

# ideSTATİK IDS - NC

İNŞAAT ve DEĞERLEM MÜHENDİSLİĞİ İÇİN  
BİLGİSAYAR PROGRAMI

Analiz ve Dizaynda Dünya Standardı

## TEKNİK DOKÜMAN

Bu kitap, ideSTATİK IDS / NC 99 programlarıyla ilgili açıklamaları içermektedir. Kitabın içeriği haberli/habersiz yalnız İde Yapı Ltd. Şti. tarafından değiştirilebilir.

Kitapta kullanılan, Windows, Microsoft Word 97 , Microsoft Corporation isim ve ticari markalarıdır.

Bu kitabın basım hakkı, 5846 sayılı Fikir Ve Sanat Eserleri Koruma Kanunu'nca güvence altına alınmıştır.

Temmuz 2000

### **İDE YAPI**

e-mail : ideyapi@ideyapi.com.tr

web : www.ideyapi.com.tr

### **Bursa**

Fevzi Çakmak Cad. Fatih Apt. No:57/5 16050 Bursa

Tel: (224) 220 67 17; Faks:(224) 223 13 71

### **İstanbul**

Barbaros Bulvarı Dalbudak Sk. Sönmez Apt. 2/4 Beşiktaş,İSTANBUL

Tel:(212) 236 38 46; Faks:(212) 236 38 49

## İçindekiler

<b>Bölüm 1 Program Çıktılarında Kullanılan Başlıklar ve Çizimleri</b>	<b>3</b>
Başlık ve Alt Başlık İndeksi	3
Çizimler	5
<b>Bölüm 2 Çıktılarda Kullanılan Simgeler ve Açıklamalar</b>	<b>7</b>
Sayfa Başlığındaki Mesaj	7
Yapı Uzak Çerçeve Eleman Bilgileri	7
Kullanıcı Tanımlı Elemanlar	7
Kat Eşdeğer Yatay Kuvvetleri ve Genel Bilgileri	8
Dinamik Hesap	9
Katlara Etkiyen Yatay Yükler	11
Düğüm Noktası Deplasmanları	11
Kat Deplasmanları	11
Elemanların Uç Kuvvetleri	11
Görelî Kat Ötelemelerinin Sınırlandırılması	12
İkinci Mertebe Etkileri	13
A1 Burulma Düzensizliği	13
A2-A3 Düzensizliği Kontrolü	14
A4 Taşıyıcı Sistem Eleman Eksenlerinin Paralel Olmaması	15
B1 Komşu Katlar Arası Dayanım Düzensizliği	16
B2 Komşu Katlar Arası Rijitlik Düzensizliği	16
B3 Taşıyıcı Sistemin Düşey Elemanlarının Süreksizliği	17
R Katsayısının Seçim Nedeni	17
Hesap Yönteminin Seçim Nedeni	18
Vis/Vik Oranları	18
Döşemelerin Statik Betonarme Sonuçları ve Donatıları	19
Kirişlerin Yük Bilgileri ve Ankastrelik Tesirleri	20
Kirişlerin Betonarme Hesap Sonuçları	20
Kirişlerin Donatıları	20
Deprem Yönetmeliği Kiriş Tahkikleri	21
Kolonların Betonarme Hesap Sonuçları	21
İkinci Mertebe Etkileri (Moment Büyütme Yöntemi)	23
Kolonların Donatıları	24
Deprem Yönetmeliği Kolon Tahkikleri	25
Kolon Kiriş Birleşim Bölgelerinin Kesme Güvenliği	26
Panellerin Tasarım Eğilme Momentleri	27
Panellerin Betonarme Hesap Sonuçları ve Donatıları	27
Radye Döşemeleri Statik-Betonarme Sonuçları ve Donatıları	28
Temellere Gelen Kolon Yükleri	28
Tekil Temel Statik-Betonarme Sonuçları ve Donatıları	29
Sürekli Temellerin Statik Hesap Sonuçları	29
Sürekli Temel Kirişlerinin Donatıları	29
<b>Bölüm 3 Program'ın 1997 Deprem Yönetmeliğine Uyumluluğu</b>	<b>31</b>
<b>Bölüm 4 Teorik Esaslar</b>	<b>35</b>
Önsöz	35
Özet	35
Genel	36
ideSTATİK IDS/NC 'nin Bilgisayar İhtiyacı	36
Üç Boyutlu Taşıyıcı Sistem	36
Taşıyıcı Sistemin Global Eksenlere Transformasyonu	37
Sistem Çözümü	42
Dinamik Analiz	43
Kesitlerde Boyut Tahkiki ve Donatı Tayini	43
Pafta Çizimleri	43
Programa Bilgi Girişi	44
Taşıyıcı Sistemin Elemanları İle İlgili Bilgiler	44
Data Kontrolü	46

Yapının Yatay Yüklerinin Saptanması	46
Düşey Yükler	46
Ek 1 – Uzay Çerçeve Çubuğunun Rijitlik Matrisi	46
Ek 2 – 3 Katlı Bir Binanın Dinamik Analizi	47
Teorik Esaslar Bölümünün Referansları	51
<b>Bölüm 5 Yaklaşık Metodlar</b>	<b>53</b>
Özet	53
Genel Tanımlamalar	53
Yaklaşık Yöntemler	54
Kesin Yöntemler	57
ideSTATİK IDS / NC Programı	57
Yaklaşık Metodlar Bölümünün Referansları	58
<b>Bölüm 6 Sap 90 Programına Data Aktarma</b>	<b>59</b>
<b>Bölüm 7 Teorik Esaslar, Teknoloji ve Bilimsel Yaklaşım</b>	<b>61</b>
01.01 - Çubuk Taşıyıcı Sistemler	61
01.01.01 - Kullanılan Sayısal Çözüm Yöntemleri:	61
01.01.02 - Çubuk Taşıyıcı Sistemin Sayısal Modeli:	61
01.01.03 - Kullanılan Koordinat Sistemi:	61
01.01.04 - Taşıyıcı Sistemin Davranış Ortamı:	61
01.02 - Yüzeysel Taşıyıcı Sistemler	61
01.02.02.01 - Düzlem Elemanlı taşıyıcı Sistemler (PLAKLAR):	61
01.02.02.01.06 - Nervürlü Kaset Plakları	61
01.02.02.02 - Levhalar, Perdeler, Yüksek Gövdeli Kirişler	61
01.02.02.03 - Eğri Yüzeysel Taşıyıcı Sistemler	61
01.03 - Dinamik	62
01.04 - Kesit Hesapları	62
01.05 - Temel Hesapları	62
<b>Bölüm 8 Kolonların , Perdelerin ve Kirişlerin Majör Ekseni</b>	<b>63</b>
Kolonlar için lokal Y ekseninin tanımı	63
Kolonlar için lokal Y ekseninin düzlemdeki konumu	63
Kolonlarda uç kuvvetleri	64
Momentlerin pozitif yönleri	64
Kirişler	65
Kolonlarda atalet momentlere müdahale	65
Kirişlerde atalet momentlere müdahale	65

## Bölüm 1 Program Çıktılarında Kullanılan Başlıklar ve Çizimleri

### Başlık ve Alt Başlık İndeksi

PROJEDE SAPTANAN OLUMSUZLUKLAR  
YAPI UZAY ÇERÇEVE ELEMAN BİLGİLERİ  
KULLANICI TANIMLI ELEMANLAR

KAT ES DEĞER YATAY KUVVETLERİ VE GENEL BİLGİLERİ  
DİNAMİK HESAP

Spektrum Katsayısı (Spektrum Eğrisi)

X

X Yönü Hesaba Katılan Titreşim Modu Sayısı Yeterlilik Kontrolü

X Yönü Karakteristik Mod Vektörleri

X Yönü Normalleştirilmiş Yapı Serbest Titreşim Modları

X Yönü Yapı Kat Maksimum İvmesi

X Yönü Kat Modal Kütleleri

X Yönü Yapı Kat Elastik Deprem Yükleri

X Yönü Yapı Kat Tasarım Deprem Yükleri

X Yönü Yapı Kat Maksimum Yükleri

Spektrum Katsayısı (Spektrum Eğrisi)

Y

Y Yönü Hesaba Katılan Titreşim Modu Sayısı Yeterlilik Kontrolü

Y Yönü Karakteristik Mod Vektörleri

Y Yönü Normalleştirilmiş Yapı Serbest Titreşim Modları

Y Yönü Yapı Kat Maksimum İvmesi

Y Yönü Kat Modal Kütleleri

Y Yönü Yapı Kat Elastik Deprem Yükleri

Y Yönü Yapı Kat Tasarım Deprem Yükleri

Y Yönü Yapı Kat Maksimum Yükleri

Spektrum Katsayısı (Spektrum Eğrisi)

KATLARA ETKİYEN YATAY YÜKLER

Yükleme 1 (X YÖNÜ + 0.05) E1 Deprem

Yükleme 2 (X YÖNÜ - 0.05) E2 Deprem

Yükleme 3 (Y YÖNÜ + 0.05) E3 Deprem

Yükleme 4 (Y YÖNÜ - 0.05) E4 Deprem

DÜĞÜM NOKTASI DEPLASMANLARI

Yükleme 1 (X YÖNÜ + 0.05) E1 Deprem Deplasmanlar U ve Dönmeler R

Yükleme 2 (X YÖNÜ - 0.05) E1 Deprem Deplasmanlar U ve Dönmeler R

Yükleme 3 (Y YÖNÜ + 0.05) E1 Deprem Deplasmanlar U ve Dönmeler R

Yükleme 4 (Y YÖNÜ - 0.05) E1 Deprem Deplasmanlar U ve Dönmeler R

Yükleme 5 G DÜŞEY Deplasmanlar U ve Dönmeler R

Yükleme 6 Q DÜŞEY Deplasmanlar U ve Dönmeler R

KAT DEPLASMANLARI

Yükleme 1 (X YÖNÜ + 0.05) E1 Deprem

Yükleme 2 (X YÖNÜ - 0.05) E2 Deprem

Yükleme 3 (Y YÖNÜ + 0.05) E3 Deprem

Yükleme 4 (Y YÖNÜ - 0.05) E4 Deprem

ELEMANLARIN UÇ KUVVETLERİ

Yükleme 1 (X YÖNÜ + 0.05) E1 Deprem

Yükleme 2 (X YÖNÜ - 0.05) E2 Deprem

Yükleme 3 (Y YÖNÜ + 0.05) E3 Deprem

Yükleme 4 (Y YÖNÜ - 0.05) E4 Deprem

Yükleme 5 G DÜŞEY

Yükleme 6 Q DÜŞEY

GÖRELİ KAT ÖTELEMELERİNİN SINIRLANDIRILMASI

1. Deprem Yükleme

2. Deprem Yükleme

3. Deprem Yükleme

4. Deprem Yükleme

2. MERTEBE ETKİLERİ

1. Deprem Yükleme

2. Deprem Yükleme

- 3. Deprem Yükleme
- 4. Deprem Yükleme
- DÜZENSİZLİK DURUMLARI
  - A-Planda Düzensizlik Durumları
    - A1-Burulma Düzensizliği
    - A2-A3-Döşeme Süreksizliği, Planda Çıkıntılarının Bulunması
  - A4-Taşıyıcı Eleman Eksenlerinin Paralel Olmaması
    - Yüklem 1 (X YÖNÜ + 0.05) E1 Deprem
    - Yüklem 2 (X YÖNÜ - 0.05) E2 Deprem
    - Yüklem 3 (Y YÖNÜ + 0.05) E3 Deprem
    - Yüklem 4 (Y YÖNÜ - 0.05) E4 Deprem
  - B-Düşey Doğrultuda Düzensizlik Durumları
    - B1-Komşu Katlar Arası Dayanım Düzensizliği (Zayıf Kat) - X
    - B1-Komşu Katlar Arası Dayanım Düzensizliği (Zayıf Kat) - Y
    - B2-Komşu Katlar Arası Rijitlik Düzensizliği (Yumuşak Kat)
    - B3-Taşıyıcı Sistemin Düşey Elemanlarının Süreksizliği
- R KATSAYISININ SEÇİM NEDENİ
  - Devrilme Momenti Kontrolü 1. Deprem Yükleme
  - Devrilme Momenti Kontrolü 2. Deprem Yükleme
  
  - Devrilme Momenti Kontrolü 3. Deprem Yükleme
  - Kesme Kuvveti Kontrolü 1. Deprem Yükleme
  - Kesme Kuvveti Kontrolü 2. Deprem Yükleme
  - Kesme Kuvveti Kontrolü 3. Deprem Yükleme
  - Kesme Kuvveti Kontrolü 4. Deprem Yükleme
- HESAP YÖNTEMİNİN SEÇİM NEDENİ
- Vis/Vik ORANLARI
- DÖŞEMELER
  - Hesap Ön Bilgileri
  - Döşemelerin Statik-Betonarme Sonuçları ve Donatıları
- NERVÜR-KASET
  - Nervür-Kaset Kirişli Yük Analizi
  - Nervür-Kaset Kirişlerinin Donatıları
- KİRİŞLER
  - Hesap Ön Bilgileri
  - Kiriş Yükleri
  - Kirişlerin Betonarme Hesap Sonuçları
  - Kirişlerin Donatıları
  - Deprem Yönetmeliği Kiriş Tahkikleri
- KOLONLAR
  - Hesap Ön Bilgileri
  - Kolonların Betonarme Hesap Sonuçları
  - İkinci Mertebe Etkileri (Moment Büyütme Yöntemi)
  - Kolonların Donatıları
  - Deprem Yönetmeliği Kolon Tahkikleri (Güçlü Kolon ve Kesme Kuvveti)
- KOLON KİRİŞ BİRLEŞİM BÖLGELERİNİN KESME GÜVENLİĞİ
  - 1. Deprem Yükleme
  - 2. Deprem Yükleme
  - 3. Deprem Yükleme
  - 4. Deprem Yükleme
- PANELLER
  - Hesap Ön Bilgileri
  - Panellerin Tasarım Eğilme Momentleri
  - Panellerin Betonarme Hesap Sonuçları ve Donatıları
- RADYE DÖŞEMELERİ
  - Hesap Ön Bilgileri
  - Radye Döşemeleri Statik-Betonarme Sonuçları ve Donatıları
- TEKİL TEMELLER
  - Hesap Ön Bilgileri
  - Temellere Gelen Kolon Yükleri
  - Tekil Temel Statik-Betonarme Sonuçları ve Donatıları

## SÜREKLİ TEMELLER

Hesap Ön Bilgileri  
Temellere Gelen Kolon Yükleri  
Sürekli Temel Statik Hesap Sonuçları  
Yükleme 1 (X YÖNÜ + 0.05) E1 Deprem  
Yükleme 2 (X YÖNÜ - 0.05) E2 Deprem  
Yükleme 3 (Y YÖNÜ + 0.05) E3 Deprem  
Yükleme 4 (Y YÖNÜ - 0.05) E4 Deprem  
Yükleme 5 G DÜŞEY  
Yükleme 6 Q DÜŞEY  
Sürekli Temel Kirişlerinin Donatıları

## Çizimler

Kalıp Planı  
Kolon Aplikasyon Planı  
Perde Detayları  
Kolon Düşey Açılımı  
Kiriş Açılımı  
Kiriş Mesnet Detayları  
Nervür Açılımları  
Kaset Açılımları  
Temel Aplikasyon Planı  
Sürekli Temel Açılımları  
Tekil Temel Detayları  
Bağ Kirişi Açılımları  
Kolon-Kiriş Birleşim Yatay Kesiti  
Full Kesit ve Görünüşler





## Bölüm 2 Çıktılarda Kullanılan Simgeler ve Açıklamaları

Bu bölümde; raporda kullanılan tüm simgeler, rapor başlıklarına göre sıralanarak açıklanmıştır. Hesaplarda kullanılan kapalı formüller belirtilmiş, hangi değerlerin nasıl bulunduğu anlatılmıştır.

### Sayfa Başlığındaki Mesaj

Projede olumsuzluklar var ise "PROJEDE YÖNETMELİKLERE UYGUN OLMAYAN DURUMLAR TESPİT EDİLDİ" mesajı her çıktı sayfasının başına yazılır. Olumsuzlukların neler olduğu ise çıktıların birinci sayfasında listelenir.

### Yapı Uzak Çerçeve Eleman Bilgileri

#### Simgeler

Eleman :Elemanın adı. Kullanıcı tarafından elemanın yapı uzay çerçeve bilgilerinden biri değiştirilirse, eleman adının yanına "\*" işareti konulur. K01\*, S1\* vs.

i :Kiriş elemanlarının sol uç düğüm noktasının numarası. Kolon elemanının alt uç düğüm noktasının numarası

j :Kiriş elemanlarının sağ uç düğüm noktasının numarası. Kolon elemanının üst uç düğüm noktasının numarası

L :Elemanın boyu. [m] Kirişlerde temiz boy. Kolonlarda düğüm noktasından düğüm noktasına olan boy

IBurul :Elemanın burulma ataleti [m4]

IMajor :Elemanın majör atalet momenti [m4]

IMinor :Elemanın Minör atalet momenti [m4]

A :Elemanın alanı [m2]

Cos :Elemanın plandaki açısının cosinüsü Kirişlerde i-j vektörünün yatayla yaptığı açının cosinüsü. Kolonlarda majör atalet düzlemine dik vektörün yatayla yaptığı açının cosinüsü. Uzun kenarı x eksenine paralel bir dikdörtgen kolonun açısı 90 derecedir.

Sin :Elemanın plandaki açısının sinüsü

Ex1(Xo) :Kolonlarda kolonun ağırlık merkezi x apsisi. [m] Kirişlerde, kirişin sol ucundaki teorik düğüm noktası ile kirişin sol ucu arasındaki eksantrisitenin x eksenine paralel mesafesi

Ey1(Yo) :Kolonlarda kolonun ağırlık merkezi y ordinatı. [m] Kirişlerde, kirişin sol ucundaki teorik düğüm noktası ile kirişin sol ucu arasındaki eksantrisitenin y eksenine paralel mesafesi

Ex2 :Kirişin sağ ucundaki teorik düğüm noktası ile kirişin sağ ucu arasındaki eksantrisitenin x eksenine paralel mesafesi [m]

Ey2 :Kirişin sağ ucundaki teorik düğüm noktası ile kirişin sağ ucu arasındaki eksantrisitenin y eksenine paralel mesafesi [m]

### Kullanıcı Tanımlı Elemanlar

Kullanıcı, kolon, kiriş, perde gibi elemanların malzeme ve geometrik bilgilerini değiştirirse, değiştirilen elemanların değiştirilen bilgileri bu başlık altında raporlanır.

#### Simgeler

Eleman :Değiştirilen elemanın adı.

Kat :Değiştirilen elemanın kat numarası.

fck :Elemanın beton karakteristik basınç dayanımıdır. [ kgf / cm<sup>2</sup> ]

k1 :Elemanın kesitinde, beton basınç bloğu derinliğinin tarafsız eksen derinliğine oranıdır. Kullanıcı müdahale etmemişse (değer yazılı değilse), varsayılan beton sınıfına göre aşağıda tabloda listelenen k1 değerleri kullanılmıştır.

BS14-BS25	BS30	BS35	BS40	BS45	BS50
0.85	0.82	0.79	0.76	0.73	0.70

fctk :Elemanın beton karakteristik çekme dayanımıdır. [ kgf / cm<sup>2</sup> ]

fyk :Elemanın çelik akma dayanımıdır. [ kgf / cm<sup>2</sup> ]

elast. :Elemanın elastisite modülüdür. ( t / m<sup>2</sup> ). Kullanıcı müdahale etmediyse, (değer yazılı değilse), elastisite modülü hesabında aşağıdaki formül kullanılır.

$E_{cj} = 10270\sqrt{f_{cj}} + 140000$   $E_{cj} = j$  günlük betonun elastisite modülü (kgf/cm<sup>2</sup>) ;  $f_{cj} = j$  günlük betonun silindirik basınç dayanımı [kgf/cm<sup>2</sup>]

ix :Elemanın burulma atalet momentidir. [ m<sup>4</sup> ]

iy :Elemanın majör atalet momentidir. [ m<sup>4</sup> ]

iz :Elemanın minör atalet momentidir. [ m<sup>4</sup> ]

alan :Elemanın alanıdır. [ m<sup>2</sup> ]

Ex1 :Kirişlerde, kirişin sol ucundaki teorik düğüm noktası ile kirişin sol ucu arasındaki eksantrisitenin x eksenine paralel mesafesi [m]

Ey1 :Kirişlerde, kirişin sol ucundaki teorik düğüm noktası ile kirişin sol ucu arasındaki eksantrisitenin y eksenine paralel mesafesi [m]

Ex2 :Kirişin sağ ucundaki teorik düğüm noktası ile kirişin sağ ucu arasındaki eksantrisitenin x eksenine paralel mesafesi [m]

Ey2 :Kirişin sağ ucundaki teorik düğüm noktası ile kirişin sağ ucu arasındaki eksantrisitenin y eksenine paralel mesafesi [m]

$\gamma_i$  :Kirişin sol mesnedinin ankastre durumunu belirleyen satırdır. 1 tam ankastredir. 1'den küçük değerlerde verilen sayının derecesine göre ankastrelik değeri de azalır.

$\gamma_j$  :Kirişin sağ mesnedinin ankastre durumunu belirleyen satırdır. 1 tam ankastredir. 1'den küçük değerlerde verilen sayının derecesine göre ankastrelik değeri de azalır.

### Açıklamalar

Bu başlık altında listelenen tüm değerler statik ve betonarme hesabı direk etkilemektedir. Dolayısıyla kullanıcılar söz konusu değerleri kullanırken çok dikkatli olmalıdırlar.

## Kat Eşdeğer Yatay Kuvvetleri ve Genel Bilgileri

### Simgeler

gi :Binanın i. katındaki toplam sabit yük [t]

qi :Binanın i. katındaki toplam hareketli yük [t]

HYKK :Hareketli yük katılım katsayısı

wi :Binanın i. katının hareketli yük katılım katsayısı kullanılarak hesaplanan ağırlığı [t]

$H_i$  :Binanın i. katının temel üstünden itibaren ölçülen yüksekliği (Bodrum katlarında rijit çevre perdelerinin bulunduğu binalarda i'inci katın zemin kat döşemesi üstünden itibaren ölçülen yüksekliği ) Bu durumda, rijit çevre perdelerin bulunduğu katlarda hiç bir değer yazılmaz. [m]

$F_i(x)$  :Eşdeğer deprem yükü yönteminde i. kata etkiyen eşdeğer deprem yükü (x yönü) [t]

$F_i(y)$  :Eşdeğer deprem yükü yönteminde i. kata etkiyen eşdeğer deprem yükü (y yönü) [t]

$X_a, Y_a$  :Katın ağırlık merkezlerinin koordinatlarıdır.[m]

$R_x, R_y$  : Katın rijitlik merkezlerinin koordinatlarıdır. [m]

### Açıklamalar

$F_i(x)$  ,  $F_i(y)$  nin bulunması:

X ve Y yönü için;

⇒ Doğal Titreşim Periyodu  $T_r$  hesaplanır. Zemin cinsine göre belirlenen spektrum eğrisinde T yerine,  $T_r$  konularak (Denklem 6.2a,b,c)  $S(T_r)$  hesaplanır.

$$S(T) = 1 + 1.5T / T_A \quad (0 \leq T \leq T_A) \quad \text{Denklem 6.2a}$$

$$S(T) = 2.5 \quad (T_A < T \leq T_B) \quad \text{Denklem 6.2b}$$

$$S(T) = 2.5 (T_B / T)^{0.8} \quad (T > T_B) \quad \text{Denklem 6.2c}$$

⇒ (Denklem 6.3a,b) de T yerine  $T_r$  konularak  $R_a(T_r)$  hesaplanır.  $T_r > T_A$  ise  $R_a(T_r) = R$  dir.

$$R_a(T) = 1.5 + (R - 1.5)T / T_A \quad (0 \leq T \leq T_A) \quad \text{Denklem 6.3a}$$

$$R_a(T) = R \quad (T_r > T_A) \quad \text{Denklem 6.3b}$$

⇒  $A(T) = A_o I S(T)$  (Denklem 6.1) denkleminde ile  $A(T_r)$  hesaplanır.

⇒  $V_t = W \cdot A(T_1) / R_a(T_1)$  (Denklem 6.4) ile  $V_t$  hesaplanır. Bu formülde bulunan  $A(T_1)$  ve  $R_a(T_1)$ , sırasıyla  $A(T_r)$  ve  $R_a(T_r)$  dir.  $V_t$  değeri  $0.10 A_o I W$  değerinden büyük veya eşit olmalıdır.

⇒  $H_n > 25$  ise  $\Delta F_n = 0.07 T_1 V_t$  (denklem 6.8) kullanılarak  $\Delta F_n$  hesaplanır.  $H_n \leq 25$  ise  $\Delta F_n = 0$  'dır.  $\Delta F_n$   $0.2V_t$  den küçük ya da eşit olmalıdır.

⇒ (Denklem 6.9) kullanılarak her kat için  $F_i$  hesaplanır.

$$F_i = (V_t - \Delta F_n) \frac{w_i H_i}{\sum_{j=1}^N (w_j H_j)}$$

⇒ Rijit çevre perdelerinin bulunduğu katlarda  $F_i$  Madde 6.7.2.4 belirtilen esaslara göre hesaplanır.  $F_i = F_{bk} = A_o I W_{bk} / 1.5$ . Bu formüldeki  $W_{bk}$ , ilgili katın  $W_i$  'sidir.

Burada kullanılan simgeler için ayrıca dinamik hesap yapılmışsa dinamik hesap başlığı altında, yarı dinamik hesap yapıldıysa yarı dinamik hesap başlığı altında rapor edilir.

