

AKÜ FEMÜBİD 22 (2022) 045601 (850-857)

AKU J. Sci. Eng. 22 (2022) 045601 (850-857)

DOI: 10.35414/akufemubid.1108530

Araştırma Makalesi / Research Article

Mikrogrid Donatı ile Güçlendirilmiş Zeminde Dairesel Temel Taşıma Gücünün Deneysel Olarak İncelenmesi

Ömer YEŞİLTEPE^{1*}, Mehmet Şerif KAHRAMAN², Yakup TÜREDİ², Murat ÖRNEK²¹Kilis 7 Aralık Üniversitesi, Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu, İnşaat Bölümü, Kilis²İskenderun Teknik Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Hatay

Sorumlu yazar e-posta: omeryesiltepe@kilis.edu.tr
serifkahraman92@gmail.com
yakup.turedi@iste.edu.tr
murat.ornek@iste.edu.tr

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-9337-9157>
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-3382-6266>
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-9197-5214>
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-0809-2531>

Geliş Tarihi: 25.04.2022

Kabul Tarihi: 10.08.2022

Öz

Anahtar kelimeler

Mikrogrid donatı;
Daire temel;
Zemin iyileştirme;
Taşıma gücü;
Laboratuvar deneyi

Zayıf zeminlerde inşa edilen yapıların temel tasarımı oldukça önemlidir. Bu tür zeminlerde yüzeysel temeller yetersiz kalıyorsa ya bir zemin iyileştirme yöntemi uygulanmalı ya da uygun görülen bir derin temel sistemi tercih edilmelidir. Zayıf zeminlere geosentetik donatılar yerleştirilerek zeminin taşıma gücü bakımından iyileştirilmesi mümkün olmaktadır. Bu çalışmada daire ve kare kesitlerde hazırlanmış mikrogrid donatı yerleştirilerek güçlendirilmiş gevşek kum zemine yerleştirilen daire temelin aksel kuvvet altındaki davranışını gözlemek için 31 adet laboratuvar deneyi yapılmıştır. Donatının derinliği, donatıların genişliği/çapı, donatıların geometrileri değiştirilerek taşıma gücü bakımından optimum donatı parametreleri yapılan deneylerle araştırılmıştır. Deneyler sonucunda mikrogrid donatıların daire temelin taşıma gücünü arttırdığı tespit edilmiştir. Ayrıca mikrogrid donatıların optimum parametreleri belirlenmiştir.

Experimental Investigation of the Circular Footing Bearing Capacity Rested on Mikrogrid Reinforced Soil

Abstract

Keywords

Mikrogrid
reinforcement;
Circular footing;
Soil improvement;
Bearing capacity;
Laboratory test

The footing design of buildings to be built in areas where loose soil condition, is very important. If the shallow foundations are insufficient in such soils, either a soil improvement method should be applied or a suitable deep foundation system should be preferred. It is possible to improve the bearing capacity of the soil by placing geosynthetic reinforcements on loose soils. In this study, 31 laboratory tests have been conducted to observe the behavior of the circular foundation on loose sand soil reinforced with circular and square mikrogrid reinforced under axial force. The optimum reinforcement parameters were investigated with laboratory tests by changing the reinforcement depth, the width / diameter of the reinforcement, the reinforcement geometry. As a result of the tests, it was determined that the mikrogrid reinforcements increase the circular footing bearing capacity. In addition, optimum parameters of mikrogrid reinforcements were determined.

© Afyon Kocatepe Üniversitesi.

1. Giriş

Temeller üst yapı yüklerini zemine aktaran oldukça önemli yapı elemanlarıdır. Temelden aktarılan yükün kabul edilebilir sınırlarda oturma yaparak zemin tarafından taşınması istenir. Doğal haldeki zeminlerin homojen olmadığı ve her zemin türünün oturma ve taşıma gücü özelliklerinin birbirlerinden

farklılık gösterdikleri bilinmektedir. Zayıf bir zeminde yapı inşa edilecekse ya zeminin çeşitli mühendislik yöntemleri ile güçlendirilmesi ya yükün daha aşağılardaki zemin tabakalarına aktarılabilmesi için derin temel uygulaması yapılması ya da mevcut zeminin kaldırılıp istenilen özelliklerdeki farklı bir zeminin yerleştirilmesi gerekir.

Donatılı zemin uygulamaları, zayıf zemine istenilen özelliklere sahip donatıların yerleştirilerek zeminin taşıma gücü ve oturma problemlerine çözüm sağlayabilen zemin iyileştirme yöntemlerinden biridir. Zeminlere yerleştirilebilen donatılardan birisi de geosentetik donatılardır. Geosentetik donatıların çekme dayanımları yüksek olduğundan dolayı zayıf zeminlere yerleştirildiğinde önemli taşıma gücü artışları sağlamaktadır. Bu konu ile ilgili olarak literatürde farklı temel çeşitlerinde, geosentetiklerle güçlendirilmiş zeminler ile ilgili yer alan çalışmalardan bazıları aşağıda verilmiştir.

