

PERDELİ-ÇERÇEVELİ BİNALARDA PERDE DUVARLARIN MOMENT ZORLANMASI HESABI İÇİN BASİT BİR YAKLAŞIM

*¹Sıla Yaman, ¹Hamide Tekeli ve ¹Fuat Demir

¹Mühendislik Fakültesi, Süleyman Demirel Üniversitesi İnşaat Mühendisliği Bölümü, Isparta, TÜRKİYE

Özet

Bu çalışmada, perde duvarda meydana gelen moment zorlanmasının pratik şekilde hesaplanabileceği bir yaklaşım önerilmiştir. Önerilen yaklaşım, perde duvar üzerindeki moment sıfır noktasının belirlenmesi esasına dayanmaktadır. Moment sıfır noktası, perde duvarın eğilme rijitliği ve çerçevenin kayma rijitliği ifadeleri kullanılarak belirlenmiştir. Perde elemanı moment sıfır noktasından ikiye ayrılarak iki ayrı statik sisteme dönüştürülmüştür. Oluşturulan sistemler denge denklemleri ile çözümlenerek, perde tabanında meydana gelen moment zorlanmaları hesaplanmıştır. Çalışmada; iki ve dört açıklıklı, sekiz katlı, farklı perde duvar miktarına sahip perdeli-çerçeveli konut türü binalar model olarak seçilmiştir. Deprem hesabı “Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi” kullanılarak yapılmıştır. Önerilen yöntem ile perde duvara ait elde edilen moment değerlerinin sonuçları bilgisayar programı sonuçları ile kıyaslanmış ve sonuçların birbiri ile oldukça uyumlu olduğu görülmüştür. Bu denklemler kullanarak perde duvarın moment zorlanması yaklaşık olarak pratik bir şekilde bulunabilir.

Anahtar Kelimeler: Eğilme momenti, Eğilme rijitliği, Kayma rijitliği, Moment sıfır noktası, Perde duvar

A SIMPLE APPROACH FOR CALCULATING THE MOMENT OF SHEAR WALLS IN DUAL BUILDINGS

Abstract

In this study, a procedure has been proposed to calculate the moment occurred in shear walls practically. The proposed procedure is based on the basis of the determination of the zero point of the moment on the shear wall. The point of zero moment is determined practically by using flexural rigidity of the shear wall and shear rigidity of the frame. The shear wall is transformed into two discrete static systems by being divided into two at the point of the zero moment. The moments occurred at the base of the shearwall were calculated by solving the generated systems by the equations of equilibrium. In this study, residential type of dual buildings with two and four-span, eight-storey, having different shear wall quantities were selected as models. The earthquake calculation is done by using the "Equivalent Earthquake Load Method". The results of the moment values of shear wall obtained by the proposed procedure are compared with the results of the computer program and the results were found to be quite compatible with each other. The moment of the shear wall can be predicted practically by using these equations.

Key words: Bending moment, Flexural rigidity, Shear rigidity, Point of zero moment, Shear wall

1. Giriş

Deprem bölgesinde bulunan binalar; deprem yüklerini güvenle taşıyabilecek şekilde projelendirilmelidir. Bina tasarımında ani göçmeyi ve can kaybını önlemek, maddi hasarı en aza indirmek amaçlanmalıdır. Bu da ancak projelendirme ve uygulamada depreme dayanıklı yapı

*Corresponding author: Sıla YAMAN: Address: İnşaat Mühendisliği, Mühendislik Fakültesi, Süleyman Demirel Üniversitesi, 32260 Isparta, TÜRKİYE, E-mail adresi: silayaman@sdu.edu.tr, Tel: +90 246 211 0910

tasarımı kurallarına uymak ile mümkün olur. Depreme dayanıklı yapı tasarımının ilk ve en önemli aşamasını yapı taşıyıcı sisteminin seçimi oluşturmaktadır. Söz konusu sistemin seçimi, yapının çözümlenmesinden çok daha önemlidir. Çünkü taşıyıcı sistemi kötü tasarlanan bir binayı çözümlenmeyle veya yapım esnasında alınacak tedbirler ile düzeltmek çok zordur. Buna karşılık taşıyıcı sistemi iyi tasarlanan binada, fazla karmaşık ve zaman alıcı çözümlere girmeden basit yöntemlerle sonuca ulaşmak mümkündür. Böylece zamandan ve maliyetten kazanç sağlanmış olur. Ayrıca basit sistemli yapıların yapımları kolay olduğu için uygulamada hata yapma riski de azalır [1]. Bunun için bina taşıyıcı sisteminde, deprem yüklerinin temel zeminine kadar sürekli ve güvenli bir şekilde aktarılmasını sağlayacak şekilde yeterli rijitlik, dayanım ve süneklik sağlanmalıdır.

