

KAT SEVİYELERİ FARKLI BİTİŞİK NİZAM YAPILARDA KAT KÜTLESİNİN ÇARPIŞMA KUVVETİNE ETKİSİ

Murat PALA^{1*}, Zeliha ŞAŞMAZ¹

¹Adiyaman Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Adiyaman, Turkey

Geliş tarihi: 10.05.2019 Kabul tarihi: 14.05.2019

ÖZET

Ülkemizde her geçen gün nüfusun artmasıyla konut ihtiyacı da artmaktadır. Bu sebeple yapılar, özellikle nüfusun yoğun olduğu kentlerde alandan tasarruf etmek için bitişik nizamda ve çok katlı inşa edilmektedir. Fakat bitişik ya da yan yana yapılmış bu yapıların, deprem sırasında birbirlerine çarpması sonucu yapılarda ağır hasarlar meydana gelmektedir. Bu durum bitişik nizam yapılarla ilgili yapılan çalışmaları önemli kılmaktadır. Bu çalışmada, kat seviyeleri farklı olan bitişik nizam yapıların deprem etkisi altında çarpışma analizi yapılarak, kat kütlelerinin yapıların çarpışma kuvvetine etkisini incelemek ve ileride bu bağlamda yapılacak olan çalışmalara ışık tutmak amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda kat seviyeleri farklı iki betonarme bina modellenmiştir. Bu binalar, aralarında farklı mesafeler bırakılarak ve farklı kalınlıktaki döşemelerle SAP2000 paket programında modellenmiş ve 1940 El Centro deprem kaydı kullanılarak deprem etkisi altında dinamik analizi yapılmıştır. Analizler sonucunda katlardaki çarpışma kuvvetleri grafik haline getirilip incelenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Bitişik Nizam Yapılar, Çarpışma Kuvveti, Kat Kütleleri, Derz Boşluğu

THE EFFECT OF FLOOR MASS ON THE COLLISION STRENGTH IN DIFFERENT ADJACENT STRUCTURES WITH DIFFERENT STOREY LEVELS

ABSTRACT

Housing needs are increasing day by day with the increase in population in our country. For this reason, buildings are built in adjacent buildings and multi-storey buildings. These adjacent or side-by-side structures collide with each other during the earthquake, causing serious damage to structures. This demonstrates the importance of studies on adjacent structures. In this study, the collision analysis of the adjacent buildings with different storey levels was investigated and the effect of the floor masses on the collision strength of the buildings was investigated. For this purpose, two reinforced concrete buildings with different floor levels were modeled. These buildings were modeled in SAP2000 package program in different thicknesses and with different spaces between them, and dynamic analysis was performed under the effect of earthquake using the 1940 El Centro earthquake record. As a result of the analyzes, the collision forces on the floors were examined by drawing a graph.

Keywords: Adjacent Structures, Collision Force, Floor Mass, Gap

1. Giriş

Dünya ve ülkemizin nüfusunun her geçen gün artmasıyla yeni yaşam alanlarına ihtiyaç duyulmaktadır. Bu durum ise özellikle nüfusun çok yoğun olduğu bölgelerde artan şehirleşmeyle alan sıkıntısı sorununu oluşturmaktadır. Bu sebeple mevcut araziyi en verimli şekilde değerlendirmek ve

* e-posta: mpala@adiyaman.edu.tr ORCID ID <https://orcid.org/0000-0002-3684-9976>

sasmaz.zeliha.06@gmail.com ORCID ID <https://orcid.org/0000-0002-0009-3118>

alandan kazanmak için yapılar yan yana veya bitişik nizamda inşa edilmektedir. Ancak binalar her ne kadar depreme karşı yüksek dayanımda inşa edilse dahi bitişik nizamda yapıldığında aralarındaki boşluğun yeterli olmamasından dolayı deprem sırasında çarpışmalar meydana gelir ve etkilenen binalarda ağır hasarlar oluşur. Ülkemizde çok fazla bitişik nizamlı yapının olması ve sık sık yaşanan depremlerin bu yapılarda fazlaca hasara sebep olması bu konuda çalışmayı önemli kılmıştır.

Bitişik nizam yapıların birçok araştırmacı tarafından çarpışma analizi yapılmış ve yapıda sebep olduğu hasarlar incelenmiştir. Coşkun ve Yılmaz[1], deprem etkisi altında olan bitişik yapılar için çarpışma kuvveti spektrumu modeli geliştirmişlerdir. Çarpışma modelini doğrusal olmayan viskoelastik model seçerek tek serbestlik dereceli sistem şeklinde bitişik yapıları tasarlamışlardır. Zemin sınıflarının çarpışma kuvvetine etkisini incelemek için çarpışma kuvveti spektrumlarını farklı zemin sınıfları için ayrı ayrı çizerek sonuçları karşılaştırmışlardır.

İnel vd.[2], yaptıkları çalışmada farklı boşluk oranlarına sahip 4 katlı ve 7 katlı binaları ikili ve üçlü gruplar halinde modellemişlerdir. Çarpışma modeli olarak doğrusal olan ve elastik olmayan yay modelini kullanmışlar ve zaman tanım alanında dinamik analizlerini gerçekleştirerek binaların birbirine yapmış oldukları çekiçleme etkisini incelemişlerdir.

Akköse ve Sunca[3], çalışmalarında dinamik karakteristikleri birbirinden farklı aynı yükseklikte olan binalar modellemişlerdir. Binaları modellerken aralarında, Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik (2007)'de belirtilen miktarlarda deprem derzleri bırakmışlardır. Yakındaki ve uzaktaki fayların hareketlerinden yola çıkarak SAP2000 paket programında binaların analizlerini gerçekleştirmişlerdir.

Tekin[4], aralarında yeterli derz bırakılmayan düşey düzensizliğe sahip yapıların deprem etkisi altındaki davranışlarını incelemiştir. Çalışmada, modelleri SAP 2000 paket programıyla oluşturmuş ve 1940 El Centro deprem kaydını kullanarak analizlerini yapmıştır. B1, B2 ve B3 düzensizliğine sahip bitişik nizam yapıları herhangi bir düzensizliğin bulunmadığı durumdaki davranışları ile karşılaştırmıştır. Çalışmanın sonucunda çarpışma kuvvetinin B3 düzensizliğinin olduğu durumda, düzensizliğin olmadığı durumdan genellikle daha yüksek çıktığı sonucuna varmıştır.

Köksal ve Karaca[5], yan yana bulunan iki katlı iki binanın patlatma kaynaklı yer hareketi ile oluşacak çarpışma olayını sonlu elemanlar yöntemini esas alan ANSYS yazılımı ile modellemişlerdir. Patlatma kaynaklı yer hareketinin üretilmesinde BlastGM yazılımını kullanmışlardır. Analizler sonucu, patlayıcı miktarının fazla olması durumunda çarpışma etkilerinin artış gösterdiğini görmüşler ve depremin yanı sıra patlatma gibi dinamik etkilere karşı da bitişik nizamlı yapılar arasına hesap edilerek uygun bir derz boşluğu bırakılması gerektiğini ortaya koymuşlardır.

Sak ve Beyen[6], yaptıkları çalışmada ayrı ve bitişik nizam olarak farklı yüksekliklerde yapılar modellemişler ve doğrusal olmayan yöntemlerle zaman tanım alanında analizlerini yapmışlardır. Çalışmalarında Hilbert ve dalgacık dönüşümlerini kullanmışlardır. Çarpışma durumundaki performanslarını inceleyerek deprem derzlerinin yönetmelikte öngörülen miktarda bırakılmasının binaların deprem sırasındaki davranışını büyük ölçüde etkilediğini ortaya koymuşlardır.

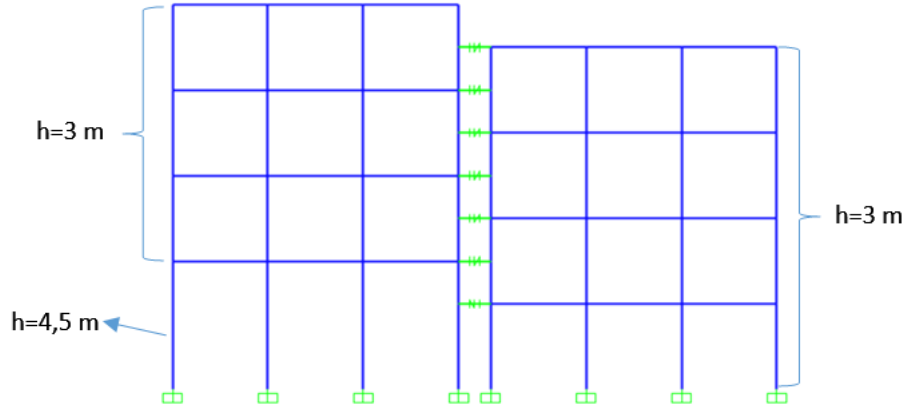
Karabulut vd.[7], dört ve altı katlı olarak SAP2000 programında modelledikleri iki tane betonarme bina için nümerik analizleri lineer olarak yapmışlardır. İzmit depremi ivme verilerini kullanarak yaptıkları çalışmada, derz mesafelerine göre yapıların deprem altında salınımlarını irdeleyerek zamanla meydana gelen yer değiştirmeleri elde etmişlerdir.

2. Materyal ve Metod

Çalışmada, SAP2000 paket programında kat seviyeleri farklı iki tane 4 katlı betonarme bina modellenmiştir. İlk binanın 1. katının yüksekliği 4,5 m diğer kat yükseklikleri 3 m ve döşeme kalınlığı 14 cm alınmıştır. Diğer binanın kat yükseklikleri 3 m, döşeme kalınlığı 10, 12, 14, 16,

18, 20, 22 cm alınarak binalar arası mesafeler de 0, 1, 2 ve 3 cm olacak şekilde toplamda 28 model oluşturulmuştur. Binaların kolon boyutları 40 x 40 cm², kiriş boyutları ise 35 x 50 cm²'dir. Beton sınıfı C25/30, poisson oranı $\nu=0,2$ alınmıştır.

Çalışmada, çarpışma modeli olarak lineer olmayan elastik yay modeli (Hertz) kullanılmıştır. Yapılara kat seviyelerinde ve her bir katta 4 tane olmak üzere 28 adet yay elemanı yerleştirilmiştir. Elastik yay sabiti değeri olarak Jankowski [8]'de çalışmalar sonucu elde edilen $kh=1,13 \times 10^9$ N/m değeri kullanılmıştır. Dinamik analizler, Zaman Tanım Alanında Mod Süperpozisyon yöntemiyle, 1940 El Centro deprem verileri kullanılarak yapılmıştır.



