

## Bir Betonarme Yapı Temelinin Karşılaştırmalı Analizi

<sup>1</sup>Yunus ÇÖMLEKÇİOĞLU <sup>2\*</sup>Sedat SERT

<sup>1</sup>Sakarya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Öğrencisi, Sakarya, Türkiye  
<sup>2</sup>Sakarya Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Sakarya, Türkiye

### Özet:

Günümüzde, yapı temellerinin analizi geçmişte rijit temel kabulüyle yapılan çözümlerden farklı olarak hizmet görebilirlik (SLS) yaklaşımını dikkate alan SAP2000, Sta4Cad, Idecad, Etabs, Probina vb. gibi yazılımlarla yapılmakta ve bu analizlerde zemin Winkler Hipotezine dayanan yatak katsayısı / yay katsayısı ile modellenmektedir. Yatak katsayısı, asıl olarak plaka taşıma deneyinden elde edilmekle birlikte güncel durumda hemen hemen her projede formül veya tablolardan elde edilen değerler kullanılmaktadır. Buradan hareketle, kendi içinde sorunları bulunan yatak katsayısının değerinin temelin betonarme hesabı üzerindeki etkisinin ne olduğu konusunun araştırma değeri taşıdığı düşünülmektedir. Bunun yanında üst yapı yazılımlarında yapı ve temel ayrı ayrı analiz edilebildiği gibi yarı ve tam etkileşimli olarak da çözüm yapılabildiğinden bu durumun da etkisinin araştırılması uygun olacaktır. Bu çalışmada yatak katsayısının yayılı temel tasarımına etkisi uygulamada çok kullanılan bir yazılım olan STA4CAD ile incelenmektedir.

**Anahtar kelimeler:** Yayılı temel, Zemin-temel-yapı etkileşimi, yatak katsayısı, Sta4Cad

## Comparative Analysis of a Reinforced Concrete Structure Foundation

<sup>1</sup>Yunus ÇÖMLEKÇİOĞLU <sup>2\*</sup>Sedat SERT

<sup>1</sup>Sakarya University, Institute of Natural Sciences, Graduate Student, Sakarya, Turkey  
<sup>2</sup>Sakarya University, Faculty of Engineering, Civil Engineering Department, Sakarya, Turkey

### Abstract:

Today, the analysis of building foundations is different from the solutions made with rigid method in the past and some softwares, which take into account the serviceability limit state (SLS) approach, such as SAP2000, Sta4Cad, Idecad, Etabs, Probina etc. are used. In these softwares, the foundation is modelled modeled by the subgrade reaction coefficient / spring coefficient based on the Winkler Hypothesis. Although the subgrade reaction coefficient is obtained mainly from the plate loading test, in the current case, values obtained from formulas or tables are used in almost every project. From this point of view, it is considered that the subgrade reaction coefficient, which has problems in itself, carries a research value of what is the effect of the value on the structural analysis. In addition, structure and foundation can be analyzed separately in superstructure software as well as in semi-full interaction, so it will be appropriate to investigate the effect. In this study, STA4CAD, which is a widely used software for structural analysis, is used to examine the effect of the subgrade reaction coefficient.

**Key words:** Mat foundation, Soil-foundation-structure interaction, Subgrade reaction coefficient, Sta4Cad

\*Corresponding author: Address: Faculty of Engineering, Department of Civil Engineering, Sakarya University, 54187, Sakarya, TURKEY. E-mail address: sert@sakarya.edu.tr, Phone: +902642955738

## 1. Giriş

Gelişen bilgisayar ve yazılım kapasiteleri, yapı temellerinin analizinin geçmişte rijit temel kabulüyle yürütülen çözümlerden farklı olarak çok ayrıntılı bir biçimde yapılabilmesini sağlamaktadır. Sonlu elemanlar yöntemi tabanlı üç boyutlu genel amaçlı sayısal analiz yazılımlarında hem üst yapı hem de zemin/kaya ortamı birlikte modellenebilmektedir. Bu yazılımlarda kısa ve uzun vadede meydana gelebilecek oturmalar tahmin edilebildiğinden (Hizmet görebilirlik durumu: SLS) yapı-temel-zemin etkileşimi tam olarak dikkate alınabilmektedir. Ancak, bu yazılımların maliyetinin yüksek oluşu, öğrenilip etkin şekilde kullanılabilmesi için gerekli sürenin fazla oluşu ve projelendirme için öngörülen sürenin genellikle yetersiz olması nedeniyle ülkemizde proje bürolarında SAP2000, Sta4Cad, Idecad, Etabs, Probrina vb. gibi yazılımlar kullanılmaktadır [1]. Bu yazılımlarda üst yapı ayrıntılı biçimde modellenebilirken zemin ortamı genellikle Winkler Hipotezine dayanan yatak katsayısı / yay katsayısı ile modellenmektedir. Zemin tek boyutta sıkışabilen yaylarla temsil edilirse taban basıncı ile yay sıkışması arasındaki oran yatak katsayısı olarak tariflenmektedir:

$$k_s = q / \delta \quad (1)$$

Burada,  $k_s$ : zemin yatak katsayısı ( $kN/m^3$ ),  $q$ : taban basıncı ( $kPa$ ) ve  $\delta$ : yayda gerçekleşen düşey deplasman ( $m$ ) olarak tariflenmiştir.

