

Mevcut Bir Yapının Güçlendirme Performansının Değerlendirilmesi

¹Selçuk SOYDAN ve ^{*2}Necati MERT

¹,SAÜ. Fen Bilimleri Enstitüsü; Esentepe Kampüsü, Sakarya, TÜRKİYE

^{*2}Mühendislik Fakültesi İnşaat Müh. Bölümü, Sakarya Üniversitesi, TÜRKİYE

Abstract

Following the Marmara Earthquake of 17 August 1999, many structures identified as Medium Damaged continue to be used. While the strengthening practice was carried out in accordance with the TDY 1998 principles, the concept of structural performance came into force with DBYBHY 2007. Therefore, performance goal is not observed while strengthening.

The purpose of this study is to design and construct a reinforced concrete residential building, which has been constructed and constructed in advance of DBYBHY 2007 and is considered to be moderately damaged after the 1999 Marmara Earthquake. method (mode combination method) to determine the performance.

For this aim, a 4-storey residential building with reinforced concrete frame system, which was designed and built in 1987, was constructed and reinforced after the 1999 Marmara Earthquake (in 2000). The results are presented in graphical and tabular form.

Keywords: Strengthened, performance, Structural Behaviour, Relative storey displacement, linear elastic analysis

Özet

17 Ağustos 1999 tarihli Marmara depreminin ardından “Orta Hasarlı” olarak belirlenen birçok yapı güçlendirilerek kullanılmaya devam etmektedir. Güçlendirme uygulaması TDY 1998 esaslarına göre yapılırken yapısal performans kavramı DBYBHY 2007 ile yürürlüğe girmiştir. Bu nedenle güçlendirme yapılırken performans hedefi gözetilmemiştir.

Bu çalışmanın amacı, DBYBHY 2007’den önce projelendirilip, inşa edilmiş ve 1999 Marmara Depremi sonrasında orta hasarlı olarak değerlendirildiği için güçlendirme uygulaması yapılmış mevcut bir betonarme konut yapısının, ilk halinin (güçlendirilmemiş hal) ve güçlendirilmiş halinin DBYBHY 2007’de yer alan doğrusal elastik hesap yöntemine (mod birleştirme yöntemi) göre performansının belirlenmesidir.

Bu amaçla 1987 yılında projelendirilip inşası tamamlanan, 1999 Marmara Depremi sonrası (2000 yılında) güçlendirme projeleri hazırlanıp güçlendirilen betonarme çerçeve sisteme sahip 4 katlı bir konut yapısı incelenmiştir. Elde edilen sonuçlar, grafik ve tablo halinde sunulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Güçlendirme, performans, yapısal davranış, görel kat ötelemesi, doğrusal elastik analiz

1Giriş

17 Ağustos 1999 tarihli depremde yaşanan büyük can ve mal kayıpları bunların bir sonucu olmuş ve gerek yönetmeliklerde gerek ise uygulamada değişikliklere gidilmesini zorunlu olmuştur. Bu nedenle 2007 yılında yürürlüğe giren DBYBHY ile performans kavramı getirilmiştir.

Deprem performansı, tanımlanan deprem etkisi altında bir binada oluşabilecek hasar düzeyine ve dağılımına bağlı olarak belirlenen yapı güvenliği durumu olarak tanımlanabilir (Şahin, 2014).

2007 yılında yürürlüğe giren DBYBHY Bölüm 7 (Mevcut Binaların Değerlendirilmesi ve Güçlendirilmesi) deprem bölgelerinde bulunan mevcut ve güçlendirilecek bina ve bina türü yapıların deprem etkileri altındaki performanslarının değerlendirilmesinde uygulanacak hesap kurallarını, güçlendirme kararlarında esas alınacak ilkeleri ve güçlendirilmesine karar verilen binaların güçlendirme tasarımı ilkelerini içermektedir.

