

BETONARME KARKAS BİNA ÇERÇEVELERİNDE ELASTİK TEORİ VE TAŞIMA GÜCÜNE GÖRE HESABIN DONATI BAKIMINDAN KARŞILAŞTIRILMASI

Melike ALTAN(*)
Metin AYDOĞAN(*)

ÖZET

Betonarme çerçevelerden oluşan bina çerçevelerinde halen yürürlükte olan TS 500'e göre elastik yöntem veya taşıma gücü yöntemine göre hesap yapılabilmektedir. Her iki yöntemde aynı kesit boyutları ve malzeme ile yapılan hesabın sonucunda bulunan donatı miktarı genellikle taşıma gücü yönteminde daha az bulunmaktadır. Ancak farkın mertebesi meslektaşlar arasında merak konusu olmaktadır.

Bu çalışmada çok karşılaşılan bir mimariyi haiz 5 katlı betonarme bir yapıda her iki yöntemde göre hesap yapıp donatı farkı bulunmuştur. Donatı farkları (kolon, kiriş, döşeme gibi) muhtelif yapı elemanlarında değiştiğinden beton hacmi ağırlıklı bir ortalama değer elde etmek daha anlamlı görülmüştür. Böyle bir sayısal karşılaştırma taşıma gücü yöntemine göre hesaptaki donatı azalmasının elastik hesaba göre % 10-20 arasında olduğunu göstermiştir.

1- GİRİŞ

Betonarme çerçevelerden oluşan yapılarda 1982'de yürürlüğe giren TS 500'e göre emniyet gerilmeleri veya taşıma gücü esasına göre hesap yapılabilmektedir⁽¹⁾. Emniyet gerilmelerine göre hesapta ilgili yönetmeliklerde verilen yükler aynen alınmakta, statik hesabın sonucunda bulunan en elverişsiz kesit tesirleri altında emniyet gerilmelerinin aşılmaması öngörülmektedir⁽²⁾,⁽³⁾. Buna karşılık taşıma gücü yöntemine göre hesapta ise yükler bir veya birden büyük katsayılarla çarpılarak artırılmakta ve en elverişsiz kesit tesirleri ile malzemenin limit şekil değiştirmelerinin aşılmaması şart koşulmaktadır.

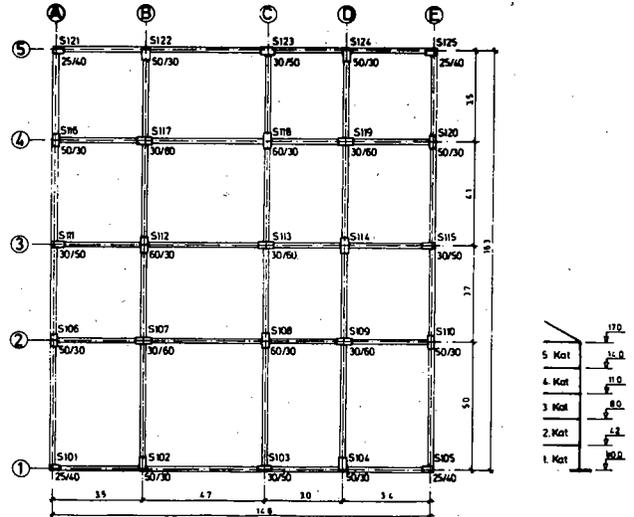
Taşıma gücüne göre yapılan hesapla elastik teoriye göre yapılan verdiği sonucun malzeme miktarı bakımından ne kadar farklı olduğu merak konusudur. Tabii bu fark yapının tipi, bulunduğu deprem bölgesi vb. gibi etkenlerle değişmektedir.

Bu çalışmada 1. derece deprem bölgesinde bulunan ve betonarme çerçevelerden oluşan çok karşılaşılan tipte 5 katlı bir bina ele alınmıştır. Binanın boyutları sabit tutularak her iki yöntemde göre yapılan hesapta donatı miktarları arasındaki farkın bulunması amaçlanmıştır.