## Dinamik Hesap

### Simgeler

$W$  :Binanın hareketli yük katılım katsayısı kullanılarak bulunan toplam ağırlığı [t]

$T_{1a}$  :Binanın amprik bağıntı ile hesaplanan birinci doğal titreşim periyodu [s]

Hn	:Binanın temel üstünden itibaren ölçülen toplam yüksekliği (Bodrum katlarında rijit çevre perdelerinin bulunduğu binalarda zemin kat döşemesi üstünden itibaren ölçülen toplam yükseklik) [m]
$\Delta F_{nx}$	:Binanın N'inci katına (tepesine) etkiyen ek eşdeğer deprem yükü ( x yönü) [t]
$\Delta F_{ny}$	:Binanın N'inci katına (tepesine) etkiyen ek eşdeğer deprem yükü ( y yönü) [t]
Vt(x)	:Eşdeğer deprem yükü yönteminde x doğrultusunda binaya etkiyen toplam eşdeğer deprem yükü (taban kesme kuvveti) [t]
Vt(y)	:Eşdeğer deprem yükü yönteminde y doğrultusunda binaya etkiyen toplam eşdeğer deprem yükü (taban kesme kuvveti) [t]
VtB(x)	:Mod birleştirme yönteminde x doğrultusunda modlara ait katkıların birleştirilmesi ile bulunan bina toplam deprem yükü (taban kesme kuvveti) [t]
VtB(y)	:Mod birleştirme yönteminde y doğrultusunda modlara ait katkıların birleştirilmesi ile bulunan bina toplam deprem yükü (taban kesme kuvveti) [t]
$\beta$	:Mod birleştirme yöntemi ile hesaplanan büyüklüklerin alt sınırlarının belirlenmesi için kullanılan katsayı
Ao	:Etkin yer ivmesi katsayısı
I	:Bina önem katsayısı
Tr	:Binanın r'inci titreşim periyodu [s]
S(Tr)	:Tr için hesaplanan spektrum katsayısı

#### Açıklamalar;

X ve Y yönü için,

⇒ Her moda, serbest titreşim periyodu ( $w$ ), doğal titreşim periyodu ( $T_r$ ), (Denklem 6.2) kullanılarak spektrum katsayısı  $S(T_r)$ , (Denklem 6.1) kullanılarak spektral ivme katsayısı  $A(T_r)$ , (Denklem 6.3) kullanılarak deprem yükü azaltma katsayısı  $R_a(T_r)$ , (Denklem 6.15) kullanılarak ivme spektrum ordinatı  $S_p a(T_r)$ , etkin modal kütle  $M_r$ , C katsayısı ve katkı çarpanı hesaplanır, sırasıyla listelenir.

$$S_p a(T_r) = A(T_r) g / R_a(T_r)$$

#### Denklem 6.15

⇒ Hesaba katılacak titreşim modu sayısı kontrol edilir. (Madde 6.8.3.1) (Bu madde eşdeğer deprem yüküne göre hesap yapılırsa uygulanmaz)

$$\text{Bina toplam kütlesi} = W/g \quad (g \text{ yerçekimi ivmesi} = 9.81 \text{ m/s}^2)$$

Bina toplam kütesinin %90'nı hesaplanır.

Bina toplam kütesinin %5'i hesaplanır.

⇒ Toplam etkin modal kütle bulunur ve bina toplam kütesi ile karşılaştırılır. Toplam etkin modal kütle, bina toplam kütesinden büyükse mod sayısı yeterlidir.

⇒ Sırasıyla karakteristik mod vektörleri, normalize edilmiş yapı serbest titreşim modları yapı kat maksimum ivmeleri, yapı kat modal kütleleri, yapı kat elastik deprem yükleri, yapı kat tasarım deprem yükleri hesaplanır.

⇒ Kat maksimum yükleri, eşdeğer ve dinamik yükler olmak üzere listelenir. Rijit bodrum çevre perdelerinin bulunduğu katta bu değerler sıfırdır. Bu yüklerin toplamları Madde 6.8.5'e göre karşılaştırılır.  $V_t(x) < \beta V_{tB}(x)$  ve  $V_t(y) < \beta V_{tB}(y)$  ise dinamik analizle bulunan bütün iç kuvvetler; x yönü için,  $\beta V_t(x) / V_{tB}(x)$ ; y yönü için  $\beta V_t(y) / V_{tB}(y)$  katsayılarıyla otomatik olarak çarpılırlar. (Bu madde eşdeğer deprem yüküne göre hesap yapılırsa uygulanmaz. Sadece eşdeğer deprem yükü yöntemine göre bulunan kat maksimum yükleri listelenir.)

## Katlara Etkiyen Yatay Yükler

### Simgeler

ex	:Katın burulma momenti hesabında kullanılan eksantriste [m]
ey	:Katın burulma momenti hesabında kullanılan eksantriste [m]
Fx	:Kullanılan yöntemle göre hesaplanan, X yönü kat deprem kuvveti [t]
Fy	:Kullanılan yöntemle göre hesaplanan, Y yönü kat deprem kuvveti [t]
Mb	:Kata etkiyen burulma momenti [tm]

## Düğüm Noktası Deplasmanları

### Simgeler

Dn	:Düğüm noktası numarası
X,Y,Z	:Düğüm noktası koordinatları [m]
G1	:Düğüm noktasının global x eksenine doğrultusundaki deplasman bileşeni kod numarası
G2	:Düğüm noktasının global y eksenine doğrultusundaki deplasman bileşeni kod numarası
G3	:Düğüm noktasının global z eksenine doğrultusundaki deplasman bileşeni kod numarası
G4	:Düğüm noktasının global x eksenine etrafındaki deplasman bileşeni kod numarası
G5	:Düğüm noktasının global y eksenine etrafındaki deplasman bileşeni kod numarası
G6	:Düğüm noktasının global z eksenine etrafındaki deplasman bileşeni kod numarası
U(x)	:Düğüm noktasının global x eksenine doğrultusundaki deplasmanı [mm]
U(y)	:Düğüm noktasının global y eksenine doğrultusundaki deplasmanı [mm]
U(z)	:Düğüm noktasının global z eksenine doğrultusundaki deplasmanı [mm]
R(x)	:Düğüm noktasının global x eksenine etrafındaki deplasmanı [radyan]
R(y)	:Düğüm noktasının global y eksenine etrafındaki deplasmanı [radyan]
R(z)	:Düğüm noktasının global z eksenine etrafındaki deplasmanı [radyan]

## Kat Deplasmanları

### Simgeler

$\delta_x$	:Katın master düğüm noktasının ( kütle merkezinin ) x deplasmanı [mm]
$\delta_y$	:Katın master düğüm noktasının ( kütle merkezinin ) y deplasmanı [mm]
$\theta$	:Katın master düğüm noktasının ( kütle merkezinin ) dönmesi [radyan]

## Elemanların Uç Kuvvetleri

### Simgeler

- Kolonlar ve paneller

1 indisler alt ucu simgelemektedir.

2 indisler üst ucu simgelemektedir.

majör düzlem:Kolonun majör (büyük) atalet momentinin hesaplandığı düzlem. Uzun kenarı eksenine paralel bir dikdörtgen kolonun majör düzlemi , x eksenine paraleldir.

tx1 :Kolonun uzun kenarı doğrultusundaki kesme kuvveti majör düzlemdeki kesme kuvveti [t]

ty1 :Kolonun kısa kenarı doğrultusundaki kesme kuvveti majör düzleme dik düzlemdeki kesme kuvveti [t]

tz1 :Kolonun aksenal kuvveti [t]

mx1 :Kolonun kısa kenarı doğrultusundaki moment majör düzleme dik düzlemdeki moment [tm]

my1 :Kolonun uzun kenarı doğrultusundaki moment majör düzlemdeki moment [tm]

mb1 :Kolonun burulma momenti [tm]

▪ Kirişler

1 indisler sol ucu simgelemektedir.

2 indisler sağ ucu simgelemektedir.

tz1 :Kesme kuvveti

my1 :Eğilme momenti

mb1 :Burulma momenti

**Açıklamalar**

Kolonlarda,  $0.70 < \alpha_i < 1$  aralığında  $(M_{ra} + M_{r\dot{u}}) \geq 1.2 (M_{ri} + M_{rj})$  denkleminin hem alttaki, hem de üstteki düğüm noktalarının sağlandığı kolonlara etkiyen eğilme momentleri ve kesme kuvvetleri  $1/\alpha_i$  oranında çarpılarak otomatik olarak attırılır. Sonuçlar ikinci satır olarak(yanına  $1/\alpha_i$  yazar) listelenir

**Görelî Kat Ötelemelerinin Sınırlandırılması**

**Simgeler**

Kat :i. Kat

hi :i. Kat yüksekliği [m]

$\Delta_{imax}$  :i. Katta hesaplanan maksimum görelî kat ötelemesi [mm]

$\Delta_{(i)SLU}$  :i. katın Sol-Üst köşesinde hesaplanan yatay yerdeğîştirme [mm]

$\Delta_{(i)SLA}$  :i. katın Sol-Alt köşesinde hesaplanan yatay yerdeğîştirme [mm]

$\Delta_{(i)SĞA}$  :i. katın Sağ-Alt köşesinde hesaplanan yatay yerdeğîştirme [mm]

$\Delta_{(i)SĞU}$  :i. katın Sağ-Üst köşesinde hesaplanan yatay yerdeğîştirme [mm]

$\Delta_{(i-1)SLU}$ :(i-1). katın Sol-Üst köşesinde hesaplanan yatay yerdeğîştirme [mm]

$\Delta_{(i-1)SLA}$  :(i-1). katın Sol-Alt köşesinde hesaplanan yatay yerdeğîştirme [mm]

$\Delta_{(i-1)SĞA}$ :(i-1). katın Sağ-Alt köşesinde hesaplanan yatay yerdeğîştirme [mm]

$\Delta_{(i-1)S\check{G}U}$  : (i-1). katın Sağ-Üst köşesinde hesaplanan yatay yerdeğiştirme [mm]

$\Delta_{iSLU}$  : i. katın Sol-Üst köşesinde hesaplanan görelî öteleme [mm]

$\Delta_{iSLA}$  : i. katın Sol-Alt köşesinde hesaplanan görelî öteleme [mm]

$\Delta_{iS\check{G}A}$  : i. katın Sağ-Üst köşesinde hesaplanan görelî öteleme [mm]

$\Delta_{iS\check{G}U}$  : i. katın Sağ-Alt köşesinde hesaplanan görelî öteleme [mm]

#### Açıklamalar

Her bir deprem yüklemesi ve kat için;

$\Delta_{iSLU} : d(i)SLU - d(i-1)SLU$

$\Delta_{iSLA} : d(i)SLA - d(i-1)SLA$

$\Delta_{iS\check{G}A} : d(i)S\check{G}A - d(i-1)S\check{G}A$

$\Delta_{iS\check{G}U} : d(i)S\check{G}U - d(i-1)S\check{G}U$

$\Delta_{imax} = \Delta_{iSLU}, \Delta_{iSLA}, \Delta_{iS\check{G}A}, \Delta_{iS\check{G}U}$ 'dan en büyüğüdür.

$\Delta_{imax}/h_i \leq 0.0035$  veya  $\Delta_{imax}/h_i \leq 0.02/R$  olmalıdır. **Madde 6.10.1.2**

#### İkinci Mertebe Etkileri

##### Simgeler

$(\Delta_i)_{ort}$  : i. Katta kolon ve perdelerde hesaplanan görelî kat ötelemelerinin kat içindeki ortalama değeri. [mm]

$V_i$  : i. katın ilgili doğrultudaki kat kesme kuvveti [t]

$h_i$  : i. katın yüksekliği [m]

$\sum W_j$  : i. kattan itibaren en üst kata kadar olan katların hareketli yük katılım katsayısı kullanılarak hesaplanmış ağırlıklarının toplamları [t]

$\theta_i$  : i. katın ikinci mertebe gösterge değeri [radyan]

##### Açıklamalar

Her bir deprem yüklemesi ve kat için;

$(\Delta_i)_{ort} = (\Delta_{iSLU} + \Delta_{iSLA} + \Delta_{iS\check{G}A} + \Delta_{iS\check{G}U}) / 4$  işlemiyle bulunur. (Denklem 6.21) kullanılarak  $\theta_i$  hesaplanır.  $\theta_i \leq 0.12$  olmalıdır.

$$\theta = \frac{(\Delta_i)_{ort} \sum_{j=i}^N w_j}{V_i h_i}$$

#### A1 Burulma Düzensizliği

##### Simgeler

$(\Delta i)_{\max 1}$ :i. katta 1. Deprem yüklemesinden hesaplanan maksimum görelî kat ötelemesi [mm]

$(\Delta i)_{\min 1}$ :i. katta 1. Deprem yüklemesinden hesaplanan minimum görelî kat ötelemesi [mm]

$(\Delta i)_{\text{ort1}}$  :i. katta 1. Deprem yüklemesinden hesaplanan ortalama görelî kat ötelemesi [mm]

$\eta_{bi1}$  :i. katta 1. Deprem yüklemesinden hesaplanan burulma düzensizliği katsayısı [mm]

$(\Delta i)_{\max 2}$ :i. katta 2. Deprem yüklemesinden hesaplanan maksimum görelî kat ötelemesi [mm]

$(\Delta i)_{\min 2}$ :i. katta 2. Deprem yüklemesinden hesaplanan minimum görelî kat ötelemesi [mm]

$(\Delta i)_{\text{ort}}$  :i. katta 2. Deprem yüklemesinden hesaplanan ortalama görelî kat ötelemesi [mm]

$\eta_{bi2}$  :i. katta 2. Deprem yüklemesinden hesaplanan burulma düzensizliği katsayısı [mm]

$(\Delta i)_{\max 3}$ :i. katta 3. Deprem yüklemesinden hesaplanan maksimum görelî kat ötelemesi [mm]

$(\Delta i)_{\min 3}$ :i. katta 3. Deprem yüklemesinden hesaplanan minimum görelî kat ötelemesi [mm]

$(\Delta i)_{\text{ort3}}$  :i. katta 3. Deprem yüklemesinden hesaplanan ortalama görelî kat ötelemesi [mm]

$\eta_{bi3}$  :i. katta 3. Deprem yüklemesinden hesaplanan burulma düzensizliği katsayısı [mm]

$(\Delta i)_{\max 4}$ :i. katta 4. Deprem yüklemesinden hesaplanan maksimum görelî kat ötelemesi [mm]

$(\Delta i)_{\min 4}$ :i. katta 4. Deprem yüklemesinden hesaplanan minimum görelî kat ötelemesi [mm]

$(\Delta i)_{\text{ort4}}$  :i. katta 4. Deprem yüklemesinden hesaplanan ortalama görelî kat ötelemesi [mm]

$\eta_{bi4}$  :i. katta 4. Deprem yüklemesinden hesaplanan burulma düzensizliği katsayısı [mm]

### Açıklamalar

Görelî kat ötelemelerinde başlığında her bir deprem için rapor edilen  $\Delta i_{\max}$  değerleri, bu başlıkta sırasıyla  $(\Delta i)_{\max 1}$ ,  $(\Delta i)_{\max 2}$ ,  $(\Delta i)_{\max 3}$ ,  $(\Delta i)_{\max 4}$  olarak listelenir.

$(\Delta i)_{\min 1}$ ,  $(\Delta i)_{\min 2}$ ,  $(\Delta i)_{\min 3}$ ,  $(\Delta i)_{\min 4}$  her kat ve yükleme için, görelî kat ötelemeleri başlığında rapor edilen  $\Delta i_{\text{SLU}}$ ,  $\Delta i_{\text{SLA}}$ ,  $\Delta i_{\text{SĞA}}$ ,  $\Delta i_{\text{SĞU}}$  değerlerinin en küçüğüdür.

$(\Delta i)_{\text{ort1}} = [(\Delta i)_{\max 1} / (\Delta i)_{\min 1}] / 2$  ;  $(\Delta i)_{\text{ort2}} = (\Delta i)_{\max 2} / (\Delta i)_{\min 2}$ ;

$(\Delta i)_{\text{ort3}} = (\Delta i)_{\max 3} / (\Delta i)_{\max 3}$  ;  $(\Delta i)_{\text{ort4}} = (\Delta i)_{\max 4} / (\Delta i)_{\max 4}$  formülleriyle ortalama görelî kat ötelemeleri hesaplanır.

$n_{bi1} = (\Delta i)_{\max 1} / (\Delta i)_{\text{ort1}}$  ;  $n_{bi2} = (\Delta i)_{\max 2} / (\Delta i)_{\text{ort2}}$

$n_{bi3} = (\Delta i)_{\max 3} / (\Delta i)_{\text{ort3}}$  ;  $n_{bi4} = (\Delta i)_{\max 4} / (\Delta i)_{\text{ort4}}$  formülleriyle  $n_{bi}$ 'ler hesaplanır.

$n_{bi}$ 'lerin bir tanesi 1.2 değerinden büyükse A1 burulma düzensizliği vardır.

### A2-A3 Düzensizliği Kontrolü

e :Moment kolunun uzunluğu [m]



$\cos \alpha$	:Kolon majör atalet düzlemine dik vektörün yatayla yaptığı açının cosinüsü.
$\sin \alpha$	:Kolon majör atalet düzlemine dik vektörün yatayla yaptığı açının sinüsü. (Not: Uzun kenarı x eksenine paralel bir dikdörtgen kolonun açısı 90 derecedir.)
$tx_u$	:İinci kattaki kolonun üst ucuna x eksenine doğrultusunda etkiyen kesme kuvveti [t]
$ty_u$	:İinci kattaki kolonun üst ucuna y eksenine doğrultusunda etkiyen kesme kuvveti [t]
$tx_{i+1}$	:i+1'inci kattaki kolonun alt ucuna x eksenine doğrultusunda etkiyen kesme kuvveti [t]
$ty_{i+1}$	:i+1'inci kattaki kolonun alt ucuna y eksenine doğrultusunda etkiyen kesme kuvveti [t]
$V_{ux}$	: $tx_u \cdot \sin(\arcsin \alpha - \alpha)$
$V_{uy}$	: $ty_u \cdot \cos(\arcsin \alpha - \alpha)$
$V_{ax}$	: $tx_{i+1} \cdot \sin(\arcsin \alpha - \alpha)$
$V_{ay}$	: $ty_{i+1} \cdot \cos(\arcsin \alpha - \alpha)$
$V_u$	: $V_{ux} + V_{uy}$
$V_a$	: $V_{ax} + V_{ay}$
$V$	: $V_a - V_u$
$M$	: $V \cdot e$
$D$	:Kesitin yüksekliği (m)
$B$	:Kesitin genişliği (m)
$W$	:Kesitin mukavemet momenti ( $m^3$ )
$f_{ctd}$	:Beton karakteristik hesap dayanımı. (Çekme) Hesap dayanımı, beton karakteristik çekme dayanımının, statik ayarlarda tanımlanabilen beton güvenlik katsayısına bölümüyle elde edilmiştir. ( $kgf/cm^2$ )
$\sigma$	: $M/W$ Gerilme değeri ( $kgf/cm^2$ ) $f_{ctd}$ den küçükse beton basınç çekmesi yeterlidir mesajı yazılır. Büyükse yeterli değildir mesajı yazılır. Kullanıcı önlem almak zorundadır.
$T_d$	:Donatının basınç kuvveti (t)
$A_s$	:Plağın her bir tarafına konulacak donatı miktarı ( $cm^2$ )

#### A4 Taşyıcılık Sistem Eleman Eksenlerinin Paralel Olmaması

##### Simgeler

$tx_1$	: Alt uçta majör aks doğrultusunda kesme kuvveti [t]
$ty_1$	: Alt uçta minör aks doğrultusunda kesme kuvveti [t]
$tz_1$	: Alt uçta normal kuvvet [t]
$mx_1$	: Alt uçta majör aks etrafında eğilme momenti [tm]
$my_1$	: Alt uçta minör aks etrafında eğilme momenti [tm]
$mb_1$	: Alt uçta kolon düşey eksenine etrafında burulma momenti [tm]
$tx_2$	: Üst uçta majör aks doğrultusunda kesme kuvveti [t]

ty2	: Üst uçta minör aks doğrultusunda kesme kuvveti [t]
tz2	: Üst uçta normal kuvvet [t]
mx2	: Üst uçta majör aks etrafında eğilme momenti [tm]
my2	: Üst uçta minör aks etrafında eğilme momenti [tm]
mb2	: Üst uçta kolon düşey eksen etrafında burulma momenti [tm]

#### Açıklamalar

Sistemde A4 düzensizliği varsa, tespit edilmiştir mesajı yazılır ve **Madde 6.7.5** uygulanır. Bu maddenin uygulandığı durumda elemanların asal eksen doğrultusundaki iç kuvvet büyüklükleri **Madde 6.7.5**'deki belirtildiği üzere hesaplanır ve her bir deprem doğrultusu için bulunan değerler bu başlık altında listelenir. Burada listelenen iç kuvvet büyüklükleri, elemanların tasarımında kullanılan büyüklüklerdir.

### B1 Komşu Katlar Arası Dayanım Düzensizliği

#### Simgeler

$\sum Aw(i+1)$	:(i+1). Katta kolon en kesiti etkin gövde alanları Aw'ların toplamı [m2]
$\sum Ag(i+1)$	:(i+1). Katta göz önüne alınan deprem doğrultusuna paralel olarak perde olarak çalışan taşıyıcı sistem elemanlarının enkesit alanlarının toplamı [m2]
$\sum Ak(i+1)$	:(i+1). Katta göz önüne alınan deprem doğrultusuna paralel kagir dolgu duvar alanlarının ( kapı ve pencere boşlukları düşülmüş) toplamı [m2]
$\sum Ae(i+1)$	:(i+1). Katta göz önüne alınan deprem doğrultusunda etkili kesme alanı. [m2]
$\sum Aw(i)$	:i. Katta kolon enkesiti etkin gövde alanları Aw'ların toplamı [m2]
$\sum Ag(i)$	:i. Katta göz önüne alınan deprem doğrultusuna paralel olarak perde olarak çalışan taşıyıcı sistem elemanlarının en kesit alanlarının toplamı [m2]
$\sum Ak(i)$	:i. Katta göz önüne alınan deprem doğrultusuna paralel kagir dolgu duvar alanlarının ( kapı ve pencere boşlukları düşülmüş) toplamı [m2]
$\sum Ae(i)$	:i. Katta göz önüne alınan deprem doğrultusunda etkili kesme alanı. [m2]
$\eta_{ci}$	:i. Katın Dayanım Düzensizliği Katsayısı

#### Açıklamalar

Her bir katta;

$\sum Ae = \sum Aw + \sum Ag + 0.15 \sum Ak$  hesaplanır. Katların birinde;

$\eta_{ci} = (\sum Ae)_i / (\sum Ae)_{i+1} < 0.80$  ise B1 komşu katlar arası dayanım düzensizliği vardır.

$0.60 \leq \eta_{ci} < 0.80$  ise taşıyıcı sistem davranış katsayısı R,  $1.25(\eta_{ci})_{min}$  değeri ile çarpılarak deprem hesabı otomatik olarak tekrarlanır.  $(\eta_{ci})_{min}$  rapor edilen bütün  $\eta_{ci}$  lerin en küçüğüdür.  $\eta_{ci} < 0.60$  olması durumunda kullanıcı uyarılır.  $1.25(\eta_{ci})_{min}$  değeri, R Katsayısının Seçim Nedeni başlığında rapor edilir. R katsayısı da  $1.25(\eta_{ci})_{min}$  çarpılmış olarak R Katsayısının Seçim Nedeni başlığında yazılmaktadır.

### B2 Komşu Katlar Arası Rijitlik Düzensizliği

#### Simgeler

$(\Delta_i)_{ort1}$	: i. katta 1. Deprem yüklemesinden hesaplanan ortalama görece kat ötelemesi [mm]
$(\Delta_{i+1})_{ort1}$	:(i+1). katta 1. Deprem yüklemesinden hesaplanan ortalama görece kat ötelemesi [mm]
$\eta_{ki}$	:i. katta 1. Deprem yüklemesinden hesaplanan Rijitlik düzensizliği katsayısı [mm]
$(\Delta_i)_{ort2}$	:i. katta 2. Deprem yüklemesinden hesaplanan ortalama görece kat ötelemesi [mm]
$(\Delta_{i+1})_{ort2}$	:(i+1). katta 2. Deprem yüklemesinden hesaplanan ortalama görece kat ötelemesi [mm]
$\eta_{ki2}$	:i. katta 2. Deprem yüklemesinden hesaplanan rijitlik düzensizliği katsayısı [mm]
$(\Delta_i)_{ort3}$	:i. katta 3. Deprem yüklemesinden hesaplanan ortalama görece kat ötelemesi [mm]
$(\Delta_{i+1})_{ort3}$	:(i+1). katta 3. Deprem yüklemesinden hesaplanan ortalama görece kat ötelemesi [mm]
$\eta_{ki3}$	:i. katta 3. Deprem yüklemesinden hesaplanan rijitlik düzensizliği katsayısı [mm]
$(\Delta_i)_{ort4}$	:i. katta 4. Deprem yüklemesinden hesaplanan ortalama görece kat ötelemesi [mm]
$(\Delta_{i+1})_{ort4}$ [mm]	:(i+1). katta 4. Deprem yüklemesinden hesaplanan ortalama görece kat ötelemesi [mm]
$\eta_{ki4}$	:i. katta 4. Deprem yüklemesinden hesaplanan Rijitlik düzensizliği katsayısı [mm]

#### Açıklamalar

İkinci mertebe etkileri başlığında 4 adet deprem yüklemesine göre listelenen  $(\Delta_i)_{ort}$  'lar bu düzensizliğin kontrolünde kullanılır.  $(\Delta_i)_{ort}$  ilgili kat,  $(\Delta_{i+1})_{ort}$  bir üst kat olmak üzere, her kat için;

$$\eta_{ki1} = (\Delta_i)_{ort1} / (\Delta_{i+1})_{ort1} \text{ (1.deprem yüklemesi için)}$$

$$\eta_{ki2} = (\Delta_i)_{ort2} / (\Delta_{i+1})_{ort2} \text{ (2.deprem yüklemesi için)}$$

$$\eta_{ki3} = (\Delta_i)_{ort3} / (\Delta_{i+1})_{ort3} \text{ (3.deprem yüklemesi için)}$$

$$\eta_{ki4} = (\Delta_i)_{ort4} / (\Delta_{i+1})_{ort4} \text{ (4.deprem yüklemesi için) hesaplanır ve listelenir.}$$

$\eta_{ki}$  'lerden biri 1.50' den büyükse B2 komşu katlar arası rijitlik düzensizliği vardır.

