



**Makale
(Article)**

Yumuşak Kat Oluşumunda Duvar Etkisi Ve Türk Deprem Yönetmeliğinin Konuya Yaklaşımı

TeKin TEZCAN*, **Hakan BAŞARAN****, **Ali DEMİR*****, **Muhiddin BAĞCI*****

*Celal Bayar Üniversitesi Turgutlu MYO., Turgutlu/MANİSA/TÜRKİYE

**Celal Bayar Üniversitesi MOSB MYO., MANİSA/TÜRKİYE

***Celal Bayar Üniversitesi Müh. Fak. İnşaat Müh. Böl., MANİSA/TÜRKİYE

muhiddin.bagci@cbu.edu.tr

Özet

Bir binada alt kat yüksekliğinin diğer katlardan fazla olması sonucu yumuşak kat düzensizliğinin oluşabileceği, inşaat mühendisleri arasında oldukça yaygın bir görüştür. Yapılarda katlar arasında taşıyıcı sistem değişikliği veya katlar arası farklı döşeme sistemi kullanılması gibi birçok farklı nedenle yumuşak kat oluşumuna rastlanmaktadır. Ancak betonarme yapılarda yumuşak kat oluşumunun en yaygın nedenlerinden biri de genellikle zemin katlarında mağaza, restoran, otomobil galerisi, banka vb. gelir getirici ticari fonksiyonların yer almasını sağlamak ve mümkün olduğunca geniş alanlar oluşturabilmek amacı ile duvar örülmesinden kaçınılmasıdır. Bu durumdaki binalar Türk Deprem Yönetmeliğine (TDY-2007) uygun tasarlanıp, analizleri yapılsa ve her yönü ile sağlam olsalar bile, yumuşak kat düzensizliğinden dolayı depremde ağır hasara uğramakta, hatta yıkılmaktadır. Bu çalışmada TDY-2007 şartnamesine göre bir yapının yumuşak kat düzensizliğinin saptanmasında sorun olduğu ele alınan bir örnekle gösterilmiştir. TDY'nin konu hakkında önerdiği kriterlerin düzeltilebilmesi ve yumuşak kat düzensizliğinin giderilebilmesi için öneriler verilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Yumuşak kat, TDY-2007, Sap2000.

Approach to Subject of Turkish Earthquake Code and the Wall Effect in the Formation Soft Storey

Abstract

The idea that may occur soft storey irregularity is quite common among civil engineers, if the ground height is more than the other floors in the building. The formation of a soft storey is found due to many different reasons such as structural changes between floors in buildings or between floors the use of different flooring system. However, one of the most common causes of the formation of a soft storey in reinforced concrete structures, It is usually avoidance weave of the wall with the aim of creating large areas as much as possible and provide income-generating commercial areas on the ground level shops, restaurants, car dealerships, banks and so on. Even if buildings in this case are designed in accordance with the Turkish Earthquake Code (TEC-2007), they have suffered from severe damage, and even destroyed in earthquakes due to soft storey irregularity. It is illustrated with an example given that they cannot determine the soft storey irregularity of a building. Suggestions are given for soft storey criteria proposed of TEC-2007 on the subject.

Keywords : Soft storey, TEC-2007, Sap2000.

Bu makaleye atf yapmak için

Tezcan T., Başaran H., Demir A., Bağcı M., "Yumuşak Kat Oluşumunda Duvar Etkisi Ve Türk Deprem Yönetmeliğinin Konuya Yaklaşımı" Yapı Teknolojileri Elektronik Dergisi 2013, 9(1)29-38

How to cite this article

Tezcan T., Başaran H., Demir A., Bağcı M., "Approach to Subject of Turkish Earthquake Code and the Wall Effect in the Formation Soft Storey" Electronic Journal of Construction Technologies, 2013, 9 (1) 29-38

1. GİRİŐ

Son yıllarda yapılan çalışmalar, betonarme çerçeveler arasında örülen duvarların yapı davranışı üzerinde önemli etkileri bulunduğunu göstermiştir [1-15]. Duvarlar buldukları yapıda, bina performansı, taşıyıcı sistemin gerilmeleri, enerji yutma ve yük taşıma kapasiteleri, dayanım, rijitlik, doğal titreşim periyodu, yatay deplasman, taban kesme kuvveti ve süneklik değerini etkilemektedir. Buna rağmen, günümüzde betonarme yapıların davranıőını belirlemek için yapılan analiz ve tasarımlarda, çerçeveler arasında yer alan duvarlar taşıyıcı eleman olarak dşnlmemektedir. Bunun başlıca nedenleri, duvarların binanın yatay rijitliğine etkisini ispatlayan, geçerli bir modelin olmaması, duvarları kapsayan hesap modellerini oluşturmadaki güçlükler, duvarları oluşturan malzeme özelliklerinin değişken olması ve duvar dayanımını önemli miktarda azaltan kötü işçilik olarak gösterilebilir.

Taşıyıcı sistemi betonarme çerçevelerden oluşan bir binada, zemin kat yüksekliğinin normal katlardan fazla olması, dolgu duvarların binanın katları boyunca devam etmeyip, özellikle zemin katta mağaza, restoran, banka vb. ticari fonksiyonlara geniş alanlar sağlayabilmek için azaltılması veya hiç yapılmaması yumuşak kat düzensizliğine sebep olur [16-18]. Ülkemizde ve dünyada oluşan depremlerde görüldüğü üzere yumuşak kat düzensizliği, yapıların güvenilirliği ve stabilitesi açısından oldukça ciddi bir tehdit oluşturmaktadır.

