

57420

YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

RİJİT TEPE BAĞ KİRİŞİNİN
YATAY YÜKLER ALTINDA BOŞLUKLU
PERDELERİN DAVRANIŞINA ETKİSİ

İnş. Müh. A. Murat ALTINTAŞ
F.B.E. İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı
Yapı Programında
Hazırlanan

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Tez Danışmanı : Prof. Zekeriya Polat

İSTANBUL, 1996

İÇİNDEKİLER

Şekil Listesi.....	i
Tablo listesi.....	ii
Teşekkür.....	iii
Türkçe Özet.....	iv
İngilizce Özet.....	v
1. Giriş.....	1
1.1. Perdeli veya Perdeli- Çerçevesi Sistemlerin Kullanılma Nedeni	1
1.2. Perde ve Kolon Tanımı	1
2. Kaynak Taraması	3
2.1. Deprem Etkisi Altında İstenilen Yapı Davranışı.....	3
2.2. Taşıyıcı Sistem Seçiminde Göz Önüne Alınacak Kısıtlar.....	3
2.3. Yatay Yükleri Taşıyan Çeşitli Yapı Elemanları.....	4
2.4. Depreme Dayanıklı Çok Katlı Yapılarda Tasarım ve Üretim İlkeleri.....	4
2.5. Perdeli Sistemlerin Kullanım Amaçları.....	5
2.6. Perde Duvarlarının Düzenlenme Esasları	6
2.7. Yatay Yükler Altında Perde Duvarının Davranışı	7
2.8. Betonarme Yüksek Yapı Taşıyıcı Sistemlerinin Karşılaştırılması	8
2.9. Boşluklu Perdeler.....	9
2.9.1. Küçük Boşluklu Perdelerde Hesap Aşamasında Dikkat Edilecek Hususlar.....	9
2.9.2. Büyük Boşluklu Perdelerde Hesap Aşamasında Dikkat Edilecek Hususlar.....	10
2.10. Yapıların Yatay Yüklerle Göre Hesabında Uygulanan Hesap Yöntemleri.....	12
2.11. Boşluklu Perdeli Sistemlerin Çözümünde Sonlu Elemanlar İdealizasyonu.....	13
2.12. Boşluklu Perdeli Sistemlerin Çözümünde Çerçeve İdealizasyonu.....	15
3. Rijit Tepe Kat Bağlantılarının Etkilerinin Araştırılması.....	18
3.1. Çözömlenen Yapı Tipleri ve Çözömlerde Yapılan Kabuller.....	18
3.2. Çözömlenen Çerçevesel ve Çözüm Sonuçları.....	19
4. Sonuçlar.....	28
5. Kaynaklar.....	29
6. Özgeçmiş.....	30

Şekil Listesi

Şekil 1.1.Perde ve Kolon Tanımı	1
Şekil 2.1.Betonarme Yüksek Yapı Sistemlerinde Kullanılması Tavsiye Edilen Maksimum Kat Sayıları.....	8
Şekil 2.2. Küçük Boşluklu Perdeler.....	9
Şekil 2.3. Büyük Boşluklu Perdeler.....	10
Şekil 2.4. Bağ Lirışlerin Deforme Hali.....	11
Şekil 2.5. Boşluklu Perdelerin Sonlu Elemanlar İle Modellenmesi	14
Şekil 2.6. Levha Sonlu Eleman ve Dügüm Deplasmanları	15
Şekil 2.7. Boşluklu Perde Geometrik Parametreleri.....	16
Şekil 2.8. Boşluklu Perdelerin Çerçeve Olarak Modellenmesi.....	17
Şekil 3.1. Tip1 Geometrik Boyutlar.....	19
Şekil 3.2. Tip2 Geometrik Boyutlar.....	21
Şekil 3.3. Tip3 Geometrik Boyutlar.....	23
Şekil 3.4. Tip4 Geometrik Boyutlar.....	25
Şekil 3.5. Moment Değişim Oranları (M.D.O.).....	27

Tablo Listesi

Tablo 2.1. $k_2 = m_i \theta_i / (GEI/l)$ Değerleri.....	11
Tablo 3.1. Tip 1 İçin Elde Edilen Taban Kesit Tesirleri.....	20
Tablo 3.2. Tip 2 İçin Elde Edilen Taban Kesit Tesirleri.....	22
Tablo 3.3. Tip 3 İçin Elde Edilen Taban Kesit Tesirleri.....	24
Tablo 3.4. Tip 4 İçin Elde Edilen Taban Kesit Tesirleri.....	26



-Teşekkür-

Çalışmam süresince her konuda yardımcı olan değerli hocam Sayın Prof. Zekeriya Polat'a, maddi ve manevi desteklerini hiçbir zaman benden esirgemeyen aileme teşekkürlerimle.



- Özet -

Çok katlı yapılarda çeçeve sistemler, gerek mukavemet gerekse rijitlik açısından yetersiz kalmaktadır. Bu yüzden perde duvarlarının sisteme eklenmesi ile kuvvetlendirilirler .

Boşluklu perdeler, mimari nedenlerle, çekirdek içine giriş çıkış ve tesisat delikleri açmak ihtiyacı ile ortaya çıkmıştır.

Çok katlı yapılarda bazen ara katlarda, çoğu kere bina tepesinde tesisat katı oluşturulur. Bu katlarda, çekirdeğe büyük boşluklarla giriş çıkış ihtiyacı kalmaz. Dolayısıyla, bağ kirişlerinin kat yüksekliğince yapılması mümkün olur.

Hazırlanan bu çalışmada, yapının en üst katında inşa edilen bu tür rijit bağ kirişlerinin yapının davranışına olan etkisi, yeterli sayıda değişik geometriye ve kat sayısına sahip örnekler çözümlenerek incelenmiştir.

Elde edilen çözüm sonuçları kolay değerlendirilmeleri amacıyla tablolar halinde sunulmuştur. Ayrıca değişik tiplere ait sonuçların toplu halde grafik üzerinde karşılaştırılması yapılmıştır.

Bu çalışmada, ayrıca bu tür sistemlerin tasarımı ve hesabı aşamasında karşılaşılabilecek bazı özel sorulara literatür taranması ile cevap aranmıştır. Bu amaçla, değişik çözüm metotları, bu metotlarda kullanılan yaklaşımlar ve yapılan kabuller özetlenmiştir.

Sonuçlarının değerlendirilmesiyle, binanın en üst katında oluşturulacak rijit bağ kirişinin boşluklu perdelerin davranışına olumlu bir etkisinin olmadığı kanaatine varılmıştır.

-Abstract-

Frame systems in multi-story buildings become insufficient in strength and stiffness. For that reason they are reinforced by shear walls to the system.

For architectural reason, coupled shear walls are built in order to pierce installation holes and to provide utility crossing.

In some cases, an installation story is provided at about middle level or at the top of the building which having relatively lesser height and without horizontal utility crossing holes in shear walls. These shear walls act as tie beams which have relatively much more stiffness than the regular coupling beams in regular story levels.

In the present work, the effects of these stiff coupling beams provided at top of the system, on the structural behavior are studied by enough number of numerical analyses for some kind of systems having different geometrical dimensions and stories number.

For easy evaluation of the obtained numerical structural analyses results, the conclusions are tabulated; and graphical comparisons are added.

On the other hand, in this work, answers to some special problems in designing and/or analysis stages of this kind of structure are looked for. For that reason different solution methods, approaches by using these methods and assumption in these methods are also resumed.

By evaluating analyses problems, it is convinced that the stiff coupling beams at top of the buildings do not have any positive effect to the behavior of coupled shear walls.

1. GİRİŞ

1.1. Perdeli Veya Perdeli - Çerçevesi Sistemlerin Kullanılma Nedeni:

Çok katlı yapılarda çerçeveler, tek başına gerek mukavemet, gerekse rijitlik bakımından yetersiz kalır ve sonuçta perdelerle desteklenme ihtiyacı doğar. Perdeli ve/veya perdeli çerçevesi sistemler, bu ihtiyacı karşılamak için başarı ile kullanılmaktadır.

1.2. Perde ve Kolon Tanımı :



Şekil 1.1. Perde ve kolon tanımı

Perde ve kolon tanımı için en yaygın kullanılan parametre, dikdörtgen bir kesitte, "uzun kenar / kısa kenar" oranıdır; $h/b \leq 2.5$ kolon, $h/b \geq 5.0$ perde olarak nitelendirilir. $3 < h/b < 5$ olan elemanların ise kimi hallerde çubuk teorisine, kimi hallerde perde teorisine uygun davranış sergiler.

Boşluklu perdeler, mimari nedenlerle, çekirdek içine giriş çıkış ve tesisat delikleri açmak amacı ile ortaya çıkmıştır, yaygın olarak kullanılır.

Perdeli ve perdeli çerçevesi yapıların hesapında karşılaşılan pek çok modelleme ve hesap problemi ortaya çıkmış, yapı mühendisliği bu problemleri çözmek için çok gayret sarfetmiştir.

Örneğin ; perdeleri birbirine bağlayan döşeme plaklarının yada kirişlerinin modellenmesi, bu bağ elemanlarının uçlarındaki aşırı şekil değiştirmeler ve buna bağlı yumuşama nedeni ile rijitlik ve mukavemet kaybı sürekli araştırma konusu olmuştur.

Çok katlı yapılarda, kimi kere bina yüksekliğinin yarısı civarında, çoğu kere bina zirvesinde tesisat katı oluşturulur. Bu katlarda çekirdeğe büyük boşluklarla giriş

çıkış ihtiyacı kalmaz. Dolayısıyla, bağ kirişlerinin kat yüksekliğince yapılması mümkün olur. Kimi araştırmalarda, bu suretle teşkil edilecek diğer katlara nispetle çok daha rijit olan bağ elmanlarının (kirişlerin) boşluklu perde (Coupled shear wall) davranışını etkilediği ve iç kuvvetleri daha çok dağıtarak şiddetlerini küçülttüğü iddiğa edilmektedir.

