

# BAĞ KİRİŞLİ PERDE SİSTEMLERDE ÜST KAT BAĞ KİRİŞİ YÜKSEKLİĞİNİN SİSTEM DAVRANIŞINA ETKİLERİ

**Hasan KAPLAN, Yavuz Selim TAMA**

Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Denizli

## ÖZET

Bu çalışmada, bağ kirişi-perde taşıyıcı sistemlerde, bağ kirişi boyutlarının sistemin davranışına etkisi incelenmiştir. Bir modelde üst kat bağ kirişi yüksekliği değiştirilerek çözümler yapılmıştır. Çözümlerde sonlu elemanlar yöntemi kullanılmıştır. Bu çalışma ile ilgili çözümlen modellerin deneysel olarak da incelenmesi husunda bir araştırma projesi yürütülmektedir. Yapılacak olan deneysel çalışmaya bir ön hazırlık teşkil eden çalışmanın sonuçları tartışılmaktadır. Özellikle son kattaki bağ kirişinin daha rijit olması durumunda, boşluklu perdenin davranışının perde davranışına daha yakın olduğu görülmüştür. Perde boyutları, yükler ve diğer bağ kirişlerinin boyutları sabit kalmak üzere, son kat bağ kirişinin yüksekliği arttıkça sistemin yatay ötelenmelerinin azaldığı gözlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler :** Boşluklu Perde, Bağ Kirişi, Sonlu Elemanlar Metodu

## EFFECT OF UPER-STORY LINTEL BEAM HEIGHT ON THE BEHAVIOUR OF COUPLED SHEAR WALL

## ABSTRACT

In multi-story buildings, shear walls are used against the horizontal loads because their stiffness are greater than those of columns. The lateral deflections of tall building structures due to earthquake or wind is important role on the damage of buildings during the earthquake. The effectiveness of coupled shear walls in resisting horizontal loading depends on strongly on the rigidity of the coupling beams. In this study, In this study, using by finite element the shear walls with coupled lintel beams are investigated. The effects of uperstory lintel beam rigidity on strength and deformation were determined.

**Key Words :** Shearwall With Opening, Lintel Beam, Finite Element Method

## 1. GİRİŞ

Çok katlı yapılarda, artan kat sayısına paralel olarak yapıya gelen deprem kuvvetleri de artmakta ve yapı daha fazla yatay kuvvete maruz kalmaktadır. Artan bu yatay tesirlere karşı emniyeti yalnız çerçevelerle temin etmek, kolon boyutları büyüyeceğinden, gerek alt katlardaki hacim kaybı nedeniyle, gerekse maliyet bakımından uygun çözüm olmamaktadır. Özellikle deprem bölgelerinde kolonlar, taşıdıkları servis yüklerinden daha fazla eğilme momentine maruz kalmaktadır. Bu durumda yatay etkilere karşı, rijitliği kolonlara nazaran daha fazla olan perde elemanlar tercih edilmektedir. Ancak bazı durumlarda, kapı, pencere ve koridor gibi mimari nedenlerle açılan boşluklar, boşluklu perdeleri ortaya koymaktadır.

Çoğu zaman boşluklar kat yüksekliği boyunca devam eder ya da perde duvarlar birbirleriyle veya diğer çerçevelerle, bağ kirişleri vasıtasıyla bağlanır. Böylece çok katlı yapı dizaynında bağ kiriş-perde sistemi olarak bilinen bir sistem ile karşılaşırız.

Perdelerin gerekli olup olmadığı konusunda artık günümüzde bir tereddüt söz konusu değildir. İyi projelendirilmiş ve iyi bir şekilde inşa edilmiş yapılardan, perdeli olan yapıların deprem sonrası durumları ile çerçeveli olanların deprem sonrası durumları incelendiğinde ortaya perdeli sistemin lehine şaşırtıcı denilebilecek sonuçlar çıkmaktadır. Bunun yanında yüksek yapılarda yaygın olarak kullanılan boşluklu perdelerin davranışının bilinmesi önem arz etmektedir. (Aydın,1984).

Perde duvarların davranışı, bir ucu zemine ya da temel olarak modellenmesi yeterli derecede yaklaşık yapısına ankastre olan konsol kirişlere benzetilebilir. çözüm sunmaktadır. Perdenin davranışına son kat Anacak boşluklu perde duvarlarda durum farklı olarak ele bağ kirişi boyutunun etkisini incelemek amacıyla alınmalıdır. Boşluklu perdelerden en yaygın olan türü bağ yapılan bu çalışmada hem perde hemde bağ kirişi kirişi-perde duvar birleşimi olmaktadır. Bu tür sistemlerin daha hassas çözüm sunan 12 serbestlik dereceli davranışı perde davranışı ile çerçeve davranışı arası bir dikdörtgen eleman kullanılarak modellenmiştir. durum arzetmektedir. Boşluklar büyüdükçe, sistemin davranışı çerçeve davranışına yaklaşmaktadır.