Esas olarak 30 cm çaplı plakanın yüklenmesi ile oluşturulan gerilme-deplasman eğrisinden elde edilen yatak katsayısının analizlerde temel boyutları için dönüştürülerek kullanılmasının uygun olmadığı genel kabul görmektedir [1, 2, 3]. Ülkemizde yazılan geoteknik raporlara bakıldığında yatak katsayısının hemen her zaman eşitlik 2'de verilen Bowles (1996) tarafından önerilmiş formül veya tablolardan elde edildiği görülmektedir [4].

$$k_s (kN / m^3) = 120 \cdot \sigma_{em} (kPa) \quad (2)$$

Bir zemin parametresi olmayan ve temel şekli ve yük dağılımı dahil birçok unsur tarafından etkilenen yatak katsayısının değerinin temelin betonarme hesabı üzerindeki etkisinin ne olduğu konusunun halen araştırma değeri taşıdığı düşünülmektedir. Bunun yanında üst yapı yazılımlarında yapı ve temel ayrı ayrı analiz edilebildiği gibi yarı ve tam etkileşimli olarak da çözüm yapılabilirdiğinden bu durumun da irdelenmesinin projeci mühendisler açısından yararlı olacağı düşüncesiyle bu bildiri hazırlanmıştır.

Mısır vd. (2005), 4 katlı çerçeve sistemli bir betonarme bina için yürüttükleri çalışmalarında sabit yatak katsayısı yerine zemin elastisite modülü, temel rijitliği ve zeminde geçerli efektif gerilme dağılımının bir fonksiyonu olarak elde edilen değişken yatak katsayısı değerlerini kullanarak analizler yapmışlardır [3]. Zemin birleşiminin rijit kabul edilmemesi durumunda, perde ve kolon elemanların deprem yükü paylaşımının önemli ölçüde değişebildiği, yapının karşıladığı deprem yükü değerinin azalsa bile, yük paylaşımının değişmesinden dolayı özellikle kolon elemanlarda klasik hesap değerlerinin aşılabildiği gösterilmiştir.

Girgin vd. (2008), çalışmalarında sekiz katlı yayılı temelli betonarme perde-çerçevesi sisteme sahip bir bina için rijit yapı-zemin; sabit ve değişken yatak katsayıları kabulleri ile çözüm yapmışlardır [5]. Bu çalışmada Mısır vd. (2005) çalışmasına benzer sonuçlar ortaya konurken, değişken yatak katsayılı yaklaşımla yapılan analizler sonrasında bazı kolon kesitlerindeki boyuna donatı oranlarının, rijit yapı-zemin modelinde elde edilen değerlerin yaklaşık üç katına çıktığı vurgulanmıştır. Buradan yatak katsayısı değerinin sadece temel hesaplarında değil, aynı zamanda tüm yapı üzerinde etkili olduğu teyit edilmektedir.

Demirtaş (2009), Sta4Cad yazılımı ile yürüttüğü çalışmalarında betonarme bir binanın temel sistemi maliyetlerinin; deprem bölgesi, yerel zemin sınıfı ve zemin emniyet gerilmesine bağlı olarak değişimlerini incelenmiştir. Her bir çözüm sonunda temele ait betonarme betonu, donatı ve kalıp metrajları çıkartılarak maliyet hesabı yapılmış ve zemin etüd raporlarındaki verilerin yanlış hesaplanmış olması durumunda yapı ve temel maliyetlerindeki değişimin ortaya konulması amaçlanmıştır [6].

Önalp vd. (2010) çalışmalarında perdeli bir betonarme taşıyıcı sistemin değiştirilen yayılı temel ve zemin koşullarında nasıl davranacağını TNO Diana ve Plaxis 3D Foundation yazılımlarıyla incelemişlerdir. Çalışma sonunda üst yapı rijitliğinin gözardı edilmesinin temelde meydana gelecek eğilme ve moment değerlerinin çok farklı değerlerde hesaplanmasına neden olacağını ve bunun doğru bir yaklaşım olmadığını belirtmişlerdir [7].

Sert ve Kılıç (2015) çalışmalarında üç boyutlu bir sonlu eleman yazılımı olan Midas GTS'i kullanmışlardır. Yapılan analizlerle, üstyapının modellerde farklı şekilde temsil edilmesinin temelde meydana gelen oturma ve eğilme momentlerinin değerlerini ve bunların maksimum değerlerinin yerlerini değiştirdiği gösterilmiştir [8].

## 2. Gereç ve Yöntem

Bildiri kapsamında yayılı temel üzerinde oturan kısa doğrultuda 3 aks ve uzun doğrultuda 5 akstan oluşan 15 kolonlu betonarme çerçevesi 5 katlı bir yapının analizleri Sta4Cad yazılımıyla yapılmıştır.

