

KİLLİ BİR ZEMİNİN TUNÇBİLEK UÇUCU KÜLÜ KULLANILARAK STABİLİZASYONU

H. Suha AKSOY
F.Ü. Mühendislik Fakültesi,
İnşaat Mühendisliği
Bölümü,Elazığ
saksoy@firat.edu.tr
(424) 237 00 00-5409

Mehmet YILMAZ
F.Ü. Mühendislik Fakültesi,
İnşaat Mühendisliği
Bölümü,Elazığ
myilmaz23@gmail.com
(424) 237 00 00

E. Esen AKARSU
F.Ü. Maden M.Y.O.
Elazığ
engur@mynet.com
(424) 218 17 78

STABILIZATION OF A CLAYEY SOIL WITH TUNÇBİLEK FLY ASH

ABSTRACT

In this paper, the stabilization of a clayey soil with Tunçbilek fly ash was researched. Samples were prepared by using four different replacement amounts of 0%, 3%, 5% and 10% by weight of soil. All samples were prepared at optimum moisture content. All samples were sheared 1 day, 7 day and 30 day after preparation. Unconfined compression test were conducted on these samples. While plasticity of the soils not seriously affected by fly ash addition, optimum moisture content and strength of samples are increased.

ÖZET

Bu çalışmada killi bir zemin, Tunçbilek uçucu külü ile stabilize edilmiştir. Killi zemine %0, %3, %5 ve % 10 oranlarında uçucu kül katılarak dört farklı numune elde edilmiştir. Optimum su muhtevasında hazırlanmış her bir numune üzerinde 1 günlük, 7 günlük ve 30 günlük serbest basınç deneyleri yapılmıştır. Uçucu kül ilavesi ile, zeminin plastisitesi pek değişmezken, optimum su muhtevası ve serbest basınç mukavemeti artan uçucu kül oranı ile artmıştır.

GİRİŞ

Son yıllarda zeminlerin stabilize edilmesi için pek çok araştırma yapılmaktadır. Yapılan ilk araştırmalarda bitkisel malzemeler zemine katılarak zemin stabilize edilmeye çalışılmıştır. Yakın zamanda yapılan araştırmalarda ise kimyasal içerikli atık malzemelerle zemin stabilizasyonu daha fazla uygulama alanı bulmuştur. Atık halde olan malzemelerin zemin stabilizasyonunda kullanılması hem çevre kirliliğine sebep olabilecek atık malzemelerin değerlendirilmesini sağlamakta hem de maliyet açısından avantajlar getirmektedir. (Aytekin, 2002)

Uçucu kül, termik santrallerde kömürün yakılmasıyla oluşan gazların atmosfere bırakılmadan önce bacalardaki filtreler tarafından tutulan silt ebadında parçacıklardır (Malhotra ve Ramezaniapour, 1994). Tüm Dünyada, elektrik enerjisi üretimi için güç santrallerinde, katı fosil yakıtlar kullanılmaktadır. Artan enerji ihtiyacı ve buna bağlı olarak artan kömür tüketimi, kömürün yanması esnasında atık olarak elde edilen malzeme miktarının da artmasına neden olmaktadır (Van der Vaart, 1996).

Düşük kalorili linyit kömürlerinin yakıldığı termik santrallerde, elektrik üretimi sırasında toz haldeki kömürün yanması sonucu baca gazları ile sürüklenen ve elektrostatik filtreler yardımı ile tutularak atmosfere çıkışı önlenen mikron boyutunda kül tanecikleri meydana gelmektedir. Endüstriyel bir atık olan ve uçabilen bu küllere, uçucu kül adı verilmektedir.

AMAÇ

Bu çalışmada Tunçbilek Termik Santralinden sağlanan uçucu kül kullanılarak killi bir zemin stabilize edilmeye çalışılmıştır. Çeşitli yüzdelerde uçucu kül katılarak hazırlanmış numunelerin plastisite indisi, optimum su muhtevası ve serbest basınç dayanımı özelliklerinin değişimi belirlenmiştir.