Donatılı zeminler ile ilgili ilk bilimsel çalışmada donatı ile güçlendirilmiş olan kum zemin ortamına yerleştirilmiş şerit temellerin taşıma gücü kapasitesi laboratuvar model deneyleri ile araştırılmıştır. Deneylerde kum zemine alüminyum donatılar yerleştirilip üç seri halinde deneyler yapılmıştır. Deney sonuçlarının karşılaştırılması amacıyla boyutsuz bir katsayı olarak Taşıma Kapasitesi Oranı (BCR) tanımlanmıştır. Bu değer donatı ile güçlendirilmiş zeminin nihai taşıma gücü değerinin donatısız zeminden elde edilen nihai taşıma gücüne bölünmesi ile elde edilmektedir (Binquet and Lee, 1975).

Geosentetik donatı ile güçlendirilmiş zemine yerleştirilen farklı çap değerlerine sahip dairesel ve halka temellerin davranışları bir takım laboratuvar deneyleri ile incelenmiştir. Aynı deneyler donatısız zemin ortamı için de tekrar edilmiştir. Ayrıca bu model deneyler Plaxis sonlu elemanlar programında da analiz edilmiştir. Deney sonuçları ile analiz sonuçları kıyaslanmıştır. Deneysel çalışmalar sonucunda donatılı zeminde taşıma gücünde meydana gelen artış değeri, BCR = 3,02 olarak tespit edilirken analizler sonucu bu oran 3,20 olarak belirlenmiştir (Laman ve Babacan, 2004).

İki katmanlı kil zemin tabakasının üzerine yerleştirilmiş ring temellerin taşıma gücü kapasitesini araştırmak için bir takım sayısal analizler yapılmıştır. Ring temel iç yarı çapı ile dış yarı çapı oranı (r_i/r_o) ve kil tabaka kalınlığının taşıma gücüne etkileri incelenmiştir. Yapılan analiz sonuçlarında (r_i/r_o) oranının artması ile taşıma gücünün azaldığı görülmüştür (Moayed *et al.* 2012).

Donatı ile takviye edilmiş gevşek kum zemine oturan çokgen yüzeysel temellerin taşıma gücü davranışlarının belirlenebilmesi amacıyla bir takım laboratuvar model deneyleri yapılmıştır. Deneylerde temel geometrisi olarak H, +, T ve kare kesitler seçilmiştir. Deney sonuçlarına göre; geogrid donatı takviyesinin gevşek kumun taşıma gücünü artırdığı, ilk donatı derinliği (u) arttıkça +, H, T ve kare kesitli temeller için zeminin taşıma gücünün azaldığı belirlenmiştir (Davarcı, 2014).

Geogrid donatı yerleşim şekli, boyutları ve sayılarının temellerin taşıma gücüne etkisini incelemek adına yapılan laboratuvar çalışmalarında, belli genişliklerde donatı konfigürasyonlarıyla güçlendirilmiş kum zemine yerleştirilen temel modellerinin taşıma gücü kapasiteleri belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre en fazla taşıma kapasitesinin donatı çapının, derinliğin artmasıyla azaltılan yamuk düzenlemeler durumunda olduğu görülmüştür (Rowshanzamir and Karimian, 2016).

Kohezyonsuz zemine yerleştirilmiş eksenrik yüklü ve pürüzlü ring temellerin taşıma gücü kapasitesinin incelendiği çalışmada, sonlu farklar yöntemi kullanılarak bir takım üç boyutlu sayısal analizler ve deneysel çalışmalar yapılmıştır. Yapılan çalışmalar sonucunda, sayısal analiz sonuçları ve deneysel veriler arasında iyi bir uyum yakalandığı belirtilmiştir (Sargazi and Hosseininia, 2017).

Literatürdeki çalışmalarda genel olarak, laboratuvar ortamında model boyutlarda temellerin kullanıldığı ancak geogrid donatıların model boyutlara indirgenmediği tespit edilmiştir. Buradan hareketle laboratuvar ortamında yapılan deneylerde temelin geometrisinin yanı sıra geogrid donatı geometrisi de azaltılmış, sonuçlar bu doğrultuda irdelenmeye çalışılmıştır.

Bu çalışmada laboratuvar ortamında yapılan model deneyler ile mikrogrid donatı yerleştirilerek iyileştirilen gevşek kum zeminin donatı parametrelerinin taşıma gücüne etkileri araştırılmıştır. Deneylerde 4mm elek açıklığı olan daire ve kare kesitli mikrogrid donatılar kullanılmıştır. Yüzeysel temel olarak çapı 20 cm olan rijit plaka kullanılmıştır. Model deneylerde

mikrogrid donatılarının donatı derinliği, donatı genişliği/çapı, donatı geometrisi gibi parametreler değiştirilerek donatıların, zeminin taşıma gücü üzerindeki etkisi araştırılmıştır.

2. Materyal ve Metot

Laboratuvar model deneylerinde gevşek kum zemin kullanılmıştır. Kullanılan zemine ait özellikleri belirleyebilmek adına elek analizi deneyleri yapılmıştır. Zeminin dane çapı dağılım eğrisinden zemin sınıfı, Birleştirilmiş Zemin Sınıflandırma Sistemi'ne (USCS) göre kötü derecelenmiş ince ve temiz kum (SP) olarak belirlenmiştir. Kullanılan zemine ait parametreler Çizelge 1'de verilmiştir. Model laboratuvar deneyleri, İskenderun Teknik Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Geoteknik Laboratuvarı'nda yapılmıştır.

