

Betonarme Binalarda Deprem Derz Mesafesinin İncelenmesi

Investigation of Earthquake Joint Pavement in Reinforced Concrete Buildings

Muhammet KARABULUT¹ , Murat Emre KARTAL² , Elif ÖZİL³ , Rukiye ÜNLÜ⁴ 

Özet

Dünyamızda ve ülkemizde artan nüfus nedeni ile yeni yaşam alanları üretmeye ihtiyaç duyulmaktadır. Özellikle nüfusun devasa rakamlara ulaştığı şehirlerde yeni yapılar için çok fazla boş arsa kalmadığından yapılar yana yana veya bitişik nizam olarak inşa edilmektedir. Ancak yapıların birbirlerine çok yakın inşa edilmesinin tehlikeli yanları bulunmaktadır. Bitişik nizam yapıların yetersiz derz mesafelerinde deprem etkisi ile birbirlerine zarar verebilme durumu bu çalışmada incelenmiştir. Bitişik nizam yapılarda çekiçleme etkisini ortadan kaldırmak için derz mesafelerindeki değişimin binalarda ki yerdeğiştirme de dikkate alınarak bu çalışmada sunulmaktadır. Çalışmada dört ve altı katlı olmak üzere SAP2000 programı ile modellenen, iki tane betonarme bina için nümerik analizler lineer olarak yapılmıştır. Bu çalışmada İzmit depremi ivme verileri kullanılmıştır. Derz mesafelerine göre yapıların deprem altında salınımları irdelenerek zamanla meydana gelen yerdeğiştirmeler elde edilmiştir. Bu yerdeğiştirme sonuçları dikkate alınarak betonarme binalar için bırakılması gereken derz mesafeleri üzerine Türkiye Deprem Yönetmeliği de [1] dikkate alınarak önerilerde bulunmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Deprem, Derz, Betonarme Bina, Bitişik nizam yapılar

Abstract

Human being needs new living space because of increasing human population in our Country and also World. There are a lot of attached buildings, Especially, in big cities having huge population because of land shortage. But, if buildings are constructed very closely each other, this cause many hazardous effects. In this study, the damage effect of the attached buildings is examined because of the lack of construction joint under ground motion effects. We present the effect of the distance between the attached buildings because avoid from hammering and pounding effects considering structural deformations. Numerical linear analyses are carried out for two reinforced concrete (RC) buildings with four and six storeys by SAP2000 program. In the scope of this study, we used 1999 Izmit earthquake accelerograms. The horizontal deformations are obtained considering construction joint between two buildings under earthquake. According to this study, the size of construction joint is tried to determine considering Specification for Buildings to be Built in Seismic Zones [1] with obtained deformations.

Keywords: Earthquake, Construction joint, Reinforced concrete building, Attached buildings

¹Bülent Ecevit Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Merkez, Zonguldak, TÜRKİYE

²İzmir Demokrasi Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Karabağlar, İzmir, TÜRKİYE

³DSİ 11. Bölge Müdürlüğü, Merkez, Edirne, TÜRKİYE

⁴Saraçoğlu Mimarlık-Mühendislik, Çatalca, İstanbul, TÜRKİYE

*Sorumlu Yazar: karabulut@beun.edu.tr

Manuscript received date: January 04, 2018

Accept Date: May 11, 2018

Published Date: June 01, 2018.

Giriş

Betonarme, Fransız çiftçi Joseph Louis LAMBOT'un beton ve donatıyı ilk kez birlikte kullanarak kano yapması ile kullanıma başlanmıştır. 1850'lili yıllarda kullanılmaya başlanan bu malzeme ile çeliğin ve betonun zayıf yönleri ortadan kaldırılarak daha kullanışlı bir malzeme üretilmiştir. Özellikle çeliğin yangına, rutubete dayanıksız olması kolay şekil verilememesi ve pahalı olması kullanım aşamasında dezavantajlar olarak düşünülürken betonarme ile bu zayıf yönler giderilmektedir. Aynı durum beton içinde söz konusu olup betonun zayıf yönleri de (çekmeye dayanıksız olması gibi) donatı ile birlikte kullanımı sayesinde ortadan kalkmaktadır. İlk beton şartnamesi Almanya'da 1904 yılında hazırlanmıştır [2]. Yaklaşık iki asırdır kullanılan betonarme tüm dünyada en yaygın ve en çok tercih edilen inşaat malzemesi olmuş ve şehirlerin şekillenmesinde ilk sırada gelmektedir. Türkiye de ki ilk betonarme yapı 1920 yılında inşa edilmiştir. Avrupa'da 1920-1940 yılları arasında beton şartnamelerinin iyileştirildiği ve geliştiği görülmektedir. Değişen ve gelişen yapı tasarım kuralları da bu süreç içerisinde bilim adamlarının ve mühendislerin çalışmaları ve deneyimleri sonucunda şartnamelere yönetmeliklere dönüşmüştür.

