

**T.M.M.O.B.
İNŞAAT MÜHENDİSLERİ ODASI
İZMİR ŞUBESİ**

ÇOK KATLI YAPILAR SEMPOZYUMU

(21-22-23 Eylül 1989)

**Dr. Müh. Erhan KARAESMEN
TAŞIYICI PERDE DUVAR TASARIMININ
ÇEŞİTLİ YÖNLERİNE İRDELEMELİ
BİR BAKIŞ**



**TASİYİCİ PERDE DUVAR TASARIMININ
ÇEŞİTLİ YÖNLERİNE İRDELEMELİ BİR BAKIŞ**

Erhan KARAESMEN (I)

Coskun ERKAY (II)

Nalan BOYACI (II)

Gonca ÖZKAN (III)

Ayad NAYEF (III)

1. NEDEN, NEREDE VE NE ZAMAN PERDE DUVAR ?

1.1. GENEL TANIMLAR

Duvar bir boyutu diğer boyutlarına oranla bir merteye küçük bir yapı elemanıdır. Yapı sanatının en geleneksel öğelerinden biri olup çeşitli malzemelerden ve değişik biçimlerde inşa edilebilme özelliğine sahiptir. Yüzyıllar boyunca taş, tuğla ve kerpiç birimlerinin araları harçlanarak üst üste dizilmesi ilkesine dayalı bir teknikte inşa edilmiştir. Bu birim elemanlar zaman içinde çeşitlilik kazanırken, duvarların fonksiyonlarına da değişik tanımlar gelir olmuştur. [1] Geçmişin duvarları otomatik olarak yük taşıyan ve aktaran yapı elemanları iken, çağdaş dünya tekniğinde bu fonksiyonlar yapı iskeleti (veya taşıyıcı sistemi, ya da karkası) adını alan ve duvarlardan bağımsız bir başka yapı elemanları dizimine verilmiştir. Duvarlar artık çoğunlukla mekan ayıran ve yükü taşımaksızın sadece yaratan yapı elemanlarına dönüşmektedirler.

Ama, bu çoğunluklu eğilimin çok ilginç ve kuvvetli bir istisnası vardır : Betonarme perde duvar.

Daha klasik bir çizgide yerinde beton dökme yöntemiyle inşa edilebildiği gibi, ön yapı (prefabrikasyon) ile üretim tekniğiyle de yapılabilen betonarme perde duvarlar günümüz yapı teknolojisinin ve mimari tasarım anlayışının gözde ürünü çok katlı yüksek binaların en önemli unsuru haline gelmiştir.

-
- (I) Serbest Uluslararası Danışman, ODTÜ Ek Görevli Öğretim Üyesi
(II) Serbest Müşavir - Mühendisler
(III) ODTÜ Araştırma Görevlileri

1.2. BETONARME TAŞIYICI SİSTEMLERDE KOLON DAN PERDEYE DÖNÜŞÜM

Betonarmenin yüz otuz küsur yıllık uygulamasının ilk dönemlerinde düşey taşıyıcı eleman olarak sadece kolonlar kullanılmıştır. Sonraki aşamalarda kolonların boyutlarını, çeşitli nedenlerle büyütme ihtiyacı doğduğunda, bunların bir bölümü ince uzun dikdörtgen kesitli elemanlara dönüşerek perdeleşir olmuştur. Daha sonraki dönemlerde ise betonarme binaların boyları yükseldikçe adına perde duvar denen ve düşey yüke olduğu kadar yatay etkilere de (deprem titreşimi ve rüzgar itkisi) dayanabilen yapı elemanları özel olarak tasarlanır olmuştur. [2]

Bu temel açıklamayı biraz genişletmek üzere binalardaki betonarme taşıyıcı sistemlerde kolon boyutlarının nasıl oluştuğunu ve tasarlandığını hatırlayalım. Süs, dekor ya da bir diğer mimari etki arayışıyla iri gövdeli bir yapı elemanına ihtiyaç duyulabileceği özel durumların dışında, bir kolonun kesit boyutlarına ve geometrisine etki yapan ana "yapısal unsurlar" kısaca şunlardır.

- Binanın yüksekliği ve katların sayısı
- Her kattan ve dolayısıyla toplam olarak tüm katlardan kolona düşey yük aktaracak alanın genişliği (Geometrik Eşdeğer Yük Alanı - Tributary Area -'nin Yüzeyi) ve bu yüklerin miktarı
- Kolondan yapı taşıyıcı sisteminin genel dayanım mekanizması içinde paylaşacağı yatay yük tesirinin tipi (rüzgar ya da deprem yükü oluşu)

Burkulma, zımbalama gibi lokal etkilerin kolon boyutunu olduğu kadar içindeki donatı miktarını belirleyici özellik taşıdığı ayrıca hatırlanabilir. Ancak, yukarıda sözü edilen üç ana unsur buradaki tanımlama çerçevesinde en genel belirleyiciliği taşımakta ve kolon - perde karşılaştırılması konusunda daha kuşbakışı bir açıklama getirmektedir.

Bu üç ana unsurun değişimine bağlı olarak bir betonarme düşey taşıyıcı elemanın kolondan perdeye dönüşme süreci Şekil-1'deki şemada özetlenmiştir. Görüldüğü gibi, sadece düşey yük etkisiyle bile geniş geometrik eşdeğer alanlar oluştuğunda ve binanın katsayısı arttığında kolonlar büyüebilmektedir. Bu etkilere deprem zorlaması da eklendiğinde kolonların mimari işlevleri ve estetiği bozacak mertebeye irileşmesini göze almak gerekecektir. Oysa bu elemanların bir bölümündeki boyut büyümesi gereksinimini kolon kesitlerini kareye ya da daireye yakın olmaktan çıkarıp bir doğrultuda ince uzun dikdörtgenleşmiş düşey taşıyıcı elemanlara dönüştürme yoluyla karşılamak mümkündür. Bu tür bir ihtiyacın belirleneceği bir yapıda ise asansör, merdiven, büyükçe baca gibi ortak kullanım elemanlarının çevresinde fonksiyon ve estetik endişelerini zorlamayan bazı sürekli duvarlar zaten otomatik olarak bulunur. Bu duvarların betonarme olarak yapılmasıyla ihtiyacın karşılanması kendiliğinden ve kolayca sağlanmış olur. Geri kalan düşey taşıyıcı elemanlar ise rahatsız etmeyecek.

alışılmış boyutlarda kolonlar olarak yapı sistemi içinde yerini korumuş olur.

Kat sayısı ve bina yüksekliği daha çok artan, örneğin temel üstünden itibaren yirmi katı ve 55-60 m.yi bulan yapılarda ise belli bir deprem etkisi söz konusu olduğunda ya da hatta sadece rüzgar etkisine dayanım ve deplasmanlar yönünden karşılayabilmek için bile düşey taşıyıcı elemanların bir bölümünün bilinerek, istenerek ve aranarak perde biçiminde teşkili, tasarım düşüncesi içinde kesinlikle yer alır. Bina yüksekliğinin daha da artması istenecek deprem bölgelerinde ise perdelerin binayı dıştan çepeçevre kuşatan kutular (üzerinde yer yer pencere delikleri bulunsa da geniş ve sürekli kapalı yüzeylere sahip kutular) biçiminde tasarlanması yoluna gidilir. Deprem etkisi nisbeten hafif ise ya da sadece rüzgar tesiri bulunuyorsa, bu tip kutulardan bina dışını kuşatan tek bir büyüğü yerine iç mekanlarda bir yerlerde oluşturulacak bir kaç adet kutusal çekirdek de çözüm araştırılabilir.

