

ASİMETRİK DOLGU YÜKLERİ ALTINDA YAPI TEMELLERİNİN DİNAMİK DURUMDA KAYMAYA KARŞI GÜVENLİĞİ

SAFETY OF RAFT FOUNDATIONS UNDER ASYMMETRIC FILL LOADS AGAINST SLIDING IN DYNAMIC CONDITION

Seray ZEDELİ¹, Özgen KÖKTEN², Yusuf YAŞAR³

ÖZET

Betonarme sistemlerde yatay yüklerin belli bir oranı, yapı çerçeve ve perde sistemi tarafından temel sistemlerine aktarılır. Bu çalışma kapsamında, bir vaka analizi özelinde yapılması planlanan konut projesindeki yapı düşey taşıyıcı sistemlerinden olan bodrum perdelerine aktarılan yüksek dolgu yükleri nedeni ile yapı radye temelinin statik ve dinamik yükleme durumlarında konum emniyeti incelenmiştir. Bu bağlamda bodrum perdeleri ile yapı temeli etkileşimi sonucu temellerin kaymaya karşı davranışlarını incelemek amacıyla sonlu elemanlar modeli kurulmuştur. Yapılan tasarım kapsamında yapı radye temelini yatayda kaymaya karşı güvenlik sayısını arttırmak amacıyla ülkemizde de yaygın olarak kullanılan betonarme mahmuzların etkisi araştırılmıştır. Güvenlik sayılarının belirlenmesinde 2 boyutlu sonlu elemanlar yöntemi kullanılarak analizler gerçekleştirilmiştir. Depremlilikte dinamik analizlerin gerçekleştirilmesinde pseudo-statik yöntem kullanılmıştır. Dolgu yüklemesi nedeni ile yapı temelini, mahmuzsuz durumdaki kayma davranışı ile farklı mahmuz konumu ve sayısı olan durumdaki davranışı nümerik analiz sonuçları ile karşılaştırılmış ve beton mahmuzların etkinliği yapılan parametrik analizler ile incelenmiştir. Çalışma sonucunda elde edilen sonuçlar ve öneriler sunulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Mahmuz, Radye temeller, Sonlu elemanlar modeli, Kayma

ABSTRACT

In reinforced concrete systems, horizontal loads are transferred to the foundation systems by the building frame and shear walls. Within the scope of this study, the positional safety of the building raft foundation in static and dynamic loading situations was examined due to the high fill loads transferred to the concrete shear wall in the housing project planned

¹İnşaat Yüksek Mühendisi, Temelsu Uluslararası Müh. Hiz. A.Ş., seray.sezgin@temelsu.com.tr (Sorumlu Yazar)

²İnşaat Yüksek Mühendisi, Temelsu Uluslararası Müh. Hiz. A.Ş., ozgen.kokten@temelsu.com.tr

³İnşaat Yüksek Mühendisi, Temelsu Uluslararası Müh. Hiz. A.Ş., yusuf.yasar@temelsu.com.tr



to be carried out as a case study. In this context, a finite element model was established to examine the behavior of foundations against sliding as a result of the interaction between shear walls and building foundations. Within the scope of the design, the effect of reinforced concrete shear key, which are widely used in our country, was investigated in order to increase the safety factor of the building raft foundation against horizontal sliding. Analyzes were carried out using the 2D finite element method to determine the safety numbers. Pseudo-static method was used to perform dynamic analyzes in the earthquake situation. The sliding behavior of the building foundation without shear keys due to backfill loading and the behavior with different shear key positions and numbers were compared with the results of numerical analysis, and the effectiveness of concrete shear keys was examined with parametric analyses.

Keywords: Shear key, Raft foundation, Finite element model, Sliding

1. GİRİŞ

Geoteknik mühendisliğinde, betonarme yapıların sağlamlığı ve dayanıklılığı, yatay yüklerin doğru şekilde yapı çerçeve ve perde sistemleri vasıtasıyla temel sistemlerine aktarılmasıyla yakından ilişkilidir. Bu çalışmada, bir konut projesi örneği üzerinden gerçekleştirilen analizlerde, bodrum perdelerine yüksek ve asimetrik dolgu yükleri aktarıldığında yapı radye temelinin konum emniyeti incelenmiştir. Bodrum perdeleri ile yapı temeli arasındaki etkileşimin belirlenmesi ve temellerin kayma direnci davranışlarının analizi için sonlu elemanlar modeli kullanılmıştır. Ayrıca, yapı radye temelini yatay kayma direncini artırmak amacıyla yaygın olarak kullanılan betonarme mahmuzların etkisi de değerlendirilmiştir.