Bu konu ile ilgili birçok çalışma gerçekleştirilmiştir. Uygun ve Celep (2007) tarafından hazırlanan çalışmada performans analizinde kullanılan hesap yöntemlerinden bahsedilmiş ve bu hesap yöntemleri karşılaştırılmıştır. Çalışmada süneklik düzeyi yüksek kiriş ve kolonlardan oluşan beş katlı, çerçeve sistemli bir yapı incelenmiştir. Çalışma sonucunda ‘doğrusal olan yöntemin daha tutucu sonuçlar verdiği, uygulama bakımından çözümlenmesinin daha basit olduğu, doğrusal olmayan yöntemin daha elverişli ve doğrusal yöntemle paralel sonuçlar verdiği, buna karşılık doğrusal olmayan dinamik yöntem sonuçlarının diğer iki yöntemin sonuçlarından uzak olduğu ’ gözlemlerine varılmıştır. Demir ve ark., (2013) tarafından hazırlanan çalışmada mevcut betonarme binaların doğrusal elastik ve doğrusal elastik olmayan hesap yöntemleri ile incelenmesi üzerine bir değerlendirmede bulunulmuştur. Hesap yöntemlerinin kıyaslanması çalışmasında toplam yüksekliği 25m’den az, toplam kat adedi 8’i aşmayan, burulma düzensizlik katsayısı $\eta_{bi} < 1,4$ olan 10 adet farklı illerdeki yapı incelenmiş, Sap2000 programı yardımı ile performans analizleri yapılmıştır. Uçar ve Merter (2012) tarafından hazırlanan çalışmada doğrusal elastik hesap yönteminden bahsedilmiştir. Yapılan çalışmada 5, 8 ve 10 katlı, yüksek süneklik düzeyine sahip yapılar Sap2000 programı yardımı ile incelenmiştir. Gökalp ve Bağcı (2009) tarafından hazırlanan çalışmada mod birleştirme yöntemi ile yapı güvenliğinin belirlenmesi konusu incelenmiştir. Çalışmada performans kavramı ve mod birleştirme yöntemi ile ilgili teorik bilgilere yer verilmiş örnekler ile konunun detaylı irdelemesi yapılmıştır. Yılmaz (2008) tarafından hazırlanan çalışmada mevcut bir betonarme yapının performans değerlendirmesi yapılmıştır. Çalışmada altı katlı mevcut bir konut binasının artımsal eşdeğer deprem yükü yöntemi, itme analizi ile performans analizi yapılmıştır. Karakaya (2013) tarafından hazırlanan çalışmada ikiden sekiz kata kadar aynı kat planına sahip yedi farklı yapı tasarlanmış, bu modeller mevcut yapı kabul edilmiş ve doğrusal olmayan yöntemlerle performans değerlendirmesi yapılmıştır. Yapılan analiz çalışması sonucunda elde edilen sonuçlar sunulmuş ve yorumlanmıştır.

Bir yapının performansı demek, daha önce belirlenen deprem riskleri altında yapının ne düzeyde hasar göreceği ve bu hasarın yapının güvenliğini ve kullanımını hangi düzeyde etkileyeceğini daha gerçekçi olasılıklarla tahmin etmektir. (Sucuoğlu, 2015). 2007 yılında yürürlüğe giren DBYBHY de yapı sistemlerinin deprem performanslarının belirlenmesinde, doğrusal ve doğrusal olmayan değerlendirme yöntemleri kullanılmaktadır. Doğrusal elastik yöntem çözümü her ne kadar doğrusal olsa da değerlendirme yönteminde sistemin elastik ötesi davranışı dikkate alınmaktadır

Doğrusal elastik yöntemin matematiksel anlamda “doğrusal” olduğunu kabul etmek uygun değildir. Yeni tasarımı yapılacak binalarda, doğrusal olmayan davranışla oluşacak yatay yük kapasite artımı tüm bina için öngörülen taşıyıcı sistem davranış katsayısı R ve ona bağlı kullanılan deprem yükü azaltma katsayısı $R_a(T)$ ile göz önüne alınmaktadır (Sezer ve ark., 2007). Depremden kaynaklanan tüm iç kuvvetlerin aynı yük azaltma faktörü ile azaltılmasının gerekçesi, binanın deprem sırasında tek dereceli bir sistem gibi davranacağı varsayımıdır (Sucuoğlu, 2006).

Mevcut binaların değerlendirilmesinde kullanılan doğrusal elastik değerlendirme yönteminde her eleman için göz önüne alınan etki/kapasite oranı r katsayısı ile doğrusal olmayan davranışla oluşacak yatay yük kapasite artımı göz önüne alınmaktadır. Diğer bir ifade ile çözüm işlemi doğrusal olmakla beraber bu yöntemde de taşıyıcı sistemin doğrusal olmayan davranışı göz önüne alınmaktadır (Sezer ve ark., 2007).

1.1.Bina Performansının Doğrusal Elastik Hesap Yöntemleri ile Belirlenmesi

2007 DBYBHY 2 ve 7. bölümlerinde belirtildiği üzere bina performansının doğrusal elastik hesap yöntemleri ile belirlenebilmesi için iki farklı hesap yöntemi bulunmaktadır. Bu hesap yöntemlerinden ilki Eşdeğer Deprem Yükü Yöntemi, ikincisi ise Mod Birleştirme Yöntemidir. Yapılmış olan çalışmada Mod Birleştirme Yöntemi kullanılmıştır. Bu yöntemde maksimum iç kuvvetler ve yerdeğiştirmeler, binada yeterli sayıda doğal titreşim modunun her biri için hesaplanan maksimum katkıların istatistiksel olarak birleştirilmesi ile elde edilir.

