

Lastik Atık Katkılı Zeminlerde CBR Değerinin Araştırılması

Merve ERGİNER¹, Orhan KAHRAMAN¹, Ahmet Batuhan ERSİN¹, Yakup TÜREDİ¹, Murat ÖRNEK^{1*}

¹ İnşaat Mühendisliği Bölümü, İskenderun Teknik Üniversitesi, İskenderun, Hatay, Türkiye

YAYIN BİLGİSİ

Tarihçe:

Alınış: Aralık 2019
Kabul: Aralık 2019
Online Yayınlanma: Aralık 2019

Anahtar Kelimeler:

CBR deneyi
Lastik atık
Zemin iyileştirme

ÖZET

Zeminlerin özelliklerini istenilen bir mühendislik uygulamasına yönelik olarak iyileştirebilmek için literatürde çeşitli yöntemler mevcuttur. Bu yöntemlerden biri de zemine katkı maddeleri ilave ederek zeminin mühendislik özelliklerini iyileştirmektir. Mühendislik uygulamalarında katkı maddesi kullanmak her zaman çok ekonomik olmamaktadır. Ancak atık olarak ortaya çıkan ürünler zeminleri iyileştirmede kullanılabilir olduğunda hem ekonomi sağlanmakta hem de söz konusu bu atık ürünlerin doğaya ve çevreye zarar vermesinin önüne geçilebilmektedir. Bu amaçla, çalışma kapsamında ayakkabı sanayisinde lastik atık olarak adlandırılan poliüretan malzemesi küçük parçalar halinde zemine farklı oranlarda katılarak zeminin CBR değeri araştırılmıştır. Zemine hacimce %0, %5, %10, %20, %25, %50 ve %75 oranlarında lastik katkı ilave edilerek CBR deneyleri yapılarak 2.5mm ve 5.0mm penetrasiyona karşılık yük değerleri elde edilmiştir. Deneyler sonucunda zemine %20 oranına kadar lastik katkı ilavesiyle taşıma gücünde belirli bir artış meydana geldiği görülmüştür.

Investigation of CBR Value in Soil with Tire Waste Additive

ARTICLE INFO

History:

Received: December 2019
Accept: December 2019
Available online: December 2019

Keywords:

CBR test
Tire waste
Soil improvement

ABSTRACT

There are various methods in the literature to improve the properties of soils for a desired engineering application. One of these methods is to improve the properties of the soil by adding additives to the soil. It is not always very economical to use additives in engineering applications. However, these waste products can be used to improve the soils for economical and environmental purposes. For this purpose, the so-called rubber waste in the shoe industry, the polyurethane material was added to the soil in different proportions and the CBR value of the ground was investigated. 0%, 5%, 10%, 20%, 25%, 50% and 75% by volume rubber additives were added to the soil and CBR tests were performed and the load values of 2.5mm and 5.0mm displacement were obtained. As seen that there was a certain increase in the bearing capacity with the addition of up to 20% rubber additive to the soil.

1. Giriş

Zeminlerin özellikleri, üzerine inşa edilecek yapıların tasarımında göz önüne alınması gereken önemli bir konudur. Dayanıklı ve sağlam bir yapı inşa edebilmek için zeminin iyi tanınması gerekmektedir. Bu da ancak iyi bir zemin etüdü ile mümkün olmaktadır. Zemin etüdü ile zeminde karşılaşılabilecek sorunlar önceden belirlenebilmektedir. Karşılaşılan sorunlar bazen

yapı inşa yerinin ya da projenin değişmesine bazen de zeminde iyileştirmeye gidilmesine neden olmaktadır.

Zeminde iyileştirme yaparak yapı için elverişsiz olan bir zemin ortamının özellikleri değiştirilebilmektedir. Zemin özelliklerini değiştirebilmek amacıyla literatürde çeşitli yöntemler mevcuttur. Ancak her yöntem her zemin türünde uygulanamayabilir. Uygulanacak

