

ZEMİN İYİLEŞTİRMEDE ENDÜSTRİYEL ATIKLARIN DAYANIMA ETKİSİİsmail ZORLUER*¹, Süleyman GÜCEK*²¹Afyon Kocatepe Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Afyonkarahisar.²Afyon Kocatepe Üniversitesi, Dazkırı Meslek Yüksek Okulu, Yapı Denetimi Bölümü, Afyonkarahisar.**Özet****Anahtar kelimeler**Alt Temel
Malzemesi, Uçucu
Kül, Granit Tozu,
Mermer Tozu,
Dayanım.

Endüstriyel imalat sonucu ortaya çıkan atıklar, depolanması veya doğaya terk edilmesi gibi yeni çevresel problemleri de beraberinde getirmektedir. Ülkemiz uçucu kül, mermer ve granit atığı açısından önemli bir potansiyele sahiptir ve bu madenlerin işlenmesi sırasında büyük ölçüde atık malzeme oluşmaktadır. Bu atıkların yeniden kazanımı için farklı alanlarda kullanımı düşünüldüğünde, ekonomik ve çevreye dost malzemeler elde edilmiş olacaktır.

Bu çalışmada alt temel malzemesi olarak kullanılan agregada, granit tozu-uçucu kül (GT-UK) ve granit tozu-mermer tozu (GT-MT) karışımları uygulanmıştır. Optimum su muhtevasında hazırlanan numuneler 1 ve 7 günlük küre bırakıldıktan sonra eksenel basınç deneyine tabi tutulmuştur. Kürde bekletilen MT+GT karışimli numuneler, katkısız şahit numuneye göre sürekli bir dayanım azalmasına sebep olmuştur. Kürde bekletilen UK+GT karışimli numunede ise %5UK+%10GT karışımında maksimum değer elde edilirken diğer karışım oranlarındaki numunelerde ise dayanım azalmaları görülmüştür.

THE STRENGTH EFFECT OF THE INDUSTRIAL WASTE ON SOIL STABILIZATION**Abstract****Keywords**Subbase Material,
Fly Ash, Granite
Dust, Marble Dust,
Strength.

The waste that is left behind after the industrial production, brings new problems like storing or leaving it in the nature. Our country has a big potential of fly ash, marble and granite waste and a great deal of waste is revealed into the nature during the processing of these mines. Once different uses of these waste is considered for recycling, economic and nature friendly materials will be produced.

In this study, granite dust-flying ash (GD-FA) and granite dust-marble dust (GD-MD) mixtures are applied as subbase material aggregate. This materials prepared in optimum water content, are applied to an axial compression test after being left in a cure for 1-7 days. The MD+GD mixture samples left in the cure, showed a continuous strength decrease as opposed to pure witness sample. While in the FA+GD mixture samples left in the cure gave a maximum value of 5%FA+10%GD, in the other mixture samples with different mixture ratio the strength decrease is observed.

© Afyon Kocatepe Üniversitesi

1. Giriş

Gelişen teknolojinin sonucu olarak doğal kaynaklarımız hızla tükenmeye başladığı gibi bunun sonucunda da atık oluşumu artmış ve bu atıklar çevremizi tehdit eder hale gelmiştir. Atıkların depolanması veya bertaraf edilmesi günümüzün en önemli araştırma konuları arasındadır. Özellikle önemli miktarlarda hammadde gereksinimi olan

inşaat sektörü bu tip atıkların değerlendirilmesi ve bu yolla bertaraf edilmesi açısından bazı bilim insanları ve çeşitli kurumlar tarafından önemli bir seçenek olarak görülmektedir (Okagbue ve Onyeobi, 1999; Terzi, 2000; Zorluer ve Usta, 2003; Gürer vd., 2005; Yılmaz ve Süttaş, 2008; Yıldız, 2008).

Son yıllarda, Ülkemizde hızla artan enerji ihtiyacı kömür ile çalışan termik santrallerin yaygınlaşmasını

kaçınılmaz hale getirmiştir. Bu santraller genellikle diğer alanlarda kullanım imkanı bulunmayan düşük kalorili kömür yataklarının yakınına kurulmakta ve her biri yanma sonucu ortaya çıkan uçucu küller nedeniyle önemli çevre sorunlarına yol açmaktadır. Günümüzde mermer ve granit sektörüne olan talebin hızla artması, bu işletmelerin büyüklüğü ve yoğunluğuna bağlı olarak çamur ve parça mermer atıkları açığa çıkmaktadır. Bu atıkların kullanılabilir tarım arazilerine boşaltılması çevre, sağlık ve doğal görünümü bozucu etki yapmakta ve çevrecilik açısından olumsuz bir tepki oluşturmaktadır (Gücek ve Zorluer, 2013).