Bu yöntemde, herhangi bir n’inci titreşim modunda gözönüne alınacak azaltılmış ivme spektrumu ordinatı Denk.(1.1) ile belirlenmektedir

$$S_{aR}(T_n) = \frac{S_{ae}(T_n)}{R_a(T_n)} \quad (1.1)$$

Burada $S_{aR}(T_n)$ n’inci doğal titreşim modu için azaltılmış spektral ivmeyi [m /s²], $S_{ae}(T_n)$ n’inci doğal titreşim modu için elastik spektral ivmeyi [m /s²], $R_a(T_n)$ n’inci doğal titreşim modu için deprem yükü azaltma katsayısını ifade etmektedir.

Deprem yüklerinin belirlenmesi için esas alınacak olan spektral ivme katsayısı, A(T), etkin yer ivmesi katsayısı A_o ’ın bina önem katsayısı, I ve spektrum katsayısı S(T) ile çarpılmasıyla elde edilmektedir [Denk.(1.2)]. %5 sönüm oranı için tanımlanan elastik ivme spektrumunun ordinatı olan elastik spektral ivme, $S_{ae}(T)$, spektral ivme katsayısı ile yerçekimi ivmesi g’nin çarpımına karşı gelmektedir [Denk.(1.3)].

$$A(T) = A_o I S(T) \quad (1.2)$$

$$S_{ae}(T) = A(T) g \quad (1.3)$$

Yapılmış olan çalışmada süneklik düzeyleri iki doğrultu içinde aynı kabul edilmiştir. Yüksek sünekliğin bulunduğu durumlar için $R(x) = 6$, $R(y) = 6$ olarak kabul edilmiş, normal sünekliğin bulunduğu durumlar için $R(x) = 4$, $R(y) = 4$ olarak kabul edilmiştir

Zemin sınıfı Z3 , deprem bölgesi 1. Derece, Bina kullanım amacı konut ve bina önem katsayısı 1 alınmıştır.

2. Problemin Tanımı ve Analizleri

İncelenen konut binası kat yükseklikleri değişkenlik göstermekte olup Zemin Kat yüksekliği 3,60 metre, 1,2 ve 3. Normal Kat yükseklikleri 2,90 metredir. Yapı X ve Y yönlerinde simetrik olmamakla birlikte 93 m²'lik bir alan üzerine oturmaktadır(Şekil 1).

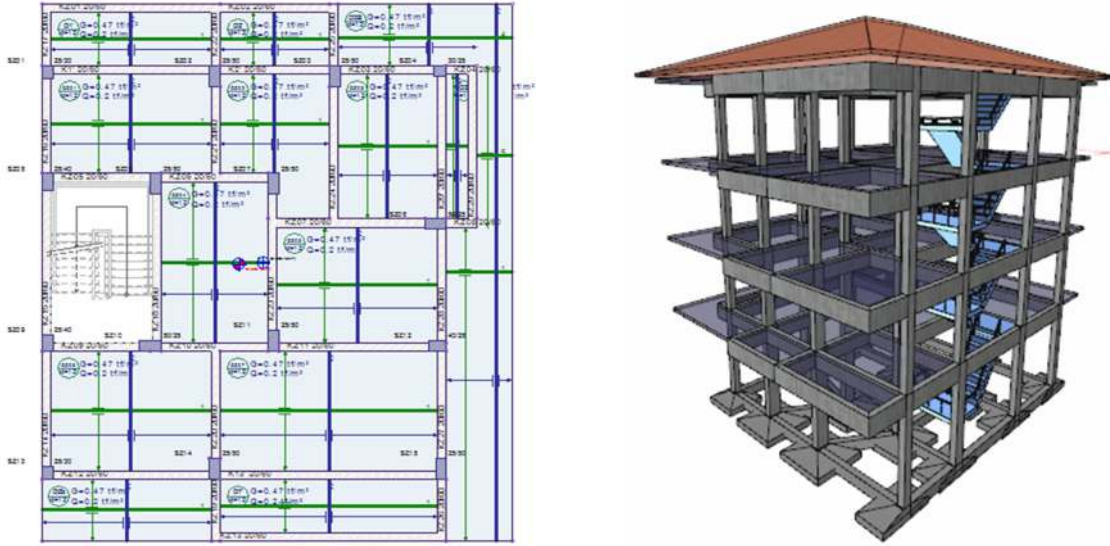
Mevcut yapıda döşeme kalınlıkları 12cm, kiriş boyutları 20x60 cm, kolon boyutları 25x30 cm, 25x40 cm, 25x50 cm olarak değişkenlik göstermektedir. Model1 olarak tanımlanan Mevcut yapıya ait bina özellikler Tablo 1 de verildiği gibidir.

