



Örnek Bir Yapıda Kazık Mesafe Değişiminin Kazık Tasarımına Etkisinin İncelenmesi

Ali Ateş^{1*}, Şeref Toplu²

^{1*} Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Bolu, Türkiye, (ORCID: 0000-0001-6297-8571), aliates@ibu.edu.tr

² Düzce Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Düzce, Türkiye (ORCID: 0000-0002-3832-0582), sereftoplu81@gmail.com

(İlk Geliş Tarihi 24 Şubat 2022 ve Kabul Tarihi 30 Nisan 2022)

(DOI: 10.31590/ejosat.1092686)

ATIF/REFERENCE: Ateş, A., Toplu, Ş. (2022). Örnek Bir Yapıda Kazık Mesafe Değişiminin Kazık Tasarımına Etkisinin İncelenmesi. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, (35), 579-594.

Öz

Şehirlerin genişlemesinden dolayı zemin taşıma gücü zayıf olan bölgelerde yapılaşma gereksinimi ortaya çıkmıştır. Zemin taşıma gücünün düşük olduğu zeminlerde, kazıklı radye temel sistemi olarak ön plana çıkmaktadır. Kazıklı radye temel sisteminin en önemli görevi, yapıya etkiyen yükleri daha sağlam zeminlere ulaştırmaktır. Analizleri yapılan yapı, Bodrum+6 kat konut tipi yapı olacak şekilde tasarlanmıştır. Yapının statik hesaplamaları 2019 yılında yürürlüğe giren Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği (TBDY-2018)'e göre lisanslı ideCAD Statik (Ver. 10.92) programı ile yapılmıştır. Kazık çapları 120 cm sabit tutularak, 2,5 m aralıklı kazık sisteminde radye temel kalınlığı 65 cm, kazık boyu 19 m, kazık adedi 120 ve 3,5 m aralıklı kazık sisteminde radye temel kalınlığı 60 cm, kazık boyu 25 m, kazık adedi 66 olarak analizler yapılmıştır. Fore kazıklı temellerde, kazık çapları sabit tutularak, kazık mesafesi değiştirildiğinde kazıkların boyunda farklılıklar olduğu anlaşılmıştır. Yapılan analizlerde, mesafe değişiminin artışına bağlı olarak ya kazık çapını ya da kazık boyunun artırılması gerektiği sonucuna ulaşılmıştır. Diğer bir seçenek ise kazık mesafe değişiminin artışına bağlı olarak hem kazık çapı hem de kazık boyunun birlikte artırılması gerektiği sonucuna ulaşılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Deprem, Kazık mesafesi, Kazıklı radye temel.

Review The Impact Of Pile Distance Change On Pile Design In An Example Structure

Abstract

Due to the expansion of cities, the need for construction has arisen in areas with poor soil carrying power. It stands out as a pile raft foundation system on soils with low soil bearing capacity. The most important task of the pile raft foundation system is to deliver the loads that influence the structure to more strong soil. Basement + 6 floors, which are analyzed, are designed to be residential type structures. Static calculations of the building were made using the licensed ideCAD Static (Ver. 10.92) program in accordance with the Turkish Building Earthquake Regulation which entered into force in 2019. By keeping the pile diameters constant at 120 cm, in the 2,5 m spaced pile system, the foundation thickness of the raft is 65 cm, the length of the pile is 19 m, number 120, in the 3,5 m spaced pile system, the foundation thickness of the raft is 60 cm, the length of the pile is 25 m, number 66 analyses have been made. On pile raft foundations, it is understood that there are differences in the length of the piles when the pile distance is changed by keeping the pile diameters constant. In the analyses, it was concluded that either the pile diameter or the pile length should be increased depending on the increase in distance change. Another option is to increase both the pile diameter and the pile length together depending on the increase in pile distance change.

Keywords: Earthquake, Pile distance, Pile raft foundation.

* Sorumlu Yazar: sereftoplu81@gmail.com

1. Giriş

Türkiye’de geçmişten günümüze meydana gelen depremlerde yaşanan can ve mal kaybından dolayı yeni tedbirler alınması ihtiyacı doğurmuştur. Artan nüfus, şehir merkezlerinin genişlemesi ve düşük taşıma gücüne sahip zeminlerde yapılaşma ortaya çıkarmıştır. Bu gereksinimlere cevap verebilmek için yeni teknolojik gelişmeler meydana gelmiştir. Teknolojik gelişmelerin ortaya çıkardığı kazıklı radye temel, düşük taşıma gücüne sahip ve yüksek katlı yapılar inşa etmek için yaygın olarak kullanılmaya başlanmıştır.

Düzce ili ve civarı Kuzey Anadolu Fay Zonu etkisi altındadır. Tarihi belgeler ve aletsel ölçümler sonucunda Düzce ili ve civarı aktif bir bölge olduğu bilinmektedir. Birden fazla yıkıcı depremlerin olduğu görülmüştür ve KAFZ üzerinde bulunduğu Anadolu Plakasının batıya doğru hareketinden dolayı Düzce ili aktif bir bölgedir (Ateş, 2021).

Kazıklı radye temelli yapılar, tasarlanması ve uygulanmasında uzman çalışanlar ve kullanılan makine-ekipman fazlalığı nedeniyle gelişime açık ve uygulanabilirliği kolay hale gelmiştir. Fore kazıklı temeller, deprem esnasında yapının farklı oturmalarını en aza indirir ve yükü temellerle birlikte paylaşırlar. Kazıklı radye temel ile tasarlanan yapılar, zemin özelliklerinin düşük olduğu bölgelerde yapıya etkileyen yükleri daha sağlam ve mukavemeti yüksek zeminlere aktarır.

Kazıklı temeller, kaç adet kazığa sahip olması gerektiği, temel kalınlığı, kazık çap – boy tasarımının dikkatli şekilde hesaplanması gerekmektedir. Zemin taşıma gücünün düşük olduğu durumlarda proje tasarımı esnasında hesaplamalar yapılmadan önce konusunda uzman kişilerden teknik destek alınmalıdır.

Çalışmada, kazıklı radye temel hesaplamaları üzerinde durulmuştur. Kazıklı radye temel hesaplamaları sonucunda, kazıkların mesafeleri 2,5 metre ve 3,5 metre olacak şekilde değiştirilerek, kazıkların çap, boy ve radye temele etkisi incelenmiştir. Kazıklar arası mesafe değişiminin kazıkların çap ve boylarında etkisi olduğu görülmüştür. Kazık mesafesi arttıkça, sabit çaptaki kazıkların boylarında artış olması gerektiği anlaşılmıştır. Bu sebeple yapıların farklı oturmalarını engelleyen ve temel yükünü azaltan kazık radye temeli sistemi, yaygın olarak kullanılır hale gelmiştir.

Temeller, yüzeysel temel ve derin temel olmak üzere iki gruba ayrılmaktadır. Çalışmada incelenen kazıklı temel, derin temel grubuna girmektedir (Uzuner, 2016).

Çalışmada, Düzce ili, Merkez ilçesinde bulunan parselde, Bodrum + 6 kat olacak şekilde toplam 7 katlı konut yapısı tasarlanmıştır. Yapının uygulanacağı parselin, zemin taşıma gücü değerlerinin çevre parsellere göre düşük olmasından dolayı yapının temeli kazıklı radye temel sistemi olarak tasarlanmıştır. Tasarımı yapılan yapının, Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği (TBDY-2018)’e göre kazıklı temellerin deprem hesabı için dinamik yapı-kazık-zemin etkileşimi çerçevesinde verilen ortak sistem yaklaşımı ve altsistem yaklaşımlarından, ortak sistem metodu kullanılmıştır. Hesaplamalar yapılırken güncellenmiş lisanslı ideCAD Statik (Ver. 10.92) programından faydalanılmıştır.

Yalçın (2010) çalışmasında, kazıklı radyejeneral temellere düşey ve yatay yükler altındaki durumunu inceleyerek kazıklı temel ve radye temelin aynı yükleri ayrı ayrı uygulayacak

incelemiştir. Radye temel, kazıklı radye temel ve radye temelin yük dağılımını yüksek katlı yapı temellerine uygulayarak üç farklı temel sisteminde incelenmiştir. Bu farklı temellerin oturma, yanal ötelenme ve plaklara etkileyen momentleri araştırmıştır. Elde edilen veriler sonucunda kazıklı radye temel olarak tasarlanan yapıda, maksimum oturma değerleri yaklaşık %40, farklı oturma değerlerinin %35 oranında azaldığı, yanal ötelenmeler ise, kazıklı radye temel olarak tasarlanması durumunda %25 oranında azaldığı ve kazıklı radye temel sisteminde ise açıklıkta meydana gelen eğilme momentleri yaklaşık %50 oranında azaldığı sonucuna varmıştır.

Vu vd. (2014) çalışmasında, kazık adedini, kazık boyunu, kazık çapını ve kazık düzeninin değişimi ile kazıklı radye temellerin davranışını PLAXIS 3D programı ile araştırmıştır. Parametreleri farklı olan kazıklı radye temel sistemlerine nümerik analizler uygulayarak sonuçlar elde etmiştir. Elde edilen veriler sonucunda uygulanan parametrelerin değişimi ile kazıklı radye temel sisteminin davranışını büyük oranda etkilediği sonucuna varmıştır.

Altay ve Kayadelen (2017) çalışmasında, kazıkların farklı çap ve boylarını ANSYS programında analizleri incelemiştir. Kazıklar 40 cm, 80 cm ve 100 cm çaplarında; boyları 10 m, 15 m ve 20 m olacak şekilde tekil kazık tasarımı yapmıştır. Tasarım verileri sonucunda aynı boylara sahip farklı çaptaki kazıklarda moment değerinin artmasıyla maksimum yanal deplasmanları ve maksimum kayma gerilmesinin arttığı sonucuna varmıştır.

Yeğit ve Zorluer (2019) yaptıkları çalışmada, farklı çap, derinlik ve adetteki kazık gruplarının, aynı yapı yükleri ve aynı zemin içindeki davranışlarını SAP2000 ve Plaxis 3D Foundation programları ile analizleri yapmıştır. Elde edilen veriler sonucunda kazık adedinin artması durumunda kazık grubunun verimliliğinin düştüğü gözlenmiştir. Kazık çapının büyük seçilmesi durumunda ise kazıklar arası mesafenin azalmasından dolayı kazık grubunun verimliliğinin azaldığı görülmüştür.

