



Dolguda kullanılabilir bir zeminin mühendislik özelliklerine mermer kırığı atıklarının etkisi

Ömür ÇİMEN, Burak DERELİ, Fatih Şerif COŞAN, Asım AYDIN, Hasan Volkan COŞAR

Süleyman Demirel Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Isparta

ÖZET

Anahtar Kelimeler:
Zemin İyileştirme,
Çevre Geotekniği,
Atıklar.

Zemin iyileştirmesinde kullanılan katkıların atık malzemeler olarak kabul edilen malzemelerden olması, bunların depolama masraflarının azalmasını ve daha ucuz malzemelerin kullanılmasını sağlamaktadır. Bu çalışmada, atık malzemelerin sadece zemin iyileştirme amacıyla değil, özellikleri dolguda kullanılmaya uygun olan bir zeminde de kullanıldığında mevcut özelliklerinin nasıl değişeceği araştırılmıştır. Yapılan deneysel çalışmalarla, mermer kırığı atıklarının zeminin kuru birim hacim ağırlığını ve CBR değerini arttırdığı gösterilmiştir. Mermer kırıklarının %6 oranında karıştırılmasıyla zeminin katkısız haldeki CBR değerinin ortalama %88 oranında arttığı görülmüştür.

The effect of waste marble pieces on compaction properties of used filed soil

ABSTRACT

Key Words:
Ground
improvement,
environmental
geotechnics,
Wastes..

Used for waste materials that is used as a ground of contributions of materials that are considered, and their storage costs and less-expensive materials to be used in a wide variety of jobs. This operation, waste materials to improve only in the city, features that are available to be used on a dolguda also has been used in how the properties of available in işe i have been studied extensively. Experimental work on the marble floor is dry unit volume crimean-congo hemorrhagic fever cases i waste a weights increases the value and CBR, is shown. With its Marble floor is accounted by 6% without additives in CBR format has increased by an average 88%.

*Sorumlu Yazar (Corresponding author) e-posta: omurcimen@sdu.edu.tr

1. Giriş

Usulüne uygun bir toprak dolgu inşa edebilmek için mühendisin kontrol edebileceği en önemli parametreler; zeminin cinsi, optimum su muhtevası ve sıklık derecesidir. Zeminin sıkıştırılması sonucunda birim hacim ağırlığı artmakta ve mühendislik özellikleri iyileşmektedir.

Dolgularda kullanılacak zeminlerin malzeme özelliklerinin iyileştirilmesi ve uygun dolgu hazırlama yöntemleri zemin iyileştirilmesi konusunun ilk grubunu oluşturmaktadır. Tabii zemin tabakalarının özelliklerinin yerinde iyileştirildiği ön yüklenme, drenaj, enjeksiyon ve dinamik stabilizasyon gibi yöntemler ise ikinci grubu oluşturmaktadır.

Zemin iyileştirilmesinde kireç, uçucu kül, çimento, asfalt, kimyasal maddeler gibi katkı malzemelerinin kullanıldığı bilinmektedir. Bunun yanında; köpük beton, talaş, ağaç kabuğu, çakıl taşı, endüstriyel atıklar, yonga, deniz kabuğu, atık pirinç kabuğu külü, yanmış yağ atığı, volkanik kül, mermer tozu, atık lastik gibi malzemeler de zemin iyileştirilmesinde kullanılmaktadır. Bu tür atık maddelerin kullanılması, depolama için daha az alan ayrılması ve ucuz olması nedeniyle tercih edilmektedir. [1], [2], [3], [4], [5], [6], [7], [8], [9].

Araştırmacılar, Birleştirilmiş Zemin Sınıflandırma Sistemine göre SP ve ML türü zeminlere uçucu kül ve kireç katıp, 1-7 ve 28 gün küre bırakmışlardır. CBR deneyleri yaparak yüksek karbonlu uçucu kül kullanılmasıyla alt temel kalınlığını ve yol maliyetini azalttığını belirtmişlerdir.[10].

