



ISSN:1306-3111

e-Journal of New World Sciences Academy  
2011, Volume: 6, Number: 2, Article Number: 1A0171

**ENGINEERING SCIENCES**

Received: November 2010

Accepted: February 2011

Series : 1A

ISSN : 1308-7231

© 2010 www.newwsa.com

**Sibel Sağlayan<sup>1</sup>**

**A. Sayıl Erdoğan<sup>2</sup>**

**Muhammet Karaton<sup>3</sup>**

Tunceli University<sup>1</sup>

Firat University<sup>2-3</sup>

ssagliyan@firat.edu.tr

Tunceli-Turkey

**SÜREKLİ TABLALI KİRİŞSİZ DÖŞEMELERİN DAVRANIŞINA BOYUTSAL  
PARAMETRELERİN ETKİSİ**

**ÖZET**

Bu çalışmada, her iki doğrultuda eşit döşeme açıklığına sahip sürekli tablalı kirişsiz döşemeli bir betonarme kat çerçevesi incelenmiştir. Çözümlerde sonlu elemanlar yöntemi kullanılmıştır. Sonlu eleman ağ sisteminde bant-kiriş veya döşeme bandı olarak isimlendirilen sürekli tablalar, çerçeve eleman olarak ve döşemeler ise kabuk eleman olarak modellenmiştir. Ölü ve hareketli yükler altında kat çerçeve sisteminin doğrusal olmayan davranışı için toplanmış tip plastik mafsallı model kullanılmıştır. Kat çerçevesinin, beton sınıfı, hesap açıklığı, sürekli tablaların genişlik ve yükseklikleri ile donatı oranları değiştirilerek toplamda 810 adet çözüm elde edilmiştir. Çözümlerden dış ve iç açıklıkların mesnet ve açıklık momentleri ile düşey yer değiştirme değerleri elde edilmiştir. Bu sonuçlar kullanılarak, STATISTICA programı yardımıyla, moment ve yer değiştirme değerlerine uygun fonksiyonlar elde edilmiştir. Tanımlanan bu fonksiyonlar ve eşdeğer çerçeve yöntemiyle elde edilen sonuçlar, sonlu elemanlar yöntemi sonuçlarıyla ayrı ayrı karşılaştırılmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Bant Kiriş, Sürekli Tabla, Sonlu Eleman,  
Doğrusal Olmayan Analiz ve  
İstatistiksel Analiz

**THE EFFECT OF DIMENSIONAL PARAMETERS ON THE BEHAVIOUR OF REINFORCED  
CONCRETE SLABS WITH CONTINUOUS DROP PANEL**

**ABSTRACT**

In this study, a reinforced concrete story frame with the slab with continuous drop panel in which slab span length was equal in two directions was investigated. In the finite element modeling, the thickened portions of the slab which was called band-beams or slab-bands were accepted as frame elements and slabs as shell elements. The lumped type plastic hinge model was used for the nonlinear behavior of the story frame system under the dead and live loads. In total, 810 solutions were performed on the story frame by modifying some properties, namely: the concrete strength, the span length, the width of continuous band-beam, the height of continuous band-beam and the percentage of steel reinforcement. The support moments, the span moments and span midpoint vertical deflections were calculated for the interior and the exterior spans. Using these results, several functions of the moment and deflection were obtained by using STATISTICA program. The results obtained using the equivalent frame method and the defined functions were compared with those of the finite element method.

**Keywords:** Band Beam, Continuous Drop Panel, Finite Element,  
Non-Linear Analysis and Statistically Analysis

## 1. GİRİŞ (INTRODUCTION)

Döşemeler yapı sistemlerinde, büyük alanları ekonomik ve ara mesnetsiz olarak örtmek amacıyla kullanılan önemli yapı elemanlarıdır. Bu elemanlar, uygun sınır şartları altında küçük kalınlıklarla büyük yükler taşıyabilirler. Doğrudan kolonlara mesnetli döşemelerde yükler döşemeden kolonlara geçer. Genellikle döşemeler çevrelerindeki kirişlere ve bazen de doğrudan taşıyıcı duvarlar üzerindeki hatıllara mesnetlenmektedir. Bu taşıyıcı elemanların kalınlıkları, açıklıklarına ve üzerlerine gelen yüklere bağlı olarak belirlenmektedir. Kirişli, kirişsiz ve dişli döşeme çeşitleri vardır. Bu döşeme sistemlerinden kirişsiz döşemelerde, üzerlerine gelen yüklerden dolayı gerilmelerin en yoğun olduğu bölge, kolon-döşeme birleşim bölgesidir. Kolon başlarında yoğunlaşmış etkileri karşılamak için genellikle bir başlık veya tabla teşkil edilmektedir.

Yurdumuzda meydana gelen döşeme hasarlarından çoğunluğu, kirişsiz döşemelerin başlık bölgesinde yeterli kalınlığın sağlanmamasından, donatının yoğun olmasından dolayı bu bölgede betonun uygun yerleştirilememesinden veya betonda yeterli mukavemet oluşmadan kalıbın alınmasından ortaya çıkmaktadır [1,2 ve 3].

Kirişsiz döşemeler, gerek hesap ve gerekse inşaatların basit ve kolay olması, özel problemlerin çıkmaması için, düzgün sıralanmış, birbirine dik eksenler üzerindeki düşey taşıyıcı elemanlara oturmalıdır. Gelişigüzel yerleştirilmiş kolonlar ya da duvarlar çözümü güç durumlar ortaya çıkardığı gibi, çeşitli problemlere de sebep olurlar [4].