Bu çalışma, literatürdeki mevcut çalışmaların da gözden geçirilmesiyle desteklenmiştir. Geoteknik mühendisliği alanında yapılan benzer araştırmalar ve uygulamalar incelenerek, betonarme yapıların temel sistemlerinin güvenli ve dayanıklı olması için alınabilecek önlemler ve yapılabilecek geliştirmeler üzerinde durulmuştur. Analizler sonucunda elde edilen bulgular ve öneriler geoteknik açıdan değerlendirilmiş ve sunulmuştur.

2. KAPSAM VE ESASLAR

Yapıların dış stabilitesi, taşıma kapasitesini aşan yükler altında karşılaştığı kayma, yer değiştirme ve devrilme gibi durumlar göz önünde bulundurularak değerlendirilir. Bu durumlar incelendiğinde, yapıların kayma direnci genellikle temel ile zemin arasındaki taban sürtünmesi ile sağlanır. Temel altına yerleştirilen mahmuzlar (shear keys) gibi çeşitli yöntemler kullanılarak yapıların kayma direnci artırılabilir.

Yapı temellerinin altına bir mahmuz (kesme kaması) yerleştirildiğinde yenilme yüzeyi, duvar tabanı/zemin yatay düzleminde temel toprağı içindeki bir düzlemlerle değiştirilir. Dolayısıyla bu durumda harekete geçirilen sürtünme açısı önceki durumdaki 0,8Ø yerine Ø olur ve bu sayede, yapıların kayma direnci artırılarak güvenlik düzeyi artırılabilir. Mahmuzlar gibi yapısal iyileştirme yöntemleri, yapıların temel tabanındaki statik ve dinamik davranışlarının optimize edilmesine ve stabilitesinin artırılmasına katkı sağlar.



Tüm bu yöntemler, geoteknik mühendisliği alanında yapılan çalışmaların önemli bir parçasını oluşturur ve yapıların güvenli bir şekilde inşa edilmesi ve uzun ömürlü olması için kritik bir rol oynar.

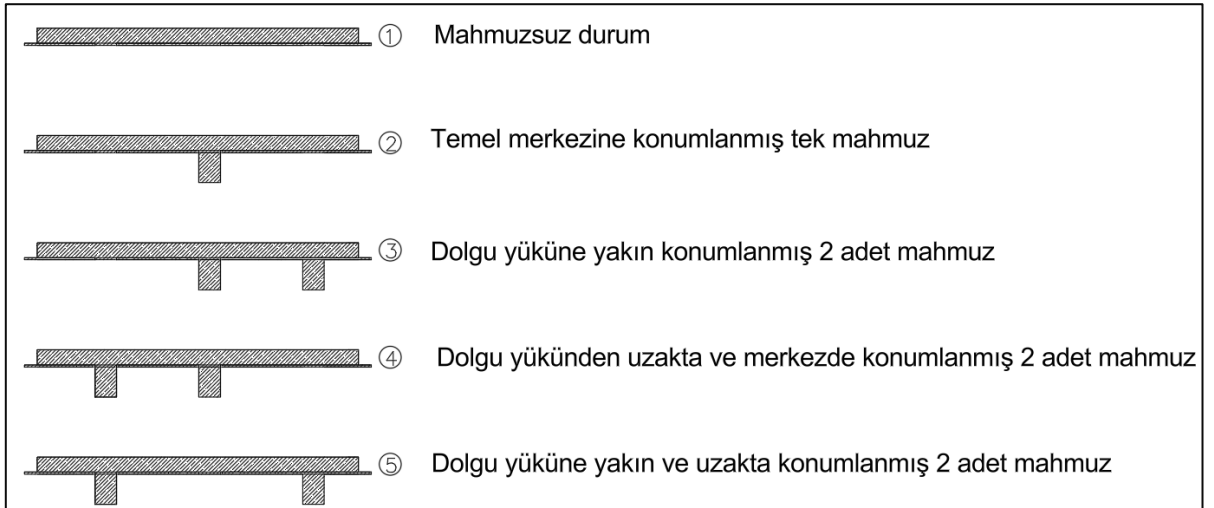
3. NÜMERİK ANALİZLER

Bu araştırma kapsamında, temel altında farklı sayıda ve konumda yerleştirilmiş 5 farklı mahmuz kombinasyonunun detaylı analizi gerçekleştirilmiştir.

Gerçekleştirilen 2 boyutlu nümerik analizler, farklı sayı ve konumda yerleştirilmiş mahmuzların temel zeminindeki etkilerini doğru bir şekilde değerlendirmek için kullanılmıştır. Analizlerde elde edilen sonuçlar, mahmuzların farklı yerleşim ve konfigürasyonlarındaki performanslarını göstermektedir.