Çizelge 1. Deneylerde kullanılan gevşek kum zemine ait parametreler

Özellik	Değer
Kaba dane miktarı (%)	0.00
Orta büyüklükteki dane miktarı (%)	65.00
İnce dane miktarı (%)	35.00
D ₁₀ (mm)	0.16
D ₃₀ (mm)	0.28
D ₆₀ (mm)	0.58
Üniformluk katsayısı, C _u	3.63
Derecelenme katsayısı, C _c	0.84
Özgül ağırlık	2.75
Maksimum kuru birim ağırlık (kN/m ³)	17.11
Minimum kuru birim ağırlığı (kN/m ³)	15.44
Maksimum boşluk oranı e _{max}	1.108
Maksimum boşluk oranı e _{min}	0.902
Rölatif sıkılık Dr(%)	0.257
Deneyde kullanılan birim hacim ağırlık (kN/m ³)	15.84
Kohezyon, c (kPa)	0.00
Kayma mukavemeti açısı, ϕ (derece)	36.00
Zemin sınıfı (USCS)	SP

2.1 Model Dairesel Temel

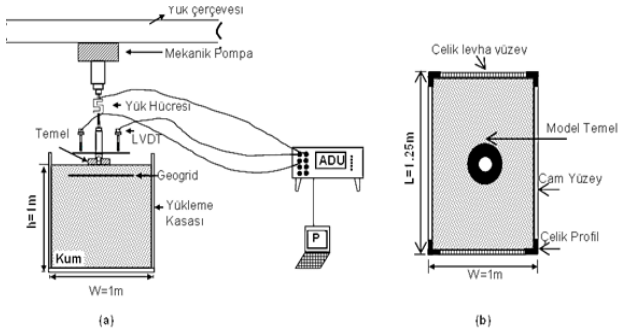
Deneylerde 20 cm çapında rijit plaka, model temel olarak kullanılmıştır. Donatı parametreleri temel çapı ile oranlanarak ifade edilmiştir. Dairesel temele ait görsel Şekil 1'de verilmiştir.



Şekil 1. Model dairesel temel

2.2 Deney Düzenegi

Deney düzenegi, yük çerçevesi, mekanik pompa, yük hücresi, deplasman ölçer ve deney kasasından oluşan bir yükleme düzeneginden ibarettir. Kuru haldeki kum zemin deney kasasına önceden çizilmiş olan 5cm'lik yatay çizgilere göre gerekli miktarlarda tabakalar halinde yerleştirilmiştir. Bu amaçla (1.25mx1.0mx0.05m) hacimdeki tabakalara için sabit bir yoğunluk için gerekli kum miktarı tartılmış, ardından kum zemin yerleştirilmiştir. Bu işlem bütün deneylerde titizlikle tekrar edilerek her deney için aynı rölatif sıkılık değeri yakalanmaya çalışılmıştır. Kum zemin üzerine terazi yardımıyla yüzeysel temel yatay olarak yerleştirilmiş ve yük çerçevesine bağlı bulunan mekanik pompaya bağlı basınç kolu vasıtasıyla temele yük uygulanmıştır. Uygulanan yük değeri yük hücresi tarafından, temeldeki oturmalar da deplasman ölçerler tarafından kaydedilerek veri işleme ünitesine aktarılmıştır. Bu şekilde yükleme yapılarak yük-oturma eğrileri elde edilmiştir. Deney düzenegine ait kesit görünümleri ve yükleme düzenegi Şekil 2'de yer almaktadır.



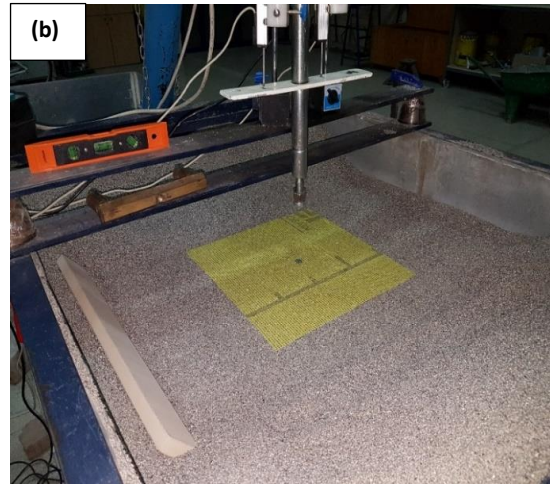
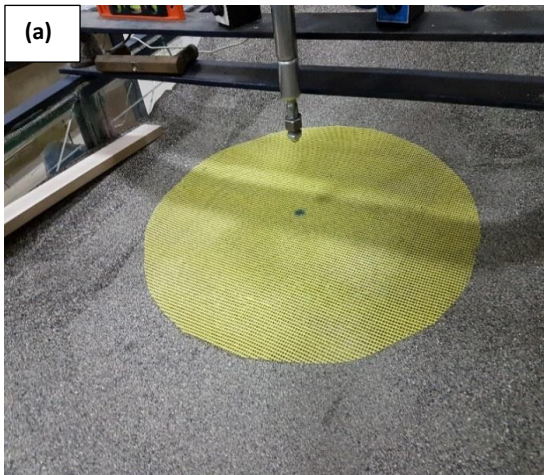
Şekil 2. a) Deneysel düzeneğin kesit görünüşü b) Üstten görünüşü c) Yükleme düzeneği