Konuyla ilgisi dolaylı olmakla birlikte, önemli ve genel iki hatırlatmaya da aşağıdaki gibi yer verilmesinde yarar görülmektedir :

- Bina türü bir yapıdaki taşıyıcı sistem "yanal + düşey etkiler" kombinezonuna dayanım gösterirken, yanal etki zorlamalarının tümünün birkaç perde duvar üzerinde toplanması ve diğer düşey taşıyıcı elemanlara yani kolonlara hiç yanal tesir aktarılmaması durumuna meydan verilmemelidir.
- Deprem etkisi, rüzgarinkinden farklı biçimde yapı iskeletinin iki asal doğrultusunda da aynı mertebeden zorlamalar yaratacağından, oluşturulan perdelerin yerleri öyle seçilmelidir, geometrisi öyle ayarlanmalıdır ki taşıyıcı sistemin her iki doğrultusundaki yanal rijitliği birbirine yakın gelmelidir. Ayrıca, kat döşemeleri düzlemlerinin içindeki parazit kat burulma etkisini minimumda tutabilmek amacıyla, perdelerin kat planlarında olduğunca simetrik yerleştirilmesine dikkat edilmelidir.

1.3. BU RAPORUN KONUSU VE KAPSAMI

Yukarıdaki ana tanımlamalar çerçevesinde ve genel ilke hatırlatmalarının ışığında ortadan daha yüksek bir binada deprem etkisini de karşılayacak biçimde ve kolonların komşuluğunda bazı perde duvarlara da yer veren bir betonarme taşıyıcı sistem düşünülmüş olsun. Ülkemizde deprem bölgelerinde yirmi kata (ya da temel üstü yüksekliği 60 m.'ye) yaklaşan binalar artık fazla ürküntü duyulmaksızın inşa edilir olduğundan, yukarıdaki betimleme, Türk yapı mühendisliğinin gündemine de uygun düşmektedir. Bu tür bir taşıyıcı sistemde mimarisiyle ve genel yapı kurallarıyla uyumu sağlayacak

biçimde yerleştirildiği varsayılan perde duvarların yanıl kuvvet etkisi altındaki strüktürel analizi yapısal davranış felsefesi yönünden olduğu kadar hesap detayları bakımından da incelikler göstermektedir. öncelikle, yapı statığı disiplininin matematik bazını çok eskilerden alan çubuk sistemler ile teorisi sonradan oluşturulan perdeli sistemlerin karşılıklı durumları hatırlanmalıdır.

Rapor, "çubuk sistem - perdeli sistem" teorik ikileminden hareketle, perde duvar analizinde dikkat çeken bazı unsurları tartışma ve irdeleme platformuna getirmek amacıyla hazırlanmıştır.

2. PERDE DUVARLI SİSTEMLERİN ANALİZİ

2.1. GENEL YAKLAŞIM

"Perde duvar" denen yapı elemanının düşey bir düzlem içinde yer alan bir pano gibi düşünölebileceğine dikkat yöneltelim. önceki bölümlerde de değinildiği gibi perde duvar elemanının bu düzlem içindeki boyutları (eni, boyu), düzleme dik boyutu (kalınlığı)'ndan çok büyüktür. Yanal kuvvetlerin etkisi altında deplasman yapış biçimini de bu özellik belirler. (Düşey taşıyıcının kesitinin iki kenarı, yani eniyle kalınlığı arasındaki oranın 3-4 (üç-dört) gibi küçük bir sınırı var oluşu elemanın geometrik ve dayanımsal davranış biçiminin zayıf ve anlamsız bir göstergesidir. Bazı yönetmeliklerde, el kitaplarında ve tasarım tanımlarında bu anlamsız göstergeye bağlı kalınmış oluşu bir talihsizliktir.)

Deplasman yapış biçimi aynı zamanda bir düşey taşıyıcı elemanın her kat hizasındaki yanıl deplasman eğilimini zorlaştırıcı komşu "kiriş + döşeme" parçalarıyla da ilgilidir. Dolayısıyla, perde duvar elemanı soyut tek bir eleman olmayıp birbirleriyle bağlantılı ve bütünleşen bir düşey ve yatay elemanlar kümesinin bir birimidir.

Hatırlanacağı ve Şekil-2'de göröleceği gibi alışılmış boyutlardaki bir kolon kendisine alt ve üst uçlarında yani aralarındaki katların hizalarında bağlı kiriş+döşeme parçacıklarının varlığı dolayısıyla rahat yanıl deplasman yapamaz. Kolon boyunca yanıl deplasman eğimi iki kat hizasının ortalarında bir yerde enfleksiyon yaparak konkavlıktan konveksliğe geçer. Oysa, kolonun kesit boyutları büyüyüp yanıl harekete engel olan kiriş + döşeme elemanlarının engel etkisi hafiflediğinde kat boyunca kolon, konsol davranışı geçirir biçimde davranır; konveksliğe geçiş deplasman eğrisinin üst ucunda oluşur. Kolon yerine adına artık tamamen perde duvar denebilecek bir eleman geçmişse, yanıl deplasman daha rahat oluşur. [3] [4] Enfleksiyon oluşumu hayali biçimde bir kaç kat yukarlarda görölür. Bu tasarlama içinde en-uç durum, çok iri (örneğin bir binanın bir yüzünü tamamen kaplayan) bir

perde duvarın kesintisiz olarak bir bina yüksekliğince devam etmesidir. Katlar hizasında bu tür bir perdenin yanai hareketine engel oluşturacak kiriş ve döşemelerin rijitlikleri perdenin yanai rijitliği yanında çok küçük kalır. Perde duvar temellerden ankastre ve bina yüksekliği boyunca uzanan bir düşey konsolunkine yakın davranış biçimi sergileyebilir. (Gerçekte perde duvarın tekil, soyut bir eleman olmayışının ve kolonlarla birlikte dayanım paylaşımı çaprasık mekanizmasının ürünü olarak teorik konsol davranışına çok kolaylıkla yaklaşılamayacağı da hatırla tutulmalıdır. Ama, imgesel bir uç durum olarak yine de sözü edilmiştir.)

2.2. MODELLEME VE İNDİRGE ME KAVRAMLARININ PERDE DUVAR ANALİZİNDEKİ YERİ

2.2.1.Yapı Analizlerinin Teorik Dayanakları Bakış Açısından:

Yapılarda, taşıma ve deformasyona yönelik analizlerin yapılabilmesi için, kullanılan materyal matematik modellere dönüştürülmektedir. Bu modeller elasto - plastik özellikte olmakla ve sabit yük altında zamanla değişen deformasyonlar gösterebilmektedir. Bununla birlikte yapılarda, kullanılabilirliğin sağlanması için deformasyonların küçük tutulması zorunluluğu bulunmaktadır. Bu deformasyonlarda malzemenin lineer elastik davrandığı varsayılabilmektedir. Betonarme yapılarda, homojenliği bazan çatlakların deformasyon üzerindeki etkisi ise, "çatlamış kesit atalet momenti" gibi fiktif büyüklükler yolu ile homojen malzeme deformasyonlarına dönüştürülmektedir.

Ayrıca, yapının taşıma güvenliğinin sağlanabilmesi amacıyla kritik stabilite durumlarından "üç" gibi büyük bir emniyet katsayısı ile uzak durulmaktadır.