Ayrıca, analizler sırasında kayma birim deformasyonları detaylı bir şekilde incelenmiş ve mahmuzların temel zemininde yarattığı etkiler titizlikle ele alınmıştır. Güvenlik sayıları da ayrıntılı bir şekilde hesaplanarak mahmuzların güvenli bir şekilde kullanılabilirliği değerlendirilmiştir. Analizleri yapılan farklı sayıda ve konumda yerleştirilmiş mahmuzlar Şekil 1.'de detaylı olarak sunulmuştur.

Buna göre; Mahmuzsuz durum (1), Temel merkezine konumlanmış tek mahmuz (2), Dolgu yüküne yakın konumlanmış 2 adet mahmuz (3), Dolgu yükünden uzakta ve merkezde konumlanmış 2 adet mahmuz (4), Dolgu yüküne yakın ve uzakta konumlanmış 2 adet mahmuz (5) durumlarına ait statik ve dinamik analizler gerçekleştirilmiştir.



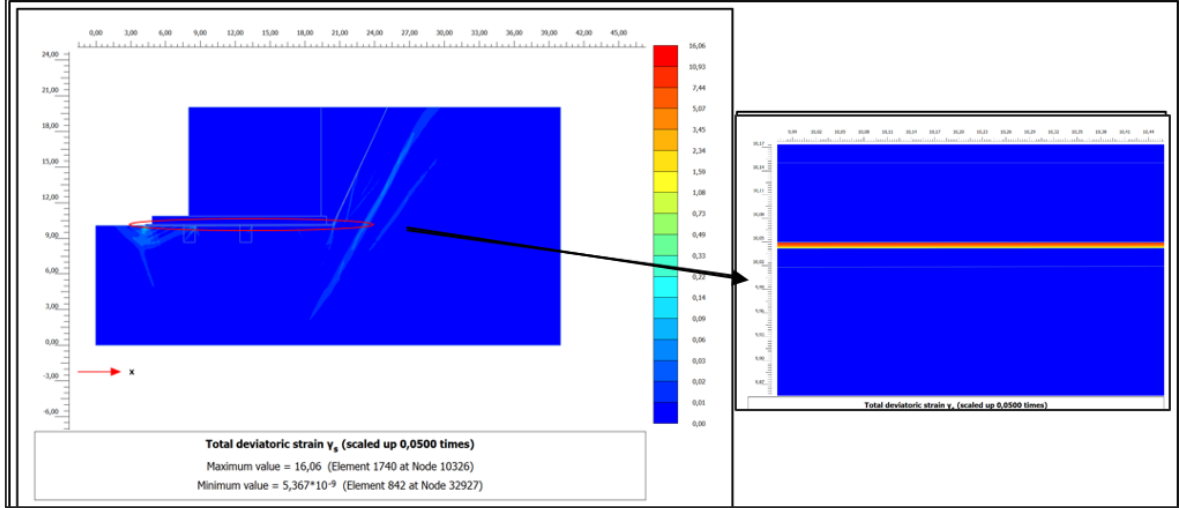
Şekil 1. Analizleri yapılan farklı sayıda ve konumda yerleştirilmiş mahmuzlar



2.1. Statik Analizler

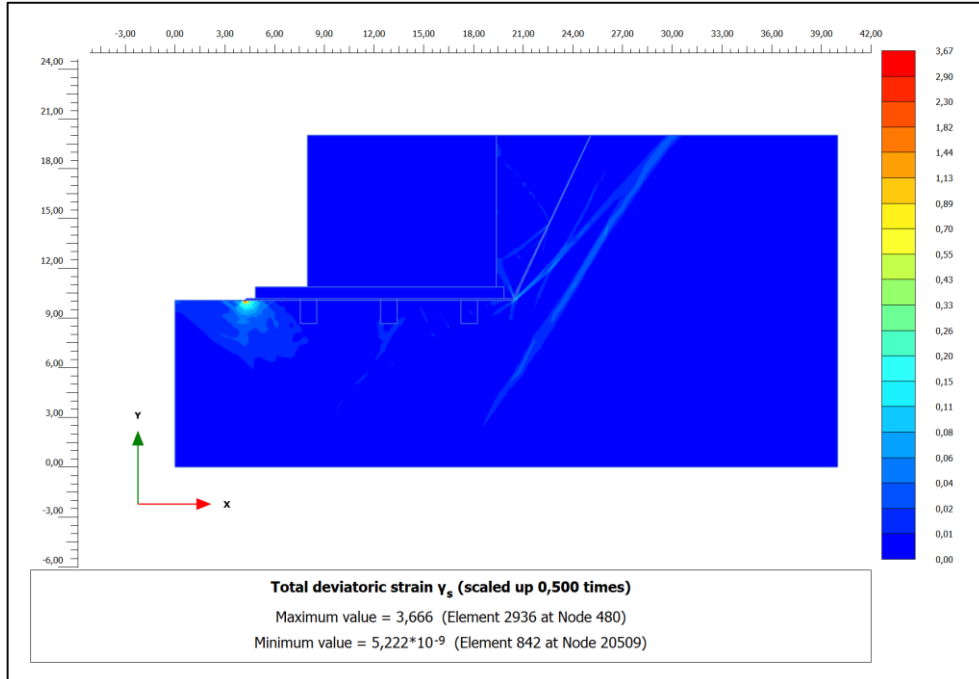
Gerçekleştirilen 2 boyutlu nümerik analizler, farklı sayı ve konumda yerleştirilmiş mahmuzların temel zeminindeki etkilerini doğru bir şekilde değerlendirmek için kullanılmıştır.