2. Materyal ve Metot

2.1. Yapı Özellikleri

Düzce ili, Merkez ilçesi zemin etüt raporu hazırlanan bir parselin zemin değerleri alınarak Bodrum + 6 kat olacak şekilde toplamda 7 katlı bir konut yapısının temelinin kazıklı radye temel sistemi olarak tasarlanmıştır.

Yapının uygulanacağı alanın zemini genelleştirilmiş taşıma gücü (q_k ; karakteristik dayanım) ve emniyetli taşıma gücü (q_t ; tasarım dayanımı) (25 mm’lik oturmaya karşılık) gelen veriler elde edilmiştir. Temel kazısı tabii zemin kotundan itibaren bodrumlu temel tipi radye temel için önerilen; karakteristik dayanım (q_k)= 3,09 kg/cm², tasarım dayanımı (q_t)=2,20 kg/cm² olarak değerlendirilmiştir. İnceleme alanında yatak katsayısı K_{s1} =945 ton/m³ (445-1445) aralığında, K_{s2} =1235 ton/m³ (735-1735) olduğu bulunmuştur (Yılmaz, 2020).

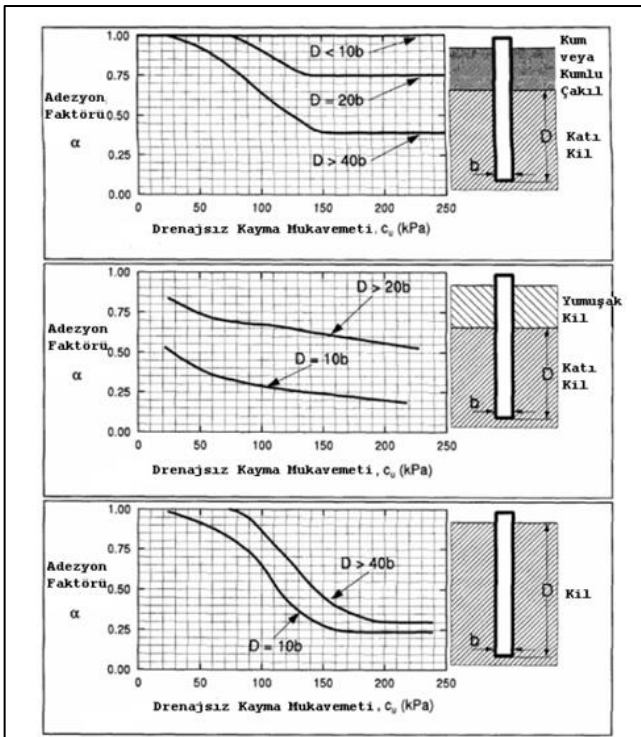
Yapının uygulanacağı parselde zemin değerleri ve yapı özellikleri TBDY-2018’e göre, deprem düzeyi DD-2, zemin sınıfı ZD, tasarım spektrumları S_{DS} = 1.341, bina kullanım sınıfı BKS=3, deprem tasarım sınıfı DTS=1, kat kotları H_N = 16.50 m, bina yükseklik sınıfı BYS=6, performans hedefi NPH=KH, DTY=DGT, taşıyıcı sistemi betonarme, döşeme tipi kirişli veya kaset döşeme, diyafram tipi yarı rijit diyafram, süneklik düzeyi yüksek, R katsayısı (X) R=7, D=2.5, R katsayısı – (Y) R=7,

D=2.5 olacak şekilde lisanslı ideCAD Statik (Ver. 10.92) programına veri girişi yapılarak yapının statik hesabı yapılmıştır.

Laboratuvarından elde edilen PI değerleri ve araziden sondaj çalışmasında elde edilen SPT değerleri kullanılarak C_u (drenajsız kayma direnci) değerleri elde edilmiş ve aşağıdaki sonuçlar bulunmuştur (TBDY-2018).

2.2. İncelenen Alanın Zemin Profili

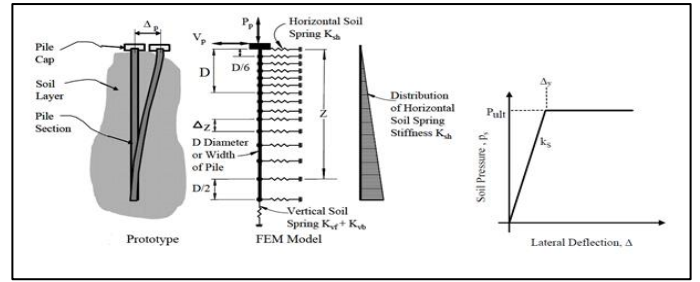
Zemin etüt raporunda verilen parametrelere göre, zemin 3 tabaka olarak incelenmiştir. 1.tabaka SPT aralıkları 8-24 m (13,5 m) arasında değişen, CL, CH, SC ve SM olan ince elemanlı malzemeden, sismik hızları (V_s) ortalama 170 m/s hızı sahiptir. 2.tabaka SPT aralıkları 25-78 m (31,5 m) arasında değişen, SM, SC ince elemanlı pekişmiş malzemeden, sismik hızları (V_s) ortalama 340 m/s hızı sahiptir. 3.tabaka SPT değeri SOR (38 m) (TBDY 2018), GC tipi iri taneli sık ve çok iyi pekişmiş, sismik hızları (V_s) değerleri ise 340 m/s den büyüktür.



Şekil 1. Adezyon faktörü için TOMLINSON (1980) tasarım eğrileri (Buğday, 2008) (Figure 1. TOMLINSON (1980) design curves for adhesion factor)

Zemin Cinsi	K_s (kN/m ³)
Gevşek kum	4800-16000
Orta sıklıkta kum	9600-80000
Sıkı kum	64000-128000
Killi orta sıklıkta kum	32000-80000
Siltli orta sıklıkta kum	24000-48000
Killi zeminler :	
$q_a \leq 200$ kPa	12000-24000
$200 < q_a \leq 800$ kPa	24000-48000
$q_a > 800$ kPa	>48000

Şekil 2. Çeşitli zeminler için yatak katsayısı değerleri (Bowles, 1996) (Figure 2. Bearing coefficient values for various soils)

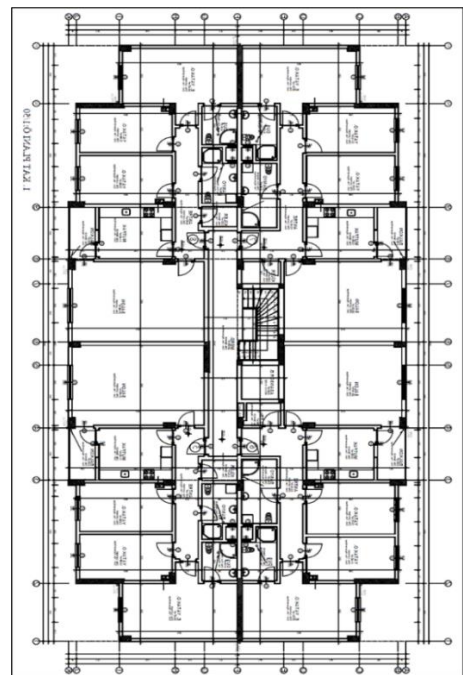


Şekil 3. Tek kazıkların sonlu eleman modeli (Figure 3. Finite element model of single piles)

$$K_{vb} = k_s * \frac{D}{2} * L * \left(\frac{D}{D}\right) \quad (1)$$

Yatak katsayısı K_s , düşey yay faktörü $k_v = K_{vb}$, kazık çapı D , nominal kazık çapı D^* (1,8 m alınabilir), kazık uzunluğu L , adhezyon faktörü (0,45 veya 0,5 arasında alınabilir), drenajsız kayma direnci c_u olarak ifade edilmiştir. Şekil 1, Şekil 2, Şekil 3 ve Eşitlik 1 kullanılarak üç tabaka için ayrı ayrı hesaplanarak aşağıdaki değerler elde edilmiştir.

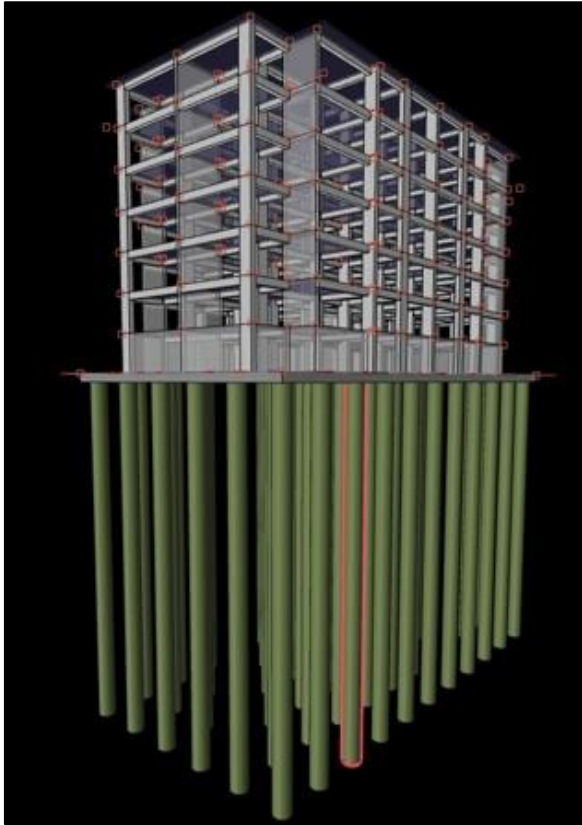
Tabaka 1 için $C_{u1} = 7.24$ t/m², tabaka 2 için $C_{u2} = 10.81$ t/m², tabaka 3 için $C_{u3} = 16.11$ t/m² olarak elde edilmiştir. İdeCAD Statik programı veri girişi için hesaplanan değerler yukarıdaki şekil, tablo ve formüller yardımıyla değerler bulunarak analizi yapılmıştır. Tabaka 1 için zemin katman yüksekliği 12.1 m, yatak katsayısı 2439 tf/m², düşey yay faktörü (K_s) 7567 tf/m³, adhezyon faktörü (α) 0.50, drenajsız kayma direnci (c_u) 7,24 tf/m²; Tabaka 2 için zemin katman yüksekliği 5.1 m, yatak katsayısı 5690 tf/m², düşey yay faktörü (K_s) 8061 tf/m³, adhezyon faktörü (α) 0.47, drenajsız kayma direnci (c_u) 10,81 tf/m²; Tabaka 3 için zemin katman yüksekliği 20.8 m, yatak katsayısı 6865 tf/m², düşey yay faktörü (K_s) 39664 tf/m³, adhezyon faktörü (α) 0.45, drenajsız kayma direnci (c_u) 16,11 tf/m² olarak elde edilmiştir. Tasarımı yapılan binanın mimari projesi Şekil 4'te, 3 boyutlu bina görünüşü Şekil 5'te ve 3 boyutlu kazık modellemesi Şekil 6'da belirtilmiştir.



