

ZEMİNE GÖMÜLÜ PLAKA ANKRAJLARDA GEOSENTETİK KULLANIMININ ETKİSİ

AN EFFECT OF THE UTILITY OF GEOSYNTHETICS IN SOIL-EMBEDDED PLATE ANCHORS

Rana Gizem YALINIZ¹, Hasan Fehmi KOPUZ², Burak EVİRGEN³

ÖZET

Geoteknik Mühendisliği alanında özellikle zeminlerde geosentetik malzemelerin kullanımı bir hayli artmış ve buna bağlı olarak yenilikçi yöntemler ortaya çıkmıştır. Bulunan yöntemler içerisinde zemine gömülü yatay konumdaki plaka ankrajların geosentetik malzemelerle birlikte kullanımı çalışmanın araştırma konusu olarak seçilmiştir. Yatay plaka ankrajlar genel olarak rüzgar yükleri ve deprem etkileri gibi nedenlerle yapıların hareket etmesini veya kaymasını önlemek amacıyla kullanılsa da kapasitelerinin yetersiz kaldığı durumlarla karşılaşmaktadır. Bu durumda gömme derinliğinin artırılması, enjeksiyon kullanımı veya kesitlerin büyütülmesi gibi yöntemler tercih edilmektedir. Bu çalışmada, geogrid ile geotekstil elemanlarının yatay plaka ankrajlarla birlikte kullanılmasıyla ankraj çekme kapasitesinin değişimi incelenmiştir. 50 cm boyutlara sahip deney hücresi içerisindeki %80 sıklıkta, %3 su muhtevsındaki kuma gömülen 4 farklı çaptaki dairesel ankrajların çekme performansı; güçlendirilmemiş, geogrid ile güçlendirilmiş ve geogrid-geotekstilin birlikte kullanımı ile güçlendirilmiş durum için incelenmiştir. Deneyler sonucunda 10 cm çapındaki ankrajın çekme kapasitesindeki artış; geogrid ve geogrid-geotekstil kullanımında sırasıyla %98 ve %170 olarak gözlenirken, en verimli sonuçlar da aynı ankrajdan elde edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Geosentetik, Geogrid, Geotekstil, Plaka Ankraj, Çekme Kapasitesi

ABSTRACT

In Geotechnical Engineering, the use of geosynthetic materials especially in soils has increased considerably and accordingly innovative methods have appeared. Among the methods found, the use of horizontal plate anchors embedded in the ground together with geosynthetic materials was chosen as the research subject of the study. Although horizontal plate anchors have been generally used to prevent the moving or sliding of structures due to factors like wind loads, and seismic effects, in some situations their capa-

¹ İnş. Müh., Eskişehir Teknik Üniversitesi, gizem.yaliniz@gmail.com (Sorumlu yazar)

² İnş. Müh., Eskişehir Teknik Üniversitesi, hasanfehmi kopuz@gmail.com

³ Doç. Dr., Eskişehir Teknik Üniversitesi, burakevirgen@eskisehir.edu.tr



cities are become insufficient. In such cases, increasing of an embedment depth, using injection, or enlarging sections are preferred. In this study, the change in pull-out capacity of anchors was investigated by using geogrid and geotextile members together with horizontal plate anchors. The pull-out performances of circular shaped anchors having 4 different diameters buried in sand with 80% density and 3% water content were researched in an experimental cell has 50 cm dimensions in the cases of unreinforced, geogrid-reinforced and combined reinforced via geogrid-geotextile usage. The results showed that the increase in the pullout capacity of the 10 cm diameter anchor was observed as 98% and 170% in the use of geogrid and geogrid-geotextile, respectively, and the most efficient results were obtained from the same one.

