

Baraj Yapımında Atık Malzemelerin Kullanımı: Kadıköy Göleti Örneği

The Use of Waste Materials in the Construction of Dams: The Case of Kadıköy Pond

Mehmet Hayrullah AKYILDIZ^{1*}, Hüseyin EFE², Fevzi ÖNEN³

^{1*3} Dicle Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi İnşaat Mühendisliği Bölümü, 21280, Diyarbakır e-posta: hayrullah.akyildiz@dicle.edu.tr

² DSİ Aydın 21. Bölge Müdürlüğü, Aydın

MAKALE BİLGİLERİ

Makale geçmişi:

Geliş: 17 Ocak 2020
Düzeltilme: 10 Şubat 2020
Kabul: 11 Şubat 2020

Anahtar kelimeler:

Sürdürülebilir çevre, atık malzeme, kaya dolgu baraj, Kadıköy Göleti

ÖZET

Çevre; tüm canlıların yaşamları boyunca ilişkilerini sürdürdükleri ve karşılıklı olarak etkileşim içinde buldukları doğal ortam olarak tanımlanmaktadır. Artan nüfus ve tüketim alışkanlıklarımız neticesinde doğal kaynaklarımız hızla azalmaktadır. Sürdürülebilir kalkınma olgusu; doğal kaynakların etkin ve verimli kullanımlarını da kapsayan sürdürülebilir çevre politikasıyla sağlanabilir. Bu doğrultuda ortaya çıkan atık yönetimi, sürdürülebilir çevre politikasının ilk adımını oluşturmaktadır. Bunun sonucu olarak da ortaya çıkan atık malzemelerin geri dönüştürülmesi suretiyle yapı malzemesi olarak kullanılması için yeni tasarım modelleri ve teknolojiler geliştirilmiştir. İnşaat sektöründe en büyük maliyet kalemi olarak görülen yapı malzeme bedeli böylelikle hem düşürülmüş hem de kaynakların etkin ve verimli kullanılmasıyla daha sürdürülebilir bir inşaat sektörüne geçiş sağlanabilecektir.

Ülkemizde hidrolik yapılar perspektifiyle (baraj, gölet, sulama tesisleri...) bakıldığında, özellikle miktar olarak fazla kullanılan dolgu malzemelerinde atık/artık malzemelerin kullanılmasını sağlayabilecek altyapı mevcuttur. Bu çalışmada, Muğla İlinin Yatağan İlesinde yapımı devam eden Kadıköy Gölet'inde dolgu malzemesi olarak kullanılacak kaya ve kaya ufağı için bölgede yoğun olarak bulunan mermer ocaklarının pasa sahalarının kullanılabilirliği kalite kontrol kriterleri de esas alınarak irdelenecektir.

Doi: 10.24012/dumf.676017

ARTICLE INFO

Article history:

Received: 17 January 2020
Revised: 10 February 2020
Accepted: 11 February 2020

Keywords:

Sustainable environment, waste material, rockfill dam, Kadıköy Dam

ABSTRACT

Environment; it is defined as the natural environment in which human beings and other creatures maintain their relationships throughout their lives and interact with each other. As a result of increasing population and consumption habits, our natural resources are rapidly decreasing. The concept of sustainable development; sustainable environmental policy including the efficient and efficient use of natural resources. The resulting waste management is the first step in sustainable environmental policy. As a result of this, new design models and technologies have been developed to be used as building materials by recycling the resulting waste materials. The cost of building materials, which is considered as the biggest cost item in the construction sector, can be reduced and the transition to a more sustainable construction sector can be achieved by using the resources effectively and efficiently.

In terms of hydraulic structures in our country (dams, ponds, irrigation facilities...), especially in the amount of waste materials used in excess of waste / waste materials can be used to provide infrastructure. In this study, the availability of the quarry areas of the marble quarries which are densely located in the region for the rock and rock horizon to be used as filling material in the Kadıköy Lake which is being constructed in Yatagan District of Muğla Province will be examined on the basis of quality control criteria.