Yapılan diğer bir çalışmada uçucu kül karıştırılmış kum zeminin karayolu inşaatında temel, alt temel ve toprak dolgu yapımında kullanılması durumlarını incelemişlerdir. Geleneksel karayolu malzemeleriyle karşılaştırıldığında, kuma uçucu kül karıştırıldığında uzun zamanlı performansının daha iyi olduğunu belirtmişlerdir.[11].

Büyük ve oldukça çeşitli mineral yatakları olan ülkemizdeki doğal taşların görünür, muhtemel ve potansiyel rezervleri toplamı 5.2 milyon m³’dür. Mermer yurdumuzda 700 ocaktan çıkarılmakta olup, mermer işleyen 120 fabrika ile 1600 atölye bulunmaktadır. Mermer ocaklarının %90’ı Türkiye’nin batı bölümünde; başlıca Marmara Adasında, Ege Bölgesinde ve Afyon ilinde yer almaktadır.[12].

2002 yılı verilerine göre ülkemizde 3.105.000 ton/yıl (1150000 m³) blok mermer üretilmiştir. Blok mermer üretimi esnasında yarı yarıya atık oluşmaktadır. Plaka kesimi esnasında ise en az %20 oranında atık oluşmaktadır. Batı Avrupa ve Amerika birleşik devletlerinde mermer atıklarını geri kazanım oranı %80 mertebesinde iken, ülkemizde bu oranın % 20 civarında olduğu belirtilmektedir.[13].

Bu çalışmada, Burdur Şarderesi Ariyet Sahasından getirilen zemin numunesinin sıkışma özelliklerine farklı boyutlardaki mermer parçalarının etkisi araştırılmıştır. Bu amaçla, günlük 15 ton parça mermer atığı çıkan Isparta Metamar mermer fabrikası atıkları kullanılmıştır. Farklı boyutlardaki mermer parçaları dolgu amacıyla kullanılan zemine farklı oranlarda ilave edilerek, standart kompaksiyon ve laboratuvar CBR deneyleri yapılmıştır.

2. GEREÇ VE METOT

2.1. Numunelerin Tanımlanması

Deneyisel çalışmalarda, Karayolları Genel Müdürlüğü 13. Bölge tarafından ariyet sahası olarak kullanılan Burdur Şarderesi’nden temin edilen zemin numunesi kullanılmıştır. Bu numune üzerinde elek analizi, kıvam limitleri deneyleri, kimyasal analiz ve X-Ray analizi deneyleri yapılmıştır. Birleştirilmiş Zemin Sınıflandırma Sistemine göre zemin sınıfı kötü derecelenmiş kum- siltli kum (SP-SM) olarak tespit edilmiştir. Elek analizi ve kıvam limitleri sonuçları Tablo 1’de verilmiştir.

Tablo 1. Elek analizi ve kıvam limitleri deney sonuçları

Çakıl (%)	Kum (%)	Silt+kil (%)	LL (%)	PL (%)	PI (%)	Zemin Cinsi
41	49	10	21	18	3	SP-SM

Numune üzerinde MTA Genel Müdürlüğü Mineroloji Petroloji laboratuvarında kimyasal analiz yapılmıştır. Analizde Philips marka Axios model XRF cihazının IQ programından elde edilen sonuçlar verilmiştir. Buna göre kimyasal analiz sonuçları Tablo 2’de verilmiştir.

Numunenin minerolojik incelenmesi MTA Genel Müdürlüğü Mineroloji Petroloji laboratuvarında Cu X – ışın tüplü Rigaku DMAX III C XRD cihazı 2°-70° arasında gerçekleştirilmiştir. Buna göre çokluk sırasına göre Kalsit, Kuvars, Dolomit, Klorit grubu kil minerali, Feldispat grubu minerali, İllit, Kaolinit grubu kil minerali ve karışık tabakalı kil minerali (Klorit + Simektit) bulunduğu belirlenmiştir.