Keywords: Geosynthetic, Geogrid, Geotextile, Plate anchor, Pullout capacity

1. Giriş

Ankrajlı sistemler, geoteknik mühendisliğinde; iksa projeleri, yer altı yapıları, derin kazılar, şev uygulamaları ve istinat yapılarında kullanılmaktadır. Bu sistemler, dönmeye karşı güvenliği artırmak, düşey yer değiştirmeleri önlemek ve yapıların sismik stabilitesini sağlamak gibi amaçlarla tercih edilir. Zemin koşullarının yetersiz olduğu ve yer altı suyunun sorun teşkil ettiği durumlarda, geleneksel iksa sistemlerinin kesitleri yetersiz kalabilir. Kesit büyütmesiyle çözüm aramak maliyeti artırabilir. Bu gibi durumlarda, ankrajlı sistemler alternatif bir çözüm sunar. Ankrajlar; çekme ankrajları, basınç ankrajları, ankraj plakaları ve kirişleri, düşey ankraj kazıkları ve ankraj çubuğu gibi farklı türlere ayrılmaktadır.

Geoteknik mühendisliğinde kullanılan yatay plaka ankrajlar, düşey veya farklı açılarda çekme kuvvetleri uygulandığında kaldırma kuvvetine karşı çalışarak bağlı buldukları yapısal elemanın zemin içerisinden sıyrılmasını engellemektedir. Zemin ankrajları, gömülü boru hatları, iletim kuleleri ve yüksek bacalar gibi yapıların özellikle rüzgar yüküne maruz kalmaları durumunda zemine gelen yukarı yönlü kaldırma kuvvetlerini askıya almak için kullanılan yapısal elemanlardır (Niroumand ve Kassim, 2014).

Literatürde, yatay plaka ankrajların zeminden sıyrılmasını engellemek amacıyla şekil, boyut, gömme derinliği, zemin koşulları ve dolgu malzemesi gibi değişkenlerin incelendiği çalışmalara rastlanmaktadır. Song vd. (2008) tarafından yapılan çalışmada, şerit ve dairesel plaka ankrajların normal konsolide killerde çekme yüküne maruz kaldığı durumdaki davranışı sonlu elemanlar analizi ile incelenmiştir. Çekme sırasında ankraj derinliğinin artmasıyla artan zemin yükü ile çekme kapasitesinin de dairesel plaka ankrajlarda daha verimli olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Aubeny ve Chi (2014) tarafından yapılan bir çalışmada kanatlı ankrajın gömülme derinliği azaltırken, çekme kapasitesine etkisi araştırılmıştır. Araştırma sonuçları kanat dışlarının dışa dönük olmasının gömülme derinliği üzerinde bir etkisinin olmadığını gösterirken, içe dönük olmasının gömülme kaybını etkili bir şekilde azalttığını ve taşıma kapasitesini de orantılı olarak arttırdığını göstermektedir. Bhattacharya (2017) yatay veya açılı şerit ankrajların çekme kapasitesinin, gömme derinliği, ankraj açısı, şev açısı ve zeminin içsel parametreleri ile doğrudan ilişkili olduğunu belirtmiştir.



Evirgen vd. (2019) gevşek ve sıkı kumlu zeminlere ek olarak killi ve siltli zeminlerde ankraj çapı ve gömme derinliğini değiştirerek toplam 52 adet çekme testi yapmışlardır. Sonuç olarak, derinlik/çap oranı arttıkça kapasitenin önce arttığı, sonra kademeli olarak azaldığı belirlenmiştir. Kritik oran 1,5 olarak belirtilmiş ve arazi koşulları, örtü basıncı, yer altı su seviyesi gibi faktörlerin kapasite üzerinde önemli etkisi olduğu vurgulanmıştır. Choudrey vd. (2019) tarafından yapılan bir çalışmada, yatay plaka ankrajların geohücre ve geotekstil ile güçlendirilmiş kumlu zemindeki yük taşıma kapasitesi araştırılmıştır. Çalışma sonucunda geohücre ile güçlendirilmiş zeminlerin %60 daha fazla yük kapasitesine ulaştığı görülmüştür. Yapılan başka bir çalışmada granüler zeminlerde geotekstil kullanımının özellikle eğimli zeminlerde çekme kapasitesini önemli ölçülerde artırdığını göstermektedir (Aliasgharzadeh vd., 2022). Dash ve Choudhary (2018) tarafından yapılan çalışmada geohücre kullanımının düşey plaka ankrajların performansı üzerindeki etkisi incelenmiştir. Geohücre içeren durumlarda, yük taşıma kapasitesinin dört kat arttığı ve ankrajın %60-70 oranında deformasyona dayanabildiği tespit edilmiştir.

