

YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Çok Katlı Yapı Yat. yük Etki
Göre Çöz. Yön. Kar. İnc.

YÜKSEK LİSANS TEZİ

İlker Börekçi

1990

34
150
167

40 000

125

YILDIZ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

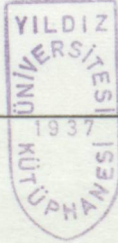
ÇOK KATLI YAPILARIN YATAY YÜK ETKİSİNE
GÖRE ÇÖZÜM YÖNTEMLERİNİN
KARŞILAŞTIRILMALI İNCELENMESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ
İNŞ.MÜH. İLKER BÖREKÇİ

İSTANBUL- 1990

YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
KÜTÜPHANE DOKÜMANTASYON
DAİRE BAŞKANLIĞI

Kot : R 150
: 167
Alındığı Yer : FEN. BİL. ENS.
Tarih : 18.10.1991
Fatura : - - - - -
Fiyatı : 40.000. TL.
Ayniyat No : 1/ 15
Kayıt No : 47759
UDC : 624. 378.242
Ek : 17 sayfa ek
: 12 sayfa computer
çıkışı.



YILDIZ ÜNİVERSİTESİ
D.B. No 45536

YILDIZ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Çalışmalarına her zamanla meraklı ilgi ve değerli yardımlarını sunduğu için Prof. İLHAN BERKTAY'a teşekkürlerimi sunarım.

**ÇOK KATLI YAPILARIN YATAY YÜK ETKİSİNE
GÖRE ÇÖZÜM YÖNTEMLERİNİN
KARŞILAŞTIRILMALI İNCELENMESİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
İNŞ.MÜH.İLKER BÖREKÇİ**

TEZİ YÖNETEN: Prof. İLHAN BERKTAY



İSTANBUL 1990

YILDIZ ÜNİVERSİTESİ İNŞAAT FAKÜLTESİ YAPILARININ

Çalışmalarımın her aşamasında sürekli ilgi ve değerli yardımlarını gördüğüm Sayın Prof. İlhan BERKTAY'a teşekkürlerimi sunarım.

5. Bölümdeki çalışmalarım süresinde yakın ilgilerini gördüğüm Yıldız Üniversitesi İnşaat Fakültesi Yapı Anabilim dalı öğretim üyesi Yard.Doç.Dr.Mustafa ZORBOZAN'a teşekkür ederim.

Ocak 1990- İSTANBUL

İnş.Müh. İlker BÖREKÇİ

1.1-1.2-1.3-1.4-1.5-1.6-1.7-1.8-1.9-1.10-1.11-1.12-1.13-1.14-1.15-1.16-1.17-1.18-1.19-1.20-1.21-1.22-1.23-1.24-1.25-1.26-1.27-1.28-1.29-1.30-1.31-1.32-1.33-1.34-1.35-1.36-1.37-1.38-1.39-1.40-1.41-1.42-1.43-1.44-1.45-1.46-1.47-1.48-1.49-1.50-1.51-1.52-1.53-1.54-1.55-1.56-1.57-1.58-1.59-1.60-1.61-1.62-1.63-1.64-1.65-1.66-1.67-1.68-1.69-1.70-1.71-1.72-1.73-1.74-1.75-1.76-1.77-1.78-1.79-1.80-1.81-1.82-1.83-1.84-1.85-1.86-1.87-1.88-1.89-1.90-1.91-1.92-1.93-1.94-1.95-1.96-1.97-1.98-1.99-2.00-2.01-2.02-2.03-2.04-2.05-2.06-2.07-2.08-2.09-2.10-2.11-2.12-2.13-2.14-2.15-2.16-2.17-2.18-2.19-2.20-2.21-2.22-2.23-2.24-2.25-2.26-2.27-2.28-2.29-2.30-2.31-2.32-2.33-2.34-2.35-2.36-2.37-2.38-2.39-2.40-2.41-2.42-2.43-2.44-2.45-2.46-2.47-2.48-2.49-2.50-2.51-2.52-2.53-2.54-2.55-2.56-2.57-2.58-2.59-2.60-2.61-2.62-2.63-2.64-2.65-2.66-2.67-2.68-2.69-2.70-2.71-2.72-2.73-2.74-2.75-2.76-2.77-2.78-2.79-2.80-2.81-2.82-2.83-2.84-2.85-2.86-2.87-2.88-2.89-2.90-2.91-2.92-2.93-2.94-2.95-2.96-2.97-2.98-2.99-3.00-3.01-3.02-3.03-3.04-3.05-3.06-3.07-3.08-3.09-3.10-3.11-3.12-3.13-3.14-3.15-3.16-3.17-3.18-3.19-3.20-3.21-3.22-3.23-3.24-3.25-3.26-3.27-3.28-3.29-3.30-3.31-3.32-3.33-3.34-3.35-3.36-3.37-3.38-3.39-3.40-3.41-3.42-3.43-3.44-3.45-3.46-3.47-3.48-3.49-3.50-3.51-3.52-3.53-3.54-3.55-3.56-3.57-3.58-3.59-3.60-3.61-3.62-3.63-3.64-3.65-3.66-3.67-3.68-3.69-3.70-3.71-3.72-3.73-3.74-3.75-3.76-3.77-3.78-3.79-3.80-3.81-3.82-3.83-3.84-3.85-3.86-3.87-3.88-3.89-3.90-3.91-3.92-3.93-3.94-3.95-3.96-3.97-3.98-3.99-4.00-4.01-4.02-4.03-4.04-4.05-4.06-4.07-4.08-4.09-4.10-4.11-4.12-4.13-4.14-4.15-4.16-4.17-4.18-4.19-4.20-4.21-4.22-4.23-4.24-4.25-4.26-4.27-4.28-4.29-4.30-4.31-4.32-4.33-4.34-4.35-4.36-4.37-4.38-4.39-4.40-4.41-4.42-4.43-4.44-4.45-4.46-4.47-4.48-4.49-4.50-4.51-4.52-4.53-4.54-4.55-4.56-4.57-4.58-4.59-4.60-4.61-4.62-4.63-4.64-4.65-4.66-4.67-4.68-4.69-4.70-4.71-4.72-4.73-4.74-4.75-4.76-4.77-4.78-4.79-4.80-4.81-4.82-4.83-4.84-4.85-4.86-4.87-4.88-4.89-4.90-4.91-4.92-4.93-4.94-4.95-4.96-4.97-4.98-4.99-5.00-5.01-5.02-5.03-5.04-5.05-5.06-5.07-5.08-5.09-5.10-5.11-5.12-5.13-5.14-5.15-5.16-5.17-5.18-5.19-5.20-5.21-5.22-5.23-5.24-5.25-5.26-5.27-5.28-5.29-5.30-5.31-5.32-5.33-5.34-5.35-5.36-5.37-5.38-5.39-5.40-5.41-5.42-5.43-5.44-5.45-5.46-5.47-5.48-5.49-5.50-5.51-5.52-5.53-5.54-5.55-5.56-5.57-5.58-5.59-5.60-5.61-5.62-5.63-5.64-5.65-5.66-5.67-5.68-5.69-5.70-5.71-5.72-5.73-5.74-5.75-5.76-5.77-5.78-5.79-5.80-5.81-5.82-5.83-5.84-5.85-5.86-5.87-5.88-5.89-5.90-5.91-5.92-5.93-5.94-5.95-5.96-5.97-5.98-5.99-6.00-6.01-6.02-6.03-6.04-6.05-6.06-6.07-6.08-6.09-6.10-6.11-6.12-6.13-6.14-6.15-6.16-6.17-6.18-6.19-6.20-6.21-6.22-6.23-6.24-6.25-6.26-6.27-6.28-6.29-6.30-6.31-6.32-6.33-6.34-6.35-6.36-6.37-6.38-6.39-6.40-6.41-6.42-6.43-6.44-6.45-6.46-6.47-6.48-6.49-6.50-6.51-6.52-6.53-6.54-6.55-6.56-6.57-6.58-6.59-6.60-6.61-6.62-6.63-6.64-6.65-6.66-6.67-6.68-6.69-6.70-6.71-6.72-6.73-6.74-6.75-6.76-6.77-6.78-6.79-6.80-6.81-6.82-6.83-6.84-6.85-6.86-6.87-6.88-6.89-6.90-6.91-6.92-6.93-6.94-6.95-6.96-6.97-6.98-6.99-7.00-7.01-7.02-7.03-7.04-7.05-7.06-7.07-7.08-7.09-7.10-7.11-7.12-7.13-7.14-7.15-7.16-7.17-7.18-7.19-7.20-7.21-7.22-7.23-7.24-7.25-7.26-7.27-7.28-7.29-7.30-7.31-7.32-7.33-7.34-7.35-7.36-7.37-7.38-7.39-7.40-7.41-7.42-7.43-7.44-7.45-7.46-7.47-7.48-7.49-7.50-7.51-7.52-7.53-7.54-7.55-7.56-7.57-7.58-7.59-7.60-7.61-7.62-7.63-7.64-7.65-7.66-7.67-7.68-7.69-7.70-7.71-7.72-7.73-7.74-7.75-7.76-7.77-7.78-7.79-7.80-7.81-7.82-7.83-7.84-7.85-7.86-7.87-7.88-7.89-7.90-7.91-7.92-7.93-7.94-7.95-7.96-7.97-7.98-7.99-8.00-8.01-8.02-8.03-8.04-8.05-8.06-8.07-8.08-8.09-8.10-8.11-8.12-8.13-8.14-8.15-8.16-8.17-8.18-8.19-8.20-8.21-8.22-8.23-8.24-8.25-8.26-8.27-8.28-8.29-8.30-8.31-8.32-8.33-8.34-8.35-8.36-8.37-8.38-8.39-8.40-8.41-8.42-8.43-8.44-8.45-8.46-8.47-8.48-8.49-8.50-8.51-8.52-8.53-8.54-8.55-8.56-8.57-8.58-8.59-8.60-8.61-8.62-8.63-8.64-8.65-8.66-8.67-8.68-8.69-8.70-8.71-8.72-8.73-8.74-8.75-8.76-8.77-8.78-8.79-8.80-8.81-8.82-8.83-8.84-8.85-8.86-8.87-8.88-8.89-8.90-8.91-8.92-8.93-8.94-8.95-8.96-8.97-8.98-8.99-9.00-9.01-9.02-9.03-9.04-9.05-9.06-9.07-9.08-9.09-9.10-9.11-9.12-9.13-9.14-9.15-9.16-9.17-9.18-9.19-9.20-9.21-9.22-9.23-9.24-9.25-9.26-9.27-9.28-9.29-9.30-9.31-9.32-9.33-9.34-9.35-9.36-9.37-9.38-9.39-9.40-9.41-9.42-9.43-9.44-9.45-9.46-9.47-9.48-9.49-9.50-9.51-9.52-9.53-9.54-9.55-9.56-9.57-9.58-9.59-9.60-9.61-9.62-9.63-9.64-9.65-9.66-9.67-9.68-9.69-9.70-9.71-9.72-9.73-9.74-9.75-9.76-9.77-9.78-9.79-9.80-9.81-9.82-9.83-9.84-9.85-9.86-9.87-9.88-9.89-9.90-9.91-9.92-9.93-9.94-9.95-9.96-9.97-9.98-9.99-10.00-10.01-10.02-10.03-10.04-10.05-10.06-10.07-10.08-10.09-10.10-10.11-10.12-10.13-10.14-10.15-10.16-10.17-10.18-10.19-10.20-10.21-10.22-10.23-10.24-10.25-10.26-10.27-10.28-10.29-10.30-10.31-10.32-10.33-10.34-10.35-10.36-10.37-10.38-10.39-10.40-10.41-10.42-10.43-10.44-10.45-10.46-10.47-10.48-10.49-10.50-10.51-10.52-10.53-10.54-10.55-10.56-10.57-10.58-10.59-10.60-10.61-10.62-10.63-10.64-10.65-10.66-10.67-10.68-10.69-10.70-10.71-10.72-10.73-10.74-10.75-10.76-10.77-10.78-10.79-10.80-10.81-10.82-10.83-10.84-10.85-10.86-10.87-10.88-10.89-10.90-10.91-10.92-10.93-10.94-10.95-10.96-10.97-10.98-10.99-11.00-11.01-11.02-11.03-11.04-11.05-11.06-11.07-11.08-11.09-11.10-11.11-11.12-11.13-11.14-11.15-11.16-11.17-11.18-11.19-11.20-11.21-11.22-11.23-11.24-11.25-11.26-11.27-11.28-11.29-11.30-11.31-11.32-11.33-11.34-11.35-11.36-11.37-11.38-11.39-11.40-11.41-11.42-11.43-11.44-11.45-11.46-11.47-11.48-11.49-11.50-11.51-11.52-11.53-11.54-11.55-11.56-11.57-11.58-11.59-11.60-11.61-11.62-11.63-11.64-11.65-11.66-11.67-11.68-11.69-11.70-11.71-11.72-11.73-11.74-11.75-11.76-11.77-11.78-11.79-11.80-11.81-11.82-11.83-11.84-11.85-11.86-11.87-11.88-11.89-11.90-11.91-11.92-11.93-11.94-11.95-11.96-11.97-11.98-11.99-12.00-12.01-12.02-12.03-12.04-12.05-12.06-12.07-12.08-12.09-12.10-12.11-12.12-12.13-12.14-12.15-12.16-12.17-12.18-12.19-12.20-12.21-12.22-12.23-12.24-12.25-12.26-12.27-12.28-12.29-12.30-12.31-12.32-12.33-12.34-12.35-12.36-12.37-12.38-12.39-12.40-12.41-12.42-12.43-12.44-12.45-12.46-12.47-12.48-12.49-12.50-12.51-12.52-12.53-12.54-12.55-12.56-12.57-12.58-12.59-12.60-12.61-12.62-12.63-12.64-12.65-12.66-12.67-12.68-12.69-12.70-12.71-12.72-12.73-12.74-12.75-12.76-12.77-12.78-12.79-12.80-12.81-12.82-12.83-12.84-12.85-12.86-12.87-12.88-12.89-12.90-12.91-12.92-12.93-12.94-12.95-12.96-12.97-12.98-12.99-13.00-13.01-13.02-13.03-13.04-13.05-13.06-13.07-13.08-13.09-13.10-13.11-13.12-13.13-13.14-13.15-13.16-13.17-13.18-13.19-13.20-13.21-13.22-13.23-13.24-13.25-13.26-13.27-13.28-13.29-13.30-13.31-13.32-13.33-13.34-13.35-13.36-13.37-13.38-13.39-13.40-13.41-13.42-13.43-13.44-13.45-13.46-13.47-13.48-13.49-13.50-13.51-13.52-13.53-13.54-13.55-13.56-13.57-13.58-13.59-13.60-13.61-13.62-13.63-13.64-13.65-13.66-13.67-13.68-13.69-13.70-13.71-13.72-13.73-13.74-13.75-13.76-13.77-13.78-13.79-13.80-13.81-13.82-13.83-13.84-13.85-13.86-13.87-13.88-13.89-13.90-13.91-13.92-13.93-13.94-13.95-13.96-13.97-13.98-13.99-14.00-14.01-14.02-14.03-14.04-14.05-14.06-14.07-14.08-14.09-14.10-14.11-14.12-14.13-14.14-14.15-14.16-14.17-14.18-14.19-14.20-14.21-14.22-14.23-14.24-14.25-14.26-14.27-14.28-14.29-14.30-14.31-14.32-14.33-14.34-14.35-14.36-14.37-14.38-14.39-14.40-14.41-14.42-14.43-14.44-14.45-14.46-14.47-14.48-14.49-14.50-14.51-14.52-14.53-14.54-14.55-14.56-14.57-14.58-14.59-14.60-14.61-14.62-14.63-14.64-14.65-14.66-14.67-14.68-14.69-14.70-14.71-14.72-14.73-14.74-14.75-14.76-14.77-14.78-14.79-14.80-14.81-14.82-14.83-14.84-14.85-14.86-14.87-14.88-14.89-14.90-14.91-14.92-14.93-14.94-14.95-14.96-14.97-14.98-14.99-15.00-15.01-15.02-15.03-15.04-15.05-15.06-15.07-15.08-15.09-15.10-15.11-15.12-15.13-15.14-15.15-15.16-15.17-15.18-15.19-15.20-15.21-15.22-15.23-15.24-15.25-15.26-15.27-15.28-15.29-15.30-15.31-15.32-15.33-15.34-15.35-15.36-15.37-15.38-15.39-15.40-15.41-15.42-15.43-15.44-15.45-15.46-15.47-15.48-15.49-15.50-15.51-15.52-15.53-15.54-15.55-15.56-15.57-15.58-15.59-15.60-15.61-15.62-15.63-15.64-15.65-15.66-15.67-15.68-15.69-15.70-15.71-15.72-15.73-15.74-15.75-15.76-15.77-15.78-15.79-15.80-15.81-15.82-15.83-15.84-15.85-15.86-15.87-15.88-15.89-15.90-15.91-15.92-15.93-15.94-15.95-15.96-15.97-15.98-15.99-16.00-16.01-16.02-16.03-16.04-16.05-16.06-16.07-16.08-16.09-16.10-16.11-16.12-16.13-16.14-16.15-16.16-16.17-16.18-16.19-16.20-16.21-16.22-16.23-16.24-16.25-16.26-16.27-16.28-16.29-16.30-16.31-16.32-16.33-16.34-16.35-16.36-16.37-16.38-16.39-16.40-16.41-16.42-16.43-16.44-16.45-16.46-16.47-16.48-16.49-16.50-16.51-16.52-16.53-16.54-16.55-16.56-16.57-16.58-16.59-16.60-16.61-16.62-16.63-16.64-16.65-16.66-16.67-16.68-16.69-16.70-16.71-16.72-16.73-16.74-16.75-16.76-16.77-16.78-16.79-16.80-16.81-16.82-16.83-16.84-16.85-16.86-16.87-16.88-16.89-16.90-16.91-16.92-16.93-16.94-16.95-16.96-16.97-16.98-16.99-17.00-17.01-17.02-17.03-17.04-17.05-17.06-17.07-17.08-17.09-17.10-17.11-17.12-17.13-17.14-17.15-17.16-17.17-17.18-17.19-17.20-17.21-17.22-17.23-17.24-17.25-17.26-17.27-17.28-17.29-17.30-17.31-17.32-17.33-17.34-17.35-17.36-17.37-17.38-17.39-17.40-17.41-17.42-17.43-17.44-17.45-17.46-17.47-17.48-17.49-17.50-17.51-17.52-17.53-17.54-17.55-17.56-17.57-17.58-17.59-17.60-17.61-17.62-17.63-17.64-17.65-17.66-17.67-17.68-17.69-17.70-17.71-17.72-17.73-17.74-17.75-17.76-17.77-17.78-17.79-17.80-17.81-17.82-17.83-17.84-17.85-17.86-17.87-17.88-17.89-17.90-17.91-17.92-17.93-17.94-17.95-17.96-17.97-17.98-17.99-18.00-18.01-18.02-18.03-18.04-18.05-18.06-18.07-18.08-18.09-18.10-18.11-18.12-18.13-18.14-18.15-18.16-18.17-18.18-18.19-18.20-18.21-18.22-18.23-18.24-18.25-18.26-18.27-18.28-18.29-18.30-18.31-18.32-18.33-18.34-18.35-18.36-18.37-18.38-18.39-18.40-18.41-18.42-18.43-18.44-18.45-18.46-18.47-18.48-18.49-18.50-18.51-18.52-18.53-18.54-18.55-18.56-18.57-18.58-18.59-18.60-18.61-18.62-18.63-18.64-18.65-18.66-18.67-18.68-18.69-18.70-18.71-18.72-18.73-18.74-18.75-18.76-18.77-18.78-18.79-18.80-18.81-18.82-18.83-18.84-18.85-18.86-18.87-18.88-18.89-18.90-18.91-18.92-18.93-18.94-18.95-18.96-18.97-18.98-18.99-19.00-19.01-19.02-19.03-19.04-19.05-19.06-19.07-19.08-19.09-19.10-19.11-19.12-19.13-19.14-19.15-19.16-19.17-19.18-19.19-19.20-19.21-19.22-19.23-19.24-19.25-19.26-19.27-19.28-19.29-19.30-19.31-19.32-19.33-19.34-19.35-19.36-19.37-19.38-19.39-19.40-19.41-19.42-19.43-19.44-19.45-19.46-19.47-19.48-19.49-19.50-19.51-19.52-19.53-19.54-19.55-19.56-19.57-19.58-19.59-19.60-19.61-19.62-19.63-19.64-19.65-19.66-19.67-19.68-19.69-19.70-19.71-19.72-19.73-19.74-19.75-19.76-19.77-19.78-19.79-19.80-19.81-19.82-19.83-19.84-19.85-19.86-19.87-19.88-19.89-19.90-19.91-19.92-19.93-19.94-19.95-19.96-19.97-19.98-19.99-20.00-20.01-20.02-20.03-20.04-20.05-20.06-20.07-20.08-20.09-20.10-20.11-20.12-20.13-20.14-20.15-20.16-20.17-20.18-20.19-20.20-20.21-20.22-20.23-20.24-20.25-20.26-20.27-20.28-20.29-20.30-20.31-20.32-20.33-20.34-20.35-20.36-20.37-20.38-20.39-20.40-20.41-20.42-20.43-20.44-20.45-20.46-20.47-20.48-20.49-20.50-20.51-20.52-20.53-20.54-20.55-20.56-20.57-20.58-20.59-20.60-20.61-20.62-20.63-20.64-20.65-20.66-20.67-20.68-20.69-20.70-20.71-20.72-20.73-20.74-20.75-20.76-20.77-20.78-20.79-20.80-20.81-20.82-20.83-20.84-20.85-20.86-20.87-20.88-20.89-20.90-20.91-20.92-20.93-20.94-20.95-20.96-20.97-20.98-20.99-21.00-21.01-21.02-21.03-21.04-21.05-21.06-21.07-21.08-21.09-21.10-21.11-21.12-21.13-21.14-21.15-21.16-21.17-21.18-21.19-21.20-21.21-21.22-21.23-21.24-21.25-21.26-21.27-21.28-21.29-21.30-21.31-21.32-21.33-21.34-21.35-21.36-21.37-21.38-21.39-21.40-21.41-21.42-21.43-21.44-21.45-21.46-21.47-21.48-21.49-21.50-21.51-21.52-21.53-21.54-21.55-21.56-21.57-21.58-21.59-21.60-21.61-21.62-21.63-21.64-21.65-21.66-21.67-21.68-21.69-21.70-21.71-21.72-21.73-21.74-21.75-21.76-21.77-21.78-21.79-21.80-21.81-21.82-21.83-21.84-21.85-21.86-21.87-21.88-21.89-21.90-21.91-21.92-21.93-21.94-21.95-21.96-21.97-21.98-21.99-22.00-22.01-22.02-22.03-22.04-22.05-22.06-22.07-22.08-22.09-22.10-22.11-22.12-22.13-22.14-22.15-22.16-22.17-22.18-22.19-22.20-22.21-22.22-22.23-22.24-22.25-22.26-22.27-22.28-22.29-22.30-22.31-22.32-22.33-22.34-22.35-22.36-22.37-22.38-22.39-22.40-22.41-22.42-22.43-22.44-22.45-22.46-22.47-22.48-22.49-22.50-22.51-22.52-2

İÇİNDEKİLER

ÇOK KATLI YAPILARIN YATAY YÜK ETKİSİNE GÖRE ÇÖZÜM YÖNTEMLERİNİN
KARŞILAŞTIRILMALI İNCELENMESİ

1.1-	GİRİŞ	35
1.2-	KONU	37
1.3-	Konu ile ilgili çalışmalar	37
1.4-	ÖZET	42
1.5-	SUMMARY	45
1.	GİRİŞ	1
1.1-	KONU	1
1.2-	Konu ile ilgili çalışmalar	1
2.	KİYOSHİ MUTO'YA GÖRE BETONARME ÇERÇEVELERDEN OLUŞAN YAPILARIN YATAY YÜK ETKİSİNE GÖRE ÇÖZÜMÜ	3
2.1.	Metodun kabulleri	3
2.2-	Kolon D değerlerinin tanımlanması ve hesabı	3
3.	ADNAN ÇAKIROĞLU GURUBUNA GÖRE ÇERÇEVELER VE BOŞLUKLU PERDELERDEN OLUŞAN YAPILARIN YATAY YÜKLERE GÖRE HESABI	14
3.1-	Kabuller	14
3.2-	Çerçevelerden meydana gelen sistemler	14
3.3-	Perde ve Çerçevelerden meydana gelen sistemler..	17
3.4-	Boşluklu perdelerden meydana gelen sistemler	23
3.5-	Perde, Çerçeve ve boşluklu perdelerden oluşan sistemler	32
4.	İLHAN BERKTAY'A GÖRE ARALARINDA YALNIZ YATAY KUVVET İLETEN BAĞ ELEMANLARI BULUNAN BETONARME PERDE VE ÇERÇEVELERİN HESABI	

4.1-	Giriş	35
6.1-	Yöntemin kabulleri	
4.2-	İdealize edilmiş sistemin seçimi-Kabuller . . .	35
6.2-	Hesap esasları ve esas bağıntılar	
4.3-	İzostatik esas sistemin seçimi ve bu sisteme dış yükler ile birim yüklemelerin etkisi. . . .	37
6.3-		
4.4-	Perde temelinin elastik ankastre olması	42
4.5-	Perdedeki kayma deformasyonlarının etkisinin gözönüne alınması	45
6.4-		
4.6-	Süreklilik denklemleri	49
5-	MUSTAFA ZORBOZAN'A GÖRE ORTOGONAL OLMAYAN TAŞIYICI SİSTEMLERDEN OLUŞAN ÇOK KATLI YAPILARIN YATAY YÜKLERE GÖRE HESABI İÇİN BİR YÖNTEM	
7.1-		
8-	DENGELEN VE ÇÖZÜM YÖNTEMLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI	100
5.1-	Kabuller	54
5.1.1-	Yöntemin esası	55
5.2-	Kirişlerin uç kuvvetleri ile uç deplasmanları arasındaki bağıntılar.	56
5.3-	Düşey Taşıyıcıların uç kuvvetleri ile uç deplasmanlar arasındaki bağıntılar	59
5.4-	İdealleştirilmiş bir alt sistemin rijitlik matrisi ile yatay rijitlik matrisinin bulunuşu	61
5.5-	Çok katlı yapıların hesabı	63
5.6-	Hesapta izlenen yol	70
6-	SİRACETTİN BİLYAP'A GÖRE ÇOK KATLI YAPILARDA DİFERANSİYEL YÖNTEM İLE PERDE-ÇERÇEVE SİSTEMLERİNİN YATAY YÜKLERE GÖRE HESABI	

6.1-	Yöntemin kabulleri	73
6.2-	Hesap şeması ve esas bağıntılar	73
6.3-	Perdeli çerçeveler	80
6.4-	Kombine perdeler	83
6.5-	Boşluklu perdeler	85
6.6-	Temel Çökmelerin etkisi	90
7-	RUHİ AYDIN'A GÖRE AÇI METODU İLE HAZIRLANMIŞ BİLGİSAYAR PROGRAMI	93
7.1-	Eant matris çözen bilgisayar programı	98
8-	ÖRNEKLER VE ÇÖZÜM YÖNTEMLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI.	100

KAYNAKLAR

ÖZGEÇMİŞ

5. Bölümde, bir düşey taşıyıcı ile buna her döşeme seviyesinde birleşen kirişlerin yapı yüksekliği boyunca bir uzay alt sistemi teşkil ettiği ve yaşıdığı bu alt sistemlerin bir araya gelmesiyle oluşabilecek kabul edilmiştir. Böylece çok bilinmeyenli bir problem çok sayıda az bilinmeyenli problemlere indirgenmiştir.

ÖZET

Bu çalışmada, çok katlı yapıların yatay yük etkisine göre çözüm yöntemlerinin beş tanesi ele alınarak incelenmiştir. 1. Bölümde, konu ve konuyla ilgili yaklaşık ve kesin yöntemler tanıtılmıştır.

2. Bölümde, betonarme çerçevelerden meydana gelen yapıların yatay yüklere göre hesabı için geliştirilmiş olan ve "D değerleri Metodu" olarak tanınan bir yaklaşık hesap metodunun teorik esasları özetlenmiştir.

3. Bölümde, lineer elastik malzemeden yapılmış, kat döşemeleri düzlemleri içinde sonsuz rijit olan ve burulma yapmayan çok katlı ve perdeli yapıların yatay yüklere göre hesabı konusu incelenmiştir. Perde boşlukları arasında kalan kirişler yerine fiktif çerçeveler alınarak, sistem boşluksuz perdeler ile çerçevelerden oluşan bir sisteme dönüştürülmektedir.

4. Bölümde Perde ve kolonları bağlayan döşeme veya kirişlerin eğilme rijitliklerinin ihmal edilecek kadar küçük olduğunun kabulü ile hesap için, idealize edilmiş bir sistem seçilmiştir. Bu sistemde çerçeveler elastik yaylarla temsil edilmekte, perde ise elastik mesnetlere oturan bir kiriş olarak düşünülmektedir. Elastik mesnetlerin yay sabitleri ise, birim deplasman sağlayan kesme kuvvetleri olarak tarif edilmekte, bu matematik formülasyonun fiziki bir anlam taşıması için elastik mesnetler, yukardan aşağıya kuvvet iletilmesini sağlayacak sonsuz rijit çubuklarla bağlanmıştır. Bu sistem kuvvet metodu ile çözülmüştür.

5. Bölümde, bir düşey taşıyıcı ile buna her döşeme seviyesinde birleşen kirişlerin yapı yüksekliği boyunca bir uzay alt sistem teşkil ettiği ve yapının bu alt sistemlerin bir araya gelmesiyle oluşabileceği kabul edilmiştir. Böylece çok bilinmeyenli olan problem çok sayıda az bilinmeyenli problemlere indirgenmiştir.

6. Bölümde, çerçevelerin kayma rijitliğinin yapı yük-sekliğince nonlinear değişen fakat perde eğilme rijitliği sa-bit olması durumunda, perde-çerçeve sistemleri Diferansiyel denklem yöntem ile incelenmiştir. Yaklaşık bir hesap yöntemi geliştirilerek iç kuvvetlerin fonksiyonları çıkarılmıştır.

7. Bölümde, Açı Metodu ile bilgisayar programı hazır-lanmıştır.

8. Bölümde, örneklerle çözüm yöntemleri karşılaştırıl-mıştır.

İlker BÖREKÇİ

3. In this section, the methods of analysis of storey structures which are composed of walls subjected to lateral loads are considered. It is assumed that the material is linear elastic, the floors are infinitely rigid in their planes and the structure is not subjected to torsional effects. An approximate method for the analysis of structures composed of walls with openings is developed. Here, the portions between the openings are replaced by fictitious frames. Thus the structure is converted into a system composed of frames and solid walls which can be analysed by the force method given in section 3.

4. In this section, the acceptancy of small possibility of flexibility of floors and beams which connect columns and walls is considered, and an idealized system is chosen for calculation. In this system frames are represented by elastic springs, and walls are thought as beams which are on elastic supports. Fixed supports of elastic supports are described as unit shifts which result in intersecting forces. For this formula to have a physical meaning elastic supports is connected with rigid rods which transmit force vertically. This system is solved by force method.

5. In this section, a vertical supporter and beams which are connected to them on each storey form a sub-space system.

SUMMARY

In this study, the solution of 5 methods of multi-storey structures lateral load effects is discussed.

1. In this section, the subject and the exact and approximate methods related to the subject are introduced and the object of the thesis is explained.
2. In this section, the method which is known as "D. value method" and improved according to the calculation of lateral load force structures which are made of concrete frame and the items of approximate calculation method are summarized.
3. In this section, the methods of analysis of multi-storey structures which are composed of walls subjected to lateral loads are considered. It is assumed that the material is linear elastic, the floors are infinitely rigid in their planes and the structure is not subjected to torsional effects. An approximate method for the analysis of structures composed of walls with openings is developed. Here, the portions between the openings are replaced by fictitious frames. Thus the structure is converted into a system composed of frames and solid walls which can be analysed by the force method given in section 3.
4. In this section, the acceptancy of small possibility of flexibility of floors and beams which connect columns and walls is considered, and an idealized system is chosen for calculation. In this system frames are represented by elastic springs, and walls are thought as beams which are on elastic supports. Fixed springs of elastic supports are described as unit shifts which are useful in intersecting forces. For this formula to have a physical meaning elastic supports is connected with rigid rods which transmit force vertically. This system is solved by force method.
5. In this section, a vertical supporter and beams which are connected to them on each storey form a sub-space system.

A structure is formed by these sub-space systems. In this way, this problem is simplified.

6. In this section, An approximate solution method is developed for the analysis of torsion free shear-wall frame systems under lateral forces with a non-linear frame translational stiffness along the hight of the building and with a constant wall flexural stiffness.

7. In this section, a computer program is prepared by angle-method.

8. In this section, solution methods are compared with examples.

1. BÖLÜM

G İ R İ Ş

1- GİRİŞ

Çok katlı yapılarda yatay yüklerin (rüzgar ve deprem) etkisi düşey yüklere nazaran daha önemlidir. Bina yüksekliği ile artan düşey yüklerin ve yatay yüklerden doğan etkilerin emniyetli bir şekilde zemine aktarılması gerekmektedir.

Alman standartlarına göre en yüksek noktası 22 m.'yi aşan yapıları "Yüksek yapı" olarak tanımlamaktadır. Amerika'da ise bu sınır 12 kat olarak kabul edilmiştir.

Bina yüksekliğinin artması ile beraber düşey ve yatay ulaşım, sıhhi tesisat, ısıtma ve havalandırma, aydınlatma ve yangına karşı koruma problemlerinin çözümü normal yükseklikli binalara nazaran, güçleşir ve yeni çözüm metodları gerektirir.

Yatay kuvvet etkisindeki çok katlı yapıların davranışları, yukarıda sayılan nedenler ile araştırmacıların ve mühendislerin üzerinde çalıştıkları bir konudur.

Bu nedenle, mühendislik açısından yeterli yaklaşıklıkta sonuçlar veren çeşitli pratik metotlar geliştirilmiştir.

1.2- Konu ile ilgili Çalışmalar

Çok katlı yapıların yatay yüklere göre hesap yöntemleri üç ana grupta toplanabilir.

- 1- Kesin Yöntemler
- 2- Yaklaşık Yöntemler
- 3- Ardaşık Yaklaşım Yöntemleri

1- Kesin Yöntemler:

Kesin yöntemler, deplasman yöntemlerinin çok katlı yapılara uygulanması ile geliştirilen ve bilinmeyen sayısı çok faz-

la olan yöntemlerdir. Bu yöntemlerde hesap bilgisayarlarla yapılabilir. Bir çok halde de bilgisayarla çözüm ekonomik ölçülerin dışına çıkmaktadır. Problemin çeşitli özelliklerinden yararlanıp uygun program ve yöntemler kullanarak makina zamanını elden geldiğince kısaltmak önemli ve gereklidir. Bu sayede, yapılan programların etkinliği artacak hacmi büyük problemleri çözmek mümkün olabilecektir.

2- Yaklaşık Yöntemler:

Yatay yüklere göre hesabın uzun ve yorucu işlemler gerektirmesi her zaman bilgisayar olanaklarından yararlanmanın mümkün olmaması nedeniyle, proje hesaplarında yaklaşık yöntemler geliştirilmiştir. Taşıyıcı sistemin türüne bağlı olarak yapılan bazı basitleştirici kabuller ile çok bilinmeyenli sistemin çözümü basite indirgenebilmektedir. Elde edilen sonuçlar yaklaşık fakat güvenilir olmaktadır.

El ile yapılan hesaplar için uygun ve kullanışlı olan bu yöntemler, çok katlı yapıların hesabı için çok yararlı araçlar olarak, uzun yıllar mühendisler ve araştırmacılar tarafından kullanılmıştır. Bu yöntemler, uygun biçimde programlanarak bilgisayarlarla da çözülebilir.

3- Ardaşık Yaklaşım Yöntemleri:

Yaklaşık yöntemler ile ilgili bazı yayınlarda, kesin veya kesine çok yakın çözümler verebilecek ardaşık yaklaşım hesap düzenleri önerilmiştir.

Yaklaşık yöntemlerde meydana gelen hataların büyük kısmının kolon yatay rijitliklerinin hesabındaki yaklaşıklıktan doğduğu bilinmektedir. Geliştirilen yöntemlerde, ardaşık yaklaşımın her adımında kolon D değerleri düzeltilerek kesin değere yaklaşılmaktadır. Kesin veya kesine çok yakın değerler birkaç adımda elde edilebildiğinden hem yaklaşık yöntemlerin ekonomik üstünlüğü önemli ölçüde muhafaza edilmekte hem de yaklaşıklık sakıncası ortadan kaldırılmaktadır.

2- KIYOSHI MUTO'YA GÖRE BETONARME ÇERÇEVELERDEN OLUŞAN YAPILARIN YATAY YÜK ETKİSİNE GÖRE ÇÖZÜMÜ

2.1- KABULLER

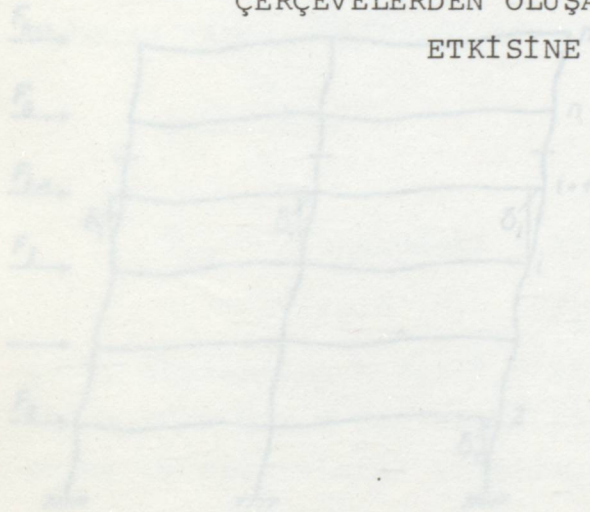
- 1- Yatay kuvvetler, yapıya katlar hizasında etmektedirler.
- 2- Kat döşemeleri kendi düzlemleri içinde sonsuz rijittir.
- 3- Kolon ve kiriş kesitleri her açıklıkta sabittir, fakat açıklıktan açıklığa değişebilir.
- 4- Deformasyonlar elastik sınırlar içinde kalmaktadır.
- 5- Yatay kuvvetler yapıda bir burulma etkisi meydana getirmektedir. (Kütle merkezi ile rijitlik merkezi arasında eksantriklik mevcut olduğu zaman, burulma etkisi ayrıca hesaba katılmalıdır.)

2. BÖLÜM

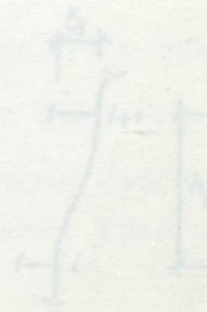
2.2- KOLON D DÖŞENLERİNİN TANIMLANMASI VE HESABI

KIYOSHI MUTO'YA GÖRE BETONARME

ÇERÇEVELERDEN OLUŞAN YAPILARIN YATAY YÜK ETKİSİNE GÖRE ÇÖZÜMÜ



(a)



(b)

Şekil.1

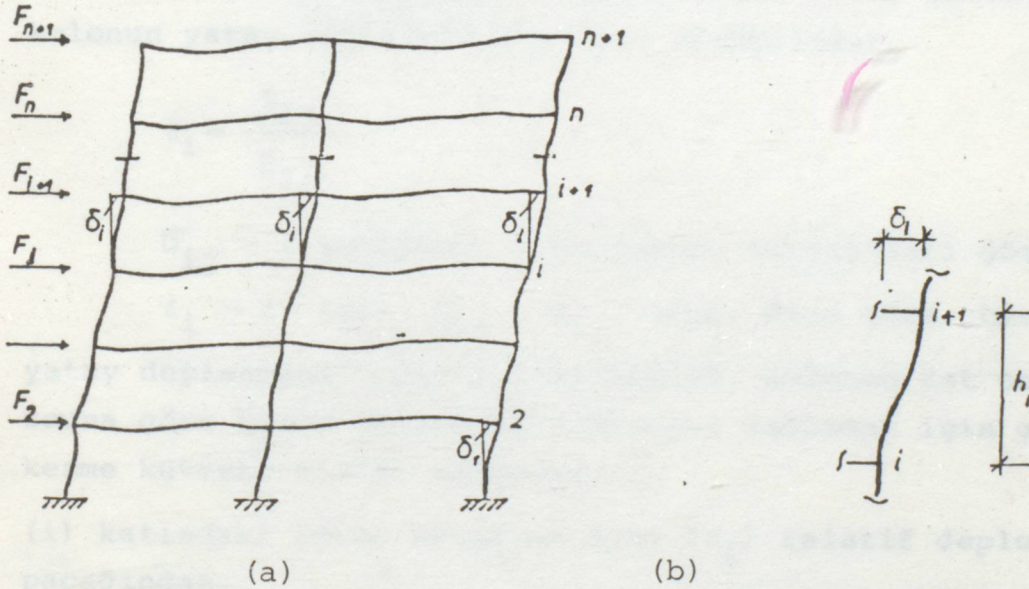
ŞEKİL.1 de yatay kuvvetler etkisindeki betonarme bir yapının bir çerçevesinin deformasyonu gösterilmektedir. Döşe-

2- KIYOSHİ MUTO'YA GÖRE BETONARME ÇERÇEVELERDEN OLUŞAN YAPILARIN YATAY YÜK ETKİSİNE GÖRE ÇÖZÜMÜ

2.1- KABULLER

- 1- Yatay kuvvetler, yapıya katlar hizasında etkimektedirler.
- 2- Kat döşemeleri kendi düzlemleri içinde sonsuz rijittir.
- 3- Kolon ve kiriş kesitleri her açıklıkta sabittir, fakat açıklıktan açıklığa değişebilir.
- 4- Deformasyonlar elastik sınırlar içinde kalmaktadır.
- 5- Yatay kuvvetler yapıda bir burulma etkisi meydana getirmektedir. (Kütle merkezi ile rijitlik merkezi arasında eksantriklik mevcut olduğu zaman, burulma etkisi ayrıca hesaba katılmalıdır.)