* Sorumlu yazar / Correspondence
Mehmet Hayrullah AKYILDIZ
✉ hayrullah.akyildiz@dicle.edu.tr

Giriş

İnsan, varoluşundan itibaren yaşamını sürdürebilmek adına beslenme, ısınma, barınma gibi ihtiyaçlarını doğrudan içinde bulunduğu çevreden karşılamıştır. Bu etkileşim sonucu hem doğal kaynaklar artan nüfusla beraber hızla azalmış hem de atık malzemeler sonucu çevre kirliliği ortaya çıkmıştır. Özellikle 18. yüzyılın ikinci yarısıyla başlayan Sanayi Devrimi, ekolojik dengenin bozulmasında önemli bir kırılma noktası olmuştur.

1987 yılında Dünya Çevre ve Kalkınma Komisyonunun hazırladığı Brundtland Raporu'nda "Bugünün gereksinimlerini, gelecek kuşakların gereksinimlerini karşılama yeteneğinden ödün vermeden karşılayan kalkınma" olarak tanımlanan sürdürülebilir kalkınma, özellikle çevre esaslı bir mekanizma olup mevcut doğal kaynakların yarının ihtiyaçlarını da karşılaması gerektiğini vurgulamaktadır.

Sürdürülebilir kalkınma; doğal kaynakların etkin ve verimli kullanımlarını da kapsayan sürdürülebilir çevre politikasıyla sağlanabilir. Bu doğrultuda ortaya çıkan atık yönetimi, sürdürülebilir çevre politikasının ilk adımını oluşturmaktadır.

Bu çalışmada; inşaat sektörünün alt kollarından biri olarak görülen madencilikte (mermer) atık/artık malzemelerin geri dönüştürülmesi süreci irdelenerek Muğla İli Yatağan İlçesinde yapımı devam eden Kadıköy Gölet'i özelinde hem atık yönetimi hem de kullanılacak atık malzemenin kalite kontrol kriterlerinin yeterliliği açısından deneysel bazlı incelemesi yapılmıştır.

İnşaat Sektöründe Geri Dönüşüm ve Atık Yönetimi Çalışmaları

Ekonomik kalkınma ve sürdürülebilir iş gücünün karşılanmasında inşaat sektörü çok ciddi bir konumda bulunup, bir ülkenin ekonomisinde gelişmenin hız treni özelliğinde bir sektördür. Bundan dolayı bir ülkedeki inşaat sektörünün büyümesi ekonomik gelişmeye etkisi o oranda fazla olacaktır. Özellikle belirtmek gerekir ki büyümekte olan bir ülkedeki ekonomideki iniş çıkışlar ilk olarak inşaat malzemesi piyasası olmak üzere tüm inşaat

sektörünü büyük ölçüde etkileyecektir (Pamuk, 2018).

İnşaat, çok büyük miktarlarda malzemenin kullanıldığı önemli sektörlerden birisidir. Bunun sonucu olarak da arz yetersizliği oluşturmayan miktardaki hammaddenin yakın olması ve asgari seviyede işlem görmesi, maliyetlerin düşürülmesi açısından son derece önemlidir. Atıksız bir dünya düşünülemez ve azalan doğal kaynaklar göz önüne alındığında, atık malzemelerin dönüştürülmesi suretiyle tekrar kullanılması tasarım ve yapı teknolojisinde öncelikli hedefler arasında yer almaktadır.

20.yüzyılın bina mirası, büyük oranlarda inşaat ve yıkımlarla ortaya çıkan atıklardır. Gelişmiş ülkelerde 1970'lerden bu yana çevre yasaları doğrultusunda atıkların çevre ve insan sağlığına zarar vermemesi için önlemler alınmaya başlanmış ve atık yönetim politikaları geliştirilmiştir. Atıkların geri kazanımı ile ilgili çalışmalar ise ancak 1990'lardan sonra ivme kazanmıştır (İpekçi ve ark. 2015).

AB Atık Çerçeve Direktifi kapsamında yer alan atık yönetim gereklilikleri; atık önleme girişimleri, kaynakların daha iyi kullanılması ve sürdürülebilir bir tüketim alışkanlığının teşvik edilmesi sonucu ortaya çıkan atığı önemli ölçüde azaltarak bu atığın geri dönüşümünü amaçlamaktadır. Atık Yönetimi hiyerarşisi beş adımı temel almaktadır. Bunlar; önleme, geri kullanım, geri dönüşüm, geri kazanım ve güvenli bertaraf aşamalarıdır (Şekil 1).