Yeni taş ocaklarının açılmasıyla ilgili olarak birçok ülke sıkı yaptırımlar uygulamaya başlamış tüm bunlara ilaveten kaliteli agrega kaynakları da giderek tükenmeye yüz tutmuştur. Bunun tabii bir sonucu olarak bazı ülkelerde deniz altlarından agrega temin edilmeye başlanmış, taşıma masraflarının da artışı birim maliyetlerin yükselmesine neden olmuştur. Tüm bu etkenler değerlendirildiğinde atıkların yol tabakalarında kullanılması iyi bir seçenek olarak gözükmemektedir (Yılmaz ve Süttaş, 2008; Akbulut vd., 2012). Yol tabakalarında çeşitli atıkların kullanılabilmesi bir çok araştırmacı tarafından belirtilmiştir. (Okagbue ve Onyeaobi, 1999; Terzi, 2000; Zorluer ve Usta, 2003; Gürer vd., 2005; Akbulut ve Gürer, 2007).

Yıldız (2008) yapmış olduğu çalışmada mermer atıklarının yol tabakalarında kullanımını araştırmıştır. Mermer Toz Atıkları; kil ve kil-çakıl içeren zemin ile karışım yapıldığı zaman plastisite ve permeabiliteyi düşürdüğü ve maksimum kuru yoğunluğu artırdığı için %20 oranında stabilizasyonda kullanılabilir olduğu belirlenmiştir.

Kararlı bir üstyapı malzemesinden, üzerine gelen yükler altında aşırı deformasyon yapmaması, dayanıklı olması, ayrışmaması ve hava koşulları doğrusunda bu özelliklerinin değişmemesi beklenir. Zeminlerin dirençlerini arttırmak veya belirli koşullarda sahip oldukları direnci her türlü hava koşullarında korumak ve aynı zamanda

değişken yük ve iklim koşullarının zararlı etkileri altında uzun zaman dayanılacak hale getirilmelerini sağlamak amacı ile zeminlerin katkı maddeleri ile karıştırılarak kararlı hale getirilmeleri işlemine stabilizasyon denir. Çeşitli stabilizasyon metotları mevcuttur. Zeminler sınıflarına ve diğer özelliklerine göre kireç, portland çimentosu ve bitümlü bağlayıcı ile stabilize edilirler (Umar ve Ağar, 1985).

Bu çalışmada Afyon-İscehisar bölgesinin mermer atığı, Manisa-Soma bölgesinin uçucu külü ve İzmir Çimstone Fabrikası atık granit çamurunun yol alt temel stabilizasyonunda kullanılıp kullanılmayacağı araştırılmıştır.

2. Materyal ve Metot

2.1. Materyal

Çalışmada Afyonkarahisar İscehisar'dan temin edilen kireçtaşı kökenli temel malzemesi kullanılmıştır. Stabilizasyon amaçlı endüstriyel atıklar olarak uçucu kül, mermer tozu ve granit tozu kullanılmıştır. Endüstriyel atıkların kimyasal özellikleri aşağıda verilmiştir.

Kullanılan uçucu külün kimyasal kompozisyon bakımından F sınıfı bir küldür. Özgül ağırlığı ise 2,70 gr/cm³'dür. Mermer tozunun özgül ağırlığı 2,56 gr/cm³, granit tozunun özgül ağırlığı ise 2,42gr/cm³'dür. Kullanılan endüstriyel atıkların kimyasal bileşimi Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 2.1. Numunelerin Kimyasal Bileşimi

Bileşen	Mermer Tozu (%)	Granit Tozu (%)	Uçucu Kül (%)
Nem	-	3,83	-
A.Z.	44,52	8,26	-
CaO	54,5	0,58	10,51
SiO ₂	0,2	89,30	48,28
Al ₂ O ₃	0,07	0,19	27,72
Fe ₂ O ₃	0,11	0,23	7,19
MgO	0,3	0,46	-

SO ₃	-	0,06	3.16
Na ₂ O	0,01	0,37	-
K ₂ O	0,01	0,06	-
Ti ₂ O ₂	-	-	1.28
Mgv	-	-	2.52
P ₂ O ₅	0,02	-	0.27