Deprem yükü etkisi ile meydana gelen görel kat ötelenmesinin büyük değerlere ulaşması; bölme duvar, pencere gibi taşıyıcı olmayan elemanlarda büyük hasara neden olabileceği gibi kolon ve perde elemanlarda ikinci mertebe etkilerinin ortaya çıkmasına sebep olabilir. Görel kat ötelenmelerinin sınırlandırılması için, yanal ötelenme rijitliğinin artırılması gerekir. Böylece depremin neden olduğu maddi kayıplar en aza indirilmiş ve sınırlı yerdeğiştirme nedeni ile ikinci mertebe momentleri ihmal edilebilecek düzeyde kalmış olur. Yapı rijitliğini artırmanın en kolay yolu, yapıya perde duvar yerleştirmek ya da kolon boyutlarını olabildiğince büyük tutmaktır. Dolayısıyla, bina planında uygun şekilde yerleştirilen perde duvarların temel görevi, yatay yükü taşımak ve yatay ötelenmeyi sınırlandırmaktır. Bundan dolayı perde duvarın plandaki konumu oldukça önemlidir. Dikkatle düzenlenen perde duvarlar, binanın toptan göçmesini önlerken yapısal olmayan hasarları sınırlandırmakta da etkilidirler [2].

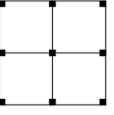
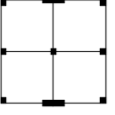
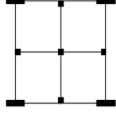
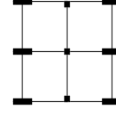
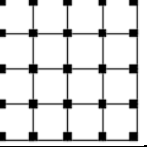
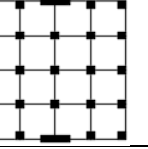
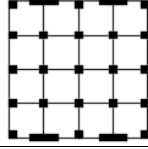
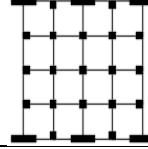
Perde duvarların, devrilme momentlerine, kat kesme kuvvetlerine ve kat burulma momentlerine karşı direnci, perde duvarların kesit geometrisine, perdenin deprem kuvvetine göre yerleşim doğrultusuna ve kat planı içindeki konumuna yakından bağlıdır [3]. Literatürde, binaya etkileyen deprem yükünün perde ve çerçeve arasındaki dağılımının hesaplandığı çok sayıda çalışma bulunmaktadır. Örneğin Kasap ve Akyüncü [4] tarafından yapılan çalışmada; perdeli-çerçeve binalarda, perde en kesit boyutu değişiminin kat içerisindeki düşey taşıyıcı elemanlar arasındaki kesme kuvveti dağılımına etkisi incelenmiştir. Elde edilen sonuçlardan, az sayıda büyük en kesitli perde yerine, aynı toplam perde alanına sahip fazla sayıda küçük en kesitli perde seçilmesi durumunda, perdelerin daha fazla kesme kuvveti aldığı görülmüştür. Benzer sonuçlar Kasap ve Özgür [5] tarafından yapılan çalışmada da elde edilmiştir. Kasap ve Özyurt [6] tarafından yapılan çalışmada ise, perde enkesit şeklinin değişiminin kesme kuvveti dağılımındaki etkisi incelenmiştir. Bu amaçla L ve T şeklinde perde duvarlara sahip binalar modellenmiş ve bilgisayar programı yardımıyla çözümlenmiştir. Elde edilen sonuçlarda, L tipi perdelerin T tipi perdeler göre daha fazla kesme kuvveti taşıdığı görülmüştür. Kasap ve Varol [7] tarafından yapılan çalışmada, perde yerinin değişiminin kattaki kesme kuvveti dağılımına etkisi incelenmiştir. Çalışmada, perde duvardan kaynaklı temel boyutlama ve mimari nedenlerle ortaya çıkabilecek problemlerin azaltılabilmesi için perde duvarların planda köşeye yakın kenar akslara yerleştirilmesinin daha uygun olacağı vurgulanmıştır. Temür ve Öztörün [8] tarafından yapılan çalışmada ise rijit döşeme varsayımının, perde duvarlarda oluşan kesme kuvvetleri üzerindeki etkileri araştırılmıştır. Döşemeler rijit diyafram ve elastik diyafram olarak modellenmiş ve bina modellerinin doğrusal elastik analizleri yapılmıştır. Analiz sonuçlarına göre rijit döşeme varsayımı sonucu kesme kuvvetlerinde oluşan farklar yapısal güvenliğini olumsuz etkileyecek

düzeyle ulaşabilmektedir. Bu nedenle, rijit döşeme varsayımının, bir modelleme alışkanlığı olarak değil, binanın yapısal davranışı göz önünde bulundurularak kullanılması gerektiği vurgulanmıştır. Erdil [9] tarafından, 2007 Deprem Yönetmeliği'ne göre tasarlanan dikdörtgen kesitli betonarme perde duvarların taşıma gücü momentlerinin hesabı için basit bir bağıntı önerilmiştir. Bu bağıntı ile elde edilen momentlerin, detaylı hesap ile elde edilen moment değerlerine çok yakın olduğu görülmüştür. Görüldüğü gibi literatürdeki çalışmaların büyük çoğunluğunda, perde duvarların kesme kuvvetini etkileyen faktörler incelenmiştir.