Şekil 1. Binaların modeli

Soldaki binanın doğal periyodu (T) 0,401'dir. Sağdaki binanın ise döşeme kalınlıkları değişikçe periyotları da değişmektedir. Döşeme kalınlıklarına göre periyotları aşağıdaki çizelgede verilmiştir.

Çizelge 1. Sağdaki binanın döşeme kalınlıklarına göre periyotları

Döşeme Kalınlığı (cm)	10	12	14	16	18	20	22
Periyot (T)	0,287	0,294	0,301	0,305	0,309	0,313	0,316

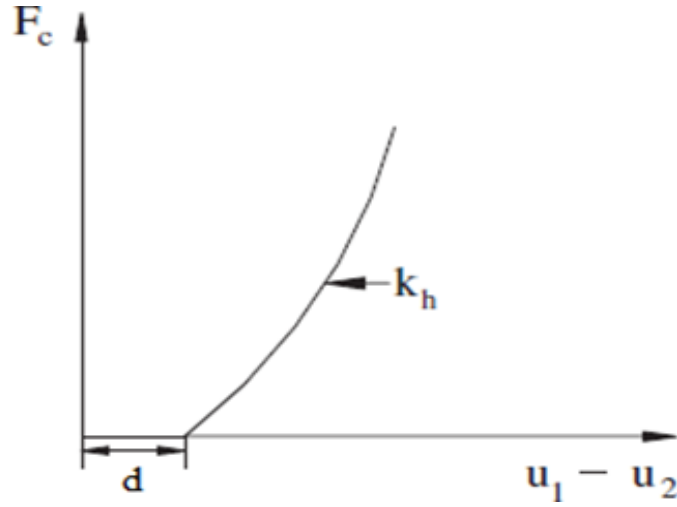
2.1. Çarpışma Modeli

Hertz modelinde binalar arasındaki kuvvet aktarımı, doğrusal olmayan elastik yay ile sağlanmaktadır. Binaların salınımı sırasında aralarındaki derz mesafesinin (d) kapanması ile yay devreye girerek binalardan birbirlerine kuvvet aktarmaktadır. Çarpışma kuvvetinin hesabı aşağıda gösterilmiştir;

$$F_c = k_h (u_1 - u_2 - d)^{3/2} \quad u_1 - u_2 - d > 0 \text{ (çarpışmanın olduğu durum)}$$

$$F_c = 0 \quad u_1 - u_2 - d \leq 0 \text{ (çarpışmanın olmadığı durum)}$$

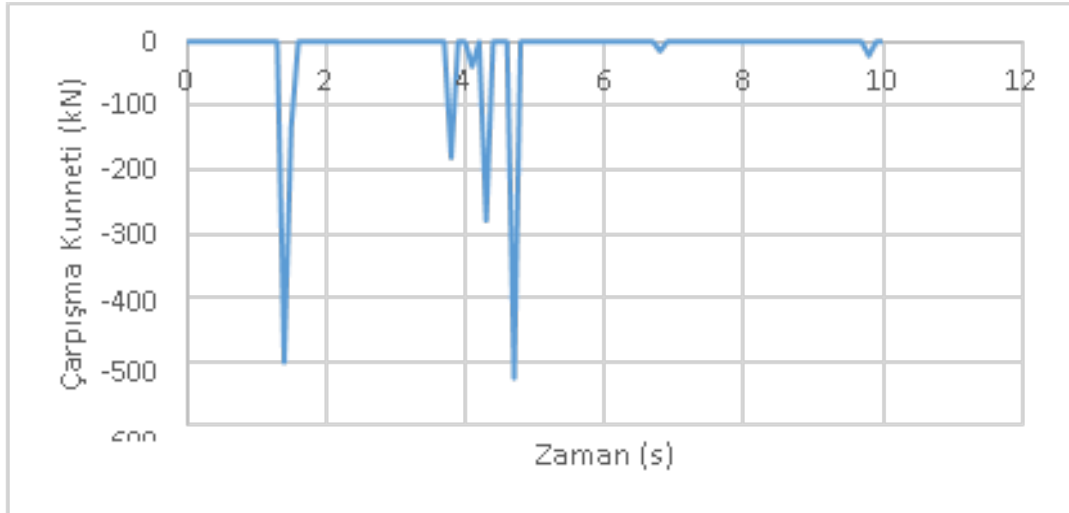
Yukarıdaki; F_c çarpışma kuvvetini, k_h yay sabitini, d binalar arasında bırakılan derz miktarını, u_1 ve u_2 ise yan yana olan binaların aynı doğrultudaki yer değiştirmelerini ifade etmektedir. Şekil 2'de çarpışma kuvveti ve yay modeli arasındaki ilişki verilmiştir.



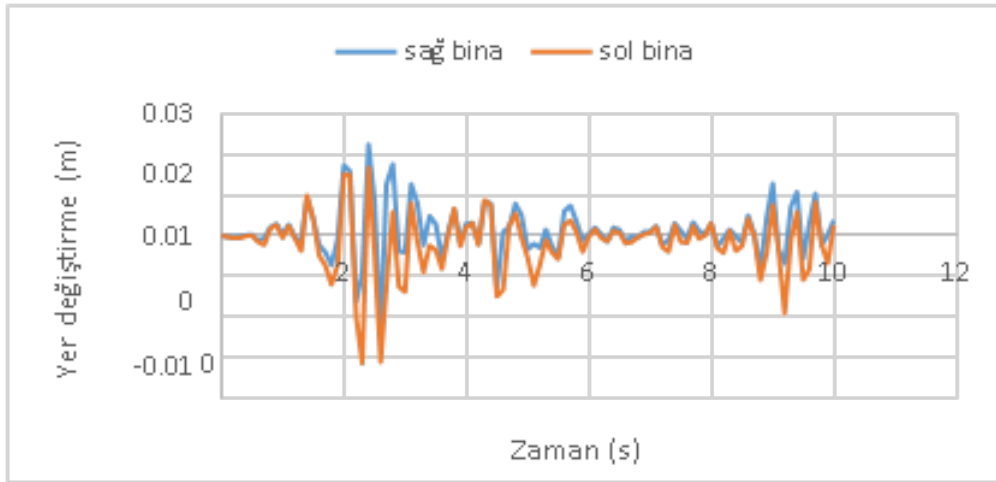
Şekil 2. Lineer olmayan elastik yay modelinde çarpışma kuvveti ile yer değiştirme arasındaki ilişki [9]

2.2. Bulgular

Binaların çarpışması sonucunda çarpışma kuvvetleri açığa çıkmaktadır. Bu çarpışma kuvvetleri ve binaların yaptığı yer değiştirmeler, binaların arasındaki mesafeye ve kat kütlelerine bağlı olarak farklılıklar gösterir. Binalar arasındaki mesafe 0 cm iken yani binalar tamamen bitişik durumda ve sağdaki binanın döşeme kalınlığı 10 cm olduğu durumda en büyük çarpışma kuvveti binaların 12 m seviyesinde meydana gelmiştir. Bu çarpışma kuvvetinin değeri 525,4 kN'dur (Şekil 3). En büyük çarpışma kuvvetinin ortaya çıktığı noktalar arasındaki yer değiştirme (Şekil 4)'te gösterilmiştir ve en büyük yer değiştirme değeri 3,152 cm'dir.

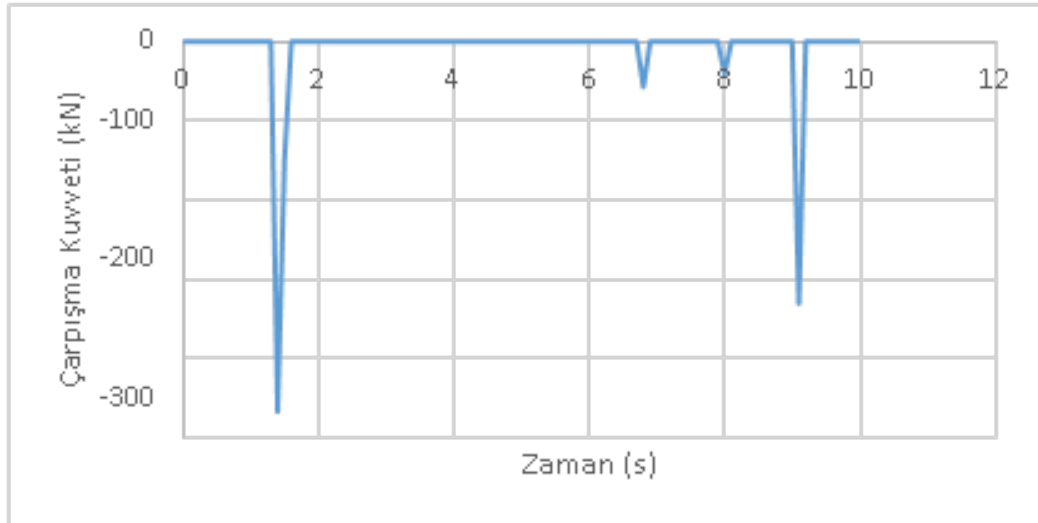


Şekil 3. Binalar arası mesafe 0 cm ve döşeme kalınlığı 10 cm iken ortaya çıkan en büyük çarpışma kuvveti



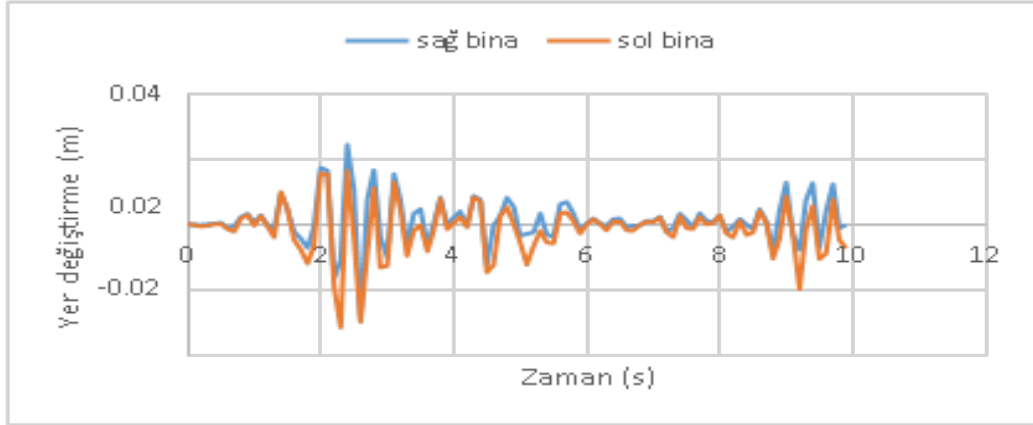
Şekil 4. Binalar arası mesafe 0 cm ve döşeme kalınlığı 10 cm iken en büyük çarpışma kuvvetinin ortaya çıktığı noktalar arasındaki yer değiştirme

Binalar arasındaki mesafe 0 cm iken yani binalar tamamen bitişik durumda ve sağdaki binanın döşeme kalınlığı 12 cm olduğu durumda en büyük çarpışma kuvveti binaların 12 m seviyesinde meydana gelmiştir. Bu çarpışma kuvvetinin değeri 467,1 kN'dur(Şekil 5). En büyük çarpışma kuvvetinin ortaya çıktığı noktalar arasındaki yer değiştirme (Şekil 6)'da gösterilmiştir ve en büyük yer değiştirme değeri 3,170 cm'dir.