2.2. Yöntem

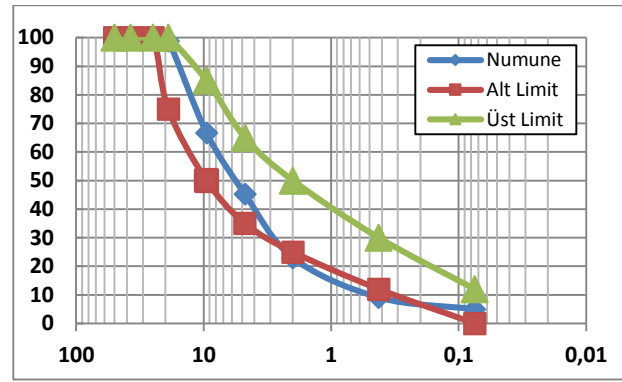
Çalışma agrega ve zemin deneyleri olmak üzere iki kısımdan oluşmaktadır. Agrega deneyleri olarak birim hacim ağırlık, Los Angeles aşınma ve Darbelenme deneyleri yapılmış ve temel malzemesi olarak TCK 2006 şartnamesi için uygun bir malzeme olduğu anlaşılmıştır. Los Angeles deneyi; kaplamalarda kullanılacak agregaların kompaksiyon ve trafik yükleri altında kırılma ve aşınmaya karşı direncini tespit etmek amacıyla ASTM C 131-89 (1992)'a göre yapılmıştır. Çalışmada kullanılan agreganın elek analizleri ASTM C 136-84 a'ya göre yapılmıştır.

Zemin deneyleri olarak standart proktor ve serbest basınç deneyleri gerçekleştirilmiştir. Serbest basınç deneyi için iki seri halinde %5UK+%10GT, %10UK+%20GT, %15UK+%30GT ve %5MT+%10GT, %10MT+%20GT, %15MT+%30GT olmak üzere her bir karışım için iki adet numune üretilmiştir. Numuneler 1 ve 7 günlük kür sonunda serbest basınç deney cihazında kırılmıştır.

3. Bulgular

3.1. Agrega Fiziksel Özellikleri

Yapılan deney sonuçlarına göre, agrega numunesinin gevşek birim hacim ağırlığı 1,74 gr/cm³, sıkışık birim hacim ağırlığı ise 1,93 gr/cm³'tür. Los Angeles aşınma kaybı %22,58 bulunmuştur. Bu sonuca göre şartnamenin belirttiği % 35 kritik değerinin altındadır. Agrega darbelenme deneyinde numune kaybı % 9,70 olarak bulunmuştur ve sonuç şartnamenin belirttiği % 18 sınır değerinin altındadır.

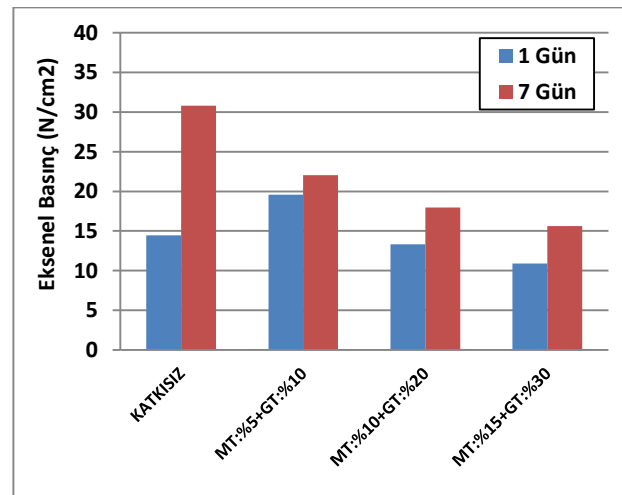


Şekil 3.1. Agrega Numunesinin Granülometrisi

3.2. Serbest Basınç Dayanım Deneyi Sonuçları

Mermer tozu ve Granit tozunun üstyapının mukavemetine etkisini ve özellikle bu etkinin kür süresine bağlı olarak değişimini belirlemek amacıyla karşımlarına optimum su ilave edilerek numuneler hazırlanmıştır. 1 ve 7 günlük kürlere tabi tutulan numuneler üzerinde serbest basınç deneyi yapılmıştır.

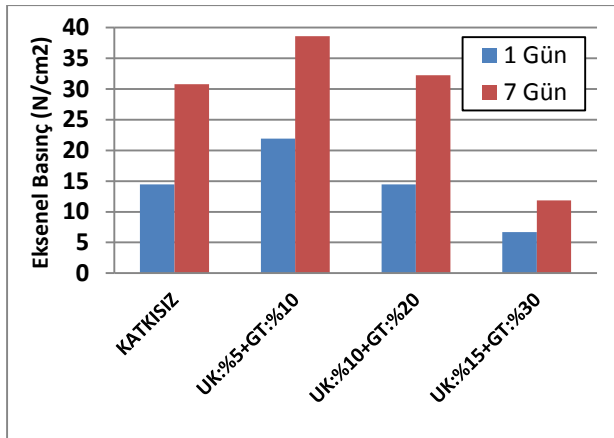
Şekil 3.2'ye göre, numunelerin 1 ve 7 günlük kür süreleri sonunda elde edilen serbest basınç dayanım değerlerinde, katkı miktarı artışına göre bir azalış gözlemlenmiştir. Mermer tozu ve granit tozu katkılı numuneler, katkısız numunelere göre sürekli bir azalış görülmektedir.



