

HASARLI BİNALARDA ONARIM ve TAKVİYE

Muzaffer ELMAS, Uğur GÜNOĞLU

Özet- 17 Ağustos ve 12 Kasım depremlerinden sonra, acil ihtiyaçların karşılanma sürecinin ardından, depremden etkilenen bölgelerde barınma, ekonomik ihtiyaçlar ve sosyal yaşantının eski haline getirilmesi amacıyla, bu doğal felaketin yaralarını sarma çalışmalarının çok hızlı bir şekilde yapılmaya çalışıldığını bilmekteyiz.

Depremden dolayı hasar gören binaların onarımı ve iyileştirilmesi konusunda, birçok kurum ve kuruluş bilgilendirme ve uygulamalar yaptı.

Bu çalışmanın I. Bölümünde onarım ve takviyenin tanımı ile başlanıp genel hatları ile bir inceleme yapılmış; II. Bölümünde ise Yatay Yükler Etkisindeki çeşitli yapı elemanları açıklanmaya çalışılmıştır.

Anahtar kelimeler- onarım, güçlendirme

Summary- After 1999 earthquakes, first priority was to overcome the effects of that horrible disasters. Actually, it was helping peoples to get them motivated. Then the next step would be housing, economical requirements and social life in those areas.

However, structures were damaged by earthquakes. Therefore, they needed to be fixed. Many institutions and foundations were working together in order to do everything much-more faster. All these works were just for people because they did not have enough time to wait for a place to live.

This experimental study includes rebuilding and reinforcement methods. In addition, the second part has informations about behavior of the components of the structures under the horizontal seismic loads.

Keywords- reinforcement, rebuilding

M.Elmas,U.Günoğlu; Sakarya Üniversitesi , Mühendislik Fakültesi , Esentepe Kampüsü , Sakarya-Türkiye

ONARIM VE TAKVİYE İLKELERİ

I.1 Onarım

Hasar gördükten sonra taşıma gücü azalmış elemanlara, depremin öncesi dayanımlarını yeniden kazandırma çalışmalarıdır.

Depremden veya artçı şoklardan kaynaklanan geçici yüklerin yarattığı kalıcı deformasyon ve hasar, yapının yada yapıdaki bazı elemanların karşıladığı yük kapasitesini azaltmaktadır.

Bu elemanların deprem öncesindeki dayanımlarına kavuşturularak yapılan onarımın prensibinde; yapıda hasara yol açan yükler normal kullanım yükleri gibi sürekli etkiyen yükler olmadığından, yapının depremin öncesi durumuna getirilmesi temel alınmaktadır.

I.2 Takviye

Yapının ekonomik ömrü içerisinde sıkça gerçekleşmesi beklenen, büyüklüğü ise istatistikler göz önünde tutularak az çok tahmin edilebilen bir depremden; hasar gören yapının, aynı hasarın gerçekleşmemesi amacıyla eski durumundan daha güçlü bir duruma getirilmesidir. Yapı elemanının ekonomik ömrü içerisinde, aynı veya daha büyük şiddetli depremlerin tekrarlanma beklentisi varsa, hasarın önlenmesi, durdurulması ve tekrarlanmaması için, yapının eski durumundan daha güçlü bir duruma getirilmesi gerekmektedir.

Hasarı meydana getiren sebeplerin farklı oluşu değişik önlemlerin uygulanmasını da gündeme getirebilir ki; burada önemli olan bütün hallerde geçerli ortak ilkelerin var olduğudur.

Kısaca bu ilkeleri incelersek;

1.3 Yapı Ağırlığını Azaltılması

Bir yapı elemanı taşıma kapasitesinin üzerinde yük alırsa bu elemanda çatlama ve kırılma söz konusu olabilir. Böyle bir durumda hasarın daha ileri seviyelere gitmemesi için, mevcut yükünün azaltılması yoluna gitmek doğru olacaktır.

Aslında depremi sırasında yapıya gelen kuvvet, yapının ağırlığı ile orantılı olduğundan, yapının ağırlığında azaltılma yapılması yapıya gelecek yatay kuvvetlerinde aynı oranda azalmasını sağlayacaktır.

Çok katlı binalarda üst katlardan bir veya birkaçının alınması, ara bölme olarak kullanılan elemanların değiştirilmesi, katlar ve çatılarda yalıtım amacıyla ağır malzemelerle yapılan çözümlere alternatifler getirilmesi, bina görünümünü güzelleştirmek amacıyla yapılan gereksiz kaplamaların azaltılması, merdivenlerden taşıyıcı sisteme gelen yüklerin doğrudan zemine aktarılmasını sağlayacak düzenlemeler yapılması bir çözümdür.

1.4 Yapı Sünekliğini Artırma

Süneklik, bir elemanın yada yapının elastik sınırlar ötesinde, şekil değiştirme dolayısıyla yer değiştirme özelliği olarak tanımlanır. Burada önemli olan deformasyon sonucu yer değiştirme olayının yapıda çatlak ve kalıcı ötelemeler yapmadan gerçekleşmesidir.

Şiddetli bir depreme maruz kalan bir yapının; bu depreme elastik gerilim ve deformasyon bölgesinin ötesine geçerek karşı koyması halinde de yapının deformasyonu aynı miktarda olmalıdır.

Sünekliğin sayısal tanımı göçme durumu ile elastik sınır göz önünde tutularak yapılmalıdır.

$$\mu = \delta_{\max} / \delta_{\text{elastik}}$$

Yapının deprem kuvvetlerine dayanabilmesi için yapıda yeterli düzeyde sünekliğin olması gerekmektedir. Yapının onarımında gerekli süneklik sağlanırsa yapının deprem öncesinden daha mukavim hale gelmesi mümkün olabilecektir.

Betonarme yapılarda bu konuda uyulması gereken esasları şu şekilde sıralayabiliriz.

- Yapıda kullanılan beton dayanımının yüksek olması,
- Donatı olarak yumuşak çelik (ST 1) kullanılması; yumuşak çelikler soğukta burulmuş çeliklere oranla daha sünektirler.

- Kullanılan donatının yerleştirilme şekli ve işçilik kalitesi,
- Kolon ve kiriş boyuna donatılarının basınç bölgelerinde tam olarak ankre edilmesi,
- Taşıyıcı elemanda kullanılan donatı miktarı da önemlidir.Çünkü donatı miktarı arttıkça süneklik azalmaktadır.

Onarım sırasında yeni perde duvarların çerçeve boşluklarına konulması, rijitliği artırarak dayanımı artıran ancak yapının sünekliğini olumsuz etkileyebilen çözümlerdir.

1.5 Yapının Burulma Etkisini Azaltma

Kütle merkezi yapıya yatay yükün tesir ettiği nokta; rijitlik merkezi ise yatay bir yükün bir burulma etkisi yaratmadan yapıya uygulanması gereken bir noktadır. Burulma etkisi genellikle yapılarda deprem sırasında ortaya çıkan olumsuz etkilerin başında gelir.

Bir yapıda en ideal durum, kütle merkezi ile rijitlik merkezinin çakışmasıdır. Oluşan hasar kütle ve rijitlik merkezinin birbirinden uzak olduğundan dolayı ek kuvvetlerin etkisinden meydana gelmiş ise bunu gidermek gerekir. Sebepleri, perdelerin bir tarafta toplanmış olması, bölme duvarların katlarda dengesiz dağılması ve onarım sırasında bilinçsizce eklenen perde duvarlardır.

Onarım sırasında kütle ve rijitlik merkezi mümkün olduğunca birbirine yaklaştırılır. Katlarda eksantrisiteye neden olan bölme duvarlar kaldırılabilir veya dengeyi sağlayacak perde duvarlar eklenebilir.

1.6 Yapının Taşıma Gücünü Artırma

Gelen yüklere karşı yapı dayanımlarının yetersiz oluşu hasarlara neden olmaktadır.Yapıya gelen düşey ve özellikle yatay yüklere karşı yeterli mukavemette olmaları amacıyla; yapıların yük taşıma dayanımları artırılmalıdır.

Kalıcı yatay ötelemelerin meydana getirdiği ikinci mertebe momentler ve çatlayıp zayıflamış olan kolon ve kiriş enkesitleriyle birlikte yapı güvenliğide azalmaktadır.Kolon ve duvarlarda oluşan çatlaklar ve ezilmeler, yapının düşey yükleri taşıma gücünde azaldığını gösterir.

Taşıma gücünün artırılması için, yapıya düşey ve yatay yükleri alacak yeni elemanlar eklenmesi, yapı elemanlarının en kesitlerinin artırılması, taşıyıcı elemanların yeni elemanlarla takviyesi gerekebilir.

1.7 Yapının Dinamik Özelliklerini İyileştirme

Yapıda oluşan hasarın nedeni; yapının asal titreşim periyodu ile, zemin hakim periyodunun birbirine çok yakın olması sonucu oluşan rezonanstan kaynaklanmakta ise; yapının dinamik özellikleri değiştirilip, temel değişim periyodu ile zemin periyodunun birbirleriyle uzlaşması sağlanmalıdır.

