

YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ \* FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

## Betonarme Yüksek Yapılar

Feyzi Ömür

Yüksek Lisans Tezi



YILDIZ ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANA BİLİM DALI-YAPI BİLİM DALI

Y. Ü. ÜNİVERSİTESİ

D.B. No 42463

Comp-

460

P. Sison

Mario Angelo  
Geepe

Yüksek Lisans tezi

Hazırlayan

Feyzi Ömür

İnş.Mühendisi

Yöneten

Doç. İbrahim Ekiz

YILDIZ-1984



YILDIZ UNİVERSİTESİ  
GENEL KİTAPLIĞI

Kot : R 150  
Alındığı Yer : Fen Bil. Ens. 96  
Tarih : 8.12.1986  
Fatura :  
Fiatı : 2500 TL  
Ayniyat No : 1/32  
Kayıt No : 44651  
UDC :  
Ek :

YILDIZ  
UNİVERSİTESİ



## ÖNSÖZ

Yıldız Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği,  
a Bilim Dalı-Yapı Bilim Dalında görmüş olduğum yüksek lisans öğre-  
mimin son yılında yapmakla yükümlü olduğum tez çalışmasını betonar-  
yüksek yapılar ile ilgili bir konuda aldım.

Bu araştırma çalışmasında yüksek yapılarla ilgili birçok konu in-  
lenmiştir. Bunlar yüksek yapıların taşıma davranışı ile ilgili teorik  
ular, yatay yükler (rüzgar ve deprem) altında boşluklu perdelerin ve  
eli -çerçeve sistemlerin hesap esaslarıdır. Bunlarla ilgili kons-  
if esaslar ve uygulanmış örnekler de verilmiştir. Son kısımda ise  
ulamalar yapılmıştır.

Bu çalışmam sırasında yöneticilik görevini üstlenen Sayın Doç. İb-  
m Ekiz'e teşekkür ederim. Ayrıca çalışmam sırasında yardımlarını  
emiyen Sayın Doç. Naci Yücefer'e ve Sayın Doç. İlhan Berktaş'a te-  
rlerimi sunarım.

İstanbul, Nisan 1984

Saygılarımla

Feyzi Ömür



## İÇİNDEKİLER

### Sayfa

|                                                                         |    |
|-------------------------------------------------------------------------|----|
| 1.GİRİŞ                                                                 | 1  |
| 2.TAŞIYICI SİSTEM TARZLARI                                              | 4  |
| 2.1.Projelere bakış noktaları                                           | 4  |
| 2.2.Düşey yüklerin taşınması                                            | 6  |
| 2.2.1.Döşemeler                                                         | 6  |
| 2.2.1.1.Kirişli plaklar                                                 | 6  |
| 2.2.1.2.Duvar bağlantılı plaklar                                        | 8  |
| 2.2.1.3.Dişli döşemeler                                                 | 8  |
| 2.2.1.4.Kirişli plak döşemeler ve kaset plaklar                         | 9  |
| 2.2.1.5.Başlıklı ve başlıksız mantar döşemeler                          | 9  |
| 2.2.1.6.Öngerilmeli döşemeler                                           | 12 |
| 2.2.2.Kolonlar,askılar,duvarlar ve ilave statik tedbirler               | 13 |
| 2.2.2.1.Kolonlar                                                        | 14 |
| 2.2.2.2.Askılar                                                         | 15 |
| 2.2.2.3.Duvarlar                                                        | 16 |
| 2.2.2.4.İlave statik tedbirler                                          | 17 |
| 2.3.Yatay yüklerin taşınması                                            | 18 |
| 2.3.1.Esas taşıyıcı yapı elemanlarının seçimi                           | 18 |
| 2.3.2.Dolu gövdeli perdeler,boşluklu perdeler,kapalı ve boşluklu tübler | 20 |
| 2.3.3.Çerçeveler ve çerçeve tübler                                      | 21 |
| 2.3.4.Birleştirilmiş taşıyıcı sistem tarzları                           | 23 |
| 2.3.5.Yeni taşıyıcı sistem tarzları için geliştirilmiş tezler           | 25 |
| 3.TEMEL                                                                 | 26 |
| 4.YÜKLER                                                                | 26 |
| 4.1.Düşey yükler                                                        | 26 |
| 4.1.1.Sabit yükler                                                      | 26 |
| 4.1.2.Hareketli yükler                                                  | 26 |



|                                                                                |    |
|--------------------------------------------------------------------------------|----|
| 4.2.Yatay yükler                                                               | 31 |
| 4.2.1.Etkin yatay yükler                                                       | 31 |
| 4.2.2.Rüzgar yükü                                                              | 31 |
| 4.2.2.1.Tabii rüzgarın özellikleri                                             | 31 |
| 4.2.2.2.Almanyada rüzgar hızının haritası                                      | 33 |
| 4.2.2.3.Rüzgar yüklemesine yapı sisteminin reaksiyonu                          | 37 |
| 4.2.2.4.Periyodların mülahazası                                                | 38 |
| 4.2.2.5.Ayrodinamik katsayılar                                                 | 41 |
| 4.2.2.6.Dinamik rüzgar yüklerinin rüzgar kanalı<br>deneylerinden elde edilmesi | 45 |
| 4.2.2.7.Cepheler için yükler                                                   | 45 |
| 4.2.2.8.Bozucu ivmelere karşı yayılma                                          | 46 |
| 4.2.3.Deprem yükleri                                                           | 47 |
| 4.2.3.1.Problemin konumu ve basitleştirilmiş ispatlar                          | 47 |
| 4.2.3.2.Almanya için deprem haritası                                           | 48 |
| 4.2.3.3.Deprem sarsıntısının temsil edilmesi                                   | 48 |
| 4.2.3.4.Statik eşdeğer yüklerin tayini                                         | 50 |
| 4.3.Isı değişimleri                                                            | 56 |
| 5.ÖN BOYUTLANDIRMA İÇİN YARDIMCI HESAPLAR                                      | 57 |
| 5.1.Yatay yükler altında(yatay yüklere karşı)taşıyıcı yapı<br>elemanları       | 57 |
| 5.1.1.Düzlemsel ve uzaysal(hacimsel)taşıyıcı sistemler                         | 58 |
| 5.1.2.Düzlemsel taşıyıcı sistemler                                             | 61 |
| 5.1.2.1.Dolu gövdeli perdeler ve boşluklu perdeler                             | 61 |
| a)Mafsallı bağlanmış dolu gövdeli perdeler                                     | 61 |
| b)Tek açıklıklı,düzenli olarak ayrılmış perdeler<br>(boşluklular)              | 65 |
| c)Çok açıklıklı düzenli boşluklu perdeler                                      | 72 |
| d)Düzensiz boşluklu perdeler                                                   | 72 |
| e)Döşemelere eşit bağ kirişli boşluklu perdeler                                | 73 |



|                                                                                                                 |     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 5.1.2.2.Çerçeveler                                                                                              | 74  |
| 5.1.2.3.Perdeli çerçeveler                                                                                      | 77  |
| 5.1.3.Uzay taşıyıcı sistemler                                                                                   | 85  |
| 5.1.3.1.Taşıyıcı çubukların tek bir çubuk şeklinde temsil edilmesi                                              | 85  |
| 5.1.3.2.Boşluklu tübler                                                                                         | 89  |
| 5.1.3.3.Dolu gövdeli perdeli ve dolu gövdeli perdesiz çerçevelerden oluşan tüb sistemler                        | 89  |
| 5.2.Taşıyıcı yapı elemanlarının stabilitelerinin yeterli derecede muhafaza edilebilmesi için yaklaşık formüller | 97  |
| 5.2.1.Perdelerden oluşan taşıyıcı yapı elemanları veya boşluklu perdelerden oluşan taşıyıcı yapı elemanları     | 97  |
| 5.2.2.Çerçevelerden oluşan taşıyıcı yapı elemanları                                                             | 105 |
| 5.3.Taşıyıcı yapı elemanlarının öz periyodları                                                                  | 105 |
| 5.3.1.Dolu gövdeli perdeler                                                                                     | 105 |
| 5.3.2.Herhangi bir taşıyıcı eleman                                                                              | 106 |
| 5.4.Temel yapıları için kesit boyutları                                                                         | 106 |
| 5.4.1.Tekil temeller                                                                                            | 106 |
| 5.4.2.Plak(radye)temeller                                                                                       | 107 |
| 5.4.3.Bodrum kutuları                                                                                           | 111 |
| 5.4.4.Karkas çerçeve ile temelin karşılıklı etkileşimleri                                                       | 113 |
| 5.5.Düşey taşıyıcı elemanların enkesitlerinin tayininde tahmini değerler veren formüller(yaklaşık formüller)    | 114 |
| 5.6.Düşey taşıyıcıların deformasyonu sonucu döşeme konstrüksiyonlarında zorlanmalar                             | 115 |
| 6.EMNİYET                                                                                                       | 115 |
| 6.1.Yüksek yapılarda emniyet şartları                                                                           | 115 |
| 6.2.Diğer emniyet seçeneklerine kıyasla DIN 1045'de verilen emniyet tedbirleri                                  | 116 |
| 6.3.DIN 1045'de ilave emniyet tedbiri olarak anti-exantriklik eksenel sapması                                   | 121 |



|                                                      |     |
|------------------------------------------------------|-----|
| 7.KONSTRÜKTİF ESASLAR                                | 123 |
| 7.1.Plak(radye)temeller veyahut zemin plakları       | 123 |
| 7.1.1.Donatı çubukları ekleri                        | 123 |
| 7.1.2.Konstrüktif donatı                             | 125 |
| 7.1.3.Üst donatı tutucuları                          | 126 |
| 7.1.4.Kayma donatısı                                 | 126 |
| 7.1.5.Pompa çukurları ve boşluklar(delikler)         | 128 |
| 7.2.Yapı elemanları kolonlar                         | 129 |
| 7.2.1.Prefabrik kolonlar                             | 129 |
| 7.2.2.Yerinde dökme beton kolonlar                   | 130 |
| 7.2.2.1.Bindirme ekleri                              | 130 |
| 7.2.2.2.Kontakt(temas)eki                            | 131 |
| 7.2.3.Çelik kolonlar                                 | 131 |
| 7.3.Taşıyıcı yapı elemanları                         | 132 |
| 7.3.1.Yerinde dökme beton perdeler                   | 132 |
| 7.3.2.Döşemeler                                      | 133 |
| 7.3.2.1.Halka ankraj                                 | 133 |
| 7.3.2.2.Taşıyıcı yapı elemanlarına kuvvet dağıtımı   | 134 |
| 7.4.Massif yapı elemanlarının betonlanması           | 135 |
| 7.5.Derzler                                          | 136 |
| 7.5.1.Betonlama-ve iş derzleri                       | 136 |
| 7.5.2.Büzülme derzleri                               | 137 |
| 7.5.3.Genleşme derzleri                              | 137 |
| 7.5.4.Oturma derzleri                                | 139 |
| 7.6.Dış cephede yer alan yapı kısımlarının korunması | 139 |
| 8.UYGULANMIŞ ÖRNEKLER                                | 141 |
| 8.1.Almanyada yapılmış birkaç yüksek yapı            | 141 |
| 8.1.1.Juridicum Frankfurt                            | 141 |
| 8.1.2.AfE Frankfurt                                  | 143 |



|                                                                             |     |
|-----------------------------------------------------------------------------|-----|
| 8.1.3.Köln Bettenhaus                                                       | 147 |
| 8.1.4.Gl München                                                            | 151 |
| 8.1.5.Colonia Köln                                                          | 155 |
| 8.1.6.Plaza Hamburg                                                         | 158 |
| 8.1.7.BMW München                                                           | 161 |
| 8.1.8.Commerzbank Frankfurt                                                 | 169 |
| 8.1.9.Frankfurt cumhuriyet meydanı                                          | 172 |
| 8.1.10.Hannover Rasch meydanı                                               | 176 |
| 8.1.11.BfG Frankfurt                                                        | 179 |
| 8.2.Uluslararası toplu bakış                                                | 182 |
| 8.3.Türkiyede uygulanmış birkaç yüksek yapı                                 | 191 |
| 8.3.1.Marmara etap oteli                                                    | 191 |
| 8.3.2.Harbiye ordu evi                                                      | 195 |
| 9.UYGULAMALAR                                                               | 198 |
| 9.1.Perdeli-çerçeveveli sistemin farklı iki yöntemle çözümü                 | 198 |
| 9.2.Boşluklu perdelerden oluşan bir sistemin farklı yöntem-<br>lerle çözümü | 225 |
| 10.SONUÇLAR                                                                 | 234 |
| KAYNAKLAR                                                                   | 236 |



## 1.GİRİŞ

Aşağıda verilen hesap esasları ile konstrüktif esaslar sınırlandırılmışlardır.Ancak mühendis önce kendisine verilen problemin çözümü için hangi yapı malzemelerinin en uygun olduğunu düşünmeli ve karar vermelidir.Bunun için önce ana seçenekler üzerinde bir çalışma yapılır ve tuğla duvar örgülü yapı sistemi(20 ve daha fazla katlı yüksek yapılar günümüzde tuğla duvar örgüsü ile teşkil edilebilmektedir)çelik yapı sistemi(özellikle çok yüksek yapılarda)veya karma yapı sistemi(taşıyıcı elemanların betonarmeden imal edilmesi,karkas yapının veya sadece kolonların çelikten imalatı)gözönünde bulundurularak bir çözüme gidilir.

Bu değerlendirme esnasında son zamanlarda yüksek yapıların tasarımı ve hesapları hakkında toplanan uluslararası tecrübeler ve birikimler bir hayli faydalı olabilir.Bu tecrübe ve birikimleden faydalalanabilmek için American Society of Civil Engineer(ASCE) ve Internationale Vereinigung für Brückenbau und Hochbau(IVBH:IABSE)(Uluslararası köprü ve yüksek yapı inşaat birliği)kuruluşları biraraya gelmiş ve bir komisyon oluşturmuşlardır.Bu komisyon yüksek yapıların planlanmasında esas alınan konstrüksiyon tasarımlarını ve yapım esaslarını toplamaktadır. Bu şekilde uluslararası tecrübe alışverişi sayesinde bu tipteki yapıların daha kaliteli ve daha ekonomik yapılmalarının yanısıra bu yapıların içinde çalışan ve yaşıyan vede sayıları gün geçtikçe artan insanların da güvenliklerinin artırılması umut edilmektedir.İlk uluslararası konferans Lynn S. Beedle'nin başkanlığında 1972 yılı ağustos ayında Lehigh Üniversitesi,Betlehm,Pennsylvenia,USA'da gerçekleştirilmiştir;konferansa ilişkin bildiri ve raporlar[1.1] 'de yayınlanmıştır. Bu konferans öncesi yapılan çok özel ve önemli toplantılardan birisi A.Coll ve B.Stafford tarafından 1966 yılında İngiltere'deki Soutamton Üniversitesinde verilen sempozyumdur.Bu sempozyumda kayma duvarları



özellikle dikkate alınarak yüksek yapılar incelenmiştir ve sempozyuma ilişkin raporlar ve bildiriler[1.2]'de yayınlanmıştır.

Çelik ve karma yapı esasları hakkında genel bilgi[1.3]'te verilmiştir. Tuğla duvarlı yüksek yapıların konstrüktif esasları[1.4]'de incelenmiştir. Yine burada ele alınmayan büyük tablalar halinde yapım esaslarına ilişkin bilgi ayrıntılı bir biçimde[1.5]'de anlatılmaktadır.

Almanya eyaletleri yapı şartnamesine göre en üst döşemesi zemin yüzeyinden itibaren 22 m yükseklikte bulunan binalara yüksek yapı denilmektedir. Bu tanım özellikle yangınla mücadele ve doğal afetlerde kurtarma operasyonlarının başarılı bir biçimde yürütülebilmesi için öngörülen şartnamelerden ortaya çıkmıştır. İnşaat mühendisi yüksek yüksek yapılarda yangının en az yapının stabilitesi kadar insanlar için tehlikeli olduğunu düşünmeli ve buna göre önlemlerini almalıdır. Malesef bu konuya yeterince eğinilmemiştir. Ayrıca şu aşağıdaki problemler de burada ele alınmamıştır.

Kaba inşaat-ile tamamlanmış inşaat arasındaki karşılıklı etkileşimler

Kullanım kabiliyetinin kriteri

Yapım yöntemleri

Bu problemlerden sadece yapım yönteminin esaslarına şöyle bir değinilmiştir.

Burada yer alan yüksek yapılar özellikle taşıyıcı sistemleri yatay yükleme altında tasarlanan ve hesaplanan(özellikle rüzgar ve deprem yükü) tipten yüksek yapılardır. Bu sebepten dolayı hesaplarda kabul edilen yatay yüklemeleri ve bu yatay yüklemenin taşıyıcı sisteme etkisi özellikle kapsamlı bir biçimde ele alınmıştır. Hesap esaslarının açıklanmasında ABD'de yapılan ön çalışmalar esas alınmıştır[1.6]; Almanya'da özellikle Hubert Beck yüksek yapıların konstrüksiyonu ve hesap esaslarını birinci dereceden mühendislik problemi kabul etmiş ve temel



eşkil eden hesap yöntemleri vermiştir[1.7].Son bölümde verilen uygulamalar pratik açıdan faydalı olacaktır.Farklı yöntemlerle yapılan özümlerin neticelerinin birbirine yakın çıktığı görülmektedir.

Son olarak ta bu konuda verilen ve yüksek yapıların konstrüksiyonu-u esas alan çalışmaların(bak.böl.7) Fritz Leondardt ve Gotthardt ranz[1.9]çalışmalarına birer takviye olarak değerlendirilebileceği öylenebilir.Bu yazarların yayınlarında yer alan tecrübeler her yüksek apı mühendisinin kütüphanesinde yer almalıdır.



## 2.TAŞIYICI SİSTEM TARZLARI

### 2.1.Projelere bakış noktaları

Bir problemin çözümü,önceden verilmiş limit şartlar altında en iyi şekilde hesaplanması uygun malzemelerin ve iterasyon metodu ile taşıyıcı sistemin yapıyı yapanlar (mühendis ve mimar) arasında sıkı beraber çalışma ile neticelendirilir.Mimar ve mühendisin bilhassa önceden anlaşması gerekir,ne tasarladıklarını en azından ikisi de birbirinden ayrı olarak bilmelidir,başkaları ne dediklerini anlamalıdır.Eğer oluşumda böyle bir beraber çalışma yapılırsa en iyi şekilde sonuca ulaşılır.

Bir yüksek yapının taşıyıcı sisteminin kurulmasında şüphesiz temel kurallar yerine getirilmelidir.Ancak her zaman aynı kurallara bağlı kalmak yapılardaki sistemin çeşitliliği ve karmaşıklığı dolayısı ile mümkün olmaz.

-Düşey yükler en kısa yoldan temele intikal ettirilmelidir.

Büyük açıklıklardan sakınılmalıdır.Düşey taşıyıcılar üst üste gelmelidir.

Örnek:Köln'deki Colonia yüksek konut binası(bak.böl.8.I.)

-Eğer başka avantajlar kazanılıyorsa yük dolaylı yoldan iletilmelidir.

Büyük konsollar,büyük yüklerin kafeslerle taşınması, büyük açıklıklar ve asma binalar önemli faydalar sağladığında veya önemli konstrüksiyonlarda düşünülür.

Örnek:Frankfurt Üniversitesindeki yüksek bina(bak.böl.8.I.);konsol dişli katlar yüksek yapılar ile yapı alanı arasında oturma problemi meydana getirmez.

-Sabit yüklerden(daimi yüklerden) yatay yüklerin iletilmesinde faydalanılmalıdır.

Mümkünse büyük yüklerin zemine iletilmesinde taşıyıcı yapı eleman-



ları meydana getirilmelidir.Büyük düşey yükler taşıyıcı yapı elemanları öngerilme etkisi ile moment taşıma kabiliyeti daha çok artırılır.

Örnek:Mailand'da Pirelli veya Frankfurt Üniversitesinde AfE yüksek binası(bak.böl.8.I.veya 8.2.).

-Konstrüksiyon ve tesisat mümkün olduğu kadar birbirinden ayrılmalıdır.

Konstrüksiyonda fazla masrafla tesisat planda olduğu gibi yapılmalıdır.Bununla beraber kaba inşaatın koordinasyon sıkılığı azaltılır.

Örnek:Frankfurt'ta Commerzbank yönetim binasında tesisat 32 cm kalınlığındaki hafif beton-kaset plaklar altından yapılmasına müsaade edilmiştir(bak.böl.8.I.).

-Yapı sistemini ve taşıyıcı sistemi kararlaştırmak  
Sadece mümkün yapı sisteminin dikkate alınmasıyla taşıyıcı sistem tespit edilmelidir.Seçilen sistem ekonomik olmalıdır,inşaat süresinden tassaruf edilmelidir.Ölçüler,hazır endüstri mamüllerini ihtiva etmelidir.Sıkça inşaatın tamamlanma süresi aşılmalıdır.

Örnek:München'de G.I. yönetim binasında ön hazırlıkların tamamlanmasıyla her beş günde iki kat yapılmıştır(bak.böl.8.I.).

-Önemli konstrüksiyon detayları uygulamaya kadar önceden bir planda ve vaziyet planında gösterilmelidir.

Karar verme detayları meydana çıkarılmalıdır,güçlükler başarı ile ortadan kaldırılarak plana uygun şekilde inşa edilir.

Örnek:Hannover Rasch meydanındaki yüksek yapıda çekirdeğin döşeme bağlantısı kaydırılarak inşa edilmiştir(bak.böl.8.I.).

Hepsi birden tespit edilmelidir ki,yapı sisteminin taşıyıcı sistemi doğru olarak belirlensin.Köprü inşaatlarında ardaşık çıkma yöntemi (yani parçaların önceden hazırlanarak peyderpey statik sistemin üzerine iletilmesi) bilhassa köprücülükte önemlidir.Yüksek yapılar için asla düşünülemez.İlaveler Jackblok-yöntemi veya prefabrik olarak sonradan vinçle kaldırılıp yerine koyma yöntemi veya yeni denenmiş yapı



yöntemleri-BMW'nin München'deki binasında aşağı yukarı mevcuttur.Bugün verimsiz çalışma ortalama %50 ücret kaybına neden oluyor.Yapı yönteminde kullanılan taşıyıcı sistem tarzının seçimine ekonomik bir bakış altında karar verilmelidir.

## 2.2.Düşey yüklerin taşınması

### 2.2.I.Döşemeler

#### 2.2.I.I.Kirişli plaklar

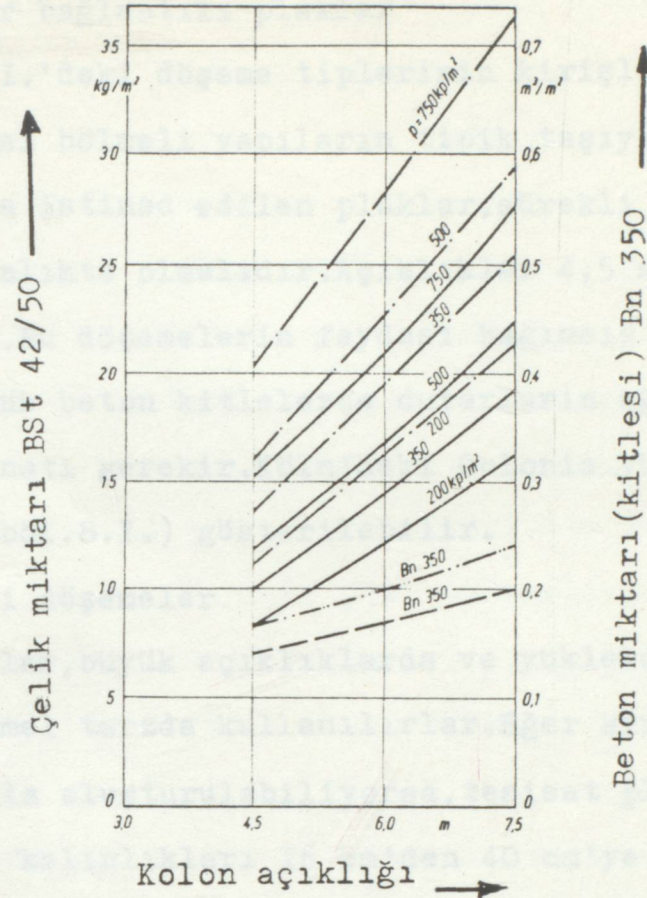
Bir doğrultuda çalışan kirişli yerinde dökme beton plaklar ile mevcut tesirlerin etkisinin esasıyla,açıklıklar 6 m,döşeme kalınlığı 12 cm ile 18 cm arasında olması ekonomiktir.Bu tip döşemeler yapıda enine yönde taşıyıcı kirişlere uygundur.İyi bir tesisat uygulamasını mümkün kılmaktadır ve üretime uygun olmaktadır.Büyük döşeme boşlukları(merdiven boşlukları)kolaylıkla sağlanır.

Prefabrik(önceden hazırlanmış)plaklar daima alternatif olarak düşünülür.Beton kalıbı malzemeleri ana donatının muhafazasında kullanılır ve bundan da öte etkili döşeme levhaları yerinde dökme betonla yapma imkanı vardır.

Kirişlerin gerekli konstrüksiyon yüksekliği dezavantajdır(açıklığın L/12'sinden L/20'sine kadar),döşeme altından iletim uygulamasını güçleştirmektedir,büyük açıklıklardaki sehim hassasiyetinden dolayı gerekli ölçüler izahatlı olarak resim 2.I.'de verilmiştir. [2.I.]'de alternatif bir mukayese hazırlanmıştır.Bölüm 8'de uygulanmış örnekler bulunmaktadır.Örnek olarak bilhassa München'deki yönetim binası,Toronto şehrinde Hall bunun gibi Avusturalyanın Sidney şehrinde Square Office Building bulunmaktadır.

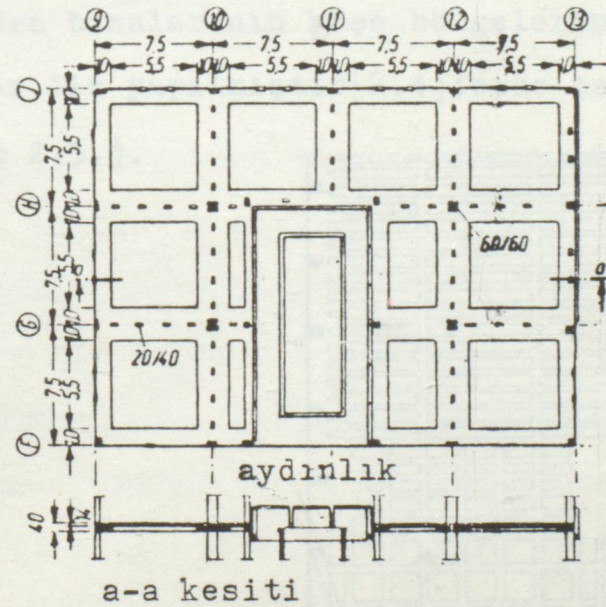
İki doğrultuda çalışan yerinde dökme beton plaklar yüksek yapılar-da yalnız özel hallerde kullanılır.Büyük konstrüksiyon yüksekliklerinde kirişler tesisat uygulamasına zorluk çıkarır,bu geniş bir çalışma ile tesisat düşey yönde kirişlerin içine geçirilerek önlenir(resim 2.2.).





- · — Kirişli yerinde dökme beton plak: Çelik miktarı  
 — · — Beton miktarı  
 — — — Yerinde dökme beton plak: Çelik miktarı  
 — — — Beton miktarı

Resim 2.1. Kirişli yerinde dökme beton plaklar: Beton ve çelik kitleler.



