

Dairesel Temel Altındaki Kum Zeminlerde Donatı Tabakasının Optimum Derinliğinin Belirlenmesi

Baki BAĞRIAÇIK*¹

¹Çukurova Üniversitesi, Mühendislik Mimarlık Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Adana

Geliş tarihi: 06.01.2016

Kabul tarihi: 11.05.2016

Özet

Bu çalışmada, dairesel temel altında, donatı ile güçlendirilmiş zeminlerdeki ilk donatı tabakasının optimum derinliği, yükleme ve gerilme açısından deneysel olarak belirlenmiştir. Zemin içerisinde belirlenen derinliklere geogrid donatı yerleştirilerek, meydana gelen ilave düşey gerilme değerleri basınç algılayıcıları yardımıyla ölçülmüştür. Deneylerde, sabit bir derinlikte kum tabakası hazırlanarak, temelden dolayı oluşan donatılı durumlarda, $Z=2,0D$ derinlikte meydana gelen gerilme değerleri ölçülmüştür. Literatürde mevcut donatısız durumda ölçülmüş gerilme değerleri, bu çalışmada temel tabanından itibaren farklı derinliklere ($U=0,10D$, $U=0,15D$, $U=0,20D$, $U=0,25D$, $U=0,30D$, $U=0,35D$, $U=0,40D$, $U=0,45D$ ve $U=0,50D$) (U =geogridin temel tabanından itibaren derinliği, D =temelin çapı, Z =kum tabakası derinliği) yerleştirilen tek sıra geogrid donatı kullanılması durumunda, ölçülen gerilme değerleri ile karşılaştırılmıştır. Sonuçta, temel tabanından itibaren yaklaşık $U=0,35D$ derinliğe kadar gerilme değerlerinde belirli oranlarda azalmalar meydana gelirken, $U=0,35D$ 'den daha derinlerde kaydedeğer bir ilave gerilme azalması meydana gelmediği görülmüştür. Buna bağlı olarak ilk donatı tabakasının optimum derinliği yaklaşık $U=0,35D$ olarak belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Model deney, Donatı tabakası optimum derinliği, İlave düşey gerilme, Basınç algılayıcı, Dairesel temel

Determination the Optimum Depth of Reinforcement Layer under Circular Footing on Sandy Soils

Abstract

In this study, additional vertical stresses, which occur in a soil as a result of uniformly loaded circular footing, resting on sandy soils reinforced by geogrids, have been investigated by laboratory model tests. Additional vertical stress values that occur on a horizontal planes of particular specified depths, have been measured with pressure transducers. In all tests, a sandy soil layer has been prepared at fixed depth ($Z=2,0D$). The additional vertical stresses have been measured in the fixed depth, by replacing the

* Yazışmaların yapılacağı yazar: Baki BAĞRIAÇIK, Ç.Ü., Mühendislik Mimarlık Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Adana. bbagriacik@cu.edu.tr

geogrid's depth. Geogrid, which placed into the depths of $U=0,10D$, $U=0,15D$, $U=0,20D$, $U=0,25D$, $U=0,30D$, $U=0,35D$, $U=0,40D$, $U=0,45D$ and $U=0,50D$ (U =depth of geogrid from foundation, D =radius of footing, Z =depth of sandy soil) at soil, have been used in the tests. Finally, the geogrid's optimum depth has been determined in terms of stress and loading. According to test results, it has seen that the geogrid's optimum depth is approximately $U=0,35D$.

Keywords: Model tests, Reinforcement layer's optimum depth, Additional soil stress, Stress transducer, Circular footing

1. GİRİŞ

Zeminler, mühendislik bakış açısıyla, homojen ve izotrop olmamakla birlikte, özellikleri çevre koşullarına, jeolojik tarihçesine ve zamana bağlı olarak büyük değişiklikler göstermektedir. Birçok inşaat malzemesi için, tasarım ve uygulama problemlerinin çözümünde genel olarak malzeme davranışının tam olarak kavranması gerekmeden sabit katsayıların kullanılması yeterli olurken, zeminlerin mühendislik davranışlarını tanımlayan sabit malzeme katsayılarının ve genel analitik modellerin belirlenmesi mümkün olamamaktadır. Zemin davranışlarının, her proje sahası için ayrı ayrı belirlenmesi ve bu yapılırken de arazide geçerli olacak koşulların dikkatli bir şekilde incelenmesi gerekmektedir. Ayrıca, zemin davranışını etkileyen faktörlerin iyi anlaşılması, elde edilen sonuçların birçok durumda yanıltıcı olmasına yol açabilmektedir [1]. Bu yüzden, zemin ile ilgili problemlerde, kullanılacak malzeme özelliklerinin hangi koşullarda belirlendiği ve geçerliliğini koruduğunu anlayarak, güvenli ve ekonomik mühendislik çözümleri elde etmek mümkün olabilmektedir [2].

Zeminler, çok karmaşık bir malzeme olmaları nedeni ile zemin içerisinde gerçekçi gerilme-deformasyon analizleri yapmak da oldukça zordur.