Bu çalışmada, tasarımcı mühendisin, geniş kapsamlı hesaplara girmeden yatay yükten dolayı perde duvarın tabanında oluşan moment değerini pratik şekilde hesaplayabileceği bir yaklaşım önerilmiştir. Bu amaçla; iki ve dört açıklıklı, sekiz katlı, konut türü binalar SAP 2000 [10] programı ile modellenmiştir. Bu binaların deprem hesabı, "Eşdeğer Deprem Yükü Yöntemi" kullanılarak yapılmıştır. Önerilen yöntem ile perde duvara ait elde edilen moment değerlerinin sonuçları bilgisayar programı sonuçları ile kıyaslanmış ve oldukça uyumlu olduğu görülmüştür.

2. Model Binaların Tanıtılması

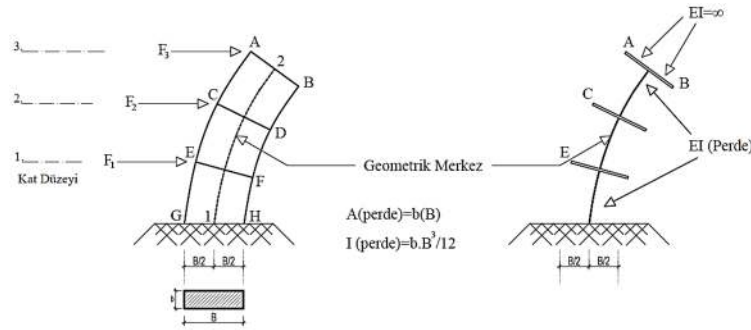
Betonarme konut türü bir binada bulunan perde duvarın taban momentini pratik şekilde hesaplayabilmek için, 2×2 ve 4×4 açıklıklı, düzenli ve simetrik bir plana sahip çerçevesel binalar model olarak seçilmiştir. Bu model binalara farklı miktarda perde duvarlar ilave edilerek perdeli çerçevesel bina modelleri elde edilmiştir. Perde duvarlar, binanın sadece x doğrultusunda simetrik olacak şekilde yerleştirilmiştir. Diğer yönde yerleştirilecek perdelerin binanın çözümleme sonuçlarına olan etkisi ihmal edilmiştir. Model binalar SAP 2000 programı yardımıyla x doğrultusunda çözümlenmiştir. Binaların kalıp planlarına ait görünüm Şekil 1'de verilmiştir.

			
(a) Model 1 A2 Ç	(b) Model 2 A2 P2	(c) Model 3 A2 P4	(d) Model 4 A2 P6
			
(e) Model 5 A4 Ç	(f) Model 6 A4 P2	(g) Model 7 A4 P4	(h) Model 8 A4 P6

Şekil 1. İki ve dört açıklıklı model binalara ait kalıp planı görünümleri

Burada, Model 2_A2_P2 isimlendirmesinde kullanılan Model_2 ifadesi, 2 numaralı modeli; A2 ifadesi, 2×2 açıklıklı modeli; P2 ifadesi ise 2 adet perde kullanıldığını göstermektedir. Bir ve beşinci modeller salt çerçevesel sistemden oluşmaktadır. Diğer modeller ise, farklı miktarda perdenin ilave edildiği sistemleri ifade etmektedir. Bütün modeller sekiz katlı olup kat yükseklikleri 3 m, x ve y doğrultusundaki taşıyıcı sistem eksen açıklıkları ise 4 m olarak seçilmiştir. Model binalarda kullanılan perde kesiti DBYBHY [11]'de verilen minimum boyutları sağlayacak şekilde 200×1400 mm olarak dikkate alınmıştır. Binaların, 1. derece deprem bölgesinde ve Z4 yerel sınıfında bulunan konut türü binalar olduğu kabul edilmiştir. Sistem

simetrik olduğundan çözümlenmeler sadece binanın x yönü için yapılmıştır. Bütün model binalarda kiriş boyutu 250×500 mm, kolon boyutu ise 450×450 mm olarak dikkate alınmıştır. Kiriş kesitleri için etkili tabla genişliği hesaplanmıştır. Çözümlenmelerde C20 beton ve S420 donatı sınıfı esas alınmıştır. Perde duvarlar, binanın yatay yük taşıma kapasitesini ve yanal ötelenme rijitliğini önemli derecede artırdıklarından dolayı bu elemanların yapısal analizlerinin gerçekçi bir şekilde yapılabilmesi için doğru şekilde modellenmesi büyük önem taşımaktadır [12]. Bu çalışmada perde duvarlar, geniş kolon analogisi olarak da bilinen orta-dikme çubuk modeli kullanılarak tanımlanmıştır. Bu modelde perde duvar, perde akslarından geçen geniş bir kolon olarak modellenir (Şekil 2). Perdenin (B) genişliğince oluşan eşit dönme açısı, uzunlukları perde kesit genişliğinin yarısına eşit (B/2) ve eğilme rijitliği sonsuz olan kiriş elemanların kullanılmasıyla sağlanır [13].