Resim 2.2. Frankfurtta üniversite kliniklerinin merkez binası: Geniş kirişler [2.3]



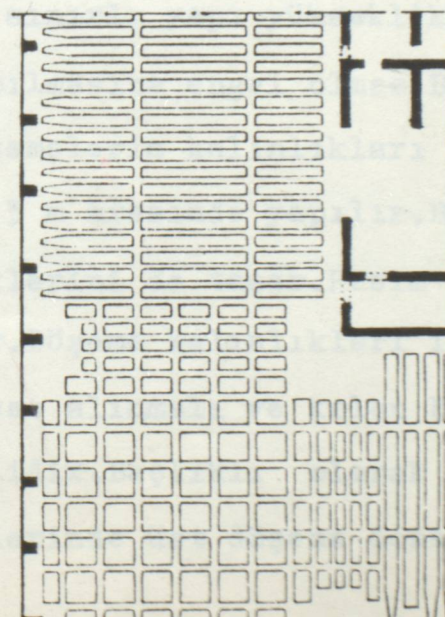
### 2.2.I.2.Duvar bağlantılı plaklar

Bölüm 2.2.I.I.'deki döşeme tiplerinin kirişleri, boşlukların duvarlarla doldurulması bölmeli yapıların tipik taşıyıcı sistem tarzı anlaşılıyor. Duvarlara istinad edilen plaklar, sürekli plaklar 14 cm'den 20 cm'ye kadar kalınlıkta olmalıdır. Açıklıklar 4,5 m'nin üstünde ve 7,5 m'yi aşmamalıdır. Bu döşemelerin faydası bağımsız olarak kullanılmasıdır. İzafi olarak büyük beton kitlelerde duvarların ağırlığı artar. Bunun için az düşey donatı gerekir. Köln'deki Colonia yüksek konut binası örnek olarak (bak. böl. 8.I.) gösterilebilir.

### 2.2.I.3.Dişli döşemeler

Dişli döşemeler, büyük açıklıklarda ve yüklerde konstrüksiyon yükseklikleri mükemmel tarzda kullanılırlar. Eğer kirişler aynı döşemelerde sık aralıklarla oluşturulabiliyorsa, tesisat plana göre tam olarak uygulanır. Döşeme kalınlıkları 16 cm'den 40 cm'ye kadar yapılması alışılmalıdır. Döşeme boyutlarının tespit edilmesinde mevcut olan as-molen dolgu elemanlarına uyulmalıdır [2.2]. Başlıca kullanım açıklıkları 7 m'den 10 m'ye kadardır. Düzensiz planlarda elverişsiz gerilmeler meydana gelir. Statik olarak gerekli kalınlığı az basınç plakları as-molen dolgu elemanlarını birlikte muhafaza edemezler.

Amerikada derin büro binalarının köşe bölgelerinde iki doğrultuda çalışan dişli döşemeler ile yapılmıştır [2.4]; esas taşıyıcı yönü dişler doğrultusundadır (resim 2.3.).



Resim 2.3. Brunswick Building in Chicago: Döşeme kalın planı [2.4]



#### 2.2.1.4.Kirişli plak döşemeler ve kaset plaklar

Relatif olarak pahalı dişli döşemeler büyük açıklıkların geçilmesinde kirişli plak döşemeler ve kaset döşemelerden daha elverişlidir. Kirişli döşemelerde 14m'ye kadar açıklıklar ve kaset plaklarda 9m'ye kadar açıklıklar geçilir.Daha büyük açıklıklar için kullanılmazlar.Döşeme kalınlıkları 30 cm ile 80 cm arasındadır.Kirişli plak döşemelerde nervürler önceden tamamlanır.Daha sonra asmolon dolgu elemanlı döşeme plaklar yerinde dökme betonla tamamlanır.Bilhassa kaset plaklarda kenar mesnet bölgeleri gerekli ankraj donatıları ile bağlantısı ihtimamlı olarak detaylandırılmalıdır.Kirişli plak döşemelerde nervürlerdeki düzenli girintilerden tesisat kolayca döşenir.Kirişli plak döşemelerde tesisat uygulaması nervürlerde düzenli tassaruflar kolayca sağlanır;kaset plaklar genellikle düz yapılmalıdır ki,tesisat uygulaması konstrüksiyondan bağımsız olsun.Yönlendirilmiş yük taşınmasından dolayı yük konsantrasyon dezavantajı gerilme yönünün kattan kata değişmesinden sakınılmalıdır (resim 2.4.).

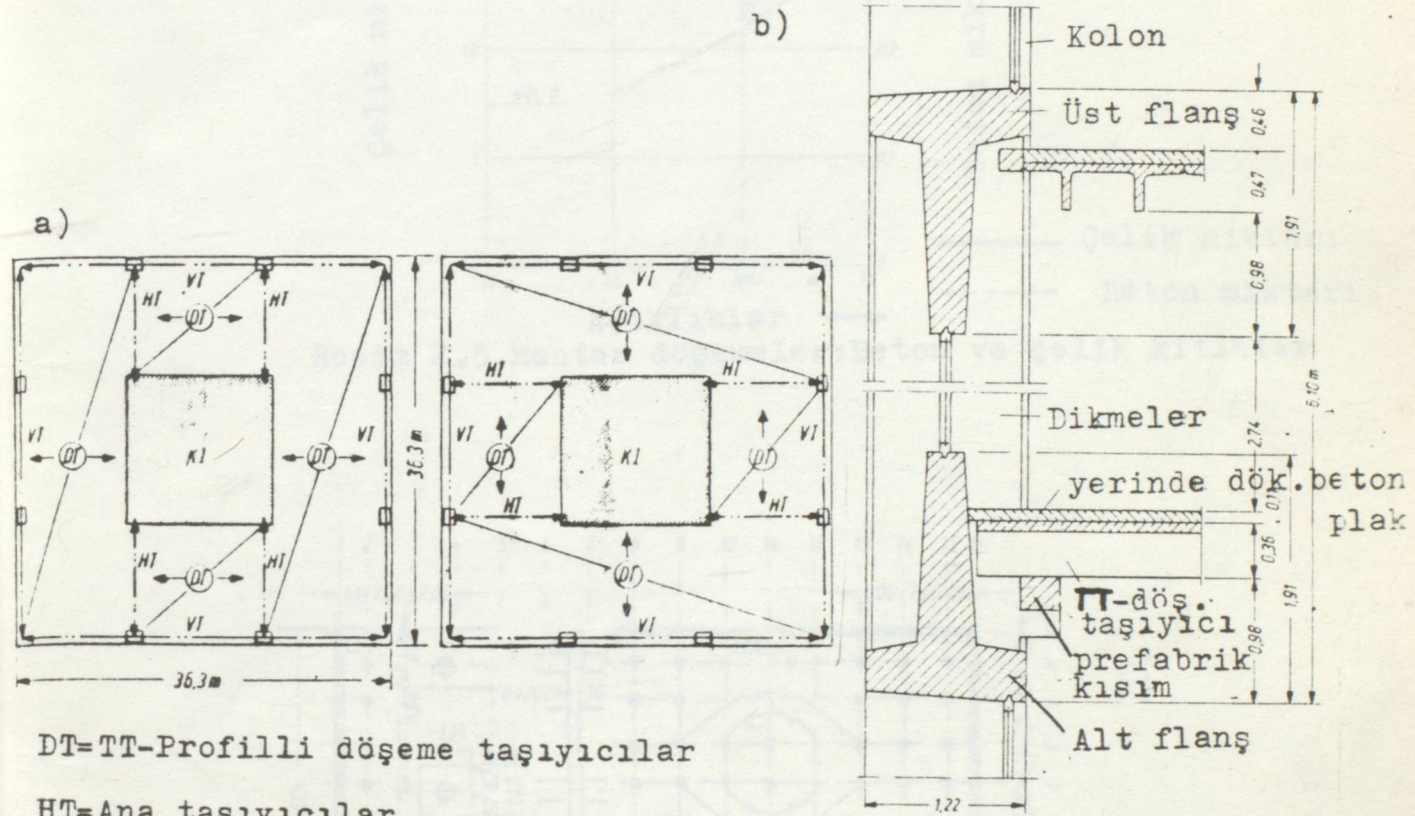
Uygulanmış örnek:Frankfurttaki Commerzbank yönetim binası ve Juridicum,AfE-yüksek yapısı(bak.böl.8.1).

#### 2.2.1.5.Başlıklı ve başlıksız mantar döşemeler

Mantar döşemeler,tercihen büyük bölgelerde düzenli açıklıklarda olduğu gibi düzensiz açıklıklarda uygulanır.Kat yüksekliklerinin az ve bununla beraber gerektiği takdirde sınırlı yapı yüksekliklerinde ilave yapılır.Konstrüksiyon tesisatın yapılmasına engel olmaz.Döşeme bağımsız olarak kullanılabilir.Böyle döşemelerin kalınlıkları 20cm ile 30 cm arasında,açıklıklar 4,5 m ile 7,5 m arasında yapılır.Bunula birlikte 750 kp/m<sup>2</sup>'ye kadar kütüphane yüklerini de taşır.Resim 2.5'te mesnet için gerekli kitleler veriliyor.Döşeme kalınlıkları için kolon başlarında zımbalama gerilmeleri esas alınmalı ve kolon boyutları ile yapı yükseklikleri koordine edilmelidir.Başlıklı olarak da yapılır (resim 2.6). Özellikle kolon bölgelerinde üst döşeme donatısının teş-



kiline dikkat edilmelidir;burada ağırlıklar kullanılmamalıdır.Hafif beton kullanılması büyük döşeme ağırlıklarını azaltır.Sehim hassasiyeti dezavantajdır,deprem yüklerinde olduğu gibi büyük döşeme yüklerinden dolayı olumsuz tesir eden kitleler için gerektiğinde büyük temel boyutları dikkate alınmalıdır.Her halikarda deformasyonlar mesnet başlıklarının büyük tutulması ile azaltılabilir.Uygulanmış bir örnek resim 2.7'de gösteriliyor.



DT=TT-Profilli döşeme taşıyıcılar

HT=Ana taşıyıcılar

VI=

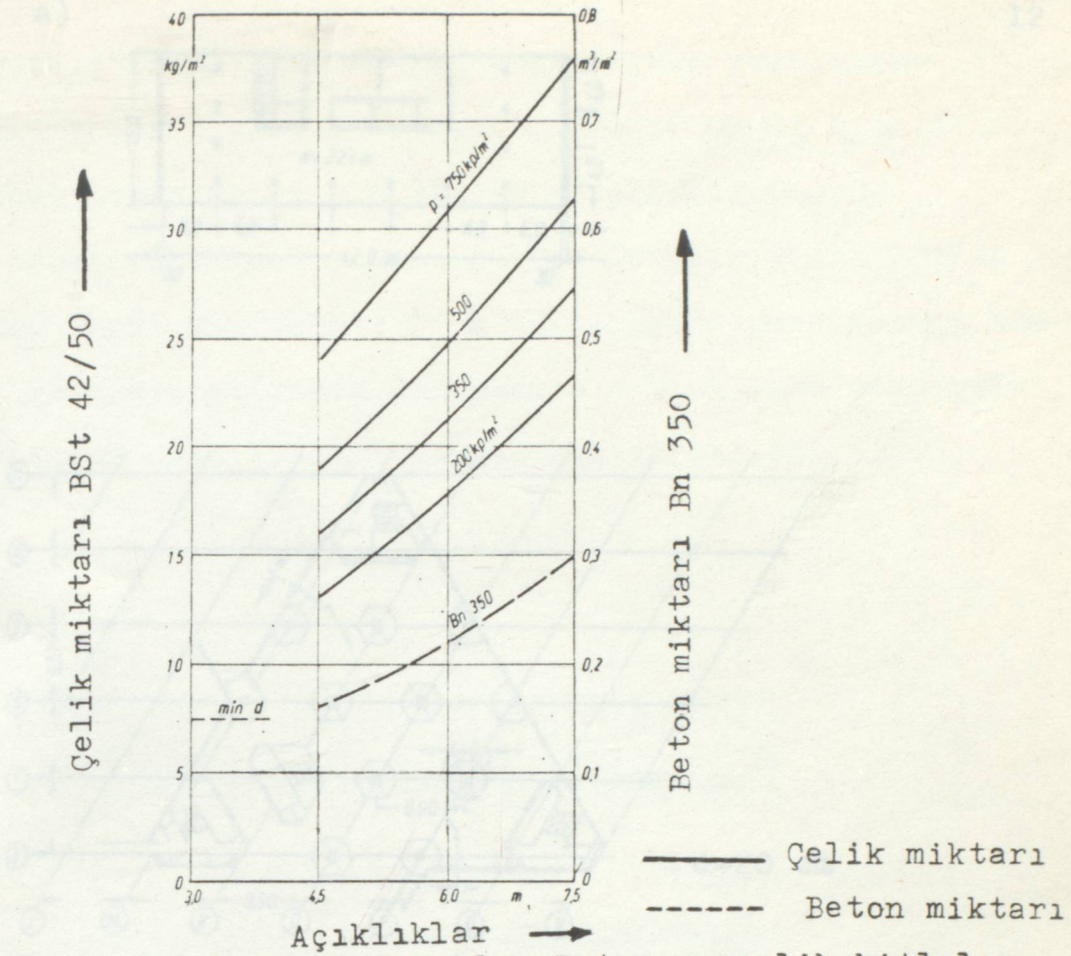
KI=İç kolon bölgeleri(çekirdek ve iç kolonlar)

Resim 2.4.Mutual Life Insurance Building in Durham(USA)

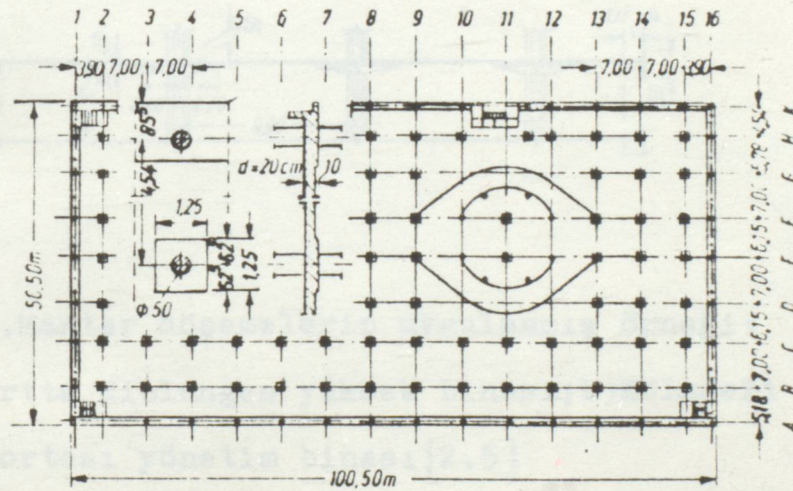
a)Birbirini takip eden iki katta döşeme taşıyıcıların gerilme yönü;

b)



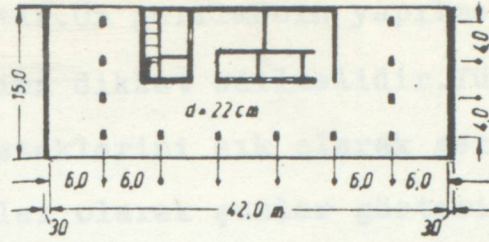


Resim 2.5. Mantar döşemeler: Beton ve çelik kitleler

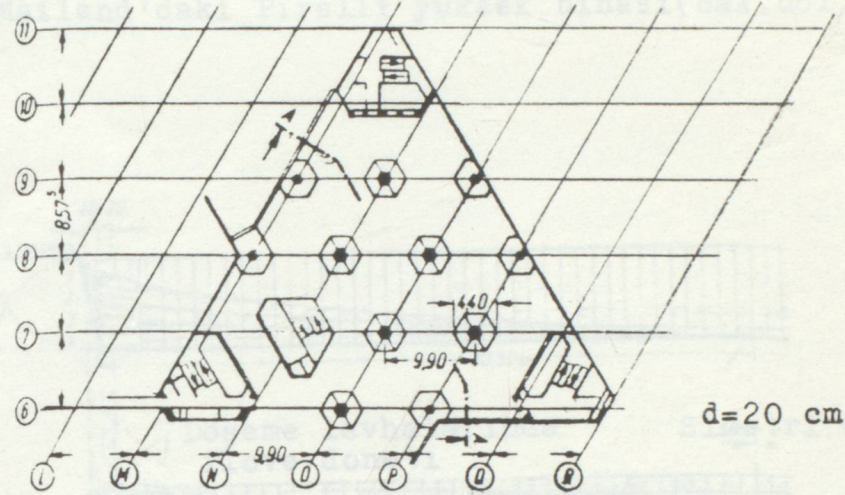


Resim 2.6. Frankfurtteki park binası: Başlıklı mantar döşemeler

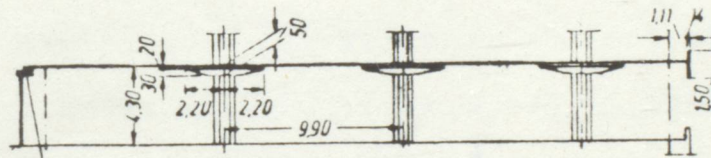




b)



A-A Kesiti



Resim 2.7.Mantar döşemelerin uygulanmış örneği:

a)Frankfurtta Niblungen yüksek binası;b)Köln'deki AG Almanya hastalık sigortası yönetim binası[2.5]

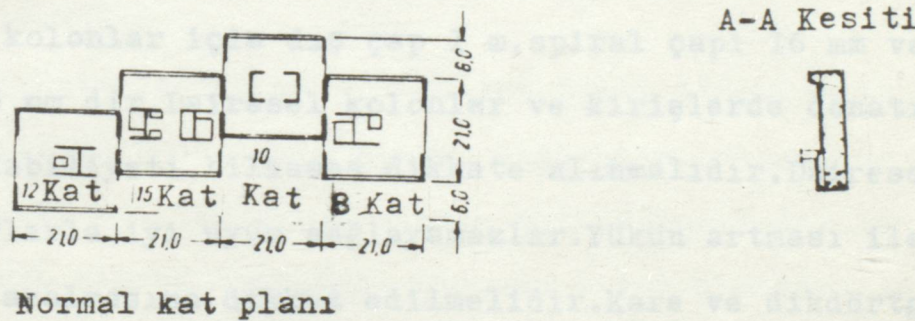
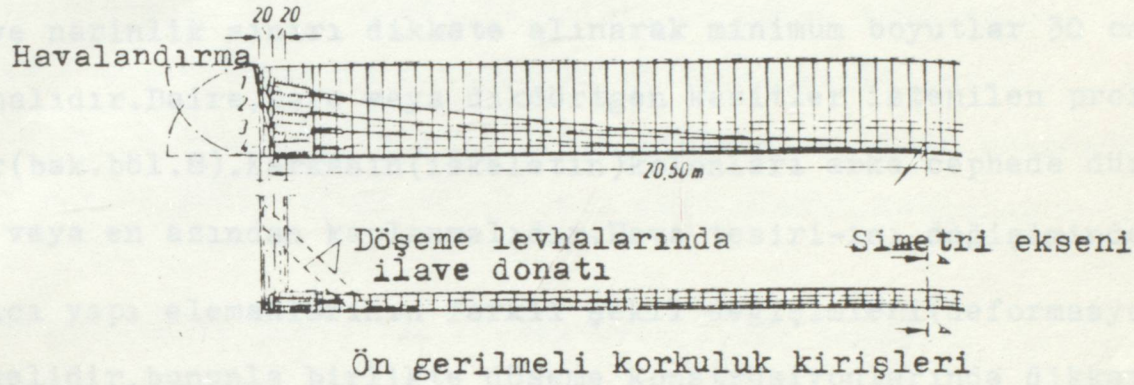
#### 2.2.I.6.Öngerilmeli Döşemeler

Ön gerilme,döşeme açıklıklarını %50 oranında artırır,açıklıklar 20 m ve bunun üstünde olamaz,en çok 20 m'ye kadar olur.Tamamlayıcı bağlantıları ile ön gerilme ekonomik hale gelir[2.6].Amerikada yapılan birleşiksiz ön gerilmeli 8 m ile 14 m arasındaki açıklıklarda ekonomik



olduğu ortaya çıkmıştır.Ön gerilmenin yapılmasında yapı elemanlarının engelsiz kısaltılmasına dikkat edilmelidir.Yüksek konut binalarında özellikle depolama isteklerini sık olarak gerçekleştiremez.

Uygulanmış örnekler olarak şunlar gösterilebilir:Frankfurt'ta yeniden inşa edilen Kredi Bankasında 21 m açıklığında gerdirilmiş korkuluk kirişleri yapılmıştır(resim 2.8).Bunun gibi Viyana'daki yönetim binası [2.7]ve Mailand'daki Pirelli yüksek binası(bak.böl.8.2.).



Resim 2.8.Frankfurt'taki Kredi Bankasının yeniden inşaatındaki korkuluk kirişleri[2.10] .

### 2.2.2. .Kolonlar,askılar,duvarlar ve ilave statik tedbirler



### 2.2.2.1.Kolonlar

Kolon durumlarının ve kolon kesitlerinin seçiminde(biçim ve boyutları) özellikle mühendis ve mimar arasında sıkı bir çalışma gerektirir.Alt katlardaki kolonların kesit alanlarında kullanılacak yapı malzemesine karar verilmelidir.Eğer kolonlar sadece düşey yükleri almak için kullanılıyorsa,yani bunlar rijitlik çerçevelerinin düşey elemanları değillerse bunları her katta döşemeler tarafından sınırlandırılmış kabul edilebilirler.Böyle hallerde kolon boyutları karşılıklı açıklıklara ve kat sayılarına göre tespit edilir.Yangından korunma talebi ve narinlik sınırı dikkate alınarak minimum boyutlar 30 cm'den başlamalıdır.Daire,kare veya dikdörtgen kesitler istenilen profile uygundur(bak.böl.8).Karkasın(iskeletin)kolonları arka cephede düzenlenmelidir veya en azından kaplanmalıdır.Hava tesiri-ısı değişiminden dolay taşıyıcı yapı elemanlarının farklı şekil değişimleri(deformasyonları) önlenmelidir,bununla birlikte döşeme konstrüksiyonlarında dikkate değer zorlanmalara sebep olmaktadır(bak.böl.4.3).

Sargılı kolonlar bilhassa küçük kesit alanlarıyla büyük yükleri iyi şekilde taşırlar.Bunlar kullanma yükleri altında  $\sigma_t$ -gerilmeleri 250 kp/cm<sup>2</sup>'ye kadar mümkündür(bak.böl.5.5).Spirallerin uygulama sınırı dairesel kolonlar için dış çap 1 m,spiral çapı 16 mm ve bağlantı yüksekliği 5 cm dir.Dairesel kolonlar ve kirişlerde donatının birbirine geçme kabiliyeti bilhassa dikkate alınmalıdır.Dairesel kolonlar yalnız duvarlarla iyi uyum sağlayamazlar.Yükün artması ile taşıma kabiliyetinin azalmasına dikkat edilmelidir.Kare ve dikdörtgen kesitli küçük boyutlu kolonlar problem meydana getirmez,dairesel kolonlardaki gibi yararlanılmaz.Ön boyutlandırmada  $\sigma_t=150$  kp/cm<sup>2</sup>'yi aşmamalıdır.Yani donatı yüzdesi %3'ten büyük olmamalıdır.Kesit boyutları mümkünse yapı yüksekliklerinde istinad kemeri ile biraz takviye edilmelidir(bak böl. 8).Kalıp dağışımı kademelendirme anlamına gelmektedir,gerektiğinde inşaatın bitiş bağlantıları değiştirilebilir.Şayet böyle bir kademelendirme yapılamıyorsa sadece kolon derinliği ele alınmalıdır.



Yüksek kaliteli betonlar(Bn 550) ve yüksek kaliteli çelikler (eğer akma gerilmelerinin istifadesine müsaade ediliyorsa,Bst 50/55 avantajlı olarak kullanılacaktır.)kritik bölgelerde relatif olarak küçük boyutlara imkan sağlamaktadır.Böyle hallerde döşeme beton kalitesinin kafi gelmesi zorunludur.Özel hallerde donatı %9'a kadar artırılır.Çap seçimi ve donatı çubuklarının birleştiği yerlerin özellikle düşünülmesi gerekir( $\emptyset$  40 tekrar kullanılabilir).Birbirine geçme eklerini burada ayırmalıyız;kullanımı amaca uygun şekilde bağlantı yerleri birleştirilmelidir(bak.böl.7).Planlandığı gibi bir binanın içeriye doğru çekilmiş kısımlarının problemleri ve birbirine geçme problemleri halledilmedir.Bir çok alternatif olduğundan erişilen kesit boyutları alınamaz.İleride çelik kolonlar veyahut çelik çekirdekli beton kolonlar kullanılması düşünülmelidir(bak.böl.7).Son çare olarak kablolar kullanılmalıdır.

Eğer kolonlar prefabrik olarak üretilirse inşaatın ilerlemesi hızla devam eder(bak.böl.8.I:München'deki G.I yönetim binası).Bundan başka kolon ağırlıkları diğer prefabrik bölüm ağırlıklarında büyük düzenlemeler yapılarak sınırlandırılır.Özellikle bağlantılarda(eklerde) büyük donatı yüzde miktarlarına dikkat etmek gereklidir(bak.böl.7).

#### 2.2.2.2.Askılar

Askılar döşemelerden gelen yükleri ideal olarak alan ince(narin) taşıyıcılardır,yükün dolaylı olarak bağlantısı dezavantajlıdır.Bilhas-sa ön gerilmeli askılar uygun olarak gösterilmektedir.Yangın ve pasa karşı otomatik olarak korunması yanında beton alanlarının aktivitesi büyük genleşme rijitliğine sahip olmalıdır.Bütün sabit(daimi) yükler için tam ön gerilme gereklidir;gerektiği takdirde inşaat ilerlemesi ile sonradan gerdirilme zorunludur.Bununla beraber kafi bir çatlak dağılımı için uygun donatı yerleştirilmesi (bak.böl.8.I.B.M.W.-München'deki yüksek binası) veya merkezi yüklerin hazırlığı için(bak.böl.8.I: Köln'deki asma bina) ihtiyatlı olunmalıdır.Yüzeysel çelikler,borular,



ve profil taşıyıcılar ön gerilmeli askılar olarak kullanılıyor. Askıların avantajı küçük boyutlu kesitlerde yüksek kaliteli yapı malzemeleri ile normal kuvvetlerin alınmasında kullanılırlar. Yükler askılardan taşıyıcı yapı elemanları üzerine gerekli asma konstrüksiyonlar için büyük masraflar ile yapılır. Eğer küçük boyutlu kesitler yanında serbest taşıyan zemin katlar büyük kullanım avantajları sağlıyorsa, merkezi düzenlenmiş çekirdekler tarafından taşınırlar.

#### 2.2.2.3. Duvarlar

Relatif olarak az kalınlıkta ve büyük derinlikte taşıyıcı duvarlar ayırd edilmelidir. DIN 1045'te kolonlar karşılıklı olarak sınırlandırılmıştır.

Duvar derinliği duvar kalınlığının 5 katından büyük veya eşit oluyorsa, beher duvar tarafı için donatı yüzdesi  $\leq \%I$  alınır.

Taşıyıcı duvarlar mümkün mertebe boşluklu olmalıdır. Düşey donatıların ekleme yerlerinde etriye oranı  $\%I$ 'den büyük olmalıdır. Böylesine yapısal mahsurlar aşırı yüklerde (asma sistemlerde olduğu gibi) kaçınılmazdır.