Bitişik nizam inşa edilecek betonarme yapılar için veya büyük bir alana inşa edilecek çok bloklu bir yapının tasarımı sırasında dikkate alınması gereken hususlardan biriside derz mesafesidir. Derz mesafesi, yapının blokları arasında veya bitişik nizam iki farklı betonarme yapının özellikle sismik hareketler sonucunda yapacakları salınımlardan birbirlerine hasar vermemeleri konusunda büyük öneme sahiptir. Bitişik nizam yapılarda ki bir diğer sorun ise kat döşemelerinin birbirinden farklı kotlarda olmasıdır. Bir binanın döşeme hizası diğer binada kolon boyunda bir yere denk gelmesidir. Özellikle deprem esnasında derz mesafesi yetersiz ise komşu binanın döşemesi yanıl hareket sonucunda diğer binanın kolonunu kırabilir. Ayrıca köşe bölgelerde yer alan binalarda risk daha fazladır çünkü salınım esnasında alacağı darbeler sonucunda binayı boş olan bölgede tutacak bir şey olmadığından köşe başı binaların yıkılma riski daha fazladır. Bu tür hasarların önenebilmesi için her bina tüm yönlerde rahatça hareket edebilmelidir. Binalar arasında bırakılan boşluklar deprem derzi olarak isimlendirilir. Genel olarak düşünürsek yan yana iki binanın deplasmanları ayrı ayrı hesaplanıp toplanırsa bize bırakılması gereken derz mesafesini verir. Bu derz mesafesi yapılan daha spesifik çalışmalar sonucunda yönetmelikte bize verilmektedir.

Betonarme yapılar için gereken derzler şöyle sıralanmaktadır:

- Genleşme (dilatasyon) derzleri: Rötne, sünme, sıcaklık değişmesi yüzünden oluşan boy değişimleri için bloklar arasına konan derzlerdir.
- Oturma derzleri: Temel zemini özelliklerinin veya yapı yüklerinin bütün alanda düzgün olmayışı yüzünden meydana gelecek farklı oturmaların ve dönmelerin engellenmesi için yapılan derzlerdir.
- Konstrüktif derzler: Statik hareketli yükler ve dinamik kuvvetlerden dolayı meydana gelecek deformasyonların bölgesel kalması için yapılan derzlerdir.
- Deprem derzleri: Yapıyı deprem etkisiyle kendi içinde az zararlı titreşim yapabilecek bölümlere ayıran derzlerdir.

Bitişik Nizam Yapılarda Bırakılması Gereken Deprem Derzleri

Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik'de [1] bu konuda ayrıca dikkat edilmesi gerekli olan hususlar vurgulanmıştır. Farklı zemin oturmalarına bağlı temel öteleme ve dönmeleri ile sıcaklık değişimlerinin etkisi dışında, bina blokları veya mevcut eski binalarla yeni yapılacak binalar arasında, sadece deprem etkisi için bırakılacak derz boşluklarına ilişkin koşullar aşağıda belirtilmiştir.

Etkin görelî kat ötelenmelerinin hesaplamasından ve ikinci mertebe etkilerden daha elverişsiz bir sonuç elde edilmedikçe derz boşlukları, her bir kat için komşu blok veya binalarda elde edilen yerdeğiştirmelerin karelerinin toplamının karekökü ile aşağıda tanımlanan α katsayısının çarpımı sonucunda bulunan değerden az olmayacaktır. Göz önüne alınacak kat yerdeğiştirmeleri, kolon veya perdelerin bağlandığı düğüm noktalarında hesaplanan azaltılmış di yerdeğiştirmelerinin kat içindeki ortalamaları olacaktır. Mevcut eski bina için hesap yapılmasının mümkün olmaması durumunda eski binanın yerdeğiştirmeleri yeni bina için aynı katlarda hesaplanan değerlerden daha küçük alınmayacaktır.