Şekil 2. Perde taşıyıcının eşdeğer matematik modeli [14]

3. Bina Çözümleme Sonuçları

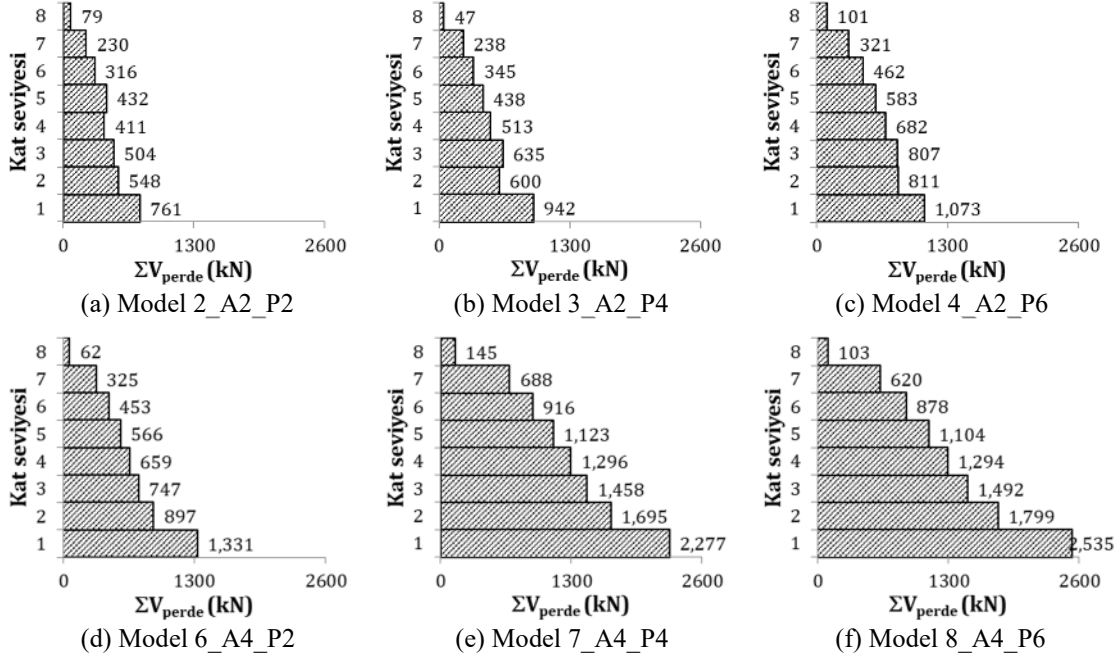
Oluşturulan tüm modellerin deprem yükü “Eşdeğer Deprem Yükü Yöntemi” ile belirlenmiştir. Model binalara ait bazı yapısal parametreler Tablo 1’de verilmiştir. Binaların taşıyıcı sistemi, süneklik düzeyi yüksek çerçevesel ve perdeli-çerçevesel olarak tasarlanmıştır. Burada; W_{bina} , bina ağırlığını; V_t , taban kesme kuvvetini; $\sum A_{Kat}$, binanın toplam kat alanını; $\sum A_c$, kattaki toplam kolon alanını; $\sum A_p$, kattaki toplam perde duvar alanını ifade etmektedir.