Bu çalışmada, bu tür rijit bağ kirişlerinin boşluklu perde sisteminin davranışını nasıl etkilediği nümerik analize dayanan çok sayıda çözüm örnekleri değerlendirilmek suretiyle incelenmesi amaçlanmıştır.



2. KAYNAK TARAMASI

2.1. Deprem Etkisi Altında İstenen Yapı Davranışı [2]

Deprem etkisine maruz yapılardan bu etkilere karşı bir takım davranışlar göstermesi beklenir. Örneğin hafif şiddetteki sık olan depremlerden doğan titreşimlerin bina içinde yaşayanlarca hissedilmemesi, seyrek ve orta şiddetteki depremler altında lineer elastik sınırın pek aşılmaması, çok seyrek olan çok büyük şiddetteki deprem halinde ise can kaybının olmaması ve yalnızca onarılabılır hasarların oluşması arzulanır.

Bunların tümünün gerçekleşebilmesi için, yapının hafif ve orta şiddetteki yatay yükler altında rijit bir davranış göstermesi, bunun aksine büyük yatay yükler altında hızla artan önemli plastik şekil değiştirmelerin meydana gelmesi gerekir.

2.2. Taşıyıcı Sistem Seçiminde Göz Önüne Alınacak Kısıtlar [2]

Yatay yükler altında yapıdan sergilenmesi istenen ideal davranış malzemenin, yüklemenin ve taşıyıcı sistemin özellikleri sebebiyle süneklik (ductility) oranının büyük değerlere ulaşmasıyla sağlanabilir.

Ancak çok büyük süneklik oranları sebebiyle meydana gelebilecek büyük şekil değiştirmelerin taşıyıcı sistem dışındaki yapı elemanlarına zarar vermemelerine de dikkat edilmelidir.

Yapı maliyeti katların sayısı arttıkça hızla artmakta, hatta çok yüksek yapılarda geleneksel taşıyıcı sistemlerin kullanılması halinde m^2 maliyetleri, yalnız yatay yükler sebebiyle alçak yapıların 3-4 katına kadar yükselmektedir. Bunun için binanın kat sayısına göre taşıyıcı sistem o şekilde seçilmelidir ki düşey ve yatay yükler altında optimum bir çözüm elde edilmiş olsun.

Bu amaca ulaşmak için, taşıyıcı sistem, düşey yük ve diğer amaçlar için kullanılmış olan yapı elemanlarından yatay yükleri taşımakta en çok yararlanılacak şekilde seçilmelidir.

2.3. Yatay Yüklere Taşıyan Çeşitli Yapı Elemanları [2]

- | | |
|-----------------|--------------------|
| 1. Çerçeveseler | 4. Tüpler |
| 2. Perdeler | 5. Çelik Sistemler |
| 3. Çekirdekler | 6. Karma Sistemler |

2.4. Depreme Dayanıklı Çok Katlı Yapılarda Tasarım ve Üretim İlkeleri [3]

Depreme dayanıklı yapı tasarımının ana amacı, deprem etkilerine karşı koyabilecek ölçüde mukavemet, rijitlik ve süneklik özellikleri olan bir yapı üretmektir. Genel olarak kabul edilmiş olan tasarım ölçütleri ;

- a) Sık oluşan küçük depremlerde hiç hasar olmaması
- b) Orta şiddetteki depremlerde yapısal hasar olmaması
- c) Şiddetli depremlerde de genel göçmenin önlenmesi olarak özetlenir.

Çok katlı yapıların hem ekonomik hem de depreme dayanıklı olarak üretilebilmesi için geçerli olan taşıyıcı sistemlerin ana ilkeleri saptanmış olup uzun süredir uygulanmaktadır.

Yurdumuzda ve dünyada çok katlı yapı tasarımında en çok kullanılan taşıyıcı sistem, perde ve çerçevelerden oluşan sistemlerdir. Bu tür sistemler, bir yandan mimari işlevlerle uyum içinde olup bu bakımdan önemli sakıncalar doğurmazlar, diğer yandan gerekli rijitlik ve mukavemeti sağlayarak deprem etkilerine başarı ile karşı koyabilirler.

Bu tür yapılarda gerekli rijitlik öncelikle perde ve çekirdekler tarafından sağlanmaktadır. Bunların zorlanmasına neden olabilecek kadar şiddetli depremlerde ise sünek çerçeveler devreye girerek göçmeyi önlemektedir.

Son yıllarda, sadece perdelerden oluşan kutu sistemlerin de çok katlı yapı üretiminde sıkça kullanıldıkları gözlenmektedir. Yapılan son araştırmalar bu tür sistemlerin de belli ölçüde sünekliklerinin bulunduğunu kanıtlamış bulunmaktadır. Bu süneklik geniş ölçüde perdeleri birbirine birleştiren bağ kirişlerin yarattığı

hiperstatiklikten kaynaklanmaktadır. Gerçektende kirişlerle birleştirilmiş perdelerde yerdeğiştirme ve eğilme momenti diyagramlarında önemli ölçüde azalmalar olmakta ve bunların davranışlarının perde - çerçeve sistemlere yakın olduğu gözlenmektedir. Bu tür sistemlerde bağ kirişlerinin fiktif çerçeveler gibi davrandıkları bilinmektedir.

2.5. Perdeli Sistemlerin Kullanım Amaçları [1] [2] [4]

Yapı yüksekliği arttıkça bir yandan kat kaybetmemek için kirişlerin yüksekliklerinin sınırlı tutulması istekleri, diğer yandan alt katlardaki kolon kesitlerinin büyümesinden dolayı kıymetli yerlerin kaybedilmesi ve özellikle yatay yerdeğiştirmelerin büyümesi sonucu bazı binalarda taşıyıcı sistem dışında kalan yapı elemanlarının hasar görmesi gibi sebeplerle, çerçeveler ile birlikte veya yalnız olarak diğer tür yatay yük taşıyan elemanların da kullanılması gerekli olmaktadır .

Bu yapı elemanlarından biri de tabanlarından tam ya da yarı ankastre olan dolu gövdeli ve kafes sistem türünden düşey perdelerdir.

Perdelerin süneklik oranları nispeten küçük olduğundan bazı hallerde her katta etrafları çerçeveler ile çevrilerek büyük depremler için süneklik oranları arttırılmaya çalışılmaktadır . Bu elemanların, çerçevelerin rijitliklerini arttırmak için boşluklarının betonarme perdeler ile doldurularak meydana getirildikleri de düşünülebilir . Bu elmanların süneklik oranları daha da arttırılmak istenirse bazen çerçeve içindeki perdelerde düşey yarıklar oluşturularak boşluklu perde sistemlerine yönelinmektedir.

Bu açıdan bakıldığında perdeler boşluklu ve boşluksuz olmak üzere iki sınıfa ayrılırlar. Çerçeveler daha çok kayma kirişi tipinde, perdelerde daha çok eğilme kirişi tipinde deformasyon yaptıkları halde, boşluklu perdelerde her iki tip deformasyonun da görülmesi boşluklu perdeleri özel bir konuma taşımaktadır .

Bu tip büyük boşluklu perdeler yüksek mukavemet ve rijitlikleri ile dolu perdelerin olumlu özelliklerini taşıırken aynı zamanda dolu perdeler göre daha sünek olmaları nedeniyle yatay yük taşıyıcı eleman olarak daha iyi davranış

göstermektedirler. Bağlantı kirişlerindeki şekil değiştirmeler bu yapı elemanlarının sünekliklerini arttırmaktadır.

2.6. Perde Duvarlarının Düzenlenme Esasları [5]

Perde duvar sistemleri, yapının içinde ya da dışında simetrik ya da asimetrik olarak düzenlenebilirler .

Perde duvar sistemlerinde herhangi bir geometrik şekil sınırlaması yoktur . Kullanılan en yaygın biçimler olarak \square , U, I, L mimari dile en yakın olan şekillerdir.

Perde duvar sistemleri esas olarak açık ve kapalı sistemler şeklinde sınıflandırılır. Açık sistemler doğrusal elemanların birleşimi ile geometrik bir alanı tam olarak kapamayan sistemlerdir. L, X, V, Y, T ve H gibi şekiller bu gruba örnek teşkil ederler. Buna karşın kapalı sistemler, geometrik bir alanı çevreleyen genellikle kare, üçgen, dikdörtgen ve daire biçimli çekirdeklerdir .

Perde duvarlarının yatay yükler altındaki davranışları açısından yer ve şekillerinin önemli etkileri vardır. Yapı içine eksantrik olarak yerleştirilmiş çekirdeğin eğilme ve kesme kuvvetleri yanında burulmayı da karşılaması gerekir. Perde duvarlarının burulma dayanımını değerlendirirken kapı, pencere ve diğer boşluklar için burulma rijitliği azaltılmalıdır. Çünkü boşluklu perdelerde, perdenin burulma rijitliği duvarlar ne kadar boşluklu ise o kadar azalır. Mekanik ve elektrik sistemlerini yerleştirmek için büyük boşluklar bırakıldığında duvarlar burulma yükünü kaldıramayabilir .

Uygulamada yapılar, her katta çeşitli elemanlara etliyen kesme kuvvetlerinin bileşkesi ile yatay dış kuvvetlerin yaklaşık olarak çakışacak şekilde boyutlandırılmaya çalışıldığından, pek çok halde burulmalar önemsiz değerler almaktadırlar. Bundan dolayı pratikte yatay kuvvetler altında burulmadığı kabul edilen yapılara çok rastlanmaktadır .