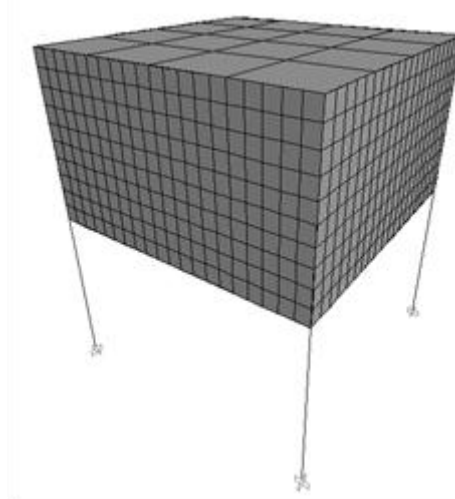
Geçmiş depremlerdeki bina hasarları incelendiğinde, tipik olarak zemin katlarındaki duvarları, üst katlara nazaran hiç olmayan veya çok az olan binaların, zemin kat hizasında büyük hasar gördüğüne şahit olunmuştur. Çünkü duvarlardan yoksun olan zemin katın yatay deplasmanlara karşı direnci, duvarlar bakımından zengin olan üst katlara göre çok azdır. Duvar rlmeyen ve/veya kat yüksekliği göreceli olarak büyük olan zemin katlar, binalarda deprem hasarlarının odak noktasıdır.

Türk Deprem Yönetmeliği (TDY-2007), yumuşak kat düzensizliği bulunan binalarda, sadece bina yüksekliğinin 25 m'den fazla olduğu durumlarda, dinamik analiz yapılması şeklinde bir yaptırım getirmektedir [19]. Esasen bu yaptırım bir cezalandırma değil, adeta bir mkfatlandırmadır. Genelde dinamik analiz, statik eşdeğer yönteme göre daha küçük deprem kuvvetleri vermektedir. Bunun dışında yönetmelikte öngörülen hiçbir yaptırım yoktur. Yapılan alışma ile (TDY-2007)'şartnamesi ile düşey yönde süreksizliği bulunan güvensiz katların (yumuşak kat düzensizliğinin), bir binada bulunup bulunmadığının tespit edilemediği grlmştur. Yapıda yumuşak kat düzensizliği bulunması halinde, TDY-2007 ile gerekli düzeltici ve kusur giderici önlemlerin alınamadığı bu konuda şartnamenin yetersiz kaldığı görülmektedir.

2.MATERYAL VE YÖNTEM

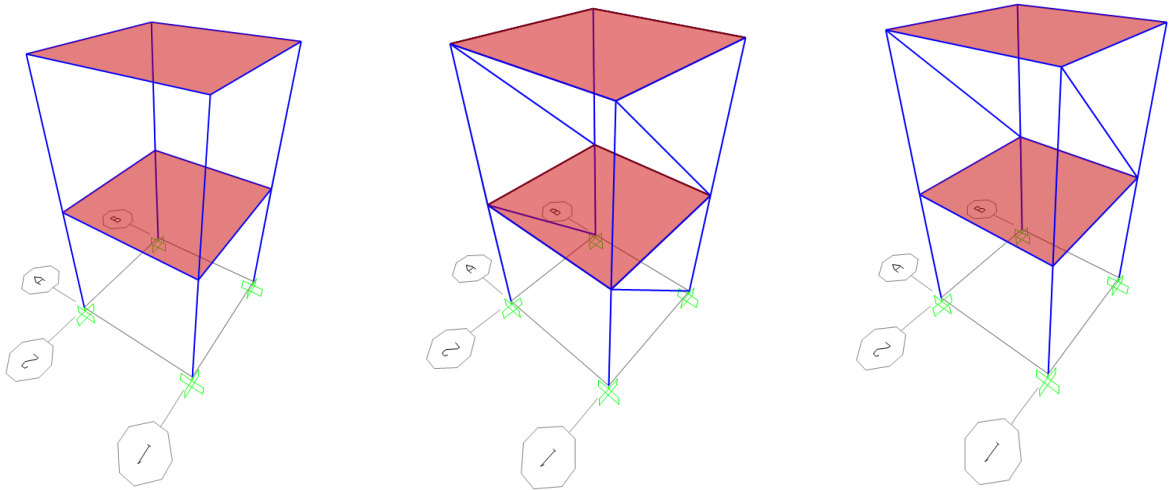
Sadece alt katlarında duvar rlmeyen bir yapı, duvarlı üst katlara nazaran yanal öteleme rijitliği bakımından zayıf kalmaktadır. Bu nedenle yapıda yumuşak kat oluşumu beklenir. Bu durumun nümerik olarak gösterilebilmesi için ele alınan iki katlı tek açıklıklı, betonarme bina modeli şekil 1'de gösterilmiştir. Modelde kat yükseklikleri 2.7 m, açıklıklar 4.5 m, kat kolonları 0.30x0.30 m, kat kirişleri 0.3x0.6 m, döşeme yükseklikleri 0.12 m olarak alınmıştır. Sap2000 programında yapı periyodu 0.16 olarak elde edilmiştir [20].