Burada elde edilen sonuçlar her ne kadar bu örneğe has ise de ele alınan örneğin uygulamada çok karşılaşılabilecek özellikle bir bina olduğu düşünülürse sonuçların genel bir fikir verebileceği anlaşılmaktadır.

2- ÖRNEK YAPININ TANITILMASI

Söz konusu örnek bina 5 katlı olup kalıp planı ve şematik düşey kesiti (Şekil 1) de verilmiştir. Tüm kirişler 20/60 boyutunda ve tüm katlarda döşeme kalınlıkları 10 cm dir. Kolon boyutları kattan kata bir boyutu sabit tutularak değiştirilmiştir. Kolon yönleri (Şekil 1) deki gibi olup boyutları (Tablo 1) de verilmiştir.



(Şekil 1)

(*) Y.Doç. Dr. İ.T.Ü. İnşaat Fakültesi, Yapı Anabilim Dalı.

(Tablo 1)

Kat	Kolon Adı	Boyut	Kat	Kolon Adı	Boyut
5	Tüm Kolonlar	25/25		S201, S205, S222, S225	25/35
4	S401, S405 S421, S425	25/25	2	S202, S203, S204, S206, S210, S211, S215, S216, S220, S222, S223, S224	25/50
	S402, S403, S404, S406, S408, S410, S411, S412, S414, S415, S416, S417, S418, S419, S420, S422, S423, S424	25/40		S207, S208, S209, S212, S213, S214, S217, S218, S219	25/60
	S407, S409, S413	25/50		S101, S105, S121, S125	25/40
	S301, S305, S321, S325	25/35		S102, S103, S104, S106, S110, S111, S115, S116, S120, S122, S123, S124	30/50
3	S302, S303, S304 S306, S308, S310, S311, S315, S316, S318, S320, S322, S323, S324	25/40	1	S107, S108, S109, S112, S113, S114, S117, S118, S119	30/60
	S307, S309, S312, S313, S314, S317, S319	25/50			

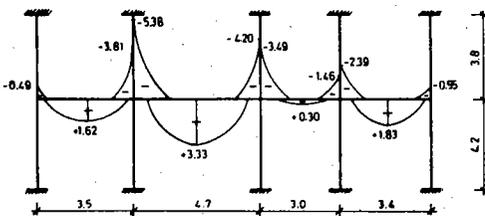
Yapı 1. derece deprem bölgesindedir. Döşeme kaplaması olarak seramik malzeme alınmış, dış duvarlar ve merdiven civarının delikli bir tuğla ve diğer duvarların delikli 1/2 tuğla olduğu ve çatının oturma çatı olarak yapıldığı düşünülmüştür. Binanın konut olarak kullanıldığı varsayılmıştır.

Malzeme BS20/BÇ I - IIIa dır. (Döşeme donatıları ve etriyeler BÇ I, diğer donatılar BÇ IIIa dır.)

3- DÜŞEY VE YATAY YÜKLEFE GÖRE HESAP

3.1. Düşey yüklere göre hesap

Bu hesap için iki doğrultuda, 1. kata ait kat çerçeveleri çıkarılarak en elverişsiz kesit tesirlerini verecek yüklemeler yapılmış, diyagramlar çizilmiştir. Lineer teoriye göre yapılan hesapta açıklığın boş olduğu hallerde g (zati) ve dolu olduğu durumlarda ise $p = g + q$ (toplam yük) ile yüklenmesine karşılık taşıma gücünde sırasıyla boş durumda $1.4g$ ve dolu durumda ise $1.4g + 1.6q = p$ yüklemeleri yapılmıştır⁽¹⁾. Örnek olmak üzere 2 aksı kat çerçevesi üzerinde her iki yönleme ait açıklık zati ve toplam yükleri ve