Bu nedenle Elastisite Teorisi kullanılırken şu kabuller yapılır:

- ❖ Zemin, elastik olup, gerilme-deformasyon ilişkisi doğrusaldır.
- ❖ Zemin ortam homojendir. Diğer bir deyişle, elastik sabitler, elastisite modülü, E ve poisson oranı, μ her noktada aynıdır.

- ❖ Zemin ortamı izotropdur; özellikleri bir noktadan, her yönde aynıdır.
- ❖ Zemin ortam yarı sonsuzdur; bir düzlemin altında, her yönde, sonsuz mesafeye uzanır [2].

Elastisite teorisinden yararlanarak elde edilen bu çözümlerde, düşey gerilme dağılımları zeminin malzeme özelliklerinden bağımsızdır. Ayrıca zeminin türü ve sıklık gibi parametreleri dikkate alınamamakta, her cins zemin için aynı gerilme dağılımları elde edilmektedir [3]. Fakat, zeminler için gerilme analizinde, zemin cinsinin ve onun aktaracağı gerilmelerin çok büyük önemi vardır. Bu yüzden, zeminlerde ilave yüklerden dolayı oluşan düşey gerilme değerlerinin deneysel yollarla bulunması zorunluluğu ortaya çıkmaktadır.

Son yıllarda hızla artış gösteren dünya nüfusu ve buna paralel olarak artan barınma ihtiyacı, yerleşim alanı gereksiniminin de hızla artmasına neden olmuştur [4].

Bu durumun yansımaları olarak arsa sıkıntısı ve yüksek maliyetler ortaya çıkmış, taşıma gücü ve oturma özellikleri açısından sorunlu zeminlerde yapılaşma ve mevcut yerleşim alanlarının en iyi şekilde değerlendirilmesi zorunlu hale gelmiştir. Bu durumda, ya derin temel uygulamasına geçilmeli ya da temel zemininde, zemin iyileştirme yöntemi uygulanabilir. Alternatif olması ve özellikle ekonomik olması sebebiyle, zemin iyileştirme yöntemlerinden, donatılı zemin kullanımı sürekli yaygınlaşmaktadır [4].

Zeminlerde donatı ile güçlendirme sağlanırken ise, dikkat edilmesi gereken hususlardan birisi de,

donatının temel tabanından itibaren hangi derinliğe yerleştirileceğidir.

Bu çalışmada, donatı ile güçlendirilmiş kumlu zeminler üzerine oturan dairesel bir temelden dolayı zemin içinde oluşan ilave düşey gerilme değerleri laboratuvar model deneyleri yapılarak araştırılmış ve ilk donatı tabakasının optimum derinliği, yükleme ve gerilme açısından belirlenmiştir.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Terzaghi [5], kum ve kil numunelerde düşey yüklerden dolayı oluşan yatay ve düşey gerilmeleri üretmiş olduğu deney düzeneğiyle ölçmüştür. Sonuçta, Donath [6] tarafından yatay gerilmenin düşey gerilmeye oranı şeklinde tarif edilen sükunetteki yanal zemin basınç katsayısı, K_0 değerlerini elde etmiş ve kaba kum için $K_0=0,42$ değerini belirlemiştir [7].

Scheidig ve Kögler [8], bir kum dolgusuna yük uygulayarak, belirli derinliklerde bulunan yatay düzlemlerin çeşitli noktalarında meydana getirdiği basınçları ölçmüşlerdir. Hendron [9], tarafından özel bir ödometre ile oluşturulan deney düzeneğinde, yanal basınçlar, ödometre ringine yapııştırılan ötelenme ölçerlerle ölçülmüştür.

Hanna ve Ghaly, farklı sıklıklarda kum zeminlerde yatay ve düşey gerilmeleri, basınç algılayıcı kullanarak ölçmüşlerdir. Ölçülen sonuçlar ile Jaky [10] tarafından verilen $K_0=1-\sin \phi$ değerleri ile karşılaştırılarak, sıklığın artmasına bağlı olarak deneysel ve teorik K_0 değerlerinin azaldığını belirlemiştir. Ayrıca, ölçülen ilave gerilmelerin teorik değerlerden daha büyük değerler olduğu görülmüştür [7].

Hanna ve Soliman-Saad [11], kompaksiyonun gerilme değerlerine etkisini belirleyebilmek amacıyla kumlu zeminlerde yatay ve düşey gerilmeleri ölçmek için basınç algılayıcıları kullanmışlardır. Ölçülen yatay gerilmelerin düşey gerilmelere oranlanmasıyla bulunan K_0 değerlerini, $K_0=1-\sin \phi$ formülü ile karşılaştırmışlardır. Sonuçta, ϕ açısı arttıkça $1-\sin \phi$ formülü ile

hesaplanan K_0 değerlerinin azaldığını, yatay gerilmelerin düşey gerilmelere oranı olarak bulunan K_0 değerlerinin ise arttığını belirlemiştir [11].