Tablo 1.1 Model 1 Bina genel özellikleri

Bina Genel Bilgileri				
Açıklama	Bilgiler			
Kat Adedi	Zemin + 3 Normal Kat			
Kullanım Amacı	Konut			
Yapı Süneklik Düzeyi	Normal			
Bina Önem Katsayısı (I)	1			
Bina Taşıyıcı Sistemi	Betonarme Çerçevesel Sistem			
Zemin Sınıfı	Z3			
Spektrum Karakteristik Periyotları	Ta=0,15 sn Tb= 0,60 sn			
Zemin Emniyet Gerilmesi	$\sigma_{em} = 200 \text{ kN/m}^2$			
Deprem Bölgesi	1'inci Derece Deprem Bölgesi			
Etkin Yer İvmesi Katsayısı A_0	0,4			
Temel Tipi	Tekil Temel			
Malzeme	Beton Sınıfı : C14, Çelik Sınıfı : S220			
Beton Sınıfı : C14	Fck (Mpa)	Fctk (Mpa)	Fcd (Mpa)	Fctd (Mpa)
	14	1,3	9,3	0,87
Çelik Sınıfı : S220	Fyk (Mpa)	Fyd (Mpa)		
	220	191		
Kat Yükseklikleri (m)	Zemin	1	2	3
	3,6	2,9	2,9	2,9

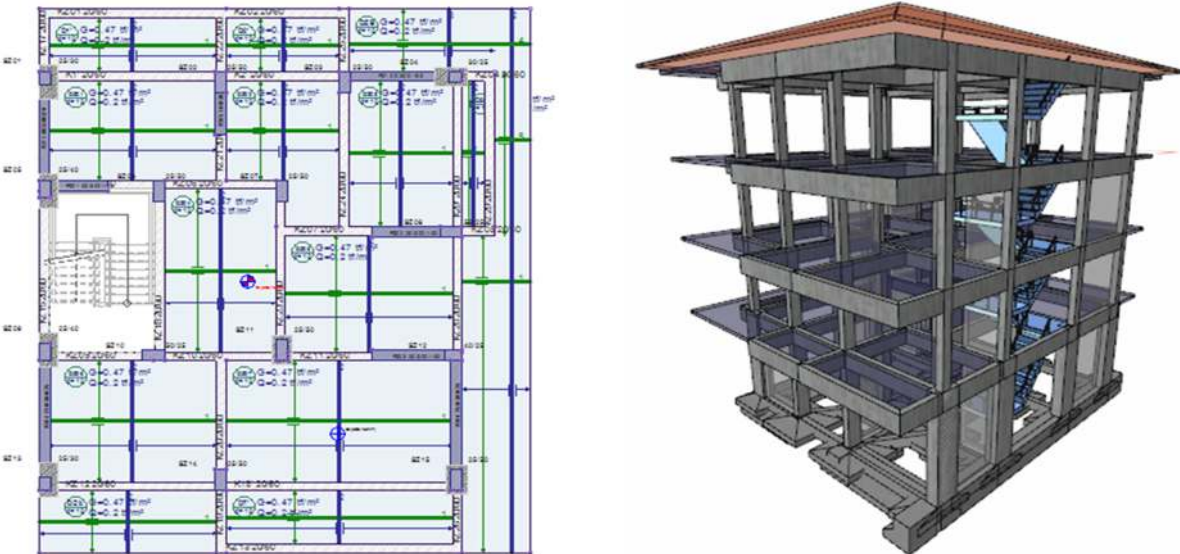
Mevcut binanın kullanım amacı ve türüne göre deprem aşılma olasılığı, 50 yılda %10 olarak seçilmiş ve hedeflenen performans düzeyi DBYBHY 2007'ye göre can güvenliği (CG) olarak belirlenmiştir.

Mevcut bina(Model 1) binanın ilk inşa edildiği güçlendirilmiş durumu ifade etmektedir.



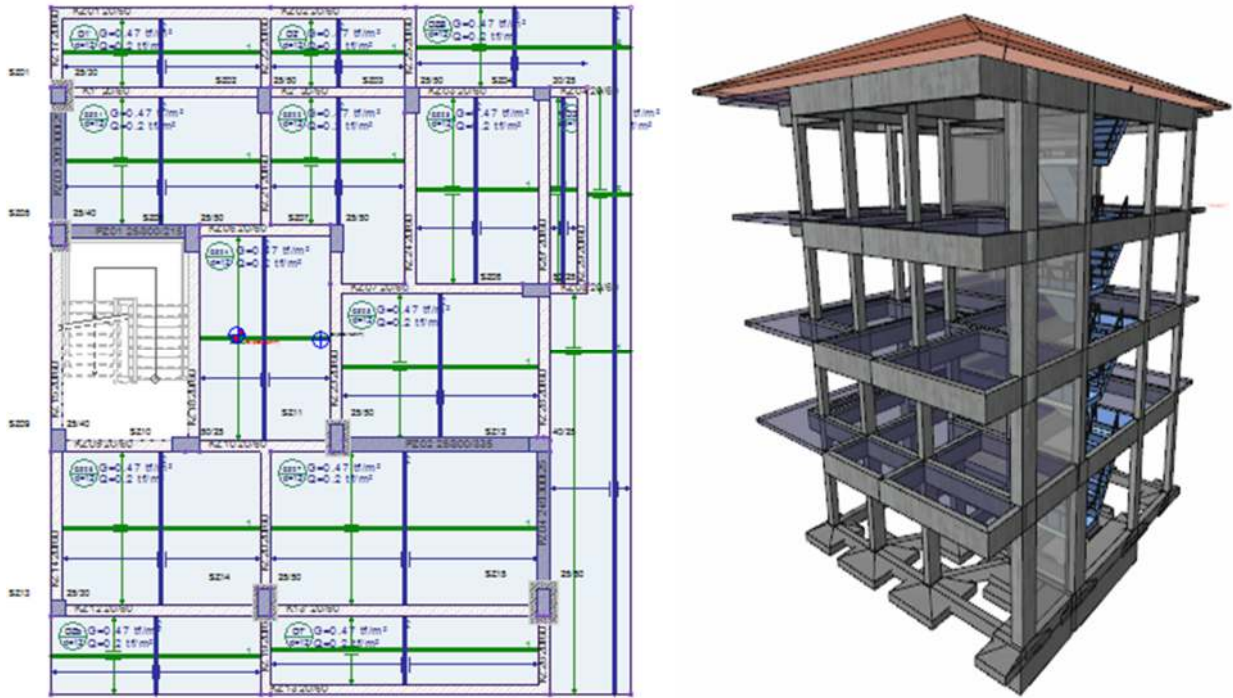
Şekil 1. Model 1(Mevcut) binasının zemin kat kalıp planı ve 3 boyutlu hesap modeli

