Sel kapanı tip kesiti ve bir görüntü (DSİ, 2010)

### 3.1. Mermer parçalarının mühendislik özellikleri

Gerek ocak işletmesi gerekse mermer fabrikalarının çalışmaları esnasında ortaya çıkan pek çok mermer parça atıklarının uygun evsafıta ve özellikte olanları taşkın koruma ve akarsu ıslah yapılarında uygun inşaa tekniği ve tasarımı ile kullanılabilir. Bunun için öncelikle mermer parça atıklarının ve blokların boyutları, malzemenin kübik, yassı veya yuvarlak şekillerde olup olmaması ve yoğunlukları gibi özellikler önem kazanmaktadır. Gerek DSİ akarsu ıslah ve yatak koruma düzenleme projelerinde gerekse diğer dünya ülkelerindeki benzer projelerde yassı ve yuvarlak blok taş parçalardan ziyade kübik ve iri bloklar tercih edilmektedir. Blok boyutları akarsu yatağının sürükleme gücüne, yatak eğimine, akarsu debisine, kıyı oyulma derinlik hesaplarına, akarsu şevlerine bağlı olarak her akarsu morfolojik ve hidrolik özelliğine göre her projede farklılıklar arz etmekte ve bu sebeple yerin özelliklerine ve malzeme şartlarına bağlı olarak proje mühendisinin öngöreceği boyutlarda olmaktadır. Bununla birlikte, genel olarak iri kübik veya tam yuvarlak olmayan kaya blokları tercih edilmektedir. Blok boyutları şev tahkimatlarında en az 35 cm çapında olmalı (British Colombia Ministry of Environment, 2000), tel kafes içerisinde olmayıp serbest yerleştiren riprap malzemeleri ise genelde minimum 80-100 cm çapında tercih edilmelidir. Akarsu yatağı şevleri pere kaplamaları, taşkın koruma istinat duvarları, mahmuzlar ve sekilerde ise 60 cm den küçük ebatlarda kaya ve mermer blokları kullanılabilir. Mermer parçalarının bu tür projelerde donma çözülme ve aşınma dayanımları da önemlidir. Kâgir taşkın duvarı için kullanılacak kaya veya mermer parça malzemesi akarsu sürükleme ve aşındırma etkisine maruz kalacağı için daha dayanıklı, sert, yoğunluğu yüksek olmalıdır. Ayrıca iklim şartlarına karşı da (donma-çözülme) dayanıklı olması gerekir. Bu sebeplerle, mermer bloklarından ve parçalarından inşaa edilecek taşkın koruma istinat duvarları, ıslah sekileri ve mahmuzlar için aşağdaki deneylerin yapılması tavsiye edilir (DSİ Jeoteknik Etüt Şartnamesi, 2011):

- ✓ Özgöl ağırlık,
- ✓ Görünür porozite ve su emme
- ✓ Birim hacim ağırlık
- ✓ Basınç dayanımı
- ✓ Los Angeles aşınma kaybı
- ✓ Na<sub>2</sub> SO<sub>4</sub> don kaybı
- ✓ Don sonu basınç dayanımı

Tablo 1, 2 ve 3'de mermer parça atıklarına ait özgöl ağırlık ve Los Angeles aşınma deney sonuçları ve magnezyum sülfat donma-çözülme kayıpları verilmiştir. Bu özellikler değerlendirildiğinde, mermer parça atıkları kâgir taşkın koruma yapılarında, güvenli bir şekilde kullanılabilirler.

Tablo 1. Mermer parça atıkları iri agrega özgöl ağırlık değerleri (Yıldız, 2008)

Malzeme	Afyon beyazı	Burdur beji	Traverten
Kuru birim hacim ağırlığı (kPa)	26	26	25
Suya doymun birim hacim ağırlığı (kPa)	26.5	26.4	25.3
Su emme yüzdesi	0.0124	0.0154	0.0208

Tablo 2. Mermer parça atıkları Los Angeles aşınma değerleri (Yıldız, 2008)

Malzeme	Aşınma miktarı/100 devir %	Aşınma miktarı/500 devir %
Traverten	8.6	30
Burdur beji	5.4	22
Afyon beyazı	12.5	35

Tablo 3. Mermer parça atıklarının magnezyum sülfat donma-çözülme kayıpları (Yıldız, 2008)

Malzeme	MgSO <sub>4</sub> Donma Kaybı %
Traverten	16
Burdur beji	14.1
Afyon beyazı	12.2

### 3. Mermer Atıklarının Taşkın Koruma Duvarlarında Kullanımı

Taşkın, genel olarak bir akarsuyun çeşitli sebeplerle kendi yatağından taşarak, arazilere, yerleşim yerlerine, altyapı tesislerine ve canlılara zarar veren debi miktarına ulaşmasıdır. Ülkemizde taşkınlar depremlerden sonra en büyük ekonomik kayıplara neden olan doğal afetlerdir (Özoral, 2010).