2.2- KOLON D DEĞERLERİNİN TANIMLANMASI VE HESABI



Şekil.1

Şekil.1 de yatay kuvvetler etkisindeki betonarme bir yapının bir çerçevesinin deformasyonu gösterilmektedir. Döşe-

meler yaklaşık olarak yatay kalırken, bir kattaki bütün kolonlar aynı yatay deplasmanı yapacaklardır. Bunu, kendi düzlemleri içinde sonsuz rijit kabul edilen kat döşemeleri sağlar. Bir kattaki kolonların üst uçlarının alt uçlarına göre relatif deplasmanı δ ile gösterilirse δ değerleri aşağıdan yukarıya doğru toplanarak toplam deplasmanlar bulunabilir. Her katın relatif deplasmanı o kata etkiyen yatay kesme kuvveti ile orantılı olup, yatay kuvvetlerin denge şartından, kat kesme kuvveti diye adlandırdığımız bu değerler hesaplanabilir.

$$T_i = \sum_{j=1}^{j=m} T_{ij} \quad (2.1)$$

T_i = i katındaki kat kesme kuvveti

T_{ij} = i katındaki j kolonuna gelen kesme kuvveti

m = Bir kattaki kolon sayısı

Bu yatay deplasman, kolona gelen yatay kuvvetle doğru, kolonun yatay rijitliği ile ters orantılıdır.

$$\delta_i = \frac{T_{ij}}{D_{ij}} \quad (2.2)$$

\bar{D}_{ij} = i katındaki j kolonunun rijitliğini göstermektedir.

$\delta_i = 1$ için $\bar{D}_{ij} = T_{ij}$ olur. Buna göre, bir kolonun yatay deplasmana karşı \bar{D}_{ij} rijitliği, kolonun üst ucunun alt ucuna göre birim deplasman yapmasını sağlamak için gerekli kesme kuvveti olarak tanımlanır.

(i) katındaki bütün kolonlar aynı (δ_i) relatif deplasmanı yapacağından,

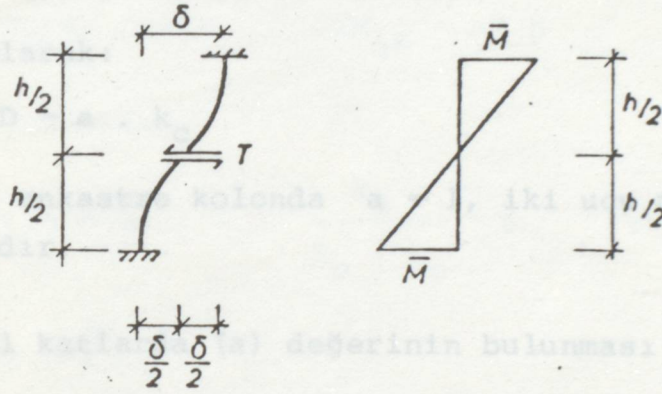
$$\delta_i = \frac{T_{i1}}{\bar{D}_{i1}} = \frac{T_{i2}}{\bar{D}_{i2}} = \dots = \frac{T_{ij}}{\bar{D}_{ij}} = \frac{\sum T_{ij}}{\sum \bar{D}_{ij}} = \frac{T_i}{\sum \bar{D}_{ij}} \quad \text{buradan} \quad (2.3)$$

$$T_{ij} = T_i \cdot \frac{\bar{D}_{ij}}{\sum \bar{D}_{ij}} \quad \text{Bir kolona düşen pay bulunur.} \quad (2.4)$$

\bar{D}_{ij} değerine, "yatay kuvvet dağılıma katsayısı" denir. Kat kesme kuvvetleri bilindiğine göre, \bar{D} değerleri yardımıyla, kolonlara gelen kesme kuvvetleri, her katta birbirinden bağımsız olarak hesaplanabilir.

- Kolonların D değerlerinin hesaplanması

Kolonların alttan ve üstten sonsuz rijit kirişlere bağlandıklarını, yani uçlarından ankastre olduklarını varsayalım. Kolon büküm noktaları, (h) kolon yüksekliğinin ortasındadır.



Şekil.2

$$\frac{\delta}{2} = \frac{T \cdot (h/2)^3}{3EI} \quad \delta = \frac{Th^3}{12EI} \quad \delta = \frac{Th^2}{12Ek_c} \quad k_c = \frac{I}{h} \quad (2.5)$$

$\delta = 1$ için $T = \bar{D}$ olur, iki ucu ankastre kolon için:

$$\bar{D} = \frac{12E}{h^2} \cdot k_c \quad (2.6)$$

$\frac{12E}{h^2}$ çarpanı bir kattaki bütün kolonlar için aynıdır ve dolayısıyla

ile kesme kuvvetlerinin kolonlara dağılımını etkilemez. Bu sebepten, \bar{D} yerine D kullanılabilir:

$$\bar{D} = \frac{12E}{h^2} \cdot D \quad (2.7)$$

$$\text{Ankastre kolonlarda } D = 1 \cdot k_c \quad (2.8)$$

Gerçekte kolon kiriş birleşimleri elastik ankastredir. ve bu ankastreliğin derecesi, kolonun rijitliğine, kolona üstten ve alttan bağlanan kirişlerin rijitliğine, alt ve üst katlarda etkiyen kesme kuvvetlerine ve katın bina içindeki konumuna, alt ve üst katların yüksekliğine bağlıdır.

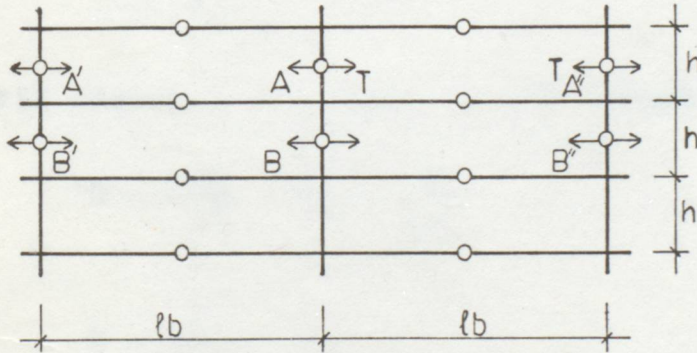
Bu faktörler son üçü bir kattaki bütün kolonlar için aynı olduğu ve kesme kuvveti dağılımına etkisi olmayacağı düşünülürse, bir kolonun D değerinin hesabında kendi rijitliği ile ona bağlanan kirişlerin rijitliğini gözönüne alınmasının yeterli olduğu kabul edilebilir.

Genel olarak:

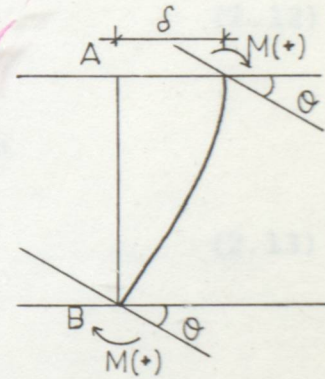
$$D = a \cdot k_c \quad (2.9)$$

İki ucu ankastre kolonda $a = 1$, iki ucu mafsallı kolonda $a = 0$ dır.

- Normal katlarda (a) değerinin bulunması



Şekil.3



Çevçevenin düşey ve yatay doğrultuda simetrik, kolonlara aynı sabit T yatay kuvvetinin geldiği bir bölümünün olduğunu varsayalım. İki uçtaki kolon momentleri ve dönme açıları eşit olsun. Kolon ve kirişlerdeki moment sıfır noktaları da tam ortada bulunsun. A ucu B ucuna göre (δ) yatay deplasmanını yapmış ve her iki uç (θ) kadar dönmüştür.

Böyle bir çerçeve için kolon momentleri:

$$M_{AB} = M_{BA} = \frac{6EI_c}{h} \cdot \theta - \frac{6EI_c}{h^2} \cdot \delta \quad (2.10)$$

kiriş momentleri $M_{AA'} = M_{A'A} = \frac{6EI_b}{\ell b} \cdot \theta$

Düğüm noktalarının dengesi:

$$2M_{AB} + 2M_{AA'} = 0 \quad (2.11)$$

Yatay denge $2M_{AB} = -T \cdot h$

Bu denklemlerden

$$T = \frac{12E}{h^2} \cdot k_c \cdot \frac{k_b}{k_b + k_c} \cdot \delta \quad \text{veya}$$

$$\bar{k} = \frac{2k_b}{k_c} \quad (2.12)$$

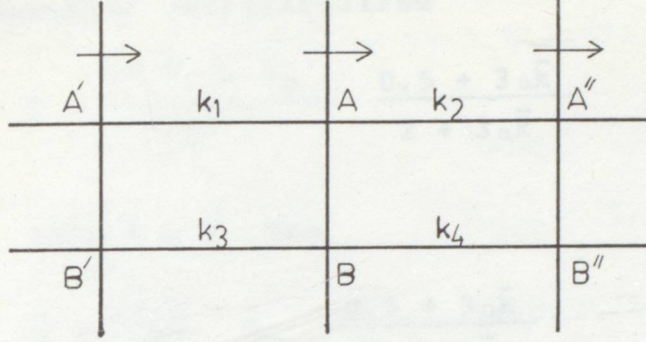
tarif olarak $\delta = 1$ için $T = \bar{D}$ olduğundan

$$\bar{D} = \frac{12E}{h^2} \cdot k_c \cdot \frac{\bar{k}}{2 + \bar{k}} \quad (2.13)$$

$$D = \frac{\bar{k}}{2 + \bar{k}} \cdot k_c \quad \bar{k} = \frac{2k_b}{k_c} \quad (2.14)$$

$$a = \frac{\bar{k}}{2 + \bar{k}}$$

Kolonun D değeri, kendi rijitliği ile \bar{k} değerinin fonksiyonudur. Kolonun, iki ucu ankastre kolonun rijitliğine oranını belirleyen a katsayısı doğrudan \bar{k} ye bağlıdır. AB kolonuna üstten ve alttan bağlanan kirişlerin rijitliklerinin ortalamasının, kolon rijitliğine oranı olduğu görülür.



Şekil.4

AB kolonunun mesnet şartlarını belirleyen kiriş rijitlikleri ortalaması yerine $\bar{k} = \frac{k_1+k_2+k_3+k_4}{2k_c}$ almak gerekir.

$$\bar{k} = \frac{\Sigma k_b}{2k_c} \quad (2.15)$$

$$a = \frac{\bar{k}}{2+\bar{k}}$$

- Zemin katta \bar{k} değerinin bulunması:

Ankastre temel halinde, kolon ve kiriş uç momentleri

$$M_{AB} = 2Ek_c \left(\theta_B - 3 \frac{\delta}{h} \right)$$

$$M_{BA} = 2Ek_c \left(2\theta_B - 3 \frac{\delta}{h} \right)$$

$$M_{AA'} = 2E\bar{k} \cdot k_c \cdot 3\theta_A \quad (2.16)$$

$$\bar{k} = k_b/k_c$$

(A) düşüm noktasında, kolon uç momentini ile kiriş momentini arasındaki oranı (α) ile gösterirsek

$$M_{AB} / M_{AA''} = - \alpha$$

Yatay denge şartı $M_{AB} + M_{BA} + Th = 0$ (2.17)

Bu denklemler geliştirilirse

$$T = \frac{12 E \delta \cdot k_C}{h^2} \cdot \frac{0.5 + 3\alpha\bar{k}}{2 + 3\alpha\bar{k}} \text{ bulunur.}$$

$\delta = 1$ için $T = \bar{D}$ den

$$\bar{D} = \frac{12 E}{h^2} \cdot k_C \cdot \frac{0.5 + 3\alpha\bar{k}}{2 + 3\alpha\bar{k}} \quad D = \frac{0.5 + 3\alpha\bar{k}}{2 + 3\alpha\bar{k}} \cdot k_C \quad (2.18)$$

$$a = \frac{0.5 + 3\alpha\bar{k}}{2 + 3\alpha\bar{k}}$$

a için $\alpha = 1/3$ alınarak $a \approx \frac{0.5 + \bar{k}}{2 + \bar{k}}$ (2.19)

Mafsallı temel halinde kolon ve giriş uç momentleri:

$$M_{BA} = 0 \quad M_{AB} = 3 E k_C \left(\theta_A - \frac{\delta}{h} \right) \quad (2.22)$$

$$M_{AA''} = 2E\bar{k} \cdot k_C \cdot 3\theta_A \quad (2.20)$$

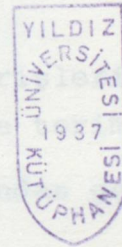
$$\bar{k} = k_b/k_C$$

A düğüm noktasında: $M_{AB}/M_{AA'} = -\alpha$

Yatay denge $M_{AB} + Th = 0$ (2.21)

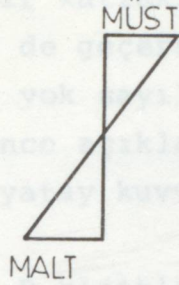
Yaklaşık a değeri ($\alpha = 1$ için)

$$a \approx \frac{0.5 \bar{k}}{1 + 2\bar{k}}$$



- Kolonlarda büküm Noktalarının Yeri

Kolonlarda büküm noktalarının yeri kolon uç momentlerine bağlıdır. Bu noktaların yeri bilinirse



$$M_{ALT} = T_{ij} \cdot y \cdot h$$

$$M_{ÜST} = T_{ij} \cdot (1-y) \cdot h$$

İfadesiyle uç momentler hesaplanır. Bu değer kolonların üstten ve alttan ankastrelik derecelerine bağlıdır. Bunu etkileyen

Şekil.5

çeşitli faktörler içinde en önemlisi yapının kaç katlı olduğu, incelenen kolonun hangi katta olduğu ve \bar{k} değerleridir. MUTO, büküm noktasının alt uca uzaklığının kolon yüksekliğine oranını y olarak tanımlamakta ve y değerinin, değişik etkileri dikkate alarak şu şekilde hesaplamasını önermiştir. Yük durumuna göre tablo halinde verilmiştir.

$$y = y_0 + y_1 + y_2 + y_3 \quad (2.22)$$

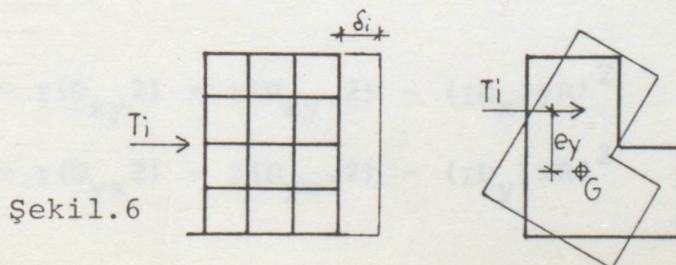
y_0 : Standart büküm noktası yüksekliği.

y_1 : Kolona üstten ve alttan bağlanan kirişlerin rijitliklerinin farklı olmasından gelen düzeltme terimi.

y_2 : Üst kat yüksekliğinin farklı olmasından gelen düzeltme terimi.

y_3 : Alt kat yüksekliğinin farklı olmasından gelen düzeltme terimi.

- Burulma Etkisinin Dikkate Alınması



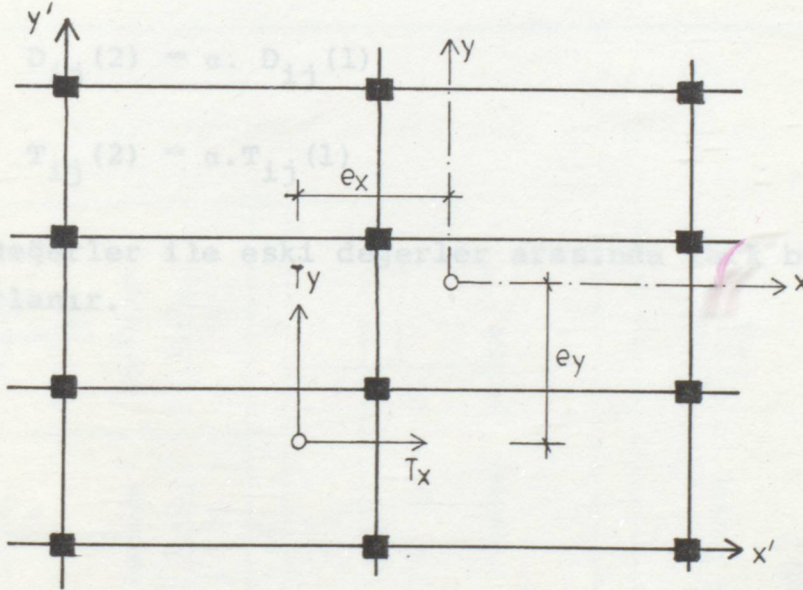
Şekil.6

$$(2.24)$$

Simetrik olmayan yapılarda dış yüklerin bileşkesi kolon rijitlik merkezi ile çakışmaz. O zaman yapıda öteleme ile birlikte, düşey bir eksen etrafında $T_{i.y}$ yatay burulma momenti nedeniyle bir dönme olur. Böylece hesapların başında yapılan, bir kattaki kolonların aynı yatay deplasmanı yapacakları kabulü de geçersiz olur. Problem iki aşamada çözülür. Burulma etkisi yok sayılarak, kolonlara gelen $T_{i.j}$ yatay kuvvetleri daha önce açıklandığı gibi hesaplanır. Burulma momenti etkisiyle yatay kuvvet dağılımındaki değişiklik dikkate alınır.

R rijitlik merkezinin ordinatları:

$$X_{R'} = \frac{\Sigma(D_{yx'})}{\Sigma D_y} \quad Y_{R'} = \frac{\Sigma(D_{xy'})}{\Sigma D_x} \quad (2.23)$$



Şekil.7

(D) değerleri takımının (x,y) eksenlerine göre atalet momentleri

$$I_x = \Sigma(D_{xy}^2) = \Sigma(D_{xy'}^2) - (\Sigma D_x) Y_{R'}^2 \quad (2.24)$$

$$I_y = \Sigma(D_{yx}^2) = \Sigma(D_{yx'}^2) - (\Sigma D_y) X_{R'}^2$$

Kolonların ordinatları: $x = x' - x'R$ $y = y' - y'R$

(x) doğrultusunda etkiyen yatay kuvvetler için düzeltme faktörü:

$$\alpha_x = 1 + \frac{(\Sigma D_x) ey}{I_x + I_y} \cdot y \quad (2.25)$$

(y) doğrultusunda etkiyen yatay kuvvetler için düzeltme faktörü:

$$\alpha_y = 1 + \frac{(\Sigma D_y) ex}{I_x + I_y} \cdot x$$

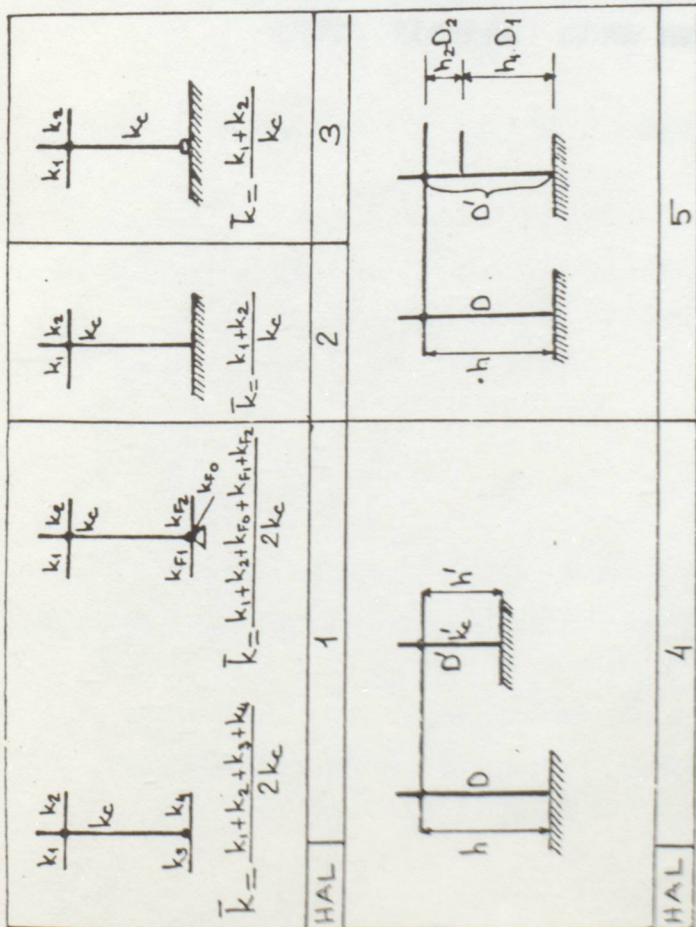
Düzeltilmiş yeni D ve T değerleri

$$D_{ij}(2) = \alpha \cdot D_{ij}(1)$$

$$T_{ij}(2) = \alpha \cdot T_{ij}(1)$$

Yeni değerler ile eski değerler arasında fark büyükse hesap tekrarlanır.

	DURUM 1.	DURUM 2.	DURUM 3
\bar{k}	$a = \frac{\bar{k}}{2 + \bar{k}}$	$a = \frac{0,5 + \bar{k}}{2 + \bar{k}}$	$a = \frac{0,5 \cdot \bar{k}}{1 + 2\bar{k}}$
0.1	0.05	0.29	0.042
0.2	0.09	0.32	0.071
0.3	0.13	0.35	0.094
0.4	0.17	0.38	0.11
0.5	0.20	0.40	0.13
0.6	0.23	0.42	0.14
0.7	0.26	0.44	0.15
0.8	0.29	0.46	0.15
0.9	0.31	0.48	0.16
1.0	0.33	0.50	0.17
1.2	0.37	0.53	0.18
1.4	0.41	0.56	0.18
1.6	0.44	0.58	0.19
1.8	0.47	0.61	0.20
2.0	0.50	0.63	0.20
3.0	0.60	0.70	0.21
4.0	0.67	0.75	0.22
5.0	0.71	0.79	0.23
10.0	0.83	0.88	0.24
20.0	0.91	0.93	0.24
30.0	0.94	0.95	0.25
40.0	0.95	0.94	0.25
∞	1.00	1.00	0.25



1. Durum $a = \frac{\bar{k}}{2 + \bar{k}}$

2. Durum $a = \frac{0,5 + \bar{k}}{2 + \bar{k}}$

3. Durum $a = \frac{0,5 \bar{k}}{1 + 2\bar{k}}$

Şekil, 8

ADNAN ÇAKIROĞLU GURUBUNA GÖRE ÇERÇEVELER VE BOŞLUKLU
PERDELERDEN OLUŞAN YAPILARIN YATAY YÜKLERE GÖRE
HESABI

1.1- Kurullar

- a- Malzemenin lineer elastik olduğu,
- b- Her katın kesimlerinin düzlemleri içinde sonsuz rijit oldukları,
- c- Yatay yükler altında alınan yatay kuvvetler altında düşey bir hareketin meydana gelmediği, yani her katta çapıtlı taşıyıcı elemanlara gelen kesme kuvvetleri bileşkesinin yatay bir kuvvetler bileşkesi ile çaktığı,
- d- Katlar ve perdelerine ve perdelere klasik kiriş teorisinin uygulanacağı ve perdelerin d yüksekliğindeki bir

3. BÖLÜM

ADNAN ÇAKIROĞLU GURUBUNA GÖRE ÇERÇEVELER
VE BOŞLUKLU PERDELERDEN OLUŞAN YAPILARIN
YATAY YÜKLERE GÖRE HESABI

1.1- Çerçevelerden Meydana Gelen Sığmalar

Her katın kesim kuvvetlerinin kolonlara dağılımı esasına dayanan metodlarda, D_i kolon rijitliği, T_i kolon kesme kuvveti ve δ_i bir katlı kolonların üst uçlarının alt uclarına göre relatif deplasmanı olduğuna göre:

$$\delta = \frac{T}{D} \quad (3.1)$$

Bir katta bulunan bütün kolonlara ait δ 'lerin birbirlerine eşit olmaları gerektirilen aşağıdaki denklemler yazılır.

$$\frac{T_1}{D_1} = \frac{T_2}{D_2} = \frac{T_3}{D_3} = \dots = \frac{T_n}{D_n} \quad (3.2)$$

3- ADNAN ÇAKIROĞLU GURUBUNA GÖRE ÇERÇEVELER VE BOŞLUKLU
PERDELERDE OLUŞAN YAPILARIN YATAY YÜKLERE GÖRE
HESABI

3.1- Kabuller

- a- Malzemenin lineer elastik olduğu,
- b- Kat döşemelerinin düzlemleri içinde sonsuz rijit oldukları,
- c- Yapının, hesapta alınan yatay kuvvetler altında düşey bir eksen etrafında burulmadığı, yani her katta çeşitli taşıyıcı elemanlara gelen kesme kuvvetleri bileşkesinin yatay dış kuvvetler bileşkesi ile çakıştığı,
- d- Perde bağlantılarına ve perdelere klasik kiriş teorisinin uygulanabileceği ve perdeye saplanan d yüksekliğindeki bir bağlantı kirişinin perde kenarından itibaren veya $d/2 \sim d$ kadar bir uzaklıktan sonra perde içindeki atalet momentinin sonsuz alınabileceği kabulleri yapılmıştır.

3.2- Çerçevelerden Meydana Gelen Sistemler

Kat kesme kuvvetlerinin kolonlara dağıtılması esasına dayanan metodlarda, D_i kolon rijitliği, T_i Kolon kesme kuvveti δ : Bir kattaki kolonların üst uclarının alt uclarına göre relatif deplasmanı olduğuna göre:

$$\delta = \frac{T}{D} \quad (3.1)$$

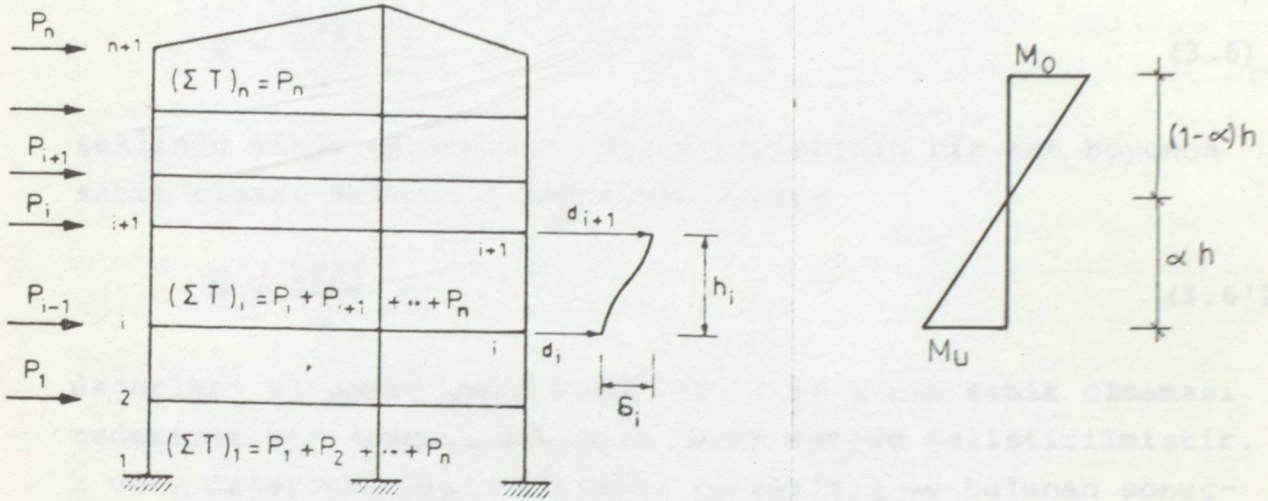
Bir katta bulunan bütün kolonlara ait δ 'ların birbirlerine eşit olmaları özelliğinden aşağıdaki bağıntı yazılır.

$$\delta = \frac{T_1}{D_1} = \frac{T_2}{D_2} = \frac{T_3}{D_3} = \dots = \frac{\Sigma T}{\Sigma D} \quad (3.2)$$

Buna göre ΣT nin ve D kolon rijitliklerinin bilinmesi halinde bir j kolonuna ait kesme kuvveti aşağıdaki gibidir.

$$T_j = \frac{D_j}{\Sigma D} \cdot \Sigma T \quad (3.3)$$

$D_j/\Sigma D$: j kolonuna ait dağıtma sayısını gösterir.



Şekil.3.1-

Kolonların moment sıfır noktalarının yerlerini belirten sayılarının bilinmesi halinde kolon uç momentleri, kesme kuvvetlerine bağlı olarak aşağıdaki şekilde elde edilir.

$$M_u = \alpha \cdot T \cdot h$$

$$M_o = (1-\alpha) \cdot T \cdot h \quad (3.4)$$

Kolon boy değişmelerinin terkedildiği hallerde, mütemadi kiriş durumuna gelen kat kirişleri düğüm noktalarına üst ve alttan etkileyen, bilinen kolon uç momentlerine göre cross metoduyla hesaplanıp kiriş uç momentleri de bulunarak sistemin hesabı tamamlanmış olur. Kolonların D ve α sayıları, yalnız kat kirişlerinin sonsuz rijit olmaları özel halinde,

$$D = \frac{12EI}{h^3} \quad \alpha = \frac{1}{2} \quad (3.5)$$

gibi sabit değerler almakta iseler komşu çubukların moment sıfır noktalarının yerlerine ve kolonların δ relatif deplasmanlarının oranlarına bağlı değerler almaktadırlar. Buna göre, k değişken bir katsayıyı göstermek üzere, kolon rijitliği

$$D = \frac{12EI}{h^3} k \quad 0 < k < 1 \quad (3.6)$$

şeklinde ifade edilebilir. Kolon boylarının bir kat boyunca sabit olması halinde D değerleri yerine

$$\bar{D} = \frac{12EI}{h} \cdot k \quad (3.6')$$

değerleri alınarak hesaplanabilir. k ve α nın sabit olmaması nedeniyle bir ardaşık yaklaşım hesap metodu geliştirilmiştir. k ve α değerleri tayin edilmeye çalışılmış ve bulunan sonuçlar üst ara ve alt katlar için ayrı ayrı olmak üzere diyagramlar ile verilmiştir.

Bu diyagramlarda kullanılan r_o , r_u değerleri

r_o : Kolon I/L nin, kolonun üst ucunda birleşen kolon ve kirişlerin I/L toplamına oranını

r_u : Kolon I/L nin, kolonun alt ucunda birleşen kolon ve kirişlerin I/L toplamına oranını göstermektedir.

Kat kirişlerinin bütün yapı boyunca devam etmemesi, Değişken kesitli kirişler, kirişlerin kolonlara elastik bir birleşimle bağlanması, döşemenin nervürlü olması durumları için ifadeler çıkarılmıştır.

3.3- Perde ve Çerçevesizden Meydana Gelen Sistemler

Perdelere saplanan kirişlerin bulunmaması gereken bu tür sistemler, perde ve çerçeve rijitlikleri toplanarak Şekil. (3.4) deki gibi özetlenebilir. Çerçeve hesaplarına ait k ve α katsayılarının (3.2) de diyagramlar ile verilen hesabın birinci yaklaşımına ait değerleri kullanıldığından çerçeve rijitliklerinin faydalanabileceği açıktır. Perde rijitliklerinin toplanabilmesi özelliği ancak perde rijitlikleri oranlarının bütün yapı yüksekliğince sabit olması halinde geçerlidir, veya döşeme hizalarında perde deplasmanlarının birbirine eşit olması ve yapının çok katlı bulunması nedeniyle perde elastik eğrilerinin çakışması kabullerine dayanmaktadır. Bu özellik, kalınlığı ani olarak değişmeyen değişken kesitli perdelerde her katta atalet momentinin sabit alınması, yani sabit kesitli çubuklara ait fleksibilite veya rijitlik matrislerinin kullanılabilmesi kabulü altında da geçerlidir.

İdealleştirilmiş hiperstatik sisteme kuvvet metodu uygulanırken $X_i = 1$ bilinmeyen olarak seçilen grup yükleme şekil (3.4b) deki esas sistem üzerinde gösterilmiştir. Buna göre, i süreklilik denklemi olarak

$$\delta_{i,i-1} \cdot X_{i-1} + \delta_{i,i} X_i + \delta_{i,i+1} X_{i+1} + \delta_{i,0} = 0 \quad (3.7)$$

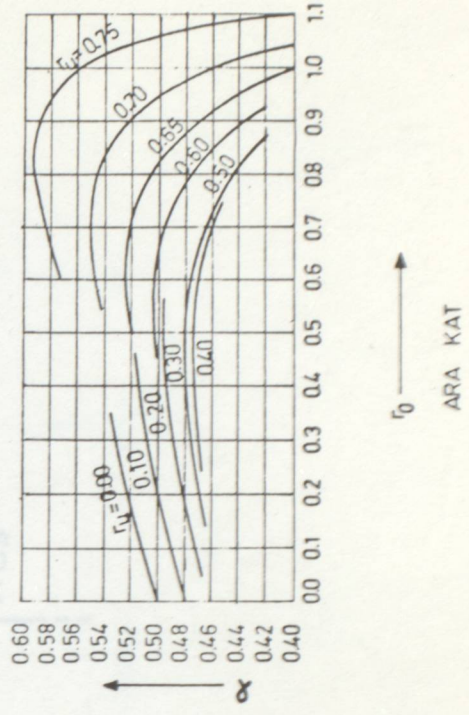
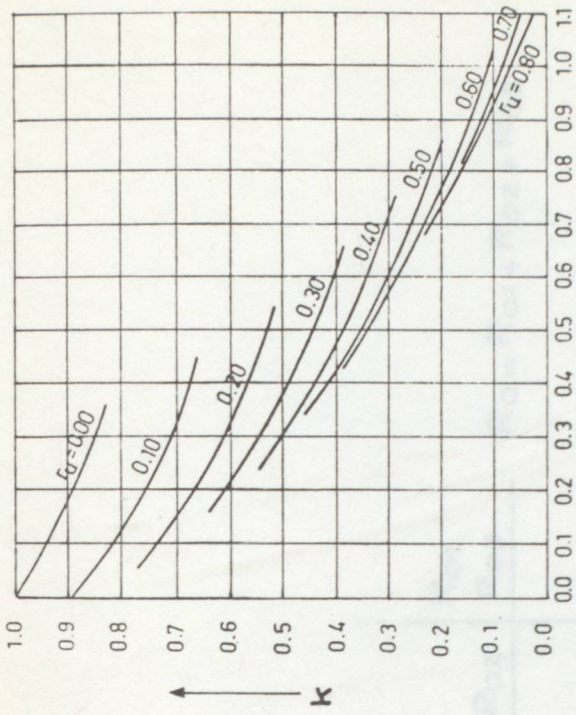
$$\delta_{i,i-1} = f_{i-1} - F_{i-1}$$

$$\delta_{i,i} = 2f_i + 2f_{i-1} + F_i + F_{i-1} \quad (3.8)$$

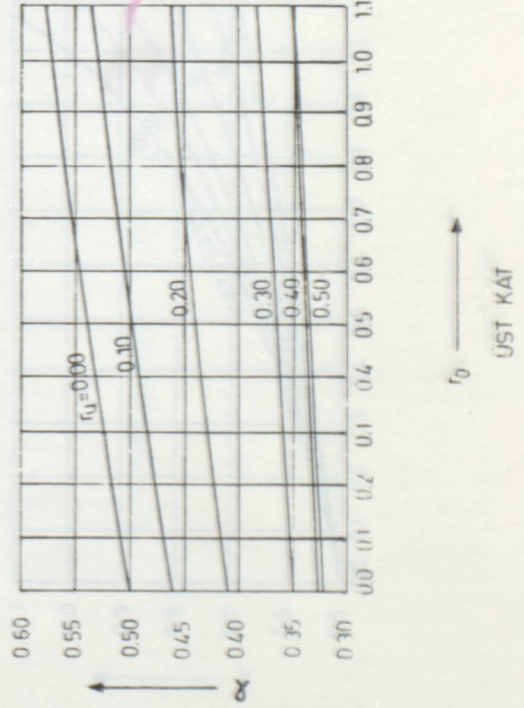
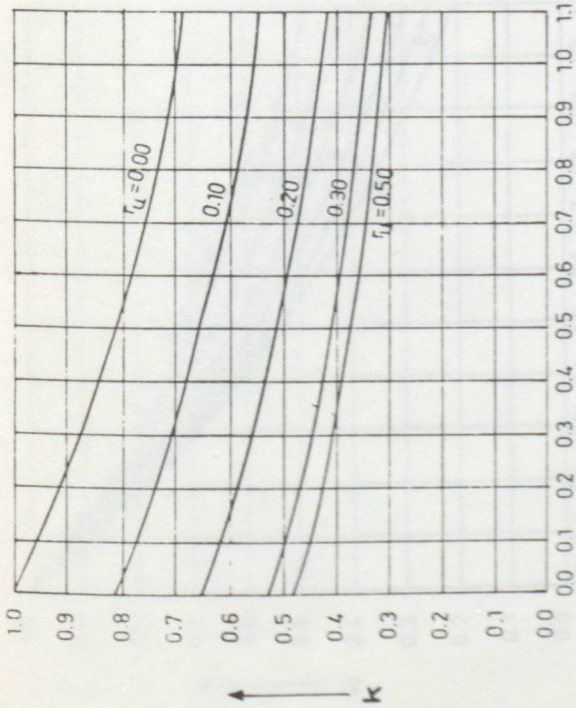
$$\delta_{i,i+1} = f_i - F_i$$

$$\delta_{i,0} = f_i M_{i+1,0} + 2(f_i + f_{i-1}) M_{i,0} + f_{i-1} M_{i-1,0}$$

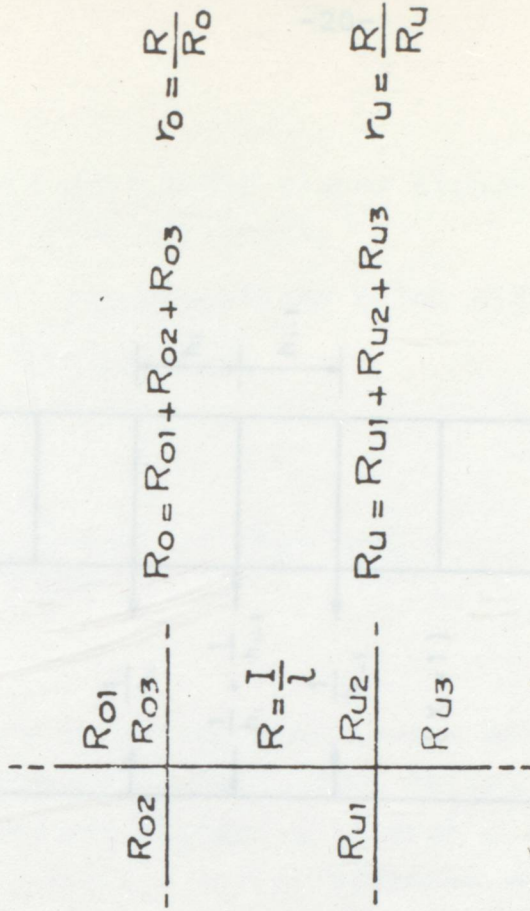
elde edilmiştir.