Model 2 mevcut yapıya yapılan güçlendirilmiş yapı modelini tanımlamaktadır. Bu çalışmalar kapsamında, mevcutta bulunan 7 adet kolon güçlendirilmiştir. Bu kolonlardan 3 tanesi 70/45 cm boyutlarına (SZ04, SZ11, SZ15), 4 tanesi 80/40 cm boyutlarına (SZ01, SZ05, SZ09, SZ13) getirilmiştir. Ayrıca mevcut sisteme ilave olarak 20 ve 25 cm genişliklerinde 20 adet perde ilave edilmiştir. Zemin kattan başlanılarak ilave edilen perdelerden, 20 cm genişliğinde olanlar (2 adet) sadece zemin katta bulunmakta olup 25 cm genişliğinde olanlar (6 adet) Zemin kattan başlayıp 2. Kat tavanında son bulmuştur. Mevcut temel tipi tekil temel olmasından dolayı perde bölümlerine sürekli temeller ilave edilmiştir. Mevcut güçlendirilmiş yapının 3.normal katında herhangi bir güçlendirme uygulaması yapılmamıştır(Şekil 2)



Şekil 2. Model 2(Güçlendirilmiş) binasının zemin kat kalıp planı ve 3 boyutlu hesap modeli

Model 3 ise DBYBHY 2007 esaslarına göre gerekli performans hedefini sağlayacak şekilde güçlendirilmiş yapı modelini tanımlamaktadır. Yapılmış olan güçlendirme çalışmasında mevcutta bulunan 14 adet kolon güçlendirilmiştir(Şekil 3). Bu güçlendirme çalışmalarında ‘SZ01,S101,S201,S301’ kolonları 3 kenarından 15’er cm olacak şekilde mantolanmış, ‘SZ05’ kolonu 3 kenarından 10’ar cm olacak şekilde mantolanmış, ‘SZ11,S111,S211,S311’ kolonları 4 kenarından 10’ar cm olacak şekilde mantolanmış, ‘SZ14’ kolonu 4 kenarından 10’ar cm olacak şekilde mantolanmış, ‘SZ15,S115,S215,S315’ kolonları ise 4 kenarından 15’er cm olacak şekilde mantolanmıştır. Ayrıca mevcut sisteme ilave olarak 25 cm genişliğinde 16 adet güçlendirme perdesi (PZ01, PZ02, PZ03, PZ04, P101, P102, P103, P104, P201, P202, P203, P204, P301, P302, P303, P304) ilave edilmiştir. Mevcut temel tipi tekil temel olmasından dolayı perde bölümlerine sürekli temeller ilave edilmiştir.



Şekil 3. Model 3 TDY 2007 esaslarına göre güçlendirilmiş binanın zemin kat kalıp planı ve 3 boyutlu hesap modeli

Güçlendirmede mantolama ve ilave perde için C30 S 420 malzemesi seçilmiştir. İlave perdeler ve manto uygulaması bütün katlarda gerçekleştirilmiştir.

Hazırlanan bu üç model için gerçekleştirilen analiz sonucunda periyot, görece kat ötelemesi, kat deplasmanları, burulma düzensizliği ve performans durumu ayrıntılı olarak incelenmiştir.