Tablo 1. Model binalara ait yapısal parametreler

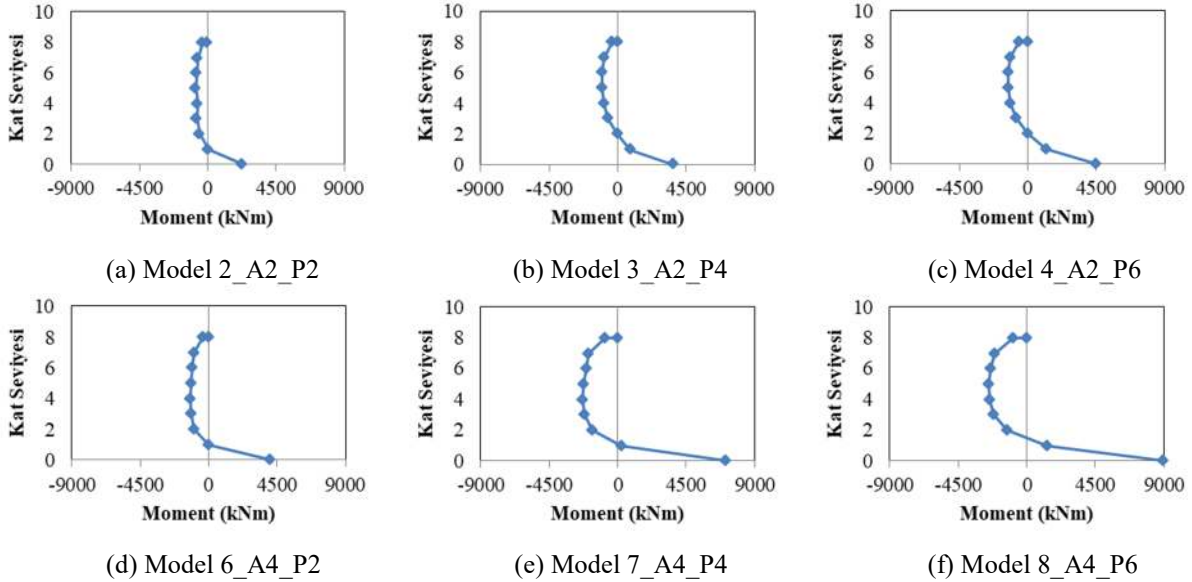
Model No	Açıklık Sayısı	T_1 (sn)	W_{bina} (kN)	V_t (kN)	$\sum A_{Kat}$ (m ²)	$\sum A_c$ (m ²)	$\sum A_p$ (m ²)	$\sum A_p / \sum A_{Kat}$
Model 1_A2_Ç	2×2	0.94	8164	984	512	1.82	0.00	0
Model 2_A2_P2		0.78	8257	1180	512	1.42	0.56	0.0011
Model 3_A2_P4		0.77	8430	1204	512	1.01	1.12	0.0022
Model 4_A2_P6		0.72	8558	1223	512	0.61	1.68	0.0033
Model 5_A4_Ç	4×4	1.11	28957	3055	2048	5.06	0.00	0
Model 6_A4_P2		1.00	29050	3818	2048	4.66	0.56	0.0003
Model 7_A4_P4		0.92	29143	4097	2048	4.25	1.12	0.0005
Model 8_A4_P6		0.91	29306	4153	2048	3.85	1.68	0.0008

Bina sistemlerinin üç boyutlu modeli SAP 2000 programında oluşturulmuştur. Modellemede her

kat hizasında rijit diyafram kabulü yapılmıştır. Her bir model binada, perde duvarlar için elde edilen toplam kesme kuvveti ve moment değerlerinin kat seviyesine göre dağılımı sırasıyla Şekil 3 ve Şekil 4’te verilmiştir.



Şekil 3. Model binaların perde duvar kesme kuvvetlerinin kat seviyelerine göre değişimi



Şekil 4. Model binaların perde duvar moment kapasitelerinin kat seviyelerine göre dağılımı

Elde edilen sonuçlardan perde duvardaki en büyük kesme kuvveti ve moment değerlerinin en alt

katta meydana geldiği görülmüştür. Her bir model için birinci kattaki perde duvarlarda meydana gelen toplam kesme kuvveti ve moment değerleri Tablo 2’de verilmiştir. Model binaların tümünde, perde duvar moment sıfır noktasının temel üstünden olan mesafesi (z), her bir perde için SAP 2000 programından okunarak ortalaması alınmıştır.

Tablo 2. Model binaların kesme kuvveti ve moment sonuçları

Model Bina	V _t (kN)	ΣV _{perde} (kN)	ΣV _{perde} /V _t (%)	ΣM _{perde} (kNm)	z (m)	z/H
Model 1_A2_Ç	984	-	-	-	-	-
Model 2_A2_P2	1180	761	65	2331	7.57	0.32
Model 3_A2_P4	1204	942	78	3450	7.95	0.33
Model 4_A2_P6	1223	1073	88	4449	8.00	0.33
Model 5_A4_Ç	3055	-	-	-	-	-
Model 6_A4_P2	3818	1331	35	4007	7.43	0.31
Model 7_A4_P4	4097	2277	56	7075	7.50	0.31
Model 8_A4_P6	4153	2535	61	8949	7.55	0.31

4. Perde Duvardaki Moment Sıfır Noktasının Belirlenmesi

Perde duvarların tabanında meydana gelen moment zorlamasının pratik ve yaklaşık olarak hesaplanabilmesi için moment sıfır noktasının temel üstünden uzaklığı (z) ifadesinden yararlanılmıştır. Burada öncelikle çözümü yapılan her bir bina modelinden elde edilen z mesafesinin yaklaşık olarak tahmin edilmesi amaçlanmıştır. Perdeli-çerçeve binalarda, moment diyagramı sıfır noktasının yeri, perde ve çerçeve etkileşimine bağlıdır. Perdenin çerçeveye göre daha etkin olduğu durumlarda moment sıfır noktası yukarı doğru kayarken, çerçevenin etkin olduğu durumlarda aşağı doğru kaymaktadır. Dolayısıyla moment sıfır noktasının yeri, perde ve çerçevenin rijitliklerine bağlıdır. Bu çalışmada model binalar için, çerçevenin rijitliği kayma rijitliği (GA) ile perde duvarların rijitliği ise eğilme rijitliği (K) ile belirlenmiştir. Betonarme çerçeve binalardaki kayma rijitliği (GA), çerçeve yapı sürekli bir kayma kirişine dönüştürülerek Denklem (1) ifadesi ile elde edilebilir [15-18].