Ele alınan örnek üzerinde yapılacak sarsma tablası deneyi, Celal Bayar Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından alt yapı projesi kapsamında desteklenmektedir. Projeye 2013 yılı başlarında başlanmıştır. Projede kullanılacak tek eksenli deprem simülatörü Celal Bayar Üniversitesi Mühendislik Fakültesi İnaaat Mühendisliği Bölümü Laboratuvarında kurulmuştur. Halen rnek numunelerin hazırlanması aşamasıyla projeye devam edilmektedir. Sarsma tablasında kullanılacak ölçekli model yapının boyutları, 0.16 sn olan yapı periyodunu sağlayacak şekilde seçilmiştir.



Şekil 1. Modelde kullanılacak 2 katlı betonarme bina örneği

Bu çalışmada ele alınan tek açıklıklı, iki katlı ölçekli model üzerinde SAP2000 programı kullanılarak Yumuşak Kat oluşumu incelenmiştir. Bunun için üç tür analiz ele alınmıştır. Yapı, birinci analiz için tüm kat çerçevelerinde duvarın örülü olmaması durumunda TDY'ne göre, ikinci analiz için tüm kat çerçevelerinde duvarın örülü olması durumunda FEMA'ya göre, üçüncü analiz için sadece üst kat çerçevelerinde duvarın örülü olması durumunda FEMA'ya göre değerlendirilecek şekilde modellenmiştir [21] (Şekil 2).



Şekil 2. (a)TDY göre duvarsız modelleme

(b)FEMA ya göre tüm katları duvarlı modelleme

(c)FEMA ya göre üst katı duvarlı modelleme

3.YUMUŞAK KAT DÜZENSİZLİĞİ

Birbirine dik iki deprem doğrultusunun herhangi biri için, herhangi bir i 'nci kattaki ortalama görelî kat ötelemesi oranının bir üst veya bir alt kattaki ortalama görelî kat ötelemesi oranına bölünmesi ile tanımlanan Yumuşak Kat Düzensizliği (denklem 1) [19], Rijitlik Düzensizliği Katsayısı η_{ki} 'nin 2.0'den fazla olması durumudur.

$$\eta_{ki} = \frac{(\Delta_i/h_i)_{ort}}{(\Delta_{i+1}/h_{i+1})_{ort}} > 2 \quad (1)$$

η_{ki} : Binanın i'nci katında tanımlanan Rijitlik Düzensizliği Katsayısı

Δ_i : Binanın i'nci katındaki azaltılmış görel kat ötelemesi

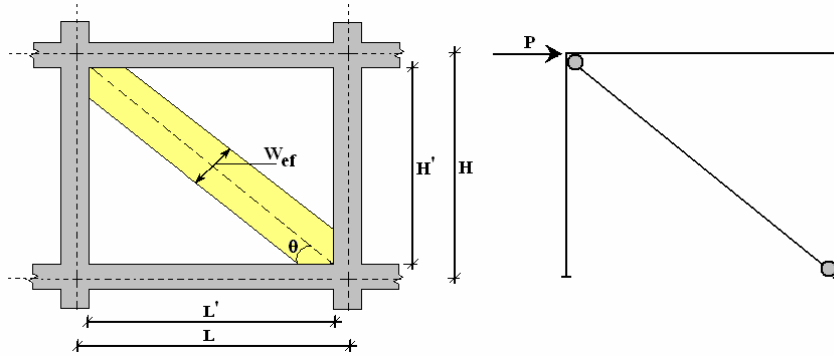
h_i : Binanın i'nci katının kat yüksekliği

Görel kat ötelemelerinin hesabı, \pm %5 ek dışmerkezlilik etkileri de gözönüne alınarak yapılacaktır.

4.YAPI ANALİZİ

Yatay yük seviyesinin küçük değerleri için betonarme çerçeveler ve duvarlar birlikte hareket etmektedir. Sistemdeki yatay yer değiştirmeler arttıkça, çerçeve eğilme modunda hareket etmekte ve duvarlar buna engel olmaya çalışmaktadır. Yükün artırılmasıyla duvar, kolon-kiriş birleşim bölgelerinde açılmalar oluşmakta ve duvar üzerinde çapraz basınç çubuğu oluşmaktadır [22]. Şekil 3' te gösterilen yatay yük etkisi altında duvarlar için kabul edilen Eşdeğer Diyagonal Basınç çubuğu yaklaşımı, duvarlı çerçeveler için basit bir hesap tarzı getirmektedir.

Duvarı temsil eden eşdeğer basınç çubuğunun mekanik ve geometrik özelliklerinin belirlenmesi son derece önemlidir. Bu sebeple FEMA ve Mainstone [23] tarafından önerilen bağıntılar kullanılarak duvarlar eşdeğer basınç çubuklara dönüştürülmüştür.



Şekil 3. Yatay yük etkisi altında duvarda oluşan basınç bölgesi ve duvarları temsil eden Eşdeğer Basınç Çubuk

$$d = \sqrt{H^2 + L^2} \quad (2)$$

$$w_{ef} = 0.175(\lambda_1 \cdot H)^{-0.4} \cdot \sqrt{H^2 + L^2} \quad (3)$$

$$\lambda_1 = \left[\frac{E_m \cdot t \cdot \sin 2\theta}{4 \cdot E_s \cdot I_c \cdot H'} \right]^{\frac{1}{4}} \quad (4)$$