Böylece, betonarme yapıların üzerlerine etkiyen gerçek yükler altındaki davranışlarının analizinde, lineer elastisite birinci mertbe teorisi yeterli olabilmektedir. Bu genel yargı çubuk sistemlerin analiz yöntemlerinin geleneksel bazını oluşturduğu gibi, aşağıda açıklanacağı üzere perde duvarlı sistemlerin incelenmesi için de geçerli bir düşünceyi ortaya koymaktadır.

2.2.2. Karmaşık Yapı Bölümlerinin Basit Temsili Elemanlara Dönüştürülebilmesi Gereği Bakış Açısından :

Yapı bölümlerinin boyutlarından biri, genellikle diğer ikisinden mertbe olarak çok farklı, yani ya çok büyük ya da çok küçük (Kolonlar ve kirişlerde çok büyük, perde duvar ve döşemelerde çok küçük). Bu çerçevede bir yapı, tek ya da iki boyutlu elemanlardan oluşan bir teorik temsili sisteme indirgenebilmektedir. Perdeler bunların iki boyutlu olanlarından. Yüksek yapılarda ise perde boyunun, perde duvarın plandaki boyutlarından yani eni ve kalınlığının ikisinden birden çok daha fazla olması söz konusudur. Böylece kalınlığı, eni ve boyu birbirlerinden mertbe farkı farkı gösteren çok karmaşık davranışlı bir yapı elemanı türü ortaya

çıkmaktadır. Ancak bu, mertebe farkları matematiksel indirgeme bağlamında olumlu bir durum yaratmakta ve yüksek yapı perdeleri, kesiti ince çeperli olan çubuklar gibi göz önüne alınmasına olanak sağlamaktadır.

2.3. PERDEYE SAPLANAN KIRIŞLARIN YARATTIĞI TEORİK SORUNLAR

Gerekli ve geçerli fiziksel modelleme ile matematiksel indirgeme işlemlerinden sonra bile bir perde duvar yalın ve tekil bir eleman olarak analiz edilemez. Katlar hizasında perdeler bir ya da iki yandan sapslanan kirişler bulunur. Şekil - 3'de tasvir edilen bir yandan kiriş sapslama durumunda perde elemanının silindirik ve yeterince uzun olduğunu, dolayısıyla plandaki kesitinin ağırlık merkezinden geçen eksen çizgisinde bulunan bir çubuğa indirgenebileceğini varsayalım. Perdeye, kesitinin eğilme atalet momenti J_k olan bir kiriş sapslanmış olsun.

Şekil 3 - b'deki şema, perde ve kirişin - şekil düzleminde olduğunu varsaydığımız - deformatsyondan sonraki durumu görülmektedir. Kiriş rijitliğinin perdeye göre çok küçük olması halinde, başlangıçta perde kesiti üzerinde bulunan AB çizgisinin AC gibi bir bölümü - kayma deformatsyonları göz önüne alınmadığına göre - deformatsyondan sonra da, yine perde eksenine dik bir düzlem üzerinde bulunacaktır. Dolayısıyla, perde ve kiriş, eksen çizgileri üzerinde bulunan çubuklara indirgenmek istenirse, kirişin Şekil-4'de şemalaştırılmış biçimiyle AC bölümü üzerinde $J = \infty$ alınmak zorundadır. CB çizgisinin deformatsyonu, lokal gerilme incelenerek belirlenebilir. Kiriş rijitliğinin perde rijitliğinden çok küçük olması halinde, CB uzunluğunun AC uzunluğundan çok daha küçük olacağı düşünülerek, kiriş, C ve B noktaları arasındaki bir D noktasının solundaki kısmı rijit ve sağındaki kısmının atalet momenti J_k olan iki parçadan oluşuyormuş gibi alınabilir. Ancak, kirişin taşıma hesapları B'deki kesitinde yapılmalıdır.

Bazı uluslararası prestije sahip ve yaygın kullanılan bilgisayar programları bu olguların bir bölümünü dikkate almıştır. Ancak, bazı daha amatörce programların kapsayamadığı bu ince özelliklerin "analizci-tasarımcı" ekip tarafından kesinlikle göz önünde tutulması gerekmektedir.

2.4. BOŞLUKLU PERDELER

Geniş yüzeyli perde duvarların mimari fonksiyon çeşitliliğini sağlamak ve aynı zamanda görünüş soğukluğunu, monotonluğunu bir ölçüde gidermek üzere boşluklar olarak yapılmaları eğilimi gittikçe yaygınlaşmaktadır. Perde üzerinde böylece oluşan deliklerin yüzeyi dolu yüzeyden çok küçükse, masif duvarın genel yapısal davranışında köklü bir değişiklik beklenemez. Sadece deliklerin çevresinde kaçınılmaz bir gerilme yoğunlaşması kendini gösterir. Bu durum uygun bir donatı

detaylandırması ile çözülebilir türden olup ciddi bir kuramsal mühendislik problemine yol açılmaz.

Boşlukların boyutunun kritik bir sınırı aştığı durumlarda ise perde duvar yapısal davranışını değiştirmeye başlar. Çünkü bu büyükçe boşluklar sadece boşluk civarındaki gerilme dağılımının değişmesine yol açmakla kalmayıp, boşluğa çok uzak noktalarda bile perdenin deformasyonlara karşı gösterdiği reaksiyonları etkilemeye başlar. Tek kitlesel bir perde yerine kat hizalarında yüksekçe lentolarla birbirine bağlanmış paralel iki perde parçası ortaya çıkar. Bu türden bir perdeyi de boşlukların yeri herhangi bir simetri kuralına uysun uymasın, iki boyutlu bir yapı elemanı olarak ele almak mümkündür. Böylece, birim deplasman yüklemeleri yardımıyla, perdenin diğer yapı bölümlerine uyguladığı etkiler (kuvvet ve moment), bilinmeyen deplasman değişkenlerinin lineer fonksiyonları olarak belirlenebilir. Ancak, uzun sürecek bu türlü zahmetli analizler yerine, yeteri kadar doğru sonuçlar vereceğinden emin olunması halinde bu özel perde duvar kümesini de bir çubuklar sistemine indirgeyerek hesapları basitleştirmek düşünülebilir. Genelde hatırlanmalıdır ki yapılan analizden amaç, boyutları ve donatıyı, yapının -yaşam süresi boyunca- üzerine etkiyecek yükleri, gerek taşıma ve gerekse kullanılabilirlik yönünden, problem çıkarmadan karşılayabileceği şekilde belirlemektir. Bu amacı gerçekleştiren ve ekonomik sınırlar dışına çıkmayan yaklaşık çözümlere yeteri kadar doğru gözüyle bakılacaktır. Böyle bir indirgemenin nasıl yapılabileceğini incelemek üzere, Şekil-5.b'deki boşluklu perde gözönüne alınsın.