$$GA = \frac{12 \cdot E_c \cdot I_c}{l_c^2} \cdot \frac{1}{1 + \frac{2 \cdot I_c}{l_c} \cdot \left(\frac{I_{b1}}{l_1} + \frac{I_{b2}}{l_2} \right)} \quad (1)$$

Burada E_c, betonun elastisite modülünü; I_c, kolonun etkili yöne ait atalet momentini; l_c, kolonun yüksekliğini; I_{b1} ve I_{b2}, kolona bağlı kirişlerin atalet momentini; l₁ ve l₂ ise kiriş uzunluklarını ifade etmektedir. Görüldüğü gibi çerçeve yapıların kayma rijitliği ifadesi, kolon ve kiriş redörlerine bağlı bir parametredir. Bu çalışmada yapılan hesaplarda, kolonların ve kirişlerin çatlamamış kesit (brüt) rijitlikleri kullanılmıştır. Bir yapının yatay bir kat düzlemi içinde çok sayıda kolonu vardır. Yapının toplam kayma rijitliğini bulmak için, Denklem (2)’de verildiği gibi (1) denkleminin kat içerisindeki tüm kolonlara uygulanarak toplanması gerekir. Burada n, kattaki kolonların toplam sayısını ifade etmektedir. Perde bulunan binalarda ise perdeye ait toplam eğilme rijitliği (K) ise, Denklem (3) ile elde edilebilir.

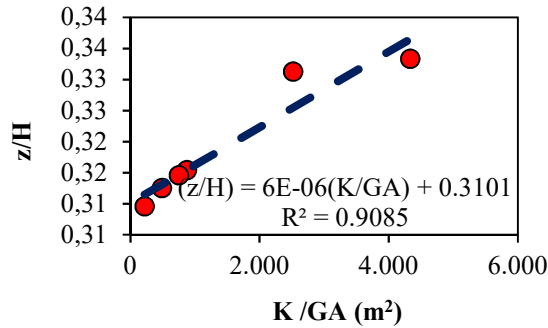
$$GA_{(yapı)} = \sum_{i=1}^n (GA)_i \quad (2)$$

$$K = E_c \cdot \sum I_{perde} = E_c \cdot \sum \left(\frac{b \cdot h^3}{12} \right) \quad (3)$$

Tüm model binalar için hesaplanan kayma rijitliği (GA) ve eğilme rijitliği (K) değerleri ile SAP 2000 programından elde edilen z değerleri Tablo 3'te verilmiştir. Rijitlik oranı K/GA olarak hesaplanmıştır. Bu oran büyüdükçe binada perde davranışı çerçeveye göre daha etkin olarak ortaya çıkmaktadır. Tabloda, z değeri bina yüksekliğine (H) oranlanarak boyutsuzlaştırılmıştır. K/GA ile z/H arasındaki ilişki Tablo 3'te verilmiştir. K/GA ile z/H arasındaki ilişki Şekil 5'te grafiksel olarak verilmiştir.

Tablo 3. K/GA ile z/H arasındaki ilişki

Model Bina	GA (kN)	K (kNm ²)	K/GA (m ²)	z (m)	z/H
Model 1_A2_Ç	415,515	-	-	-	-
Model 2_A2_P2	298,943	260,680,000	872	7.57	0.32
Model 3_A2_P4	206,924	521,360,000	2520	7.95	0.33
Model 4_A2_P6	180,466	782,040,000	4333	8.00	0.33
Model 5_A4_Ç	1,306,911	-	-	-	-
Model 6_A4_P2	1,194,380	260.680.000	218	7.43	0.31
Model 7_A4_P4	1,077,752	521,360,000	484	7.50	0.31
Model 8_A4_P6	1,044,075	782,040,000	749	7.55	0.31



Şekil 5. K/GA ile z/H arasındaki doğrusal ilişki

Şekil 5'te sunulan K/GA ile z/H verileri arasındaki regresyon analizi ile elde edilen ilişki Denklem (4)'te verilmiştir. Tablo 4'te hem SAP 2000 programı ile hem de Denklem (4) ile elde edilen z/H değerleri verilmiş ve aralarındaki fark yüzdeleri hesaplanmıştır. Elde edilen sonuçlardan hata oranının en fazla %2 civarında olduğu görülmüştür.