## 2. 1. Sonlu Eleman Formülasyonu

Depreme dayanıklı yapı tasarımında önemli bir husus da Kesin çözümü elde edilemeyen veya daha fazla emek yatay ötelenmelerin belirli limitler altında kalmasının ve zaman gerektiren bir çok mühendislik sağlanmasıdır. Yatay ötelenmelerin kontrol edilmesi uygulamalarında problemin kesin çözümü yerine, amacıyla kullanılan perdeler, boşluklu olarak inşaa kabul edilebilir bir yaklaşık çözümü tercih edilir. edildiklerinde, boşluksuz perdeye nazaran daha fazla yatay Öyle problemler vardır ki, bunlarda yaklaşık çözüm ötelenme yapmaktadır. Aradaki farkın aza indirilmesi tek yol olarak benimsenmektedir. tasarım açısından önem arzetmektedir.

## 2. SONLU ELEMAN MODELİ VE FORMÜLASYON

Sonlu elemanlar metodu ve bilgisayar kullanımındaki gelişmeler sayesinde, son zamanlara kadar ancak pahalı deneysel yöntemlerle incelenebilen bir çok yapı mekaniği problemleri kolayca çözülebilmektedir. Artık her türlü yapı elemanlarının mukavemet analizleri kısa bir sürede yapıp, optimum tasarımının gerçekleştirilmesi imkanı doğmuştur.

Sonlu elemanlar metodunun temel prensibi, öncelikle bir elemana ait karakteristik özellikleri içeren eleman denklemlerinin elde edilmesi ve daha sonra bu denklemleri birleştirilerek tüm sistemin davranışını temsil eden denklem takımının oluşturulmasıdır. Bir elemana ait denklemlerin elde edilmesinde çeşitli metotlar kullanılabilir. Bir sisteme giren ve çıkan enerjilerin eşitliğine dayanan enerji metodu en yaygın olarak kullanılmaktadır.

Sonlu eleman metodu ile problem çözümünde hangi yaklaşım kullanılırsa kullanılsın izlenecek yol;

- Taşıyıcı sistemin sonlu elemanlara bölünmesi
- İnterpolasyon fonksiyonunun seçimi
- Eleman için rijitlik matrisleri ve problem türüne göre eleman yük vektörlerinin hesabı
- Sınır şartlarının belirlenmesi
- Sistem rijitlik matrisinin hesaplanması
- Taşıyıcı sistem için yük vektörünün elde edilmesi
- Sistem denklemleri çözülerek bilinmeyen düğüm deplasmanlarının bulunması
- Eleman uç kuvvetleri yada gerilmelerin hesabı şeklinde özetlenebilir.

Boşluklu perdelerin sonlu elemanlarla çözümünde, perdelerin 8 serbestlik dereceli dikdörtgen düzlem gerilme elemanı, kirişlerin ise eğilmeli çubuk eleman

Sürekli bir ortamda deplesman, gerilme vb. alan değişkenleri sonsuz sayıda değere sahiptirler. Diğer taraftan sürekli ortamın belirli bir bölgesinin de aynı şekilde sürekli ortam özelliği göstereceği açıktır. Bu alt bölgede alan değişkenlerinin değişimi, sonlu sayıda bilinmeyen olan bir fonksiyon ile tanımlanabilir. Bilinmeyen sayısının az yada çok olmasına göre alan değişkenlerini temsil etmek üzere seçilen fonksiyon lineer veya yüksek mertebeden olabilir. Sürekli ortamın alt bölgeleri de aynı karakteristik özelliği gösteren bölgeler olduğundan, bu bölgelere ait denklem takımları birleştirilerek, bütün sistemi ifade eden lineer denklem takımı elde edilir. Bu denklem takımının çözümü ile, sürekli ortamdaki alan değişkenleri sayısal olarak hesaplanır.

Sonlu elemanlar yönteminde, analiz yapılacak bir cisim, yapı veya sürekli ortam herbirine "eleman" adı verilen sonlu sayıda parçalara bölünür. Bu elemanlar birbirine "düğüm noktaları" olarak adlandırılan sonlu sayıda noktalarla bağlıdır. Her elemanın düğüm noktalarında bazı serbestlik dereceleri tanımlanır. Eleman davranışı bu bilinmeyen serbestlik derecelerini içeren denklemlerle ifade edilir. Gerek düğüm noktalarında gerekse eleman sınır yüzeylerinde bazı süreklilik şartları sağlandığında cismin veya yapının matematiksel bir modeli teşkil edilir. Böylece sonsuz serbestlik derecesi olan bir sürekli ortam, sonlu serbestlik derecesi olan bir modele dönüştürülür. Elde edilen bu modele, yapının sonlu eleman ağı adı verilir.