Yeterince yüksek olduğu varsayılan perde duvar büyük bölümünde I-I kesitindedir ve yalnız II-II kesiti civarında tek bir dikdörtgen boşluk bulunmaktadır. Böylece perdenin şekil düzlemindeki deformasyonları incelenirken, boşluğa uzak olan perde bölümleri, kesit ağırlık merkezlerinden geçen çubuklara indirgenebilir. Boşluk civarında ise, perdenin II-II kesitindeki bir çubuğa indirgenmesi gerekir gibi görünmektedir. Eğilme sırasında düzlem kalan böyle bir kesit, kesitte yalnız eğilme momenti bulunması halinde, yükü karşılayabilecektir. Ancak, önceden de değinildiği gibi perdeler özellikle yatay yükleri karşılamak amacıyla kullanılmakta olup perde kesitlerinde eğilme momentinin yanısıra önemli büyüklükte kesme kuvvetleri de bulunmaktadır. Kesitteki -ortalama- kayma gerilmeleri eğilme gerilmelerinin çubuk boyunca değişimi ile belirlidir (Şekil-6) ve eğilme sırasında düzlem kalan II-II kesitinin iç yüzünde kayma gerilmesi bulunmaması sağlanamaz. Bu açıklamadan anlaşılacağı ve Şekil-7'de görüldüğü gibi, boşluk bölgesinde perde tek bir çubuğa indirgenememektedir. Bunun yerine, normal kuvvetlerin deformasyon etkisinin de gözönüne alınacağı iki çubuğa dönüştürülmesi gerekmektedir.

öte yandan, Şekil-8'deki şemada B noktasının üstünde ve C noktasının altında, perde kesitlerinin artık eğilme sırasında düzlem kaldığı kabul edilebildiğine göre, boşluğun iki

tarafındaki çubukları bu kesitlere kadar devam ettirmek uygun olacaktır. Böylece Şekil-9'daki çubuk sistemi elde edilmektedir. DE ve FG çizgilerinin deformasyondan sonra da -kayma deformasyonlarının gözönüne alınmaması halinde- üst ve alttaki perde eksenlerine dik kalması ancak DE ve FG çubuklarında $J=0$ alınarak sağlanabilecektir.

Bu açıklamalar sadece boşluklu perdelerin değil, bir perde duvar hemen komşusu bir kolona kirişlerle bağlandığında ortaya çıkan karmaşık yapı elemanları kümelerinin de analizi için genel ilkeleri özetlemektedir. Bu ilkelerden hareketle yeterince sağlıklı analiz yöntemleri geliştirilebilir ve geliştirilmiştir. Bu yöntemlerin bir bölümü sadece perde boşluklarının bina yüksekliğince düzgün geometri ve her katta tekrarlanır olması durumuna cevap verir. Yani, genel bir teorik çözüm getirmez; özel bir şık halleder. Ancak, bu pratikte sıkça rastlanan bir özel şık halidir. Klasik bir differansiyel denklem çözümüne indirgenebilen yaklaşık sade bir analizle sonuç alınabilmektedir. [1] [5] [6]

Öte yandan, matrisyel analiz yoluyla daha genel çözümlere gidilebilmektedir. [7] [8] Analiz sonuçlarından kesin yapı tasarımına geçişin çeşitli meseleleri üzerinde ise aşağıdaki bölümde durulacaktır.

Öte yandan, geniş yüzeyli bir perdeye boşlukların girmesiyle katlar hizasında yatay bağlayıcı lento elemanlarının ortaya çıktığı olgusuna önceden değinilmişti. Lento adıyla anılan bu özel kirişler, çubuk sisteme indirgeme mantığı içinde yatay bir çubuk eleman olarak analitik modellerde yerlerini alırlar. Sistemin yanal kuvvetler altındaki genel deformasyon ve deplasman biçimi gereğince bu lentoların perdelerle bağlı oldukları uçlarında aynı işaretli önemlice eğilme momentleri oluşur. Bu eğilme momentleri lentoyu ayrıca güçlü bir kesme-kayma ortamında tutar. (Şekil-10.a) Boyut tahkiki yönünden kritik olabilen bu kesme kuvveti yüksek bir bina boyunca Şekil-10.b'de özetlenen bir değişim gösterir. Maksimum değerini bina yüksekliğinin yarısına yakın bir kat hizasında alır.

Binanın yüksekliğince perde duvar elemanları üzerindeki eğilme momentinin değişimi de, bilindiği gibi, ilginç özellikler gösterir. Yatay yük dayanımının büyük çoğunluğu hatalı bir tasarım felsefesini yansıtır da olsa sadece az sayıdaki perde duvarla sağlanan taşıyıcı yapı sistemlerinde perdeler temelde ankastre düzey konsolunkine yaklaşan eğilme momenti diagramları gösterirler.

Buna karşılık, boşluklu veya boşluksuz perdelerin yanal etki dayanım mekanizmasında yeterli sayıda ve yeterince güçlü kolonla birlikte ve iç dayanışma halinde yer aldıkları durumlarda -ki pratikte sık rastlanan bir şıktır- lateral deplasman kompatibilite şartının her kat hizasında tatmini gereği ilginç değişim fonksiyonları ortaya çıkarır (Şekil-10.c). Bu olgu, bilindiği gibi son dönemlerin ilginç

problemlerinden biri olarak "kolon-perde karşılıklı etkileşimi" adıyla sıkça etüdedilir olmuştur. Olayda binaya gelen yanıl kesme kuvvetlerinin katlar boyunca perdeler ve kolonlar arasındaki dağılım mekanizması için içine girmektedir. Yazarların bir bölümünün istatistiksel bir mantıkla ele alıp bazı bulgulara ulaştıkları bu problem, üzerinde ayrı bir rapor yazılmasını gerektirir önemdedir. Burada sadece değinilmesiyle yetinilecektir.

3. ANALIZDEN TASARIMA GEÇİŞLE İLGİLİ EK BAZI HATIRLATMALAR

3.1 "KAYMA MERKEZİ" KAVRAMI

Perdeler yukarıda da açıklandığı gibi özellikle, yapıya etkileyen yatay vüklerin dayanım ve yanıl deplasman yönlerinden karşılanması amacıyla kullanılmaktadır. Buna göre, yüksek yapılarda, perde kesitlerine etkileyen eğilme momentlerinin yanısıra önemli büyüklükte kesme kuvvetleri de bulunmaktadır. İnce çeperli karmaşık geometrili kesitlerde, kayma merkezinin kesit ağırlık merkezinden uzakta bulunabileceği ve böyle durumlarda, ağırlık merkezine etkileyen bir kesme kuvvetinin burulmaya da sebep olacağı hesaplarda gözönüne alınmalıdır. Ayrıca, bilgisayar programlarının büyük bir bölümünde de otomatik olarak çubuğa indirgenmiş perdenin eksenini, kayma merkezinden planda uzak kalan bir ağırlık merkezinden geçiyor kabul edildiğinden bu burulma etkisi ihmal edilmektedir. Böylece, tasarımcı için bilgisayar sonuçlarının yorumunda özel dikkat edilecek bir konu ortaya çıkmaktadır.

Kayma merkezi kavramı, bilgisayar öncesi analiz çağında aslında daha dikkatle gözönünde tutulan bir kavramdı. İnce çeperli kesitlerin eğilme analizi için çok genel yöntem niteliği taşımasa da zarif matematik dokusuyla dikkat çekmiş olan Vlassov Metodu'da, bilindiği gibi, bu kavrama dayalı bir hesap geliştirilmesiyle ortaya çıkmıştı.

Kat düzlemi içindeki toplam burulma etkisinin bazan büyük boyutlara varabileceği ayrıca gözönünde tutulmalıdır. Metnin önceki bölümlerinde kısaca hatırlatıldığı gibi, planda asimetrik yerleşmiş kuvvetli bir perde grubu bulunursa, muğlak kavramları içeren bir tanım olmakla birlikte, o katın yanıl rijitlik merkezi ile ağırlık merkezi birbirine uzak düşer. Analizi çaprasık da olsa mümkün bir durum yaratılmış olur. Ama, rahatsız bir yapı inşa edilmiş olacağından, bu durumdan sakınılması tavsiye olunur.