Atık mermer kırıklarının değerlendirilmesi amacıyla günlük 15 ton mermer kırığı atığı çıkan Isparta Metamar mermer fabrikası atıkları kullanılmıştır. Öncelikle, fabrikadan alınan mermer parçaları Isparta Belediyesi Asfalt şantiyesinde kırılmıştır. Elek analizleri yapılarak No10 elek altı – No 40 elek üstü (2mm-0.425mm) birinci grup, No 8 elek altı – No 10 elek üstü (3mm-2mm) ikinci grup olarak ayrılmıştır. Mermer kırığı numuneleri ve Burdur Şarderesi numunesi üzerinde standart kompaksiyon deneyleri yapılmıştır. Deney sonucunda elde edilen kompaksiyon eğrileri Şekil 1’de verilmiştir.

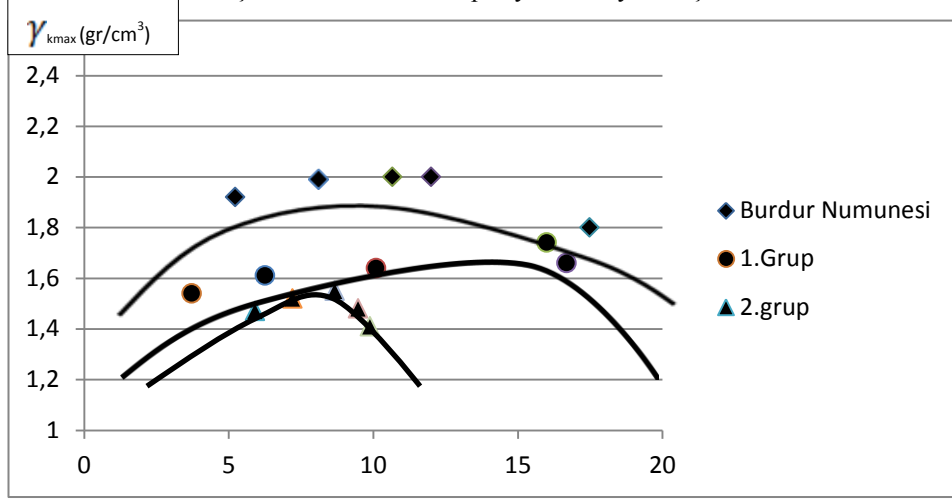
2.2. Katkılı Deneylerin Yapılması

Ayrılmış olan mermer kırıkları ağırlık oranı olarak %2, 6 ve 10 oranlarında Burdur Şarderesi numunesine katılarak standart kompaksiyon deneyleri tekrarlanmıştır. Elde edilen kompaksiyon eğrileri Şekil 2 ve 3’de görülmektedir. Ayrıca Numuneler üzerinde laboratuvar CBR deneyleri yapılarak, CBR oranları belirlenmiştir