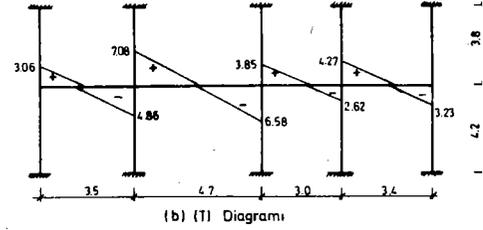


Şekil 2a -

(a) (M) Diagramı

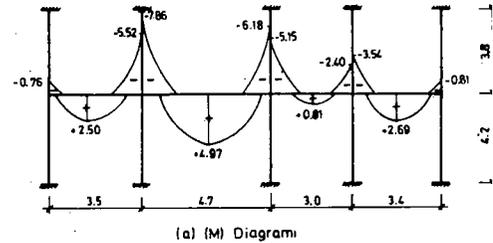
en elverişsiz (M) ve (T) diyagramları (Şekil 2 a, b) ve (Şekil 3a, b) de verilmiştir. Gerek düşey ve gerekse yatay yüklemelere ait hesaplar bilgisayarla yapılmış bunun için İ.T.Ü. Bilgi İşlem Merkezinin olanaklarından yararlanılmıştır.

Şekil 2b-



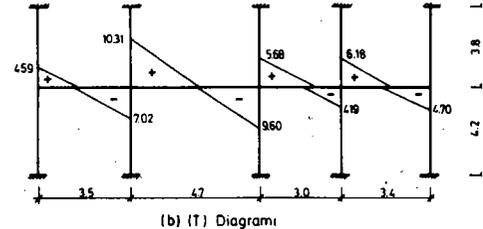
(b) (T) Diagramı

Şekil 3a-



(a) (M) Diagramı

Şekil 3b-



(b) (T) Diagramı

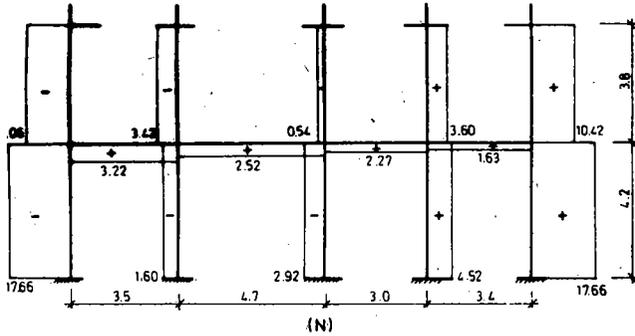
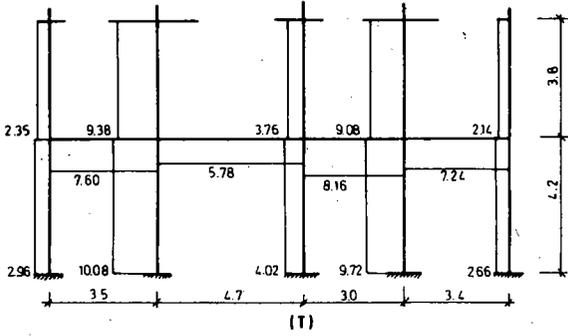
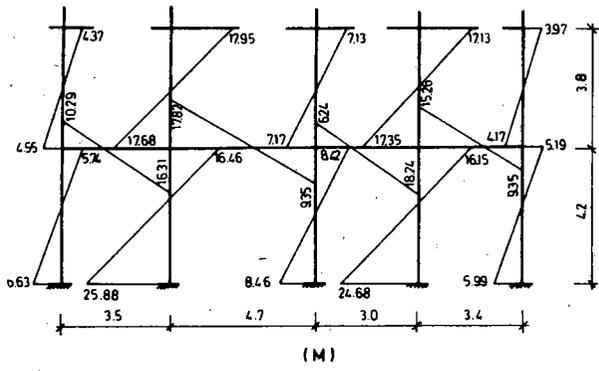
3.2. Yatay yüklere göre hesap

Deprem rüzgâra göre daha elverişsiz olduğundan yalnızca deprem hesabı yapılacaktır. Deprem katsayısı $C=0,1$ olarak bulunmuştur⁽³⁾. Deprem hesabına esas olan kağırlıklar ve deprem kuvvetleri (Tablo 2) de verilmiştir.