Her eleman komşusu olan diğer elemana gerçekte sonsuz sayıda nokta ile bağlıdır, fakat sonlu elemanlar yönteminde her elemanın sadece düğüm noktaları vasıtası ile komşu elemanlara bağlı olduğu varsayılır. Böylece deplasmanların uygunluğunun sadece bu noktalarda sağlanması yeterli olacağı kabul edilir.

Dış yükler altında şekil değiştirmeye maruz herhangi bir sistem için, U; elastik şekil değiştirme enerjisi, W dış yüklerin potansiyel enerjisi olmak üzere toplam potansiyel enerji ifadesi;

$$\Pi = U - W \quad (1)$$

şeklinde ifade edilebilir. Herhangi bir eleman için şekil değiştirme enerjisini en genel halde;

$$U = \frac{1}{2} \int_V \sigma \epsilon dv \quad (2)$$

şeklinde yazabiliriz. Diğer taraftan, lineer elastik malzeme için Hooke kanunu;

$$\{\sigma\} = [E]\{\epsilon\} \quad (3)$$

denklemleri ile ifade edilebilir. Ayrıca perdeler gibi iki boyutlu düzlem gerilme problemi için gerilme-şekil değiştirme bağlantıları ;

$$\begin{aligned} \epsilon_x &= \frac{\sigma_x}{E} - \frac{\mu \sigma_y}{E} \\ \epsilon_y &= \frac{\sigma_y}{E} - \frac{\mu \sigma_x}{E} \end{aligned} \quad (4)$$

$$\gamma_{xy} = \frac{\tau_{xy}}{E} \frac{2(1+\mu)}{E}$$

şeklinde verilmektedir. Bu ifadeler matris formunda ;

$$\begin{bmatrix} \epsilon_x \\ \epsilon_y \\ \gamma_{xy} \end{bmatrix} = \frac{1}{E} \begin{bmatrix} 1 & -\mu & 0 \\ -\mu & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 2(1+\mu) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \sigma_x \\ \sigma_y \\ \tau_{xy} \end{bmatrix} \quad (4)$$

şeklinde yazılabilir. 4 ifadesi kapalı formda ,

$$\{\epsilon\} = [E]^{-1} \{\sigma\} \quad (5)$$

dir. Şekil değiştirmelerin yer değiştirmeler cinsinden ifadesi ;

$$\begin{aligned} \epsilon_x &= \frac{\partial u}{\partial x} \\ \epsilon_y &= \frac{\partial v}{\partial y} \\ \gamma_{xy} &= \frac{\partial u}{\partial y} + \frac{\partial v}{\partial x} \end{aligned} \quad (5)$$

Burada  $u$  ve  $v$  sırası ile  $x$  ve  $y$  doğrultusundaki lineer yer değiştirmeler olmaktadır. 5 ifadesi kapalı formda ,

$$\{\epsilon\} = [B]\{d\} \quad (6)$$

şeklinde yazılabilir. Burada,  $\{\epsilon\}$  şekil değiştirmeler,  $\{d\}$  düğüm deplasmanları ve  $[B]$  düğüm deplasmanlarını şekil değiştirmelere bağlayan, şekil fonksiyonlarının türevlerinden meydana gelen interpolasyon matrisi olmaktadır. Sonlu elemanlar yöntemi ile çözümde bu matris doğrudan şekil fonksiyonlarına bağlı olduğu için çözümün doğruluğu seçilen şekil fonksiyonlarının gerçek çözüme yaklaşması oranında olacaktır. Şimdi şekil değiştirme enerjisi ifadesi olan denklem (2)'yi matris formunda yazalım:

$$U = \frac{1}{2} \int_V \{\epsilon\}^T \{\sigma\} dv \quad (7)$$

$\{\epsilon\}^T = \{d\}^T [B]^T$  eşitliği ve (3) ifadesi , (7)'de yerine yazılırsa ;

$$U = \frac{1}{2} \int_V \{d\}^T [B]^T [E] \{\epsilon\} dv \quad (8)$$

elde edilir.  $\{\epsilon\}$ 'un (6)'daki ifadesi (8) 'de yerine konulursa ,

$$U = \frac{1}{2} \{d\}^T \int_V [B]^T [E] [B] dv \{d\} \quad (9)$$

olarak şekil değiştirme ifadesi elde edilmiş olur. Dış yükler için potansiyel enerji ifadesi ;

