

Deprem Yönetmeliklerinde Yer Alan Derz Hesabı İçin Yeni Bir Yaklaşım*

Dr. Muhammet Kamal, Prof. Dr. Mehmet İnel

Giriş

Kalabalık şehirlerde yüksek arsa maliyetleri nedeniyle, komşu yapılar arasında çarpışmayı önlemek için gerekli derz mesafeleri bulunmamaktadır (Favvata, 2017). Farklı kat yüksekliklerine, bina ağırlıklarına, rijitliklerine, bina yüksekliklerine sahip bu yapıların deprem anında çarpışmaları muhtemeldir. Doğal titreşim periyotlarındaki farklılıklardan kaynaklanan olası bir yapısal çarpışmada, binalar arasında aktarılan darbe kuvvetleri, beklenmedik hasarlara neden olabilir (Maison and Kasai, 1990; Anagnostopoulos and Spiliopoulos, 1992; Kamal et al., 2018).

Çarpışma etkilerini ortadan kaldırmanın en etkin yolu, yapılar arasında gerekli derz mesafesinin uygulanmasıdır. Bu nedenle minimum gerekli derz mesafesinin belirlenmesi için birçok araştırmacı ve önemli bina yönetmelikleri (UBC97, 1997, EC8, 2005; ASCE7-10, 2010) tarafından farklı metotlar önerilmiştir. Uniform Building Code 88 (1988), ikili binaların pik deplasmanlarının mutlak toplamı (ABS) ile hesaplanan bir yöntem sunmuştur. Bu yöntemin aşırı tutucu derz mesafesi tahmini nedeniyle Anagnostopoulos (1988) tarafından binaların pik deplasmanlarının karelerinin toplamının karekökleri (SRSS) ile hesaplanan bir yöntem önerilmiştir. Farklı periyot oranlarına sahip ve seri halinde bulunan binalar (TSD, tek serbestlik dereceli sistem) arasında 5 farklı derz mesafesi kullanarak, yeterli derz mesafesini belirlemiştir. Artan derz mesafesi ile çarpışma sayılarının azaldığını ve yapı tepkilerindeki büyümelerin azaldığını vurgulamıştır.

Literatürde yer alan çalışmaların dışında, birçok bina yönetmeliğinde çarpışmanın önlenmesi için derz mesafesi önerilmiştir. Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği (TBDY-2018, 2018), sismik kuvvetlerden elde edilen elastik derz mesafelerini SRSS metodunda kullanılarak derz mesafesini hesaplamaktadır. Benzer şekilde ASCE7-10 ve

EC8; binaların maksimum elastik deplasmanlarını, deplasman davranış katsayıları ile büyüterek SRSS metodunda kullanılmaktadır. Bunlara ilave olarak; Avusturalya (AS1170.4, 2007), İran (Standard 2800, 2007) ve Türk deprem yönetmelikleri (TBDY, 2018), bina yüksekliğine bağlı olan derz mesafeleri önermektedir.

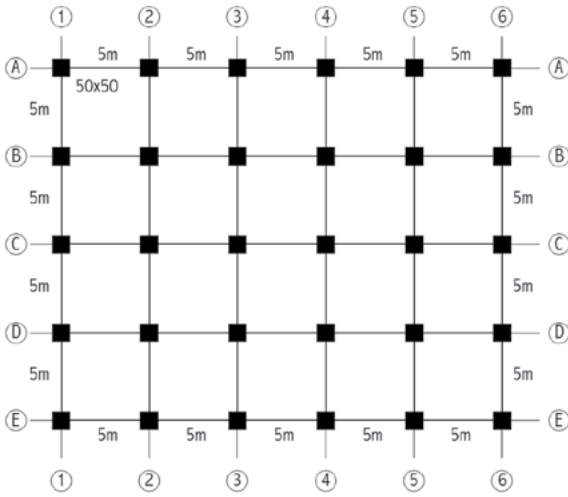
Bu çalışmada, düşük ve orta katlı yapıların sismik çarpışmalarının önlenmesi için gerekli derz mesafelerinin belirlenmesinde analitik bir çözüm araştırılmıştır. 3 boyutlu ve elastik olmayan özelliğe sahip 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 ve 10 katlı binalardan oluşan 16 farklı bina modeli oluşturulmuştur. Farklı periyot oranlarına sahip bu binalar kullanılarak toplam 56 adet ikili model türetilmiştir. TBDY-2018 ile uyumlu 22 farklı deprem kaydı seçilerek doğrusal olmayan zaman tanım alanında dinamik analizler ile bu yapıların derz mesafeleri elde edilmiştir. Dinamik analizler sonucu elde edilen derz mesafeleri, TBDY-2018 ve ASCE7-10'da yer alan metotlar ile kıyaslanmıştır.