Zemin dinamik özellikleri belirlendikten sonra, yapı periyodu kısaltılmalı veya uzatılmalı bu şekilde yapı eskisinden daha esnek veya rijit bir hale getirilerek yapı periyodu, zemin hakim periyodundan uzaklaştırılabilir.

Bunun için yapı hafifletme yada ağırlaştırma yoluna gidilebilir. Fakat yapının ağırlaşması, yapının taşıma gücünün de artırılmasını gerektirir. Bundan dolayı pek fazla tavsiye edilmez. Öte yandan yapının rijitliği artırılırsa periyodu kısılacaktır.

Yapıya yeni elemanlar eklenerek yada kesitler genişletilerek yapının taşıma gücü artırılabilir ki böylece rijitliğide artırılmış olur. Sönüm ise yapıda bulunan katlar arasında uyumlu rijitliğin üst katlardan alt katlara doğru artırılarak sağlanacaktır. Bu şekilde yapının dinamik özellikleri iyileştirilebilir.

1.8 Yüklerin Taşınması İçin Yeni Elemanlar Ekleme

Yapı hasarları düşey ve yatay yüklerden oluşur. Bu durumda genellikle yatay ve düşey taşıyıcı elemanların yetersizliği söz konusudur. Bu olumsuzluğu önlemek amacıyla, yatay ve düşey taşıyıcı elemanların dayanımları artırılmalı veya bu yükleri taşıyacak ilave elemanlar eklenmelidir.

1.9 Mühendislik Hizmeti Görmüş Yapıların Hasar Tespitinden Sonra Depreme Dayanıklı Bir Şekilde Takviyesi İçin İzlenmesi Gereken Yol

- Yapının projesi elde edilmelidir.
- Yapının projesi yok ise, proje elde edilene kadar hiçbir takviye yapılamaz.
- Mevcut binanın rölevesi çıkarılmalıdır.
- Hasar tesbit formu elde edilecek, yada bilimsel kriterleri içeren bir form ile hasar tesbiti yapılmalıdır.
- Mevcut binanın zemin durumu belirlenmelidir.
- Bu belirlemeye göre önce mevcut projedeki temellerin durumuna bakılmalıdır.
- Mevcut proje ile röleve projenin mukayesesi yapılacak, uyuşup uyuşmadığı kontrol edilmelidir.

- Kontrol sonucu proje ile röleve arasındaki fark söz konusu ise binanın röleveye göre yeniden statik dahil deprem hesabı yapılmalıdır.
- Tüm bu işlemlerden sonra gerekirse konunun uzmanlarına da danışarak oluşturulan takviye projesi mutlaka denetimden geçirilecek, yapı için en uygun takviyenin projelendirilen takviye olduğuna emin olunmuşsa uygulamaya geçilmelidir.
- Uygulama mutlaka deneyimli bir mühendisin kontrol ve denetimini altında ve ehil bir ekiple (kalfa, demirci vs.) yapılmalıdır.
- Yapılan uygulamanın denetimi bir uzman tarafından mutlaka denetlenmelidir.

II. YATAY YÜKLERİ TAŞIYAN YAPI ELEMANLARI

Yapıların deprem altındaki davranışlarında bazı özellikler aranır. Sık olan hafif şiddetteki depremlerin hissedilmemesi, orta şiddetteki depremler altında lineer elastik sınırın pek aşılmaması, büyük şiddetteki depremlerde ise can kaybının olmaması ve yalnız onarılabilir hasarların oluşması istenir.

Bu ise, malzemenin, yüklemenin ve taşıyıcı sistemin özellikleri sebebiyle süneklik oranının yapıda büyük olması demektir (Şekil 1).

Bilindiği gibi μ süneklik oranı, limit durumdaki toplam yer değiştirmenin lineer yer değiştirmeye oranı olarak tanımlanmaktadır (Şekil 1a).

Sadece eğilmeye çalışan betonarme bir kesitte çekme donatısının artması sünekliği azaltır. Buna karşılık aynı kesit yüksekliği için basınç donatısının artması ve özellikle sık kapalı etriyeler süneklik oranını artırır. Eğilme ile birlikte normal kuvvetin bulunması halinde $N \times H / M$ 'nin artması süneklik oranını azaltır (Şekil 1b).

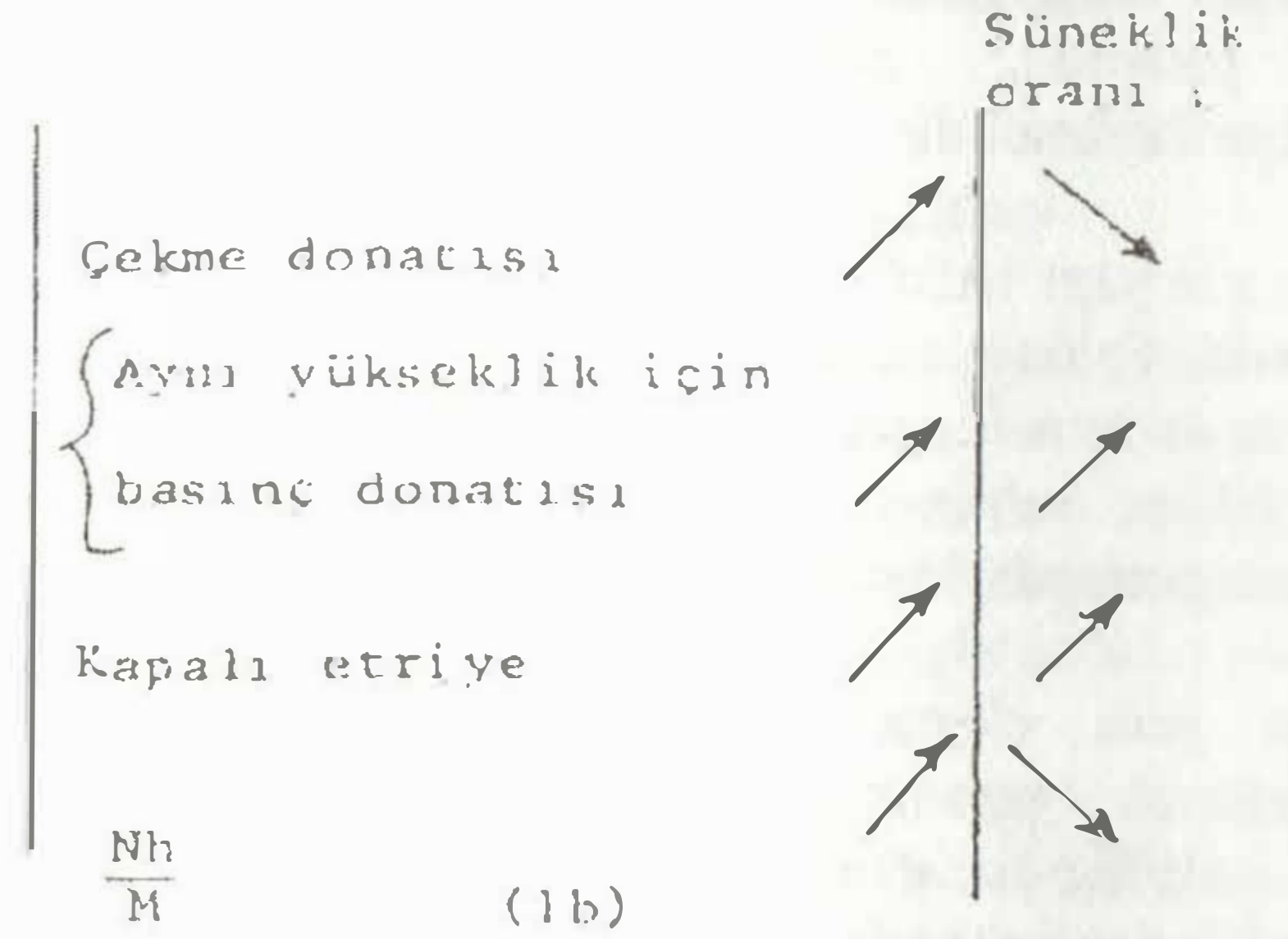
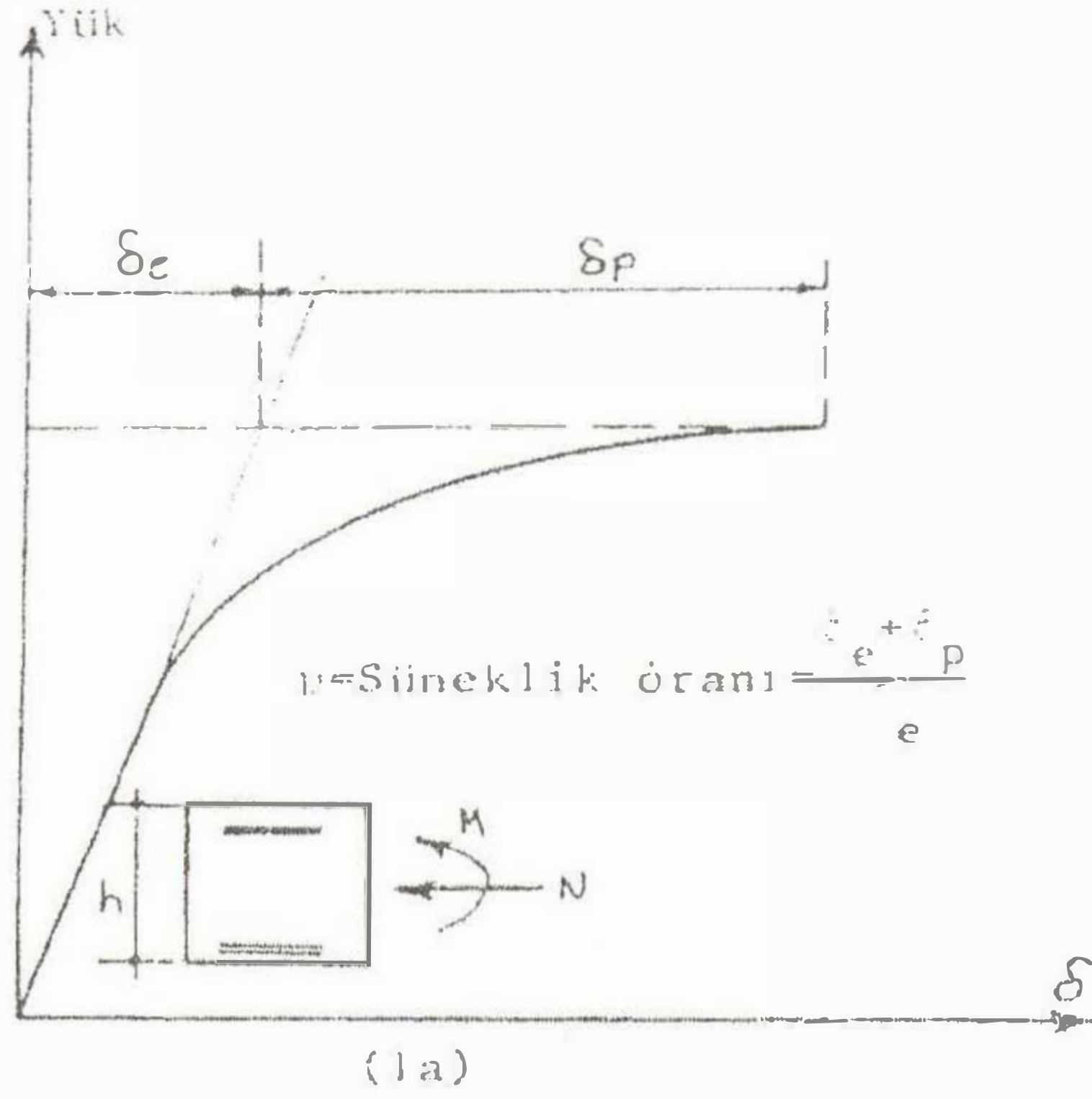
Çok sayıda yapılan sayısal hesaplardan, lineer teori ile gerçek yapıya ait elasto-plastik teori sonuçları arasında aşağıdaki tabloda gösterilen özellikler bulunmaktadır.