Kirişsiz döşeme kavramı 1902'de C.A.P. Turner tarafından ilk ortaya atılmıştır. Turner' in hesap yöntemi, tutarlı olmayan bir plak teorisine dayanmaktadır. 1914 yılında Nichols, kirişsiz döşemede toplam momenti hesaplamaya yönelik tutarlı bir yöntem geliştirmiştir [5]. Daha sonraları birçok araştırmacı bu konu üzerine yoğunlaşarak hesap yöntemi hakkında araştırmalar yapmışlardır.

Erdoğan ve ark. (2002), kirişsiz plak, tablalı kirişsiz ve sürekli tablalı kirişsiz döşeme tiplerinin zımbalama ve sehim kontrolleri bakımından karşılaştırmalarını yapmışlardır. Karşılaştırmalarda kirişsiz plak döşemenin 6 m serbest açıklık veya 35 m<sup>2</sup>'ye kadar kolon yük alanı için optimum olduğunu, daha büyük alanlar için tablalı veya sürekli tablalı kirişsiz döşeme tiplerinin uygulanmasını önermişlerdir [6].

Paultre ve Moisan (2002), düzgün aralıkla sıralanmış kolonlar arasında, kirişsiz döşemelerin kolon şeritlerinde band kiriş veya döşeme bandı adı verilen sürekli tablalar yerleştirmenin, zımbalama dayanımını artıracağını ifade etmişlerdir. Aynı zamanda büyük açıklıklı sistem oluşturmanın da bu şekilde mümkün olabileceğini belirtmişlerdir. Bu tür döşemelerin klasik betonarme döşeme plaklarından farklı olması nedeniyle, CSA A23.3-94'teki mevcut hükümlere göre boyutlandırmanın sorunlu olacağı belirtmişlerdir. Çalışmalarında, uzun doğrultuda band kiriş veya band döşeme olarak adlandırılan sürekli tablaların moment değerleri için çapraz moment dağılım faktörünü incelemişlerdir [7].

## 2. ÇALIŞMANIN ÖNEMİ (RESEARCH SIGNIFICANCE)

Kirişsiz döşemelerde, döşeme üzerine gelen yüklerden dolayı gerilmelerin en yoğun olduğu bölge kolon-döşeme birleşim bölgesidir. Bu döşeme sisteminde, döşeme ile düşey taşıyıcı elemanın birleşiminin daha güvenli ve yük iletimin daha rahat olması için plak kalınlığı yerel olarak kalınlaştırılarak kolonlarda başlık ve/veya tabla oluşturulur [1].

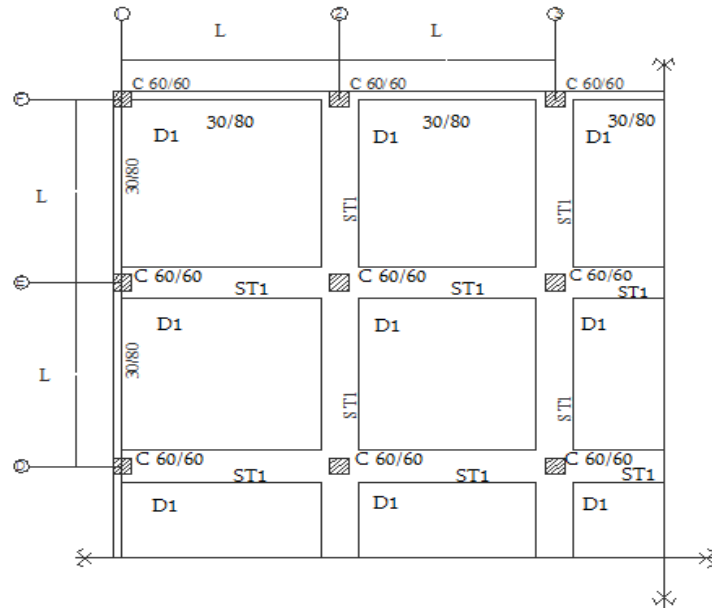
Bu çalışmada, tablalı kirişsiz döşemelerde tablalar sürekli hale getirilerek döşemeden gelen gerilmeler, küçük bir bölge yerine daha

büyük bir alana dağıtılması ve düşey elemanlar ile döşeme arasında inşa edilen tablaların aks boyunca devamlılığı sağlanmıştır. Böylece, söz konusu olan bölgelerde oluşacak gerilmeler daha düşük değerlere sahip olacağından, daha emniyetli, uygulaması daha kolay ve zımbalama riski daha az bir döşeme şekli meydana getirilmiştir. Bu döşeme modelinde sürekli tablanın ebatları, tabla içindeki donatı oranı, beton sınıfı değiştirilerek, sürekli tablanın kenar ve açıklık ortalarında meydana gelen moment ve düşey yer değiştirme değerleri elde edilmiştir. Elde edilen bu moment ve düşey yer değiştirme değerleri bir istatistik programı yardımıyla, bu döşemelerde kullanılmak üzere, moment ve düşey yer değiştirme değerlerini elde edebileceğimiz denklemlerine ulaşılmıştır.