Sta4Cad yazılımı, çok katlı betonarme yapıların analiz ve çizimlerini yapabilmektedir. Yazılımda farklı temel çeşitleri kısıtlama olmadan birlikte kullanılabilir. Öncelikle radye plağının özellikleri ana programda tanımlanmakta, çözüm programı bu bilgileri ana programdan almaktadır. Yayılı temellerin çözümünde temel plağı sistemin çalışmasını etkilemeyecek kadar az rijit veya temel sistemini etkileyecek kadar rijit kabul edilebilmektedir. Eğer plakların rijitliği fazla değilse bunlar bilgi girişinin yapıldığı modülde çözülebilmektedir. Radye Temellerin FEA Analizi Modülünün ana taşıyıcısı yayılı temel plağı olan, yanında kirişler ve kazıklar bulunan ve temel plağının rijitliğinin önemli olduğu sistemlerde kullanıldığı belirtilmektedir. Çözümde önce temel sonlu elemanlara bölünmekte, sonra kirişlerin rijitliklerini temsil etmek üzere çubuk elemanlar oluşturulmaktadır. Benzer şekilde perdelerin rijitlikleri de modele dahil edilmektedir. Son olarak da üst yapıdan gelen yükler düğüm noktalarına dağıtılmaktadır. Üst yapı düğüm noktaları ile temel sistemindeki düğüm noktalarının çakışma zorunluluğu yoktur. Hesaplanan

taban basınçları izin verilen değerle karşılaştırılmakta, kesitlerde oluşan gerilmeler ile de betonarme hesap ve zımbalama tahkikleri yapılmaktadır. Betonarme kesit ve performans hesaplarının; TS500, TDY2007, ACI318 ve UBC97 uyarınca yapılabildiği yazılımda temel altındaki yatak katsayıları Winkler yöntemine göre sabit alınabildiği gibi, farklı yatak katsayıları da kullanılabilir [1].

## 2.1. STA4CAD yazılımında yatak katsayısı kullanımı

Sta4Cad yazılımında zemin inceleme raporlarından alınan yatak katsayısı birimi  $t/m^3$  olacak şekilde yapı genel bilgileri kısmına girilmekte olup yazılımda Winkler yaylarının kullanımına yönelik olarak 3 farklı seçenek bulunmaktadır (Şekil 1).



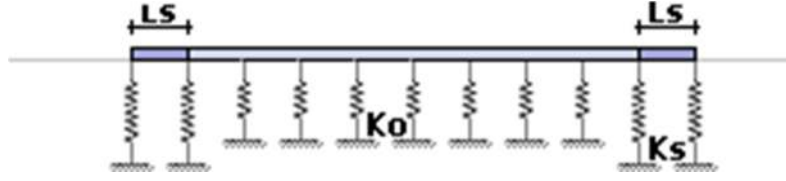
Şekil 1. Sta4Cad yapı ve radye plak genel bilgileri ekranı

Birinci seçenekte temel altında sabit bir yatak katsayısı ( $K_0$ ) tanımlanır (Şekil 2). Gerçek durumu tam olarak ifade edemeyen bu yöntemde oluşan deplasmanlar yay katsayısı ile çarpılarak temel altında meydana gelen gerilmeler hesaplanır. Eğer bu değerler 'zemin emniyet gerilmesi' değerinden küçük ise analiz tamamlanır. Diğer durumda uygulamacılar, zemin emniyet gerilmesinden daha küçük bir değer bulana kadar temel alanını ya da kalınlığını artırma seçeneklerini kullanmaktadırlar.



Şekil 2. Sabit yatak katsayısı durumu

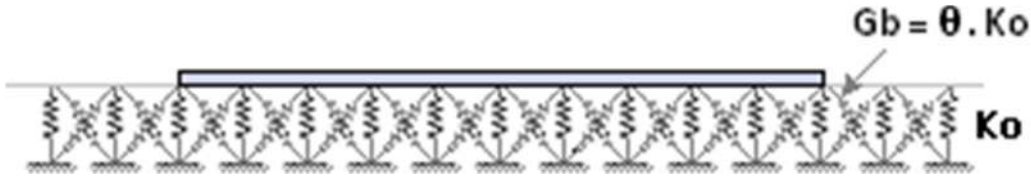
Tek yatak katsayısı değeri ile hesapta, temelde yükleme sonrası oluşması beklenen çanak biçimi oluşmayacaktır. Bu biçimin oluşabilmesi için Şekil 3'te gösterildiği gibi yatak katsayısı değerlerinin değişken olması gerekmektedir. Bu çözüm yazılımda iki bölge zemin (pseudo couple method) olarak geçmektedir. Kenar bölge genişliği ve  $K_s/K_0$  kullanıcı tercihinine göre değiştirilebilmekle birlikte optimum değerler programda tanımlanmıştır.



Şekil 3. İki bölgeli zemin (Pseudo Couple Method)

Literatürde bu yönteme benzer olarak temeli 3 farklı yatak katsayısına sahip bölgelere ayıran yöntem de vardır. Yarı bağlantılı yay sistemi olarak adlandırılan yaklaşımın kullanımı ile yapılan çözümlerden elde edilen maksimum moment değerinin Winkler yayları ile yapılan çözümlerden %25'e varan oranlarda fazla olabildiği belirtilmiş ve tek yatak katsayısı değeri ile hesap yapmanın artık terkedilmesi gerektiği vurgulanmıştır [1].

Yazılımda Pasternak Yöntemi olarak verilen üçüncü seçenekte zemine etkileyen yükler yalnız etkidiği noktada çökme meydana getirmemekte ve yanındaki yaylarla etkileşmektedir (Şekil 4).