Oluş zamanlarına göre taşkınlar yazın sağanak halindeki yağışlar sonucu oluşan yaz taşkınları, daha ziyade Nisan-Mayıs aylarında olan ilkbahar taşkınları ve Kasım ile Mart arası karların erimesi sonucu oluşan kış taşkınları olarak üç tipte oluşabilmektedir. Bundan başka oluştukları yere göre, dere ve nehir taşkınları, dağlık alan taşkınları, şehir taşkınları ve kıyı taşkınları olarak dört farklı durumda incelenmektedirler (Özoral, 2010). Ülkemizde taşkınlardan dolayı yıllık ortalama kayıp 300 000 000 TL civarındadır. Taşkınları etkileyen önemli parametreler şunlardır (Özoral, 2010):

- ✓ Akarsu havzasının büyüklüğü
- ✓ Jeolojik yapı
- ✓ Topoğrafik özellikler,
- ✓ Çevre arazinin ve akarsunun kullanım durumu
- ✓ Toprak niteliği
- ✓ Orman ve bitki örtüsü
- ✓ Erozyon koşulları
- ✓ Mecra eğimi ve uzunluğu

Akarsu yataklarının taşmasının önüne geçmek ve akarsuyun taşkın anında çevreye zarar vermeden akmasını temin amaçlı yapılan istinat duvarlarına taşkın koruma duvarları denir. Bu duvarlar beton veya kâgir (taş) ağırlık istinat yapıları olarak tasarlanabileceği gibi zaman zaman betonarme yapılar olarak da inşa edilebilmektedir. Fakat geniş yataklı ve sürüklenme gücü yüksek, büyük taşkın tekerrür debileri olan akarsularda, maliyetler daha az olacağından taş tahkimatlı taşkın yapıları ve kâgir duvarlar daha ziyade tercih edilmektedir. Taş ocağı işletmesinin zor olduğu veya çevresel etki açısından kaya ocağı işletmesinin sakıncalı olacağı sit alanı milli park koruma alanları gibi gerekli izinlerin alınamayacağı durumlarda ve ayrıca kaya ocaklarının inşa sahasına oldukça uzakta olması hallerinde ise beton ağırlık duvarları tercih edilmektedir. İlave bir kaya ocağı işletmesine ihtiyaç bırakmayacak şekilde, özellikle mermer ocaklarının yoğun olarak bulunduğu Burdur, Afyonkarahisar, Denizli, Isparta ve diğer ülkemizin mermer çıkartılarak işletmesinin yapıldığı

yörelerdeki akarsu yataklarının taşkın koruma yapıları, kâgir istinat duvarları olarak projelendirilebilir. Bu konuda dünyada ve ülkemizde yapılan çok fazla sayıda proje henüz bulunmamaktadır. Bu çalışmanın bir amacı da mermer ocaklarının yoğun olduğu bölgelerde mermer parça atıklarının akarsu ıslah projelerinde değerlendirilmesinin sağlanmasıdır. Böylece şu faydalar temin edilecektir:

- ✓ Ocaklarda ve fabrika sahalarında gelişigüzel bir şekilde depolanan atıkların oluşturduğu görüntü ve toz kirliliklerinin önüne geçilecek,
- ✓ Atıkların depolama ve istifleme nakliye maliyetlerinden tasarruf sağlanacak
- ✓ Fabrika ve ocak sahaları temizlenerek çalışma alanları genişletilecek
- ✓ Kâgir akarsu yapıları için ihtiyaç olan taş ocağı işletme ve ÇED raporlarına ihtiyaç olmayacak
- ✓ Ocak işletme masrafları olmayacaktır.

Şekil 4'de DSİ tarafından Burdur ilinde mermer parça atıklarından inşa edilen bir taşkın duvarı inşaatı görülmektedir. Böylece ilave kaya ocağı işletmesine gereksinim olmamış ve proje daha kısa zamanda ekonomik olarak bitirilmiştir. Bu sayede çevreye atıkların zarar vermeden değerlendirilmesi sağlanmış ve atıklara ekonomik bir değer kazandırılmıştır.