Düşey yüklü duvarlarda yatay yükler de usulüne uygun uygulanır; "dolu gövdeli perdeler (Wandscheibe)" karakteristik taşıyıcı yapı elemanlarıdır, yüksek yapılarda genellikle incedir (narin), temelden veya bodrum tabakasından itibaren taşıyıcı kirişler olarak ortaya çıkar, öyle ki "perde (Scheibe)" aslında aldatmadır.

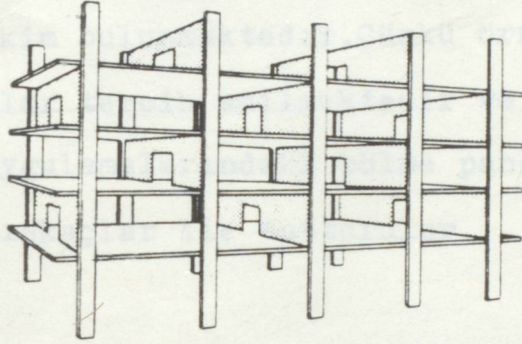
Perde (Scheibe) "kavramı bütün hallerde bunun gibi duvarlar olsaydı, kat yüksekliğindeki bağ kirişleri bir sistem taşıyıcısıdır. Bu sistemle odaların genişliği iki katına çıkar. Döşemelerin kolon yerinden kolon yerine döşemenin mesnetler ile asıcılar arasında değiştirilir (resim 2.9). Bu sistem yatay yükler ile relatif olarak az şekil değişimleri (deformasyonları) ile yıkılırlar. Dezavantajı duvarlardaki boşluklar konstruktif problemler meydana getirmesidir.



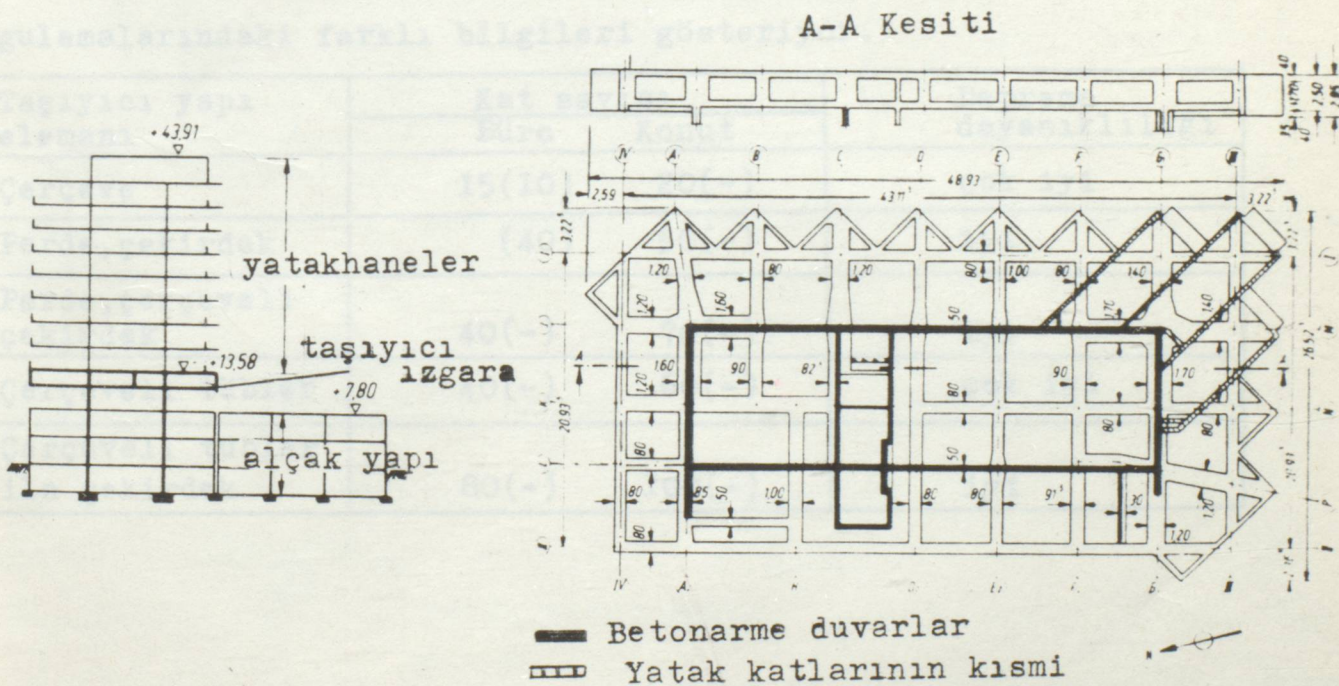
#### 2.2.2.4.İlave statik tedbirler

Dar şehir imarlarında,kötü parsellenmiş arsalarda ve özellikle zemin katlara kolayca girilebilmelerden başlangıçta daima kaçınılmalıdır Sık sık böyle hallerde üst katlar ve zemin kat farklı taşıyıcı sisteme sahip olabilir;başlangıçta kuvvet akışı sapmak zorundadır.

Ancak öngerilme yardımı ile yüksek yapılarda yükleri uygun boyutlarla aktarabiliriz.Öngerilme verilen elemanların engellenmeksizin hareketliliği yanında kayma deformasyonlarını ve kayma için yapılan boyutlandırmaya bilhassa dikkat etmek lazımdır.Bir uygulanmış örnek resim 2.10'da gösterilmektedir.



Resim 2.9.Yatay ve düşey yüklerin taşıyıcı çerçeveleri kat yüksekliğindeki bağ kirişleri duvarlardır. [2.8]



olarak taşıyıcı duvarlarını gösteriyor.

Resim 2.10.Essen'deki şehir hastahanesinin kulak,boğaz,burun ve göz klinikleri.



### 2.3.Yatay yüklerin taşınması

#### 2.3.I.Esas taşıyıcı yapı elemanlarının seçimi

Esas taşıyıcı yapı elemanlarının seçimi bütün ihtimamı ile yapılmalıdır.Yatay yüklerin taşınmasında alınan yapı yüksekliği ile masraflar orantılı olarak artar.Eğer değerler yükseklik ile lineer toplanırsaydı optimal bir proje olurdu.Düşey yüklerin taşınması için gereken kitleler yatay yüklerin taşınmasına da yetmelidir.

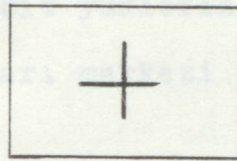
442 ACI komitesinin bir tasviyesi [I.6]'da verilmiştir.Esas taşıyıcı yapı elemanlarının seçimine(tablo 2.I) yardım edebilir.Bu tablo daha geniş olarak Alman şartlarını taşımamaktadır.Amerikada başka yükler ve boyutlar yönetmeliği geçerlidir.Genelde başkaca büyük yapı derinlikleri hakim bulunmaktadır.Çünkü örnek olarak büro inşaatında büyük odalı bürolar tercih edilmektedir ve yapay ışık kabul edilmektedir.Alman proje uygulamalarındaki bölme panolarındaki ayrılma yerleri her defasında kışkaçlar ile tutturulur

Tablo 2.I.Yüksek yapıların esas taşıyıcı yapı elemanlarının seçimi yapı yüksekliğine bağlıdır[I.6].Parantez içindeki değerler Alman proje uygulamalarındaki farklı bilgileri gösteriyor.

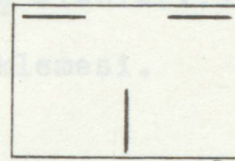
| Taşıyıcı yapı elemanı         | Kat sayısı |        | Depreme dayanıklılığı |
|-------------------------------|------------|--------|-----------------------|
|                               | Büro       | Konut  |                       |
| Çerçeve                       | 15(10)     | 20(-)  | çok iyi               |
| Perde,çekirdek                | (40)       | 50(-)  | iyi                   |
| Perde,çerçevele çekirdek      | 40(-)      | 70(-)  | iyi                   |
| Çerçevele tübler              | 40(-)      | 60(-)  | çok iyi               |
| Çerçevele tübler ile çekirdek | 80(-)      | 100(-) | iyi                   |



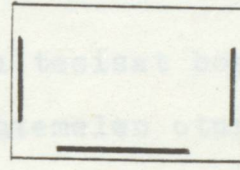
Esas taşıyıcı elemanın seçiminde özellikle amaca uygun düzenlemeye önem verilmelidir. Bunun yanında her şeyden önce taşıyıcının kafi rijitliği muhafaza edilmelidir. En azından üç duvar gereklidir, sistemin hattı bir noktada kesilmemelidir. Özellikle amaca uygun birbirinden uzak iki duvar çifti tertip edilmelidir (resim 2.II). Taşıyıcı yapı elemanlarının uygun bir düzenleme ile rüzgar yüklerinin bileşkesinin büyük exantrikliğinden kaçınılmalıdır (resim 2.I2). Daimi yüklerin giriş alanları mümkünse büyük yapılmamalıdır (resim 2.I3).



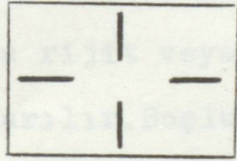
uygun değil



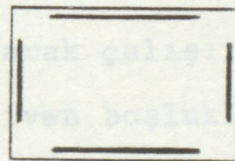
uygun değil



uygun değil

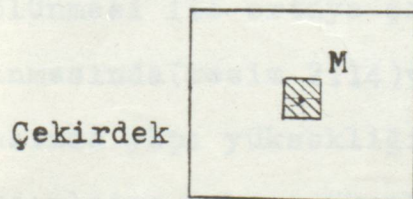


uygun değil



uygun

Resim 2.II. Taşıyıcı dolu gövdeli perdelerin doğru ve yanlış düzenlemeleri.



Çekirdek

W  
en uygunu

Çekirdek

M

büyük exantriklik

W



Çekirdek

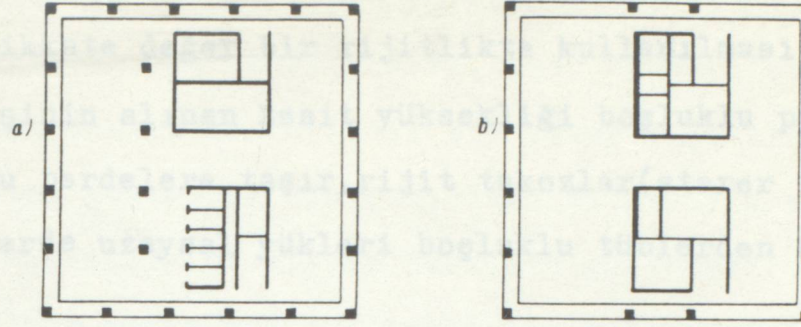
M

küçük exantriklik

W

Resim 2.I2. Rüzgar yüklerinin bileşkesinin çeşitli exantriklikleri ile çekirdek düzenlemeleri.





Resim 2.I3. Taşıyıcı dolu gövdeli perdeler için yük giriş alanları

a) Sabit (daimi) yüklerin küçük giriş alanları: amaca uygun olmayan kolon düzenlenmesi.

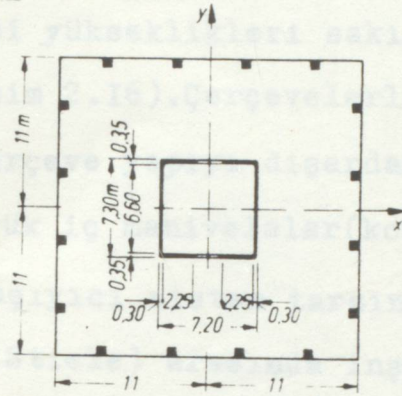
b) Sabit yüklerin büyük giriş alanları: solda ve sağda farklı kat sayıları merkezi çekirdek yükleme.

### 2.3.2. Dolu gövdeli perdeler, boşluklu perdeler, kapalı ve boşluklu tübler

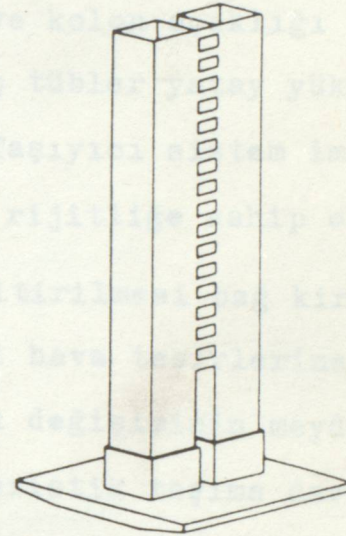
Merdiven boşlukları, tesisat boşlukları ve asansör boşlukları duvarlarla kuşatılmıştır. Muhtemelen oturma yerlerini ayıran duvarlar veya yangından korunmuş bölme duvarları ile yatay yükler taşınır. Çerçeve ilavelerle sık sık sağlamlaştırılmalıdır. Bu dolu gövdeli perdeler bodrum kısmında rijit veya elastik olarak çalışırlar veya yükler temele direkt aktarılır. Boşluklar ve merdiven boşlukları düzenlenmiş perdeler ile bölünmüştür, bunlar tübler-çekirdekler olarak da isimlendirilirler, birlikte ele alınırlar. Bu duvarlar en çok iç mekanlarda açıklıkların bölünmesi ile ortaya çıkarlar. Boşluklu perdeler düzlemsel yüklerin taşınmasında (resim 2.I4) veya boşluklu tübler uzaysal yüklerin taşınmasında yapı yüksekliğince düzenli olarak dağıtılır. Boşluklar sık sık aydınlatma mekan yüksekliğine veya kat yüksekliğine kadar ilaveten döşemenin konstrüksiyon yüksekliğine kadar büyütülür. Öyle ki bağ kirişine perdeler bağlanabilir (bak. böl. 8.I): Köln'deki Colonia-yüksek konut binası); büyüyen yapı yüksekliği ile bu zayıf bağlantılı boşluklu perdelerinin oldukça mühim bir rijitlikte birbiri ardısıra düzenlenmiş



bir perde haline getirilmelidir.Çekirdekler ve tüblerin tek taraflı bağlantısı dikkate değer bir rijitlikte kullanılması garanti edilmelidir.Bağ kirişinin alınan kesit yüksekliği boşluklu perdelerin taşıma etkisini dolu perdelerle taşır,rijit takozlar(starrer Verdübelung) analogik geçitlerde uzaysal yükleri boşluklu tüblerden kapalı tüblere taşırlar.



Resim 2.14.Frankfurt'taki Zürich-yüksek binası:Plan;örneğin x-doğrultusundaki rüzgar tesirinde düzlemsel yükler boşluklu perdelerle taşınır ve exantrik rüzgar tesirinde hacimsel(uzaysal)yükler boşluklu tüble taşınır.



Resim 2.15.Frankfurt'ta Üniversitenin AfE yüksek yapısı:Çekirdekler tek taraflı bağlı.

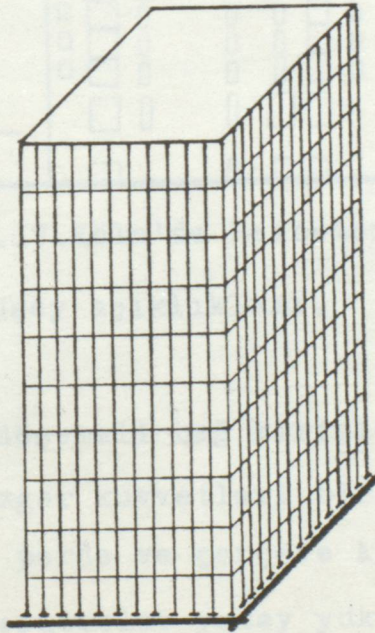
### 2.3.3.Çerçeveler ve çerçeve tübler

Yapı içinde taşıyıcı yapı elemanları çerçevelerde en çok bağ kirişi boyutlarının sakıncaları önceden düşünülmelidir.Çerçeveler sadece yapının uzun doğrultusundaki taşıyıcı yapı elemanları faydalı olarak kullanılırlar,burada bağ kirişi boyutları koridor duvarları boyunca emniyetle muhafaza edilir ve yeterli bir rijitlikte birbirinin ardından düzenlenmiş bir çok saplamalar meydana getirilir.Şimdiye kadar Almanya'da 10 kattan büyük yapılarda taşıyıcı olarak çerçeveler kullanılmamıştır.Böyle hallerde çerçevelerin kullanılması sakıncalıdır.Bundan başka



değişen donatı uygulamalarından korkulmalıdır. Yatay yükler perdeler tarafından düzenli olarak alınırlar. Düşey hareket yolunun aşınması statik yüksekliği sınırlandırır. Kafi bir yatay rijitlik böyle bir yapı sisteminde yapı yüksekliğinin sınırlandırılmasıyla ekonomik olmaktadır. ABD'de yeni bir taşıyıcı sistem tarzının gelişmesi olarak çerçeveli tübler tesirlere karşı büyük flexibilitate sağlarlar. Yüksek yapıların cepheleri çerçevelerle kapatılır. Rijit bağ kirişleri (bu yerlerde büyük bağ kirişi yükseklikleri sakıncalı değildir) ve kolon açıklığı az olmalıdır (resim 2.16). Çerçevelerle teşkil edilmiş tübler yatay yükleri taşırlar. Çerçeve yapıyı dışardan kuşatmalıdır. Taşıyıcı sistem imkan dahilinde büyük iç manivelalar (kolları) ve büyük rijitliğe sahip olmalıdır.

Bu taşıyıcı sistem tarzında mekanların bitirilmesi bağ kirişi ve kolonlar (Stiele) arasında inşa edilir, öyle ki hava tesirlerine taşıyıcı konstrüksiyon bölümleri kapanmalıdır. Isı değişiminin meydana getirdiği tesirler dikkate alınmalıdır. Karakteristik taşıma davranışı 5. bölümde anlatılmıştır. Bölüm 8.2'de uygulanmış örnek bulunmaktadır. USA'da 40 kata kadar yüksek konut binaları 60 cm yüksekliğindeki bağ kirişleri ve 1,2 m'den 3,0 m'ye kadar açıklığındaki kolonlarla taşınmaktadır.

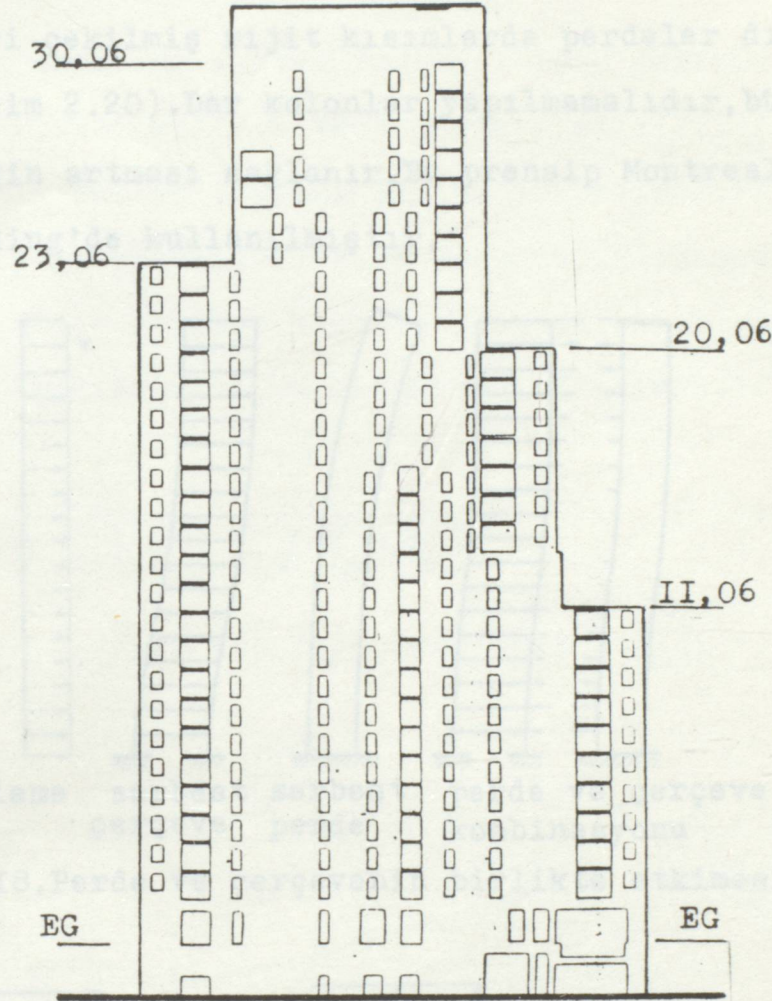


Resim 2.16. Çerçeve tübler (tüb)



#### 2.3.4.Birleştirilmiş taşıyıcı sistem tarzları

Önceki bölümlerde düşey ve yatay yüklerin çeşitli taşıyıcı sistem tarzlarıyla taşınması anlatıldı.Sık sık tanımlanan taşıyıcı sistem tarzlarının bir kombinasyonunda tek yapılar için çeşitli proje zorlukları altında bulunmuş çözümler uygulanır(resim 2.17).

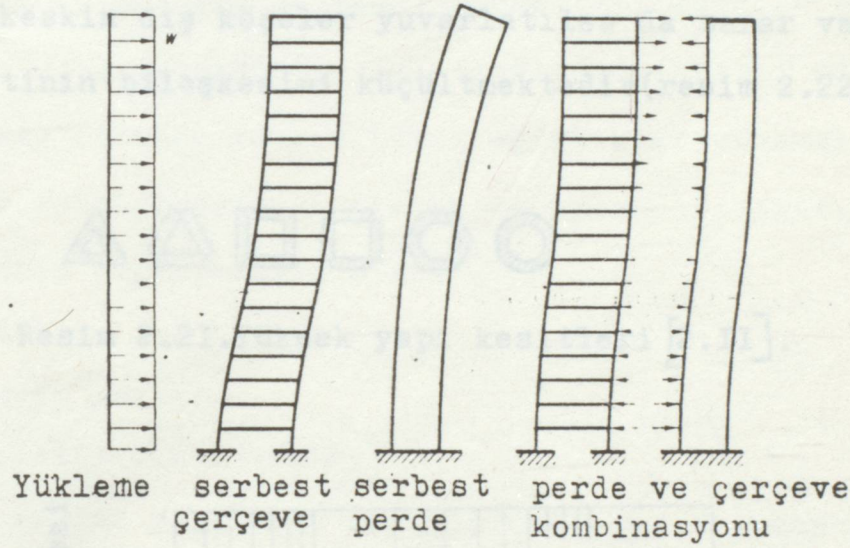


Resim 2.17.Köln'de Reinstern binası:Boyuna kesilmiş taşıyıcı yapı kısmının düşey açıklıkları.

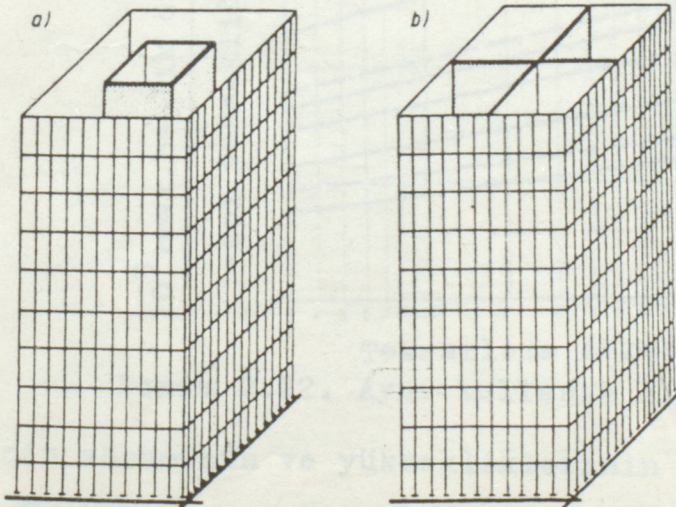
ABD'de mantar döşemeli bağ kirişleri ile çerçevelerin teşkil edilmesi ve bunlara rüzgar kuvvetleri bir çok hallerde uygulanmıştır.Özellikle dolu gövdeli perde ve çerçeve kombinasyonu yatay yüklerin taşınmasında uygundur.Çerçeveler yatay yüklerin az kısmını taşırlar,büyük kısmını perdeler taşırlar.Çerçeve kolonları az tesir alırlar,alt katta



kesme kuvveti tesirlerinin büyük kısmını sadece perdeler alırlar. Bunun için yeterli et kalınlığı mevcut olmalıdır(resim 2.18). Bu bilgiler çerçeve tüblerin gelişmeye devam eden neticelerine uygulanır, perdeler ile bağlantılarında kapalı bir tübde olduğu gibi rijit olmalıdır. Huston'da ki Shell oil Building'in şimdiye kadar dünyanın en yüksek betonarme binası burası için mükemmel bir örnektir(bak.böl .8.2). Başka bir kombinasyonu rijit başlıklı taşıyıcı sistem üzerinde veya teknik katlarda yapının içeri çekilmiş rijit kısımlarda perdeler dış kolonlar ile bağlanırlar(resim 2.20). Dar kolonlar yapılmamalıdır, büyük kolon kesitleri ile rijitliğin artması sağlanır. Bu prensip Montrealdeki Place Victoria Office Building'de kullanılmıştır.

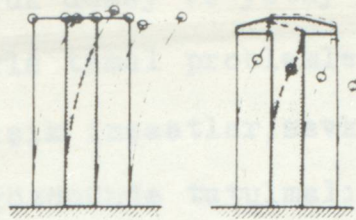


Resim 2.18.Perde ve çerçevenin birlikte etkimesi



Resim 2.19.Çerçeve tüblerin devam eden gelişmeleri  
a)İç çekirdek ile tübler(tüb içinde tüb);b)İç bölmeli tübler

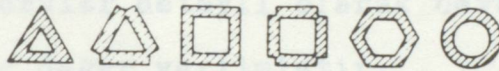




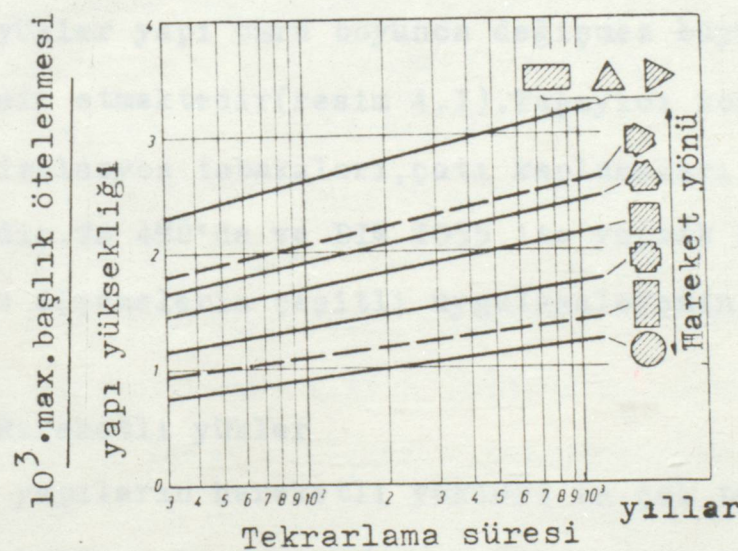
Resim 2.20.Başlıksız ve rijit başlıklı taşıyıcı sistemli çekirdek ve dış kolonlarla bağlanmış [2.9].

### 2.3.5.Yeni taşıyıcı sistem tarzları için gelişme tezleri

Robertson birkaç gelişme tezi göstermiştir[2.II]; kalın duvarlı yüksek yapı kesitli tübler teklifi ilginçtir(resim 2.2I). Şimdiye kadar alışlagelmiş yapı yüksekliklerine uygundur. Bilhassa yerel rüzgar kuvvetleri keskin dış köşeler yuvarlatılrsa da zarar vermekte, fakat rüzgar kuvvetinin bileşkesini küçültmektedir(resim 2.22).



Resim 2.2I.Yüksek yapı kesitleri [2.II].