### B3 Taşıyıcı Sistemin Düşey Elemanlarının Süreksizliği

Sadece kolonun iki ucu mesnetli kirişe oturduğu durum kontrol edilir. Yoksa, "Taşıyıcı Sistemin Düşey Elemanlarında Süreksizlik Bulunmamaktadır." mesajı rapor edilir. Varsa, Elemanların plandaki adları ve katları yazılır. İlgili düğüm noktasına bağlı tüm giriş ve kolonların bütün kesitlerinde tüm yüklemeler için elde edilen tüm iç kuvvetler %50 oranında otomatik attırılır.

### R Katsayısının Seçim Nedeni

Her bir deprem yüklemesi ve her kat için kesme kuvveti ve devrilme momenti kontrolü yapılır.

- Devrilme momenti kontrolü

### Simgeler

PMx :İlgili katta ve ilgili deprem yüklemesinden dolayı kattaki perdelerin yatay x istikametine transfer

edilmiş momentleri toplamı [tm]

$PM_y$  :İlgili katta ve ilgili deprem yüklemesinden dolayı kattaki perdelerin düşey y istikametine transfer edilmiş momentleri toplamı [tm]

$M_x$  :İlgili katta ve ilgili deprem yüklemesinden dolayı kattaki perde ve kolonların yatay x istikametine transfer edilmiş momentleri toplamı [tm]

$My$  :İlgili katta ve ilgili deprem yüklemesinden dolayı kattaki perde ve kolonların düşey y istikametine transfer edilmiş momentleri toplamı [tm]

$\alpha M_x$  : $PM_x/M_x$

$\alpha M_y$  : $PM_y/M_y$

▪ Kesme kuvveti kontrolü

$PT_x$  :İlgili katta ve ilgili deprem yüklemesinden dolayı kattaki perdelerin yatay x istikametine transfer edilmiş kesme kuvvetlerinin toplamı [t]

$PT_x$  :İlgili katta ve ilgili deprem yüklemesinden dolayı kattaki perdelerin düşey y istikametine transfer edilmiş kesme kuvvetlerinin toplamı [t]

$\sum T_x$  : İlgili katta ve ilgili deprem yüklemesinden dolayı kattaki kolonların ve perdelerin yatay x istikametine transfer edilmiş kesme kuvvetlerinin toplamı [t]

$\sum T_x$  : İlgili katta ve ilgili deprem yüklemesinden dolayı kattaki kolonların ve perdelerin düşey y istikametine transfer edilmiş kesme kuvvetlerinin toplamı [t]

$\%T_x$  :  $P_{tx} / \sum T_x$

$\%T_y$  :  $P_{ty} / \sum T_y$

### Açıklamalar

Süneklik düzeyi yüksek yapı tasarımında,  $\alpha M_x$  ya da  $\alpha M_y$  herhangi bir deprem yüklemesinde 0.75'den küçük veya eşitse  $R=7$  kullanılabilir. 0.75'den büyük ise program rapor alırken kullanıcıyı uyarır. Bu durumda, kullanıcı,  $R=10 - 4\alpha_M$  formülünden R katsayısını hesaplar ve tekrar analiz yaptırır. ( $\alpha_M$ ,  $\alpha M_x$  ve  $\alpha M_y$ 'lerin en büyüğü olarak alınabilir). Kullanılan R katsayısı Seçilen R katsayısı olarak bu başlıkta listelenir. Süneklik düzeyi karma yapı tasarımında  $\alpha_M \geq 0.40$  kontrolü yapılır.  $0.40 > \alpha_M > 2/3$  aralığında ise program kullanıcıyı uyarır. Bu durumda kullanıcı,  $R=R_{nç} - 1.5\alpha_M$  ( $R_{yp}-R_{nç}$ ) formülünden R katsayısını hesaplar ve tekrar analiz yaptırır.

Sırasıyla, deprem bölgesi, bina önem katsayısı, bina toplam yüksekliği, girilen R katsayısı, seçilen R katsayısı,  $1.25(\eta_c)$ min değeri listelenir. R katsayısının uygunluğu rapor edilir.

### Hesap Yönteminin Seçim Nedeni

Sırasıyla deprem bölgesi, Bina toplam yüksekliği, düzensizlik durumları ve katsayıları (A1 için  $\eta$  bi, B2 için  $\eta$  ki) ve kullanılan hesap yöntemi rapor edilir.

### Vis/Vik Oranları

#### Simgeler

$Vis_1$  :Binanın i. katında  $(M_{ra} + M_{r\bar{u}}) \geq 1.2 (M_{ri} + M_{rj})$  denkleminin (Denklem 7.3) hem alttaki hem de üstteki düğüm noktalarında sağlandığı kolonlarda, 1. deprem yüklemesinden hesaplanan kesme kuvvetlerinin toplamı [t]

$Vik_1$  :Binanın i. katında tüm kolonlarda 1. deprem yüklemesinden hesaplanan kesme kuvvetlerinin toplamı [t]

$\alpha_{i1}$  :i. katta 1. deprem yüklemesinden hesaplanan  $V_{is1}/V_{ik1}$  oranı

$V_{is2}$  :Binanın i. katında Denklem 7.3'ün hem alttaki hem de üstteki düğüm noktalarında sağlandığı kolonlarda , 2. deprem yüklemesinden hesaplanan kesme kuvvetlerinin toplamı [t]

$V_{ik2}$  :Binanın i. katında tüm kolonlarda 2. deprem yüklemesinden hesaplanan kesme kuvvetlerinin toplamı [t]

$\alpha_{i2}$  :i. katta 2. deprem yüklemesinden hesaplanan  $V_{is2}/V_{ik2}$  oranı

$V_{is3}$  :Binanın i. katında Denklem 7.3'ün hem alttaki hem de üstteki düğüm noktalarında sağlandığı kolonlarda , 3. deprem yüklemesinden hesaplanan kesme kuvvetlerinin toplamı [t]

$V_{ik3}$  :Binanın i. katında tüm kolonlarda 3. deprem yüklemesinden hesaplanan kesme kuvvetlerinin toplamı [t]

$\alpha_{i3}$  :i. katta 3. deprem yüklemesinden hesaplanan  $V_{is3}/V_{ik3}$  oranı

$V_{is4}$  :Binanın i. katında Denklem 7.3'ün hem alttaki hem de üstteki düğüm noktalarında sağlandığı kolonlarda , 4. deprem yüklemesinden hesaplanan kesme kuvvetlerinin toplamı [t]

$V_{ik4}$  :Binanın i. katında tüm kolonlarda 4. deprem yüklemesinden hesaplanan kesme kuvvetlerinin toplamı [t]

$\alpha_{i4}$  :i. katta 4. deprem yüklemesinden hesaplanan  $V_{is4}/V_{ik4}$  oranı

#### Açıklamalar

Herhangi bir deprem yüklemesinde ve herhangi bir katta,  $\alpha_i < 0.70$  olmasına izin verilmez.  $0.70 < \alpha_i < 1$  aralığında ( $M_{ra} + M_{r\bar{u}} \geq 1.2 (M_{ri} + M_{rj})$ ) denkleminin hem alttaki, hem de üstteki düğüm noktalarının sağlandığı kolonlara etkiyen eğilme momentleri ve kesme kuvvetleri  $1/\alpha_i$  oranında çarpılarak otomatik olarak atılır. Sonuçlar "Eleman Uç Kuvvetleri" başlığında ikinci satır olarak (yanına  $1/\alpha_i$  yazar) listelenir.  $M_{ra}$ ,  $M_{r\bar{u}}$ ,  $M_{ri}$ ,  $M_{rj}$  için "Deprem Yönetmeliği Kolon Raporu'na bakınız.

#### Döşemelerin Statik Betonarme Sonuçlar<sup>1</sup> ve Donatılar<sup>1</sup>

##### Simgeler

L :Döşemenin ilgili doğrultudaki temiz açıklığı [m]

G :Döşemenin sabit yükü [kg/m<sup>2</sup>]

Q :Döşemenin hareketli yükü [kg/m<sup>2</sup>]

D :Döşemenin yüksekliği [m]

$M_{Sol}$  :İlgili doğrultunun solunda hesaplanan moment [tm]

$As_{Sol}$  :İlgili doğrultunun solunda (sol mesnet) olması gerekli donatı alanı [cm<sup>2</sup>]

$Dnt_{Sol}$  :Sol mesnetteki ilave adet ve çapı

$M_{Ack}$  :İlgili doğrultunun açıklığında hesaplanan moment [tm]

$As_{Ack}$  :İlgili doğrultunun açıklığında olması gerekli donatı alanı [cm<sup>2</sup>]

$Dnt_{Ack}$  :Açıklıktaki donatı adet ve çapı

$M_{Sağ}$  :İlgili doğrultunun sağında hesaplanan moment [tm]

$As_{Sağ}$  :İlgili doğrultunun sağında (sağ mesnet) olması gerekli donatı alanı [cm<sup>2</sup>]

$Dnt_{Sağ}$  :Sağ mesnetteki ilave adet ve çapı

## Kirişlerin Yük Bilgileri ve Ankastrilik Tesirleri

### Simgeler

In	:Kiriş temiz açıklığıdır. [m]
lo	:Kiriş üzerinde tanımlanmış ekstra yükün(noktasal yükün) kirişin sol ucuna olan mesafesidir. [m]
Nereden	:Yükün hangi elemandan etki ettiği veya yükün niteliği
G/Q	:Sırasıyla sabit ve hareketli yükün değeri [kg/m <sup>2</sup> ]
Mg1	:Sol uçta İlgili sabit yükten hesaplanan ankastrilik momenti [tm]
Mq1	:Sol uçta İlgili hareketli yükten hesaplanan ankastrilik momenti [tm]
Vg1	:Sol uçta İlgili sabit yükten hesaplanan ankastrilik kesme kuvveti [t]
Vq1	:Sol uçta İlgili hareketli yükten hesaplanan ankastrilik kesme kuvveti [t]
Mg2	:Sağ uçta İlgili sabit yükten hesaplanan ankastrilik momenti [tm]
Mq2	:Sağ uçta İlgili hareketli yükten hesaplanan ankastrilik momenti [tm]
Vg2	:Sağ uçta İlgili sabit yükten hesaplanan ankastrilik kesme kuvveti [t]
Vq2	:Sağ uçta İlgili hareketli yükten hesaplanan ankastrilik kesme kuvveti [t]
Eşdeğer g	:İlgili yükün eşdeğer düzgün yayılı yük karşılığı (sabit) [t/m]
Eşdeğer q	:İlgili yükün eşdeğer düzgün yayılı yük karşılığı (hareketli) [t/m]

## Kirişlerin Betonarme Hesap Sonuçları

### Simgeler

Üst	:Kirişin ilgili ucunda (mesnedinde) , Kirişin üst tarafında en fazla çekme donatısı çıkaran yükleme kombinasyonu
Alt	:Kirişin ilgili ucunda (mesnedinde) , Kirişin alt tarafında en fazla çekme donatısı çıkaran yükleme kombinasyonu
Ve	:Enine donatı hesabında esas alınan kesme kuvveti [t]
Vd	:Yük katsayıları ile çarpılmış düşey yükler ve depremin ortak etkisi altında hesaplanan kesme kuvveti [t]
Vcr	:Eğik çatlamay <sup>1</sup> oluşturan kesme kuvveti [t]
Vc	:Betonun kesme dayanımına katkısı [t]
Asw/s	:1 metredeki kayma donatısı alanı [m <sup>2</sup> ]
Moment0	:Moment sıfır noktasının ilgili uca olan uzaklığı

## Kirişlerin Donatıları

### Simgeler

bw	:Kirişin gövde genişliği [m]
hk	:Kiriş yüksekliği [m]
In	:Temiz açıklık [m]

MdÜst	:Kirişin ilgili bölgesinde üst tarafta en fazla çekme donatısı çıkaran dizayn momenti. [tm]
MdAlt	:Kirişin ilgili bölgesinde alt tarafta en fazla çekme donatısı çıkaran dizayn momenti [tm]
Hes.AsÜst	:Kirişin ilgili bölgesinde üst tarafta hesaplanan donatı alanı [cm <sup>2</sup> ]
Hes.AsAlt	:Kirişin ilgili bölgesinde alt tarafta hesaplanan donatı alanı [cm <sup>2</sup> ]
Mev.AsÜst	:Kirişin ilgili bölgesinde üst tarafta mevcut donatı alanı [cm <sup>2</sup> ]
Mev.AsAlt	:Kirişin ilgili bölgesinde alt tarafta mevcut donatı alanı [cm <sup>2</sup> ]

## Deprem Yönetmeliği Kiriş Tahkikleri

### Simgeler

bw	:Kirişin gövde genişliği [m]
hk	:Kiriş yüksekliği [m]
In	:Temiz açıklık
fctd	:Kirişin betonunun tasarım çekme dayanımı [kgf/cm <sup>2</sup> ]
fyd	:Kirişin boyuna donatısının tasarım akma dayanımı [kgf/cm <sup>2</sup> ]
fcd	:Kirişin betonunun tasarım basınç dayanımı [kgf/cm <sup>2</sup> ]
Sol $\rho_u$	:Kirişin sol mesnedinin üst tarafındaki çekme donatısının oranı
Sağ $\rho_u$	:Kirişin sağ mesnedinin üst tarafındaki çekme donatısının oranı
Vr	:Kiriş kesitinin kesme dayanımı [t]
Vei	:Kirişin sol ucunda hesaplanan kesme kuvveti [t]
Vej	:Kirişin sağ ucunda hesaplanan kesme kuvveti [t]
Vdyi [t]	:Kirişin sol ucunda ve kolon yüzünde düşey yüklerden meydana gelen basit kiriş kesme kuvveti
Vdyj [t]	:Kirişin sağ ucunda ve kolon yüzünde düşey yüklerden meydana gelen basit kiriş kesme kuvveti
Mpiüst [tm]	:Kirişin sol ucunda üstte çekme çıkartacak yön için hesaplanan pekleşmeli taşıma gücü momenti
Mpialt [tm]	:Kirişin sol ucunda altta çekme çıkartacak yön için hesaplanan pekleşmeli taşıma gücü momenti
Mpjüst [tm]	:Kirişin sağ ucunda üstte çekme çıkartacak yön için hesaplanan pekleşmeli taşıma gücü momenti
Mpjalt [tm]	:Kirişin sağ ucunda altta çekme çıkartacak yön için hesaplanan pekleşmeli taşıma gücü momenti

### Açıklamalar

- ⇒  $fctd/fyd < \rho_u$  ve  $fctd/fyd < \rho_u$  olmalıdır. (Bu şart basit mesnetlerde gerekli olmadığı için kontrol edilmez. Basit mesnetler bu şarta tabi değildir.)
- ⇒  $V_r = 0.25 f_{cd} b_w d$  formülünden kiriş kesitinin kesme dayanımı hesaplanır. ( $d = h_k - \text{paspayı}$ )
- ⇒  $0.22 b_w d f_{cd}$  değeri hesaplanır.
- ⇒ Deprem soldan, sağdan etkimesi durumları sonucunda, sol ve sağ uç için en olumsuz kesme kuvveti

hesabı yapılır. (Vei ve Vej). Bunun için;

(Mpiüst+Mpjalt), (Mpialt+Mpjüst) hesaplanır. Büyük olan alınır. (Mpmx olsun).

Sol uç için;  $V_{ei} = V_{dyi} + M_{pmax}/l_n$

Sağ uç için;  $V_{ej} = V_{dyj} + M_{pmax}/l_n$  (Madde 7.9) hesaplanır.

⇒ Vei ve Vej değerlerinden bir tanesi,  $V_r$  ya da  $0.22 b_w d$  fcd değerlerinden büyükse kesit yetersizdir.

## Kolonların Betonarme Hesap Sonuçları

### Simgeler

NdMax :Kolonda en büyük aksenal kuvveti veren kombinasyondan hesaplanan aksenal kuvvet [t]

Yükleme : Ndmax değeri veren yükleme kombinasyonu

NdMin :Kolonda en küçük aksenal kuvveti veren kombinasyondan hesaplanan aksenal kuvvet [t]

Yükleme : Ndmin değeri veren yükleme kombinasyonu

Ac :Kolonun brüt enkesit alanı [cm<sup>2</sup>]

fck :Kolonunda kullanılan betonun karakteristik silindir basınç dayanımı [kgf/cm<sup>2</sup>]

Acfck :Ac \* fck

AshMaj :Kolon majör düzleminde s enine donatı aralığına karşı gelen yükseklik boyunca kolon uç bölgesindeki tüm etriye kollarının ve çirozların enkesit alanı değerlerinin majör düzleme dik doğrultudaki izdüşümlerinin toplamı. Kolon uzun kenarına paralel etriyelerin ve çirozların toplam alanlarının izdüşümleri [cm<sup>2</sup>]

AshMin :Kolon minör düzleminde s enine donatı aralığına karşı gelen yükseklik boyunca kolon uç bölgesindeki tüm etriye kollarının ve çirozların enkesit alanı değerlerinin minör düzleme dik doğrultudaki izdüşümlerinin toplamı Kolon k'sa kenar'na paralel etriyelerin ve çirozlar'n toplam alanlar'n'n izdüşümleri [cm<sup>2</sup>]

VeMaj :Kolonda majör düzlemde enine donatı hesabında esas alınan kesme kuvveti [t]

VeMin :Kolonda minör düzlemde enine donatı hesabında esas alınan kesme kuvveti [t]

VcrMaj :Majör düzlemde Eğik çatlamayı oluşturan kesme kuvveti [t]

VcrMin :Minör düzlemde Eğik çatlamayı oluşturan kesme kuvveti [t]

VcMaj :Majör düzlemde betonun kesme dayanımına katkısı [t]

VcMin :Minör düzlemde betonun kesme dayanımına katkısı [t]

Asw/sMaj :1 metredeki kayma donatısı alanı (majör düzlemde) [cm<sup>2</sup>]

Asw/sMin :1 metredeki kayma donatısı alanı (minör düzlemde) [cm<sup>2</sup>]

### Açıklamalar

⇒ 0.50 Ac fck hesaplanır. Bu değer NdMax değerinden büyük ya da eşit olmalıdır.

⇒ Nd > 0.20 Ac fck olması durumunda, sarılma bölgesindeki minimum toplam enine donatı aşağıdaki koşullardan elverişsiz olanı sağlayacak şekilde hesaplanır.

$$A_{sh} \geq 0.30 s_{bk} \left[ \left( \frac{A_c}{A_{ck}} \right) - 1 \right] (f_{ck} / f_{yw})$$

**Denklem 7.1a**

$$A_{sh} \geq 0.775 s_{bk} (f_{ck} / f_{yw})$$

**Denklem 7.1b**

⇒ Nd < 0.20 Ac Fck olması durumunda, kolon sarılma bölgesinde Denklem (7.1) ile verilen enine



donatıların en az 2/3 minimum etriye donatı olarak kullanılır.

- ⇒  $V_{crMaj}=0.65 \cdot f_{ctd} \cdot b_w \cdot d$  hesaplanır. (bw:majör düzleminde kolon genişliği, d: minör düzleminde kolon genişliği-paspayı)
- ⇒  $V_{crMin}=0.65 \cdot f_{ctd} \cdot b_w \cdot d$  hesaplanır. (bw:minör düzleminde kolon genişliği, d: majör düzleminde kolon genişliği-paspayı)
- ⇒  $V_{cMaj}=0.80 \cdot V_{crMaj}$  ile  $V_{cmin}$  hesaplanır.  $V_e \geq 0.50 \cdot V_d$  ve  $N_d \leq 0.05 \cdot A_c \cdot f_{ck}$  ise  $V_{cMaj}=0$  alınır.
- ⇒  $V_{cMaj}=0.80 \cdot V_{crMin}$  ile  $V_{cmin}$  hesaplanır.  $V_e \geq 0.50 \cdot V_d$  ve  $N_d \leq 0.05 \cdot A_c \cdot f_{ck}$  ise  $V_{cmin}=0$  alınır.
- ⇒  $A_{sw}/s_{Maj}$  ve  $A_{sw}/s_{Min}$  hesaplanır.

## İkinci Mertebe Etkileri (Moment Büyütme Yöntemi)

Sırasıyla X ve Y yönü için yanal ötelemenin ötelenmiş veya ötelenmemiş olduğu bilgisi verilir.

### Simgeler

- Top.Nd : Yapı'nın yük faktörleriyle çarpılarak hesaplanan toplam ağırlığıdır. [ton]
- Top.Edc : Yalnızca rijit düşey elemanlarının (panel, bodrum çevre perdesi vs) eğilme rijitliğidir.  $E_c$ =Panelin j günlük elastisite modülü (kg/m<sup>2</sup>)  $I_c$ =Panelin major atalet momenti (m<sup>4</sup>)
- Kolon : Elemanın adı
- Kat : Elemanın katı
- Yön : Kolonun yönünü belirleyen nitelik
- $\alpha_a$  : Alt düğüm noktalarındaki görel eğilme rijitliklerini belirleyen katsayıdır.
- $\alpha_b$  : Üst düğüm noktalarındaki görel eğilme rijitliklerini belirleyen katsayıdır.
- k :  $\alpha_a$  ve  $\alpha_b$ 'ye göre hesaplanan kolon burkulma boyu için katsayıdır.
- Nk : Kolon burkulma yüküdür. [t]
- Nd : x ve y doğrultusundaki momentlerin süperpoze edilmesi sonucunda en büyük donatıyı veren yükleme kombinasyonuna göre hesaplanan eksenel kuvvettir. [t]
- M1,M2 : x ve y doğrultusundaki momentlerin süperpoze edilmesi sonucunda en büyük donatıyı veren yükleme kombinasyonuna göre hesaplanan alt ve üst düğüm noktasındaki momentlerdir. [tm]
- Cm :  $0.6 + 0.4 \cdot (M_1/M_2) \geq 0.4$  formülüyle hesaplanan katsayıdır.
- El. Beta : İlgili kolon için hesaplanan arttırma katsayısıdır.
- seç beta : Kat için hesaplanan arttırma katsayısı ile eleman için hesaplanan arttırma katsayısından büyük olanıdır.

### Açıklamalar

- ⇒ Top Nd hesaplanır.

$$\text{Top Nd} = (\sum g_i) \cdot \text{ZYF} + (\sum q_i) \cdot \text{HYF}$$

$\sum g_i$  =Kat genel bilgileri raporunda listelenen  $g_i$ 'lerin toplamıdır.

$\sum q_i$  =Kat parametrelerinde listelenen  $q_i$ 'lerin toplamıdır.

ZYF= Zati yük faktörüdür.

HYF= Hareketli yük faktörüdür.]

- ⇒ X ve y yönü için rijit düşey elemanlarının (panel, bodrum çevre perdesi vs) eğilme rijitliği hesaplanır.  $\text{Top } E_c \cdot I_c$  ;  $E_c$ =Panelin j günlük elastisite modülü (kg/m<sup>2</sup>)  $I_c$ =Panelin major atalet momenti (m<sup>4</sup>)

⇒ n kat sayısı, H yapının temel yüzeyinden ölçülen yüksekliği olmak üzere,

$$n \geq 4 \text{ için } H * ( \text{topNd} / \text{top}(.Ec * Ic) )^{1/2} \leq 0.6$$

$$n < 4 \text{ için } H * ( \text{topNd} / \text{top}(.Ec * Ic) )^{1/2} \leq 0.2 + 0.1n$$

Koşulları sağlandığı takdirde yanal öteleme önlenmiştir. Aksi durumda önlenmemiştir.

⇒ Sırasıyla alt ve üst düğüm noktasında  $\sum (I/L)$ , kolonlar için hesaplanır.  
I=Kolon atalet momenti

L= Döşeme üstünden , üst düğüm noktasındaki en derin kirişin alt yüzüne olan uzaklıktır.

⇒ Sırasıyla alt ve üst düğüm noktasında  $\sum (I/L)$ , kirişler için hesaplanır.

I=Kolonun üst düğüm noktasına bağlanan kirişlere ait çatlanmış kesitin atalet momentidir [m<sup>4</sup>]

$$\text{Çatlanmış} = 0.2 \frac{I_g}{I + 3 \frac{h}{L}}$$

L=Kiriş temiz açıklığıdır. [m]

h=Kiriş yüksekliğidir. [m]

⇒  $\alpha_a$  ve  $\alpha_b$  hesaplanır.

$$\alpha_a = \frac{\sum (I/L)_{\text{kolonlar}}}{\sum (I/L)_{\text{kiriş}}} \text{ (alt düğüm noktasında)}$$

$$\alpha_b = \frac{\sum (I/L)_{\text{kolonlar}}}{\sum (I/L)_{\text{kiriş}}} \text{ (üst düğüm noktasında)}$$

⇒ Rm sünme katsayısı hesaplanır. Öz ağırlıktan oluşan yükün, toplam eksenel yüke oranıdır.

Eleman uç kuvvetlerinde G yüklemesine ait Tz değeri zati yük faktörüyle çarpılır. Ng=ZYF\*Tz, Q yüklemesine ait Tz değeri hareketli yük faktörüyle çarpılır. Ng=HYF\*Tz. Rm=Ng/(Ng+Nq)

⇒ k bulunur ve lk= k.l formülüyle lk kolon etkili boyu hesaplanır. l= Döşeme üstünden , üst düğüm noktasındaki en derin kirişin alt yüzüne olan uzaklıktır.

$$\Rightarrow EI \text{ hesaplanır. } EI = \frac{EcIc}{2.5} \cdot \frac{1}{1 + \frac{1}{Rm}}$$

Ec=Betonun elastisite modülü

Ic=Kolon atalet momenti

⇒ Nk kolon burkulma yükü hesaplanır.

$$Nk = \pi^2 * (E I) / (lk^2)$$

⇒ Cm= 0.6 + 0.4 ( M1/M2) >= 0.4 formülüyle Cm hesaplanır.