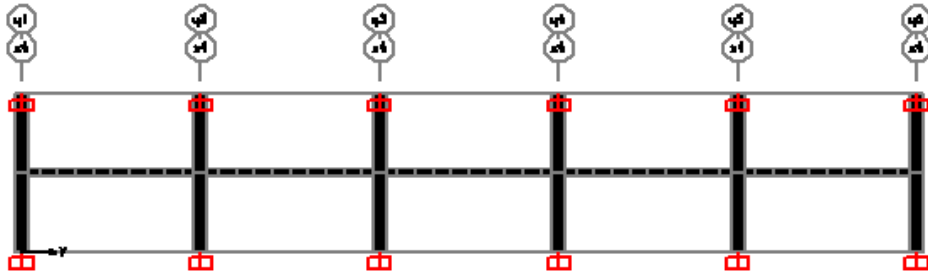
### 3. ANALİTİK ÇALIŞMA (ANALYTICAL STUDY)

Sayısal uygulama için, iki katlı, her iki doğrultuda birbirine eşit 5 açıklıklı (5 m, 7 m ve 9 m) sürekli tablalı kirişsiz döşemeli bir betonarme kat çerçevesi incelenmiştir. Analizlerde sonlu eleman ayrıklaştırması ile üç boyutlu kat çerçevesi yaklaşımı kullanılmıştır. Sonlu eleman modellemesinde bant kiriş veya döşeme bandı [7] olarak isimlendirilen sürekli tablalar çerçeve eleman ve döşemelerde plak eleman olarak kabul edilmiştir. Ele alınan kat çerçevesinde, 0,30/0,80 m kesitli çevre kirişi, 0,80, 1,00, 1,20, 1,40 ve 1,60 m genişliğinde, 0,30, 0,35 ve 0,40 m yüksekliğindeki döşeme bandı olarak isimlendirilen sürekli tablalar ve 0,6/0,6 m düşey taşıyıcılar mevcuttur. Donatı için S420 ve beton için C20, C25 ve C30 malzeme sınıfları seçilmiştir. Çalışmada açıklık değeri, beton sınıfı, sürekli tabla boyutları ve sürekli tablalardaki donatı oranı değiştirilerek kullanım ve dayanım yükleri için ayrı ayrı 405 adet çözüm elde edilmiş olup toplamda 810 adet çözüm sonucu irdelenmiştir.

Taşıyıcı sistemin ölü ve hareketli yükler altında doğrusal olmayan statik analizleri SAP 2000 [8] paket programı ile yapılmış ve en büyük iç kesit zorlarının olduğu 3-3 aksı (Şekil 2) için sonuçlar verilmiştir. Çözümlerde, kolon, kiriş ve sürekli tablalar çerçeve eleman, döşemeler ise kabuk eleman olarak modellenmiştir. Çözümde 672 adet çerçeve eleman ve 2500 adet kabuk sonlu eleman kullanılmıştır. Kolonların diğer uçları ankastre mesnet olarak düzenlenmiştir.

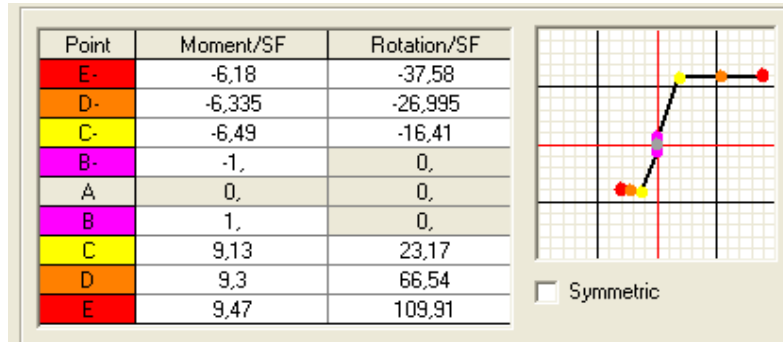


Şekil 1. Sürekli tablalı kirişsiz döşemeli yapının kat planı  
(Figure 1. Floor plan of structure slabs with continuous drop panel)



Şekil 2. Çözümlerde kullanılan modelin 3-3 aksı  
(Figure 2. 3-3 Axis of the model used in solutions)

Ölü ve hareketli yükler altında kiriş, kolon ve döşeme elemanlarının betonunda çatlama, kırılma ve ezilme durumları ile bu taşıyıcı elemanların donatılarında akma olayı meydana gelebilir. Bu durum, çözümlerde sadece yatay taşıyıcı olan sürekli tablaların doğrusal olmayan davranışıyla idealize edilmiş olup sayısal modelleme için plastik mafsallı yöntemi seçilmiştir. Bu amaçla sürekli tablaların malzeme özellikleri, kesit boyutları ve donatı oranlarına göre çatlama, akma ve göçme momentleri ve bu momentlere karşılık gelen dönme miktarları hesaplanmıştır. Şekil 3'de sürekli tablaların moment ve dönme ilişkisi görülmektedir. Plastik mafsallar mesnet bölgesinde mesnet kenarından  $d/2$  kadar ve açıklık bölgesinde sürekli tablaların açıklık ortalarına yerleştirilmiştir.



Şekil 3. Mafsallı özelliklerinin tanımlanması  
(Figure 3. identification of hinge properties)

#### 4. BULGULAR VE TARTIŞMALAR (FINDINGS DISCUSSIONS)

Ele alınan sürekli tablalı kirişsiz döşemeli betonarme kat çerçevesinde; beton sınıfı, hesap açıklığı, sürekli tablaların genişlik ve yükseklikleri ile donatı oranları değiştirilerek elde edilen toplam 810 adet uygulama örneği sonlu elemanlar yöntemi ile çözülmüştür. Sürekli tablaların kenar ve iç açıklıklarında mesnet ve açıklık momentleri ile meydana gelen düşey yer değiştirme miktarları belirlenmiş olup elde edilen veriler boyutsuzlaştırılıp STATISTICA[9] programı yardımıyla momentler ve düşey yer değişimleri için iki ayrı fonksiyon elde edilmiştir.