Bu çalışmada ise geogridin ve geotekstilin birlikte kullanımı sürecinde yatay plaka ankrajların performansı incelenmiştir. Gömme derinliği sabit tutularak farklı çaplardaki dairesel plaka ankrajların nihai çekme yüküne karşılık gelen yer değiştirme kapasiteleri, laboratuvar ortamındaki testleri ile değerlendirilmiştir.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

2.1. Zemin Özellikleri

Çalışmanın ilk adımında, deneylerde kullanılacak kumun özelliklerini belirlemek amacıyla temel geoteknik deneyler yapılmıştır. Özgül ağırlık ve içsel sürtünme açısı değerleri sırasıyla 2,45 ve 39,35° olan silis kumunun Birleştirilmiş Zemin Sınıflandırma Sistemine (USCS) göre kötü derecelenmiş kum sınıfında olduğu tespit edilmiştir.

2.2. Deney Düzenegi

Çalışmanın amacını teşkil eden ankrajların çekme kapasitesini incelemek için 50 cm iç boyutlara sahip küp deney hücresi, sürtünme ve genişleme davranışlarını bertaraf etmek üzere iç yüzeyleri arasına gres yapı sürülmüş çift kat strafor ile kaplanarak hazırlanmıştır. Deney hücresinin içerisindeki kumlu zeminin öngörülen %80 rölatif sıkılıkta olması için malzeme 4 katman halinde serilmiş ve her katman 1 m yükseklikten düşürülen 13,740 kg ağırlık ile sıkıştırılmıştır. Düzenekte yük hücresi, hidrolik piston ve 2 adet deplasman ölçer (lvdt) kullanılmış ve sonuçta yük-yer değiştirme verileri eş zamanlı olarak elde edilmiştir (Şekil 1.a). 5, 10, 15, 20 cm çapındaki ankrajların öncelikle referans deneyleri yapılmıştır. Bu deneylerde 25 cm sabit gömme derinliğindeki yatay plaka ankrajlar zemin içerisine yerleştirilmiş, üzerine yüzeye kadar zemin serilmiş ve düzenek hazır hale getirilmiştir.

Geosentetik içermeyen referans deneyleri tamamlandıktan sonra sırasıyla geogrid ve geogrid-geotekstil takviyeli çekme deneyleri yapılmıştır. Bu deneylerde yatay plaka ankrajların hemen üzerine geogrid ve geogrid-geotekstil takviyeleri eklenmiştir. Şekil 1.b geogrid takviyeli deneylerin hazırlanma sürecini gösterirken, Şekil 1c'de ayrıca geogrid



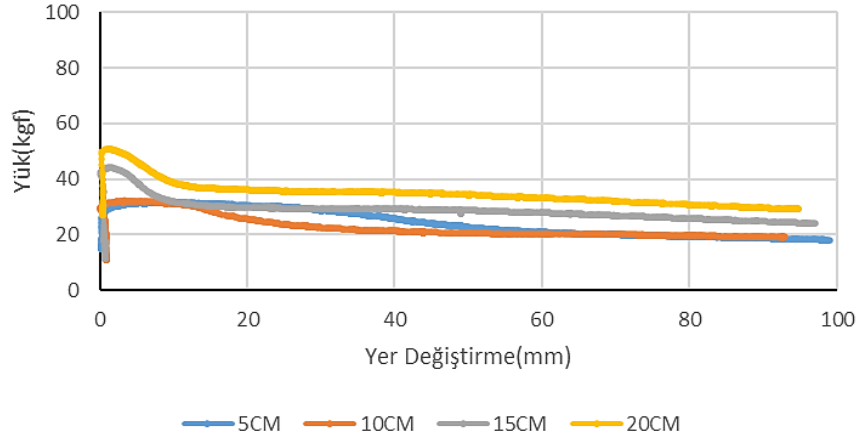
geotekstil de verilmiştir. Geogrid-geotekstil takviyeli deneylerde yerleşim; ankraj plakası, geotekstil, geogrid şeklinde yapılmıştır. Buradaki amaç çekme yükü etkileyen geotekstilin kapasite sınırına ulaşmadan sıyrılmasının ve yırtılmasının engellenmesidir.