⇒ El. Beta=İlgili kolon için hesaplanan arttırma katsayısıdır.

$$\text{el. Beta} = \frac{Cm}{1 - \frac{Nd}{Nk}}$$

⇒ x yönü ve y yönü için beta=  $\frac{1}{1 - \frac{\sum Nd}{\sum Nk}}$  hesaplanır.

⇒ Seç beta = el. Beta ve beta değerlerinden büyük olanıdır.

## Kolonların Donatıları

hx :Kolonun uzun kenar uzunluğu [m]

by :Kolonun kısa kenar uzunluğu [m]

Yükleme :Kolonda en fazla donatıyı çıkaran kombinasyon

$N, M_x, M_y$  :Kombinasyondan hesaplanan betonarme hesaba esas dizayn kuvvetleri [t], [tm]

$M_{evAs}$  :Kolondaki mevcut donatı alanı [cm<sup>2</sup>]

Köşe :Köşe donatısı adet ve çapı

Kenar :Kenar donatısı adet ve çapı

#### **Açıklamalar:**

Kolon betonarme hesapları, Çakır-Özer yöntemine göre yapılmaktadır. (Referans: Eğik Eğilme Ve Eksenel Kuvvet Etkisindeki Dikdörtgen Betonarme Kesitlerde Taşıma Gücü Formülleri Adnan Çakıroğlu-Erkan Özer)

### **Deprem Yönetmeliği Kolon Tahkikleri**

#### **Simgeler**

Yön :Tahkikin yönü majör veya minör

Zk :İlgili kattaki kolon zayıf kolon hesaplanmışsa + işareti konulur güçlü kolon ise hiçbir işaret yoktur

Maf :İlgili kattaki kolonun üst ve alt uçlarında Denklem 7.3'ün sağlanıp sağlanmadığı bilgisidir. Sağlanmayan ucun adı yazılır.

alt-üst :Her iki uçta da sağlanmamıştır.

üst :Üst uçta sağlanmamıştır.

alt :Alt uçta sağlanmamıştır.

bilgi yazmıyorsa:Her iki uçta da sağlanmıştır.

$M_{ra}$  :Üst kattaki kolonun alt ucunda hesaplanan taşıma gücü momenti [tm]

$M_{r\bar{u}}$  :İlgili kattaki kolonun üst ucunda hesaplanan taşıma gücü momenti [tm]

$M_{rj+}$  :Kirişin sağ ucu j deki kolon veya perde yüzünde hesaplanan pozitif taşıma gücü momenti [tm]

$M_{rj-}$  :Kirişin sağ ucu j deki kolon veya perde yüzünde hesaplanan negatif taşıma gücü momenti [tm]

$M_{ri+}$  :Kirişin sol ucu i deki kolon veya perde yüzünde hesaplanan pozitif taşıma gücü momenti [tm]

$M_{ri-}$  :Kirişin sol ucu i deki kolon veya perde yüzünde hesaplanan negatif taşıma gücü momenti [tm]

$M_{ha(i+1)}$  :(i+1). katta kolonun alt ucunda hesaplanan moment [tm]

$M_{ha(i)}$  :i. katta kolonun alt ucunda hesaplanan moment [tm]

$M_{h\bar{u}(i)}$  :i. katta kolonun üst ucunda hesaplanan moment [tm]

$M_{h\bar{u}(i-1)}$  :(i-1). katta kolonun üst ucunda hesaplanan moment [tm]

$M_{p\bar{u}}$  :i. katta kolonun üst ucunda hesaplanan pekleşmeli kolon taşıma gücü momenti [tm]

$M_{pa}$  :i. katta kolonun alt ucunda hesaplanan pekleşmeli kolon taşıma gücü momenti [tm]

$M_{\bar{u}}$  :Kolonun serbest yüksekliğinin üst ucunda, kolon kesme kuvvetinin hesabında esas alınan moment [tm]

$M_a$  :Kolonun serbest yüksekliğinin alt ucunda, kolon kesme kuvvetinin hesabında esas alınan moment [tm]

$V_e$  :Kolon enine donatı hesabında esas alınan kesme kuvveti [t]

$V_{Max}$  : $V_r$  ve  $0.22A_w f_{cd}$  nin küçük olanı [t]

### Açıklamalar

Kolonların kirişlerden daha güçlü olma koşulu için;

- ⇒ (+) ve (-) taşıma gücü momentleri için,  $(M_{ra} + M_{r\bar{u}}) \geq 1.2 (M_{ri} + M_{rj})$  (Denklem 7.3) sağlanıp sağlanmadığı kontrol edilir.
- ⇒ Denklem 7.3 uygulanması için, düğüm noktalarında birleşen kolonların her ikisinde de  $N_d \leq 0.10 \cdot A_c \cdot f_{ck}$  olmalıdır. Bu şartın kontrolü otomatik olarak yapılmaktadır. ( $N_d$  ve  $A_c \cdot f_{ck}$ , kolonların betonarme hesap sonuçları başlığında listelenmektedir.)
- ⇒ Tek katlı binalarda ve çok katlı binalarda en üst katındaki düğüm noktalarında Denklem 7.3'ün sağlanıp sağlanmadığına bakılmaz.
- ⇒ Denklem 7.3 sağlanmazsa, Maf bilgisine işaret konur.

Kolonların kirişlerden daha güçlü olması koşulunun bazı kolonlarda sağlanamaması durumu:

- ⇒  $\alpha_i = V_{is} / V_{ik} \geq 0.70$  Denklem 7.4 ise denklem 7.3 ün bazı düğüm noktalarında sağlanamamış olmasına izin verilir. (Ayrıntılar  $V_{is}/V_{ik}$  oranları başlığında rapor edilirler.)
- ⇒ Denklem 7.4'ün sağlanması durumunda,  $0.70 < \alpha_i < 1.00$  aralığında Denklem 7.3 ün hem alttaki, hem de üstteki düğüm noktalarında sağlandığı kolonlara etkiyen eğilme momentleri ve kesme kuvvetleri  $1/\alpha_i$  oranı ile çarpılarak arttırılır. (Sonuçlar Eleman Uç Kuvvetleri başlığında  $1/\alpha_i$  bilgisi verilerek ikinci satır olarak rapor edilir.)

Kolonların Kesme Güvenliği

- ⇒  $M_u$  hesabı , kolon üst ucunda Denklem 7.3'ün sağlanması durumunda,  $M_u = \frac{M_{h\bar{u}(i)}}{M_{h\bar{u}(i)} + M_{h_a(i+1)}} \Sigma M_p$  denkleminde hesaplanır. ( $\Sigma M_p = M_{pi} + M_{pj}$ ). Sağlanamaması durumunda  $M_u = M_{p\bar{u}}$  'dür.
- ⇒  $M_a$  hesabı , kolon alt ucunda Denklem 7.3'ün sağlanması durumunda,  $M_a = \frac{M_{h_a(i)}}{M_{h_a(i)} + M_{h\bar{u}(i-1)}} \Sigma M_p$  denkleminde hesaplanır. ( $\Sigma M_p = M_{pi} + M_{pj}$ ). Sağlanamaması durumunda  $M_a = M_{p_a}$  'dır.
- ⇒  $V_e = (M_a + M_u) / l_n$  (Denklem 7.5) ile  $V_e$  hesaplanır.  $l_n$  kolonun kirişler arasında kalan serbest açıklığıdır.
- ⇒  $V_e \leq V_{max}$  ise kesme güvenliği sağlanıyor demektir.

### Kolon Kiriş Birleşim Bölgelerinin Kesme Güvenliği

#### Simgeler

- $h$  : Tahkik yapıldığı yöne paralel kolon boyutu [m]
- 1.Kiriş : Sol taraftaki kiriş
- $b_{w1}$  : 1. kirişin genişliği [m]
- 2.Kiriş : Sağ taraftaki kiriş
- $b_{w2}$  : 2. kirişin genişliği [m]
- $b_j$  : Tahkik yapıldığı yönde birleşim bölgesine saptanan kirişin düşey orta ekseninden itibaren kolon kenarlarına olan uzaklıklardan küçük olanının iki katı [m]
- $3/4b$  : Kolonun tahkik yapılan yöne dik boyutunun 3/4'ü [m]
- $A_{s1j}$  : 1. kirişin sağ ucunun üst tarafındaki çekme donatısı [cm<sup>2</sup>]
- $A_{s2j}$  : 1. kirişin sağ ucunun alt tarafındaki çekme donatısı [cm<sup>2</sup>]

As1i	:2. girişin sol ucunun üst tarafındaki çekme donatısı [cm <sup>2</sup> ]
As2i	:2. girişin sol ucunun alt tarafındaki çekme donatısı [cm <sup>2</sup> ]
Vkol	:Düğüm noktasının üstünde ve altında hesaplanan kolon kesme kuvvetlerinin küçük olanı [t]
Ve(+)	:1.25(As1j + As2i) - Vkol
Ve(-)	:1.25(As1i + As2j) - Vkol
VeMax	:Kuşatılmamış durumuna göre birleşimin taşıyabileceği max kesme kuvveti[t]

#### Açıklamalar

- ⇒ Girişlerin kolona dört taraftan birleşmesi, her bir girişin genişliğinin kolon genişliğinin 3/4'ünden daha az olması durumunda, kolon giriş birleşimi kuşatılmış birleşim, aksi durumda kuşatılmamış birleşim olarak tanımlanacaktır.
- ⇒  $Ve(+)=1.25 \text{ fyk} (As1j+ As2i) - Vkol$  hesaplanır.
- ⇒  $Ve(-)=1.25 \text{ fyk} (As1i+ As2j) - Vkol$  hesaplanır.
- ⇒  $Ve(+)$  veya  $Ve(-) < Vmax$  ise kesme güvenliği sağlanmaktadır. Değilse sağlanmamaktadır. Bu durumda GÜVENSİZ mesajı rapor edilir.

#### Panellerin Tasarım Eğilme Momentleri

##### Simgeler

My1Ü	:Perdenin 1. deprem yüklemesinden üst ucunda hesaplanan tasarım eğilme momenti [tm]
My2Ü	:Perdenin 2. deprem yüklemesinden üst ucunda hesaplanan tasarım eğilme momenti [tm]
My3Ü	:Perdenin 3. deprem yüklemesinden üst ucunda hesaplanan tasarım eğilme momenti [tm]
My4Ü	:Perdenin 4. deprem yüklemesinden üst ucunda hesaplanan tasarım eğilme momenti [tm]
My1A	:Perdenin 1. deprem yüklemesinden alt ucunda hesaplanan tasarım eğilme momenti [tm]
My2A	:Perdenin 2. deprem yüklemesinden alt ucunda hesaplanan tasarım eğilme momenti [tm]
My3A	:Perdenin 3. deprem yüklemesinden alt ucunda hesaplanan tasarım eğilme momenti [tm]
My4A	:Perdenin 4. deprem yüklemesinden alt ucunda hesaplanan tasarım eğilme momenti [tm]
Hw	:Temel üstünden veya zemin kat döşemesinden itibaren ölçülen toplam perde yüksekliği [m]
Hcr	:Kritik perde yüksekliği [m]

##### Açıklamalar

Hcr hesabı,  $Hcr \geq l_w$  veya  $Hcr \geq Hw / 6$  formülleriyle hesaplanır. ( $l_w$  panelin plandaki uzunluğudur.)

#### Panellerin Betonarme Hesap Sonuçları ve Donatıları

##### Simgeler

lw	:Perdenin plandaki uzunluğu [m]
bw	:Perdenin gövde kalınlığı [m]
Vd kuvveti [t]	:Yük katsayıları ile çarpılmış düşey yükler ve depremin ortak etkisi altında hesaplanan kesme kuvveti [t]
Vr	:Perde kesitinin kesme dayanımı [t]

diğer simgeler için kolona bakınız

### Açıklamalar

$Hw / lw \geq 2$  ise panelin her iki ucunda perde uç bölgeleri oluşturulur.  $Vd < Vr$  şartı kontrol edilir.

## Radye Döşemeleri Statik-Betonarme Sonuçları ve Donatıları

### Simgeler

Aks	:Radye döşemesinin adı ve hesap aksı
L	:Döşemenin ilgili doğrultudaki temiz açıklığı [m]
G	:Radye döşemesinin sabit yüke ait gerileme değeri [ $kg/m^2$ ]
Q	:Radye döşemesinin hareketli yüke ait gerilme değeri [ $kg/m^2$ ]
D	:Radye döşemesinin yüksekliği [m]
MSol	:İlgili doğrultunun solunda hesaplanan moment [tm]
ASol	:İlgili doğrultunun solunda (sol mesnet) olması gerekli donatı alanı [ $cm^2$ ]
DntSol	:Sol mesnetteki ilave adet ve çapı
MAck	:İlgili doğrultunun açıklığında hesaplanan moment [tm]
ASack	:İlgili doğrultunun açıklığında olması gerekli donatı alanı [ $cm^2$ ]
DntAck	:Açıklıktaki donatı adet ve çapı
MSağ	:İlgili doğrultunun sağında hesaplanan moment [tm]
ASağ	:İlgili doğrultunun sağında (sağ mesnet) olması gerekli donatı alanı [ $cm^2$ ]
DntSağ	:Sağ mesnetteki ilave adet ve çapı

### Açıklamalar

G ve Q değerleri toplanarak zemin emniyetinden küçük olup olmadığı karşılaştırılır. Radye kirişlerine ait donatılar Sürekli Temel Kirişlerini Donatıları başlığında basılmaktadır. Sistem radye ise sürekli kirişlerde basılan zemin gerilmesi değeri sıfır gözüktür. Zemin gerilme tahkiki radye döşemelerinde yapılmalıdır.

## Temellere Gelen Kolon Yükleri

### Simgeler

x,y	:Kolon koordinatları [m]
$\alpha$	:Majör atalet düzlemine dik vektörün yatayla yaptığı açı (uzun kenarı x eksenine paralel bir dikdörtgen kolonun açısı 90 derecedir)
N	:Normal kuvvet [t]
Mx	:Global x eksenine etrafındaki moment ( y-z düzleminde) [tm]
My	:Global y eksenine etrafındaki moment ( x-z düzleminde) [tm]
E1,E2,E3,E4	:Sırasıyla deprem yüklemeleri [t]
G,Q	:Düşey yüklemeler [t]
W1,W2,W3,W4	:Rüzgar yüklemeleri [t]

H1,H2,H3,H4 : Toprak itkisi yüklemeleri [t]

### Tekil Temel Statik-Betonarme Sonuçları ve Donatıları

#### Simgeler

hx	:Kolonun uzun kenar uzunluğu [m]
by	:Kolonun kısa kenar uzunluğu [m]
Hx	:Temelin uzun kenar uzunluğu [m]
By	:Temelin kısa kenar uzunluğu [m]
hf	:Temel kalınlığı [m]
ZG	:Zemin gerilmesi [t/m <sup>2</sup> ]
Vdx	:Hesap kesme kuvveti ( uzun doğrultu için ) [t]
Vdy	:Hesap kesme kuvveti ( k <sup>1</sup> sa doğrultu için ) [t]
MaxMx	:Hesap eğilme momenti (uzun doğrultu için) [tm]
MaxMy	:Hesap eğilme momenti (kısa doğrultu için) [tm]
Vpr	:Zımbalama taşıma gücü [t]
Vpd	:Zımbalama yükü [t]
Tp	:Zımbalama kesitinde oluşan kayma gerilmesi [t]
Asx	:Uzun doğrultuda hesaplanan donatı alanı ( MaxMx momentinden) [cm <sup>2</sup> ]
Asy	:K <sup>1</sup> sa doğrultuda hesaplanan donatı alanı (MaxMy momentinden) [cm <sup>2</sup> ]

### Sürekli Temellerin Statik Hesap Sonuçları

#### Simgeler

i	:Temelin sol ucundaki kolonun adı
j	:Temelin sağ ucundaki kolonun adı
tz1	:Temelin sol ucundaki kesme kuvveti [t]
my1	:Temelin sol ucundaki eğilme momenti [tm]
mb1	:Temelin sol ucundaki burulma momenti [tm]
tz2	:Temelin sağ ucundaki kesme kuvveti [t]
my2	:Temelin sağ ucundaki eğilme momenti [tm]
mb2	:Temelin sağ ucundaki burulma momenti [tm]

### Sürekli Temel Kirişlerinin Donatıları

#### Simgeler

#### Simgeler

ZG :Zemin gerilmesi Zemin gerilme tahkiki radye döşemelerinde G Q değerleri toplanarak yapılmalıdır. [t/m<sup>2</sup>]

Bü :Üst ampatman genişliği [m]

Ba :Alt ampatman genişliği [m]

Ln :Açıklık [m]

MdÜst :Kirişin ilgili bölgesinde üst tarafta en fazla çekme donatısı çıkaran dizayn momenti. [tm]

MdAlt :Kirişin ilgili bölgesinde alt tarafta en fazla çekme donatısı çıkaran dizayn momenti [tm]

Hes.AsÜst:Kirişin ilgili bölgesinde üst tarafta hesaplanan donatı alanı [cm<sup>2</sup>]

Hes.AsAlt :Kirişin ilgili bölgesinde alt tarafta hesaplanan donatı alanı [cm<sup>2</sup>]

Mev.AsÜst:Kirişin ilgili bölgesinde üst tarafta mevcut donatı alanı [cm<sup>2</sup>]

Mev.AsAlt :Kirişin ilgili bölgesinde alt tarafta mevcut donatı alanı [cm<sup>2</sup>]





- Eşdeğer deprem yükü yöntemi ile hesap.
- Mod birleştirme yöntemi ile hesap.
- Eski yönetmelik Eşdeğer deprem yükü yöntemi ile hesap yöntemlerinden biri kullanılabilir.

**6.6.2** Eşdeğer deprem yükü yönteminin uygulanıp uygulanmayacağı kontrolü otomatik olarak yapılır. Uygun olmayan Yöntem kullanılması durumunda raporlarda belirtilir.

**6.7.1.1** Uygulanır.

**6.7.1.2** Uygulanır.

**6.7.2.1** Uygulanır.

**6.7.2.2** Uygulanır.

**6.7.2.3** Uygulanır.

**6.7.2.4** Uygulanır.

**6.7.3.1** Uygulanır.

**6.7.3.2** Kolon düğüm noktalarının deplasmanlarını katın deplasmanlarından ayırmak için ideSTATİK'te üstü serbest kolon tanımı getirilmiştir. Kullanıcı gereken kolonları bu şekilde tanımlamak zorundadır. Katta kaç tane bağımsız rijit diyafram varsa yapı bu sayı kadar ayrı ayrı hesaplanmalıdır. Her hesapta ilgili rijit diyafram içinde olmayan kolonlar üstü serbest tanımlanmalıdır. Ancak yapı bir defa da tüm kolonları itibarıyla ve tek bir rijit diyafram olarak çalışıp düşey yükler açısından emniyetli tarafta kalınması sağlanmalıdır.

**6.7.3.3** Program bu koşulun ortaya çıkmasını engeller. A1 düzensizliği olan yapılarda  $1.2 < n_{bi} \leq 2.0$  durumunda eşdeğer hesaba müsaade etmez.

**6.7.4.1** Eşdeğer hesap yapılsa bile program bina birinci doğal periyodunu dinamik hesap yaparak bulur.

**6.7.4.2**  $T_{1a}$  Ayr'ca hesaplanır.

**6.7.4.3** Kesin hesap yapıldığından burada verilen denklem kullanılmaz.

**6.7.4.4**  $T_{1a} > 1.0$  olması durumunda Dinamik hesap sonucu bulunan  $T_1$ ,  $T_{1a}$ 'nın 1.30 katıyla sınırlandırılır.

**6.8** Her katta Kaydırılmış kütle merkezlerinin her birinde birbirine dik doğrultuda iki yatay serbestlik derecesi ile düşey eksen etrafında dönme serbestlik derecesi göz önüne alınır. Bu amaç için önce Yapı 3 boyutlu Stifness matrisi Son deplasmanları, Yukarıda tanımlanan serbestlik dereceleri olacak şekilde düzenlenir. Titreşim yapmayan serbestlik derecelerine karşılık gelen satır ve sütunlar elimine edilerek yalnız titreşim yapan doğrultuları kapsayan indirgenmiş Stifness matrisi bulunur. Matris ( $3 \times \text{kat}$  adedi)  $\times (3 \times \text{kat}$  adedi) boyutundadır. Matematik yöntemle özel değerler ve özel vektörler ve periyotlar hesaplanır. Her mod için o moddaki deplasmanların katılım miktarını karakterize eden katkı çarpanları (katılım oranı) hesaplanır. Böylece her modun etkin kütlesi bulunur. İvme spektrumu eğrisi ve her modun periyodu ve deprem yükü azaltma katsayısından yola çıkılarak  $Spa(T_r)$  hesaplanır. Her mod için binaya etkileyen toplam tasarım yükü deprem yükü bulunur. Her mod, her kat ve her serbestlik derecesi için F kuvvetleri hesaplanır.

**6.8.1** Uygulanır.

**6.8.2.1** Uygulanır.

**6.8.2.2** Kolon düğüm noktalarının deplasmanlarını katın deplasmanlarından ayırmak için ideSTATİK'te üstü serbest kolon tanımı getirilmiştir. Kullanıcı gereken kolonları bu şekilde tanımlamak zorundadır. Katta kaç tane bağımsız rijit diyafram varsa yapı bu sayı kadar ayrı ayrı hesaplanmalıdır. Her hesapta ilgili rijit diyafram içinde olmayan kolonlar üstü serbest tanımlanmalıdır. Ancak yapı bir defa da tüm kolonları itibarıyla ve tek bir rijit diyafram olarak çalışıp düşey yükler açısından emniyetli tarafta kalınması sağlanmalıdır.

**6.8.3.1** Titreşim modu yeterlilik kontrolü otomatik yapılır. Yetersiz mod sayısı tespit edilirse printoutlarda belirtilir.

**6.8.3.2** Uygulanır. Printoutlarda listelenir.

**6.8.4.1** Hiç bir durumda karelerin karekökü yöntemi kullanılmaz.

**6.8.4.2** Her durumda maksimum mod katkılarının birleştirilmesi için Tam Karesel Birleştirme (CQC Complete Quadratic Combination ) Kuralı uygulanır. Çapraz Korelasyon Katsayıları Hesabında modal sönüm oranı %5 alınır.

**6.8.5** Uygulanır. Detaylarıyla printoutlarda gösterilir.

**6.8.6** Uygulanır. Detaylarıyla printoutlarda gösterilir.

**6.9** Uygulanmaz.

**6.10.1.1** Uygulanır.

**6.10.1.2** Uygulanır. Detaylarıyla printoutlarda listelenir. Verilen koşullara uygun olmayan durum varsa printoutlarda belirtilir. Ancak yapısal olmayan (cephe elemanları) gevrek elemanların kullanılabilirlik kontrolü yapılmaz.

**6.10.2.1** Uygulanır.

**6.10.2.2** Uygulanır detaylarıyla printoutlarda listelenir.

**6.13.1** Uygulanır.

**6.13.2** Uygulanır.

**6.13.3** Uygulanır.

**6.13.4** Uygulanır.

**7.1.1** Uygulanır.

**7.2.1.1** Kullanıcı süneklik düzeyine karar verir. Program süneklik düzeyi normal sistemler için tüm koşulları uygular.

**7.2.1.2** Kullanıcı süneklik düzeyine karar verir. Program süneklik düzeyi normal sistemler için tüm koşulları uygular.

**7.2.2** Uygulanır.

**7.2.3** Otomatik Uygulanır.

**7.2.4** Kesit hesaplarında Taşıma gücü yöntemi uygulanır.

**7.2.5.1** Uygulanır.

**7.2.5.3** Otomatik kontrol yapmaz.

**7.2.5.4** Otomatik kontrol yapmaz.

**7.2.6** Otomatik uygulanır.

**7.2.8** Otomatik uygulanır.

**7.3.1.1** Otomatik kontrol yapmaz

**7.3.1.2** Uygulanır. Otomatik kontrol edilir.

**7.3.2.1** Uygulanır. Otomatik kontrol edilir.

**7.3.2.2** Uygulanır. Otomatik kontrol edilir.

**7.3.3.3** Uygulanır. Kolon düşey açılım detaylarında ayrıntılarla çizilir.

**7.3.4** Otomatik uygulanır. Tüm kontroller yapılır. Kolon düşey açıklımlarında detaylarıyla çizilir. Printoutlarda detaylarıyla listelenir.

- 7.3.5** Otomatik uygulanır.
- 7.3.6.1** Otomatik uygulanır.
- 7.3.6.2** Otomatik uygulanır.
- 7.3.6.3** Program açısından Denklem 7.4'ün mutlaka sağlanması gerekir. Sağlanmadığı takdirde olumsuzluk printoutta rapor edilir. Kullanıcı yapı rijitliğini arttırarak hesabı tekrar eder.
- 7.3.7** Otomatik uygulanır. Printoutlarda detaylı listelenir. Olumsuz durum printout ta raporlanır.
- 7.3.8** Uygulanır. Kullanıcının kolonu kısa kolon olarak işaretlenmesi gerekir.
- 7.4.1** Kullanıcı inisiyatifindedir.
- 7.4.2.1** Otomatik uygulanır.
- 7.4.2.2** Otomatik uygulanır.
- 7.4.2.3** Otomatik uygulanır.
- 7.4.2.4** Otomatik uygulanır.
- 7.4.2.5** Otomatik uygulanır.
- 7.4.3** Otomatik uygulanır.
- 7.4.4** Otomatik uygulanır.
- 7.4.5** Otomatik uygulanır. Printoutlarda detaylı listelenir.
- 7.5** Otomatik uygulanır. Olumsuzluk olması durumunda printoutlarda bariz görünecek şekilde SAĞLANMIYOR yazılır.
- 7.6** Otomatik uygulanır.
- 7.6.8.2** Otomatik yapılmaz.
- 7.6.8.3** Yeniden dağılım yapılmaz.
- 7.6.8.4** Otomatik yapılır. Ancak Kiriş açılımlarında da çapraz donatı çizilmez. Ancak kullanıcı kirişe hesaplanan enine donatıya koymayıp çapraz donatı atabilir. Oluştugu zaman kullanıcı uyarılır.
- 7.7** Uygulanır.
- 7.8** Uygulanır.
- 7.9** Uygulanır.
- 7.10** Uygulanır.
- 7.13.1** Otomatik yazılır.
- 7.13.1.2** Otomatik yazılır.
- 7.13.1.3** Kanca kıvrım detayları detay kütüphanesinden alınır.
- 7.13.2.1** Otomatik çizilir.
- 7.13.2.2** Otomatik çizilir.
- 7.13.2.3** Otomatik çizilir.
- 7.13.2.4** Otomatik çizilir.
- 7.13.3** Otomatik çizilir.