1. Komşu binaların veya bina bloklarının kat döşemelerinin bütün katlarda aynı seviyede olmaları durumunda $\alpha = R/4$ alınacaktır.
2. Komşu binaların veya bina bloklarının kat döşemelerinin, bazı katlarda olsa bile, farklı seviyelerde olmaları durumunda, tüm bina için $\alpha = R/2$ alınacaktır.

Bırakılacak minimum derz boşluğu, 6m yüksekliğine kadar en az 30 mm olacak ve bu de gere 6m'den sonraki her 3m'lik yükseklik için en az 10 mm eklenecektir.

Bina blokları arasındaki derzler, depremde blokların bütün doğrultularda birbirinden bağımsız olarak çalışmasına olanak verecek şekilde düzenlenecektir [1].

Investigation of Earthquake Joint Pavement in Reinforced Concrete Buildings — 41/ 45

Teorik olarak; Şekil 1’de gösterildiği gibi bloklar arasındaki derz genişliği, her iki yapının en büyük yatay yerdeğiştirmelerinin toplamından büyük olmalıdır:

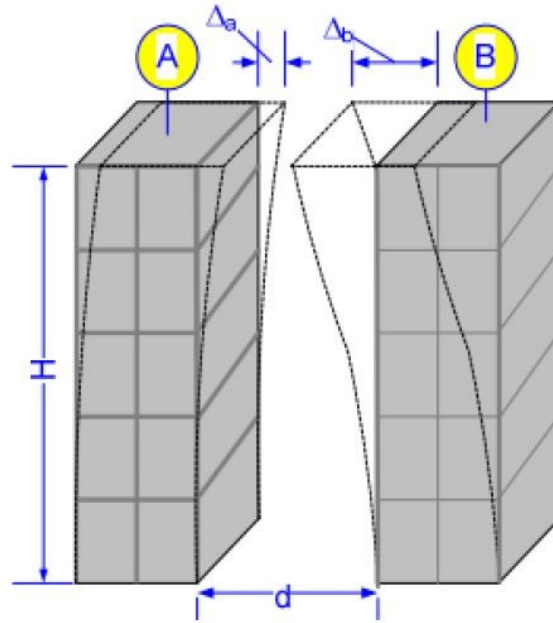
$$d > 4_a + 4_b \quad (1)$$

Yapılardan biri eski ise bu durumda genellikle yerdeğiştirmesi bilinemez. Bu durumda derz genişliği en az

$$d \geq 0.02 \times H(cm)/3 \quad (2)$$

alınması önerilir. Özellikle günümüzde yapılan yapılar çok katlı olduğundan 6m’den daha yüksek yapılar binalar inşa edilmektedir. Bu binalarda 6m’den sonraki her 3m’lik yükseklik için yönetmelikte geçen minimum derz mesafesinin konulması yapı emniyeti açısından çok büyük öneme sahiptir.

Tasarımı yapan mühendis unutmamalıdır ki en fazla yatay yerdeğiştirme en üst katta meydana geleceği için bu durumu göz ardı etmemelidir. (1) numaralı formülde verilen 4_a ve 4_b değerleri dikkatlice hesaplanmalıdır. Bu iki yatay yerdeğiştirmeleri temsilen Şekil 1 aşağıda verilmektedir.



Şekil 1. Derz genişliği bulunan iki binanın deformeasyonların gösterilmesi.

Bitişik nizam yapılarıdaki bir diğer durumda çekiçleme etkisidir. Çekiçleme etkisini, aralarında yeterli derz aralığı bırakılmamış bitişik nizam binalardan, devrilmeye karşı daha rijit olanının deprem etkisi altında, kendisinden daha az rijit olan komşu binaya salınım boyunca vura vura hasar vermesidir diyebiliriz.

Çekiçleme durumunun sebepleri arasında, binada bodrum kat bulunmaması veya yeterli rijitlik de bodrum kat olmaması diyebiliriz. Kat sayısı fazla olan binalarda bodrum kat yapılarak toprağın altına inmek gerekir. Deprem kuvveti binamıza etki ettiğinde, zeminin içinde yer alan rijit bölüm zemine tutulup devrilmeyi önleyecektir. Zemine yüzeysel olarak yapılan bina deprem kuvvetinden dolayı tutunacak yer bulamayacak ve dolayısıyla komşu binası deprem boyunca vurdukları devrilme ihtimali artmaktadır.