Tablodan görüldüğü gibi aynı deprem titreşimi altında lineer davranışa ait yer değiştirmeler ile elasto-plastik davranışa ait yer değiştirmeler $T > 0.5$ sn. olması halinde birbirlerine eşittir. Buradan $T > 0.5$ sn. halinde lineer teoriyle bulunan iç kuvvetler, μ süneklik oranına bölünerek gerçek elasto-plastik davranışa ait iç kuvvetlerin bulunabileceği anlaşılmaktadır. $1/8 < T < 1/2$ halinde ise $1/\mu$ oranının yerini $1/\sqrt{2\mu-1}$ almaktadır.

oranlarıyla, μ süneklik oranının yeter derecede büyük

Böylece sürtünme kuvvetleriyle ilgili olan sönüm oranlarıyla, μ süneklik oranının yeter derecede büyük

olması halinde hafif ve orta şiddetteki depremler altında rijit bir davranış gösteren yapıya, büyük şiddetteki depremler halinde etkiyen yatay yükler çok büyük değerler almayacak ve taşıyıcı sistem bu depremleri onarılabılır hasarlarla karşılayabilecektir.



ŞEKİL 1

TABLO 1

Özel Periyot	Elâstoplastik Teorideki Kuvvet Lineer Teorideki Kuvvet	Her İki Halde
$T < \frac{1}{8}$	1	İvmeler eşit
$\frac{1}{8} < T < \frac{1}{2}$	$\frac{1}{\sqrt{2\mu - 1}}$	Enerjiler eşit
$T > \frac{1}{2}$	$\frac{1}{\mu}$	Yerdeğiştirmeler eşit

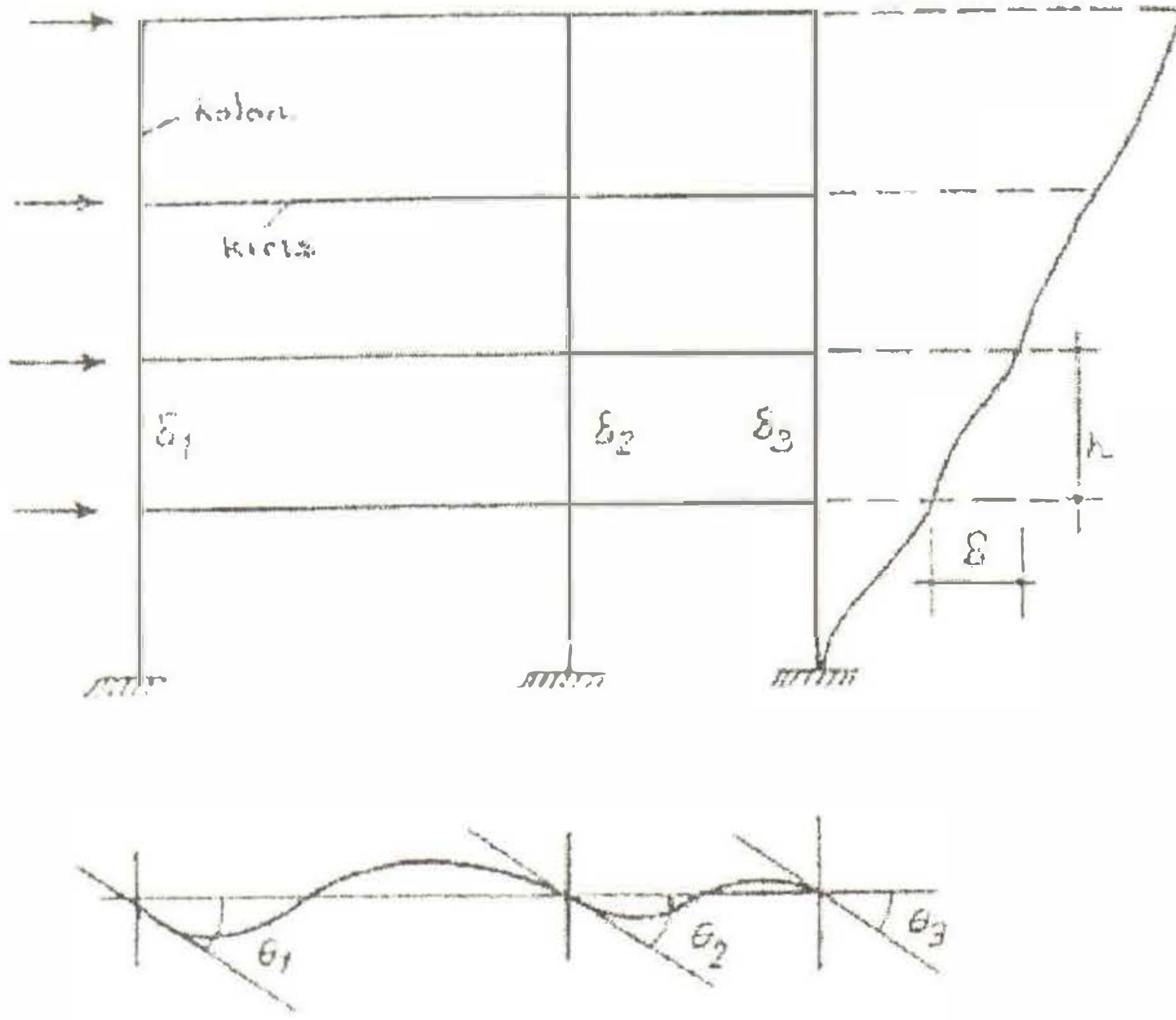
Şekil 1. Süneklik Oranı

II.1 Çerçeveseler

Çok yüksek olmayan yapılarda, 8-10 kata kadar düşey yükler ile beraber yatay yükleri taşımak için de genellikle yalnız çerçeveseler kullanılmaktadır. Bu tür sistemlerde iyi düzenlenmiş donatı halinde betonarme için de, süneklik oranının yüksek olması sebebiyle, şiddetli depremlerden meydana gelen yatay kuvvetlerin daha küçük olması üstünlüğü vardır.