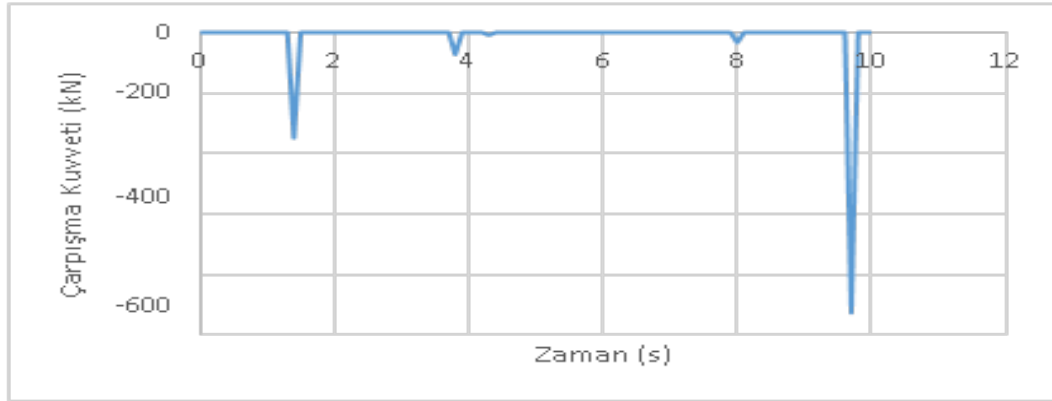


Şekil 5. Binalar arası mesafe 0 cm ve döşeme kalınlığı 12 cm iken ortaya çıkan en büyük çarpışma kuvveti

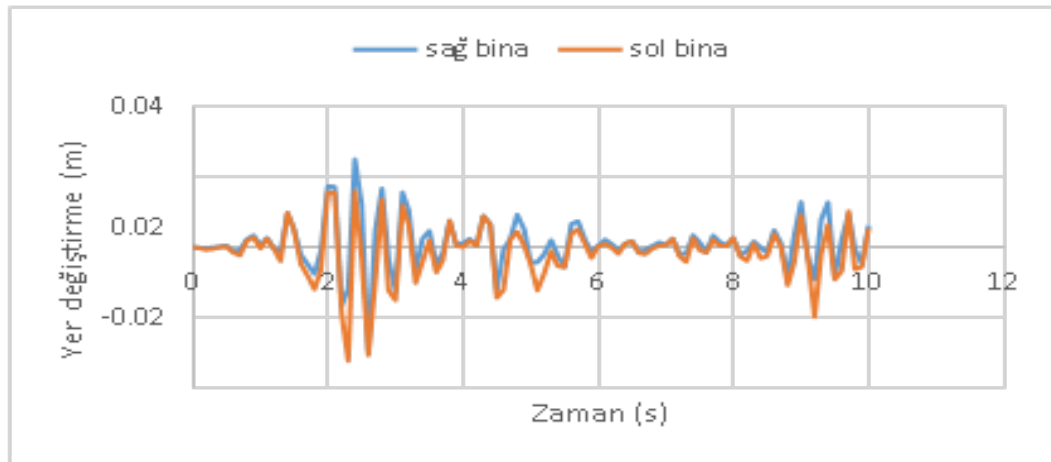
Binalar arasındaki mesafe 0 cm iken yani binalar tamamen bitişik durumda ve sağdaki binanın döşeme kalınlığı 14 cm olduğu durumda en büyük çarpışma kuvveti binaların 12 m seviyesinde meydana gelmiştir. Bu çarpışma kuvvetinin değeri 927,1 kN'dur(Şekil 7). En büyük çarpışma kuvvetinin ortaya çıktığı noktalar arasındaki yer değiştirme (Şekil 8)'de gösterilmiştir ve en büyük yer değiştirme değeri 3,238 cm'dir.



Şekil 6. Binalar arası mesafe 0 cm ve döşeme kalınlığı 12 cm iken en büyük çarpışma kuvvetinin ortaya çıktığı noktalar arasındaki yer değiştirme

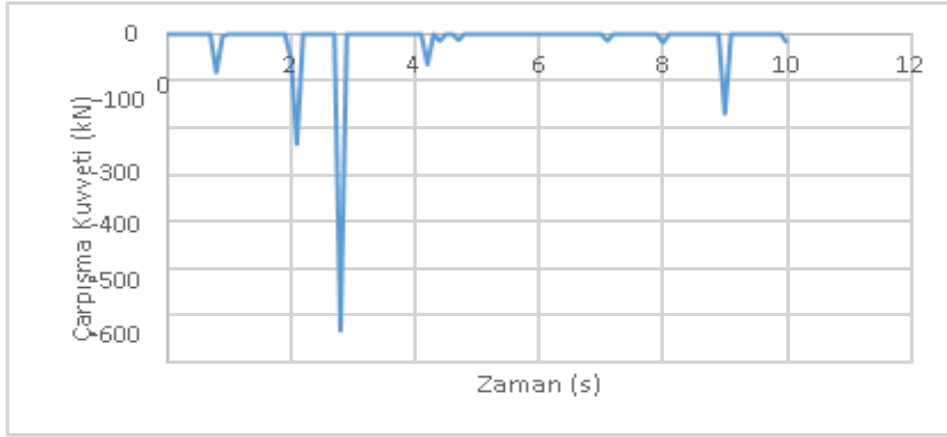


Şekil 7. Binalar arası mesafe 0 cm ve döşeme kalınlığı 14 cm iken ortaya çıkan en büyük çarpışma kuvveti

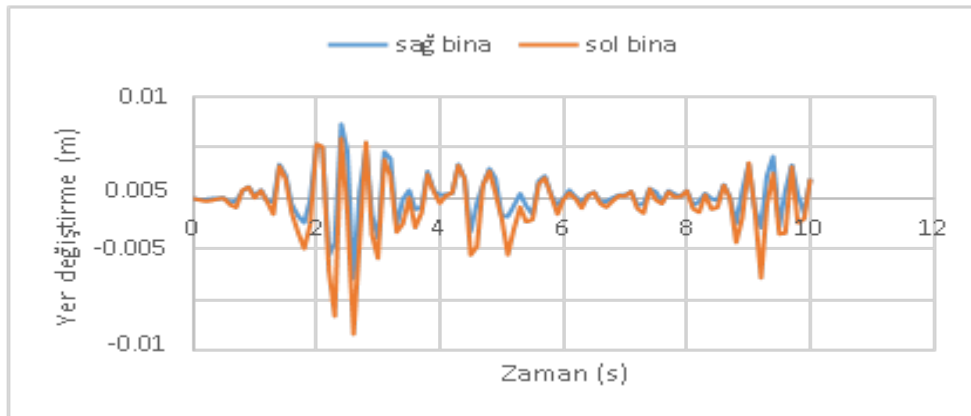


Şekil 8. Binalar arası mesafe 0 cm ve döşeme kalınlığı 14 cm iken en büyük çarpışma kuvvetinin ortaya çıktığı noktalar arasındaki yer değiştirme

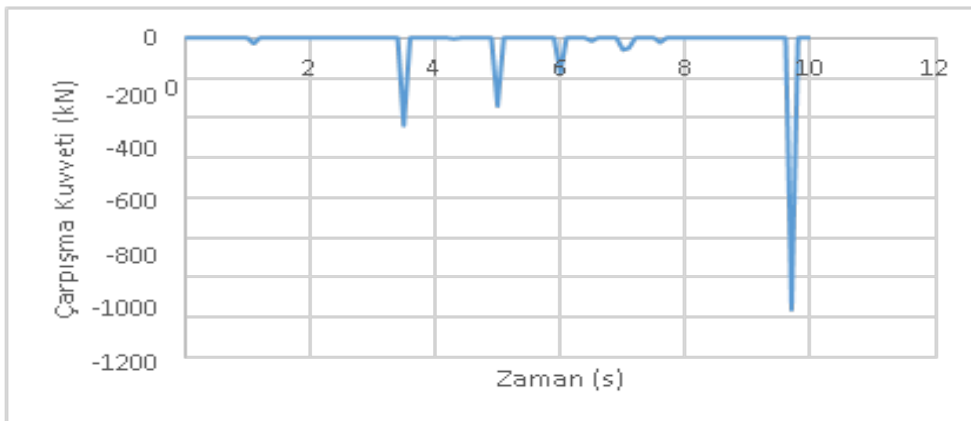
Binalar arasındaki mesafe 0 cm iken yani binalar tamamen bitişik durumda ve sağdaki binanın döşeme kalınlığı 16 cm olduğu durumda en büyük çarpışma kuvveti binaların 3 m seviyesinde meydana gelmiştir. Bu çarpışma kuvvetinin değeri 632,3 kN'dur (Şekil 9). En büyük çarpışma kuvvetinin ortaya çıktığı noktalar arasındaki yer değiştirme (Şekil 10)'da gösterilmiştir ve en büyük yer değiştirme değeri 1,329 cm'dir.