w_{ef} : Eşdeğer diyagonal basınç çubuğu gelişliği

λ : Dolgu ile çerçevenin rijitlik parametresi

H : Kat yüksekliği

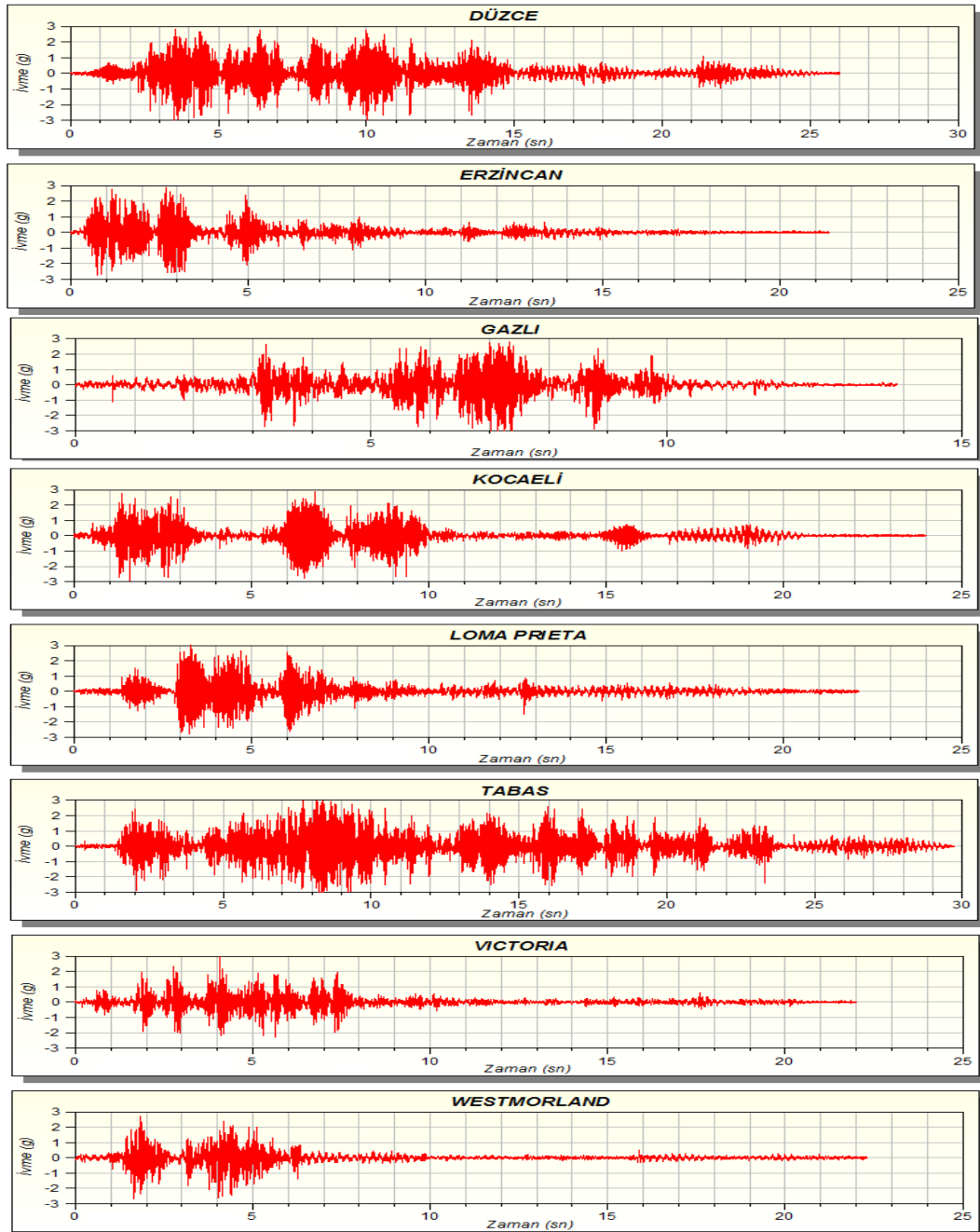
H' : Net yükseklik

L : Çerçeve açıklığı

- E_m : Eşdeğer diyagonal basınç çubuğunun elastisite modülü
 t : Dolgu duvar kalınlığı
 θ : Diyagonal basınç çubuğunun yatayla yaptığı açı
 E_s : Çerçeve malzemesinin elastisite modülü
 I_c : Kolon atalet momenti

Duvarların birim hacim ağırlığı 1.4 t/m³, elastisite modülleri 5050 MPa ve basınç dayanımları 3 MPa olarak belirlenmiştir [24].

Üç farklı model Zaman Tanım Aralığı yöntemiyle analiz edilerek, yapının yumuşak kat düzensizlikleri araştırılmıştır. Bu amaçla geçmişte yaşanmış Düzce, Erzincan, Gazlı, Kobe, Loma Prieta, Tabas, Victoria, Westmorland depremlerine ait ivme verileri kullanılmıştır [25] (Şekil 4). Elde edilen analiz değerleri Tablo (1-8)'de gösterilmiştir.