Çekiçleme sebepleri arasında bir diğeri ise binanın küçük cepheli ve yüksek katlı olması gösterilebilir. Küçük cepheli yüksek binalarda perde uygulamasına veya üretimine dikkat edilmemesi, yüksek katlı binaların iki veya üç katlı binaymış gibi tasarlanması çekiçleme etkisine sebep olmaktadır. Çekiçleme etkisi genel olarak komşu binalardan birisinin diğerinden daha yüksek katlı olduğu durumlarda gözlemlenmiştir. Şekil 2’de tek ve çift yönlü çekiçleme hasarına uğramış yapılar verilmiştir.

Sonlu Eleman Modeli

SAP2000 ile çözüm yaptığımız betonarme binalarının modellenmesinde kullanılan parametreler aşağıda maddeler halinde belirtilmiştir.

- Malzeme: C30-S420



(a) İki yönlü darbeye maruz kalmış bina [3].

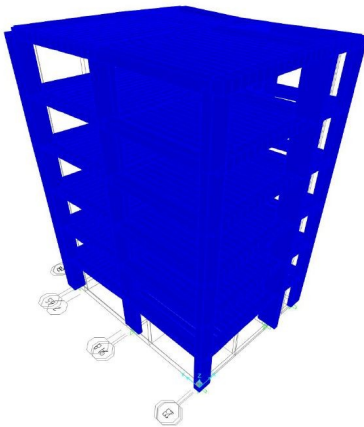


(b) Tek yönlü darbeye maruz kalmış bina [4].

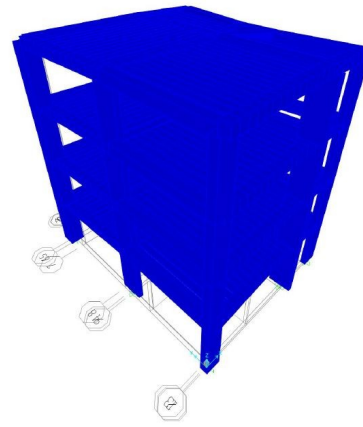
Şekil 2. Bitişik nizam düzeninde yapılmış binaların depremden sonraki hali

- Betonun poisson oranı:0.2
- Betonun özgül ağırlığı: $25kN/m^3$
- Kat yüksekliği: 2.70 m
- Betonun elastisite modülü: 32 GPa
- 2 derece deprem bölgesi
- Sıva ($20 kN/m^2$)
- Hareketli yükler ($1.5-3.5-5 kN/m^2$)

Yukarıda bulunan bilgiler SAP2000 programına girilerek oluşturulan 6 ve 4 katlı bina modelleri Şekil 3'te gösterilmiştir.