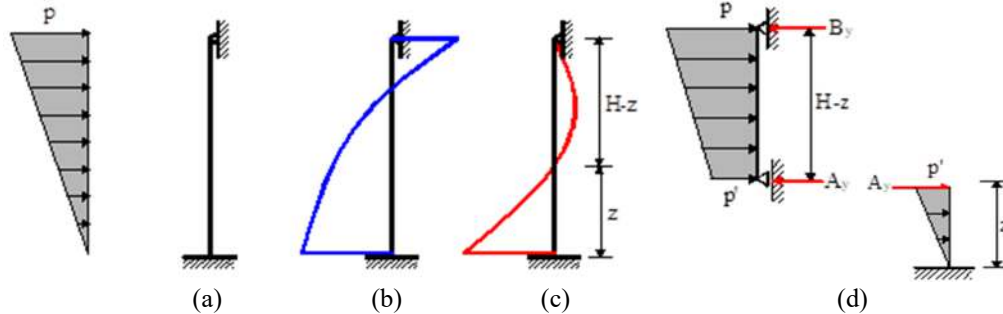
$$\frac{z}{H} = 6 \cdot (10^{-6}) \cdot \left(\frac{K}{GA} \right) + 0.3101 \quad (4)$$

Tablo 4. z/H parametresinin tahmin edilmesi

Model Bina	z/H (SAP 2000)	z/H (Denklem 4)	Fark %
Model 1_A2_Ç	-	-	-
Model 2_A2_P2	0.32	0.32	0.0
Model 3_A2_P4	0.33	0.33	1.8
Model 4_A2_P6	0.33	0.34	-0.8
Model 5_A4_Ç	-	-	-
Model 6_A4_P2	0.31	0.31	-0.6
Model 7_A4_P4	0.31	0.31	-0.2
Model 8_A4_P6	0.31	0.31	0.0

5. Perde Momentinin Yaklaşık Hesabı

Perdeler tek başlarına düşünülüğünde bir konsol kiriş gibi davrandıkları halde, taşıyıcı sistem içinde bağ kirişleri veya bu işlevi yapan döşeme elemanı varsa çerçeve kolonları ile etkileşimi nedeni ile moment diyagramları bir konsolun moment diyagramından farklı olur. Bu fark etkileşimi sağlayan elemanların etkisi ile değişir [19]. Aralarındaki etkileşimden dolayı perde ve çerçeve birlikte çalışacak, üst katlarda çerçeve perdeyi, alt katlarda ise perde çerçeveyi sınırlandıracaktır. Bu nedenle perde tabanda ankastre, üstte sabit mesnetli bir kiriş gibi modellenebilir (Şekil 6.a). Üçgen yayılı yük altındaki perdeye ait kesme kuvveti ve moment diyagramı sırasıyla Şekil 6.b ve Şekil 6.c’de verildiği gibi elde edilir [20]. Şekil 6.a’da görülen sistem dış yük altında moment sıfır noktasından ayrılarak, basit kiriş ve konsol kiriş olarak çözülebilir (Şekil 6.d). Böylece perde tabanında oluşan moment kolayca bulunabilir.



Şekil 6. Üçgen yayılı yatay yük altındaki perde davranışı [20]; (a)perdenin modellenmesi, (b) perdenin kesme kuvveti diyagramı (c) perdenin moment diyagramı ve (d) statik sistemin oluşturulması

$$A_y = \frac{(2 \cdot p' + p) \cdot (H - z)}{6} \quad (5)$$

$$M_{perde} = \frac{p' \cdot z^2}{3} + A_y \cdot z \quad (6)$$

Tüm model binalarda, Denklem (6) ile elde edilen toplam perde duvar moment değerleri SAP 2000 programı sonuçları ile kıyaslanmış ve yüzdesel hata oranları Tablo 5’te verilmiştir.

Tablo 5. Perde duvarın moment değerinin hesaplanması

Model Bina	V _{perde} (kN) (SAP 2000)	p (kN/m)	z (m)	M _{perde} (kNm)		
				SAP 2000	Denklem (6)	Hata %
Model 1_A2_Ç	-	-	-	-	-	-
Model 2_A2_P2	761	63.4	7.57	2331	2526	8.4
Model 3_A2_P4	942	78.5	7.95	3650	3323	-9.0
Model 4_A2_P6	1073	89.4	8.00	4449	3815	-14.3
Model 5_A4_Ç	-	-	-	-	-	-
Model 6_A4_P2	1331	110.9	7.43	4007	4317	7.7
Model 7_A4_P4	2277	189.8	7.50	7075	7471	5.6
Model 8_A4_P6	2535	211.3	7.55	8949	8387	-6.3