Şekil 4. İki parametrelili zemin (Pasternak)

### 3. Parametrik Çalışma

Şekil 5'de binanın 3 boyutlu görünüşü ve planı sunulmaktadır. Binanın 1. derece deprem bölgesinde inşa edileceği kabul edilmiş olup, modellenen yapı özellikleri Tablo 1'de, malzeme ve zemin özellikleri Tablo 2'de sunulmaktadır.

Çalışma ile temel ve üstyapı etkileşiminin farklı durumları da dikkate alınarak temel kalınlığı ve yatak katsayısının değişiminin betonarme tasarıma etkisi 27 adet çözüm ile irdelenmiştir. Birim mesh genişliğinin 0.5 m alındığı çözümlerde değişkenler aşağıdaki gibi seçilmiştir:

Yatak katsayısı değerleri: 1500-2000-2500 t/m<sup>3</sup>

Temel kalınlıkları: 40-50-60 cm

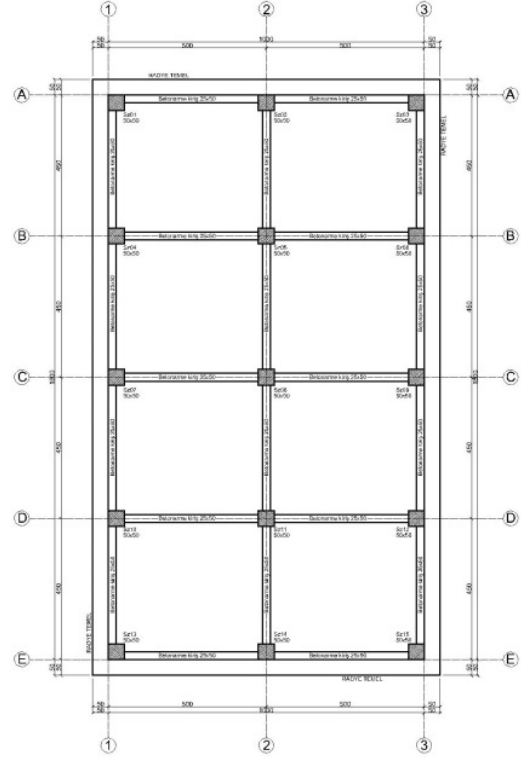
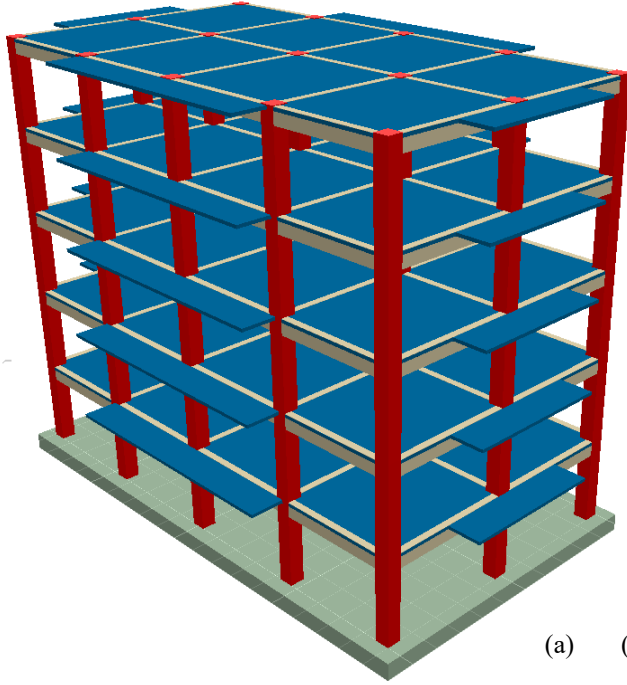
Winkler yay seçenekleri: Winkler hipotezi (Tüm temelde  $K_s=K_o$ ), İki bölmeli zemin (Pseudo Coupled), İki parametrelili zemin (Pasternak)

Tablo 1. Yapı Tasarım Parametreleri

Yapı önem katsayısı	1
Yapı davranış katsayısı	8
Etkin yer ivmesi katsayısı	0.4
Hareketli yük katılım katsayısı	0.3
Spektrum karakteristik periyotları ( $T_a-T_b$ )	0.15-0.60

**Tablo 2.** Malzeme ve Zemin Özellikleri

Beton sınıfı	C25 (fck: 25 MPa)	Yerel zemin sınıfı-grubu	Z3-C
Donatı sınıfı	S420b (fyk: 420 MPa)	Güvenli gerilme	15 t/m <sup>2</sup>