Şekil 9. Binalar arası mesafe 0 cm ve döşeme kalınlığı 16 cm iken ortaya çıkan en büyük çarpışma kuvveti

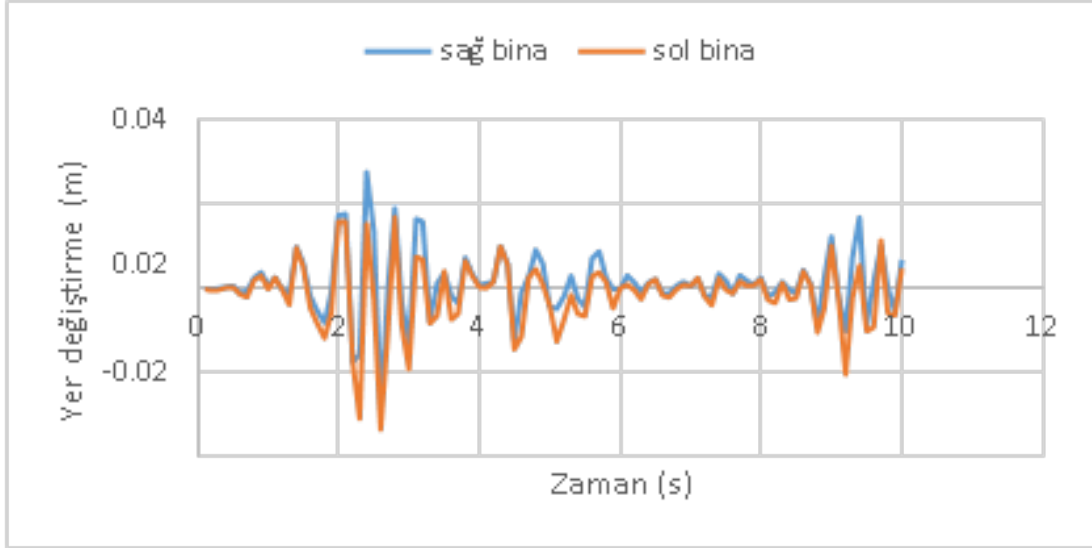


Şekil 10. Binalar arası mesafe 0 cm ve döşeme kalınlığı 16 cm iken en büyük çarpışma kuvvetinin açığa çıktığı noktalar arasındaki yer değiştirme



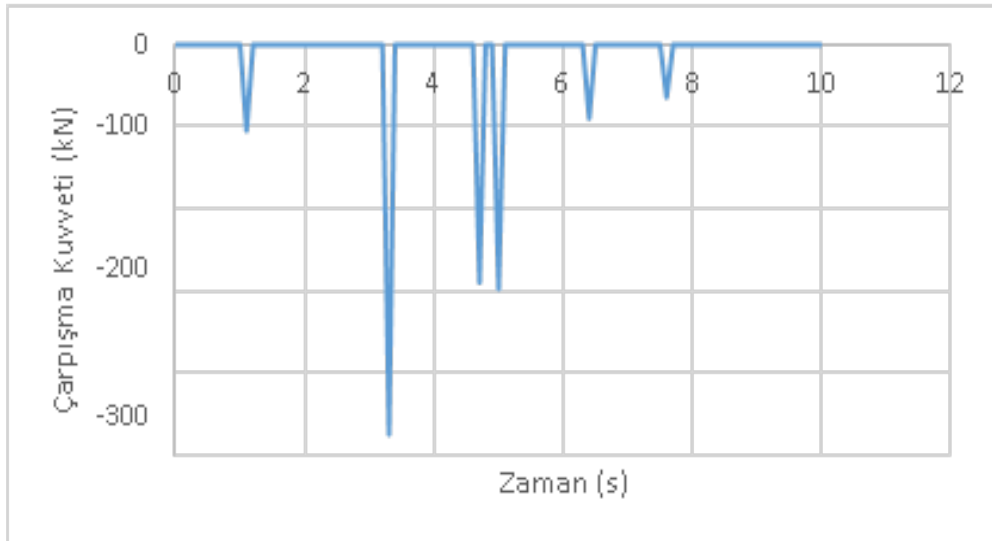
Şekil 11. Binalar arası mesafe 0 cm ve döşeme kalınlığı 18 cm iken ortaya çıkan en büyük çarpışma kuvveti

Binalar arasındaki mesafe 0 cm iken yani binalar tamamen bitişik durumda ve sağdaki binanın döşeme kalınlığı 18 cm olduğu durumda en büyük çarpışma kuvveti binaların 12 m seviyesinde meydana gelmiştir. Bu çarpışma kuvvetinin değeri 136,1 kN'dur (Şekil 11). En büyük çarpışma kuvvetinin ortaya çıktığı noktalar arasındaki yer değiştirme (Şekil 12)'de gösterilmiştir ve en büyük yer değiştirme değeri 3,370 cm'dir.

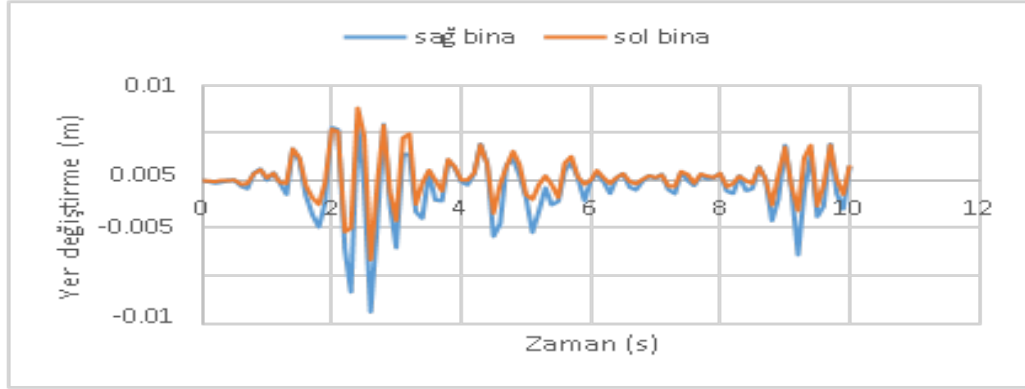


Şekil 12. Binalar arası mesafe 0 cm ve döşeme kalınlığı 18 cm iken en büyük çarpışma kuvvetinin ortaya çıktığı noktalar arasındaki yer değiştirme

Binalar arasındaki mesafe 0 cm iken yani binalar tamamen bitişik durumda ve sağdaki binanın döşeme kalınlığı 20 cm olduğu durumda en büyük çarpışma kuvveti binaların 3 m seviyesinde meydana gelmiştir. Bu çarpışma kuvvetinin değeri 474,6 kN'dur (Şekil 13). En büyük çarpışma kuvvetinin ortaya çıktığı noktalar arasındaki yer değiştirme (Şekil 14)'te gösterilmiştir ve en büyük yer değiştirme değeri 1,381 cm'dir.

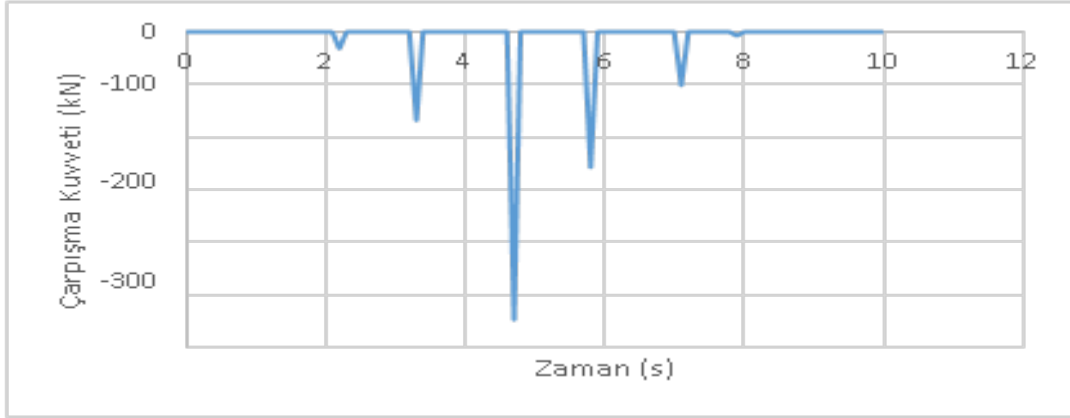


Şekil 13. Binalar arası mesafe 0 cm ve döşeme kalınlığı 20 cm iken ortaya çıkan en büyük çarpışma kuvveti

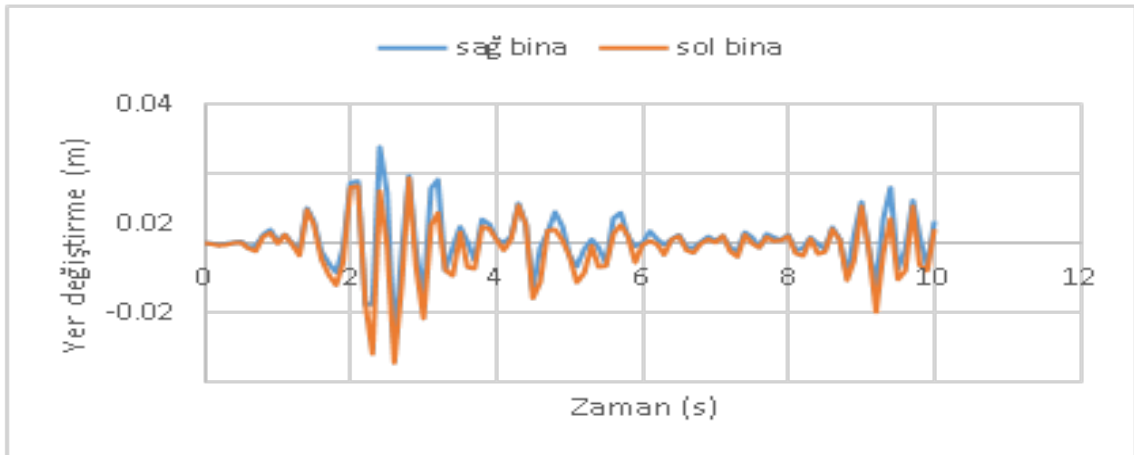


Şekil 14. Binalar arası mesafe 0 cm ve döşeme kalınlığı 20 cm iken en büyük çarpışma kuvvetinin ortaya çıktığı noktalar arasındaki yer değiştirme

Binalar arasındaki mesafe 0 cm iken yani binalar tamamen bitişik durumda ve sağdaki binanın döşeme kalınlığı 22 cm olduğu durumda en büyük çarpışma kuvveti binaların 12 m seviyesinde meydana gelmiştir. Bu çarpışma kuvvetinin değeri 546,6 kN'dur (Şekil 15). En büyük çarpışma kuvvetinin ortaya çıktığı noktalar arasındaki yer değiştirme (Şekil 16)'da gösterilmiştir ve en büyük yer değiştirme değeri 3,456 cm'dir.