Çerçeveseler kuvvet ya da deplasman yöntemlerinden biriyle hesaplanabilirler. Kesin olan bu yöntemde kolonların boy değişmelerinin etkisi de göz önünde tutulabilir. Özellikle çerçeve yüksekliğinin genişliğine oranı ve kiriş I/l rijitlikleri büyüdükçe bu etkiler hesaba katılması gereken mertebelere yükselmektedir. Bu yöntemler için çeşitli hesap programları hazırlanmıştır. Yaklaşık yöntemlerle yapılan basitleştirici kabuller Şekil 2'de özetlenmiştir.

Duvarlarda önemli çatlaklar oluştuğundan sonra duvar rijitliklerinde azalmalar görülmektedir.



Kabuller:

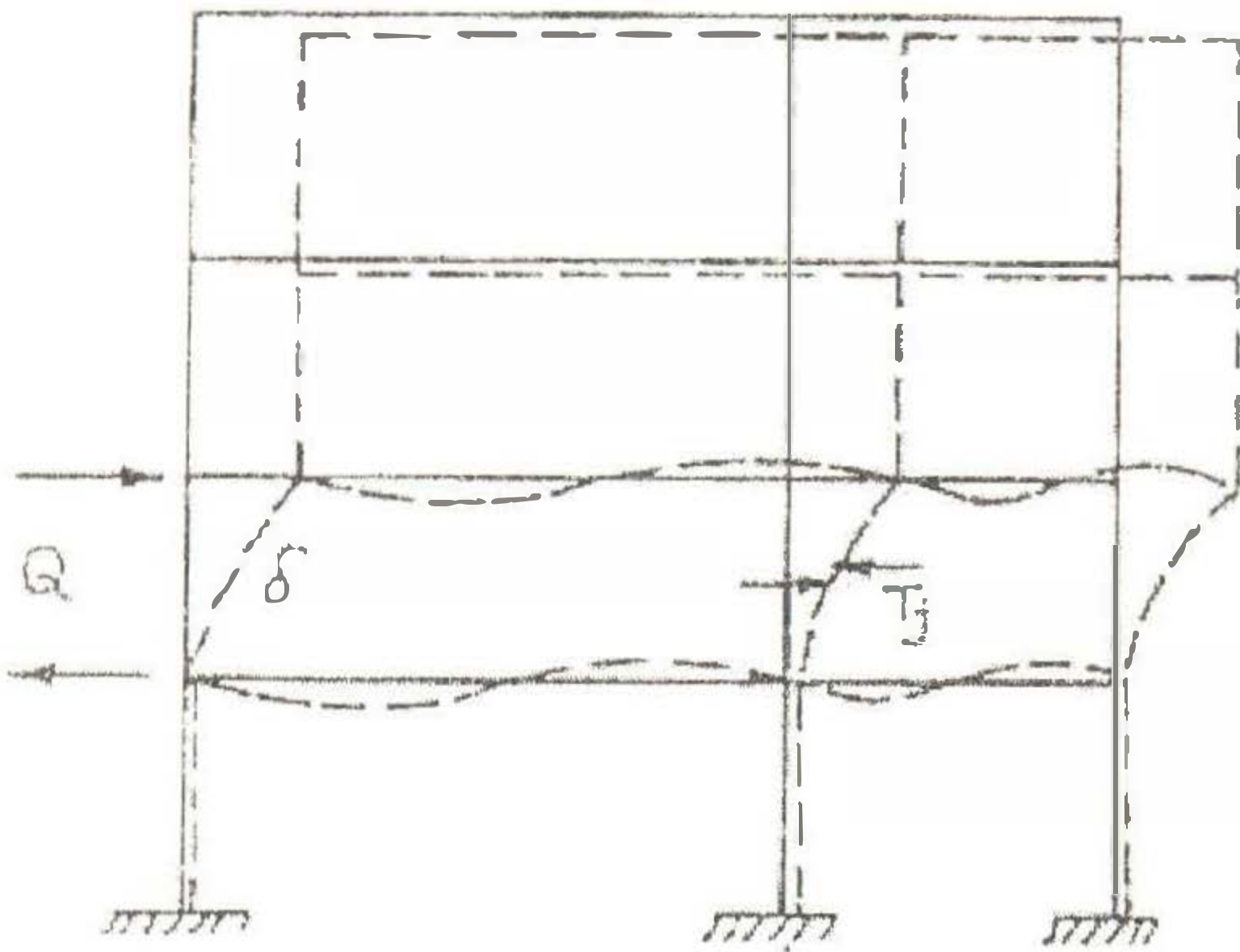
$$\delta_1 = \delta_2 = \delta_3 = \delta$$

$$\theta_1 = \theta_2 = \theta_3 = \theta$$

δ , yukarıya doğru azalıyor

ŞEKİL 2

Şekil 2. Basitleştirici kabuller



Kayma Çerçevesi

Bir kattaki Q'den yalnız aynı kat etkileniyor.

$$\frac{\text{Kiriş } I/I}{\text{Kolon } I/I} \rightarrow \infty : \text{ kesin}$$

" büyükse : yaklaşık

" küçükse : geçersiz

$$\delta = \frac{T}{D} \cdot T_j = \frac{D_j}{\sum D} \cdot Q \quad Q : \text{ kat kesme kuvveti}$$

ŞEKİL 3

Şekil 3.

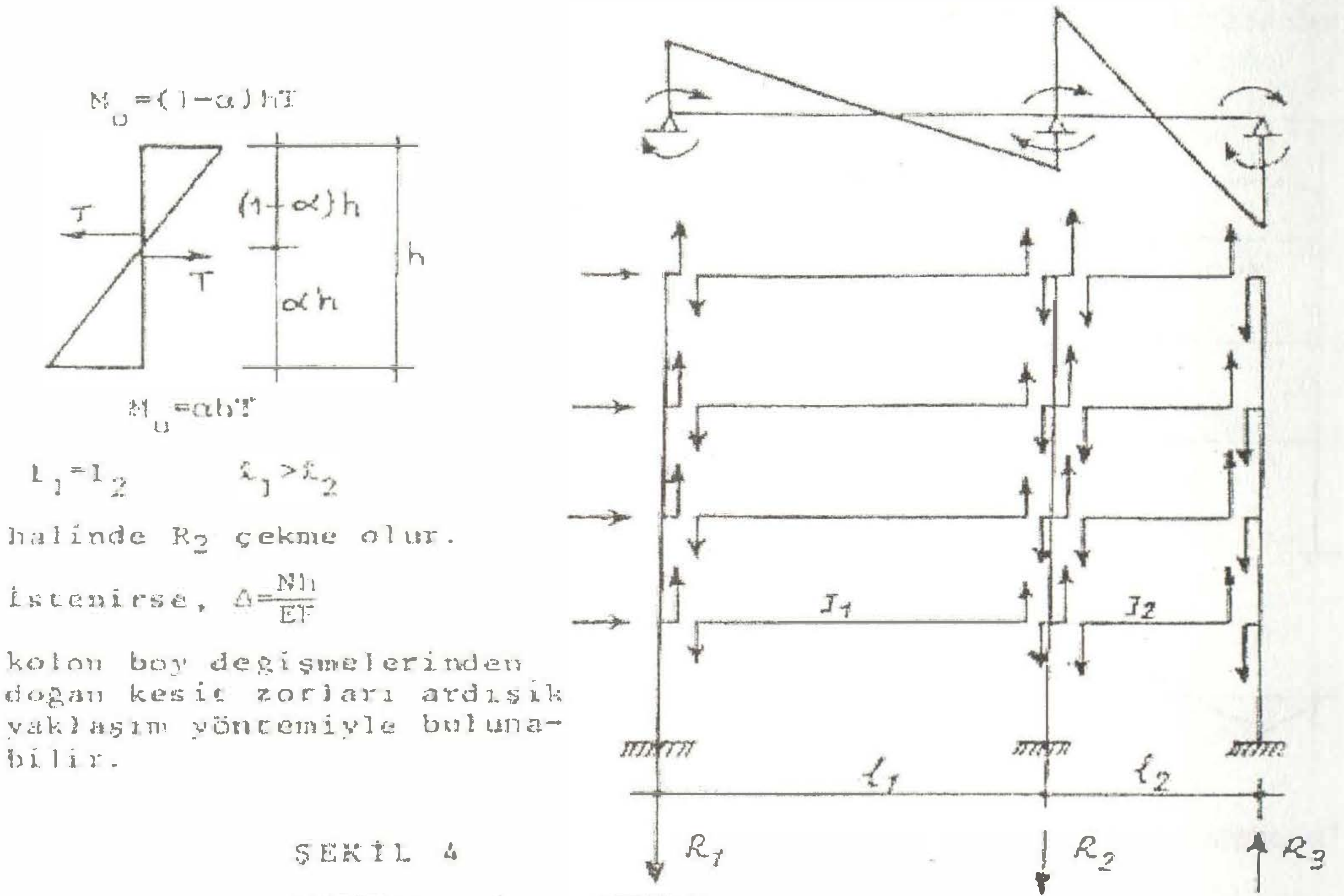
Kayma çerçevesi kabulü hesapları daha da kolaylaştırmaktadır. Şekil 3'de görüldüğü gibi, bu tür çerçevelerde bir hattaki Q toplam kuvvetinden yalnız o kat etkilenmektedir. Bu özellik ancak kiriş I/I lerinin kolon I/I lerine oranının çok büyük olması halinde geçerlidir. Örneğin bu oran 0.30-0.35'den daha büyük ise yaklaşık olarak böyle kabul edilebilir (Şekil 3).