yöntemin belirlenmesinde zemin koşulları, çalışma sahası, ekipman, yöntemin çevreye etkisi ve ekonomi gibi parametreler önemlidir. Zemin iyileştirme, zeminde kuyular açılarak bu kuyuların çimento harcı, kırmataş vb. malzemelerle doldurularak sıkıştırılması ile yapılabildiği gibi zemine katkı maddeleri ilave edilerek de gerçekleştirilebilir. Fedakar ve Güllü [1] tarafından yapılan çalışmada farklı oranlarda hazırlanan atık su çamuru külü-kaba daneli zemin karışımlarının CBR performansı incelenmiştir. Bu çalışma ile %15'e kadar atık su çamuru külünün kaba daneli zeminlere ilavesiyle doğal zeminin CBR performansının arttığı görülmüştür. Selekoğlu ve ark. [2] tarafından yapılan çalışmada ise, demir çelik endüstrisinde elde edilen çelikhane cürufunun kil zeminlere ilave edilmesiyle zeminin endeks ve mukavemet özelliklerindeki değişimler araştırılmıştır. Yapılan çalışma ile belirli oranlarda çelikhane cürufu katkısıyla kil zeminin endeks ve mukavemet özelliklerinde iyileşmeler olduğu görülmüştür.

Cömert ve Ural [3] tarafından yapılan çalışma ile mermer tozunun kaolen/bentonit karışımı şişme potansiyeli olan bir zemin üzerinde kürsüz ve kürlü, kuru ve yaş şartlarda, kıvam limitlerine ve CBR değerine etkisi araştırılmıştır. Bu kapsamda mermer tozu katkılı karışımlarda kürsüz, 7 gün kürlü ve 24 gün kürlü durumda kuru CBR, şişme yüzdesi ve yaş CBR deneyleri yapılmıştır. Sonuçta kürlü ve kürsüz karışımlarda yaş CBR değerinin kuru CBR değerinden %50 oranında daha az olduğu, 28 gün kürlü karışımlarda %5 mermer tozu katkılı zeminde en yüksek yaş ve kuru CBR değerini verdiği ve mermer tozu oranı arttıkça plastikliğin azaldığı görülmüştür.

Ordu ve ark. [4] tarafından yapılan çalışmada, öğütülmüş atık lastik parçalarından oluşan katkı malzemelerinin kumlu zemine karıştırılmasıyla CBR karakteristiklerinin değişimi incelenmiştir. Farklı su muhtevalarındaki zemin numunelerine ağırlıkça %0, %1 ve %2 granül atık lastik karıştırılarak CBR deneyleri yapılmıştır. Deneyler sonucunda öğütülmüş atık lastik oranlarının artmasıyla kumlu zeminde CBR değerlerinde artış olmadığı aksine azalmalar olduğu sonucuna varılmıştır.

Bu çalışma kapsamında katkı maddesi ilave edilerek zeminin taşıma gücünün artırılması amaçlanmıştır. Katkı maddesi olarak atık bir ürün kullanılmıştır. Ayakkabı sanayisinde lastik atık olarak adlandırılan poliüretan malzemesi küçük parçalar halinde zemine katılarak taşıma gücünün artırılması için seri deneyler yapılmıştır. İlk

olarak, deneylerde kullanılan zeminin endeks özelliklerinin tayini için elek analizi, piknometre deneyi ve sıkılık deneyleri, daha sonra da zemine farklı oranlarda lastik atık katkısı ile standart proktor deneyleri yapılmıştır. Bu deneyler sonucunda lastik atık katkılı zeminlerin maksimum kuru birim hacim ağırlık ve optimum su muhtevası değerleri belirlenmiştir. Belirli oranlarda lastik atık katkılı olan zeminler optimum su muhtevalarına getirilerek CBR deneyleri yapılmıştır. Deneylerde 2.5mm ve 5.0mm deformasyona karşılık gelen yük değerleri okunmuştur. Deney sonuçları, zemine hacimce %20 oranına kadar lastik katkı ilave edildiğinde zeminin taşıma gücünün arttığını göstermiştir.

2. Deneysel Çalışmalar

Zeminin mühendislik özelliklerini belirlemek için elek analizi, sıkılık deneyi ve piknometre deneyi yapılmıştır. Yapılan deneyler sonucunda zeminin Birleştirilmiş Zemin Sınıflandırma Sistemi (USCS)'ye göre kötü derecelenmiş kum (SP) zemin sınıfına girdiği, orta sıkı durumda ve birim hacim ağırlığı 2.66 g/cm^3 olduğu belirlenmiştir. Bu zemin numunesine hacimce %0, %5, %10, %20, %25, %50 ve %75 oranlarında lastik katkı ilave edilerek standart proktor deneyleri yapılmıştır. Standart proktor deneyleri sonucunda lastik katkılı zeminlerin maksimum kuru birim hacim ağırlıkları ve optimum su muhtevası değerleri elde edilmiştir. Deneylerde kullanılan zemin numunesi Şekil 1'de gösterilmiştir.