2.7. Yatay Y¼kler Altında Perde Duvarının Davranışı [5]

Bina sistemlerinde yatay bir diyafram gibi çalışan d¼řemeler yatay y¼kleri eşit olarak perde duvarlarına iletir.D¼řemelerin kalın olduğu ve ¼zerinde b¼y¼k bir deliğin bulunmadığı, bir başka deyişle d¼řemelerin sonsuz rijit ve eğilmedikleri varsayılır.Yatay kuvvetlerin perde duvarına dağılımı bu sistemlerin geometrik d¼zenlemesinin bir fonksiyonudur.

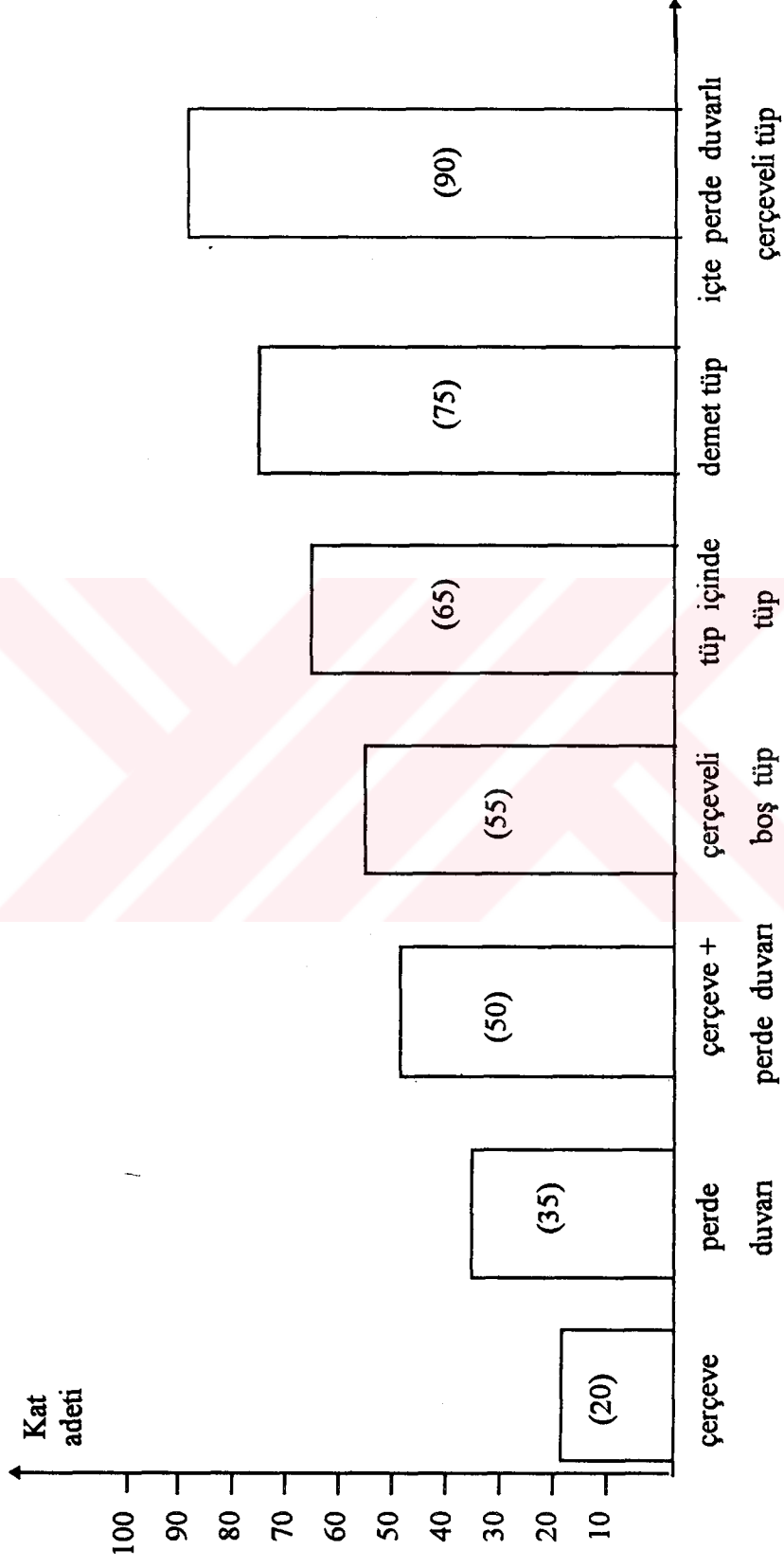
Eğer yatay kuvvet bileşeni yapının rijitlik merkezine etkiyorsa sadece ¼teleme meydana getirir.Bunun en açık ¼rneęi simetrik perde duvarlarının kullanıldığı yapılardır .

Rijit ereve ve perde duvarlı yapılarda ilk yaklaşım olarak kesme kuvvetinin t¼m¼yle çekirdek tarafından karşılanacağı varsayılmaktadır.Bu çekirdeğin rijitliğinin çerçevenin yatay rijitliğinden çok daha fazla olması nedeniyledir .

Eğer perde duvarı d¼zenlemesi asimetrik ise yatay kuvvet bileşeni yapı rijitlik merkezine etkimemektedir.Bu sebeple perde duvarında ¼telenmeye ek olarak kendi etrafında bir d¼nme meydana gelir.Gerilme dağılımı perde duvarının şekline bağlıdır.

2.8. Betonarme Yüksek Yapı Taşıyıcı Sistemlerin Karşılaştırılması [5]

Betonarme yüksek yapılarda kullanılan başlıca taşıyıcı sistemler için tavsiye edilen en çok kat yükseklikleri şekilde gösterilmiştir.



Şekil 2.1. Betonarme yüksek yapı sistemlerinde kullanılması tavsiye edilen maksimum kat sayıları [3]

2.9. Boşluklu Perdeler [2]

Bu tür sistemler aynı düzlem içerisinde bulunan perdelerin kat hizalarında kirişlerle birleşmesinden meydana gelmiş gibi de düşünülebilir. Boşluklu perdeler içerdikleri boşluk alanına göre küçük ve büyük boşluklu perdeler olmak üzere iki ayrı grupta incelenebilirler.

2.9.1. Küçük Boşluklu Perdelerde Hesap Aşamasında Dikkat Edilecek Hususlar [2]

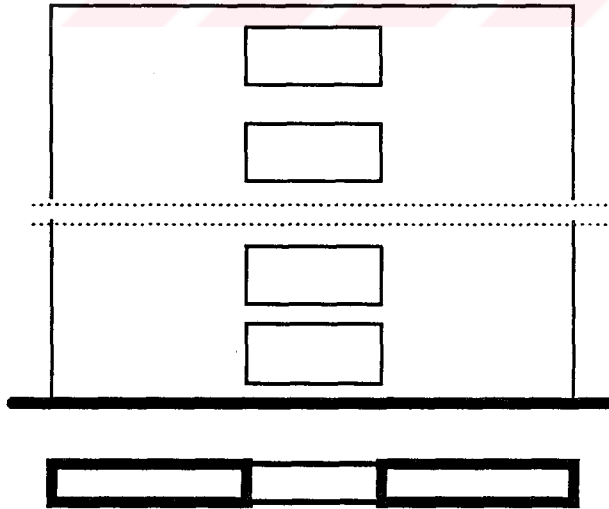
Boşlukların küçük olması halinde, perdeler gene konsol kirişler gibi çalışırlar. Böyle kabul edilebilmesi için ;

$$\gamma = \sqrt{\frac{F_{boş}}{F}} \leq 0.4 \quad \text{olmalıdır. Burada,} \quad (2.1)$$

$F_{boş}$: Boşluk alanı

F : Boşluğa karşı gelen alan

Ancak bu halde hesapta boşluklu kısmın eğilme rijitliği göz önünde tutulmalıdır. Kayma rijitliği olarak ise, Muto'ya göre, dolu kısmın kayma rijitliğinin $(1-1.25 \gamma)$ katı alınmalıdır .



$$\gamma \leq 0.4 \quad (\text{konsol kiriş})$$

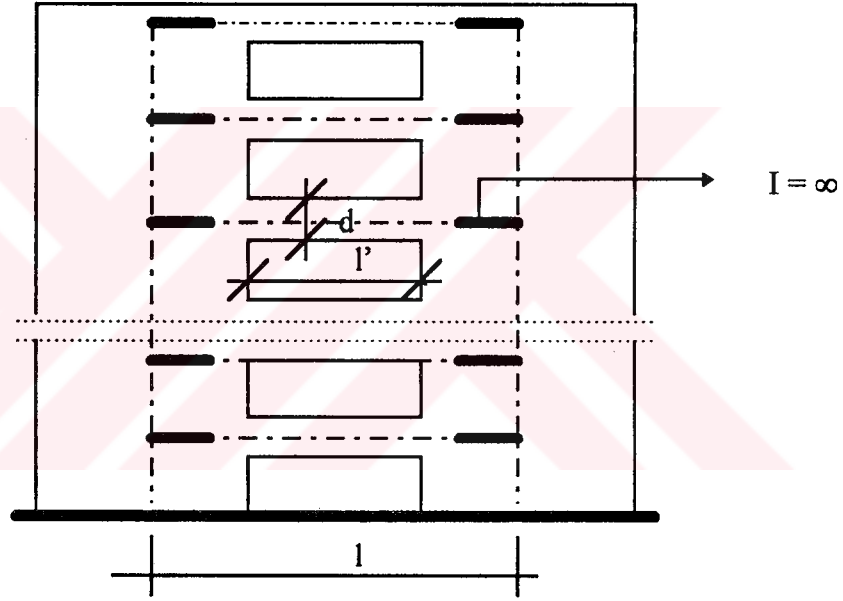
$$\text{Kayma Rijitliği çarpanı} = 1-1.25 \gamma$$

Şekil 2.2. Küçük boşluklu perdeler

2.9.2 Büyük Boşluklu Perdelerde Hesap Aşamasında Dikkat Edilecek Hususlar .[2]

$\gamma \geq 0.4$ halinde, boşluklu perdeler çerçeve gibi hesaplanmalıdır. Bu halde kiriş olarak modellenen kısımların perde içinde kalan bölgelerinin önemli bir bölümünde atalet momentleri sonsuz büyük alınmalıdır.