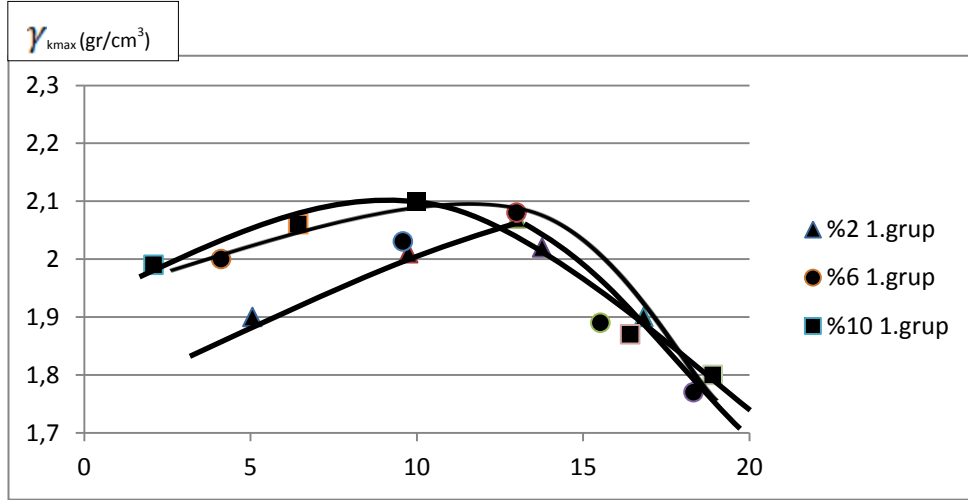
3. BULGULAR

Dolgu malzemesi olarak kullanılacak zemin özellikleri şartnamelerde belirtilmiştir. Buna göre, likit limit %60’dan küçük veya eşit, plastisite indisi %35 ‘den küçük veya eşit standart kompaksiyon deneyiyle elde edilen maksimum kuru birim hacim ağırlığının 1.45 t/m³’den büyük veya eşit olması ve

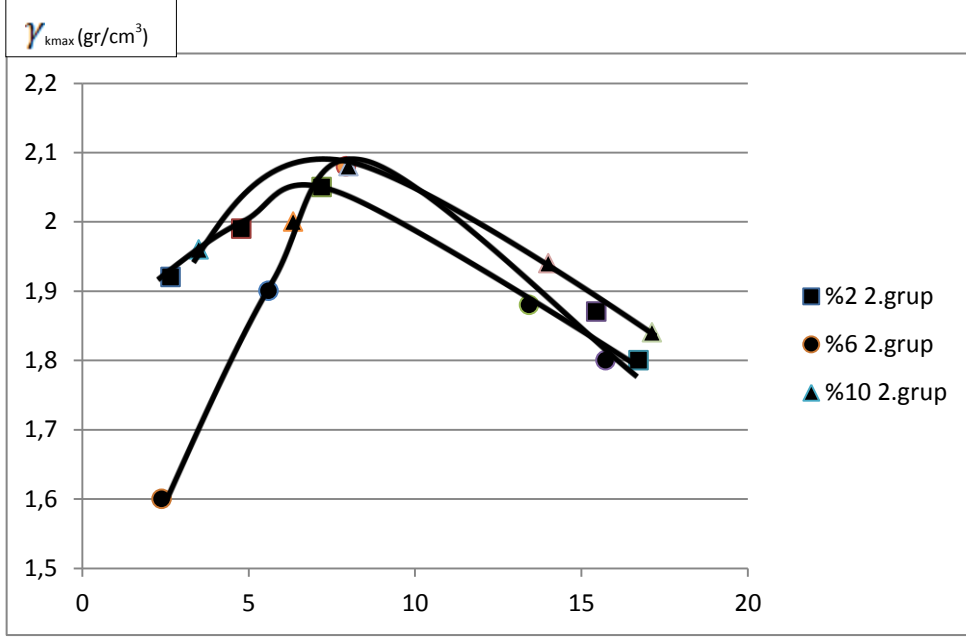
Şekil 1. Standart Kompaksiyon Denei Sonuçları