1. Durum



Şekil 2. Analizler sonucu elde edilen kayma birim deformasyonlar (1.Durum)

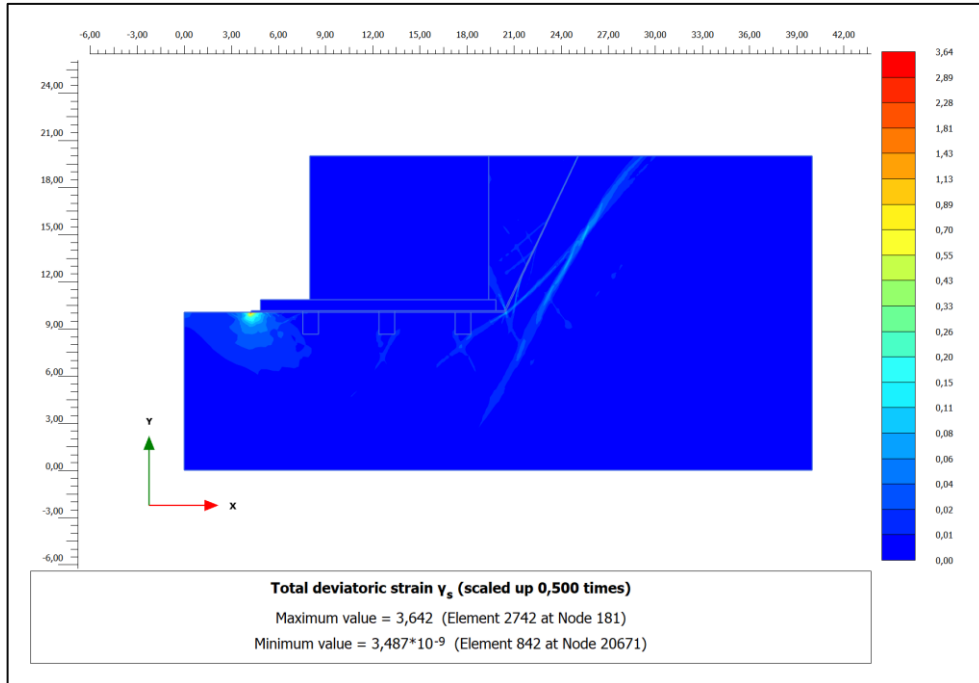
2. Durum



Şekil 3. Analizler sonucu elde edilen kayma birim deformasyonlar (2.Durum)

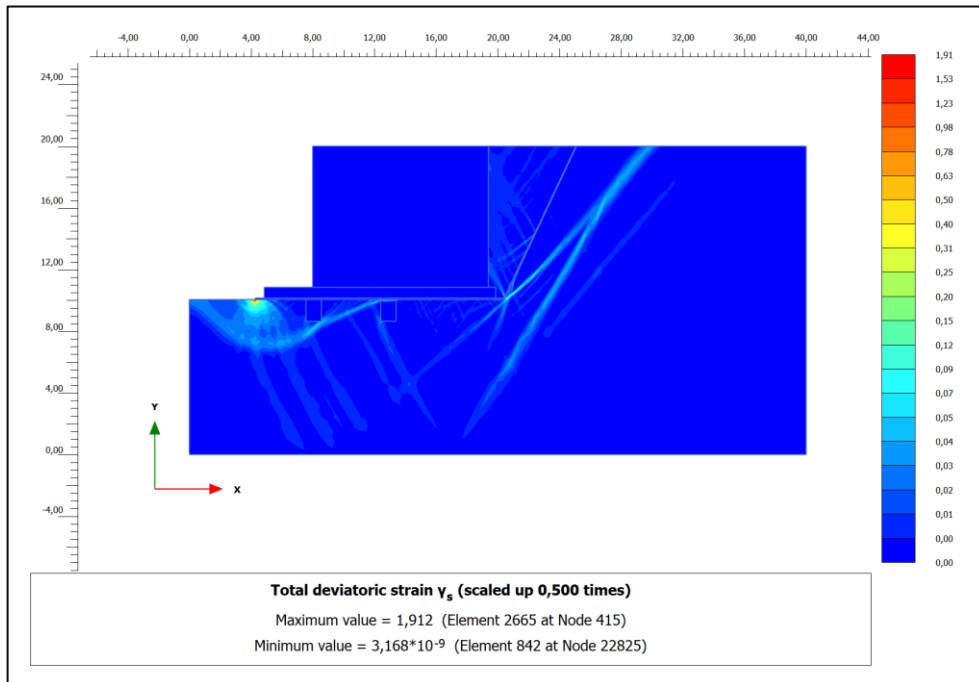


3. Durum



Şekil 4. Analizler sonucu elde edilen kayma birim deformasyonlar (3.Durum)