Şekil 4. Burdur'da mermer parça atıklarından teşkil edilen bir taşkın koruma duvarı (DSİ, 2009)

#### 4. Mermer Parçalarından İnşa Edilen Taşkın Koruma Yapılarında Kriterler

Şekil 4 ve 5’de Burdur taşkın koruma duvarı örneğinde görüldüğü üzere, mermer parçaların blok boyutunda olanları farklı büyüklükte olarak şaşırtmalı derzler ile taşkın koruma istinat duvarlarının teşkilinde kullanılabilir. Mermer parçalarının yoğunlukları yüksek olup, duvar gayet sağlam bir şekilde taşların bazen yatay bazen dikey olarak örülmesi ile stabil bir tarzda oluşturulmuştur.

Burada dikkat edilmesi gereken husus, çok küçük (<10 cm) mermer parçalarının kullanılmaması ve 30 cm den küçük ebatlardaki parçaların ise mümkün olduğunca aynı kesitte bir araya gelecek şekilde yerleştirilmemesidir. İrili ufaklı boyutların birlikte bir matris teşkil edecek şekilde kullanılması küçük parçaların büyük blokları birbirine daha fazla bağlayarak aralarında sürtünmeyi artırması ve duvarı teşkil eden mermer parçaların birbirine daha iyi kenetlenmesini sağlaması açılarından faydalı olacaktır. Bu şekilde büyük taş blokların temas noktaları haricinde boşlukta kalan birbirine değmeyen bölümleri de küçük parçalarla doldurulacağından bloklar arasında aynı kesitte daha fazla sürtünme teşkil ederek daha fazla kenetlenmeye sebep olacaktır.



Şekil 5. Mermer bloklarından ve parça atıklarından teşkil edilen taşkın koruma duvarı (DSİ, 2009)

Yassı olan mermer parçalarının ise daha ziyade taş duvarın temel bölgesinde kullanılması tercih edilmelidir (Şekil 6). Taşlar yerleştirilirken derz yerlerinin şaşırtmalı olarak yapılmasına ve iri mermer parçalarının mümkün olduğunca duvarın boy kesit düzlemine uygun olarak yatay düzlemde olacak şekilde yerleştirilmesine dikkat edilmelidir.

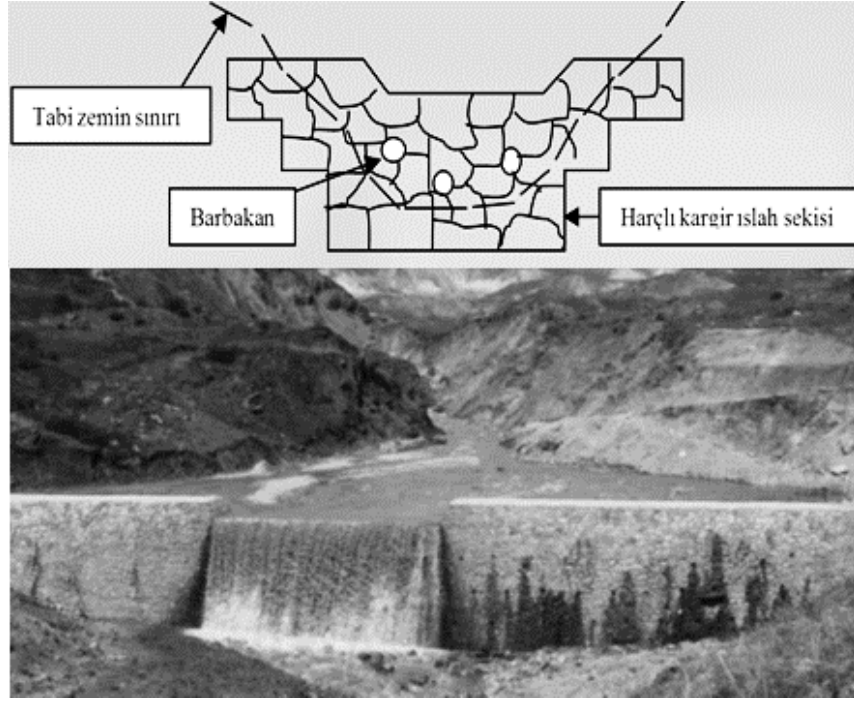


Yassı parçaların taş duvarın temel kısmında değerlendirilmesi

Şekil 6. Mermer yassı parça atıklarının yapı temel bölgesinde kullanımı (DSİ, 2009)