3.2. PERDE KESİTİNİN BELİRLENMESİ VE PROBLEMİN TASARIM YÖNÜ

Analizler, çubuk kesitlerinin eğilme sırasında düzlem kaldığı varsayılarak yapılmaktadır. Perde kesitlerinin ise, boyutlarından biri diğerinden çok daha büyük olmakta ve eğilme deformasyonlarının kesit üzerindeki dağılımı lineer alınamayacak kadar büyük değişiklikler gösterebilmektedir. Böyle durumlarda çubuğa indirgenen perdenin kesiti, genellikle, eğilme sırasında düzlem kaldığı varsayılan çubuk kesitindeki gerilmelerin çubuk kesiti ağırlık merkezindeki normal bileşke kuvveti ve tarafsız eksene paralel bileşke momenti, gerçek perde kesitindeki gerilmelerin aynı doğrultudaki bileşkelerine eşit olacak şekilde belirlenmektedir. Sözü edilen belirleme şeklinden hemen görüleceği gibi, çubuğa indirgenen perde kesiti, eğilmenin doğrultusu ile yakından ilgilidir.

Kesitin nasıl belirlendiği hususu Şekil-11'deki örnek üzerinde incelenir.

Kutu şeklindeki kesitin b kenarının kısa olduğunu, dolayısıyla y eksenini etrafındaki bir eğilmede bu kenar üzerindeki normal gerilmelerin sabit alınabileceğini varsayıyoruz. Bu durumda, y eksenini etrafındaki bir eğilme durumunda tüm perde kesitinin düzlem üzerinde kaldığı varsayılacaktır. Buna karşılık, eğer a uzunluğu çok fazlaysa, x eksenini etrafındaki bir eğilmede üst ve alt başlıklar üzerindeki gerilme dağılımı büyük değişiklikler gösterecek ve dolayısıyla eğilme kesiti başlığının uzunluğunun a'dan daha küçük almak gerekecektir. Bu türlü belirlemeler yapılırken, çeşitli eğilme doğrultuları için süperpozisyonun söz konusu olmadığı unutulmamalıdır. Örneğin, Şekil-12'deki L şeklindeki perdenin x ve y eksenleri etrafındaki eğilmelerinde kesitlerin daha küçük alınması gerekirken, u eksenini etrafındaki bir eğilmede tüm enkesitin gözönüne alınması gerekecektir. Böylece, u eksenini etrafındaki bir eğilmede, eğilme momentinin x ve y doğrultularındaki bileşenleri ile hesap yapılmak istenirse, her iki doğrultu için de kesitin tümünün gözönüne alınması gereklidir.

Yine, eğilme doğrultusunun zamanla yön değiştirebileceği bir dinamik analizde, perde kesitinin de zamanla değiştiğini düşünmek gerekebilecektir. Böyle durumlarda, belki, perdeyi çubuğa indirgemeyip iki boyutlu bir taşıyıcı eleman olarak analiz etmek daha uygun olacaktır.

4. YORUMLAR VE SONUÇLAR

Giderek artan yapı yükseklikleri, özellikle yatay yüklerin karşılanması rahatlatması nedeniyle, betonarme perde duvarların kullanımının yaygınlaşmasına yol açmıştır. Böylece, ortaya çıkan iki boyutlu düşey yapı elemanlarının analizi, iki boyutlu olmanın yarattığı geometrik karmaşıklık nedeniyle tipleştirilememektedir. Bu elemanların her özel durumda iki boyutlu olarak analiz edilmesi ise uzun süren çapraşık işlemlere götürmekte ve pratik olmamaktadır. Böylece, mümkün olan durumlarda bu elemanları, analizi daha basit olan bir boyutlu elemanlar topluluğuna dönüştürmek daha uygun olmaktadır. Burada, böyle bir dönüştürmedeki etkenler ve bu dönüştürmenin nasıl bir düşünce izleyerek yapılabileceği üzerinde durulmuştur.

Öte yandan, çubuk sistemleri düşey düzlemsel planda çerçeveler olarak ya da uzay bir sistem olarak analiz eden çeşitli sofistifikasyon düzeyinde bilgisayar programlarının geliştirildiği bir çağda yaşıyoruz. Gerçek uzay yapı sistemini planda (veya uzayda) bir bilgisayar analizi modeline dönüştürmek çağdaş bir mühendislik tasarımı işlemidir. Ama, olay burada kapanamıyor. Bilgisayar analizinden sonra, betonarme perde duvar gibi modellenmesi ve indirgenmesi özel dikkat gerektirmiş olan yapı elemanlarıyla ilgili sayısal bulguların, ayrıca özenle yorumlanması da mutlaka gerekmektedir.

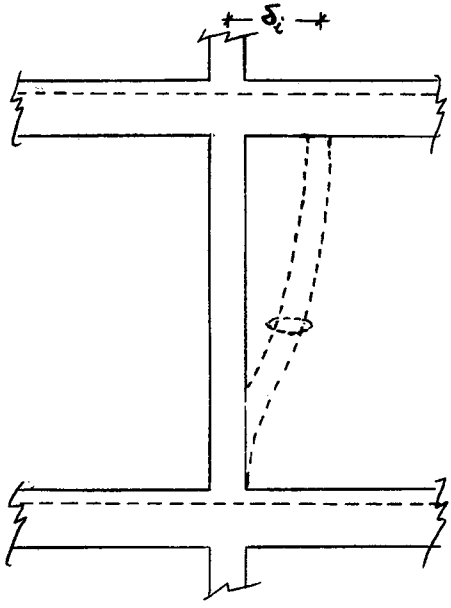
KAYNAKLAR

- [1] KARAESMEN, E., "Costruction of Masonry Walls in Seismic Areas", Iranian Journal of Scientific Research, 1989 Special Issue on Earthquake Engineering, SHIRAZ, 1989 (Under Print), 14 Sayfa
- [2] KARAESMEN, E., "Reinforced Concrete Curtain Walls with Special Emphasis on the Walls with Openings", Lecture Notes of the Graduate Seminars on Earthquake Engineering, METU, ANKARA, 1987-1988, 26 Sayfa
- [3] KARAESMEN, E., "Structural Design", Lecture Notes for the Undergraduate Course - CE486 -, METU, ANKARA, 1986-1989, 215 sayfa
- [4] ROSENBLUETH, E. (Editor), "Design of Earthquake Resistant Structures", John Wiley Sons, NEWYORK, 1982, 292 sayfa
- [5] ALBIGES, L., "Contreventement der Tours en Beton Arme" Annales de l'ITBTP, PARIS, 1982, 32 sayfa
- [6] RIVER, E., "Calcul et Construction des Tours en Beton Arme" Eyrolles, PARIS, 1974
- [7] ERKAY, C., "Solution of Structural Systems for Horizontal Loads", Special Publication, ANKARA, 1983, 32 sayfa
- [8] WILSON, E.L.- HABIBULLAH, A., "SAP80 - Structural Analysis Programs- A series of Computer Programs for the Static and Dynamic Finite Element Analysis of Structures", Manual Text for SAP80 Computer Programs; Publication of Computers and Structures Inc., BERKELEY, 1984, 193 sayfa