2.1.Mod Birleştirme Yöntemi ve Performans Analizi Esasları

Mod birleştirme yöntemi tüm binalar için uygulanabilecek bir yöntemdir. Bu yöntemde maksimum iç kuvvetler ve yerdeğiştirmeler, binada yeterli sayıda doğal titreşim modunun her biri için hesaplanan maksimum katkıların istatistiksel olarak birleştirilmesi ile elde edilir. Mod birleştirme yöntemi ile hesapta Denk.(1.1)'de $R_a = 1$ alınacaktır. Uygulanan deprem doğrultusu ve yönü ile uyumlu eleman iç kuvvetlerinin ve kapasitelerinin hesabında, bu doğrultuda hakim olan modda elde edilen iç kuvvet doğrultuları esas alınacaktır. Döşemelerin yatay düzlemde rijit diyafram olarak çalıştığı binalarda, her bir katta, birbirine dik doğrultularda iki yatay serbestlik derecesi ile kütle merkezinden geçen düşey eksen etrafındaki dönme serbestlik derecesi gözönüne alınacaktır. Her katta modal deprem yükleri bu serbestlik dereceleri için hesaplanacak, ancak ek dış merkezlik etkisi'nin hesaba katılabilmesi amacı ile, deprem dorultusuna dik doğrultudaki kat boyutunun +%5'i ve -%5'i kadar kaydırılması ile belirlenen noktalara ve ek bir yükleme olarak kat kütle merkezine uygulanacaktır

Hesaba katılması gereken yeterli titreşim modu sayısı, Y, gözönüne alınan birbirine dik x ve y yatay deprem doğrultularının her birinde, her bir mod için hesaplanan etkin kütlelerin toplamının hiçbir zaman bina toplam kütlelerinin %90'ından daha az olmaması kuralına göre belirlenecektir.

$$\sum_{n=1}^Y M_{xn} = \sum_{n=1}^Y \frac{L_{xn}^2}{M_n} \geq 0.90 \sum_{i=1}^N m_i$$

$$\sum_{n=1}^Y M_{yn} = \sum_{n=1}^Y \frac{L_{yn}^2}{M_n} \geq 0.90 \sum_{i=1}^N m_i \quad (1.4)$$

Denk.(1.4)'de yer alan L_{xn} ve L_{yn} ile modal kütle M_n 'nin ifadeleri, kat döşemelerinin rijit diyafram olarak çalıştığı binalar için aşağıda verilmiştir

$$L_{xn} = \sum_{i=1}^N m_i \Phi_{xin} \quad ; \quad L_{yn} = \sum_{i=1}^N m_i \Phi_{yin}$$

$$M_n = \sum_{i=1}^N (m_i \Phi_{xin}^2 + m_i \Phi_{yin}^2 + m_{\theta i} \Phi_{\theta in}^2) \quad (1.5)$$

M_n , n'inci doğal titreşim moduna ait modal kütle değerini ifade etmektedir.

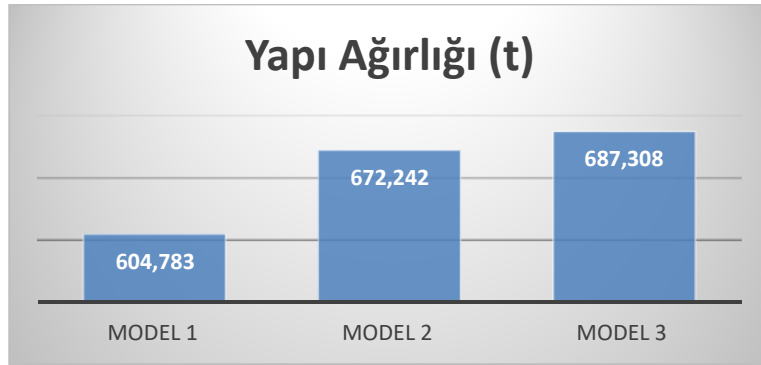
Binaların deprem performansı, uygulanan deprem etkisi altında binada oluşması beklenen hasarların durumu ile ilişkilidir ve dört farklı hasar durumu esas alınarak tanımlanmıştır. Performans değerlendirmesinde, kritik kesitlerinin hasarı MN'ye ulaşmayan elemanlar minimum hasar bölgesinde, MN ile GV arasında kalan elemanlar belirgin hasar bölgesinde, GV ve GÇ arasında kalan elemanlar ileri hasar bölgesinde, GÇ'yi aşan elemanlar ise göçme bölgesinde yer alırlar.