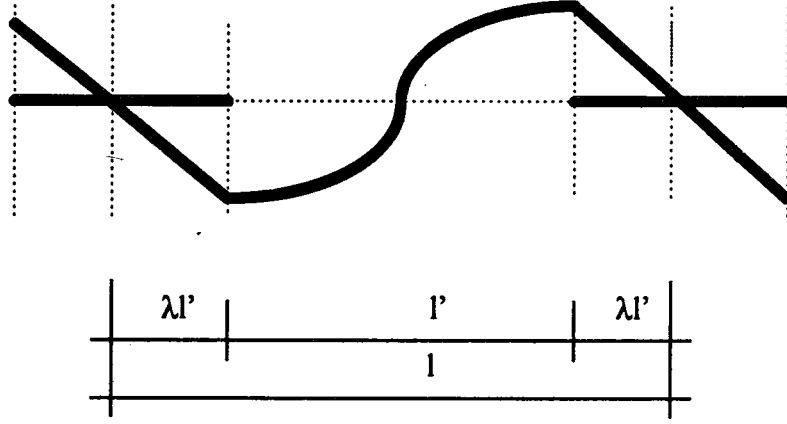
Bu elemanların süneklik oranları çerçeveler ile perdelerin süneklik oranları arasında yer almaktadır. Bunun sebebi bağlantı kirişlerindeki şekil değiştirmelerdir.



Şekil 2.3. Büyük boşluklu perdeler

Bu tür sistemlerde d/l' değerleri büyük olduğundan bu kirişlerde kayma şekil değiştirmelerini de hesaba katmak gerekmektedir.

Aşağıda $\Phi_i = \Phi_j$ haline ait bağlantı kirişi eğilme rijitliğinde kayma şekil değiştirmeleri katkısının ne kadar önemli olduğu örneklendirilmiştir. Burada d/l' oranı kayma şekil değiştirmelerinin katkısını göstermektedir; d/l' oranının sıfır değerine ait rijitlikler kayma şekil değiştirmesinin terkedilmesi haline aittir.



Şekil 2.4. Bağ kirişlerin deforme hali

Tablo 2.1. $k_2 = \frac{m_i \phi_i}{GEI/l}$ değerleri

d/l' \ l'/l	0	0.2	0.4	0.5	1.0
0.40	15.62	13.71	10.02	8.33	3.47
0.45	10.97	9.63	7.03	5.85	2.44
0.50	8.00	7.02	5.13	4.27	1.78
0.55	6.01	5.27	3.85	3.21	1.33

Ayrıca kirişlerin perdelerle göre daha fazla zorlandığı göz önünde tutularak, kiriş elastisite modülünün perde elastisite modülünden daha küçük örneğin, yarısı kadar alınması da uygun olacaktır. [2]

Bu sistemlerde, kiriş rijitlikleri ile yüksekliğin açıklığa oranı olan H/l' oranının büyük olması halinde kolon durumuna gelen perdelerin boy değiştirmeleri de hesaba katılmalıdır. Bunun için ardışık yaklaşım yöntemlerinden faydalanılabilir .

2.10.Yapıların Yatay Yüklere Göre Hesabında Uygulanan Hesap Yöntemleri [1][3]

Yapılarda rüzgar ve depremden meydana gelen tesirlerin tayini için kullanılan hesap metotları iki ana sınıfa ayrılabilir .

(1) Dinamik Yöntemler

(1 a) Zaman Artımı Yöntemi

(1 b) Mod Süperpozisyonu

(2) Statik Yöntemler

Bunlardan (1) sınıfına giren metotlar, depremden meydana gelen tesirlerin zamana bağlı değerlerini veya doğrudan doğruya bunların maximumlarını tayine yarayan dinamik metotlardır .

(2) Sınıfına girenler ise, rüzgar ve depremden meydana gelen maximum tesirleri veren fiktif statik kuvvetler tayin ederek dinamik problemi statik probleme çeviren metotlardır. Bu fiktif kuvvetlerin tayininde , yapının birinci periyodundan faydalanınlara yarı dinamik metotlar, faydalanılmayanlara ise statik metotlar denilebilir .

Yapı mühendisliğinin pratik ihtiyaçlarını karşılamak için, çok önemli veya özel tipte olmayan yapılarda, (2) sınıfına giren metotlar basitliklerinin yanında sıhhatleri bakımından da yeterli görüldüklerinden, hemen hemen bütün yönetmeliklerde yer almaktadırlar .

Yaklaşık olmasına karşın uygulamada en çok kullanılmakta olan yöntem "Eşdeğer Statik Yükler" yöntemidir.Bilindiği gibi bu yöntemde bölgenin, yapının ve zeminin belirli özellikleri göz önünde tutularak fiktif statik yatay kuvvetler hesaplanır ve bunların deprem etkilerini temsil ettikleri varsayılır.Bu yöntem gerçekte mod süperpozisyonunun basitleştirilmiş bir biçimi olup hemen hemen tüm yönetmeliklerde temel hesap yöntemi olarak verilmektedir.Depreme dayanıklı yapıların % 90~95 'inin tasarımında bu yöntemin kullanıldığını söylemek pek yanlış olmaz .

Daha kesin oldukları varsayılan dinamik yöntemlerin de özellikle söz konusu yapıyı gelecekte etkimesi muhtemel olan depremlerin özellikleri bakımından

ne kadar büyük bir belirsizlikle uygulandıkları düşünülürse, çok yüksek ya da çok özel olmayan yapılar için statik eşdeğer kuvvetlerin yeterli bir yaklaşım sağladığı ileri sürülebilir .

Son yıllarda PC kullanım olanaklarının artması ile daha da kullanışlı hale gelen dinamik yöntemlerden Zaman Artımı Yöntemi belirli bir deprem kaydına bağlı olarak küçük zaman aralıklarında integrasyon yapıp gerekli büyüklükler elde edilmektedir.Malzeme ve geometri bakımından lineer olmama hallerini de kapsayarak gerçeğe en yakın sonuçları veren bu yöntem henüz sadece araştırma düzeyinde kullanılmaktadır.Mod Süperpozisyonu (Spektral Modal Büyüklüklerin Süperpozisyonu) Yönteminde ise yapının ilk birkaç özel titreşim modu incelenerek, deprem sırasındaki davranışın bunların ilk birkaçının maksimumlarının süperpozisyonu ile elde edileceği varsayılır . Son yıllarda gittikçe daha ayrıntılı olarak yönetmeliklere girmeye başlayan bu yöntemin, yapıların deprem etkileri altındaki davranışlarını oldukça gerçekçi bir biçimde yansıttığı söylenebilir .

Son yıllarda, özellikle deprem hesabının analiz aşamasında, bilgisayar kullanımının yaygınlaştığı ve etkinleştiği gözlenmektedir.Bu da bir yandan yapının matematik modelinin daha ayrıntılı ve gerçekçi olarak saptanabilmesine, diğer yandan hesapta dinamik özelliklerin daha ağırlıklı olarak kullanılabilmesine yol açmaktadır. Böylece deprem hesaplarının kalitesi zaman içerisinde yükselmesini sürdürmektedir.Ancak depreme dayanıklı yapı tasarım ve üretiminin bir bütün olduğu ve mükemmel bir bilgisayar destekli analizin, taşıyıcı sistemi kötü seçilmiş, kötü detaylandırılmış ve kötü malzeme ve işçilikle üretilmiş bir yapıyı depreme karşı koruyamayacağı gözden uzak tutulmamalıdır .

2.11. Boşluklu Perdeli Sistemlerin Çözümünde Sonlu Elemanlar İdealizasyonu [4]

Büyük boşluklu perdelerin çözümünde sonlu elemanlar yöntemi kesin sonuç veren bir yöntem olarak kullanılabilir.Bağlantı kirişleri ince olduğu zaman standart sonlu elemanlar uç deplasmanlarının uyumsuz olması nedeniyle perde kiriş

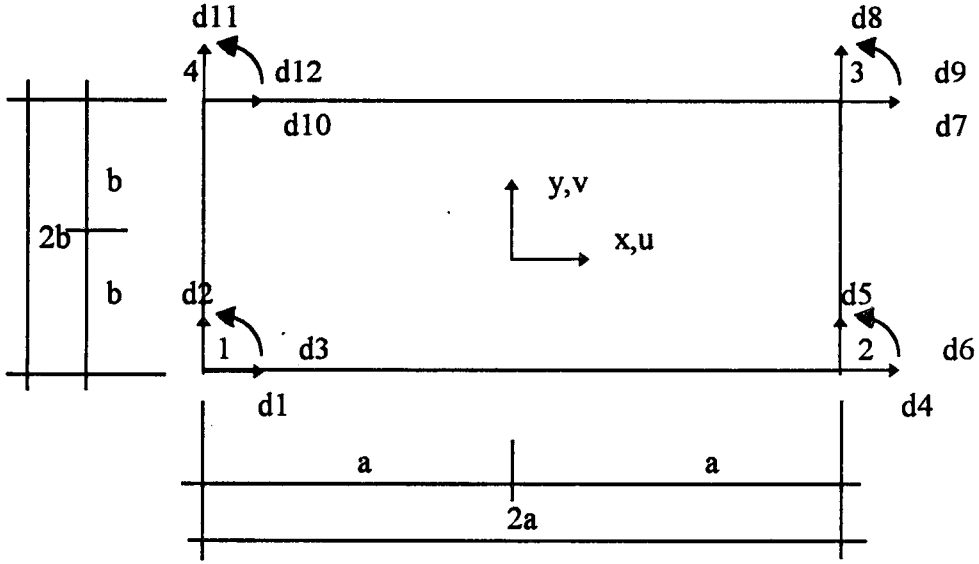
bağlantılarında sorun çıkartmaktadır.Bu yüzden boşluklu perdelerin çözümünde çeşitli sonlu elemanlar ve teknikler denenmektedir .