#### 5. Mermer Atıklarının Akarsu Islah Yapılarında Değerlendirilmesi

Akarsu ıslah yapıları veya rusubat tutucu yapıların önemli bir kısmı taş malzeme kullanılarak yapılmaktadır. Bu yapıların bir kısmı akarsuyun kıyıları oymasını önlemek, bir kısmı akarsuyun hızını ve yatak stabilitesini bozma gücünü azaltmak ve bir kısmı da rusubat tutmak amaçlı yapılan farklı tip ve boyutlardaki mühendislik yapılarıdır. Bunlar başlıca sekiler, pereler, mahmuzlar, gabyon kaplamalar, taş kıyı tahkimatları, ve taban kuşakları olarak sınıflandırılabilir (Şekil 7, 8, 9, 10 ve 11). Bu yapılar akarsuyun akışını düzenleyen ve yamaç erozyonlarını engelleyen yapılardır. Bütün bu akarsu ıslah yapılarında uygun evsafa mermer blok parçaları (kâgir yapı elemanları olarak veya pere kaplamalarda veya taş tahkimatlarda) kullanılabilir.



Şekil 7. Kâgir akarsu ıslah sekisi boy kesiti ve bir görünüş

Biritler, mahfuzlar ve seddeler de beton imalat olarak yapılması projelendirilmediğinde kâgir olarak mermer parça atıklarından inşa edilebilirler. Britler daha ziyade akarsu yatağının taban ve kıyı oyulmasını önlemek amaçlı yapılan yapılardır. Bu yapılar da diğer ıslah yapıları gibi çoğunlukla kâgir olarak yapıldıklarından mermer parça atıklarının buralarda kullanılması hem mermer ocaklarındaki depolama alanlarının kısmen boşalması çevre açısından görüntü kirliliğinin ve topoğrafyadaki düzensizliklerin azaltılmasına sebep olacak ve mermer parça atıklarına ekonomik bir değer kazandıracaktır. Çünkü akarsu yataklarının korunması projelerinde yer alan bu yapılar mermer parça atıklarından inşa edildiklerinde ayrıca kaya ocağı işletmesine de gerek olmayacağından projeler daha ekonomik hale gelecektir. Fakat bunun için yapı yerlerine yakın ekonomik taşıma mesafesinde mermer ocaklarının olması gereklidir. Islah yapıları, akarsuyun sürüklenme gücünün yüksek ve yatağının geniş olduğu yerlerde büyük taşkın debisi olan akarsular için uygun ıslah yapılarıdır. Taş