Laman ve arkadaşları [12], kumun sıklık oranının ve temel genişliğinin gerilme üzerindeki etkilerini belirleyebilmek amacıyla, kumlu zeminlere oturan dairesel temellerden dolayı zemin içinde oluşan düşey ve yatay gerilme değerlerini model deneyler yaparak incelenmiştir. Sonuçta, kum numunelerin sıklık oranının artırılmasıyla, aynı yükler altında daha büyük gerilme değerlerinin olduğu gözlenmiştir. Temel genişliğinin artmasıyla da benzer durumun olduğu görülmüştür. Ayrıca, ölçüm derinliğinin artmasıyla temel plakası merkezinin altındaki basıncın da azaldığı ve kum numunenin herhangi bir noktasındaki gerilme değerinin uygulanan yük ile orantılı olarak arttığı görülmüştür [12].

Keskin ve arkadaşları [13], kumlu zeminlere oturan düşey yüklü kare temellerin merkezi altında oluşan ilave düşey gerilme değerlerini deneysel ve sayısal olarak araştırmışlardır. Ayrıca, elde edilen değerler Boussinesq yöntemi sonuçlarıyla karşılaştırılmıştır. Sayısal çalışmada, zemin lineer elastik ve non-lineer elasto-plastik malzeme olarak modellenmiş ve analizlerde kullanılan bu modellerin ilave düşey gerilme değerlerine etkisi araştırılmıştır. Çalışma sonunda deneysel, sayısal ve teorik sonuçlar arasında belli derinliklerde genel bir uyum gözlenmiştir [13].

Bağrıçık ve Laman [14], temel boyut etkisini araştırabilmek amacıyla, kumlu zeminler üzerine oturan farklı boyutlardaki dairesel temellerden dolayı, zemin içerisinde oluşan ilave düşey gerilme davranışlarını laboratuvar model deneyler ile belirlemiştir. Sonuç olarak, kumlu zeminlerde boyut etkisinin önemli mertebelerde olmadığını belirtmişlerdir [14].

Bağrıçık ve Laman [15], temellerin şekil etkisini araştırabilmek amacıyla, kumlu zeminler üzerine oturan farklı geometrilere sahip yüzeysel temellerden dolayı, zemin içinde oluşan ilave düşey gerilme davranışlarını laboratuvar model deneyleri ile belirlemiştir. Sonuçta, farklı

geometrilere göre temellerde şekil etkisinin önemli mertebelerde olduğu görülmüştür [15].

Bağrıaçık ve Laman [16], donatısız ve donatılı kumlu zeminler üzerine oturan yüzeysel temellerden dolayı zemin içinde oluşan ilave düşey gerilme davranışlarını, laboratuvar model deneyleri yapılarak araştırmıştır. Sonuçta, geogrid donatılı kumlu zeminler üzerine oturan yüzeysel temellerden dolayı zemin içinde oluşan ilave düşey gerilmelerin, donatısız duruma göre, %27 mertebelerinde fazladan azaldığı görülmüştür [16].

Bağrıaçık ve arkadaşları [17], dairesel temellerden dolayı zemin içinde oluşan ilave düşey gerilme davranışlarını laboratuvar model deneyleri yaparak araştırmışlar ve literatürdeki teorik yöntemlerle karşılaştırmışlardır. Sonuç olarak, Boussinesq çözümünün, deney sonuçları ile uyumlu görülmüştür [17].

Bağrıaçık ve arkadaşları [18], yatay gerilmelerin düşey gerilmelere oranlanmasıyla bulunan K_0 değerlerinin, derinlik ve zemin sıklığı ile değişimini belirleyebilmek amacıyla, kumlu zeminler üzerine oturan dairesel temellerden dolayı zemin içerisinde oluşan ilave yatay ve düşey gerilme değerleri laboratuvar model deneyleri ile belirlemişlerdir. Sonuçta, K_0 değerlerinin, derinlik arttıkça azaldığı ve sıklık arttıkça K_0 değerlerinin azaldığı belirlenmiştir [18].

Bağrıaçık ve arkadaşları [19], donatı ile güçlendirilmiş kare bir temel altındaki zeminlerde optimum ilk donatı tabakası derinliğini, yüklemeye ve gerilme açısından belirleyebilmek amacıyla laboratuvar model deneyleri gerçekleştirmişlerdir. Sonuçta, kare temel tabanından itibaren, temel genişliğinin 0,40 katı derinliğe kadar gerilme değerlerinde belirli oranlarda azalmalar meydana gelirken, temel genişliğinin 0,40 katından daha derinlerde ilave herhangi bir gerilme azalması meydana gelmediği görülmüştür. Buna bağlı olarak, kare temellerde ilk donatı tabakasının optimum derinliği, kare temel genişliğinin 0,40 katı olarak belirlenmiştir [19].

Örnek ve arkadaşları [20], kumlu zeminlere oturan eksantrik yüklü şerit temellerin davranışlarını belirleyebilmek amacıyla laboratuvar model deneyleri gerçekleştirmişlerdir. Sonuçta, yük eksantrisitesi arttıkça nihai taşıma gücünün azaldığı görülmüştür [20].