2.3 Mikrogrid Donatı

Model laboratuvar deneylerinde mikrogrid olarak isimlendirilen 4 mm elek açıklığına sahip iki eksenli çalışabilen geogrid donatılar kullanılmıştır (Çizelge 2). Her bir deneyde bir adet kullanılan mikrogrid donatı, temel çapına bağlı olarak kare ve daire şeklinde kesilerek farklı boyutlarda hazırlanmıştır (Şekil 3).

Çizelge 2. Mikrogrid donatının özellikleri

Parametre	Değer
Cinsi	Polimer kaplamalı cam yünü
Elastisite modülü (kN/m)	40
Ağırlık (gr/m ²)	160
Elek açıklığı (mm)	4
Çalışma eksenleri	Çift



Şekil 3. a) Daire kesitli mikrogrid b) kare kesitli mikrogrid

2.4 Deneysel Programı

Kare ve daire kesitli mikrogrid donatılarda donatı derinliği (u) ve donatı çap/genişliği (d) parametrelerinin taşıma gücüne olan etkileri laboratuvar model deneyleriyle incelenmiş ve optimum donatı parametreleri belirlenmeye çalışılmıştır. Burada değişken parametreler olarak kabul edilen d ve u değerleri deneylerde kullanılan dairesel temel çapına (D=20 cm) bağlı olarak tanımlanmıştır. Deneyler seri setleri şeklinde yapılarak yük ve oturma değerleri grafikler oluşturularak analiz edilmiştir. Model temel ve mikrogrid donatılarının deney parametreleri çizelge haline getirilerek sunulmuştur (Çizelge 3). Zeminlerde mikrogrid donatının yerleştirilmesinin taşıma gücüne olan katkısını görmek ve hangi mertebelerde iyileştirme sağladığını belirleyebilmek adına donatısız durumlar için de deneyler yapılmıştır.

Çizelge 3. Deneysel programı

Seriler	Deneysel Adı	Temel Tipi	Donatı geometrisi	Donatı Genişliği/Çapı (d)	İlk Donatı Derinliği (u)
Seri 1	D1	Daire	Donatısız	-	-
	D2	Daire	Kare	1,0 D	0,2 D
	D3	Daire	Kare	1,5 D	0,2 D
	D4	Daire	Kare	2,0 D	0,2 D
	D5	Daire	Kare	2,5 D	0,2 D
	D6	Daire	Kare	3,0 D	0,2 D
	D7	Daire	Kare	1,0 D	0,4 D
	D8	Daire	Kare	1,5 D	0,4 D
	D9	Daire	Kare	2,0 D	0,4 D
	D10	Daire	Kare	2,5 D	0,4 D
	D11	Daire	Kare	3,0 D	0,4 D
	D12	Daire	Kare	1,0 D	0,6 D
	D13	Daire	Kare	1,5 D	0,6 D

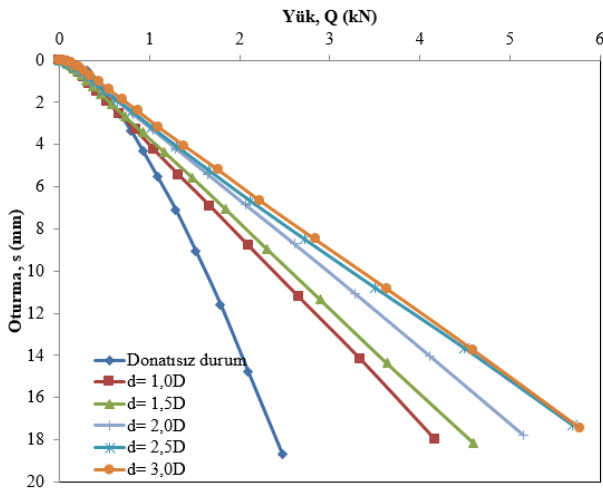
Seri 2	D14	Daire	Kare	2,0 D	0,6 D
	D15	Daire	Kare	2,5 D	0,6 D
	D16	Daire	Kare	3,0 D	0,6 D
	D17	Daire	Daire	1,0 D	0,2 D
	D18	Daire	Daire	1,5 D	0,2 D
	D19	Daire	Daire	2,0 D	0,2 D
	D20	Daire	Daire	2,5 D	0,2 D
	D21	Daire	Daire	3,0 D	0,2 D
	D22	Daire	Daire	1,0 D	0,4 D
	D23	Daire	Daire	1,5 D	0,4 D
	D24	Daire	Daire	2,0 D	0,4 D
	D25	Daire	Daire	2,5 D	0,4 D
	D26	Daire	Daire	3,0 D	0,4 D
	D27	Daire	Daire	1,0 D	0,6 D
D28	Daire	Daire	1,5 D	0,6 D	
D29	Daire	Daire	2,0 D	0,6 D	
D30	Daire	Daire	2,5 D	0,6 D	
D31	Daire	Daire	3,0 D	0,6 D	