Kolonların kesme kuvvetleriyle eğilme momentleri bulunduğundan sonra, kirişler kolonlardan gelen momentlerin etkisi altında mütemadi kiriş gibi hesaplanarak kesit tesirleri tayin edilir. Şekil 4'te kirişlerin kesme kuvvetleriyle mesnet reaksiyonlarının bazı özellikleri gösterilmiştir.

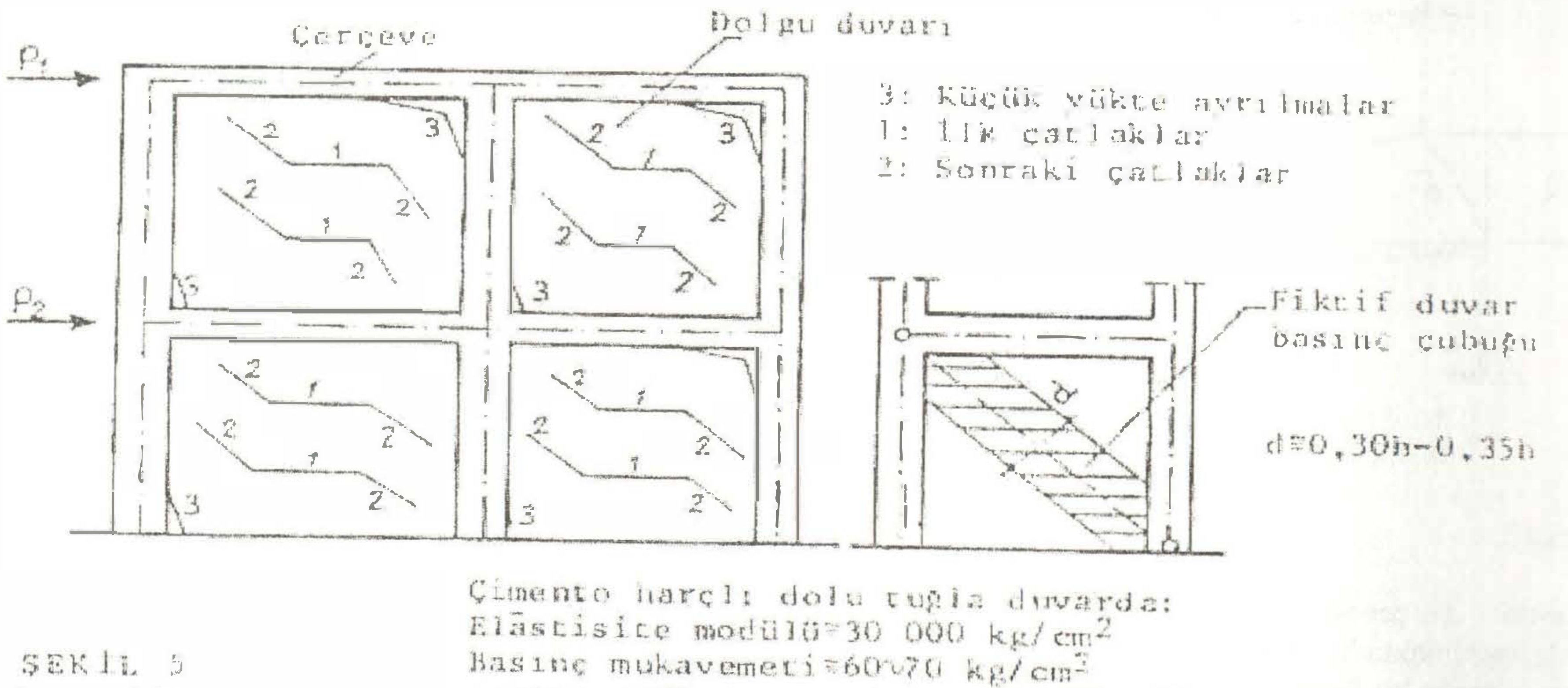
Çerçevelerin içinde bulunan duvarlar yüklerin bir kısmını alır. Buna karşılık duvarlar yapı rijitliğini artırarak T özel periyodunun küçülmesine ve dolayısıyla deprem kuvvetlerinin artmasına yol açar.

Şekil 5 üzerinde dolgu duvar etkisinin basit bir fiktif çubuk yardımıyla yaklaşık olarak nasıl alınabileceği gösterilmiştir. Bunun için Ref. (7)'deki deney sonuçlarından yararlanılmıştır.

Bundan simetrik olmayan dolgu duvarlarının rijitlikleri sebebiyle burulma titreşimleri meydana getirecekleri anlaşılmaktadır.



Şekil 4.



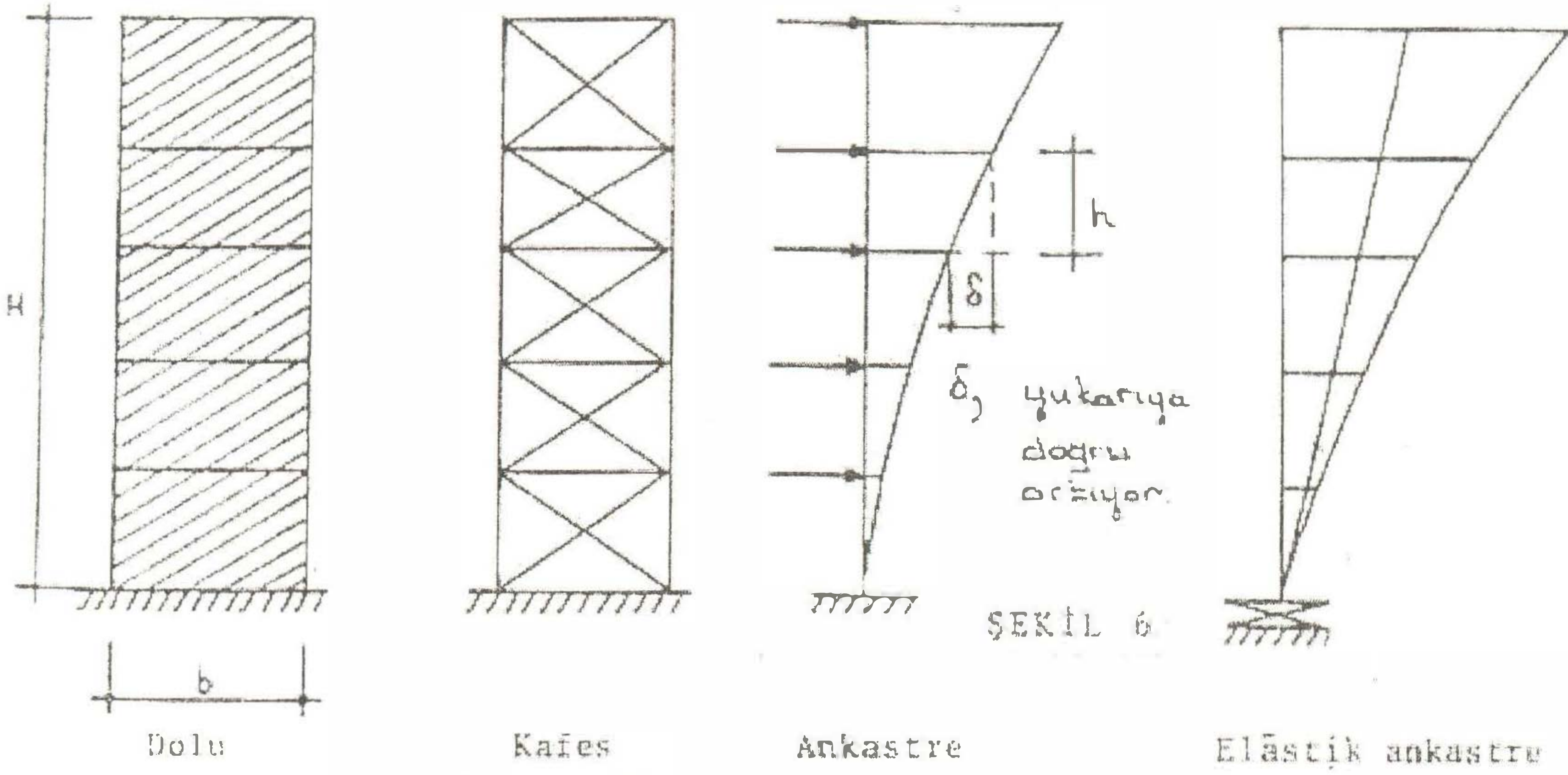
Şekil 5

II.1.1 Çerçevelerden oluşan yapılar

Çerçevelerin her katta döşemelerin rijit cisim hareketine uymaları gerekmektedir. Bu yapı sistemleri kesin metotlardan kuvvet veya deplasman metotlarından biriyle uzay bir çerçeve sistemi olarak hesaplanabilir. Bu amaçla hazırlanmış bilgisayar programlarından yararlanılabilir.