$$W = \{d\}^T \{p\} + \int q(x)u(x)dx \quad (10)$$

dir. Burada ,  $q(x)$  yükleme fonksiyonu,  $u(x)$  ise bu yükler altında oluşan deplasman değişimidir. Deplasman değişimi  $u(x)$ , şekil fonksiyonları  $\{N\}$  ve düğüm deplasmanları  $\{d\}$  cinsinden ,

$$u(x) = \{N\}^T \{d\} \quad (11)$$

olarak yazılabilir. (11), (10)'da yerine yazılarak dış yüklerden dolayı oluşan potansiyel enerji ,

$$W = \{d\}^T \{p\} + \int q(x)\{N\}^T dx \{d\} \quad (12)$$

şeklinde elde edilir.

(9) ve (12) , (1) 'de yerine konularak toplam potansiyel enerji ifadesi;

$$\Pi = \frac{1}{2} \{d\}^T \int_V [B]^T [E] [B] dv \{d\} - \left[ \{d\}^T \{p\} + \int q(x)\{N\}^T dx \{d\} \right] \quad (13)$$

olur. Enerjinin minimizasyonu ;

$$\frac{d\Pi}{d\{d\}} = 0 \quad (14)$$

olduğundan ;

$$\int_V [B]^T [E][B] dv \{d\} - \{p\} + \int q(x) \{N\}^T dx \{d\} = 0 \quad (15)$$

olacaktır. bu ifade matris formunda yazılırsa;

$$\{p\} = [k]\{d\} + \{f\} \quad (16)$$

eleman denklemi elde edilir. .Bu denklem, her tür mekanik propleminin statik çözümü için geçerlidir. Burada, eleman rijitlik matrisi [k] ile, eleman uç kuvvetleri {p} ile, dış kuvvetlerden oluşan ankastrelilik uç kuvvetleride ise {f} ile gösterilmektedir. Bu durumda;

$$[K] = \int_V [B]^T [E][B] dv \quad , \quad (17)$$

ve

$$\{f\} = - \int q(x) \{N\}^T dx \quad (18)$$

dir. Her tür mekanik propleminin sonlu elemanlar yöntemi ile çözümünde takip edilecek yol aynıdır. Bunun için önce propleme uygun bir sonlu eleman modeli seçilir, daha sonra bu model için bir şekil fonksiyonu secilerek (17) ve (18) ifadeleri elde edilir.

Denklem (16) eleman rijitlik denklemi olmaktadır. Elemanlardan oluşan sitemin rijitlik denklemi, kodlama tekniği kullanılarak eleman denklemlerinin birleştirilmesi ile elde edilmektedir (Mengi ve ark., 1985).

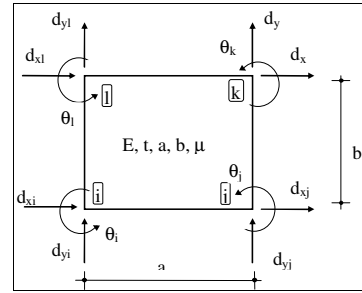
## 2. 1. Sonlu Eleman Modeli

Sonlu elemanlar yöntemi ile problem çözümünde ilk adım, eleman tipinin belirlenmesi ve taşıyıcı sistemin sonlu elemanlara ayrılmasıdır. Çözüm bölgesinin geometrik yapısı belirlenerek bu geometrik yapıyı en iyi tarif edecek elemanlar seçilmelidir. seçilen elemanların çözüm bölgesini iyi temsil etmeleri ölçüsünde elde edilecek sonuçlar gerçek çözüme yakın olacaktır. Sonlu elemanlar metodunda kullanılan elemanlar boyutlarına göre dört kısma ayrılabilir.

İnşaat mühendisliğinde yapılan yapısal tasarımda genel olarak perde ve döşemelerde iki boyutlu, çerçeve, giriş ve kafes sistem gibi taşıyıcı

sistemlerde ise tek boyutlu elemanlar kullanılmaktadır.

İki boyutlu elemanlar grubunun temel elemanı üç düğümlü üçgen elemandır. İki üçgen elemanın birleşmesiyle meydana gelen dörtgen eleman, problemin geometrisine uyum sağladığı sürece en çok kullanılan elemandır. Dört veya daha fazla düğümlü olabilir. Dörtgen eleman çoğu zaman özel hal olan dikdörtgen eleman şeklinde kullanılır. Yapı elemanlarının geometrisine uygun olması ve eleman koordinatlarıyla sistem koordinatlarının uyumlu olmasından dolayı yaygın olarak kullanılmaktadır. Yapı mühendisliğinde karşılaşılan plak ve perde duvarlar dikdörtgen geometriye sahip olmaktadır. Bu bakımdan dikdörtgen elemanlar çözüm bölgesinin elemanlara ayrılmasında çok rahat olarak kullanılabilen bir eleman türüdür. (Şekil 1).