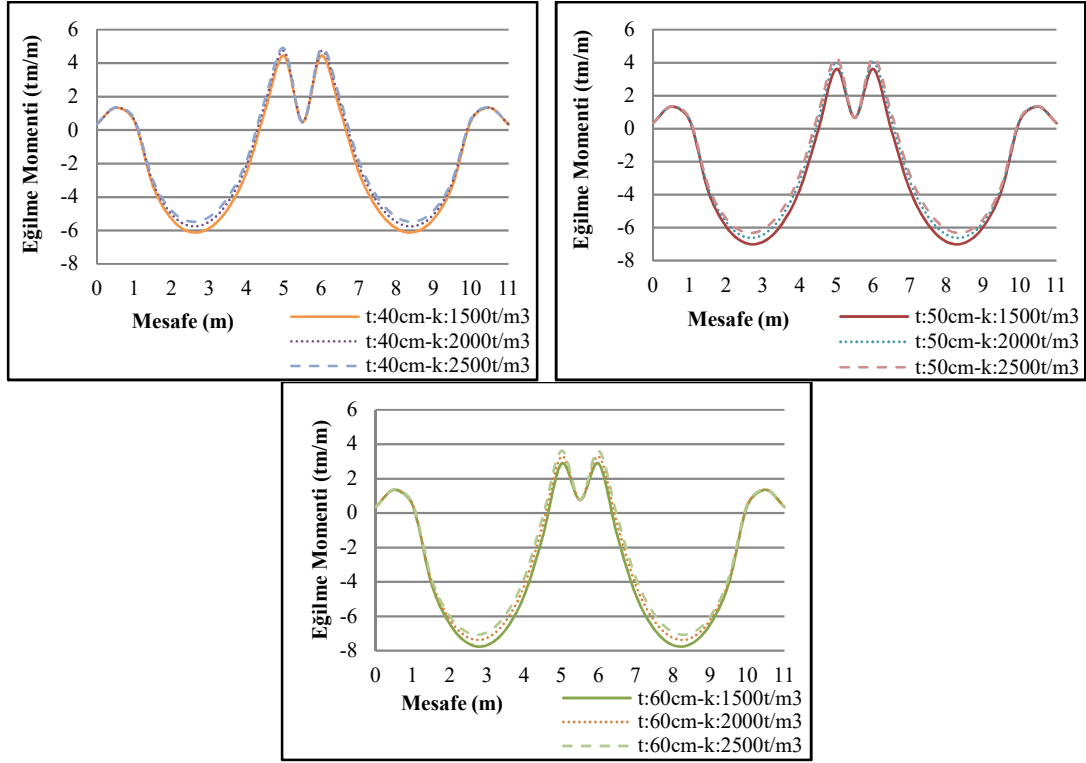


**Şekil 5.** Çözüm yapılan binanın a) 3D görünümü b) planı

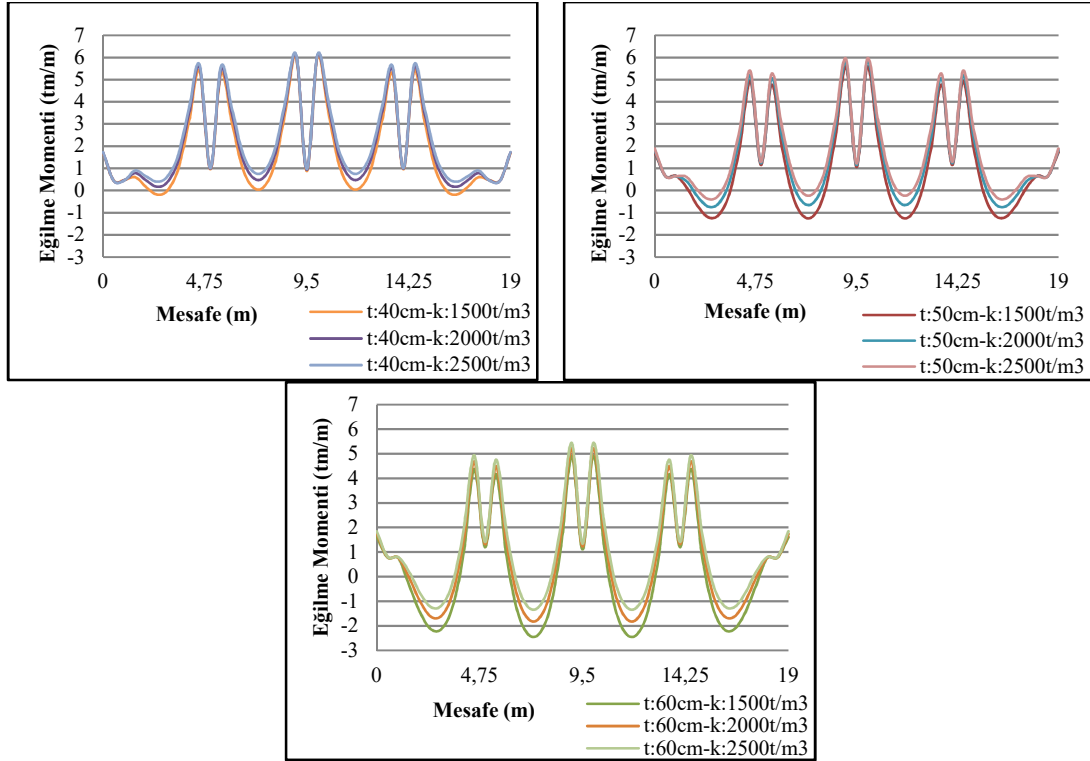
### 3.1. Kısa ve uzun doğrultuda eğilme momentleri

Şekil 6.a,b,c'de sırasıyla temel kalınlığının 40 cm, 50 cm ve 60 cm olduğu durumlarda A-A' aksında (kısa doğrultu) elde edilen eğilme momenti diyagramları görülmektedir. Buna göre temel kalınlığı 40 cm iken, yatak katsayısının 1500 t/m<sup>3</sup>, 2000 t/m<sup>3</sup>, 2500 t/m<sup>3</sup> olduğu durumlarda kenardan 2.5 m mesafede (moment diyagramı 1. pik noktası) eğilme momenti değerleri sırasıyla, -6.08 tm/m, -5.73 tm/m, -5.46 tm/m elde edilmiştir. Bu değerler temel kalınlığı 50 cm iken sırasıyla, -6.92 tm/m, -6.56 tm/m ve -6.28 tm/m, analiz temel kalınlığı 60 cm iken tekrar edildiğinde sırasıyla, -7.59 tm/m, -7.25 tm/m, -6.97 tm/m olarak bulunmuştur.