Çalışmada Kullanılan Zeminin ve Uçucu Külün Özellikleri

Elazığ ili Sürsürü mahallesinden alınan açık kahve renkli killi zeminin bazı özellikleri laboratuvarında belirlenmiş ve Tablo1.'de verilmiştir.

Tunçbilek termik santralinde, yılda 2.350.000 ton kömür elektrik üretmek amacıyla yakılmakta ve yanma sonrası atık olarak kalan 854.670 ton uçucu külün yaklaşık %63' elektrostatik filtrelerde baca gazından tutulmaktadır. Yakma esnasında elde edilen bu atık malzemenin yalnız %1.4' satılmakta geri kalan kısmı ise stok sahasına gönderilmektedir (Kurama, 1999). Bu uygulama artan kömür tüketim oranlarına bağlı olarak hem evre kirliliğinin, hem de stoklama için daha fazla alan ihtiyacı sebebiyle stoklama maliyetinin artmasına sebep olmaktadır.

Tablo 1.Deneylerde kullanılan zemine ait zellikler

Doėal birim hacim ağırlığı (γ_n , kN/m ³)	19.3
Dane birim hacim ağırlığı (γ_s)	2.65
Doėal su muhtevası (w, %)	24.8
Optimum su muhtevası (w_{opt} , %)	21.5
Maksimum kuru birim hacim ağırlığı (γ_{kmaks} , kN/m ³)	15.9
Likit limit (w_L , %)	49
Plastik limit (w_p , %)	24.5
Plastisite indisi (I_p , %)	24.5
Serbest basınç dayanımı (rselenmemiő) (c, kN/m ²)	17.05

Tunçbilek uçucu külünün kimyasal ve fiziksel zellikleri Tablo 2.'de görülmektedir. Kullanılan zeminin ve uçucu külün granülometri eğrileri ise şekil 1.'de verilmiştir.

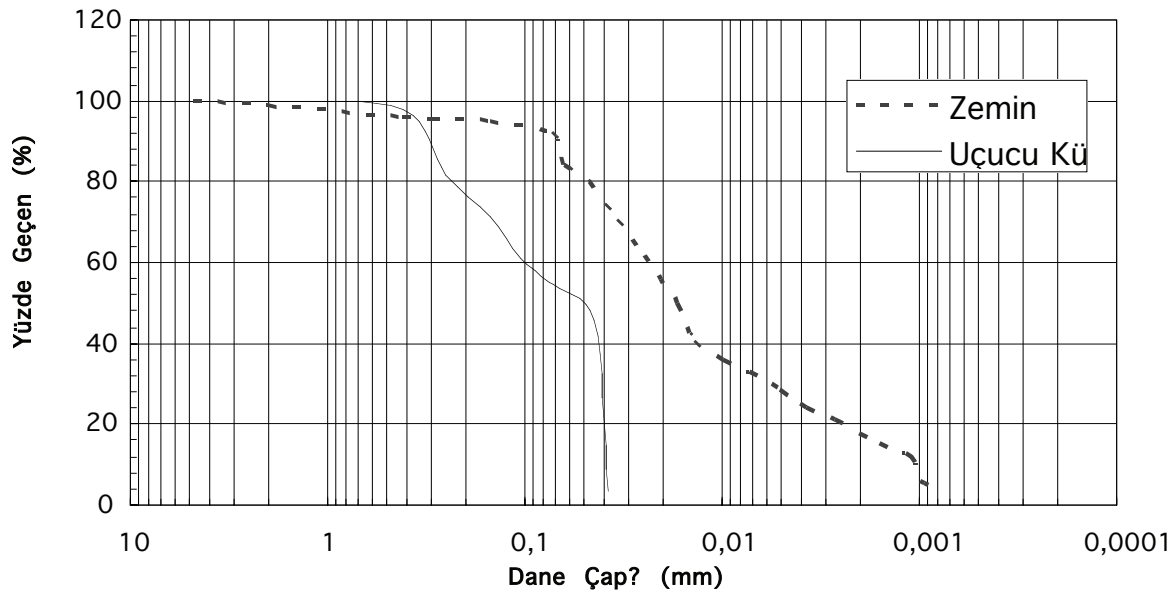
Tablo 2. Tunçbilek Uçucu külünün kimyasal ve fiziksel zellikleri (Yılmaz, 2004).