Yapı Özellikleri ve Modelleme

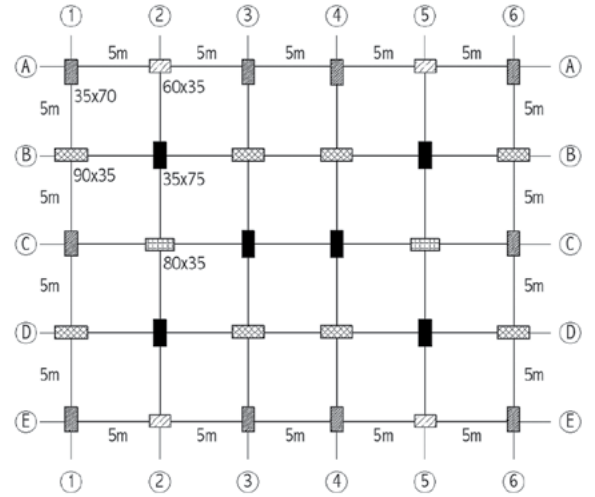
Bina Modellerinin Özellikleri

Bu çalışmada, düşük ve orta yükseklikteki betonarme binaları temsil etmesi amacıyla 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 ve 10 katlı betonarme binaların her birinden 2'şer adet model oluşturulmuştur. ZD zemin sınıfı üzerinde yer alan ve kullanım amacı konut olan bu binaların DD-2 deprem yer hareketi düzeyi için TBDY-2018'e göre tasarımı gerçekleştirilmiştir. Tüm bina modellerinde döşeme kalınlıkları 15 cm olarak alınmıştır. Modellerin konut binalarını temsil etmesinden dolayı hareketli yük 0.2 t/m² seçilmiştir (TS-498, 1997). Kiriş üzerinde bulunan duvar yükleri 0.325 t/m olarak dikkate alınmıştır. Binaların x ve y yönündeki aks aralıkları 5'er m olup, binanın plan boyutları sırasıyla 25 m ve 20 m olarak seçilmiştir (**Şekil 1**). Kat yükseklikleri her bir katta aynı olup 3 m kabul edilmiştir.

* 9. Türkiye Deprem Mühendisliği Konferansı'nda sunulmuştur.



a)



b)

Şekil 1. 10 katlı binanın zemin kat kalıp planı, a) Model a, b) Model b

Aynı kat adedine sahip birbirinden farklı 2 bina tipi dikkate alınmıştır. Kare kesitli kolonlara sahip modeller “a” ile belirtilirken, dikdörtgen kesitlerin kullanıldığı modellerde ise “b” ile isimlendirme yapılmıştır. Kare ve dikdörtgen kesitli 10 katlı modellerdeki kesit boyutlarının değişimi Şekil 1’de verilmiştir. Kolon kesitlerinin boyutlarında

her 5 katta bir azaltma yapılmıştır. 3 ve 5 katlı binalarda 25x50 cm kiriş boyutları seçilirken, diğer binalarda ise 30x55 ve 25x50 cm boyutlarında kirişler kullanılmıştır. Tasarım aşamasında süneklik şartlarını sağlayan kapasite tasarım ilkeleri benimsenmiştir.

Tablo 1. Bina özellikleri

Model	Periyot (s)	Sismik Ağırlık (kN)	Dayanım Oranı (Taban Kesme Dayanımı /Sismik Ağırlık)
3a	0.49	12997	0.239
3b	0.43	13076	0.280
4a	0.66	17521	0.180
4b	0.59	17641	0.208
5a	0.83	22045	0.143
5b	0.75	22207	0.167
6a	0.94	26798	0.131
6b	0.86	26937	0.149
7a	1.07	31633	0.117
7b	0.99	31713	0.132
8a	1.19	36467	0.103
8b	1.12	36489	0.116
9a	1.32	41302	0.091
9b	1.26	41266	0.103
10a	1.45	46136	0.081
10b	1.39	46042	0.093

Analiz ve tasarım aşamasında beton dayanımı 35 MPa, çelik akma dayanımı 420 MPa kullanılmıştır. Kolon elemanlardaki boyuna donatı oranları %1.00-1.15 arasında değişmektedir. Enine donatı miktarı, aralığı ve donatı detaylandırması TBDY-2018 ilkeleri ile uyumludur.

3 boyutlu (3B) modeller SAP2000 yapısal analiz programında oluşturulmuştur. Kolon ve kiriş taşıyıcı elemanlarında, doğrusal elastik olmayan özelliği yansıtan plastik mafsallar tanımlanmıştır. Plastik mafsallardaki hasar seviyeleri TBDY-2018'e göre belirlenmiştir. Etkin kesit rijitlikleri, kolon ve kiriş elemanlar için sırasıyla 0.7EI ve 0.35EI olarak dikkate alınmıştır. E, malzemenin elastisite modülünü I ise çatlamamış kesite ait atalet momentini temsil etmektedir.

Tasarım sonucunda bina modellerinin x yönündeki hakim titreşim periyotları ve sismik ağırlıkları **Tablo 1**'de verilmektedir. Tüm bina modelleri için doğrusal elastik olmayan statik itme (pushover) analizi yapılarak taban kesme kuvvetleri elde edilmiştir. Bu kuvvetler sismik ağırlığa oranlanarak dayanım oranları hesaplanmıştır.