a. Deney düzeneği, b. Geogrid takviyeli uygulama ve c. Geogrid-geotekstil takviyeli uygulama

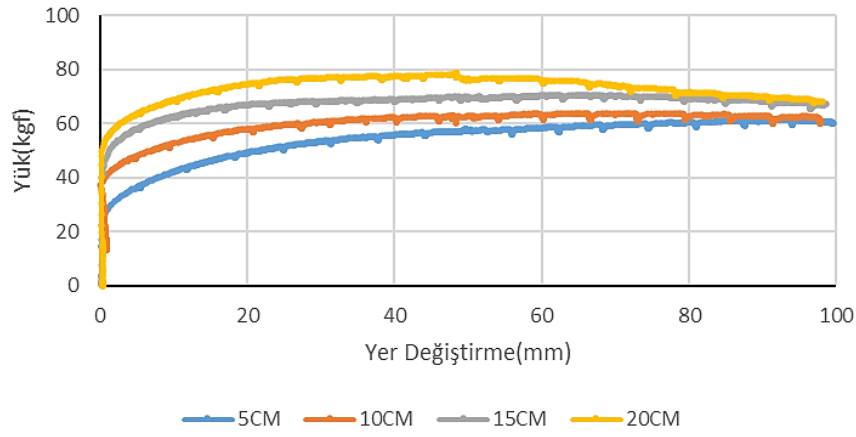
3. DENEY SONUÇLARI

Elde edilen çekme yüküne karşılık yer değiştirme eğrileri Şekil 2’de verilmiştir. Geogrid-geotekstil takviyeli ankrajlarda daha yüksek çekme yüklerine ulaşıldığı gözlenirken, geogrid takviyeli ve geogrid-geosentetik takviyeli ankrajlarda nihai yükün ardından kademeli düşüş meydana gelmiştir. Takviyesiz ankrajlar ise nihai yükün ardından daha keskin bir düşüş eğilimi göstermiştir. Ayrıca her üç durum için de ankraj çapının artmasıyla çekme kapasitesinin de arttığı tespit edilmiştir.

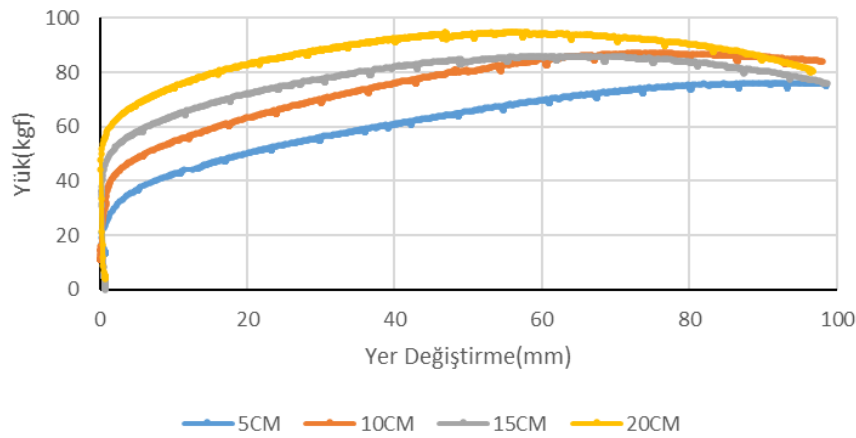


a.





b.



c.