Resim 2.22. Aynı kullanım alanlarının, rijitliklerinin, kitle-  
önümünün ve yüksekliklerinin yüksek yapıların rüzgar tesirine  
unun akışı [2.12]



### 3.TEMEL

Büyük düşey ve yatay yüklerden ve bir çok alt katların istenmesi özellikle temel problemleri ,şehir içindeki yüksek yapıların durumları(bitişik inşaatlar,sevk ve idare) tüm taşıyıcı sisteme bağlı olarak daima gözönünde tutulmalıdır.Öyleyse hiç bir yapı konstrüksiyonu temel konstrüksiyonundan bağımsız projelendirilemez.Örneğin,özellikle bitişik inşaatlarda üst katlarda kullanılan hafif beton farklı oturumları az tutar,üst katlardaki esas yüklerin taşınmasının seçiminde zorlanmalar temellere uygun şekilde aktarılır.Taşıyıcı yapı temelinin derin temel zemini problemleri olmamalıdır.Temel suyunun indirilmesi ve sızdırmazlık tedbirlerinden öncelikle sakınılmalıdır.Yapılan konstrüksiyonun ağırlık merkezi ve temel gövdesinin ağırlık merkezi imkan dahilinde üst üste gelmelidir;aksi takdirde dikkatli olarak düşünmek gerekir.Bununla beraber yapıda büyük eğrilikler olmamalıdır [3.1],[3.2],[3.3] 'te benzer sorular detaylı olarak cevaplandırılmıştır.Bölüm 5 ve 7'de fazla bir kaç değer verilmiştir.

### 4.YÜKLER

#### 4.I.Düşey yükler

##### 4.I.I.Sabit(daimi)yükler

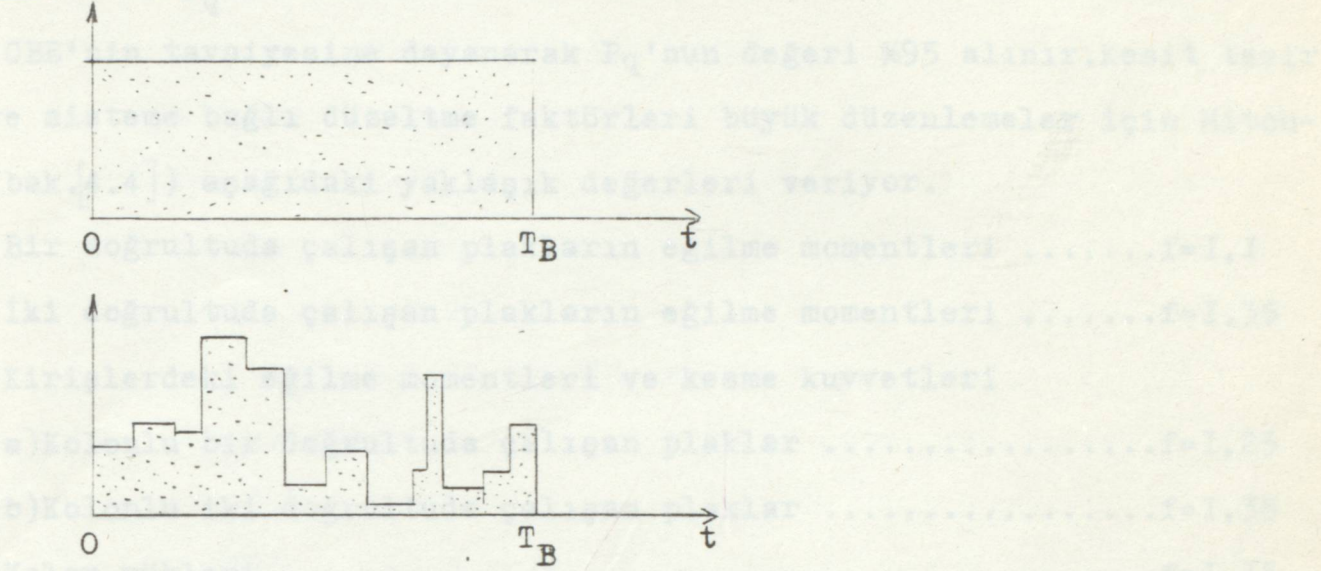
Sabit yükler yapı ömrü boyunca değişmez büyüklüklerdir ve taşıyıcı sisteme tesir etmektedir(resim 4.I).Taşıyıcı konstrüksiyonun kaplamaları sıva,izolasyon tabakaları,çatı kaplamaları vs.kendi ağırlığı sabit yüklerdir.TS 498'de ve DIN 1055 'te yaprak I'de ağırlıklar verilmiştir.Dolu döşemelerin çeşitli uygulamalarının ağırlıkları[2.2]'de verilmiştir.

##### 4.I.2.Hareketli yükler

Yüksek yapıların hareketli yükleri en çok tekil yüklerden oluşmaktadır.Büyüklüğü ve hacimsel düzenlemeleri tesadüfidirve zamanla değişir(resim 4.I).Böyle kompleks inşaatlara hesapsal kavramlar için eşdeğer yük katılır,bu hakiki yüklerin tesiri gerçeğe yakın olarak verilmelidir.



dir(bak.4.I ).Özellikle uygun dağıtılmış eşdeğer yükleri imkan dahilinde basit tatbiki mümkün hesaplarla uygun olarak yapılır.Muntazam kullanım alanları ne kadar çok olursa ve muntazam olmayan kullanım alanları ne kadar az olursa,görçek yüklerin tesirleri o kadar iyi tanımlanır.



Resim 4.I.Yapı ömrü boyunca  $T_B$  sabit yükler ve hareketli yükler.

DIN 1045 yaprak 3 tablo I'de hesaplar için yapı kullanımına bağlı dağıtılmış eşdeğer yükleri uygun olarak alınabilir.Orada verilmiş değerler alanlardan bağımsızdır(istisna:balkon,park alanları).Bölüm 9'da uygun katsayılara bağlı hareketli yüklerin kolon yüklerinin tahkinde bağımsız olarak azaltılabilir.Mitchell ve Woodgate [4.2]'de olduğu gibi Marten [4.3]'nin yeni araştırmaları-büro veya park yapı yüklerinin örneğinde statik ve olasılık teorileri yardımıyla yapılır.Elve rişsizlik buna verilmelidirki hareketli yüklerin yüzeylere bağlılığı kat düzlemlerinde kesin olarak belirlensin,kolon yüklerinin azaltılması esnasında az ihmal edilerek yapılmamalıdır.[4.4]'deki hareketli yüklerin ifadesi için araştırma bilgilerinin[4.2] neticelerinden yararlanılmalıdır.Resim 4.2'de uygun dağıtılmış büro binası yüklerinin dağılım fonksiyonlarını göstermektedir,mevcut yüklerinin israfı uygun mukayese alanları A ile iyi kullanılmaktadır.Hesap yükü P-yani boyut için ilave



edilen uygun dağıtılmış eşdeğer yükü  $-P_q$  değerinin büyük olasılıkla aşılmaması tespit edilmelidir. Bir düzeltme faktörü  $f$  ile gerçek yüklerin tesiri denenmiş yapı elemanlarının kesit büyüklükleri dikkate alınmalıdır.

$$P = P_q \cdot f$$

CBE'nin tavsiyesine dayanarak  $P_q$ 'nın değeri %95 alınır. Kesit tesiri ve sisteme bağlı düzeltme faktörleri büyük düzenlemeler için Mitchell(bak.[4.4]) aşağıdaki yaklaşık değerleri veriyor.

Bir doğrultuda çalışan plakların eğilme momentleri .....  $f=1,1$

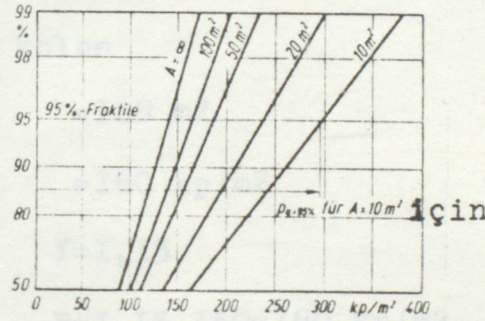
İki doğrultuda çalışan plakların eğilme momentleri .....  $f=1,35$

Kirişlerdeki eğilme momentleri ve kesme kuvvetleri

a) Kolonlu bir doğrultuda çalışan plaklar .....  $f=1,25$

b) Kolonlu iki doğrultuda çalışan plaklar .....  $f=1,35$

Kolon yükleri .....  $f=1,15$



uygun dağıtılmış büro binası yükleri

Resim 4.2.İlgili mukayese alanları  $A$ , uygun dağıtılmış büro binası yüklerinin dağıtılmış fonksiyonlarına bağlıdır.

Örnek:

Resim 4.2 ile ve düzeltme katsayıları resim 4.3'te şematik gösterilen yapı elemanları boyutlandırılması için uygun dağıtılarak yerleştirilmiş eşdeğer yükler elde edilir.



kullanım için

a)Döşeme(kaset)

$$A=2,25.4,00=9,00 \text{ m}^2$$

$$P_q=\%95 = 310 \text{ kp/m}^2$$

$$f=1,25$$

$$P=1,25.310=390 \text{ kp/m}^2$$

b)Kenar kiriş

$$A=4.6,75 = 27 \text{ m}^2$$

$$P_q=\%95 = 220 \text{ kp/m}^2$$

$$f=1,25$$

$$P=1,25.220=280 \text{ kp/m}^2$$

c)Orta kiriş

$$A=2.27 = 54 \text{ m}^2$$

$$P_q=\%95 = 108 \text{ kp/m}^2$$

$$f=1,25$$

$$P=1,25.108 = 230 \text{ kp/m}^2$$

d)Kenar kolon

$$A=2.54 = 108 \text{ m}^2$$

$$P_q=\%95 = 160 \text{ kp/m}^2$$

$$f=1,15$$

$$P=1,15.160=180 \text{ kp/m}^2$$

Mevcut durumdaki hesap amaca uygun tarzda aşağıdaki değerleri veriyor.

1.Direkt yükleme(kasetler)..... $P=400 \text{ kp/m}^2$

2.Kenar kirişe iletim ..... $P=300 \text{ kp/m}^2$

3.Orta kirişe ve kolona iletim ..... $P=200 \text{ kp/m}^2$

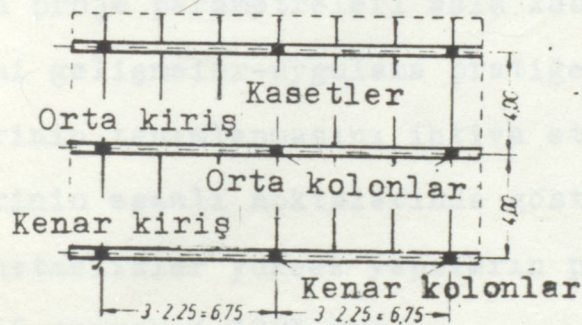
DIN IO55 yaprak 3'te (tablo I satır 3b) bağımsız büro odalarının kullanımı için  $P=200 \text{ kp/m}^2$  dir.Bunula beraber esaslı direkt yükleme için elde edilmiş maximum altında bulunabilir.Bir massiv döşemede kasetlerin yeri resim 4.3'te görüldüğü gibi önceden tespit edilir.



$A=3.4^2=48 \text{ m}^2$ 'ye  $P=1,1.190=210 \text{ kp/m}^2$  eşdeğer yükü verilir.

Bu örnek açık olarak izah etmektedir ki ,DIN 1055 yaprak 3'te yük kabülleri daima doğru tarafta değildir.Proje yapan mühendis istisnai hallerde kendi gerçekçiliğine yakın yönetmeliğin yük kabullerini tahkik edebilir ve gerektiğinde sorumlu olarak eşdeğer yükleri kendisi tespit edebilir.

Özel yükler,teknik katlarda sık sık büyük tekil yükler bulunur,bu yüklerde özel bir dikkate ihtiyaç vardır.Çok sık kurulacak makina sayısı,büyüklüğü ve yeri kesin olarak tespit edilemez.Eşit formda dağıtılmış eşdeğer yük tavsiyesi dikkate alınmalıdır.Büyüklikler bilgilerin temeli üzerine aynı yapı tasarımının projesinde toplanmalı veya özel mühendisler ile birlikte çalışması sonucunda karar verilmelidir.Yük dağılımı betonarme kolonlarda dikkate alınmalıdır.Resim 4.4'te Frankfurt'taki Commerzbank yönetim binasının teknik katı eşdeğer yükler için örnek olarak gösterilebilir.



Resim 4.3.Bir yüksek yapının normal kat planı parçası



Resim 4.4.Bir teknik kat için yük planı.



## 4.2.Yatay yükler

### 4.2.1.Etkin yatay yükler

Betonarme yüksek yapıların hesabında esas yatay yükler rüzgar yükleri ve deprem tehlikesinin olduğu bölgelerde deprem yükleridir; taşıyıcı yapı elemanlarının projesi için taslak doğru olarak tespit edilmelidir. Gerçeğe yakın tanımlaması esaslı olmalıdır. İki yükleme de dinamik tarzda ifade edilir, yüksek yapılara tasirleri genelde statik eşdeğer yüklerin üstündedir.

### 4.2.2.Rüzgar yükü

Tabbi rüzgarın ve onun etkilerinin gerçeğe yakın hazırlama yöntemleri son yıllarda bilhassa uluslararası konferanslarda yapı sistemine rüzgar tesirleri 1963'te Teddington [4.5], 1967'de Ottavada [4.6], ve 1971'de Tokyo'da [4.7] detaylı müzakeresi yapılmıştır. Bunun yanında alışılmış gelmiş yaklaşık yöntemler (örneğin rijit yapı sistemlerinin kabulü veya örnek tipler) ekseriye neticeleri basitleştirdiği ve esaslı tesirlerin proje parametreleri asla kabul edilmediği görülmektedir. Aşağıdaki yeni gelişmeler-uygulama pratiğe uygun olmalıdır-rüzgarın ve onun etkilerinin tanımlanmasını ihtiva etmelidir. İlaveten geçerli DIN yönetmeliklerinin esaslı noktalarında gösterilmesinden kaçınılmalıdır. İşte bu yönetmelikler yüksek yapıların projelendirilmesinde kullanılmazlar (DIN 1055 yaprak 4 1983 xxx)

### 4.2.2.1.Tabbi rüzgarın özellikleri

Bora gibi esen rüzgarın gerçeğe yakın bir anlatımı ani rüzgar hızının saçılması  $V_z(t)$ ,  $z$  yüksekliğinde sadece yavaş değişen kısımları  $\bar{V}_z$  ve süperpoze edilen girdaplı kısmı  $\dot{V}_z(t)$  (bak. [4.8], [4.9]) elde edilir.

$$V_z(t) = \bar{V}_z + \dot{V}_z(t) \dots\dots\dots (4.1)$$

$\bar{V}_z$  bir yüksek profil kısmıdır. Üs kanunu mühendislik ölçülerine yakın olmalıdır, ilk olarak 1918'de Hellmann [4.10] Nauenerde telsiz kulesinde ortaya çıkmıştır; orta hızdaki rüzgarlar için  $\bar{V}_z$ , yeryüzünden  $z$  yüksekliğinde geçerlidir.

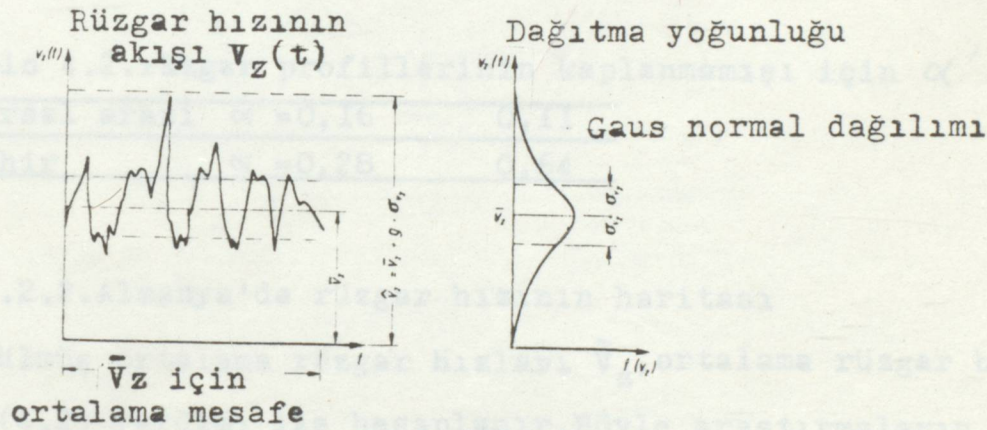


$$\frac{\bar{V}_z}{V_G} = \left( \frac{z}{z_G} \right)^\alpha \dots\dots\dots (4.2)$$

Bunun yanında ortalama rüzgar hızı  $\bar{r}_G$ , ortalama yükseklik  $z_G$ 'ye erişilmelidir.  $\alpha$  katsayısı ve ortalama yükseklik  $z_G$  zemin sertliğine bağlıdır (resim 4.5)<sup>1)</sup>.



Resim 4.5. Ortalama aralıklı saatte ortalama rüzgar hızının profili [4.II]



Resim 4.6. Rüzgarın anlatımı

Hissedilmez titreşimli yapıların ölçümü için esasında rüzgar hızı- $V_z(t)$ 'nin maximumu ilgilendirmektedir; baş faktör  $g$ , ile çarpılarak maximum  $\hat{V}_z$ , ortalama değer  $\bar{V}_z$  ve standart sapma üzerine tespit edilmelidir. (resim 4.6). Normal sapma  $\sigma_{V_z}$  ve baş faktör  $g$ , rüzgar katsayısı  $\xi$ , ihtiva etmektedir. Standart mukayese yüksekliği  $z_1=10$  m maximum rüzgar hızı  $\hat{V}_z$  için aşağıdaki formül geçerlidir.

$$\hat{V}_z = \bar{V}_G \cdot \left[ \left( \frac{z}{z_G} \right)^\alpha + \left( \frac{z_1}{z_G} \right)^\alpha \cdot \xi \right] \dots\dots\dots (4.3)$$

1) Bu profil çok veya az düz araziler için geçerlidir. Son derece yüksek



Tablo 4.I.Şehir ve kırsal(açık)arazi için rüzgar katsayısı  $\xi$  (2s-rüzgar) [4.9]'dan

|              |               |      |
|--------------|---------------|------|
| Kırsal arazi | $\alpha=0,16$ | 0,56 |
| Şehir        | $\alpha=0,28$ | 0,98 |

Rüzgar katsayısı  $\xi$  tablo 4.I'de verilmiştir.Rüzgarın maximumu için de kaplanmamış yüksek profiller kafi doğruluk ile bir üs'ü belirtmekte dir.

$$\frac{\hat{V}_z}{\hat{V}_1} = \left( \frac{z}{z_1} \right)^{\alpha'} \dots\dots\dots (4.4)$$

$$\hat{V}_1 = V_G \cdot \left( \frac{z_1}{z_G} \right)^{\alpha} \cdot (1 + \xi) \text{ ile}$$

tablo 4.2'de toplu halde gösterilmiştir.

Tablo 4.2.rüzgar profillerinin kaplanmamış için  $\alpha'$  [4.9]

|              |               |      |
|--------------|---------------|------|
| Kırsal arazi | $\alpha=0,16$ | 0,11 |
| Şehir        | $\alpha=0,28$ | 0,64 |

#### 4.2.2.2.Almanya'da rüzgar hızının haritası

Ölçülmüş ortalama rüzgar hızları  $\bar{V}_z$ ,ortalama rüzgar hızları  $\bar{V}_G$  , denklem(4.2) yardımı ile hesaplanır.Böyle araştırmaların şimdilik neticesi Federal Almanya için resim 4.7'de bulunmaktadır.Ölçümleri ilgilen diren extrem değerler  $\bar{V}_{G,s}$ ,s yılın süresi ,ortalama rüzgar hızı  $\bar{V}_G$  , rüzgar hızı haritası ile neticeler elde edilir.Sık değerler  $U_G$  ve vasati değişim değerleri  $1/a \cdot U_G = 0,1$  olduğu gibi elde edilerek ortaya çıkmaktadır.

durumlar için gerektiğinde düzeltme parçalarına dikkat edilmelidir.Ortalama rüzgar hızı kavramı ve ortalama yükseklik ingiliz dili literatürüne dayanarak çevrilmiştir[4.II].Rüzgar mukayesesinin mühendislik ölçüleri izahı burada alt hava mesafesinde üst rüzgar karakterize edilir.







hızına, esiş doğrultusuna, yapının yerden yüksekliğine ve geometrisine, civar yapıların konumuna bağlıdır. Genel olarak rüzgar etkisinin bulunmasında dinamik etki denilen ve:

$$q = \frac{V^2}{16} \text{ kgf/m}^2$$

formülü ile elde edilen (q) değeri temel olarak alınacaktır. Bu formülde, V, m/saniye olarak rüzgar hızını gösterir.

Yüksekliği (H) metre olan bir yapı üzerindeki rüzgar etkisi (q)'nün değişik seviyelerdeki değerleri tablo 4.3'te gösterilmiştir. Yapı dik bir yamacın üst kenarında olursa H yamaç eteğine göre alınacaktır.

Tablo 4.3

|                         |    |    |     |     |
|-------------------------|----|----|-----|-----|
| H(metre):               | 0  | 10 | 20  | 50  |
| q(kgf/m <sup>2</sup> ): | 80 | 90 | 110 | 150 |

Tablo 4.3'te gösterilen değerler bütün Türkiye için minimum değerler olup, rüzgar bakımından özellik gösteren bölgelerde bu miktarlar meteorolojik ölçülerden ve (q)'yü veren formül ile tablo 4.3'deki değişim kuralından faydalanılarak yeniden hesaplanmalıdır. Ancak bütün yükseklikler için bu şekilde hesaplanan q değeri 150 kgf/m<sup>2</sup>'yi geçerse bunlar için 150 kgf/m<sup>2</sup> alınmalı, fakat güvenliği ve devamlılığında rüzgarın temel rolü oynadığı yapılarda bu sıralama yapılmamalıdır.

Mevcut teknik literatürden faydalanılmadığı veya deney yapılmadığı takdirde: Bir veya birkaç yönde rüzgar etkisine karşı kısmen korunmuş yapılarda bu yönlerden gelecek rüzgarın etkileri için tablo 4.3'te verilen değerlerde duruma göre %20'ye kadar azaltma yapılabilir.

Rüzgar basıncı-

Q dinamik etkisiyle birlikte, yapının geometrik biçimine ve basıncı (veya emmesi) hesaplanacak alanın normaliyle rüzgarın yaptığı açıya bağlı olan C şekli katsayısına göre, rüzgar basıncı (veya emmesi);

$$P = C \cdot q$$

formülü ile hesaplanacaktır. C'nin (+) değeri basıncı, (-) değeri emmeyi



gösterir. C şekil katsayıları, gerek yapının bütün taşıyıcı elemanları -nın boyutlanması, gerekse yalnız temel yapıdan ayrılmaları bakımından rüzgarda tehlikeli görülen bazı münferit elemanların bağlantılarının boyutlandırılması için detaylı olarak föyde verilmiştir. İlişik föyde bulunmayan yapı şekilleri için (C) katsayısı, genel hallerde mevcut dö-kümanlardan, önemli hallerde de deneysel yollardan bulunmalıdır. Yapının tümüne gelen rüzgar etkisi, çeşitli yüzeylerindeki basınç ve emme kuv-vetlerinin vektörel toplamı olarak hesaplanacak, bu hesapta münferit elemanlar için kullanılan c katsayıları kale alınmayacaktır.

Yüksekliği ve yatay yer değiştirmeler bakımından rijitliği büyük özel titreşim periyodu gösteren önemli yapılarda, rüzgardaki vorteks periyotları gözönüne alınarak rezonans olayının kontrolü analitik veya deneysel yollardan ayrıca etüd edilecektir.

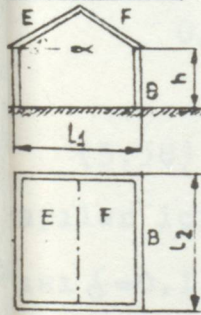
Yapılara gelen rüzgâr basıncı için

Ölçüler mm dir.

#### KATSAYILAR

Yapının tümü için :  $P = C_q$   
Münferit elemanlar için :  $P = \bar{C}_q$

#### apalı Yapılar.



$0 < \alpha \leq 60^\circ$  için

$$C_A = +0,9$$

$$C_B = \begin{cases} -0,5 & (h/L_{max} \leq 2) \\ -0,6 & (h/L_{max} > 2) \end{cases}$$

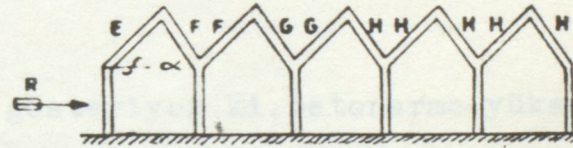
$$C_E = 0,03\alpha - 0,9 \quad (\alpha \text{ derece})$$

$$C_F = -0,5$$

$$\bar{C} = -1,2$$

$$\alpha > 60^\circ \text{ için } C_E = 0,90$$

#### c - Ardarda eğik çatılar.



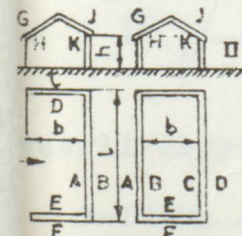
| YER | E    | F    | G    | H |
|-----|------|------|------|---|
| C   | -0,5 | -0,5 | -0,3 |   |

$$(0,03\alpha - 0,9)$$

$$(\ast) \alpha > 60^\circ \text{ için } C_E = 0,90$$

$$\bar{C} = -1,3$$

#### çık Yapılar.

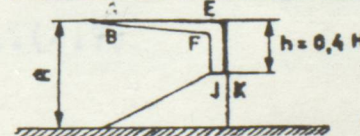


$$\bar{C} = -1,2$$

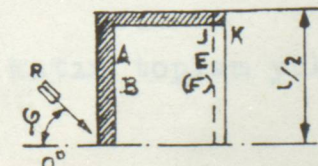
| A    | B    | C    | D    | E    | F    | G    | H    | J    | K    |
|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| +0,8 | -0,5 | -0,7 | +0,8 | +0,8 | -0,7 | -0,3 | +0,8 | -0,4 | +0,8 |

| A    | B    | C    | D    | E    | F    | G    | H    | J    | K    |
|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| +0,9 | -0,7 | -0,7 | -0,4 | -0,7 | -0,8 | -0,2 | -0,7 | -0,6 | -0,7 |

#### d - Üç tarafı açık tribünler.



Çatıda :  $\bar{C} = -2,0$   
Düşey elemanlarda :  $\bar{C} = -1,0$



| YER | A    | B    | E    | F    | J    | K    |
|-----|------|------|------|------|------|------|
| C   | -1,0 | +0,9 | -0,7 | +0,9 | +0,9 | -0,5 |



#### 4.2.2.3. Rüzgar yüklemesine yapı sisteminin reğaksiyonu

Ortalama rüzgar hızı  $\bar{V}_z$ , yapı gövdesinin yüzey elemanları  $i$ , üzerine  $w_i$ , yüklemesi verilmektedir.

$$w_i = \frac{c_i \cdot \varphi \cdot \bar{V}_z^2}{2} \dots\dots\dots (4.6)$$

$c_i$  =  $i$  yüzey elemanının ayrodinamik katsayı

$$\varphi = \frac{I}{8} \frac{\text{kps}^2}{\text{m}^4} \quad \text{Hava yoğunluğu (geçirimsizliği) demektir.}$$

Bütün yükleme, bütün yapı sisteminde toplam olarak ortaya çıkar. Eğer yapı sisteminde hissedilmez titreşim oluyorsa, böyle basit bir hesaplama bir yük etkisinde rüzgar hızının bora gibi esen rüzgar kısmı için de meşgul olunmalıdır. Bu yapılar için öz periyodlar tablo 4.4'ün altında doğru bulunmaktadır.