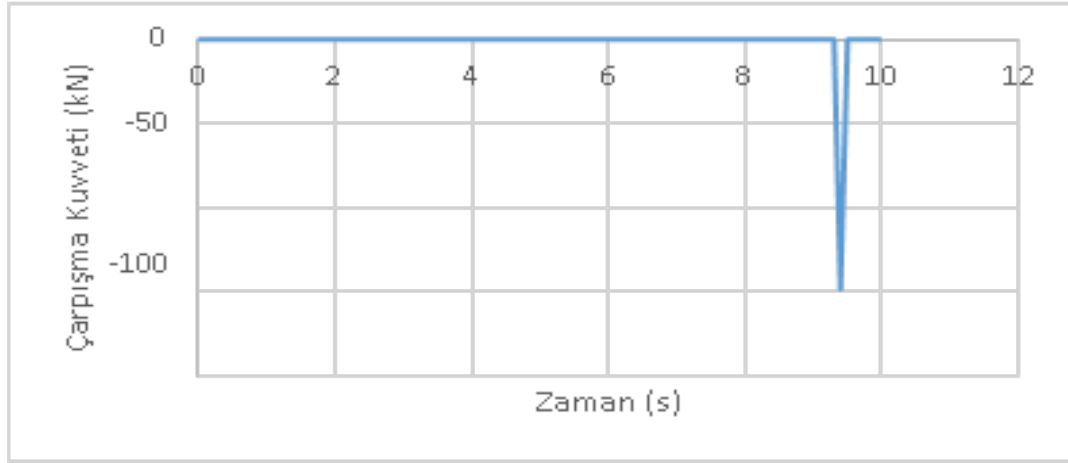
Şekil 15. Binalar arası mesafe 0 cm ve döşeme kalınlığı 22 cm iken ortaya çıkan en büyük çarpışma kuvveti



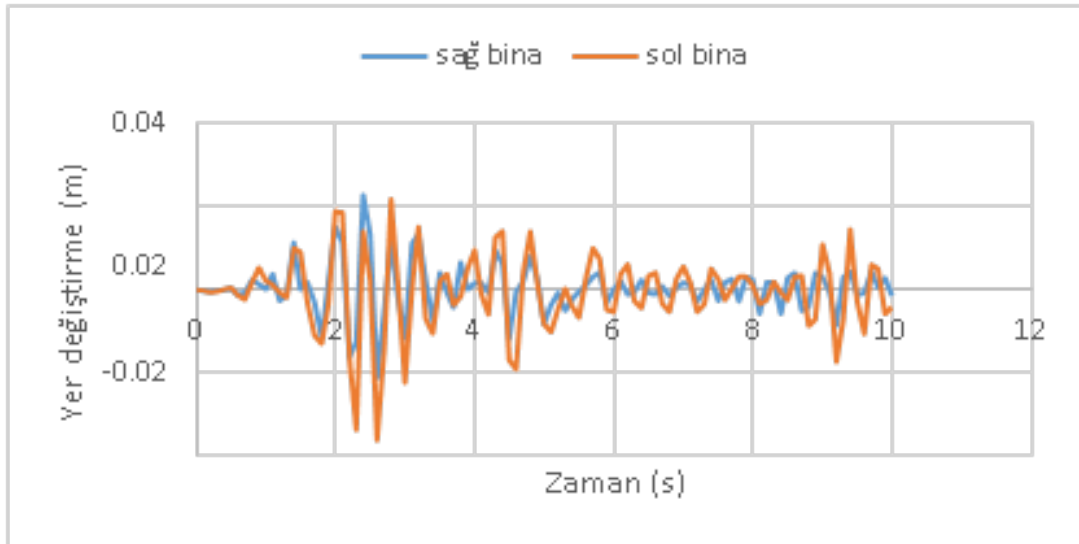
Şekil 16. Binalar arası mesafe 0 cm ve döşeme kalınlığı 22 cm iken en büyük çarpışma kuvvetinin ortaya çıktığı noktalar arasındaki yer değiştirme

Binalar arasındaki mesafe 1 cm iken sağdaki binanın döşeme kalınlığı 10, 12, 20 ve 22 cm olduğu durumlarda çarpışma meydana gelmemiştir.

Binalar arasındaki mesafe 1 cm ve sağdaki binanın döşeme kalınlığı 14 cm olduğu durumda en büyük çarpışma kuvveti binaların 12 m seviyesinde meydana gelmiştir. Bu çarpışma kuvvetinin değeri 148,3 kN'dur (Şekil 17). En büyük çarpışma kuvvetinin ortaya çıktığı noktalar arasındaki yer değiştirme (Şekil 18)'de gösterilmiştir ve en büyük yer değiştirme değeri 3,631 cm'dir.

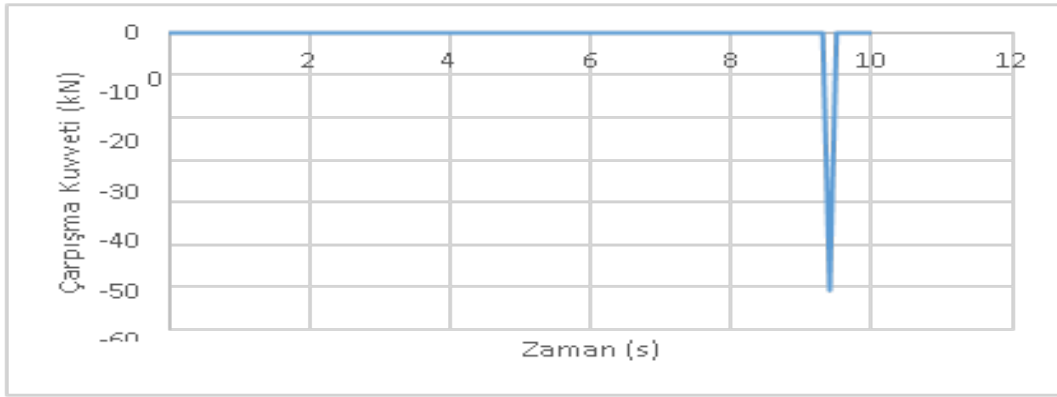


Şekil 17. Binalar arası mesafe 1 cm ve döşeme kalınlığı 14 cm iken ortaya çıkan en büyük çarpışma kuvveti

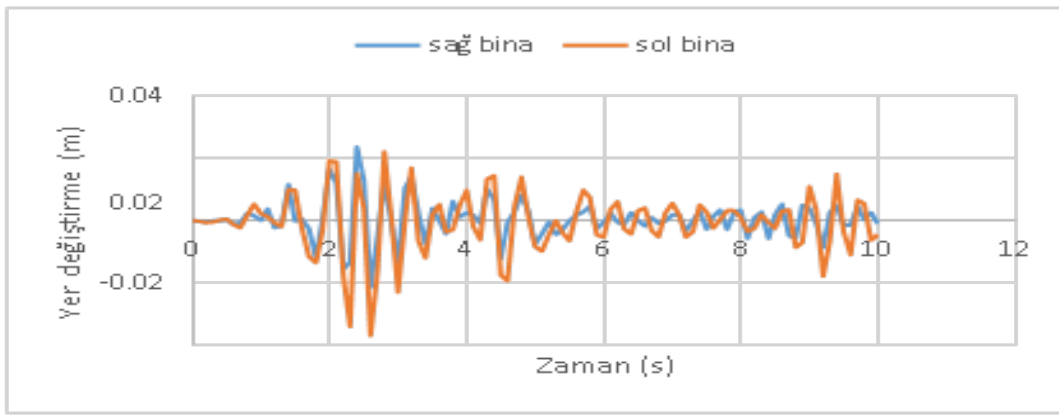


Şekil 18. Binalar arası mesafe 1 cm ve döşeme kalınlığı 14 cm iken en büyük çarpışma kuvvetinin ortaya çıktığı noktalar arasındaki yer değiştirme

Binalar arasındaki mesafe 1 cm ve sağdaki binanın döşeme kalınlığı 16 cm olduğu durumda en büyük çarpışma kuvveti binaların 12 m seviyesinde meydana gelmiştir. Bu çarpışma kuvvetinin değeri 60,77 kN'dur (Şekil 19). En büyük çarpışma kuvvetinin ortaya çıktığı noktalar arasındaki yer değiştirme (Şekil 20)'de gösterilmiştir ve en büyük yer değiştirme değeri 2,359 cm'dir.

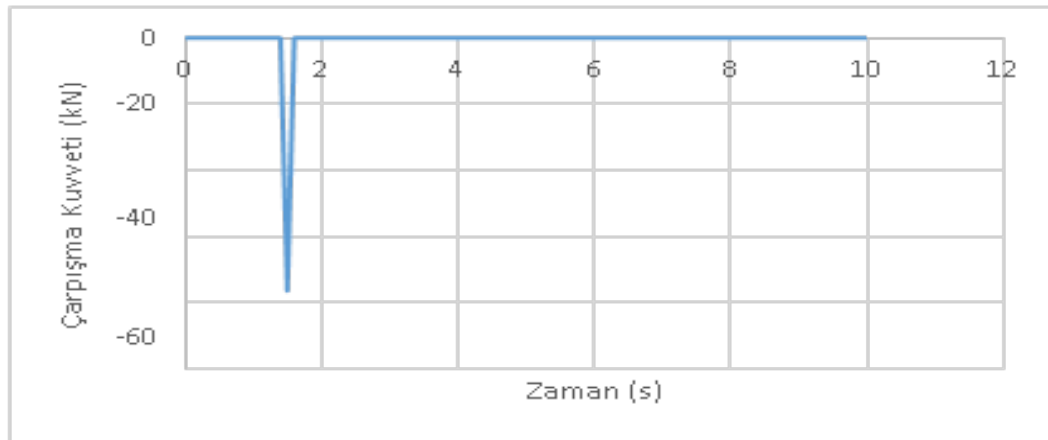


Şekil 19. Binalar arası mesafe 1 cm ve döşeme kalınlığı 16 cm iken ortaya çıkan en büyük çarpışma kuvveti