3. Bulgular

3.1 Kare Kesitli Donatıların Donatı Derinliği Ve Donatı Genişliği Analizi

Gevşek kum zemine yerleştirilmiş olan kare kesitli mikrogrid donatıların donatı derinliği (u) ve donatı genişliği (d) değiştirilerek yükleme deneyleri yapılmıştır. Deneylerden elde edilen yük-oturma değerleri grafiksel olarak analiz edilmiştir.

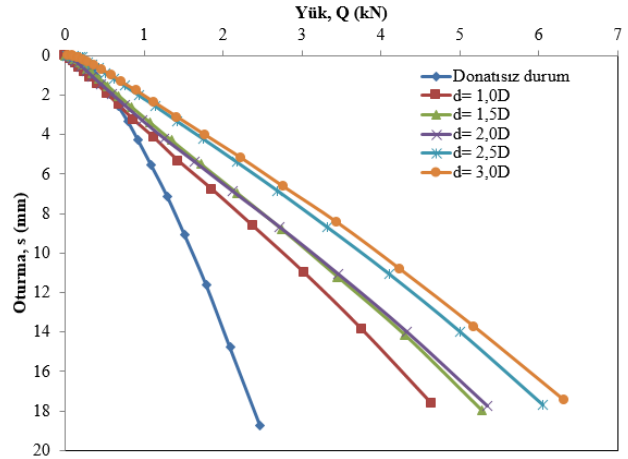
Bu serideki deneylerin ilk bölümünde zemine 0,2D kadar derinliğe konumlandırılan kare donatının genişliği (d)=1,0D; 1,5D; 2,0D; 2,5D ve 3,0D olacak şekilde değiştirilerek beş farklı yükleme deneyi yapılmıştır. Deneylerden elde edilen yük-oturma verileri grafik üzerinde karşılaştırılarak optimum donatı çapı araştırılmıştır (Şekil 4).



Şekil 4. Daire temel- $u=0,2D$ ilk donatı derinliği için yük-oturma grafiği

Şekil 4'den, donatı çapı arttıkça daire temelin yük taşıma kapasitesinin de arttığı görülmektedir. Fakat donatı genişliği $d=2,5D$ ile $d=3,0D$ değerleri için taşıma kapasitesi bakımından yaklaşık olarak aynı katkının elde edildiği belirlenmiştir. Dolayısıyla optimum donatı genişliği, kare mikrogridin $u=0,2D$ derinliğe yerleştirilmesi durumunda $d_{opt}=2,5D$ olarak belirlenmiştir.

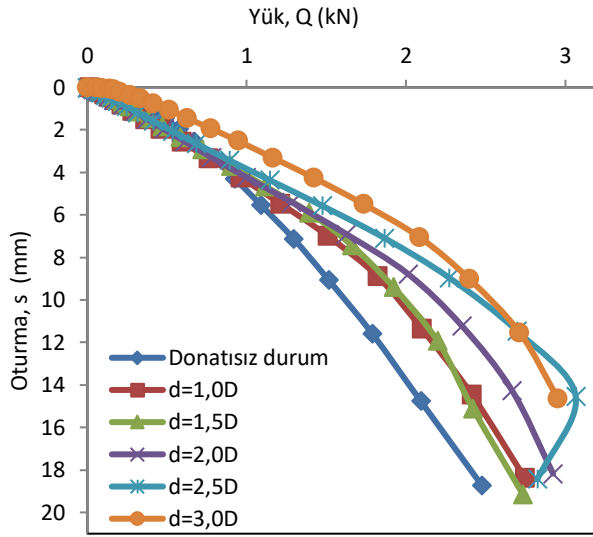
Bu serideki deneylerin ikinci bölümünde ilk donatı derinliğinin $u=0,4D$ olduğu durumda kare donatının genişliği $d=1,0D$; 1,5D; 2,0D; 2,5D ve 3,0D olacak şekilde değiştirilerek beş farklı yükleme deneyi yapılmıştır. Deneylerden elde edilen yük-oturma verileri grafik üzerinde karşılaştırılarak optimum donatı genişliği araştırılmıştır (Şekil 5).



Şekil 5. Daire temel- $u=0,4D$ ilk donatı derinliği için yük-oturma grafiği

Şekil 5'den, donatı genişliği arttıkça daire temelin yük taşıma kapasitesinin de arttığı tespit edilmiştir. Optimum donatı genişliği, kare mikrogridin $u=0,4D$ derinliğe konumlandırılması durumunda $d_{opt}=2,5D$ olarak belirlenmiştir.