Tablo 4.4: Öz periyod sınırı [4.12]'den

| log sönüm katsayısı $\zeta$ | Öz periyod $t_1$ (s) |
|-----------------------------|----------------------|
| 0,1                         | 2,2                  |
| 0,05                        | 1,6                  |
| 0,03                        | 1,2                  |
| 0,015                       | 0,83                 |

(5.38) denkleminde ve tablo 4.4 gösteriyor ki, betonarme yüksek yapılar için taşıyıcı dolu gövdeli perdeler ile (logaritmik sönüm katsayısı  $\zeta = 0,1$ ) bir taraftan öbür tarafa meydana tesirler ihmal edilebilir, eğer

$$12 \cdot \sqrt{\frac{r}{EI}} < 4 \dots\dots\dots (4.7)$$

eğerli oluyorsa

$r$  = Yüken eski halini bulması (nomal katın toplam yükü/kat yükseklikleri) (Mp/m)



$l$ =Kiriş uzunluğu(m)

$EI$ =Eğilme rijitliği( $Mpm^2$ )

Bu hallerde rüzgar yükü

$$w_1 = c_1 \cdot q \cdot \hat{V}_z / 2 \dots\dots\dots (4.8)$$

ile ifade edilmektedir.

#### 4.2.2.4.Periyodların mülâhazası

Periyod tesirlerinin dikkate alınması gerektiği halde(4.7) şartı yerine gelmemektedir.Eskiden determinasyon metotları kavranmasına (örneğin[4.I3])bunun yanında tarif edilen rüzgar tiplerinin neticeleri bulunur ve buradan dinamik bileşkelerin büyümesi tespit edilir.Tesadüfen oluşan periyodların teorisi ile yapı sistemin hesabında gerçek rüzgarın özellikleri dahil edilmelidir[4.II].Bu çeşit basitleştirilmiş yöntemler yüksek yapıların boyutlarının düzenlenmesi için pratikteki kullanıma uygun olmalıdır(bak. [4.I2],[4.I4],[4.I5]).

Güvenlik esası dolayında bulunan imarın korunma tesiri ihmal edilebilir,yani rüzgar yükleri açık arazi(kırsal alan) için tespit edilmelidir.Öyleyse dinamik tesirlerin büyütme faktörü (tablo 4.5) ve mekanik büyütme faktörü  $\phi$ (resim 4.8)'de gösterilmektedir[4.I2].

Tablo 4.5:Büyütme faktörü  $\eta$  [4.I2] den

A:Yapının proje alanı,B:Yapı genişliği,L:Yapı yüksekliği

| A(m <sup>2</sup> ) | L/B | IO   | 4    | I    |
|--------------------|-----|------|------|------|
| 600                |     | 0,90 | 0,93 | 0,99 |
| 800                |     | 0,88 | 0,91 | 0,97 |
| 1000               |     | 0,86 | 0,90 | 0,95 |
| 3000               |     | 0,81 | 0,84 | 0,88 |
| 5000               |     | 0,78 | 0,81 | 0,85 |

Hazırlanmış rüzgar boyutlandırma yükü  $w_1$ ,yüzölçüm birimine rüzgarın dinamik tesirlerinin mütâalası altında tutulmalıdır.



$$w_1 = c_1 \cdot 2,5 \cdot \{0,4 + \vartheta \cdot (\eta - 0,4)\} \cdot \rho \cdot \bar{v}_z^2 / 2 \dots \dots \dots (4.9)$$

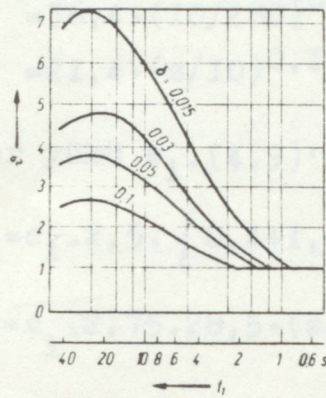
$c_1$  = Aerodinamik katsayı

$\vartheta$  = Mekanik büyütme faktörü

$\eta$  = Büyütme faktörü

$\rho$  = Hava yoğunluğu (geçirimsizliği)

$\bar{v}_z$  = z yüksekliğinde ortalama rüzgar hızı



Resim 4.8. Öz periyod süresi  $t_1$ 'e bağlı mekanik büyütme faktörü [4.12].

Örnek:

120 m yüksekliğinde ve 40 m genişliğinde betonarme yüksek yapı için rüzgar yükleri araştırılıyor. Bn 250,  $E = 3 \cdot 10^6$  Mp/m<sup>2</sup> olan taşıyıcı bir çekirdek ve atalet momenti  $I = 360$  m<sup>4</sup> (I.hal, net beton kesit alanı).  $r = 400$  Mp/m yük yenilenecek teşkil edilir. Öz periyod süresi (5.38) denklemi ile bulunur.

$$t_1 = \frac{120^2}{1,75} \cdot \sqrt{\frac{400}{3 \cdot 10^6 \cdot 360}} = 5 [s]$$

Bu öz periyod süresi tablo 4.4'deki değerlerle bulunmaktadır. Dinamik bir ilavenin mütaalası altında rüzgar yükleri (4.9) denklemi ile hesaplanır. Mekanik büyütme faktörü  $\vartheta$ , resim 4.8'den  $\vartheta = 1,6$  için logaritmik sönüm katsayısı  $\zeta = 0,1$  okunur. Yapının birleştirilmiş proje alanları rüzgardan  $A = 120 \cdot 40 = 4800$  m<sup>2</sup> bulunur. Bununla beraber büyütme faktörü



tablo 4.5'den  $L/B=3$  ile  $\eta=0,83$  alınmalıdır. En sık ortalama rüzgar hızı  $U_G=28$  m/s, varyasyon sınırı  $\frac{I}{a} \cdot U_G=0,1$  ve denklem (4.5)'den tekrarlama süresi  $s=20$  yıl alınır.

$$\bar{v}_{G,s}=28 \cdot (1+0,1 \cdot 3,0)=36,4 \text{ (m/s)}$$

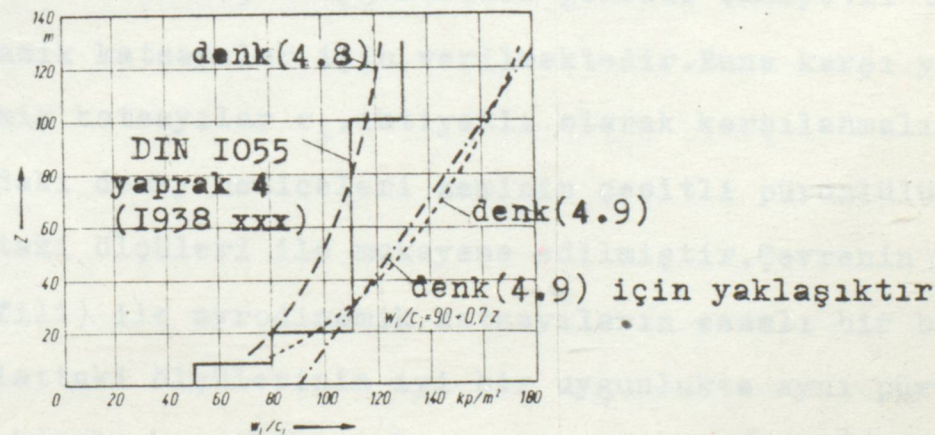
Açık arazide uygulanacak yüzeyin yüksekliği  $z_1=10$  m alınıyor.

$$\begin{aligned} \bar{v}_z &= \bar{v}_{G,s} \cdot (z_1/z_G)^\alpha \cdot (z/z_1)^\alpha \\ &= 36,4 \cdot (10/280)^{0,16} \cdot (z/10)^{0,16} \\ &= 21,4 \cdot (z/10)^{0,16} \text{ (m/s)} \end{aligned}$$

Rüzgar yükü  $w_i$ , (4.9)'dan hesaplanır.

$$\begin{aligned} w_i &= c_i \cdot 2,5 \cdot \left\{ 0,4 + 1,6(0,83-0,4) \right\} \cdot \frac{I}{6} \cdot 21,4^2 \cdot (z/10)^{0,32} \\ &= c_i \cdot 2,75 \cdot 28,5 \cdot (z/10)^{0,32} = c_i \cdot 77,5 \cdot (z/10)^{0,32} \text{ (kp/m}^2\text{)} \end{aligned}$$

Ayrodinamik katsayısı  $c_i$ 'nin yerleştirilmesinde taşıyıcı yapı elemanlarının kesit kuvvetleri tespit edilir. Burada asıl basitleştirmeler (örneğin merdiven eğrisi veya merdiven doğrultusu) rüzgar profili basitleştirilmesidir (resim 4.9).



Resim 4.9. Rüzgar yükleri oranı  $w_i/c_i$  DIN IO45'ten periyod tesiri olmadan ve periyod tesiri için örnek.



#### 4.2.2.5. Ayrodinamik katsayılar

Ayrodinamik katsayılar boyutsuz oran değerlerinin tarif edilen bir mukayese alanı için rüzgarın sebep olduğu basınç, bir yapıda ve tarif edilen rüzgarın esas basıncı anlaşılmalıdır; genelde yönüne bağlıdır. Ayrodinamik katsayılar rüzgar kanallarında model üzerinde hesaplanması alışıl gelmiştir. Şimdiye kadar Almanya'da böyle denemeler sadece laminar akımlarda hız profili olmadan iyi bir neticeye ulaşılamamıştır. Bu uygulamalar çeşitli bakımdan zordur, çünkü:

1. Rüzgar kanalındaki temin edilebilen reynolds sayıları esas uygulamaların reynolds sayılarının büyüklüğüne erişmemektedir.

2. Esas uygulamanın süraatli havası bir hız ortalamasına sahip olmalıdır.

3. Esas uygulamada etki eden hava akımı sabit değildir.

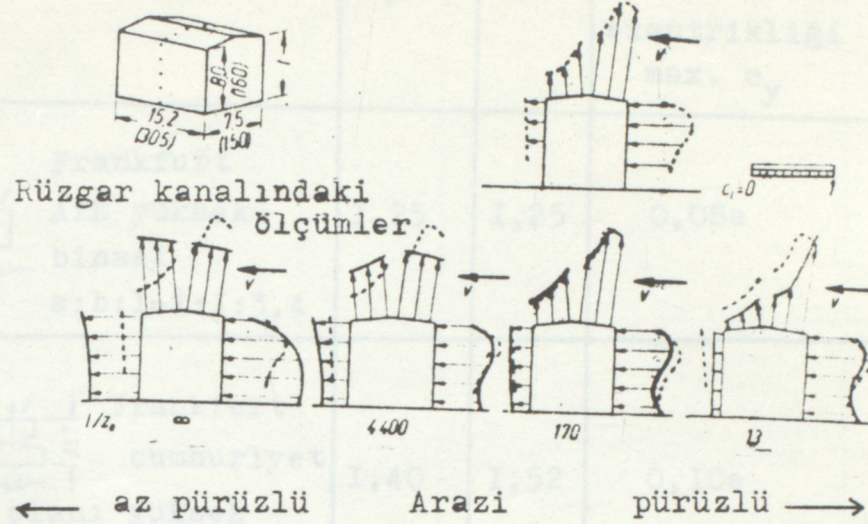
4. Bitişik yapıların tesirleri düzenli olarak dikkate alınmayabilir.

Eğer komşu yapı sistemlerinin alınmasıyla rüzgar kanalı deneyi yapılıyorsa, yapı sistemleri eğri kenarlara sahip oluyorsa (kenarların koparılmasının kararlaştırılması, böyle hallerde ayrodinamik katsayılar geniş ölçüde reynolds sayılarından bağımsızdır) ve rüzgar yükü ortalamasında rüzgar hızının büyüklüğüne bağlı oluyorsa, Scruto [4.17] nun araştırmaları göstermektedir ki, bu uygulamalar genelde emniyetli tarafta bulunan ayrodinamik katsayılar için verilmektedir. Buna karşı yerel ölçülmüş ayrodinamik katsayılar  $c_1$ , ihtiyatlı olarak karşılanmalıdır.

Resim 4.10'daki deney neticeleri zeminin çeşitli pürüzlülükleri altında ve tabiattaki ölçüleri ile mukayese edilmiştir. Çevrenin pürüzlülüğü (rüzgar profili) ile ayrodinamik katsayıların esaslı bir bağlantısı vardır ve tabiattaki ölçülerinin iyi bir uygunlukta aynı pürüzlü yüzlerde rüzgar kanalı boyutlandırılması ile yapılır [4.18].



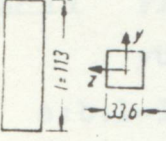
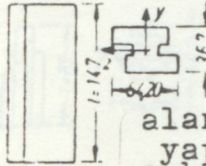
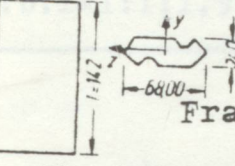
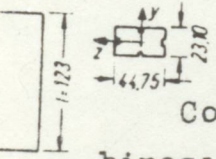
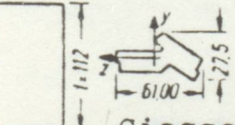
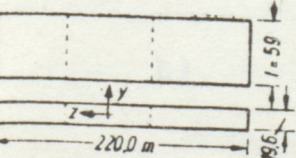
Boyutlar ve ölçü noktası

Tabiattaki ölçümler  $l/z=170$ 

Resim 4.10. Zeminin çeşitli pürüzlülükleri için rüzgar kanalında ve tabiattaki rüzgar yükünün ölçülmesi [4.18].

Dikdörtgen biçimde bütün yüksek yapılar için esas eksenlerdeki akışlarda kullanılan bütün ayrodinamik katsayılar  $c=1,2$  (basınç ve emme) dir. Bütün  $c$  katsayıları en fazla 1,5'a kadar alınabilir (resim 4.11). Rüzgarın dinamik yükleri bölüm 4.2.2.4'de dikkate alınıyor veya (4.7) denkleminde bulunuyor, öyle ki bütün büyük dinamik katsayılar için ön isimlendirme gerekli değildir. Kare alanlar, uzun kenarlar ile düzenlenmiş perdeler her durumda akış eğrilerine bağlı olarak bütün ayrodinamik katsayıları bilinmelidir [4.19], [4.20]. Sadece düzensiz akış eğriliği olan boyutlar için araştırılmalıdır. Bir tahmin için ana eksenlerin rüzgar yüklerinden tahmin edilmiş akış eğriliği bileşkesiyle yapılmalıdır. Rüzgar yüklerinin exantrik tesirinin kafi bir burulma stabilitesinin (sağlamlığının) değeri önceden belirlenmelidir. Resim 4.12'de bir taşıyıcı veriliyor. Burulma hassasiyetli taşıyıcıda ilave olarak minimum resim 4.12b'deki yüklemelerin tespit edilmesi tavsiye edilir. Tek yapı sistemleri genişleme derzleriyle ayrılması uzun perdeli yapılarda özellikle düşünülmelidir (resim 4.13).

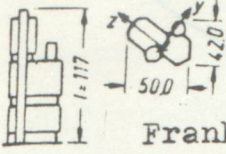
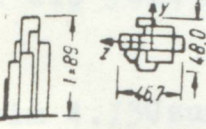


| Yapı                                                                                                                                                                         | max.<br>$c_y$                                        | max.<br>$c_z$ | rüzgar yükü<br>bileşkesinin max.<br>exantrikliği<br>max. $c_y$ | max. emme<br>katsayısı<br>$e_1$          |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|---------------|----------------------------------------------------------------|------------------------------------------|
|  <p>Frankfurt<br/>AfE yüksek<br/>binası<br/><math>a:b:l=1:1:3,4</math></p>                  | 1,25                                                 | 1,25          | 0,08a                                                          | 1,10                                     |
|  <p>Frankfurt<br/>cumhuriyet<br/>alanı yüksek<br/>yapısı<br/><math>a:b:l=1,5:1:4</math></p> | 1,40                                                 | 1,52          | 0,10a                                                          | 1,92                                     |
|  <p>Frankfurt BfG<br/>yüksek binası<br/><math>a:b:l=2,8:1:5,9</math></p>                   | 0,95                                                 | 1,00          | 0,10a                                                          | 1,14                                     |
|  <p>Köln<br/>Colonia yüksek<br/>binası<br/><math>a:b:l=1,9:1:5,3</math></p>               | 1,40                                                 | 1,40          | 0,07a                                                          | 1,10 (çatı<br>yapısında<br>3,31'e kadar) |
|  <p>Giessen Felsefe<br/>binası<br/><math>a:b:l=2,2:1:4,1</math></p>                       | 1,00                                                 | 1,12          | 0,11a                                                          | 1,16                                     |
|  <p>Alman devlet bankası<br/><math>a:b:l=11:1:3</math></p>                                | 1,00<br>yapının<br>3'te bi-<br>ri dışın-<br>da: 1,40 |               | yapının 3'te<br>biri dışında<br>$0,15 \frac{a}{3}$             | 1,16                                     |

Resim 4.II. Birkaç yüksek yapı için y ve z ana eksenlerindeki perodik-  
amik bütün katsayılar düzensiz akış eğrisi, maximum exantrikliği ve max-  
imum emme katsayısı.

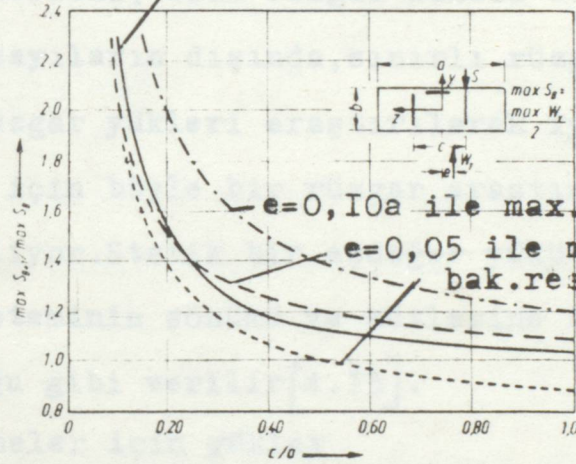


Resim 4.II'in devamı:

|                                                                                                                                              |      |      |   |                            |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|------|---|----------------------------|
|  <p>Frankfurt HLB<br/>yüksek binası<br/>a:b:l=1,2:1:2,8</p> | 1,00 | 0,94 | - | -2,16 dan<br>-2,75'e kadar |
|  <p>Köln Rheinstern binası<br/>a:b:l=1:1:1,9</p>            | 1,04 | 1,00 | - | -                          |

a)

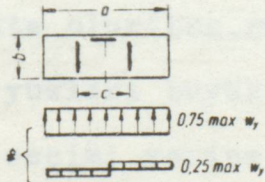
Perdeli yapılar için  $W_y$  ve  $e$   
a:b:l=4:1:10



$e=0,10a$  ile  $\max.W_y$   
 $e=0,05$  ile  $\max.W_y$   
bak.resim 4.I2b  $e=0,083$  ile  
 $0,75 \max.W_y$

Resim 4.I2a.Exantrik seçilen rüzgar yükünde  $\max.S_{B+T}/S_B$   
mukayesesi

b)

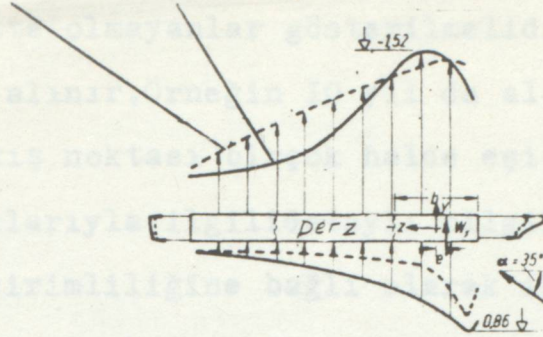


$e=0,083a$  ile  
 $0,75 \max.W_y$

Resim 4.I2b.Exantrik seçilen rüzgar yüklerinin eşdeğer yük  
durumu olarak alınması.



0,46I ve 0,83I de  $\alpha = 35^\circ$ 'lik tesir açısı için  $c_1$ -akışı



Bütün yapılar için:  $\max c_p = 1,0$   
İki dış yapı kesiti için:  $\max c_p = 1,4$   
 $\alpha = 35^\circ$  ise:  $c_p = 1,35$ ;  $c_s = 0,15 b$

Resim 4.13 Uzun perdeli bir yapının kesiti için ayrodinamik katsayılar.

4.2.2.6. Dinamik rüzgar yüklerinin rüzgar kanalı deneylerinden elde edilmesi

Önceden gösterilmiş olan rüzgar kanalı deneylerinde elde edilen ayrodinamik katsayıların dışında, sınırlı rüzgar kanalı tabakasında da azami dinamik rüzgar yükleri araştırılarak iyi bir netice elde edilir. Bir yüksek yapı için böyle bir rüzgar araştırmasının neticeleri resim 4.14'te gösteriliyor. Statik bir eşdeğer yükü rijitliğine (öz periyod süresi), yapı sisteminin sönümü ve kütlelerine bağlı olarak çıkacak olasılıklarda olduğu gibi verilir [4.15].

#### 4.2.2.7. Cephe elemanları için yükler

Cephe elemanları için yükler, yüksek yapıların taşıyıcısının hesaplanmasında kullanılan rüzgar yükleri 3 noktada esaslı olarak ayrılırlar. Bir defa kapalı cephe elemanlarının kenarları boyunca emme katsayıları dik-kate değer büyüklükte olur (bak. resim 4.10 ve 4.11). Yerel tesirler için ortalamasız rüzgar yükleri büyük yüzeylere tatbik edilir. Yani yapının statik rüzgar yükü seçimi yerine 2s ortalama aralık, kısa ortalama aralıkların maximum rüzgarına temel teşkil eder. Buna büyük esaslı basınç uygulanır. Diğer taraftan cephe elemanlarının zararlı neticelerine dikkat



edilerek,yüksek yapının taşıyıcı yapı elemanlarında olduğu gibi aynı emniyette olmayanlar gösterilmelidir.Kısa bir tekrarlama süresi olarak 20 yıl alınır.Örneğin 10 yıl da alınabilir.Sonradan isimlendirilmiş iki bakış noktası birçok halde eşitlenir.Bunun için dış emme ve basınç katsayılarıyla ilgilidetaylı bilgiler [4.19]'da bulunmaktadır,cephelerin geçirirmliliğine bağlı olarak iç basınç katsayıları süperpoze edilir.150 m'ye kadar yüksek yapılarda cephelerin boyutlandırılmasında tahmini olarak

$$\text{bütün emme } 250 \text{ kp/m}^2$$

$$\text{ve bütün basınç } 140 \text{ kp/m}^2$$

alınabilir.

#### 4.2.2.8.Bozucu ivmelere karşı yayılma

Yüksek narin yapılar düzenli olarak bozucu ivmelere karşı hesaplanmalıdır.İvmenin maximum değeri yaklaşık olarak şöyle hesaplanır.

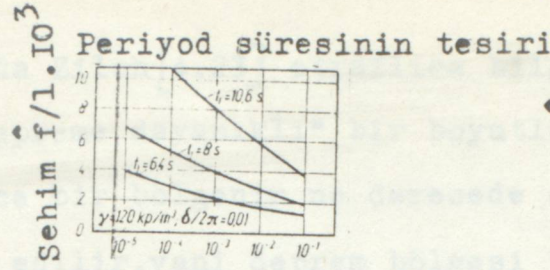
$$a_{\max} = \left( \frac{2\pi}{t_1} \right)^2 \cdot y^* \dots\dots\dots (4.10)$$

Efektif dinamik yükler  $w_i^*$ , altında sehim  $y^*$  ile ifade edilir. $w_i^*$  için (4.9) denkleminin yardımı ile yaklaşık tarzda geçerlidir.

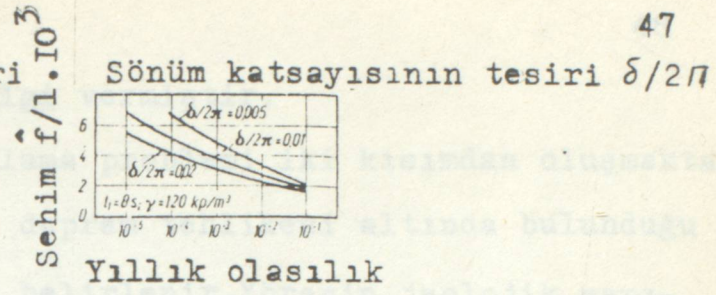
$$w_i = 0,8 \cdot c_i \cdot 2,5 \cdot (-0,4) \cdot \bar{v}_z^2 / 2 \dots\dots\dots (4.11)$$

Kısa tekrarlama sürelerinin rüzgar hızı  $\bar{v}_z$  dir.Bunun için genelde yıllık en sık maximum (extrem)değer verilir. $a_{\max}$  ivmesinin maximum değeri (Schleitelwert)aşılma büyüklüğü 0,01g dir,öyleki periyodik hareketler durumu altında uzun sürelerde elde edilir [4.11], [4.16].Bu hallerde doğru araştırmalar yapılmış olur.

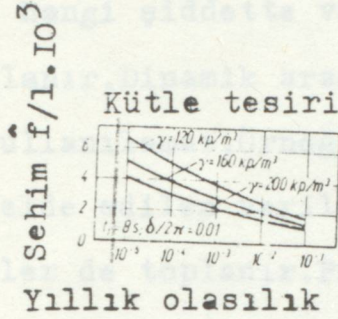




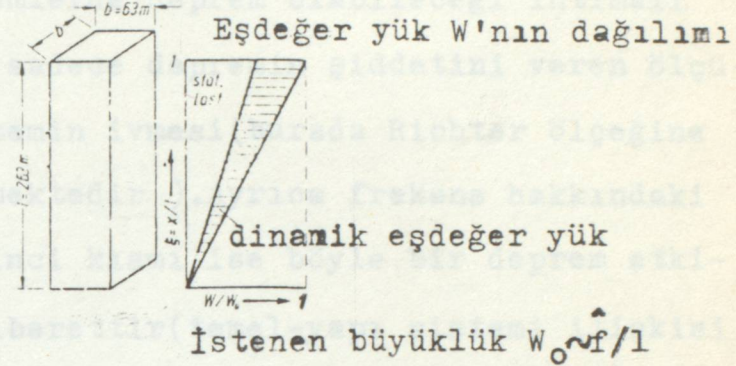
Yıllık olasılık



Yıllık olasılık



Yıllık olasılık



Resim 4.14. Bir yüksek yapı için rüzgaryükü izahatları[4.15].

#### 4.2.3. Deprem yükleri

##### 4.2.3.1. Problemin konumu ve basitleştirilmiş ispatlar

Almanyada deprem olasılığı düşük olduğundan (zemin ivmelerinin orta-ya çıkma ihtimali düşük olması nedeniyle) yapıların deprem yüklerine göre hesabı genellikle gerekmemektedir. Ancak bazı bölgelerde deprem etkileri DIN 4149[4.21]'de tavsiye edildiği şekilde düşey yüklerin statik eşdeğer yüklere çevrilmesi sayesinde hesaplara dahil edilmektedir. Bu ilave yüklerin içinde gayet basitleştirilmiş bir biçimde deprem zonları faktörü, zeminin yapısı ile ilgili faktörler ve titreşim tehlikesi ile ilgili faktörler mevcuttur. Bu konuda çok basite indirgenmiş veriler "Baden-Württemberg" eyaleti için geçerli olan kasım 1972 tarihli yönetmelikte mevcuttur[4.22].