İkili Bina Model Özellikleri

Çalışma kapsamında 3B doğrusal elastik olmayan betonarme binalar kat seviyelerinden birbirlerine bağlanmıştır. Oluşturulan 56 farklı ikili modele ait isimlendirmeler **Tablo 2**'de verilmektedir. İkili

modeller sahip oldukları katsayıları ve kolon kesit tipi ile isimlendirilmiştir. Örneğin; 10a-5a, kare kesitli kolonlara sahip 10 ve 5 katlı binalardan oluşan ikili modeli temsil etmektedir. Çekiçleme etkilerinin görülmeyeceği bu ikili modellerdeki komşu binaların dizilimi değiştirilmemiştir. Bu nedenle **Tablo 2**'de ilgili alanlardaki model kısımları boş bırakılmıştır.

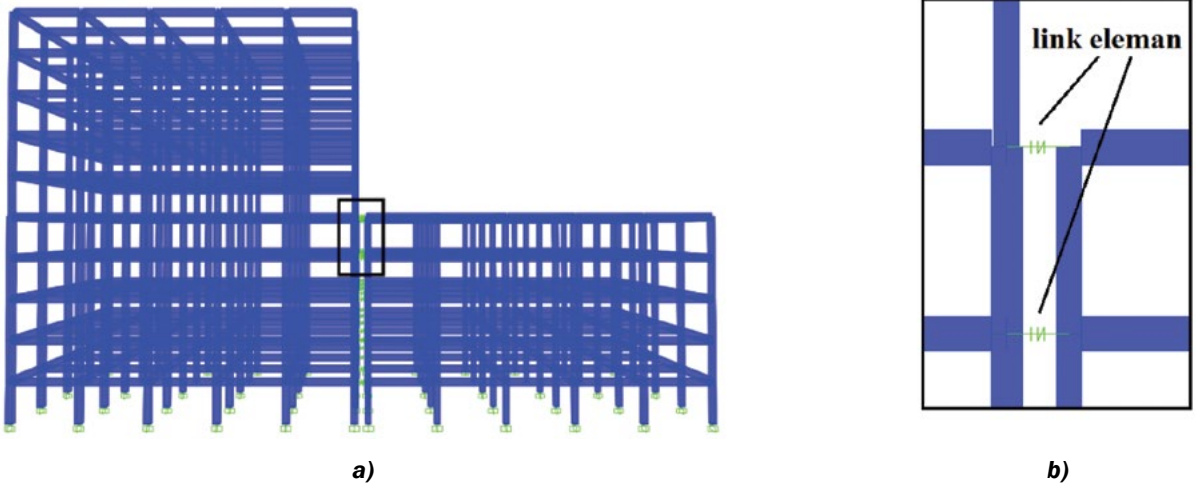
Kat seviyelerinin aynı olduğu ikili binalarda çarpışma etkilerinin görülmemesi adına, binalar arasındaki boşluk mesafesi 100 cm olarak tercih edilmiştir. Link elemanların kat seviyelerinden bağlanma biçimi ve analizlerde kullanılan tipik üç boyutlu model görüntüsü **Şekil 2**'de verilmiştir.

Çalışmada kullanılan bina modellerini ikili bina haline dönüştürmek için yine SAP2000 programında yer alan link (Gap) eleman kullanılmıştır. Doğrusal yay modelini yansıtan birleşim elemanında, binalar arası boşluk mesafesi tanımlanabilmektedir. İkili binalar arasındaki deplasman farkı ($u_1 - u_2$) tanımlanan boşluk mesafesinden (d) büyük ise, link eleman bina modellerine darbe kuvveti (F) aktarmaktadır (**Denklem 1**). Bu çalışmaya konu olan komşu binalar arasında çarpışma beklenmediği için link eleman rijitliği (k) belirlenmemiştir.

$$F = \begin{cases} k(u_1 - u_2 - d) & \text{eğer } (u_1 - u_2) \geq d \\ 0 & \text{eğer } (u_1 - u_2) < d \end{cases} \quad (1)$$

Tablo 2. İkili modeller

Model	Kat Adedi						
	3	4	5	6	7	8	9
10a	10a-3a	10a-4a	10a-5a	10a-6a	10a-7a	10a-8a	10a-9a
9a	9a-3a	9a-4a	9a-5a	9a-6a	9a-7a	9a-8a	-
8a	8a-3a	8a-4a	8a-5a	8a-6a	8a-7a	-	-
7a	7a-3a	7a-4a	7a-5a	7a-6a	-	-	-
6a	6a-3a	6a-4a	6a-5a	-	-	-	-
5a	5a-3a	5a-4a	-	-	-	-	-
4a	4a-3a	-	-	-	-	-	-
10b	10b-3b	10b-4b	10b-5b	10b-6b	10b-7b	10b-8b	10b-9b
9b	9b-3b	9b-4b	9b-5b	9b-6b	9b-7b	9b-8b	-
8b	8b-3b	8b-4b	8b-5b	8b-6b	8b-7b	-	-
7b	7b-3b	7b-4b	7b-5b	7b-6b	-	-	-
6b	6b-3b	6b-4b	6b-5b	-	-	-	-
5b	5b-3b	5b-4b	-	-	-	-	-
4b	4b-3b	-	-	-	-	-	-



Şekil 2. a) 10 ve 5 katlı ikili model, b) kat seviyelerinden bağlanan link eleman