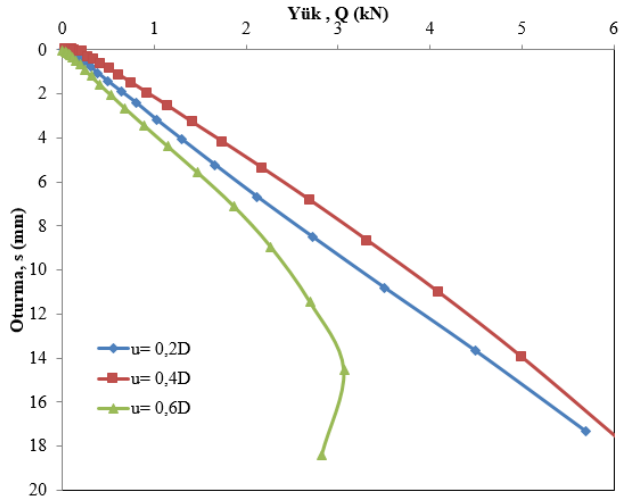
Bu serideki deneylerin üçüncü bölümünde ise ilk donatı derinliğinin $u=0,6D$ olduğu durumda kare donatının genişliği $d=1,0D$; 1,5D; 2,0D; 2,5D ve 3,0D olacak şekilde değiştirilerek beş farklı yükleme deneyi yapılmıştır. Deneylerden elde edilen yük-oturma eğrileri grafik üzerinde karşılaştırılarak optimum donatı genişliği araştırılmıştır (Şekil 6).



Şekil 6. Daire temel- $u=0,6D$ ilk donatı derinliği için yük-oturma grafiği

Şekil 6'dan, donatı genişliği arttıkça taşıma gücünün arttığı görülmektedir. En yüksek taşıma gücü değeri $d=3,0D$ olduğu durumda elde edilmiştir.

Kare kesitli mikrogrid donatının genişliği $2,5D$ olarak sabit tutulmuş ve donatı derinliği $0,2D$, $0,4D$ ve $0,6D$ olacak şekilde yapılan deneylerden elde edilen veriler Şekil 7'de yer almaktadır.



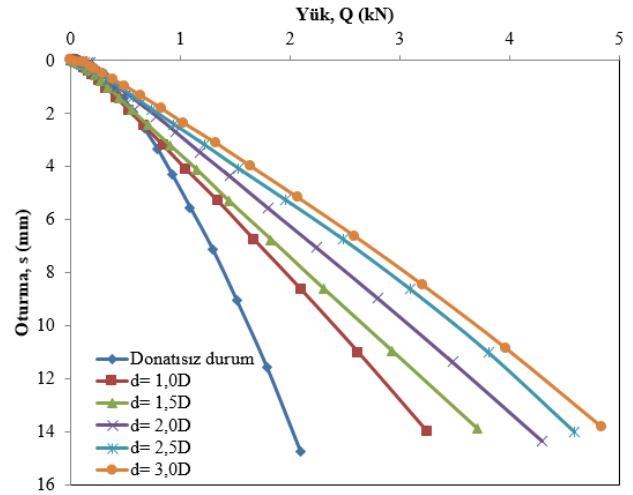
Şekil 7. Kare donatı- $d=2,5D$ için ilk donatı derinliğine bağlı yük-oturma grafiği

Kare kesitli donatıların genişliği arttıkça her üç derinlik için de zeminin taşıma gücünde artış olduğu görülmüştür. Zeminin taşıma gücünde en yüksek değer, donatı derinliğinin $u=0,4D$ olduğu durumda elde edilmiştir.

3.2 Daire Kesitli Donatıların Donatı Derinliği Ve Donatı Çapı Analizi

Bu seride gevşek kum zemine yerleştirilen daire kesitli mikrogrid donatılar, donatı derinliği (u) ve donatı çapı (d) değiştirilerek yükleme deneylerine tabi tutulmuştur. Deneylerde daire kesitli model temeller kullanılmıştır. Yük-oturma değerleri grafiksel olarak analiz edilmiştir.

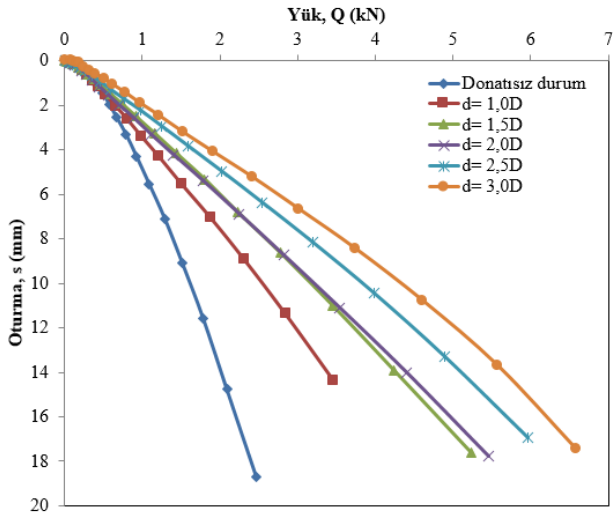
Bu serideki deneylerin ilk bölümünde donatı derinliği $0,2D$ olan daire donatının çapı $d=1,0D$; $1,5D$; $2,0D$; $2,5D$ ve $3,0D$ olacak şekilde değiştirilerek beş farklı yükleme deneyi yapılmıştır. Deneylerden elde edilen yük-oturma verileri grafik üzerinde karşılaştırılarak optimum donatı çapı araştırılmıştır (Şekil 8).