Şekil 1. Atık Yönetim Hiyerarşi Adımları

Ülkemizde atık yönetimi için esas alınan mevzuat, 2872 sayılı Çevre Kanunu ile AB Atık Çerçeve Direktifine uyum kapsamında 02.04.2015 tarih ve 29314 sayılı Resmî Gazetede yayımlanarak yürürlüğe giren Atık Yönetimi Yönetmeliği'dir. Bu yönetmelikle;

- Atıkların oluşumundan, uzaklaşmasına kadar çevre ve insan sağlığına zarar vermeden yönetiminin sağlanmasını,
- Atık oluşumunun azaltılması, atıkların yeniden kullanımı, geri dönüşümü, geri kazanımı gibi yollar ile doğal kaynak kullanımının azaltılması ve atık yönetiminin sağlanmasını,
- Çevre ve insan sağlığı açısından belirli ölçütlere, temel şart ve özelliklere sahip, bu Yönetmeliğin kapsamındaki ürünlerin üretimi ile piyasa gözetimi ve denetiminin sağlanması amaçlanmaktadır.

Türkiye'nin Mermer Potansiyeli

Madenler, insanlık tarihi boyunca yaşam biçimini şekillendirmiştir. Aynı zamanda, geçmişten günümüze kadar, dünya çapında ekonomik gelişimin belirleyicisi olmuştur. Madenlerin kullanıldığı sektörler farklılık göstermektedir, bu nedenle madenlere sahip olan ve ihtiyaç duyan ülkeler yüzyıllar boyu çeşitli stratejiler geliştirilmiştir. Bazı stratejik madenler yerelde değerlendirilmelerinin yanı sıra taşıdıkları özellikler sebebi ile farklı ülkeler için farklı ölçüde önem arz etmektedir. Bu anlamda dünya rezervlerinin ne kadarına sahip olunduğu ve alternatif kaynağının olup olmadığı gibi konular insanların yaşam tarzını direk olarak etkilemektedir (Demirel, 2016).

Türkiye'nin yer aldığı coğrafya, dünya üzerinde jeolojisi en karmaşık olan bölgelerdendir. Yer küre olduğundan bu yana yaşadığı tektonik süreçler, üzerinde yaşadığımız bölgeyi jeolojik anlamda oldukça karmaşık bir hale sokmuştur. Bunun sonucu olarak da küçük parçalar halinde ülkenin tamamına yayılmış çok çeşitli maden rezervleri ortaya çıkmıştır. Bunların başında bor tuzları, barit, feldspat, bentonit, perlit ve mermer gelmektedir.

Tablo 1. Yıllara Göre Mermer Üretim Miktarları(http://www.mapeg.gov.tr/maden_istatistik.aspx)

Yıllar	Üretim Miktarı (m ³)
2011	4.086.222
2012	4.488.947
2013	4.255.545
2014	4.220.564
2015	5.613.435
2016	5.287.780
2017	5.290.947

Tablo 1.'de 2011 – 2017 yılları arasında ülkemizde üretimi yapılan mermer miktarları verilmiştir.

Ülkemizde mermer yatakları genellikle Paleozoik yaşlı masiflerin bulunduğu alanlarda yer alır. Bu alanlar genellikle ülkenin batı yarısında yer almakla birlikte doğuda da bazı yerlerde bulunmaktadır. Menderes masifi, İstiranca masifi, Menteşe masifi, Kazdağ masifi, Kırşehir masifi, Ilgaz kristalin masifi ve Bitlis masifi bu alanlardan en belirgin olanlarıdır (Ketin, 1984).

Ülkemiz mermer potansiyelinin yaklaşık 5.161.000.000m³(http://www.mapeg.gov.tr/maden_istatistik.aspx) olduğu göz önüne alınarak, illere göre dağılımı Tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 2. Mermer Ocaklarının İllere Göre Dağılımı (Çetin, 2003)

İller	Mermer Ocakları Oranı (%)
Balıkesir	27,00
Afyon	23,60
Bilecik	11,14
Denizli	7,58
Bursa	6,92
Muğla	6,40
Eskişehir	4,03
Uşak	2,37
Kırklareli	1,90
Kırşehir	1,18

Türkiye'de Madencilikte Atık Yönetimi ve Mevzuatı

Son yıllarda küreselleşmenin etkisiyle sanayideki gelişmeler maden kaynaklarıyla ilgili yeni durumları gündeme getirmiştir. Önceki yıllarda kaynaklar rahatlıkla ve yeterli şekilde temin edilebilirken sonraki dönemlerde durum kötüye doğru gitmiştir. Kaynaklar, millileştirme ve değişen pazar politikaları, rekabet, artan talep vs. sebeplerle yetersizleşmeye başlamıştır (Tunçel, 2011). Bunun sonucu olarak da mermer sahalarından çıkan atık/artık malzemeler geri dönüşüme tabi tutularak hem doğal kaynak sıkıntısının belli bir oranda azaltılması hem de atıl durumda çevreye zarar verecek malzemenin yeniden kullanılmasıyla ekonomik fayda sağlamaya başlanmıştır.