Şekil 7.a,b,c'de sırasıyla temel kalınlığının 40 cm, 50 cm ve 60 cm olduğu durumlarda 1-1' aksında (uzun doğrultu) elde edilen eğilme momenti diyagramları görülmektedir. Karşılaştırma pozitif moment oluşan kenardan 4.5 m mesafede yapılmaktadır. Buna göre temel kalınlığı 40 cm iken, yatak katsayısının 1500 t/m<sup>3</sup>, 2000 t/m<sup>3</sup>, 2500 t/m<sup>3</sup> olduğu durumlarda eğilme momenti değerleri sırasıyla, 5.39 tm/m, 5.56 tm/m, 5.67 tm/m elde edilmiştir. Bu değerler temel kalınlığı 50 cm iken sırasıyla, 4.93 tm/m, 5.20 tm/m, 5.39 tm/m, analiz temel kalınlığı 60 cm iken tekrar edildiğinde sırasıyla, 4.38 tm/m, 4.69 tm/m, 4.94 tm/m olarak bulunmuştur.



Şekil 6. A-A' aksında değişen yatak katsayısı ve temel kalınlığına bağlı eğilme momenti diyagramları

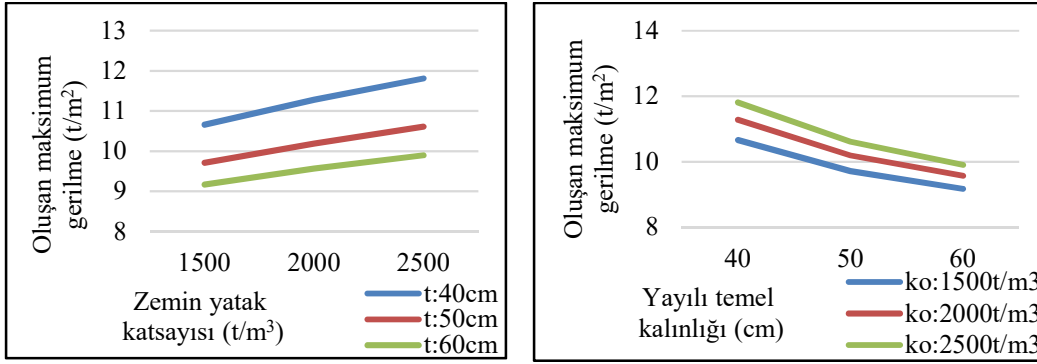


Şekil 7. 1-1' aksında değişen yatak katsayısı ve temel kalınlığına bağlı eğilme momenti diyagramları

Tablo 3 ve Şekil 8’de temel kalınlığının ve yatak katsayısının oluşan taban basınçlarına etkisi ortaya konmuştur. Sonuçlara göre temel kalınlığı arttıkça taban basınçlarının düştüğü tespit edilmiştir. Temel kalınlığının artması, mukavemet momentini artırmış, bu da taban basınçlarının düşmesine neden olmuştur. Yatak katsayısı arttığında da taban basınçları düşmektedir. Ancak temel kalınlığının gerilme değişimine etkisinin yatak katsayısına oranla daha fazla olduğu ulaşılan bir diğer sonuçtur.

**Tablo 3.** Değişen temel kalınlığı ve yatak katsayısı değerleri için maksimum taban basınçları ( $t/m^2$ )

Temel kalınlığı		Yatak katsayısı ( $t/m^3$ )		
		1500	2000	2500
40 cm	1500	11.00	11.66	12.22
	2000	9.97	10.48	10.92
	2500	9.37	9.79	10.16



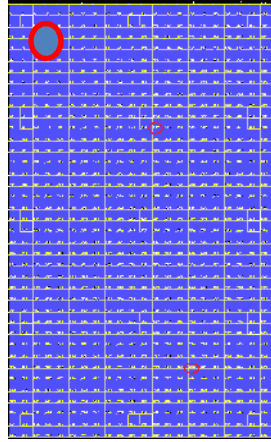
**Şekil 8.** Taban basınçları a) Değişen temel kalınlığı durumu b) Değişen yatak katsayısı durumu

Şekil 9’da yapı planında sonlu eleman modelini oluşturan elemanların düğüm noktaları gösterilmiştir. Bunlardan 25 nolu düğüm noktasında farklı analiz durumları için eğilme momentleri  $M_x$  ( $tm/m$ ) ve donatı alanlarındaki  $As_x$  ( $cm^2/m$ ) değişim incelenmiştir.