Hedeflenen performans düzeyi 50 yılda oluşma olasılığı % 10 olan şiddetli depremlerde Can Güvenliği(CG) değerinin sağlanmasıdır

3. Sonuçlar ve Değerlendirmeler

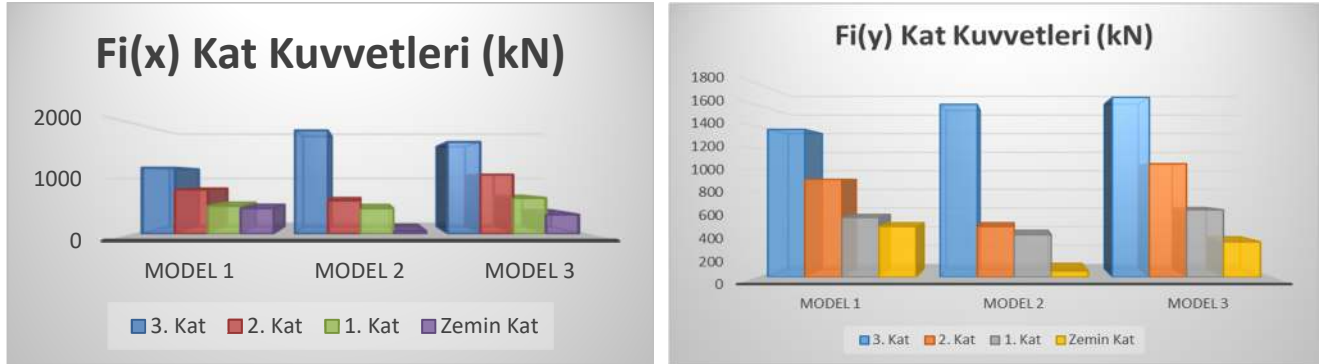
Çalışma kapsamında yapılan performans analizlerinde DBYBHY’te yer alan doğrusal elastik hesap yöntemlerinden mod birleştirme yöntemi kullanılmış, binanın kullanım amacı ve türüne göre deprem aşılma olasılığı, 50 yılda %10 olarak seçilmiş ve hedeflenen performans düzeyi can güvenliği (CG) olarak belirlenmiştir.

Mevcut binanın ilk halinin ve güçlendirilmiş halinin DBYBHY’te yer alan konutlar için istenen can güvenliği performans seviyesini karşılamadığı görülmüştür. Bunun sonucu olarak çalışmaya DBYBHY kriterlerine uygun yeni bir güçlendirme önerisi sunulması ile devam edilmiştir.

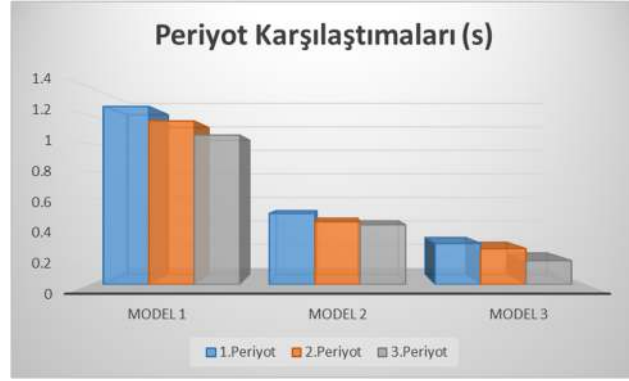


Şekil 4. Model ağırlıklarının karşılaştırılması

Şekil 4’te modellere ait yapı ağırlıkları sunulmuştur. 687,308 ton ile Model 3 en yüksek yapı ağırlığına sahip olurken, 604,783 ton ile Model 1 en düşük yapı ağırlığına sahip olmuştur. Bu durumun başlıca nedenleri, Model 3’te kullanılan güçlendirme perde genişliklerinin Model 2’ye göre daha büyük olması ve Model 3’te kullanılan güçlendirme kolon manto sayısının Model 2’den daha fazla olmasıdır.

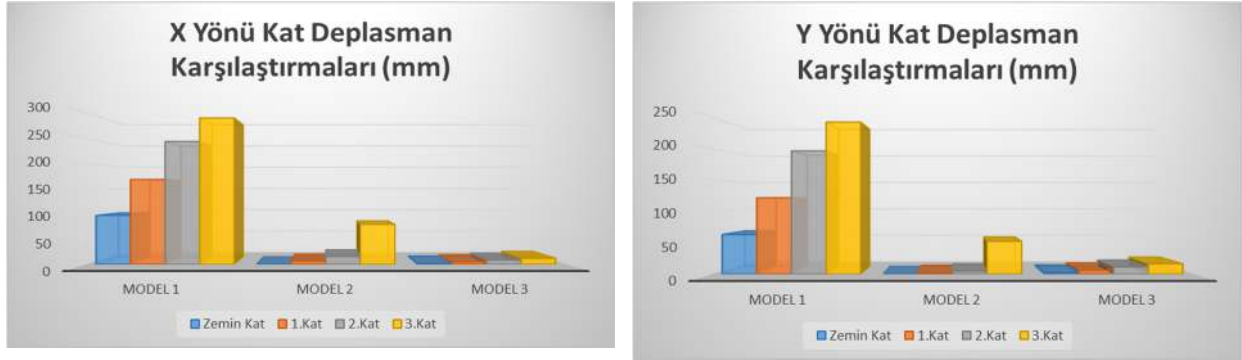


Şekil 5. X ve Y yönü kat kuvvetlerinin karşılaştırılması



Şekil 6 . Modeller arası ilk üç hakim periyodun karşılaştırılması

Şekil 6’da modellere ait ilk üç periyot sunulmuştur. Şekilde belirtildiği üzere en yüksek değere sahip hakim periyot Model 1’de, en düşük değere sahip hakim periyot ise Model 3’te oluşmuştur. Model 2 ve 3’te güçlendirme ile birlikte eklenen perde ve mantolanan kolonlar neticesinde yapı ağırlığı ve rijitliği artmış, bunun sonucu olarak periyot düşmüştür.