Atıklar toz ve parça atıklar olmak üzere ikiye ayrılmakta ve bunlar çeşitli şekillerde değerlendirilmektedir. Bu atıklardan inşaat sektöründeki değişik alanlarda yararlanma yöntemleriyle ilgili literatürde çeşitli çalışmalar yapılmakta, sanayideki bazı uygulamaları günlük hayata yansımaktadır (Akbulut ve Gürer, 2003). Dünyada ve ülkemizde daha çok toz veya agrega boyutunda kullanım alanı edinmiş olan mermer atıkları; asfalt ve çimentoda katkı malzemesi olarak kullanılmasının yanı sıra kireç üretiminde ve lokal zemin iyileştirmelerinde kullanılmaktadır. Ancak hacimsel bazda incelendiğinde atık malzemelerin büyük oranda parça atıklardan oluştuğu ve küçük parçalar haline getirmenin geri dönüşüm maliyetini de arttırdığı unutulmamalıdır. Dolayısıyla geri dönüşümde kullanılacak malzemelerin asgari düzeyde işlem gören parça atıklar olması, maliyeti düşürmenin yanı sıra süreci de oldukça kısaltan bir etki gösterir.

Pasa; cevherleşme ihtiva etmeyen veya mevcut ekonomik ve teknik şartlara göre zenginleştirilmesi mümkün olmayan, ancak işletme gereği üretilmesi zorunlu olan ve kazı işleminde herhangi bir işleme tabi tutulmamış madde veya malzeme olarak tanımlanmaktadır. Mermer ocakları işletmeleri, pasa malzemenin oldukça fazla çıktığı maden kollarının başında gelmektedir. Bu büyüklükte malzemenin depolanması için oldukça büyük alanlara ihtiyaç duyulabilmektedir. Bu sahaların ilgili mevzuat hükümleri doğrultusunda analiz ve faaliyet raporlarıyla birlikte düzenli olarak takibi yapılmakta ve işletme ruhsatının sona ermesi durumunda ise pasa malzemelerinin nakliyesinin en geç altı içinde nakledilmesi ilgili mevzuat gereği şart koşulmaktadır.

Çevrenin korunması ve pasa sahasının muhafazası için gereken mali kaynaklar göz önüne alındığında atık/artık malzemenin geri dönüştürülme süreci sürdürülebilir kalkınma açısından hayati önem taşımaktadır. Bu duruma yönelik olarak 21.09.2017 tarih ve 30187 sayılı Resmî Gazetede yayımlanarak yürürlüğe giren Maden Yönetmeliğinde belirtilen hususlar dahilinde, pasa malzemesinin işletme sahibi ve/veya kamu kurum ve kuruluşlarınca kullanılmasının önü açılmıştır. Ayrıca 14.02.2019 tarihinde Maden Kanunu'nda yapılan değişiklikle, yeni talep edilecek hammadde üretim izinleri için talep edilen alanın 20 km

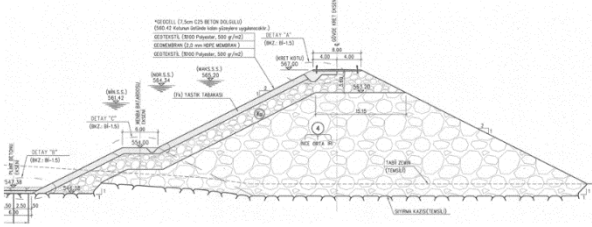
yakınında pasa, artık ve atık sahasının varlığı MAPEG tarafından irdelenerek (Maden ve Petrol İşleri Genel Müdürlüğü) bu malzemelerin kullanılmaması durumunda yeni ruhsat izninin verileceği hüküm altına alınmıştır. Böylelikle hammadde sıkıntısının yaşandığı yatırımlar için alternatif kaynakların yaratılmasının yanı sıra sürdürülebilir kalkınma – sürdürülebilir çevre olgusuna pratik çözümlerle de ulaşılabileceği kanıtlanmıştır. Bu eylem planına altyapı sağlaması adına MAPEG tarafından, doğaltaş-mermer işletme ruhsat sahaslarında üretim faaliyetleri sırasında meydana gelen pasa ve bakiye yığınlarının değerlendirilmesi, bunlardan kaynaklı sorunların çözümü, çevreye duyarlı madencilik faaliyetlerinde bulunulmasına yönelik olarak “Mermer Atıklarının Değerlendirilmesi Projesi” başlatılmıştır.