Türedi ve Örnek [21], dikdörtgen temelin farklı yüklemeye koşullarında zemine oturması sonucunda meydana gelen düşey gerilmeleri belirleyebilmek amacıyla model deneyler gerçekleştirmişlerdir. Ayrıca, deney sonuçlarını literatürdeki teorik yöntemlerle (Boussinesq, Westergaard ve 2:1 Yöntemi vb.) karşılaştırmışlardır. Sonuçta, eksantrisite arttıkça taşıma gücü değerlerinin azaldığı, temel merkezinden uzaklaştıkça da gerilme değerlerinde azalmalar tespit edilmiş ve model deney sonuçları ile teorik sonuçların da birbirleri ile uyumlu oldukları belirlenmiştir [21].

3. MATERYAL METOD

Çalışmalarda, Çakıt nehir yatağından çıkarılan kum numuneler kullanılmıştır. Kum numune, TS 1500'e göre 0,074 mm çaplı ve 1 mm çaplı eleklerden yıkanarak elenmiştir. Çukurova Üniversitesi İnşaat Mühendisliği Bölümü Zemin Mekaniği Laboratuvarında, No. 18 ile No. 200 arasında kalan kumlar, endeks ve kayma mukavemeti özelliklerinin belirlenmesi amacıyla deneyler yapılmıştır [22].

Deneysel çalışmada kullanılan kumun Türk standartlarına göre dane çapı dağılımı elde edilmiştir. Dane çapı dağılım eğrisinden deney kumunun, zemin sınıfı, TS 1500'e göre uniform temiz kum (SP) olarak belirlenmiştir. Elek analizi deney sonuçları Çizelge 1'de verilmiştir.

Deneysel çalışmalar, 50 cm genişliğinde kare kesitli kasa içerisinde gerçekleştirilmiştir. Deney kasa iskeleti çelik profillerden olup, ön ve arka yüzü cam, yan yüzeyler ile alt taban ise, ahşap malzemeden imal edilmiştir.

Çizelge 1. Zemin özellikleri [16]

Granülometri Parametreleri	Birim	Değer
Orta Kum Yüzdesi	%	46,40
İnce Kum Yüzdesi	%	53,60
Efektif Dane Çapı, D_{10}	mm	0,18
D_{30}	mm	0,30
D_{60}	mm	0,50
Üniformluk Katsayısı, C_u	-	2,78
Derecelenme Katsayısı, C_c	-	1,00
Zemin Sınıfı	-	SP
Maksimum Kuru Birim Hacim Ağırlık	kN/m^3	17,06
Minimum Kuru Birim Hacim Ağırlık	kN/m^3	15,03
Dane Birim Hacim Ağırlık	kN/m^3	26,80

DeneySEL çalışmada, çapı 9 cm olan dairesel temel kullanılmıştır.

Farklı yükleme hızlarında çekme ve basınç uygulayabilen özel bir yükleme düzeneği geliştirilerek deneyler gerçekleştirilmiştir.

Temel plakasına gelen yük değerlerini ölçebilmek amacıyla ESİT firması tarafından üretilen elektronik yük hücresi kullanılmıştır.

Zeminde meydana gelen gerilmeleri ölçmek için 200 kPa kapasiteli basınç algılayıcılar kullanılmıştır (Şekil 1).

**Şekil 1.** Basınç algılayıcılar

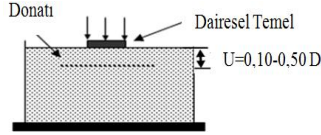
Kullanılan geogrid donatı, temel tabanından itibaren farklı derinliklere ($U=0,10D$, $U=0,15D$, $U=0,20D$, $U=0,25D$, $U=0,30D$, $U=0,35D$, $U=0,40D$, $U=0,45D$ ve $U=0,50D$) Şekil 2’de görüldüğü gibi yerleştirilerek $Z=2,0D$ derinlikte meydana gelen gerilme değerleri ölçülmüştür.

Çalışmada, Çizelge 2’de özellikleri bulunan Secugrid markalı geogridler kullanılmıştır.

Çizelge 2. Geogridlerin özellikleri [16]

Teknik Özellikler	Birim	60/60 Q ₁
Malzeme	-	Polipropilen
Maks. Çekme Dayanımı, md/cmd*	kN/m	$\geq 60/\geq 60$
%2 uzamada çekme dayanımı, md/cmd*	kN/m	22/22
%5 uzamada çekme dayanımı, md/cmd*	kN/m	48/48
Açıklık, md \times cmd*	mm \times mm	31 \times 31
Rulo genişliği / uzunluğu	m \times m	4,75 \times 100
*md = machine direction, *cmd= cross mach.		

Geogrid donatının yerleşim düzeni Şekil 3’te gösterilmiştir.