Şekil 1. Oniki serbestlik dereceli dikdörtgen eleman.

Şekil 1'deki dikdörtgen elemanın düğüm deplasmanlarını;

$$\{\Phi(x, y)\} = \begin{Bmatrix} u(x, y) \\ v(x, y) \end{Bmatrix}_{2 \times 1} = [p(x, y)]_{2 \times 12} \{a\}_{12 \times 1} \quad (19)$$

şeklinde ifade edebiliriz. Burada  $\{\Phi(x, y)\}$ , lineer deplasmanlar,  $P(x, y)$  enterpolasyon fonksiyonu ve  $\{a\}$  ise katsayılar vektörü olmaktadır. Bu proplem için tablo 1'de verilen enterpolasyon fonksiyonu kullanılabilir (Kaplan, 1991).

Herhangi bir düğümdeki ortalama dönme ifadesini, lineer deplasmanlar cinsinden;

$$\theta_i = \frac{1}{2} \left[ \left( \frac{dv}{dx} \right)_i - \left( \frac{du}{dy} \right)_i \right] \quad (20)$$

şeklinde yazabiliriz (Macleod, 1969).

## 2.3. Eleman Rijitlik Matrisi

Şekil 1’de verilen sonlu eleman modeli için denklem (17),

$$[k] = \int_0^a \int_0^b [B]^T [E][B] dx dy \quad (21)$$

şeklinde yazılabilir. Tablo 1’de verilen şekil fonksiyonu ve (20) ifadesi kullanılarak B matrisi elde edilir ve (21) ifadesindeki integrasyon yapılırsa eleman rijitlik matrisi elde edilir (Kaplan, 1991).

Tablo 1 Dügümlerinde dönme serbestlik derecesi olan dikdörtgen eleman için interpolasyon fonksiyonu.

|                |   |  |
|----------------|---|--|
|                | $\frac{(a-x)(b-y)}{ab}$   | 0  |
|                | 0   | $\frac{(a-x)(b-y)}{ab}$  |
|                | $b \left[ -\left(\frac{y}{b}\right)^3 + 2\left(\frac{y}{b}\right)^2 - \frac{y}{b} \right] \left[ 2\left(\frac{x}{a}\right)^3 - 3\left(\frac{x}{a}\right)^2 + 1 \right]$ | $a \left[ \left(\frac{x}{a}\right)^3 - 2\left(\frac{x}{a}\right)^2 + \frac{x}{a} \right] \left[ 2\left(\frac{y}{b}\right)^3 - 3\left(\frac{y}{b}\right)^2 + 1 \right]$ |
|                | $\frac{x(b-y)}{ab}$   | 0  |
|                | 0   | $\frac{x(b-y)}{ab}$  |
| $[p(x,y)]^T =$ | $\left[ 2\left(\frac{x}{a}\right)^3 - 3\left(\frac{x}{a}\right)^2 \right] b \left[ \left(\frac{y}{b}\right)^3 - 2\left(\frac{y}{b}\right)^2 + \frac{y}{b} \right]$      | $a \left[ \left(\frac{x}{a}\right)^3 - \left(\frac{x}{a}\right)^2 \right] \left[ 2\left(\frac{y}{b}\right)^3 - 3\left(\frac{y}{b}\right)^2 + 1 \right]$                |
|                | $\frac{yy}{ab}$   | 0  |
|                | 0   | $\frac{xy}{ab}$  |
|                | $\left[ -2\left(\frac{x}{a}\right)^3 + 3\left(\frac{x}{a}\right)^2 \right] b \left[ \left(\frac{y}{b}\right)^3 - \left(\frac{y}{b}\right)^2 \right]$                    | $a \left[ \left(\frac{x}{a}\right)^3 - \left(\frac{x}{a}\right)^2 \right] \left[ -2\left(\frac{y}{b}\right)^3 + 3\left(\frac{y}{b}\right)^2 \right]$                   |
|                | $\frac{(a-x)y}{ab}$   | 0  |
|                | 0   | $\frac{(a-x)y}{ab}$  |
|                | $\left[ 2\left(\frac{x}{a}\right)^3 - 3\left(\frac{x}{a}\right)^2 + 1 \right] b \left[ -\left(\frac{y}{b}\right)^3 + \left(\frac{y}{b}\right)^2 \right]$                | $a \left[ \left(\frac{x}{a}\right)^3 - 2\left(\frac{x}{a}\right)^2 + \frac{x}{a} \right] \left[ -2\left(\frac{y}{b}\right)^3 + 3\left(\frac{y}{b}\right)^2 \right]$    |