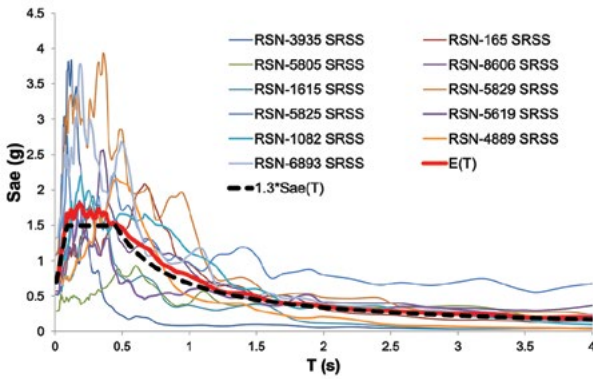
Deprem Kayıt Seçimi ve Özellikleri

Günümüzde, deprem kayıtlarının yer aldığı veri tabanlarının kolay ulaşılabilir olmasından dolayı, dinamik analiz için gerçek deprem kayıtlarının kullanılması tercih edilmektedir. Deprem kayıtlarının elde edildiği istasyonların zemin özellikleri ve faya olan uzaklıkları değişiklik göstermektedir. Bu nedenle belirli bir sahada, deprem tehlikesini yansıtabilecek ivme kayıtlarının seçimi ve ölçeklendirilmesi büyük önem taşımaktadır.

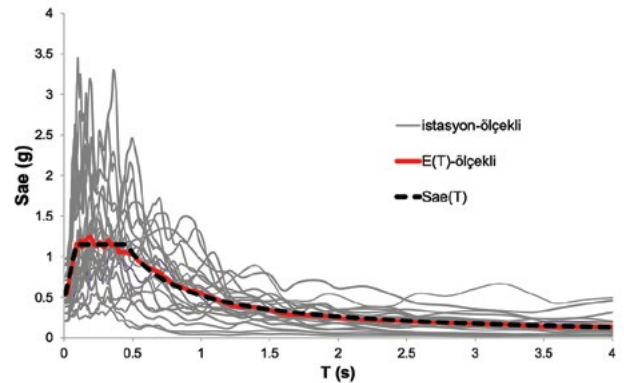
Yönetmelik ile uyumlu deprem kayıtlarının seçilmesi ve ölçeklendirme işlemleri için optimizasyon teknikleri sıkça kullanılmaktadır (Fahjan, 2008; Kayhan et al., 2011). Deprem tasarım

yönetmeliklerinde yer alan tepki spektrumları hedef alınarak kısıtlı optimizasyon problemi gibi çözüm yapılabilmektedir. Bu çalışmada, Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği'ne (TBDY-2018) ait tasarım ivme spektrum koşullarını sağlayan 11 adet ivme kayıt takımı seçilmiş ve ölçeklendirilmiştir.

Dinamik analizlerdeki deprem kayıtları için PEER (Pacific Earthquake Engineering Research) veri tabanı kullanılmıştır. Deprem büyüklüğü M_w , 4.5 ile 7.5 arasında, deprem kayıtlarının elde edildiği istasyonların faya olan uzaklıkları 5 ile 50 km arasında seçilmiştir. Maksimum yer ivme değeri 0.1g ve üzeri olan kayıtlar tercih edilmiştir. ZD zemin sınıfının dikkate alındığı bu çalışmada kayma dalgası hızı V_s , 180-360 m/s arasında seçilmiştir.



a)



b)

Şekil 3. a) Seçilen ivme kayıt takımlarına ait spektrum grafikleri
b) her bir ivme kaydının ölçekli spektrum grafikleri

Denizli ili için 50 yılda aşılma olasılığı %10 ve geri dönüş periyodu 475 yıl olan deprem düzeyi (DD-2) referans alınmıştır. TBDY-2018 yönetmeliği ile uyumlu 11 deprem kayıt takımından (11x2=22) oluşan deprem seti, Diferansiyel Gelişim Algoritması (Storn and Price, 1995) ile elde edilmiştir. Deprem kayıt seçimi ve ölçeklendirme işlemi Kamal ve Inel (2019) tarafından detaylı bir şekilde açıklanmıştır.

11 ivme kayıt takımına ait bileşke spektrumlar (SRSS), bileşke spektrumların ortalaması E(T) ve ZD zemin sınıfı için 1.3 katsayısı ile büyütülen yatay tasarım spektrum eğrileri **Şekil 3a**'da verilmiştir. Buna ilave olarak; ölçeklendirilmiş 22 ivme kaydına ait ivme spektrumu ve ortalama spektrumu **Şekil 3b**'de gösterilmiştir.