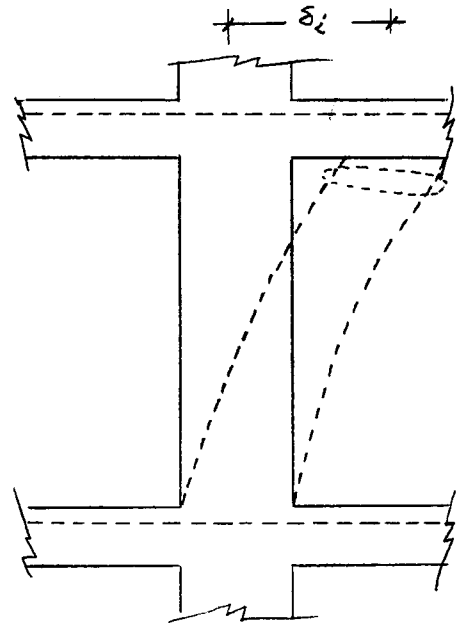
SEKİL - 1

BELİRLEYİCİ ANA UNSURLARA BAĞLI OLARAK
KOLON BOYUTLARININ BÜYÜMESİ VE PERDE OLUŞUMU

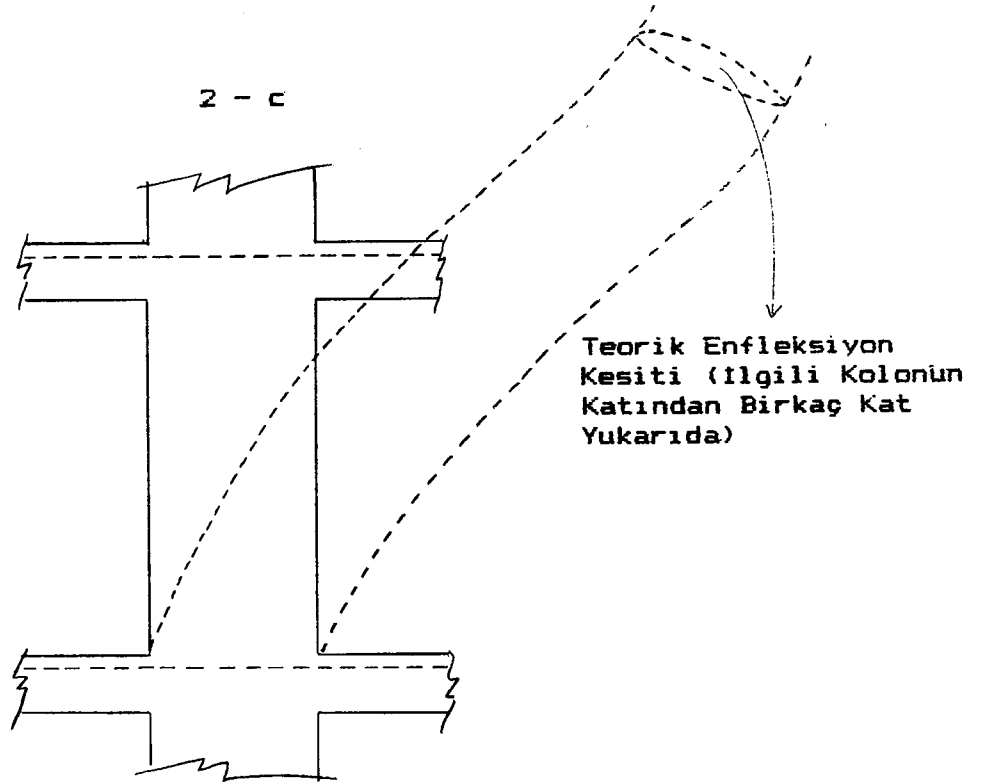
	Yüksek-Çok Katlı (18-20 ve Daha Çok Katlı)	Orta Yüksek (10-15 Katlı)	Yüksek Değil (7-8 Kattan Aşağı)
1. Binada Yükseklik ve Kat Çokluğu			
2. Kolona Düşey Yük Aktaran Geometrik Esdeğer Alan			
3. Yük ve Yapısal Etki Kombinasyonları			
a. Sadece Düşey Yük (veya Düşey Yük +Rüzgar)			
b. Düşey Yük+Deprem			
Binayı geçişli kısıtlayan ve kutu davranışı gösteren perdelere grubu (çok yüksek binalarda)			