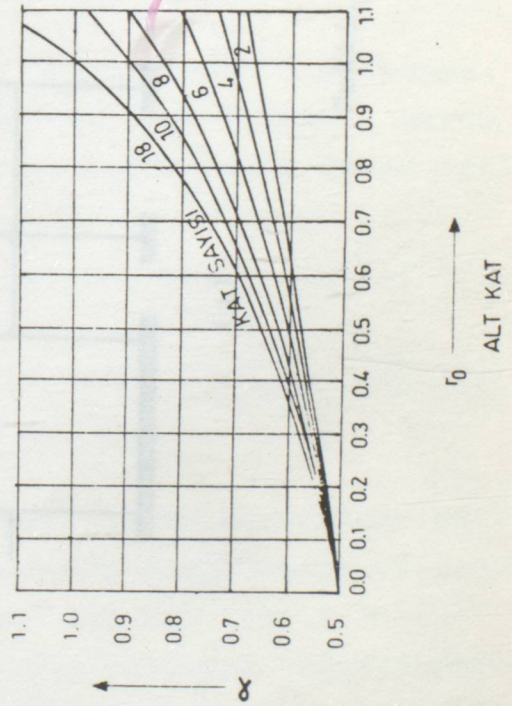
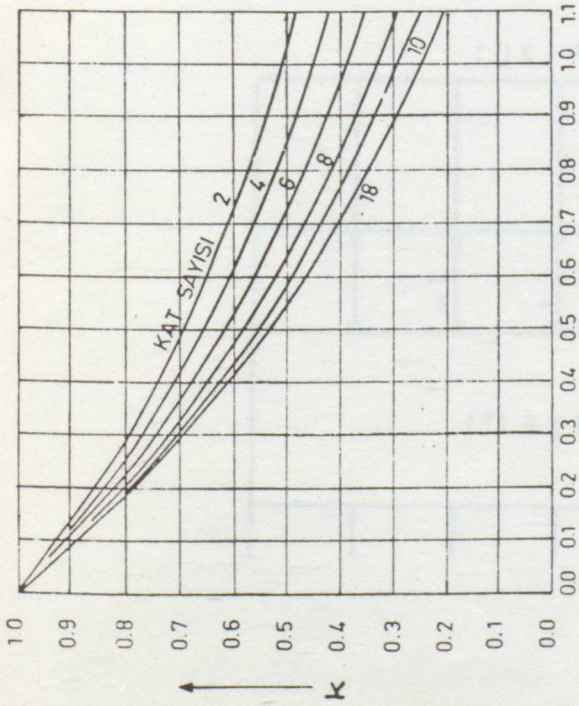
Şekil.3.2b



Şekil.3.2a



Şekil.3.3



Şekil.3.2c

$(\Sigma EI_p)_i$: i katındaki sabit olarak alınan perde eğilme rijitliklerinin toplamını,

$(\Sigma \bar{D})_i$: (3.6') ile hesaplanan kolon rijitlikleri toplamını,

h : Kat yüksekliğini,

göstermek üzere

$$f_i = \frac{h_i}{6(\Sigma EI_p)_i}, \quad F_i = \frac{1}{(\Sigma \bar{D})_i} \quad (3.9)$$

dır ve

$M_{i,0}$ = tabanında, ankastre olan konsol kirişte yatay yüklerden i döşemesi hizasında meydana gelen eğilme momentini göstermektedir. (3.7) denklem sistemi çözülerek x bilinmeyenleri tayin edilir, bilinmeyenlerin sayısı katların sayısı kadardır.

Döşeme hizalarında perdelerine gelen toplam eğilme momentleri:

$$M_i = M_{i,0} + X_i \quad (i = 1, 2, 3, \dots, n) \quad (3.10)$$

süperpozisyon formülleri ile bulunur. Daha sonra, her döşeme hizası için bulunan toplam eğilme momenti aynı hizadaki perde rijitlikleriyle orantılı olarak dağıtılıp perdelerine düşen eğilme momentleri elde edilir.

i katında çerçevelere gelen toplam kesme kuvvetini

$$(\Sigma T)_i = \frac{X_{i+1} - X_i}{h_i} \quad \text{formülü verir.} \quad (3.11)$$

Her katta çerçevelere gelen $(\Sigma T)_i$ kesme kuvvetleri belli olduğundan (3.2) de açıklanan metot ile çerçevelerin kesit tesirleri tayin edilebilir. İstenirse, her kat için 3.2 ile bulunan δ relatif deplasmanları aşağıdan yukarıya doğru toplanarak sırayla döşeme hizalarındaki yatay deplasmanlar da bulunabilir.

İzostatik esas sistemde yatay yükler, perde yerine çerçevelere tatbik edilirse (3.8) formüllerindeki $\delta_{i,o}$

$$\delta_{i,o} = F_{i-1} h_{i-1} T_{i-1,o} - F_i h_i T_{i,o} \quad (3.8')$$

değerini alır. Diğer δ_{ij} ifadelerinde bir değişiklik olmaz. Burada $T_{i,o}$ konsol kirişte yatay yüklerden i döşemesi hizasında meydana gelen kesme kuvvetini gösterir. Perdelere gelen toplam eğilme momentleriyle çerçevelere gelen kesme kuvvetleride

$$M_i = X_i \quad (3.10')$$

$$T_i = T_{i,o} + \frac{1}{h_i} (X_{i+1} - X_i) \quad (3.11')$$

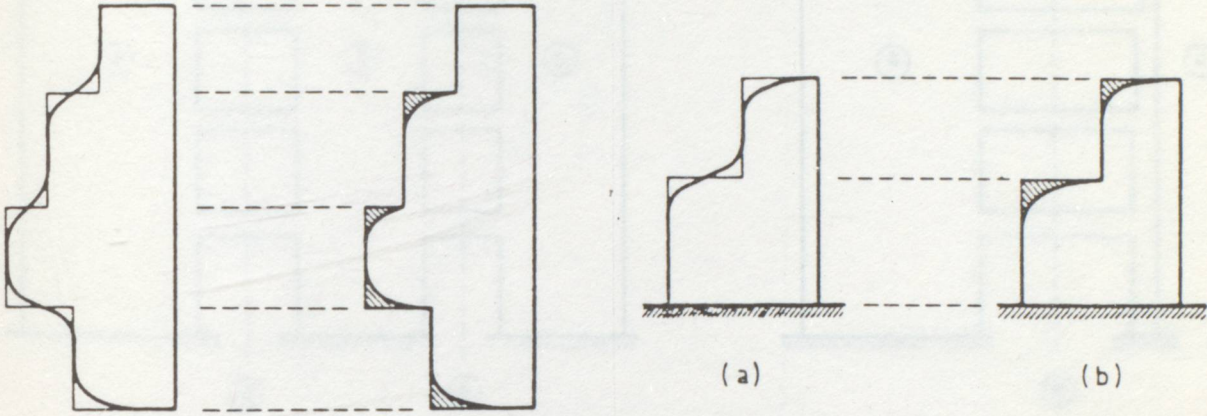
formülleri ile tayin edilir.

3.3.1- Perde kesitlerinin döşeme hizalarında ani değişmesi

Döşeme hizalarında ani değişen sabit kesitli perdelerin, atalet momentleri oranlarının yapı yüksekliğince sabit olması özel hali dışında, idealleştirilmeleri gerekmektedir. Şekil (3.5a) da kalın çizgiler ile gösterilen idealleştirilmede döşeme hizalarında üst ve alt kesitlere ait atalet momentlerinin ortalamaları alınmıştır. Buna göre, değişken kesitli hale gelen perdede her kat için atalet momentleri yaklaşık olarak sabit alınacak ve toplam eğilme momentleri ortalama atalet momentleriyle orantılı olarak dağıtılacaktır. Bu idealleştirme, klasik kesin hesaplar ile karşılaştırmaya imkan vermektedir.

Normal gerilmelerin perde içindeki yayılışı gözönünde tutulursa, perdelerin çalışan kesitlerinin gerçekte şekil (3.5b) de görüldüğü gibi değişken olacağı görülür. Buna göre, aslında şekilde taralı kısımlar çalışmamakta ve döşeme hizalarında atalet momentleri ani olarak değişmemektedir. Burada gerçekten sapma, yalnız değişken atalet momentli kısım yerine yaklaşık

olarak sabit atalet momentli bir kısmın alınmasından ileri gelmektedir. Ayrıca, toplam eğilme momentleri her döşeme hizasında küçük kesite ait atalet momentleriyle orantılı olarak perdelere dağıtılacaktır.



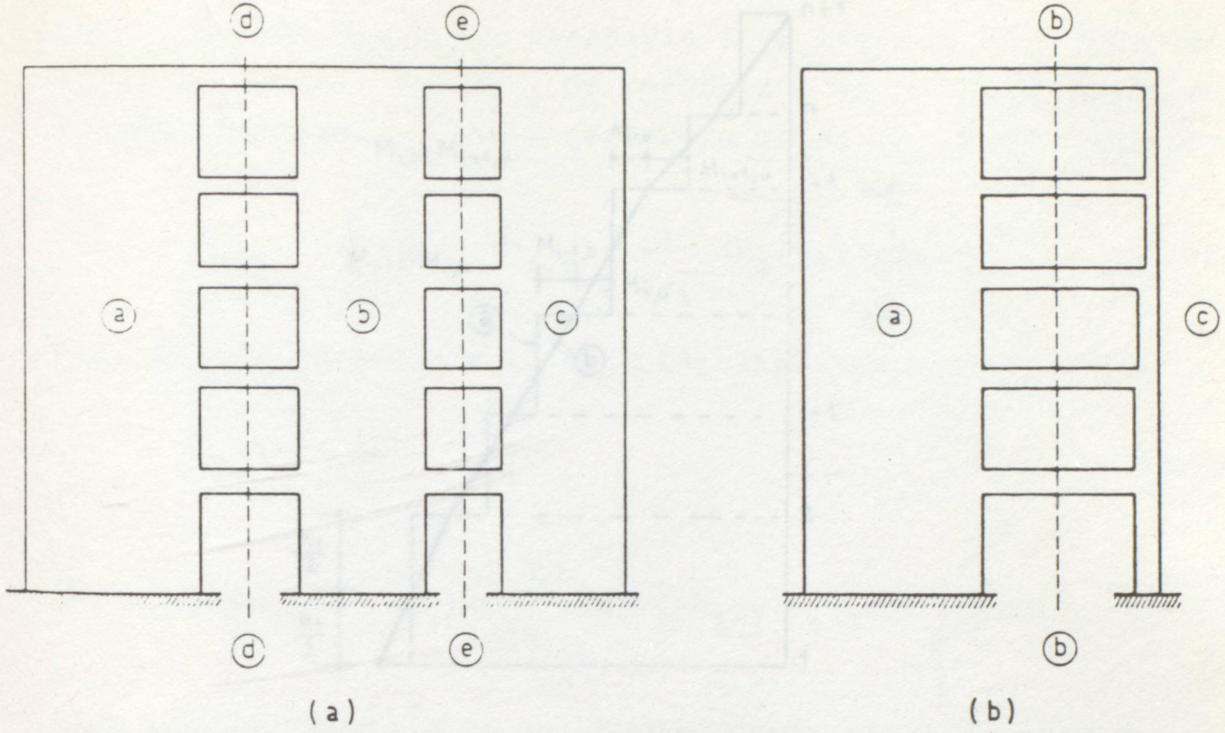
Şekil.3.5

3.4 Boşluklu Perdelerden Meydana Gelen Sistemler

İçlerinde bir veya birkaç düşey sırada büyük boşlukları bulunan perdeler boşluklu perdeler denir. Şekil (3.6a) Perdeye bir kolonun kirişlerle rijit olarak bağlandığı sistemlerde boşluklu perdeler için geliştirilen metod ile hesaplanabilir (Şekil.3.6b).

Bu bölümde geliştirilen yaklaşık metoda göre:

Önce boşluklu perde, fiktif çerçevelere ayrılmakta ve elde edilen sisteme bölüm (3.3) deki metod uygulanarak perdeler ve fiktif çerçevelere ait bütün tesirler tayin edilmektedir. Daha sonra fiktif çerçeveler için bulunmuş olan kesme kuvvetlerinden, ilgili bağlantı kirişlerinin uç momentlerine geçilmekte ve bunlarda bağlantısız perdeler için bulunmuş olan eğilme momentlerine eklenerek perde eğilme momentleri elde edilmektedir. Şekil 3.6b'deki C çerçevesinde olduğu gibi, sistemde bulunan gerçek çerçevelere ait kesit tesirleri de bu arada bulunmuş olmaktadır.

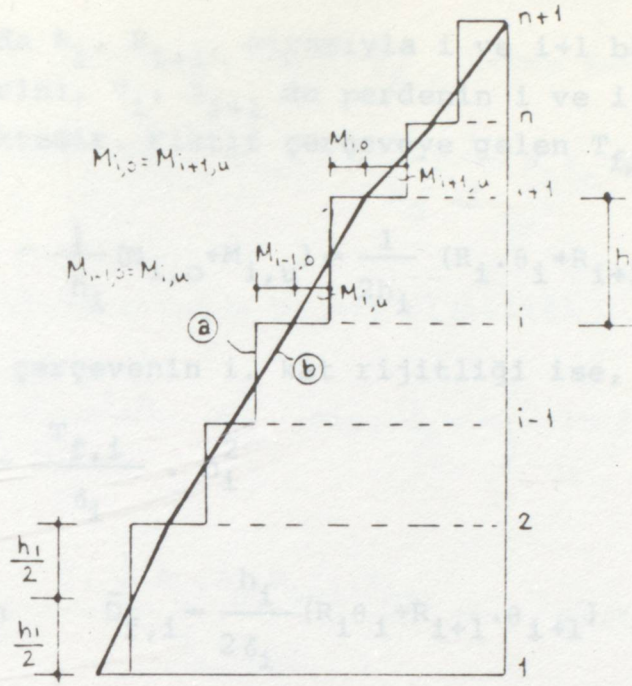


Şekil.3.6

3.4.1- Fiktif çerçevelerin \bar{D} rijitlik katsayılarının Tayini

Yatay yükler altında şekil değiştiren boşluklu perdenin bir perdesinde, bağlantı kirişlerinin döşeme hizalarında tatbik ettikleri momentlerden meydana gelen eğilme momenti diyagramı şekil.3.7 de görülen (a) diyagramı gibidir. Çok katlı sistemlerde bu diyagram yerine yaklaşık olarak aynı şekil üzerindeki (b) eğilme momenti diyagramı alınabilir.

Perdenin aynı deformasyon durumu için bağlantı kirişleri yerine, şekil.3.4 de görüldüğü gibi perdeye bağlanan öyle bir fiktif çerçeve alınabilir ki, perde de (b) ile aynı eğilme momenti diyagramı meydana getirsin. Bu hesap ara, üst ve alt katlar için ayrı ayrı yapılacaktır.



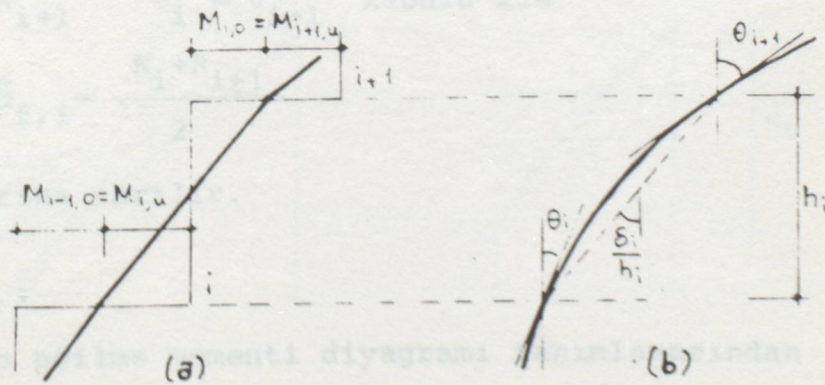
Şekil.3.7

Ara katlar

b diyagramının tanımlanması uyarınca

$$M_{i,o} = \frac{1}{2} R_{i+1} \theta_{i+1} , \quad M_{i,u} = \frac{1}{2} R_i \theta_i \quad (3.12)$$

dir.



Şekil.3.8

Burada R_i, R_{i+1} , sırasıyla i ve $i+1$ bağlantı kirişlerinin redörlerini, θ_i, θ_{i+1} de perdenin i ve $i+1$ deki dönmelerini göstermektedir. Fiktif çerçeveye gelen $T_{f,i}$ kesme kuvveti:

$$T_{f,i} = \frac{1}{h_i} (M_{i,o} + M_{i,u}) = \frac{1}{2h_i} (R_i \cdot \theta_i + R_{i+1} \cdot \theta_{i+1}) \quad (3.13)$$

dir. Fiktif çerçevenin i . kat rijitliği ise, tanımlamadan:

$$\bar{D}_{f,i} = \frac{T_{f,i}}{\delta_i} \cdot h_i^2 \quad (3.14)$$

dir. Buradan
$$\bar{D}_{f,i} = \frac{h_i}{2\delta_i} (R_i \theta_i + R_{i+1} \cdot \theta_{i+1}) \quad (3.15)$$

elde edilir. Şekil.3.8b de görülen perde elastik eğrisinin, $i, i+1$ arasında ikinci derece parabolü kabulü halinde

$$\delta_i = \frac{h_i}{2} (\theta_i + \theta_{i+1}) \quad \text{bağıntısı yazılabilir.}$$

$$\bar{D}_{f,i} = \frac{R_i \cdot \theta_i + R_{i+1} \cdot \theta_{i+1}}{\theta_i + \theta_{i+1}} \quad (3.16)$$

bulunur. Buradan; $R_i = R_{i+1}$ halinde $\bar{D}_{f,i} = R_i \quad (3.17)$

$R_i \neq R_{i+1}$ $\theta_i = \theta_{i+1}$ kabulü ile

$$\bar{D}_{f,i} = \frac{R_i + R_{i+1}}{2} \quad (3.17')$$

sonuçlarına varılır.

Üst Kat :

b eğilme momenti diyagramı tanımlamasından

$$M_{n,u} = \frac{1}{2} R_n \cdot \theta_n, \quad M_{n+1} = R_{n+1} \cdot \theta_{n+1} \quad \text{dir.}$$

Fiktif çerçeveye gelen $T_{f,n}$ kesme kuvveti

$$T_{f,n} = \frac{1}{h_n} (M_{n,u} + M_{n+1}) = \frac{1}{h_n} \left(\frac{1}{2} R_n \theta_n + R_{n+1} \cdot \theta_{n+1} \right) \text{ dir.}$$

Fiktif çerçevenin n. kat rijitliği

$$\bar{D}_{f,n} = \frac{T_{f,n}}{\delta_n} h_n^2 \text{ dir. } \delta_n = \frac{h_n}{2} (\theta_n + \theta_{n+1}) \text{ kabulünden sonra}$$

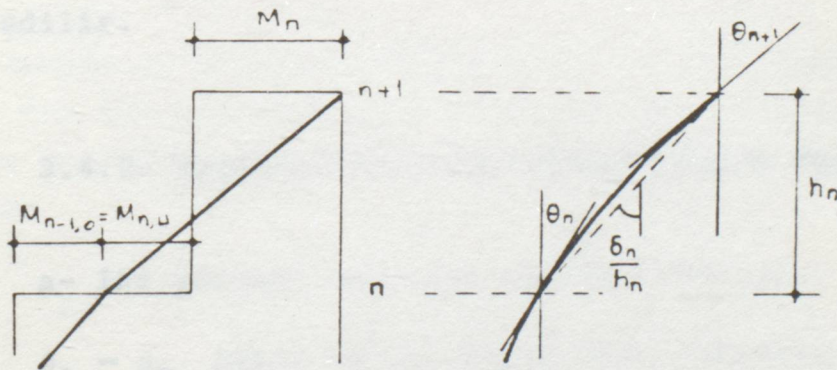
$$\bar{D}_{f,n} = \frac{2 \left(\frac{1}{2} R_n \cdot \theta_n + R_{n+1} \cdot \theta_{n+1} \right)}{\theta_n + \theta_{n+1}} \text{ olur. Buradan}$$

$$\frac{1}{2} R_n = R_{n+1} \text{ halinde } \bar{D}_{f,n} = 2 R_{n+1} \quad (3.18)$$

$$\frac{1}{2} R_n \neq R_{n+1} \text{ halinde } \theta_n = \theta_{n+1} \text{ kabulü ile}$$

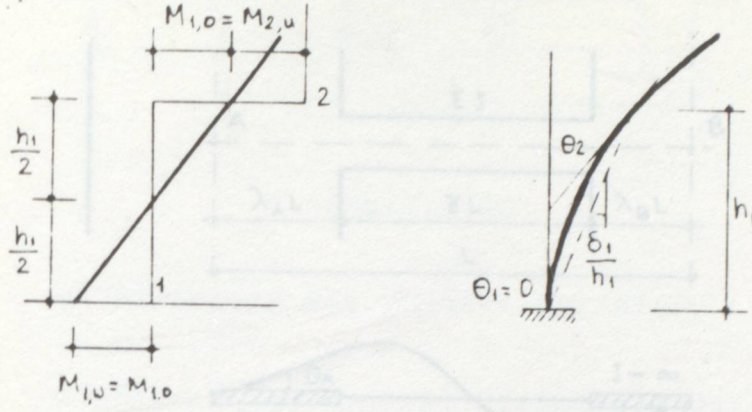
$$\bar{D}_{f,n} = R_{n+1} + \frac{1}{2} R_n \quad (3.18')$$

sonuçları elde edilir.



Şekil.3.9

Alt kat :



Şekil.3.10

Benzer şekilde

$$M_{1,o} = \frac{1}{2} R_2 \cdot \theta_2 \quad , \quad M_{1,u} = M_{1,o}$$
$$\bar{D}_{f,1} = \frac{T_{f,1}}{\delta_1} \cdot h_1^2 \quad , \quad \delta_1 = \frac{\theta_2}{2h_1}$$

den fiktif çerçevenin kat rijitliği için

$$D_{f1} = 2R_2 \quad (3.19)$$

elde edilir.

3.4.2- Bağlantı Kirişleri Redörlerinin Tayini

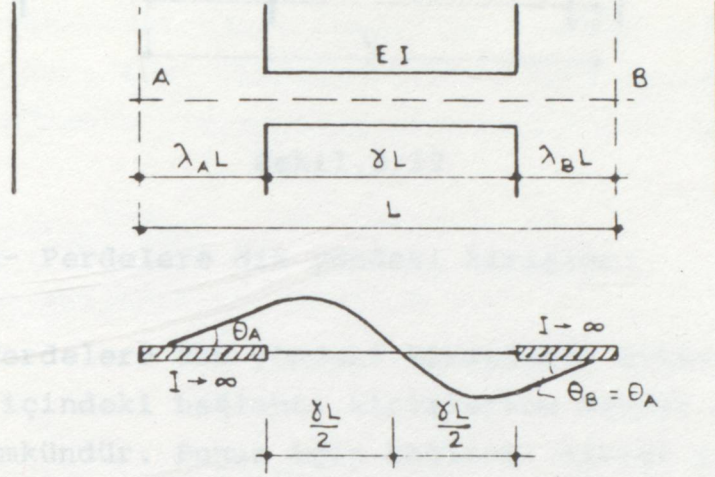
a- İki perdeyi bağlayan bağlantı kirişi:

$\theta_A = \theta_B$ kabul edilebileceğinden bağlantı kirişinin A ve B uçlarındaki redörleri

$$R_A = \frac{12EI}{L} \cdot \frac{1}{\gamma^3} \left(\frac{\gamma}{2} + \lambda_A \right) \quad (3.20)$$

$$R_B = \frac{12EI}{L} \cdot \frac{1}{\gamma} \left(\frac{\gamma}{2} + \lambda_B \right)$$

olarak elde edilir.



Şekil.3.11

b- Bir perde ile bir kolonu birleştiren bağlantı kirişi:

Bağlantı kirişinin perde tarafındaki redörleri

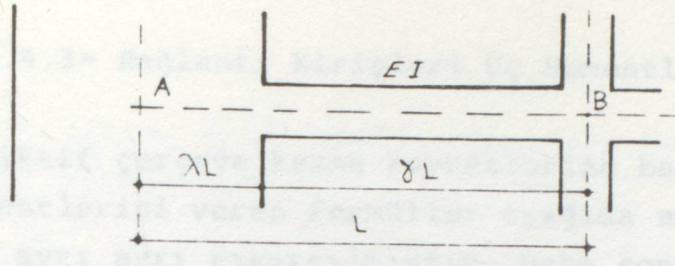
$$R_A = \frac{3EI}{\gamma \cdot L} \left[\frac{3}{2} (3-2\gamma) r_{m+1} \right], \quad r_m = \frac{1}{2} (r_o + r_u), \quad 0 < r_m \leq \frac{2}{3}$$

$$R_A = \frac{6EI}{\gamma \cdot L} (2-\gamma) \quad r_m \geq \frac{2}{3} \quad (3.21)$$

dir. Burada r_o ve r_u , B noktasındaki alt kat kolonunun üst ucuna ve üst kat kolonunun alt ucuna ait kat sayıları göstermektedir ve hesaplarda kullanılan bağlantı kirişi atalet momenti için de

$$I_f = \frac{I}{\gamma} \quad (3.22)$$

değeri kullanılır.



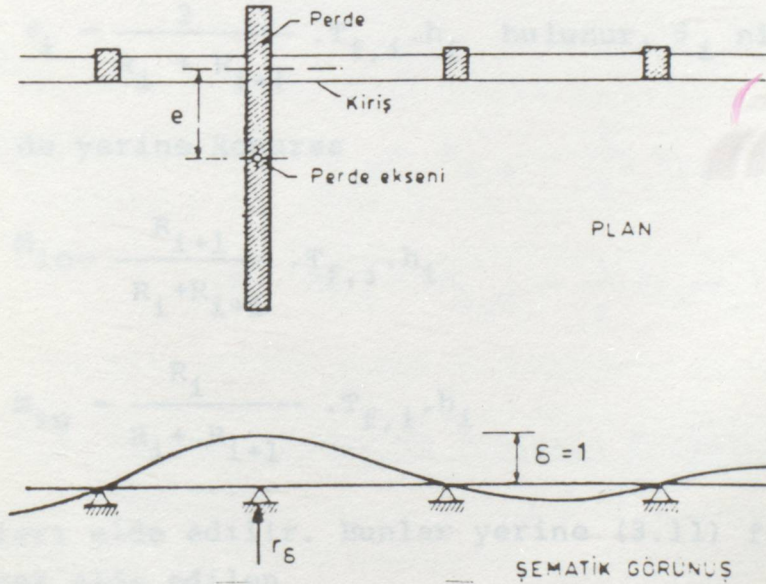
Şekil.3.12

c- Perdelere dik yöndeki kirişler:

Perdelere dik yöndeki kirişlerin etkisini de perde düzlemleri içindeki bağlantı kirişlerine benzer şekilde gözönüne almak mümkündür. Bunun için bağlantı kirişi redörü olarak

$$R = \frac{r}{2} \delta \quad (3.23)$$

alınması gerekir.



Şekil.3.13

r_{δ} : Kirişin perdeye rastlayan mesnedinin birim deplasman yapması halinde meydana gelen mesnet tepkisidir. Perdelere dik yöndeki kirişlerin etkisini gözönüne almak için fiktif çerçevelerin hesabında (3.23) ile elde edilen R değerlerini kullanmak yeterlidir.

Ara Kat 3.4.3- Bağlantı Kirişleri Uç Momentlerinin Tayini

Fiktif çerçeve kesme kuvvetlerine bağlı olarak M_{i0} , M_{iu} momentlerini veren formüller aşağıda ara, üst ve alt katlar için ayrı ayrı çıkartılmıştır. Daha sonra, bunlara bağlı olarak bağlantı kirişlerine gelen uç momentleri de

$$M_{i-1,u} + M_{i0} \quad (i = 2, 3, \dots, n) \quad (3.24)$$

ile tayin edilecektir (Şekil.3.7).

Ara katlar :

(3.13) formülünde, $\theta_i = \theta_{i+1}$ alınır

$$T_{f,i} = \frac{R_i + R_{i+1}}{2h_i} \cdot \theta_i \quad \text{buradan}$$

$$\theta_i = \frac{2}{R_i + R_{i+1}} \cdot T_{f,i} \cdot h_i \quad \text{bulunur. } \theta_i \text{ nin bu ifadesi}$$

(3.12) de yerine konursa

$$M_{i0} = \frac{R_{i+1}}{R_i + R_{i+1}} \cdot T_{f,i} \cdot h_i \quad (3.25)$$

$$M_{iu} = \frac{R_i}{R_i + R_{i+1}} \cdot T_{f,i} \cdot h_i$$

formülleri elde edilir. Bunlar yerine (3.11) formülü gözönünde tutularak elde edilen

$$M_{i0} = \frac{R_{i+1}}{R_i + R_{i+1}} \cdot T_{f,i} \cdot h_i \quad (3.25')$$

$$M_{iu} = \frac{R_i}{R_i + R_{i+1}} \cdot T_{f,i} \cdot h_i$$

formülleri kullanılabilir:

Üst Kat :

Ara katlar için yapılan hesaplara benzer şekilde $\theta_n = \theta_{n+1}$ kabulü ile

$$T_{fn} = \frac{1}{h_n} \left(\frac{1}{2} R_n + R_{n+1} \right) \cdot \theta_n, \quad \theta_n = \frac{T_{f,n} \cdot h_n}{\frac{1}{2} R_n + R_{n+1}}$$

$$M_{n,u} = \frac{\frac{1}{2} R_n}{\frac{1}{2} R_n + R_{n+1}} T_{f,n} \cdot h_n \quad \text{veya} \quad M_{n,\bar{u}} = \frac{\frac{1}{2} R_n}{\frac{1}{2} R_n + R_{n+1}} \cdot X_n$$

(3.26-26')

$$M_{n+1} = \frac{R_{n+1}}{\frac{1}{2} R_n + R_{n+1}} T_{f,n} \cdot h_n \quad \text{veya} \quad M_{n+1} = \frac{R_{n+1}}{\frac{1}{2} R_n + R_{n+1}} \cdot X_n$$

formülleri bulunur (Şekil.3.9).

Şekil.3.14

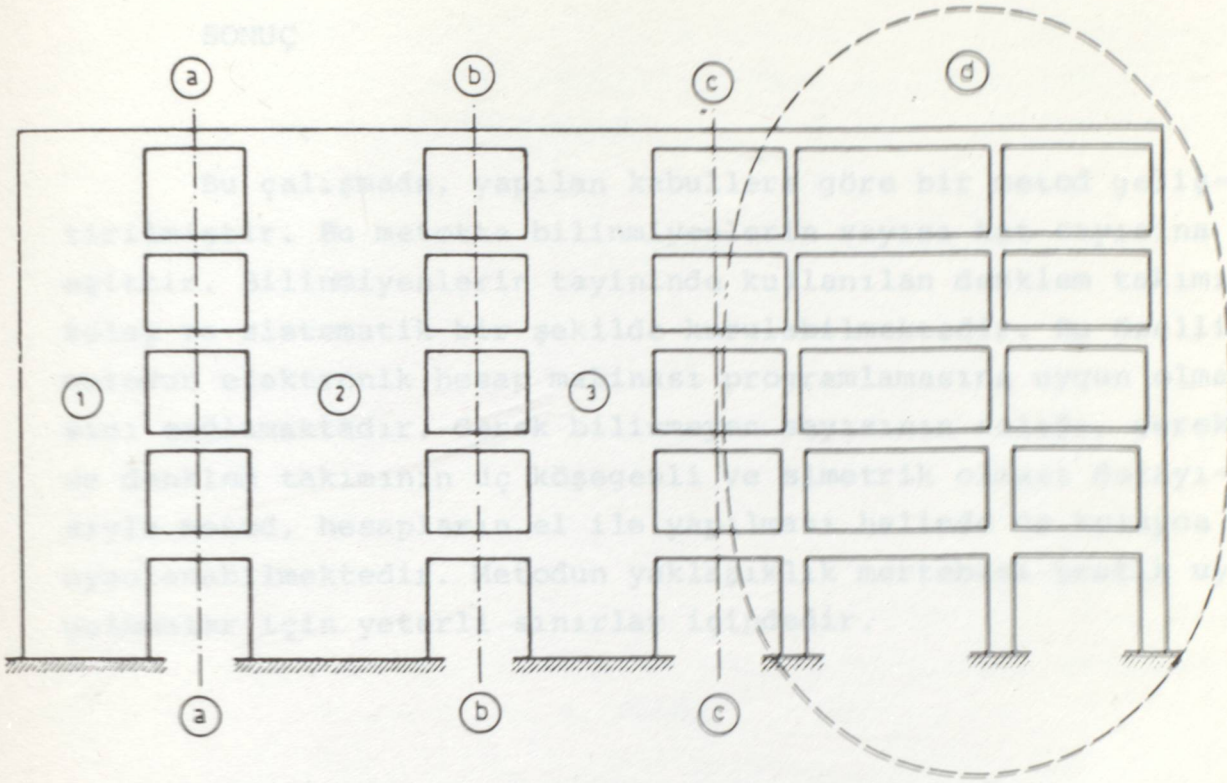
Alt Kat :

Aynı şekilde $M_{1,u} = M_{1,o} = \frac{1}{2} T_{f1} \cdot h_1$ (3.27)

ve $M_{1,u} = M_{1,o} = \frac{1}{2} (X_2 - X_1)$ dir. (3.27')

3.5- Perde, Çerçeve ve Boşluklu Perdelerden Oluşan Sistemler

Burulma yapmıyan bu tip sistemlerin hesabı önceki bölümlerde açıklanan metodlar yardımıyla yapılabilir. Bunun için önce boşluklu perdeler, bölüm 3-4 de gösterildiği gibi boşluksuz perdeler ile fiktif çerçevelere ayrılırlar. Özel olarak, Şekil (3.14) de görüldüğü gibi boşluklu bir perdeye çok açıklıklı bir çerçevenin rijit olarak bağlanması halinde bu kısım 1,2,3 boş-



Şekil.3.14

luksuz perdeleriyle a, b, c fiktif çerçevelerine ve d gerçek çerçevesine ayrılır.

Perdelere dik yöndeki kirişlerin redörleri de bölüm 3-4-2.c de açıklandığı gibi hesaplanarak fiktif çerçevelere katılır.

Böylece ortaya çıkan ve boşluksuz perdeler ile fiktif ve gerçek çerçevelerden oluşan sisteme bölüm 3 deki metod uygulanarak perde eğilme momentleri ile çerçeve kesme kuvvetleri tayin edilir. Daha sonra, bölüm 4 de açıklandığı gibi fiktif çerçeve kesme kuvvetlerine bağlı olarak tayin edilen bağlantı kirişi eğilme momentleri yardımı ile perde eğilme momentleri düzeltilerek boşluklu perdelerin eğilme momentleri de elde edilir.

SONUÇ

Bu çalışmada, yapılan kabullere göre bir metod geliştirilmiştir. Bu metotta bilinmeyenlerin sayısı kat sayısına eşittir. Bilinmeyenlerin tayininde kullanılan denklem takımı kolay ve sistematik bir şekilde kurulabilmektedir. Bu özellik, metodun elektronik hesap makinası programlamasına uygun olmasını sağlamaktadır. Gerek bilinmeyen sayısının azlığı, gerekse denklem takımının üç köşegenli ve simetrik olması dolayısıyla metod, hesapların el ile yapılması halinde de kolayca uygulanabilmektedir. Metodun yaklaşıklık mertebesi pratik uygulamalar için yeterli sınırlar içindedir.

4. BÖLÜM

ILHAN BERKTAŞ'A GÖRE ARALARINDA YATAY
YATAY KUVVET İLETTEN BAĞ ELEMANLARI İÇEREN
BETONARME PERDE VE ÇERÇEVELERİN

4- İLHAN BERKTAY'A GÖRE ARALARINDA YALNIZ YATAY KUVVET İLETEN BAĞ ELEMANLARI BULUNAN BETONARME PERDE VE ÇERÇEVELERİN HESABI

4.1- Giriş

Yalnız perdelilerden oluşan bir yapı, rüzgar ve deprem etkilerine karşı daha elverişli davranış göstermektedir ise de, yüksek yapıların alt katlarında kesme kuvvetleri ve momentler o ölçüde artmaktadır. Bunlara karşılayabilmek için gerekli kolon ve kiriş kesitleri büyük yer ve hatta bazen kat kaybına yol açmaktadır. Bu durumda yapının yatay kuvvetlere dayanıklı davranışa perdelerle takviye edilmesi zorunlu hale gelmektedir.

4. BÖLÜM

İLHAN BERKTAY'A GÖRE ARALARINDA YALNIZ YATAY KUVVET İLETEN BAĞ ELEMANLARI BULUNAN BETONARME PERDE VE ÇERÇEVELERİN HESABI

Parkli yapılar genellikle olan iki sistemin bir yapıda bir araya gelmesiyle oluşmaktadır. Bu durumda deformasyonlar yatay kuvvetlerin etkisiyle perdelere ve çerçevelere dağılır. Büyük ölçüde etkiler yatay kuvvetleri olmaktadır. Çeşitli durumlarda bağ kuvvetleri farklı değerler almakla beraber, üst katlarda, çerçevelerin, perdelerin serbestçe deformasyonunu göze aldığı, yatay kuvvetin büyük ölçüde çerçevelerce karşılandığı ve her ne kadar bazı hallerde çerçevelere gelen kesme kuvvetinin diğer kuvvetlere göre daha büyük değerlere vardığı, alt katlarda ise bu durumun tam tersinin söz konusu olduğu, yani perdenin çerçeve deformasyonunu göze aldığı ve yatay kesme kuvvetlerinin daha çok perdelerce karşılandığı, genel olarak söylenebilir.

4.2- Hesapta Edilmiş Sistemin Seçimi Kabulleri:

1- Kat çerçeveleri kendi düzlemleri içinde sonsuz rijittir. Bu kabul gerektireceği şekilde durumda olan nerin düşmelerinde, düşmenin kendi düzleminde yapacağı deformasyonun etkileri dikkate alınmalıdır.

4- İLHAN BERKTAY'A GÖRE ARALARINDA YALNIZ YATAY KUVVET İLETEN BAĞ ELEMANLARI BULUNAN BETONARME PERDE VE ÇERÇEVELERİN HESABI

4.1- Giriş

Yalnız çerçevelerden oluşan bir yapı, rüzgar ve deprem etkilerine karşı daha düktil davranış göstermekte ise de, yüksek yapıların alt katlarında kesme kuvvetleri ve momentler ölçüde artmaktadır, bunları karşılayabilmek için gerekli kolon ve kiriş kesitleri büyük yer ve hatta bazen kat kaybına yol açmaktadır. Bu durumda yapının yatay kuvvetlere dayanıklı betonarme perdelerle takviye edilmesi zorunlu hale gelmektedir.

Farklı çalışma biçimleri olan iki sistemin bir yapıda bir araya getirilmesiyle her iki sistemin serbestçe deformasyonuna engel olunmakta ve aralarında yatay kesme kuvvetlerinin perde ve çerçevelere dağılımını büyük ölçüde etkileyen bağ kuvvetleri oluşmaktadır. Çeşitli durumlarda bağ kuvvetleri değişik değerler almakla beraber, üst katlarda, çerçevelerin, perdelerin serbestçe deformasyonunu önlediği, yatay kesme kuvvetinin büyük ölçüde çerçevelerce karşılandığı ve hatta bazı hallerde çerçevelere gelen kesme kuvvetinin dış kuvvetlerden daha büyük değerlere vardığı, alt katlarda ise bu durumun tersinin söz konusu olduğu, yani perdenin çerçeve deformasyonunu önlediği ve yatay kesme kuvvetlerinin daha çok perdelerce karşılandığı, genel olarak söylenebilir.

4.2- İdealize Edilmiş Sistemin Seçimi Kabuller:

1- Kat döşemeleri kendi düzlemleri içinde sonsuz rijittir. Bu kabulü gerçekleştiremeyecek durumda olan narin döşemelerde, döşemenin kendi düzlemi içinde yapacağı deformasyonun etkileri dikkate alınmalıdır.

2- Kolon ve kiriş kesitleri her açıklıkta sabittir. Ancak açıklıktan açıklığa değişebilir.

3- Yatay kuvvetler, yapıya katlar hizasında etkilemektedirler.

4- Deformasyonlar elastik sınırlar içindedir.

5- Yatay kuvvetler yapıda bir burulma etkisi meydana getirmemektedir.

6- Perde enkesitleri bir kat içinde sabittir.

7- Perde ve çerçeveleri bağliyan elemanların eğilme rijitlikleri sıfırdır.