Şekil 7. X ve Y yönü kat deplasmanlarının karşılaştırılması

Şekil 7’de modeller içerisindeki katlarda yer alan, en yüksek X ve Y yönü kat deplasman değerine sahip yapı elemanlarının, kat deplasman değerleri sunulmuştur. Model 1 her bir kat için en yüksek deplasman değerlerine sahip modeldir. Model 2 ve 3’te yapılan güçlendirme çalışmaları yapının ilk halinde oluşan deplasmanları azaltmış, Şekil 7.’de belirtildiği seviyelere indirgemıştır. Ayrıca Model 2’nin 2.Normal katında yer alan maksimum kat deplasman değerinin 15,58 mm olmasına rağmen 3.Normal katında maksimum kat deplasman değerinin 78,96 mm olduğu görülmüştür. Bu durumun başlıca nedeni, yapı üzerine uygulanan güçlendirme çalışmalarının 3.Normal kata kadar devam ettirilmemesi (kolon mantoları, güçlendirme perdeleri) ve 3.Normal katta herhangi bir güçlendirme uygulamasının yapılmamasıdır.

Tablo 2’de X ve Y yönleri için ayrı olacak şekilde, her bir kattaki maksimum görece kat öteleme değerine sahip eleman değeri ile birlikte belirtilmiştir. Elde edilen değerler her bir eleman için ayrı ayrı Tablo 6.8’deki sınır değerler ile karşılaştırılmış ve elemanların hasar bölgeleri belirlenmiştir.

Tablo 2 Model 3 Görelî kat ötelemeleri

Kat Genel Ayarları	X Yönü					Y Yönü				
	Eleman	δ_{ji} (mm)	h_{ji} (m)	$\frac{\delta_{ji}}{h_{ji}}$	Hasar Bölgesi	Eleman	δ_{ji} (mm)	h_{ji} (m)	$\frac{\delta_{ji}}{h_{ji}}$	Hasar Bölgesi
3. Kat	P3303	3,65	2,30	0,002	Minimum	P3303	5,12	2,30	0,002	Minimum
2. Kat	P2203	3,57	2,30	0,002	Minimum	P2203	4,91	2,30	0,002	Minimum
1. Kat	P1103	2,96	2,30	0,001	Minimum	P1103	3,95	2,30	0,002	Minimum
Zemin Kat	PZZ03	1,95	3,60	0,001	Minimum	PZZ03	2,42	3,00	0,001	Minimum

Yapılan analizler sonucunda binanın her iki yönde de hemen kullanım performansını sergilediği görülmüştür. Bu öneride binaya güçlendirme perdeleri ve kolon mantoları ilave edilerek güçlendirme çalışması yapılmış olup güçlendirme perdelerinin yerleri belirlenirken düzensizliğin oluşmamasına ve binaya etkiyen toplam kesme kuvvetinin büyük çoğunluğunun güçlendirme perdeleri ile taşınmasına dikkat edilmiş, mevcut mimari durumu çok fazla değiştirmeden bir çözüme ulaşılmıştır.

4. Kaynaklar

1. 2007, Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik, Bayındırlık ve İskan Bakanlığı, Ankara.
2. 1975, Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik , İnşaat Mühendisleri Odası, Ankara.
3. 2000, Betonarme Yapıların Tasarım ve Yapım Kuralları, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
4. Celep, Z., 2007. Mevcut betonarme binaların deprem güvenliğinin değerlendirilmesi, İnşaat Mühendisleri Odası İstanbul Şubesi, Mesleki Eğitim Kursu.
5. Yılmaz, C., 2008. Statik itme analizi ile mevcut bir betonarme yapının performans değerlendirilmesi. İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği, Yüksek Lisans Tezi.
6. Karakaya, M., 2013. Betonarme taşıyıcı sistemlerin doğrusal olmayan yöntemlerle performansının değerlendirilmesi. İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği, Yüksek Lisans Tezi.
7. Dedeoğlu, F., 2014. Betonarme binanın doğrusal elastik olmayan hesap yöntemi ile performans analizi. İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği, Yüksek Lisans Tezi.
8. Şahin, H., 2014. Mevcut bir betonarme yapının artımsal eşdeğer deprem yükü yöntemi ile performansının değerlendirilmesi. İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği, Yüksek Lisans Tezi.
9. Kıran, F., 2010. Binaların performans analizi için kullanılan doğrusal ve doğrusal olmayan analiz yöntemlerinin incelenmesi. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği, Yüksek Lisans Tezi.