Periyod (titreşim) davranışı çok belirgin olan ve malzemenin sınır değerlerine inilmiş yüksek yapılarda (hele bunların deprem tehlikesinin yüksek olduğu bölgelerde yapılmaları halinde) bu konuda belirli bir ölçüde bilgi edinebilmek için yapı dinamiğine ve yapı dinamiği esaslarına başvurmak gerekir. Bu konudaki araştırmalar ve pratikteki tecrübeler



hakkında Zilch[4.23] etraflıca bilgi vermiştir.

"Depreme dayanıklı" bir boyutlama problemi iki kısımdan oluşmaktadır.Önce bir bölgenin ne derecede deprem tehlikesi altında bulunduğu tahmin edilir,yani deprem bölgesi belirlenir.Yörenin jeolojik yapısından ve deprem tahriçesinden yola çıkılarak söz konusu bölgede gelecekte hangi şiddette ve hangi dönemlerde deprem olabileceği ihtimali hesaplanır.Dinamik araştırma için sadece depremin şiddetini veren ölçüler kullanılamaz.Örneğin maximum zemin ivmesi(burada Richter ölçeğine göre elde edilen veriler kastedilmektedir ).Ayrıca frekans hakkındaki bilgiler de toplanır.Problemin ikinci kısmı ise böyle bir deprem etkisini yapı üzerinde araştırmaktan ibarettir(temel-yapı sistemi ilişkisi çerçevesinde).Yüksek yapıya öyle bir konstrüksiyon verilmelidir ki,hem rijitliğini korusun hem de depreme dayanıklı olsun [4.26],[4.27].

#### 4.2.3.2.Almanya için deprem haritası

Resim 4.15'de Federal Almanya'nın deprem zonları(bölgeleri)gösterilmiştir.Söz konusu şekilde deprem bölgeleri I2 ölçekli Mercalli-Sieberg-ölçeğine göre belirlenen muhtemel maximum-intensitet(maximum deprem şiddeti) $I_{max}$  ve [4.24] ve buna ilişkin maximum zemin ivmeleri  $a_{max}$  dikkate alınarak belirlenmiştir.[4.25] 8 baremini aşan deprem şiddeti Almanya'da şimdiye kadar görülmemiştir.Resimdeki harita gözlemlenen deprem şiddetinin extrapolasyonu sayesinde geoteknik esaslar dikkate alınarak hazırlanmıştır.

Resim 4.16'da Türkiye deprem haritası verilmiştir.Bu haritada deprem bölgeleri ve deprem şiddetleri gösterilmiştir.Türkiye deprem kuşağındadır.Bundan dolayı dinamik tesir olarak deprem yükleri alınır.

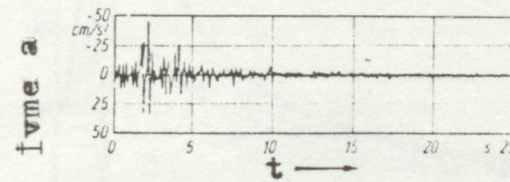
#### 4.2.3.3.Deprem sarsıntısının temsil edilmesi(görüntülenmesi)

Bir sismografin çizdiği eğriler (resim 4.17)depremin temsili resmi olarak değerlendirilebilir.Tahrik edici unsur olarak sismografin çizdiği ivme eğrisinden tüm sistemin reğaksiyonu(tepkisi)bilinen metotlara göre hesaplanabilir [4.23].Ancak bunun için çok büyük nümerik hesaplar





Resim 4.15. Federal Almanya'nın deprem bölgeleri: Muhtemel maximum deprem şiddetleri  $I_{\max}$  ve buna bağımlı maximum zemin ivmeleri  $a_{\max}$  [4.24], [4.28], [4.29], [4.25] den.



Resim 4.17. Bir deprem esnasında zemin ivmesinin kaydedilişi.

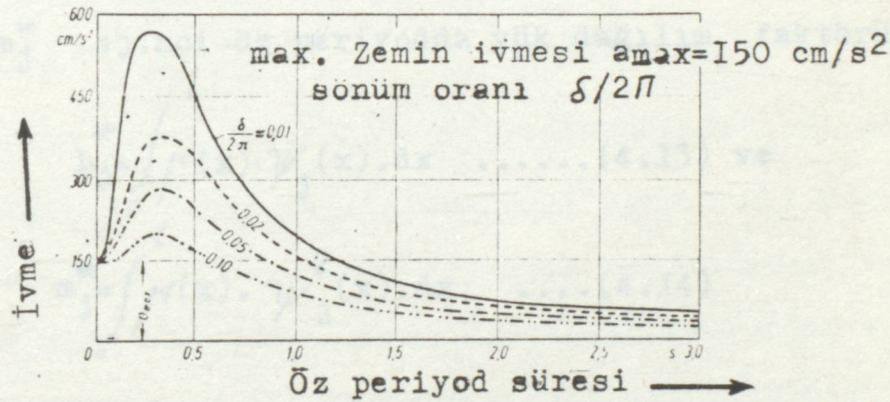
(Alexander Building, San Francisco, 22 Mart 1957, bileşken N 81 0).

yapmak gerekmektedir ve çok uzun işlemler gerektirir.

Deprem kayıtlarından elde edilen bir reğaksiyon-tayfı (spektrumu) ile temsil edilmesi halinde birçok enformasyon toplu halde elde edildiği gibi daha sonraki işlemler için de kolaylık sağlanmış olur. Söz konusu tayf(spektrum) eşit sönümlü ve muhtelif periyod süreli kitle rezonatörlerinin deprem sarsıntısı karşısındaki tepkisini göstermektedir ve mühendislik hesapları için çok önemli bilgiler içermektedir. Bu bil-



giler frekans miktarı, maximum zemin ivmesi ve maximum amplitütlerdir. Ancak tepkilerin zamansal bağlantıları (birbirine zamansal bağımlılıkları) ve depremin ne kadar süreceği hakkında bilgi içermektedir. Genellikle ivme-reğaksiyon-spektrumu çizilir (resim 4.18). Rezonans dolayısı ile tek bir spektrumun veya her bir spektrumun birçok minimum ve maximum noktası vardır. Ancak bu noktalar (extrem değerler) boyutlandırma için kullanılacak bir spektrumun, yani gerçek veya idealleştirilmiş bir spektrumun seçiminde hesap dışı bırakılırlar. Zira çeşitli depremlerde bu extrem noktalar benzeri şartlar altında bile karakteristik değildirler. Bir gerçek veya idealleştirilmiş spektrum kolaylıkla bölgesel şartlara (dış merkezden uzaklık, depremin merkez üssü üzerindeki kitle kalınlığı, cinsi ve kitle üzerindeki zemin türü gibi) uydurulabilir.



Resim 4.18. Bir Alman-nükleer santrali için ölçülmüş spektrum [4.30] 'a göre.

#### 4.2.3.4. Statik eşdeğer yüklerin tayini

Eğer depremin sönümü büyük alınmazsa ve kitle ile rijitliğinin lineer bir kombinezonu olarak temsil edilebilirse, titreşim denklemleri birçok serbestlik derecesi ile çözümleri birbirinden bağımsız kısmi çözümlere dönüştürülebilir (her bir öz periyod için ayrı bir çözüm şeklinde).



Yüksek yapılar çoğunlukla 1 boyunda ve sürekli yüklü konsol kirişler gibi idealize edilebilirler(resim 4.I9).Bu durumda statik eşdeğer yükler  $h_j(x)$  olmak üzere j.nci öz periyodda(zati periyod veya j.nci öz titreşim modu) şu formül geçerlidir<sup>1</sup>:

$$h_j(x) = \mu(x) \cdot \psi_j(x) \cdot \frac{L_j}{m_j} \cdot S_{a,j} \dots\dots\dots(4.I2)$$

Burada:

$\mu(x)$  :yük

$\psi_j(x)$  :j.nci öz titreşim modu

$S_{a,j}$  :j.nci öz titreşim moduna ait titreşim süresi  $t_j$  esnasında ivme-reğaksiyon spektrum oordinatıdır(bak.resim 4.I7).

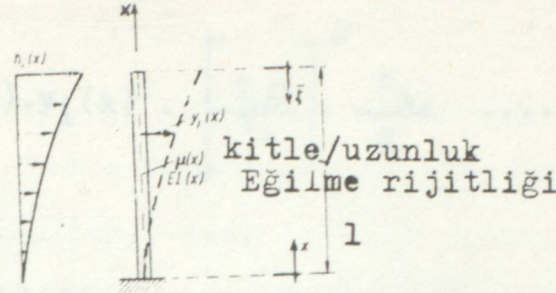
$L_j^*/m_j^*$  :j.nci öz periyodda yük dağılım faktörü

$$L_j^* = \int_0^L \mu(x) \cdot \psi_j(x) \cdot dx \dots\dots(4.I3) \text{ ve}$$

$$m_j^* = \int_0^L \mu(x) \cdot \psi_j^2(x) \cdot dx \dots\dots(4.I4)$$

1)Bu formül eksenlerinin her ikisi de simetrik olan yapılar için geçerlidir.Exantritenin daha büyük olduğu durumlarda özel çözümlere gidilmelidir.Zira bu durumlarda birleşik kayma ve rotasyon periyodları ortaya çıkacaktır. $h_j(x)$  ve diğer formüllerin çıkarılışı örneğin[4.23]'te gösterilmiştir.





Resim 4.19. Sürekli yüklenmiş konsol kirişlerin deprem yüklemesi altındaki durumu.

Yatay yükler sayesinde kesit zorları her bir durum için birbirinden bağımsız olarak elde edilebilir ve sonuçlar süperpoze edilir. Kısımların (her bir durumun) süperpozisyonu kesit zorlarının karelerinin toplamının karekökü şeklinde hesap edilir.

Örneğin eğilme momenti  $M(x)$  için şu şekilde süperpozisyon yapılır.

$$M(x) = \sqrt{\sum_i M_j^2(x)} \quad \dots\dots\dots (4.15)$$

Burada  $M_1(x)$  i.nci durumdaki (periyodlardaki) eğilme momentidir.

Zemin etkisi ve zemin-yapı arasındaki karşılıklı etkileşimde gözönünde tutulacaktır. Bu durumdaki titreşim davranışının ve deprem tahrikindeki değişimin dikkate alınması gerekmektedir. Birçok durumda binanın periyod davranışına ilk frekans etkili olur (yapının I. normal modu bu durumda ilk deprem frekansına bir cevap olarak ortaya çıkar).

Binanın kendi ağırlığı yatay yük olarak alınırsa (yatay yüke dönüştürülürse) ilk öz-periyod  $T_j(x)$ , statik eğilme eğrisine yaklaşık olarak eşitlenirse, (4.13), (4.15), (4.15) ve (5.40) numaralı denklemler ve yer çekimi ivmesi  $g$  ile birlikte şu eşitlik geçerlidir.

$$\frac{L_1^*}{m_1^*} = \frac{\int_0^l M(x) \cdot y_1(x) \cdot dx}{\int_0^l M(x) \cdot y_1^2(x) \cdot dx} = \left[ \frac{2\pi}{t_1} \right]^2 \cdot \frac{1}{g} \quad \dots\dots\dots (4.16)$$



Deprem tahriki(sarsıntısı)sonucu ortaya çıkan yatay yükleme durumu şu şekle girer:

$$h_1(x) = \gamma(x) \cdot y_1(x) \cdot \left[ \frac{2\pi}{T_1} \right]^2 \cdot \frac{S_a}{g} \dots\dots\dots(4.17)$$

Örnek:

L=60 m yüksekliğinde bir yüksek yapıya etkiyecek deprem yüklerinin hesabı istenmektedir. Deprem yüklerinin hesabında 4.18 numaralı resimde görülen idealleştirilmiş spektrum esas alınacaktır. Yüksek yapının rijitliği  $EI=10,8 \cdot 10^6$  Mpm<sup>2</sup> ve üzerindeki sürekli yük ise  $r=250$  mp/m dir. Sönüm katsayısı olarak  $\delta/2\pi=0,07$  alınacaktır(deprem hesaplarında sönüm katsayısı,rüzgara göre hesaplara nazaran bir hayli büyük alınır, zira bu durumda çok büyük gerilmelere müsaade edilmektedir).Maximum zemin ivmesi  $0,65 \text{ m/s}^2$ 'dir.Resim 4.20'de aşağıdaki hesaplarla elde edilen sonuçlar toplu halde gösterilmiştir.

a)Öz-titreşim zamanında göre(denklem 5.38) ve buna ilişkin öz-titreşim moduna göre çözüm:

$$\text{Öz-periyod süresi: } T_1 = \frac{L^2}{1,75} \cdot \frac{r}{EI} = 0,99 \text{ s}$$

Öz-titreşim modu denklemi:

$$\psi_1(x) = \cosh\left(\lambda_1 \frac{x}{L}\right) - \cos\left(\lambda_1 \frac{x}{L}\right) - \frac{\sinh(\lambda_1) - \sin(\lambda_1)}{\cosh(\lambda_1) - \cos(\lambda_1)} \cdot \left[ \sin \frac{\lambda_1 x}{L} - \sin\left(\frac{\lambda_1 x}{L}\right) \right]$$

(4.13), (4.14) ve (4.12) denklemleri ile

$$L_1^* = \frac{r}{g} \cdot \frac{1}{\lambda_1} \cdot 1,468 \quad \text{ve}$$

$$m_1^* = \frac{r}{g} \cdot \frac{1}{\lambda_1} \cdot 1,721$$

fomülleri geçerlidir.

Buna göre yatay yük için şu denklem geçerlidir:

$$h_1(x) = \frac{r}{g} \cdot 0,853 \cdot \psi_1(x) \cdot S_a,$$



Resim 4.18'den  $t_1=0,99$  s için  $S_{a,1}=1,12$  m/s<sup>2</sup> ordinatları elde edilir. Bu değer maximum zemin ivmesi  $a=0,65$  m/s<sup>2</sup>'ye uyarlanırsa  $\tilde{S}_{a,1}=1,20 \cdot 0,65/1,50=0,48$  m/s<sup>2</sup> elde edilir. Öz değer (periyod katsayısı):  $\lambda_1=1,875$  ile birlikte maximum yatay yük olarak:

$$\max h_1=h_1(1)=20,8 \text{ Mp/m geçerli olur.}$$

$$\text{gerilme momenti } M_F=21440 \text{ Mpm'dir.}$$

b) 5.40 denklemine göre öz-periyod süresi için ve ilgili  $y_1$  eğilme eğrisini birinci öz titreşim modu olarak kabul edilen çözüm:

$$y_1(\bar{\xi}) = \frac{r \cdot l^4}{24EI} (3 - 4\bar{\xi} + \bar{\xi}^4) \quad \bar{\xi} = (1-x)/l$$

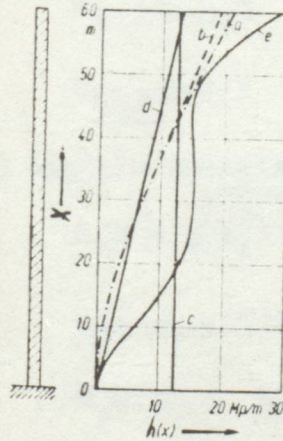
$$t_1 = \frac{2 \cdot \pi \cdot l^2}{\sqrt{g}} \cdot \sqrt{\frac{13 \cdot r}{162 \cdot EI}} = 0,98 \text{ s}$$

4.17 numaralı denklemden:

$$h_1(\bar{\xi}) = 13,35 \cdot (3 - 4\bar{\xi} + \bar{\xi}^4) \cdot S_{a,1}$$

$$\max h_1 = h_1(0) = 19,2 \text{ Mp/m}$$

$$M_F = 19970 \text{ Mpm}$$



Resim 4.20. Deprem yüklerinin karşılaştırılması.

c) DIN 4149 [4.21]'a göre yatay yük

II. deprem bölgesi ve sağlam zeminler için  $\xi=0,05$  geçerlidir.

Buna göre:

$$h(x) = \xi \cdot r(x) = 12,5 \text{ Mp/m}$$

$$M_F = 22500 \text{ Mpm}$$



d)Baden-Württemberg şartnamesine göre yaklaşık yöntem:[4.22]

III.derece deprem bölgesi,2.sınıf inşaat ve sağlam zemin yer için şu aşağıdaki katsayılar geçerlidir:

$$\beta=0,8; \delta=1,2; \lambda=0,8; b_0=0,65 \text{ m/s}^2$$

Buna göre:

$$\max.b=\beta.\delta.\lambda.b_0=0,50 \text{ m/s}^2$$

$$\max.h=12,7 \text{ Mp/m}$$

$$M_F = 15420 \text{ Mpm}$$

e) a şıkkına analogik olarak üç öz titreşim modunun dikkate alınması halinde çözüm:

$$\lambda_1=1,875; t_1=0,99 \text{ s}; \bar{S}_{a,1}=0,48 \text{ m/s}^2$$

$$\lambda_2=4,694; t_2=0,16 \text{ s}; \bar{S}_{a,2}=0,84 \text{ m/s}^2$$

$$\lambda_3=7,855; t_3=0,06 \text{ s}; \bar{S}_{a,3}=0,65 \text{ m/s}^2$$

(4.I2) sayılı denklemden:

$$h_1(x)=10,4 \cdot \psi_1(x)$$

$$h_2(x)=9,3 \cdot \psi_2(x)$$

$$h_3(x)=4,2 \cdot \psi_3(x)$$

(4.I5) sayılı denklemden süperpozisyon ile:

$$h(x)=\sqrt{h_1^2(x)+h_2^2(x)+h_3^2(x)}$$

$$\max.h=h(1)=29,1 \text{ Mp/m}$$

$$M_F=21670 \text{ Mpm}$$



#### 4.3. Isı değişimleri

DIN IO45'e göre eğer kesit boyutları çok değişiyorsa, ısı değişiminin dikkate alınması gerekmektedir. DIN IO45'in I6.5. bölümünde anlatıldığı şekilde tüm taşıyıcı sistemde eşit miktarda olduğu kabul edilen ısı değişimleri genelde  $\pm 15^{\circ}\text{C}$ 'dir. Bu ısı değişimi en küçük ölçü birimi olan 70 cm'lik bir kesitte  $\pm 10^{\circ}\text{C}$  dir veya kabuledilebilir. Taşıyıcı kenar elemanları kısmen veya tamamen binanın kapalı çevresi dışında bulunan yüksek yapılarda bu kuralın dışına çıkılarak böyle binaların kullanım alanlarını kısıtlamamak için ek düşüncelere yer verilmelidir. Klimatize edilen (ısıtılan veya yazın soğutulan) yapı kısımları arasındaki ısı farkı  $\pm 20^{\circ}\text{C}$ 'den fazla olabilmektedir (örneğin Hollanda'da yaz mevsiminde  $20^{\circ}\text{C}$ 'ye varan ısı farkına karşın kış mevsiminde  $-34^{\circ}\text{C}$ 'ye kadar varan ısı farkları ölçülmüştür [4.31]). Yani bunun anlamı ısı değişiminin tüm taşıyıcı sistemde aynı kaldığı kabulü burada artık geçerliliğini koruyamamaktadır. Güneş ışınlarının çeşitli şiddetleri (ışın yoğunluğu) nedeni ile bir yapı elemanında meydana gelebilecek en büyük ısı değişimi bu yapı elemanının krokisine (yani hangi cephelerin daha çok güneş almaya elverişli olduğu); yapı elemanının kalınlığına ve açık havaya maruz kalan kısmının büyüklüğüne bağlıdır.

Bir ölçü olarak  $\pm 20^{\circ}\text{C}$ 'lik bir değer yeterli sayılabilmektedir. Buna göre örneğin  $\Delta l = \Delta t \cdot \alpha_t \cdot l = 20 \cdot 10^{-5} \cdot 10000 = \pm 2$  cm'lik bir boy değişimi sözkonusu olacaktır. Yani 100 m yüksekliğindeki bir yüksek yapının iç ve dış kolonları arasında 2 cm'lik bir boy farkı ortaya çıkacaktır. Bununla kıyaslanabilecek bazı değerleri de Fintel ve Khan [5.49] in araştırmalarında ortaya çıkarmıştır. Bölme duvarlarının konstrüktiv olarak tasarlanmasında ve özellikle tavan ve çatıların mesnetlendirilmesinde (en üst kat için geçerlidir) bu şekildeki deformasyonların ve şekil değiş-tirmelerin itina ile gözönünde bulundurularak hesaplara dahil edilmeleri gerekmektedir.

Açık hava etkileri dolayısı ile iç ve dış kısımlarda bulunan yapı



elemanları arasında ısı değışiklikleri meydana gelir dedik;buna ilave-  
ten dış kısımlarda bulunan yapı elemanları bir de kendi kesitleri için  
deki ısı değışimlerinden de etkilenmektedirler.Çok çabuk değışen(veya  
relatif çabuk)dış sınır şartları dolayısı ile kesitteki ısı-değışimi-  
seyri(Temperaturverlauf) yerel değildir.Bu sebepten dolayı ısı değışı-  
mi ile ortaya çıkan kesit zorları seçilen sisteme dayanan zorlanmalar-  
dan vokesitin kendi içinde oluşacak öz gerilmelerden ibarettir.Sisteme  
dayalı zorlanmalardan ileri gelen gerilmeler çoğunlukla pek azdır ve  
genelde dikkate alınmaz.Realist bir  $\Delta t = t_{\text{dış}} - t_{\text{iç}} = 10^{\circ}\text{C}$  için bu durumda  
her iki tarafından da tam gerilmiş bir çubuk için:

$$\sigma = \frac{M}{W} \Delta t = \frac{E \cdot I \cdot \alpha_t \cdot t}{dW} = \frac{E \cdot \alpha_t \cdot t}{2} = \frac{3,5 \cdot 10^5 \cdot 10^5 \cdot 10}{2} = 17,5 \text{ Kp/cm}^2$$

Buna mukabil öz-gerilmeler,yani kesitin kendi içinde oluşacak gerilme-  
ler bir hayli yüksek mertebeye ulaşmaktadır.Bu durumda daha(yani halen  
) lineer bir değıştirme gösteren ve yine lineer değışen kesit zorları  
ortaya çıkaran ve en çok  $\pm 20^{\circ}\text{C}$  mertebesine ulaşan ısı değışimlerinde  
öz gerilmeler

$$\sigma = E \cdot \alpha_t \cdot t = 3,5 \cdot 10^5 \cdot 10^5 \cdot 20 = \pm 70 \text{ kp/cm}^2$$

değerine ulaşmaktadır.Bu örnekten de anlaşılacağı üzere yapıdaki taşı-  
yıcı kenar elemanlar koruyucu bir tabaka ile kaplanmalıdırlar.Bunlar  
olmazsa ısı değışimleri itina ile izlenmelidir.

## 5.ÖN BOYUTLANDIRMA İÇİN YARDIMCI HESAPLAR

5.1.Yatay yükler altında (yatay yüklere karşı)taşıyıcı yapı eleman-  
ları

Taşıyıcı yapı elemanları ve döşemeler statik bakımdan yüksek merte-  
beden bilinmiyen ihtiva eden sistemlerdir.Hesap miktarını tahammül edi-  
lebilir derecede tutmak için idealize edilmiş kabullere ve statik sis-  
temlerin basitleştirilmesine gerek duyulmaktadır.Ancak bu basitleştir-  
me olayına sadece ve sadece idealize edilmiş sistem esas sistemin de-



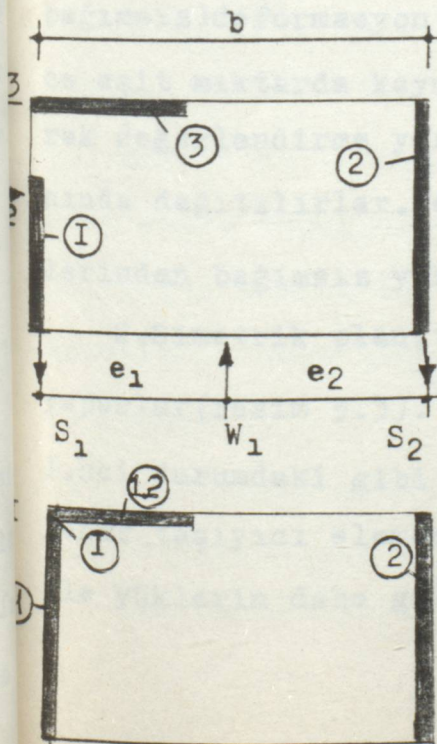
formasyonlarını içeriyorsa müsaade edilir. Bu şekilde tasarlanan özdeş sistemler [5.1]'de etraflıca ele alınmıştır.

#### 5.1.1. Düzlemsel ve uzaysal (hacimsel) taşıyıcı sistemler

Normal olarak iki çeşit idealize edilmiş sistem kabul edilir. Döşeme dilimleri kendi düzlemleri içinde etkiyen kuvvetlere karşı rijittirler. Döşemelerin plak şeklindeki davranışlarının dikkate alınması gerekmediğinden döşeme ile taşıyıcı elemanlar arasında mafsallı bir birleşim düşünülebilir. Bu şartlar altında döşeme dilimleri yatay yük etkisi halinde kendi düzlemleri içinde rijit cisim hareketi yaparlar. Bu hareketler esnasında taşıyıcı elemanların (Aussteifungselement) deformasyonları ile döşeme dilimlerinin deformasyonları birbirine uyum sağlamalıdır. Taşıyıcı elemanların plandaki konumlarına göre sistemin düzlemsel bir sistem olarak mı yoksa uzaysal (hacimsel) bir sistem olarak mı değerlendirilmesi gerektiğine karar verilir.

Statik bakımdan belirli ve statik bakımdan belirsiz (izostatik ve hiperstatik) olmak üzere iki grup mevcuttur.

Statikçe belirli olan sistemlerde (izostatik sistemlerde) (resim 5.1) yüklerin herbir taşıyıcı eleman üzerine dağıtılması denge denklemleri ile gerçekleştirilir.



Yükleme durumu  $W_1$ :  $W_1$  yükü kuvvet kolu kanununa göre (momentlerin dengesi) 1 ve 2 numaralı perdelerine dağıtılır.

$$S_1 = W_1 \frac{e_2}{b} ; S_2 = W_1 \frac{e_1}{b}$$

Yükleme durumu  $W_2$ :  $W_2$  yükü sadece 3 numaralı perde tarafından alınmaktadır.

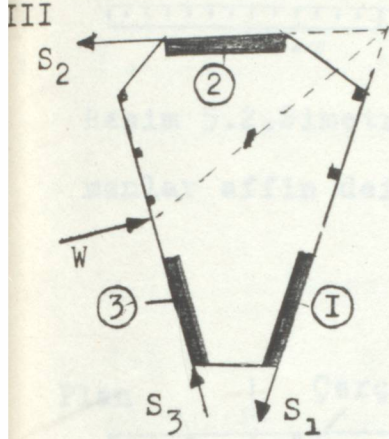
$$S_3 = W_2 ; W_2 e_3 \text{ uç momenti } S_2 = -S_1 = \frac{W_2 \cdot e_3}{b}$$

Resim 5.1. İzostatik taşıyıcı sistemler.



kuvvetleri tarafından alınmaktadır.

II-Sistem:I numaralı sistemdeki I ve 3 nolu perdeler her istikamette rijit olan bir kiriş şeklinde düşünülebilir.Bir çok durumlarda II numaralı sistem I numaralı sistem şeklinde hesaplandığından daha yakın bir incelemeye gerek duyulmamaktadır.I perdesi I.1 ve I.2 şeklinde düşünülür.



III. Sistem:W kuvveti ya Cullman yöntemine göre grafik yolla yada

$$X=0, \quad Y=0, \quad M=0$$



denge denklemleri ile her üç perdeye dağıtılır.