Şekil 2. Birinci Grup Mermer Kırığı Katkılı Standart Kompaksiyon Denei Sonuçları



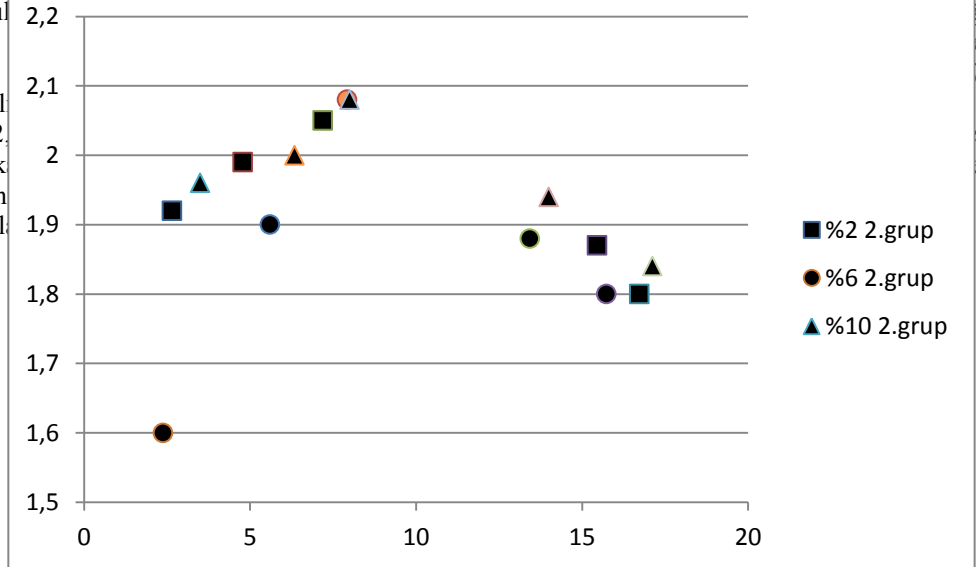
Şekil 3. İkinci Grup Mermer Kırığı Katkılı Standart Kompaksiyon Deney Sonuçları.



CBR değerinin 10'dan büyük olması gerekmektedir (Karayolları Teknik Şartnamesi, 2006).

Burdur Şarderesi numunesi, 1. ve 2. grup mermer kırıkları ayrı ayrı değerlendirildiğinde bu numunelerin dolgu amaçlı kullanılabileceği görülmektedir. Zemin numunesine farklı oranlarda mermer kırıklarının katılmasıyla yapılan standart kompaksiyon deneyleri yapılmış; optimum su muhtevası ve maksimum kuru birim hacim ağırlık değerleri belirlenmiştir. Boşlukların tamamen su ile dolduğu en düşük taşıma gücünü yani arazideki doğa koşullarını birebir numunede saptayabilmek için yaş CBR metodu kullanılarak CBR deneyleri yapılmıştır. Bu deneylerde yük ve penetrasyon pistonuna hızı dakikada yaklaşık 2,2 mm/s hızda uygulanmıştır.

Basınç-penetrasyon eğrisi çizilip düzeltmeler yapıldıktan sonra, 2,2 mm (0,2 inç)' lik penetrasyonlara karşılık gelen CBR değerleri yardımıyla Kaliforniya CBR testi yapılmıştır. CBR deney sonuçları aşağıdaki gibidir.



4. SONUÇLAR

Elek analizleri yapılarak No10 elek altı – No 40 elek üstü (2mm-0.425mm) birinci grup, No 8 elek altı – No 10 elek üstü (3mm-2mm) ikinci grup olarak ayrılan mermer kırıkları likit limiti 521, plastisite indisi %3 Birleştirilmiş Zemin Sınıflandırma Sistemine göre zemin sınıfı kötü derecelenmiş kum- siltli kum (SP-SM) olan zemin numunesine %2, %6 ve %10 ağırlık oranlarında karıştırılmıştır. Numuneler üzerinde yapılan standart kompaksiyon ve CBR deneylerine göre mermer kırığı katkısının maksimum birim hacim ağırlığı ve CBR değerini artırdığı görülmüştür. CBR değerindeki en fazla artış her iki grup mermer kırığında da %6 mermer kırığı katkısında

deneylerinde görülmüştür. CBR değerindeki en fazla artış %6 mermer kırığı katkısında görülmüştür. CBR değerindeki en fazla artış %6 mermer kırığı katkısında görülmüştür.