## Bölüm 4 Teorik Esaslar

### Önsöz

Bilgisayar teknolojisindeki sürekli gelişmelere paralel olarak, inşaat mühendislerine yönelik hazır paket programların sayısında da son yıllarda önemli bir artış olmuştur. Avrupa ve Amerika orijinli olanlarının yanı sıra, çok geniş kapsamlı ileri düzeyde paket programlar artık ülkemizde de bol miktarda üretilmektedir.

Ancak, inşaat mühendislerimizin büyük çoğunluğu bu geniş bilgisayar olanaklarından henüz yeterince yararlanmamaktadır. Halbuki, kullanıcı sayısı ne kadar çok artarsa, paket programların kaliteleri ve hizmet düzeyleri de o kadar yükselir. Ülkemizde, paket programları üreten bilgisayar yazılım firmaları arasındaki rekabet, hazır paket programların kalitelerinin ve bilimsel düzeylerinin artmasında en büyük etken rolü oynamaktadır.

Binaların üç boyutlu olarak, statik ve dinamik yükler altında analizlerinin yapılması, bu analiz sonuçlarına göre betonarme kesitlerin boyutlandırılması ve donatı tayini ve bunu takiben kalıp planlarının, donatı resimlerinin kolon aplikasyon planlarının ve açılımlarının çizilmesi ve nihayet metraj cetvellerinin hazırlanması artık tamamıyla bilgisayarlar da otomatik olarak yapılmaktadır.

İde Yapı firması, inşaat mühendisliği meslek toplumuna daima en ileri düzeyde ve geniş kapsamlı bilgisayar programlarının en büyük başsağını ve yükbaşını sunmaktadır. 2000'li yıllarda kullanıcılar için daha gerçekçi analiz yapabilme arzusu ve ihtiyacını karşılayabilmek, hem de alışagelmışin dışındaki kompleks ve üç boyutlu taşıyıcı sistemleri de çözülebilmek üzere, İdeSTATİK 6.01 kademeli paket programını oluşturmuş ve 1994 Ekim ayında kullanıcılarının hizmetine sunmuştur. İdeSTATİK 6.01 versiyonuyla aynı analiz modeline sahip, 1997 Deprem Yönetmeliğine uyumlu İdeSTATİK IDS / NC 98 programı 1998 yılı başında kullanıma sunulmuştur. 1999 başında İdeSTATİK IDS/NC 99 programı çıkartılmıştır.

Yeni bir paket program edinecek olan potansiyel kullanıcıların, seçici ve eleştirici bir arayış içinde olacaklarını ve hangi paket programın daha bilimsel olduğu ve kendi isteklerini en iyi karşıladığı konusunda her kriteri tek tek sorgulayacaklarını ümit ederim.

Kullanıcılarımızdan alacağımız gayret ve teşvik ile, İdeSTATİK IDS / NC paket programının, ülkemiz inşaat mühendisliği sektöründe, analiz-tasarım-çizim hizmet ölçüsünde önemli bir çığır açacağı ve büyük kolaylıklar sağlayacağı inancındayım.

İsmail Hakkı BESLER

Ocak 2000

### Özet

Bu raporda İdeSTATİK IDS/NC paket programının özellikleri aşağıdaki sistematik çerçevesinde açıklanmıştır.

- Programın dayandığı bilimsel çalışmaların ve analitik yöntemlerin izahı,
- Programın dayandığı kesin hesap yöntemi ile yaklaşık hesap yöntemleri arasındaki farkların belirtilmesi,
- Üç boyutlu taşıyıcı sistem analizi sonuçlarının irdelenmesi ve belirli yük kombinasyonları sonunda kesit boyutlandırılması ve donatı hesapları,
- Kalıp resimlerinin ve donatı detaylarının çizimi

Bu açıklamalar yapılırken, programın oluşturulması sırasında kabul edilen varsayımlar, programın uygulama alanları, uygulanamayacağı haller ve kapasite sınırlamaları ayrıntıları ile ele alınmıştır. Program esasında, analiz-tasarım-çizim aşamalarını içeren üç ayrı modülden oluşmaktadır. Analiz modülünde hem statik-, hem de dinamik hesaplamaların dayandığı analitik yöntemler, deplasman ve kuvvetlerin işaret kaideleri ayrı ayrı açıklanmış ve nümerik örnekler verilmiştir.

Ayrıca, programın gerektirdiği bilgisayar ortamının özellikleri, programa bilgi girişinin temel öğeleri, giriş datasının otomatik kontrolünün nasıl yapıldığı taşıyıcı sistemin yatay ve dikey yüklerinin hesaplanma yöntemleri ayrıntıları ile belirtilmiştir.

## Genel

İdeSTATİK IDS/NC en son programlama tekniklerini içeren 32 bit destekli ve Windows 9x/NT platformlarını kullanan bir bina analiz, tasarım ve çizim programıdır. Tüm veriler grafik ortamda girilir ve görüntülenir. Çalışması için herhangi bir CAD programına ihtiyacı yoktur. Tüm ekranlar yardım olanaklarına sahiptir. Yardımlar, gerektiğinde şekiller, grafikler ve diğer görsel olanaklar içerir. Elektronik eğitim ve tanıtım desteğine sahiptir.

Kullanıcı verilerini grafik ortamın sağladığı olanaklarla mouse ve klavye yardımıyla kolayca girer. Görsel çalışıldığından yapı geometrisi tanımlaması son derece kolaylaşmıştır. Kullanıcı butonları tıklayarak, pencereleri büyütüp küçülterek programın tüm menülerine kolayca ulaşabilir.

Programın ürettiği çizimler kendi grafik editöründe görüntülenir ve plot edilir. İstenirse DXF olarak AutoCAD ve benzeri programlara data transferi yapılabilir.

## ideSTATİK IDS/NC 'nin Bilgisayar İhtiyacı

İdeSTATİK IDS/NC programının çalışabilmesi için minimum Pentium işlemcili bir PC gereklidir. Ana bellek için minimum 32 MB gerekmektedir. Open GL destekli ekran kartı kolaylaştırıcı unsurdur. Çok az bir bilgisayar bilgisi İdeSTATİK IDS/NC programını kullanmak için yeterlidir.

Program "protected" modda çalışır. Bir başka deyişle bilgisayarda mevcut olan tüm belleği kullanır. Zaten üç boyutlu analiz yaptığını iddia eden bir programın "real" modda yani, 640 KB bellekle çalışması beklenemez.

## Üç Boyutlu Taşıyıcı Sistem

Her bina esasında üç boyutludur. Bu programda ele alınan tüm binalar da, üç boyutlu olarak kabul edilecek ve binanın taşıyıcı sistemini oluşturan parçalar olarak, üç boyutlu davranış gösteren kolon ve kirişlerden, sadece düzlemleri içinde hareket serbestliği olan rijit kat döşemelerinden ve nihayet düşey deprem panellerinden söz edilecektir. Genelde, İdeSTATİK IDS/NC programı betonarme binalar için yazılmıştır.

Kolon ve kirişler herhangi bir poligonal enkesite sahip olan, sabit atalet momentli prizmatik çubuklar olarak kabul edilecektir. Kolon ve kirişler Uzayda en genel geometrik konum da olabilirler. Dolayısı ile, kolon ve kirişlerin her ucunda üç ötelenme ve her uçta dönmeden ibaret altı serbestlik derecesi vardır. Genel konumdaki bir uzay çubuğunun 12x12 boyutlu rijitlik matrisi Ek 1'de, lokal eksenlerde bir kolonun üç deplasmanları Şekil 1'de verilmiştir.

Başka bir deyimle, kolon ve kirişlerin her iki ucunda da, bir eksenel kuvvet, bir burulma momenti, iki kesme kuvveti ve iki eğilme momenti bulunur. Topluca, üç doğrusal kuvvet ve üç momentten oluşan altı adet kuvvet bileşeni vardır.

Kiriş atalet eksenlerinden biri düşey, diğeri muhakkak yatay XY-düzlemi içindedir. Kolon asal atalet eksenleri ise uzayda herhangi bir konumda bulunabilir. Her katta kendi düzlemi içinde sonsuz rijit kabul edilen betonarme döşemelerin bulunduğu varsayılmıştır. Bu döşemelerin, yatay düzlem içinde birbirine dik iki doğrultuda yatay deplasman ile düşey eksen etrafında bir dönme yaptıkları, dolayısı ile toplam üç serbestlik derecesine sahip oldukları varsayılır. Kirişlerin ve kolonların uç deplasmanları, bu rijit kat döşemesinin deplasmanları cinsinden hesaplanır. Dolayısı ile, sistemin ana bilinmeyenleri, her kat döşemesine ait iki ötelenme ve bir dönmeden ibaret üç serbestlik derecesidir. Diğer tüm çubukların ve panellerin uç serbestlik dereceleri, bu rijit kat döşemelerinin serbestlik derecelerine bağımlı olarak ifade edilir. Kirişlerin kolon veya panellere oturdukları noktalar, kolon veya panellerin teorik düşey eksenlerinin, yani ağırlık merkezi eksenlerinin bulunduğu noktalar olması mecburiyeti yoktur. Kirişler, kolon veya panelin enkesit geometrisi üzerinde herhangi bir noktaya oturabilirler. Bu takdirde, kolon veya panel ağırlık merkezini gösteren G-noktasından itibaren, kirişin oturduğu noktaya kadar olan mesafe "rijit bir kol" olarak kabul edilir. Ağırlık merkezinden gayri yerlerde uçları bulunan genel konumdaki bir kiriş ile, bunun i ve j uçlarındaki rijit kolları ve kirişin perspektif görünüşü ve uç deplasman numaraları Şekil 2'de gösterilmiştir.

Düşey düzlemdeki bir deprem paneli önce, bir levha sonlu eleman olarak ele alınır ve bu sonlu elemanın rijitlik matrisi Şekil 3'te gösterildiği gibi, panelin üst ve alt başlarındaki kesit orta noktalarından ibaret iki noktaya indirgenir. Bu iki nokta panel düzlemi içinde yatay ve düşey ötelenmeler ile, gene panel düzlemi içinde bir dönmeden ibaret üçer serbestlik derecesine sahiptir. Dolayısı ile, 6x6 boyutlu bir rijitlik matrisi vardır. Düşey panellerin düzlemlerine dik doğrultuda rijitlikleri bulunmadığı varsayılmıştır. Bir panelin genel konumu ve uçlarındaki kuvvetler Şekil 4'te verilmiştir.

Kolon ve kirişlerin birbirileri ile hiçbir kurala bağlı kalmadan, gelişigüzel birleşebildiklerine ve kolonların herhangi bir poligon enkesite sahip olabildiklerine dair bazı örnekler Şekil 5 ve Şekil 6'da gösterilmiştir.

## Taşıyıcı Sistemin Global Eksenlere Transformasyonu

Kolon ve kirişler en genel geometrik konumda uzayda herhangi iki düğüm noktası arasında buldukları için, önce bunların çubuk eksenlerinin doğrultu kosinüsleri uç noktalarını koordinatlarından, en kesit asal atalet eksenlerinin doğrultu kosinüsleri ise, data hazırlama sırasında tarif edilen eksenlerin yönlerinden vektör çarpımları yolu ile bulunur.

Üç boyutlu bir çubuğun, y-çubuk eksenini ile, buna dik iki doğrultudaki x ve z-asal atalet eksenlerinin hesaplanan doğrultu kosinüsleri f-matrisi içinde, aşağıdaki şekilde yazılabilir:

$$[t] = \begin{bmatrix} l_x & m_x & n_x \\ l_y & m_y & n_y \\ l_z & m_z & n_z \end{bmatrix} \quad (1)$$

Bu f-matrisinin nümerik olarak bilinmesi halinde üçlü transformasyon çarpımı formülü kullanılarak global eksenlerdeki rijitlik matrisi elde edilir:

$$[k]_{\text{global}} = [T]^T [k]_{\text{yerel}} [T] \quad (2)$$

Burada, (T)=çubuğun her iki ucundaki doğrultu kosinüsleri matrisinin köşegenlerinde barındıran bir transformasyon matrisidir. Aşağıda kirişlerin, kolonların ve deprem panellerinin doğrultu kosinüs matrisleri verilmiştir.

- Kirişlerin Transformasyon Matrisi:

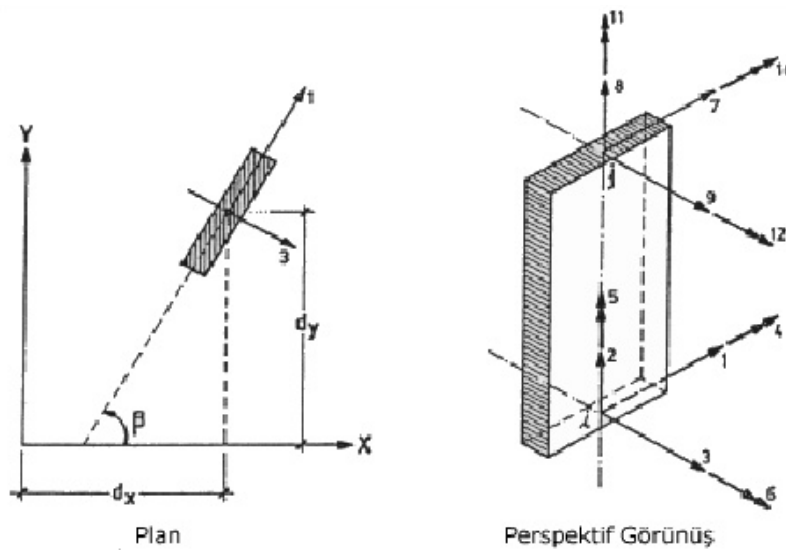
$$[t] = \begin{bmatrix} m_y/Q & -l_y/Q & 0 \\ l_y & m_y & n_y \\ -l_y n_y/Q & -m_y n_y/Q & Q \end{bmatrix} \quad (3)$$

Burada,

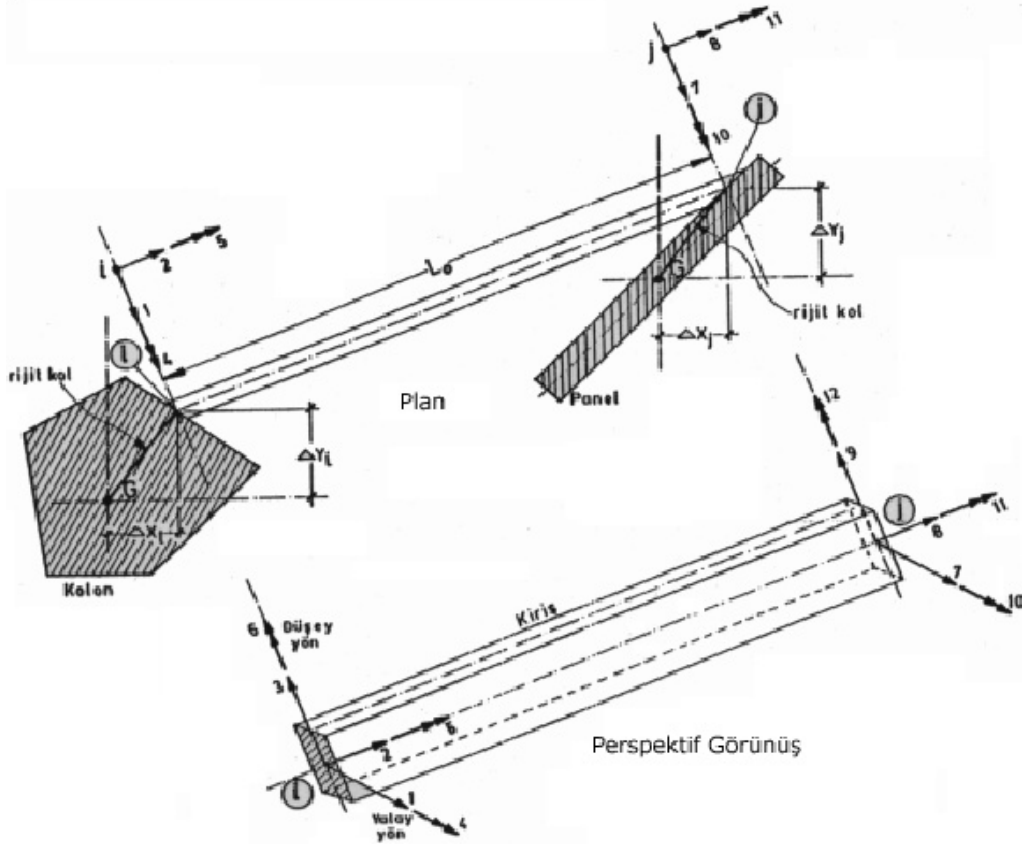
$$Q = (1 - n_y^2)^{1/2} \quad (4)$$

$$\Delta_x = (X_j - X_i) ; \Delta_y = (Y_j - Y_i) ; \Delta_z = (Z_j - Z_i) \quad (5)$$

$$l_y = \Delta_x / L ; m_y = \Delta_y / L ; n_y = \Delta_z / L \quad (6)$$

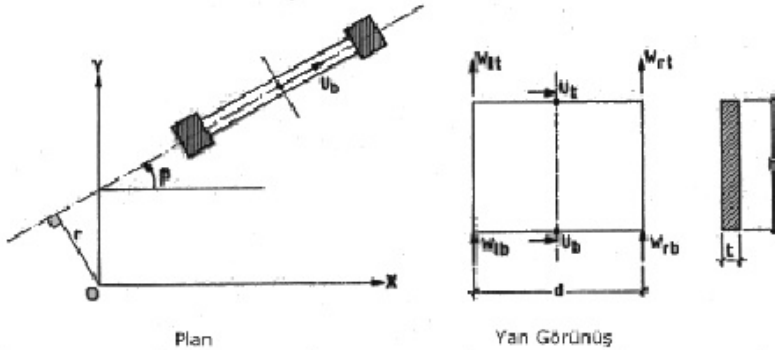


Şekil 1 - Lokal Eksenlerde Kolon Uç Deplasmanları

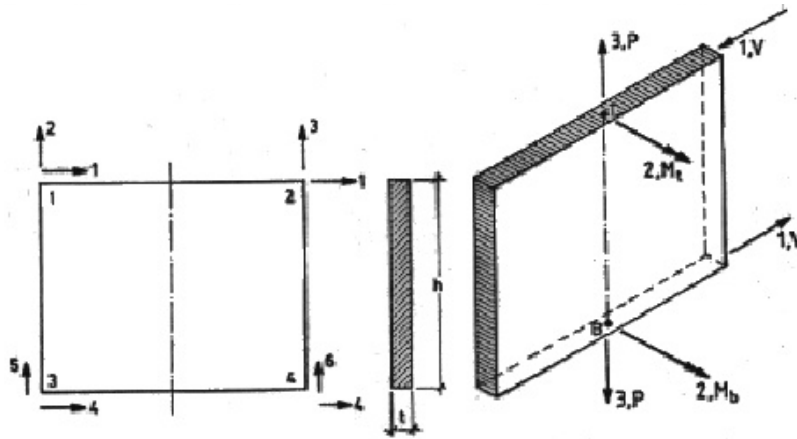


Şekil 2 – Lokal Eksenlerde Kiriş Uç Deplasmanları





Şekil 3 - Panel Elemanlar Lokal Deplasmanları



Şekil 4 - Panel Elemanı Uç Kuvvetleri

- Kolonların Transformasyon Matrisi:

[t] =	cos $\beta$	sin $\beta$	0	0	0	$t_x$
	0	0	1	0	0	0
	sin $\beta$	-cos $\beta$	0	0	0	$t_y$
	0	0	0	cos $\beta$	sin $\beta$	0
	0	0	0	0	0	1
	0	0	0	sin $\beta$	-cos $\beta$	0

$$t_x = -d_x(\sin\beta) - d_y(\cos\beta)$$

(8)

$$t_z = -d_x (\cos\beta) + d_y (\sin\beta) \quad (9)$$

Burada B=Lokal 1 'inci asal atalet eksenini global X-ekseni ile yaptığı açıdır ve ayrıca, dx ve dy=kolon ağırlık merkezinin XY- koordinat eksenlerinin orijinine olan uzaklığının sırası ile, X ve Y global eksenleri doğrultularındaki izdüşümleridir.

▪ Panellerin Transformasyon Matrisi:

[t] =	cosβ	sinβ	-r	0	0
	0	0	0	1	0
	0	0	0	0	1

Burada, B=Panelin plandaki uzunlamasına orta ekseninin X-ekseni ile yaptığı açı, r=orijinden itibaren plandaki en kesitin uzunlamasına orta eksenine olan en yakın uzaklıktır. Bir panelin rijitlik matrisi terimleri ise şöyle ifade edilmektedir:

$$k_{11} = 2EI/h \quad (11)$$

$$k_{22} = EI/h \quad (12)$$

$$k_{33} = EI/h \quad (13)$$

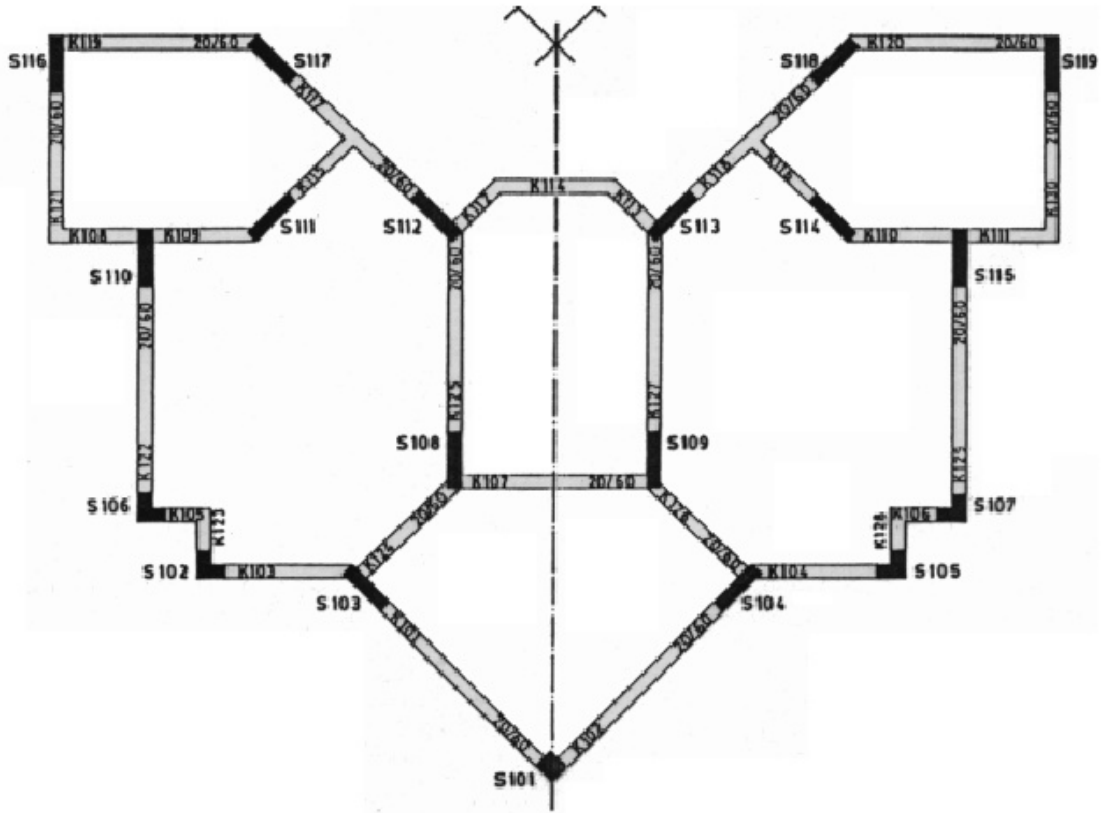
Burada, h=panelin yüksekliği, I=plandaki en kesit alanının en büyük atalet momenti, A=plandaki en kesit alanıdır.

Panellerin rijitlik matrisleri de, benzer şekilde global eksen takımlarına transforme edilir. Daha sonra, Kod Numaraları algoritmik yöntemi kullanılarak, binaya ait tüm taşıyıcı sistemin global eksenlerdeki sistem rijitlik matrisi elde edilir.