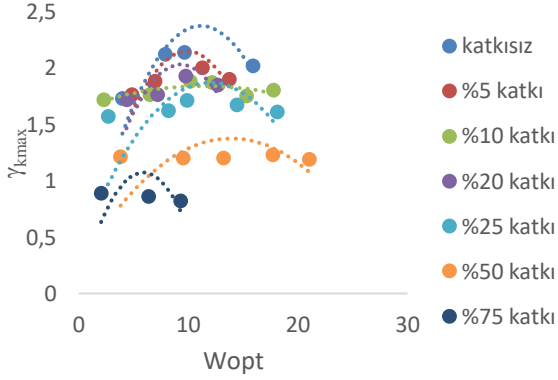
Şekil 1. Deneylerde kullanılan zemin numunesi

Farklı oranlarda lastik katkı içeren zemin numuneleri ile yapılan CBR deneylerinde zemin numuneleri optimum su muhtevasında hazırlanarak 2.5mm ve 5.0mm deformasyona karşılık yük değerleri elde edilmiştir. Zemin numunesine ilave edilen lastik katkı Şekil 2'de verilmektedir.



Şekil 2. Lastik katkı malzemesi

Şekil 1 ve Şekil 2 'de gösterilen malzemeler belirli oranlarda karıştırılarak standart proktor deneyi yapılması sonucunda Şekil 3'te verilen eğriler elde edilmiştir.



Şekil 3. Standart proktor deney grafikleri

Şekil 3'te verilen eğrilere göre farklı oranlarda lastik katkı içeren zeminler için optimum su muhtevası değerleri elde edilmiş olup Tablo 1'de gösterilmiştir.

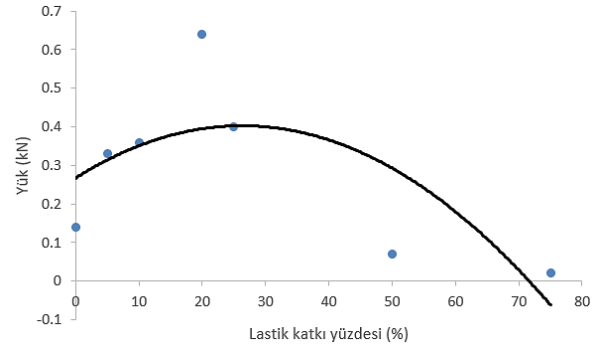
Tablo 1. Lastik katkılı zeminlerin optimum su muhtevaları

Lastik Katkı (%)	Su muhtevası (%)
0	7.725
5	9.775
10	10.05
20	10.10
25	10.30
50	10.25
75	1.00

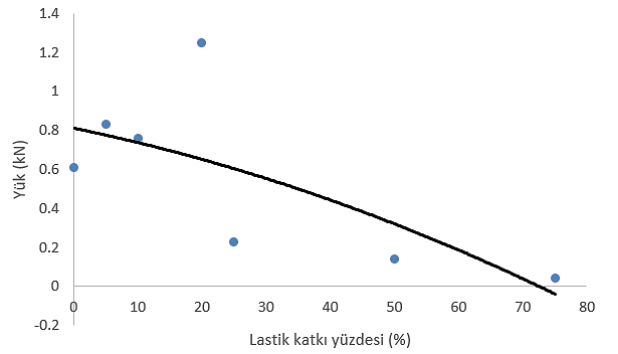
CBR deneyleri yapılırken optimum su muhtevasında hazırlanan zeminlerin sıkıştırılarak deney düzeneğine yerleştirilmesi ile boyutları sabit pistonun belirli bir derinliğe kadar batması incelenmiştir. Bu batma değeri için gerekli olan

basıncın, düzgün dane dağılımına sahip kırılma numunesinde aynı batmayı sağlayan basınca oranı (kaliforniya taşıma oranı) hesaplanmıştır. Kaliforniya taşıma oranı genellikle 2.5mm deformasyon için ifade edilse de 5.0mm'lik deformasyon değeri 2.5mm'lik oturmadan daha büyük olduğunda büyük olan değer dikkate alınmaktadır [5].

Standart proktor deneyleri sonucu elde edilen maksimum kuru birim hacim ağırlık ve optimum su muhtevalarına göre hazırlanan katkılı zeminler ile yapılan CBR deneyleri sonucu 2.5mm ve 5.0mm deformasyonlara karşılık gelen yük değerleri okunarak deformasyon-yük grafikleri elde edilmiştir. Bu grafikler Şekil 4 ve Şekil 5'te verilmiştir.