Bu şekildeki bir sistem örneğin sadece ve sadece üç perdeden oluşan ve simetri eksenleri birbirini hiç bir noktada kesmeyen perdelerden oluşan bir sistem olabilir.

Statik bakımdan hiperstatik sistemlerde yük dağılımı için deformasyonlarında gözönüne alınması gerekmektedir.Esas itibariyle bu durum için şu olası durumlar mevcuttur.

1.Simetrik plan,tüm taşıyıcı elemanlar(perdeler) affin(birbirinden bağımsız)deformasyon yaparlar(resim 5.2).Simetrik yükleme altında sadece eşit miktarda kayma meydana gelir,yani bir düzlemsel bir sistem olarak değerlendirme yerinde olacaktır.Yükler perdenin rijitlikleri oranında dağıtılırlar.Perdeler kendi paylarına düşen yükler altında birlerinden bağımsız yük taşıyıcılar olarak hesaplanabilirler.

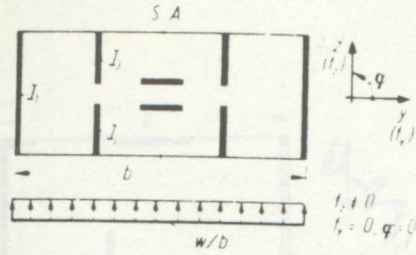
2.Simetrik plan,taşıyıcı elemanlar(perdeler)çeşitli deformasyon yaparlar(resim 5.3).

I.nci durumdaki gibi problemin düzlemsel olarak ele alınması mümkündür. Beher taşıyıcı eleman(perdenin)çeşitli deformasyonlar yapması nedeni ile yüklerin daha geliştirilmiş bir yöntem düşünmeksizin basitçe dağıl-

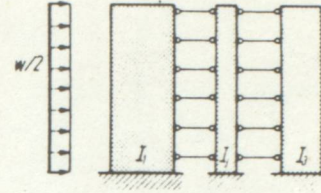


ması mümkün değildir.

Plan



İdealize edilmiş düzlemsel sistem



j.inci perdeye gelen yük miktarı:

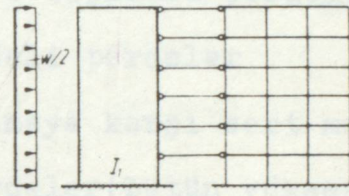
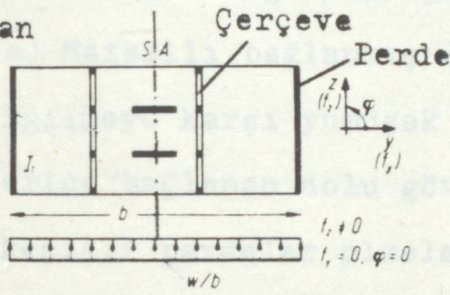
$$W_j = \frac{W}{2} \frac{I_j}{\sum_{i=1}^3 I_i}$$

Resim 5.2.Simetrik taşıyıcı sistemi(perdeli sistem);tüm taşıyıcı elemanlar affin deformasyon yaparlar.

Düzlemsel eşdeğer sistem

(Bölüm 5.I.2.3'te hesap esasları veriliyor)

Plan



Resim 5.3.Simetrik taşıyıcı sistemi(perde);taşıyıcı elemanlar çeşitli deformasyonlar yaparlar

3.Plan ve taşıyıcı elemanlar 1. ve 2.'deki gibidir,ancak exantrik yükleme mevcuttur.

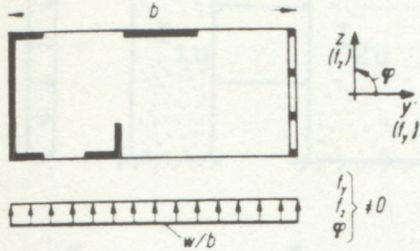
Eğilme ve torsiyon(burulma)etkileri birbirinden ayrı ele alınır ve daha sonra süperpoze edilir.Geniş perdelerde burulma momentini bir kuvvet çifti olarak en dış dilimlere etkitmek yeterli olacaktır.Burulma momentinin daha ince bir biçimde hesaplama şekli bölüm 5.I.3.I.'de anlatılmıştır.

4.Düzensiz olarak yerleştirilmiş taşıyıcı elemanların bulunduğu planlar(resim 5.4).

Sistem hem kayma hemde dönme etkisine maruzdur.Sistem uzaysal(ha-



cimsel) olarak hesaplanacaktır. Bir kaç hesap imkanı bölüm 5.1.3.1'de anlatılmıştır.



Resim 5.4. Simetrik olmayan (asimetrik) taşıyıcı sistem.

### 5.1.2. Düzlemsel taşıyıcı sistemler

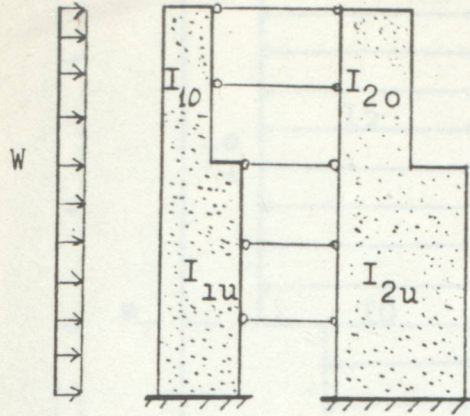
#### 5.1.2.1. Dolu gövdeli perdeler ve boşluklu perdeler

##### a) Mafsallı bağlanmış dolu gövdeli perdeler

Eğilmeye karşı yumuşak ve gerilmeye karşı sert malzemeler ile birbirlerine bağlanan dolu gövdeli perdeler (bütün yükseklikler boyunca sabit kesitli perdeler olmaları halinde) rijitlikleri oranında, yük dağılımından ortaya çıkan yüklemeler için, kuvvet taşıyan eleman olarak hesap edilirler. Ancak yükseklik boyunca kesitte değişiklikler ortaya çıkarsa (resim 5.5); bu durumda eğer her bir perdenin rijitliği kesit değişikliği olan bölgenin alt ve üst kısmındaki toplam rijitliklere eşit olursa yük dağılımı eşdeğer sistemde kabul edilen yük dağılımı ile aynı kabul edilebilir. Aksi taktirde moment diyagramında kesit değişikliği olan yerde süreksizlikler meydana gelecektir. Zira her bir perdenin eğilme eğrisinin sürekli olması (veya aynı eğri olması) kesme kuvvetinin toplamının da rijitlikler oranında dağıtılmasını gerektirecektir. Ancak moment diyagramındaki bu süreksizlik eşdeğer sistem ile bir karşılaştırma yapılmasına müsaade etmez. Zira döşemeler sadece perdeden gelen kuvvetleri aktarırlar, ancak taşıyıcı elemanlar arasındaki eğilme momentini aktarmazlar.



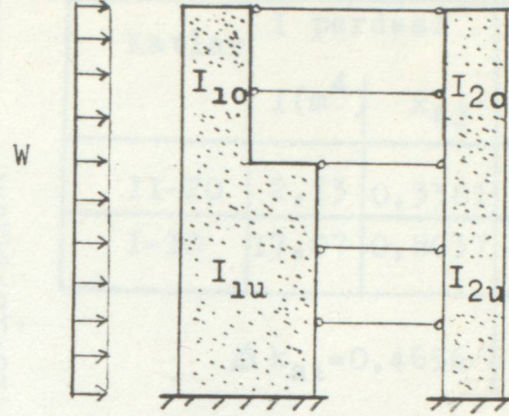
a)



$$\frac{I_{1,u}}{I_{1,u} + I_{2,u}} = \frac{I_{1,o}}{I_{1,o} + I_{2,o}}$$

yüklerin rijitlikleri  
oranında dağıtılması doğrudur.

b)



$$\frac{I_{1,u}}{I_{1,u} + I_{2,u}} = \frac{I_{1,o}}{I_{1,o} + I_{2,o}}$$

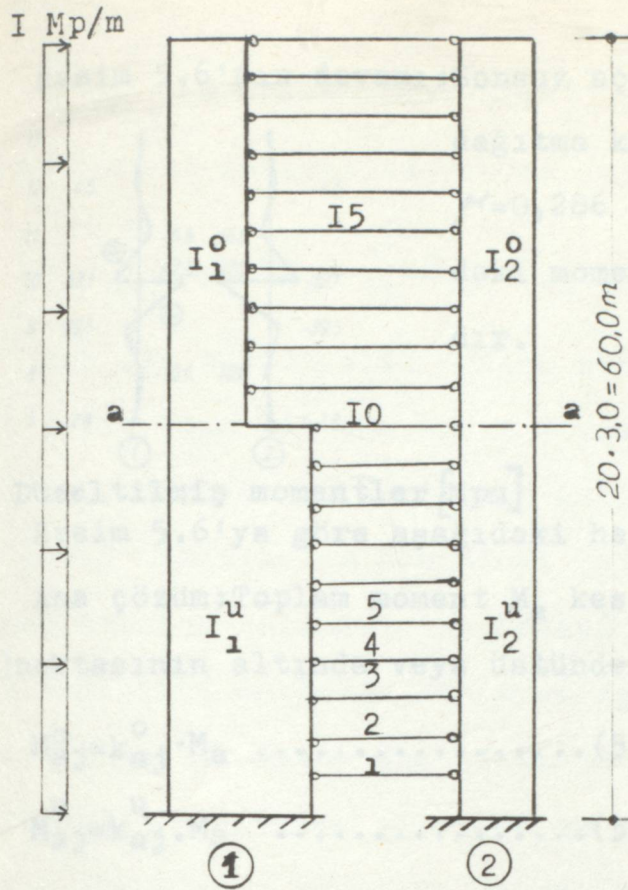
yüklerin rijitliklere göre dağıtılma  
sı yüklerde yer değişikliği yapılma-  
sı suretiyle düzeltilmelidir.

Resim 5.5. Aniden değişen kesitli ve mafsallarla birbirine bağlanmış dolu gövdeli perdeler.

Kahn [5.2] yüksekliği boyunca aniden kesiti değişen dolu gövdeli perdelerde yatay yükleme altında kuvvetlerin dağılımının tespitine ilişkin mükerrer bir dağıtma anahtarı vermiştir. Bu yöntem küçük hesap makinalarında da uygulanabilen bir fortran programını da içermektedir.

Gluck [5.3] ise iki hesap adımından oluşan ve özellikle el ile hesap yapmak için daha uygun bir hesap yöntemi hakkında bilgi vermiştir. Birinci adımda, ki bu adım ana çözüm denmektedir, tüm yükseklik boyunca sürekli olan bir eğilme eğrisinin mevcut olduğu kabul edilir. İkinci adımda bir düzeltme yapılır. Bu düzeltme esasında perdelerin eğilmelerinin (sehimlerinin = bel vermelerinin) sadece kat seviyesinde eşit olduğu varsayılır.



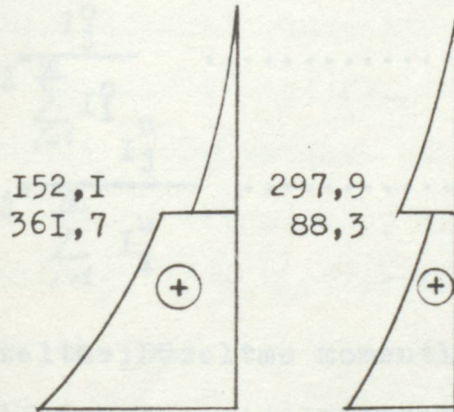


Kesit değerleri

| Katlar | I perdesi          |                 | 2 perdesi          |                 |
|--------|--------------------|-----------------|--------------------|-----------------|
|        | I(m <sup>4</sup> ) | k <sub>aj</sub> | I(m <sup>4</sup> ) | k <sub>aj</sub> |
| II-20  | 2,13               | 0,338I          | 4,17               | 0,6619          |
| I-10   | 17,07              | 0,8037          | 4,17               | 0,1963          |

$$\Delta k_{a1} = 0,4656$$

$$\Delta k_{a2} = 0,4656$$



Temel çözüme uygun eğilme momentleri

Temel çözüm:

$$M_a = I \cdot 0.30,0^2 / 2 = 450,0 \text{ Mpm}$$

$$M_{a1}^o = 450 \cdot 0,338I = 152,1 \text{ Mpm}$$

$$M_{a1}^u = 450 \cdot 0,8037 = 361,7 \text{ Mpm}$$

$$M_{a2}^o = 450 \cdot 0,6619 = 297,9 \text{ Mpm}$$

$$M_{a2}^u = 450 \cdot 0,1963 = 88,3 \text{ Mpm}$$

Düzeltilme:

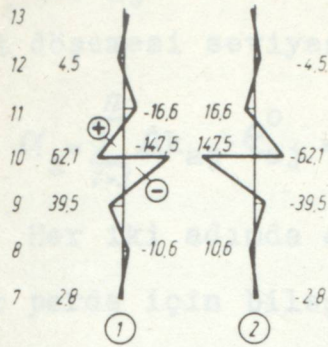
|       | 1               | 2          | 3          | 4               | 5          | 6               | 7          | 8          | 9          | 10         | 11         |                              |                              |                  |                  |
|-------|-----------------|------------|------------|-----------------|------------|-----------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------------------------|------------------------------|------------------|------------------|
| Perde | $\Delta k_{aj}$ | $e_{aj}^o$ | $e_{aj}^u$ | $\Delta k_{aj}$ | $e_{aj}^o$ | $\Delta k_{aj}$ | $e_{aj}^u$ | $\alpha_a$ | $k_{aj}^o$ | $\alpha_a$ | $k_{aj}^u$ | $\frac{(4)-(6)}{1-\alpha_a}$ | $\frac{(5)-(7)}{1-\alpha_a}$ | $\bar{M}_{aj}^o$ | $\bar{M}_{aj}^u$ |
| 1     | 0,4656          | -0,1109    | 0,8891     | -0,0516         | 0,4140     | 0,0613          | 0,1456     | -0,1379    | 0,3278     | 62,1       | -147,5     |                              |                              |                  |                  |
| 2     | -0,4656         | -0,5000    | 0,5000     | 0,2328          | -0,2328    | 0,1199          | 0,0356     | 0,1379     | -0,3278    | -62,1      | 147,5      |                              |                              |                  |                  |

Resim 5.6. Aniden değişen kesitli ve birbiri ile mafsallı olarak bağlanmış olan iki dolu gövdeli perde için hesap örneği [5.3].

Bu resmin üst kısmında kesit değerleri ve tablolar halinde hesaplar mevcuttur



Resim 5.6'nın devamı: Sonsuz açıklıklı mütemadi kirişlerde moment



dağıtma katsayısı (moment dengeleme katsayısı)

$\mu = 0,286$  dır. Buna göre her iki perde için yandaki moment düzeltme eğrisi ortaya çıkmaktadır.

Düzeltilmiş momentler [Mpm]

Resim 5.6'ya göre aşağıdaki hesap sırası izlenecektir:

Ana çözüm: Toplam moment  $M_a$  kesit değişikliklerinin meydana geldiği

(a) noktasının altında veya üstündeki j.inci perde için:

$$M_{aj}^0 = k_{aj}^0 \cdot M_a \quad \dots\dots\dots (5.1)$$

$$M_{aj}^u = k_{aj}^u \cdot M_a \quad \dots\dots\dots (5.2)$$

burada:

$$k_{aj}^0 = \frac{I_j^0}{\sum_{i=1}^n I_i^0} \quad \dots\dots\dots (5.3)$$

$$\text{ve } k_{aj}^u = \frac{I_j^u}{\sum_{i=1}^n I_i^u} \quad \dots\dots\dots (5.4)$$

Düzeltilme: Düzeltme momentleri  $M_{aj}^0$  ve  $M_{aj}^u$  belirlenecektir. Bu eğilme momentleri kat seviyelerinde kaydıralamaz olarak kabul edilen perdelerde kesitin değiştiği yerde yukarıya veya aşağıya doğru uzatılırlar. Düzelttilmiş momentler şu aşağıdaki denklemlerden elde edilirler.

$$\bar{M}_{aj}^0 = -\beta_{aj}^0 \cdot M_a \quad \dots\dots\dots (5.5)$$

$$\bar{M}_{aj}^u = \beta_{aj}^u \cdot M_a \quad \dots\dots\dots (5.6)$$

burada:

$$\beta_{aj}^0 = \frac{I}{I - \alpha_a} (\rho_{aj}^0 \cdot \Delta k_{aj}^0 - \alpha_a \cdot k_{aj}^0) \quad \dots\dots\dots (5.7)$$

$$\beta_{aj}^u = \frac{I}{I - \alpha_a} (\rho_{aj}^u \cdot \Delta k_{aj}^u - \alpha_a \cdot k_{aj}^u) \quad \dots\dots\dots (5.8)$$

$$\Delta k_{aj}^u = k_{aj}^u - k_{aj}^0 \quad \dots\dots\dots (5.9)$$



$e_{aj}^o, e_{aj}^u$  = a düğüm noktasında j perdesine etkiyen eğilme momenti için kat döşemesi seviyesinde kayma yapmıyacak biçimde mesnetlenmiştir.

$$\alpha_a = \sum_{j=1}^n \Delta k_{aj} \cdot e_{aj}^o = \sum_{j=1}^n \Delta k_{aj} \cdot e_{aj}^u \dots\dots\dots (5.10)$$

Her iki adımda elde edilen sonuçların süperpozisyonu sayesinde her bir perde için bileşke kesit zorları elde edilir. Kesim 5.6'ya göre çözülmüş örneğinde gösterildiği gibi kesit değişikliği dolayısı ile ortaya çıkan bozukluk en yakındaki kata etki etmektedir ve daha sonra çabucak ortadan kalkmaktadır. Ortaya çıkan bu düzensizlik (bozukluk) kesitin değiştiği noktadan itibaren aşağı ve yukarı doğru üç kat ile sınırlandırılabilir. Bunun dışındaki bölgeler için her taşıyıcı elemanın yerel (lokal) rijitliğe göre toplam kesme kuvvetlerinin dağıtılması yeterli doğrulukta sonuçlar vermektedir.

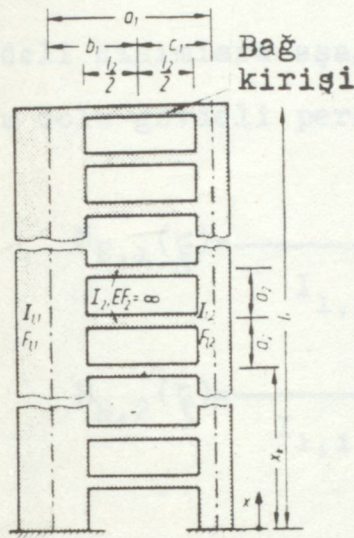
b) Tek açıklıklı, düzenli olarak ayrılmış perdeler (boşluklular)

Tek açıklıklı boşluklu perdeler için sürekli bir eşdeğer sisteme dayanan bir hesap metodu gayet iyi sonuç vermiştir. Bu konuya ilişkin bir çok yayın mevcut olup bunların adına sadece Beck [5.4], [5.5], [5.6] ve Rosman'ın [5.7], [5.8] çalışmaları hatırlatılacaktır. Bu konuda 1967'ye kadar hazırlanan literatür hakkında [5.6]'da yeterli bilgi vermiştir. Çözümler bir hayli düzensiz sistemlerde de ön tasarlama safhasında gayet kullanışlıdır. Bunun için ilgili sistemin exantristenin kullanılması gereklidir (örneğin kat yükseklikleri). Çalışmalar [5.6] düzgün yayılı yük, üçgen yayılı yük ve tekil yük durumları için değerlendirilecektir. Hesaplar Rosman'a göre farklı olup boşluklu perde duvarlarının (Stiel<sup>1</sup>) rijitlik oranlarının herhangi bazı halleri için bağ kirişlerindeki (Riegel<sup>2</sup>) moment sıfır noktalarının gerçek yerlerini içerir.

<sup>1</sup>) Stiel kelimesi sap veya kol anlamına gelir. Ancak bu kelime ile perde deki boşlukların sağ ve solundaki dolu gövdeli kısımlar kastedilmiştir.



Tabirler ve sistem parametreleri resim 5.7'de gösterilmiştir. Böylece çok hesap yapılmaksızın bağ kirişlerindeki kesme kuvvetlerini, perdenin boşluklarının sağ ve sol tarafındaki dolu duvar kısımlarındaki eğilme momentlerini, normal kuvvetlerini ve sistemin başlık ötelenmesi (Kopfauslenkung<sup>3</sup>) belirlemek mümkündür. Herhangi bir  $X_K$  noktasındaki  $Q_K$  bağ kirişi kesme kuvveti  $X$ 'in bir fonksiyonu olarak kabul edilir.



$$\Delta = \frac{c_1 I_{1,1} - b_1 I_{1,2}}{I_{1,1} + I_{1,2} + 12 \frac{l_2}{a_2} \frac{I_{1,1} I_{1,2}}{I_2}}$$

$$\hat{b}_1 = b_1 + \Delta,$$

$$\hat{c}_1 = c_1 - \Delta,$$

$$\eta = 12 \left( \frac{\Delta}{l_2} \right)^2 + \frac{a_2}{l_2^3} \left( \hat{b}_1^2 \frac{I_2}{I_{1,1}} + \hat{c}_1^2 \frac{I_2}{I_{1,2}} \right)$$

$$\alpha^2 = \frac{12 a_1^2 l_1^2}{a_2 l_2^3 (1 + \eta)} \frac{I_2}{(I_{1,1} + I_{1,2})}$$

$$\gamma^2 = 1 + \frac{(I_{1,1} + I_{1,2})}{a_1^2} \left( \frac{1}{F_{1,1}} + \frac{1}{F_{1,2}} \right)$$

$$\xi = \frac{x}{l_1}$$

Resim 5.7. Tek açıklıklı, düzenli ve boşluklu per-  
I. perde 2. perde nin sistem parametreleri ve işaretleri

Resim 5.8'den sistem boyutları  $\hat{\alpha} \gamma$ 'ya bağlı olarak hem  $Q_K(\xi)$  fonksiyonunun maximum noktasının yeri  $\xi_{\max} = X_{\max}/L_1$  hem de yine aynı resim üzerinde verilen formüller yardımıyla  $\max Q_K$ 'nin değeri bulunabilir. Resim 5.9'dan  $Q_K$  fonksiyonunun dörtte bir noktaları  $\xi = 1/4; 1/2; 3/4; 1$  bulunabilir.

2) Riegel: Kuşak, yani örneğin iskele hesaplarındaki kuşaklar gibi; ancak bağlantı kuşağı yerine bağ kirişi dense daha iyi olur. Boşlukların alt ve üst kısmındaki kirişler.

3) Kopfauslenkung: Başlık çökmesi, yani ankastre bir konsol kirişin uç kısmındaki kiriş kastediliyor. Ancak burada çökmeden ziyade yatay yük doğrultusunda bir başlık ötelenmesi söz konusu. Zira bizim bir ucu ankastre kirişimiz, ki bu yüksek yapıdır, düşey düzlemde ankastre bağlıdır.

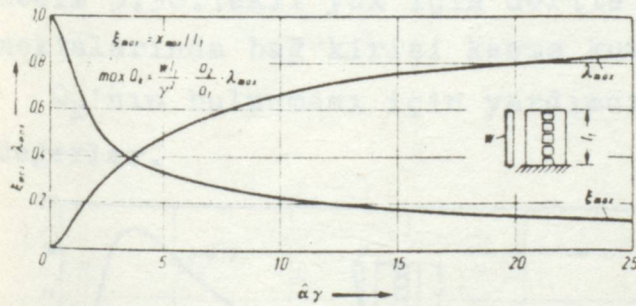


Bu beş fonksiyon değerleri ile ve  $Q_k(\xi=0)=0$  şartı ile birlikte  $Q_k(\xi)$  eğrisi kolayca ve yeterli derecede iyi çizilebilir. Çizilen bu eğriden bilimum bağ kirişi kesme kuvveti değerleri  $Q_k(\xi_k)$  okunabilir.

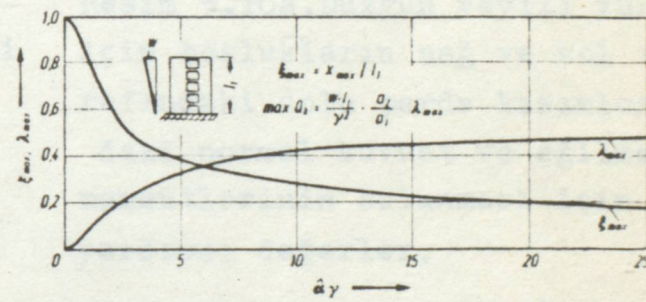
Resim 5.10'dan verilen eğri ile ve  $M_0(\xi)$  eğilme momentleri ile (en dış yüklemeden ileri gelen eğilme momentleri)  $\xi=0; 1/4; 1/2; \text{ve } 3/4$  dörtte bir noktaları için  $N_E(\xi)$  normal kuvveti ve eşdeğer sistemdeki  $M_E(\xi)$  toplam momentleri (bunlar boşlukların sağ ve sol tarafındaki dolu gövdeli perde kısımlarında meydana gelen momentlerdir) bulunabilir. Toplam moment dörtte bir noktalarında boşlukların sağ ve sol tarafındaki dolu gövdeli kısımlara aşağıdaki formüller yardımıyla dağıtılır ve 1 ve 2 nolu dolu gövdeli perde kısımlarına taşınır.

$$M_{E,1}(\xi) = \frac{I_{1,1}}{I_{1,1} + I_{1,2}} \cdot M_E(\xi) \quad (5.11)$$

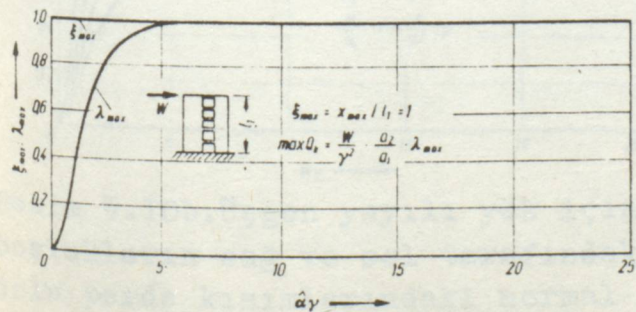
$$M_{E,2}(\xi) = \frac{I_{1,2}}{I_{1,1} + I_{1,2}} \cdot M_E(\xi)$$



Resim 5.8a. Düzgün yayılı yük için  $\max.Q_k$ 'nin bulunması için yardımcı değerler.

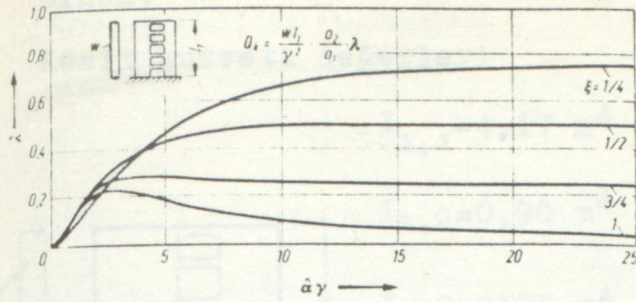


Resim 5.8b. Üçgen yayılı yük için  $\max.Q_k$ 'nin bulunması için yardımcı değerler.

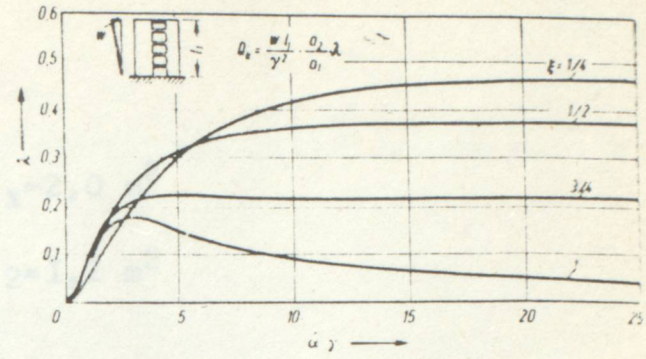


Resim 5.8c. Tekil yük için  $\max.Q_k$ 'nin bulunması için yardımcı değerler.