Atık Malzemelerden Baraj Yapılması: Kadıköy Göleti

Baraj (Gölet); sulama, içme suyu, enerji üretimi, taşkın koruma gibi amaçlarla suyun depolanmasını sağlayan su yapıları olarak tanımlanmaktadır.

Baraj ve gölet tanımları dönem dönem değişebilmekle beraber; gövde yüksekliği 15 m'den yüksek, gövde hacmi 500.000 m³'ten büyük ve depolama hacmi 5.000.000 m³'ten büyük biriktirme yapıları baraj, bu üç kriterden herhangi birinden küçük değerlere sahip su yapıları ise gölet olarak tanımlanmaktadır. Barajlar/Göletler gibi büyük miktarlarda malzemelerin kullanıldığı yapılarda rantabilitenin sağlanması adına en önemli kriter hammaddeye yakınlıktır. Dolgu barajlar/göletler göz önüne alındığında, gelişen teknolojiyle beraber geçirimsizliğin sağlanması için farklı alternatif çözümler ortaya atılmış olup (geomembran, asfalt çekirdek...) son derece başarılı sonuçlar da elde edilmiştir. Ancak yine de hacimsel açıdan gövdenin büyük kısmını oluşturan dolgu malzemesi için çalışma sahasına en yakın malzemenin kullanılması ekonomiklik açısından zorunluluk arz etmektedir.

Bu çalışmanın konusunu oluşturan Kadıköy Göleti, planlama aşamasında kil çekirdekli kaya dolgu tipinde tasarlanmış olmasına rağmen belirlenen kaya ve kil malzeme ocaklarına 3 km mesafede zeytinlikler bulunduğu ve kuru tarım arazileri üzerinde kalması nedeniyle 3573 sayılı Zeytinciliğin Islahı ve Yabancılarının Aşılattırılması Hakkındaki Kanun ile 5403 sayılı Toprak Koruma ve Arazi Kullanım Kanunu gereğince yapılacak olan faaliyet ve tarım dışı amaçlı kullanılması Muğla Tarım ve Orman İl Müdürlüğünce uygun görülmemiştir. Alternatif ocaklardan malzeme temini, nakliye mesafelerine bağlı olarak gölet maliyetini yükseltmesi sebebiyle geçirimsizliğin sağlanması noktasında çözüm için geomembran kullanılmasına karar verilmiştir.



Şekil 1. Kadıköy Göleti Gövde Tip Kesiti

Kaya ocağı içine çalışma alanına yakın mesafede bulunan mermer ocaklarının pasasahalarının kullanılması uygun görülmüş ve gövde tasarımı bu ekseninde şekillendirilmiştir. Şekil 2.'de Kadıköy Gölet'inin Gövde Tip Kesiti ve Tablo 3.'te göletin karakteristik bilgileri verilmiştir.

Tablo 3. Kadıköy Göleti Karakteristik Bilgiler

Amacı	: Sulama
Sulama Alanı	: 62 ha
Yeri	: Muğla - Yatağan İlçesi Kadıköy Köyü
Akarsu Adı	: Kuyu Dere
Gövde Tipi	: Önyüzü Membran Kaplı Kaya Dolgu
Talvegden Yükseklik	: 19,50 m
Temelden Yükseklik	: 22,50 m
Kret Uzunluğu	: 178,00 m
Kaya Dolgu Hacmi	: 73.667 m ³