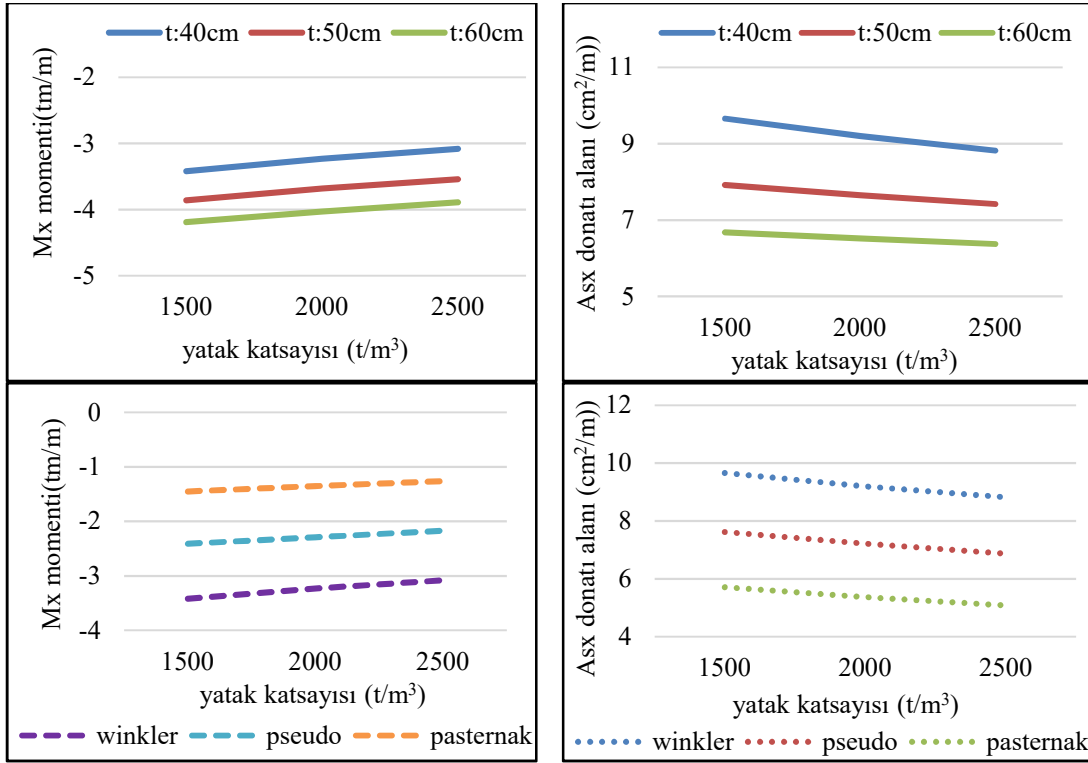
Şekil 10a’da sırasıyla temel kalınlığının 40 cm, 50 cm ve 60 cm olduğu durumlarda elde edilen  $M_x$  eğilme momenti diyagramları görülmektedir. Buna göre temel kalınlığı 40 cm iken, yatak katsayısının  $1500 t/m^3$ ,  $2000 t/m^3$ ,  $2500 t/m^3$  olduğu durumlarda 25 nolu düğüm noktasında eğilme momenti değerleri sırasıyla,  $-3.42 tm/m$ ,  $-3.23 tm/m$ ,  $-3.08 tm/m$  elde edilmiştir. Bu değerler temel kalınlığı 50 cm iken sırasıyla,  $-3.86 tm/m$ ,  $-3.68 tm/m$ ,  $-3.54 tm/m$ , analiz temel kalınlığı 60 cm iken tekrar edildiğinde, sırasıyla,  $-4.19 tm/m$ ,  $-4.03 tm/m$ ,  $-3.89 tm/m$  olarak bulunmuştur.

Şekil 10b’de sırasıyla temel kalınlığının 40 cm, 50 cm ve 60 cm olduğu durumlarda elde edilen  $As_x$  donatı alanı diyagramları görülmektedir. Buna göre temel kalınlığı 40 cm iken, yatak katsayısının  $1500 t/m^3$ ,  $2000 t/m^3$ ,  $2500 t/m^3$  olduğu durumlarda 25 nolu düğüm noktasında oluşan donatı alanı değerleri sırasıyla,  $9.66 cm^2/m$ ,  $9.2 cm^2/m$ ,  $8.82 cm^2/m$  elde edilmiştir. Bu değerler temel kalınlığı 50 cm iken sırasıyla,  $7.92 cm^2/m$ ,  $7.65 cm^2/m$ ,  $7.42 cm^2/m$ , analiz temel kalınlığı 60 cm iken tekrar edildiğinde, sırasıyla,  $6.68 cm^2/m$ ,  $6.52 cm^2/m$ ,  $6.37 cm^2/m$  olarak bulunmuştur.