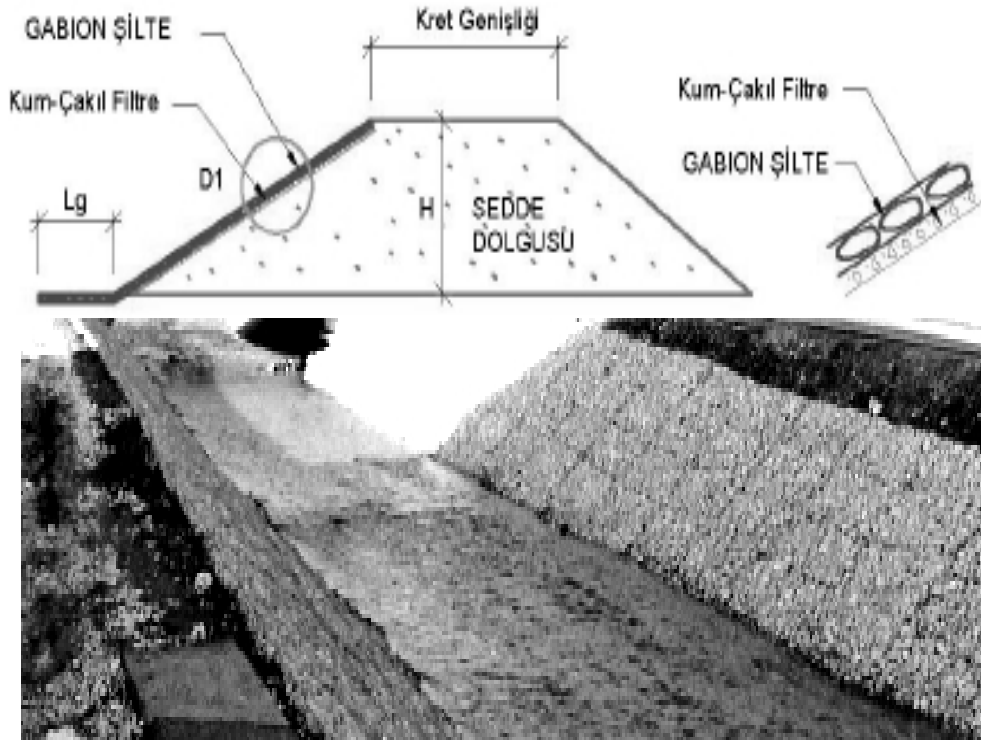
tahkimatlı koruma seddeleri de aynı akarsu şartları için fakat uygun özellikte proje yerine yakın kaya ocağı olması durumlarında yapılmaktadırlar. Bu sebeple, kaya ocağı yakın olmayan fakat mermer işletmeleri ve ocakları olan bölgeler de mermer parça atıkları Tablo 1, 2 ve 3 deki özelliklerinin yeterli olması sebebiyle uygun evsafa iri mermer parça ve bloklarından inşa edilebilirler. Taş tahkimatlar yüksek akım hızları ve dalga etkisi çok olan şevlerde uygulandığından. Kayma gerilmeleri, hidrolik yarıçap, yatak eğimi, kurb yarıçapı ve kanal genişliği gibi hidrolik ve geometrik özellikler dikkate alınarak kullanılacak mermer blok ve parça atık boyutlarına karar verilmelidir. Ortalama taş kaplama kalınlığı kaplama malzemesi ortalama taş boyutu ve taş kaplama kalınlığı ise, seçilen dolgu malzemesinin kayma dayanımı, ortalama mermer boyutu, mermer dolgu malzemesinin yoğunluğu ve içsel sürtünme açısı ile yamaç şev eğimi dikkate alınarak hesaplanmalıdır.



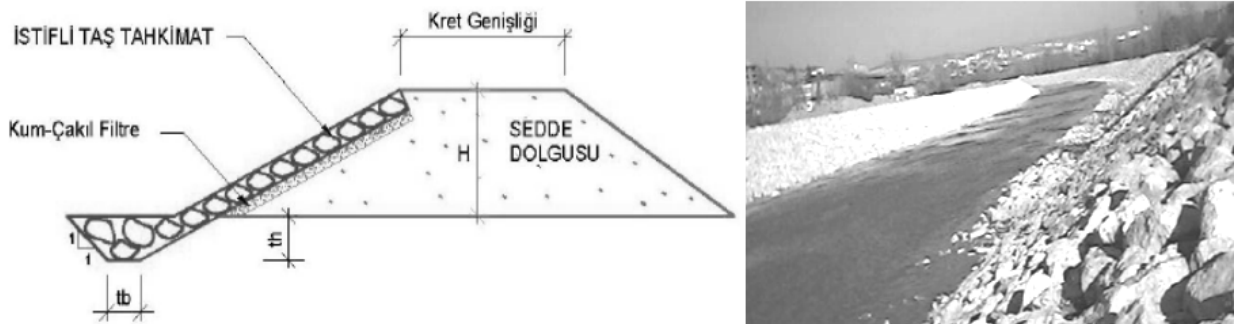
Şekil 8. Dere yatağı yamaçlarının pere kaplaması



Şekil 9. Kâgir akarsu mahmuzları



Şekil 10. Gabyon kaplama tip kesiti ve bir görünüş



Şekil 11. Taş tahkimatlı sedde tip kesiti ve bir görünüş



## 6. Sonuçlar ve değerlendirmeler

Bu çalışmada mermer parça atıklarının taşkın koruma ve akarsu taşkın sürüklenme gücünü önleme yapılarında kullanılabilmesi hususu incelenmiş ve tartışılmıştır. Mermer parça atıkları taşkın koruma duvarları ile diğer taşkın yapılarında teknik ve ekonomik açıdan kullanılabilirler:

- Ülkemizde pek çok yerde mermer ocakları ve işletmeleri bulunmakta ve bunlardan çok fazla miktarda atık malzeme ortaya çıkmaktadır. Ocak verimlilikleri %10 alındığında, 10 ton mermer çıkarma esnasında 90 ton kadar malzeme atık olarak depolanmaktadır.
- Ayrıca, mermer parça atıklarının dayanımları oldukça iyi ve sağlamdır.
- Don ve aşınma dayanımları da Tablo 2 ve 3 de görüldüğü üzere yüksektir.
- Özgül ağırlık değerleri de yüksek olup, taşkın duvar stabilitesinde veya akarsu ıslah yapılarında kayma ve devrilmeye emniyetleri açısından problem teşkil etmezler.