Sürekli tablalı kirişsiz döşemelerde sürekli tablaların kenar ve iç açıklıklarında mesnet ve açıklık momentleri için

$$m_{di} = \frac{M_{di}}{P_{md}i^2} = A\rho^B \left[ \frac{E_c I}{f_{yd} h i^3} \right]^C \quad (1)$$

denklemini, kenar ve iç açıklıklarda oluşan düşey yer değiştirme miktarları için ise

$$S_i = \frac{w_{di}}{l} = A\rho^B \left[ \frac{P_{md} h l^2}{EI} \right]^C \quad (2)$$

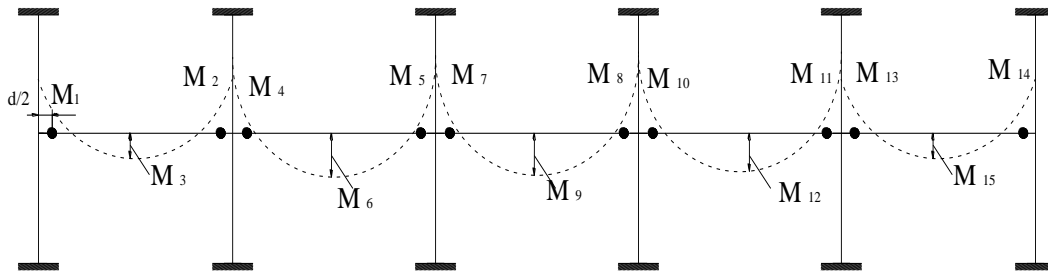
denklemleri önerilmiştir.

Burada,  $A$ ,  $B$  ve  $C$  katsayıları her bir moment ve yer değiştirme değerleri için STATISTICA istatistik programı yardımıyla hesaplanmış olup Tablo 1'de verilmiştir. Denklem 1'de kullanılan  $M_{di}$  kenar ve iç açıklıklarda meydana gelen momenti,  $m_{di}$  ise boyutsuzlaştırılmış momenti ifade eder. Denklem 2'de kullanılan  $w_{di}$  kenar ve iç açıklıklarda meydana gelen düşey yer değiştirmeleri,  $S_i$  ise birim uzunluktaki düşey yer değiştirmeyi ifade etmektedir.

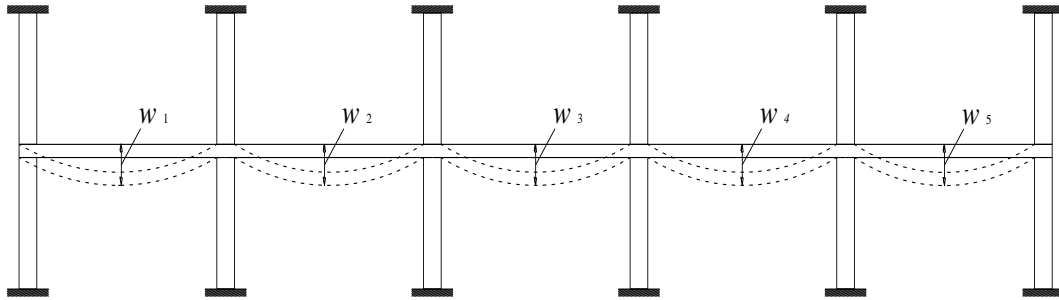
(1) ve (2) denklemlerinde yer alan  $P_{md}$ , büyüklüğü sürekli tabla üzerine etki eden tabla ve döşeme yüklerinin birim uzunluğa etkisi olup,

$$P_{md} = 35 * b_w * h + \frac{5}{8} P_d * l \quad (3)$$

denklemleri ile hesaplanmıştır. Moment hesaplamalarında  $P_d$  değeri, yüklerin yük katsayıları ile artırılmış halinden elde edilirken, düşey yer değiştirme hesaplamalarında ise kullanım yükleri esas alınmıştır.



Şekil 4. Karşılaştırmalara esas olan moment bölgeleri  
(Figure 4. Regions based on comparisons of the moment)



Şekil 5. Karşılaştırmalara esas olan düşey yer değiştirme bölgeleri  
(Figure 5. Regions based on comparisons of the vertical displacement)

Şekil 4'de görülen  $M_1$  ve  $M_{14}$  kenar açıklık dış mesnet momentleri  $M_{d1}$  olarak,  $M_2$  ve  $M_{13}$  kenar açıklık iç mesnet momentleri,  $M_{d2}$  olarak,  $M_3$  ve  $M_{15}$  kenar açıklıkta yer alan açıklık momentini  $M_{d3}$  olarak,  $M_4$ ,  $M_5$ ,  $M_7$ ,  $M_8$ ,  $M_{10}$ ,  $M_{11}$  iç açıklık mesnet momentlerini  $M_{d4}$  olarak,  $M_6$ ,  $M_9$ ,  $M_{12}$  iç açıklıkta yer alan açıklık momentleri ise  $M_{d6}$  olarak ifade edilmiştir.  $M_{d1}$ ,  $M_{d2}$ ,  $M_{d3}$ ,  $M_{d4}$  ve  $M_{d6}$  momentleri boyutsuzlaştırıldığı zaman sırasıyla  $m_{d1}$ ,  $m_{d2}$ ,  $m_{d3}$ ,  $m_{d4}$  ve  $m_{d6}$  olarak adlandırılmıştır.