Şekil 4. Mimari proje (Figure 4. Architectural Project)



Şekil 5. 3 boyutlu görünüş (Figure 5. 3D look)



Şekil 6. 3 boyutlu kazık modellemesi (Figure 6. 3D pile modeling)

2.3. Kazıklar

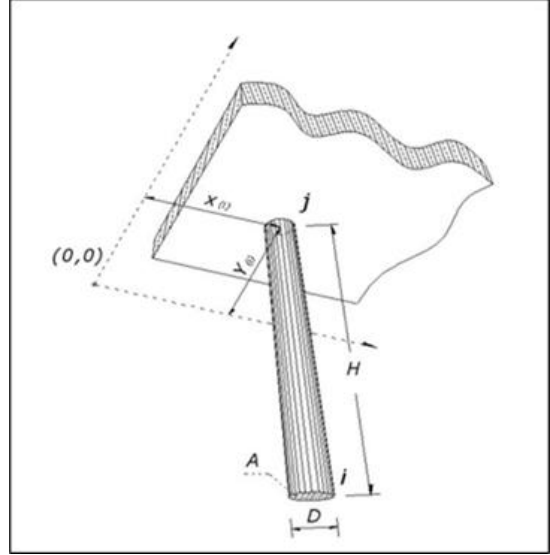
Kazılar birçok açıdan sınıflandırılabilir. Çalışmada incelenen taşıma gücü açısından ise; uç kazıkları ve sürtünme kazıkları olarak başlıca iki sınıfta incelenebilir.

Uç kazığı, zemin taşıma gücünün az olduğu bölümden aşağı inerek derindeki taşıma gücü açısından daha iyi olan tabakaya ulaşarak yükü iletir. Uç kazıklarında kazık ucu zemin taşıma gücü sağlam olan katmana bir miktar girer ve bu şekilde sağlam tabakanın bozulmuş kısmı geçilmiş olur. Kazığın girme miktarı ilgili kurallara göre değerlendirilir (Uzuner, 2016).

Sürtünme kazığı ise yük taşıma gücünü, yan yüzeylerdeki sürtünme gerilmelerinden ve uç alanlarındaki basınçlardan alır.

Kazıklar yapım açısından; ahşap kazıklar, betonarme kazıklar, çelik kazıklar ve karma (kompozit) kazıklar olarak sınıflandırılabilir. Betonarme kazıklar ise içerisinde hazır (prefabrikte) kazıklar ve yerinde oluşturulan kazıklar (sondaj, fore, delme) olarak ikiye ayrılır (Uzuner, 2016).

2.4. Kazık Bilgileri ve Atalet Momenti Hesaplanması

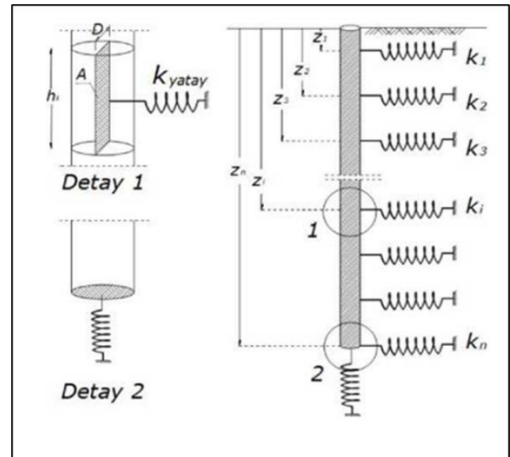


Şekil 7. Atalet momenti hesabı (Figure 7. Moment of inertia calculation)

$$I_x = I_y = \pi r^4 / 4 \quad (2)$$

Şekil 7'de gösterilen kazık çapı D, kazık boyu H, kazığın yatay koordinatı $X_{(i)}$, kazığın düşey koordinatı $Y_{(i)}$, kazığın alt ucundaki düğüm nokta numarası i, kazığın üst ucundaki düğüm nokta numarası j, kazığın enkesit alanı A, kazığın atalet momentleri I_x, I_y olarak ifade edilmiştir. Her aralık mesafeli kazık sistemi için Eşitlik 2'de belirtilen formül kullanılarak kazık bilgileri ve atalet momentleri elde edilmiştir.

2.5. Kazık Modelleme Esasları

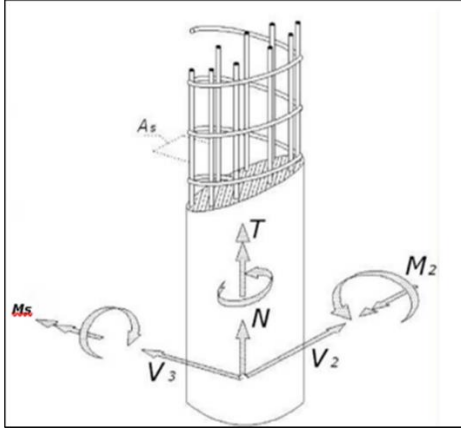


Şekil 8. Kazık modelleme esasları (Figure 8. Pile modeling principles)

$$k_{yatay} = Dh_i * K * Z_{(i)} \quad (3)$$

Şekil 8’de gösterilen kazığın i’inci düğüm noktasına tanımlı yatay sabiti k_i , zemin yataklanma katsayısı K , yatay yay sabitleri arası mesafe $h_{(i)}$, yay sabitlerinin kazık üst seviyesinden itibaren derinliği $Z_{(i)}$ olarak ifade edilmiştir. Her aralık mesafeli kazık sistemi için Eşitlik 3’te belirtilen formül kullanılarak kazık modelleme esasları hesaplanmıştır.

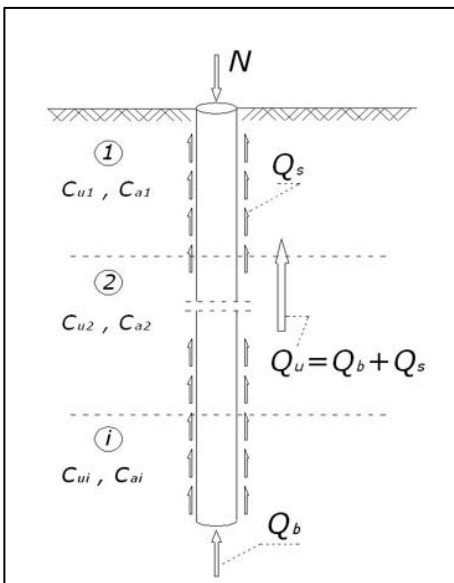
2.6. Kazık Uç Tesirleri Hesaplanması



Şekil 9. Kazık uç tesirleri (Figure 9. Pile tip effect)

Şekil 9’da gösterilen kazık serbest yüksekliğinin uç kısmında hesaplanan eksenel kuvvet N , kazık serbest yüksekliğinin uç kısmında hesaplanan kesme kuvveti V_2 , V_3 , kazık serbest yüksekliğinin uç kısmında hesaplanan burulma momenti T , kazık serbest yüksekliğinin uç kısmında hesaplanan eğilme momenti M_2 , M_3 , kazık eksenel kuvveti N_d , 2 ve 3 yönü tasarım eğilme momentleri M_{d2} , M_{d3} , taşıma gücü katsayısı N_c olarak ifade edilmiştir.

2.7. Kazık Taşıma Gücü Hesaplanması



Şekil 10. Kazık taşıma gücü hesaplanması (Figure 10. Calculation of pile carrying power)

$$Q_u = Q_b + Q_s \quad , \quad Q_a = Q_u / F_{güv} \quad (4)$$

$$Q_b = C_u * N_c * A_c \quad , \quad Q_s = C_a * A_s \quad (5)$$

Şekil 10’da gösterilen zeminin ilgili katmanında drenajsız kayma direnci C_u , kazığın enkesit alanı A_c , kazığın uç taşıma gücü kapasitesi Q_b , kazık ve zemin arasındaki adhezyon değeri C_a , gömülü kazık boyunun yanal kesit alanı A_s , kazığın çevre sürtünmesi taşıma gücü kapasitesi Q_s , kazığın nihai taşıma gücü Q_u , kazığın izin verilen emniyetli taşıma gücü kapasitesi Q_a , kazığa gelen eksenel kuvvet N , güvenlik katsayısı ise $F_{güv}$, taşıma gücü katsayısı N_c olarak isimlendirilmiştir. Her aralık mesafeli kazık sistemi için Eşitlik 4 ve Eşitlik 5’te belirtilen formüller kullanılarak kazık taşıma gücü hesaplamaları yapılmıştır.