	SiO ₂ (%)	CaO (%)	Al ₂ O ₃ (%)	Fe ₂ O ₃ (%)	MgO (%)	SO ₃ (%)	K ₂ O (%)	K.Kaybı (%)	zgl Ağırlık	zgl Yüzey (cm ² /gr)
Tunçbilek Uçucu Külü	58.82	2.18	19.65	10.67	3.92	0.48	1.9	0.9	2.08	3812

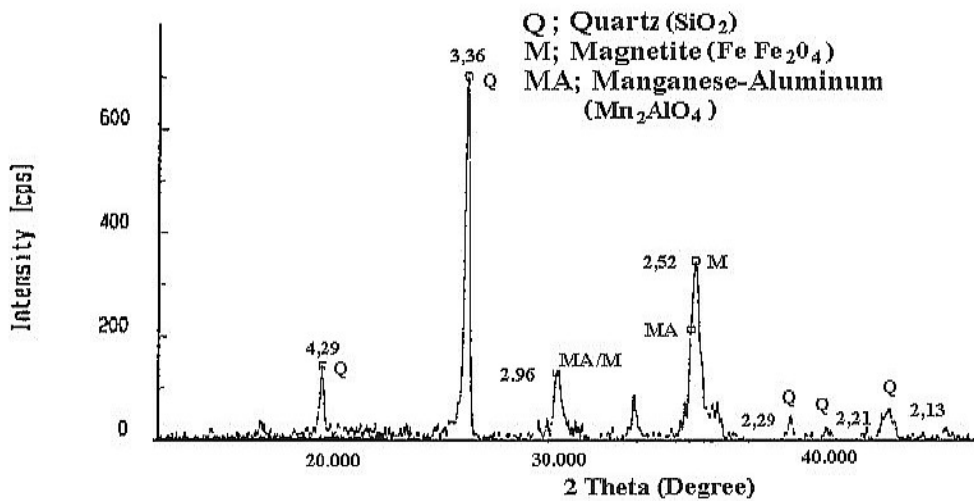
Numunenin mineralolojik kompozisyonunun belirlenmesi amacıyla daha önceden yapılmıő olan x-ışınları analizi, alümina silikat camsı faz, kuvars ve magnetit ana kristal fazları tespit edilmiştir (şekil 2). Bu gözlem daha önce Tokyay ve Arkadaőları (1998) tarafından Türkiye termik santrallerinden elde edilen uçucu küllerin minerolojik analiz verileri ile uyıőmaktadır.

Numunelerin Hazırlanması

Deneysel çalışmada Tunçbilek uçucu külünün zemine eklenmesi ile zeminin serbest basınç mukavemetinin nasıl değiştiğini belirlemek için karışıma giren zemin ağırlığının %0, %3, %5 ve %10 oranlarında uçucu kül zeminle karıştırılarak numuneler hazırlanmıştır. Her karışım oranındaki numuneler standart proktor deneyine tabi tutularak optimum su muhtevaları belirlenmiş ve mukavemet deneyleri optimum su muhtevasında hazırlanmış numuneler kullanılarak yapılmıştır. Her karışım oranındaki numunelerden 9 adet hazırlanmıştır. Hazırlanan bu numunelerin 3'ü 24 saat sonra, 3'ü 7gün sonra ve geri kalan 3 numune ise 30 gün sonra serbest basınç deneyine tabi tutulmuştur.