Boşluklu perde birbirleri ile kirişler vasıtası ile bağlanmış iki dolu perde gibi düşünülmektedir.Dolu perde kısımları levha tipi sonlu elemanla, bağlantı kirişleri ise yükseklik / açıklık oranına bağlı olarak levha tipi sonlu eleman veya kiriş olarak idealleştirilmektedir .

Düzlem sonlu elmanın düğüm noktalarında biri açısız ikisi lineer yerdeğiştirme olmak üzere üç yerdeğiştirme bileşeni bilinmeyen olarak alınmaktadır. Bu tip yerdeğiştirme bileşenleri, özellikle bağlantı kirişlerinin tek boyutlu eleman olarak alınması durumunda iyi uyum gösterdiği için büyük kullanım kolaylığı getirmektedir .



Şekil 2.5. Boşluklu perdelerin sonlu elemanlar ile modellenmesi



Şekil 2.6. Levha tipi sonlu eleman ve düğüm deplasmanları

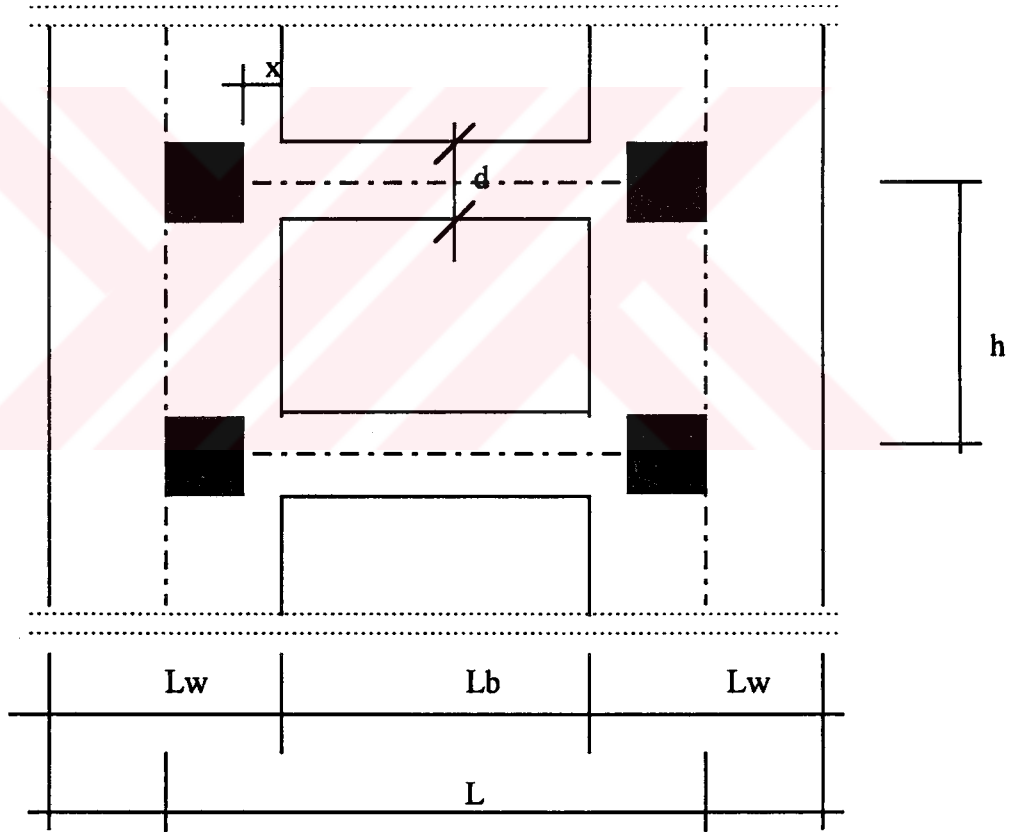
2.12. Boşluklu Perdeli Sistemlerin Çözümünde Çerçeve İdealizasyonu [2] [4]

Boşluklu perdelerin yatay yük analizinde çerçeve idealizasyonu kullanmak hem çok kolay olmakta hem de pratik açıdan yeterli bir yaklaşımla sonuç elde edilmektedir. Bunlardan başka üç boyutlu çözümlerde yapıdaki diğer taşıyıcılarla birlikte ele alınabilme kolaylığı açısından da uygun olmaktadır. Burada parametreler kolon olarak ele alınırken, kirişler perde içinde kalan bölgelerinin bir kısmı sonsuz atalet momentli olan doğru eksenli çubuklar olarak düşünülürler. Ancak bu rijit bölgelerin gerçek uzunluğunu belirlemek zordur. Bu uzunluğun kiriş yüksekliği (d), serbest kiriş açıklığı (L_b), perde genişliği (L_w) gibi çeşitli büyüklüklere bağlı olduğu söylenebilir. G. Özmen ve S. Pala tarafından yapılan bir çalışma sonucu rijit bölgenin perde yüzüne olan mesafesini belirleyen şu şekilde bir yaklaşım fonksiyonu tespit edilmiştir. [4]

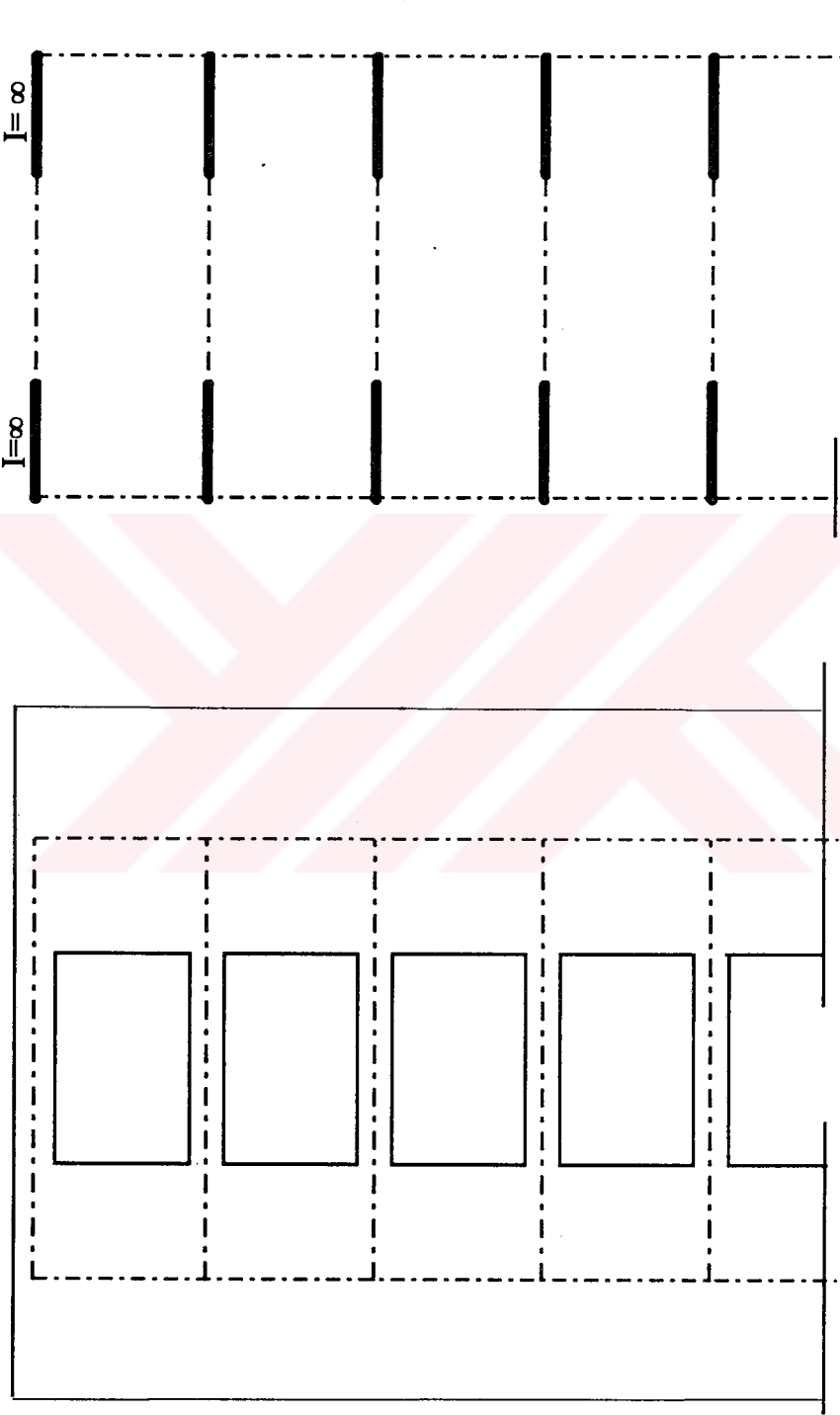
$$\frac{x}{d} = (2.3 - 0.22\gamma) e^{-0.78\alpha} \quad (2.2.)$$

$$\alpha = \frac{Lw}{h} \quad \gamma = \frac{h}{d} \quad (2.3.)$$

Fakat A.Çakıroğlu'nun araştırmalarına göre $x = d \sim \frac{d}{4}$ olarak sistemi idealize etmek uygundur. [2]



Şekil 2.7. Boşluklu perde geometrik parametreleri



Şekil 2.8 . Boşluklu perdelerdelerin çerçeve olarak modellenmesi

3. RİJİT TEPE KAT BAĞLANTILARININ ETKİLERİNİN ARAŞTIRILMASI

3.1 Çözümlenen Yapı Tipleri ve Çözümlerde Yapılan Kabuller .