## 3. SAYISAL ÇÖZÜMLER

Sonlu eleman modeli olarak perde duvarlar ve bağ kirişlerinin geometrisine uygun olan lineer dikdörtgen elemanlar kullanılmıştır. Çözümler, verilen formülasyon ve rijitlik matrisi ifadeleri esas alınarak hazırlanan (Kaplan 1991) bilgisayar programı ile yapılmıştır. Üst kat bağ kirişi yüksekliğinin sistemin davranışına etkilerini incelemek üzere yapılan çözümlerde kullanılan modeller ve sonlu eleman ağı şekil 2-4’de verilmektedir.

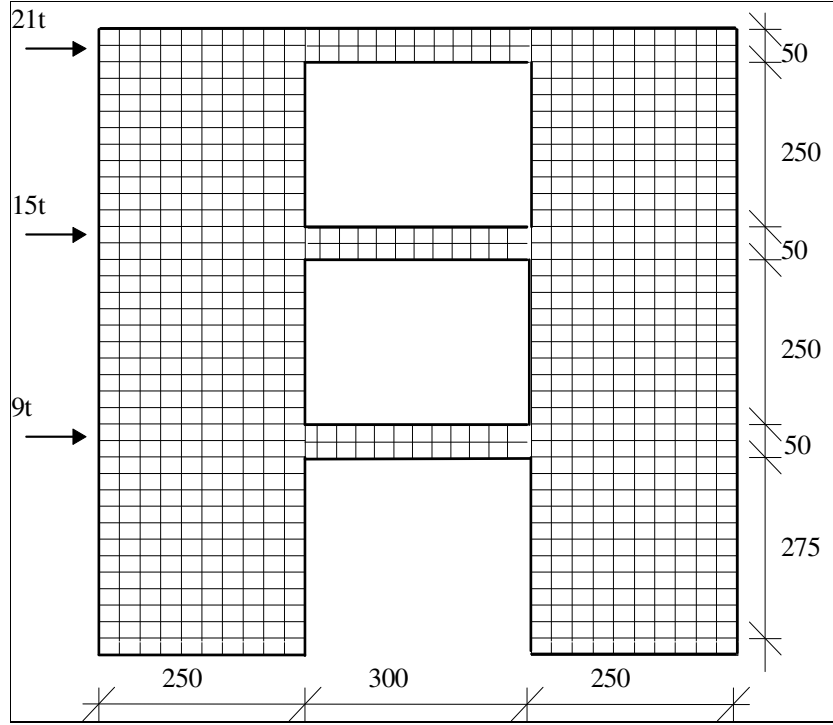
Kat ağırlık merkezlerinin kat kirişleri ekseninde olduğu, dolayısı ile yatay yüklerin bağ kirişleri eksenlerinden etkiği kabul edilmiştir. Modellerde eleman boyutlarının aynı ve kare olması için d=100 ve d=150 cm durumlarında ilave düğüm ve elemanlar kullanılmıştır.

Her üç model için de, elastisite modülü E=1400000 t/m<sup>2</sup> (140000 kg/cm<sup>2</sup>), poisson oranı  $\mu=0.15$  ve perde kalınlığı 30 cm olarak alınmıştır. Boşluklu perdenin yüksekliği sabit tutulmuştur.