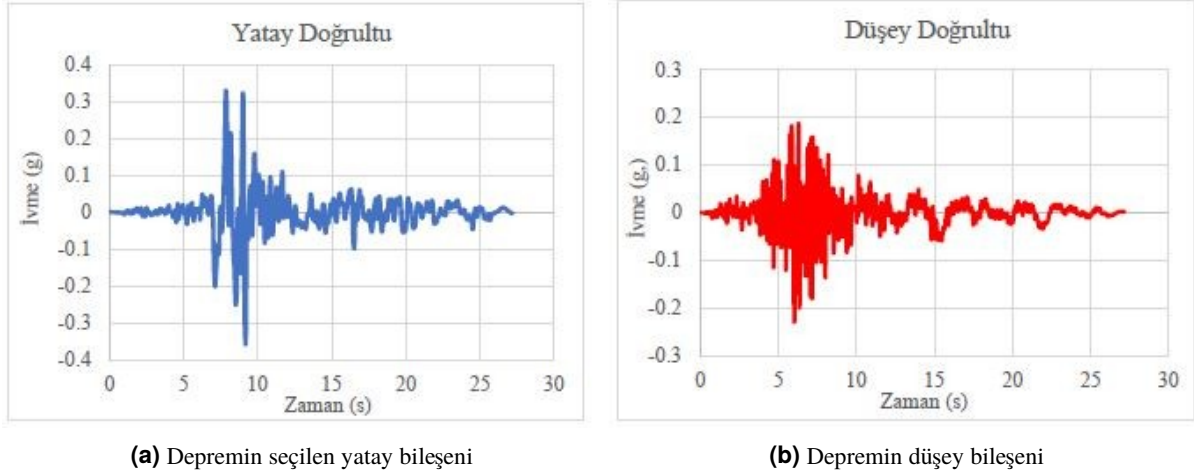


(a) 6 katlı bina



(b) 4 katlı bina

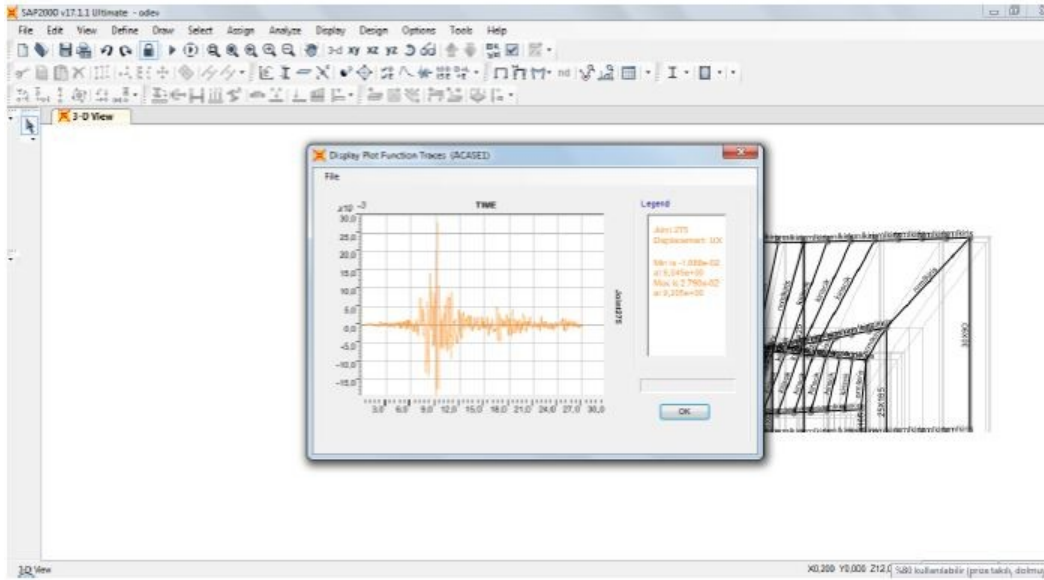
Şekil 3. 4 ve 6 katlı binalara ait sonlu eleman modelleri.



Şekil 4. 1999 Kocaeli depremi ivme kayıtları

Deprem Kaydı

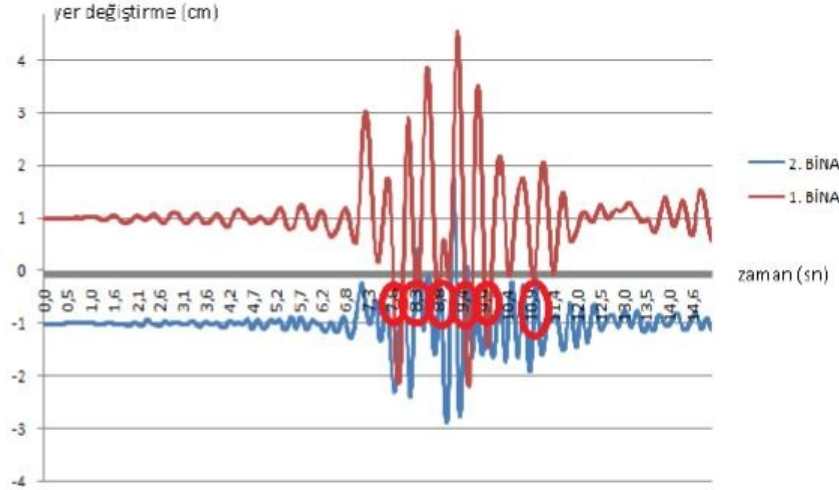
Bu çalışmada Kocaeli Depremi ivme verileri kullanılmıştır. Analiz tipi linear olarak seçildi ve seçilen ivme kayıtları tek serbestlik dereceli %5 sönüme sahip doğrusal bir sistemin spektrumu olacak şekilde belirlendi. 1999 Kocaeli Depreminin Düzce İstasyonuna ait veri değerlendirilmiştir. Deprem süresi 27.185 s olarak dikkate alınmıştır [5]. Analizlerde zaman aralığı 0.005 saniye seçilmiştir. Yatay ve düşey doğrultuda ki Düzce depremi ivme-zaman kayıtları Şekil 4 de verilmektedir. Seçilen binaların bahsi geçen deprem kayıtları dikkate alınarak yapılan sonlu eleman analizlerinden sonra zamana bağlı maksimum deformasyonlar belirlenmiştir (Şekil 5). Burada, bir binanın diğer bina ile bitişik olduğu bir nokta ve ona karşılık gelen bir nokta seçilerek deformasyon miktarları incelenmiştir.