Şekil 4. Deprem verileri

Tablo 1. Düzce Depremi İvme Verilerine Göre Yumuşak Kat Düzensizliği

(a)TDY ye göre çözüm	Kat No	h_i (cm)	$(d_i)_{max}$	$(d_i)_{min}$	$(\Delta_i)_{max}$	$(\Delta_i)_{min}$	$(\Delta_i)_{ort}$	η_{ki}		Düzensizlik
	2	135	2,9538	2,9538	1,3415	1,3415	0,0099	-		Yok
1	135	1,6123	1,6123	1,6123	1,6123	0,0119	1,20	< 2 olmalı		
(b)FEMA'ya göre tüm katları duvarlı yapı	Kat No	h_i (cm)	$(d_i)_{max}$	$(d_i)_{min}$	$(\Delta_i)_{max}$	$(\Delta_i)_{min}$	$(\Delta_i)_{ort}$	η_{ki}		Düzensizlik
	2	135	0,5251	0,5251	0,1929	0,1929	0,0014	-		Yok
1	135	0,3322	0,3322	0,3322	0,3322	0,0025	1,72	< 2 olmalı		
(c) FEMA'ya göre alt katı boş, üst katı duvarlı yapı	Kat No	h_i (cm)	$(d_i)_{max}$	$(d_i)_{min}$	$(\Delta_i)_{max}$	$(\Delta_i)_{min}$	$(\Delta_i)_{ort}$	η_{ki}		Düzensizlik
	2	135	2,1967	2,1967	0,4588	0,4588	0,0034	-		Var
1	135	1,7379	1,7379	1,7379	1,7379	0,0129	3,79	< 2 olmalı		

Tablo 2. Erzincan Depremi İvme Verilerine Göre Yumuşak Kat Düzensizliği

(a)TDY ye göre çözüm	Kat No	h_i (cm)	$(d_i)_{max}$	$(d_i)_{min}$	$(\Delta_i)_{max}$	$(\Delta_i)_{min}$	$(\Delta_i)_{ort}$	η_{ki}		Düzensizlik
	2	135	4,0218	4,0218	1,7648	1,7648	0,0131	-		Yok
1	135	2,2570	2,2570	2,2570	2,2570	0,0167	1,28	< 2 olmalı		
(b)FEMA'ya göre tüm katları duvarlı yapı	Kat No	h_i (cm)	$(d_i)_{max}$	$(d_i)_{min}$	$(\Delta_i)_{max}$	$(\Delta_i)_{min}$	$(\Delta_i)_{ort}$	η_{ki}		Düzensizlik
	2	135	0,5520	0,5520	0,2038	0,2038	0,0015	-		Yok
1	135	0,3482	0,3482	0,3482	0,3482	0,0026	1,71	< 2 olmalı		
(c) FEMA'ya göre alt katı boş, üst katı duvarlı yapı	Kat No	h_i (cm)	$(d_i)_{max}$	$(d_i)_{min}$	$(\Delta_i)_{max}$	$(\Delta_i)_{min}$	$(\Delta_i)_{ort}$	η_{ki}		Düzensizlik
	2	135	1,8964	1,8964	0,3883	0,3883	0,0029	-		Var
1	135	1,5081	1,5081	1,5081	1,5081	0,0112	3,88	< 2 olmalı		

Tablo 3. Gazlı Depremi İvme Verilerine Göre Yumuşak Kat Düzensizliği

(a)TDY ye göre çözüm	Kat No	h_i (cm)	$(d_i)_{max}$	$(d_i)_{min}$	$(\Delta_i)_{max}$	$(\Delta_i)_{min}$	$(\Delta_i)_{ort}$	η_{ki}		Düzensizlik
	2	135	2,4578	2,4578	1,1087	1,1087	0,0082	-		Yok
1	135	1,3491	1,3491	1,3491	1,3491	0,0100	1,22	< 2 olmalı		
(b)FEMA'ya göre tüm katları duvarlı yapı	Kat No	h_i (cm)	$(d_i)_{max}$	$(d_i)_{min}$	$(\Delta_i)_{max}$	$(\Delta_i)_{min}$	$(\Delta_i)_{ort}$	η_{ki}		Düzensizlik
	2	135	0,4872	0,4872	0,1799	0,1799	0,0013	-		Yok
1	135	0,3073	0,3073	0,3073	0,3073	0,0023	1,71	< 2 olmalı		
(c) FEMA'ya göre alt katı boş, üst katı duvarlı yapı	Kat No	h_i (cm)	$(d_i)_{max}$	$(d_i)_{min}$	$(\Delta_i)_{max}$	$(\Delta_i)_{min}$	$(\Delta_i)_{ort}$	η_{ki}		Düzensizlik
	2	135	2,3954	2,3954	0,5040	0,5040	0,0037	-		Var
1	135	1,8914	1,8914	1,8914	1,8914	0,0140	3,75	< 2 olmalı		

Tablo 4. Kobe Depremi İvme Verilerine Göre Yumuşak Kat Düzensizliği

(a)TDY ye göre çözüm	Kat No	h_i (cm)	$(d_i)_{max}$	$(d_i)_{min}$	$(\Delta_i)_{max}$	$(\Delta_i)_{min}$	$(\Delta_i)_{ort}$	η_{ki}		Düzensizlik
	2	135	3,2109	3,2109	1,4618	1,4618	0,0108	-		Yok
1	135	1,7491	1,7491	1,7491	1,7491	0,0130	1,20	< 2 olmalı		
(b)FEMA'ya göre tüm katları duvarlı yapı	Kat No	h_i (cm)	$(d_i)_{max}$	$(d_i)_{min}$	$(\Delta_i)_{max}$	$(\Delta_i)_{min}$	$(\Delta_i)_{ort}$	η_{ki}		Düzensizlik
	2	135	0,5722	0,5722	0,2121	0,2121	0,0016	-		Yok
1	135	0,3601	0,3601	0,3601	0,3601	0,0027	1,70	< 2 olmalı		
(c) FEMA'ya göre alt katı boş, üst katı duvarlı yapı	Kat No	h_i (cm)	$(d_i)_{max}$	$(d_i)_{min}$	$(\Delta_i)_{max}$	$(\Delta_i)_{min}$	$(\Delta_i)_{ort}$	η_{ki}		Düzensizlik
	2	135	2,1257	2,1257	0,4389	0,4389	0,0033	-		Var
1	135	1,6868	1,6868	1,6868	1,6868	0,0125	3,84	< 2 olmalı		