Farklı çalışan, perde ve çerçeve deformasyonlarını birleştiren nokta, katlar hizasında her iki sistemin eşit yatay deplasman yapmasıdır. Her iki sistem birbirini katlar hizasında aynı deplasmanı yapacak şekilde zorlayacaktır ve dış kuvvetlere birlikte karşı koyacaktır.

Yatay dış kuvvetler etkisindeki çerçevenin her katı, o kattaki kolonların \bar{D}_{ij} değerlerinin toplamı olan \bar{D}_i kadar bir kesme kuvvetinin etkisiyle birim relatif deplasman yapmaktadır. Çerçeveler dış kuvvetler karşısında izostatik bir özellik gösterir, bu durumda çerçeveler her katta elastik bir mesnet olarak düşünülebilir. Bu elastik mesnetlerin dönme redörü sıfırdır. Çökme redörü ise, temsil ettiği katın \bar{D}_i değerinden ibarettir. Söz konusu olan çökme, toplam değil relatif yatay deplasmanı ifade etmektedir ve mesnetlerin çökme redörü, diğer bir deyişle yay sabitleri, genellikle kullanıldığı gibi birim çökme sağliyan kuvvet olarak değil, alt kata göre birim relatif deplasman sağliyan kesme kuvveti olarak tanımlanmaktadır.

Perdeler ise bu elastik mesnetler üzerine oturan, bir ucu ankastre veya elastik ankastre, diğer ucu ise dönmeye karşı serbest, çökmeye karşı elastik bir kiriş olarak düşünülebilir. Bu kirişin açıklıkları kat yüksekliklerine, her açıklıktaki atalet momenti o kattaki perdelerin atalet momentleri toplamına ve kesiti o kattaki perdelerin kesitlerinin toplamına eşittir.

Elastik mesnetlere oturan bu kirişe, dış yükler, düğüm noktalarından, yani elastik mesnetler üzerinden etki etmektedir ve nihayet, her mesnede yalnız o düğüm noktasına gelen kuvvetin değil, yukardan başlıyarak o mesnede kadar ki kuvvetlerin toplamı olan kat kesme kuvvetinin etki etmesinin sağlanması için, mesnetler uçlarından şekil (4.1) de görüldüğü gibi sonsuz rijit çubuklarla bağlanmışlardır. Bu fiktif mekanizma yukardan aşağıya doğru kuvvet iletebilmekte, fakat aşağıdaki kuvvetin, yukardaki mesnete iletilmesine engel olmaktadır.

4.3- İzostatik Esas Sistemin Seçimi ve Bu Sistemde Dış Yüklerin ve Birim Yüklerin Etkisi

4.3.1- İzostatik Esas Sistem

Şekil (4.2)de, seçilen izostatik esas sistem ve hiperstatik bilinmeyenler gösterilmiştir. Katlar hizasındaki toplam perde momentleri bilinmeyen olarak seçilmiştir. Bilinmeyenlerin sayısı, kat sayısı kadardır. Her katta kolonlara ait \bar{D}_{ij} değerlerinin toplamı önceden hesaplandığı için mesnetlerin çökme redörleri olan \bar{D}_i değerleri bilinmektedir.

4.3.2- İzostatik Esas Sisteme Dış Yüklerin Etkisi (x = 0 durumu)

Şekil (4.2) den görüldüğü gibi dış kuvvetler doğrudan doğruya elastik mesnetlere etkimektedir. Perdede elastik bir deformasyon meydana gelmez.

i düğüm noktasındaki $\delta_{i,0}$ relatif dönmesi yalnızca mesnet çökmeleri ile ilgilidir.

$$\delta_{i,0} = \frac{T_i}{\bar{D}_i} \cdot \frac{1}{h_i} - \frac{T_{i-1}}{\bar{D}_{i-1}} \cdot \frac{1}{h_{i-1}} \quad (4.1)$$

Burada:

$$T_i = \sum_{k=i+1}^{k=n+1} F_k \quad T_{i-1} = \sum_{k=i}^{k=n+1} F_k \quad (4.2)$$

dir. (4.1) ifadesinde \bar{D}_i ve D_{i-1} yerine $\bar{D} = \frac{12E}{h^2} \cdot D$ ifadesi

konulursa

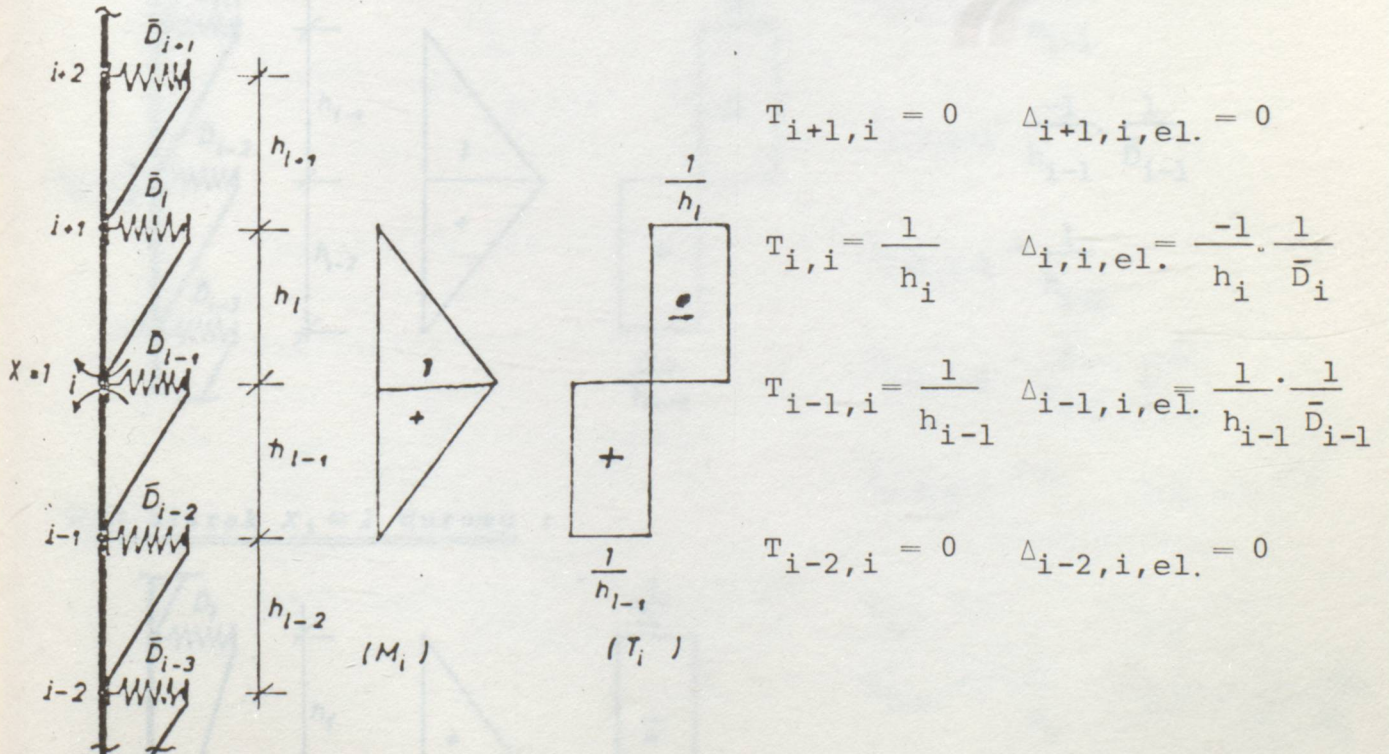
$$\delta_{i,0} = \left(\frac{T_i}{D_i} \cdot h_i - \frac{T_{i-1}}{D_{i-1}} \cdot h_{i-1} \right) \cdot \frac{1}{12E} \quad \text{bulunur. (4.3)}$$

Perde tabanında:

$$12E \cdot \delta_{1,0} = \frac{T_1}{D_1} \cdot h_1 \quad \text{elde edilir. (4.4)}$$

4.3.3- İzostatik Esas Sisteme Birim Yüklemelerin Etkisi ($F_i = 0$ durumu)

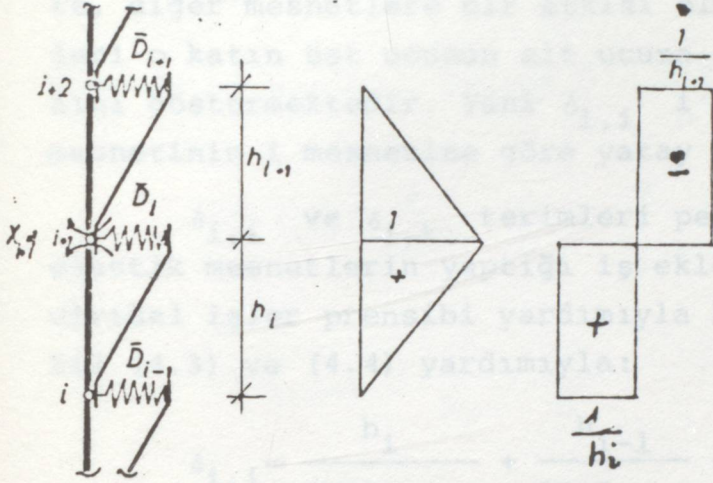
Şekil (4.3) de görüldüğü gibi, $X_i = 1$ yüklemesinde sadece



Şekil.4.3

($X_i = 1$ yüklemesinden gelen moment ve kesme kuvveti alanları ile elastik mesnetlere etkiyen kesme kuvvetleri ve mesnetlerin elastik çökmeleri).

$X_{i+1} = 1$ durumu :



$$T_{i+2,i+1} = 0 \quad \Delta_{i+2,i+1} = 0$$

$$T_{i+1,i+1} = \frac{-1}{h_{i+1}}$$

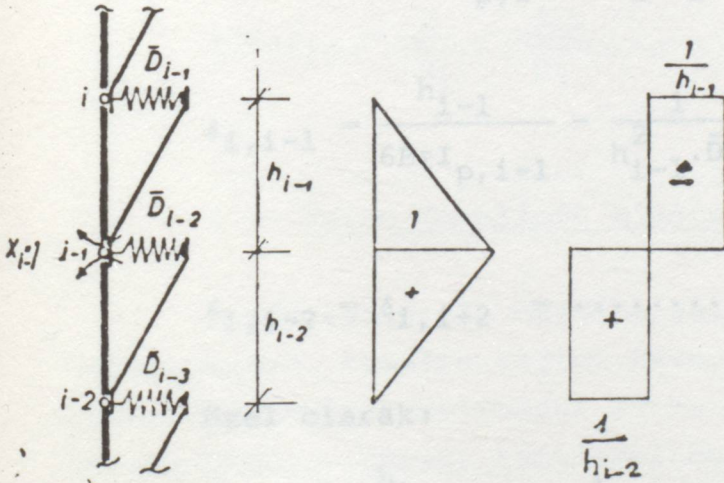
$$\Delta_{j+1,i+1,el.} = -\frac{1}{h_{i+1}} \cdot \frac{1}{\bar{D}_{i+1}}$$

$$T_{i,i+1} = \frac{1}{h_i}$$

$$\Delta_{i,i+1,el.} = \frac{1}{h_i} \cdot \frac{1}{\bar{D}_i}$$

$$T_{i-1,i+1} = 0 \quad \Delta_{i-1,i+1} = 0$$

$X_{i-1} = 1$ durumu :



$$T_{i,i-1} = 0 \quad \Delta_{i,i-1} = 0$$

$$T_{i-1,i-1} = \frac{-1}{h_{i-1}}$$

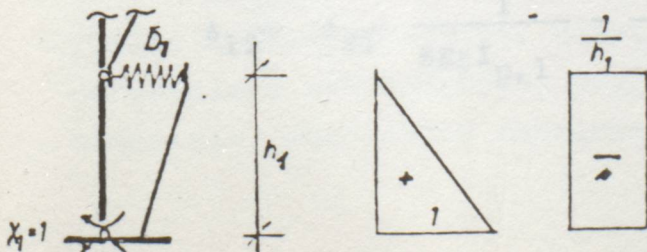
$$\Delta_{i-1,i-1} = \frac{-1}{h_{i-1}} \cdot \frac{1}{\bar{D}_{i-1}}$$

$$T_{i-2,i-1} = \frac{1}{h_{i-2}}$$

$$\Delta_{i-2,i-1} = \frac{1}{h_{i-2}} \cdot \frac{1}{\bar{D}_{i-2}}$$

$$T_{i-3,i-1} = 0 \quad \Delta_{i-3,i-1} = 0$$

Özel olarak $X_1 = 1$ durumu :



$$T_{2,1} = 0 \quad \Delta_{2,1} = 0$$

$$T_{1,1} = -\frac{1}{h_1} \quad \Delta_{1,1} = -\frac{1}{h_1} \cdot \frac{1}{\bar{D}_1}$$

($X_{i+1} = 1, X_{i-1} = 1$ yüklemelerinden gelen moment ve kesme kuvveti alanları ile elastik mesnetlere etkiyen kesme kuvvetleri ve mesnetlerin elastik çökmeleri).

i ve $i+1$ düğüm noktalarındaki elastik mesnetler çökmekte, diğer mesnetlere bir etkisi olmamaktadır. Şekildeki Δ terimleri o katın üst ucunun alt ucuna göre relatif yatay deplasmanını göstermektedir. Yani $\Delta_{i,i}$ i katının üst ucundaki $i+1$ mesnetinin i mesnetine göre yatay deplasmanını ifade ediyor.

$\delta_{i,i}$ ve $\delta_{i,k}$ terimleri perdedeki deformasyon içine, elastik mesnetlerin yaptığı iş eklenerek bulunur ki, bu da virtüel işler prensibi yardımıyla kolaylıkla bulunabilir. Şekil (4.3) ve (4.4) yardımıyla:

$$\delta_{i,i} = \frac{h_i}{3E\Sigma I_{p,i}} + \frac{h_{i-1}}{3E\Sigma I_{p,i-1}} + \frac{1}{h_i^2 \cdot \bar{D}_i} + \frac{1}{h_{i-1}^2 \cdot \bar{D}_{i-1}}$$

$$\delta_{i,i+1} = \frac{h_i}{6E\Sigma I_{p,i}} - \frac{1}{h_i^2 \cdot \bar{D}_i} \quad (4.5)$$

$$\delta_{i,i-1} = \frac{h_{i-1}}{6E\Sigma I_{p,i-1}} - \frac{1}{h_{i-1}^2 \cdot \bar{D}_{i-1}}$$

$$\delta_{i,i-2} = \delta_{i,i+2} = \dots = 0$$

Özel olarak:

$$\delta_{11} = \frac{h_1}{3E\Sigma I_{p,1}} + \frac{1}{h_1^2 \cdot \bar{D}_1} \quad (4.6)$$

$$\delta_{12} = \delta_{21} = \frac{h_1}{6E\Sigma I_{p,1}} - \frac{1}{h_1^2 \cdot \bar{D}_1}$$

görüldüğü gibi indisleri 2 veya daha fazla farklı bütün $\delta_{i,k}$ lar sıfır olmaktadır.

$$\frac{\sum I_{P,i}}{h_i} = R_i \quad (4.7)$$

denirse ve \bar{D}_i, \bar{D}_{i-1} yerine $\bar{D} = \frac{12E}{h^2} \cdot D$ değerleri konursa

$$12E \cdot \delta_{i,i} = \frac{4}{R_i} + \frac{1}{D_i} + \frac{4}{R_{i-1}} + \frac{1}{D_{i-1}} \quad (4.8)$$

$$12E \delta_{i,i+1} = \frac{2}{R_i} - \frac{1}{D_i} \quad 12E \delta_{i,i-1} = \frac{2}{R_{i-1}} - \frac{1}{D_{i-1}}$$

değerleri elde edilir. Perde tabanı için

$$12E \cdot \delta_{11} = \frac{4}{R_1} + \frac{1}{D_1} \quad (4.9)$$

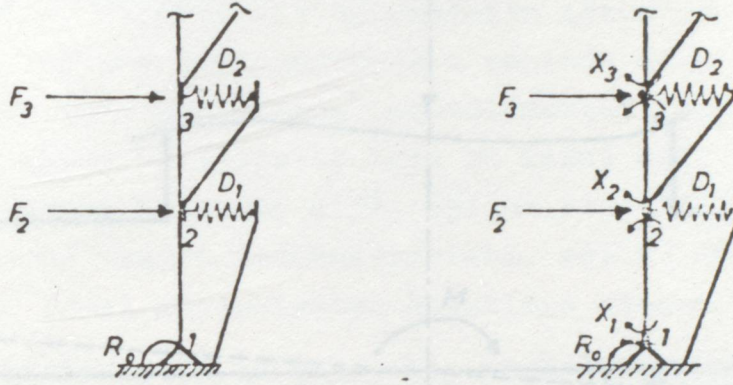
$$12E \cdot \delta_{12} = \frac{2}{R_1} - \frac{1}{D_1}$$

4.4- Perde Temelinin Elastik Ankastre Olması Durumu

Perde tabanında meydana gelen momentler büyük değerlere ulaştığından, temelin sağlam kayaya iyice ankre edilmediği durumlarda, perde temelindeki dönmenin etkisini de dikkate almak gerekmektedir. Çünkü, temeldeki bu dönme, yapıya etkileyen yatay kuvvetlerin perdeler ve çerçeveler arasındaki dağılımını büyük ölçüde değiştirebilmektedir.

Seçilen izostatik esas sistem gözönüne alındığında, dış yükler doğrudan doğruya, elastik mesnetler ile temsil edilen çerçevelere etkidiğinden, perde mesnedinin elastik ankastre olmasının, süreklilik denkleminin ($\delta_{i,0}$) değerlerinde bir de-

ğişiklik yapmayacağı görülür. Birim yüklemelerden gelen $(\delta_{i,i})$ ve $(\delta_{i,i+1})$ süreklilik denklemi katsayılarından ise, sadece (δ_{11}) değerine, $(\frac{1}{R_0})$ teriminin eklenmesi gerekmektedir; diğerlerinde bir değişiklik yoktur. Burada (R_0) , perde temelinin dönme redörünü göstermektedir.



Şekil.4.5

- a) Idealize edilmiş sistem b) İzostatik esas sistem

Şu halde perde temelinin elastik ankastre olması durumunda:

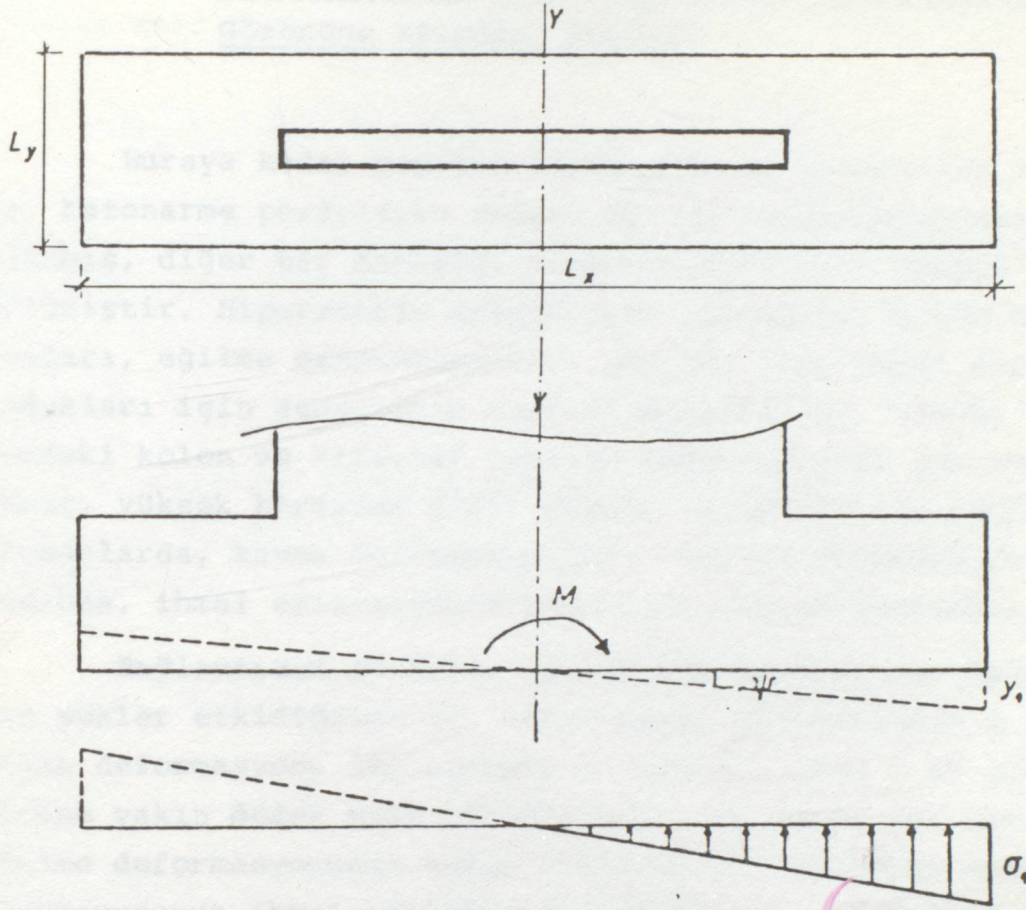
$$12E\delta_{11} = \frac{4}{R_1} + \frac{1}{D_1} + \beta \quad (4.10)$$

$$\beta = \frac{12E}{R_0}$$

R_0 temel redörünün hesabı, temel altındaki çökmelerin zemin gerilmeleri ile orantılı olduğu hakkındaki Winkler kabulü ile, temel rijitliğinin sonsuz ve buna bağlı olarak temel altındaki zemin gerilmeleri yayılışının lineer olduğu kabullerine dayanılarak yapılır.

$$y = \frac{\sigma_z}{K}$$

- K : Zemin yatak katsayısı (t/m^3)
 σ_z : Zemin gerilmesi (t/m^2)
y : Temel altındaki çökme (m)
 R_0 : Temelin dönme redörü (tm.)



Şekil.4.6

(Dikdörtgen tabanlı perde temelinde M momentinin etkisi)

Şekil (4.6) da gösterildiği gibi tabanı bir dikdörtgen olan bir perde temelinde Y-Y eksenini etrafında bir M momentini etkilediği zaman, temelde meydana gelen dönme ψ olsun.

$$\psi = \frac{y_1}{L_x/2} = \frac{2y_1}{L_x} \quad y_1 = \frac{\sigma_1}{K}$$

$$\sigma_1 = \frac{M}{W_Y} = \frac{M}{L_Y \cdot L_x^2 / 6} = \frac{6M}{L_Y \cdot L_x^2} \quad \psi = \frac{12M}{K \cdot L_Y \cdot L_x^3}$$

Redör tarafından $\psi = 1$ için $M = R_O = \frac{K \cdot L_Y \cdot L_x^3}{12} = K \cdot J_T$ (4.11) bulunur.

4.5- Perdedeki Kayma Deformasyonlarının Etkisinin Gözönüne Alınması Durumu

Buraya kadar yapılan işlemlerde ve çıkartılan ifadelerde, betonarme perdelerin sadece eğilme deformasyonları dikkate alınmış, diğer bir deyişle, kayma rijitlikleri sonsuz kabul edilmiştir. Hiperstatik sistemlerin çözümünde, kayma deformasyonları, eğilme deformasyonları yanında daha küçük mertebeden oldukları için genellikle terkedilmektedirler. Normal boyutlardaki kolon ve kirişler için bu kabul gerçeğe çok yakındır. Fakat, yüksek kirişler gibi, eğilme rijitliği çok büyük olan elemanlarda, kayma deformasyonları, eğilme deformasyonları yanında, ihmal edilemeyecek boyutlara ulaşabilmektedir.

Bağlantısız 10 katlı bir konsol perdede her kata eşit tek yükler etkidiğinde 10. katta kayma deformasyonu 1 iken eğilme deformasyonu 112 olmakta 1. katta 1 iken 1.46 gibi birbirine yakın değer elde edilmektedir. Bu durum üst katlarda eğilme deformasyonunun hakim olduğunu alt katlarda kayma deformasyonunun ihmal edilemeyecek değerlere ulaştığını gösterir. Çerçevelerle bağlantılı olan ve birlikte deformasyon yapan perdelerin davranışı, konsol kiriş olarak çalıştığı kabul edilen bir perdeden çok farklıdır. Bu davranış perde boyutlarına ve yüklerin perde üzerindeki dağılışına bağlı olarak da değişecektir. Perde üzerindeki yük dağılımı gözönüne alınmadan, yalnızca perde kesitinin etkisi incelenirse, $(\frac{d}{h})^2$ değeri büyüdükçe kayma deformasyonunun eğilme deformasyonuna oranı büyür yani perdenin kayma rijitliği küçülür.

d : Perde kesitinin yüksekliği

h : Kat yüksekliği

Genel olarak, çok katlı perdeli betonarme yapılarda, alt katlarda perdelerdeki kayma deformasyonunun ihmal edilmemesi gerektiği söylenebilir.

Seçilen izostatik esas sistemin özelliğinden ötürü, dış kuvvetler, izostatik sistemde bir kayma deformasyonu meydana

getirmemektedir. Perdedeki kayma deformasyonları, birim yüklemeler aracılığıyla hesaba katılmaktadır.

$$\delta_{ik} = \int \bar{M}_i \cdot \bar{M}_k \cdot \frac{ds}{EI} + \int \bar{T}_i \cdot \bar{T}_k \cdot X \cdot \frac{ds}{GF} \quad (4.12)$$

burada X kayma gerilmelerinin kesit içindeki yayılışının uniform olmayışının etkisini belirleyen bir katsayıdır.

$$\frac{F}{X} = F' \quad (4.13)$$

ile gösterilirse, birim yüklemelerden doğan kesme kuvveti diyagramları da dikkate alınarak, $\delta_{i,i}$ ve $\delta_{i,i+1}$ değerleri hesaplanırsa;

$$12E\delta_{i,i} = \frac{4}{R_i} + \frac{1}{D_i} + \frac{4}{R_{i-1}} + \frac{1}{D_{i-1}} + \frac{12E}{GF'_i} \cdot \frac{1}{h_i} + \frac{12E}{GF'_{i-1}} \cdot \frac{1}{h_{i-1}}$$

$$12E\delta_{i,i+1} = \frac{2}{R_i} - \frac{1}{D_i} - \frac{12E}{GF'_i} \cdot \frac{1}{h_i} \quad (4.14)$$

Burada F'_i ve F'_{i-1} değerleri i ve $i-1$ 'inci katlardaki perdelerin $F' = F/X$ dönüştürülmüş enkesit alanlarının toplamını göstermektedir. Betonun elastisite ve kayma modülleri oranı $E/G = 7/3$ alınırsa:

$$12E\delta_{i,i} = \frac{4}{R_i} + \frac{1}{D_i} + \frac{4}{R_{i-1}} + \frac{1}{D_{i-1}} + \frac{28}{F'_i h_i} + \frac{28}{F'_{i-1} h_{i-1}}$$

$$12E\delta_{i,i+1} = \frac{2}{R_i} - \frac{1}{D_i} - \frac{28}{F'_i h_i} \quad (4.15)$$

$$28/(F'_i \cdot h_i) = \gamma_i \quad (4.16)$$

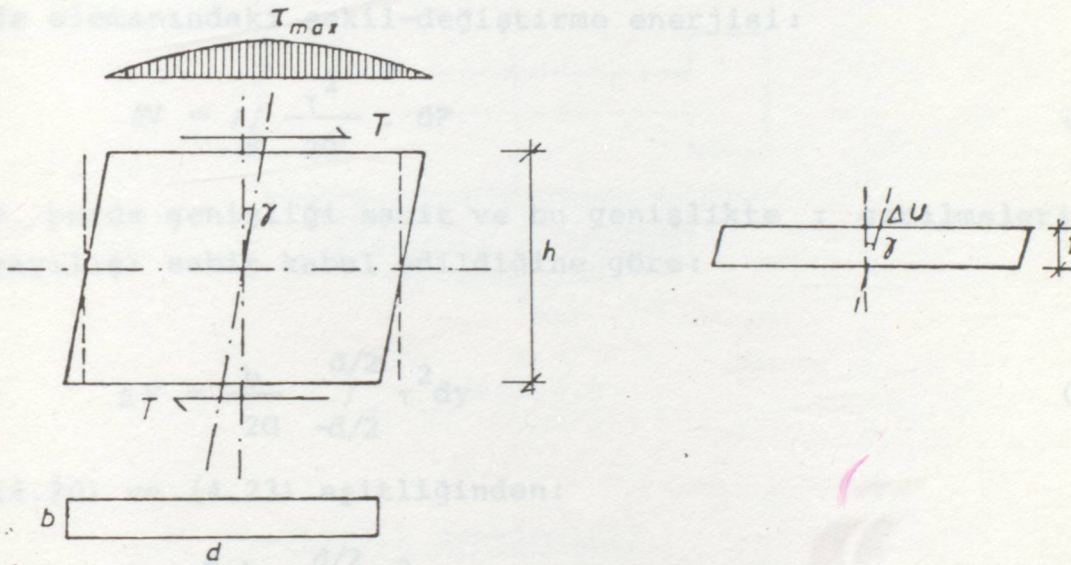
ile gösterilirse

$$12E\delta_{i,i} = \frac{4}{R_i} + \frac{1}{D_i} + \frac{4}{R_{i-1}} + \frac{1}{D_{i-1}} + \gamma_i + \gamma_{i-1}$$

$$12E\delta_{i,i+1} = \frac{2}{R_i} - \frac{1}{D_i} - \gamma_i \quad (4.17)$$

değerleri elde edilir.

Dikdörtgen Enkesitler için X değeri şöyle bulunur.



Şekil.4.7

(Kesme kuvvetinin etkisiyle meydana gelen kayma deformasyonu)

Perdeden alınan birim yükseklikteki kesitte, kesme kuvveti etkisiyle meydana gelen yatay yer değiştirme (Δ_u) ise, kayma açısı $\gamma = \Delta_u$ olur. Ayrıca:

$$\gamma = \frac{X \cdot T}{G \cdot F} \quad (4.18)$$

olduğu bilinmektedir. Birim yükseklikte, yalnız kesme kuvvetinden meydana gelen şekil-değiştirme enerjisi

$$\Delta V = \frac{1}{2} \cdot T \cdot \Delta_u \quad (4.19)$$

$$\Delta V = \frac{1}{2} \cdot \frac{X \cdot T^2}{G \cdot F} \quad (4.20)$$

diğer taraftan, yalnız kesme kuvvetinden dolayı, birim hacimdeki elemanda meydana gelen şekil-değiştirme enerjisi, kayma gerilmelerine bağlı olarak:

$$V_i = \frac{\tau^2}{2G} \quad (4.21)$$

şeklinde ifade edilebilir. Buna göre, birim yükseklikteki perde elemanındaki şekil-değiştirme enerjisi:

$$\Delta V = \iint_F \frac{\tau^2}{2G} \cdot dF \quad (4.22)$$

b perde genişliği sabit ve bu genişlikte τ gerilmelerinin yayılışı sabit kabul edildiğine göre:

$$\Delta V = \frac{b}{2G} \int_{-d/2}^{d/2} \tau^2 dy \quad (4.23)$$

(4.20) ve (4.23) eşitliğinden:

$$X = \frac{F \cdot b}{T^2} \int_{-d/2}^{d/2} \tau^2 dy \quad (4.24)$$

d : Perde genişliği

Mukavemetten bilindiği gibi dikdörtgen kesitlerde τ kayma gerilmelerinin kesit içinde yayılışı:

$$\tau = \frac{3}{2} \cdot \frac{T}{F} \cdot \left(1 - \frac{4y^2}{d^2}\right) \quad (4.25)$$

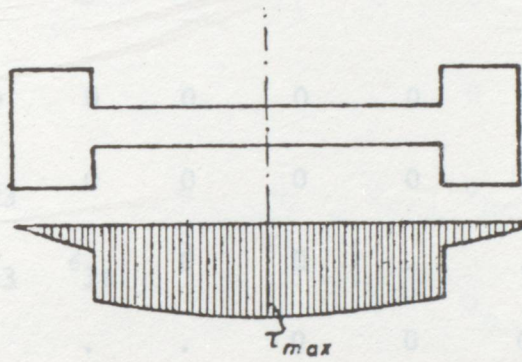
ifadesiyle belirlenir.

y : Kesitin simetri ekseninden olan uzaklığını gösterir.

τ 'nın bu değeri (4.24) de yerine konulursa:

$$X = \frac{9}{4d} \int_{-d/2}^{d/2} \left(1 - \frac{4y^2}{d^2}\right)^2 dy = 1,2 \dots \text{in sayısı kadar} \quad (4.26)$$

Dikdörtgen kesitler için 1,2 olarak alınabilecek olan (X) değeri, perdenin uçlarında, kendi kesitine göre oldukça büyük kolonlara saplanması halinde değişmektedir. Bu durumda perde içinde kayma gerilmelerinin yayılışı uniforma yakındır. Kayma etkisine karşı koyan kesit olarak yalnızca perde kesitini almak şartıyla, $X = 1,0 \sim 1,20$ alınması tavsiye edilmektedir.



Şekil.4.8

4.6- Süreklilik Denklemleri

İki veya daha farklı indisli $\delta_{i,k}$ lar sıfır olduğu için, (i) katında süreklilik denklemi şu hale girer:

$$\delta_{i,i} \cdot X_{i-1} + \delta_{i,i} \cdot X_i + \delta_{i,i+1} \cdot X_{i+1} + \delta_{i,o} = 0 \quad (4.27)$$

n katında, $X_{n+1} = 0$ olduğu için:

$$\delta_{n,n-1} \cdot X_{n-1} + \delta_{n,n} \cdot X_n + \delta_{n,o} = 0 \quad (4.28)$$

benzer şekilde perde tabanı için:

$$\delta_{1,1} \cdot X_1 + \delta_{1,2} \cdot X_2 + \delta_{1,0} = 0 \quad (4.29)$$

Bilinmeyenlerin sayısı katların sayısı kadardır. Birinci ve sonuncu katlar için yazılan denklemlerde iki bilinmeyen, diğer katlar için üç bilinmeyen bulunmaktadır. Yani denklem takımının katsayılar matrisi asal köşegene göre simetrik bir bant matristir. Her iki tarafta ortak (12E) çarpanını atarak kapalı olarak yazılırsa

$$(\delta) \cdot \{X\} = \{-\delta_{i,0}\} \quad (4.30)$$

$$\begin{bmatrix} \delta_{11} & \delta_{12} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ \delta_{21} & \delta_{22} & \delta_{23} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \delta_{32} & \delta_{33} & \delta_{34} & 0 & 0 & . & . \\ 0 & 0 & . & . & . & 0 & 0 & 0 \\ . & 0 & 0 & \delta_{i,i-1} & \delta_{ii} & \delta_{i,i+1} & 0 & 0 \\ . & . & 0 & 0 & . & . & . & 0 \\ . & . & . & 0 & 0 & \delta_{n-1,n-2} & \delta_{n-1,n-1} & \delta_{n-1,n} \\ 0 & . & . & . & 0 & 0 & \delta_{n,n-1} & \delta_{nn} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X_1 \\ X_2 \\ X_3 \\ . \\ X_i \\ . \\ X_{n-1} \\ X_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -\delta_{1,0} \\ -\delta_{2,0} \\ -\delta_{3,0} \\ . \\ -\delta_{i,0} \\ . \\ -\delta_{n-1,0} \\ -\delta_{n,0} \end{bmatrix} \quad (4.31)$$

Süreklilik denklemi, 7. Bölüm'de verilmiş band matris programı ile rahatlıkla çözülebilir.

Oluşan matrisin asal köşegenlerini (u_i) asal köşegene paralel vektörün elemanlarını ise (V_i) ile gösterirsek

$$\begin{bmatrix} U_1 & V_1 & 0 & 0 & . & . & . & 0 \\ 0 & U_2 & V_2 & 0 & 0 & . & . & . \\ 0 & 0 & 0 & . & 0 & 0 & . & . \\ . & . & 0 & . & . & 0 & 0 & . \\ . & . & 0 & 0 & U_i & V_i & 0 & 0 \\ . & . & . & 0 & 0 & . & . & 0 \\ . & . & . & . & 0 & 0 & U_{n-1} & V_{n-1} \\ 0 & . & . & . & . & 0 & 0 & U_n \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X_1 \\ X_2 \\ . \\ . \\ X_i \\ . \\ X_{n-1} \\ X_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} Y_1 \\ Y_2 \\ . \\ . \\ Y_i \\ . \\ Y_{n-1} \\ Y_n \end{bmatrix} \quad (4.31')$$

$$\begin{aligned} U_n \cdot X_n &= y_n & X_n &= \frac{y_n}{U_n} \\ \dots & & \dots & \end{aligned} \quad (4.32)$$

$$U_i \cdot X_i + V_i \cdot X_{i+1} = y_i \quad X_i = \frac{y_i - V_i \cdot X_{i+1}}{U_i}$$

$$\dots \quad \dots \\
 U_1 \cdot X_1 + V_1 \cdot X_2 = y_1 \quad X_1 = \frac{y_1 - V_1 \cdot X_2}{U_1}$$

Böylece her katta, perdelere gelen toplam X_i momentleri bulunduktan sonra, perdelere ve çerçevelere gelen kesme kuvvetleri hesaplanır. Seçilen izostatik esas sistemde, dış kuvvetler, doğrudan doğruya, yaylarla temsil edilen çerçevelere etki ettiğinden, bir katta çerçevelere gelen toplam kesme kuvveti

$$T_{\zeta,i} = T_i + \frac{X_i - X_{i+1}}{h_i}$$

Perdelere gelen toplam kesme kuvveti ise:

$$T_{p,i} = T_i - T_{\zeta,i} = T_i - T_i - \frac{X_i - X_{i+1}}{h_i} = \frac{X_{i+1} - X_i}{h_i}$$

kolaylık açısından, kesme kuvvetlerini

$$T_{p,i} = \frac{X_{i+1} - X_i}{h_i}$$

(4.33)

$$T_{\zeta,i} = T_i - T_{p,i}$$

ifadeleri ile hesaplamak daha uygun olmaktadır.

Her katta perdelere gelen toplam X_i momentleri ve $T_{p,i}$ kesme kuvvetleri, perdeler arasında R değerleri oranında dağıtılır.

$$M_{p(i,j)} = X_i \cdot \frac{R_{ij}}{R_i} \quad (4.34)$$

Aynı şekilde bir kattaki çerçevelere gelen toplam $T_{\zeta,i}$ kesme kuvveti, o kattaki kolonlara D değerleri oranında dağıtılır.

$$T_{i,j} = T_{\zeta,i} \cdot \frac{D_{ij}}{D_i} \quad (4.35)$$

Kolonlarda alt ve üst uç momentlerin ve giriş momentlerinin hesabı bölüm (2.2) de verilmiştir.

Yatay kuvvetlerin burulma etkisi meydana getirmesi durumunda Bölüm 2 deki ifadelerde D_{ij} değerleri yerine elemanların kesme kuvvetlerini, ΣD değerleri yerinede T_i kat kesme kuvvetini almak yeterlidir.

SONUÇ

1- Perdelerin davranışı, yalnızca dış yüklere bağlı konsol kirişlerden çok, mesnetlerin karakteristiklerinden büyük ölçüde etkilenen elastik mesnetlere oturan rijitliği büyük ve bir ucu ankastre bir kirişe yakındır.

2- Perde ve kolon boyutları çok dikkatli seçilmeli, aksi halde perde ve çerçeve arasında oluşan karmaşık bağ kuvvetlerinden ötürü, yapının alt katlarında kaçınılmak istenen büyük kolon moment ve kesme kuvvetleri ile, bu kez orta katlarda karşılaşılabılır ki, bu da perdelemenin amacına aykırı olur.

3- Perde mesnetlerinin elastik ankastre olması alt katlarda perde momentlerini büyük ölçüde azaltmaktadır.

4- Perdedeki kayma deformasyonu, alt katlarda etkisini göstermektedir.

5- Hesaplar elastik teoriye uygun olarak yapılmakta ise de, perdelerde kolonları birleştiren kirişlerdeki plastik deformasyonların gözönüne alınması zorunludur.

6- Perdelerde kolonları veya iki perdeyi bağliyan elemanların eğilme rijitliğinin etkisi bölgesel kalmakta, buna karşılık, perde momentlerini önemli miktarda azaltmaktadır.

5- MUSTAFA ZORBOZAN'A GÖRE ORTOGONAL OLMAYAN TAŞIYICI SİSTEMLERDEN OLUŞAN ÇOK KATLI YAPILARIN YATAY YÜKLERE GÖRE HESABI İÇİN BİR YÖNTEM

5-1 Kabuller

- 1- Malzeme lineer elastiktir.
- 2- Kat döşemeleri duvarları içinde sonsuz rijittir.
- 3- Yatay yükler kat döşemeleri hizasında etmektedir.
- 4- Perdeler klasik çubuk teorisi uygulanabilmektedir.
- 5- Düşey taşıyıcı elemanların kendi eksenlerine göre burulma rijitlikleri ihmal edilmiştir.
- 6- Perdeleriştirme yeteri derecede küçüktür.