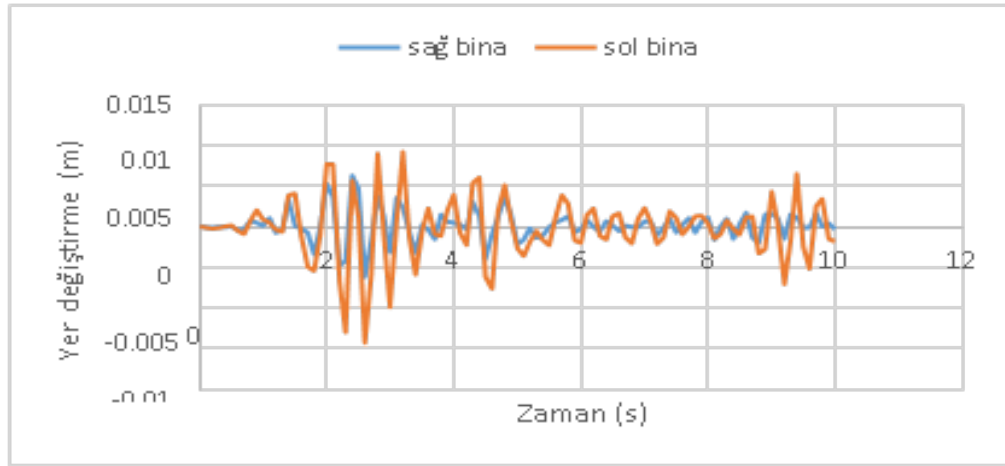


Şekil 20. Binalar arası mesafe 1 cm ve döşeme kalınlığı 16 cm iken en büyük çarpışma kuvvetinin ortaya çıktığı noktalar arasındaki yer değiştirme

Binalar arasındaki mesafe 1 cm ve sağdaki binanın döşeme kalınlığı 18 cm olduğu durumda en büyük çarpışma kuvveti binaların 3 m seviyesinde meydana gelmiştir. Bu çarpışma kuvvetinin değeri 76,37 kN'dur (Şekil 21). En büyük çarpışma kuvvetinin ortaya çıktığı noktalar arasındaki yer değiştirme (Şekil 22)'de gösterilmiştir ve en büyük yer değiştirme değeri 1,431 cm'dir.

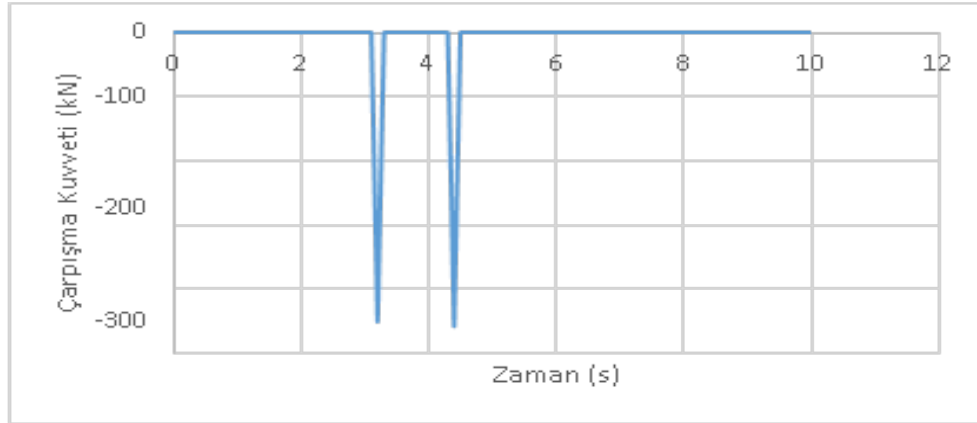


Şekil 21. Binalar arası mesafe 1 cm ve döşeme kalınlığı 18 cm iken ortaya çıkan en büyük çarpışma kuvveti

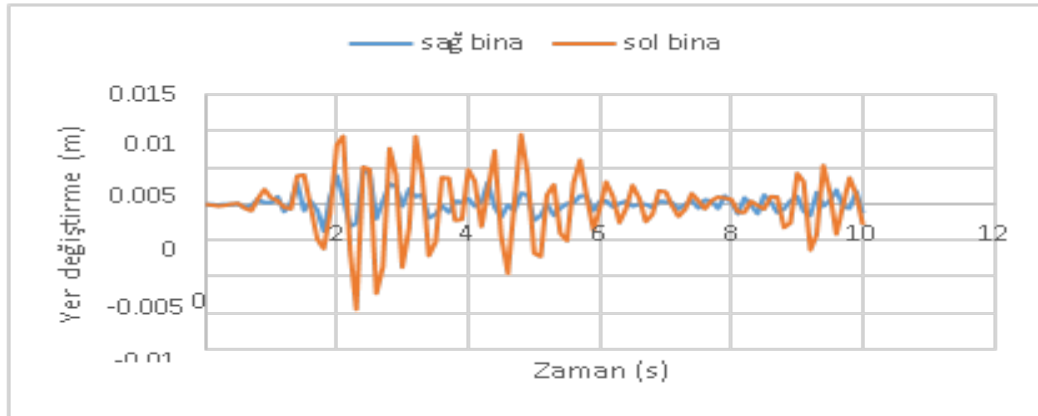


Şekil 22. Binalar arası mesafe 1 cm ve döşeme kalınlığı 18 cm iken en büyük çarpışma kuvvetinin ortaya çıktığı noktalar arasındaki yer değiştirme

Binalar arasındaki mesafe 2 cm ve sağdaki binanın döşeme kalınlığı 10 cm olduğu durumda en büyük çarpışma kuvveti binaların 3 m seviyesinde meydana gelmiştir. Bu çarpışma kuvvetinin değeri 458,5 kN'dur (Şekil 23). En büyük çarpışma kuvvetinin ortaya çıktığı noktalar arasındaki yer değiştirme (Şekil 24)'te gösterilmiştir ve en büyük yer değiştirme değeri 1,445 cm'dir.

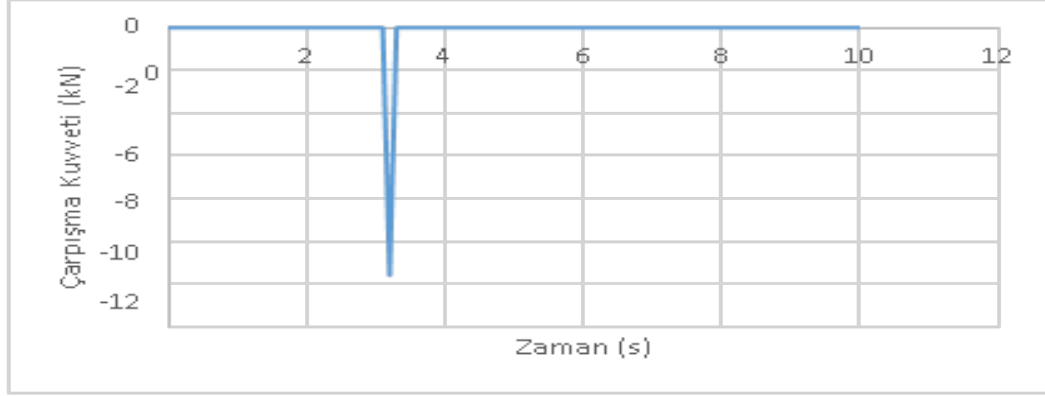


Şekil 23. Binalar arası mesafe 2 cm ve döşeme kalınlığı 10 cm iken ortaya çıkan en büyük çarpışma kuvveti

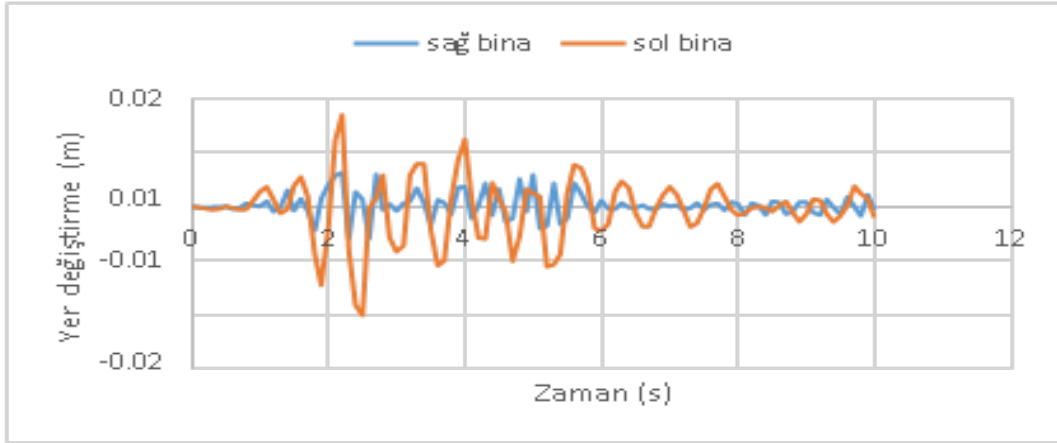


Şekil 24. Binalar arası mesafe 2 cm ve döşeme kalınlığı 10 cm iken en büyük çarpışma kuvvetinin ortaya çıktığı noktalar arasındaki yer değiştirme

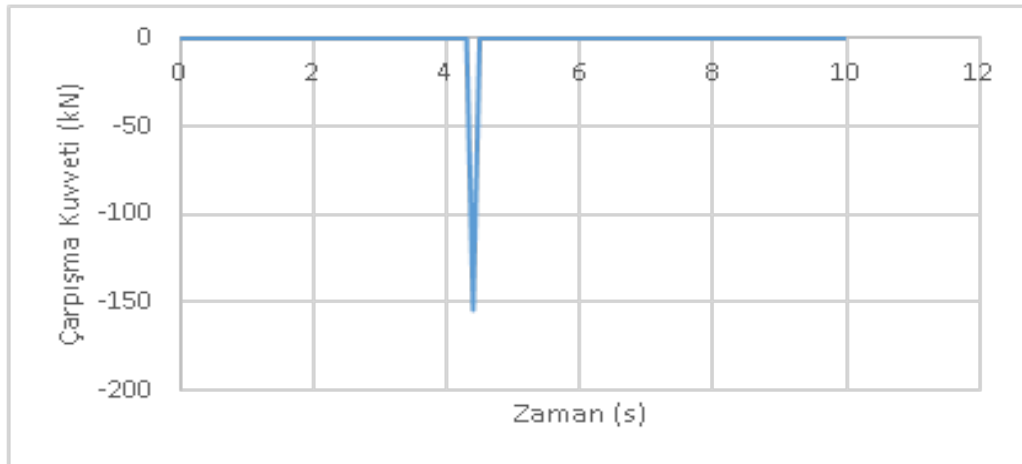
Binalar arasındaki mesafe 2 cm ve sağdaki binanın döşeme kalınlığı 12 cm olduğu durumda en büyük çarpışma kuvveti binaların 3 m seviyesinde meydana gelmiştir. Bu çarpışma kuvvetinin değeri 11,59 kN'dur (Şekil 25). En büyük çarpışma kuvvetinin ortaya çıktığı noktalar arasındaki yer değiştirme (Şekil 26)'da gösterilmiştir ve en büyük yer değiştirme değeri 1,495 cm'dir.