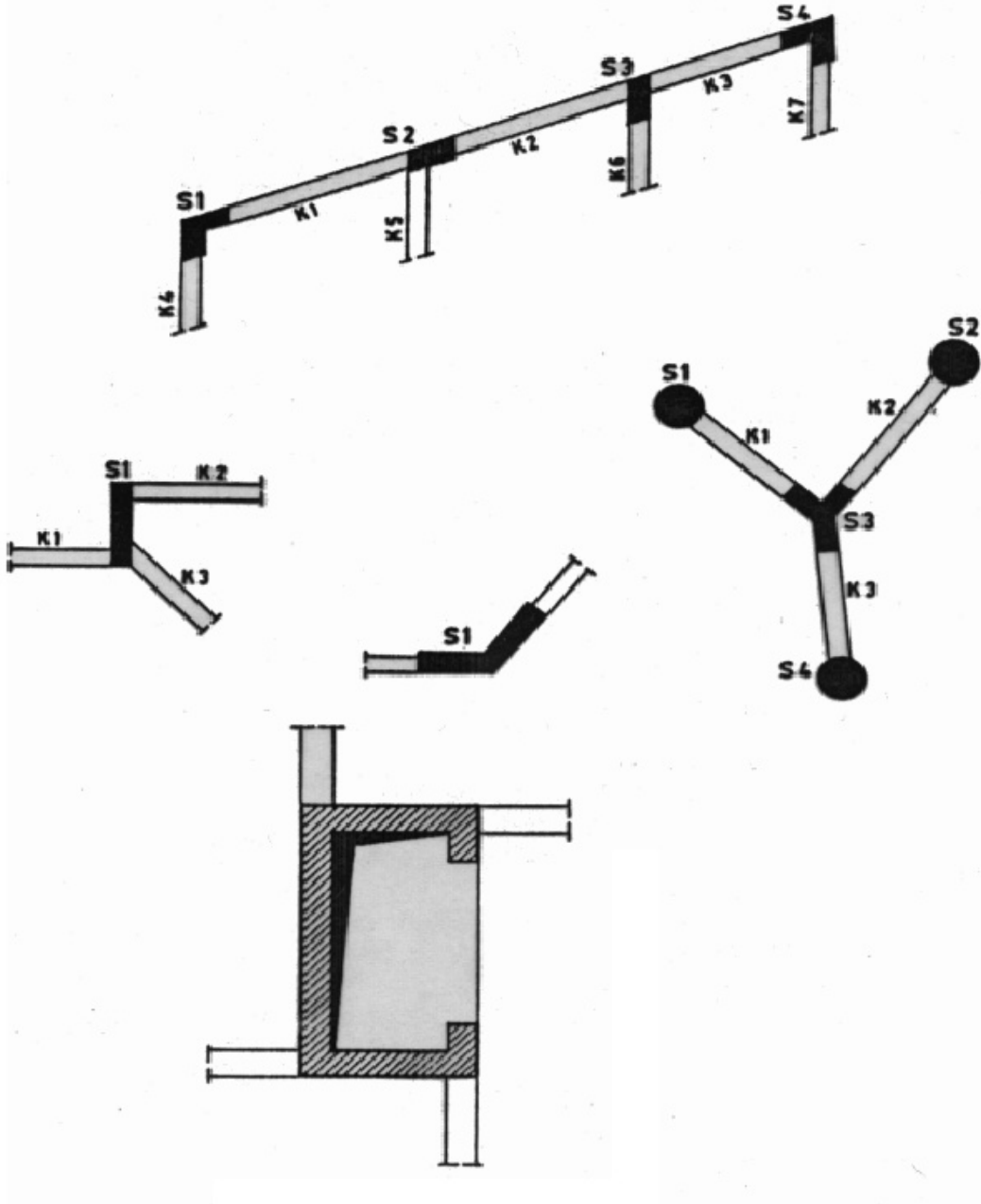
Sistemin rijitlik matrisinin serbestlik derecesi sayısı N, aşağıdaki formülle ifade edilebilir.

Burada, NJ=sistemdeki toplam düğüm sayısı, NK=binanın rijit kat döşemesi sayısıdır.

$$N = 3 * NJ + 3 * NK$$



Şekil 5 – Bir Uzay Taşıyıcı Sistem Örneği



**Şekil 6 – Planda Gelişigüzel Kolon-Kiriş Bağlantı Örnekleri**

### Sistem Çözümü

Her yüklemeye ait sistem yük vektörü ve sistem rijitlik matrisi teşkil edildikten sonra , dinamik bir bellek kullanım algoritması kullanılarak, İde Yapı tarafından geliştirilmiş olan özel bir Gauss eliminasyon metodu yardımı ile, sistemin deplasmanları çözülür.

Rijitlik matrisinin içindeki hiçbir sıfır değeri ile aritmetik işlem yapılmaz. Böylece, sistemin denklemlerinin Gauss eliminasyon metodu ile çözümü, mümkün olan en kısa zamanda gerçekleştirilir. Sıfırlarla aritmetik işlem yapılmasını önleyen dinamik bellek kullanımı algoritmasının temelinde, her rijitlik teriminin dört yanındaki sıfır olmayan değerlerin indislerinin depolanması yatar. Böylece, sıfırları otomatikman saf dışı bırakan bir numaralama sistemi elde edilmiş olur. Dolayısı ile rijitlik matrisinin bilgisayarda işgal ettiği bellek miktarı da, minimuma indirgenmiş olur.

Sistemin çözümünden elde edilen kat deplasmanları, kolon, kiriş ve panel rijitlik matrislerinin yerine konarak, her yüklemeye için bu elemanların her birinin iki ucundaki çubuk ve panel uç kuvvetleri elde edilir. Ayrıca, TS 500'ün gerektirdiği tüm yük kombinasyonları ve varsa kullanıcının istediği ek yük kombinasyonları göz önüne alınarak, her çubuk ve panelin her iki ucundaki uç kuvvetleri her yük kombinasyonu için hesaplanır.

## Dinamik Analiz

Dinamik hesapta modal değerlerin tayininde kullanılan yöntem Vianello Stodola metodudur. Bu metodla tekil kütleli sistemlerin serbest titreşim hesabı kesin bir şekilde yapılabilir. Önce, yapının ilgili deprem doğrultusundaki yatay deplasman bileşenlerine ait flexibilitate matrisi kurulur. Daha sonra, kat ağırlıklarından bina kütle matrisi elde edilir. Bu iki matristen ve başlangıç karakteristik vektöründen hareket edilerek, yapılan ardışık yaklaşım hesapları sonunda, her mod için özel açılal frekans ve karakteristik vektörler bulunur. Elde edilen karakteristik vektörler, belirli katsayılar yardımıyla normalize edilir. Böylece, yapının normalize edilmiş serbest titreşim modları ve özel açılal frekansları ve periyotları tayin edilmiş olur.

Modal süperpozisyon yöntemi ile dinamik hesap yapıldığı zaman genelde aşağıdaki işlem sırası takip edilir:

- ⇒ Dinamik hesabın kaç mod için yapılacağı saptanır.
- ⇒ Yapı yatay rijitlik matrisi oluşturulur. Bu matriste gerekli düzenlemeler yapılarak titreşmeyen düşey ve dönme deplasmanları elimine edilmiş olur. Böylece, binanın kat döşemesi düzlemi içinde birbirine dik iki yöndeki titreşimlerine karşı gelen indirgenmiş rijitlik matrisi elde edilir. Arzu edilirse, binanın titreşimleri yatay düzlemde sadece bir yöne inhisar ettirilebilir.
- ⇒ Köşegen kütle matrisi oluşturulur.
- ⇒ Bina için, indirgenmiş yatay rijitlik matrisi ve köşegen kütle matrisi yardımı ile gözönüne alınan her mod için özel açılal frekans hesaplanır.
- ⇒ İterasyon yolu ile, karakteristik vektörler bulunur.
- ⇒ Normalleştirmek için gerekli bölme kat sayıları bulunur ve modların katkı çarpanları hesaplanır.
- ⇒ Her mod için maksimum davranış spektral ivmeleri hesaplanır veya eğriden okunur.
- ⇒ Her mod için kat hizasına etkiyen modal yükler bulunur.
- ⇒ Her kat için, için Tam Karesele Birleştirme (CQC Complete Quadratic Combination ) yolu ile maksimum kat yükleri hesaplanır.
- ⇒ Bulunan kat yükleri ile (her iki yön için), minimum kat burulmaları şartı da dikkate alınarak, yatay yükler altında sistemin analizine devam edilir.

Modal süperpozisyon yöntemi ile üç katlı bir binanın dinamik analizine ait sayısal örnek EK 2'de özetlenmiştir.

## Kesitlerde Boyut Tahkiki ve Donatı Tayini

Her çubuk elemanı için, bütün yük kombinasyonlarındaki eksenel kuvvet, burulma momenti, iki eksenli eğilmeye ait kesme kuvvetleri ve eğilme momentleri elde edildikten sonra, bu çubukların her iki ucunda, en kesit boyutlarını tahkiki yapılır.

Taşıma gücü metodu kullanılarak ve en kritik yük kombinasyonu gözönüne alınarak her çubuğun iki ucunda donatı tayini yapılır. Donatılar, kolonlarda köşelerde konsantrasyonundan ve ayrıca köşeler arasında kenarlar boyunca eşit yayılı olduğuna göre iki eksenli eğilme için hesaplanır. Kirişlerde donatı tek eksenli eğilmeye göre tayin edilir. Minimum ve maksimum donatı koşulları özellikle tahkik edilir.

Panellerde donatılar düşey ve yatay doğrultularda ve panelin her iki yüzü için ayrı ayrı hesaplanır.

Plak çözümleri sonlu elemanlar yöntemiyle yapılır. Plaka noktasal ve/veya çizgisel yüklerle tarif edilebilir. Boşluklar herhangi bir geometride tariflenerek plak analizinde dikkate alınır. Plak üzerinde n tane hesap aksı geçirilerek ve her bir aks için döşeme donatı hesabı yapılabilir ve çizdirilebilir. Plak moment diyagramları çizdirilebilir.

## Pafta Çizimleri

Yapılan statik ve dinamik yük analizlerinin ve tayin edilen donatıların ışığında, plotter makinesinin eşliğinde, sistemin her katı için ayrı ayrı olmak üzere, kalıp planları, kolon aplikasyon planları, döşeme, donatı planları, kiriş boyuna görünüşü, enkesiti ve donatı açılım planları ve diğer ayrıntılar çizilir.

İdeSTATİK IDS / NC programının çizimi ile ilgili çıktı modüllerinin listesi aşağıda verilmiştir.

- Kat Planları

Kalıp Planı

Donatı Planı

Kolon Aplikasyon Planı

Kolon Düşey Açılımları

Kolon Kiriş Birleşim Yatay Kesiti

Perde Detayları

Etriye Detayları

- Kat Kiriş Resimleri

Kat Kiriş Detayları

Kaset Kiriş Detayları

Nervür Kiriş Detayları

- Temel Planları

Temel Aplikasyon Planı

Tekil Temel Detayları

Kaset Temel Aplikasyon Planı

Radye Temel Aplikasyon Planı

- Temel Kiriş Resimleri

Sürekli Temel Kiriş Detayları

Bağ Kiriş Detayları

- Metrajlar

Kalıp Metraji

Beton Metraji

Demir Metraji

## Programa Bilgi Girişi

Programa giriş bilgileri windows platformunda, programın üstün CAD teknolojiyle verilir. Yardım menüleri ve görsel data girişi kullanıcıya büyük rahatlık sağlar.

TS 500 Betonarme, TS 498 Yükler ve ayrıca, 1997 Deprem Yönetmeliği şartları otomatik olarak kontrol edilir. Burada, şu an yürürlükteki şartnamelerden alınmış değerler"default" olarak tanımlıdır. İstenildiğinde kullanıcı tarafından değiştirilebilir. Programa önce, ele alınan bina ile ilgili genel bilgiler girilir. Bu bilgiler, kat adedi, deprem bölgesi ile ilgili bilgiler, beton ve donatı ile ilgili malzeme bilgileri, zemin parametreleri olarak sıralanabilir. Daha sonra her kata ait geometrik ve taşıyıcı sistem bilgileri girilir.

## Taşıyıcı Sistemin Elemanları İle İlgili Bilgiler

- Eksen Takımları

Eksen takımları programın data girişleri kullanım kitabında ayrıntıları ile tarif edilmiştir. Burada, algoritmik anlamda genel olarak kısaca ele alınmıştır. Daha detaylı bilgi için, program yardım butonu veya kullanım kitabına başvurulmalıdır. Taşıyıcı elemanlar girilmeden önce yapının global eksen takımı seçilir. Orijin,

planda herhangi bir nokta olabilir. Yatay eksenler X ve Y ile, dişey eksen Z ile gösterilir. Elemanlar programın kendi grafik editöründe üç boyutlu olarak girilir. Kullanıcı elemanı gördüğü şekilde tanımlar. İdeSTATİK IDS / NC programı girilen tüm elemanları birbiriyle ilişkilendirir.

- Akslar

Data girişi için aks tanımı gerekmez. Akslar sadece uygulama için tanımlanabilir. Akslar uzayda herhangi bir konumda olabilirler. Yatay düzlemde bir aks tanımlayabilmek için gerekli olan minimum bilgiler verilmelidir. Eğer, girilen aks X-eksenine paralel ise, sadece X eksenine olan mesafesi girilir. Genel konumlu akslar, üzerinde üzerine barındırdıkları herhangi iki noktanın koordinatları aracılığıyla tanımlanır. Birbirlerine paralel akslar, daha önce girilmiş olanından türetilebilir.

- Kolonlar

Kolon tanımı için önce kolonun x ve y boyutu tanımlanır. Program kolon majör ve minör aksları otomatik seçer. Majör ve minör aksın kesişme noktası düzlemde bir nokta tanımlar. Kolonun saptanan bu noktaya göre dx ve dy kaçıklıkları ile kolon boyutları verildiğinde kolonun yatay düzlemde yeri sabitlenmiş olur. dx ve dy kaçıklıkları en çok kullanılan duruma göre butonlar yardımıyla nümerik değerlerle uğraşmadan kolaylıkla verilebilir. Kolon oluşturulduğunda uzaydaki yeri, düğüm ve çubuk numaraları otomatik olarak oluşturulur. 3 boyutlu taşıyıcı sistem istenildiği anda alınabilir.

Program üç ayrı kolon tipi belirleyebilir.

- ⇒ Dikdörtgen kolonlar
- ⇒ Daire kolonlar
- ⇒ En genel şekliyle poligon kolonlar

Kolona ait  $I_x$  ve  $I_y$  atalet momentleri program tarafından kendi asal eksenlerinde hesaplanır. Yine, kolonun büyük atalet momentine ait majör aksın yatayla yaptığı açı program tarafından tayin edilir. Kolon boyu kat genel bölümünde girilen kat koordinatları yardımıyla hesaplanır. Eğer kolonun üst ve alt ucu genel kat kotundan farklı ise, kolon uçlarının koordinatları programa ayrıca verilir.

Kolonun burulma rijitliğine kullanıcı müdahale edebilir. Burulma rijitliği sıfır girilirse kolon burulma rijitliğini kullanıcı ihmal ediyor demektir. Ayrıca, kolonun iki tam kat arasında bir düğüm noktası tanımlanması istenirse (ara kat kirişi için) bu bilgi kullanıcısı tarafından girilir.

Kolonun üst veya alt ucunun deplasmanlarını ilgili katların deplasmanlarından bağımsız kılmak gerekirse, yeni düğüm noktası serbestliği tanımlanabilir.

Son olarak kolon temele kadar devam etmeyip konsol ucuna veya giriş üzerine biniyorsa bu durumu da gözönüne almak mümkündür. Simetrik sistemlerde data üretme butonları kullanılarak önemli zaman tasarrufu sağlanır. Ayrıca, çok kombinasyonlu filtre (layer) olanakları sayesinde sadece ilgili data (kat veya eleman) görüntülenebilir. Poligon ve tüp kolonlar grafik olarak sisteme tanımlanır. Çizgiyle poligon kolon konturları çizilip poligon kolona dönüştürme komutuyla poligon kolon kolayca tanımlanabilir.

- Kirişler

Kiriş tanımı için sağında veya solundaki elemanları mouse ile seçmek yeterlidir. Sağ ve sol uçtaki elemanlar; kolon, panel, giriş veya boş uç olabilir. Aksı otomatik olarak seçilir. Kiriş üstünden geçen asal x eksenini ile belirtilen giriş aksı arasındaki delta mesafesi işareti ile bildirildiğinde girişin konumu sabitlenmiş olur.

Kirişler döşemelerden otomatik olarak yük alırlar, bu işlemi program kendisi yapar. Kiriş üzerinde var olan duvar yükü ile TS 498 kapsamı dışında yükler istenirse ayrıca sabit ve hareketli yük olmak üzere en genel yük olarak programa verilebilir. Program default olarak giriş üst kotunu kat genel bölümünde girilen kat kotundan alır. Eğer giriş açılı (dişeyde) ve/veya ters giriş özelliğinde ise sol ve sağ uç kotlarına ilave bilgi verilerek bu durum belirtilir.

Kirişlerin de burulma rijitliğine kolonlarda olduğu gibi müdahale edilebilir. Burulma rijitliği sıfır yazılırsa giriş burulma rijitliği ihmal ediliyor demektir.

- Paneller

Panel tanımı için sağında veya solundaki elemanları mouse ile seçmek yeterlidir. Sağ ve sol uçtaki elemanlar, kolon veya panel olabilir. Panel aksı otomatik olarak seçilir. Panel üstünden geçen asal x eksenini ile belirtilen panel aksı arasındaki delta mesafesi işareti ile bildirildiğinde panelin konumu sabitlenmiş olur.

- Döşemeler, Nervürler ve Kasetler

Döşemeler, nervürler ve kasetler tanımı için, kapalı bölgenin içine mouse'un sol tuşuyla tıklanması yeterlidir. Çevre elemanları kirişler, kolonlar, paneller veya boş uç program tarafından otomatik tanınır.

### Data Kontrolü

Yapı'nın üç boyutlu modeli oluşturulmadan önce, girilen tüm bilgiler program tarafından gözden geçirilerek mantıksal hata yapıp yapılmadığı kontrol edilir. Yapılan hatalar eleman ve kat bazında listelenir. Bu hatalar giderilmeden model oluşturulamaz.

### Yapının Yatay Yüklerinin Saptanması

Yapı yatay yükleri Deprem Yönetmeliği'nde açıklanan şekliyle program tarafından hesaplanır. Ayrıca yatay kat kuvvetleri kullanıcı tarafından girilerek rüzgar ve toprak itkisi hesabı üç boyutlu olarak yapılabilir.

Yapıya etkiyen dış kuvvet burulma momentleri program tarafından hesaplanır. Yatay kat kuvvetleri ve yapı eksantrikliğine bakılarak X-yönünde iki ve Y-yönünde iki olmak üzere toplam dört adet burulma momenti hesaplanır

Böylece, her kat hizasında ağırlık merkezine etkiyen X-yönü deprem yükleri Y-yönü deprem yükleri ve artı-eksi yön değiştirebilen burulma momentleri hesaplanmış olur.

### Düşey Yükler

Düşey yükler döşemelerden kirişlere aktarılan yayılı yükler ile kullanıcı tarafından ek olarak girilmiş diğer dış yüklerden oluşur.

Çubukların eksenleri boyunca etkiyen yükler ile ağırlıkta etkiyen tekil yüklerin ankastrelik uç etkilerinin ters işaretleri, düğüm noktasına etkiyen dış yükler olarak kabul edilir.

Döşemelerden kirişlere aktarılan yük, sonlu elemanların mesnet reaksiyonlarıdır. Bu yüzden yükün şekli üçgen trapez veya düzgün yük değildir. Herhangi bir eğride olabilir. Ayrıca döşemeye bildirilen noktasal ve/veya çizgisel yüklerde düşey yük olarak kirişlere aktarılır. Kiriş yükleri 3 boyutlu olarak çizdirilip incelenebilir.

### Ek 1 – Uzak Çerçeve Çubuğunun Rijitlik Matrisi

$$[k]_{xyz} = \begin{bmatrix} H & . & . & . & . & -G_i & H & . & . & . & . & -G_j \\ . & S & . & . & . & . & . & -S & . & . & . & . \\ . & . & D & C_i & . & . & . & . & -D & C_j & . & . \\ . & . & C_i & A_i & . & . & . & . & -C_i & B & . & . \\ . & . & . & . & T & . & . & . & . & . & -T & . \\ -G_i & . & . & . & . & E_i & G_i & . & . & . & . & F \\ -H & . & . & . & . & G_i & H & . & . & . & . & G_j \\ . & -S & . & . & . & . & . & S & . & . & . & . \\ . & . & -D & -C_i & . & . & . & . & D & -C_j & . & . \\ . & . & C_j & B & . & . & . & . & -C_j & A_j & . & . \\ . & . & . & . & -T & . & . & . & . & . & T & . \\ -G_j & . & . & . & . & F & G_j & . & . & . & . & E_j \end{bmatrix}_{xyz}$$

- Çeşitli Notasyonların Tanımları

	Yz-Düzleminde Eğilme	xy-Düzleminde Eğilme
Temel Sıfır Sayıları	$A_i = a_{ix} \frac{EI_x}{L}$ $A_j = a_{jx} \frac{EI_x}{L}$ $B = b_x \frac{EI_x}{L}$	$E_i = a_{iz} \frac{EI_z}{L}$ $E_j = a_{jz} \frac{EI_z}{L}$ $F = b_z \frac{EI_z}{L}$



Diğer Stifnes sayılar	$C_i = (a_{ix} + b_x) \frac{El_x}{L^2}$ $C_j = (a_{jx} + b_x) \frac{El_x}{L^2}$ $D = (a_{ix} + a_{jx} + 2b_x) \frac{El_x}{L^3}$	$G_i = (a_{iz} + b_z) \frac{El_z}{L^2}$ $G_j = (a_{jz} + b_z) \frac{El_z}{L^2}$ $H = (a_{iz} + a_{jz} + 2b_z) \frac{El_z}{L^3}$
	$S = \frac{AE}{L} \text{ Eksenel Rijitliği}$	$T = \frac{GJ}{L} \text{ Burulma Rijitliği}$

$El_x = x$  atalet ekseni etrafındaki eğilme rijitliği

$El_z = z$  atalet ekseni etrafındaki eğilme rijitliği

$a_{ix}$  = i ucunda x atalet ekseni etrafında birim dönme yaptırtabilmek için gerekli momentin katsayısı Normal olarak  $a_{ix} = 4$ 'tür.

$a_{iz}$  = i ucunda z atalet ekseni etrafında birim dönme yaptırtabilmek için gerekli momentin katsayısı. Normal olarak  $a_{iz} = 4$ 'tür.

$b$  = i ucunda birim dönme var iken j ucundaki moment katsayısı. Normal olarak  $b = 4$ 'tür

$$a_{ix} = \frac{3\gamma_i}{4 - \gamma_i\gamma_j} \quad a_{jx} = \frac{3\gamma_i}{4 - \gamma_i\gamma_j} \quad b = \frac{3\gamma_i\gamma_j}{4 - \gamma_i\gamma_j}$$

Uçları yarı bağlı çubuklarda bu katsayılarda düzeltme yapılır.

$$a_{ix} = \frac{3\gamma_i}{4 - \gamma_i\gamma_j} \quad a_{jx} = \frac{3\gamma_i}{4 - \gamma_i\gamma_j} \quad b = \frac{3\gamma_i\gamma_j}{4 - \gamma_i\gamma_j}$$

$\gamma_i, \gamma_j$  = Sırası ile, i ve j ucundaki bağıllık oranı (Tam bağlı uçlarda  $\gamma_i = \%100$ , mafsallı uçlarda  $\gamma_i = \%0$ )

## Ek 2 – 3 Katlı Bir Binanın Dinamik Analizi

Dinamik hesap için **Şekil E1**'de gösterilen 3-katlı bir düzlem çerçeve örnek olarak alınmıştır. Bu örnek, Çakıroğlu ve arkadaşları (1974) kitabından aynen alınmıştır. Sistemin eğilme ve alan rijitlikleri aşağıda verilmiştir:

Kesit	EI (t/m <sup>2</sup> )	EA (ton)
NP 34	3 297	-
IP 16	552.3	122 640
IP 20	1 249.5	173 670
IP 22	1 690.5	191 130

Katlarda X deplasman bileşenine ait indirgenmiş (düzenlenmiş) flexibilitte matrisi

$$[F] = [S]^{-1} = \begin{bmatrix} 13.0423 & 6.8708 & 2.5283 \\ 6.8708 & 6.1048 & 2.4608 \\ 2.5283 & 2.4608 & 1.8656 \end{bmatrix} \times 10^{-3} \text{ m/t}$$

ve yerçekimi ivmesi  $g = 9.81 \text{ m/sn}^2$  alınarak kütle matrisi

$$[M] = \begin{bmatrix} 2.0387 & 0 & 0 \\ 0 & 3.0581 & 0 \\ 0 & 0 & 3.0581 \end{bmatrix} \text{ t sn}^2 / \text{m}$$

bulunur. Buradan;

$$[F][M] = \begin{bmatrix} 26.5893 & 21.0116 & 7.7318 \\ 14.0075 & 18.6691 & 7.5254 \\ 5.1544 & 7.5254 & 7.7052 \end{bmatrix} \times 10^{-3} \text{ sn}^2$$

bulunur. Karakteristik vektör;

$$\{D\} = \begin{Bmatrix} 1 \\ 1 \\ 1 \end{Bmatrix}$$

olarak tahmin edilirse, ardışık yaklaşım hesapları sonunda sistemin birinci normal moduna ait özel açısal frekans;

$$w_1 = 4.8371 / \text{sn}$$

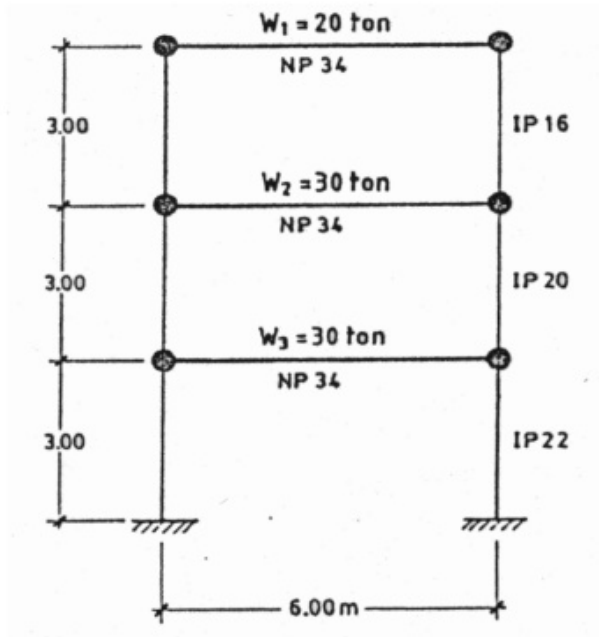
ve karakteristik vektör;

$$\{D\}_1 = \begin{Bmatrix} 1 \\ 0.66773 \\ 0.27482 \end{Bmatrix}$$

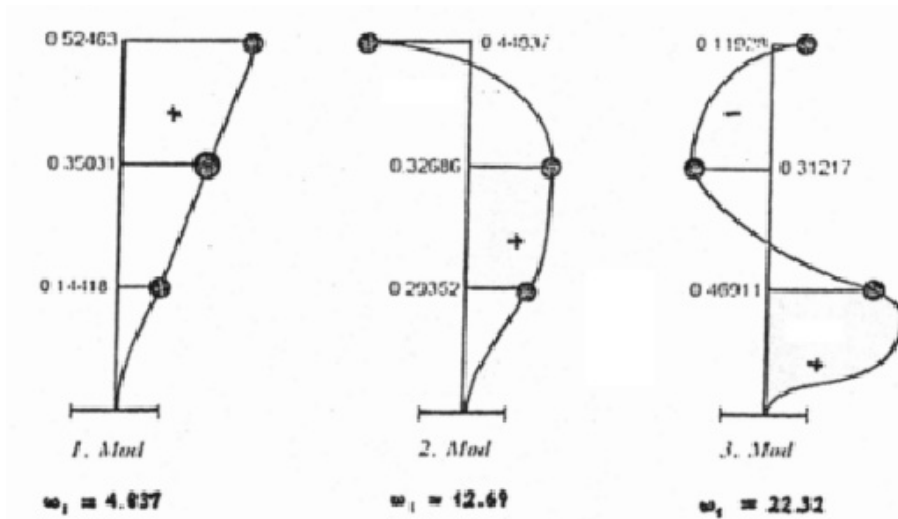
olarak bulunur. sistemin 2'nci ve 3'üncü normal modlarına ait özel açısal frekansları ile karakteristik vektörlerde yapılan hesaplar sonunda

$$w_2 = 12.69 / \text{sn} \quad \{D\}_2 = \begin{Bmatrix} -1 \\ 0.72899 \\ 0.66546 \end{Bmatrix}$$

$$w_3 = 22.321 / \text{sn} \quad \{D\}_3 = \begin{Bmatrix} 0.25427 \\ -0.66546 \\ -1 \end{Bmatrix}$$



Şekil E1 – 3 Katlı Bir Çelik Çerçeve



Şekil E2 – Titreşim Modları

olarak elde edilir.  $\{D\}_1$ ,  $\{D\}_2$  ve  $\{D\}_3$  karakteristik vektörlerinin normalleştirilmesi için önce,

$$\{D\}_i^T [M] \{D\}_i = C_i^2$$

bağıntısı yardımıyla

$$C_1 = 1.9061 \quad C_2 = 2.2303 \quad C_3 = 2.1317$$

değerleri hesaplanır. Aynı indisli vektörlerin elemanları bu sayılara bölünürse;

$$\{\phi\}_j^T [M] \{\phi\}_j = 1$$

normalizasyon şartı sağlanır ve

$$[\phi] = [\phi_1 \phi_2 \phi_3] = \begin{bmatrix} 0.52463 & -0.44837 & 0.11928 \\ 0.35031 & 0.32686 & -0.31217 \\ 0.14418 & 0.29352 & 0.46911 \end{bmatrix}$$

normalleştirilmiş karakteristik vektörler matrisi elde edilir. Sistemin böylece elde edilmiş olan serbest titreşim modları **Şekil E2**'de gösterilmiştir.