Şekil 4. 2.5mm'lik deformasyona karşılık yük grafiği



Şekil 5. 5.0mm'lik deformasyona karşılık yük grafiği

3. Sonuçlar

Bu çalışmada kötü derecelenmiş kum zemine farklı yüzdelerde lastik katkı ilave edilerek kaliforniya taşıma oranının değişimini incelemek üzere CBR deneyleri yapılmıştır. Deneyler sonucunda elde edilen bulgular aşağıda özetlenmiştir.

- Standart proktor deneyleri sonucunda lastik katkı yüzdesi arttıkça optimum su muhtevası değerinin genellikle arttığı görülmüştür. Yaklaşık %25'e varan artışlar gözlenmiştir. Örneğin optimum su

muhtevası %0 katkı durumunda %7.725 iken %50 lastik katkılı durumda %10.25'e çıkmıştır.

- Standart proktor deneyleri ile lastik katkı oranının %20'ye kadar artması sonucu maksimum kuru birim hacim ağırlık değerinin katkısız zemine göre çok fazla değişmediği görülmüştür. Ancak %20'den daha fazla lastik katkı içeren zeminlerin maksimum kuru birim hacim ağırlığının giderek azaldığı görülmüştür.
- CBR deneyleri sonucunda, lastik katkının %20 oranlarına kadar zemine ilave edilmesiyle kaliforniya taşıma oranının arttığı anlaşılmaktadır.
- %25 ve daha fazla oranda lastik katkı içeren zeminlerin taşıma gücü karakteristiğinin kötüleştiği hatta katkısız zeminden daha kötü bir duruma geldiği belirlenmiştir.
- Atık ürün olarak ortaya çıkan poliüretan (atık lastik) malzemesinin zeminlerde katkı olarak kullanılması sonucu hem atık bir ürün değerlendirilerek ekonomi sağlanmakta hem de çevreye verilebilecek zararların önüne geçilmiş olmaktadır.

Not: Bu çalışma, 13-15 Haziran 2019 tarihleri arasında İskenderun/Türkiye'de düzenlenen Uluslararası İnşaat Mühendisliği'nde İnovasyon, Sürdürülebilirlik, Teknoloji ve Eğitim Konferansında (iSTE-CE'2019) sunulmuştur.

Kaynakça

- [1] Fedakar, H. İ., Güllü, H. 2015. Atıksu çamuru külü ile kaba daneli zemin karışımının CBR performansının incelenmesi. 6.Geoteknik Sempozyumu, 26-27 Kasım 2015, Çukurova Üniversitesi, Adana
- [2] Selekoğlu, B., Akbulut, M. M., Çetiner, M., Örnek, M. ve Türedi, Y. 2015. Çelikhane cürufu katkılı zeminlerin mühendislik özelliklerinin araştırılması. 6. Geoteknik Sempozyumu, 26-27 Kasım 2015, Çukurova Üniversitesi, Adana.
- [3] Cömert, A. T., Ural, N., 2015. Mermer tozunun kil zemin özelliklerine ve CBR'a etkisi. 6. Geoteknik Sempozyumu, Çukurova Üniversitesi, Adana, Kasım 2015.
- [4] Ordu, E., Biçer, P., Ordu, Ş., Abanazoğlu, E. G. Kumlu zeminlerin iyileştirilmelerinde atık lastiklerin kullanılması üzerine bir araştırma. Aksaray University Journal of Science and Engineering 2017; 1(1): 51-61.
- [5] Türedi, Y., Örnek, M., Bal, B. B., Işık, A. O. 2017. Çelikhane cürufu katkısının cbr sonuçlarına etkisinin araştırılması. 7. Geoteknik Sempozyumu, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul. Kasım 2017.
- [6] Akgün, H. Poliüretan-Karbon fiber kompozitlerin hazırlanması ve karakterizasyonu. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, 2008.
- [7] Lamba, N. M. K., Woodhouse, K. A., Cooper, S. L. Polyurethanes in biomedical applications. CRC, New York, 1998.
- [8] Çağlar G. A. Endüstriyel atık malzemelerin karayollarında kullanımı. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, 2007.
- [9] Bakkaylı, M., Örnek, M., Demir, A., Türedi, Y. 2013. Geogrid donatının cbr değerine etkisinin incelenmesi. 5. Geoteknik Sempozyumu, Çukurova Üniversitesi, Adana Aralık 2013.