5. BÖLÜM

MUSTAFA ZORBOZAN'A GÖRE ORTOGONAL OLMAYAN TAŞIYICI SİSTEMLERDEN OLUŞAN ÇOK KATLI YAPILARIN YATAY YÜKLERE GÖRE HESABI İÇİN BİR YÖNTEM

Çok katlı bir yapıyı oluşturan düşey taşıyıcılarla, bunların kesitlerine asal eksenlerinden geçen düzlemleri herhangi bir düşey taşıyıcı bütün katlarda birleşen kirişlerin bir ya da birden çok eksenli birleşiminde kullanılarak çözümlenmektedir. Bu durumda yapıyı bütünüyle ele alan kesin yöntemler kullanılmaktadır.

Çok katlı bir yapıyı oluşturan düşey taşıyıcılarla, bunların kesitlerine asal eksenlerinden geçen düzlemleri herhangi bir düşey taşıyıcı bütün katlarda birleşen kirişlerin bir ya da birden çok eksenli birleşiminde kullanılarak çözümlenmektedir. Bu durumda yapıyı bütünüyle ele alan kesin yöntemler kullanılmaktadır.

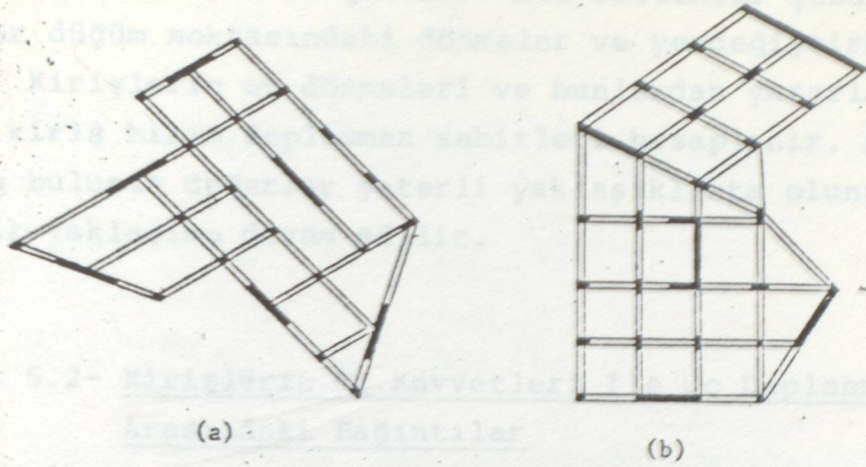
5- MUSTAFA ZORBOZAN'A GÖRE ORTOGONAL OLMAYAN TAŞIYICI SİSTEMLERDEN OLUŞAN ÇOK KATLI YAPILARIN YATAY YÜKLERE GÖRE HESABI İÇİN BİR YÖNTEM

5-1 Kabuller

- 1- Malzeme lineer elastiktir.
- 2- Kat döşemeleri düzlemleri içinde sonsuz rijittir.
- 3- Yatay yükler kat döşemeleri hizasında etkimektedir.
- 4- Perdeler klasik çubuk teorisi uygulanabilmektedir.
- 5- Düşey taşıyıcı elemanların kendi eksenlerine göre burulma rijitlikleri ihmal edilmiştir.
- 6- Yerdeğiştirmeler yeteri derecede küçüktür.
- 7- Düşey taşıyıcılardaki boy değişimleri ihmal edilmiştir.

Matris yöntemlerinin çok katlı yapılara uygulanması bakımından perde ve kolonların arasında bir ayırım olmadığı ve perdelerin bazı doğrultularda rijitliği çok fazla elemanlar olarak hesaba girdiğini belirtmek gerekir. Ancak perdeler perde düzlemi içinde saplanan kirişlerin belirli bölgelerinin sonsuz rijitlikte olduğu kabul edilmektedir. Genel olarak düşey taşıyıcı elemanların kendi eksenlerine göre burulma rijitliklerinin yapı burulma rijitliğine katkıları ihmal edilecek kadar küçük olmaktadır. Yerdeğiştirmelerin yeter derecede küçük olduğu varsayımıyla hesabın I. mertebe teorisine göre yapılabilmesi sağlanmaktadır.

Çok katlı bir yapıyı oluşturan düşey taşıyıcılarla, bunların kesitlerinin asal eksenlerinden geçen düzlemleri herhangi bir düşey taşıyıcıya bütün katlarda birleşen kirişlerin bir ya da birden çoğu söz konusu düzlemlerin dışında iseler, yapıyı doğrudan alt sistemler kullanarak çözmek mümkün değildir. Şekil.5.1. Bu durumda yapıyı bütünüyle ele alan kesin yöntemler kullanılmalıdır.



Şekil.5.1

Bu bölümde açıklanacak olan yöntem deplasman metodunun değişik bir uygulamasıdır. Detaylı bir şekilde alt sistem kullanılarak, çok bilinmeyenli problem çok sayıda az bilinmeyenli probleme, dönüştürülmüş ve bir ardışık yaklaşım metodu uygulanarak birkaç adımda kesin çözüme varma olanağı elde edilmiştir. Özel hal olan ortogonal sistemlerden oluşan yapılar için de rahatlıkla kullanılabilir.

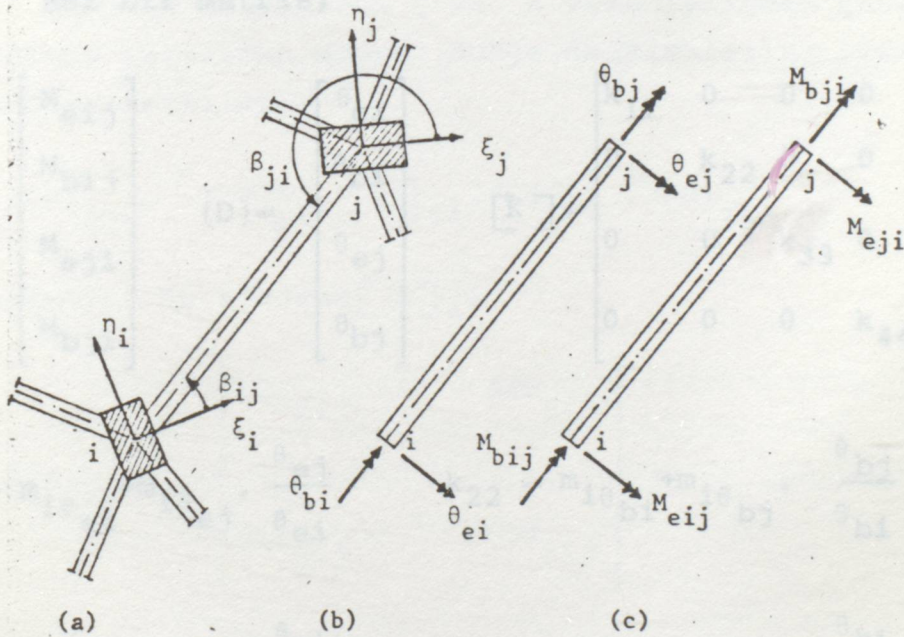
5.1.1- Yöntemin Esası

Yapıyı meydana getiren düşey taşıyıcıların herbiriyle bu düşey taşıyıcılara her katta birleşen kirişlerin bir alt sistem teşkil ettiği kabul edilmektedir. Buna göre yapının bir katında bulunan düşey taşıyıcıların sayısı kadar alt sistem olanağı açıktır. Herbir alt sistem her kat seviyesinde birleşen kirişler aracılığı ile diğer bir alt sisteme bağımlıdır. Bu bağımlılık sadece o uçta oluşacak deplasmanlara bağlı hale getirilmektedir. Yatay yüklerin etkisindeki bir yapıda kirişlerin yaklaşık olarak antimetrik deformasyon yaptığı kabul edilirse oranın bir alınacağı açıktır. Buradan her kirişin birim deplasman sabiti başlangıç değerleri elde edilir. Alt sistemleri oluşturan elemanların birim deplasman matrisleri kullanılarak alt sistemlerin rijitlik matrisleri kurulur ve yatay rijitlik matrisleri hesaplanır. Sonra yapı yatay rijitlik mat-

risleri kurulur sistem çözülür. Alt sistemler çözülerek yapının her düğüm noktasındaki dönmeler ve yerdeğiştirmeler belirlenir. Kirişlerin uç dönmeleri ve bunlardan yararlanılarak yeniden kiriş birim deplasman sabitleri hesaplanır. Ardaşık iki adımda bulunan değerler yeterli yaklaşıklıkta oluncaya kadar ardaşık yaklaşıma devam edilir.

5.2- Kirişlerin Uç Kuvvetleri İle Uç Deplasmanları Arasındaki Bağıntılar

şekildeki ij kirişinde ξ ve η eksenli düşey taşıyıcıların asal eksenleridir. i düğüm noktasında ξ_i eksenine β_{ij} , j düğüm noktasında ξ_j ile β_{ji} ağısını yapmaktadır.



şekil.5.2

şekilde görüldüğü gibi uç kuvvetlerle uç deplasmanlar arasındaki bağıntılar,

$$M_{eij} = m_i \theta_{ei} \cdot \theta_{ei}^{+m_i} \theta_{ej} \cdot \theta_{ej}$$

$$M_{bij} = m_i \theta_{bi} \cdot \theta_{bi}^{+m_i} \theta_{bj} \cdot \theta_{bj}$$

$$M_{eji} = m_j \theta_{ei} \cdot \theta_{ei}^{+m_j} \theta_{ej} \cdot \theta_{ej}$$

$$M_{bji} = m_j \theta_{bi} \cdot \theta_{bi}^{+m_j} \theta_{bj} \cdot \theta_{bj}$$

Herbir uç kuvvet kendi bulunduğu noktadaki ilgili deplasman cinsinden ortak paranteze alınıp matris formunda gösterilirse,

$$\{P\} = [K] \cdot \{D\} \quad (5.2)$$

Her bir matris;

$$\{P\} = \begin{bmatrix} M_{eij} \\ M_{bij} \\ M_{eji} \\ M_{bji} \end{bmatrix} \quad \{D\} = \begin{bmatrix} \theta_{ei} \\ \theta_{bi} \\ \theta_{ej} \\ \theta_{bj} \end{bmatrix} \quad [K] = \begin{bmatrix} k_{11} & 0 & 0 & 0 \\ 0 & k_{22} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & k_{33} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & k_{44} \end{bmatrix}$$

$$k_{11} = m_i \theta_{ei}^{+m_i} \theta_{ej} \cdot \frac{\theta_{ej}}{\theta_{ei}} \quad k_{22} = m_i \theta_{bi}^{+m_i} \theta_{bj} \cdot \frac{\theta_{bj}}{\theta_{bi}} \quad (5.3)$$

$$k_{33} = m_j \theta_{ej}^{+m_j} \theta_{ei} \cdot \frac{\theta_{ei}}{\theta_{ej}} \quad k_{44} = m_j \theta_{bj}^{+m_j} \theta_{bi} \cdot \frac{\theta_{bi}}{\theta_{bj}}$$

şeklinde yazılır. $[K]$ çubuk rijitlik matrisi (5.1) denkleminde yapılan işlemlerle köşegen matris haline getirilmiştir. Kirişin burulma rijitliği ihmal edilecek mertebede ise k_{22} ve k_{44} değerlerini sıfır almak yeterlidir. 5.3 ifadeleri,

$$\{P\} = \begin{bmatrix} \{P\}_i \\ \{P\}_j \end{bmatrix} \quad [K] = \begin{bmatrix} [k]_{ii} & 0 \\ 0 & [k]_{jj} \end{bmatrix} \quad \{D\} = \begin{bmatrix} \{d\}_i \\ \{d\}_j \end{bmatrix} \quad (5.4)$$

şeklinde gösterilir (5.2) eşitliği

$$\{P\}_i = [k]_{ii} \cdot \{d\}_i \quad (5.5)$$

$$\{P\}_j = [k]_{jj} \cdot \{d\}_j$$

olur.

Bu ifadeler kirişin özel koordinat eksenlerine göre yazılmıştır.

i düğüm noktasında ξ ve η eksenlerinden geçen düzlemler içinde yazılacak moment denge denklemlerine kiriş uç kuvvetlerinin katkıları

$$\{P\}_{i\xi\eta} = [T]_i \cdot [k]_{ii} \cdot [T]_i^T \cdot \{d\}_{i\xi\eta} \quad (5.6a)$$

şeklindedir. Bu ifadede $[T]_i$,

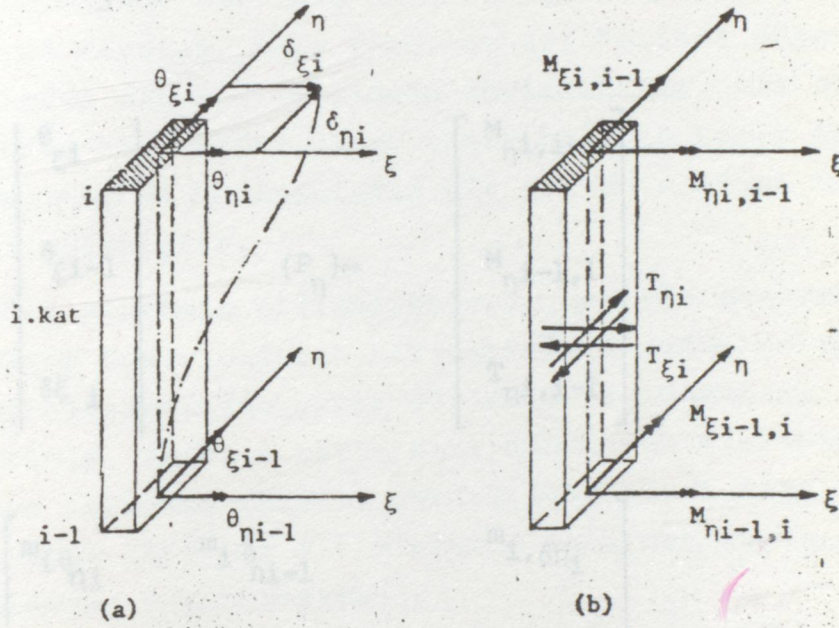
$$[T]_i = \begin{bmatrix} \cos_{\beta ij} & -\sin_{\beta ij} \\ \sin_{\beta ij} & \cos_{\beta ij} \end{bmatrix} \quad (5.6b)$$

bir dönüştürme matrisini göstermektedir. $\{d\}_{i\xi\eta}$, i düğüm noktasındaki ξ ve η eksenleri doğrultusundaki dönmeleri gösteren kolon matris olup

$$\{d\}_{i\xi\eta} = \begin{bmatrix} \theta_{\xi i} \\ \theta_{\eta i} \end{bmatrix} \quad \text{dir.} \quad (5.6c)$$

5.3- Düşey Taşıyıcıların Uç Kuvvetleri İle Uç Deplasmanları Arasındaki Bağıntılar

Bağımsız deplasmanlar ve çubuk uç eğilme momentleri ile kesme kuvvetleri Şekil 5.3 de gösterilmiştir.



Şekil.5.3

Burada düşey taşıyıcıların boy değiştirmeleriyle kendi eksenleri etrafındaki burulma deplasmanları ihmal edilmektedir. Uç kuvvetleri ile uç deplasmanları arasındaki bağıntıları her bir düzlemde ayrı ayrı matris formunda yazılırsa

$$\{P_{\xi}\} = [K_{\xi}] \cdot \{d_{\xi}\} \quad (5.7)$$

$$\{P_{\eta}\} = [K_{\eta}] \cdot \{d_{\eta}\}$$

olur. Herbir matrisin açık ifadesi

$$\{P_{\xi}\} = \begin{bmatrix} M_{\xi i, i-1} \\ M_{\xi i-1, i} \\ T_{\xi i, i-1} \end{bmatrix} \quad [K_{\xi}] = \begin{bmatrix} m_{i, \theta_{\xi i}} & m_{i, \theta_{\xi i-1}} & m_{i, \delta_{\xi i}} \\ m_{i-1, \theta_{\xi i}} & m_{i-1, \theta_{\xi i-1}} & m_{i-1, \delta_{\xi i}} \\ t_{i, \theta_{\xi i}} & t_{i, \theta_{\xi i-1}} & t_{i, \delta_{\xi i}} \end{bmatrix}$$

$$\{d_{\xi}\} = \begin{bmatrix} \theta_{\xi i} \\ \theta_{\xi i-1} \\ \delta_{\xi i} \end{bmatrix} \quad \{P_{\eta}\} = \begin{bmatrix} M_{\eta i, i-1} \\ M_{\eta i-1, i} \\ T_{\eta i, i-1} \end{bmatrix} \quad (5.8)$$

$$[K_{\eta}] = \begin{bmatrix} m_{i, \theta_{\eta i}} & m_{i, \theta_{\eta i-1}} & m_{i, \delta_{\eta i}} \\ m_{i-1, \theta_{\eta i}} & m_{i-1, \theta_{\eta i-1}} & m_{i-1, \delta_{\eta i}} \\ t_{i, \theta_{\eta i}} & t_{i, \theta_{\eta i-1}} & t_{i, \delta_{\eta i}} \end{bmatrix} \quad \{d_{\eta}\} = \begin{bmatrix} \theta_{\eta i} \\ \theta_{\eta i-1} \\ \delta_{\eta i} \end{bmatrix}$$

şeklindedir.

$\{P_{\xi}\}$, $\{P_{\eta}\}$: Düşey taşıyıcı uç kuvvet matrisleri

$[K_{\xi}]$, $[K_{\eta}]$: Asal doğrultulardan geçen düzlemler içindeki düşey taşıyıcı eleman rijitlik matrislerini

$\{d_{\xi}\}$, $\{d_{\eta}\}$: Uç deplasman matrisini gösterir.

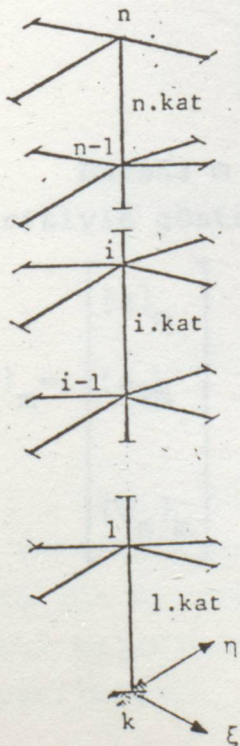
5.4- İdealleştirilmiş Bir Alt Sistemin Rijitlik Matrisi ile Yatay Rijitlik Matrisinin Bulunuşu

5.4.1- Alt Sistem ve Bilinmeyenler

Yapıyı meydana getiren düşey taşıyıcıların herbiri ile bunlara her kat seviyesinde birleşen ve rijitlik matrisleri (5.3) ifadesinde verilmiş olan kirişlerin oluşturduğu sisteme alt sistem diyoruz. Buna göre, en alt kattaki düşey taşıyıcı sayısı kadar alt sistem olduğu söylenebilir. Alt sistemi oluşturan bütün katlardaki düşey taşıyıcıların kesit asal eksenlerinin çakıştığı ve bu eksenlerin alt sistemin eksen takımı olduğu kabul edilmiştir.

Alt sistemin bilinmeyenleri, her kat seviyesinde kirişlerle düşey taşıyıcıların birleştikleri düğüm noktalarının ξ ve η doğrultularından geçen düzlemler içindeki θ_ξ ve θ_η dönmeleriyle, ardaşık katlardaki düğüm noktalarının yine aynı düzlemler içindeki rölatif yerdeğiştirmeleri olan δ_ξ ve δ_η lardır. Buna göre bir alt sistemde yapı kat sayısının dört katı bilinmeyen bulunmamaktadır.

5.4.2- Alt Sistem Rijitlik Matrisleri

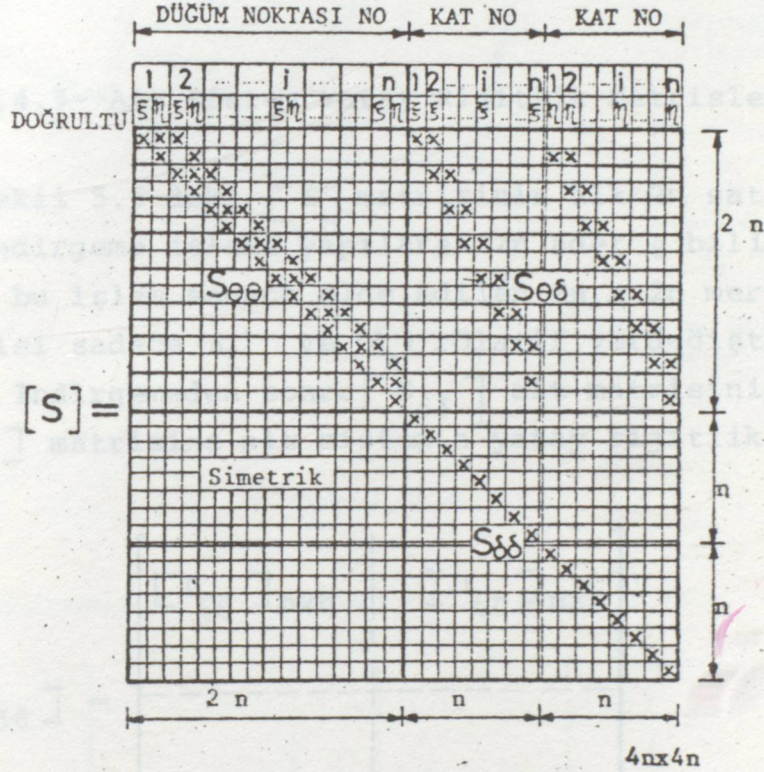


Şekil 5.4 de gösterilen düğüm noktaları hareketli n katlı n düğüm noktalı bir uzay alt sistemin hesabı deplasman metoduyla yapılırken $(4n)$ bilinmeyenli bir denklem takımının kurulması gerekir.

θ bilinmeyenleri kendi aralarında herbir düğüm noktasındaki θ_ξ ve θ_η ard arda olacak şekilde sıralanır. Düğüm noktası rölatif yerdeğiştirmeleri de n adet δ_ξ önce, n adet δ_η sonra gelecek şekilde düzenlenir. Bu durumda $(4n) \cdot (4n)$ mertebeden $[S]$ alt sistem rijitlik matrisi Şekil 5.5 de gösterildiği gibi sıfırdan farklı katsayıları

Şekil.5-4

(X) 'le gösterilmiş adreslerde bulunan özel bir matris olmaktadır. $[S]$ katsayılar matrisi kiriş ve düşey taşıyıcı elemanların eleman rijitlik matrisleriyle oluşturulur. $[S]$, sıfırdan farklı katsayıları sadece Şekil 5.5 de (X) işareti ile belirtilen adreslerde toplanır.



Şekil.5.5

Burada m nolu alt sistemin bilinmeyenleri $\{d\}_m$ kolon matrisiyle gösterilirse

$$\{d\}_m = \begin{bmatrix} \{\theta\}_m \\ \{\delta_\xi\}_m \\ \{\delta_\eta\}_m \end{bmatrix} \quad \{\theta\}_m = \begin{bmatrix} \theta_{\xi 1} \\ \theta_{\eta 1} \\ \theta_{\xi n} \\ \theta_{\eta n} \end{bmatrix} \quad \{\delta_\xi\}_m = \begin{bmatrix} \delta_{\xi 1} \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ \delta_{\xi n} \end{bmatrix} \quad \{\delta_\eta\}_m = \begin{bmatrix} \delta_{\eta 1} \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ \delta_{\eta n} \end{bmatrix} \quad (5.9)$$

$\{\delta_\xi\}_m \{\delta_\eta\}_m$: rölatif yerdeğiştirmelerini gösteren kolon matris

$\{d\}_m$: Kolon matris

$\{\theta\}_m$: Kolondaki düğüm noktası dönmesi

5.4.3- Alt Sistem Yatay Rijitlik Matrisleri

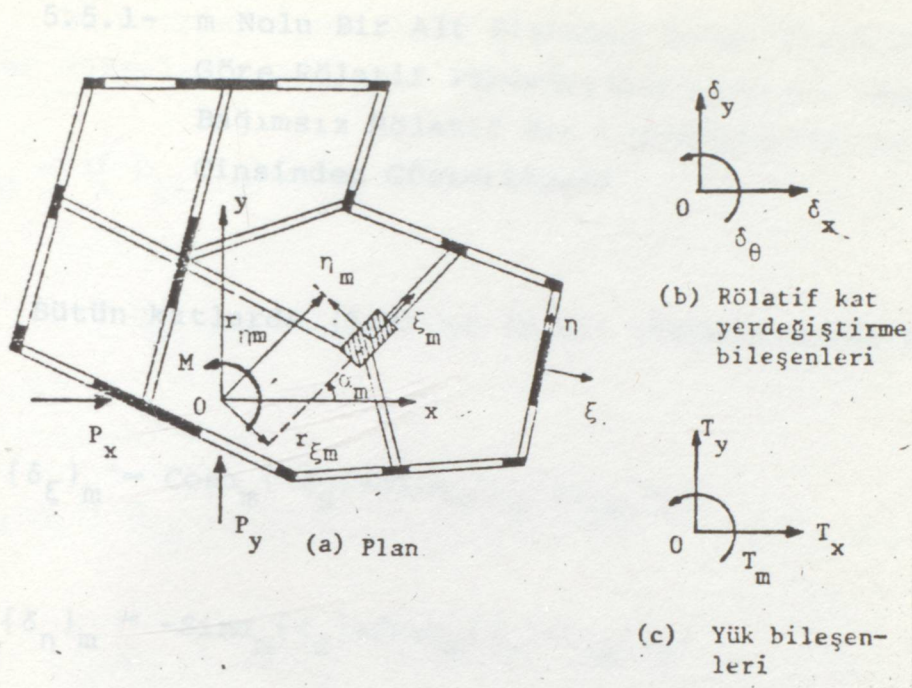
Şekil 5.5 deki $[S]$ matrisinin ilk $2n$ satırında ardaşık olarak indirgeme işlemi yapılarak $2n$ adet θ bilinmiyeni yok edilirse bu işlem sonucu elde edilen $2n \times 2n$ mertebeden rijitlik matrisi sadece $\{\delta_\xi\}$ ve $\{\delta_\eta\}$ rölatif yerdeğiştirmelerine bağılı olur. İndirgemenin sonrasın $[S_{\delta\delta}]$ alt matrisinin yerinde kalan $[\bar{S}_{\delta\delta}]$ matrisine alt sistemin yatay rijitlik matrisi denir.

$$[\bar{S}_{\delta\delta}] = \begin{bmatrix} [D_{\xi\xi}]_{n \times n} & [D_{\xi\eta}]_{n \times n} \\ [D_{\eta\xi}]_{n \times n} & [D_{\eta\eta}]_{n \times n} \end{bmatrix} \quad (5.10)$$

$[D]$ matrisleri alt matrislerdir.

5.5- Çok Katlı Yapıların Hesabı

Ortogonal olmayan taşıyıcı sistemlerden oluşan n katlı bir yapının planı, kat döşemeleri hizasında etkiyen P_x , P_j ve M dış yük bileşenleri ve m nolu alt sistemin eksen takımı ile yerini belirleyen $r_{\xi m}$, $r_{\eta m}$ ve a_m büyüklükleri şekil 5.6a'da gösterilmiştir.



şekil.5.6

Bilinmeyenleri içeren kolon matrisler

$$\{\delta\} = \begin{bmatrix} \{\delta_x\} \\ \{\delta_\theta\} \\ \{\delta_y\} \end{bmatrix} \quad \{\delta_x\} = \begin{bmatrix} \delta_{x1} \\ \delta_{x2} \\ \vdots \\ \delta_{xn} \end{bmatrix} \quad \{\delta_y\} = \begin{bmatrix} \delta_{y1} \\ \delta_{y2} \\ \vdots \\ \delta_{yn} \end{bmatrix} \quad \{\delta_\theta\} = \begin{bmatrix} \delta_{\theta 1} \\ \delta_{\theta 2} \\ \vdots \\ \delta_{\theta n} \end{bmatrix} \quad (5.11)$$

dir. Burada

$\{\delta_x\}$: Kolon matrisi yapının ortak eksen takımına g¼re x eksenini doğrultusundaki bağımsız rölative kat yerdeğiştirmelerini

$\{\delta_y\}$: y eksen doğrultusundaki bağımsız rölative kat yerdeğiştirmelerini

$\{\delta_\theta\}$: Katların rölative d¼nmelerini g¼steren kolon matrislerdir.

5.5.1- m Nolu Bir Alt Sistemin Kendi Eksen Takımına Göre Rölatif Yerdeğiştirmelerinin Yapının Bağımsız Rölatif Kat Yerdeğiştirme Bileşenleri Cinsinden Gösterilmesi

Bütün katlarda (5.9) ve (5.11) ifadelerinden yararlanılarak

$$\{\delta_{\xi}\}_m = \text{Cos}\alpha_m \{\delta_x\} + \text{Sin}\alpha_m \{\delta_y\} + r_{\xi m} \{\delta_{\theta}\} \quad (5.12)$$

$$\{\delta_{\eta}\}_m = -\text{Sin}\alpha_m \{\delta_x\} + \text{Cos}\alpha_m \{\delta_y\} + r_{\eta m} \{\delta_{\theta}\}$$

şeklinde yazılabilir. Bu ifadelere "alt sistemin rölatif yerdeğiştirme matrisleri" denir.

5.5.2- m Nolu Alt Sistemin Düşey Taşıyıcılarındaki Kesme Kuvvetlerinin Hesabı

$T_{\xi i}^m$ ve $T_{\eta i}^m$; m nolu alt sistemin i nolu katındaki düşey taşıyıcıya ait sırasıyla ξ_m ve η_m eksenleri doğrultusundaki kesme kuvvetidir.

$$\{T_{\xi}\}_m = \begin{bmatrix} T_{\xi 1} \\ T_{\xi 2} \\ \vdots \\ T_{\xi n} \end{bmatrix}_m \quad \{T_{\eta}\}_m = \begin{bmatrix} T_{\eta 1} \\ T_{\eta 2} \\ \vdots \\ T_{\eta n} \end{bmatrix}_m \quad (5.13)$$

Bu matrislerin, (5.10) ve (5.12) denklemlerindeki matrisler düzenlenirse

$$\{T_{\xi}\}_m = ([D_{\xi\xi}]_m \cdot \cos\alpha_m - [D_{\xi\eta}]_m \cdot \sin\alpha_m) \cdot \{\delta_x\} + ([D_{\xi\xi}]_m \cdot \sin\alpha_m + [D_{\xi\eta}]_m \cdot \cos\alpha_m) \cdot \{\delta_y\} + ([D_{\xi\xi}]_m r_{\xi m} + [D_{\xi\eta}]_m \cdot r_{\eta m}) \cdot \{\delta_{\theta}\} \quad (5.14)$$

$$\{T_{\eta}\}_m = ([D_{\eta\xi}]_m \cdot \cos\alpha_m - [D_{\eta\eta}]_m \cdot \sin\alpha_m) \cdot \{\delta_x\} + ([D_{\eta\xi}]_m \cdot \sin\alpha_m + [D_{\eta\eta}]_m \cdot \cos\alpha_m) \cdot \{\delta_y\} + ([D_{\eta\xi}]_m r_{\xi m} + [D_{\eta\eta}]_m \cdot r_{\eta m}) \cdot \{\delta_{\theta}\}$$

denklemleri elde edilir.

5.5.3- Yapının Ortak Eksen Takımına Göre Denge Denklemleri

Bilinmeyenlerin belirlenmesinde kullanılacak denklemler her kat için yazılacak x ve y eksenleri doğrultusundaki izdüşüm denge denklemleri ile moment denge denklemleridir.

- X Eksenine Doğrultusundaki Denge Denklemleri

i. katın üstünde kalan dış yüklerin X eksenine üzerindeki izdüşümleri toplamı

$$T_{xi} = - \sum_{j=i}^n P_{xj} \quad \text{dir.} \quad (5.17)$$

Her kat için ayrı ayrı elde edilen T_{xi} lerin alt alta yazılmasıyla $\{T_x\}$ kolon matrisi bulunur. Yapının x eksenini doğrultusundaki izdüşüm denge denklemlerini toplu olarak

$$\sum_m \{T_\xi\}_m \cdot \cos\alpha_m - \sum_m \{T_\eta\}_m \cdot \sin\alpha_m + \{T_x\} = 0 \quad (5.15)$$

denklemleri ile gösterilir. Bu denklem (5.14) denklemleriyle tekrar düzenlenebilir.

- y Eksenini Doğrultusundaki Denge Denklemleri

y eksenini doğrultusundaki izdüşüm denge denklemleri x eksenini doğrultusundakine benzer şekilde elde edilir.

$$\sum_m \{T_\xi\}_m \cdot \sin\alpha_m + \sum_m \{T_\eta\}_m \cdot \cos\alpha_m + \{T_y\} = 0 \quad (5.16)$$

Bu ifade (5.14) denklemleriyle tekrar düzenlenebilir.

- Moment Denge Denklemleri

i katın üstünde kalan dış yüklerin 0 noktasından geçen düşey eksene göre saat akrebinin tersi yönündeki momentler toplamı

$$T_{Mi} = - \sum_{j=i}^n M_j$$

olmak üzere dış yüklerin bütün katlardan moment denge denklemlerine katkıları $\{T_M\}$ ile gösterilirse

$$\sum_m \{T_\xi\}_m \cdot r_{\xi m} + \sum_m \{T_\eta\}_m \cdot r_{\eta m} + \{T_M\} = 0 \quad (5.17)$$

moment denge denklemleri yazılır. Bu ifade (5.14) denklemleriyle düzenlenebilir.

lineer denklem takımının çözümlenmesi gerekir.

- Yapı Yatay Rijitlik Matrisi

$\{ \theta \}_m$: $[S]$ matrisinin her satır kısmındaki $(2n \times 2n)$ mertebeli

(5.11) ifadeleri dikkate alınarak

$$[R] \cdot \{ \delta \} + \{ R_0 \} = 0 \quad (5.18)$$

şeklinde yazılabilir. $[R]$ matrisi $(n \times n)$ mertebeden alt matrislerle ifade edilebilir.

$$[R] = \begin{bmatrix} [R_{xx}] [R_{x\theta}] [R_{xy}] \\ \dots \dots \dots \\ [R_{\theta x}] [R_{\theta\theta}] [R_{\theta y}] \\ \dots \dots \dots \\ [R_{yx}] [R_{y\theta}] [R_{yy}] \end{bmatrix} \quad (5.19)$$

Burada alt matrisler simetrik şekilde oluşturulur.

$\{ R_0 \}$: Yapı yükleme matrisidir.

$$\{ R_0 \} = \begin{bmatrix} \{ T_x \} \\ \{ T_M \} \\ \{ T_y \} \end{bmatrix} \quad (5.20)$$

- Alt Sistemin Bilinmeyenlerinin hesabı

$\{ \theta \}_m$ dönmelerinin hesaplanabilmesi için

$$[S_{\theta\theta}]_m \{ \theta \}_m + \{ S_o \}_m = 0 \quad (5.21)$$

lineer denklem takımının çözülmesi gerekir.

$[S_{\theta\theta}]_m$: $[S]$ matrisinin sol üst köşesindeki $(2n \times 2n)$ mertebeden kare matristir.

$$\{ S_o \}_m = [S_{\theta\delta}]_m \begin{bmatrix} \{ \delta_\xi \}_m \\ \{ \delta_\eta \}_m \end{bmatrix} \quad (5.22)$$

$[S_{\theta\delta}]_m$: $[S]$ matrisinin sağ üst köşesindeki $(2n \times 2n)$ mertebeden kare matris.

(5.21) denkleminde $\{ \theta \}_m$ dönmeleri hesaplanabilir. Bu denklem yerine

$$[\bar{S}_{\theta\theta}]_m \cdot \{ \theta \}_m + \{ \bar{S}_o \}_m = 0 \quad (5.23)$$

indirgenmiş matrisler kullanılması daha uygundur.

$$\{ \bar{S}_o \}_m = [\bar{S}_{\theta\delta}]_m \cdot \begin{bmatrix} \{ \delta_\xi \}_m \\ \{ \delta_\eta \}_m \end{bmatrix} \quad (5.24)$$

şeklinde hesaplanır. Ardaşık yaklaşımın her adımında tüm alt sistemler için tekrarlanması gereken $\{ \theta \}_m$ bilinmeyenlerinin hesabı bu yolla önemli ölçüde kısaltılmış olur.

5.6- Hesapta İzlenen Yol

1- Alt sistem Yatay Rijitlik Matrisleri

Bu aşamada her alt sistem için $[S]$ katsayılar matrisi açıklandıği gibi kurulur. İndirgeme yöntemi ile $[\bar{S}_{\delta\delta}]$ yatay rijitlik matrisleri elde edilir.

2- Yapı Yatay Rijitlik Matrisleri

Her bir alt sistem için 1. aşamada elde edilmiş olan ve (5.10) denkleminde gösterilen matrisler kullanılarak (5.19) matrisi ile $[R]$ yapı yatay rijitlik matrisi elde edilir. $\{R_0\}$ sabitler kolon matris oluşturulur. (5.18) denklemi çözülerek $\{\delta\}$ rölatif kat yerdeğiştirmeleri hesaplanır.

3- Ardaşık Yaklaşım

Başlangıçta, kesin olmayan matrisler kullanılarak ilk çözüm yapılır ve yapıyı meydana getiren tüm alt sistemlerin düğüm noktası dönmeleri (5.23) denkleminle hesap edilir. Bu dönmelerden yararlanılarak her girişin uç dönmeleri

$$\{d\}_i = [T]_i^T \cdot \{d\}_{i\xi\eta}$$

bulunan giriş uç dönmeleri oranları kullanılarak yeniden giriş birim deplasman sabitleri hesaplanır. 1. ve 2. aşamada anlatılan işlemler tekrarlanarak yeniden çözümler yapılır. Ardaşık iki adımda hesaplanan bilinmeyenler birbirine yeteri derecede yakın oluncaya kadar hesaplar tekrarlanır.

4- Kirişlerin ve Düşey Taşıyıcıların Uç Kuvvetleri

Yapıdaki tüm düğüm noktalarının dönme ve rölatif yerde-
ğiştirilemeleri olarak en son adımda bulunanlar kullanılarak,
kirişler için

$$\{P\}_i = [k]_{ii} \cdot [T]_i^T \cdot \{d\}_{i\xi\eta} \quad (5.21)$$

düşey taşıyıcılar için (5.7) denklemleri ile bütün elemanla-
rın uç kuvvetleri hesaplanabilir.

SONUÇLAR

1- Hesaplarda oluşan hatalar, kiriş birim deplasman sabitleri-
nin içinde bulunan, kirişin iki ucundaki dönmelerin oranları-
nın hesaba başlarken gerçeğe uygun seçilmemesinden kaynaklan-
maktadır.

2- Yapıların deformasyon durumları yapıyı meydana getiren ele-
manların rijitliklerine, yapı içindeki konumlarına, yapıya
kat seviyelerinde etkiyen dış yüklerin şiddeti ve etkime nok-
talarına bağlı olduğundan, ardaşık yaklaşım sayısının ve her
adımdaki hatanın yapıdan yapıya farklı çıkması beklenmelidir.

3- Deprem ve rüzgar yüklerinin değişkenliği ve belirsizliği
gözönünde tutulacak olursa, bu yöntemle daha ilk adımda bulu-
nan kesit tesirlerinin uygulamada kullanılabileceği söylenebi-
lir.

4- Çözüm süresinin ardaşık yaklaşımdaki adım sayısına bağlı
olarak değişeceği görülür,

5- Ardaşık yaklaşım sayesinde, düşey taşıyıcılardaki boy değiş-
melerinden meydana gelen etkilerin de hesaba katılmasının ko-

lay olacağı görülebilir.

Bu yöntemde bilgisayar kullanılması zorunludur aksi takdirde çok zaman alacağı söylenebilir.

6. BÖLÜM

SIRACETTİN BİLYAP'A GÖRE ÇOK KATLI
YAPILARDA DİFERANSİYEL YÖNTEM İLE PERDE-ÇERÇİVE
SİSTEMLERİNİN YATAY YÜKLERE GÖRE HAYATI

6- SIRACETTİN BİLYAP'A GÖRE
DİFERANSİYEL YÖNTEM İLE PERDE-ÇERÇEVE
SİSTEMLERİNİN YATAY YÜKLERE GÖRE

Bu çalışmada, çok katlı yapıların yatay yükler altında
iç kuvvetlerin hesaplanması için diferansiyel yöntem kullanılmış ve yatay yüklerin etkisiyle oluşan kuvvetlerin farkları hesaplanmıştır.

