

ZEMİNLERİN ATIK MERMER TOZU İLE İYİLEŞTİRİLMESİ

Ismail ZORLUER*, Mürsel USTA**

* AKÜ Teknik Eğitim Fakültesi Yapı Bölümü, AFYON - izoriuer@aku.edu.tr

** AKÜ Teknik Eğitim Fakültesi Yapı Bölümü, AFYON

ÖZET

Zeminlerin katkı maddeleri ile iyileştirilmesi diğer iyileştirme yöntemlerine göre daha ekonomik olmasından dolayı çok geniş bir şekilde kullanılmaktadır. Katkı maddeleri kireç, çimento, uçucu kül, bitüm gibi malzemelerdir. Son zamanlarda endüstriyel atık maddelerin bu amaç için kullanımı ön plana çıkmıştır. Bu çalışmada, mermer fabrikalarının atığı olan mermer tozu, iyileştirme için katkı maddesi olarak düşünülmüştür. Zemin numunesi olarak Meşelik kili kullanılmıştır. Numuneler, Meşelik kilinin kum ağırlığına göre atık mermer tozu ile belirli oranlarda karıştırılarak standart proctor sıkıştırma enerjisinde hazırlanmıştır. Numunelerin şişme yüzdeleri odometre deneyleri ile belirlenmiştir. Deney sonuçları, atık mermer tozunun killerin şişme potansiyelini etkilediğini göstermiştir. Sonuç olarak, atık mermer tozu zemin iyileştirmesinde kullanılabilir bir malzemedir.

Anahtar Kelimeler: Atık Mermer Tozu, Zemin, iyileştirme

STABILIZATION OF SOILS BY WASTE MARBLE DUST

ABSTRACT

Stabilization of soils with additive materials have been widely used. In very common since, it is more economical than other stabilization methods. Additive materials are lime, cement, fly ash, bitumen etc. Recently, usage of industrial waste materials in terms of additive materials have been in the foreground. In this study, marble dust of marble processing plants' waste materials have been considered as an additive materials for soil stabilization. Meşelik clay were used as a soil specimen. Specimens mixed with marble dust according to dry weight of Meşelik clay at different percentage which were prepared at the standard proctor compaction energy. Their swelling percents were determined with the odometer tests. Experimental results have showed that waste marble dust effected the swelling potential of clays. As a result, waste marble dust can be used a material in the soil stabilization.

Keywords¹ Wast Marble Dust, Soil, Stabilization

I.Giriş

Bir taşıyıcı olarak zemin, üzerine yapılacak yapı için uygun özelliklere sahip olmayabilir. Bu durumda çözüm yapı yerini değiştirmek veya zemin özelliklerini iyileştirmekle elde edilebilir. Birincisi çeşitli nedenlerden (teknik ve ekonomik) dolayı yapımı zor bir seçenek oluşturur. İkincisi, yani yapı yapılacak yerdeki zemin özelliklerinin iyileştirilmesi, daha uygun çözümdür.

Zemin iyileştirmesi (Stabilizasyon) için uygulanacak yöntemin seçimi, zemin özellikleri ve iyileştirme yapılmasındaki amaçla doğrudan ilgilidir. Zemine katkı maddeleri katarak yapılan iyileştirme yaygın olarak kullanılan yöntemdir. Katkı maddeleri olarak ise; kireç, çimento, bitüm, uçucu kül, reçine gibi maddeler kullanılmaktadır.

Çimento, kum-çakıl gibi taneli zeminlerde iyi sonuç vermektedir. Taneler arasında bağ oluşturarak zeminin mukavemet kazanmasına neden olur. Zemine belli oranlarda karıştırılıp sıkıştırma yapılarak uygulanır [1]. Tüm ince taneli zeminler, kireç kullanımı ile daha düşük plastisiteye ve daha iyi işlenebilirliğe sahip olacak şekle dönüştürülebilirler. Kireçle işleme tabi tutulmuş zeminin dayanım karakteristikleri, esas itibarıyla zemin cinsine, kullanılan kireç tipine, kireç yüzdesine ve kür şartlarına bağlıdır [2]. Uçucu kül ile iyileştirme puzolonik reaksiyonu artırır. Sikli zeminlerin puzolonik aktivitesi uçucu külün 2:1 oranında karıştırılmasıyla geliştirilebilir. Fakat uçucu küller değişik mekanik ve kimyasal özelliklere sahip olduğundan özel uygulamalar için tasarım kriterlerini belirlemek gerekmektedir [3],