Yapının özel periyotları ise

$$T_1 = 2\pi / \omega_1 = 1.30 \text{ sn}, \quad T_2 = 2\pi / \omega_2 = 0.495 \text{ sn}, \quad T_3 = 2\pi / \omega_3 = 0.282 \text{ sn}$$

olarak hesaplanmaktadır. Temel hareketine ait maksimum ivme değerinin

$$a_{\text{maks}} = 0.33g = 3.27 \text{ m/sn}^2$$

ve yapının kritik sönüm oranının da  $h = 0.05$  olduğu kabul edilmektedir. Bu değerler yardımı ile El Centro spektrumu diyagramından sırası ile,

$$T_1 = 1.300 \text{ sn} \quad \text{için} \quad S_{a1} = 0.71 \times 3.27 = 2.322 \text{ m/sn}^2$$

$$T_2 = 0.495 \text{ sn} \quad \text{için} \quad S_{a2} = 1.39 \times 3.27 = 4.545 \text{ m/sn}^2$$

$$T_3 = 0.282 \text{ sn} \quad \text{için} \quad S_{a3} = 1.57 \times 3.27 = 5.134 \text{ m/sn}^2$$

değerleri alınır. Daha sonra

$$\begin{Bmatrix} M_1 \\ M_2 \\ M_3 \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} 2.0387 \\ 3.0581 \\ 3.0581 \end{Bmatrix} \quad \text{ve} \quad \{U\}_X = \begin{Bmatrix} 1 \\ 1 \\ 1 \end{Bmatrix}$$

olduğu gözönünde tutularak

$$\alpha_i = \{\phi\}_i^T [T] \{U\}_X = \{\phi\}_i^T \begin{Bmatrix} M_1 \\ M_2 \\ M_3 \end{Bmatrix}$$

$$\alpha_1 = 2.5818 \quad \alpha_2 = 0.9831 \quad \alpha_3 = 0.7231$$

katkı çarpanları elde edilir. Etkin kütleler bu katkı çarpanlarının kareleridir. Dolayısı ile,

$$M_1 = \alpha_1^2 = 6.666$$

$$M_2 = \alpha_2^2 = 0.966$$

$$M_3 = \alpha_3^2 = 0.523$$

$$M_e = 8.155$$

elde edilir. Her mod için katlara etkileyen modal yatay yükler de

$$\{q\}_i = \alpha_i S_{ai} \{M\} \{\phi\}_i$$

$$\{q\}_1 = \begin{Bmatrix} 6.41 \\ 6.42 \\ 2.64 \end{Bmatrix} \quad \{q\}_2 = \begin{Bmatrix} -4.08 \\ 4.47 \\ 4.01 \end{Bmatrix} \quad \{q\}_3 = \begin{Bmatrix} 0.90 \\ -3.54 \\ 5.33 \end{Bmatrix}$$

olarak bulunur. Yapının deprem sırasında elastoplastik deformasyon yaptığı gözönünde tutulur ve süneklik oranı 6 alınırsa elastik boyutlandırılmada kullanılacak düğüm noktası yükleri yukarıdaki değerleri 6'ya bölerek

$$\{q\}_1 = \begin{Bmatrix} 1.068 \\ 1.070 \\ 0.444 \end{Bmatrix} \quad \{q\}_2 = \begin{Bmatrix} -0.680 \\ 0.745 \\ 0.668 \end{Bmatrix} \quad \{q\}_3 = \begin{Bmatrix} 0.150 \\ -0.590 \\ 0.888 \end{Bmatrix}$$

şeklinde elde edilir. Maksimum kat yükleri için aşağıdaki kareler ortalaması metodu kullanılır.

$$\{q\}_{\max} = \sqrt{\sum \{q\}^2}$$

Böylece,

$$\{q\}_{\max} = \begin{Bmatrix} 1.275 \\ 1.431 \\ 1.191 \end{Bmatrix}$$

bulunur. Arzu edilirse, her mod için kat kesme kuvvetleri hesaplanır ve bunların kareler ortalaması alınarak, muhtemel maksimum kat kesme kuvvetleri aşağıdaki gibi hesaplanır.

$$\{V\}_{\max} = \begin{Bmatrix} 1.275 \\ 2.184 \\ 2.717 \end{Bmatrix}$$

### Teorik Esaslar Bölümünün Referansları

- ⇒ Çakıroğlu, A., Özden, E., Özmen, G.,(1974),“Yapı Sistemlerinin Hesabı için Matris Metodları ve Elektronik Hesap Makinesi Programları”, İstanbul.
- ⇒ Çakıroğlu, A., Özmen, G., (1979), “Ortogonal Olmayan Çerçevelerden Oluşan Yapılar için Geliştirilmiş Muto Yöntemi”, İ.T.Ü. Dergisi, Cilt 37, Sayı 2, s.25-34, İstanbul.
- ⇒ ideSTATİK, IDS / NC Kullanım Kitabı, (1998) İde Yapı, Fevzi Çakmak Cad. Fatih Apt. No:57 Kat:3 Daire:5, Bursa
- ⇒ Özmen, G., (1978), “Ortogonal Taşıyıcı Sistemlerden Oluşan Çok Katlı Yapıların Yatay Yüklere Göre Hesabı”, İ.T.Ü. Dergisi, Cilt 36, Sayı 1 s. 25-34, İstanbul
- ⇒ Stamatto, M.C., Stafford, S.B.,(1969) “An Approximate Method for the Three Dimensional Analysis of Tall Buildings”, Proc. Instn. Civ. Engrs., s. 361-379.
- ⇒ Söz konusu referans O.D.T.Ü.’de hazırlanmış bir program değerlendirme testidir. İlgili firmanın, firmamıza yaptığı talep üzerine kaynak adı belirtilmemiştir.
- ⇒ Tezcan, S.S., (1970), “Çubuk Sistemlerin Elektronik Hesap Makineleri İle Çözümü” İstanbul Teknik Üniversitesi Kütüphanesi, Elektronik Hesap Bilimleri Enstitüsü Yayınları, No.12, İstanbul.
- ⇒ Wilson, E.L., (1970), “SOLID SAP-A Statik Analysis Program for Three Dimensional Solid Structures”, University of California, Structural Engineering Laboratory, Report No.UC-SESM 71-19
- ⇒ Wilson, E.L., Dovey II.II., Habibullah, A., (1980).“TABS80, Three Dimensional Analysis of Building Systems Theoretical Manual”.
- ⇒ Wilson, E.L., Habibullah, A., (1992), “Sap90,Structural Analysis, User Manual”.
- ⇒ Zorbozan, M., (1981),“Direkt Deplasman Metodu ile Ortogonal Taşıyıcı Sistemlerden oluşan Çok Katlı Yapıların Yatay Yüklere Göre Hesabı için Bir EHM Programı /YAYOI”, İ.T.Ü. İnşaat Fakültesi, İstanbul.
- ⇒ Zorbozan, M., (1983),“Ortogonal Olmayan Taşıyıcı Sistemlerden Oluşan Çok Katlı Yapıların Yatay Yüklere Göre Hesabı için Bir Yöntem”,Doktora Tezi, İ.T.Ü İnşaat Fakültesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.



## Bölüm 5 Yaklaşık Metodlar

### Özet

Taşıyıcı sistem elemanlarının geometrik konumları, analitik hesaplarda kullanılan rijitlik matrisleri ve özellikle düğüm noktalarındaki serbestlik dereceleri üç boyutlu olan programlar, gerçek üç boyutlu analiz yapabilen programlardır.

İdeSTATİK IDS / NC hem taşıyıcı elemanlarının geometrik konumu bakımından, hem de düğüm noktalarındaki serbestlik dereceleri bakımından hiçbir kabul ve varsayım yapmayan kesin üç boyutlu bir analiz programıdır. Bir düzleme indirgenebilen düzlem çerçeve tanımı ve özellikle bunların birbirleri ile ortogonal olması ve olmaması gibi tanımlamalara gerek yoktur.

İdeSTATİK IDS / NC programının içinde, betonarme kat döşemelerinin kendi düzlemleri içinde sonsuz rijit olması kabulünden başka, kesin analitik çözümden ayrılan, hiçbir varsayım veya yaklaşıklık yoktur.

Halbuki, üç boyutlu analiz yaptığı ileri sürülen ve pratikte birçok inşaat mühendisi tarafından kullanılan bazı paket programların, gerçekte çok ciddi varsayımlar ve yaklaşıklıklar içerdikleri ve sadece özel bazı uzay çerçeve tipleri için uygun oldukları gözden uzak tutulmamalıdır.

Bu raporda, yaklaşık üç boyutlu analiz metodları ile İdeSTATİK IDS / NC programı tarafından kullanılan kesin ve en genel üç boyutlu analiz metodunun karşılaştırılmasına yer verilmiştir.

Pratikte, paket program kullanan inşaat mühendislerinin, hangi programların üç boyutlu kesin hesap yaptığı, hangilerinin yaklaşık olduğu ve hangilerinin sadece bazı özel ortogonal veya ortogonal olmayan düzlem çerçeve halleri için geçerli olduğu konusunda bilinçli bir değerlendirme ve sorgulama yapmasında büyük yarar olacağına işaret edilmiştir.

### Genel Tanımlamalar

#### ▪ Ortogonal Yapılar

Herşeyden önce, bütün binaların taşıyıcı sistemlerinin daima üç boyutlu olduğunu belirtmeliyiz. Plan bazında geometrileri ne olursa olsun taşıyıcı sistemlerin hepsi çerçeve, perde veya bunların karışımından oluşan bir uzay çerçevedir.

Kolon ve kirişlerin plandaki konumlarına göre bu yapıları ortogonal ve ortogonal olmayan sistemler olarak iki ana gruba ayırmak mümkündür. Aslında ortogonal bir yapı ortogonal olmayan sistemin özel bir halidir. Yeri gelmişken ilgili tanımlamaları yaparak ortogonal kavramını biraz açalım.

Yapıyı oluşturan uzay çerçeveyi, birbirinden bağımsız düzlem çerçeveler ile ifade ettiğimizde, her çerçevenin diğer çerçevelerle 90 derecelik açıyla kesişme koşulunu sağlayan yapılara "Ortogonal" yapı denilebilir. Daha karmaşık bir ifadeyle, düşey sürekliliğin sağlandığı, birbirlerine dik kesişen noktalarda geometrik ve deplasman uygunluk koşullarını gerçekleştiren yapılar ortogonal karakterdedir denilebilir. Ortogonal'den küçük eğimli açılarla sapsmalar yapan taşıyıcı sistemler de ortogonal sınıfına dahil edilebilir. Bunlara "Küçük Açılı Ortogonal Yapılar" denir. Ortogonal ve küçük açılı ortogonal yapılar için örnekler, sırası ile Şekil 1 ve Şekil 2'de verilmiştir.

#### ▪ Bağımsız Açılı Ortogonal Yapılar

Ayrıca, çok özel bir durum olan, pratikte karşılaşılması oldukça zor olan bağımsız düzlem çerçevelerden oluşan yapıları da ortogonal yapı kapsamına alabiliriz. Bu tarz yapıları "Bağımsız Açılı Ortogonal Yapılar" olarak tanımlamak mümkündür.(Şekil 3)

#### ▪ Ortogonal Olmayan Yapılar

"Ortogonal Olmayan Yapılar" ise, yukarıdaki tanımlamaya uymayan diğer tüm yapılardır ve örnekleri Şekil 4'te verilmektedir.

Uygulamada mimari ve estetik nedenlerle modern ve gösterişli yapılar yapmanın amaçlandığı durumlarda taşıyıcı sistemin ortogonal olmayan elemanlardan oluşmasına sık sık rastlanmaktadır. Bazı hallerde ise, arsanın biçimi yapı planının gelişigüzel şekillerden meydana gelmesini zorunlu kılarken, statik sistem ister istemez ortogonal olmayan elemanlardan oluşabilmektedir.

Çok katlı yapıların hesabında kullanılan yöntemler, hesapta yapılan kabullerin gerçeğe yakınlığına bakılarak yaklaşık ve kesin yöntemler diye iki ana grupta toplanmaktadır. Yaklaşık yöntemlerin hemen hemen hepsi ancak ortogonal yapılara uygulanabilmektedir.

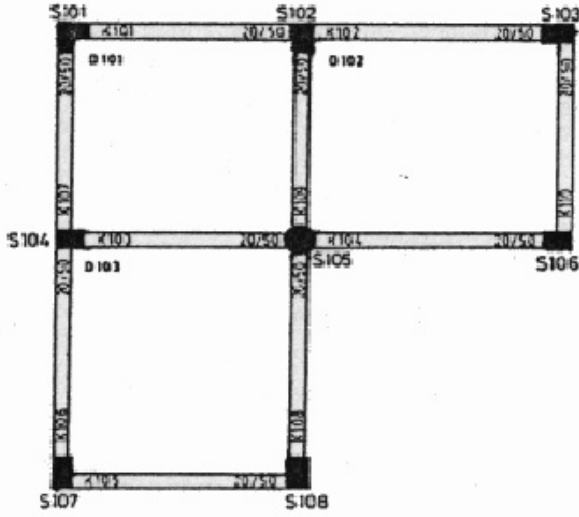
## Yaklaşık Yöntemler

### ▪ Ortogonal Sistemler İçin

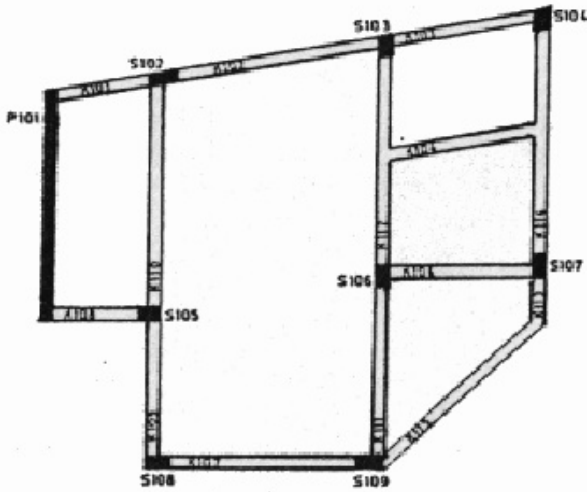
Sadece ortogonal yapılara uygulanabilen yöntemlerin başında Muto metodu gelmektedir. Bazı diğer yaklaşık metotlar Özmen (1978) ve Zorbozan (1981) tarafından ayrıntıları ile ele alınmıştır. Ortogonal sistemler için geliştirilmiş yaklaşık yöntem kullanan bir paket program Sucuoğlu (1993) tarafından değerlendirilmiştir.

Ortogonal sistemler için geliştirilmiş yaklaşık yöntemlerin dayandığı varsayımlar şöyle özetlenebilir:

- ⇒ Bina modeli bağımsız düzlem çerçevelerden meydana gelmektedir. Başka bir deyişle taşıyıcı sistem bağımsız düzlem çerçeveler ile temsil edilmektedir.
- ⇒ Her çerçeve ancak kendi düzlemi içinde rijitliğe sahiptir.
- ⇒ Düzlem çerçeveler, ortak kolonları ve kat seviyelerindeki rijit döşeme diyaframları ile birleştirilerek tüm binanın üç boyutlu analitik tanımı yapılmaktadır.
- ⇒ İki ayrı çerçevenin kesişme noktasında yer alan bir kolon, bu iki çerçeveden gelen yükler altında birim uzama uygunluk koşulunu sağlamaz.

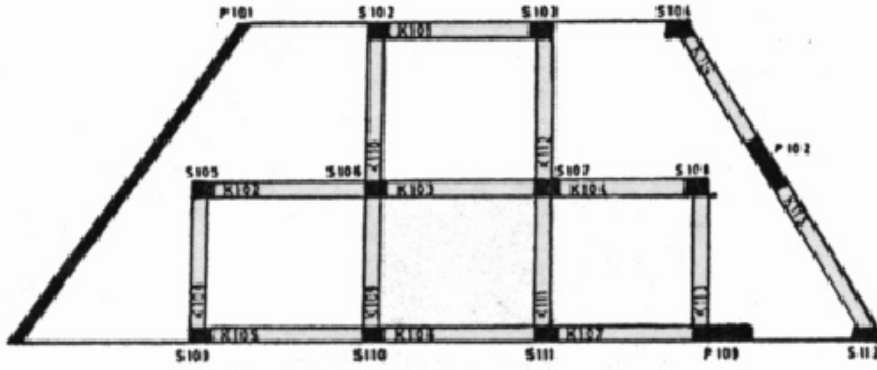


Şekil 1 – Ortogonal Yapı Örneği



Şekil 2 Küçük Açılı Ortogonal Yapı





**Şekil 3 – Bağımsız Açılı Ortogonal Yapılar**

⇒ Düşey taşıyıcı elemanların kendi eksenlerine göre burulma rijitlikleri ihmal edilmiştir.

Bu yaklaşık yöntemle sadece, düzlem sistemleri kesişmeyen yapılar ve düzlem sistemleri birbirine dik olan yapılar belli bir yaklaşıklıkla hesaplanabilir. Bu yaklaşıklık, yapı yukarıdaki kabullerin tümüne uygun olsa bile gerçek çözümden çok önemli sapmalar gösterebilir. Çerçeveleri dik kesişen yapılarda girişim yapan alt sistemleri hesapta bağımsız olarak ele alabilmek için kesişme noktalarında bulunan düşey taşıyıcılara ait kesit asal eksenlerinin o noktadan geçen düzlem sistemlerin doğrultuları ile çakışması ve bu noktalardaki düşey sürekliliğin yaklaşık olarak sağlandığının kabul edilmesi gerekir.

Bu yaklaşık yöntemlerin esası, kesin hesapta çok bilinmeyenli olan problemi, az bilinmeyenli probleme indirgeyerek çözmeye dayanır. Yaklaşık yöntemlerde izlenen metod aşağıdaki işlemleri yapar.

- ⇒ Alt sistemler kullanıcı veya program tarafından oluşturulur. Sözü edilen alt sistem düzlem çerçevelerdir. Çerçevelerin düşüm noktalarında üç adet deplasmanı vardır. Her üç deplasman çerçeve düzleminde olmak zorundadır.
- ⇒ Her çerçeve de bulunan çubukların düzlem içindeki eleman rijitlik matrisleri oluşturulur.
- ⇒ Her çerçeve için yapı analizinden tanıdığımız süperpozisyon yöntemi ile sistem rijitlik matrisi kurulur.
- ⇒ İndirgeme yöntemi ile, çerçevelerin yatay rijitlik matrisi elde edilir.
- ⇒ Bu aşamada bütün çerçeveler için elde edilmiş olan rijitlik matrisleri kullanılarak, yapı yatay rijitlik matrisi kurulur. Matris oluşturulurken her bir çerçevenin x eksenine yaptığı açı ve çerçevenin orijin noktasına olan dik uzaklığı için içine kalır. Bu kare matrisin düşey boyutu, yapı kat adedinin üç katı kadardır.
- ⇒ Yapıya kat hizasında etkiyen yükler ve Deprem Yönetmeliği'ne göre hesaplanan kat burulma momentleri ile sistem yük vektörü oluşturulur.
- ⇒ Yapı global denklem takımı çözülerek her katın iki ötelenme deplasmanı bir adet kat dönmeleri bulunur.
- ⇒ Analitik yöntemlerle global kat deplasmanları her çerçevenin kendi düşey düzlemine aktararak, her çerçevenin her katındaki deplasmanları bulunur. Bilinen deplasmanlardan yola çıkılarak her çerçeve için düşey ve yatay deplasman ve düzlem içindeki dönme hesaplanır.
- ⇒ Her çerçevenin tüm elemanlarının uç kuvvetleri bulunur.

Bu yöntemle, kiriş ve kolon uçlarında bir moment, bir aksenal kuvvet ve bir kesme kuvveti hesaplanır.

Kolon uzama deformasyonlarının ihmal edildiği durumda kolonların yatay hesap sonucu normal kuvvetleri sıfır çıkar. Bu tarz programlardan kirişlerin ve kolonların burulma momentlerini hesaplamalarını beklemek doğru değildir. Kirişlerde normal kuvvetler de sıfır çıkar.

#### ▪ Ortogonal Olmayan Sistemler İçin

Çakıroğlu ve Özmen (1979) tarafından yapılan bir çalışmada, ortogonal olmayan çerçevelerden oluşan yapılar için de yaklaşık bir hesap metodu geliştirilmiştir. Bu yöntemde kat kolonlarının sadece o kattaki kesme kuvveti ile orantılı çözümler ver değiştirme yaptıkları kabul edilmiş böylece, her katın hesabı diğer katlardan bağımsız olarak çözümlenir ve bilinmeyenli bir denklem takımı yapılmadan yapılabilmektedir.

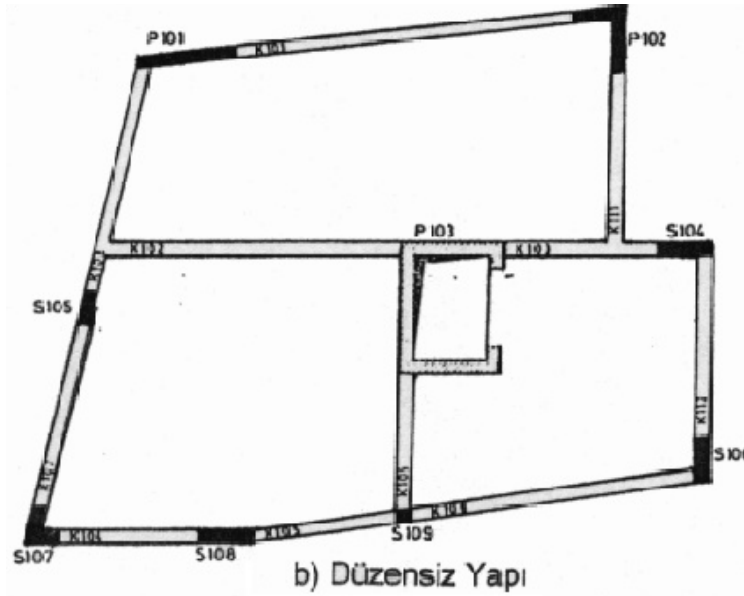
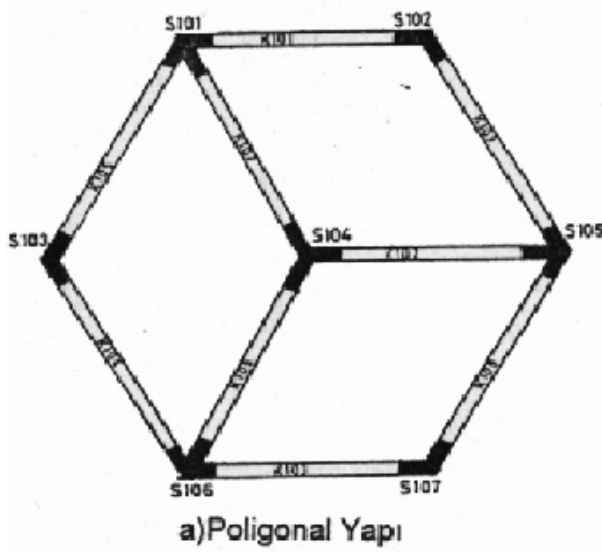
Zorbozan (1983)'in Doktora çalışmasında deplasman yönteminin değişik bir uygulaması yapılarak, ortogonal olmayan sistemler için dolaylı bir alt sistem kullanılmış ve bir ardışık yaklaşım metodu kullanılarak birkaç adımda sonuca gidilmiştir.