Şekil 8. Daire temel- $u=0,2D$ ilk donatı derinliği için yük-oturma grafiği

Şekil 8'den, donatı çapı arttıkça daire temelin yük taşıma kapasitesinin de arttığı görülmektedir. Donatı çapı $d=2,5D$ ile $d=3D$ uzunluklarında taşıma gücü değerleri birbirlerine yakındır. Dolayısıyla optimum donatı çapı, daire mikrogridin $u=0,2D$ derinliğe yerleştirilmesi durumunda $d_{opt}=2,5D$ olarak belirlenmiştir.

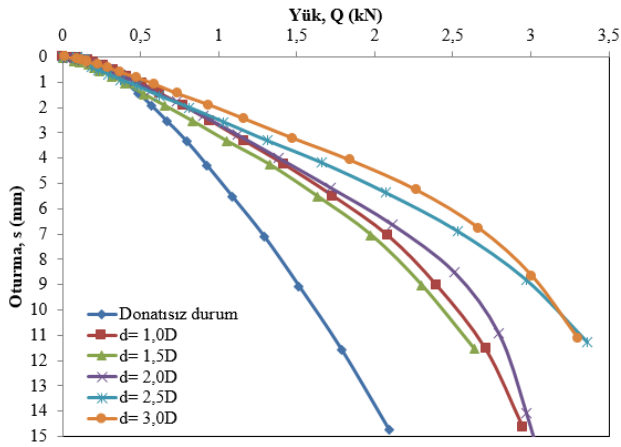
Bu seri deneylerin ikinci bölümünde donatı derinliğinin $u=0,4D$ olduğu durumda daire donatının çapı $d=1,0D$; $1,5D$; $2,0D$; $2,5D$ ve $3,0D$ olacak şekilde değiştirilerek beş farklı yükleme deneyi yapılmıştır. Deneylerden elde edilen yük-oturma eğrileri grafik üzerinde karşılaştırılarak optimum donatı çapı araştırılmıştır (Şekil 9).



Şekil 9. Daire temel-u=0,4D ilk donatı derinliği için yük-oturma grafiği

Şekil 9'dan, donatı çapı arttıkça daire temelin yük taşıma kapasitesinin de arttığı görülmektedir. Dolayısıyla en yüksek taşıma değeri, daire mikrogridin u=0,4D derinliğe konumlandırılması durumunda d=3,0D olarak belirlenmiştir.

Bu seri deneylerin üçüncü bölümünde donatı derinliğinin u=0,6D olduğu durumda daire donatının çapı d=1,0D; 1,5D; 2,0D; 2,5D ve 3,0D olacak şekilde değiştirilerek beş farklı yükleme deneyi yapılmıştır. Deneylerden elde edilen yük-oturma eğrileri grafik üzerinde karşılaştırılarak optimum donatı çapı araştırılmıştır (Şekil 10).

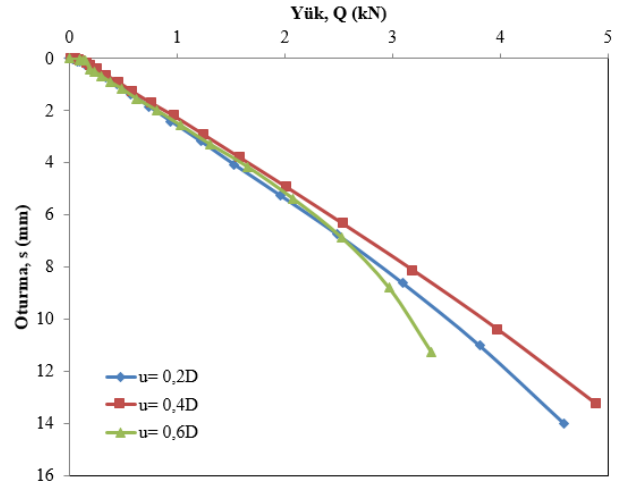


Şekil 10. Daire temel-u=0,6D ilk donatı derinliği için yük-oturma grafiği

Şekil 10'dan, d=2,5D ve d=3,0D değerleri için yaklaşık olarak aynı taşıma gücü değerlerine ulaşıldığı görülmektedir. Dolayısıyla optimum donatı çapı, daire mikrogridin u=0,6D derinliğe

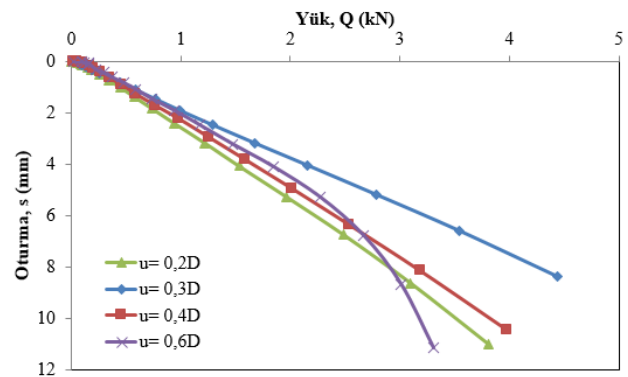
konumlandırılması durumunda $d_{opt}=2,5D$ olarak belirlenmiştir.