3. Araştırma Sonuçları ve Tartışma

3.1. Kazık Bilgileri

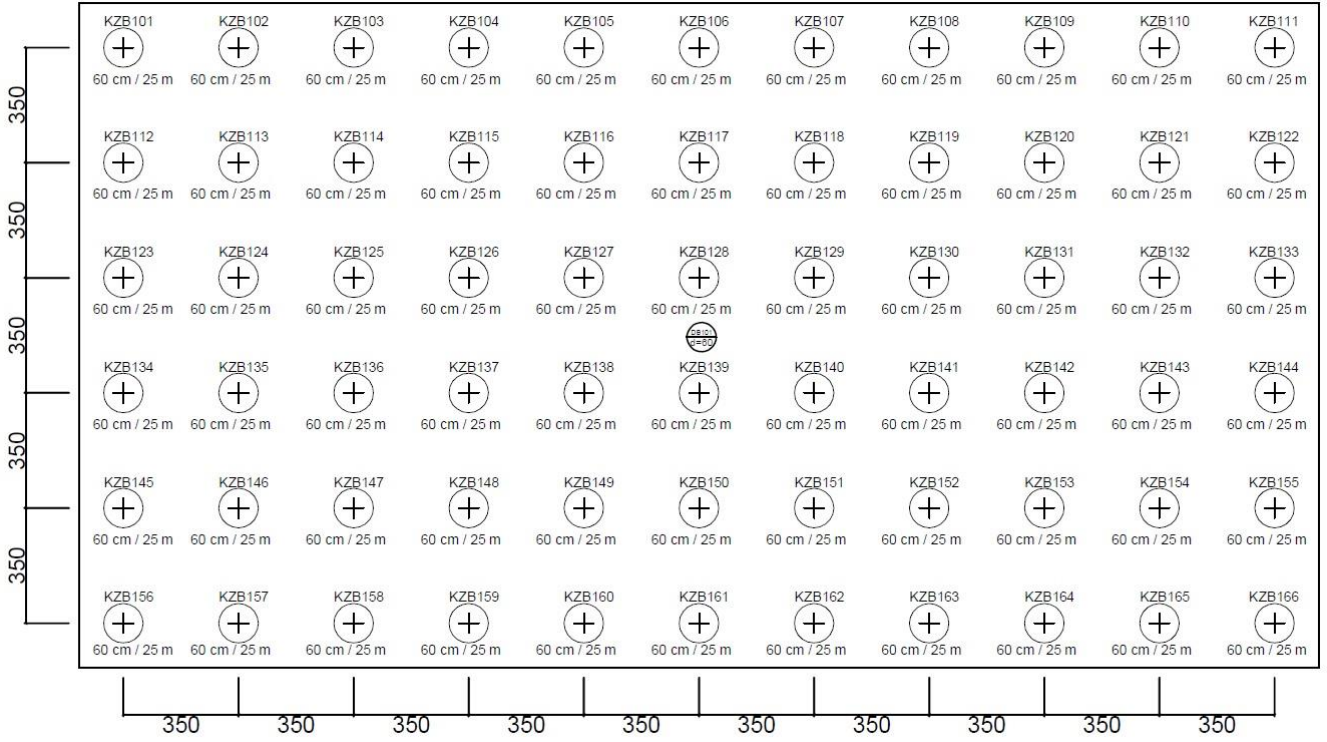
2,5 m mesafeli kazıklı temel sisteminde radye kalınlığı 65 cm, 3,5 m mesafeli kazıklı temel sisteminde radye kalınlığı 60 cm olacak şekilde analizleri yapılmıştır. Analizler aynı zemin değerleri ve aynı yapı verileri altında TBDY-2018’e göre lisanslı ideCAD Statik (Ver. 10.92) programında analizleri yapılmıştır.

Tablo 1’de 3,5 m mesafeli kazık bilgileri verilmiştir. Verilen bilgilere göre kazıkların radye temel kalınlığı 60 cm, çapı 120 cm, boyu 25 m ve kazık adedi 66 olarak elde edilmiştir. 2,5 m mesafeli kazıkların radye temel kalınlığı 65 cm, çapı 120 cm, boyu 19 m ve kazık adedi 120 olacak şekilde elde edilmiştir.

Tablo 1. 3,5 m aralıklı kazık bilgileri (Table 1. 3,5 m distance pile information)

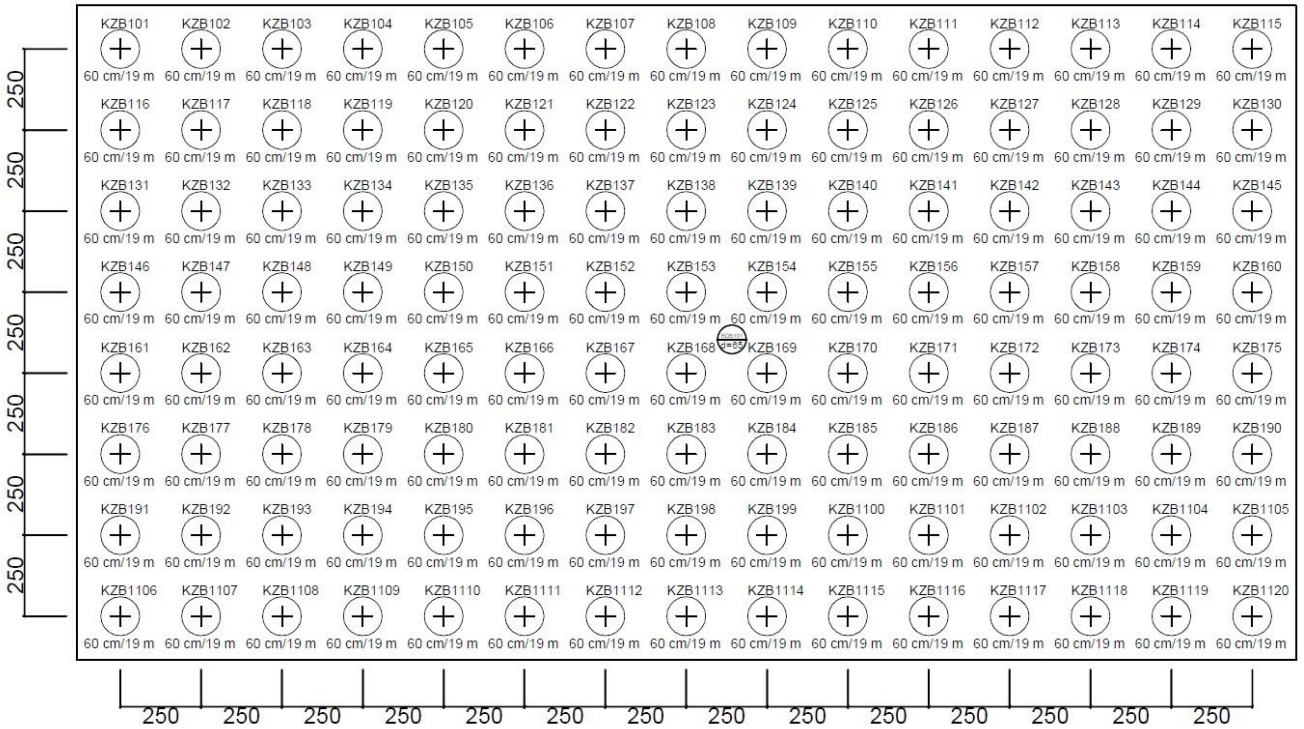
Yapı Ağırlığı	4272.60 tf	
Yapı Oturma Alanı	700.80 m ²	
Kazık sayısı	66	
Radye Temel Yatak Katsayısı	0 tf/m ³	
Yük Aktarım Şekline Göre Kazık Çeşidi	Sürtünme Kazığı	
Zemin Yatay Katsayıları	Yeni Z. Katmanı (12,1 m)	2439.00 tf/m ³
	Yeni Z. Katmanı (5,1 m)	5690.00 tf/m ³
	Yeni Z. Katmanı (20,8 m)	6865.00 tf/m ³

Şekil 11’de 3,5 m mesafeli kazık yerleşim planı, Şekil 12’de ise 2,5 m mesafeli kazık yerleşim planı verilmiştir. Planlardaki mesafe ölçüleri cm cinsindedir.



FORE KAZIK 3.5 m ARALIKLARLA YERLEŞİMİ

Şekil 11. 3,5 m mesafeli kazık yerleşimi (Figure 11. 3.5 distance pile placement)



FORE KAZIK 2.5 m ARALIKLARLA YERLEŞİMİ

Şekil 12. 2,5 m mesafeli kazık yerleşimi (Figure 12. 2.5 distance pile placement)

3.2. Kazık Atalet Momentlerinin Hesaplanması

Tablo 2 ve Tablo 3 değerleri, Bölüm 2.4'te, Eşitlik 2'de belirtilen formül kullanılarak hesaplanmış ve tablo haline getirilmiştir.

Tablo 2. 3,5 m mesafeli kazık atalet momenti hesaplanması (Table 2. Calculation of 3.5 m distance pile inertia moment)

Kazık	Çap (D) [cm]	Yükseklik (H) [m]	X [m]	Y [m]	A [m ²]	I [cm ⁴]	i	j
1. BODRUM								
KZB101	120	25.00	-0.25	17.55	1.13	10178760.20	2490	2540
KZB102	120	25.00	3.25	17.55	1.13	10178760.20	2796	2846
KZB103	120	25.00	6.75	17.55	1.13	10178760.20	3102	3152
KZB104	120	25.00	10.25	17.55	1.13	10178760.20	3408	3458
KZB105	120	25.00	13.75	17.55	1.13	10178760.20	3714	3764
KZB106	120	25.00	17.25	17.55	1.13	10178760.20	4020	4070
KZB107	120	25.00	20.75	17.55	1.13	10178760.20	4326	4376
KZB108	120	25.00	24.25	17.55	1.13	10178760.20	4632	4682
KZB109	120	25.00	27.75	17.55	1.13	10178760.20	4938	4988
KZB110	120	25.00	31.25	17.55	1.13	10178760.20	5244	5294
KZB111	120	25.00	34.75	17.55	1.13	10178760.20	5550	5600
KZB112	120	25.00	-0.25	14.05	1.13	10178760.20	2541	2591
KZB113	120	25.00	3.25	14.05	1.13	10178760.20	2847	2897
KZB114	120	25.00	6.75	14.05	1.13	10178760.20	3153	3203
KZB115	120	25.00	10.25	14.05	1.13	10178760.20	3459	3509
KZB116	120	25.00	13.75	14.05	1.13	10178760.20	3765	3815
KZB117	120	25.00	17.25	14.05	1.13	10178760.20	4071	4121
KZB118	120	25.00	20.75	14.05	1.13	10178760.20	4377	4427
KZB119	120	25.00	24.25	14.05	1.13	10178760.20	4683	4733
KZB120	120	25.00	27.75	14.05	1.13	10178760.20	4989	5039
KZB121	120	25.00	31.25	14.05	1.13	10178760.20	5295	5345
KZB122	120	25.00	34.75	14.05	1.13	10178760.20	5601	5651
KZB123	120	25.00	-0.25	10.55	1.13	10178760.20	2592	2642
KZB124	120	25.00	3.25	10.55	1.13	10178760.20	2898	2948
KZB125	120	25.00	6.75	10.55	1.13	10178760.20	3204	3254
KZB126	120	25.00	10.25	10.55	1.13	10178760.20	3510	3560
KZB127	120	25.00	13.75	10.55	1.13	10178760.20	3816	3866
KZB128	120	25.00	17.25	10.55	1.13	10178760.20	4122	4172
KZB129	120	25.00	20.75	10.55	1.13	10178760.20	4428	4478
KZB130	120	25.00	24.25	10.55	1.13	10178760.20	4734	4784
KZB131	120	25.00	27.75	10.55	1.13	10178760.20	5040	5090
KZB132	120	25.00	31.25	10.55	1.13	10178760.20	5346	5396
KZB133	120	25.00	34.75	10.55	1.13	10178760.20	5652	5702
KZB134	120	25.00	-0.25	7.05	1.13	10178760.20	2643	2693
KZB135	120	25.00	3.25	7.05	1.13	10178760.20	2949	2999
KZB136	120	25.00	6.75	7.05	1.13	10178760.20	3255	3305
KZB137	120	25.00	10.25	7.05	1.13	10178760.20	3561	3611
KZB138	120	25.00	13.75	7.05	1.13	10178760.20	3867	3917
KZB139	120	25.00	17.25	7.05	1.13	10178760.20	4173	4223
KZB140	120	25.00	20.75	7.05	1.13	10178760.20	4479	4529
KZB141	120	25.00	24.25	7.05	1.13	10178760.20	4785	4835
KZB142	120	25.00	27.75	7.05	1.13	10178760.20	5091	5141
KZB143	120	25.00	31.25	7.05	1.13	10178760.20	5397	5447
KZB144	120	25.00	34.75	7.05	1.13	10178760.20	5703	5753
KZB145	120	25.00	-0.25	3.55	1.13	10178760.20	2694	2744

Tablo 3. 3,5 m mesafeli kazık atalet momenti hesaplanması devamı (Table 3. Calculation of 3.5 m distance pile inertia moment cont.)