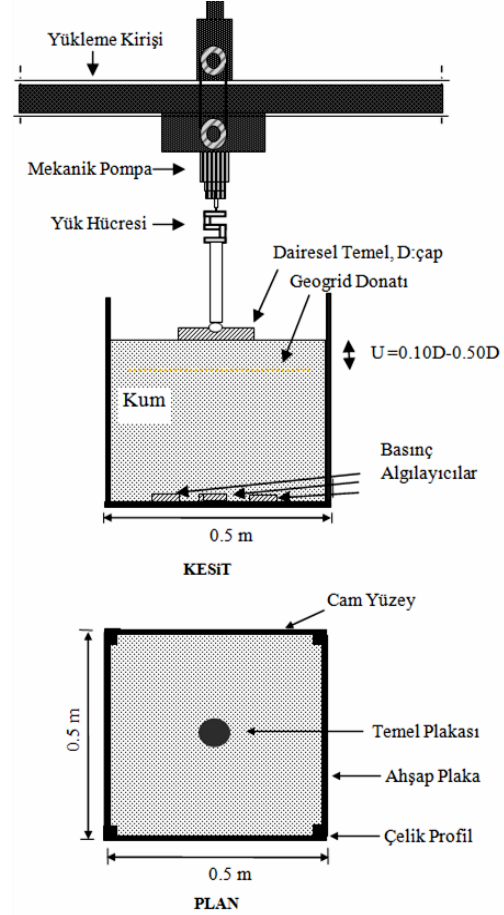


Şekil 2. Donatının yerleştirilmesi [16]

Uygulanan düşey yükler, yük hücresi yardımıyla 8 kanal girişli ADU (Autonomous Acquisition Data Unit) data logger cihazına aktarılmıştır. Bu veriler daha sonra bilgisayar ortamında DIALOG programı yardımıyla sayısal değerlere dönüştürülmüştür. Uygulanan düşey yüklerden dolayı meydana gelen düşey gerilmeler ise, basınç algılayıcıları yardımıyla, TML markalı TDS-301 modelindeki taşınabilir data loggerdan elde edilmiştir.

Deney düzeneği Şekil 3'te gösterilmiş ve deneyler aşağıda belirtilen hususlara dikkat edilerek gerçekleştirilmiştir.

- Basınç algılayıcıları deney kasasının içerisine deney esnasında hareket etmeyecek şekilde tabana yapıştırılarak sabitlenmiştir [22].
- Kum zemin, kasa içerisine tabakalar halinde ve birim hacim ağırlığı $\gamma_k=15,03 \text{ kN/m}^3$ olacak şekilde sıkıştırılarak yerleştirilmiştir. Bu amaçla, her tabaka için gerekli kum ağırlığı önceden hesaplanarak kontrollü bir şekilde sıkıştırma yapılmıştır.
- Belirlenen tabakaya kadar sıkıştırma işlemi yapılmış, daha sonra geogrid donatı yerleştirilmiş ve sonra da kalan tabakalarda yerleştirilmiştir.
- Sıkıştırma işlemi tamamlandıktan sonra zemin yüzeyinin düzgünlüğü su terazisi ile her seferinde kontrol edilmiştir. Daha sonra temel plakası zemin yüzeyine yerleştirilmiştir. Bu aşamada temel plakasının, basınç algılayıcılarına göre, konumunun uygun yerleştirilmesine dikkat edilmiştir.
- Uygulanan yükün, temel plakası merkezine uniform ve düşey yönde olacak şekilde etki ettirilmesine dikkat edilmiştir.
- Deney sırasında, yükleme hızı her kademede sabit tutularak, kademeli olarak yüklemeye devam edilmiştir.

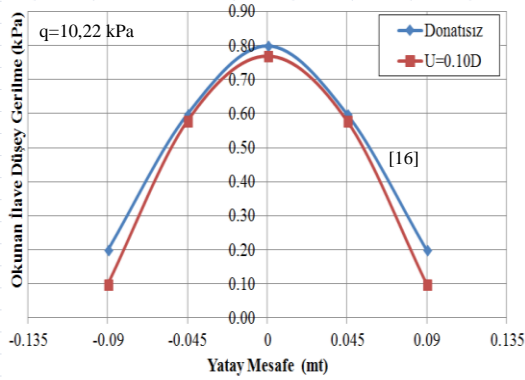


Şekil 3. Deney düzeneği [22]

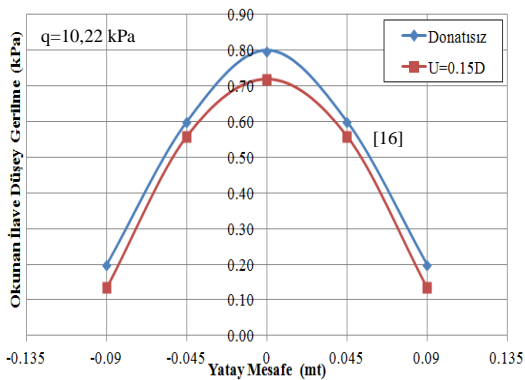
4. BULGULAR VE TARTIŞMA

Bu çalışmada, donatı kullanılarak sabit bir derinlikte hazırlanan kum tabakasında, temelden dolayı oluşan, $Z=2,0D$ derinlikte meydana gelen gerilme değerleri ile Bağrıaçık ve Laman [16] tarafından aynı şartlarda hazırlanan donatısız kumlu zemin durumlarında ölçülen gerilme değerleri karşılaştırılmıştır (U =geogridin temel tabanından itibaren derinliği, D =temelin çapı, Z =kum tabakası derinliği, X =temel merkezinden olan yatay mesafe). Deney sonuçları Şekil 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13 ve 14'te sunulmuştur.