6.1

6. BÖLÜM

SIRACETTİN BİLYAP'A GÖRE ÇOK KATLI
YAPILARDA DİFERANSİYEL YÖNTEM İLE PERDE-ÇERÇEVE
SİSTEMLERİNİN YATAY YÜKLERE GÖRE HESABI

6.1

Çok katlı yapıların yatay yükler altında hesaplanması için diferansiyel yöntem kullanılmış ve yatay yüklerin etkisiyle oluşan kuvvetlerin farkları hesaplanmıştır. Çok katlı yapılar, yatay yükler altında, bir çerçeve olarak ele alınabilir. Yatay yüklerin etkisiyle oluşan kuvvetlerin farkları hesaplanmıştır.

(a)

6- SİRACETTİN BİLYAP'A GÖRE ÇOK KATLI YAPILARDA
DİFERANSİYEL YÖNTEM İLE PERDE-ÇERÇEVE SİSTEMLERİNİN
YATAY YÜKLERE GÖRE HESABI

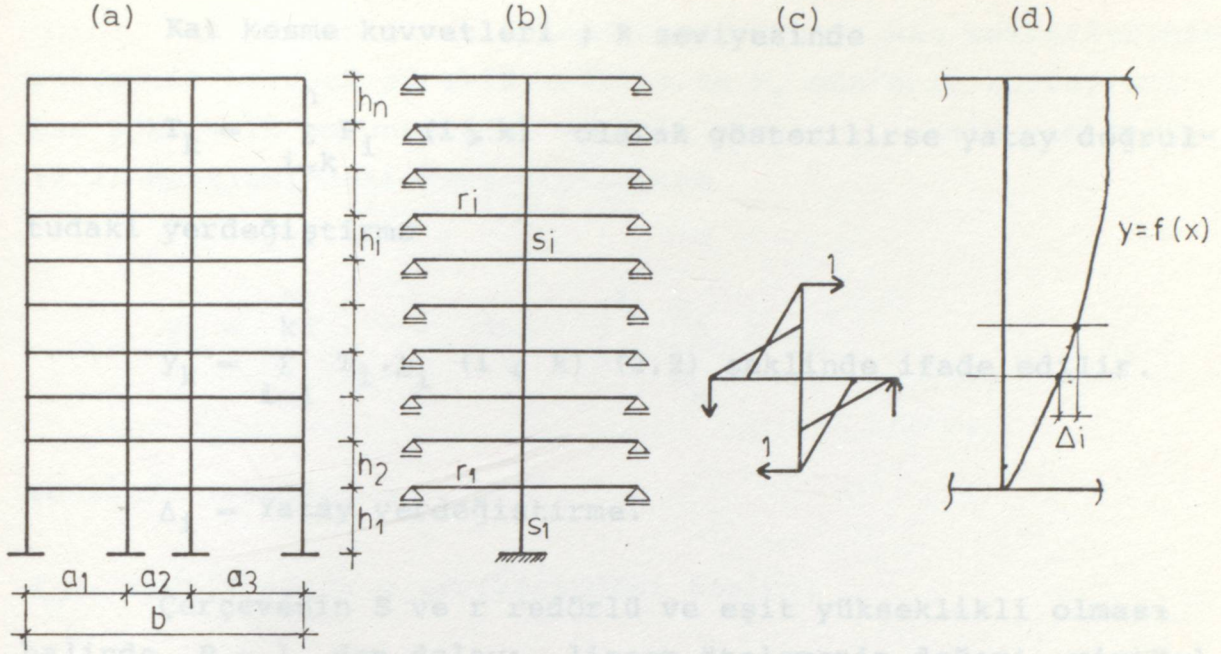
Bu çalışmada, yatay kuvvetler etkisinde perde-çerçeve iç kuvvetlerin hesabına ait esas diferansiyel denklemi ele alınmış ve yaklaşık bir hesap yöntemi geliştirilerek iç kuvvetlerin fonksiyonları çıkarılmıştır.

6.1- Yöntemin Kabulleri

- a- Perdelerde klasik kiriş teorisi geçerlidir.
- b- Sistem burulmasızdır.
- c- Malzeme lineer elastiktir.
- d- Kiriş, kolon, perde boyutları ve kat yüksekliği yapı yüksekliğince sabittir.
- e- Kat döşemeleri düzlemleri içinde sonsuz rijittir.
- f- Düşüm noktalarına uygulanan münferit kuvvetler yapı yüksekliğince yayılıdır.
- g- Kat seviyelerinde yatay yer değiştirmeler eşit olduğundan $y = f(x)$ elastik eğrisi düzlemler için aynıdır.

6.2- Hesap Şeması ve Esas Bağıntılar

Çok katlı ve çok açıklıklı çerçevelerden oluşan betonarme karkas bir yapının hesap şeması çok katlı bir çerçeve olarak ele alınmaktadır. Bu çerçevenin kolon ve kiriş rijitlikle-



Şekil.6.1

r_i , yapının bütün katlardaki ilgili rijitliklerin toplamından ibarettir. Yatay yer değiştirmelerin hesabında; bir çerçevenin aynı kattaki düğüm noktalarındaki dönmeler eşit kabul edilebilecektir. (Şekil.6.1a-b)

S_i : Bir katın kolon redörlerinin toplamı

r_i : Bir katın kiriş rijitliklerinin toplamının ortalama l_r açıklığına oranı veya kat kiriş redörlerinin toplamıdır.

h_i : Kat yüksekliği

n : Kat adedidir.

Yatay kuvvetlerin kat seviyelerinde etkimeleri halinde çok katlı çerçevelerdeki yerdeğiştirmeler

$$Y_k = \delta_{k1} \cdot P_1 + \delta_{k2} \cdot P_2 + \dots + \delta_{kn} \cdot P_n \quad (2,1) \text{ bağıntısından hesaplanır.}$$

Kat kesme kuvvetleri ; k seviyesinde kat kuvvetlerinin yükseklik boyunca sürekli yayılır ve P_i münferit kuvvetlerinin ise yükseklik boyunca $T_k = \sum_{i=k}^n P_i$ ($i \geq k$) olarak gösterilirse yatay doğrul-

(2.2) denklemindeki yerdeğiştirme

$$y_k = \sum_{i=1}^k T_i \cdot \Delta_i \quad (i \leq k) \quad (2,2) \text{ şeklinde ifade edilir.}$$

Δ_i = Yatay yerdeğiştirme.

Çerçevenin S ve r redörlü ve eşit yükseklikli olması halinde $P = 1$ den dolayı lineer ötelemenin değeri, virtüel iş denklemi ile

$$\Delta = \int \frac{\bar{M}^2 \cdot dx}{D} = \frac{h^2}{12} \left(\frac{1}{S} + \frac{1}{r} \right) \quad (2,3) \text{ olarak yazılır.}$$

Çerçevenin kayma rijitliği K_S ile gösterilirse, kat kesme kuvvetinin T_k olması halinde

$$\Delta_k = \frac{h^2}{12} \left(\frac{1}{S} + \frac{1}{r} \right) \cdot T_k \quad (2.4) \text{ yazılırsa ve kat ucla-}$$

rını birleştiren eğrinin eğimi:

$$\frac{\Delta k}{h} = \frac{h}{12} \left(\frac{1}{S} + \frac{1}{r} \right) T_k = \frac{T}{12} = \frac{T}{K_S} \quad (2.5)$$

K_S : Çerçevenin kayma rijitliğidir.

normal Kat adedinin $n \geq 6$ olması durumunda kat kuvvetlerinin yükseklik boyunca sürekli yayılı; ve P_i münferit kuvvetlerinin ise yükseklik boyunca $P(x)$ sürekli olmaları kabulü yapılırsa (2.2) denklemindeki yerdeğiştirmesi

$$y_k = \int_0^x T_0 \cdot \frac{\Delta}{h} \cdot dx = \int_0^x \frac{T_0}{K_S} \cdot dx \quad (2.6)$$

şeklinde yazılır.

T_0 : Yayılı yükün x seviyesindeki toplamı

X : Çerçevenin yatay bir kesitin koordinatıdır.

(2.6) ifadesinde türevler alınır

$$K_S \cdot y' = T_0 \quad (2.7)$$

$$K_S \cdot y'' = -p(x) \quad (2.8)$$

olur.

Yerdeğiştirmenin birinci türevi kesme kuvveti ile, ikinci türevi (eğriliği) ise yayılı yük ile orantılıdır.

Çerçevede kolonların rijitliği kirişlerinkine göre oldukça fazla olması durumunda, çerçevenin eğilme konumunda önemli bir değişiklik görülür. Bu durumda kat kolonlarının $D = \sum D_j$ toplam eğilme rijitliğine bağlı olan D_y kesme kuvvetinin etkisi önem kazanmaktadır.

Çerçevelerin kenar kolonlarındaki normal kuvvet etkisinden oluşan kısalma ve uzamaların da çerçevenin eğilmesi üzerinde etkisi bulunmaktadır. Bu durumda kenar kolonlarının arasındaki uzaklığı manivelâ kolu olacak ve bu konuma karşılık olan eğilme rijitliği D_0 ile gösterilecektir. İç kolonların

normal kuvvetleri ihmal edilmektedir. Bu son çerçevenin eğilmesinde dönme açısının ilave değeri

$$\phi_0 = \int_0^x \frac{M \bar{M} dx}{D_0} = \frac{b}{D_0} \int_0^x N dx \quad (2.9)$$

Kenar kolonlardaki normal kuvvetlerin dikkate alınması halinde (2.7) bağıntısındaki kesme kuvveti ifadesi

$$K_S (y' + \frac{b}{D_0} \int_0^x N dx) = T_0 \quad (2.10)$$

En genel halde $D_{y''''}$ kesme kuvveti de alınması durumunda, çerçevenin yatay bir kesitindeki kesme kuvvetleri ile ilgili denge şartının denklemi

$$-Dy'''' + K_S \cdot y' + \frac{K_S \cdot b}{D_0} \int_0^x N dx = T_0 \quad (2.11)$$

şeklinde alınır.

N kuvvetinin değeri, aynı yatay kesitte moment denge şartının yardımı ile yazılır.

$$N = \frac{M_0 - M}{b} = \frac{M_0 + D y''}{b}$$

$M_0 = x$ seviyesindeki dış yüklemenin momenti

$M = -Dy''$ çerçeve kolonlarının toplam eğilme momenti

N nin değeri 2.11 denkleminde götürülür ve x'e göre türevi alınırsa çerçevenin eğilmesine ait denklem

$$D_y \text{IV} - K_s \left(1 + \frac{D}{D_o}\right) \cdot y'' - \frac{K_s}{D_o} \cdot M_o \cdot p(x) = 0 \quad (2.12)$$

D_y yerine w yazılırsa

$$v^2 \cdot w \text{IV} - w \text{II} - \frac{k^2 - 1}{k^2} \cdot M_o \cdot v^2 \cdot p(x) = 0 \quad (2.13)$$

şeklini alır.

$$v = \sqrt{\frac{D}{K_s \cdot k^2}} \quad k^2 = 1 + \frac{D}{D_o} \quad \text{dır.} \quad (2.14)$$

(2.13) denklemi problemin genel diferansiyel denklemi-
dir. Bu denklem ile çerçevesel ve perdeli çerçeve sistemleri
çözömlenecektir.

$$\text{Denklemin çözümü:} \quad w = C_1 + C_2 x + C_3 \cdot \text{Ch} \frac{x}{v} + C_4 \cdot \text{Sh} \frac{x}{v} + C_o \quad (2.15)$$

C_i : Sınır şartlarından bulunacak integral sabitleri

C_o : Yükleme durumuna bağlı özel çözümdür.

Rijitlik perdesi bulunmayan çerçeveler için (2.12) ba-
ğıntısındaki birinci terim ihmal edilir.

$$K_s \cdot y'' + \frac{K_s}{D_o} \cdot M_o \cdot p(x) = 0 \quad (2.16)$$

$$D = 0 \rightarrow k^2 = 1 \quad \lambda = \frac{H}{v} = \frac{H}{\sqrt{\frac{D}{K_s \cdot k^2}}} \quad H: \text{Yapı yüksekliği}$$

$$k^2 = 1 \text{ için } \lambda_p = H \sqrt{\frac{K_s}{D_o}} \quad \text{yardımcı terimlerdir.} \quad (2.16')$$

$\lambda_p < 0.7$ halinde kenar kolon aksenal kuvvetlerinin etkisi ihmal edilebilir ve $k^2 = 1$ alınır.

Kenar kolonlarının toplam alanları F_ℓ ve F_r ile gösterilir. Sol kesit alanının eksenine ile, kesit alanlarının ağırlık merkezi arasındaki uzaklık z_o ise

$$z_o = \frac{F_r \cdot b}{F_\ell + F_r} = \frac{b}{1 + \frac{F_\ell}{F_r}} \quad (2.17)$$

Yatay kesitin atalet momenti

$$I_o = F_\ell \cdot z_o^2 + F_r \cdot (b - z_o)^2 = \frac{F_\ell \cdot b^2}{1 + \frac{F_\ell}{F_r}} \quad (2.18)$$

Çerçevenin eğilme rijitliği:

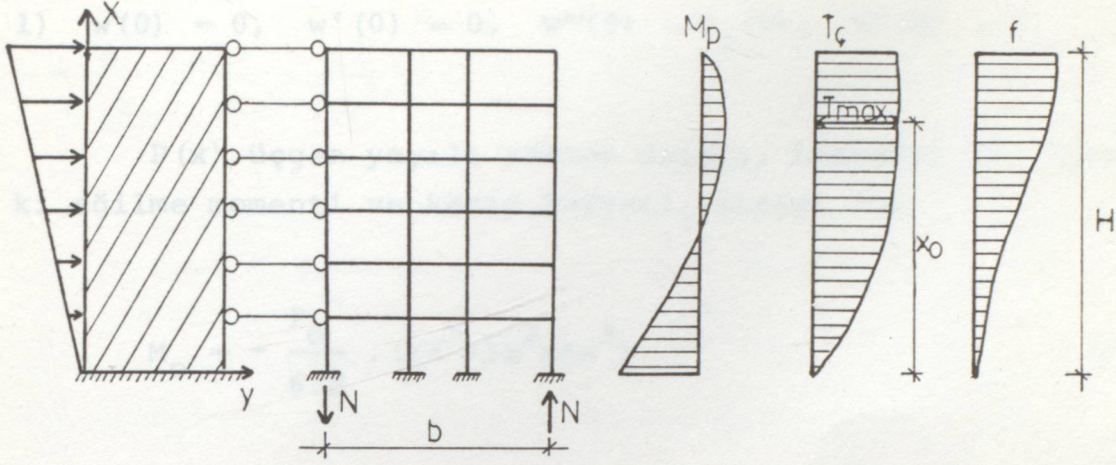
$$D_o = \frac{E_b \cdot F_\ell \cdot b^2}{1 + \frac{F_\ell}{F_r}} \quad (2.19)$$

olup kesitlerin eşitliği halinde $F_\ell = F_r = F$ için

$$D_o = \frac{E_b \cdot F \cdot b^2}{2} \quad \text{olur.} \quad (2.20)$$

D_o rijitliği, kolonların $E_b F$ aksensel rijitliğine bağlıdır.

6.3- Perdeli Çerçevesler



Şekil.6.2

Şekilde görülen farklı düzlemlerde bulunan çerçeveler ve dolu gövdeli perdeler gözönüne alınsın. Mafsallı çubuklar döşemelerin fonksiyonunu ifade etmektedir.

Yükleme durumu üçgen yayılı olarak seçilmiştir. D rijitliği perdenin eğilme rijitliği alınmakta, çerçeve kolonlarının kiler ihmal edilmektedir.

Problemin diferansiyel denklemi (2.13) denklemi olmakta veya

$$v^2 \cdot w^{IV} - w'' = \frac{k^2 - 1}{k^2} \cdot M_0^+ v^2 \cdot p(x) \quad (3.1)$$

olarak yazılır.

Homogen Çözüm:

$$W_h = C_1 + C_2 x + C_3 \cdot \text{Ch} \frac{x}{v} + C_4 \cdot \text{Sh} \frac{x}{v} \quad \text{dır.} \quad (3.2)$$

Sınır Şartları:

$$1) \quad w(0) = 0, \quad w'(0) = 0, \quad w'''(0) = T_0(0), \quad w''(H) = 0$$

$P(x)$ üçgen yayılı yükten dolayı, herhangi bir kesitteki eğilme momenti ve kesme kuvveti, sırası ile

$$M_0 = -\frac{P_0}{6.H} \cdot (2H^3 - 3H^2x + x^3) \quad (3.3)$$

$$T_0 = \frac{P_0 \cdot H}{2} \left[1 - \left(\frac{x}{H} \right)^2 \right] \quad (3.4)$$

Bu şartlar altında (3.1) denkleminin özel çözümü:

$$W_0 = -\frac{P_0 \cdot v^2}{6.k^2 H} \cdot x^3 + \frac{k^2 - 1}{6k^2 H} \cdot P_0 \left(H^3 x^2 - \frac{H^2 x^3}{2} + \frac{x^5}{20} \right) \quad (3.5)$$

ve genel çözüm:

$$w = C_1 + C_2 x + C_3 \cdot \frac{\text{Ch } x}{v} + C_4 \cdot \frac{\text{Sh } x}{v} - \frac{P_0 v^2}{6k^2 H} \cdot x^3 + \frac{k^2 - 1}{6k^2 H} \cdot P_0 \left(H^3 x^2 - \frac{H^2 x^3}{2} + \frac{x^5}{20} \right) \quad (3.6)$$

şeklinde yazılır. Integral sabitleri

$$C_1 = \frac{-P_0 v^4 \lambda}{k^2}$$

$$C_3 = \frac{P_0 v^4 \lambda}{k^2}$$

$$C_2 = \frac{P_0 v^3 \lambda}{k^2} \left(\frac{1}{2} - \frac{1}{\lambda} \right) \quad C_4 = -\frac{P_0 v^4 \lambda}{k^2} \left(\frac{1}{2} - \frac{1}{\lambda} \right)$$

$\lambda = \frac{H}{V}$ dır. (3.1) denkleminin çözümü olarak yukarıda belirtilen sınır şartları ile birlikte

$$w = \frac{P_0 V^4}{k^2} \left[\lambda^* \frac{x}{V} - \frac{x^3}{6Hv^2} + \chi \operatorname{Ch} \frac{x}{V} - \lambda^* \operatorname{Sh} \frac{x}{V} - \chi + \frac{k^2-1}{6Hv^4} \left(H^3 x^2 - \frac{H^2 x^3}{2} + \frac{x^5}{20} \right) \right] \quad (3.8)$$

$$\lambda^* = \lambda \left(\frac{1}{2} - \frac{1}{\lambda^2} \right) \quad \chi = \frac{1 + \lambda^* \operatorname{Sh} \lambda}{\operatorname{Ch} \lambda} \quad \text{dır.} \quad (3.9)$$

$D_y = w$ olur. yapının en üst katının f sehimi

$$f = \frac{P_0 \cdot H^4}{\lambda^2 \cdot k^2 \cdot D} \left[\frac{1}{3} - \frac{\chi}{\lambda^2} + \frac{11}{120} (k^2-1) \lambda^2 \right] \quad (3.10)$$

Kesit tesirlerine (3.8) denkleminin türevlerinin alınması ile geçilir. Buna göre rijitlik perdesindeki eğilme momenti ve kesme kuvveti

$$M = -w'' = -\frac{P_0 H^2}{k^2} \left[\frac{1}{\lambda^2} \cdot \left(-\frac{x}{H} + \chi \operatorname{Ch} \frac{x}{V} - \lambda^* \operatorname{Sh} \frac{x}{V} \right) + \frac{k^2-1}{6} \left(2 - \frac{3x}{H} + \frac{x^3}{H^3} \right) \right] \quad (3.11)$$

$$T = M' = \frac{P_0 H}{k^2} \left[\frac{1}{\lambda^2} - \frac{\chi}{\lambda} \cdot \operatorname{Sh} \frac{x}{V} + \frac{\lambda^*}{\lambda} \cdot \operatorname{Ch} \frac{x}{V} + \frac{k^2-1}{6} \left(1 - \frac{x^2}{H^2} \right) \right] \quad (3.12)$$

Çerçeve kolonlarına gelen kesme kuvvetleri:

$$T_\zeta = T_0 - T = \frac{P_0 H}{k^2} \left[-\frac{1}{\lambda^2} + \frac{\chi}{\lambda} \operatorname{Sh} \frac{x}{V} - \frac{\lambda^*}{\lambda} \operatorname{Ch} \frac{x}{V} + \frac{1}{2} \left(1 - \frac{x^2}{H^2} \right) \right] \quad (3.13)$$

Kenar kolonlardaki normal kuvvetleri denge şartından

$$N = \frac{M_o - M}{b}$$

$$N = - \frac{P_o H^2}{bk^2} \left[\frac{1}{\lambda^2} \left(\frac{\lambda}{H} - \lambda \operatorname{Ch} \frac{x}{V} + \lambda^* \operatorname{Sh} \frac{x}{V} \right) + \frac{1}{6} \left(2 - \frac{3x}{H} + \frac{x^3}{H^3} \right) \right] \quad (3.14)$$

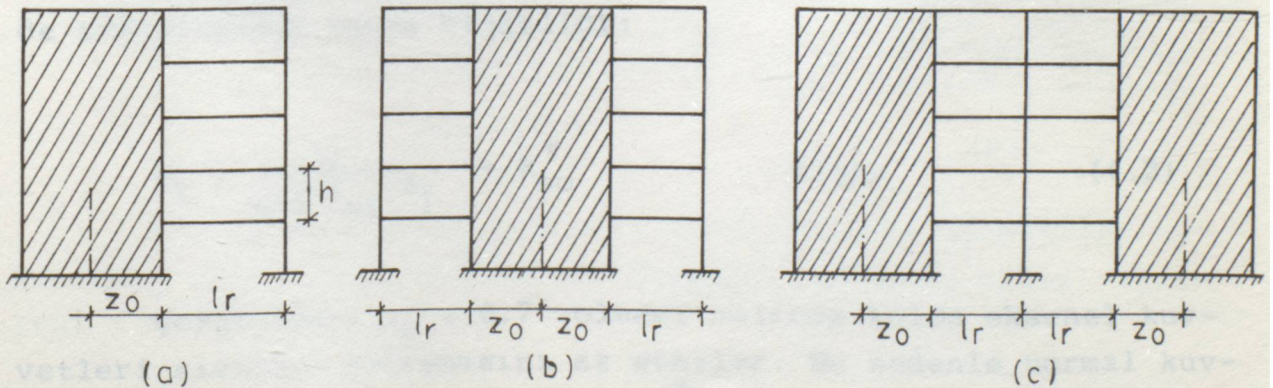
M momentleri ve T kesme kuvvetleri, rijitlik perdeleri arasında eğilme rijitlikleri oranında dağılırlar. erevelere dağılan $T_{}$ kesme kuvvetleri diyagramında $\max T_{}$ değerini veren x_o ordinatının bulunması için $T'_{}$ ifadesinin teşkili ve sifıra eşitlenmesi

$$T'_{} = \frac{P_o H}{k^2} \left[- \frac{x}{H^2} + \frac{\lambda}{\lambda V} \operatorname{Ch} \frac{x}{V} - \frac{\lambda^*}{\lambda V} \operatorname{Sh} \frac{x}{V} \right] = 0 \quad (3.15)$$

erevelere intikal eden $T_{}$ kesme kuvvetinin ereve kolonları arasında dağılması kiriş ile kolon momentlerinin bulunması Yapı Statiğinden bilinen metodlardan birinin uygulanması ile sağlanır.

Rijit perdelerin bulunması halinde ve dolayısı ile $\lambda \ll 1$ olduğu zaman elastik eğri konsol kirişinkine benzemektedir. Elastik eğrinin karakteri yapının dinamik karakteristikleri üzerinde önemli etkisi bulunmaktadır.

6.4- Kombine Perdeler



şekil.6.3

Tek açıklıklı çerçevenin rijitlik perdesi ile bağlantılı olması durumuna kombine perde denir. (Şekil.6.3)

D eğilme rijitliği olarak yalnız perdenin eğilme rijitliği alınır. Kombine perdenin çerçeve kısmına ait kayma rijitliği, K^* ise

$$K^* = \frac{18(1+\eta_0)i_r \cdot i_s}{h(i_r + 3i_s)} \quad (4.1)$$

bağıntısı ile bulunur.

i_r : Çerçeve kısmında kirişin redörü $\eta_0 = z_0/lr$

i_s : Kolonun redörü

K_{so}^* kayma rijitliği (2.5) bağıntısında $S = \infty$ alınmakta

$$K_{so}^* = \frac{12}{h\left(\frac{1}{\infty} + \frac{1}{r}\right)} = \frac{12 \operatorname{tr}(1+\eta_0)^2}{12} \quad (4.1a)$$

bulunur.

Bu ifade çerçeve bağlantı durumuna göre değişir. Perdeli çerçevelerin ve kombine perdenin bir arada bulunması halinde tüm sistemin kayma rijitliği:

$$K_s = \frac{12}{h(S^{-1} + r^{-1})} + K_{so}^* \quad \text{olur.} \quad (4.2)$$

Çerçevadaki $\lambda_p < 0.7$ olması halinde kolon aksenal kuvvetleri sistemin çalışmasını az etkiler. Bu nedenle normal kuvvetler ihmal edilir ve hesaplar $k^2 = 1$ yazılarak bölüm 3'te-

ki bağıntılar ile yapılırlar.

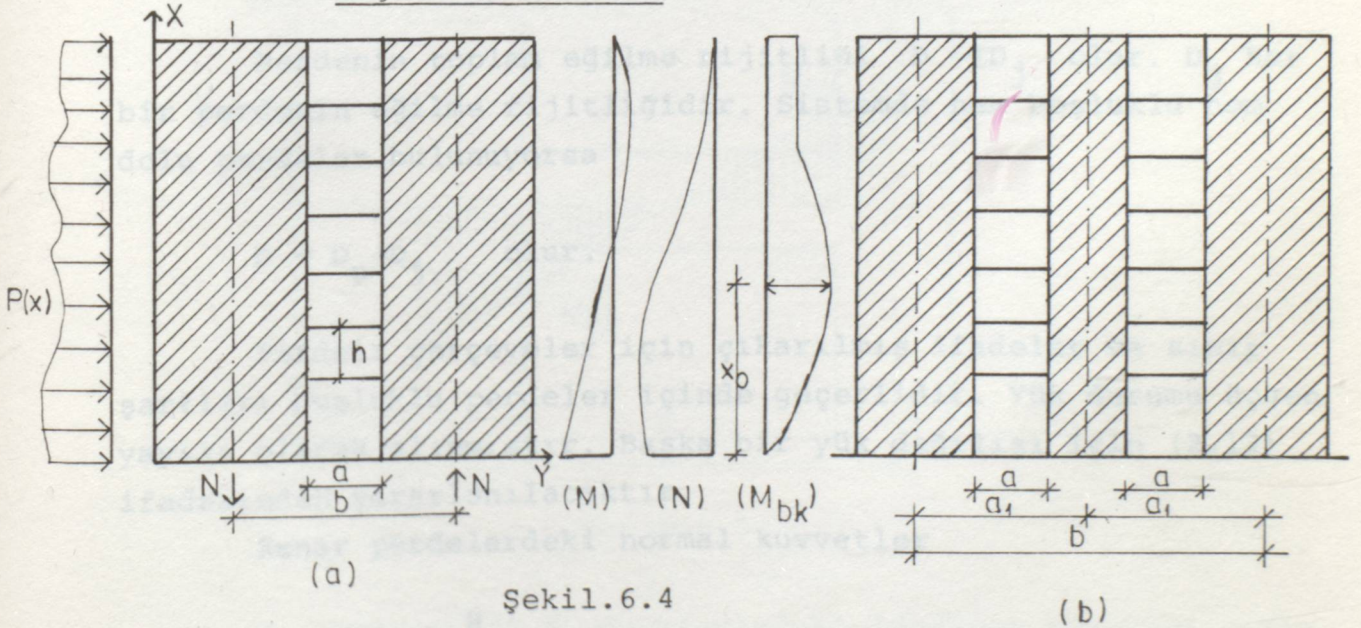
T'_{ζ} ve T^* kesme kuvvetleri, kayma rijitlikleri ile orantılı olarak dağılırlar

$$T'_{\zeta} = T_{\zeta} \cdot \frac{K_S - K_{SO}^*}{K_S} \quad T^* = T_{\zeta} \frac{K_{SO}^*}{K_S} \quad (4.10)$$

$\lambda_p > 0.7$ olması durumunda paralel düzlemlerdeki farklı taşıyıcı sistemlerine ait diferansiyel denklemler takımı için ortak çözüm aranır. Bağlantı kirişinin perde tarafındaki M_p perde momenti

$$M_p = \left(1 + \frac{i_r}{6i_s}\right) M \quad \text{ile bulunur.} \quad (4.4)$$

6.5- Boşluklu Perdeler



Boşluklu perdenin gözleri, perde boyunca geometrisi bakımından eşit yayılı olacaktır. Boşluklu perdenin kayma rijitliği

$$K_s = \frac{12r}{h} \quad (5.1) \text{ olarak alınır. Aynı kattaki bağlantı}$$

kirişi birden fazla ise $r = \sum I_{bk}$ olur. Bağlantı kirişinin $D_{bk} = E_b \cdot I_{bk}$ eğilme rijitliği açıklık boyunca sonlu bir değer almakta, perdelerin içinde ise sonsuz olmaktadır. Bağlantı kirişinin redörü

$$i_{bk} = \frac{E_b \cdot I_{bk} \cdot \gamma^3}{b \cdot e} \quad \text{olur. (5.2)} \quad \gamma = \frac{b}{a}$$

olarak bağlantı kirişindeki kesme kuvvetinin ifadesi bulunabilir. Bağlantı kirişinin perde ile birleştikleri uçlardaki momentin bir noktasının a boşluğuna göre tasında bulunduğu kabul ile

$$e = 1 + 2.4 \left(\frac{d}{a} \right)^2 \quad (5.3)$$

e : Bağlantı kirişinin kayma şekil değişimini ifade eden katsayı.

d : Bağlantı kirişinin kesit yüksekliği

Perdenin toplam eğilme rijitliği $D = \sum D_j$ olur. D_j her bir perdenin eğilme rijitliğidir. Sistemde hem boşluklu hem dolu perdeler bulunuyorsa

$$D = D_p + D_j \quad \text{olur.}$$

Perdeli çerçeveler için çıkarılmış ifadeler ve sınır şartları boşluklu perdeler içinde geçerlidir. Yük durumu üçgen yayılı olarak alınmıştır. Başka bir yük dağılışı için (2.13) ifadesinden yararlanılacaktır.

Kenar perdelerdeki normal kuvvetler

$$N = - \frac{1}{h} \int_x^H T_{bk} dx \quad (5.4)$$

şeklinde yazılır. Buradan bağlantı kirişlerinin kesme kuvvetine geçilir.

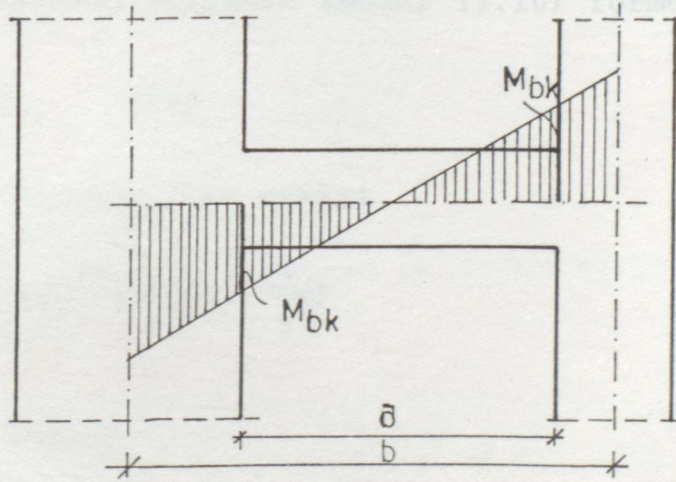
$$N'_h = \frac{d}{dx} \int_0^H T_{bk} dx = T_{bk} \quad (5.5)$$

(3.14) denkleminin türevi alınırsa

$$T_{bk} = \frac{P_o Hh}{bk^2} \left[-\frac{1}{\lambda^2} + \frac{\lambda}{\lambda} \operatorname{Sh} \frac{x}{V} - \frac{\lambda^*}{\lambda} \operatorname{Ch} \frac{x}{V} + \frac{1}{2} \left(1 - \frac{x^2}{H^2}\right) \right] \quad (5.6)$$

olarak bağlantı kirişteki kesme kuvvetinin ifadesi bulunmuş olur. Bağlantı kirişlerinin perde ile birleştikleri uçlardaki momentlerinin değeri moment sıfır noktasının a boşluğunun ortasında bulunduğu kabul ile

$$M_{bk} = T_{bk} \cdot \frac{a}{2} \quad \text{olur.} \quad (5.7)$$



Şekil.6.5

M_{bk} momenti (5.6) denklemindeki ifadenin türevini sıfıra eşitlemekle bulunur. Her bir perdedeki eğilme momenti, toplam M momentinin perdeler arasında rijitliklerinin oranında dağıtılması ile bulunur.

Bir kat yüksekliğinin orta yerinde yatay denge şartı

düşünülürse dış kuvvetlerin toplamı, perde momentinin türevi ve bağlantı kirişlerinden oluşan yayılı \bar{M} momenti ile dengelenir.

$$T_o = M' + \bar{M} \quad (5.8)$$

$$\bar{M} = \frac{\sum(T_{bk} \cdot a_1)}{h} = \frac{T_{bk} \cdot b}{h} \quad (5.9)$$

$$T_j = M' \frac{D_j}{D} + \frac{D_{bk}}{h} (a_l + a_r) \quad (5.10)$$

T_j : Bir perde bölümünün kesme kuvveti.

a_l, a_r : Perde eksenini ile sol ve sağ bağlantı kirişinin moment sıfır noktaları arasındaki uzaklık.

Boşluklu perdenin sehimi (3.10) formülünden

$$f = f_1 + f_o \quad \text{olur.} \quad (5.11)$$

Bağlantı kirişlerinin etkisi

$$f_1 = \frac{P_o \cdot H^4}{\lambda \cdot k^2 \cdot D} \left(\frac{1}{3} - \frac{\chi}{\lambda^2} \right) \quad (5.11')$$

ve perde etkisi

$$f_o = \frac{11}{120} \cdot \frac{P_o \cdot H^4}{D} \left(1 - \frac{1}{k^2} \right) = \frac{11}{120} \frac{P_o \cdot H^4}{(D_o + D)} \quad (5.11'')$$

$$D_p = \frac{k^2}{k^2 - 1} \cdot D = D_o + D \quad (5.12)$$

D_p : Boşluklu perdenin eğilme rijitliği

Boşluklu perdenin x_k katındaki $P = 1$ kuvvetinden δ_{ik} yerdeğiştirmesinin hesabı, perdeli çerçevelerdeki gibi yapılır. $\lambda \geq 3$ olması halinde kesit tesirleri ve yerdeğiştirme bağıntılarında

$$\text{Ch}\lambda = \text{Sh}\lambda \quad ; \quad \chi = \lambda \quad \text{alınır.}$$

Perdelerin yatay yer değiştirmeleri ile bağlantı kirişlerinin kesme kuvvetleri arasındaki bağıntıya geçebilmek için bağlantı kirişleri ile perdelerin kesim noktalarındaki düğümlerin moment denge şartı yazılır, düşey elemanlarda moment sıfır noktası kat yüksekliğinin ortasında, bağlantı kirişlerinde ise serbest açıklığın ortasında kabul edilir.

Bu halde

$$2 \cdot \frac{T_0}{2} \cdot \frac{h}{2} = \sum T_{bk} \frac{a_1}{2} \quad \text{ve buradan}$$

$$T_0 = T_{bk} \frac{\sum a_1}{h} = \frac{T_{bk} \cdot b}{h} \quad (5.12)$$

yazılır. T_0 için elde edilen bu değer (2.10) bağıntısında yerine konursa

$$T_{bk} = \frac{h}{b} \cdot K_s \cdot y' + \frac{hK_s}{D_0} \int_0^x N dx \quad (5.13)$$

yazılır ve buradan

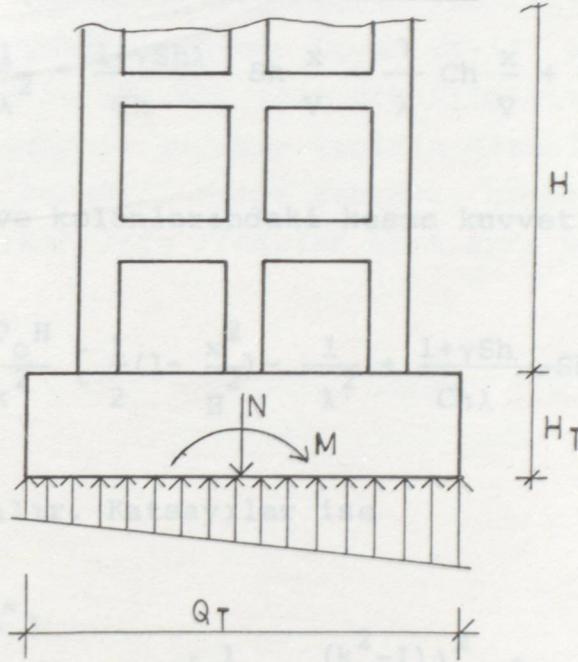
$$y' = \frac{b \cdot T_{bk}}{h K_s} - \frac{b}{D_0} \int_0^x N dx \quad \text{bulunur. Bu ifadenin} \quad (5.14)$$

iki defa türevi alınır ve $T_{bk} = N'h$ olduğu hatırlanırsa

$$y'''' = \frac{b}{h} \left(\frac{T''_{bk}}{K_s} - \frac{T_{bk}}{D_o} \right) \text{ bulunur.} \quad (5.15)$$

Bu ifade, perdeye ait yatay yerdeşiştirmelerinin bağlantı kirişleri kesme kuvvetlerinin cinsinden ifadesidir.

6.6- Temel ökmelerinin Etkisi



şekil.6.6

Temel altındaki basınç dağılışının eşit yayılı olmaması halinde temel elemanının ve perdesinin dönmesi ön görülecektir. Bu nedenle çok katlı yapılarda ilave yerdeğiştirmeler oluşacaktır. Perdeli çerçevelerde temel dönmesinin sonucunda çerçeve- lere yüklerin intikali artmakta ve bu durum bilhassa çerçeve- lerin üst katlarında görülmektedir. Kolon temellerinin dönme- si o kadar etkili olmamaktadır.

Temel dönmeleri sonucunda oluşacak ek şekil değişiminin etkisini azaltmak için yapının altında zeminin konsolidasyonu ve temelin mütemadi veya radye jeneral gibi şekillerinin düşü- nülmesi gerekecektir,

Temel dönmesinin bulunması halinde (3.1) diferansiyel denkleminin çözümü sonucu perde eğilme momenti:

$$M = -w'' = -\frac{P_0 \cdot H^2}{k^2} \left[\frac{1}{\lambda} \left(-\frac{x}{H} + \frac{1-\gamma \cdot \text{Sh}\lambda}{\text{Ch}\lambda} \text{Ch} \frac{x}{V} + \gamma \text{Sh} \frac{x}{V} \right) + \frac{k^2-1}{6} \left(2-3 \frac{x}{H} + \frac{x^3}{H^3} \right) \right] \quad (6.1)$$

Kesme kuvveti:

$$T = \frac{P_0 H}{k^2} = \left[\frac{1}{\lambda^2} - \frac{1-\gamma \text{Sh}\lambda}{\text{Ch}\lambda} \text{Sh} \frac{x}{V} - \frac{\gamma}{\lambda} \text{Ch} \frac{x}{V} + \frac{k^2-1}{2} \left(1 - \frac{x^2}{H^2} \right) \right] \quad (6.2)$$

Çerçeve kolonlarındaki kesme kuvveti

$$T_\zeta = T_0 - T = \frac{P_0 H}{k^2} \left[\frac{1}{2} \left(1 - \frac{x^2}{H^2} \right) - \frac{1}{\lambda^2} + \frac{1+\gamma \text{Sh}}{\text{Ch}\lambda} \text{Sh} \frac{x}{V} + \frac{\gamma}{\lambda} \text{Ch} \frac{x}{V} \right] \quad (6.3)$$

şeklinde yazılır. Katsayılar ise

$$\gamma = \frac{\left(\frac{V K_S}{D_T} \right) \cdot \beta - \lambda^*}{\alpha} \quad \beta = \left[\frac{1}{\text{Ch}\lambda} + \frac{(k^2-1)\lambda^2}{3} \right] \quad \alpha = \frac{V \cdot K_S}{D_T} \cdot \frac{\text{Sh}\lambda}{\text{Ch}\lambda} + 1$$

$D_T = C_T \cdot I_T$ temelın dönme rijitliği

$C_T =$ Temel zeminin yatak katsayısı

$I_T =$ Temel taban alanının atalet momentini

$D_T = \infty$ için (3.6) bağıntısı elde edilir.