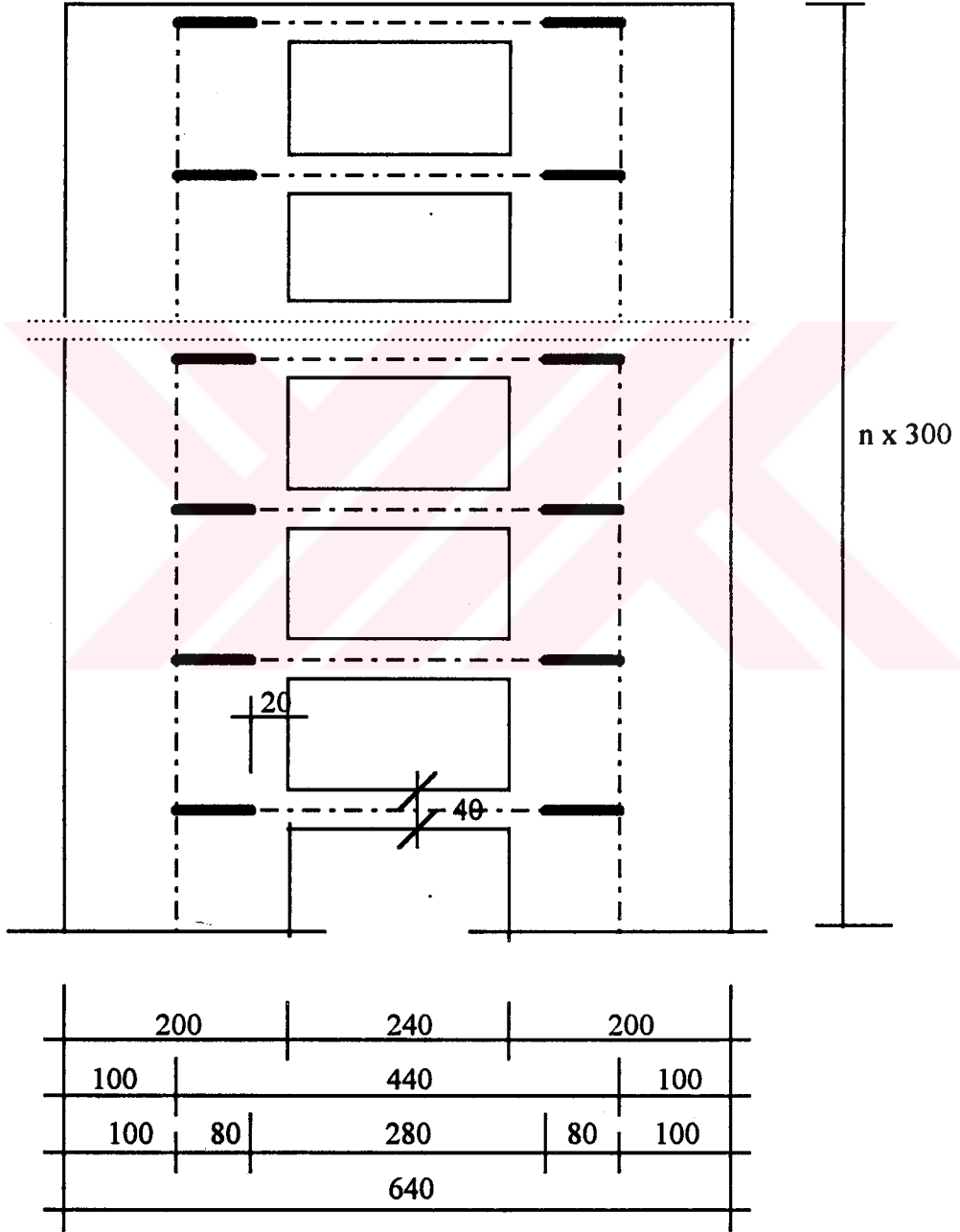
Yapılan bu çalışmanın nümerik çözüm aşamasında dört değişik geometriye haiz 10~ 50 katlı çok sayıda boşluklu perde örneği çözülmüş, rijit tepe kat bağlantılarının çözüm sonuçlarına etkisi sayısal gözlenmiştir. Çözümlenen sistemler temel seviyesinden en üst kata kadar her katta 10 kN artış gösteren, bir başka deyişle üçgen yayılı yatay yük etkisinde sistemlerdir . Üretilen sonuçların kolay irdelenmesi amacıyla perde tabanında oluşan kesme kuvveti ve moment değerleri her tip ve kat adetine göre sınıflandırılmak suretiyle tablolar halinde sunulmuştur.Tablolarda görülen V_a, M_a değerleri normal tipteki boşluklu perdelerine ait temel tabanındaki kesme kuvveti ve moment değerlerini belirtirken , V_b ve M_b ise rijit tepe kat bağlantılarını haiz boşluklu perdeye ait temel tabanındaki kesme kuvveti ve moment değerlerini ifade etmektedir.

Çözüm sırasında ayrıca şu kabullere yer verilmiştir :

- 1) Malzeme lineer elastik ;
- 2) Kat döşemeleri düzlemleri içinde sonsuz rijittir ;
- 3) Düzlem çerçeveler söz konusudur (burulma etkileri inceleme dışıdır)
- 4) Perde bağlantılarına ve perdelerine klasik kiriş teorisi uygulanabilir ; perdelerine saplanan (d) yükseklikli bir bağlantı kirişinin perde kenarından (d/2) kadar bir uzaklıktan sonra perde içinde kalan kısmı sonsuz rijit çubuk gibi davranır.

3.2 Çözömlenen Çerçeveser ve Çözüm Sonuçları .

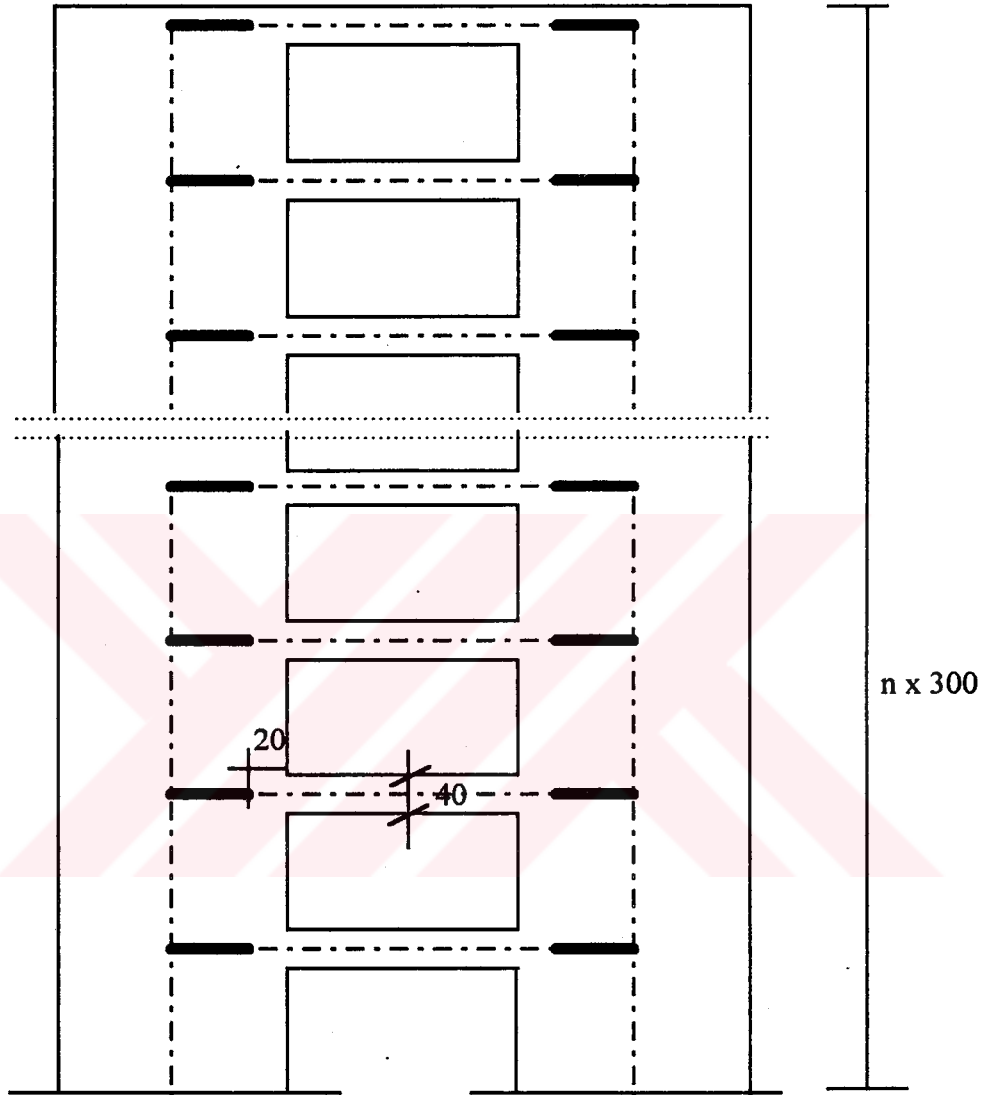
SAP90 Yapısal Analiz programı kullanılarak çözülen sistemler ve elde edilen sonuçlar aşağıdaki şekil ve tablolarda özetlenmiştir.