Tablo 5. Loma Prieta Depremi İvme Verilerine Göre Yumuşak Kat Düzensizliği

(a)TDY ye göre çözüm	Kat No	h_i (cm)	$(d_i)_{max}$	$(d_i)_{min}$	$(\Delta_i)_{max}$	$(\Delta_i)_{min}$	$(\Delta_i)_{ort}$	η_{ki}		Düzensizlik
	2	135	2,9079	2,9079	1,3280	1,3280	0,0098	-		Yok
1	135	1,5799	1,5799	1,5799	1,5799	0,0117	1,19	< 2 olmalı		
(b)FEMA'ya göre tüm katları duvarlı yapı	Kat No	h_i (cm)	$(d_i)_{max}$	$(d_i)_{min}$	$(\Delta_i)_{max}$	$(\Delta_i)_{min}$	$(\Delta_i)_{ort}$	η_{ki}		Düzensizlik
	2	135	0,4606	0,4606	0,1703	0,1703	0,0013	-		Yok
1	135	0,2903	0,2903	0,2903	0,2903	0,0022	1,70	< 2 olmalı		
(c) FEMA'ya göre alt katı boş, üst katı duvarlı yapı	Kat No	h_i (cm)	$(d_i)_{max}$	$(d_i)_{min}$	$(\Delta_i)_{max}$	$(\Delta_i)_{min}$	$(\Delta_i)_{ort}$	η_{ki}		Düzensizlik
	2	135	2,2992	2,2992	0,4785	0,4785	0,0035	-		Var
1	135	1,8207	1,8207	1,8207	1,8207	0,0135	3,81	< 2 olmalı		

Tablo 6. Tabas Depremi İvme Verilerine Göre Yumuşak Kat Düzensizliği

(a)TDY ye göre çözüm	Kat No	h_i (cm)	$(d_i)_{max}$	$(d_i)_{min}$	$(\Delta_i)_{max}$	$(\Delta_i)_{min}$	$(\Delta_i)_{ort}$	η_{ki}		Düzensizlik
	2	135	3,7801	3,7801	1,7439	1,7439	0,0129	-		Yok
1	135	2,0362	2,0362	2,0362	2,0362	0,0151	1,17	< 2 olmalı		
(b)FEMA'ya göre tüm katları duvarlı yapı	Kat No	h_i (cm)	$(d_i)_{max}$	$(d_i)_{min}$	$(\Delta_i)_{max}$	$(\Delta_i)_{min}$	$(\Delta_i)_{ort}$	η_{ki}		Düzensizlik
	2	135	0,5085	0,5085	0,1885	0,1885	0,0014	-		Yok
1	135	0,3200	0,3200	0,3200	0,3200	0,0024	1,70	< 2 olmalı		
(c) FEMA'ya göre alt katı boş, üst katı duvarlı yapı	Kat No	h_i (cm)	$(d_i)_{max}$	$(d_i)_{min}$	$(\Delta_i)_{max}$	$(\Delta_i)_{min}$	$(\Delta_i)_{ort}$	η_{ki}		Düzensizlik
	2	135	2,1324	2,1324	0,4454	0,4454	0,0033	-		Var
1	135	1,6870	1,6870	1,6870	1,6870	0,0125	3,79	< 2 olmalı		

Tablo 7. Victoria Depremi İvme Verilerine Göre Yumuşak Kat Düzensizliği

(a)TDY ye göre çözüm	Kat No	h_i (cm)	$(d_i)_{max}$	$(d_i)_{min}$	$(\Delta_i)_{max}$	$(\Delta_i)_{min}$	$(\Delta_i)_{ort}$	η_{ki}		Düzensizlik
	2	135	1,4156	1,4156	0,6384	0,6384	0,0047	-		Yok
1	135	0,7772	0,7772	0,7772	0,7772	0,0058	1,22	< 2 olmalı		
(b)FEMA'ya göre tüm katları duvarlı yapı	Kat No	h_i (cm)	$(d_i)_{max}$	$(d_i)_{min}$	$(\Delta_i)_{max}$	$(\Delta_i)_{min}$	$(\Delta_i)_{ort}$	η_{ki}		Düzensizlik
	2	135	0,4452	0,4452	0,1640	0,1640	0,0012	-		Yok
1	135	0,2812	0,2812	0,2812	0,2812	0,0021	1,71	< 2 olmalı		
(c) FEMA'ya göre alt katı boş, üst katı duvarlı yapı	Kat No	h_i (cm)	$(d_i)_{max}$	$(d_i)_{min}$	$(\Delta_i)_{max}$	$(\Delta_i)_{min}$	$(\Delta_i)_{ort}$	η_{ki}		Düzensizlik
	2	135	1,2037	1,2037	0,2484	0,2484	0,0018	-		Var
1	135	0,9553	0,9553	0,9553	0,9553	0,0071	3,85	< 2 olmalı		