Tablo 3: Kompaksiyon ve CBR Deney Sonuçlarının Karşılaştırılması

Numune Adı	γ_{kmax} (gr/cm ³)	Wopt.(%)	CBR (%)
%100 Burdur Numunesi	2,00	12	23.3
%100 Mermer Kırığı (1.grup)	1,74	16	21.4
%2 Mermer Kırığı+ %98 Burdur Numunesi (1.grup)	2,07	13	26.0
%6 Mermer Kırığı+ %94 Burdur Numunesi (1.grup)	2,08	13	42.0
%10 Mermer Kırığı+ %90 Burdur Numunesi (1.grup)	2,10	10	20.9
%100 Mermer Kırığı (2.grup)	1,55	9	24.2
%2 Mermer Kırığı+ %98 Burdur Numunesi (2.grup)	2,05	7	35.2
%6 Mermer Kırığı+ %94 Burdur Numunesi (2.grup)	2,08	8	46.0
%10 Mermer Kırığı+ %90 Burdur Numunesi (2.grup)	2,08	8	33.4

TEŞEKKÜR

Bu çalışma, TÜBİTAK 2209- Üniversite Öğrencileri Yurt İçi/ Yurt Dışı Araştırma Projeleri Destekleme Programı tarafından desteklenen projeden üretilmiştir. CBR deneyleri Karayolları Genel Müdürlüğü Antalya 13. Bölge Laboratuvarlarında yapılmıştır. Verdikleri destek için her iki kuruma teşekkür ederiz.

5.KAYNAKLAR

- Kamon, M., Nontananandh, S. (1991) Combining industrial wastes with lime for soil stabilization. J. Geotech. Eng., 117(1), 1-15.
- Aksoy, İ.H. (1998) Hafif dolgu malzemeleri ve geoteknikte kullanımı. Zemin Mekaniği ve Temel Mühendisliği 7. Ulusal Kongresi, Cilt 2, 428-437.
- Tremblay, H., Leroueil, S., Locat, J. (2001) Mechanical improvement and vertical yield stress prediction of clayey soils from eastern Canada treated with lime or cement. Can. Geotech. J., 38, 567-579.
- Çokça, E., Toktaş, F. (2002) Dispersif bir kilin C tipi uçucu kül ile stabilizasyonu. Zemin Mekaniği ve Temel Mühendisliği 9. Ulusal Kongresi, Cilt 2, 659-668.
- Şenol, A., Edil, T.B. (2004) Uçucu kül ile stabilize edilen yumuşak zeminlerin CBR sonuçlarının değerlendirilmesi. Zemin Mekaniği ve Temel Mühendisliği 10. Ulusal Kongresi, 275-280.
- Hossain, K.M.A. (2004a) Properties of volcanic pumice based cement and lightweight concrete, Cement and Concrete Research, vol.34, pp. 283-291.
- Hossain, K.M.A. (2004b), Potential use of volcanic pumice as a construction material. Journal of Materials in Civil Engineering, December, pp. 573-577.
- Baykal, G., Erdiñçliler, A., Saygılı, A., 2004, Highway embankment construction using fly ash in cold regions, Resources, Conservation and Recycling, 42, 3, 209-222.
- Yin, C.Y., Mahmud, H., Shaaban, M., G., 2006, Stabilization/ solidification of lead-contaminated soil using cement and rice husk ash, Journal of Hazardous Materials, 137, 3, 1758-1764.
- Cetin, B., Aydilek, A.H., Guney, Y., (2010), "Stabilization of recycled base materials with high carbon fly ash", Resources, Conservation and Recycling, 54, 878-892.
- Jackson, N.M., Schultz, S., Sander, P., Schopp, L., (2009), "Beneficial use of CFB ash in pavement construction, Fuel, 88, 1210-1215.
- Türkiye Doğal Taşları, 2001, İstanbul Maden İhracatçıları Birliği, Mart Matbaacılık Sanatları San. Ve Tic. Ltd. Şti., 266s.
- www.ozturk.net