Çerçevelerin kayma çerçeveleri olarak kabul edilmeleri halinde, her kat birbirinden bağımsız olarak hesaplanabilir ve böylece hesaplar çok kısalmır.

Bu yaklaşık yöntemde bir kattaki kolon δ_x ve δ_y lerinin katların rijit hareketine uyması gerektiğinden, bir kattaki bütün kolonların δ_x ve δ_y rölatif yer değiştirmeleri, iki ardışık katın rölatif u, v öteleme yer



Şekil 6

değiştirmeleriyle ψ dönmesinden oluşan üç parametreye lineer olarak bağlanabilir. Her kolonun üst ucunun döşemeye uyguladığı x ve y doğrultusundaki kesme kuvvetleri ise kolonlara ait D_x ve D_y rijitlikleri yardımıyla u, v, ψ 'ye bağlı olarak yazılabilir. Bu kesme kuvvetleri üst taraftaki dış kuvvetler ile dengede olduklarından,

$$\sum X(u,v,\psi)=0, \sum Y(u,v,\psi)=0, \sum M(u,v,\psi)=0$$

Kolon δ 'larının x doğrultusunda $\delta_x = 1$ değerine ait kolon kesme kuvvetleri bileşkesiyle, y doğrultusundaki $\delta_y = 1$ değerine ait kolon kesme kuvvetlerinin bileşkesinin kesişme noktasına kat kayma merkezi denir. Çünkü dış kuvvetlere ait kat kesme kuvveti bu noktadan geçerse, bu katta burulma meydana gelmez.

II.2 Perdeler

Dolu perdeler tabanlarından ankastre veya elastik ankastre olan düşey konsol eğilme kirişleri gibi hesaplanırlar. Eğilmeye çalışan bu elemanlarda H/b 'nin küçük değerlerinde kayma şekil değiştirmeleri de hesaba katılmalıdır. Perdelerin temel dönmelerinden yapı üstünde meydana gelen büyük yatay yer değiştirmeler de göz önünde tutulmalıdır (Şekil 6).

II.2.1 Perdelerden oluşan sistemler

Bu halde de kat döşemelerinin düzlemleri içinde sonsuz rijit kabul edilmelerinden dolayı, perdelerin bir döşeme hizasındaki yer değiştirmelerinin döşemenin

rijit cismin hareketine uyması gerekmektedir. Bu özellik göz önünde tutularak kesin yöntemler ile hesap yapılabilir. Ancak bu halde her kat döşemesinin üç tane rijit cisim yer değiştirme bileşiminden başka, perdelerin her katta düzlem içindeki dönmeleri de bilinmeyenlere katıldığından hesaplar çok uzun olmaktadır.

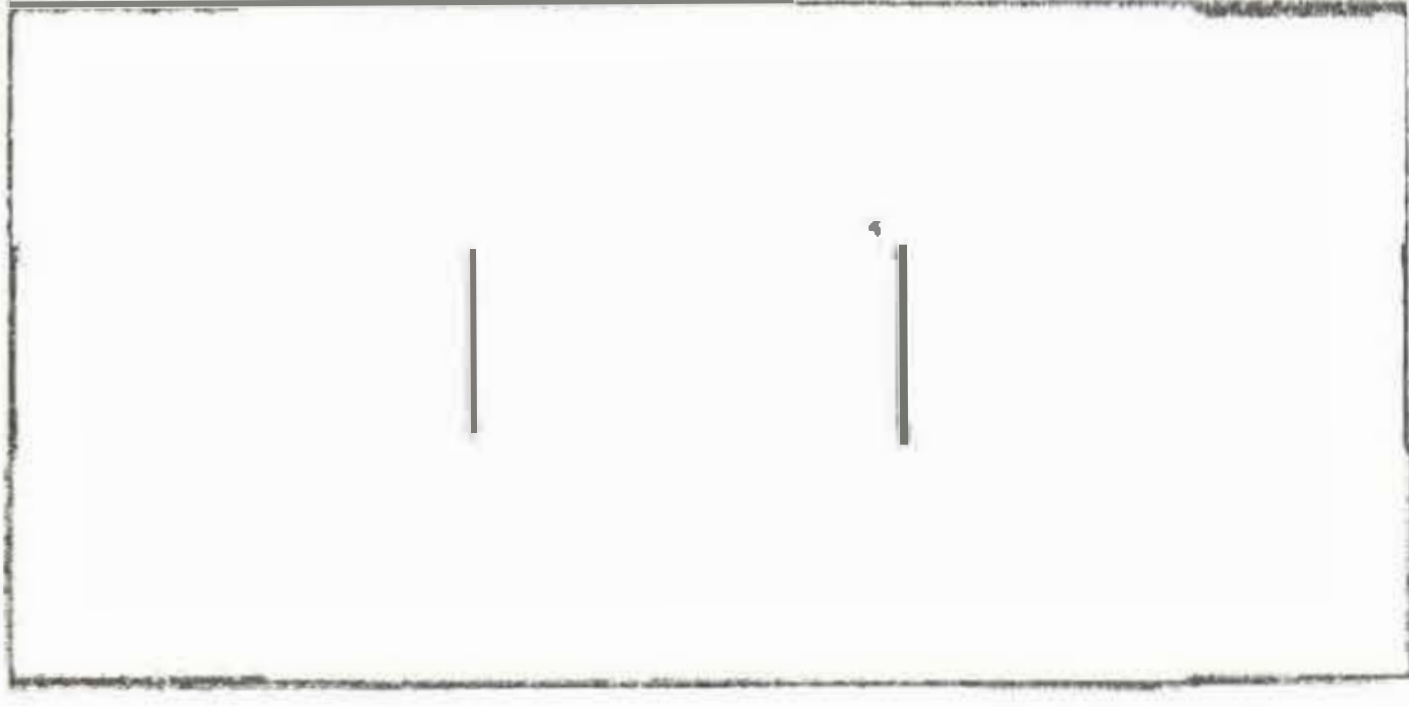
Denge denklemleri yazılır. Bu üç bilinmeyenli lineer denklem sistemi çözülerek u,v, ψ 'ler ve bunlara bağlı olarak da kolon kesme kuvvetleri ve eğilme momentleri elde edilir.

Bu yüzden bazı yaklaşık yöntemlerden faydalanılmaktadır. Mesela yalnız bir doğrultuda öteleme hareketi yapan sistemlerde, bir kat hizasındaki toplam dış moment, perdelerle yaklaşık olarak eğilme rijitlikleriyle orantılı olarak dağıtılmaktadır. Bunun kesin olabilmesi için perdelerin rijitlik oranlarının her katta sabit olması gerekmektedir. Böyle olmayan durumlarda Ref. (8)'den faydalanılabilir.

Ayrıca bazı hallerde döşeme plağının aynı düzlem içinde bulunan perdeleri geniş bir kiriş gibi bağladığı da göz önünde tutulmalıdır. Bu hale ait bazı elastik eğriler ile kesit tesirleri yayılışları Şekil 8'de gösterilmiştir. Burada görüldüğü gibi perde döşemeye büyük ölçüde iki yanından kesme kuvvetleri aktarmaktadır. Bundan dolayı döşeme plağının çalışan genişliği perde kalınlığından çok fazla olmaktadır. Sonlu elemanlar yöntemiyle yapılan incelemeler sonucunda, perdeler arasında kiriş durumunda bulunan döşeme plağının I_f genişliği çeşitli parametrelere bağlı