Tablo 8. Westmorland Depremi İvme Verilerine Göre Yumuşak Kat Düzensizliği

(a)TDY ye göre çözüm	Kat No	h_i (cm)	$(d_i)_{max}$	$(d_i)_{min}$	$(\Delta_i)_{max}$	$(\Delta_i)_{min}$	$(\Delta_i)_{ort}$	η_{ki}		Düzensizlik
	2	135	2,8759	2,8759	1,3158	1,3158	0,0097	-		Yok
1	135	1,5601	1,5601	1,5601	1,5601	0,0116	1,19	< 2 olmalı		
(b)FEMA'ya göre tüm katları duvarlı yapı	Kat No	h_i (cm)	$(d_i)_{max}$	$(d_i)_{min}$	$(\Delta_i)_{max}$	$(\Delta_i)_{min}$	$(\Delta_i)_{ort}$	η_{ki}		Düzensizlik
	2	135	0,4505	0,4505	0,1662	0,1662	0,0012	-		Yok
1	135	0,2843	0,2843	0,2843	0,2843	0,0021	1,71	< 2 olmalı		
(c) FEMA'ya göre alt katı boş, üst katı duvarlı yapı	Kat No	h_i (cm)	$(d_i)_{max}$	$(d_i)_{min}$	$(\Delta_i)_{max}$	$(\Delta_i)_{min}$	$(\Delta_i)_{ort}$	η_{ki}		Düzensizlik
	2	135	0,0467	0,0467	0,0107	0,0107	0,0001	-		Var
1	135	0,0360	0,0360	0,0360	0,0360	0,0003	3,36	< 2 olmalı		

5.BULGULAR

Zaman Tanım aralığında sekiz farklı deprem ivme kaydı kullanılarak yapılan hesaplar sonucunda, her iki katında duvar örülen FEMA modeli ile her iki katında duvar rlmeyen TDY modeli yapılarında yumuşak kat düzensizliğine rastlanmamıştır. Alt katında duvar rlmeyen, üst katında duvar örülü çervelerin tamamında yumuşak kat düzensizliği görülmüştür. Türk Deprem Yönetmeliğinin mevcut haliyle yumuşak kat oluşumunu tespit edemediği görülmektedir.

6.SONUÇLAR

Makalede ele alınan iki katlı, tek açıklıklı ölçekli betonarme model üzerinde Yumuşak kat düzensizliğini değerlendirmek için uygulanan analizlerde Zaman Tanım aralığı yöntemi ile çözüm yapılmıştır. Sunulan nümerik örneğin deneysel kısmı Celal Bayar niversitesinde Bilimsel araştırma koordinatörlüğü desteğiyle, 2012-47 nolu proje kapsamında gerçekleştirilmektedir. Analizlerde sekiz ivme kaydı kullanılmıştır. Ele alınan örnek üzerinde TDY'ne ve FEMA'ya göre yapılan değerlendirmelerde aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir.

- 1- TDY'de analizlerde duvar etkisini dikkate almadığı ve yapı kat yükseklikleri aynı olduğu için katlar arasında oluşan görelili kat ötelenmesi oranı 2'den küçük çıkmaktadır. Bu yüzden yapılan çalışmada TDY'ne göre yapılan çözümlerde yumuşak kat düzensizliği oluşmamıştır.
- 2- FEMA'ya göre yapılan değerlendirmelerde duvar etkisi modele basınc çubuğu şeklinde dahil edilmektedir. Her iki kat duvarla örülü olduğunda katlar arasında oluşan görelili kat ötelenmesi oranı, TDY'göre yapılan çözüme göre artmıştır. Ancak yumuşak kat düzensizliğini gösteren katsayı tüm çözümlerde 2'den küçük çıkmıştır. Bu yüzden her iki katında duvar örülü modelde FEMA'ya göre yapılan çözümlerde yumuşak kat düzensizliği oluşmamıştır.
- 3- Sadece st katı duvarla örülü modelde duvar etkisi basınc çubuğu şeklinde modellenerek yapılan FEMA çözümlerinde katlar arasında oluşan görelili kat ötelenmesi oranı, TDY'göre çıkan sonuçlara göre yaklaşık üç kat artmıştır. Yumuşak kat düzensizliğini gösteren katsayı tüm çözümlerde 2'den oldukça büyüktür. Bu yüzden alt katında duvarı olmayan, üst katı duvarlı modelde FEMA'ya göre yapılan çözümlerde yumuşak kat düzensizliği oluşmaktadır.
- 4- TDY'ne göre yapılan çözümlerde duvar etkisi dikkate alınmadığı için Yumuşak kat düzensizliği tesbit edilememektedir. Bu durum olası bir deprem için yapıda yıkım ve ağır hasar nedeni olmaktadır. Bu yapılacak deneylerle gösterilecektir.
- 5- TDY'nin çerçeveler arasında örülen duvarları dikkate almadığı için yumuşak kat düzensizliğini tesbit edemediği görülmektedir. Bu yüzden dolgu etkisini gösterir düzenlemelerin mutlaka şartnameye dahil edilmesi gerekmektedir. Düzensizlik tepitinde duvarlar eşdeğer basınc çubuğu şeklinde modellenmelidir.
- 6- TDY'nin yumuşak kat düzensizliği çıkan bina katında yaptırım uygulamadığı görülmektedir.

TEŐEKKÜR

Makalede sunulan nümerik örneğin deneysel kısmı Celal Bayar niversitesinde Bilimsel araştırma koordinatörlüğü desteğiyle, 2012-47 nolu proje kapsamında gerçekleştirilmektedir. Yazarlar desteklerinden dolayı kuruma teŐekkür ederler.