Son zamanlarda ise, katkı maddeleri olarak atık malzemelerin kullanımı söz konusu olmaktadır. Bu durum, zeminlere istenen özellikleri kazandırırken atık malzemelerinde değerlendirilmesini ortaya çıkarmaktadır. Mermerin işlenmesi esnasında oluşan ve çökeltme havuzlarında biriken mermer tozu bu malzemelerden biridir.

Mermerin kimyasal bileşiminin (Çizelge 1'de görüldüğü gibi yüksek oranda CaO içerir) kireçle benzerlik göstermesi ve mermer tozu taneciklerinin çok küçük boyutlu olması, ince taneli zeminlerin iyileştirilmesi için kireç yerine mermer tozunun kullanılabileceği fikrini oluşturmuştur [4]. Bu çalışmada, şişme olduğu zaman üzerindeki su kanalı, yol kaplaması gibi hafif yapılara zarar veren kil zeminlerin, şişme potansiyelinin kontrol edilmesi ve zeminin iyileştirilmesi için mermer tozunun kullanılabilirliği araştırılmıştır.

2. Mermer Tozunun Oluşumu

Mermer tozu, en küçük boyutlu mermer atıklarıdır. Mermer işleme tesislerinde blokların ve plakaların kesilmesi sırasında oluşan ve büyük çoğunluğu da 1 mm'nin altında olan mermer tanecikleridir. Kesme işleminde su kullanılması nedeniyle suyla birlikte çökeltme havuzlarına taşınır. Havuzlarda çökelen mermer tozu daha sonra atık sahalarına alınmaktadır. Kesme sırasında oluşan toz miktarı, Afyon ve İncehisar bölgesi için yaklaşık 125 000 ton/yıl gibi bir rakama ulaşmaktadır [5]. Bu miktarın çok büyük bir kısmı atık olarak kalmakta ve çevresel problemlere neden olmaktadır. Halbuki, mermer tozu atıkları; inşaat sektöründe mozaik, harç, sıva, karo vb. üretiminde, seramik sanayinde sır üretiminde, çimento sanayinde beyaz çimento üretiminde ve kağıt sanayi, tarım ve gübre sanayi, yem sanayi, diğer bazı sanayi sektörlerinde katkı malzemesi olarak kullanılmaktadır. Buna rağmen katılan miktarın düşük oranlarda olması, atık sahalarında büyük yığınlar oluşmasına neden olmaktadır. Tekrar değerlendirilemeyen atıkların çevre için problem oluşturduğu bilinen bir gerçektir. Çevre kirliliğinin önlenmesi, atıkların ekonomiye yeniden kazandırılmasına ve buna bağlı olarak yeni kullanım alanlarının oluşturulmasına bağlıdır.

3. Malzeme ve Zemin Özellikleri

Bu çalışmada kullanılan mermer tozu, Afyon'daki büyük ölçekli bir mermer tesisinin çökeltme havuzundan alınmıştır. Katkı malzemesi olarak kullanılan mermer tozunun kimyasal özellikleri Çizelge 1'de verilmiştir. Mermer atıkları ile ilgili yapılan çalışmalar [6,7], mermer tozu tane boyutlarının tamamına yakın bir kısmının 0,2 mm'nin altında olduğunu göstermiştir. Çizelge 2, mermer işleme tesisinden alınan atık su numunesinin lazer difraksiyon metodu ile çalışılan "Particle Size Analyser" cihazında incelenmesi sonucu elde edilen değerleri göstermektedir.