Şekil 25. Binalar arası mesafe 2 cm ve döşeme kalınlığı 12 cm iken ortaya çıkan en büyük çarpışma kuvveti

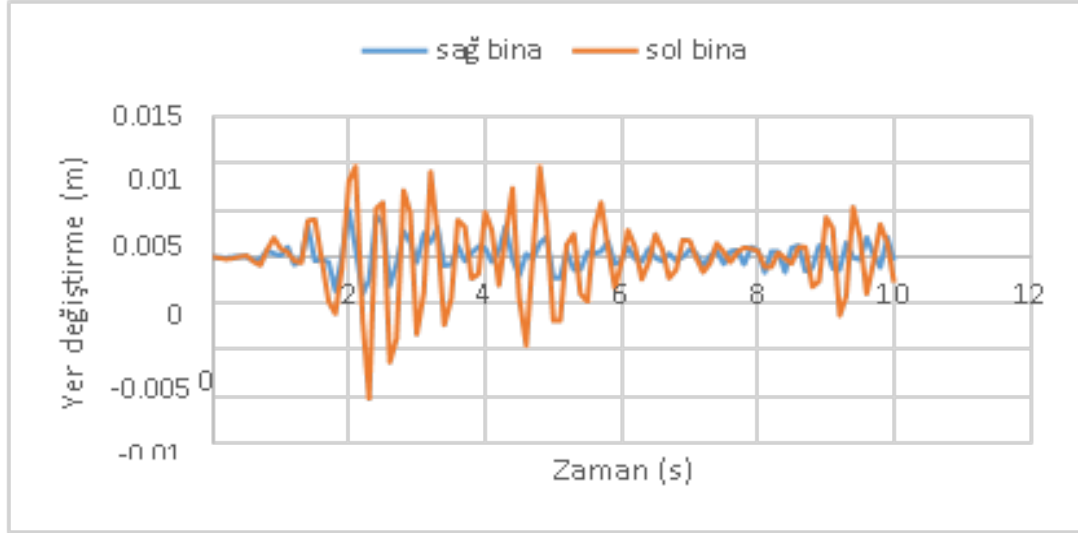


Şekil 26. Binalar arası mesafe 2 cm ve döşeme kalınlığı 12 cm iken en büyük çarpışma kuvvetinin ortaya çıktığı noktalar arasındaki yer değiştirme



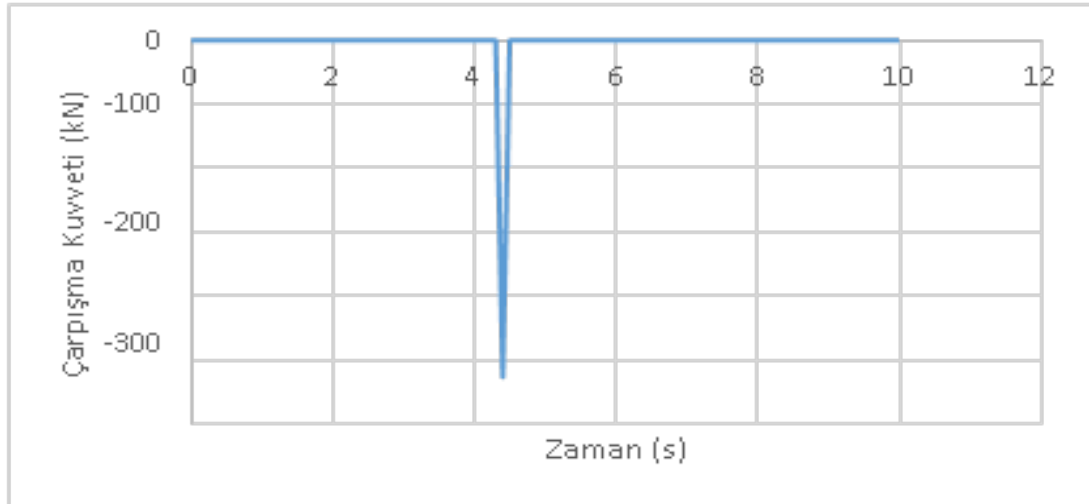
Şekil 27. Binalar arası mesafe 2 cm ve döşeme kalınlığı 14 cm iken ortaya çıkan en büyük çarpışma kuvveti

Binalar arasındaki mesafe 2 cm ve sağdaki binanın döşeme kalınlığı 14 cm olduğu durumda en büyük çarpışma kuvveti binaların 3 m seviyesinde meydana gelmiştir. Bu çarpışma kuvvetinin değeri 154,7 kN'dur (Şekil 27). En büyük çarpışma kuvvetinin ortaya çıktığı noktalar arasındaki yer değiştirme (Şekil 28)'de gösterilmiştir ve en büyük yer değiştirme değeri 1,524 cm'dir.



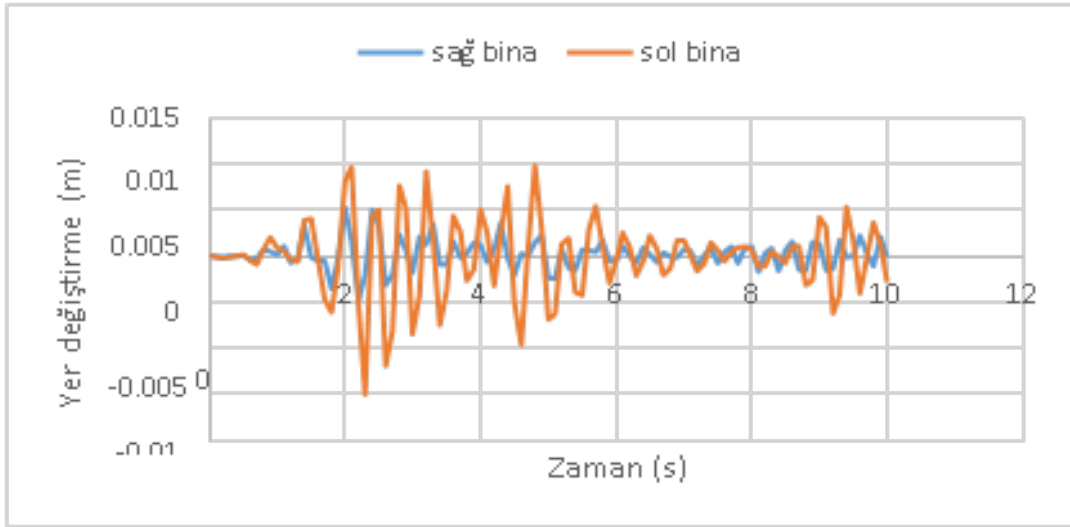
Şekil 28. Binalar arası mesafe 2 cm ve döşeme kalınlığı 14 cm iken en büyük çarpışma kuvvetinin ortaya çıktığı noktalar arasındaki yer değiştirme

Binalar arasındaki mesafe 2 cm ve sağdaki binanın döşeme kalınlığı 16 cm olduğu durumda en büyük çarpışma kuvveti binaların 3 m seviyesinde meydana gelmiştir. Bu çarpışma kuvvetinin değeri 526,6 kN'dur (Şekil 29). En büyük çarpışma kuvvetinin ortaya çıktığı noktalar arasındaki yer değiştirme (Şekil 30)'da gösterilmiştir ve en büyük yer değiştirme değeri 1,505 cm'dir.

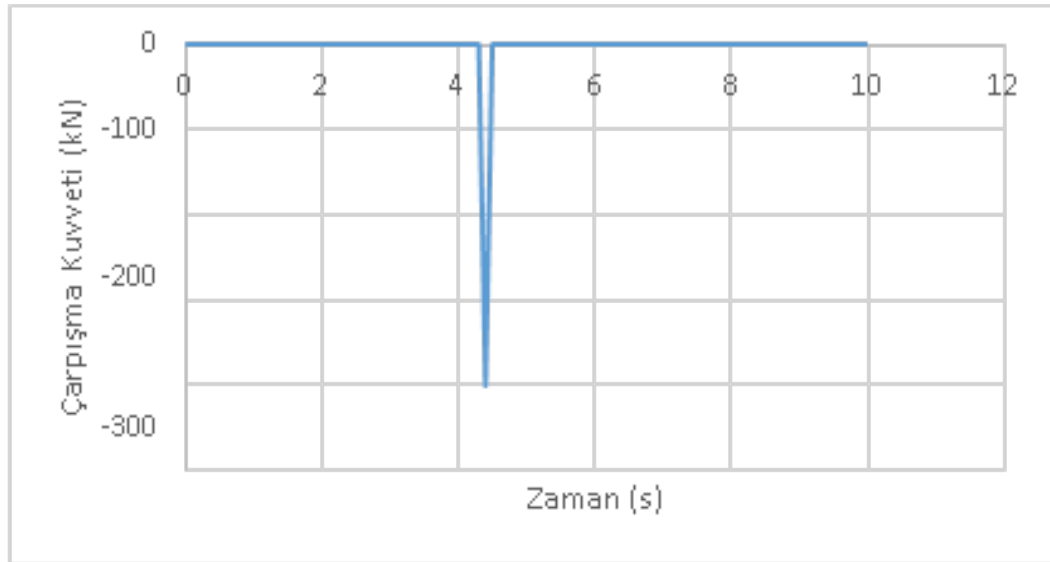


Şekil 29. Binalar arası mesafe 2 cm ve döşeme kalınlığı 16 cm iken ortaya çıkan en büyük çarpışma kuvveti

Binalar arasındaki mesafe 2 cm ve sağdaki binanın döşeme kalınlığı 18 cm olduğu durumda en büyük çarpışma kuvveti binaların 3 m seviyesinde meydana gelmiştir. Bu çarpışma kuvvetinin değeri 401,1 kN'dur (Şekil 31). En büyük çarpışma kuvvetinin ortaya çıktığı noktalar arasındaki yer değiştirme (Şekil 32)'de gösterilmiştir ve en büyük yer değiştirme değeri 1,505 cm'dir.