$\lambda^* = \lambda \left(\frac{1}{2} - \frac{1}{\lambda^2} \right)$ şeklinde yazılır.

Temelin dönme miktarı arttıkça $\frac{1-\gamma Sh \lambda}{Ch \lambda}$ terimi ve bununla beraber temeldeki M momenti de küçülecektir.

SONUÇ

Yatay yükler içinde deprem ile ilgili olanlar önem kazandığı için yükleme durumu üçgen yayılı olarak seçilmiştir, ve bağıntılar bu yükleme için çıkarılmıştır. Bir yapıya uygulanırken unutulmaması gereken yapının düzenli ve kesitlerin aynı seçilmesi gerekir. Perde çerçeve, kombine perde, boşluklu perde için çıkarılmış ifadeler ayrı ayrı uygulanmalıdır.

7. BÖLÜM

BURİ AYDIN'A GÖRE AÇI METODU İLE HAZIRLANMIŞ
BİLGİSAYAR PROGRAMI

1. BÖLÜM
2. BÖLÜM
3. BÖLÜM
4. BÖLÜM
5. BÖLÜM
6. BÖLÜM
7. BÖLÜM
8. BÖLÜM
9. BÖLÜM
10. BÖLÜM
11. BÖLÜM
12. BÖLÜM
13. BÖLÜM
14. BÖLÜM
15. BÖLÜM
16. BÖLÜM
17. BÖLÜM
18. BÖLÜM
19. BÖLÜM
20. BÖLÜM
21. BÖLÜM
22. BÖLÜM
23. BÖLÜM
24. BÖLÜM
25. BÖLÜM
26. BÖLÜM
27. BÖLÜM
28. BÖLÜM
29. BÖLÜM
30. BÖLÜM
31. BÖLÜM
32. BÖLÜM
33. BÖLÜM
34. BÖLÜM
35. BÖLÜM
36. BÖLÜM
37. BÖLÜM
38. BÖLÜM
39. BÖLÜM
40. BÖLÜM
41. BÖLÜM
42. BÖLÜM
43. BÖLÜM
44. BÖLÜM
45. BÖLÜM
46. BÖLÜM
47. BÖLÜM
48. BÖLÜM
49. BÖLÜM
50. BÖLÜM
51. BÖLÜM
52. BÖLÜM
53. BÖLÜM
54. BÖLÜM
55. BÖLÜM
56. BÖLÜM
57. BÖLÜM
58. BÖLÜM
59. BÖLÜM
60. BÖLÜM
61. BÖLÜM
62. BÖLÜM
63. BÖLÜM
64. BÖLÜM
65. BÖLÜM
66. BÖLÜM
67. BÖLÜM
68. BÖLÜM
69. BÖLÜM
70. BÖLÜM
71. BÖLÜM
72. BÖLÜM
73. BÖLÜM
74. BÖLÜM
75. BÖLÜM
76. BÖLÜM
77. BÖLÜM
78. BÖLÜM
79. BÖLÜM
80. BÖLÜM
81. BÖLÜM
82. BÖLÜM
83. BÖLÜM
84. BÖLÜM
85. BÖLÜM
86. BÖLÜM
87. BÖLÜM
88. BÖLÜM
89. BÖLÜM
90. BÖLÜM
91. BÖLÜM
92. BÖLÜM
93. BÖLÜM
94. BÖLÜM
95. BÖLÜM
96. BÖLÜM
97. BÖLÜM
98. BÖLÜM
99. BÖLÜM
100. BÖLÜM

7. BÖLÜM

RUHİ AYDIN'A GÖRE AÇI METODU İLE HAZIRLANMIŞ BİLGİSAYAR PROGRAMI

1. BÖLÜM
2. BÖLÜM
3. BÖLÜM
4. BÖLÜM
5. BÖLÜM
6. BÖLÜM
7. BÖLÜM
8. BÖLÜM
9. BÖLÜM
10. BÖLÜM
11. BÖLÜM
12. BÖLÜM
13. BÖLÜM
14. BÖLÜM
15. BÖLÜM
16. BÖLÜM
17. BÖLÜM
18. BÖLÜM
19. BÖLÜM
20. BÖLÜM
21. BÖLÜM
22. BÖLÜM
23. BÖLÜM
24. BÖLÜM
25. BÖLÜM
26. BÖLÜM
27. BÖLÜM
28. BÖLÜM
29. BÖLÜM
30. BÖLÜM
31. BÖLÜM
32. BÖLÜM
33. BÖLÜM
34. BÖLÜM
35. BÖLÜM
36. BÖLÜM
37. BÖLÜM
38. BÖLÜM
39. BÖLÜM
40. BÖLÜM
41. BÖLÜM
42. BÖLÜM
43. BÖLÜM
44. BÖLÜM
45. BÖLÜM
46. BÖLÜM
47. BÖLÜM
48. BÖLÜM
49. BÖLÜM
50. BÖLÜM
51. BÖLÜM
52. BÖLÜM
53. BÖLÜM
54. BÖLÜM
55. BÖLÜM
56. BÖLÜM
57. BÖLÜM
58. BÖLÜM
59. BÖLÜM
60. BÖLÜM
61. BÖLÜM
62. BÖLÜM
63. BÖLÜM
64. BÖLÜM
65. BÖLÜM
66. BÖLÜM
67. BÖLÜM
68. BÖLÜM
69. BÖLÜM
70. BÖLÜM
71. BÖLÜM
72. BÖLÜM
73. BÖLÜM
74. BÖLÜM
75. BÖLÜM
76. BÖLÜM
77. BÖLÜM
78. BÖLÜM
79. BÖLÜM
80. BÖLÜM
81. BÖLÜM
82. BÖLÜM
83. BÖLÜM
84. BÖLÜM
85. BÖLÜM
86. BÖLÜM
87. BÖLÜM
88. BÖLÜM
89. BÖLÜM
90. BÖLÜM
91. BÖLÜM
92. BÖLÜM
93. BÖLÜM
94. BÖLÜM
95. BÖLÜM
96. BÖLÜM
97. BÖLÜM
98. BÖLÜM
99. BÖLÜM
100. BÖLÜM

```
10 REM *****
20 REM *   INS.MUH.JILKER BIREKCI   *
30 REM * ACI METODU ILE (N) KATLI CERCEVE *
40 REM *   VE PERDE COZER   *
50 REM *****
60 GOSUB 2420
70 READ A#,M,N
80 DIM K(M+1,N+1),G(M,N+2),F(M),D(M),H(M+1)
90 DIM F(M+2,N+3),U(M+1),R(M+1),S(M),Z(M),A(M)
100 DIM C1(M,N+1),C2(M,N+1),C3(M,N+1)
110 DIM L(M),W(M),R1(M+1),C5(M+2,N+3)
120 FOR I=1 TO M
130 FOR J=1 TO N
140 READ K(I,J)
150 NEXT J
160 NEXT I
170 FOR I=1 TO M
180 B(I,1)=0 : G(I,N+1)=0 : G(I,N+2)=0
190 F(I+1,1)=0 : F(I+1,N+2)=0 : F(I+1,N+3)=0
200 S(I)=0
210 NEXT I
220 FOR I=1 TO N+1
230 K(M+1,I)=0
240 F(M+2,I+1)=0
250 F(1,I+1)=0
260 NEXT I
270 FOR I=1 TO M
280 FOR J=2 TO N
290 READ G(I,J)
300 NEXT J
310 NEXT I
320 H(M+1)=1
330 FOR I=M TO 1 STEP -1
340 READ F(I)
350 NEXT I
360 FOR I=1 TO M
370 Q(I)=0(I-1)+P(I)
380 NEXT I
390 FOR I=1 TO M
400 READ H(I)
410 NEXT I
420 IF A#="2" GOTO 460
430 FOR I=1 TO M
440 READ K(I,N+1)
450 NEXT I
460 FOR I=1 TO N
470 C2(1,I)=1/((G(1,I)+G(1,I+1))/K(1,I))+1.3333
480 C3(1,I)=1-C2(1,I)
490 S(1)=S(1)+K(1,I)*C3(1,I)*12/H(1)^2
500 NEXT I
510 FOR I=2 TO M-1
520 FOR J=1 TO N
530 C1(I,J)=(G(I-1,J)+G(I-1,J+1))/K(I,J)+1.333
540 C1(I,J)=C1(I,J)*((G(I,J)+G(I,J+1))/K(I,J)+1.333)-.444
550 C2(I,J)=((G(I-1,J)+G(I-1,J+1))/K(I,J)+.667)/C1(I,J)
560 C1(I,J)=((G(I,J)+G(I,J+1))/K(I,J)+.667)/C1(I,J)
```

```
570 C3(I,J)=1-C1(I,J)-C2(I,J)
580 S(I)=S(I)+K(I,J)*C3(I,J)*12/H(I)^2
590 NEXT J
600 NEXT I
610 FOR J=1 TO N
620 C1(M,J)=(G(M-1,J)+G(M-1,J+1))/K(M,J)+.667
630 C1(M,J)=C1(M,J)*((B(M,J)+B(M,J+1))/K(M,J)+2)-.333
640 C2(M,J)=((B(M-1,J)+G(M-1,J+1))/K(M,J)+1)/C1(M,J)
650 C1(M,J)=1.5*((B(M,J)+B(M,J+1))/K(M,J)+.333)/C1(M,J)
660 C3(M,J)=1-C1(M,J)-.5*C2(M,J)
670 S(M)=S(M)+K(M,J)*C3(M,J)*12/H(M)^2
680 NEXT J
690 IF A#="2" GOTO 980
700 R1(M+1)=0
710 R(M+1)=0
720 FOR I=1 TO M
730 P(I)=S(I)+12*K(I,N+1)/H(I)^2
740 R(I)=K(I,N+1)-18*K(I,N+1)^2/(P(I)*H(I)^2)
750 R1(I)=3*K(I,N+1)*Q(M-I+1)/(H(I)*P(I))
760 NEXT I
770 FOR I=1 TO M
780 A(I)=K(I,N+1)+K(I+1,N+1)+R(I+1)+R(I)
790 S(I)=R1(I)+R1(I+1)
800 NEXT I
810 W(1)=A(1)
820 U(1)=R(2)/W(1)
830 Z(1)=S(1)/W(1)
840 FOR I=2 TO M
850 L(I)=R(I)
860 W(I)=A(I)-U(I-1)*L(I)
870 U(I)=R(I+1)/W(I)
880 Z(I)=(S(I)-L(I)*Z(I-1))/W(I)
890 NEXT I
900 F(M+1,N+2)=Z(M)
910 FOR I=M-1 TO 1 STEP -1
920 F(I+1,N+2)=Z(I)-U(I)*F(I+2,N+2)
930 NEXT I
940 FOR I=1 TO M
950 U(I)=(Q(M-I+1)+6*K(I,N+1)*(F(I,N+2)+F(I+1,N+2))/H(I))
      /P(I)
960 NEXT I
970 GOTO 1010
980 FOR I=1 TO M
990 U(I)=Q(M-I+1)/S(I)
1000 NEXT I
1010 FOR I=1 TO N
1020 F(M+1,I+1)=U(M)*C2(M,I)/H(M)
1030 NEXT I
1040 FOR I=1 TO M-1
1050 FOR J=1 TO N
1060 F(I+1,J+1)=U(I)*C2(I,J)/H(I)+U(I+1)*C1(I+1,J)/H(I+1)
1070 NEXT J
1080 NEXT I
1090 U(M+1)=0
1100 FOR I=1 TO M
1110 S(I)=0
1120 NEXT I
1130 B1=N+1
```

```
1140 IF A#="2" THEN B1=N
1150 FOR I=1 TO M
1160 FOR J=1 TO B1
1170 S(I)=S(I)+K(I,J)*12/H(I)^2
1180 C2(I,J)=2*(G(I,J)+G(I,J+1)+K(I,J)+K(I+1,J))
1190 NEXT J
1200 NEXT I
1210 R6=0
1220 FOR I=1 TO M
1230 FOR J=1 TO B1
1240 C3(I,J)=G(I,J)*F(I+1,J)+G(I,J+1)*F(I+1,J+2)+K(I,J)*
      F(I,J+1)+K(I+1,J)*F(I+2,J+1)
1250 C1(I,J)=3*(K(I,J)*U(I)/H(I)+K(I+1,J)*U(I+1)/H(I+1))
1260 C5(I+1,J+1)=(-C3(I,J)+C1(I,J))/C2(I,J)
1270 NEXT J
1280 NEXT I
1290 FOR I=1 TO M
1300 L(I)=0
1310 NEXT I
1320 FOR I=1 TO M
1330 FOR J=1 TO N+1
1340 L(I)=L(I)+(C5(I,J+1)+C5(I+1,J+1))*K(I,J)*6/H(I)
1350 NEXT J
1360 NEXT I
1370 FOR I=1 TO M
1380 W(I)=(Q*(M-I+1)+L(I))/S(I)
1390 NEXT I
1400 FOR I=1 TO M
1410 FOR J=1 TO B1
1420 IF ABS((C5(I+1,J+1)-F(I+1,J+1))/C5(I+1,J+1))>
      .001 GOTO 1470
1430 IF ABS((W(I)-U(I))/W(I))>.001 GOTO 1470
1440 NEXT J
1450 NEXT I
1460 GOTO 1550
1470 R6=R6+1
1480 FOR I=1 TO M
1490 FOR J=1 TO N+1
1500 F(I+1,J+1)=C5(I+1,J+1)
1510 U(I)=W(I)
1520 NEXT J
1530 NEXT I
1540 GOTO 1220
1550 CLS:LPRINT "ITERASYON SAYISI=";R6
1560 FOR I=1 TO M
1570 FOR J=1 TO N+1
1580 C1(I,J)=2*K(I,J)*(2*C5(I,J+1)+C5(I+1,J+1)-3*W(I)/H(I))
1590 C2(I,J)=2*K(I,J)*(2*C5(I+1,J+1)+C5(I,J+1)-3*W(I)/H(I))
1600 NEXT J
1610 NEXT I
1620 FOR I=1 TO M
1630 FOR J=1 TO N-1
1640 C3(I,J)=2*G(I,J+1)*(2*C5(I+1,J+1)+C5(I+1,J+2))
1650 F(I,J)=2*G(I,J+1)*(2*C5(I+1,J+2)+C5(I+1,J+1))
1660 NEXT J
1670 NEXT I
1680 LPRINT TAB(18) "KOLON UC MOMENTLERI"
```

```
1690 LPRINT TAB(18) "======"
1700 LPRINT
1710 FOR J=M TO 1 STEP -1
1720 LPRINT J;".KAT";
1730 LPRINT " ";
1740 FOR I=1 TO N
1750 LPRINT USING "#####.## ";C2(J,I);
1760 NEXT I
1770 LPRINT
1780 LPRINT " ";
1790 FOR I=1 TO N
1800 LPRINT USING "#####.## ";C1(J,I);
1810 NEXT I
1820 LPRINT
1830 LPRINT
1840 LPRINT
1850 NEXT J
1860 LPRINT TAB(18) "KIRIS UC MOMENTLERI"
1870 LPRINT TAB(18) "======"
1880 LPRINT
1890 FOR I=M TO 1 STEP -1
1900 LPRINT I;".KAT ";
1910 FOR J=1 TO N-1
1920 LPRINT USING "#####.## ";C3(I,J);F(I,J);
1930 NEXT J
1940 LPRINT
1950 NEXT I
1960 IF A#="2" GOTO 2050
1970 LPRINT "FERDE MOMENTLERI"
1980 LPRINT "======"
1990 LPRINT
2000 FOR I=M TO 1 STEP -1
2010 LPRINT I;".KAT" ";
2020 LPRINT USING "#####.## ";C1(I,N+1);
2030 LPRINT
2040 NEXT I
2050 END
2060 REM YAPI TIPI,KAT SAYISI,KATTAKI KOLON SAYISI
2070 DATA 1,12,4
2080 REM KOLON J/h DEGERLERI
2090 DATA 190.5,405,405,190.5
2100 DATA 190.5,405,405,190.5
2110 DATA 120,285,285,120
2120 DATA 120,285,285,120
2130 DATA 90,143,143,90
2140 DATA 90,143,143,90
2150 DATA 53,90,90,53
2160 DATA 53,90,90,53
2170 DATA 53,90,90,53
2180 DATA 11.25,26.67,26.67,11.25
2190 DATA 11.25,11.25,11.25,11.25
2200 DATA 11.25,11.25,11.25,11.25
2210 REM KIRIS J/1 DEGERLERI
2220 DATA 66.5,66.5,66.5
2230 DATA 66.5,66.5,66.5
2240 DATA 66.5,66.5,66.5
2250 DATA 66.5,66.5,66.5
```

```
2260 DATA 66.5,66.5,66.5
2270 DATA 66.5,66.5,66.5
2280 DATA 66.5,66.5,66.5
2290 DATA 66.5,66.5,66.5
2300 DATA 66.5,66.5,66.5
2310 DATA 66.5,66.5,66.5
2320 DATA 66.5,66.5,66.5
2330 DATA 66.5,66.5,66.5
2340 REM YATAY YUKLER
2350 DATA 7.8,16,23,31,39,47
2360 DATA 55,62,70,78,86,94
2370 REM KAT YUKSEKLİKLERİ
2380 DATA 3,3,3,3,3,3,3,3,3,3,3
2390 REM PERDE J/h DEĞERLERİ
2400 DATA 67817,67817,67817,67817,67817,67817
2410 DATA 67817,67817,67817,67817,67817,67817
2420 CLS:PRINT "¶";:PRINT STRING$(78,205);:PRINT "¶"
2430 FOR I=2 TO 22:LOCATE I,1:PRINT "||":LOCATE I,80:PRINT "||":NEXT I
2440 LOCATE 23,1:PRINT "¶";:PRINT STRING$(78,205);:PRINT "¶"
2450 LOCATE 22,30:COLOR 16,7:PRINT "LUTFEN BEKLEYİNİZ .."
2460 LOCATE 2,58:PRINT "ins.muh.Ilker BOREKCI":COLOR 7,0
2470 LOCATE 5,30:COLOR 0,7:PRINT "ACIKLAMA ":COLOR 7,0
2480 LOCATE 9,18:PRINT "1. perdeli sistemse "1" yoksa "0" ?"
2490 LOCATE 10,18:PRINT "2. kat sayısını veriniz?"
2500 LOCATE 11,18:PRINT "3.cercevedeki kolon sayısını veriniz?"
2510 LOCATE 12,18:PRINT "4.yan yana kolon rijitliği (j/h)?"
2520 LOCATE 13,18:PRINT "5.yan yana kiriş rijitliği (j/l)?"
2530 LOCATE 14,18:PRINT "6.yatay yükleri veriniz?"
2540 LOCATE 15,18:PRINT "7.kat yüksekliklerini veriniz?"
2550 LOCATE 16,18:PRINT "8.perde rijitliği ( j/h )?"
2560 RETURN
```

```
10 REM *****
20 REM *   INS.MUH.ILKER BOREKCI   *
30 REM *   BANT MATRIS SEKLINDE (N) *
40 REM *   BILINMIYEN DENKLEM COZER *
50 REM *****
60 INPUT "BILINMIYEN SAYISI =";M
70 LPRINT "BILINMIYEN SAYISI =";M
80 DIM A(M),B(M),C(M),X(M),W(M),U(M),L(M),Z(M)
90 PRINT "DIYAGONAL TERIMLERINI GIRINIZ"
100 LPRINT "DIYAGONAL TERIMLERINI GIRINIZ"
110 LPRINT "-----"
120 FOR I1=1 TO M
130 INPUT A(I1)
140 PRINT "D(";I1;")=";A(I1)
150 LPRINT "D(";I1;")=";A(I1)
160 NEXT I1
170 PRINT "UST DIYAGONAL TERIMLERINI GIRINIZ"
180 LPRINT "UST DIYAGONAL TERIMLERINI GIRINIZ"
190 LPRINT "-----"
200 FOR I2=1 TO M-1
210 INPUT B(I2)
220 PRINT "U(";I2;")=";B(I2)
230 LPRINT "U(";I2;")=";B(I2)
240 NEXT I2
250 PRINT "SABITLER"
260 LPRINT "SABITLER"
270 LPRINT "-----"
280 FOR I3=1 TO M
290 INPUT C(I3)
300 PRINT "S(";I3;")=";C(I3)
310 LPRINT "S(";I3;")=";C(I3)
320 NEXT I3
330 W(1)=A(1)
340 U(1)=B(1)/W(1)
350 Z(1)=C(1)/W(1)
360 L(1)=0
370 B(M)=0
380 FOR I=2 TO M
390 L(I)=B(I-1)
400 W(I)=A(I)-U(I-1)*L(I)
410 U(I)=B(I)/W(I)
420 Z(I)=(C(I)-L(I)*Z(I-1))/W(I)
430 NEXT I
440 X(M)=Z(M)
450 FOR I=M-1 TO 1 STEP -1
460 X(I)=Z(I)-U(I)*X(I+1)
470 NEXT I
480 LPRINT TAB(10)"BILINMIYENLER"
490 LPRINT TAB(10)"-----"
500 FOR I=1 TO M
510 PRINT TAB(10)"X(";I;")=";X(I)
520 LPRINT TAB(10)"X(";I;")=";X(I)
530 NEXT I
540 END
```

BİLİNMEYEN SAYISI = 12
DIYAGONAL TERİMLERİNİ GİRİNİZ

- D(1) = 8.96
D(2) = 10.95
D(3) = 10.95
D(4) = 10.95
D(5) = 10.95
D(6) = 10.95
D(7) = 10.95
D(8) = 10.95
D(9) = 10.95
D(10) = 10.95
D(11) = 8.390001
D(12) = 3.02

ÜST DİYAGONAL TERİMLERİNİ GİRİNİZ

- U(1) = -5.33
U(2) = -5.33
U(3) = -5.33
U(4) = -5.33
U(5) = -5.33
U(6) = -5.33
U(7) = -5.33
U(8) = -5.33
U(9) = -5.33
U(10) = -5.33
U(11) = -2.77

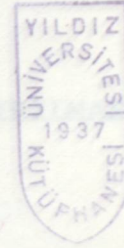
SABİTLER

- S(1) = -64.3
S(2) = -170.4
S(3) = -323
S(4) = -517.4001
S(5) = -749
S(6) = -1013
S(7) = -1305.4
S(8) = -1621
S(9) = -1954.5
S(10) = -2302
S(11) = -2659.7
S(12) = -1450

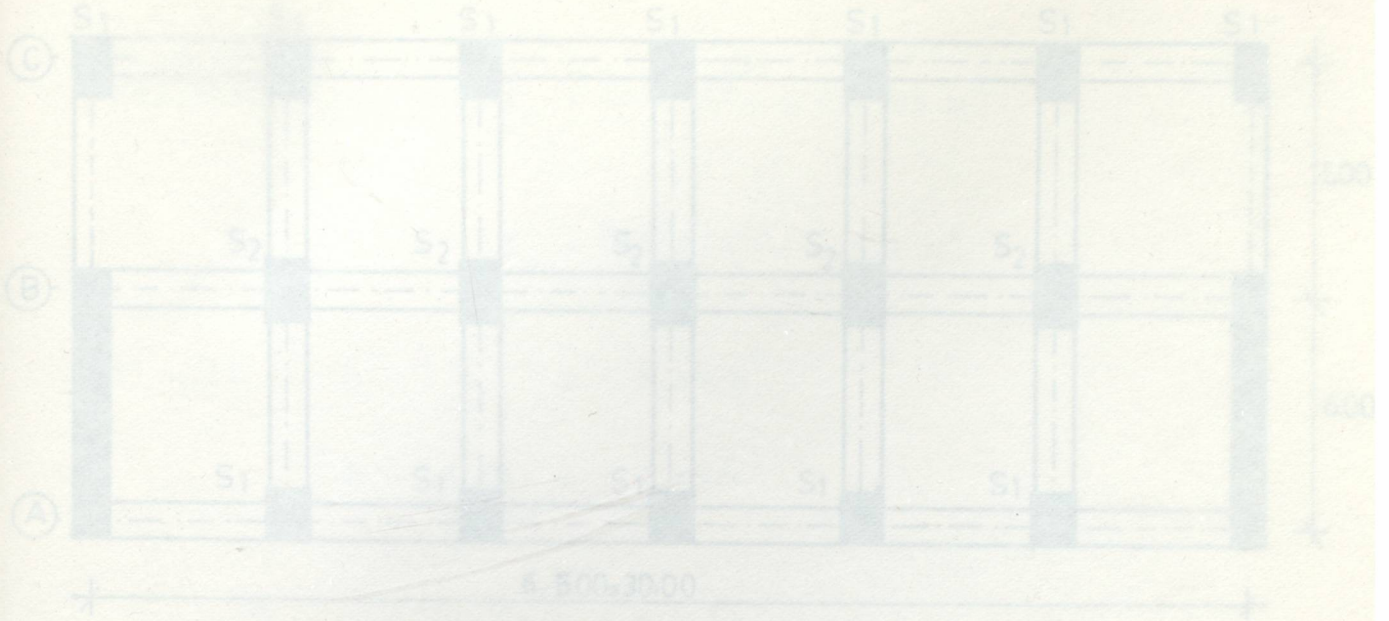
BİLİNMEYENLER

- X(1) = -708.5835
X(2) = -1179.101
X(3) = -1681.802
X(4) = -2215.408
X(5) = -2772.479
X(6) = -3339.872
X(7) = -3898.928
X(8) = -4428.208
X(9) = -4888.128
X(10) = -5280.308
X(11) = -5615.288
X(12) = -5493.833

E. BÖLÜM

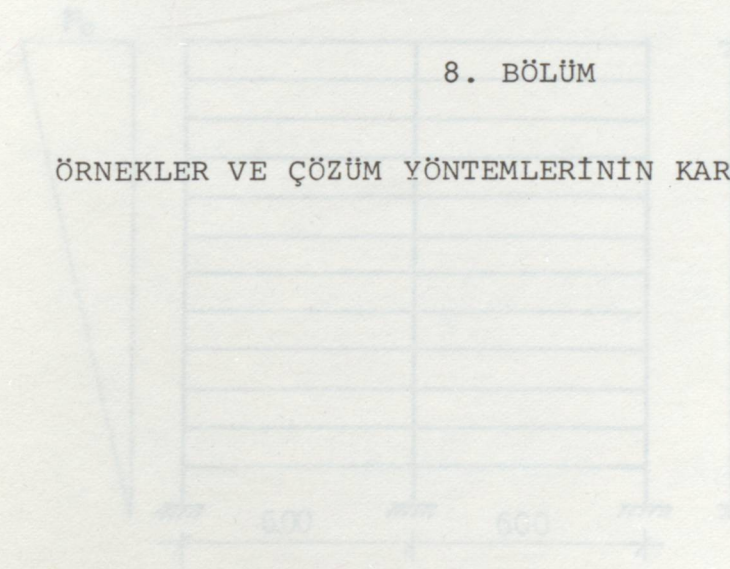


ÖRNEK 1



8. BÖLÜM

ÖRNEKLER VE ÇÖZÜM YÖNTEMLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI

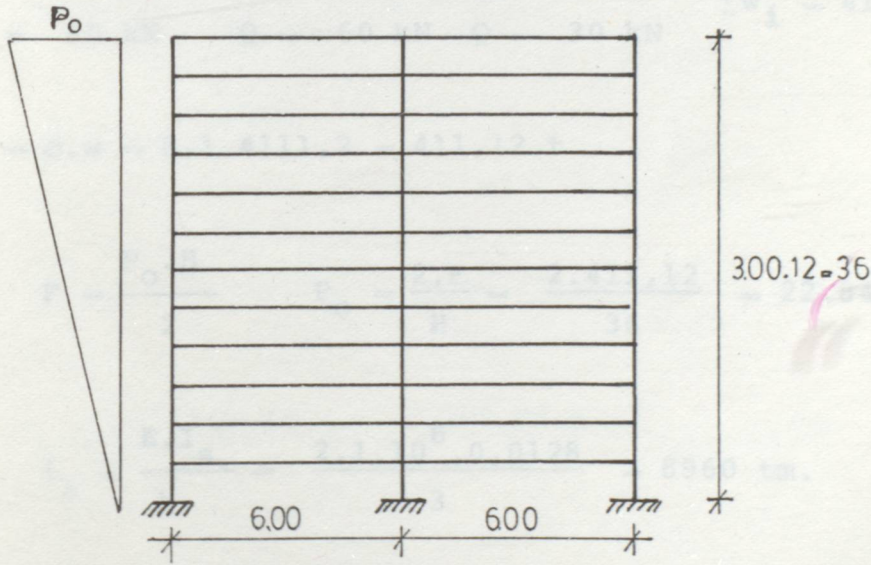
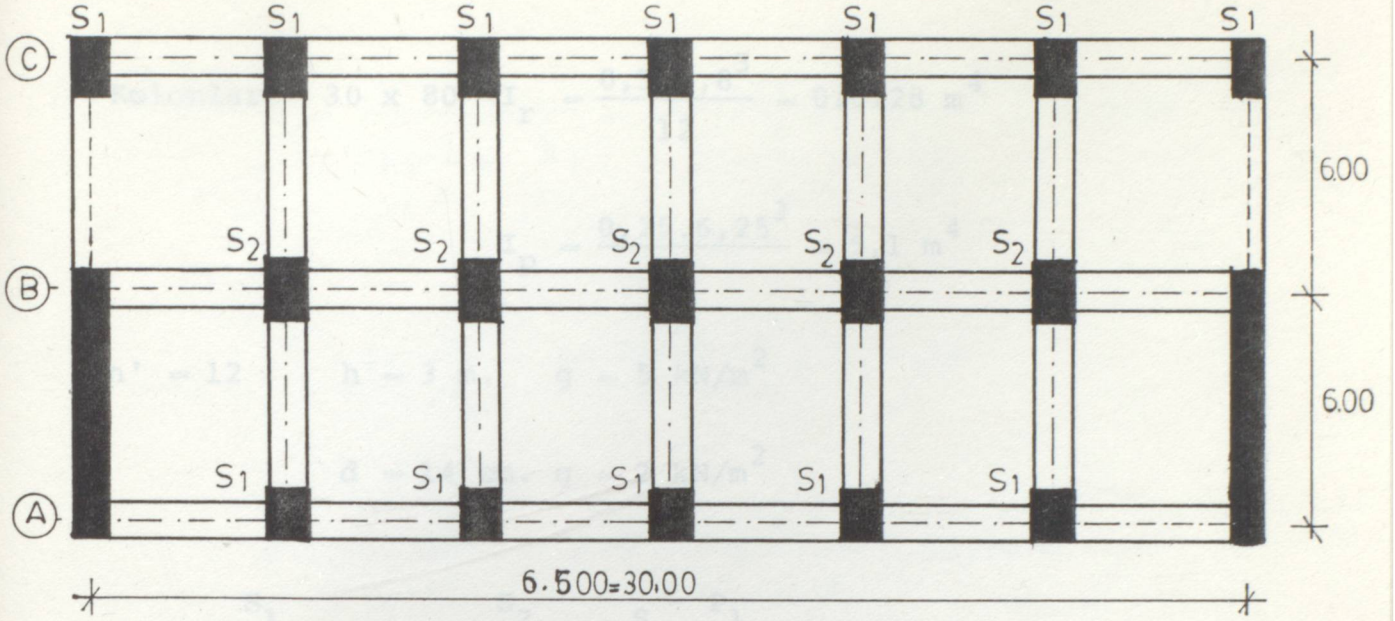


Şekil ve kesiti genetik olarak şekilde verilen çok katlı bir yapıya yatay kuvvetlerden dolayı parça moment ile çerçeve için gerekli kesme kuvvetleri bulunacaktır. Sistem iki adet dikey perde ve 5 adet çerçeveden oluşmuştur. Bu bölümdeki yöntemler uygulanacaktır.

Verilenler:

Kirlipler 25 x 60 $I_3 = 0.0080 \text{ m}^4$

ÖRNEK 1



Planı ve kesiti şematik olarak şekilde verilen çok katlı binanın yatay kuvvetlerden dolayı perde moment ile çerçevelerin alacağı kesme kuvvetleri bulunacaktır. Sistem iki adet dolu perde ve 5 adet çerçeveden oluşmuştur. Bölüm 6 daki yöntemle çözülecektir.

Verilenler:

Kirişler 25 x 60 $I_s = 0.0080 \text{ m}^4$

Kolonlar 30 x 80 $I_r = \frac{0,3.0,8^3}{12} = 0,0128 \text{ m}^4$

$$I_p = \frac{0,25.6,25^3}{12} = 5,1 \text{ m}^4$$

$n' = 12$ $h = 3 \text{ m.}$ $g = 5 \text{ kN/m}^2$

$d = 14 \text{ cm.}$ $q = 2 \text{ kN/m}^2$

<u>S₁</u>	<u>S₂</u>	S	<u>P₁</u>
G = 160 kN	G = 200 kN	G = 145 kN	
Q = 30 kN	Q = 60 kN	Q = 30 kN	

$\Sigma w_i = 4111,2 \text{ t.}$

$F = c.w = 0,1.4111,2 = 411,12 \text{ t}$

$$F = \frac{P_o \cdot H}{2} \quad P_o = \frac{2 \cdot F}{H} = \frac{2 \cdot 411,12}{36} = 22,84 \text{ t/m.}$$

$$i_s = \frac{E \cdot I_s}{h} = \frac{2,1 \cdot 10^6 \cdot 0,0128}{3} = 8960 \text{ tm.}$$

$$i_r = \frac{E \cdot I_r}{l} = \frac{2,1 \cdot 10^6 \cdot 0,0080}{6} = 2800 \text{ tm.}$$

$$D = E \cdot I_p \cdot n = 2,1 \cdot 10^6 \cdot 5,1 \cdot 2 = 21,42 \cdot 10^6 \text{ tm}^2$$

$$D_o = \frac{E \cdot F \cdot b^2}{2} = \frac{2,1 \cdot 10^6 \cdot 0,3 \cdot 0,8 \cdot 12^2 \cdot 5}{2} = 181,44 \cdot 10^6 \text{ tm}^2$$

$s = 17.8960 = 15,2 \cdot 10^4 \text{ tm.}$

$r = 10.2800 = 2,8 \cdot 10^4 \text{ tm.}$

$$k_s = \frac{12}{h \left(\frac{1}{s} + \frac{1}{r} \right)} = \frac{12 \cdot 10^4}{3 \left(\frac{1}{15,2} + \frac{1}{2,8} \right)} = 9,5 \cdot 10^4 \text{ t}$$

$$k^2 = 1 + \frac{D}{D_0} = 1 + \frac{21,42 \cdot 10^6}{181,44 \cdot 10^6} = 1,12$$

$$V = \sqrt{\frac{D}{K_s \cdot k^2}} = \sqrt{\frac{21,42 \cdot 10^6}{9,5 \cdot 10^4 \cdot 1,12}} = 14,18 \text{ m.}$$

$$\lambda = \frac{H}{V} = \frac{36}{14,18} = 2,54$$

$$\lambda^2 = 6,45$$

$$\lambda^* = \lambda \left(\frac{1}{2} - \frac{1}{\lambda^2} \right) = 2,54 \cdot \left(0,5 - \frac{1}{6,45} \right) = 0,87$$

$$\chi = \frac{1 + \lambda^* \cdot \text{Ch} \cdot \lambda}{\text{Sh} \cdot \lambda} = \frac{1 + 0,87 \cdot 6,38}{6,3} = 1,03$$

Tabandaki perde momenti

$$\begin{aligned} M_{(0)} &= \frac{-P_0 \cdot H^2}{k^2} \left(\frac{\chi}{\lambda^2} + \frac{k^2 - 1}{3} \right) \\ &= - \frac{22,84 \cdot 36^2}{1,12} \cdot \left(\frac{1,03}{6,45} + \frac{1,12 - 1}{3} \right) = -5278 \text{ tm.} \end{aligned}$$

Her kattaki perde momentleri:

$$M = \frac{-P_0 \cdot H^2}{k^2} \cdot \left[\frac{1}{\lambda^2} \left(-\frac{x}{H} + \chi \cdot \text{Ch} \frac{x}{V} - \lambda^* \cdot \text{Sh} \frac{x}{V} \right) + \frac{k^2 - 1}{6} \left(2 - \frac{3x}{H} + \frac{x^3}{H^3} \right) \right]$$

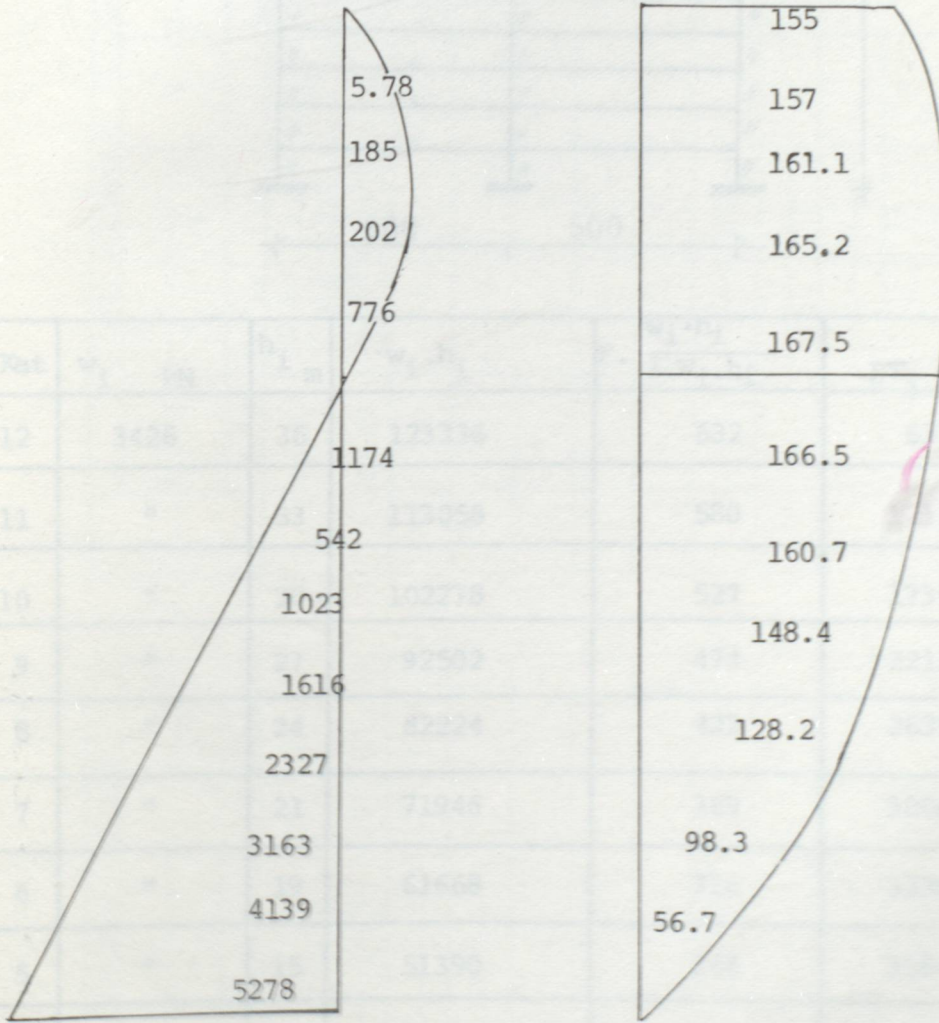
ifadesinden bulunur.

Aynı problem 3. Bölümdeki yöntemle çözülmüş:

Çerçeveleşen gelen kesme kuvvetleri her kat yüksekliği için

$$T_{\zeta} = \frac{p_0 \cdot H}{k^2} \left[-\frac{1}{2} + \frac{x}{\lambda} \cdot \text{Sh} \frac{x}{V} - \frac{\lambda^*}{\lambda} \cdot \text{Ch} \frac{x}{V} + \frac{1}{2} \left(1 - \frac{x^2}{H^2} \right) \right]$$

ifadesiyle bulunur.



(iki perde)

(5 çerçeve için)

M_p (tm.)