Kazık	Çap (D) [cm]	Yükseklik (H) [m]	X [m]	Y [m]	A [m ²]	I [cm ⁴]	i	j
1. BODRUM (Devam ...)								
KZB146	120	25.00	3.25	3.55	1.13	10178760.20	3000	3050
KZB147	120	25.00	6.75	3.55	1.13	10178760.20	3306	3356
KZB148	120	25.00	10.25	3.55	1.13	10178760.20	3612	3662
KZB149	120	25.00	13.75	3.55	1.13	10178760.20	3918	3968
KZB150	120	25.00	17.25	3.55	1.13	10178760.20	4224	4274
KZB151	120	25.00	20.75	3.55	1.13	10178760.20	4530	4580
KZB152	120	25.00	24.25	3.55	1.13	10178760.20	4836	4886
KZB153	120	25.00	27.75	3.55	1.13	10178760.20	5142	5192
KZB154	120	25.00	31.25	3.55	1.13	10178760.20	5448	5498
KZB155	120	25.00	34.75	3.55	1.13	10178760.20	5754	5804
KZB156	120	25.00	-0.25	0.05	1.13	10178760.20	2745	2795
KZB157	120	25.00	3.25	0.05	1.13	10178760.20	3051	3101
KZB158	120	25.00	6.75	0.05	1.13	10178760.20	3357	3407
KZB159	120	25.00	10.25	0.05	1.13	10178760.20	3663	3713
KZB160	120	25.00	13.75	0.05	1.13	10178760.20	3969	4019
KZB161	120	25.00	17.25	0.05	1.13	10178760.20	4275	4325
KZB162	120	25.00	20.75	0.05	1.13	10178760.20	4581	4631
KZB163	120	25.00	24.25	0.05	1.13	10178760.20	4887	4937
KZB164	120	25.00	27.75	0.05	1.13	10178760.20	5193	5243
KZB165	120	25.00	31.25	0.05	1.13	10178760.20	5499	5549
KZB166	120	25.00	34.75	0.05	1.13	10178760.20	5805	5855

3.3. Kazık Uç Tesirleri

Tablo 4 değerleri, Bölüm 2.6’da bulunan Şekil 9’da belirtilen değerler kullanılarak hesaplanmış ve tablo haline getirilmiştir.

Tablo 4. 3,5 m mesafeli kazık uç tesirleri (Table 4. 3.5 distance pile tip effects)

Kazık Bilgileri	Yükleme		Kazık Uç Tesirleri					
	Yön	Açıklık	N [tf]	V2 [tf]	V3 [tf]	T [tfm]	M2 [tfm]	M3 [tfm]
1. BODRUM								
KZB101 As : 23.79 cm ² (0.9G'+Ey+0.3 Ex-0.3Ez) 60Ø14 Vd : 36.41 tf (G'+Q'+Ey+0.3 Ex+0.3Ez) Ø10/12	Ex	±5%	22.40	18.40	7.75	0	13.69	22.57
	Ex'	4.5.10.4	22.29	15.91	4.43	0	11.05	18.82
	Ey	±5%	29.18	4.78	28.11	0	38.48	6.80
	Ey'	4.5.10.4	29.41	3.20	20.24	0	27.46	8.19
	ExB	±5%	7.20	5.50	1.67	0	3.82	10.14
	ExB'	4.5.10.4	7.50	4.96	0.64	0	2.37	8.99
	EyB	±5%	10.12	1.05	7.94	0	15.75	2.41
	EyB'	4.5.10.4	8.94	0.52	5.57	0	10.89	1.72
	G	Sabit yük	-24.78	-2.45	3.87	0	-14.46	9.00
	Q	Hareketli yük	-3.09	-0.35	0.51	0	-1.88	1.26
	G'	Sabit yük-Çtl.	-23.99	-2.37	3.81	0	-14.22	8.80
	Q'	Hareketli yük-Çtl.	-2.87	-0.33	0.48	0	-1.76	1.21
	Ez(G)	Düşey deprem	-21.45	-2.12	3.40	0	-12.71	7.87

3.4. Kazık Taşıma Gücü Hesaplamaları

Tablo 5, Tablo 6, Tablo 7, Tablo 8 ve Tablo 9 değerleri, Bölüm 2.7’de bulunan Eşitlik 4 ve Eşitlik 5’de belirtilen formül kullanılarak hesaplanmış ve tablolar haline getirilmiştir.

Tablo 5. 3,5 m mesafeli kazık taşıma gücü hesaplamaları (Table 5. Calculations of 3.5 m distance pile carrying power)

Kazık	Katmanlar	Sürtünme Direnci			Toplam Direnci Qu [tf]	Emniyetli Direnci Qa [tf]	Normal Kuvvet N [tf]	Kontrol N < Qa
		Ca [tf/m ²]	As [m ²]	Qs [tf]				
KZB101	Yeni Zemin Katman	3.62	34.69	125.57	515.68	206.27	69.39	✓
	Yeni Zemin Katman	5.08	19.23	97.68				
	Yeni Zemin Katman	7.25	40.34	292.43				
KZB102	Yeni Zemin Katman	3.62	34.69	125.57	515.68	206.27	158.58	✓
	Yeni Zemin Katman	5.08	19.23	97.68				
	Yeni Zemin Katman	7.25	40.34	292.43				
KZB103	Yeni Zemin Katman	3.62	34.69	125.57	515.68	206.27	142.67	✓
	Yeni Zemin Katman	5.08	19.23	97.68				
	Yeni Zemin Katman	7.25	40.34	292.43				
KZB104	Yeni Zemin Katman	3.62	34.69	125.57	515.68	206.27	158.55	✓
	Yeni Zemin Katman	5.08	19.23	97.68				
	Yeni Zemin Katman	7.25	40.34	292.43				
KZB105	Yeni Zemin Katman	3.62	34.69	125.57	515.68	206.27	168.12	✓
	Yeni Zemin Katman	5.08	19.23	97.68				
	Yeni Zemin Katman	7.25	40.34	292.43				
KZB106	Yeni Zemin Katman	3.62	34.69	125.57	515.68	206.27	192.32	✓
	Yeni Zemin Katman	5.08	19.23	97.68				
	Yeni Zemin Katman	7.25	40.34	292.43				
KZB107	Yeni Zemin Katman	3.62	34.69	125.57	515.68	206.27	166.20	✓
	Yeni Zemin Katman	5.08	19.23	97.68				
	Yeni Zemin Katman	7.25	40.34	292.43				
KZB108	Yeni Zemin Katman	3.62	34.69	125.57	515.68	206.27	157.75	✓
	Yeni Zemin Katman	5.08	19.23	97.68				
	Yeni Zemin Katman	7.25	40.34	292.43				
KZB109	Yeni Zemin Katman	3.62	34.69	125.57	515.68	206.27	142.56	✓
	Yeni Zemin Katman	5.08	19.23	97.68				
	Yeni Zemin Katman	7.25	40.34	292.43				
KZB110	Yeni Zemin Katman	3.62	34.69	125.57	515.68	206.27	159.97	✓
	Yeni Zemin Katman	5.08	19.23	97.68				
	Yeni Zemin Katman	7.25	40.34	292.43				
KZB111	Yeni Zemin Katman	3.62	34.69	125.57	515.68	206.27	69.61	✓
	Yeni Zemin Katman	5.08	19.23	97.68				
	Yeni Zemin Katman	7.25	40.34	292.43				
KZB112	Yeni Zemin Katman	3.62	34.69	125.57	515.68	206.27	166.22	✓
	Yeni Zemin Katman	5.08	19.23	97.68				
	Yeni Zemin Katman	7.25	40.34	292.43				
KZB113	Yeni Zemin Katman	3.62	34.69	125.57	515.68	206.27	158.17	✓
	Yeni Zemin Katman	5.08	19.23	97.68				
	Yeni Zemin Katman	7.25	40.34	292.43				
KZB114	Yeni Zemin Katman	3.62	34.69	125.57	515.68	206.27	117.14	✓
	Yeni Zemin Katman	5.08	19.23	97.68				
	Yeni Zemin Katman	7.25	40.34	292.43				

Tablo 6. 3,5 m mesafeli kazık taşıma gücü hesaplamaları devamı (Table 6. Calculations of 3.5 m distance pile carrying power cont.)