2 - a

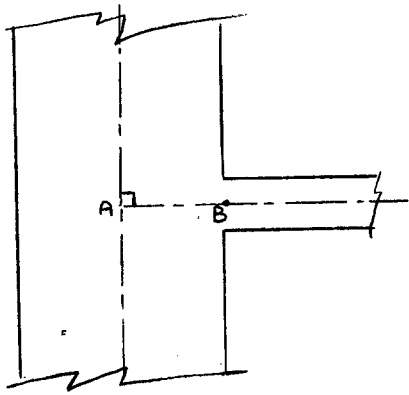


2 - b

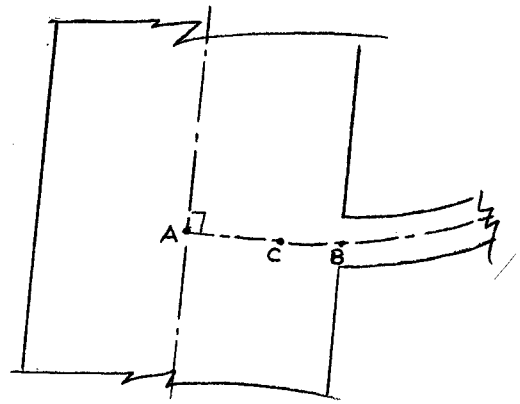


SEKİL - 2

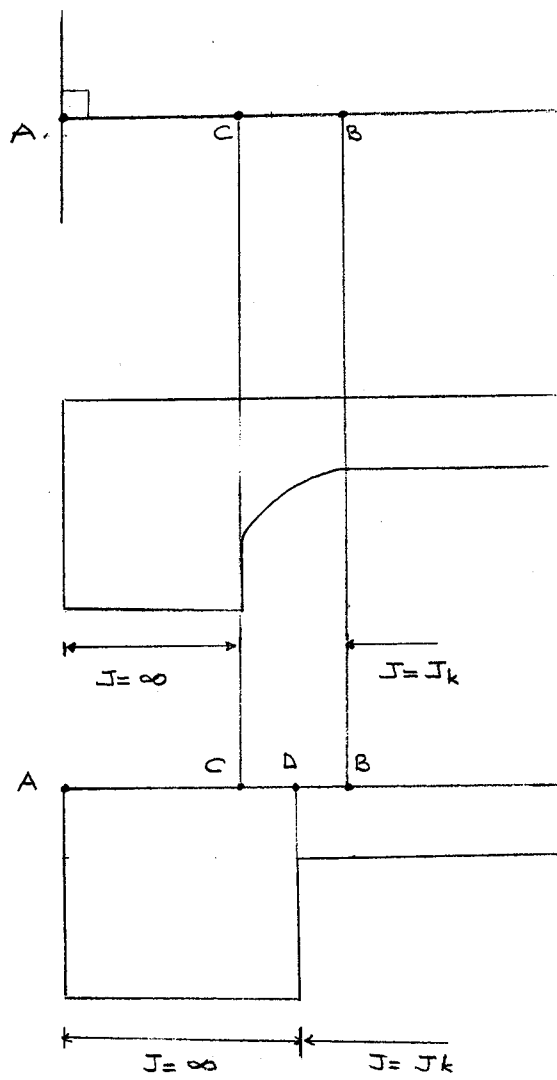
SEKIL - 3



3 - a

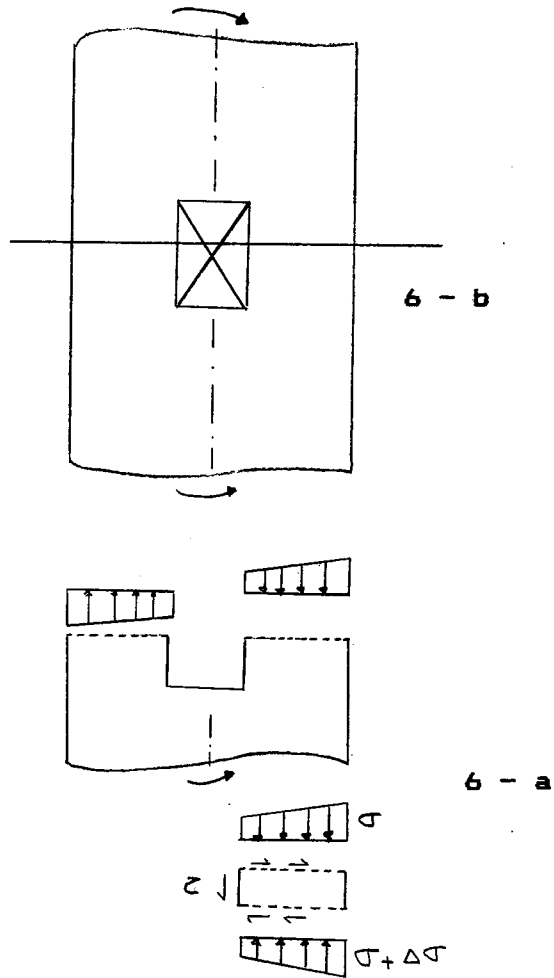
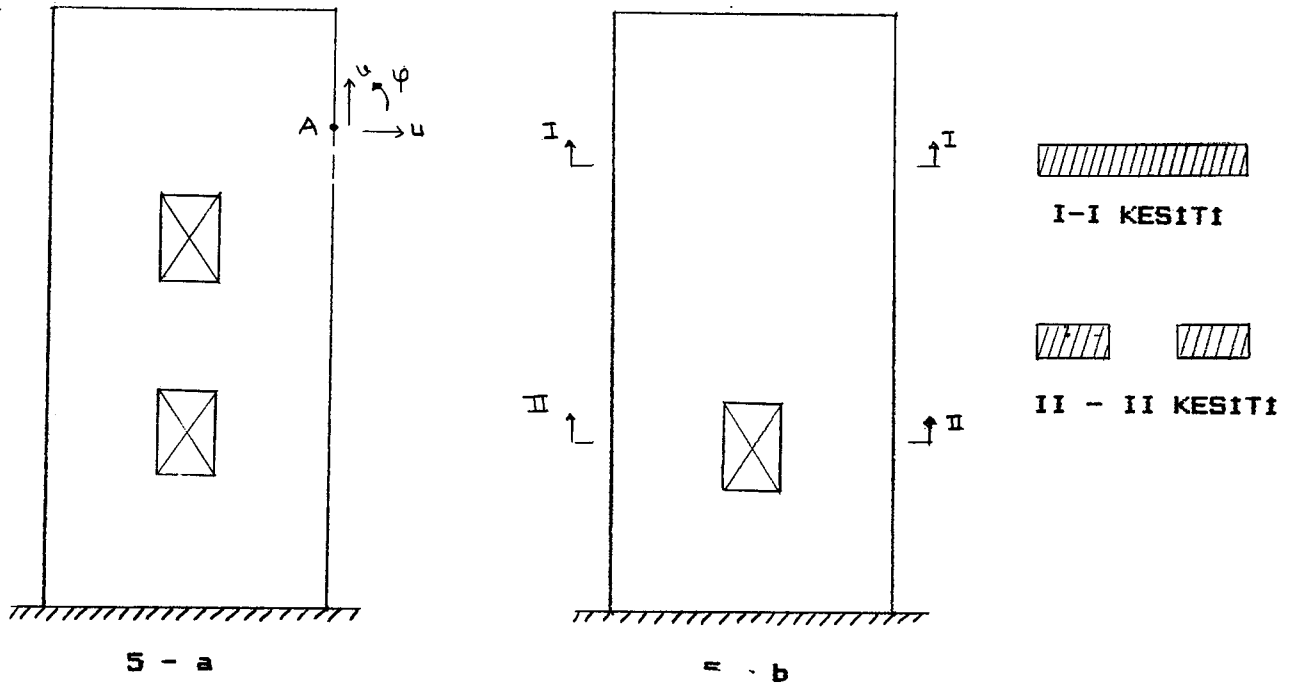