Şekil 3.2. MT+GT karışımlarının eksenel basınç değerleri

Kür sürelerine göre aksel basınç dayanım değişimine bakıldığında, 7 günlük kür süresinde dayanım artışı olduğu gözlemlenmiş fakat tüm numunelerde katkıların dayanıma etkisi olumsuz yönde olduğu görülmüştür. Mermer tozu ve granit tozu tüm karışımlarda en düşük dayanım değeri yaklaşık 11 N/cm² ile 1 günlük MT%15+GT%30 numunesinde görülürken, en yüksek değer ise yaklaşık 31 N/cm² ile 7 günlük katkısız numunede görülmüştür.

Şekil 3.3'e göre, uçucu kül ve granit tozu katkıları ile dayanım artışı belirli noktaya kadar olmuştur. Şekil 3.3'e bakıldığında UK%5+GT%10 karışımında yaklaşık 39 N/cm² ile maksimum değere ulaşmış ve dayanıma olumlu yönde katkı sağlamıştır. Maksimum değerdeki karışım oranlarının arttırılmasıyla beraber dayanımda azalmalar görülmüştür.



Şekil 3.3. UK+GT karışımlarının aksel basınç değerleri

1 ve 7 günlük kür sürelerine göre basınç dayanım değişimi karşılaştırıldığında, 7 günlük kür süresine tabi tutulan tüm numunelerde beklenildiği gibi dayanım artışı olduğu gözlemlenmiştir. Uçucu kül ve granit tozu tüm karışımlarında en düşük dayanım değeri yaklaşık 7 N/cm² ile 1 günlük UK%15+GT%30 numunesinde görülürken, en yüksek değer ise yaklaşık 39 N/cm² ile 7 günlük UK%5+GT%10 karışımında görülmüştür.

Uçucu külün puzolanik etki yaptığı daha önce yapılan çalışmalarda da görülmüştür (Zorluer ve Demirbaş, 2013). Uçucu kül-granit tozu karışımlarında oluşan gerilme artışlarının büyük oranda uçucu külden kaynaklandığı görülmektedir. Sonuç olarak, granit tozu-mermer tozu karışımları bir dayanım artışı oluşturmamıştır.

4. SONUÇLAR

Uçucu kül-granit tozu karışımları, mermer tozu-granit tozu karışımlarına göre dayanıma daha olumlu etki yaptığı görülmüştür. Bu etkinin uçucu külden kaynaklandığı ifade edilebilir.

Çünkü granit tozu-mermer tozu karışımlarında bu etki gözlenmemiştir.

Dayanım artışında en etkili karışım oranının UK%5+GT%10 karışımı olduğu görülmüştür.

Bu araştırma neticesinde atıkların, katkı maddesi olarak yol alt temel tabakalarının iyileştirilmesinde kullanılabileceği ve bununla çevre korunması ve sürdürülebilirlik gibi açılardan faydalı olacağı düşünülmektedir.

Kaynaklar

Okagbuea C.O., Onyeobi, T.U.S, (1999), Potential Of Marble Dust To Stabilise Red Tropical Soils For Road Construction. Engineering Geology, (53) 371-380.

Zorluer, İsmail., Usta, Mürsel., (2003), Zeminlerin Atık Mermer Tozu İle İyileştirilmesi, Türkiye İv. Mermer Sempozyumu Bildiriler Kitabı, Ss 305-311, Afyon.

Zorluer, İ., Gücek, S., (2013), The Effects Of Marble Dust And Fly Ash On Clay Soil, Science And Engineering Of Composite Materials, 21(1), Ss.59-67.

Yılmaz A., Süttaş İ., (2008), Ferrokrom Cürufunun Yol Temel Malzemesi Olarak Kullanımı, İmo Teknik Dergi, Ss.4455-4470, Yazı:294.

Yıldız, A.Hüsrev. (2008), Mermer Atıklarının Yol İnşaatında Değerlendirilmesi, Doktora Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği A.D., 172s.

Akbulut, Hüseyin., Gürer, Cahit. (2007), Use Of Aggregates Produced From Marble Quarry Waste In

Asphalt Pavements, Building And Environment, 42:1921–1930.

Umar, Faruk., Ağar, Emine., (1985), Yol Üstyapısı.

Zorluer, İ., Demirbaş, A., (2013), Use Of Marble Dust And Fly Ash In Stabilization Of Base Material, Science And Engineering Of Composite Materials, 20(1), Ss.47-55.