Kayalar geçirimli veya yarı geçirimli malzeme olarak kullanılırlar. Büyük kayalar dıştaki zonlar için, küçük kayalar yarı-geçirimli zonlar için

uygundur. Malzeme, tasarım koşullarında belirtilen kayma gerilmesine ve drenaj kapasitesine sahip olmalıdır. Genelde kayanın rahat drene edebilmesi ve yüksek kayma gerilmesine sahip olması istenir. Zonlar belirlenirken ve tasarım değerleri seçilirken eğer malzeme karakteristikleri iyi belirlenirse, inşaat sırasında kırılabilen veya aşınan malzemeler de kullanılabilir (Bilgi, 1990). Kadıköy Gölet'inde gövde ve batardo imalatlarında kullanılmak üzere toplamda 73.667 m³ kaya malzemesine ihtiyaç duyulmakta olup gerek fire payı gerekse beklenmeyen nispi artışlar da göz önüne alınarak nihai kaya malzeme ihtiyacı 110.500 m³ olarak belirlenmiştir.

İnşaat sektöründe kalite kontrol; planlama ve proje sürecinden başlamak suretiyle inşa edilecek yapının teknik kurallara uygun olarak, şartname ve standartlarda tarif edilen nitelikte yapılmasının sağlanması için gereken her türlü ölçüm, kayıt ve laboratuvar deneylerinin zamanında ve yeter sayıda yapılmasını, elde edilen sonuçların analiz edilerek gerekiyorsa düzeltici, önleyici ve iyileştirici faaliyetlerin yürütülmesini içeren çalışmalarını ifade etmektedir (DSİ, 2016). Türkiye'de baraj yapımında en yetkili mercii olan Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğünce inşa edilen her türlü yapı, teknik altyapıyla beraber her aşamada sıkı bir kalite kontrol sürecinden geçmektedir. Bu doğrultuda, güncel ilgili mevzuat (Doğal Yapı Malzemeleri Etüt Şartnamesi ve Kalite Kontrol Teknik Şartnamesi) göz önüne alınarak DSİ bünyesinde yapılan işlerde genel olarak kaya malzemesi için aşağıda belirtilen kriterler aranmaktadır (DSİ, 2014);

- Özgül ağırlığı 2.60 gr/cm³'den büyük olmalıdır.
- Don sonu direnç kaybı en fazla %10 olmalıdır.
- Basınç dayanımı minimum 500 kg/cm² olmalıdır
- Los Angeles aşınma kaybı 100 devirde max %10, 500 devirde en fazla %40 olmalıdır.
- Kaya malzeme içinde silt, kum-kil olmayacaktır.
- Kaya malzeme iyi granülometreye sahip olacaktır. Kaya malzemede tane çapı

maksimum 90 cm, en büyük tane hacmi 0.750 m³ olmalıdır.

- Kaya malzeme dolguda yapılan dökme-serme sıkıştırma işlemleri esnasında hiçbir şekilde ezilmeyecek ve ayrılmayacak nitelikte olmalıdır.

Kadıköy Gölet’inde kullanılacak kaya malzemesi için; gölet özellikleri, bölgedeki genel kaya birimleri ve teknik şartnameler doğrultusunda yaptığımız deneyler şunlardır:

- Gerçek yoğunluk, görünür yoğunluk, toplam ve açık gözeneklilik tayini (TS EN 1936)
- Atmosfer basıncında su emme deneyi (TS EN 13755)
- Aşınmaya Dayanıklılık –Los Angeles Tayini (ASTM C131)
- Beton agregalarında dona dayanıklılığın kimyasal yöntemle tayini (ASTM C88)
- Kayaçlarda tek eksenli basınç dayanımı tayini (TS EN 1926)

Kadıköy Gölet’inde kullanılacak kaya malzemesi için çalışma sahasına 5,7 km uzaklıktaki mermer pasa sahası belirlenmiştir.

Tablo 4. Numunelerin Laboratuvar Sonuçları

Deney Adı	Numuneler	
	1	2
G.Yoğunluk (g/cm ³)	2.75	2.75
Los Angeles Aşındırma Direnci (%) 500 Devir	8.84	8.3
Los Angeles Aşındırma Direnci (%) 100 Devir	3.22	3.5
Na ₂ SO ₄ Don kaybı	2.82	2.1
Su Emme (%)	0.06	0.08
Porozite	0.08	0.01
Tek eksenli basınç dayanımı (kg/cm ²)	914.21	937.13
Don sonu basınç dayanımı (kg/cm ²)	860.74	873.47

İşletmeden, pasa malzemesinin bedelsiz olarak alınabileceği yönünde gerekli muvaffakatname alındıktan sonra sahadan 2 adet numune alınarak akredite olmuş özel bir laboratuvarında gerekli deneyler yapılmış olup sonuçlar Tablo 4.’te verilmiştir.