3 - b

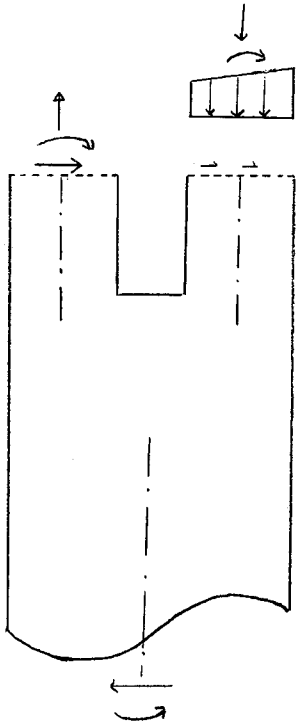


SEKIL - 4

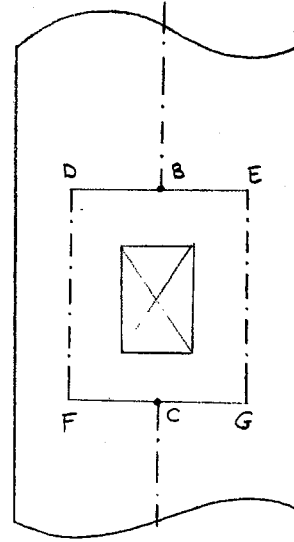
ŞEKİL - 5



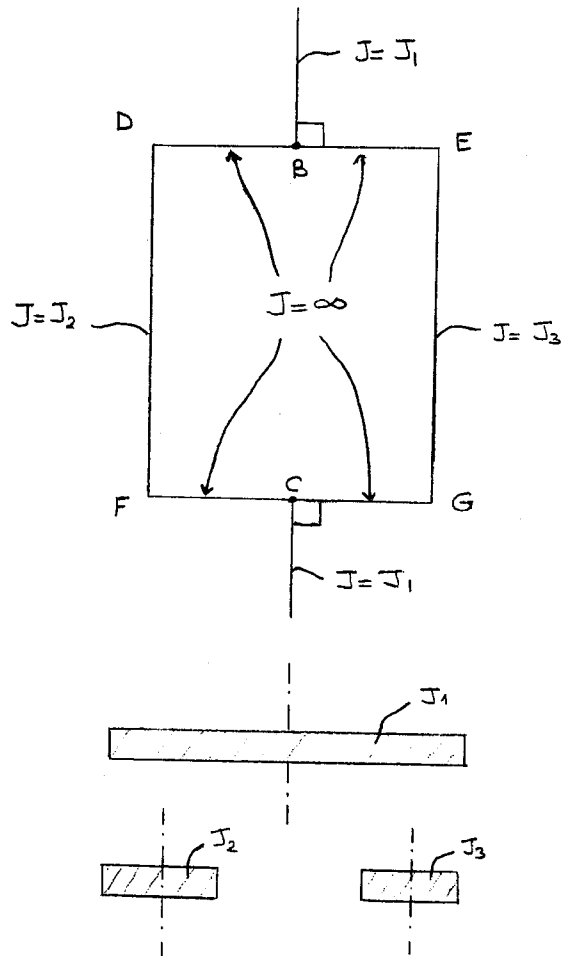
ŞEKİL - 6



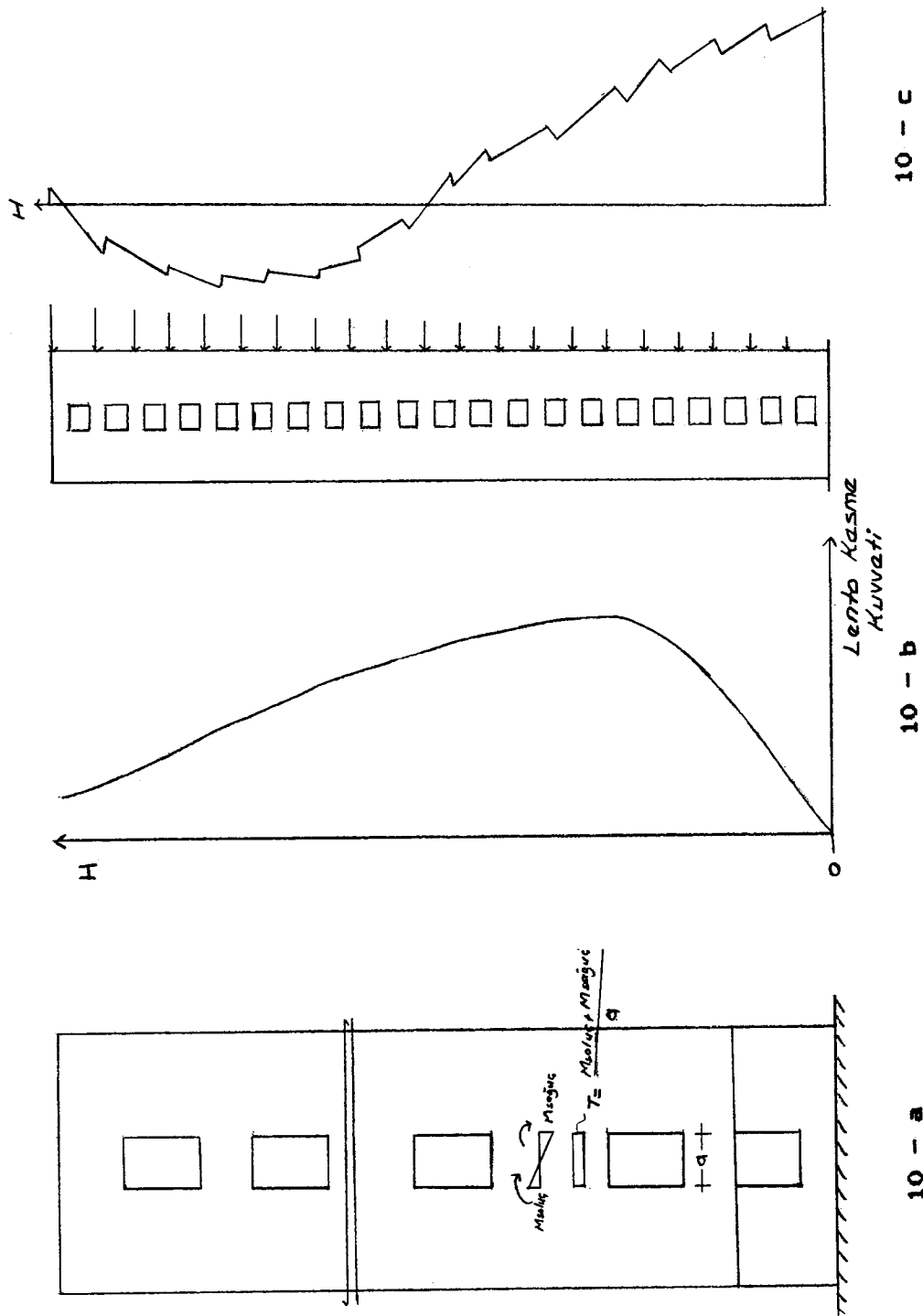
SEKIL - 7



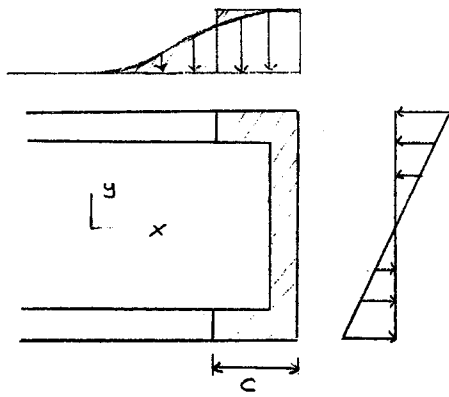
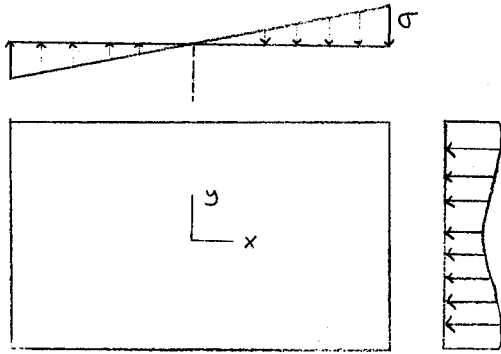
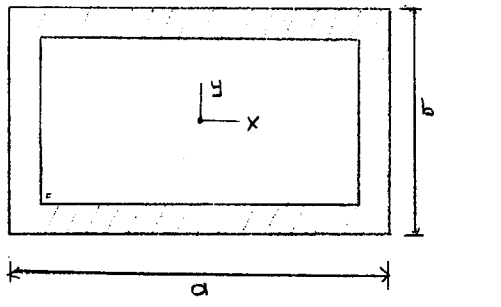
SEKIL - 8



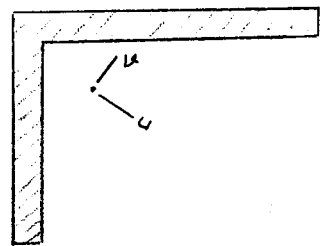
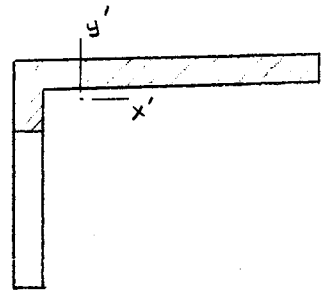
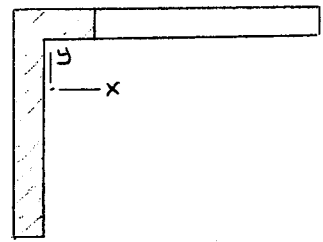
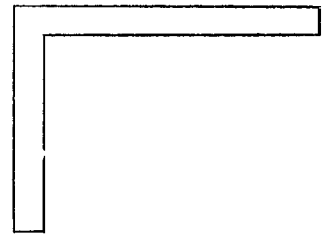
SEKIL - 9



SEKIL - 10



SEKIL - 11



SEKIL - 12