Şekil 3.1. Tip 1 Geometrik boyutlar

Tablo 3.1. Tip 1 için elde edilen taban kesit tesirleri

Kat adedi	Va (kN)	Ma (kNm)	Vb (kN)	Mb (kNm)	$(V_a - V_b)/V_a$	$(M_a - M_b)/M_a$
10	275	2,308.21	275	2347.50	0	-0.017021848
12	390	3460.24	390	3486.81	0	-0.007678658
14	525	4876.83	525	4893.38	0	-0.003393598
15	600	5,688.29	600	5701.09	0	-0.002250237
16	680	6,570.69	680	6,580.50	0	-0.001492994
18	855	8,555.19	855	8,560.81	0	-0.000656911
20	1050	10,844.39	1050	10,847.54	0	-0.000290473
25	1625	17,997.07	1625	17,997.76	0	-3.83396E-05
30	2325	27,381.61	2325	27,381.76	0	-5.47813E-06
35	3150	39,238.11	3150	39,238.14	0	-7.64563E-07
40	4100	53,807.86	4100	53,807.86	0	0
45	5175	71,332.40	5175	71,332.40	0	0
50	6375	92,053.36	6375	92,053.36	0	0

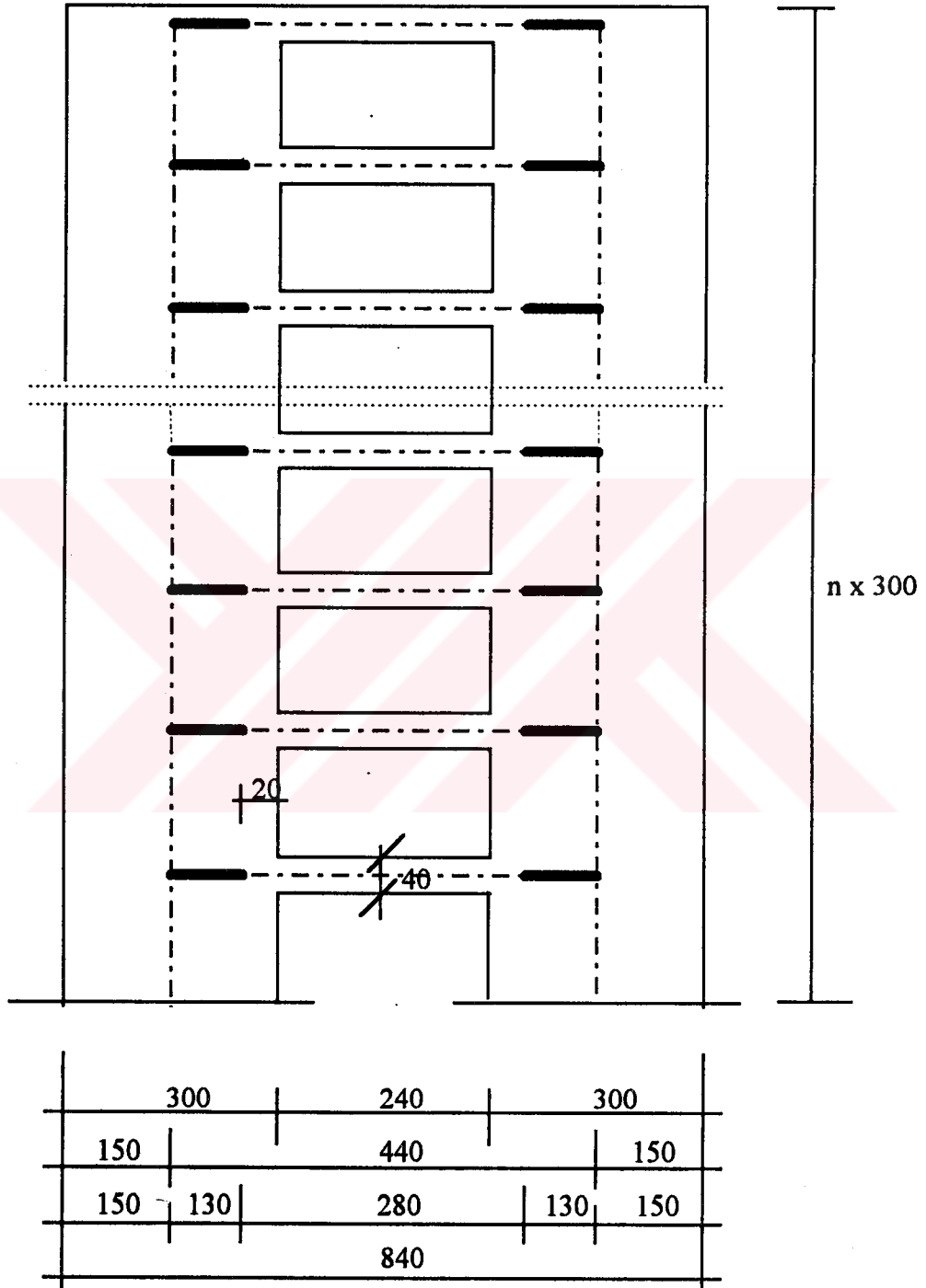


250		240	250	
125	490		125	
125	105	280	105	125
		740		

Şekil 3.2. Tip 2 Geometrik ölçüler

Tablo 3.2 . Tip 2 için elde edilen taban kesit tesirleri

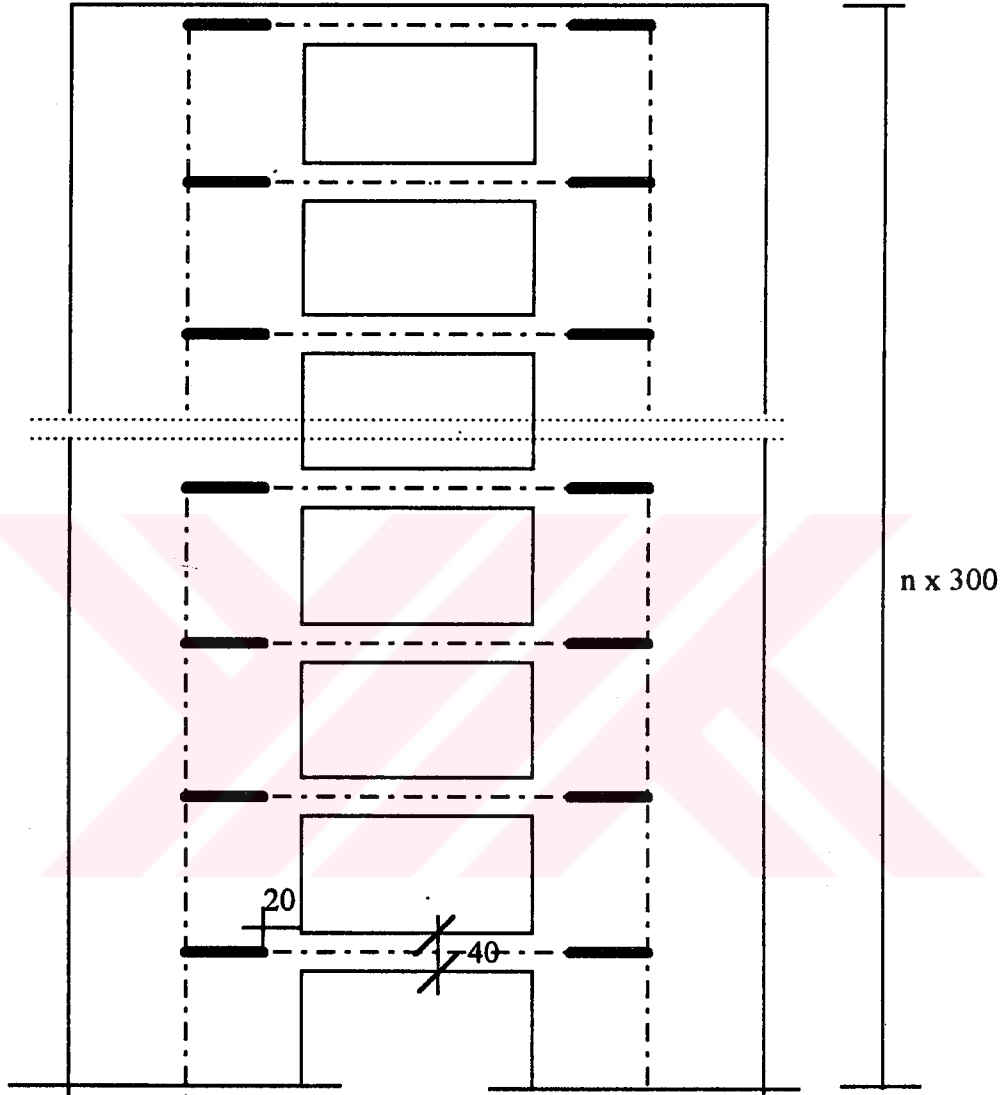
Kat adedi	Va (kN)	Ma (kNm)	Vb (kN)	Mb (kNm)	(Va-Vb)/Va	(Ma-Mb)/Ma
10	275	2,708.92	275	2779.89	0	-0.0261986
12	390	4091.29	390	4149.80	0	-0.0143011
14	525	5801.96	525	5845.55	0	-0.007513
15	600	6,785.61	600	6822.30	0	-0.005407
16	680	7,857.50	680	7,888.01	0	-0.0038829
18	855	10,274.17	855	10,294.65	0	-0.0019933
20	1050	13,068.54	1050	13,081.90	0	-0.0010223
25	1625	21,821.03	1625	21,825.27	0	-0.0001943
30	2325	33,324.46	2325	33,325.72	0	-3.781E-05
35	3150	47,871.70	3150	47,872.05	0	-7.311E-06
40	4100	65,760.03	4100	65,760.13	0	-1.521E-06
45	5175	87,288.26	5175	87,288.30	0	-4.583E-07
50	6375	112,755.60	6375	112,755.61	0	-8.869E-08