Mermer parça atıklarının taşkın yapılarında kullanılmasının getireceği diğer faydalar ise şu şekilde sayılabilir:

- ✓ Mermer parça atıklarının, taşkın projelerinde kullanım bulması ile mermer işletmelerinin depolama ve nakliye masraflarının azaltılması ve bu atıkların ekonomik bir değer haline getirilmesi,
- ✓ Doğal malzeme ocakları olan ve geçici olarak işgal edilen tarım arazileri ile dere yataklarının çevreye ve kullanıma uyumlu hale getirilmesi için yapılan düzeltme ve düzenleme çalışmalarına ait harcanan iş gücünün ve düzenleme maliyetlerinin azaltılması,
- ✓ Taş duvar, taş tahkimat veya koruyucu örtü olarak mermer parça atıklarının ve bloklarının

kullanılması ile ocak kayası malzemeleri için yapılan kaya ocağı işletme (delgi, patlatma ve parçalama işlemleri) masraflarının azaltılması

- ✓ Mermer parça atıklarının, taşkın projelerinde kullanım bulması ile, mermer parçalarının rastgele arazide depolanması neticesinde oluşan çevre görünüm bozukluklarının ve çevre kirliliğinin asgariye indirilmesi.

Bununla birlikte, her taşkın yapısının tipine ve uygulanacak bölgenin ve akarsu yatağının ve taşkın boyutunun özelliğine bağlı olarak ve ayrıca kullanılması planlanan mermer parça atıklarının özelliklerine göre kullanılacak malzeme için numune alınarak laboratuvar dayanım, yoğunluk, donma-çözülme ve aşınma testlerinin yapılması ayrıca tavsiye edilir. Ayrıca parça atık malzemenin çok küçük evsafa veya ince yassı ebatlarda olmamasına dikkat edilmelidir.

### Kaynaklar

Özoral, E., 2010. Taşkın Koruma faaliyetlerinde Memba ve Mansap Planlaması ve Yukarı Havza Önlemleri, Sunum, DSİ Afyonkarahisar Dünya Su Günü Ve Taşkın Sempozyumu

Ersoy, M., yeşilkaya, L., Gülseven, H., 2012. Mermer İşleme Tesislerinde Moloz ve Blok Kesme Verimlerinin Karşılaştırılması, TUBAV Bilim Dergisi, Cilt: 5, Sayı: 4, Sayfa: 33-42

Yıldız, A., H., 2008. Mermer Toz Atıklarının Yol İnşaatında Değerlendirilmesi. Doktora tezi, SDÜ İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, Isparta, Sayfa:172.

Akbulut, H., Gürer, C., 2007. Use of Aggregates Produced from Marble Quarry Waste in Asphalt pavements. Building and Environment, 42, 1921-1930.

Mallela, J., Von Quintus, H., Kelly, P.E., Smith, L., 2004. Consideration of Lime Stabilized Layer. In Mechanistic-Empirical Pavement Design, the

national Lime Assosiciation, Arlington, 38p. Virginia.

Okagbue, C.O. ve Onyeaobi, T.U.S., 1999. Potential of Marble Dust to Stabilite red Tropical soils for Road Construction. *Engineering Geology*, 53, 371-380.

Şentürk, A., Gündüz, L., Tosun, Y.İ., Sarıışık, A., 1996. Mermer Teknolojisi. SDÜ Mühendislik-Mimarlık Fak. Maden Mühendisliği Böl., 242s. Isparta

Vijayalakshmi, V., Singh, S., Bhatnagar, D., 2001. Marble Slurry: A New Reseource Material for Entrepreneurs" Science Tech Entrepreneur Project, 9, India.

DSİ 18. Bölge Müdürlüğü, 2010, Burdur Taşkın Koruma İnşaatı İncelemesi İşi

Province of British Columbia Ministry of Environment, Lands and Parks, 2000, Riprap Design and Construction Guide, Public Safety Section Water Management Branch, p.87.

DSİ Jeoteknik Hizmetler ve Yeraltı Suları Dairesi Başkanlığı, 2011, Jeoteknik Etüt Şartnamesi, s.133, Ankara.