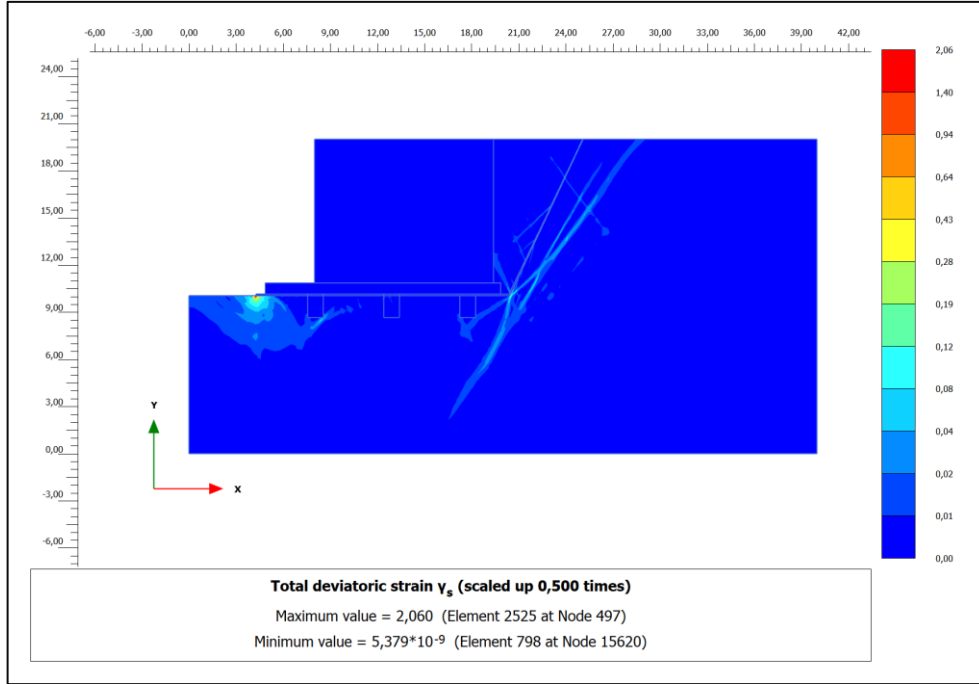
4. Durum



Şekil 5. Analizler sonucu elde edilen kayma birim deformasyonlar (4.Durum)



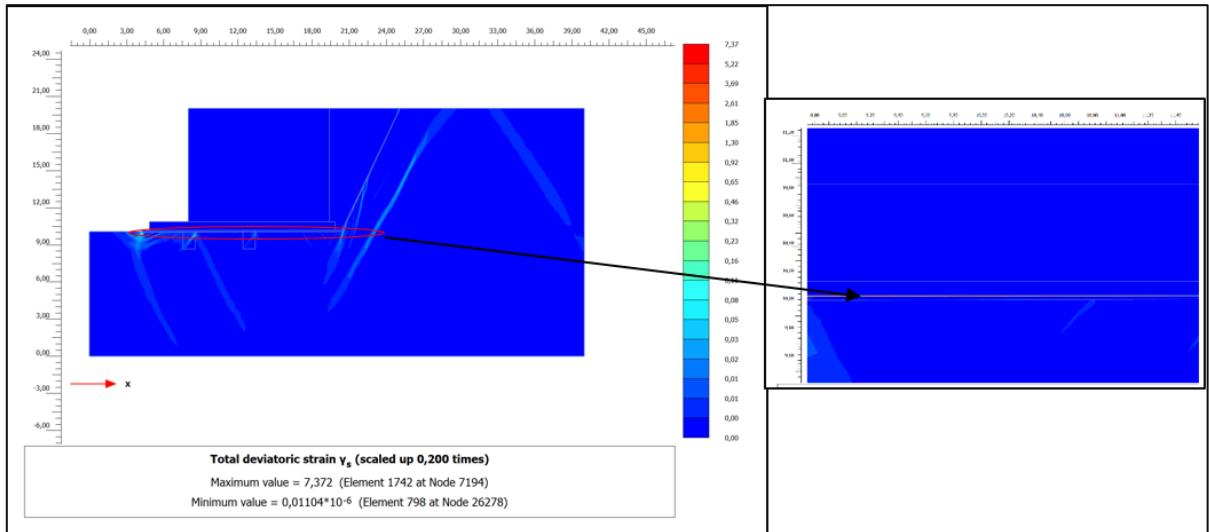
5. Durum



Şekil 6. Analizler sonucu elde edilen kayma birim deformasyonlar (5.Durum)