Çizelge 1. Atık Mermer Tozunun Kimyasal Özellikleri

	SiO ₂	Fe ₂ O	CaO	MgO	AZ.
% Miktar	0,24	0,02	49,53	2,2 i	48,00

Zemin numuneleri, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi ana kampüsünde iki ayrı noktadan alınmıştır. Bu bölgedeki zemin "meşelik kılı" olarak adlandırılan kıl zemindir. Meşelik kil numuneleri A ve B olarak ifade edilmiştir.

Çizelge 2. Atık Mermer Tozu 'ane Boyut Analizi [6]

Boyut (u.)	% Alında	Boyut Aralığı (u.)		% miktar
118,4	100,0			
54,9	97,2	118,4	54,9	2,8
33,7	89,6	54,9	33,7	7,6
23,7	79,0	33,7	23,7	10,6
17,7	68,8	23,7	17,7	10,2
13,6	59,8	17,7	13,6	9,0
10,5	50,1	13,6	10,5	9,7
8,2	40,7	10,5	8,2	9,4
6,4	32,4	8,2	6,4	8,3
5,0	24,3	6,4	5,0	8,1
3,9	17,3	5,0	3,9	7,0
3,0	12,2	3,9	3,0	5,1
2,4	8,0	3,0	2,4	4,2
1,9	5,4	2,4	1,9	2,6
1,5	4,1	1,9	1,5	1,3
1,2	3,2	1,5	1,2	0,9

Numunelerin tanımlama ve sınıflama özellikleri belirlendikten sonra, kompaksiyon karakteristikleri bulunmuştur. Daha sonra şişme deneyleri yapılmıştır. Meşelik kil numuneleri benzer indis özelliklere sahiptir. Bu iki numune de ince taneli ve düşük plastisiteli kil (CL) sınıfında yer almaktadır. Numunelerin kompaksiyon karakteristikleri ise laboratuvarında yapılan standart proctor kompaksiyon deneyleri ile belirlenmiştir. Belirlenen en büyük kuru birim hacim ağırlık ve optimum su muhtevası değerleri numunelerin hazırlanmasında kullanılmıştır. Numunelerin tanımlama v» kompaksiyon karakteristikleri Çizelge 3'te verilmektedir.

Çizelge 3. Numunelerin Fiziksel ve Kompaksiyon Karakteristikleri

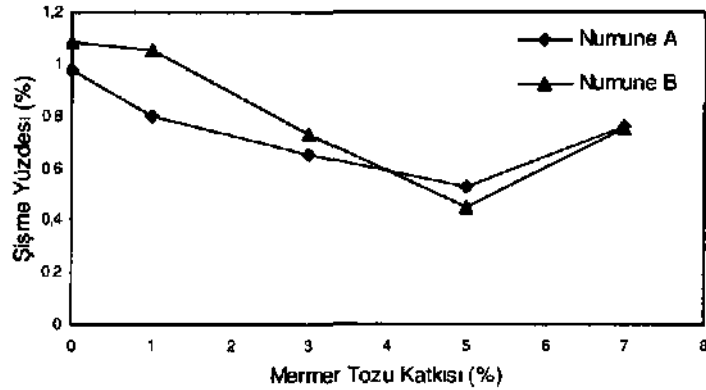
Numune	A	B
Tane Dağılımı		
0,75 mm > (%)	59,9	62,8
4 76 mm > (%)	97,2	95,6
Kıvam Limitleri		
Likit limit (%)	42	41
Plastik limit (%)	26	23
Plastisite Indisi (%)	16	18
Ozgül Ağırlık	2,63	2,63
Grup Sembolu	CL	CL
Kompaksiyon (St. Proc.)		
$\gamma_{k,max}$ (t/m ³)	1,81	1,87
w_{opt} (%)	16,5	14,0