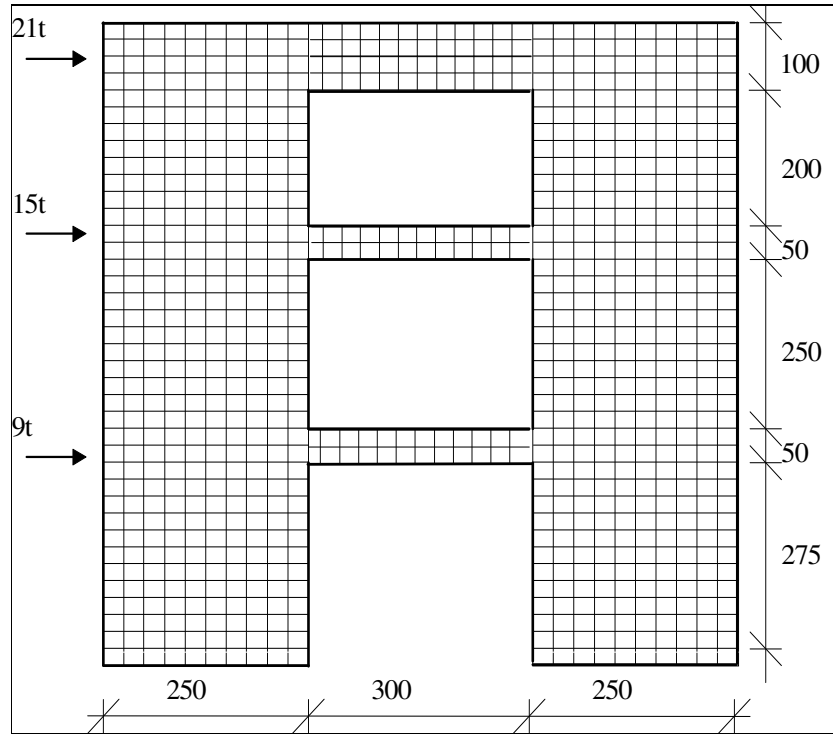
Tablo 2: Bağ kirişi yüksekliği ve maksimum deplasmanlar

| Üst kat Bağ kirişi Yüksekliği (cm) | 50    | 100   | 150   |
|------------------------------------|-------|-------|-------|
| Maksimum yatay deplasman (cm)      | 4.901 | 3.582 | 2.780 |

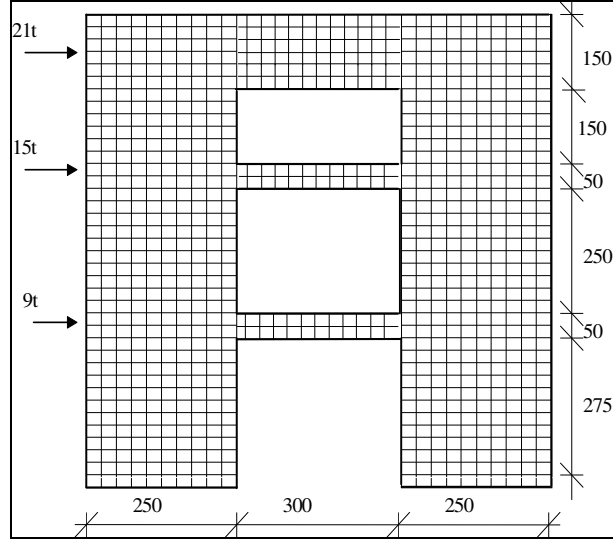
Sonlu elemanlar yöntemi kullanılarak yapılan çözümlerden elde edilen, perde duvarın sol yüzündeki yatay deplasmanların değişimi şekil 5’de verilmektedir. Ayrıca ele alınan modellerin, uçlarında rijit bölgeler bulunan çubuklar kullanılarak eşdeğer çerçeve çözümleri SAP90 ile yapılmıştır. SAP90 ile de çözümleri yapılarak elde edilen sonuçlar tablo 3 ve şekil 7’de verilmektedir. Bu durumda elde edilen sonuçlar yaklaşık olmaktadır.



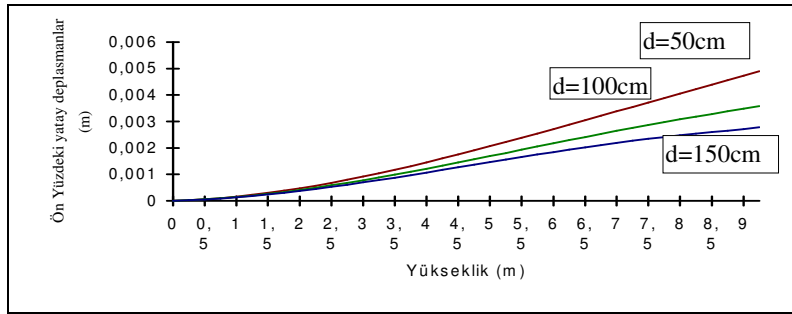
Şekil 2 Bağ kirişi Yüksekliği  $d=50\text{cm}$  için sonlu eleman modeli



Şekil 3 Bağ kirişi Yüksekliği  $d=100\text{ cm}$  için sonlu eleman modeli



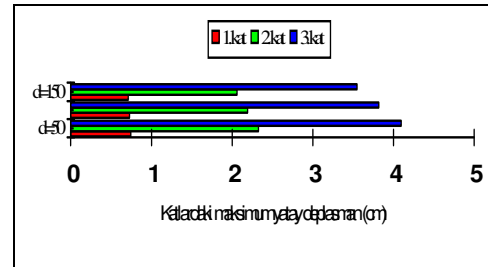
Şekil 4 Bağ kirişi Yüksekliği d=150cm için sonlu eleman modeli.