KAYNAKLAR

1. Benjamin, C.S. and Williams, H.A., The Behaviour of One-Story Reinforced Concrete Shear Walls Proceedings of A.S.C.E., 83, 1957, 32.
2. Smith, B.S., Carter, C., A Method of Analysis for Infilled Frames, Institution of Civil Engineers (ICE), Vol. 44, pp. 31-48, 1969.
3. Ersoy, U., Altın, S., Tankut, T., “Betonarme Dolgulu Çerçevelerin Dayanım ve Davranışı Deneysel Bir Arastırma”, Türkiye İnşaat Mühendisliği X. Teknik Kongre Bildiriler Kitabı, Cilt:2, Sayfa:609-626, Ankara, (1989)
4. Gülkan, P., Wasti, S.T., “Çerçeve-Dolgu Etkilesmesi: Lineer Olmayan Bir İrdeme”, Türkiye İnşaat Mühendisliği XII. Teknik Kongre Bildiriler Kitabı,120, Sayfa:39- 52, Ankara, (1993)
5. Karadogan, F., Yüksel, E.,“Bölme Duvarlı Betonarme Çerçeveler Üzerinde Gerçekleştirilen Bazı Deneysel Çalışmalar”, İTÜ İnşaat Fakültesi Yapı ve Deprem Mühendisliği Labaratuarı, (2001).
6. Bağcı , M., Yatay Yükler Etkisindeki Dolgulu Betonarme Düzlem Çerçevelerin Malzeme Bakımından Non-Linear Analizi, Doktora Tezi, Balıkesir Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, Balıkesir, (2003).
7. Karaduman, A., “Dolgu Duvarlı Çerçevelerin Yatay Yükler Altındaki Davranışları Üzerine Deneysel Bir Çalışma”, Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, Mühendislik Bilimleri Dergisi, Cilt: 11, Sayı: 3, Sayfa:345-349, (2005).
8. Korkmaz, A., Uçar, T., “Betonarme Binaların Deprem Davranışında Dolgu Duvar Etkisinin İncelenmesi ”, Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Dergisi, Cilt:8Sayı:1, Sayfa:101-108, Ocak 2006.
9. Anıl, Ö., “Betonarme Çerçevelerin Boşluklu Betonarme Dolgu Duvarlar İle Güçlendirilmesi”, Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 2002.
10. Balık, F. S., “Betonarme Dolgu Duvarla Güçlendirilmiş Deprem Davranışı Yetersiz Betonarme Çerçevelerin Davranışına Pencere Boşluklarının Etkisi”, Doktora Tezi, Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, 2012.
11. Bilir, H., “Dolgu Duvarlarının Betonarme Çerçeve Sistemlere Olan Etkisinin İncelenmesi”, Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 2010.
12. Canbay, E., “Contribution Of RC Infills To The Seismic Behaviour Of Structural Systems”, Doktora Tezi, Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 2001.
13. Mainstone, R.J., Supplementary Note on the Stiffness and Strengths of Infilled Frames, Building Research Station, UK, Current Paper 13/74, 1974.
14. Urazel, Ö., “Yatay yüklere maruz taşıyıcı sistemlerde dolgu duvarların etkisi”, Doktora Tezi, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 2003.
15. Zarnic, R., “Modelling of Masonary Infilled Frames”, 10th European Conference on Earthquake Engineering, Duma, 1995.

16. Altuntop, M.A., “Analysis Of Building Structures With Soft Stories”, Yüksek Lisans Tezi, Atılım Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İnaşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, 2007.
17. Tezcan, S., Yazıcı, A., zdemir Z., Erkal, A., Zayıf Kat-Yumuşak Kat Düzensizliği, Altıncı Ulusal Deprem Mühendisliği Konferansı, 16-20 Ekim 2007, İstanbül.
18. Yazıcı, A., “Soft Storey Dilemma In Earthquake Resistant Design”, Yksek Lisans Tezi, Boğaziği Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 2001.
19. TDY 2007, Deprem Blgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Ynetmelik, Nisan 2007.
20. SAP2000, Integrated Finite Element Analysis and Design of Structures Basic Analysis Reference Manual, Computers and Structures Inc. Berkeley (CA, USA).
21. FEMA 356, Prestandard and Commentary for the Seismic Rehabilitation of Buildings., Federal Emergency Management Agency (FEMA), Washington, D.C.: November 2000.
22. Kaltakcı MY, Arslan MH (2005) “Taşıyıcı Olmayan Tuğla Dolgu Duvarların Yapı Davranış Katsayısına Olan Etkisinin İncelenmesi”, Deprem Sempozyumu, Kocaeli, Türkiye, 23-25 Mart, 598-605.
23. Mainstone, R.J., Supplementary Note on the Stifness and Strengths of Infilled Frames, Building Research Station, UK, Current Paper 13/74, 1974.
24. Demir, A., Ercan, E., Arısoy, B., Nuhoğlu, A., Kozanoğlu, C., “Dolgu Duvar Sıvalarının Yapıların Deprem Davranışına Etkisi”, Yedinci Ulusal Deprem Mhendisliği Konferansı, 30 Mayıs-3 Haziran, 2011, İstanbl.
25. Pacific Earthquake Engineering Research (PEER) Center, PEER Strong Motion Database.,<http://peer.berkeley.edu>