2.2. Dinamik Analizler

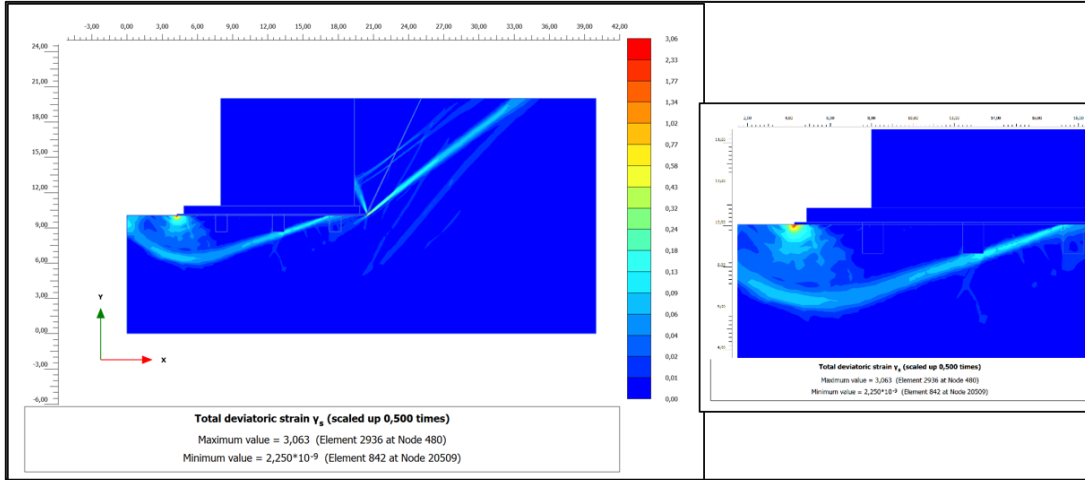
Gerçekleştirilen analizlerde, dinamik yükler altında deprem ivmesi 0.184g olarak belirlenmiş ve pseudo-statik yöntem kullanılmıştır.



Şekil 7. Analizler sonucu elde edilen kayma birim deformasyonlar (1.Durum)