Derz Mesafesi

TBDY-2018'de, binalar arasındaki derz mesafesi aşağıda maddeler halinde tanımlanmıştır:

a) Her bir kat için komşu binalarda elde edilen elastik yer değiştirmelerin (azaltılmış) karelerinin toplamının karekökü (SRSS) ile α katsayısının çarpımından az olmayacaktır. α katsayısının değeri kat seviyeleri eşit ise 0.25R/l, değilse 0.5R/l alınacaktır (R: Taşıyıcı sistem davranış katsayısı; l: Bina önem katsayısı)

b) 6 m yüksekliğe kadar en az 3 cm olacak ve bu değere 6 m'den sonraki her 3 m'lik yükseklik için en az 1 cm eklenecektir.

$$d_{TBDY-2018-a} = \alpha \sqrt{u_1^2 + u_2^2} \quad (2)$$

$$d_{TBDY-2018-b} = \begin{cases} (H - 6)/3 + 3 & H > 6 \text{ m ise} \\ 3 \text{ cm} & H \leq 6 \text{ m ise} \end{cases} \quad (3)$$

TBDY-2018' de yer alan derz hesabı **Denklem 2** ve **3**'te verilmiştir. **Denklem 2**'de yer alan u_1 ve u_2 ; tasarım kuvvetleri altında komşu binalarda elde edilen azaltılmış elastik deplasmanları ifade etmektedir. Bu çalışmada kat yükseklikleri eşit, süneklik düzeyi yüksek (R=8) konut binaları (l=1) dikkate alındığı için $\alpha=2$ olarak hesaplanmıştır. **Denklem 3**'te yer alan H, bina yüksekliğini (m) vermektedir. Bu denklem ile elde edilen derz mesafesinin birimi cm'dir.

Ayrıca, ASCE7-10'da gerekli derz mesafesi, elastik olmayan deplasmanların SRSS metodunda kullanılması ile hesaplanmaktadır (**Denklem 4**).

δ_{M1} , δ_{M2} plastik deplasmanlar, **Denklem 5**'te yer alan deformasyon büyütme katsayısı ($C_d=5.5$) maksimum elastik deplasman (δ_{max}) ve bina önem katsayısı (l=1) ile hesaplanmaktadır.

$$d_{ASCE7-10} = \sqrt{\delta_{M1}^2 + \delta_{M2}^2} \quad (4)$$

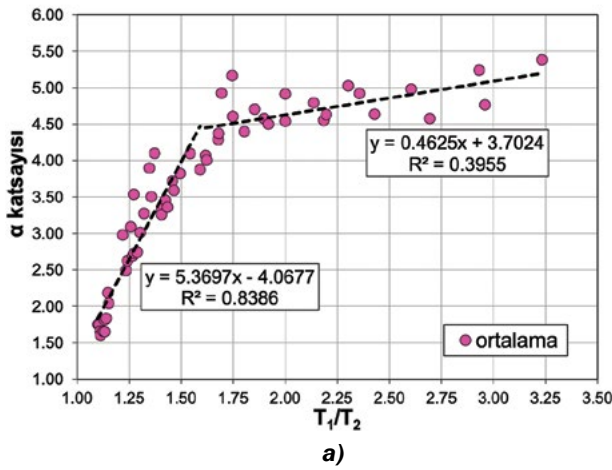
$$\delta_M = C_d \delta_{max} / l \quad (5)$$

Analiz Sonuçları

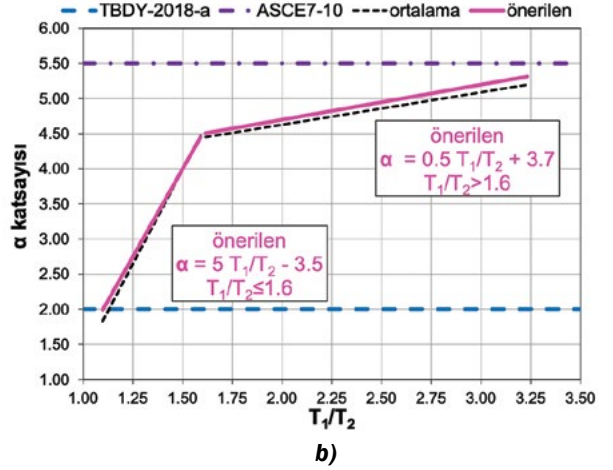
Çalışmada, kuvvetli yer hareketi ile çarpışma olasılığı bulunan düşük ve orta yükseklikteki komşu binalarda, çekiçlemenin önlenmesi için gerekli olan derz mesafeleri araştırılmıştır. Bu bağlamda, 3 ile 10 kat arasında değişen betonarme binalar kullanılarak 56 farklı ikili model oluşturulmuştur. 11 ivme kayıt takımından (her iki yön için 11x2=22) oluşan deprem seti kullanılarak, toplamda 1232 adet 3B doğrusal olmayan dinamik analiz gerçekleştirilmiştir. Doğrusal olmayan analizler sonucu her bir ikili model ve deprem kaydı için minimum gerekli derz mesafeleri (d) **Denklem 6** ile hesaplanmıştır. $u_1(t)$ ve $u_2(t)$, her bir deprem adımı için bitişik binaların çarpışma katındaki yatay deplasmanları ifade etmektedir.