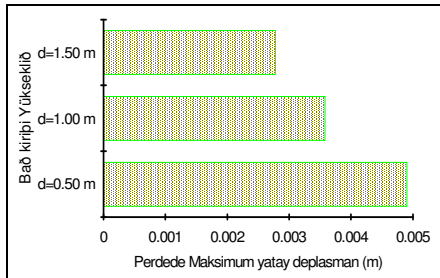
Şekil 5 Boşluklu perdede üst kat bağkirişi yüksekliği ve perdede yatay deplasman değişimi

Tablo 3. Eşdeğer Çerçeve Analjisi ile yapılan çözümden elde edilen kat deplasmanları

| Bağ kirişi Yüksekliği (cm) | d=50  | d=100 | d=150 |
|----------------------------|-------|-------|-------|
| Z. kat                     | 0000  | 0000  | .0000 |
| 1..kat                     | 0.743 | 0.727 | 0.711 |
| 2.kat                      | 2.326 | 2.190 | 2.059 |
| 3.kat                      | 4.095 | 3.826 | 3.550 |



Şekil 7 Eşdeğer çerçeve analjisi ile yapılan çözümler için kat deplasmanlarının değişimi



Şekil 6. Boşluklu perdede üstkat bağ kirişi yüksekliği ve maksimum yatay deplasmanlar

### 3. SONUÇLAR

Bağ kirişi perde taşıyıcı sistemlerde, üst kat bağ kirişi rijitliği artıkça maksimum yatay ötelenme azalmaktadır. Boşluklu perdenin davranışı perde duvar davranışına yaklaşmaktadır. Depreme

dayanıklı yapı tasarımında önemli bir hususta yatay ötelenmelerin sınırlandırılması olmaktadır. Bu açıdan, yatay ötelenmelerin kontrol edilmesi üst kat bağ kirişlerinin yüksekliği artırılarak da mümkün olabilmektedir.

Sayısal çözümü yapılan modellerin deneysel olarak incelenmesinin dışında, üç boyutlu bir gerçek yapı modeli çözülerek daha ayrıntılı sonuçlar elde edilebilir.

#### 4. KAYNAKLAR

- Aydın, R., 1984. Çerçeve, Perde ve Boşluklu Perdelerden Meydana Gelen Sistemlerin Yatay Yükler Altında İncelenmesi. Anadolu Üniversitesi Basımevi, Eskişehir. 130 s.
- Bathe, K.J., 1982. Finite Element Procedures in Engineering Analysis. Printice-Hall Inc., Englewood Cliffs. New Jarsey, 735 s.
- Beck, H., 1962. Contribution to The Analysis of Coupled Shear Walls. ACI J. Agust, 1055-1062.
- Chan, H.C., Kuang, J. S., 1989. Elastic Design Charts of Stiffened Coupled Shear Walls. Journal of The Engineering Mechanics. 115, 2, 247-267.
- DÜNDAR, C., KIRAL, E., 1985. Perdeli Yapı Sistemlerinin Bilgisayar ile Hesabı. TMMOB İnşaat Mühendisleri Odası, ANKARA. 195 s.
- Girijvallabhan, C. V. 1969. Anallysis of Shear Walls With Openings. J. Struc Div., ASCE, 95,10, 2093-2103.
- Huebner, K.H., Thornton, E.A., 1982. The Finite Element Method for Engineers. John Wiley & Sons Inc. 623 s.
- Kaplan, H., DüNDAR, C., 1991. Boşluklu Perdelerde Bağ Kirişi Birleşim Yerlerinde Özel Dikdörtgen Eleman Kullanımı, ÇÜ Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi, Haziran 1991, 4, S.1
- Kaplan, H., 1991. "Boşluklu Perdeli Sistemlerde Bağ Kirişlerinin Perdeye Bağlandıkları Bölgelerde Özel Eleman Kullanımı", Doktora tezi, Danışman: Doç. Dr. Cengiz DÜNDAR, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, (Aralık 1991), 199s.
- Macleod, I. A., 1969. New Rectangular Finite Element For Shear Wall Analysis. J. Struc. Div., ASCE, 95,3, 399-409.
- Timeshenko, S., and GOODIER, J. N., 1951. Theory of Elasticity. McGraw-Hill Book Company. New York.
- Willham, H., 1989. Numericall Recipes. University of Cambiridge. 817 s.
- Wilson, E.L., Habibullah, A. 1991. SAP80 Structural Analysis programs. Computer & Structures Inc. Berkeley, California.