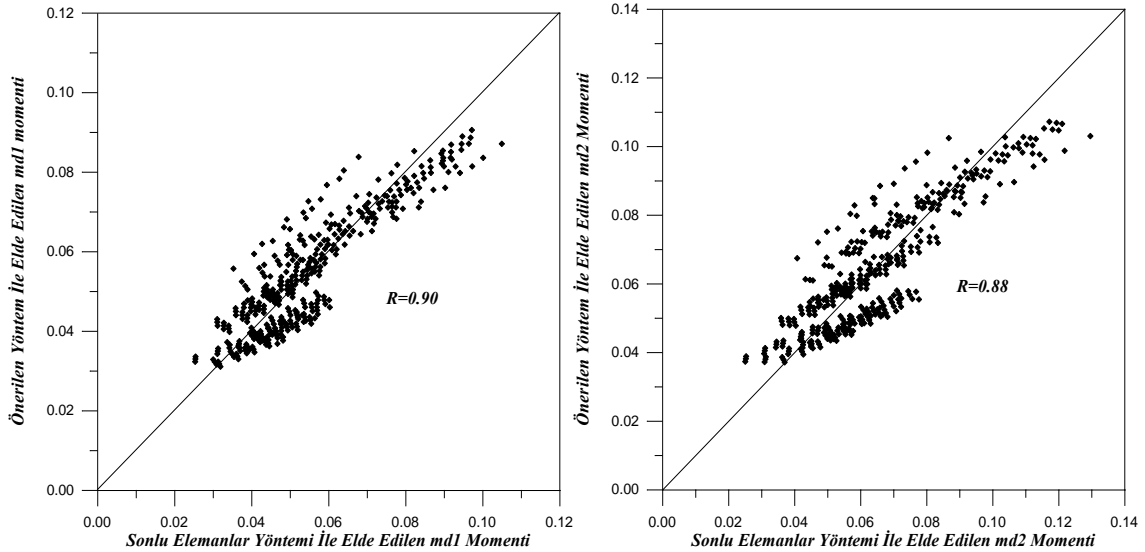
Şekil 5'de görülen  $w_1$  ve  $w_5$  kenar açıklık düşey yer değiştirme miktarı  $w_1$  olarak,  $w_2$ ,  $w_3$ ,  $w_4$  iç açıklık düşey yer değiştirme miktarı  $w_2$  olarak ifade edilmiştir.  $w_1$  ve  $w_2$  düşey yer değiştirmeleri boyutsuzlaştırıldığında sırasıyla  $S_1$  ve  $S_2$  olarak adlandırılmıştır.

Sonlu elemanlar yöntemi ile çözümler incelendiğinde, iç açıklık sağ ve sol mesnet momenti değerlerinin birbirine çok yakın olduğu görülmüştür. İç açıklık sağ ve sol mesnet momentlerinin istatistik analizi sonucu elde edilen fonksiyonun katsayıları da birbirine çok yakındır. Bu nedenle bu çalışmada iç açıklık mesnet momentlerinin sadece biri ele alınmıştır.

Tablo 1. Moment ve düşey yer değiştirme fonksiyonu katsayıları  
(Table 1. Moment and vertical displacement function coefficients)

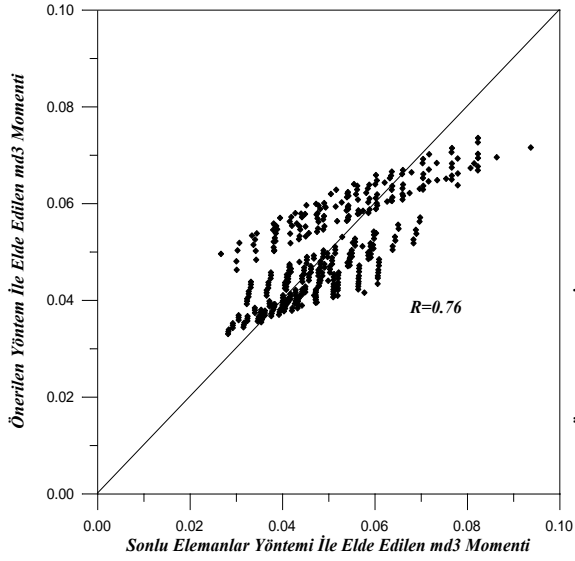
|          | A        | B         | C        |
|----------|----------|-----------|----------|
| $m_{d1}$ | 0,246125 | -0,095376 | 0,354735 |
| $m_{d2}$ | 0,438423 | -0,01403  | 0,363134 |
| $m_{d3}$ | 0,077920 | -0,204929 | 0,246873 |
| $m_{d4}$ | 0,370199 | -0,047162 | 0,36674  |
| $m_{d6}$ | 0,066737 | -0,196990 | 0,225594 |
| $S_1$    | 0,024401 | -0,134230 | 0,912682 |
| $S_2$    | 0,022199 | -0,15864  | 0,937679 |

Sonlu elemanlar yöntemi ile elde edilen ve boyutsuzlaştırılan momentler yatay ekseninde, önerilen yöntem ile elde edilen ve boyutsuzlaştırılan momentler düşey ekseninde gösterilmek üzere çizilen grafikler Şekil 6 (a), (b), (c), (d) ve (e)'de gösterilmiştir. Her iki yöntem ile elde edilen momentlerin bir birine göre yaklaşımını ortaya koymak amacıyla 45°'lik bir doğru çizilmiştir.