Şekil 2. Yük-yer değiştirme davranışları; a. Takviyesiz ankrajlar, b. Geogrid takviyeli ankrajlar, c. Geogrid-Geotekstil takviyeli ankrajlar

Yatay plaka ankrajların nihai çekme yükleri Tablo 1'de verilmiştir. Takviyesiz ankrajlar referans alındığında geogrid ve geogrid-geotekstil takviyeli ankrajların çekme yükündeki artış, 20 cm ankraj plakasında sırasıyla %55 ve %86 mertebelerinde kalırken, 10 cm çapındaki ankraj için sırasıyla %98 ve %170 seviyelerine kadar ulaşmıştır.

Tablo 1. Nihai çekme yükü (kgf)

Ankraj Çapı	Takviyesiz Ankraj	Geogrid Takviyeli Ankraj	Geogrid-Geotekstil Takviyeli Ankraj
5 cm	31,60	61,56	76,19
10 cm	32,23	63,86	87,13
15 cm	44,07	70,48	86,02
20 cm	50,62	78,50	94,94

4. SONUÇ

Çalışma kapsamında, geogrid ve geotekstil malzemelerin bireysel ve birlikte kullanımlarının zemine gömülü plaka ankrajlarla performansları incelenmiştir. Ankrajların gömme derinliği



sabit tutulmuş, ankraj çapları değiştirilmiş ve böylece geosentetik malzemelerin etkisi dışında ankraj boyutunun da etkisi incelenmiştir. Ankraj çapının artmasıyla birlikte çekme kapasitesinin artmasının yanı sıra en iyi performans 10 cm çapındaki ankrajda gözlenmiştir. Bu durumun deney düzeneğindeki sınır şartından kaynaklandığı, daha büyük çaplı ankrajların deney ortamının fiziksel kısıtlamaları sebebiyle tam performansını göstermediği düşünülmektedir. Dolayısıyla, literatürde basma ve çekme plakları için deney hücresi genişliği oranı açısından önerilen 1/5 değeri ayrıca kanıtlanmıştır. Bu oranın altına düşüldüğünde ankraja karşı koyması gereken yeterli zemin hacmine ulaşılamamaktadır.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma 'TÜBİTAK 2209-B Sanayiye Yönelik Lisans Araştırma Projeleri Desteği Programı' kapsamında İstanbul Teknik A.Ş. Ar-Ge Merkezi tarafından desteklenmiştir.

KAYNAKLAR

- Aubeny, C. and Chi, C.M. (2014), "Analytical Model for Vertically Loaded Anchor Performance", Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering, Vol140, 14-24.
- Aliasgharzadeh, M., Yousefzadehfard, M., Atrchian, M. and Bayat, M. (2023), "Experimental Study on Pullout Capacity of Geocell and Geotextile-Reinforced Horizontal Plate Anchors Embedded in Granular Soil", International Journal of Geosynthetics and Ground Engineering, Vol9, 6.
- Bhattacharya, P. (2017), "Pullout Capacity of Shallow Inclined Anchor in Anisotropic and Nonhomogeneous Undrained Clay", Geomechanics and Engineering, Vol13, 825-844.
- Choudhary, A.K., Bhardwaj P. and Sivakumar Babu, G.L. (2019), "Uplift Capacity of Horizontal Anchor Plate in Geocell Reinforced Sand", Geotextiles and Geomembranes, Vol47, 203-216.
- Dash, S.K. and Choudhary, A.K. (2018), "Geocell Reinforcement for Performance Improvement of Vertical Plate Anchors in Sand", Geotextiles and Geomembranes, Vol46, 214-225.
- Evirgen, B., Tuncan, A. and Tuncan, M. (2019), "Development of Umbrella Anchor Approach in terms of the Requirements of Field Application", Geomechanics and Engineering, Vol18, 277-289.
- Niroumand, H. and Kassim, K.A. (2014), "Uplift Response Of Symmetrical Anchor Plates In Reinforced Cohesionless Soil", Arabian Journal of Geosciences, Vol7, 3755-3766.
- Song, Z., Hu, Y. and Randolph, M.F. (2008), "Numerical Simulation of Vertical Pullout of Plate Anchors in Clay", Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering, Vol134, 866-875.