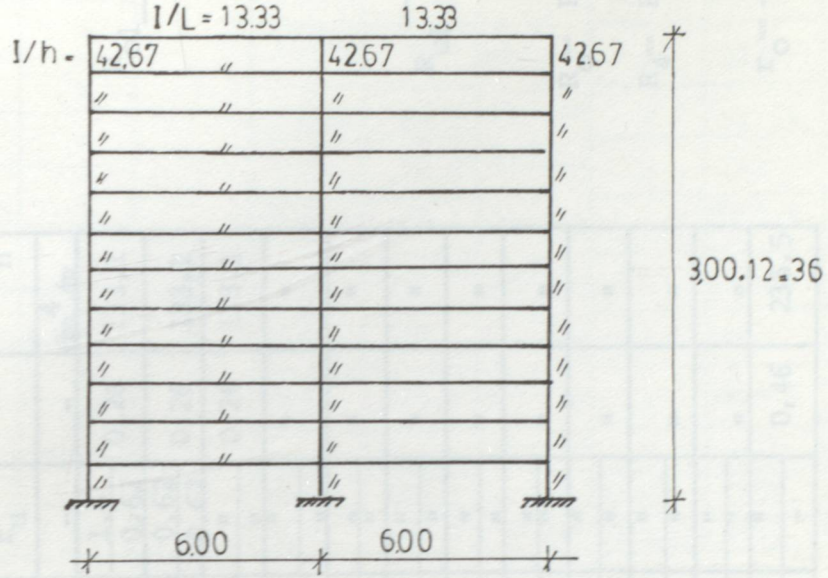
T_ζ (t)

Aynı problem 3. Bölümdeki yöntemle çözülmüşse:

$$\sum w_i = 41112 \text{ kN}$$

$$F = 0,1.41112 = 4111,2 \text{ kN}$$

$$w_i = 3426 \text{ kN}$$



Kat	w_i kN	h_i m	$w_i \cdot h_i$	$F \cdot \frac{w_i \cdot h_i}{\sum w_i \cdot h_i}$	$\sum T_i$ kN
12	3426	36	123336	632	632
11	"	33	113058	580	1212
10	"	30	102278	527	1739
9	"	27	92502	474	2213
8	"	24	82224	422	2635
7	"	21	71946	369	3004
6	"	19	61668	316	3320
5	"	15	51390	264	3584
4	"	12	41112	211	3795
3	"	9	30834	158	3953
2	"	6	20556	105	4058
1	"	3	10278	53	4111,2
		Σ	801684		

SÜREKLİLİK DENKLEMLERİ KATSAYILARININ HESABI

Kat No:	ΣD m ⁴ /m	$F = \frac{1}{\Sigma D}$ 1/m ³	f_i 1/m ³	M_o tm	fM_o t/m ²	$f-F$ 1/m ³	δ_{ii} 1/m ³	δ_{io} t/m ²	DÖŞEME NO:
12	0.15355	6.51	0.049						
11	0.15355	6.51		189.6	9.29	-6.46	13.22	64.3	12
10	"	"		553.2	27.1	-6.46	13.22	170.4	11
9	"	"		1075	52.7	-6.46	"	323	10
8	"	"		1738.8	85.2	"	"	517.4	9
7	"	"		2529	123.9	"	"	749	8
6	"	"		3430.5	168.1	"	"	1013.2	7
5	"	"		4427	217	"	"	1305.4	6
4	"	"		5502	270	"	"	1621	5
3	"	"		6640	325.4	"	"	1954.5	4
2	"	"		7826	383.5	"	"	2302	3
1	0.30205	3.31		9044	443.1	"	10.02	2659.7	2
			10277	503.5	-3.26	3.41	1450.3	1	

$$f_i = \frac{1}{6} \cdot \frac{h_i}{\Sigma F_p}$$

$$M_o = \Sigma F_i \cdot h_i$$

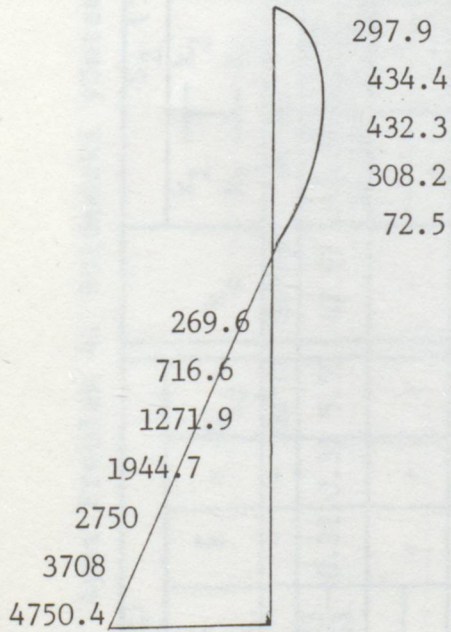
$$\delta_{ii} = 2(f_i + f_{i-1}) \cdot F_i + F_{i-1}$$

$$\delta_{io} = f_i \cdot M_{o,i+1} + 2(f_i + f_{i-1}) \cdot M_{o,i} + f_{i-1} \cdot M_{o,i-1}$$

δ_{ii}	X_i
13.22 -6.46	64.3 487.5
13.22 -6.46	170.4 987.6
13.22 -6.46	323 1507.3
13.22 -6.46	517.4 2047
13.22 -6.46	749 2601.5
13.22 -6.46	1013.2 3160.9
13.22 -6.46	1305.2 3710.4
13.22 -6.46	1621 4230.1
13.22 -6.46	1954.5 4695.3
13.22 -6.46	2302 5076
10.02 -3.26	2659.7 5336
3.41	1450.3 5526.6

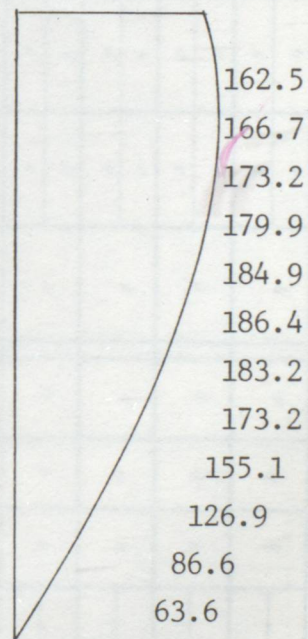
DÖŞ. NO:	PERDELER		
	M_0	X_1	M
	tm	tm	tm
12	189.6	-487.5	-297.9
11	553.2	-987.6	-434.4
10	1075	-1507.3	-432.3
9	1738.8	-2047	-308.2
8	2529	-2601.5	-72.5
7	3430.5	-3160.9	269.6
6	4427	-3710.4	716.6
5	5502	-4230.1	1271.9
4	6640	-4695.3	1944.7
3	7826	-5076	2750
2	9044	-5336	3708
1	10277	-5526.6	4750.4

ÇERÇEVELER		
$\frac{x}{h}$	Tc	Kat No:
t.	t.	
-162.5	162.5	12
-329.2	166.7	11
-502.4	173.2	10
-682.3	179.9	9
-867.2	184.9	8
-1053.6	186.4	7
-1236.8	183.2	6
-1410	173.2	5
-1565.1	155.1	4
-1692	126.9	3
-1778.6	86.6	2
-1842.2	63.6	1



(iki perde)

M_p (tm.)



(5 çerçeve için)

T_{ζ} (t)

Aynı Problem 4. Bölümdeki yöntemle çözümlerse

Köt	S ₁ (10 adet)				S ₂ (5 adet)				P ₁ (2 adet)				
	k _c dm ⁴ /m	\bar{k}	a	D _{ij}	k _c dm ⁴ /m	\bar{k}	a	D _{ij}	D _i	Kesit	I _{p,i} m ⁴	$\frac{I_{p,ij}}{R_{ij} h_i}$ m ³	$\sum R_i$ m ³
12	42.67	0.31	0.31	5.55	42.67	0.62	0.24	10.24	106.7	m.m	5.1	1.7	3.4
11	42.67	"	"	"	"	0.62	0.24	10.24	106.7		5.1	1.7	3.4
10	"	"	"	"	"	"	"	"	"		"	1.7	3.4
9	"	"	"	"	"	"	"	"	"		"	"	"
8	"	"	"	"	"	"	"	"	"		"	"	"
7	"	"	"	"	"	"	"	"	"		"	"	"
6	"	"	"	"	"	"	"	"	"		"	"	"
5	"	"	"	"	"	"	"	"	"	(0.25 x 6.25)	"	"	"
4	"	"	"	"	"	"	"	"	"		"	"	"
3	"	"	"	"	"	"	"	"	"		"	"	"
2	"	"	"	"	"	"	"	"	"		"	"	"
1	"	0.31	0.35	14.93	"	0.62	0.43	18.35	241.1		"	"	"
		13.33			13.33								
		-	-	-	-	-	-	-	-				

KAT	h_i	F_i	T_i	$\frac{1}{\Sigma D_i}$	$\frac{1}{\Sigma R_i}$	$\frac{h_i}{\Sigma D_i} \cdot T_i$	$\frac{1 + 4}{\Sigma D_i \Sigma R_i}$	$\Delta_i = \delta_{ii}$	$B_i = \delta_{i, i+1}$	$C_i = \delta_{i, 0}$	X_i	T_{pi}	$T_{\zeta i}$
12	3	63.2	63.2	93.72	0.294	17769.3	94.896	189.792	-	16307.3	293.4	-97.8	161
11	3	58	121.2	"	0.294	34076.6	"	189.792	-93.132	14817.1	422.8	-43.13	164.33
10	"	52.7	173.9	"	"	48893,7	"	"	"	13327	409.2	4.53	169.4
9	"	47.4	221.3	"	"	62220.7	"	"	"	11865	267.9	47.1	174.2
8	"	42.2	263.5	"	"	74085.7	"	"	"	10374.7	9.48	86.14	177.36
7	"	36.9	300.4	"	"	84460.4	"	"	"	8884.7	-360	123.16	177.24
6	"	31.6	332	"	"	93345.1	"	"	"	7422.6	-838.6	159.5	172.5
5	"	26.4	358.4	"	"	100767.7	"	"	"	5932.5	-1428.6	196.67	161.73
4	"	21.1	379.5	"	"	106700.2	"	"	"	4442.3	-2136.4	235.9	125.6
3	"	15.8	395.3	"	"	111142.5	"	"	"	2952.2	-2972.9	278,83	116.5
2	"	10.5	405.8	"	"	114094.7	"	137.552	"	-62937.5	-3953.7	326.93	78.87
1	"	5.3	411.1	41.48	"	51157.2	42.656	42.656	-40.892	-51157.2	-4989.6	345.3	65.8

Normal katta

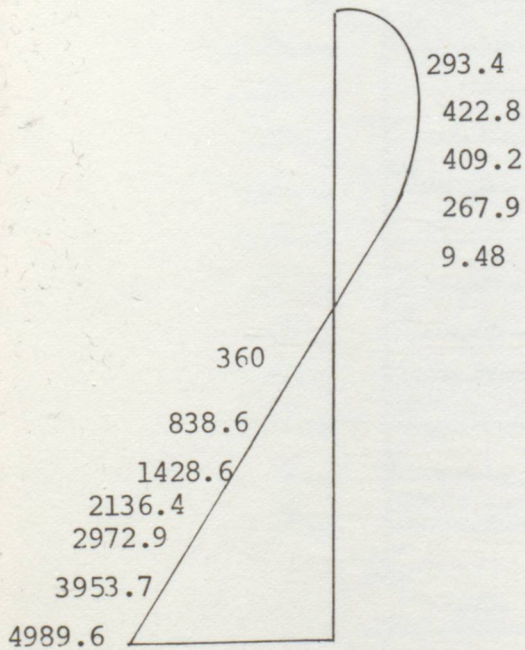
$$k_c = \frac{I}{h} \quad \bar{k} = \frac{k_1+k_2+k_3+k_4}{2k_c} \quad a = \frac{\bar{k}}{2+\bar{k}} \quad D = a.k_c$$

Zemin katta

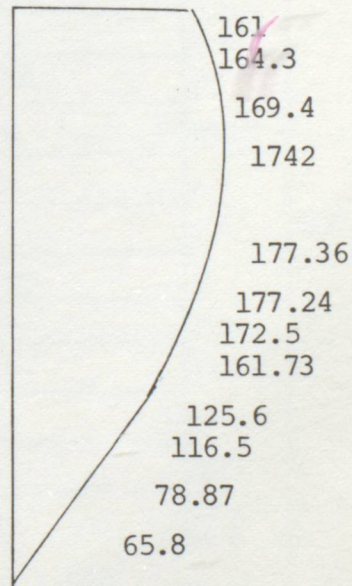
$$\bar{k} = \frac{k_1+k_2}{k_c} \quad a = \frac{0.5+\bar{k}}{2+\bar{k}} \quad D = a.k_c$$

$$B_i = 2 \cdot \frac{1}{R_i} - \frac{1}{\Sigma D_i} \quad C_i = \frac{h_i}{\Sigma D_i} \cdot T_i - \frac{h_{i-1}}{\Sigma D_{i-1}} \cdot T_{i-1}$$

$$A_i = \left(\frac{1}{\Sigma D_i} + \frac{4}{R_i} \right) + \left(\frac{1}{\Sigma D_{i-1}} + \frac{4}{R_{i-1}} \right) \quad T_{pi} = \frac{X_{i+1} - X_i}{h_i} \quad T_{\zeta i} = T_i - T_{p,i}$$

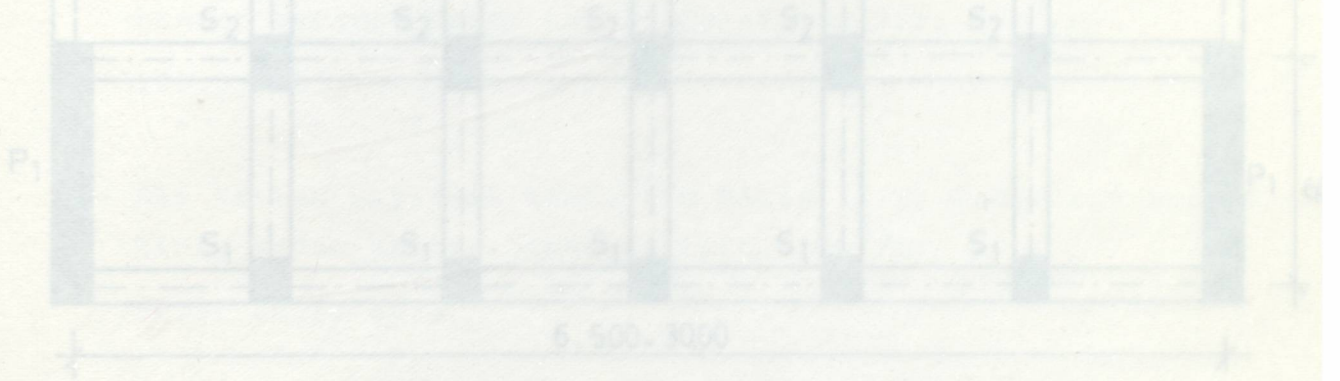


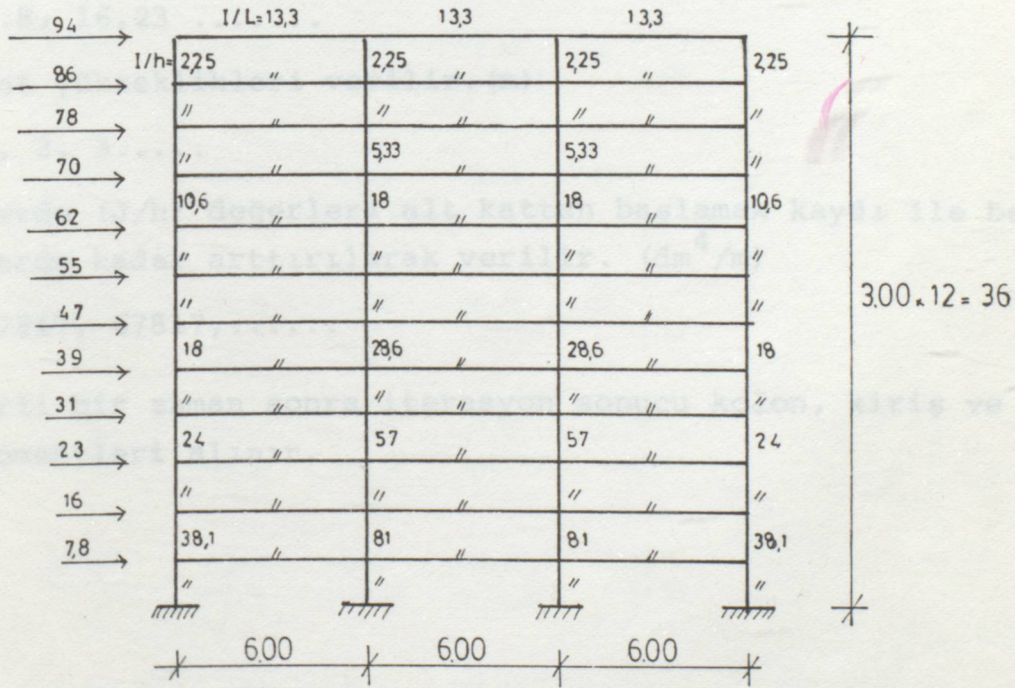
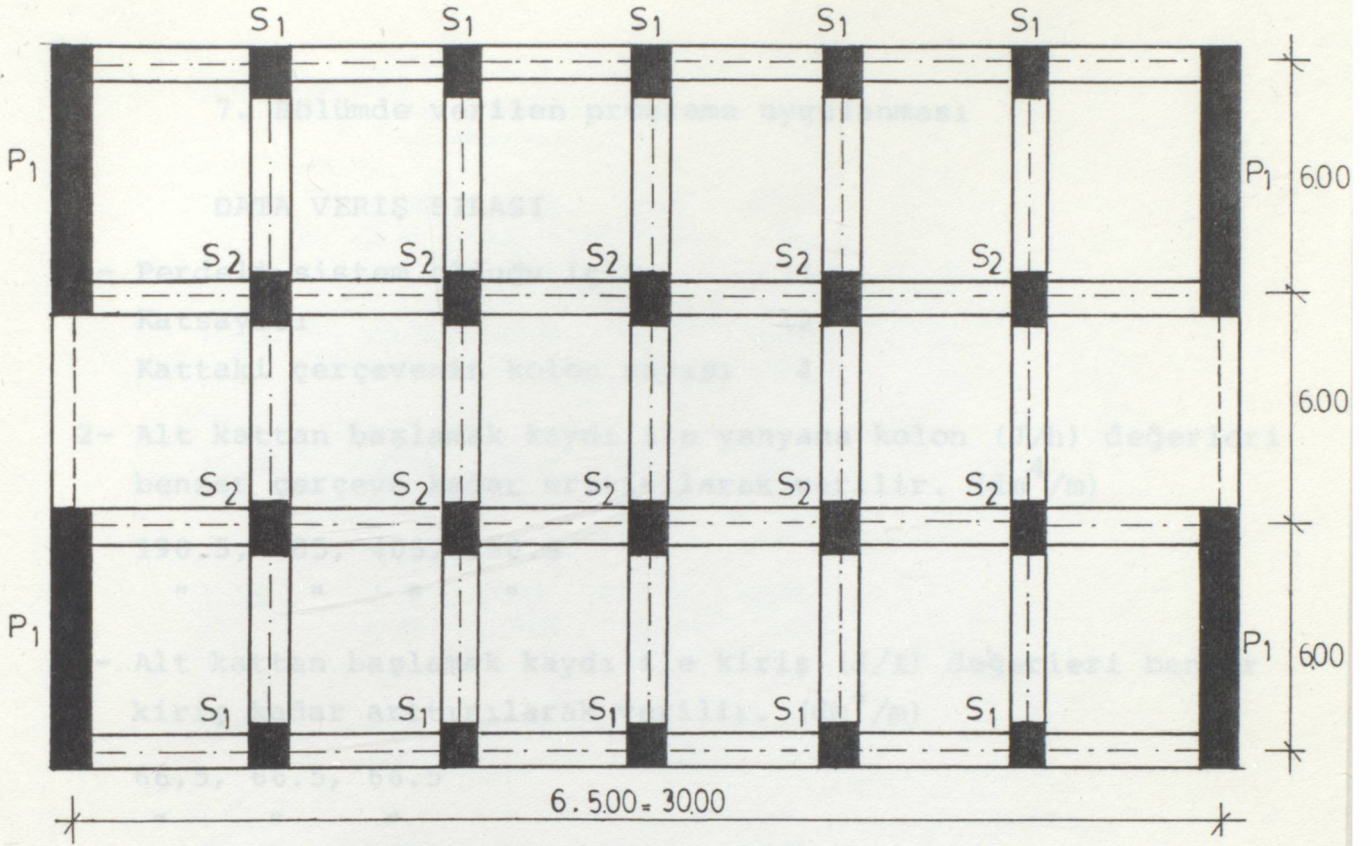
(iki perde)
M_p (tm)



(5 çerçeve)
T_ç (t)

Örnek 1 de verilen sistem üç yaklaşık yöntemle çözülmüş perdede oluşan momentler ve çengevedeki kesme kuvvetleri farklı sonuç vermiştir. Bu farklı sonucu oluşturan nedenler 3. Bölümdeki yöntemde k katsayısının abaktan alınması, 6. Bölümdeki yöntemde kesitlerin linear olarak kat yüksekliğince aynı olmasıdır. Zaten yaklaşık yöntem oldukları için sonuçlar doğru kabul edilebilir.





7. Bölümde verilen programa uygulanması

DATA VERİŞ SIRASI

- 1- Perdeli sistem olduğu için 1
Katsayısı 12
Kattaki çerçevenin kolon sayısı 4
- 2- Alt kattan başlamak kaydı ile yanyana kolon (J/h) değerleri benzer çerçeve kadar arttırılarak verilir. (dm^4/m)
190.5, 405, 405, 190.5
" " " "
- 3- Alt kattan başlamak kaydı ile giriş (J/ℓ) değerleri benzer giriş kadar arttırılarak verilir. (dm^4/m)
66,5, 66.5, 66.5
" " "
- 4- Yatay yükler alt kattan başlamak kaydı ile verilir. (t)
7.8, 16,23
- 5- Kat yükseklikleri verilir. (m)
3, 3, 3.....
- 6- Perde (J/h) değerleri alt kattan başlamak kaydı ile benzer perde kadar arttırılarak verilir. (dm^4/m)
67817, 67817,.....

Belirli bir zaman sonra iterasyon sonucu kolon, giriş ve perde uç momentleri alınır.

ITERASYON SAYISI= 9
KOLON UC MOMENTLERI
=====

12 .KAT	-28.07 -26.41	-32.98 -32.30	-32.98 -32.30	-28.07 -26.41
11 .KAT	-25.33 -26.01	-30.51 -29.48	-30.51 -29.48	-25.33 -26.01
10 .KAT	-23.75 -21.20	-59.62 -52.70	-59.62 -52.70	-23.75 -21.20
9 .KAT	-75.98 -67.82	-137.73 -127.24	-137.73 -127.24	-75.98 -67.82
8 .KAT	-57.60 -60.57	-112.17 -116.12	-112.17 -116.12	-57.60 -60.57
7 .KAT	-54.48 -52.68	-105.00 -102.26	-105.00 -102.26	-54.48 -52.68
6 .KAT	-68.89 -69.07	-131.18 -132.36	-131.18 -132.36	-68.89 -69.07
5 .KAT	-51.67 -57.70	-98.21 -100.44	-98.21 -100.44	-51.67 -57.70
4 .KAT	-53.08 -62.64	-120.48 -134.85	-120.48 -134.85	-53.08 -62.64
3 .KAT	-34.19 -48.50	-63.98 -102.97	-63.98 -102.97	-34.19 -48.50
2 .KAT	-23.39 -50.96	-42.49 -104.05	-42.49 -104.05	-23.39 -50.96
1 .KAT	8.40 -32.17	18.73 -67.95	18.73 -67.95	8.40 -32.17

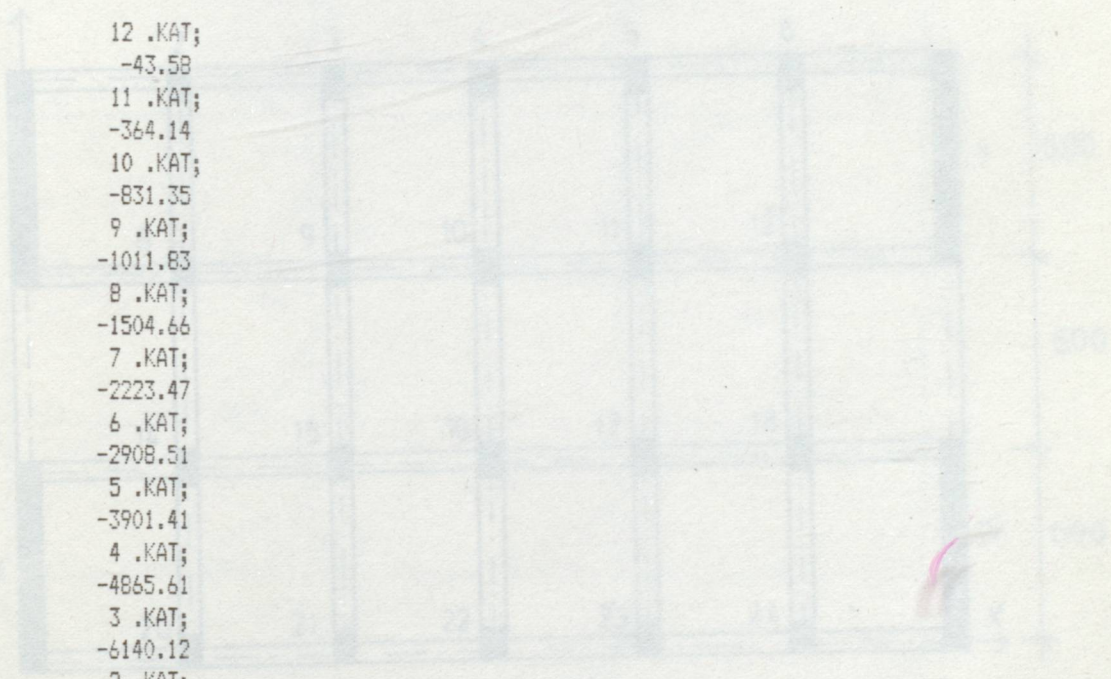
KIRIS UC MOMENTLERI
=====

12 .KAT	28.07	20.35	12.63	12.63	20.35	28.07
11 .KAT	51.74	38.19	24.63	24.63	38.19	51.74
10 .KAT	49.77	46.29	42.81	42.81	46.29	49.77
9 .KAT	97.19	95.88	94.56	94.56	95.88	97.19
8 .KAT	125.42	121.62	117.81	117.81	121.62	125.42
7 .KAT	115.06	112.06	109.06	109.06	112.06	115.06
6 .KAT	121.58	118.35	115.12	115.12	118.35	121.58
5 .KAT	120.76	117.12	113.48	113.48	117.12	120.76
4 .KAT	110.81	110.59	110.38	110.38	110.59	110.81
3 .KAT	96.86	98.59	100.32	100.32	98.59	96.86
2 .KAT	71.91	72.47	73.03	73.03	72.47	71.91
1 .KAT	42.56	42.63	42.70	42.70	42.63	42.56

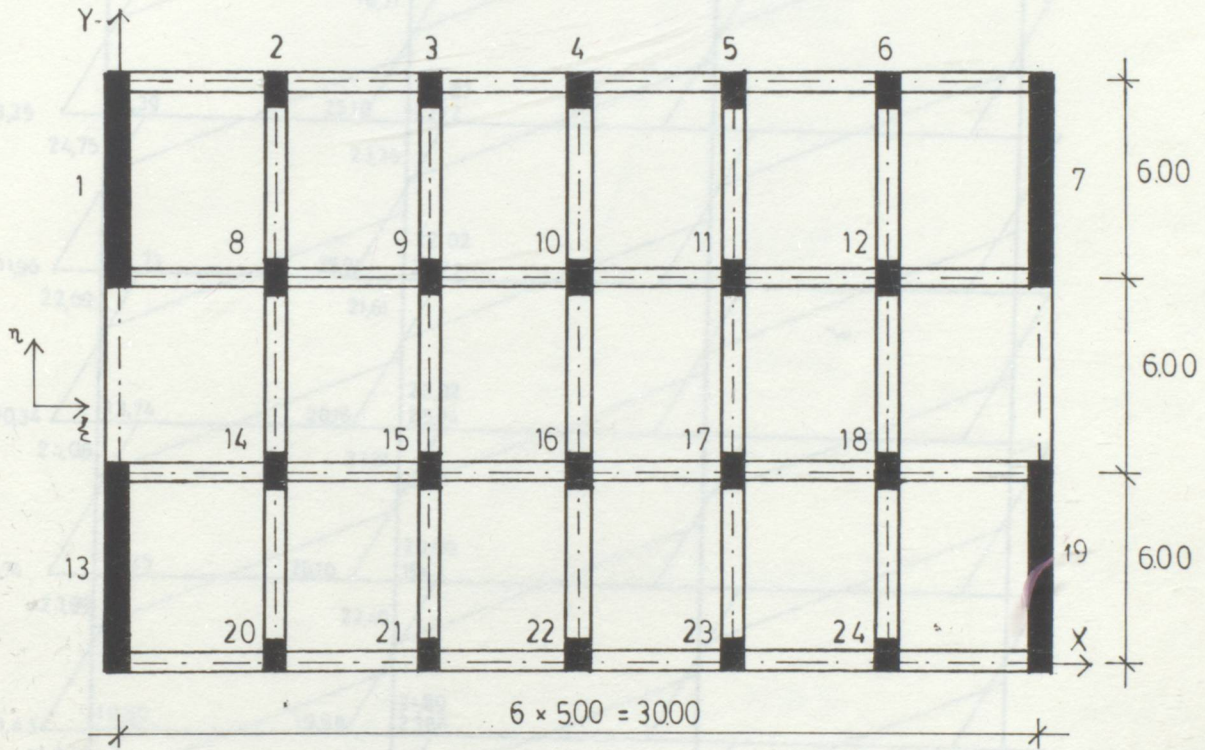
PERDE MOMENTLERI

=====

- 12 .KAT;
-43.58
- 11 .KAT;
-364.14
- 10 .KAT;
-831.35
- 9 .KAT;
-1011.83
- 8 .KAT;
-1504.66
- 7 .KAT;
-2223.47
- 6 .KAT;
-2908.51
- 5 .KAT;
-3901.41
- 4 .KAT;
-4865.61
- 3 .KAT;
-6140.12
- 2 .KAT;
-7510.70
- 1 .KAT;
-9191.45



Aynı problem 5. bölümdeki yöntemle çözülürse



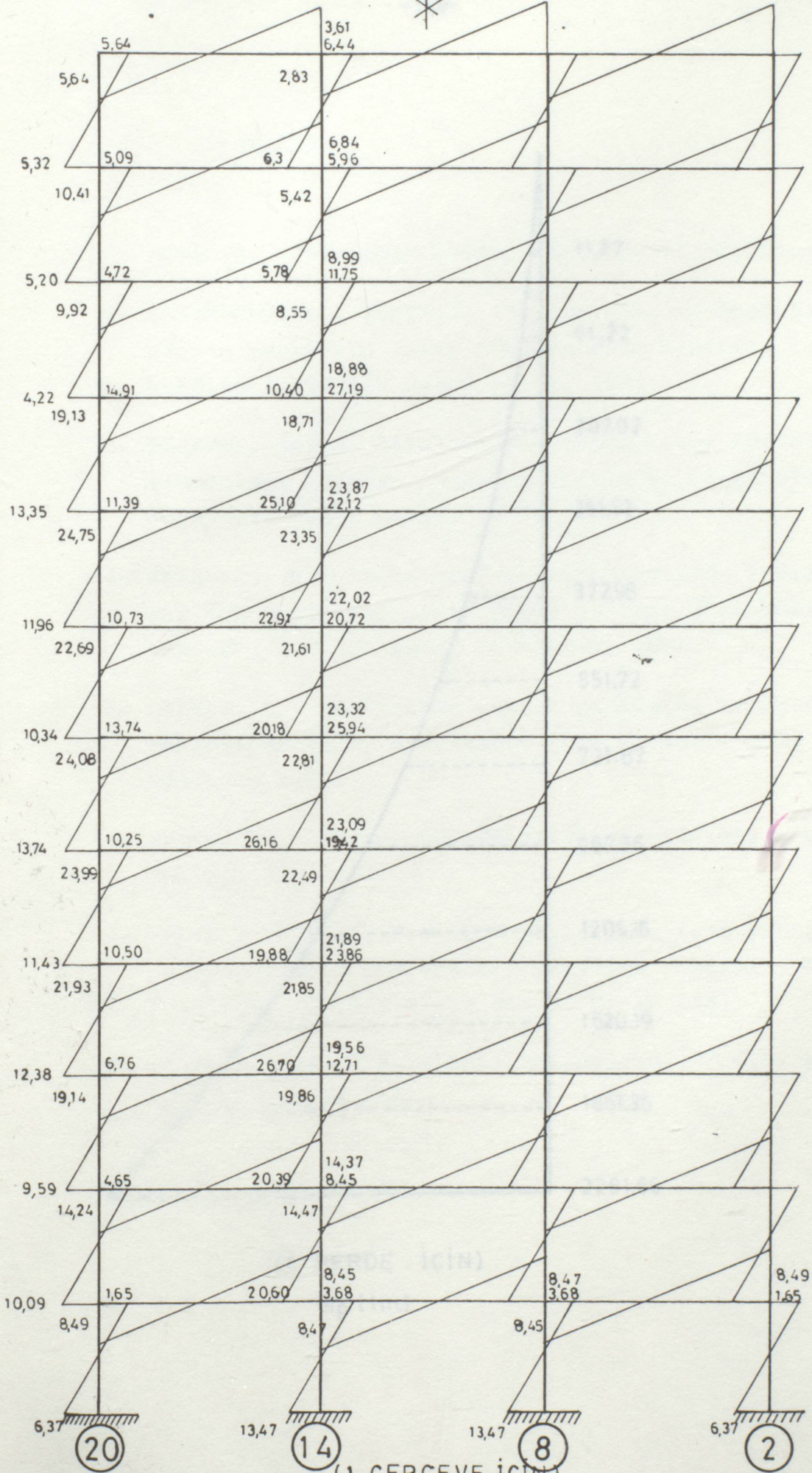
20

14

8

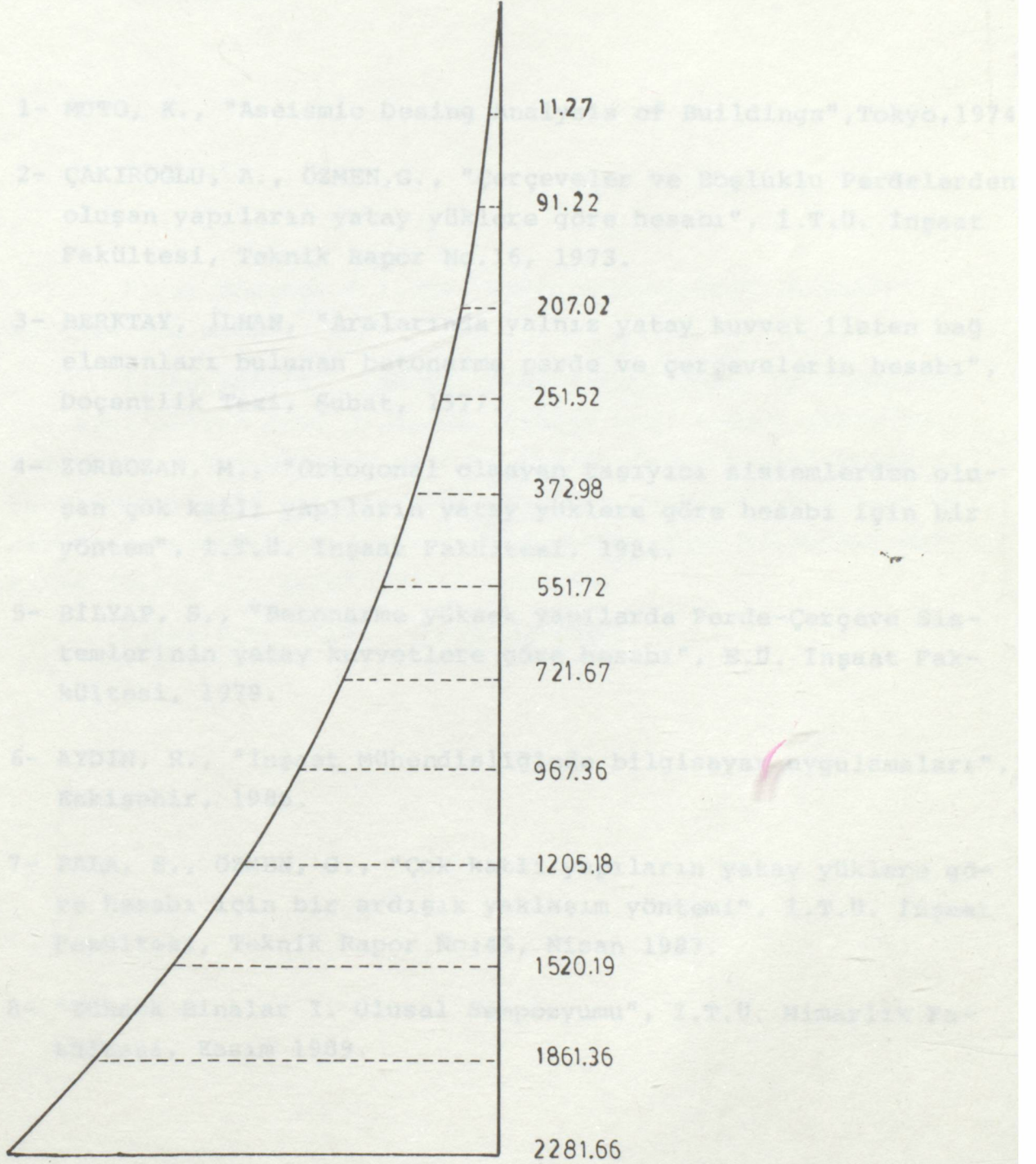
2

(1. CERCEVE İCİN)
Mr. (m)



(1 CERCEVE İÇİN)
Mc (tm.)

YATAY YÜKLER



(1 PERDE İÇİN)

M_p (tm.)

KAYNAKLAR

- 1- MUTO, K., "Aseismic Desing Analysis of Buildings",Tokyo,1974.
- 2- ÇAKIROĞLU, A., ÖZMEN,G., "Çerçevesel ve Boşluklu Perdelerden oluşan yapıların yatay yüklere göre hesabı", İ.T.Ü. İnşaat Fakültesi, Teknik Rapor No.16, 1973.
- 3- BERKTAY, İLHAN, "Aralarında yalnız yatay kuvvet ileten bağ elemanları bulunan betonarme perde ve çerçevelerin hesabı", Doçentlik Tezi, Şubat, 1977.
- 4- ZORBOZAN, M., "Ortogonal olmayan taşıyıcı sistemlerden oluşan çok katlı yapıların yatay yüklere göre hesabı için bir yöntem", İ.T.Ü. İnşaat Fakültesi, 1984.
- 5- BİLYAP, S., "Betonarme yüksek yapılarda Perde-Çerçeve Sistemlerinin yatay kuvvetlere göre hesabı", E.Ü. İnşaat Fakültesi, 1979.
- 6- AYDIN, R., "İnşaat Mühendisliğinde bilgisayar uygulamaları", Eskişehir, 1986.
- 7- PALA, S., ÖZMEN, G., "Çok katlı yapıların yatay yüklere göre hesabı için bir ardışık yaklaşım yöntemi", İ.T.Ü. İnşaat Fakültesi, Teknik Rapor No:45, Nisan 1987.
- 8- "Yüksek Binalar I. Ulusal Sempozyumu", İ.T.Ü. Mimarlık Fakültesi, Kasım 1989.

ÖZGEÇMİŞ

İlker Börekçi 8.1.1964 yılında Zonguldak'ın Kandilli kasabasında doğdu.

İlköğrenimini Armutçuk Özel İlkokulunda, ortaöğrenimini, aynı okulun orta kısmında, liseyi Kdz. Ereğli lisesinde tamamladı. 1984 yılında girdiği Yıldız Üniversitesi İnşaat Fakültesini 1988 yılında bitirdi. Aynı sene Yüksek lisans öğrenimine başladı, bu arada İnşaat Bölümü Yapı Kürsüsüne Araştırma Görevlisi olarak göreve başladı.

Halen aynı görevi sürdürmektedir.