Tablo 2 - Deprem Kuvvetleri

Kat	h_i (m)	W_i (t)	F_i (t)	Q_i (t)
5	17.0	195.92	32.48	32.48
4	14.0	252.17	34.43	66.91
3	11.0	252.17	27.05	93.96
2	8.0	270.02	21.07	115.03
1	4.2	304.45	12.47	127.50

Bu kuvvetler altında bilgisayar yardımıyla her iki ortogonal doğrultuda deprem hesabı yapılmış, örnek olmak üzere 2 aksına ait çerçevesinin x doğrultusunda deprem halleri için (M), (N), (T) diyagramları (Şekil 4) de verilmiştir.



Şekil 4 -

SÜPERPOZİSYON VE DONATI HESABI

Lineer teoriye göre hesapta her bir kesitteki

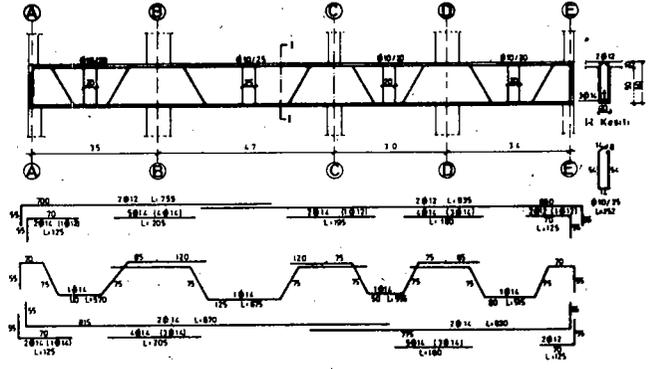
- en elverişsiz düşey yükleme,
 - emniyet gerilmeleri % 33 artırılmış durumda en elverişsiz düşey yükleme + deprem yüklemesi
- karşılaştırılarak en elverişsizine göre gerilme tahkiki yapılır ve donatı hesaplanır.

Taşıma gücü yöntemine göre yapılan hesapta ise, $1.0G + 1.0Q + 1.0E$ veya $1.4G + 1.6Q$ yük kombinasyonlarından en elverişsizi için donatı hesabı yapılır. G sabit yük, hareketli yük ve E deprem yüklemesini göstermektedir.

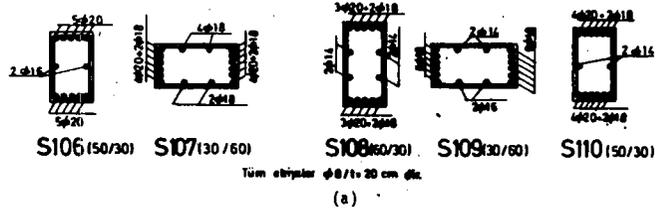
Lineer teoriye göre donatı hesabında enkesitte lineer eğilme yayılımı esasına göre hazırlanmış tablo veya abakar, taşıma gücü yöntemine göre yapılan hesapta ise idealleştirilmiş parabol + dikdörtgen veya ⁽¹⁾ de verilen yaklaşık dikdörtgen gerilme yayılımı esasına göre düzenlenmiş ablo veya abaklar kullanılmıştır. Böylece kirişler ve kolonlar için her iki yöntemle de kısıtlı bakımından yalnızca 1. kat kiriş ve kolonlarında donatı hesabı yapılmıştır.

ve örnek olarak da 2 aksındaki kirişler ve 1. kat kolonları için her iki hale ait donatılar şematik olarak sırasıyla (Şekil 5) ve (Şekil 6a, b) de verilmiştir.

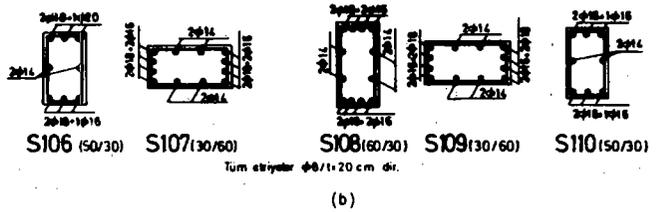
Her iki hesapta gerekli mesnet düzeltmeleri yapılmıştır.