Kazık	Katmanlar	Sürtünme Direnci			Toplam Direnci	Emniyetli Direnci	Normal Kuvvet	Kontrol
		Ca [tf/m ²]	As [m ²]	Qs [tf]				
KZB115	Yeni Zemin Katman	3.62	34.69	125.57	515.68	206.27	153.38	✓
	Yeni Zemin Katman	5.08	19.23	97.68				
	Yeni Zemin Katman	7.25	40.34	292.43				
KZB116	Yeni Zemin Katman	3.62	34.69	125.57	515.68	206.27	142.03	✓
	Yeni Zemin Katman	5.08	19.23	97.68				
	Yeni Zemin Katman	7.25	40.34	292.43				
KZB117	Yeni Zemin Katman	3.62	34.69	125.57	515.68	206.27	168.82	✓
	Yeni Zemin Katman	5.08	19.23	97.68				
	Yeni Zemin Katman	7.25	40.34	292.43				
KZB118	Yeni Zemin Katman	3.62	34.69	125.57	515.68	206.27	138.80	✓
	Yeni Zemin Katman	5.08	19.23	97.68				
	Yeni Zemin Katman	7.25	40.34	292.43				
KZB119	Yeni Zemin Katman	3.62	34.69	125.57	515.68	206.27	151.86	✓
	Yeni Zemin Katman	5.08	19.23	97.68				
	Yeni Zemin Katman	7.25	40.34	292.43				
KZB120	Yeni Zemin Katman	3.62	34.69	125.57	515.68	206.27	115.59	✓
	Yeni Zemin Katman	5.08	19.23	97.68				
	Yeni Zemin Katman	7.25	40.34	292.43				
KZB121	Yeni Zemin Katman	3.62	34.69	125.57	515.68	206.27	158.38	✓
	Yeni Zemin Katman	5.08	19.23	97.68				
	Yeni Zemin Katman	7.25	40.34	292.43				
KZB122	Yeni Zemin Katman	3.62	34.69	125.57	515.68	206.27	166.13	✓
	Yeni Zemin Katman	5.08	19.23	97.68				
	Yeni Zemin Katman	7.25	40.34	292.43				
KZB123	Yeni Zemin Katman	3.62	34.69	125.57	515.68	206.27	183.44	✓
	Yeni Zemin Katman	5.08	19.23	97.68				
	Yeni Zemin Katman	7.25	40.34	292.43				
KZB124	Yeni Zemin Katman	3.62	34.69	125.57	515.68	206.27	181.66	✓
	Yeni Zemin Katman	5.08	19.23	97.68				
	Yeni Zemin Katman	7.25	40.34	292.43				
KZB125	Yeni Zemin Katman	3.62	34.69	125.57	515.68	206.27	124.90	✓
	Yeni Zemin Katman	5.08	19.23	97.68				
	Yeni Zemin Katman	7.25	40.34	292.43				
KZB126	Yeni Zemin Katman	3.62	34.69	125.57	515.68	206.27	183.08	✓
	Yeni Zemin Katman	5.08	19.23	97.68				
	Yeni Zemin Katman	7.25	40.34	292.43				
KZB127	Yeni Zemin Katman	3.62	34.69	125.57	515.68	206.27	168.67	✓
	Yeni Zemin Katman	5.08	19.23	97.68				
	Yeni Zemin Katman	7.25	40.34	292.43				
KZB128	Yeni Zemin Katman	3.62	34.69	125.57	515.68	206.27	205.32	✓
	Yeni Zemin Katman	5.08	19.23	97.68				
	Yeni Zemin Katman	7.25	40.34	292.43				

Tablo 7. 3,5 m mesafeli kazık taşıma gücü hesaplamaları devamı (Table 7. Calculations of 3.5 m distance pile carrying power cont.)

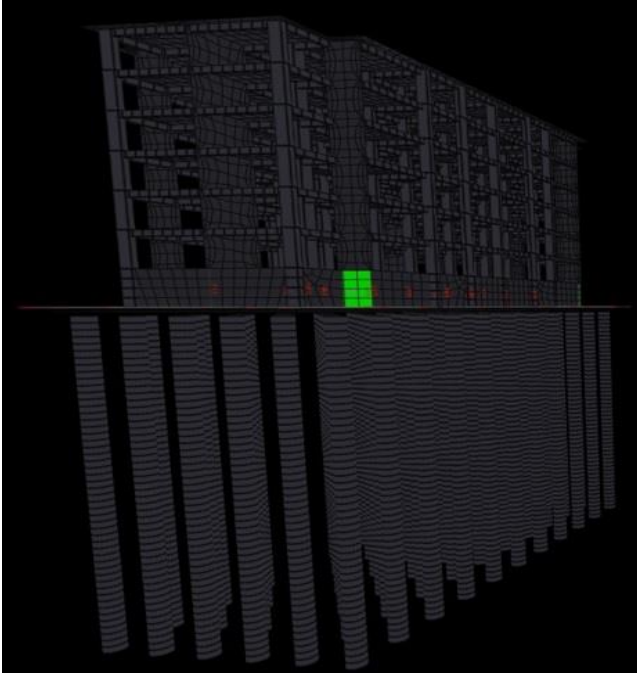
Kazık	Katmanlar	Sürtünme Direnci			Toplam Direnci Qu [tf]	Emniyetli Direnci Qa [tf]	Normal Kuvvet N [tf]	Kontrol N < Qa
		Ca [tf/m ²]	As [m ²]	Qs [tf]				
KZB129	Yeni Zemin Katman	3.62	34.69	125.57	515.68	206.27	157.09	✓
	Yeni Zemin Katman	5.08	19.23	97.68				
	Yeni Zemin Katman	7.25	40.34	292.43				
KZB130	Yeni Zemin Katman	3.62	34.69	125.57	515.68	206.27	186.03	✓
	Yeni Zemin Katman	5.08	19.23	97.68				
	Yeni Zemin Katman	7.25	40.34	292.43				
KZB131	Yeni Zemin Katman	3.62	34.69	125.57	515.68	206.27	123.51	✓
	Yeni Zemin Katman	5.08	19.23	97.68				
	Yeni Zemin Katman	7.25	40.34	292.43				
KZB132	Yeni Zemin Katman	3.62	34.69	125.57	515.68	206.27	181.81	✓
	Yeni Zemin Katman	5.08	19.23	97.68				
	Yeni Zemin Katman	7.25	40.34	292.43				
KZB133	Yeni Zemin Katman	3.62	34.69	125.57	515.68	206.27	183.51	✓
	Yeni Zemin Katman	5.08	19.23	97.68				
	Yeni Zemin Katman	7.25	40.34	292.43				
KZB134	Yeni Zemin Katman	3.62	34.69	125.57	515.68	206.27	181.28	✓
	Yeni Zemin Katman	5.08	19.23	97.68				
	Yeni Zemin Katman	7.25	40.34	292.43				
KZB135	Yeni Zemin Katman	3.62	34.69	125.57	515.68	206.27	178.00	✓
	Yeni Zemin Katman	5.08	19.23	97.68				
	Yeni Zemin Katman	7.25	40.34	292.43				
KZB136	Yeni Zemin Katman	3.62	34.69	125.57	515.68	206.27	122.99	✓
	Yeni Zemin Katman	5.08	19.23	97.68				
	Yeni Zemin Katman	7.25	40.34	292.43				
KZB137	Yeni Zemin Katman	3.62	34.69	125.57	515.68	206.27	178.92	✓
	Yeni Zemin Katman	5.08	19.23	97.68				
	Yeni Zemin Katman	7.25	40.34	292.43				
KZB138	Yeni Zemin Katman	3.62	34.69	125.57	515.68	206.27	161.52	✓
	Yeni Zemin Katman	5.08	19.23	97.68				
	Yeni Zemin Katman	7.25	40.34	292.43				
KZB139	Yeni Zemin Katman	3.62	34.69	125.57	515.68	206.27	182.76	✓
	Yeni Zemin Katman	5.08	19.23	97.68				
	Yeni Zemin Katman	7.25	40.34	292.43				
KZB140	Yeni Zemin Katman	3.62	34.69	125.57	515.68	206.27	151.18	✓
	Yeni Zemin Katman	5.08	19.23	97.68				
	Yeni Zemin Katman	7.25	40.34	292.43				
KZB141	Yeni Zemin Katman	3.62	34.69	125.57	515.68	206.27	181.25	✓
	Yeni Zemin Katman	5.08	19.23	97.68				
	Yeni Zemin Katman	7.25	40.34	292.43				
KZB142	Yeni Zemin Katman	3.62	34.69	125.57	515.68	206.27	121.90	✓
	Yeni Zemin Katman	5.08	19.23	97.68				
	Yeni Zemin Katman	7.25	40.34	292.43				

Tablo 8. 3,5 m mesafeli kazık taşıma gücü hesaplamaları devamı (Table 8. Calculations of 3.5 m distance pile carrying power cont.)

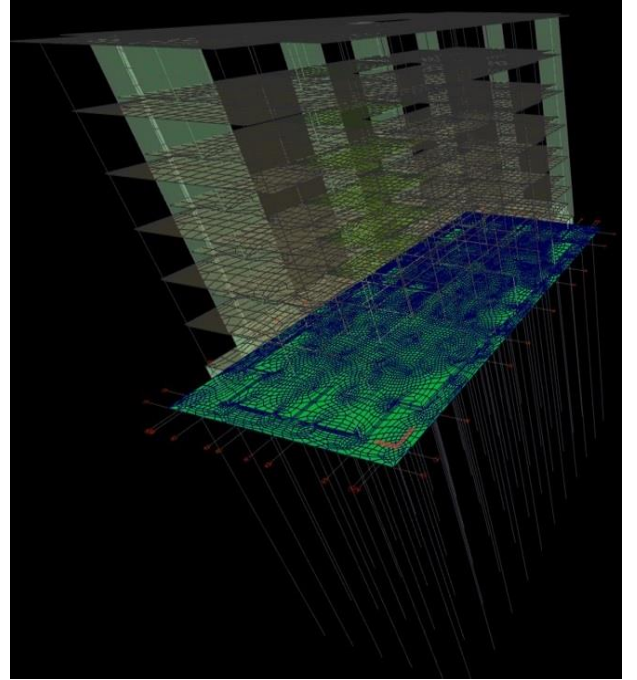
Kazık	Katmanlar	Sürtünme Direnci			Toplam Direnci Qu [tf]	Emniyetli Direnci Qa [tf]	Normal Kuvvet N [tf]	Kontrol N < Qa
		Ca [tf/m ²]	As [m ²]	Qs [tf]				
KZB143	Yeni Zemin Katman	3.62	34.69	125.57	515.68	206.27	178.11	✓
	Yeni Zemin Katman	5.08	19.23	97.68				
	Yeni Zemin Katman	7.25	40.34	292.43				
KZB144	Yeni Zemin Katman	3.62	34.69	125.57	515.68	206.27	181.27	✓
	Yeni Zemin Katman	5.08	19.23	97.68				
	Yeni Zemin Katman	7.25	40.34	292.43				
KZB145	Yeni Zemin Katman	3.62	34.69	125.57	515.68	206.27	166.33	✓
	Yeni Zemin Katman	5.08	19.23	97.68				
	Yeni Zemin Katman	7.25	40.34	292.43				
KZB146	Yeni Zemin Katman	3.62	34.69	125.57	515.68	206.27	157.04	✓
	Yeni Zemin Katman	5.08	19.23	97.68				
	Yeni Zemin Katman	7.25	40.34	292.43				
KZB147	Yeni Zemin Katman	3.62	34.69	125.57	515.68	206.27	117.34	✓
	Yeni Zemin Katman	5.08	19.23	97.68				
	Yeni Zemin Katman	7.25	40.34	292.43				
KZB148	Yeni Zemin Katman	3.62	34.69	125.57	515.68	206.27	154.51	✓
	Yeni Zemin Katman	5.08	19.23	97.68				
	Yeni Zemin Katman	7.25	40.34	292.43				
KZB149	Yeni Zemin Katman	3.62	34.69	125.57	515.68	206.27	137.94	✓
	Yeni Zemin Katman	5.08	19.23	97.68				
	Yeni Zemin Katman	7.25	40.34	292.43				
KZB150	Yeni Zemin Katman	3.62	34.69	125.57	515.68	206.27	139.54	✓
	Yeni Zemin Katman	5.08	19.23	97.68				
	Yeni Zemin Katman	7.25	40.34	292.43				
KZB151	Yeni Zemin Katman	3.62	34.69	125.57	515.68	206.27	135.20	✓
	Yeni Zemin Katman	5.08	19.23	97.68				
	Yeni Zemin Katman	7.25	40.34	292.43				
KZB152	Yeni Zemin Katman	3.62	34.69	125.57	515.68	206.27	154.87	✓
	Yeni Zemin Katman	5.08	19.23	97.68				
	Yeni Zemin Katman	7.25	40.34	292.43				
KZB153	Yeni Zemin Katman	3.62	34.69	125.57	515.68	206.27	117.32	✓
	Yeni Zemin Katman	5.08	19.23	97.68				
	Yeni Zemin Katman	7.25	40.34	292.43				
KZB154	Yeni Zemin Katman	3.62	34.69	125.57	515.68	206.27	157.12	✓
	Yeni Zemin Katman	5.08	19.23	97.68				
	Yeni Zemin Katman	7.25	40.34	292.43				