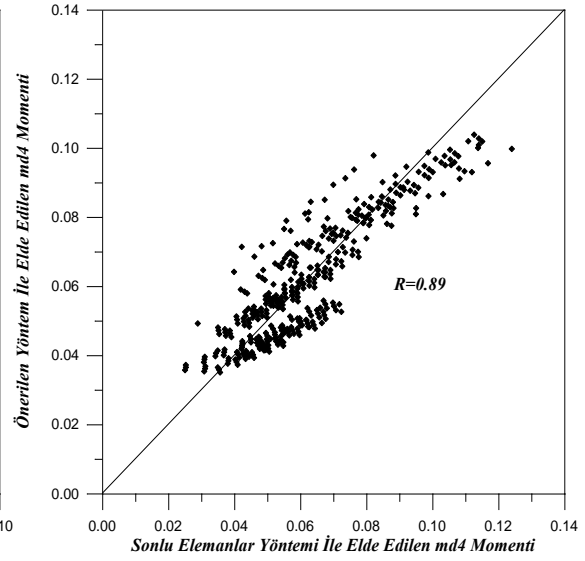


a- Kenar açıklık dış mesnet momenti  
(a- Exterior support moment on the edge spans)

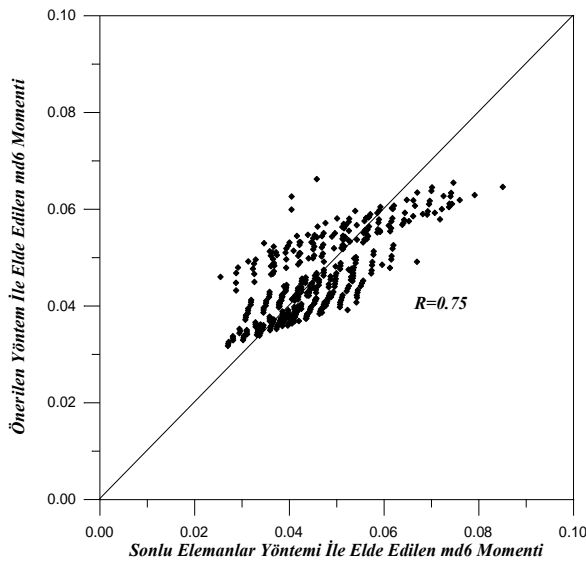
b- Kenar açıklık iç mesnet momenti  
(b- Interior support moment on the edge spans)



c- Kenar açıklık ortası momenti  
(c- Midpoint moment on the edge spans)



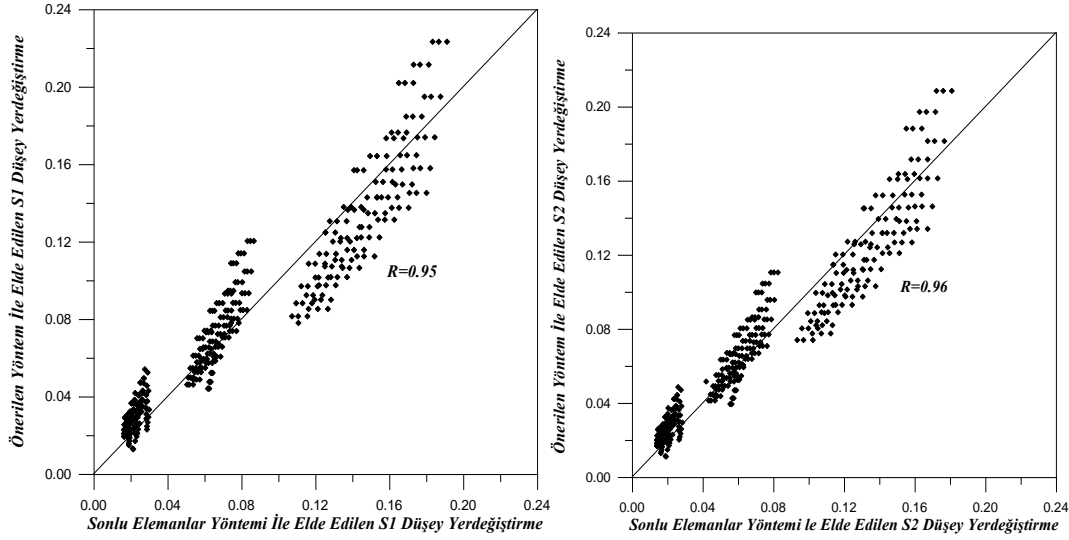
d- İç açıklık mesnet momenti  
(d- Support moment on the interior spans)



e- İç açıklık ortası momenti  
(e- Midpoint moment on the interior spans)

Şekil 6. Sonlu elemanlar ve önerilen yöntem ile elde edilen momentlerin karşılaştırma eğrileri  
(Figure 6. Moments obtained by the finite element method and proposed method comparison curves)

Sonlu elemanlar yöntemi ile elde edilen ve boyutsuzlaştırılan düşey yer değiştirmeler yatay ekseninde, önerilen yöntem ile elde edilen ve boyutsuzlaştırılan düşey yer değiştirmeler ise düşey ekseninde gösterilmek üzere Şekil 7. (a) ve (b)'de, gösterilmiştir.



a- Kenar açıklık ortası düşey yer değiştirme  
(a- Midpoint vertical displacement on the edge spans)

b- İç açıklık ortası düşey yer değiştirme  
(b- Midpoint vertical displacement on the interior spans)

Şekil 7. Sonlu elemanlar ve önerilen yöntem ile elde edilen düşey yer değiştirme karşılaştırılma eğrileri  
(Figure 7. Vertical displacement obtained by finite element method and proposed method comparison curves)

Şekil 5' de görülen bölgeler için kenar ve iç açıklık yer değiştirme değerlerinin karşılaştırması, sadece sonlu elemanlar yöntemi (S.E.Y.) ve bu çalışmada önerilen yöntem (Ö.Y.) arasında yapılmıştır. Tablo 2' de farklı açıklık, kesit ve malzeme özelliğine sahip 11 ayrı çözümden elde edilen düşey yer değiştirme değerleri ve bu iki yöntem arasındaki farklar verilmiştir. Tablo 2' de görüldüğü gibi kenar açıklık ortası düşey yer değiştirme değerleri arasında en fazla % 7,5 fark oluşurken iç açıklık düşey yer değiştirme değerleri için en fazla % 7,3 fark olduğu belirlenmiştir.