Şekil 3.3. Tip 3 Geometrik ölçüler

Tablo 3.3. Tip 3 için elde edilen taban kesit tesirleri

Kat adedi	Va (kN)	Ma (kNm)	Vb (kN)	Mb (kNm)	$(Va-Vb)/Va$	$(Ma-Mb)/Ma$
10	275	3,042.82	275	3,140.52	0	-0.0321084
12	390	4622.69	390	4715.72	0	-0.0201246
14	525	6586.39	525	6665.09	0	-0.0119489
15	600	7,718.94	600	7789.24	0	-0.0091075
16	680	8,955.35	680	9,017.25	0	-0.0069121
18	855	11,749.58	855	11,795.94	0	-0.0039457
20	1050	14,988.55	1050	15,022.12	0	-0.0022397
25	1625	25,161.54	1625	25,175.16	0	-0.0005413
30	2325	38,556.88	2325	38,561.99	0	-0.0001325
35	3150	55,509.10	3150	55,510.92	0	-3.279E-05
40	4100	76,361.63	4100	76,362.27	0	-8.381E-06
45	5175	101,461.88	5175	101,462.10	0	-2.168E-06
50	6375	131,158.87	6375	131,158.87	0	0

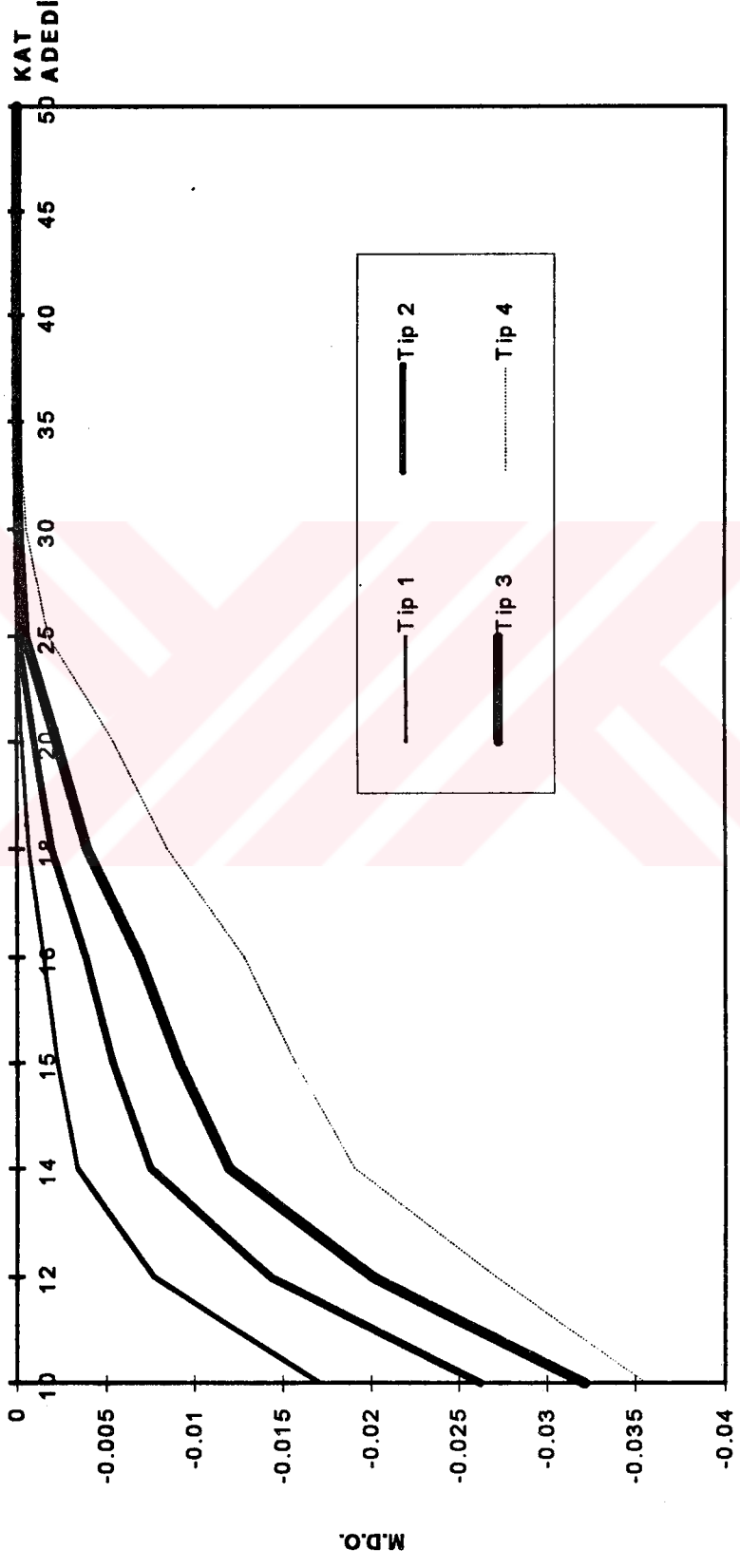


	400	440	400	
200		640		200
200	180	280	180	200
	1040			

Şekil 3.4. Tip 4 Geometrik ölçüler

Tablo 3.4. Tip 4 için elde edilen taban kesit tesirleri

Kat adedi	Va (kN)	Ma (kNm)	Vb (kN)	Mb (kNm)	$(V_a - V_b)/V_a$	$(M_a - M_b)/M_a$
10	275	3,560.21	275	3,686.90	0	-0.03558498
12	390	5,463.37	390	5,611.52	0	-0.027116963
14	525	7,840.65	525	7,990.02	0	-0.019050716
15	600	9,216.64	600	9,361.27	0	-0.01569227
16	680	10,722.37	680	10,859.89	0	-0.012825523
18	855	14,136.83	855	14,256.03	0	-0.008431876
20	1050	18,110.59	1050	18,209.61	0	-0.005467519
25	1625	30,657.39	1625	30,712.65	0	-0.001802502
30	2325	47,247.61	2325	47,275.44	0	-0.000589025
35	3150	68,279.13	3150	68,292.34	0	-0.000193471
40	4100	94,163.16	4100	94,169.21	0	-6.42502E-05
45	5175	125,320.76	5175	125,323.46	0	-2.15447E-05
50	6375	162,178.75	6375	162,179.75	0	-6.16604E-06



Şekil 3.5. Moment Değişim Oranları (M. D. O.)

4. SONUÇLAR

Yapılan çözümlerde, gerek kesit geometrisi, gerekse kat sayısı, pratikte karşılaşılabilecek değerler içinde değiştirilmek suretiyle, boşluklu perdelerin tepesine yerleştirilecek, bir kat yüksekliğinde bağlantı kirişlerinin kesit tesirlerini nasıl etkilediği, geniş bir parametrik değişim bandı içinde incelenmiştir.

Karşılaştırma tablolarından ve çizilen grafikten (Şekil 3.5) de görüldüğü üzere,

- (1) Pratikte karşılaşılabilecek kat sayıları (10-50 kat) için boşluklu perdelerde, tepe rijit bağlantısının, perde kesit tesirlerinin dağılımına ve özellikle taban kesme kuvveti ve eğilme momentine etkisi yok denecek kadar azdır.
- (2) Bununla beraber kat sayısı arttıkça, tepe rijitliğinin etkisi de azalmaktadır.
- (3) Perdelerde normal kuvvetten ileri gelen boy değişiminin ihmali halinde, bu tür rijit bağlantı kirişinin, boşluklu perde sisteminin şekil değiştirmesi'ni ve iç kuvvetlerini nispeten etkilediği görülmektedir. Bu yönde yapılan olumlu yorumların, gerçeği tam temsil etmeyen bu kabil kabullerden kaynaklandığı düşünülebilir.

KAYNAKLAR

- 1.) Çakıroğlu, A. ve Özmen, G.1973. Çerçevesel ve Boşluklu Perdelerden Oluşan Yapıların Yatay Yüklere Göre Hesabı. İ.T.Ü. İnşaat Fakültesi Teknik Rapor No:16
- 2.) Çakıroğlu, A. 1989. Yatay Yüklere Taşıyan Yapı Elemanları
- 3.) Özmen, G. 1991. Depreme Dayanıklı Çok Katlı Yapılarda Tasarım ve Üretim İlkeleri. İstanbul ve Deprem Sempozyumu
- 4.) Pala, S. ve Özmen, G. 1995. Boşluklu Perde Bağlantı Kirişlerinde Efektif Rijitliklerin Hesabı. 3.Ulusal Deprem Mühendisliği Konferansı.
- 5.) Schueller, W. 1993. Yüksek Yapı Taşıyıcı Sistemleri.



-ÖZGEÇMİŞ-

Doğum Tarihi : 4 Mayıs 1973
Doğum Yeri : İstanbul
İlkokul :1979-1984 Moda İlkokulu
Lise :1984-1990 Kenan Evren Lisesi
Üniversite :1990-1994 Yıldız Teknik Üniversitesi