Şekil 1. Zemine ve uçucu küle ait granülometri eğrileri (Kurama ve diğ. 1999).



Şekil 2. Tunçbilek uçucu külünün X-Ray Difraktogramı (Kurama ve diğ. 1999).

DENEY YÖNTEMİ VE SONUÇLAR

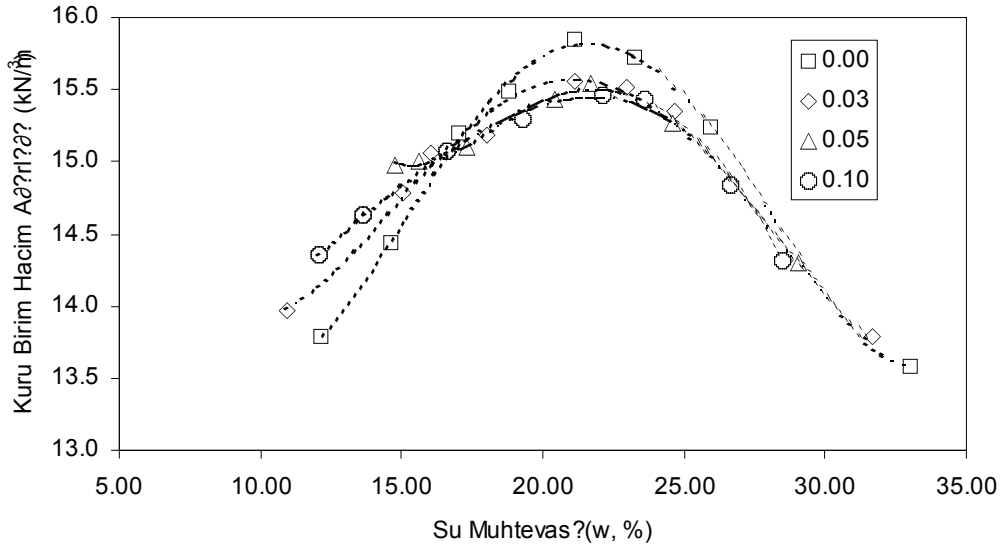
Hazırlanan numunelerin kıvam limitleri, optimum su muhtevaları ve maksimum kuru birim hacim ağırlıkları Tablo 3.'de verilmiştir. Optimum su muhtevası eğrileri Şekil 2.'de görülmektedir. Deney numunelerinin uçucu kül içeriği ile 1 günlük, 7 günlük ve 30 günlük mukavemet değişimleri Şekil 3.'de görülmektedir.

Tablo 3. Deney numunelerinin Atterberg limitleri ve proktor deneyi sonuçları

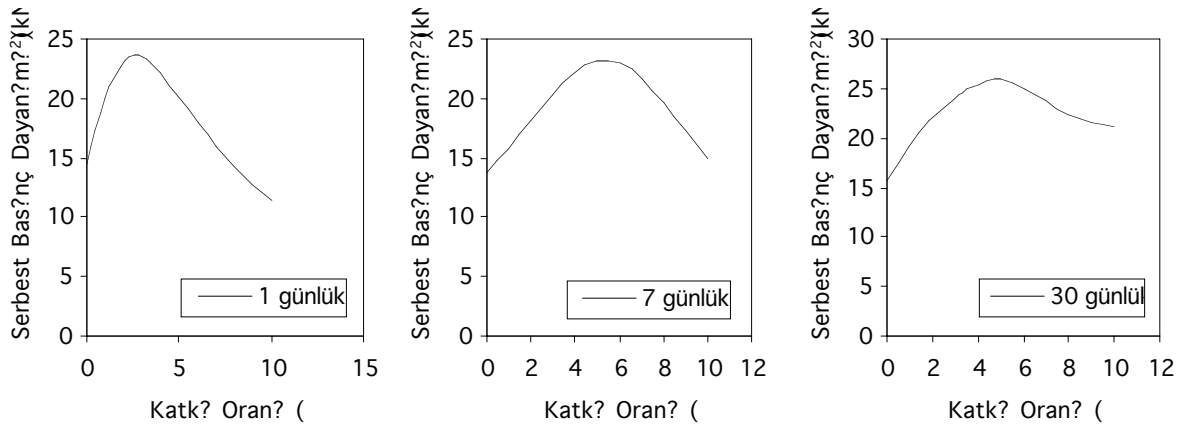
	Uçucu kül içeriği			
	% 0	% 3	% 5	% 10
Likit limit (%)	49	49	50	49
Plastik Limit (%)	24.5	21	21	21
Optimum Su Muhtevası (%)	21.5	21.5	22.5	23
Maks. Kuru Birim Hacim Ağ.(kN/m ³)	15.9	15.6	15.5	15.4