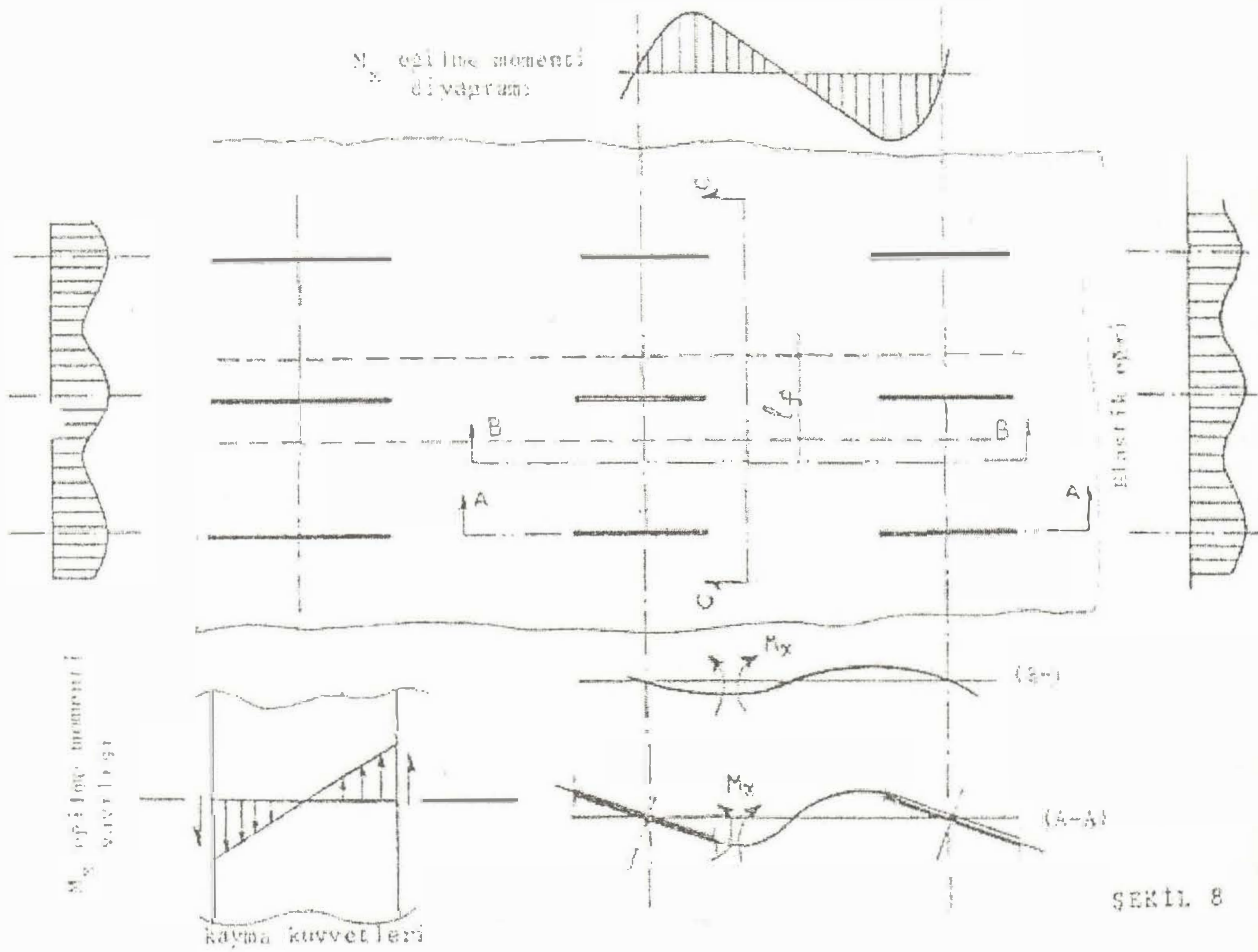
olarak verilmiştir. Böylece bu sistemler döşeme plağının perde içinde kalan kısmının atalet momenti

sonsuz büyük alınarak çerçeve gibi hesaplanabilmektedir (Şekil 8).



ŞEKİL 7

Şekil 7



ŞEKİL 8

Şekil 8

11.3 Boşluklu Perdeler

Bu sistemler aynı düzlem içinde bulunan perdelerin kat hizalarında kirişlerle birleşmesinden meydana gelmiş gibi de düşünülebilir.

11.3.1 Küçük boşluklu perdeler

Boşlukların küçük olması halinde perdeler yine konsol kirişler gibi çalışırlar. Böyle kabul edilebilmesi için

$$\gamma = \sqrt{(F_{\text{boş}} / F)} \leq 0.4 \text{ olmalıdır.}$$

Burada;

$F_{\text{boş}}$: boşluk alanını

F : boşluğa karşı gelen alanı göstermektedir (Şekil 9).

Ancak bu durumda hesapta boşluklu kısmın eğilme rijitliği göz önünde tutulmalıdır. Kayma rijitliği olarak da Muto'ya göre dolu kısmın kayma rijitliğinin (1-1.25 γ) katı alınmalıdır.

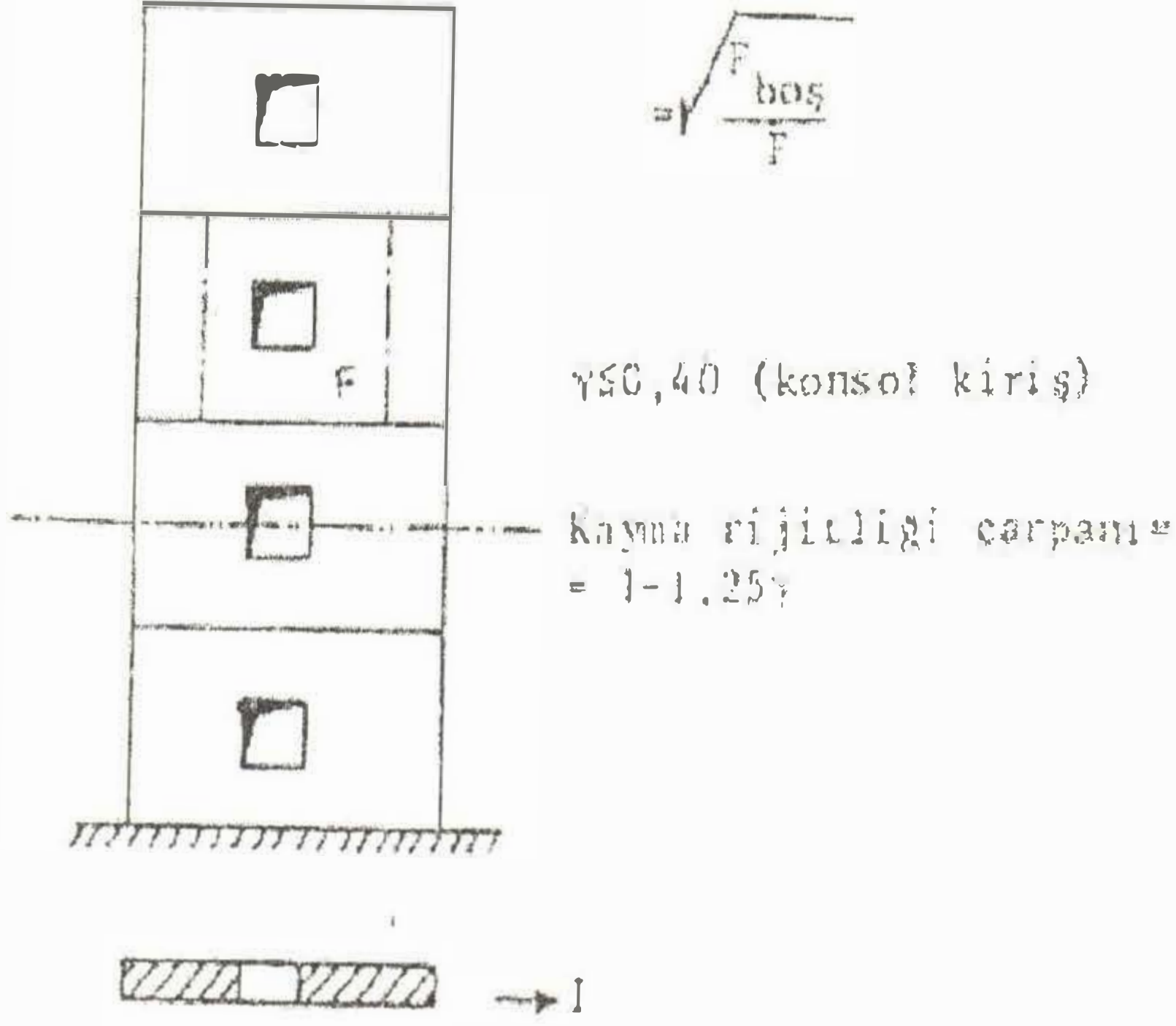
11.3.2 Büyük boşluklu perdeler

$\gamma > 0.4$ halinde boşluklu perdeler çerçeve gibi hesaplanmalıdırlar. Bu halde kiriş durumuna gelen kısımların perde içinde kalan bölgelerinin önemli bir

uzunluğunda atalet momentleri sonsuz büyük alınmalıdır (Şekil 10).