Tablo 9. 3,5 m mesafeli kazık taşıma gücü hesaplamaları devamı (Table 8. Calculations of 3.5 m distance pile carrying power cont.)

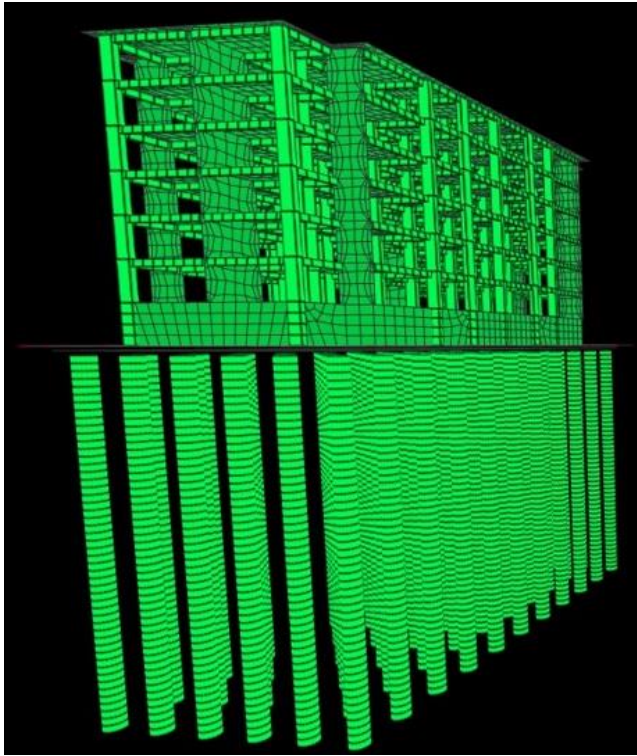
Kazık	Katmanlar	Sürtünme Direnci			Toplam Direnci	Emniyetli Direnci	Normal Kuvvet	Kontrol
		Ca [tf/m ²]	As [m ²]	Qs [tf]				
KZB155	Yeni Zemin Katman	3.62	34.69	125.57	515.68	206.27	166.22	✓
	Yeni Zemin Katman	5.08	19.23	97.68				
	Yeni Zemin Katman	7.25	40.34	292.43				
KZB156	Yeni Zemin Katman	3.62	34.69	125.57	515.68	206.27	70.04	✓
	Yeni Zemin Katman	5.08	19.23	97.68				
	Yeni Zemin Katman	7.25	40.34	292.43				
KZB157	Yeni Zemin Katman	3.62	34.69	125.57	515.68	206.27	162.48	✓
	Yeni Zemin Katman	5.08	19.23	97.68				
	Yeni Zemin Katman	7.25	40.34	292.43				
KZB158	Yeni Zemin Katman	3.62	34.69	125.57	515.68	206.27	142.35	✓
	Yeni Zemin Katman	5.08	19.23	97.68				
	Yeni Zemin Katman	7.25	40.34	292.43				
KZB159	Yeni Zemin Katman	3.62	34.69	125.57	515.68	206.27	154.34	✓
	Yeni Zemin Katman	5.08	19.23	97.68				
	Yeni Zemin Katman	7.25	40.34	292.43				
KZB160	Yeni Zemin Katman	3.62	34.69	125.57	515.68	206.27	145.05	✓
	Yeni Zemin Katman	5.08	19.23	97.68				
	Yeni Zemin Katman	7.25	40.34	292.43				
KZB161	Yeni Zemin Katman	3.62	34.69	125.57	515.68	206.27	145.07	✓
	Yeni Zemin Katman	5.08	19.23	97.68				
	Yeni Zemin Katman	7.25	40.34	292.43				
KZB162	Yeni Zemin Katman	3.62	34.69	125.57	515.68	206.27	143.20	✓
	Yeni Zemin Katman	5.08	19.23	97.68				
	Yeni Zemin Katman	7.25	40.34	292.43				
KZB163	Yeni Zemin Katman	3.62	34.69	125.57	515.68	206.27	153.42	✓
	Yeni Zemin Katman	5.08	19.23	97.68				
	Yeni Zemin Katman	7.25	40.34	292.43				
KZB164	Yeni Zemin Katman	3.62	34.69	125.57	515.68	206.27	142.26	✓
	Yeni Zemin Katman	5.08	19.23	97.68				
	Yeni Zemin Katman	7.25	40.34	292.43				
KZB165	Yeni Zemin Katman	3.62	34.69	125.57	515.68	206.27	162.82	✓
	Yeni Zemin Katman	5.08	19.23	97.68				
	Yeni Zemin Katman	7.25	40.34	292.43				
KZB166	Yeni Zemin Katman	3.62	34.69	125.57	515.68	206.27	70.23	✓
	Yeni Zemin Katman	5.08	19.23	97.68				
	Yeni Zemin Katman	7.25	40.34	292.43				



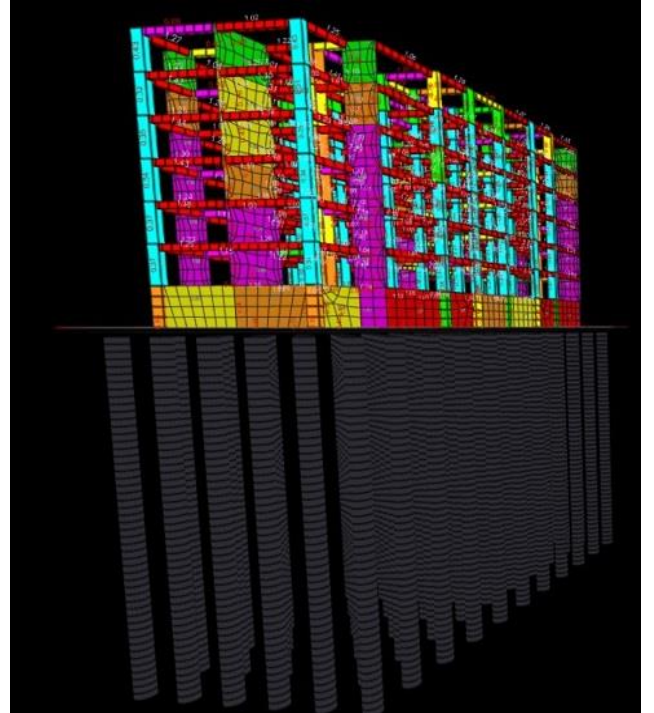
Şekil 13. Zımbalama kontrolü (Figure 13. Staple control)



Şekil 15. Temel taban basıncı kontrolü (Figure 15. Foundation base pressure control)



Şekil 14. Tüm yetersizlikler (Figure 14. All inadequacies)

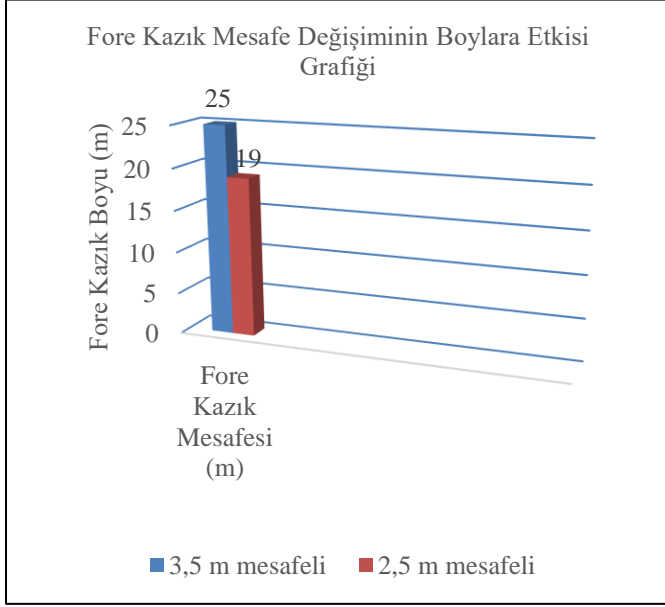


Şekil 16. Betonarme kapasite oranı (Figure 16. Reinforced concrete capacity ratio)

Çalışmada incelenen yapının sonuç verileri için zımbalama kontrolü Şekil 13'te, tüm yetersizlikler kontrolü Şekil 14'te, temel taban basıncı kontrolü Şekil 15'te, betonarme kapasite oranı ise Şekil 16'da verilmiştir.