SONUÇ

Bu çalışmada Tunçbilek termik santralinin atık malzemesi olan C-tipi uçucu külün, killi zeminlerin mekanik özelliklerine katkısı incelenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre %3 civarında uçucu kül ilavesi ile mukavemet değerinin, örselenmemiş numuneye göre yaklaşık %35 civarında arttığı belirlenmiştir. Bu artış yeniden hazırlanmış numunelerde daha da yüksek (~%60) elde edilmiştir. 7 günlük ve 30 günlük numunelerde ise %5 uçucu kül ilavesinin, en büyük mukavemet artışına sebep olduğu belirlenmiştir. Bu çalışmada 30 günlük mukavemetlere göre çıkarımlar yapılmasına rağmen, puzolanik özellikli malzemelerin genellikle 90 günlük mukavemetlerinde belirgin artış gözlemlendiği bilinmektedir. Uçucu kül ilavesi ile kıvam indisleri değişmezken maksimum kuru birim hacim ağırlıklarında azalmalar görülmüştür. Uçucu külün düşük özgül ağırlığı nedeniyle killi numunelerde maksimum kuru birim hacim ağırlığı bir miktar düşmüştür. Uçucu kül miktarı arttıkça numunelerin optimum su muhtevaları artmıştır.



Şekil 2. Deney numunelerinin optimum su muhtevası eğrileri



Şekil 3. Numunelerin katkı oranına bağlı olarak 1günlük 7 günlük ve 30 günlük mukavemetleri

KAYNAKLAR

1. Aytekin, M., 2002. "Zeminlerin Değirmen Artığı Malzeme ile Stabilizasyonu.", ZM9, pp.718-725.
2. Çokça, E., 2001. "Use of Class C Fly Ashes for the Stabilization of an Expansive Soil", ASCE J. of Geotechnical and Geoenvironmental Eng., Vol. 127, No.7, pp.568-573.
3. Kurama, H., Bilgiç, C. ve Kaya, M., 1999. "Evaluation of Tunçbilek Coal Fired Power Plant Flyash for Industrial Usage.", J. of Ore Dressing, Vol.1, issue 2, pp. 55-62.

4. Malhotra, V. M. & Ramezaniapour, A. A. (1994) “Fly Ash in Concrete”, CANMET Report MSL 94-45 (IR), Canada Centre for Mineral and Energy Technology, Second Edition.
5. Şenol, A., Shafique, S.B, Edil, T. ve Benson, C.H., 2003. “Use of Class C Fly Ash for the Stabilization of Soft Subgrade” ARI The Bulletin of the Istanbul Technical University, Vol.53, pp. 89-95
6. Tan, O., İyisan, R. ve Çakır, M., 1999. “Effects of Fly Ash Admixture on the Mechanical Behaviour of Silty Clay” Proceedings of XII.Europan Conference of Soil Mech. and Geotechnical Engineering, pp. 1-6.
7. Yılmaz, A., 2004. “Puzolan Katkılı Çimentoların Beton Olgunluğuna Etkisi”, P.Ü. Müh. Fak. Mühendislik Bilimleri Dergisi, Cilt 10, Sayı 3, pp. 381-387.