Şekil 5. Seçili bir noktanın zamana bağlı deformasyon değişimi.

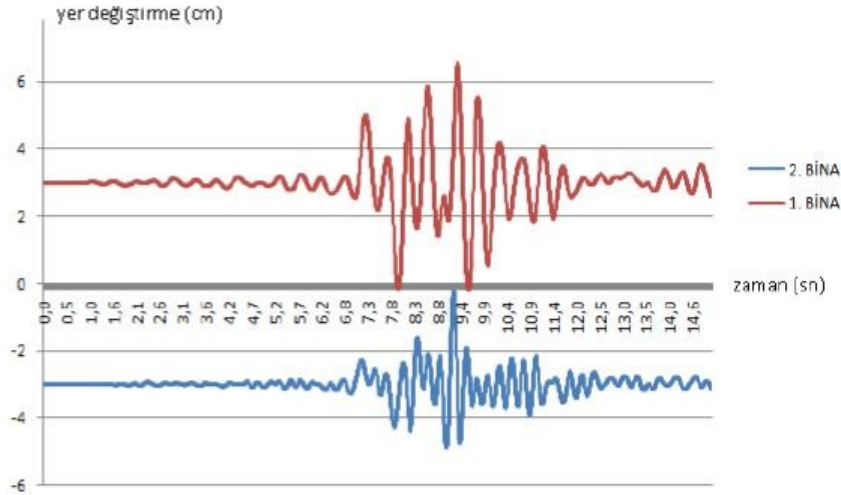
Tasarlanan iki binanın karşılıklı noktalarına gelen deformasyon miktarlarına bakıldı. SAP2000’inden aldığımız deformasyon miktarlarını gösteren veriler kıyaslanmıştır. İki binanın yerdeğiştirme-zaman grafikleri tek tek incelendikten sonra ortak bir grafik oluşturulmuştur. Aralarında 2 cm derz boşluğu olduğu düşünülerek oluşturulan grafik, Şekil 6’da gösterilmektedir. İki binanın çarpıştığı anlar Şekil 6’de kırmızı daire içerisinde gösterilmiştir. Sırasıyla derz mesafesi 2 cm ve derz mesafesi 6 cm (Şekil 7) olacak şekilde modellenen iki binanın deprem süresi boyunca seçili olan noktaların yaptığı salınımlar aşağıdaki grafiklerde sunulmuştur.

Investigation of Earthquake Joint Pavement in Reinforced Concrete Buildings — 44/ 45



Şekil 6. Derz aralığı 2 cm olarak alınan iki binanın zamana bağlı deformasyon sonuçları.

Şekil 6'da verilen zamana bağlı deformasyon değişimleri incelendiğinde 2 cm olarak bırakılan derz boşluğunun yeterli olmadığı gözlenmiştir. Burada 7.8-11.44 saniye aralığında binaların birçok kez çarpışıp çekiçleme kuvveti oluşturabileceği belirlenmiştir. Bu nedenle derz boşluğunun artırılmasının oluşacak hasarların önüne geçilmesi adına gerekli olduğuna karar verilmiştir.