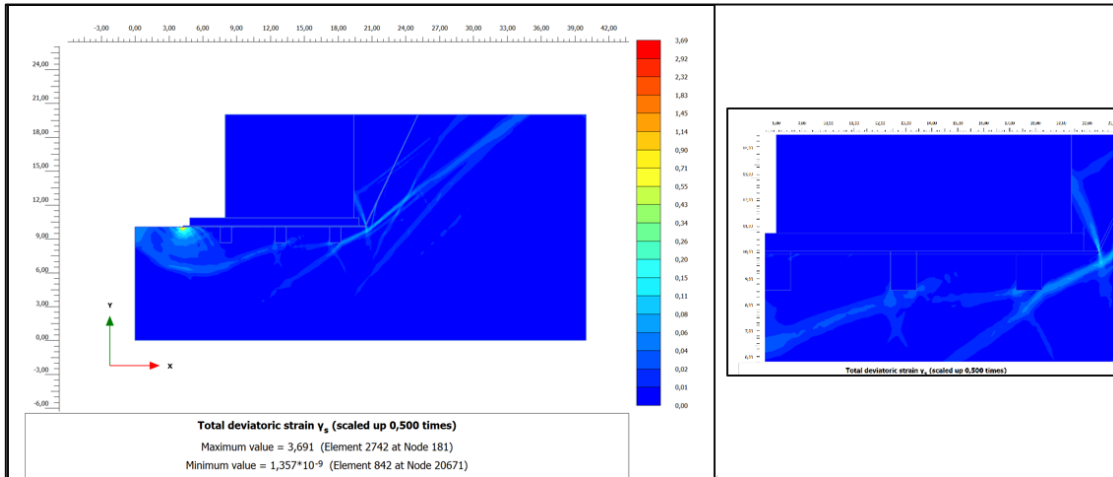


2. Durum



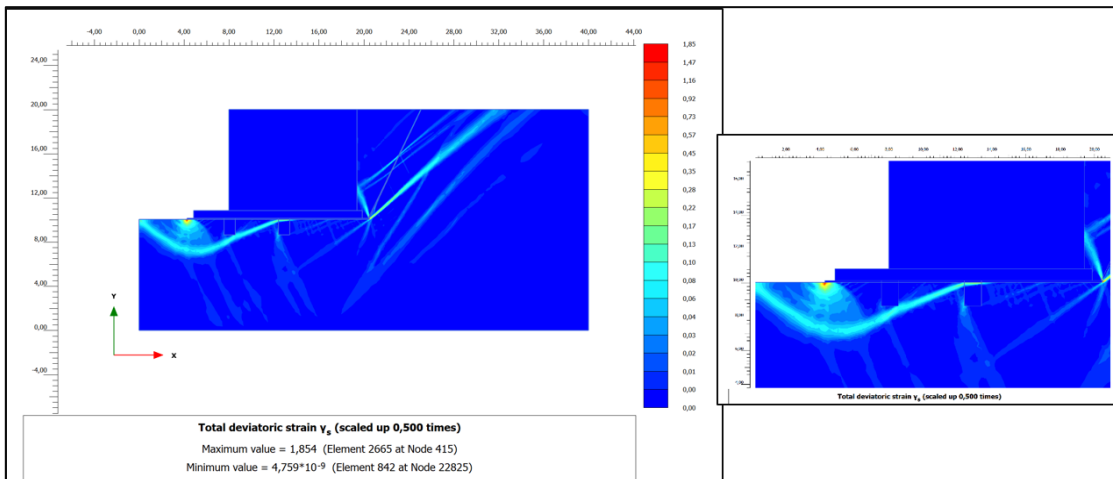
Şekil 8. Analizler sonucu elde edilen kayma birim deformasyonlar (2.Durum)

3. Durum



Şekil 9. Analizler sonucu elde edilen kayma birim deformasyonlar (3.Durum)

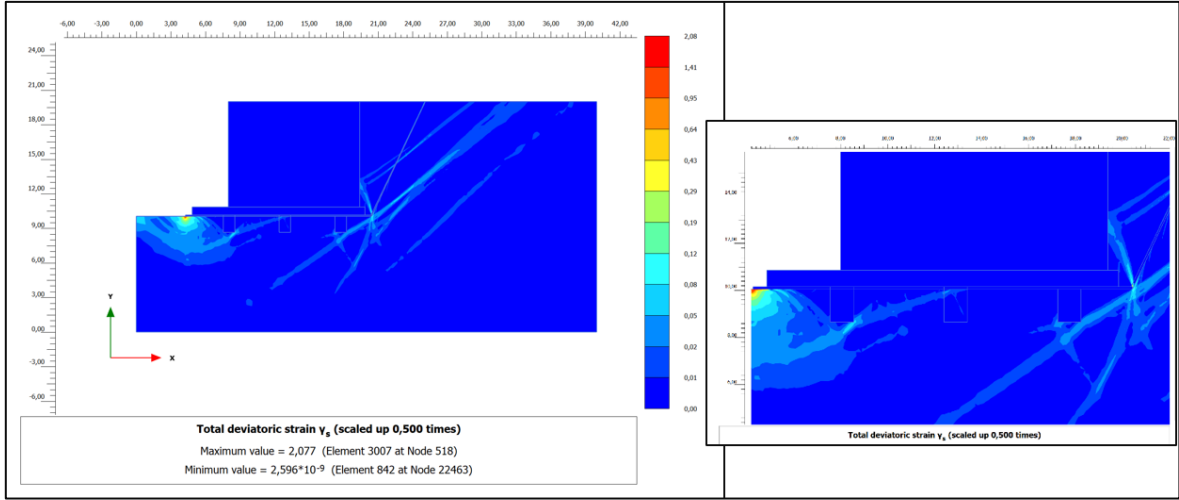
4. Durum



Şekil 10. Analizler sonucu elde edilen kayma birim deformasyonlar (4.Durum)