$\gamma_{k,max}$ En büyük kuru birim hacim ağırlık w_{opt} Optimum su muhtevası

4. Deney Yöntemi ve Bulgular

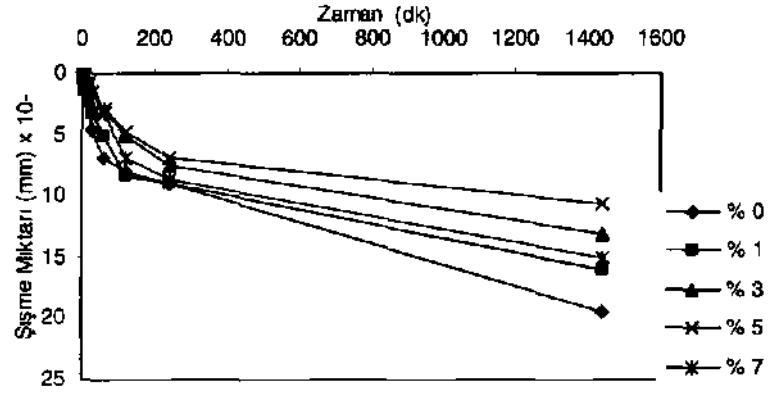
A ve B numuneleri için standart proktor enerji seviyesinde (600 kJ/m^3) ve 5 ayrı katkı seviyesinde (% 0, 1, 3, 5, 7) hazırlanan numunelerde şişme deneyleri yapılmıştır. Her katkı seviyesi için 2 adet numune kullanılmıştır. Şişme deneyleri, standart deney kalıbı (D=75 mm, H=20mm) ile odometre cihazında yapılmıştır. Numuneler, odometre kalıbına dinamik sıkıştırma yöntemi kullanılarak yerleştirilmiştir. Bu işlemden hemen sonra numuneye bir ön yükleme (7 kPa) yapılmış ve suya boğulduktan hemen sonrada farklı zaman aralıklarında (1, 2, 4, 8, 15, 30, 60, 120, 240 ve 1440 dk) şişme değişimi ölçülmüştür. Deney sonuçları şişme yüzdesi-mermer tozu katkısı ve şişme miktar-zaman esaslarında değerlendirilmiştir.

Şekil 1 şişme yüzdesi ile kuru zeminin ağırlıkça yüzdesi olarak mermer tozu katkısının arasındaki ilişkiyi göstermektedir. Her katkı seviyesi için 24 saat sonunda ölçülen şişme yüzdesi değerlerinin ortalaması alınmıştır. Şekilden de görüldüğü gibi mermer tozu katkısının artması ile şişme yüzdesi değerlerinde azalma olmuştur. En az şişme yüzdesi, % 5 katkı seviyesinde gözlenmiştir. % 5 katkı seviyesinden sonra şişme yüzdesinde tekrar artış görülmüştür. Bu artışın, artan mermer tozu katkısının numunede daha sıkı bir yapı oluşturmasından kaynaklandığı ifade edilebilir. Çünkü, önceki çalışmalarda [8,2], sıklığı daha düşük olan zemin, sıklığı yüksek olan zemine göre daha az şişme yüzdesine sahip olduğu ve sıkıştırılmış numunelerin şişme yüzdesi, yüksek kompaksiyon enerjisinde daha fazla olduğu ifade edilmiştir.

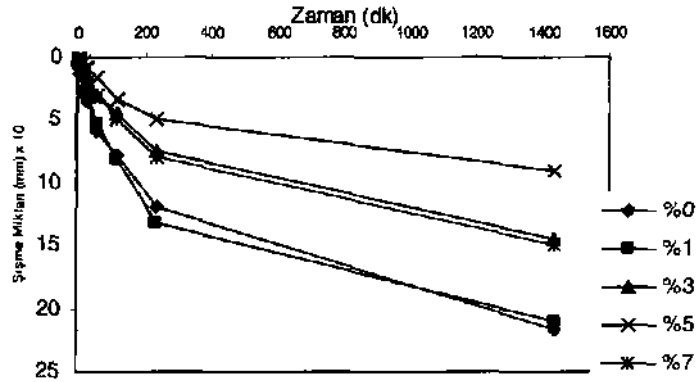


Şekil 1. Şişme Yüzdesinin Karışım Oranına Göre Değişimi

Şişme miktarının zamana göre değişimi her numune için ayrı olarak Şekil 2 ve 3'te gösterilmiştir. Şekillerden katkısız numunelerde şişme miktarının en büyük değerde olduğu, katkı miktarı arttıkça da şişme miktarında azalma meydana geldiği görülmektedir. Numuneler başlangıçta daha hızlı bir şekilde şişme gösterirken, 200 dakikadan sonra şişme hızının yavaşladığı görülmektedir.