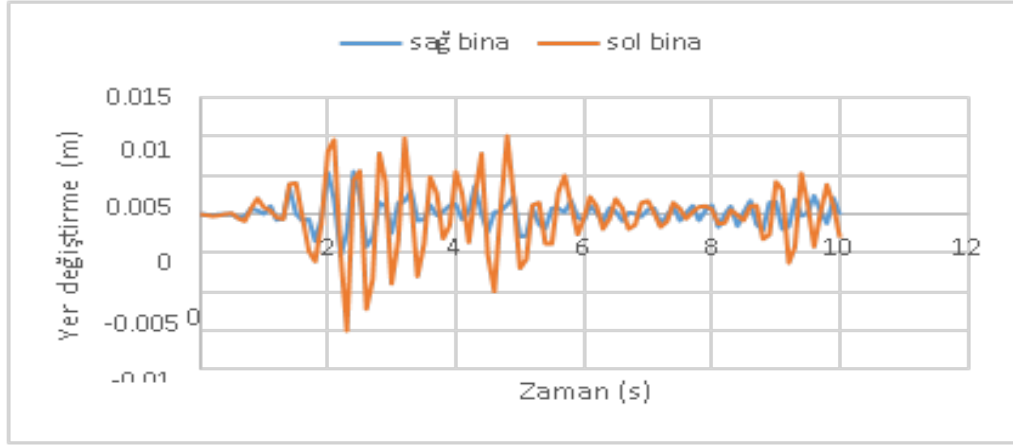
Şekil 30. Binalar arası mesafe 2 cm ve döşeme kalınlığı 16 cm iken en büyük çarpışma kuvvetinin ortaya çıktığı noktalar arasındaki yer değiştirme



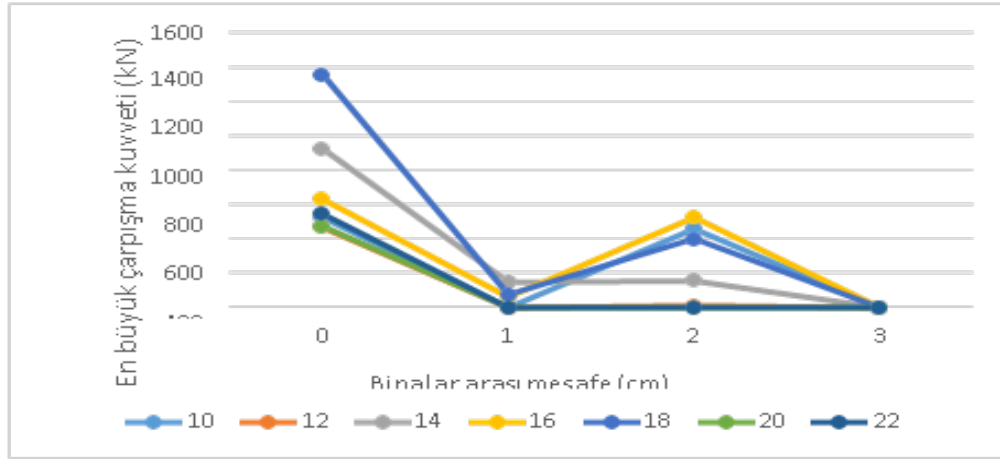
Şekil 31. Binalar arası mesafe 2 cm ve döşeme kalınlığı 18 cm iken ortaya çıkan en büyük çarpışma kuvveti

Binalar arasındaki mesafe 2 cm iken sağdaki binanın döşeme kalınlığı 20 ve 22 cm olduğu durumlarda çarpışma meydana gelmemiştir. Ayrıca binalar arasındaki mesafenin 3 cm ve daha fazla olduğu durumlarda da çarpışma meydana gelmemiştir.

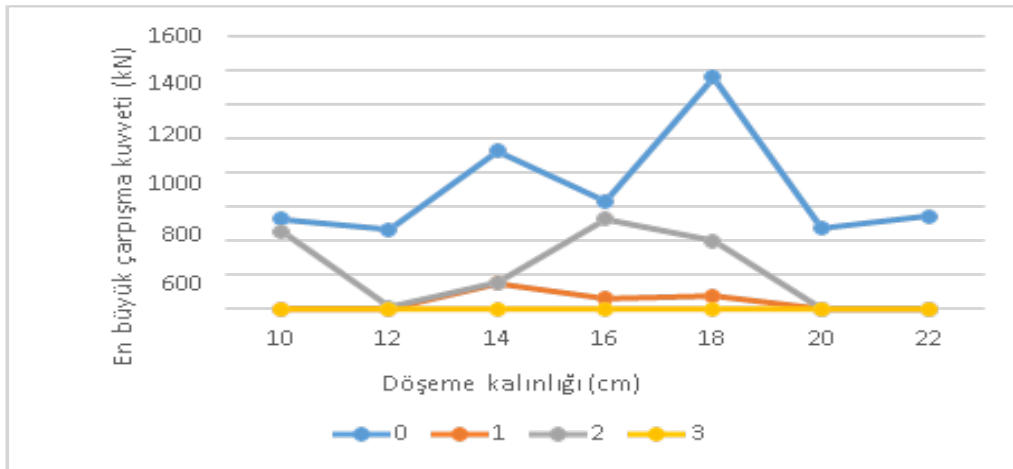
Çarpışmalarda binalar arasındaki mesafeye ve döşeme kalınlıklarına göre açığa çıkan en büyük çarpışma kuvvetleri aşağıdaki şekillerde genel olarak verilmiştir. Şekil 33. ve Şekil 34.'te görüldüğü gibi en büyük çarpışma kuvvetleri binaların tamamen bitişik olduğu ve döşeme kalınlığının da 18 cm olduğu durumda meydana gelmiştir.



Şekil 32. Binalar arası mesafe 2 cm ve döşeme kalınlığı 18 cm iken en büyük çarpışma kuvvetinin ortaya çıktığı noktalar arasındaki yer değiştirme



Şekil 33. Döşeme kalınlıklarının farklı olduğu durumlar için binalar arası mesafeye göre en büyük çarpışma kuvvetlerinin değişimi



Şekil 34. Binalar arası mesafenin farklı olduğu durumlar için binalar döşeme kalınlıklarına göre en büyük çarpışma kuvvetlerinin değişimi

3. Sonuçlar

Yapılan analizler sonucunda, yapıların bitişik nizam olması veya aralarında çok küçük boşluklar bulunması durumunda birbirlerine çarparak büyük kuvvetler aktardıkları görülmüştür. Ayrıca aralarındaki mesafe arttıkça ortaya çıkan çarpışma kuvvetlerinin de azaldığı hatta aralarında 3 cm mesafe bırakıldığı durumda çarpışmanın meydana gelmediği görülmüştür. Modal davranış şeklinin değişmesiyle en düşük çarpışma kuvvetleri yapılar arasındaki mesafenin 1 cm olduğu durumda ortaya çıkmıştır. Bu çalışmadan anlaşıldığı gibi çarpışmanın gerçekleşmesi için yapıların dinamik karakteristiklerinin farklı olması gerekmektedir. Özellikle yapı periyotları, çarpışmanın gerçekleşmesi ve yapıların çarpma kuvvetinin büyüklüğü üzerinde oldukça büyük öneme sahiptir. Periyot değerinin yanında yapının modal davranış şekli de yapının çarpışma kuvveti büyüklüğü, çarpışmanın olduğu yüksekliği ve çarpışmanın gerçekleştiği zaman gibi parametreleri etkilemektedir. Çarpışan yapıların her ikisinin de döşeme seviyelerinde çarpışmaları ile yapıların döşemelerinin farklı seviyelerde olduğu durumdaki çarpışmaları yapılarda farklı hasarlara neden olmaktadır. Bir yapının döşeme seviyesinden öbür yapının kolonlarına 1360 kN gibi bir yükü çarpması kolonlarda çok ciddi kesme hasarları oluşmasına neden olabilir. Bu açıdan yapılarımızın, bitişik nizam olarak yapılması durumunda yönetmeliğin öngördüğü derz miktarlarına dikkat edilerek inşa edilmesi oldukça önemlidir. Özellikle de kat seviyeleri farklı olan yapılarda bırakılacak boşluk miktarlarına dikkat edilmesi hayati bir öneme sahiptir.

Kaynaklar

- [1] Coşkun E., Yılmaz Y., Deprem Etkisi Altındaki Bitişik Nizam Yapılar İçin Çarpışma Kuvveti Spektrumu Modeli, Sekizinci Ulusal Deprem Mühendisliği Konferansı, İstanbul, Türkiye, 2015.
- [2] İnel M., Çaycı B. T., Kamal M., Altinel O., Orta Katlı Mevcut Betonarme Yapılarda Çekiçleme Davranışının İncelenmesi, 3. Türkiye Deprem Mühendisliği ve Sismoloji Konferansı, İzmir, Türkiye, 2015.
- [3] Akköse M., Sunca F., Aynı Yüksekliğe Farklı Dinamik Özelliklere Sahip Betonarme Binaların Arasında Bırakılması Gereken Boşluk Miktarının İrdelenmesi, Prof. Dr. M. Hasan BODUROĞLU Sempozyumu, İstanbul, Türkiye, 2016.
- [4] Tekin Ö.F., Pala M., Depreme Maruz Zayıf Kat Düzensizliğine Sahip Bitişik Nizam Binaların Çarpışma Analizi, Akademik Platform Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi (APJES) 5-1 (2017) 23-33.
- [5] Köksal O., Karaca Z., Patlatma Kaynaklı Yer Hareketi Etkisindeki Bitişik Nizam Yapıların Çarpışma Analizi, 4. Uluslararası Deprem Mühendisliği ve Sismoloji Konferansı, Eskişehir, Türkiye, 2017.
- [6] Sak Ö. F., Beyen K., Bitişik Nizam Betonarme Yapılarda Çarpışma Etkisi ve Zaman-Frekans Alanında Performans Analizleri, 4. Uluslararası Deprem Mühendisliği ve Sismoloji Konferansı, Eskişehir, Türkiye, 2017.
- [7] Karabulut M., Kartal M.E., Özil E., Ünlü R., Betonarme Binalarda Deprem Derz Mesafesinin İncelenmesi, Natural & Applied Sciences Journal, Vol. I, No. 1,39-45, 2018.
- [8] Jankowski R., Non-linear Viscoelastic Modeling of Earthquake-induced Structural Pounding, Earthquake Engineering and Structural Dynamics, vol. 34, s. 595-611, 2005.
- [9] Muthukumar S., DesRoches R., A Hertz Contact Model with Non-linear Damping for Pounding Simulation, Earthquake Engineering and Structural Dynamics, vol. 35, s. 811-828, 2006.