Daire kesitli mikrogrid donatının donatı çapı 2,5D olarak sabit tutulmuş ve donatı derinliği 0,2D, 0,4D ve 0,6D olarak yapılan deneylerden elde edilen veriler Şekil 11'de verilmiştir.



Şekil 11. Daire donatı-d=2,5D için ilk donatı derinliğine bağlı yük-oturma grafiği (1)

Donatı çapı 2,5D olarak sabit tutulduğunda donatı derinliği 0,4D için en yüksek taşıma gücü değerleri elde edilmiştir. Fakat u=0,2D ve u=0,4D durumlarında taşıma gücü değerleri birbirine yakın olmuştur. Bu durum değerlendirilerek ilk donatı derinliği u=0,3D için de yükleme deneyi yapılmıştır (Şekil 12).



Şekil 12. Daire donatı-d=2,5D için ilk donatı derinliğine bağlı yük-oturma grafiği (2)

Şekil 12'den, daire temel için daire kesitli donatı kullanılması durumunda donatı derinliğinin optimum değeri $u_{opt}=0,3D$ olduğu tespit edilmiştir.

4. Tartışma ve Sonuç

Bu çalışmada daire ve kare kesitli mikrogridlerle güçlendirilmiş gevşek kum zemine yerleştirilmiş dairesel temellerin aksel düşey kuvvet altında davranışını incelemek amacıyla 31 adet model laboratuvar deneyi yapılmıştır. Deneysel çalışmalardan elde edilen sonuçlar aşağıda özetlenmiştir;

Seri 1'den elde edilen bulgular incelendiğinde kare kesitli donatı genişliğinin artışı ile beraber taşıma gücünün de artış gösterdiği belirlenmiştir. Optimum donatı genişliğinde ($d_{opt}=2,5D$) üç farklı derinlikte ($u=0,2D, 0,4D$ ve $0,6D$) konumlandırılmış donatılar için optimum donatı derinliğinin $u_{opt}=0,4D$ olduğu görülmüştür.

Seri 2'deki deney sonuçlarından daire kesitli donatının çapı arttıkça taşıma gücünde de artış gerçekleştiği tespit edilmiştir. Optimum donatı çapında ($d_{opt}=2,5D$) üç farklı derinlikte ($u=0,2D, 0,4D$ ve $0,6D$) konumlandırılmış donatılar için optimum donatı derinliğinin $u_{opt}=0,3D$ olduğu belirlenmiştir.

Her iki donatı kesiti için de donatı derinliğinin optimum değerinin birbirinden farklı olduğu tespit edildiğinden yerleştirilecek donatı geometrisinin donatı derinliği seçiminde önemli bir parametre olduğu sonucuna varılmıştır.

Her iki kesitteki geogridlerin taşıma gücü artışında birbirine yakın oranlarda katkı sağladığı görülmüştür.

Hem kare hem de daire kesitli geogridlerin kötü derecelendirilmiş kum zeminlerde taşıma gücünün arttırılmasında faydalı oldukları çalışma kapsamında yapılan deneyler sonucunda tespit edilmiştir. Geometrilere belli ölçekte irdingenmiş temel-donatı sistemine ait bu çalışma kapsamında elde edilen deneysel verilerin büyük ölçekli arazi deney sonuçları ile karşılaştırılması ve sonrasında aralarında matematiksel bir ilişki elde edilmesiyle geogrid donatı ile güçlendirilen zeminlerin taşıma gücü performansının ölçek özelinde yorumlanabilmesine olanak sağlayabilecektir.

5. Kaynaklar

- Binquet, J. and Lee, K.L., 1975. Bearing capacity tests on reinforced earth slabs, *Journal of Geotechnical Engineering Division, ASCE*, **101(12)**, 1242-1255.
- Davarcı, B., 2014. Geogrid donatılı gevşek kum zemine oturan çok kenarlı yüzeysel temellerin analizi. (Yüksek Lisans Tezi). Mustafa Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, İskenderun, Hatay, 171.
- Laman, M. ve Babacan, Ş.D., 2004. Donatılı kum zemin üzerine oturan ring (halka) temellerin analizi. *Çukurova Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi*, **19(2)**, 282-287.
- Moayed, R.Z., Rashidian, V. and Izadi, E., 2012, "Evaluation on bearing capacity of ring foundations on two-layered soil", *World Academy of Science, Engineering and Technology*, **61**, 954-958.
- Rowshanzamir, M.A. and Karimian, M., 2016. Bearing capacity of square footings on sand reinforced with dissimilar geogrid layers. *Scientia Iranica*, **23(1)**, 36-44
- Sargazi, O. and Hosseininia, E.S., 2017. Bearing capacity of ring footings on cohesionless soil under eccentric load. *Computers and Geotechnics*, **92**, 169-178.