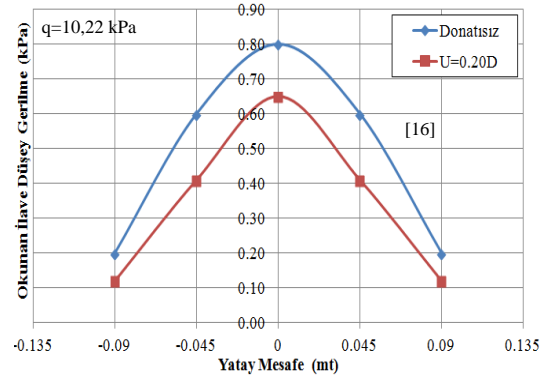
Şekil 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12'den $q=10,22$ kPa değerinde uygulanan düşey yüke karşı, $Z=2,0D$ 'de, donatılı ve donatısız durumlardaki gerilme değerlerinin değişimleri görülmektedir. Buradan, farklı derinliklere $U=0,10D$, $U=0,15D$, $U=0,20D$, $U=0,25D$, $U=0,30D$, $U=0,35D$, $U=0,40D$, $U=0,45D$ ve $U=0,50D$ donatı yerleştirilmesi durumunda, donatısız duruma göre temel merkezinde sırasıyla yaklaşık %3,7, %10,0, %18,8, %31,2; %37,5; %50,0; %50,6; %51,0 ve %52,5 oranlarında ilave gerilme azalmaları meydana geldiği belirlenmiştir. Bu oranlar, aynı derinlikler için temel merkezinden yatay mesafede uzaklaştıkça da temel merkezindeki oranlarla benzer davranış göstermektedir.



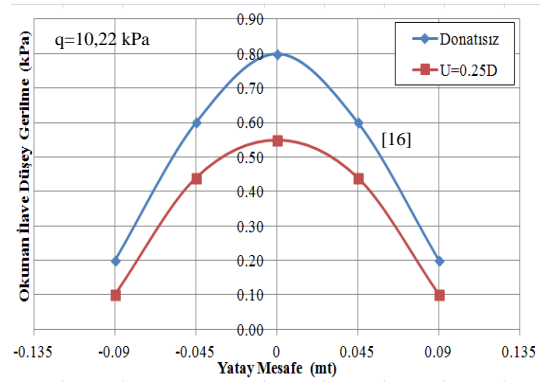
Şekil 4. Donatısız durumdaki gerilme değerlerinin $U=0,10D$ donatı derinliğindeki gerilmelerle karşılaştırılması



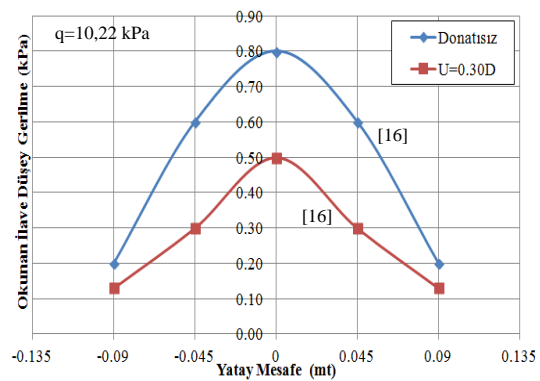
Şekil 5. Donatısız Durumdaki gerilme değerlerinin $U=0,15D$ donatı derinliğindeki gerilmelerle karşılaştırılması



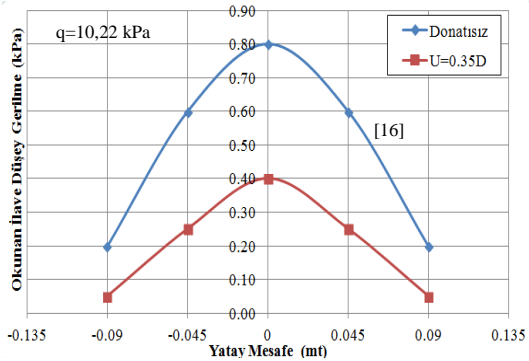
Şekil 6. Donatısız durumdaki gerilme değerlerinin $U=0,20D$ donatı derinliğindeki gerilmelerle karşılaştırılması



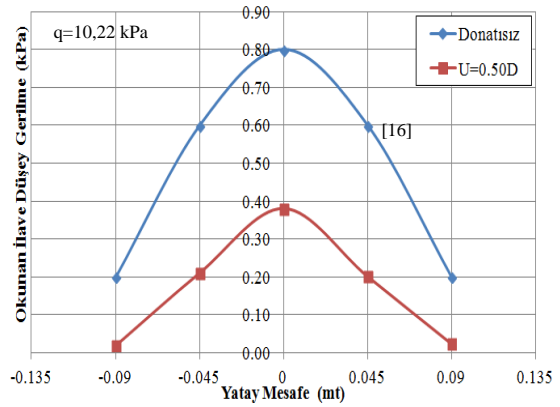
Şekil 7. Donatısız durumdaki gerilme değerlerinin $U=0,25D$ donatı derinliğindeki gerilmelerle karşılaştırılması