$$d = \max |u_1(t) - u_2(t)| \quad (6)$$

Doğrusal elastik olmayan analizlerden elde edilen ortalama derz mesafeleri (d_{ort}), TBDY-2018 yönetmeliğinin a ve b maddesi ile hesaplanan derz mesafelerine (TBDY-2018-a, TBDY-2018-b) oranlanmıştır. Bu oranlar TBDY-2018-a için 0.41-1.25 arasında değişmekte olup ve ortalaması 0.65 olarak hesaplanmıştır. TBDY-2018-b için ise 0.41-1.15 aralığında değişmekte ve ortalaması 0.63 olarak elde edilmiştir. Görüldüğü üzere; TBDY-2018 deprem yönetmeliği ile hesaplanan derz mesafeleri gerekli derz mesafelerine göre doğru bir tahmin verememektedir. Daha iyi bir tahmin için doğrusal elastik olmayan analizlerden elde edilen ortalama derz mesafeleri, komşu binaların elastik yer değiştirmelerinin (azaltılmış) karelerinin toplamının kareköküne (SRSS) oranlanmıştır. Bu oran aynı zamanda **Denklem 2**'de yer alan α katsayısını vermektedir. İkili modellerdeki binaların periyot oranlarına bağlı olarak bu katsayının değişimi **Şekil 4**'te gösterilmektedir. T_1 , periyot değeri yüksek olan binayı temsil ederken; T_2 , periyot değeri küçük olan binayı ifade etmektedir.



Şekil 4. a) Bina periyot oranlarına bağlı α katsayısı, b) Önerilen α katsayısı



Şekil 4a'da görüldüğü üzere; iki doğrusal (bilinear) eğri göze çarpmaktadır. Komşu bina periyotlarının birbirine yaklaşması ($T_1/T_2=1$) ile α katsayısının değeri 2'den küçük olmaktadır. Periyot oranı, 1.6'dan küçük olması durumunda ise doğrusal bir ilişki görülerek α katsayısı artmaktadır. Bu doğruya ait R^2 değeri yaklaşık 0.84 olarak hesaplanmıştır. Bu orandan daha büyük ikili modeller için α katsayısı, periyot oranına bağlı olarak doğrusal bir ilişki görülmektedir. TBEC-2018'de verilen ve **Denklem 2**'de ifade edilen α katsayısı; çerçeve elemanlardan oluşan ve yüksek süneklik düzeyine sahip konut binaları için sabit bir değer olmakla birlikte 2 değerine eşittir (**Şekil 4b**).

Bu çalışmada α katsayısı üzerinde bir değerlendirme yapılarak, bu katsayının komşu binaların periyotları ile nasıl değiştiği incelenmiştir. Şekil 4a'da elde edilen ve denklemleri verilen iki doğrusal ilişki, basitleştirilmek istenmiştir. Periyot oranının 1.6'dan küçük veya büyük olması durumunda farklı doğrusal denklemler önerilmiştir. Önerilen denklemler ile elde edilen α katsayılarına ait grafik, Şekil 4b'de çizdirilmiştir.

Yukarıda α katsayısı için önerilen denklem kullanılarak önerilen derz mesafesi d_m , **Denklem 7**'de verilmiştir. Bu denklemde yer alan u_1 ve u_2 , bitişik binaların çarpışma katındaki elastik deplasmanları temsil etmektedir. Bu yatay deplasmanlar tasarım kuvvetleri altında elastik analiz sonucu elde edilmektedir. Tasarım kuvvetleri taşıyıcı sistem davranış katsayısına ($R=8$) oranlanmıştır.

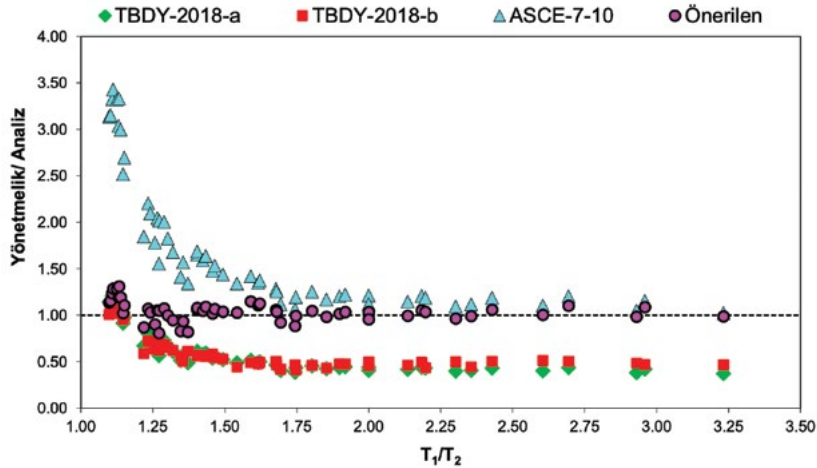
Çalışma kapsamında periyot oranı 1 olan komşu

binalar dikkate alınmamıştır. Teorik olarak bu oranın 1'e eşit olması durumunda herhangi bir derz mesafesine gerek duyulmamaktadır. Fakat güvenli tarafta kalmak adına, bu tür komşu yapılar için α katsayısının **Denklem 7**'den de elde edilebileceği gibi 1.5 olarak dikkate alınması önerilmiştir.

$$d_m = \alpha \sqrt{u_1^2 + u_2^2} ; \quad \alpha = \begin{cases} 5 \frac{T_1}{T_2} - 3.5 & \frac{T_1}{T_2} \leq 1.6 \\ 0.5 \frac{T_1}{T_2} + 3.7 & \frac{T_1}{T_2} > 1.6 \end{cases} \quad (7)$$