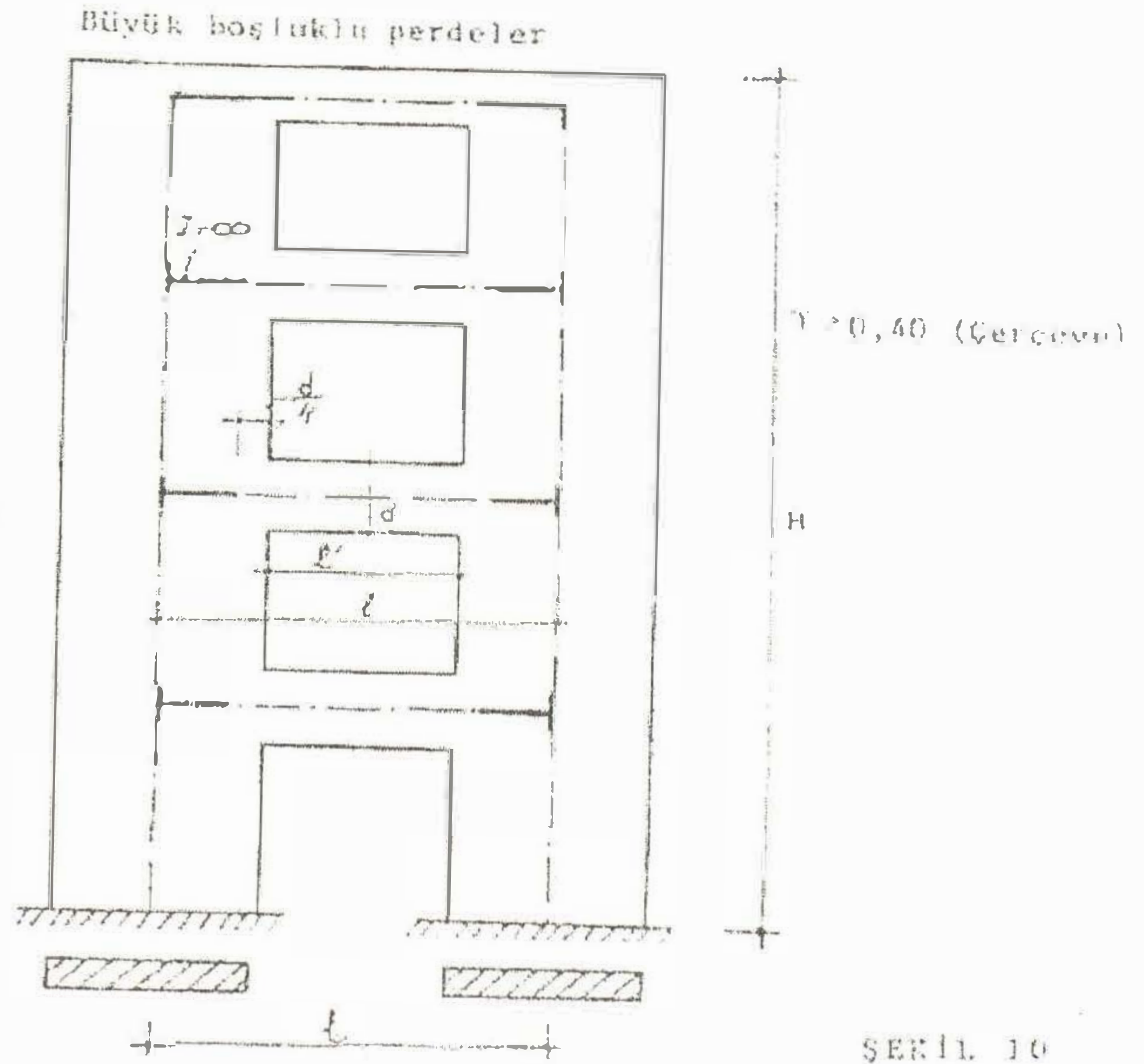
Bu elemanların süneklik oranları, çerçeveler ile perdelerin süneklik oranları arasında bulunmaktadır.

Küçük boşluklu perdeler



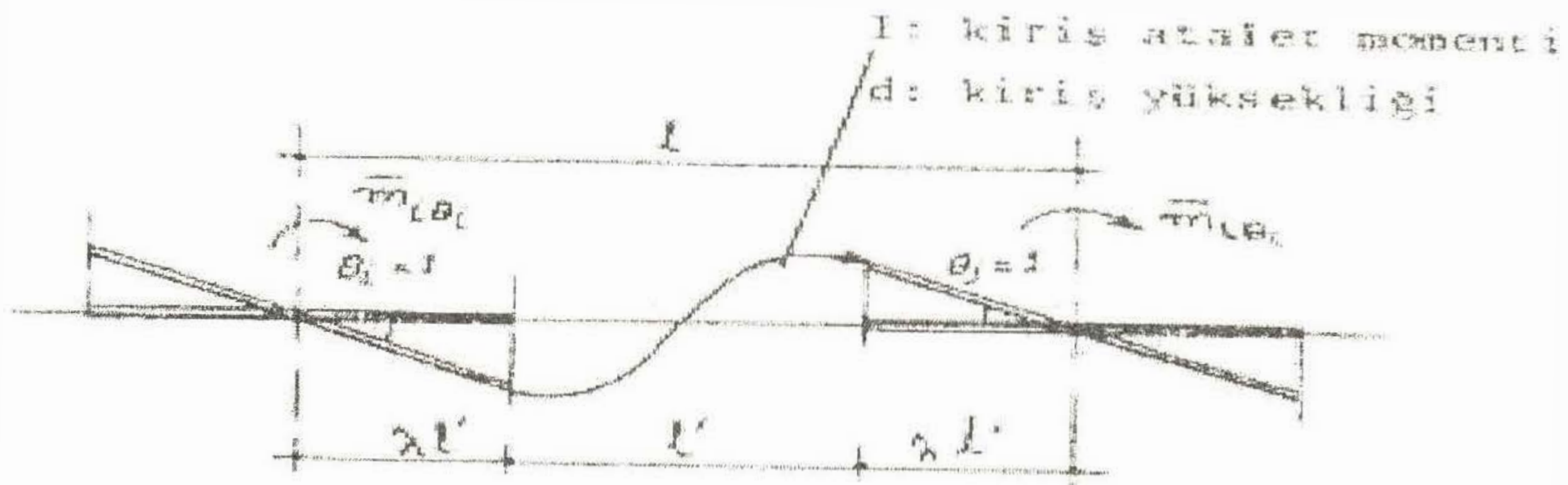
ŞEKİL 9

Bunun sebebi bağlantı kirişlerindeki şekil değiştirmelerdir.



ŞEKİL 10

Şekil 9-10



ŞEKİL 11

$\frac{d}{l}$	0	0,2	0,4	0,5	1
0,10	15,67	13,71	10,02	8,23	3,47
0,25	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

$$k_2 = \frac{16\lambda}{GEI/l} \text{ katsayıları}$$

Şekil 11

Bu tür sistemlerde bağlantı kirişlerinin d/l değerleri büyük olduğundan bu kirişlerde kayma şekil değiştirme değerlerini de hesaba katmak gerekmektedir.

Şekil 11 üzerinde, $\theta_i = \theta_j$ haline bir bağlantı kirişi eğilme rijitliğinde, kayma şekil değiştirmeleri katkısının ne kadar önemli olduğu gösterilmiştir.

Burada d / ℓ' oranı kayma şekil değiştirmelerinin katkısını göstermektedir. d / ℓ' oranının sıfır değerine ait rijitlikler kayma şekil değiştirmelerinin terkedilmesi haline aittir.

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

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

KAYNAKLAR

- [1] BAYÜLKE, N., Depremde Hasar Gören Yapıların Onarım ve Güçlendirilmesi, TMMOB İnşaat Mühendisleri Odası İzmir Şubesi, 1995/1
- [2] " Deprem Mühendisliği Semineri 97 ", Sakarya Üniversitesi, ODTÜ, İnşaat Mühendisleri Odası Sakarya Şubesi Ortak Çalışması, Adapazarı, Haziran 1997
- [3] YÜKSEL, M. Besim, Beton, Betonarme Yapılarda Bozukluklar, Sebepleri, Giderilmeleri ve Takviye Üzerine, İTÜ Dergisi, Cilt:24, No:1, İstanbul, 1966
- [4] BAYÜLKE, N., Depremlerde Hasar Gören Yapıların Onarımı, Türkiye Mühendislik Haberleri (Dergi) Sayı 276 Mart 1978
- [5] TMMOB İnşaat Mühendisleri Odası, İstanbul Şubesi, İnternet Adresi, www.imoistanbul.org.tr/depremi3
- [6] ÇAKIROĞLU, A. Yatay Yükleri Taşıyan Yapı Elemanları, TMMOB İnşaat Mühendisleri Odası İstanbul Şubesi, Aralık 1989
- [7] BONVALET, Ch. Ve diğerleri, Influence des remplissages dans les batiments a ossatures soumis aux efforts horizontaux dus au vent et aux seismes, A.I.T.B.T.P. No 276, 1970
- [8] ÇAKIROĞLU, A., ÖZMEN, G., Yüklerin Taşıyıcı Perdelerle Dağıtılması İçin Bir Ardışık Yaklaşım Yöntemi, İ.T.Ü. Dergisi, Cilt 35, No 1, 1977