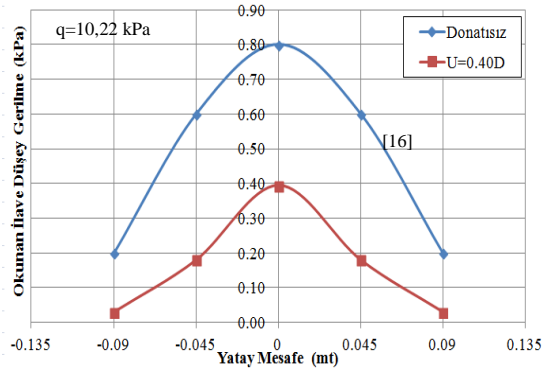
Şekil 8. Donatısız durumdaki gerilme değerlerinin $U=0,30D$ donatı derinliğindeki gerilmelerle karşılaştırılması [16]



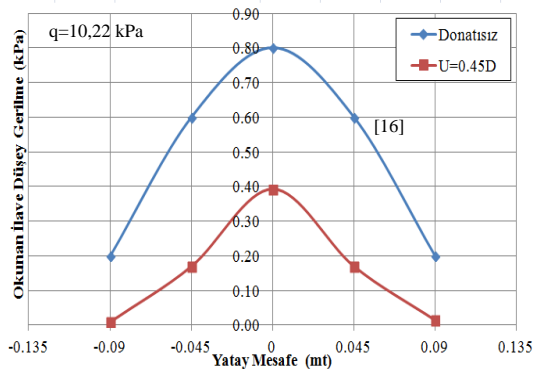
Şekil 9. Donatısız Durumdaki gerilme değerlerinin U=0,35D donatı derinliğindeki gerilmelerle karşılaştırılması



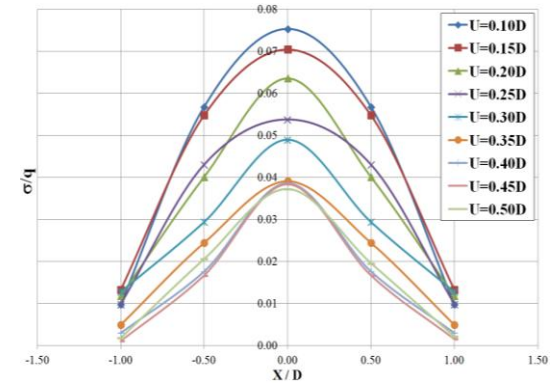
Şekil 12. Donatısız durumdaki gerilme değerlerinin U=0,50D donatı derinliğindeki gerilmelerle karşılaştırılması



Şekil 10. Donatısız durumdaki gerilme değerlerinin U=0,40D donatı derinliğindeki gerilmelerle karşılaştırılması



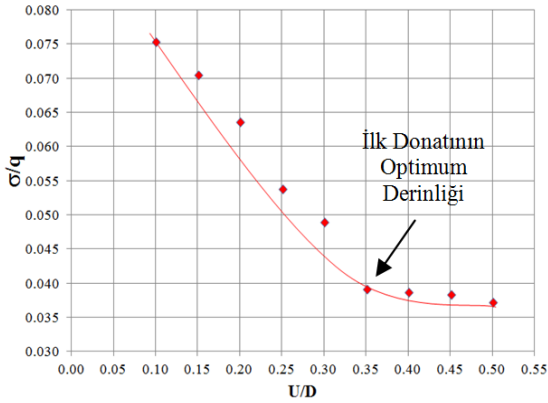
Şekil 11. Donatısız durumdaki gerilme değerlerinin U=0,45D donatı derinliğindeki gerilmelerle karşılaştırılması



Şekil 13. Farklı donatı derinliğindeki gerilmelerin karşılaştırılması

Şekil 14'te, σ/q değerlerine karşılık U/D oranları görülmektedir. Sonuçta, temel merkezinde U/D=0,35'e kadar ölçülen gerilme değerlerinde azalmalar meydana geldiği, U/D=0,35'ten daha derinde bu azalmaların sabit kaldığı görülmüştür.

Buna bağlı olarak, optimum ilk donatı derinliği $U/D=0,35$ olarak belirlenmiştir.



Şekil 14. Optimum donatı derinliğinin belirlenmesi

5. SONUÇLAR

Uygulanan düşey yük etkisinde, farklı derinliklere donatı yerleştirilmesi durumunda, donatısız duruma göre temel merkezinde sırasıyla yaklaşık %3,7; %10,0; %18,8; %31,2; %37,5; %50,0; %50,6; %51,0 ve %52,5 oranlarında ilave gerilme azalmaları meydana geldiği belirlenmiştir. Bu oranların, aynı derinlikler için temel merkezinden yatay mesafede uzaklaştıkça da temel merkezindeki oranlarla benzer davranış gösterdiği belirlenmiştir.

Temel merkezinden itibaren donatı derinliği arttıkça, gerilme değerlerinin, belirli bir donatı derinliğine kadar azaldığı ($U/D=0,35$), bu derinlikten itibaren ise kayda değer bir azalmanın meydana gelmediği belirlenmiştir.