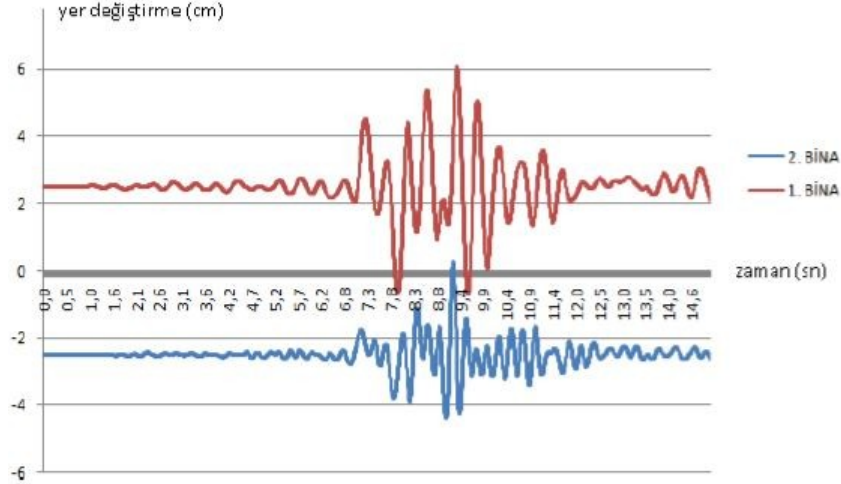


Şekil 7. Derz aralığı 6 cm olarak alınan iki binanın zamana bağlı deformasyon sonuçları.

Derz boşluğunun artırılması sonucunda yeniden grafik çizilmiş olup, 6 cm bırakılan derz boşluğunun uygun olduğu belirlenmiştir. Buna karar verilirken yerdeğiştirmelerin maksimum olduğu zaman adımlarında dahi bina modellerinin ilgili kat seviyelerinde çarpışma riskinin olmayacağı tespit edilmiştir.

Yönetmelik gereği bırakılacak minimum derz boşluğunun, 6 m yüksekliğe kadar en az 30 mm olacağı ve bu değerden sonraki her 3m'lik yükseklik için en az 10 mm ekleneceği belirtilmektedir [1]. Bu durumda 5 cm derz boşluğu olması halinde durumu kontrol etmek amacıyla 5 cm derz aralığı ile yeniden grafik çizilmiştir (Şekil 8).

Investigation of Earthquake Joint Pavement in Reinforced Concrete Buildings — 45/ 45



Şekil 8. Derz aralığı 5 cm olarak alınan iki binanın zamana bağlı deformasyon sonuçları.

5cm derz boşluğu için iki binanın çarpışması bu deprem için mümkün olmamakla birlikte böyle bir riskin olduğu da açık bir şekilde görülmüştür. Bu nedenle konu ile ilgili çalışmaların yönetmelik harici oluşması muhtemel depremler de dikkate alınarak daha detaylı olarak incelenmesinde fayda görülmektedir.

Sonuçlar

Bu çalışmada, deprem bölgelerinde bulunan bitişik nizam yapılarda gerekli olan derzlerin incelenmesi hedeflenmiştir. Bunun için önceden inşa edilmiş bitişik nizam betonarme yapılarının ölçüleri kullanıldı. Analiz kısmında derz aralığını 2 cm olarak ele aldığımızda binaların çekiçleme etkisine maruz kaldığı gözlemlenmiştir. Bu nedenle derz aralığı 6 cm yapılarak deplasman sonuçları grafiğe aktarılıp tekrar incelenmiştir. Derz aralığını 6 cm olarak ele aldığımızda olası bir deprem tehditlerine karşı binamızın çekiçlemeye maruz kalmayacağı ve bu sebeple zarar görmeyeceği sonucuna varılmıştır. Yönetmelikte minimum alınması gereken değer 5 cm olarak hesaplandığından bu değer de kontrol amaçlı incelenmiş ve bu değer de aranılan emniyetli sonuçlara ulaşmamızı sağlamıştır.

Özellikle deprem bölgelerinde yapılacak bitişik nizam yapılar veya çok bloklu yapılarda bu derz mesafelerine dikkat edilmesi gerektiği bilinmektedir. Olası bir depremden minimum hasarla kurtulmak için tasarım yaparken, derz mesafelerinin gereken büyüklükte olup olmadığını göz önünde bulundurmanız gerekmektedir.

Kaynaklar

- [1] TDY2007. Deprem bölgelerinde yapılacak binalar hakkında yönetmelik, 2007.
- [2] URL-1. Betonarme 1756-2014, 2018. URL http://mmf2.ogu.edu.tr/atopcu/index_dosyalar/Tarih/BeTarihi.pdf.
- [3] URL-2. Kapalı Çıkmalar ve proje hataları, 2018. URL <https://megainsaatvemimarlik.wordpress.com/category/01-insaat-muhendisligi/depremden-binalarin-hasar-gorme-nedenleri/>.
- [4] URL-3. Bedirhan yapı, 2018. URL <http://www.bedirhaniyapi.com/depremhasar.aspx>.
- [5] PEER. Pacific earthquake engineering research centre,, 2015. URL http://peer.berkeley.edu/peer_ground_motion_database.