Tartışma-Sonuç

Baraj/gölet gibi büyük miktarda malzemenin kullanıldığı yapılarda atık malzemelerin yeniden kullanımı, baraj yapımında en önemli etken olan hammaddeye yakınlık açısından büyük bir avantaj sağlayabilmektedir. Özellikle atık malzemenin çok fazla ortaya çıktığı mermer sektörü, inşaat malzemelerinin geri dönüşümünün sağlanabileceği başlıca alanlardan biridir. Son yıllarda yapılan mevzuat değişiklikleriyle atık/artık malzemelerin tekrar kullanılması öncelikli hedef haline getirilmiştir.

Bu çalışma kapsamında Muğla ili Yatağan İlçesinde yapılacak Kadıköy Gölet’inde gövde dolgusu olarak kullanılacak kaya malzemesinin uygunluğu için çeşitli deneyler yapılmıştır. Numuneler, 0.063 mm elekten geçecek şekilde tamamıyla öğütülüp sabit kütleye kadar kurularak 10 gr numune tartılarak alınmıştır. Piknometre yarısına kadar de-iyonize su ile doldurulup hazırlanan numune eklenerek suya karışması için çalkalandı. Hava kabarcıklarının çıkışı tamamlanuncaya kadar piknometreye vakum uygulandı. Sonra piknometre ağzına yakın bir seviyeye kadar de-iyonize su ile doldurulup asılı haldeki malzemenin dibe çökmesi, suyun berraklaşması beklendi. Daha sonra piknometre tamamen deiyonize su ile doldurularak kapağı kapatılıp taşan su temizlendi. En sonunda piknometre ± 0,01 g doğrulukla tartılarak gerçek yoğunluk bulunmuştur.

Don Kaybı deneyi için ASTM C88 doğrultusunda hazırlanan ince ve iri agregası numunesi, 21°C’deki sodyum sülfat çözeltisi içinde 16-18 saat boyunca bekletildi. Daldırma işlemi sonunda, agregası numuneleri çözeltiden alınarak etüv içinde kurutuldu. Etüv içerisinde mümkün olan en fazla numune yükü var iken numunelerdeki kütle kayıpları numuneler etüvden alınarak ve soğutmaksızın 2 ile 4 saatlik aralıklarla tartılarak kontrol edildi. 4 saatlik kurutma işlemi sonunda kütle kaybının %0,1’den daha az olması durumunda sabit kütleye ulaşıldığı kabul edilerek numuneler oda sıcaklığına kadar soğutulup bu döngü 5 kez tekrarlandı. İnce agregada kütle kaybını belirlemek için her bir tane sınıfı daha önce deney numunesi hazırlanırken kullanılan tane sınıfına ait alt

elekten, iri agrega ise her bir tane sınıfı için standartta verilen elekten elenerek tartıldı.

TS EN 13755 standardına uygun olarak 50 mm boyutlarında silindir şeklinde kesilen numuneler sabit ağırlığa gelinceye kadar kurutuldu. 1 saat aralıklarla su kabı içinde yer alan numuneye, yüksekliğinin yarısında başlanarak su eklendi. Önce 48 saate kadar tamamen su içinde bekletilen numune tartıldıktan sonra 24 saatlik periyotlarla numune sabit kütleye ulaşincaya kadar su içinde bekletme ve tartım işlemi devam ettirilir. Numunenin doygun haldeki kütlesi ölçülerek kuru kütlesine göre değişim oranı bulundu.

Aşınma etkilerine karşı dayanımın tespit belirlendiği Los Angeles deneyinde; uygun dane çapına getirilen numuneler 711 mm çapındaki tambura koyulmadan önce sabit kütleye gelinceye kadar etüvde kurutuldu. 100 ve 500 devirlere kadar döndürülecek tamburda, dane çapına göre eklenmiş bilyelerle 30 devir/dakika dönme hızıyla döndürüldü. 100 devire ulaşıldığında numune elekten geçirilerek tartımı yapıldı. Aynı işlem, 500 devire gelindiğinde de tekrarlanarak toplam aşınma kaybı değerleri elde edildi.