Buna bağlı olarak ise optimum ilk donatı derinliği $U/D=0,35$ olarak belirlenmiştir (U =geogridin temel tabanından itibaren derinliği, D =temelin çapı).

6. KAYNAKLAR

1. Kumbasar, V., Kip, F., 1984. İnşaat Mühendisliğinde Zemin Mekaniği. Çağlayan Kitabevi, İstanbul, 350s.
2. Uzuner, B.A., 1998. Çözümlü Problemlerle Temel Zemin Mekaniği, Teknik Yayınevi, Ankara.
3. Sağlamer, A., 1972. Kohezyonsuz Zeminlerde Sükunetteki Toprak Basıncı Katsayısının Zemin Parametreleri Cinsinden İfadesi, Doktora Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
4. Demir, A., 2011. Yumuşak Kil Zemin Üzerinde Güçlendirilmiş Stabilize Dolguya Oturan Yüzeysel Temellerin Analizi, Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi, Adana.
5. Terzaghi, K., 1920. Old Earth Pressure Theories and New Test Results, Engrg. News-Rec., 85 (14), 632-637.
6. Donath, A.D., 1891. Untersuchungen Veber den Erddruck auf Stuetzwaende. Zeitschrift fuer Bauwesen, Berlin, Germany.
7. Hanna, A., and Ghaly, A., 1992. Effects of K0 and Overconsolidation on Uplift Capacity. Journal of Geotechnical Engineering, 118 (9), 1449-1469.
8. Scheidig, Kogler, 1926. Die Verteilung Senkrechter Drücke in Schüttungen, Dissertation, Freiberg.
9. Hendron, A.J., 1963. The Behaviour of Sand in One Dimensional Compression. Ph. D. Thesis, University of Illinois, USA.
10. Jaky, J., 1948. Pressure in Soils. Proc. 2nd Conf. On Soil Mech. and Found. Engrg., A. A. Balkema, Rotterdam, the Netherlands, 1, 103-107.
11. Hanna, A.M., Solıman-Saad, N., 2001. Effect of Compaction Duration on the Induced Stress Levels in a Laboratory Prepared Sand Bed. Geotechnical Testing Journal, 24 (4), 430-438.
12. Laman, M., Keskin, M.S., Yıldız, A.A., 2004. Farklı Sıklıktaki Kumlu Zeminlere Oturan Dairesel Temeller Altında Gerilme Analizi, Türkiye İnşaat Mühendisliği 17. Teknik Kongre ve Sergisi, Yıldız Teknik Üniversitesi, İstanbul.
13. Keskin, M.S., Laman, M., Baran, T., 2008. Kuma Oturan Kare Temeller Altında Oluşan Düşey Gerilmelerin Deneysel Tespiti ve Sayısal Analizi, İMO Teknik Dergi, pp. 4521-4538, No 299.
14. Bağrıçık, B., Laman M., 2010. Yüzeysel Temel Geometrisinin Zeminlerde Oluşan

- Gerilmelere Etkisinin Araştırılması. Çukurova Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi, pp. 155-166, No 1-2, Cilt 25.
15. Bağrıaçık, B., Laman M., 2011. Investigation of the Shape Effect at Different Geometries on Stress Distribution of Sandy Soils pp. 78, International Balkans Conference on Challenges of Civil Engineering, BCCCE, 19-21 May 2011, EPOKA University, Tirana, ALBANIA.
 16. Bağrıaçık, B., Laman M., 2011. Donatısız ve Donatılı Kumlu Zeminlere Oturan Dairesel Temeller Altında Gerilmelerin Değişimi. Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi, Ankara, Vol:26, No:4, 787-800, 2011-(SCI).
 17. Bağrıaçık, B., Laman M., Demir A., 2011. Kum Zeminlerde Sükunetteki Toprak Basıncı Katsayısının Deneysel Olarak Belirlenmesi, 4. Geoteknik Sempozyumu, Çukurova Üniversitesi, Adana.
 18. Bağrıaçık, B., Laman M., Demir A., 2011. Dairesel Temeller Altında Farklı Sıkılıklarda Oluşan Düşey Gerilmelerin Karşılaştırılması, 4. Geoteknik Sempozyumu, Çukurova Üniversitesi, Adana.
 19. Bağrıaçık, B., Laman, M., Demir, A., 2012. Kare Temel Altındaki Zeminlerde Optimum Donatı Tabakası Derinliğinin Gerilme Yönünden İncelenmesi, 5. Ulusal Geosentetikler Konferansı, Boğaziçi Üniversitesi, İstanbul.
 20. Örnek M., Türedi Y., Dal, K., 2014. Kum Zemine Oturan Eksantrik Yüklü Şerit Temellerin Analizi, Zemin Mekaniği ve Temel Mühendisliği 2. Özel Konulu Sempozyumu, 24-25 Nisan 2014, Antalya.
 21. Türedi Y., Örnek M., 2015. Dikdörtgen Temel Altında Gerilme ve Taşıma Gücü Analizi, Çukurova Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi, pp. 1-11, Cilt 30, No 2.
 22. Bağrıaçık, B., 2010. Zeminlerdeki Gerilme Durumlarının Deneysel ve Teorik Olarak İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi, Adana.