ASCE 7-10'da yer alan derz mesafeleri de kıyaslanarak Şekil 5'te verilmiştir. ASCE 7-10'a ait ortalama oran oldukça güvenli tarafta kalmaktadır (%72). Yönetmelik ve gerekli derz mesafelerinin oranlandığı Şekil 5 incelendiğinde; ASCE 7-10 yönetmeliğinde periyot oranının 1'e yaklaştığı durumlarda aşırı büyük sonuçlar vermektedir. Periyot oranı arttıkça ASCE 7-10 biraz daha iyi tahminler yapmaktadır. TBDY-2018; bina periyotlarının birbirine yaklaşması durumunda ise, daha makul tahminde bulunurken, periyot oranının 1.25'ten büyük olduğu durumlarda oldukça yetersiz sonuçlar vermektedir.

Denklem 7 ile önerilen formül (d_m), analiz sonuçlarının ortalamalarına (d_{ort}) oranlanarak Şekil 5'te verilmiştir. Önerilen yöntemin gerekli derz mesafesine oranı, 0.81-1.31 arasında değişmektedir. Bu oran, tüm modeller için ortalama %4'lük bir fark göstermiştir. Hemen hemen tüm modellerde oldukça yakın derz mesafeleri tahmin edilmiştir. Ayrıca önerilen yöntemin saçılımı, bina yönetmeliklerine göre oldukça düşük olduğu görülmektedir.



Şekil 5. Bina periyot oranları için Bina Yönetmeliklerindeki derz mesafelerinin kıyaslanması

Sonuçlar

Bu çalışmada, güçlü depremler karşısında çarpışma olasılığı bulunan betonarme yapıların minimum derz mesafeleri belirlenmiştir. 16 farklı 3B modellenen binalar kullanılarak, çarpışmanın görülmüdüğü 56 farklı ikili model oluşturulmuştur. Minimum çarpışma mesafesinin belirlenebilmesi için TBEC-2018 ile uyumlu 22 adet ölçeklendirilmiş ivme kaydı seçilmiştir. 1232 adet 3B zaman tanım alanında elastik olmayan dinamik analizler sonucunda derz mesafeleri elde edilmiştir. Dinamik analiz sonuçları, mevcut deprem yönetmeliklerinde yer alan deprem derzleri ile kıyaslanmıştır. Çalışma sonucunda elde edilen bulgular aşağıda maddeler halinde özetlenmiştir:

- Dinamik analiz sonuçları ile elde edilen derz mesafeleri ile deprem yönetmelikleri tarafından önerilen derz mesafeleri arasında ciddi farklılıklar görülmektedir.
- TBDY-2018 deprem yönetmeliğı; komşu binaların periyot oranlarının birbirine yakın olması durumunda ($T_1/T_2 \approx 1$), derz mesafesi için önerdiği katsayı ($\alpha=2$) yeterli olabilmektedir. Fakat periyot oranının artması ile derz mesafeleri oldukça yetersizdir.
- ASCE-7-10 yönetmeliğı, komşu binaların periyot oranlarının 2'den küçük olduğu durumda oldukça tutucu sonuçlar vermektedir. Bu periyot oranının artması ile daha makul derz mesafesi önermektedir.
- Daha iyi bir deprem derzi tahmini için doğrusal elastik olmayan analizlerden elde edilen

ortalama derz mesafeleri, komşu binaların elastik yer değıştirmelerinin (azaltılmış) karelerinin toplamının kareköküne (SRSS) oranlanmıştır. Bu oranlar (α) komşu binaların periyot oranlarına bağılı olarak iki doğrudu bir ilişki göstermektedir.

- Tasarım aşamasında komşu binaların statik analizleri yapılabiliyorsa ve binalara ait periyotların oranı $T_1/T_2 > 1.6$ ise $\alpha = 0.5T_1/T_2 + 3.7$ denklemi önerilmiştir. Bu doğruya ait R^2 değeri yaklaşık 0.40 olarak elde edilmiştir. Periyot oranları $T_1/T_2 \leq 1.6$ ise $\alpha = 5T_1/T_2 - 3.5$ denklemi önerilmiştir. Bu doğruya ait R^2 değeri yaklaşık 0.84 olarak elde edilmiştir.
- Analizler sonucu elde edilen bulgular dikkate alınarak komşu binaların periyot oranlarına bağılı olarak gerekli derz mesafesi **Denklem 7**'de önerilmiştir.

Sonuçlar değeriendirildiğinde; TBDY-2018 ve ASCE-7-10 yönetmeliklerinin düşük ve orta katlı komşu binalar arasındaki bırakılması gereken derz tahmininde yetersiz olabileceğı görülmektedir. Farklı kat sayılarına sahip birçok komşu bina üzerinde yapılan bu çalışma ile her iki yönetmelikte yer alan SRSS yönteminin iyileştirilmesi ile yeni bir derz mesafesi denklemi önerilmiştir.