Şekil 2 Numune A için Şişme Miktarı Zaman ilişkisi



Şekil 3 Numune B için Şişme Miktarı Zaman ilişkisi

5. Sonuçlar

Bu çalışmada, atık mermer tozunun zemin iyileştirmesinde kullanılabilirliği araştırılmış ve meşelik kılının şişme potansiyeli üzerine etkilen değerlendirilmiştir. Sonuç olarak,

Mermer tozu katkısının şişme potansiyelini etkilediği ve katkı miktarının etkili olduğu oranın % 5 olduğu görülmektedir. Daha önce yapılan bir çalışmada [4], Na-Bentonit kilinin şişme potansiyeline etki eden oranın % 7 olduğu ifade edilmişti. Bu durum farklı özellikteki zeminlerde, farklı oranların ortaya çıktığını göstermektedir. Eğer mermer tozunun bir zeminin iyileştirilmesinde kullanımı söz konusu ise, deneylerle etkili kaşım oranının belirlenmesi gerekmektedir.

Mermer tozu bir atık olduğu için, zemin iyileştirmesinde kullanılması mermer tozundan kaynaklanan çevre kirliliğinin önlenmesi veya azaltılması yönünde katkı yaparken ekonomi de sağlayacaktır.

Ayrıca, mermer tozunun zeminin kayma mukavemeti parametreleri, hidrolik geçirimsizlik, taşıma gücü gibi mühendislik özelliklerine yaptığı etkiler kapsamlı bir araştırma ile ortaya konulmalıdır. Bu durum, mermer tozu ile iyileştirme esaslarının ortaya konulması açısından önemlidir.

Kaynaklar

1. Uzuner, B.A., Temel Mühendisliği Gınş, Derya Kitabevi,168s., Trabzon. (2000)
- 2.Tosun, H , Türköz, M, Şişen Killerin Sönmüş Kireç Katkısı ile Stabilizasyonu, Zemin Mekaniği ve Temel Mühendisliği Sekizinci Ulusal Kongresi, İTÜ, İstanbul,(2000a).
- 3 Tosun, H., Sulama Kanallarında Görülen Şişen Zemin Problemleri ve inşaat Önlemleri, Osmangazi Üniversitesi Müh Mim.Fak Dergisi, C.XII, S.1, s:23-44, (1999).
4. Zorluer, I., Aük Mermer Tozlanma Kİl Zeminlenn Şişme Potansiyeline Etkisi, //I. Ulusal Kıl Sempozyumu, Ege Üniversitesi, İzmir, (2003).
- 5 Çelik, M.Y., Mermer Atıklarının (Parça-Tozlanm) Değerlendirilmesi, Y Lisans Tezi, Afyon Kocatepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, (1996)
6. Büyüksağış, I ,S .Mermer işletme Tesisinde Atık Suların Antma Yöntemlen, Y.Lisans Tezi, Osmangazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, (1994).
- 7 Sabah, E., ve Çelik, M Y.,Iscehisar (Afyon) Mermer Atıklarının Hayvan Yemi Katkı Maddesi Olarak Kullanılabilirliğinin Araştırılması", Türkiye III Mermer Sempozyumu. Afyon, s.309-316,(2001)
- 8 Tosun, H., Türköz, M., Zorluer, I., Arslan, A., Sıkışma Kontrolü ile Şişme Potansiyelinin Önlenmesi ve Harran Killerinde (V.Kısım) Yapılan Uygulamalar, 3 GAP Mühendislik Kongresi, Harran Üniversitesi, Şanlıurfa, s 425-432, (2000b)
9. Bell, F.G. and de Bruyn, A., Sensitive, expansive, dispersive and collapsive soils. Bulletin of the International Association of Engineering Geology, Vol.56, pp 19-38, (1997).