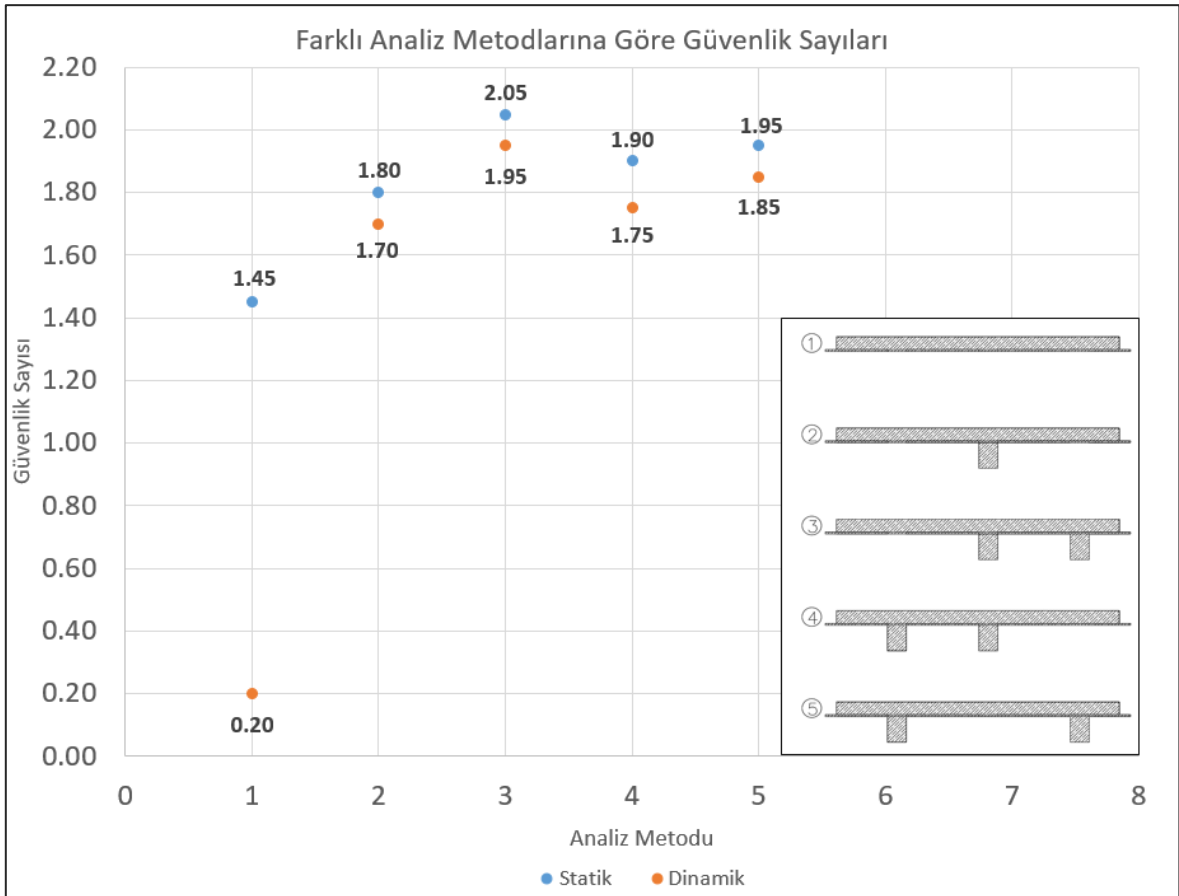


5. Durum



Şekil 11. Analizler sonucu elde edilen kayma birim deformasyonları (5. Durum)

Farklı durumlar için yapılan analizlerde elde edilen güvenlik sayıları Şekil 12.'de verilen grafik üzerinde gösterilmiştir.



Şekil 12. Analizler sonucu elde edilen güvenlik sayıları



4. SONUÇLAR

Bu çalışma, geoteknik mühendisliğinde, temeller ile etkileşimde buldukları zemin ara yüzündeki kayma direncinin artırılmasına yönelik olarak temel sistemlerine eklenen mahmuzların (shear keys) etkilerini kapsamlı bir şekilde incelemiştir. Vaka analizi kapsamında gerçekleştirilen 2 boyutlu sonlu elemanlar analizleri, bodrum perdelerine aktarılan asimetrik yüksek dolgu yüklerinin temel sistemleri üzerindeki etkilerini detaylı olarak değerlendirilmiştir.

Analiz sonuçları, farklı sayıda ve konumda yerleştirilen mahmuzların, temel sistemlerinin kayma direncini ve genel stabilitesini nasıl etkilediğini açıkça göstermiştir. Özellikle mahmuzsuz durumda statik ve dinamik durumda kayma dayanımı en düşük seviyede bulunmuş ve yüksek yer değiştirme ile birlikte düşük stabilite görülmüştür. Buna karşın dolgu yüküne yakın ve merkezde konumlandırılan mahmuzlar yapıların yatay kayma direncinde önemli bir artış sağlamış ve sisteminin genel stabilitesini olumlu yönde etkilemiştir. Bu durumda stabilite anlamında en iyi performansı (3) numaralı durum en düşük seviyede performansı ise (1) numaralı durum göstermiştir.

KAYNAKLAR

- Greco, V. R. (2001) Active earth thrust on cantilever walls with a short heel, Canadian Geotechnical Journal 38(2), 401-409
- Al, A. L. and Sitar, N. (2010) Seismic earth pressures on cantilever retaining structures, Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering 136(10), 1324-1333.
- Horvath, J. S. (1991) Effect of footing shape on the behavior of cantilever retaining wall, Journal of geotechnical engineering 117(6), 973-978.
- Du, C., ve Chen J., Numerical study of the effect of shear keys on the stability of cantilever retaining walls

SEMBOL LİSTESİ

Sembol	Açıklama	Sembol	Açıklama
\emptyset	İçsel sürtünme açısı	g	Yer çekimi ivmesi