Geliştirilen yaklaşık yöntemler dayandıkları varsayımların sağlandığı her tür yapıda güvenle kullanılabilirler. Bu yöntemlerin genel özellikleri yapıyı alt sistemlerle tarif etmeleridir. Alt sistemler bazen düzlem çerçeveler, bazen de dikey taşıyıcı elemanlar olabilir. Alt sistemlerin çerçeveler olduğu programlarda kirişlerin antisimetrik deformasyon yaptıkları varsayılarak ortogonal olmayan yapılar da bazı önlemlerle ortogonal sistemler için geliştirilmiş programlarla çözülebilirler.

Alt sistemler, sistemdeki ortogonal karakteri bozan kirişlerin tam orta noktalarından ayrılarak idealleştirilir. Bu durumda daha işin başında, söz konusu kirişin moment sıfır noktasının kirişin tam ortasında oluşacağını kabul etmiş oluruz. Eğer, hesap moment sıfır noktası yeri değişirse (çoğu durumda değişir) hesabın bu nokta dikkate alınarak yeni baştan yapılması gerekir.

Ortogonal olmayan sistem için uygulanan yaklaşık yöntemlerin dayandığı varsayımlar şunlardır:

- ⇒ Alt sistemler, ortak kolonları ve kat seviyelerindeki rijit döşeme diyaframları ile birleştirilerek tüm binanın üç boyutlu analitik tanımı yapılır.



#### Sekil 4 – Ortogonal Olmayan Plan Örnekleri

⇒ Düşey taşıyıcı elemanların kendi eksenlerine göre burulma rijitlikleri ihmal edilmiştir.

Bu Yaklaşık yöntemin ayrıntıları için Zorbozan (1983)'ın Doktora Tezi incelenmelidir. Sonuçların kesin yöntemden sapma miktarı, yapılan ardışık yaklaşım sayısına bağlıdır. Ortogonal sistemlerin yaklaşık yöntemlerine göre tek üstünlüğü, dayandığı varsayımlara uyan ortogonal olmayan yapı sistemlerini de çözebilmesidir.

#### Kesin Yöntemler

Ortogonal olmayan taşıyıcı sistemlerden oluşan çok katlı yapıların yatay yüklere göre kesin hesabında, problemin özelliği gereği, doğrudan alt sistem kullanma olanağı ortadan kalkmaktadır. Bu durumda burulma ve boy değiştirmeler ihmal edilse bile, yapının tüm düğüm noktalarında iki doğrultudaki dönmeleri ile tüm katlardaki üç yer değiştirme bileşenini (iki öteleme bir dönme) almak gerekmektedir.

Kesin yöntemler, deplasman metodunun çok katlı yapılara uygulanması ile geliştirilen bilinmeyen sayısı çok fazla olan yöntemlerdir. Bu programlar ortogonal veya ortogonal olmayan genel amaçlı her türlü yapı sistemini çözebilen niteliktedir. Wilson (1970. 1980. 1992) tarafından geliştirilen ve SAP serisi olan bilinen programlar ile İdeSTATİK IDS / NC programı (1998) kesin hesap yöntemi kullanan paket programlardır.

#### İdeSTATİK IDS / NC Programı

İdeSTATİK IDS / NC programı yukarıda sözü edilen programlar ile tamamen aynı kesin hesap yöntemleri kullanarak çözüme giden gerçek anlamda üç boyutlu bir paket programdır. Bu programda, kat düzlemleri kendi içinde sonsuz rijitliğe sahip varsayılır. Aynı katta bulunan tüm düğüm noktalarının iki yöndeki yer değiştirme ve dönmeleri birbirlerine bağlıdır. Ancak, kullanıcı herhangi bir kattaki herhangi bir düğüm noktasının deplasmanlarını bağımsız kılabilir.

Yapının bir tek taşıyıcı sistemi vardır ve bu taşıyıcı sistem bir uzay çerçevedir. Çerçeve elemanları kolonlar, kirişler, perdeler ve panel elemanlarıdır. Paneller iki kolon arasında kalan düşey perdelerdir. Elemanlar uzayda herhangi bir konumda ve açıda olabilirler. Ara katlar ve herhangi bir şekilde kademelenme olabilir. Kısaca, uzay çubuklar, düşey perdeler ve paneller ile modellenebilen her tür yapı İdeSTATİK IDS / NC ile üç boyutlu olarak tam kesinlikle çözülebilir.

İdeSTATİK IDS / NC programının kullandığı en genel üç boyutlu analiz metodundaki işlemlerin sırası aşağıda özetlenmiştir.

- ⇒ Yapının uzayda tarif edilen düğüm noktaları katlardaki kolon/kiriş birleşimleri veya kiriş birleşimleridir. Her düğüm noktasının altı adet deplasman bileşeni vardır. Kullanıcı tarafından aksi belirtilmediği sürece, tüm katlarda tüm düğüm noktalarının X ve Y- yatay deplasmanları ile Z ekseninde dönmesi ortaktır. Diğer üç deplasman bileşeni Z-düşey eksenindeki düşey deplasman ile X ve Y ekseninde dönmedir. Rijit diyaframların olmadığı ara katlarda alt deplasman da birbirinden bağımsız atanır.
- ⇒ Çubuk ve panel elemanların kendi rijitlik matrisleri kendi lokal eksenlerinde oluşturulur. Kiriş ve kolonların rijitlik matrisleri 12x12 boyutundadır. Panel elemanların rijitlik matrisleri ise 6x6 boyutundadır.
- ⇒ Eleman lokal rijitlik matrisleri, doğrultu kosinüsleri yardımı ile yapı global rijitliklerine dönüştürülür. Bu işlem, düğüm noktalarındaki bağımlılığı dikkate alarak özel çubuk transformasyon matrisleri yardımı ile yapılır.
- ⇒ Yapı global rijitlik matrisi oluşturulur.
- ⇒ Yapının global rijitlik matrisi ve yük vektörü özel bir Gauss eliminasyon yöntemi ile çözülür ve global koordinatlardan kat deplasmanları bulunur.
- ⇒ Deplasmanlar eleman koordinatlarında hesaplanır.
- ⇒ Her çubuk için 12 adet çubuk uç kuvvetleri bulunur.

Kiriş ve kolonların uç kuvvetleri  $T_x, T_y, N_z, M_x, M_y, M_z$

Panel elemanların uç kuvvetleri  $N, T, M$

### Yaklaşık Metodlar Bölümünün Referansları

- ⇒ Çakıroğlu, A., Özden, E., Özmen, G.,(1974),“Yapı Sistemlerinin Hesabı için Matris Metodları ve Elektronik Hesap Makinesi Programları”, İstanbul.
- ⇒ Çakıroğlu, A., Özmen, G., (1979), “Ortogonal Olmayan Çerçevesiz Oluşan Yapılar için Geliştirilmiş Muto Yöntemi”, İ.T.Ü. Dergisi, Cilt 37, Sayı 2, s.25-34, İstanbul.
- ⇒ ideSTATİK, IDS / NC Kullanım Kitabı, (1998) İde Yapı, FevziÇakmak Cad. Fatih Apt. No:57 Kat:3 Daire:5, Bursa
- ⇒ Özmen, G., (1978), “Ortogonal Taşıyıcı Sistemlerden Oluşan Çok Katlı Yapıların Yatay Yüklere Göre Hesabı”, İ.T.Ü. Dergisi, Cilt 36, Sayı 1 s. 25-34, İstanbul
- ⇒ Stamatto, M.C., Stafford, S.B.,(1969) “An Approximate Method for the Three Dimensional Analysis of Tall Buildings”, Proc. Instn. Civ. Engrs., s. 361-379.
- ⇒ Söz konusu referans O.D.T.Ü.’de hazırlanmış bir program değerlendirme testidir. İlgili firmanın, firmamıza yaptığı talep üzerine kaynak adı belirtilmemiştir.
- ⇒ Tezcan, S.S., (1970), “Çubuk Sistemlerin Elektronik Hesap Makineleri İle Çözümü”
- ⇒ İstanbul Teknik Üniversitesi Kütüphanesi, Elektronik Hesap Bilimleri Enstitüsü Yayınları, No.12, İstanbul.
- ⇒ Wilson, E.L., (1970), “SOLID SAP-A Statik Analysis Program for Three Dimensional Solid Structures”, University of California, Structural Engineering
- ⇒ Laboratory, Report No.UC-SESM 71-19
- ⇒ Wilson, E.L., Dovey II.II., Habibullah, A., (1980).“TABS80, Three Dimensional Analysis of Building Systems Theoretical Manual”.
- ⇒ Wilson, E.L., Habibullah, A., (1992), “SAB90,Structural Analysis, User Manual”.
- ⇒ Zorbozan, M., (1981),“Direkt Deplasman Metodu ile Ortogonal Taşıyıcı Sistemlerden oluşan Çok Katlı Yapıların Yatay Yüklere Göre Hesabı için Bir EHM
- ⇒ Programı /YAYOI”, İ.T.Ü. İnşaat Fakültesi, İstanbul.
- ⇒ Zorbozan, M., (1983),“Ortogonal Olmayan Taşıyıcı Sistemlerden Oluşan Çok Katlı Yapıların Yatay Yüklere Göre Hesabı için Bir Yöntem”,Doktora Tezi, İ.T.Ü İnşaat Fakültesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

## Bölüm 6 Sap 90 Programına Data Aktarma

ideSTATİK programında datarlar girilir ve analiz yapılır. Proje menüsünden Txt transfer satırı tıklanır ve dosya adı verilerek kayıt edilir. İdeSTATİK programı SAP90 datusını otomatik oluşturur.

ideSTATİK programında çözdürdüğümüz projeyi SAP90'a aktararak, projenin uç kuvvetlerini SAP90 ile nasıl karşılaştırılacağını vermediz yaptık. Örnek proje, simetrik, 10 katlı, 1000 tonluk bir sistemdir. İdeSTATİK sonucunda örneğin zemin katta S8 kolonunu seçelim ve kolon donatılarını tıklayalım. Kuvvetler/donati alanları sekmesinde, kolonunun deprem yüklemelerinden oluşan uç kuvvetlerine bakalım.

	ty1	tz1	tx1	my1	mb1	mx1
E1	-0.93	-21.62	-5.26	8.73	-0.29	2.06
E2	-1.61	-30.39	-11.51	19.32	-0.87	3.48
E3	-2.35	-117.08	2.22	-3.14	-0.14	6.07
E4	-2.02	-112.86	5.19	-8.17	0.14	5.4

2 nolu indisler kolonun üst ucu içindir. Kolon üst ve alt uç kuvvetlerine ait notasyonların anlamları şu şekildedir; Yükleme adı: E1, E2, E3, E4 sırasıyla X ve Y yönü %5 eksantristeli deprem yüklemeleri.

ty1 : Kolon alt ucunda Y eksenı doğrultusundaki kesme kuvveti.(t)

tz1 : Kolon alt ucunda Z eksenı doğrultusundaki normal kuvvet (t)

tx1 : Kolon alt ucunda X eksenı doğrultusundaki kesme kuvveti (t)

my1 : Kolon alt ucunda Y eksenı etrafındaki eğilme momenti (tm)

mb1 : Kolon alt ucunda Z eksenı etrafındaki burulma momenti (tm)

mx1 : Kolon alt ucunda X eksenı etrafındaki eğilme momenti(tm)

ty2 : Kolon üst ucunda Y eksenı doğrultusundaki kesme kuvveti.(t)

tz2 : Kolon üst ucunda Z eksenı doğrultusundaki normal kuvvet (t)

tx2 : Kolon üst ucunda X eksenı doğrultusundaki kesme kuvveti (t)

my2 : Kolon üst ucunda Y eksenı etrafındaki eğilme momenti (tm)

mb2 : Kolon üst ucunda Z eksenı etrafındaki burulma momenti (tm)

mx2 : Kolon üst ucunda X eksenı etrafındaki eğilme momenti(tm)

Dinamik analiz yaptığımız için uç kuvvetleri, deprem yönetmeliğinin öngördüğü şekilde  $\beta V_t(x)/V_tB(x)$ ,  $\beta V_t(y)/V_tB(y)$  değerleriyle x ve y yönü için çarpılmıştır. Dolayısı ile sap90 sonuçları ile karşılaştırılması için, inceleyeceğimiz uç kuvvetleri bu değerlere bölünmesi ve ya sap90 sonuçlarının bu değerlerle çarpılması gerekir. Rapor menüsünden Dinamik Analiz raporu alınır. Rapor oluşturduğunda karşınıza aşağıdaki ekranı içeren liste gelecektir.

W	=	2628.36
T1a	=	0.86
Hx	=	28.20
$\Delta F_n(x)$	=	10.76
$\Delta F_n(y)$	=	18.58
$V_t(x)$	=	375.48
$V_t(y)$	=	375.48
$V_tB(x)$	=	279.65
$V_tB(y)$	=	275.08
$V_t(x) / V_tB(x)$	=	1.34
$V_t(y) / V_tB(y)$	=	1.37
$\beta$	=	1.00
$\beta V_t(x) / V_tB(x)$	=	1.34
$\beta V_t(y) / V_tB(y)$	=	1.37
Ao	=	0.40
I	=	1.00

Söz konusu değerler x ve y yönü için sırasıyla 1,34 ve 1.37' dir.

Proje menüsünden txt transfer satırını tıklayın ve dosya adına ORNEK6 yazıp enter tuşuna basın. Sap90 datusı ORNEK6 dosyasına otomatik olarak kayıt edilecektir. ORNEK6 dosyasını, not defterini kullanarak açın. FRAME bölümü altında, Zemin kat S8 kolonunu bulun. S8 kolonun numarası 348'dir.(Sistemde 2 adet S8 kolonu bulunmaktadır. Sistem simetrik olduğundan hangisini incelediğimiz önemli değildir. ORNEK6 dosyasını sap90 programında çözünüz ve ORNEK6.P3F dosyasını not defteri ile açın ve 348 nolu elemanın uç kuvvetlerini bulun. 348 nolu elemanın uç kuvvetleri:

	Axial Force	1-2 Plane		1-3 Plane		Axial TORQ
		Shear	Moment	Shear	Moment	
E1	-16.38	-3.93	6.54	-0.74	1.62	0.22
E2	-23.17	-8.59	14.47	-1.28	2.73	0.67
E3	-84.29	1.57	-2.25	-1.85	4.66	0.10
E4	-81.11	3.75	-5.94	-1.59	4.13	-0.10

ty1 1-3 plane shear ile ; tz1 axial force ile ; tx1 1-2 plane shear ile ; my1 1-2 plane moment ile ; mb1 axial torq ile ; Mx1 1-3 plane moment ile yükleme karşılaştırılır. Karşılaştırılmadan önce sap90 sonuçları  $\beta Vt(x)/VtB(x)=1.34$ ,  $\beta Vt(y)/VtB(y)=1.37$  değerleriyle çarpılır. Karşılaştırma tablosu aşağıdadır. (Parantez içindeki değerler Sap90 değerleridir.)

	ty1	tz1	tx1	my1	mb1	mx1
E1	-0.93 (-0.99)	-21.62 (-21.95)	-5.26 (-5.27)	8.73 (8.76)	-0.29 (0.29)	2.06 (2.17)
E2	-1.61 (-1.71)	-30.39 (-31.05)	-11.51 (-11.51)	19.32 (19.39)	-0.87 (0.89)	3.48 (3.66)
E3	-2.35 (-2.53)	-117.08 (-115.48)	2.22 (2.15)	-3.14 (-3.08)	-0.14 (0.14)	6.07 (6.38)
E4	-2.02 (-2.17)	-112.06 (-111.12)	5.19 (5.14)	-8.17 (-8.14)	0.14 (-0.14)	5.40 (5.65)

---

## Bölüm 7 Teorik Esaslar, Teknoloji ve Bilimsel Yaklaşım

### 01.01 - Çubuk Taşıyıcı Sistemler

#### 01.01.01 - Kullanılan Sayısal Çözüm Yöntemleri:

Stifnes Matrisleri Metodu ile hiçbir bloklama tekniği kullanılmaz.

Sparse Matris oluşturarak uygulanan bir çözüm

Taşıyıcı sistemin Stifnes Matrisi kod numaraları metodu ile oluşturulur.

Çözümlerde hiçbir şekilde amprik formül kullanılmaz.

#### 01.01.02 - Çubuk Taşıyıcı Sistemin Sayısal Modeli:

Uzay çerçeve çubuğu. Her düğüm noktasında 3 öteleme 3 dönme vardır.

Stifnesleri E<sub>Ixx</sub>, E<sub>Izz</sub>, AE, GJ 'dir.

Çubukların stifnes matrisleri 12x12 boyutundadır.

Katlarda Master jointler otomatik olarak alınır.

Katlardaki düğüm noktaları depended joint kabul edilir.

Bağımsız olması istenirse, programa bildirilir.

#### 01.01.03 - Kullanılan Koordinat Sistemi:

Kartezyen Koordinat Sistemi kullanılır.

#### 01.01.04 - Taşıyıcı Sistemin Davranış Ortamı:

Elastik Ortam

### 01.02 - Yüzeysel Taşıyıcı Sistemler

#### 01.02.02.01 - Düzlem Elemanlı taşıyıcı Sistemler (PLAKLAR):

Sonlu elemanlar 4 düğüm noktalı, 12 serbest dereceli, dikdörtgen plak elemanlarıdır. Yükler düğüm noktalarına etkiyen noktasal, iki düğüm noktası arasında çizgisel ve eleman üzerinde yayılı olabilir.

##### 01.02.02.01.06 - Nervürlü Kaset Plakları

Uzayda sonlu eleman çubuklar.

#### 01.02.02.02 - Levhalar, Perdeler, Yüksek Gövdeli Kirişler

Sonlu Elemanlar

Yüksek gövdeli kirişler çubuk gibi modellenirler.

#### 01.02.02.03 - Eğri Yüzeysel Taşıyıcı Sistemler

Eğri Yüzeysel Taşıyıcı sistemler modellenemez.

### 01.03 - Dinamik

Uzayda ve kütleleri katlarda toplanmış çok kütleli sistem.

Eigen Value (özel değer) değerleri vektörlerinin üretimi.

Eksantrisite analizi kartezyen eksen takımları doğrultusuna göredir. Ancak sistem istenilen açıya döndürülebilir.

### 01.04 - Kesit Hesapları

Plastisite Teorisi (Taşıma gücü)

### 01.05 - Temel Hesapları

Radye ve tekil temeller elastik zemine oturan plak teorisine göre çözülür. Sonlu elemanlar 4 düğüm noktalı 12 serbest dereceli, dikdörtgen plak elemanlardır.

Sürekli temeller elastik zemine oturan ızgara çubuklar olarak modellenir. Ancak kenar açıklıklarda min , iç açıklıklarda min moment alınır. Aynı şekilde mesnetler için de kontrolü yapılır.



## Bölüm 8 Kolonların , Perdelerin ve Kirişlerin Majör Ekseni

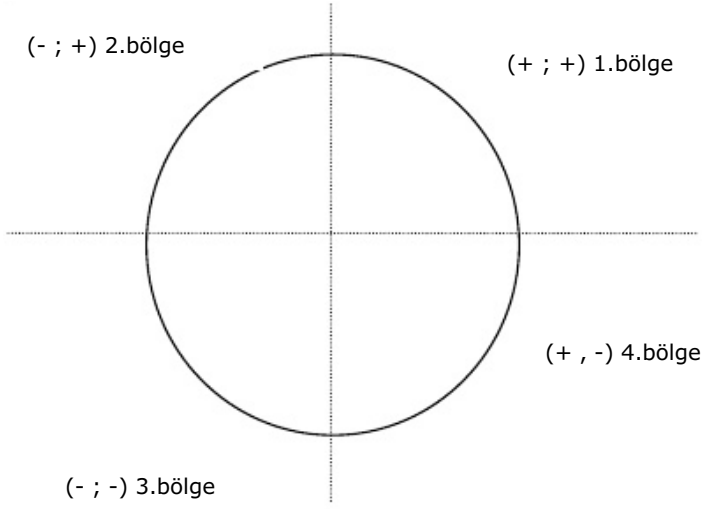
### Kolonlar için lokal Y ekseninin tanımı

Etrafında büyük atalet momentini veren asal eksenidir.

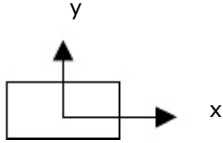
### Kolonlar için lokal Y ekseninin düzlemdeki konumu

Eleman uzay çerçeve elemanları raporunda verilen  $\cos\alpha$  ,  $\sin\alpha$  kolonun lokal y ekseninin konumunu verir.

İşaretler eksenin birim çemberdeki yerini gösterir.

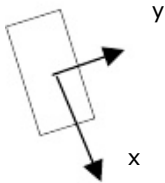


$\cos = 0$  ve  $\sin = 1$  ise  $\alpha = 90$  derecedir. Dolayısıyla kolonun y eksenini aşağıdaki gibidir.

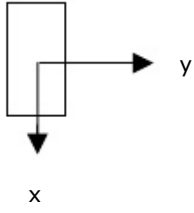


X eksenini ise y eksenine dik sağa doğrudur.

$\cos = 0.93969$  ve  $\sin = 0.34202$  ise  $\alpha = 20$  derecedir. Dolayısıyla kolonun y eksenini aşağıdaki gibidir. (cos ve sin değerleri pozitif olduğu için y eksenini 1.bölgededir)

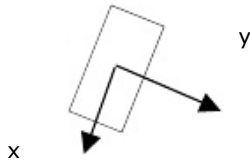


$\cos = 1$  ve  $\sin = 0$  ise  $\alpha = 0$  derecedir. Kolonun y eksenini aşağıdaki gibidir.



x eksenini aşağıya doğrudur.

$\cos = 0.939$  ve  $\sin = -0.3420$  ise,  $\cos$  pozitif  $\sin$  negatif olduğu için y eksenini 4. bölgededir.  $\alpha = -20$  derecedir.



### Kolonlarda uç kuvvetleri

- $m_{x1}$ = Kolonun alt ucunda x eksenini etrafındaki moment (tm)
- $m_{y1}$ = Kolonun alt ucunda y eksenini etrafındaki moment (tm)
- $m_{b1}$ = Kolonun alt ucunda z eksenini etrafındaki burulma momentini (tm )
- $t_{x1}$ = Kolonun alt ucunda x eksenini doğrultusunda kesme kuvveti (ok yönü pozitif) (t)
- $t_{y1}$ = Kolonun alt ucunda y eksenini doğrultusunda kesme kuvveti (ok yönü pozitif) (t)
- $t_{z1}$ = Kolonun alt ucunda normal kuvvet (pozitif işaret basınç)
- $m_{x2}$ = Kolonun üst ucunda x eksenini etrafındaki moment (tm)
- $m_{y2}$ = Kolonun üst ucunda y eksenini etrafındaki moment (tm)
- $m_{b2}$ = Kolonun üst ucunda z eksenini etrafındaki burulma momentini (tm )
- $t_{x2}$ = Kolonun üst ucunda x eksenini doğrultusunda kesme kuvveti (ok yönü pozitif) (t)
- $t_{y2}$ = Kolonun üst ucunda y eksenini doğrultusunda kesme kuvveti (ok yönü pozitif) (t)
- $t_{z2}$ = Kolonun üst ucunda normal kuvvet (pozitif işaret basınç)

### Momentlerin pozitif yönleri

Sağ el işaret kaidesi uygulanır. Ok avucunun içine alınır. Baş parmak okun istikametine getirilir. Diğer parmaklar momentin pozitif yönünü gösterir.

Örnek  $m_x$  momentinin pozitif yönü



**Kirişler**

$m_{y1}$  = Sol uç eğilme momentidir. Sağ el kaidesi ile momentin pozitif yönü belirlenir.

$m_{b1}$  = Sol uç burulma momentidir. Sağ el kaidesi ile momentin pozitif yönü belirlenir.

$t_{z1}$  = Sol kesme kuvvetidir. Aşağıya doğru pozitiftir.

$m_{y2}$  = Sağ uç eğilme momentidir. Sağ el kaidesi ile momentin pozitif yönü belirlenir.

$m_{b2}$  = Sağ uç burulma momentidir. Sağ el kaidesi ile momentin pozitif yönü belirlenir.

$t_{z2}$  = Sağ kesme kuvvetidir. Aşağıya doğru pozitiftir.

**Kolonlarda atalet momentlere müdahale**

Büyük olan atalet  $I_y$ 'e, küçük olan atalet  $I_z$ 'e, burulma atalet momenti  $I_x$ 'e girilir.

**Kirişlerde atalet momentlere müdahale**

Kiriş atalet momenti  $I_y$ 'e, burulma atalet momenti  $I_x$ 'e girilir.