Tablo 2. S.E.Y. ve Ö.Y. ile kenar ve iç açıklık düşey yer değiştirme karşılaştırmaları  
(Table 2. Edge and interior spans vertical displacement with F.E.M. and P.M. comparison curves)

| Hesap Açıklığı (m) | Beton Sınıfı | Kesit (bw/h) (m) | Donatı Oranı $10^{-2}$ | Kenar Açıklık Ortası Düşey Yer değiştirme (mm) |       |       | İç Açıklık Ortası Düşey Yer değiştirme (mm) |       |       |
|--------------------|--------------|------------------|------------------------|------------------------------------------------|-------|-------|---------------------------------------------|-------|-------|
|                    |              |                  |                        | S.E.Y.                                         | Ö.Y.  | %Fark | S.E.Y.                                      | Ö.Y.  | %Fark |
| 5                  | C20          | 1.00/0.30        | 1.0                    | 1.47                                           | 1.52  | 3.4   | 1.38                                        | 1.35  | -2.2  |
| 5                  | C20          | 1.00/0.40        | 1.0                    | 0.96                                           | 0.97  | 1.0   | 0.84                                        | 0.85  | 1.2   |
| 5                  | C20          | 1.60/0.30        | 1.25                   | 1.41                                           | 1.44  | 2.1   | 1.30                                        | 1.27  | -2.3  |
| 7                  | C20          | 1.40/0.30        | 1.25                   | 5.64                                           | 5.94  | 5.3   | 5.23                                        | 5.39  | 3.1   |
| 7                  | C20          | 1.40/0.35        | 1.5                    | 4.60                                           | 4.50  | -2.2  | 4.12                                        | 4.04  | -1.9  |
| 7                  | C25          | 1.20/0.40        | 1.25                   | 3.73                                           | 3.84  | 2.9   | 3.28                                        | 3.45  | 5.2   |
| 7                  | C30          | 1.60/0.30        | 1.25                   | 4.96                                           | 4.95  | -0.2  | 4.58                                        | 4.47  | -2.4  |
| 9                  | C20          | 0.80/0.35        | 1.25                   | 14.60                                          | 15.60 | 6.8   | 13.51                                       | 14.46 | 7.0   |
| 9                  | C25          | 1.20/0.30        | 1.0                    | 15.70                                          | 15.27 | -2.7  | 14.73                                       | 14.20 | -3.6  |
| 9                  | C30          | 0.80/0.35        | 1.50                   | 12.81                                          | 13.77 | 7.5   | 11.81                                       | 12.67 | 7.3   |
| 9                  | C30          | 0.80/0.40        | 1.50                   | 11.27                                          | 10.96 | -2.8  | 10.24                                       | 10.02 | -2.1  |



Şekil 4' de görülen bölgeler için kenar ve iç açıklık mesnet ve açıklık moment değerlerinin karşılaştırması, sonlu elemanlar yöntemi (S.E.Y.) ile eşdeğer çerçeve yöntemi (E.Ç.Y.) ve sonlu elemanlar yöntemi (S.E.Y.) ile bu çalışmada önerilen yöntem (Ö.Y.) arasında yapılmıştır.

Karşılaştırma için C20 beton sınıfı ve hesap açıklığı 7 m olan taşıyıcı sistemde sürekli tablanın yüksekliği ve genişliği sırasıyla, 35 ve 120 cm olarak seçilmiştir. Bu elemanda donatı oranı ise %1'dir.

Tablo 3'de S.E.Y. ve E.Ç.Y.' leri kenar ve iç açıklık momentleri için karşılaştırıldığında, açıklık momentlerinde E.Ç.Y.' nin S.E.Y.' ne göre en fazla % 29.9 daha küçük değerler verdiği, mesnet momentlerinde ise en fazla % 29.9 daha büyük değerler verdiği görülmüştür.

Tablo 4' de S.E.Y. ve Ö.Y. kenar ve iç açıklık momentleri için karşılaştırıldığında, açıklık momentlerinde sırasıyla % 3.3 ve % 2 daha küçük değerler verdiği, mesnet momentlerinde ise en fazla % 9 daha büyük değerler verdiği görülmüştür.

Tablo 3. S.E.Y. ile E.Ç.Y. karşılaştırılması  
(Table 3 F.E.M. E.F.M. with of the comparison)

|        | M <sub>d1</sub> | M <sub>d2</sub> | M <sub>d3</sub> | M <sub>d4</sub> | M <sub>d6</sub> |
|--------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| S.E.Y. | 233.86          | 284.15          | 253.86          | 272.28          | 233.22          |
| E.Ç.Y. | 303.86          | 331.74          | 178.04          | 316.36          | 166.83          |
| % Fark | 29.9            | 16.7            | -29.9           | 16.2            | -28.5           |

Tablo 4. S.E.Y. ile Ö.Y. karşılaştırılması  
(Table 4. F.E.M. P.M. with of the comparison)

|        | M <sub>d1</sub> | M <sub>d2</sub> | M <sub>d3</sub> | M <sub>d4</sub> | M <sub>d6</sub> |
|--------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| S.E.Y. | 233.86          | 284.15          | 253.86          | 272.28          | 233.22          |
| Ö.Y.   | 254.87          | 297.70          | 245.6           | 286.91          | 228.67          |
| % Fark | 9               | 4.8             | -3.3            | 5.4             | -2              |

## 5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER (CONCLUSION AND RECOMMENDATIONS)

Bu çalışmada iki katlı, eşit açıklığa sahip, sürekli tablalı kirişsiz döşemeli bir betonarme yapı incelenmiştir. Yapının, beton sınıfı, hesap açıklığı, sürekli tablaların genişlik ve yükseklikleri ile donatı oranları değiştirilerek toplamda 810 adet çözüm elde edilmiştir. Sayısal modelin çözümünde sonlu elemanlar yöntemi kullanılmıştır. Aynı zamanda, sürekli tablaların ölü ve hareketli yükler altında doğrusal olmayan davranışları için toplanmış tip plastik mafsallı modeli kullanılmıştır.