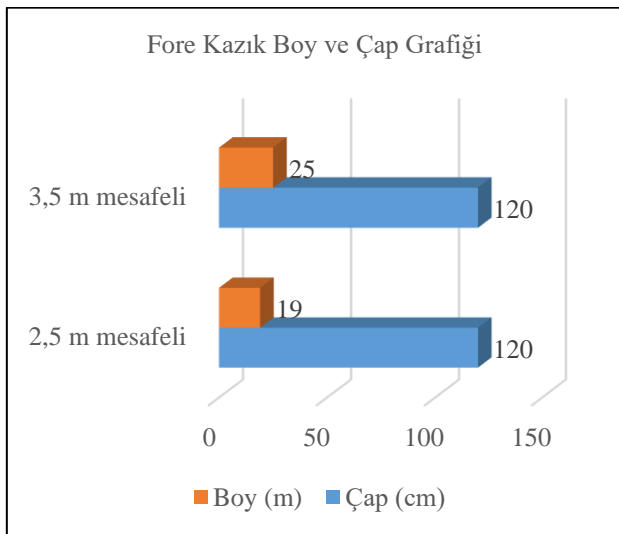
3.5. Verilerin Yorumlanması

Çalışmada, arsanın zemin özelliklerine göre zemin taşıma gücünün düşük olması sebebiyle yapının temeli, kazıklı radye temel sistemi olarak incelenmiştir. İncelenen yapının parselinde Bodrum+6 kat olacak şekilde bir yapı tasarlanıp, zemin taşıma gücünün düşük olması sebebiyle kazıklı radye temel sistemi ile çözümlenmiştir.



Şekil 17. Fore kazık mesafe değişiminin boylara etkisi grafiği (Figure 17. Graphic of the effect of bored pile distance change on heights)

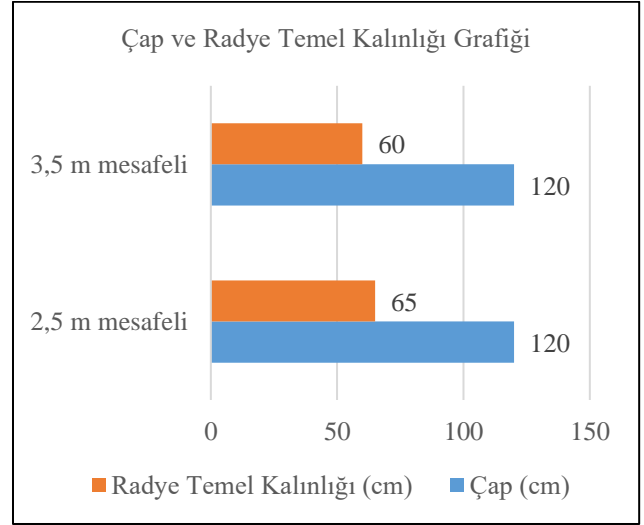
Fore kazık radye temel çözümünde kazık aralıklarının farklı mesafelere göre değiştirilerek 2,5 metre ve 3,5 metre mesafeye sahip kazıklar incelenmiştir. 2,5 metre ve 3,5 metre kazık mesafe değişiminin boylara etkisi Şekil 17’de belirtilmiştir. Mesafe değişiminin boylara etkisi olduğu sonucu elde edilmiştir. Kazık aralığı arttıkça kazık boylarında artış olduğu anlaşılmıştır.



Şekil 18. Fore kazık boy ve çap grafiği (Figure 18. Graphic of bored pile height and diameter)

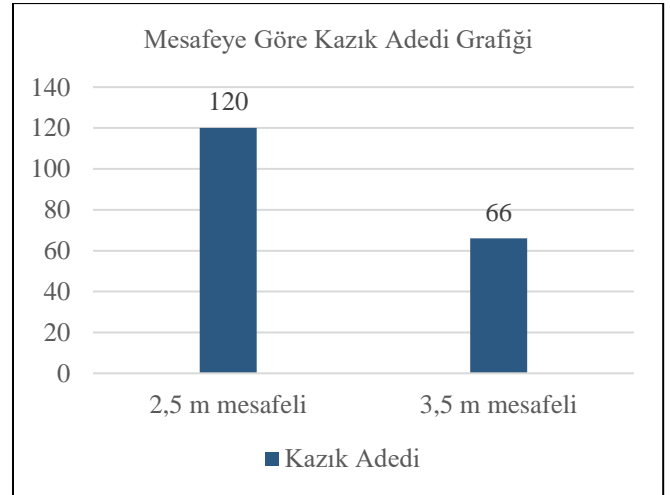
2,5 metre ve 3,5 metre kazık mesafe değişiminin kazık boy ve çaplarına etkisi Şekil 18’de belirtilmiştir. Mesafe değişiminin, kazık

boyunda değişikliklere sebep olduğu yapılan analizler sonucu anlaşılmıştır. Elde edilen veriler ile kazık aralığı arttıkça kazık boylarında artış olduğu görülmüştür. Kazık çapları sabit tutularak; 2,5 metre mesafeli kazık sistemi 120 cm çapında 19 metre boya ihtiyaç duyarken, 3,5 metre mesafeli kazık sistemi 120 cm çapta 25 metre boya gereksinim olduğu anlaşılmıştır.



Şekil 19. Çap ve radye temel kalınlığı grafiği (Figure 19. Graphic of diameter and base slab foundation thickness)

2,5 metre ve 3,5 metre kazık mesafe değişiminin sabit çaptaki radye temel kalınlığına etkisi Şekil 19’da belirtilmiştir. 3,5 m mesafeli kazık sisteminde radye temel kalınlığı 60 cm elde edilirken 2,5 m mesafeli kazık sisteminde radye temel kalınlığı 65 cm olarak elde edilmiştir. Farklı kazık boyunda yapılan analizlerde kazık boyunun değişmesi radye temel kalınlığına önemli bir şekilde etkisi olmadığı anlaşılmıştır.



Şekil 20. Mesafeye göre kazık adedi grafiği (Figure 20. Graphic of number of piles by distance)

2,5 metre ve 3,5 metre aralıklı kazık mesafe değişiminin kazık adedine etkisi Şekil 20’de belirtilmiştir. Mesafe değişiminin yapıda kullanılacak fore kazık adedine etkisi olduğu sonucu elde edilmiştir. Kazık aralık mesafesi azaldıkça yapıda kullanılacak fore kazık adedinin arttığı anlaşılmıştır. Bu sebeple 2,5 metre aralıklı kazık sistemi 120 adet fore kazığa ihtiyaç duyarken, 3,5 metre aralıklı kazık sistemi 66 adet kazığa ihtiyaç duymaktadır.

4. Sonuç

Çalışmada, Düzce ili, Merkez ilçesinde bulunan bir parselin zemin etüt değerleri incelenerek Bodrum+6 katlı bir yapı tasarlanarak analizi yapılmıştır. Yapının uygulanacağı parselin zemin taşıma gücü değerlerinin diğer bölgelere göre düşük olması sebebiyle yapının temel sistemini kazıklı radye temel olarak tasarlanmıştır. Tasarlanan yapının kazık mesafeleri ve radye temel kalınlığı değiştirilerek kazık çap ve boy değişimleri araştırılmıştır.

2,5 metre ve 3,5 metre aralıklı kazık sistemlerinde 120 cm kazık çapı sabit olacak şekilde analizler yapılmıştır. 120 cm kazık çapı kullanılarak 2,5 metre aralıklı kazık sisteminde radye temel kalınlığı 65 cm, kazık boyu 19 metre ve kazık adedi 120, 3,5 metre aralıklı kazık sisteminde radye temel kalınlığı 60 cm, kazık boyu 25 metre ve kazık adedi 66 olarak sonuçları elde edilmiştir.

Yapının uygulanacağı zemin değerlerine göre kazıklı radye temel sistemini lisanslı ideCAD Statik (Ver. 10.92) programı ile TBDY-2018'e göre yapı-kazık-zemin etkileşimini ortak sistem yaklaşımı ile analizi yapılmıştır. Kazıklı radye temellerde, kazık aralık mesafesi değiştirildiğinde kazık boyunda değişimler olduğu görülmüştür. Kazık çapları sabit tutularak ve kazık aralık mesafesi artırılarak yapılan analizde kazık boylarının arttığı tespit edilmiştir. Elde edilen analizler ile mesafe değişiminin artışına bağlı olarak ya kazık çapını ya da kazık boyunun artırılması gerektiği bilgisine varılmıştır. Diğer bir yöntem ise kazık mesafe değişiminin artışına bağlı olarak aynı anda kazık çap ve boyunun artırılması gerektiği bilgisine de ulaşılmıştır.

5. Kaynakça

- Altay, G., Kayadelen C. (2017). Momente maruz kazıkların nümerik olarak incelenmesi, Çukurova Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi, 32(4), 127-134. doi: <https://doi.org/10.21605/cukurovaummfd.383199>
- Ateş, A. (2021). Antik Konuralp Kentinde Tarihsel Dönem Depremlerinin Antik Yapılara Etkisinin ve İzlerinin Araştırılması. Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi, (25), 582-593. doi: <https://doi.org/10.31590/ejosat.938673>
- Buğday, Y. (2008). Kazıklarda negatif çevre sürtünmesi hakkında bir inceleme. (Yüksek Lisans Tezi), İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimler Enstitüsü, İstanbul, Türkiye.
- Bowles, J. E. (1996). Foundation analysis and design (5th Ed.) New York: McGraw-Hill.
- ideYAPI A.Ş. (1988). ideCAD Statik (Sürüm 10.92), Bilgisayar Programı, İstanbul. Erişim adresi: <https://www.idecad.com.tr/>
- Türkiye bina deprem yönetmeliği. (18 Mart 2018). *T.C. Resmi Gazete* (Sayı: 30364 (Mükerrer)) Erişim adresi: <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2018/03/20180318M1.pdf>
- Uzuner, B. (2016). Temel Mühendisliğine Giriş (6. Baskı). Trabzon: Derya Kitabevi.
- Vu, A., Pam, D. C., Nyugen T., & He, Y. (2014). 3d Finite element analysis on behaviour of piled raft foundations. 4th International Conference On Civil Engineering, Architecture And Building Materials China, 580-583.
- Yalçın, A. (2010). Kazıklı Radyejenel Temellerin Düşey ve Yatay Yükler Altında Davranışının Sonlu Elemanlar Yöntemi İle İncelenmesi (Yüksek Lisans Tezi), İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, Türkiye.

Yeğit, M. & Zorluer, İ. (2019). Aynı zemin koşullarında farklı kazık gruplarının performansı. Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi, 19 (2), 410-418.

Yılmaz, H. Zemin ve temel etüt raporu, yayınlanmamış rapor.