Kaynaklar

- Anagnostopoulos SA (1988) "Pounding of buildings in series during earthquakes", *Earthquake Engineering and Structural Dynamics*, 16:443-456
- Anagnostopoulos SA and Spiliopoulos KV (1992) "An investigation of earthquake induced

pounding between adjacent buildings", *Earthquake Engineering and Structural Dynamics*, 21:289-302

ASCE (2010) Minimum design loads for buildings and other structures. In: ASCE/SEI standard 7-10. American Society of Civil Engineers, Reston

Building & Housing Research center (2007). Iranian Code Of Practice For Seismic Resistant Design Of Buildings (Standard 2800 -3rd edition) Permanent Committee of Revising the Code of Practice for Seismic resistant Design of Buildings, BHRC Publication No. S – 465. 94 p

EC8 (2004) design of structures for earthquake resistance: general rules seismic actions and rules for buildings (EN 1998-1). ECS, Brussels

Fahjan YM (2008) "Selection and scaling of real earthquake accelerograms to fit the Turkish Design Spectra", *Teknik Dergi*, 19(3):4423-4444

Favvata MJ (2017) "Minimum required separation gap for adjacent RC frames with potential inter-story seismic pounding", *Engineering Structures*, 152:643-659

Jeng V, Kasai K, Maison BF (1992) "A spectral difference method to estimate building separations to avoid pounding", *Earthquake Spectra*, 8(2):201-223

Kamal M and Inel M (2019) "Investigation of Minimum Required Separation Distance For Low And Mid-Rise Existing Buildings With Seismic Pounding Potential", 5. *International Conference on Earthquake Engineering and Seismology (5ICEES)*, Ankara, Turkey, 8-11 October, 237-244

Kamal M, Inel M and Cayci BT (2018) "Effects Of Pounding In Low And Mid-Rise Buildings", *Eskişehir Technical University Journal of Science and Technology B-Theoretical Sciences*, 6:141-151

Kasai K, Jagiasi AR, Jeng V (1996) "Inelastic vibration phase theory for seismic pounding mitigation", *Journal of Structural Engineering*, 122:1136-1146

Kayhan AH, Korkmaz KA, Irfanoglu A (2011) "Selecting and scaling real ground motion records using harmony search algorithm", *Soil Dynamics and Earthquake Engineering*, 31:941-953

Maison BF, Kasai K (1990) "Analysis for type of structural pounding", *Journal of Structural Engineering*, 116:957-977

PEER Database (2011) <http://nisee.berkeley.edu/spl/>, University of California, Berkeley

Penzien J (1997) "Evaluation of building separation distance required to prevent pounding during strong earthquakes", *Earthquake Engineering and Structural Dynamics*, 26:849-858

Sap2000. Integrated Finite Element Analysis and Design of Structures Basic Analysis Reference Manual.

Standards Australia (2007) Structural design actions Part 4: Earthquake actions in Australia

Storn R and Price K (1995) "Differential evolution a simple and efficient adaptive scheme for global optimization over continuous spaces". Technical Report TR-95-012, 1-12

TBDY (2018) Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği, Afet ve Acil Durum Başkanlığı, Ankara, Türkiye

TS500 (2000) Betonarme Yapıların Tasarım ve Yapım Kuralları, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara

UBC88 (1988) Uniform building code. Whittier, CA.

UBC97 (1997) Uniform building code. In: Structural engineering design provisions, vol 2. Whittier, CA



TMMOB
İNŞAAT MÜHENDİSLERİ ODASI
İSTANBUL ŞUBESİ



Çevre, Şehircilik Ve İklim Değişikliği Bakanlığı'ndan
PLANLI ALANLAR İMAR YÖNETMELİĞİNDE DEĞİŞİKLİK
YAPILMASINA DAİR YÖNETMELİK,
18 Ağustos 2022 tarih ve 31927 sayılı
Resmî Gazete'de yayımlandı.

16 Haziran 2022 PERŞEMBE

Resmî Gazete

Sayı: 31927

YÖNETMELİK

Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı'ndan:
OTOPARK YÖNETMELİĞİNDE DEĞİŞİKLİK
YAPILMASINA DAİR YÖNETMELİK

MADDE 5- Aynı Yönetmeliğin geçici 4 üncü maddesine aşağıdaki fıkra eklenmiştir.

"(4) 16 üncü maddenin birinci fıkrasında yer alan "250 m²" ibaresi, fıkra belirtilen yapıların bütçelik nizam cımları için 1/7/2023 tarihine kadar "350 m²" olarak uygulanır."

MADDE 6- Aynı Yönetmeliğin 17 nci maddesinde yer alan "Çevre ve Şehircilik Bakanı" ibaresi "Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanı" olarak değiştirilmiştir.

MADDE 7- Aynı Yönetmeliğin Ek-1'inde yer alan tablonun "2- Ticari Amaçlı Binalar" başlıklı bölümünün ilk satırı aşağıdaki şekilde değiştirilmiştir.

Dükkan, Mağaza, Banka	Her bağımsız bölüm için en az 1 adet olmak kaydıyla 50 m ² için (Siti alanlarında 60 m ² ye çıkarmaya idareler yetkilidir.)
-----------------------	---

MADDE 8- Bu Yönetmelik yayımı tarihinde yürürlüğe girer.

MADDE 9- Bu Yönetmelik hükümlerini Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanı yürütür.