Sürekli tablaların dış ve iç açıklıklarında, mesnet ve açıklık momentleri ve oluşan düşey yer değiştirmeler elde edilmiştir. Bu sonuçlar için STATISTICA programı yardımıyla, moment ve sehim değerlerini veren fonksiyonlara ulaşılmıştır. Bu fonksiyonlar ile eşdeğer çerçeve yöntemi ve sonlu elemanlar yöntemleri karşılaştırılıp çözüm yönteminin etkinliği incelenmiştir. Bu çözümlerde eşdeğer çerçeve ve sonlu elemanlar yöntemi karşılaştırıldığında eşdeğer çerçeve yöntemiyle elde edilen açıklık momentlerinin sonlu elemanlar yöntemine göre daha küçük değerlere sahip olduğu belirlenmiştir. S.E.Y. ve E.Ç.Y ile elde edilen tüm moment değerleri karşılaştırıldığında ise en fazla % 29.9' e varan farkların oluştuğu belirlenmiştir. Bunun yanı sıra S.E.Y. ve Ö.Y. ile elde edilen tüm moment değerleri karşılaştırıldığı zaman en fazla % 9 nispetinde farkların meydana geldiği tespit edilmiştir.

Eşdeğer çerçeve yöntemiyle elde edilen sonuçlar beton sınıfına ve donatı oranına bağlı olmadığı halde Ö.Y. beton sınıfı ve donatı oranına bağlı olarak sonuçlar elde edilmektedir. Eşdeğer çerçeve

yöntemi doğrusal elastik teoriye dayanmakta olup Ö.Y.'de elde edilen fonksiyonlar doğrusal olmayan yöntemle dayanmaktadır. Sonuç olarak önerilen fonksiyonel yöntemin eşdeğer çerçeve yöntemine göre daha iyi sonuçlar verdiği belirlenmiştir. Aynı zamanda, Ö.Y.'de verilen fonksiyonlar için;

- Ölü ve hareketli yükler,
- Beton sınıfı C20-C25 aralığında,
- Sürekli tablanın genişliği 80-160 cm aralığında,
- Sürekli tablanın yüksekliği 30-40 cm aralığında,
- Donatı oranı ise % 1-1.25 aralığında, olması halleri için sonlu elemanlar yöntemine çok yakın sonuçlar verdiği belirlenmiştir.

Böylece tasarımcının çözümlere başlamadan bu fonksiyonlar yardımıyla boyutlandıracağı binalar için bir ön boyut vermesi sağlanacak ve bilgisayar çözümlerine ihtiyaç duyulmadan gerçeğe yakın sonuçları elde etmesinde yararlı olacaktır. Aynı zamanda çözümler elle yapılabildiği için yapay sinir ağları gibi yöntemlere göre üstün olmaktadır.

Bu çalışma, kat yüksekliğinin, döşeme kalınlığının ve kolon ebatlarının sabit alınması durumu için geliştirilmiş fonksiyonları içeren bir metodu önermektedir. İleriki çalışmalarda bina özelliklerinin ve deprem, rüzgar gibi etkilerinde dikkate alındığı çözümler kullanılarak geliştirilmesi gerekmektedir.

#### **NOT (NOTICE)**

Bu çalışma, 14-16 Ekim 2010 tarihinde Dicle Üniversitesinde tamamlanan Bilimde Modern Yöntemler Sempozyumunda (BUMAT2010) sözlü sunumu yapılmış ve NWSA yazım esaslarına göre yeniden düzenlenmiştir.

#### **SEMBOLLER VE KISALTMALAR**

|        |                           |
|--------|---------------------------|
| S.E.Y. | : Sonlu Elemanlar Yöntemi |
| E.Ç.Y. | : Eşdeğer Çerçeve Yöntemi |
| Ö.Y.   | : Önerilen Yöntem         |
| F.E.M  | : Finite Element Method   |
| E.F.M. | : Equivalent Frame Method |
| P.M.   | : Proposed Method         |

#### **KAYNAKLAR (REFERENCES)**

1. Celep, Z., (2009). Betonarme Yapılar, Beta Yayınları, İstanbul.
2. Doğançın, A., (2008). Betonarme yapıların Hesap Tasarımı, Birsen Yayınevi, İstanbul
3. Ersoy, U., (1995). Betonarme Döşeme ve Temeller, (Cilt II), Evrim Yayınevi, İstanbul.
4. Nilson, A. and Winter, G., (1973). Design of Concrete Structures, San Francisco.
5. Coşkun, E., (1990). Betonarme kirişsiz döşemeli yapıların zımbalama kayma mukavemetlerinin ve yatay ötelemeleri için birer yöntem, Doktora Tezi, İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
6. Erdoğan, A.S., Kaya, N. ve Gürel, M.A., (2002). Tablalı kirişsiz döşemelerin irdelenmesi, Uluslararası Yapı ve Deprem Mühendisliği Sempozyumu ECAS, ODTÜ, Ankara, 14 Ekim, s. 284-291.
7. Paultre, P. and Moisan, C., (2002). Distribution of moments in reinforced concrete slabs with continuous drop panels, Canadian Journal Civil Engineer, 29, 119-124.
8. SAP 2000, (2004). V10 Educational Version, Computers and Structures Inc., Berkeley, California.
9. CSS: Statistica. (1995). Statsoft, Inc., Tulsa Okla, USA.