Şekil 5 -



Şekil 6a



Şekil 6b -

Benzer şekilde döşemeler için de her iki yöntemle göre ⁽¹⁾ deki katsayılarla eğilme momentleri hesaplanmıştır. Bu hesap da sadece 1. kat döşemesi için yapılmıştır. Lineer teoriye göre toplam döşeme yükü $p = 0,600 \text{ t/m}^2$, taşıma gücüne göre ise $p = 0,88 \text{ t/m}^2$ bulunmuştur.

5- DONATI MİKTARLARININ KARŞILAŞTIRILMASI

a) Kirişlerde (Yalnızca 1. kat kirişleri) Lineer teoriye göre hesapta toplam 1962 kg, taşıma gücüne göre hesapta ise 1710 kg. eğilme ve kayma donatısı bulunmuştur.

b) Kolonlarda (Yalnızca 1. kat kolonları) Lineer teori-

ye göre hesapta toplam ~ 3500 kg ve taşıma gücüne göre hesapta ise toplam ~ 2200 kg boyuna ve enine donatı bulunmuştur.

c) Döşemede her iki haldeki toplam donatı miktarı hemen hemen aynı bulunmuştur.

6- İRDELEME VE SONUÇLAR

Taşıma gücüne göre bulunan donatı miktarları lineer te-oridekine oranlanarak bulunan değerlere donatının içine yerleştirildiği elemana ait beton hacimlerini ağırlık olarak alan bir orantı uygulanarak, temel dışındaki yapı için, hacim: ağırlıklı ortalama bir sonuç değer bulmak mümkündür. Bu işlem (Tablo 3) de görülmektedir.

Tablo 3 -

Eleman	Donatı Oranları (A _s (T.G)/A _s (L.T))	Beton Hacmi (1.kat için) (m ³)	Oran x Hacim (m ³)
Kirişler	1710/1962=0.87	18.54	16.130
Kolonlar	2200/3500=0.63	16.04	10.105
Döşeme	1.00	23.80	23.800
TOPLAM		58.38	50.035

$$\text{Beton hacim ağırlıklı oran} = \frac{\text{ORAN} \times \text{HACİM}}{\text{HACİM}} =$$

$$\frac{50.035}{58.380} = 0,86$$

Sonuç olarak bu çok karşılaşılan geometri ve yüklere maruz yapıda taşıma gücü yöntemine göre hesap yapıldığında donatı lineer teoriye göre % 14 az bulunmaktadır.

Bazı elemanlarda farkın daha çok veya az olması nedeniyle yukarıda yapıldığı gibi beton hacmi ağırlıklı ortalama almak daha anlamlı olmaktadır. Her ne kadar bu örnek sadece bu yapı için bir fikir veriyor ise de genellikle binalar için farkın % 10 ilâ % 20 arasında olduğu izlenimi doğmaktadır. Farkın az olma nedenlerinden biri de belirli geometrik boyutları haiz bir elemanda gerekse bile bir minimum donatıyı koyma gereğidir. Bütün bu söylenenlere ek olarak taşıma gücüne göre hesap yaparken hesapta kullanılan çelik ve özellikle betonun kalitesinin iyi bir şekilde kontrol edilmesi gereğini vurgulamak isteriz.

KAYNAKLAR

- (1) TS 500, Betonarme Yapıların Hesap ve Yapım Kuralları, 1982.
- (2) TS 498, Yapı Elemanlarının Boyutlandırılmasında Alınacak Yükler.
- (3) Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik.



İstanbul Teknik Üniversitesi'ne 1967 yılında giren İnşaat Fakültesi mezunları 2 Mart 1985 günü Tarabya'da birlikte yemek yediler. Okul anılarının bitmek bilmediği toplantı, 16 Mayıs'ta amaçlanan genel toplantının ön hazırlığı biçimindeydi. 1972 mezunları 18 Mayıs için Oda Genel Sekreterliğine başvurabilirler.