Tek eksenli basınç dayanım değerinin tespiti için 50 mm boyutlarında silindir numune, sabit kütleye gelinceye kadar kurutuldu. Prese yerleştirilen numuneye, kırılıncaya kadar 1MPa/s'lik sabit gerilme hızıyla artan bir basınç uygulandı. Azami kırılma değeri kaydedilerek numune boyutları da göz önüne alınarak MPa cinsinden ortalama dayanım değerleri bulundu. Don sonu basınç dayanım değerleri için ise don dayanıklılık deneyi uygulanan numuneler, tek eksenli basınç deneyine de tabi tutularak dayanım değerleri bulundu.

DSİ eliyle yapımı devam eden Kadıköy Gölet'inde, mermer ocaklarının pasa sahasındaki kaya parçalarının dolgu malzemesi olarak kullanılması planlanmaktadır. Böylelikle toplamda 110.500 m³'lük malzeme ihtiyacının çalışma alanına yakın bir yerden bedelsiz olarak karşılanmasının yanı sıra atıl durumdaki malzemenin kullanılmasıyla ekonomik ve çevresel bazda fayda sağlanacağı aşıkardır. Alınan numuneler üzerinde yapılan deneyler göz

önüne alındığında pasa malzemesinin, gölette kullanılacak kaya dolgu için yeterli dayanıma sahip olduğu görülmüştür. Bahse konu çalışmada elde edilecek sonuçların başarılı olması, ülkemizde yoğun olarak devam eden baraj ve göletlerin inşaat maliyetlerinin düşürülmesi ve atık malzemelerin çevreye olan zararlarının azaltılmasına yönelik yapılacak çalışmalara emsal teşkil etmesinin yanı sıra basit çözümlerle sürdürülebilir kalkınma-sürdürülebilir çevre olgusuna ulaşılabileceğini kanıtlayacaktır.

Kaynaklar

- Akbulut, H., Güner, C., "Mermer Atıklarının Çevresel Etkileri ve Yol Katmanlarında Tekrar Kullanım İmkanları", Türkiye IV. Mermer Sempozyumu Bildiriler Kitabı, 18-19, 2003
- Aydın İpekçi, C., Coşgun, N., Esin, T. "İnşaat Sektöründe Geri Kazanılmış Malzeme Kullanımının Sürdürülebilirlik Açısından Önemi" 2. Uluslararası Sürdürülebilir Yapılar Sempozyumu, 2015
- Bilgi, V., "Toprak ve Kaya Dolgu Barajların Projelen. Kriterleri", DSİ Gen Müd, Ankara, 1990
- Çetin, T., "Türkiye Mermer Potansiyeli, Üretimi ve İhracatı", Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi, Cilt 23, Sayı 3, 2003
- Demirel, C., "Jeofizik, İnsan ve Maden" Jeofizik Bülteni, Sayı: 76-77, 2016
- Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü, "Doğal Yapı Malzemeleri Etüd Şartnamesi", 2017
- Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü, "Dolgu Barajlar Tasarım Rehberi", 2014
- Devlet Su İşleri Aydın 21. Bölge Müdürlüğü "Muğla Yatağan Kadıköy Göleti ve Sulaması Planlama Raporu", 2017
- Erkek, C., Ağralıoğlu N., "Su Kaynakları Mühendisliği", 1993
- Fırat, F. K., Akbaş, F., "İnşaat Endüstrisinde Geri Dönüşüm Çalışmalarının Geliştirilmesi ve Ekonomi Üzerine Etkileri" International Conference On Eurasian Economies, 2015
- Guide Jr. V.D.R. Jayaraman, V., Srivastava, R., "The Effect Of Lead Time Variation On The Performance Of Dsassembly Release Mechanisms", Computers & Industrial Engineering, 1999
- Ketin, İ., "Türkiye Jeolojisine Genel Bir Bakış", İTÜ Vakfı Yay. No:32, 1984
- Tıraş, H. H., "Sürdürülebilir Kalkınma ve Çevre: Teorik Bir İnceleme", KSÜ İİBF Dergisi, Cilt 2, Sayı 2, 2012
- Tunçel, N., "Türkiye'de Madencilige Genel Bir Bakış", [http://www.madenis.org.tr/yazarlar/yazi/turkiye-de-madencilige-genel-bir-bakis-16.html], 2011