6. SONUÇLAR

Bu çalışmada, tasarımcı mühendisin, uğraştırıcı hesapları yapmadan yatay yükten dolayı perde duvarın tabanında oluşan moment değerini pratik şekilde hesaplayabileceği bir işlem prosedürü önerilmiştir. Bu amaçla; iki ve dört açıklıklı, sekiz katlı, konut türü binalar seçilmiştir. Tüm binaların deprem hesabı, “Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi” kullanılarak yapılmıştır. Perdedeki moment zorlanmasının elle hesaplanabilmesi için perde eleman; tabanda ankastre, üstte sabit mesnetli bir kiriş gibi modellenebilir. Oluşturulan sistem moment sıfır noktasından ikiye ayrılarak basit kiriş ve konsol kiriş elemanlara dönüştürülür. Sistemler üzerinde yapılan statik hesaplar sonucunda perde tabanında meydana gelen moment değeri kolayca hesaplanır. Bu işlem prosedürünün uygulanabilmesi için öncelikle moment sıfır noktasının (z) tahmin edilmesi gerekmektedir. Moment sıfır noktasının yeri, perde ve çerçevenin rijitliklerine bağlıdır. Çerçevenin rijitliği kayma rijitliği (GA) ile perde duvarların rijitliği ise eğilme rijitliği (K) ile hesaplanmıştır. Perde ve çerçevenin etkinlik oranının (K/GA), z değeri ile ilişkisi belirlenmiştir. Elde edilen bu ilişki kullanılarak hesaplanan z mesafesi sonuçları ile SAP 2000 programı sonuçları kıyaslandığında yaklaşık %2 hata oranına sahip olduğu görülmüştür. Bu mesafenin elde edilmesi ile, önerilen prosedür uygulanarak perde tabanında meydana gelen moment zorlaması tahmin edilmiştir. Önerilen prosedür ile hesaplanan moment sonuçları, SAP 2000 programı sonuçları ile kıyaslandığında %5 ile %15 arasında değişen hata oranları elde edilmiştir. Dolayısıyla, tasarımcı mühendis bu denklemleri kullanarak perde duvarın moment zorlanmasını, karmaşık hesaplara girmeden kabul edilebilir bir yaklaşımla kolayca tahmin edebilecektir. İleride yapılacak çalışmalarda, denklemlerin ve prosedürün geçerliliğinin, farklı kat adedine, planına ve perde duvar boyutuna sahip binalar üzerinde yapılacak kapsamlı çözümler ile doğrulanması önem taşımaktadır.

Kaynaklar

- [1] Celep Z, Kumbasar N. Deprem mühendisliğine giriş ve depreme dayanıklı yapı tasarımı. İstanbul; 2000.
- [2] Aktan S, Kırac N. Betonarme binalarda perdelerin davranışa etkileri, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi 2010; XXIII(1); 15-32.

- [3] Atımtay E. Açıklamalar ve örneklerle afet bölgelerinde yapılacak yapılar hakkında yönetmelik (betonarme yapılar). Ankara; 2000.
- [4] Kasap H, Akyüncü V. Perde boyut oranı değişiminin perdeler arasında kesme kuvveti dağılımına etkisi. Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi 2002; 6(1); 51-58.
- [5] Kasap H, Özgür T. Deprem kuvveti altındaki binalarda perde enkesit değişiminin kesme kuvveti dağılımına etkisi. Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi 2003; 7(2); 70-76.
- [6] Kasap H, Özyurt M. Perde enkesit şeklinin ve planda perde yerinin değişmesinin, perdeler ve çerçeveler arasındaki kesme kuvveti dağılımına etkisi. Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi 2002; 6(3); 216-223.
- [7] Planda perde yerinin değişmesinin perdeler ve çerçeveler arasındaki kesme kuvveti dağılımına etkisi. Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi 2003; 7(1); 190-197.
- [8] Temür R, Öztoran NK. Rijit döşeme varsayımının perde duvarlarda oluşan kesme kuvvetlerine etkisi. Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi 2015; 21(3); 72-81.
- [9] Erdil B, Dikdörtgen kesitli betonarme perde duvarların taşıma gücü momenti hesabı için basit bir yaklaşım. Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi 2017; 23(3); 209-220.
- [10] SAP 2000, Structural analysis program. Computers and Structures, Inc., v.17.0.0., Berkeley: CA: United States of America; 2011.
- [11] DBYBHY, Deprem bölgelerinde yapılacak binalar hakkında yönetmelik. Bayındırlık ve İskan Bakanlığı, Ankara; 2007.
- [12] Fahjan YM, Başak K, Kubin J, Tan MT. Perdeli betonarme yapılar için doğrusal olmayan analiz metodları. Yedinci Ulusal Deprem Mühendisliği Konferansı, İstanbul, 2011, sf. 1-12.
- [13] Atımtay E. Çerçeveli ve perdeli betonarme sistemlerin tasarımı, temel kavramlar ve hesap yöntemleri. Ankara; 2001.
- [14] Sakcalı GB, Tekeli H, Demir F. Betonarme binalardaki perde duvar miktarının bina performansına etkisi. Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi 2017; 21(2), 157-168.
- [15] Murashev V, Sigalov E, Baikov VN. Design of reinforced concrete structures. Moscow; 1976.
- [16] Tekeli H, Atımtay E, Türkmen M. An approximation method for design applications related to sway in rc framed buildings. International Journal of Civil Engineering 2015; 13(3); 321-330.
- [17] Tekeli H, Atımtay E. A simplified non-linear procedure for buildings with shear walls. Structures and Buildings 2014; 168(SB1); 56-66.
- [18] Tekeli H, Atımtay E, Türkmen M. A simplified method for determining sway in reinforced concrete dual buildings and design applications. The Structural Design of Tall and Special Buildings 2013; 22; 1156-1172.
- [19] Celep Z, Kumbasar N. Betonarme yapılar. İstanbul; 2005.
- [20] Atımtay E, Depremde çökmeyen bina nedir? Nasıl projelendirilir?. Ankara; 2009.