Şekil 9. 25 nolu düğüm noktasının plan üzerinde gösterilmesi



Şekil 10. 25 nolu noktada a) sabit yatak katsayısı olması durumunda  $M_x$  eğilme momenti değişimi b) sabit yatak katsayısı olması durumunda  $A_{sx}$  donatı alanı değişimi c) 40 cm temel kalınlığı için yatak katsayısının farklı yaklaşımlarında  $M_x$  momenti değişimi d) 40 cm temel kalınlığı için yatak katsayısının farklı yaklaşımlarında  $A_{sx}$  momenti değişimi

Şekil 10c'de temel kalınlığının 40 cm olması durumunda zemini temsil eden yayların sırasıyla sabit yatak katsayısı yaklaşımı, iki bölgeci zemin (Pseudo Coupled Method) yaklaşımı ve iki parametrelili zemin (Pasternak) yaklaşımı ile modellenmesi ile yürütülen analizlerin sonuçlarına göre ortaya çıkan  $M_x$  eğilme momenti diyagramları görülmektedir. Buna göre, yatak katsayısının 1500 t/m<sup>3</sup>, 2000 t/m<sup>3</sup>, 2500 t/m<sup>3</sup> sabit değerlerini aldığı durumlarda 25 nolu düğüm noktasında

oluşan eğilme momenti değerleri sırasıyla, -3.42 tm/m, -3.23 tm/m, -3.08 tm/m elde edilmiştir. Bu değerler iki bölgeli zemin (Pseudo Coupled Method) yaklaşımı ile çözüm yapıldığında sırasıyla, -2.41 tm/m, -2.29 tm/m, -2.17 tm/m, iki parametrelili zemin (Pasternak) yaklaşımı ile analiz yapıldığında ise sırasıyla, -1.45 tm/m, -1.35 tm/m, -1.26 tm/m olarak bulunmuştur.

Şekil 10d’de temel kalınlığının 40 cm olması durumunda zemini temsil eden yayların sırasıyla sabit yatak katsayısı yaklaşımı, iki bölgeli zemin (Pseudo Coupled Method) yaklaşımı ve iki parametrelili zemin (Pasternak) yaklaşımı ile modellenmesi ile yürütülen analizlerin sonuçlarına göre ortaya çıkan donatı alanı değerleri görülmektedir. Buna göre, yatak katsayısının 1500 t/m<sup>3</sup>, 2000 t/m<sup>3</sup>, 2500 t/m<sup>3</sup> sabit değerlerini aldığı durumlarda 25 nolu düğüm noktasında oluşan donatı alanı değerleri sırasıyla, 9.66 cm<sup>2</sup>/m, 9.2 cm<sup>2</sup>/m, 8.82 cm<sup>2</sup>/m elde edilmiştir. Bu değerler iki bölgeli zemin (Pseudo Coupled Method) yaklaşımı ile çözüm yapıldığında sırasıyla, 7.62 cm<sup>2</sup>/m, 7.22 cm<sup>2</sup>/m, 6.87 cm<sup>2</sup>/m, iki parametrelili zemin (Pasternak) yaklaşımı ile analiz yapıldığında ise sırasıyla, 5.71 cm<sup>2</sup>/m, 5.37 cm<sup>2</sup>/m, 5.08 cm<sup>2</sup>/m olarak bulunmuştur.

## Sonuç

Bu çalışmada değişen yaylı temel kalınlığı ve zemin koşullarının betonarme çerçeveseli 5 katlı bir yapının temel tasarımına etkisi yatak katsayısını kullanan bir yazılımda irdelenmiştir. Bildiri kapsamında 27 farklı çözüm yapılmış olup analizler sonrasında, üstyapı - temel etkileşimi ve yatak katsayısı seçim yönteminin temelde meydana gelen oturma, taban basıncı ve eğilme momentlerinin değerlerini ve bunların maksimumlarının yerlerini etkilediği anlaşılmaktadır. Dolayısı ile donatı yerleşimi ve miktarı da çözüm parametrelerine göre değişebilmektedir. Buradan temelin gerçek durumda göstereceği oturma şeklinin sonuçlar üzerinde doğrudan etkili olduğu anlaşılmaktadır.

## Kaynaklar

- [1] Önalp A, Sert S, (2016). “Geoteknik Bilgisi 3 Bina Temelleri, Güncelleştirilmiş 3. Baskı”, Birsen Yayınevi, 445 s., İstanbul.
- [2] Özden G, (2010). “Depreme dayanıklı temel tasarımı”, İMO İzmir Şubesi Kurs Notları, İzmir.
- [3] Mısır İS, Özden G, Kahraman S, (2005). “Temel-zemin yaylarının alansal etkileşimi ve yapı davranışına etkisi”, Deprem Sempozyumu Kocaeli 2005, sf: 1064-1073.
- [4] Bowles JE, (1988). “Foundation Analysis and Design” , McGraw Hill, 4th Ed. , Singapore.
- [5] Girgin SC, Mısır S, Özden G, Kahraman S, (2008). “Yapı-zemin etkileşiminin yapısal tasarımdaki rolü”, DEÜ Müh. Fak., Fen ve Mühendislik Dergisi, 10:1:27-37.
- [6] Demirtaş O, (2009). “Zemin taşıma gücünün yapı temellerinin maliyetine etkisi”, Y. Lisans Tezi, Karaelmas Üniversitesi, Zonguldak.
- [7] Önalp A, Tanaydın MO, Sert S, (2010). “Üst yapı-temel etkileşiminde rijitliğin önemi”, Zemin Mekaniği ve Temel Müh. 13. Ulusal Kongresi, İstanbul Kültür Üniversitesi, İstanbul.
- [8] Sert S, Kılıç AN, (2016). “Numerical investigation of different superstructure loading type effect in mat foundations”, International Journal of Civil Engineering, 14:3:171-180.