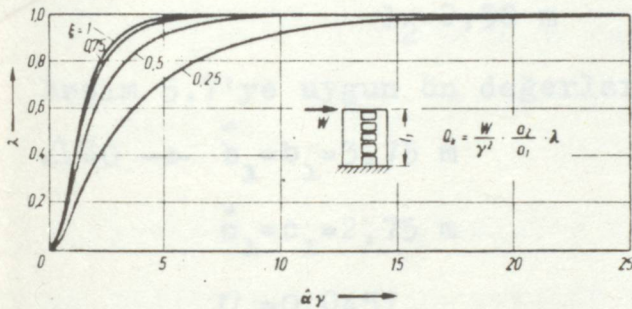




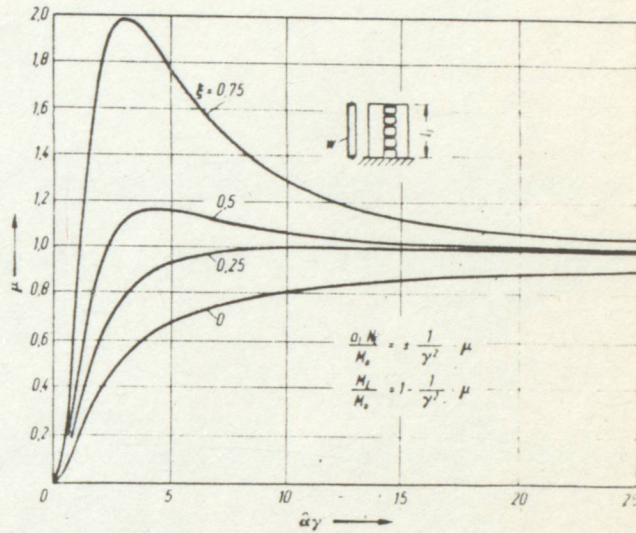
Resim 5.9a. Düzgün yayılı yük için dörtte bir noktalarında bağ kirişi kesme kuvveti  $Q_k$ 'nın bulunması için yardımcı değerler.



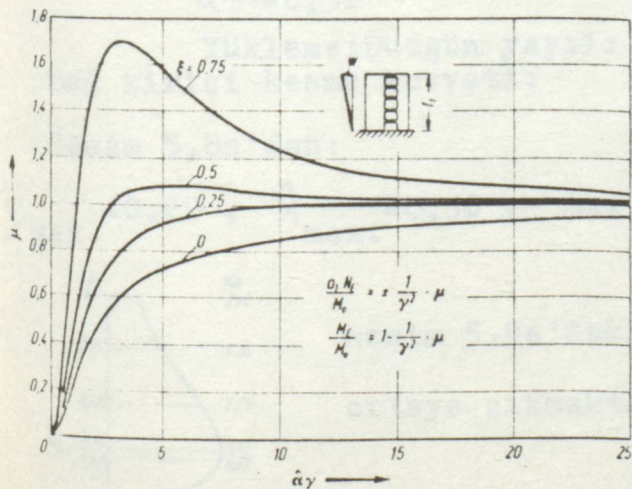
Resim 5.9b. Üçgen yayılı yük için dörtte bir noktalarında bağ kirişi kesme kuvveti  $Q_k$ 'nın bulunması için yardımcı değerler.



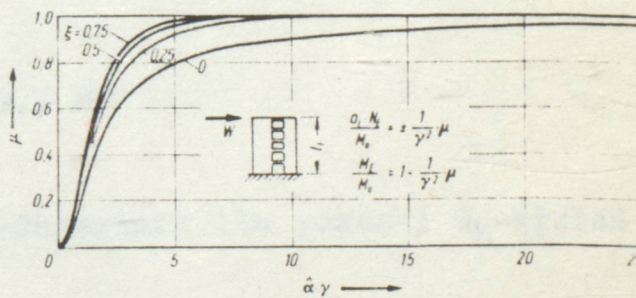
Resim 5.9c. Tekil yük için dörtte bir noktalarında bağ kirişi kesme kuvveti  $Q_k$ 'nın bulunması için yardımcı değerler.



Resim 5.10a. Düzgün yayılı yük için boşlukların sağ ve sol tarafındaki dolu perde kısımlarındaki normal kuvvet ve eğilme momentlerinin bulunması için yardımcı değerler.



Resim 5.10b. Üçgen yayılı yük için boşlukların sağ ve sol tarafındaki dolu perde kısımlarındaki normal kuvvet ve eğilme momentlerini bulmak için yardımcı değerler.

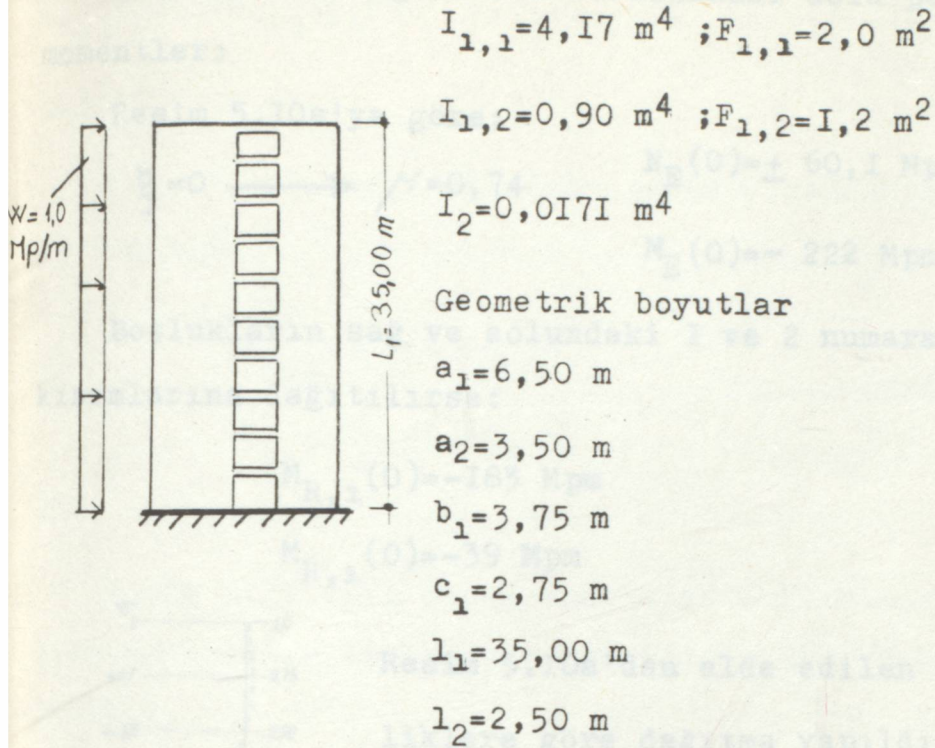


Resim 5.10c. Tekil yük için boşlukların sağ ve sol tarafındaki dolu perde kısımlarındaki normal kuvvet ve eğilme momentlerini bulmak için yardımcı değerler.



Örnek:

Kesit kuvveti değerleri



Resim 5.7'ye uygun ön değerler

$$\Delta \approx 0 \rightarrow \hat{b}_1 = b_1 = 3,75 \text{ m}$$

$$\hat{c}_1 = c_1 = 2,75 \text{ m}$$

$$\eta = 0,0451$$

$$\hat{\alpha}^2 = 36,65$$

$$\gamma^2 = 1,16$$

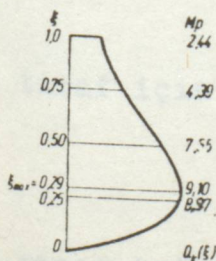
$$\hat{\alpha}\gamma = 6,52$$

Yükleme: Düzgün yayılı yük  $w = 1 \text{ Mp/m}$

Bağ kirişi kesme kuvveti:

Resim 5.8a'dan:

$$\xi_{\max.} = 0,29, \lambda_{\max.} = 0,56, \max.Q_k = 9,1 \text{ Mp}$$



Resim 5.9a'daki  $\lambda$ -değerleri ile yandaki  $Q_k$ -eğrisi ortaya çıkmaktadır.

Resim 5.II. Resim 5.8a'dan 5.I0a'ya kadar verilen abaklar yardımıyla boşluklu bir perdenin hesap örneği.



Resim 5.II'in devamı:

Boşlukların sağ ve sol tarafındaki dolu perde kısımlarında oluşan momentler:

Resim 5.I0a'ya göre:

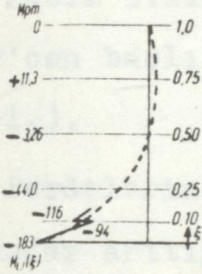
$$\xi = 0 \longrightarrow \mu = 0,74 \quad N_E(0) = \pm 60,1 \text{ Mp}$$

$$M_E(0) = -222 \text{ Mpm}$$

Boşlukların sağ ve solundaki I ve 2 numaralı dolu gövdeli perde kısımlarına dağıtılırsa:

$$M_{R,1}(0) = -183 \text{ Mpm}$$

$$M_{R,2}(0) = -39 \text{ Mpm}$$



Resim 5.I0a'dan elde edilen diğer değerler ile rijitliklere göre dağıtma yapıldıktan sonra örneğin yanda  $M_{E,1}$  eğrisi ortaya çıkar.

I. kısımda (yani boşlukların sol tarafındaki perde kısmında)  $x=3,50$  m için eğilme momenti şu şekilde elde edilir:

$$Q_k(=0,1) = 5,70 \text{ Mp}$$

$$M_{E,1}(0,1) = -105 \text{ Mpm}$$

$$M_{E,1}(0,1+0) = -105 - 5,7 \cdot 3,75/2 = -116 \text{ Mpm}$$

$$M_{E,1}(0,1-0) = -105 + 5,7 \cdot 3,75/2 = -94 \text{ Mpm}$$

Verilen sistemde  $M_{R,j}$  eğilme momenti bağlantı kirişi noktası  $\xi_k$ 'da

$$\text{Sol taraf için: } M_{R,1}(\xi_k+0) = M_{E,1}(\xi_k) - Q_k(\xi_k) \cdot \hat{b}_1/2$$

$$M_{R,1}(\xi_k-0) = M_{E,1}(\xi_k) + Q_k(\xi_k) \cdot \hat{b}_1/2$$

(5.12)

$$\text{Sağ taraf için: } M_{R,2}(\xi_k+0) = M_{E,2}(\xi_k) - Q_k(\xi_k) \cdot \hat{c}_1/2$$

$$M_{R,2}(\xi_k-0) = M_{E,2}(\xi_k) + Q_k(\xi_k) \cdot \hat{c}_1/2$$

olarak elde edilir.



$Q_k(\xi_k=0)=0$  olduğundan bunun yanı sıra,

$$M_{R,j}(\xi=0)=M_{E,j}(\xi_k=0) \dots\dots\dots (5.13)$$

$j=1,2 \dots\dots$  olur.

Sağ ve sol taraftaki dolu perde kısımlarının en üst uç kısımlarında  $k=n$  için:

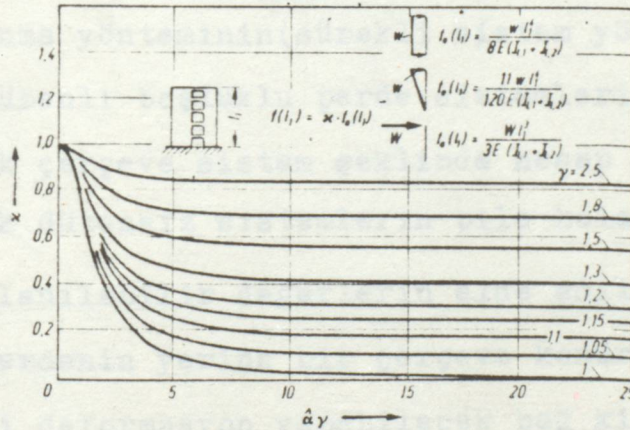
$$M_{R,1}(\xi_n=f)=Q_n \cdot \hat{b}_1 \dots\dots\dots (5.14)$$

$$M_{R,2}(\xi_n=f)=Q_n \cdot \hat{c}_1$$

dir.

Resim 5.II'deki örnek abakların kullanımını göstermektedir. Resim 5.I2'den başlık ötelenmesi okunabilir. Başlık ötelenmesi veya çökmesi  $f(x=l_1)$ .

Perdelerin bağ kirişleri ile exantrik bir biçimde pimlenmelerinin ne kadar arttığı bu örnekten kolayca görülmektedir.  $\hat{\alpha} \gamma \geq 12$  için boşluklu perde sanki bir rijit kiriş gibi çalışmaktadır.



Resim 5.I2. Başlık ötelenmesinin bulunması için yardımcı değerler.

Bağ kirişi normal kuvvetleri boyutlandırma için bir önem taşımazlar. Hesaplar hakkında [5.6]'da gerekli bilgiler verilmiştir. Boşluklu perdelerde kesme kuvvetlerinin belirlenmesi için hazırlanmış bulunan



tablolar[5.9]'da verilmiştir.Bu tablolar yardımıyla simetrik olmayan tek açıklıklı ve simetrik iki açıklıklı perdeler hesaplanabilir.Kesitleri aniden değişen perdeler Rosman tarafından incelenmiştir[5.10]. Boşlukların sağ ve sol tarafındaki dolu gövdeli kısımların elastik bir biçimde gerilmeleri veya mesnetlenmeleri[5.11]'e göre yapılabilir.

c)Çok açıklıklı düzenli boşluklu perdeler

Eisert'te[5.12]yüksekliği boyunca kesiti sabit kalan,çok açıklıklı düzenli boşluklu perdelerin hesabı için sürekli bir eşdeğer sisteme dayanarak yaklaşık bir yöntem geliştirmiştir.Eisert'in yöntemi perdelerde normal kuvvet deformasyonu gözönüne bulundurmaya izin vermektedir, ancak bu şekilde hesap yapabilmek için bir bilgisayara ihtiyaç vardır. Buna karşın normal kuvvet deformasyonlarının dikkate alınmaması halinde,kesme kuvvetleri boyutsuz bir tanım büyüklüğüne ve yük şekline bağlı olarak temsil edilebilir.[5.13]'te verilen abaklar ile değerlendirme bir hayli kolaylaştırılmıştır.Eisert yöntemi özellikle çerçeveli-perdeli sistemlerin ön boyutlandırılmasında kullanışlıdır.Bu konuda daha geniş bilgi için bölüm 5.1.2.3'e bakınız.

d) Düzensiz boşluklu perdeler

Kontinuums yönteminin(sürekli sistem yöntemi)kullanılması elbetteki sadece düzenli boşluklu perde sistemleri için geçerlidir.Bir alternatif olarak çerçeve sistem şeklinde hesap yapılabilir.Bunun büyük bir avantajı çok düzensiz sistemlerin bile kolayca kavranabilmesidir.Bu durumda kullanılabilir değerlerin elde edilmesi için resim 5.13'de olduğu gibi perdenin yerine bir çerçeve konur ve bu çerçeve çözülür(bak. [5.14]).Yani deformasyon yapabilecek bağ kirişi uzunluğu boşluk açıklığı ile sınırlandırılacak ve kirişin diğer kısmı(yani sağ ve sol taraftaki dolu gövdeli kısımlara saplandığı kısımları)sonsuz rijit olarak kabul edilecektir.Yüksek ve narin(ince)boşluklu perdelerde ayrıca normal kat kuvvet deformasyonunda gözönüne alınması gereklidir.

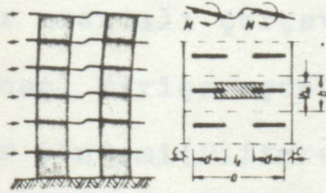
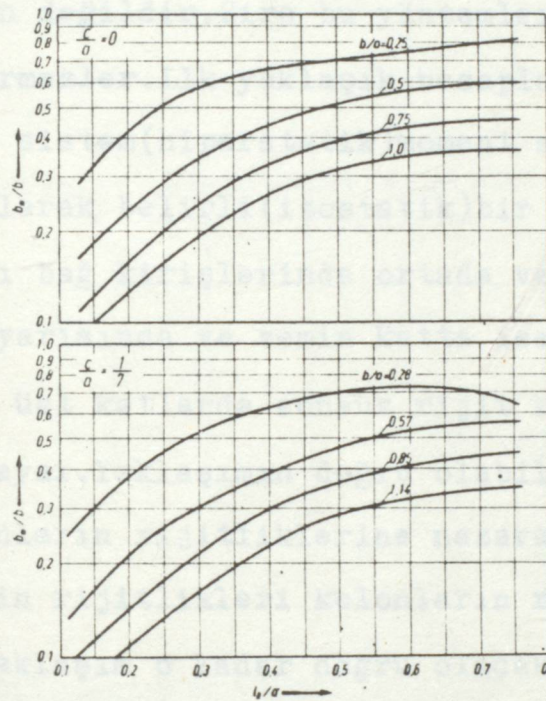
Resim 5.13'deki gibi bir çerçeve sistemi,atalet momentleri aniden







ortalama genişliğin" yani kat döşemesinin ne kadarının bağ kirişi olarak kullanılması gerektiği sorusu da daha henüz tam anlamıyla açıklığa kavuşmamıştır. Barnard ve Schweighofer'in deneysel araştırmalarına göre [5.15] tüm plak genişliği, yani komşu perdelerin exantrik eksen uzaklıkları, kullanılabilir. Quader ve Smith [5.16] taşıyan genişlik için daha da ileri giden değerler bulmuşlardır. Resim 5.15'de [5.16]'ya göre elde edilmiş ve döşemelere eşit bağlantı kirişleri için geçerli olan taşıyıcı genişlik tayininde kullanılan abaklar verilmiştir.



Örnek:

$$l_R = 4 \text{ m}, c = 0$$

$$b = 4 \text{ m}, l_R/a = 1/4$$

$$a = 16 \text{ m}, b/a = 1/4$$

$c/a = 0$  ile  $b_m/b = 0,51$  elde ediliyor

Buna göre:  $b_m = 2,04 \text{ m}$  olur.

Resim 5.15. [5.16]'ya göre döşemeye eşit bağ kirişlerinde etkili olan genişlik  $b_m$ .

#### 5.1.2.2. Çerçeveseler

Çerçeveselerin hesaplanması için yüksek derecede geliştirilmiş hesap programları mevcuttur. Yani çerçeve hesapları büyük bir zorluk ortaya çıkarmamaktadırlar. Ancak zorluk çıkarabilecek tek durum çok büyük çerçeveseli sistemlerde hesap makinasının (bilgisayarın) hafıza kapasitesinin



yetersiz kalması ve çok fazla düşünme zamanı gerektirmesi halidir. Avan proje döneminde elektronik hesap yöntemi zor ve çok meşakkatli olmaktadır. Buna karşın burada basitleştirilmiş hesap yöntemleri gerçi kaba taslak değerler vermekte ancak daha henüz gelişme safhasında bulunan bir proje için yeterli olmaktadır. Sadece kayma çerçeveleri incelenecektir. Kesme kuvvetlerinin şiddetine ilişkin soru verilen yatay yükler altında başlık ötelenmesinin miktarına ilişkin soru kadar önemlidir. Cross ve Kani'ye göre yapılan dengeleme yöntemleri bu durumda pek uygun değildir. Zira bu yöntemler çok yüksek sistemlerde pek iyi sonuç vermezler. İlk yaklaşık hesaplarda normal olarak yüksek dereceden belirsiz sistem (hiperstatik) moment sıfır noktalarının belirlenmesi ile statik olarak belirli (izostatik) bir sisteme dönüştürülür. Moment sıfır noktaları bağ kirişlerinde ortada ve çerçeve kokonlarında kat yüksekliğinin yarısında ve zemin katta ise kat yüksekliğinin  $2/3$ 'ünde alınır. Bu kabul üst katlarda sonsuz rijit kirişlerin bulunduğunu önşart olarak varsayar. Yaklaşımın doğru olabilmesi için kirişlerin rijitliklerinin kolonların rijitliklerine nazaran daha fazla olması gereklidir. Kirişlerin rijitlikleri kolonların rijitliklerine nazaran ne kadar fazla ise yaklaşım o kadar doğru olacaktır.

Bir orantılı çerçeve burulma elastikiyetli (biçimde mesnetlenmiş) bir konsol kirişe eşdeğer olarak düşünülebilir [5.17]. Bu konsol kiriş farklar yöntemi (Differenzenverfahren) veya burulmaya çalışıyormuş gibi düşünülerek sürekli burulma elastikiyetli çubuk gibi hesaplanır (Burulma mesnetlenmesi resim 5.16)

Yüksek simetrik sistemler yaklaşık olarak kat sayısı indirgenmiş bir sisteme eşdeğer tutularak hesaplanabilir (resim 5.17). Yüksek ince çerçevelerde (narin yapılarda) kolonların normal kuvvet deformasyonunun etkisinde gözönünde bulundurulmalıdır. Özellikle başlık ötelenmesinin hesabında. Başlık ötelenmesi kabaca aşağıdaki formülle tahmin edilir.



$$f_B = f_B^* \cdot N_{\max} / N^* \dots\dots\dots (5.15)$$

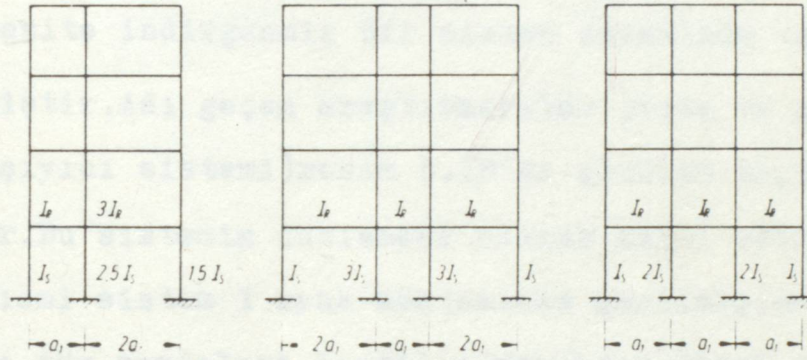
$f_B$  = Normal kuvvet deformasyonu sonucunda çerçevenin başlık ötelenmesi.

$f_B^*$  : Sonsuz rijit bir biçimde bağlanmış çerçeve kesitlerinde başlık ötelenmesi.

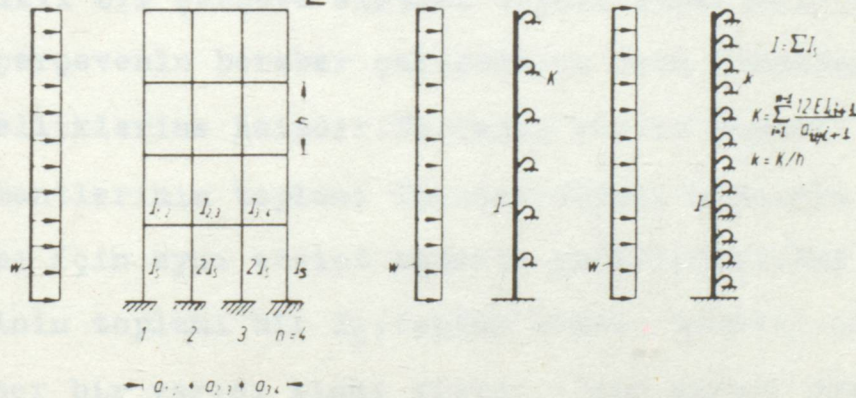
$N_{\max}$  : Normal kuvvet deformasyonunun dikkate alınmadığı bir çerçeve hesabında en dış çerçevenin ayak ucundaki normal kuvvet.

$N$  : Sonsuz rijit pimlenmiş çerçeve kesitlerinde en dıştaki çerçeve ve kolonun ayak ucundaki normal kuvvet.

a) Orantılı çerçeveler için örnek

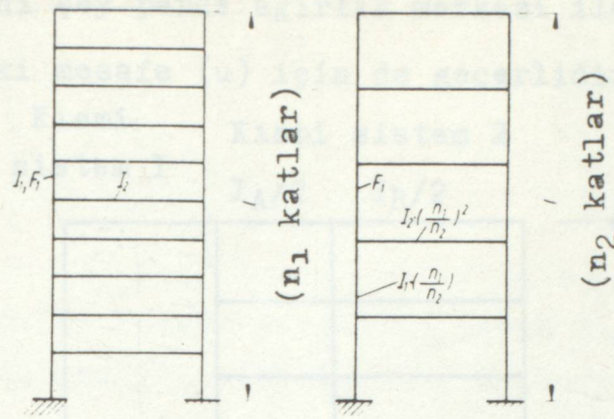


b) Eşdeğer sistem [5.17]'den



Resim 5.16. Orantılı çerçeveler ve eşdeğer sistemleri





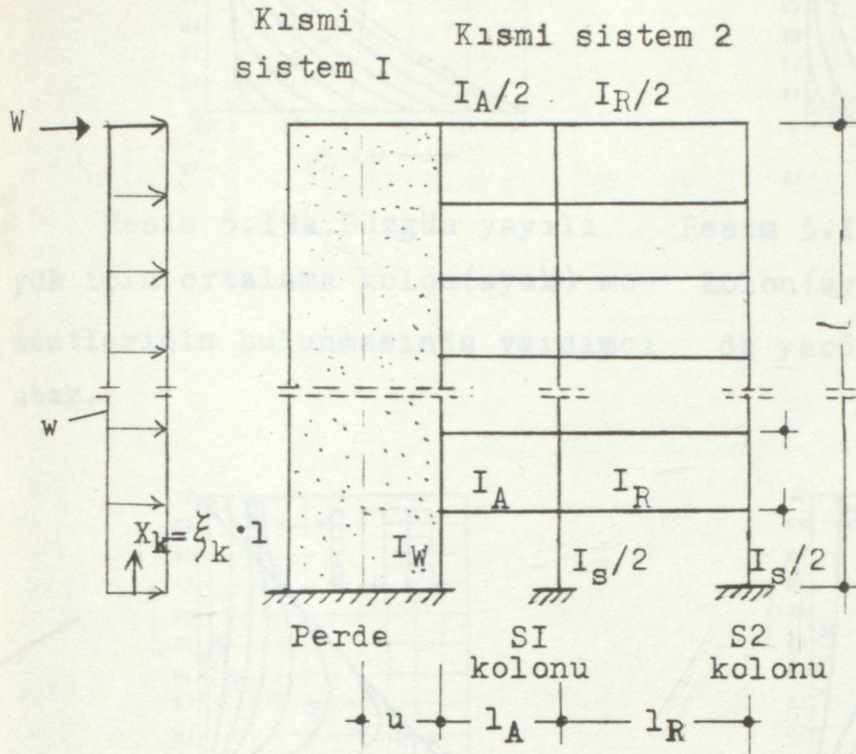
Resim 5.17. Tek açıklıklı çerçevelerde kat sayısının azaltılması

### 5.1.2.3. Perdeli çerçeveler

Khan ve Sbarounis [5.18] çerçeve ve perde arasındaki karşılıklı etkilmenin basite indirgenmiş bir sistem sayesinde tasvir edilebileceğini göstermiştir. Adı geçen araştırmacılar perde ve çerçeveden oluşan sistemi (taşıyıcı sistemi) resim 5.18'de görülen biçimde basite indirmektedirler. Bu sistemin düzlemsel olarak kabul edilmesi mümkündür (bak. böl. 5.1.1). Kısmi sistem 1 ayak noktasında gerilmiş (ankre edilmiş) bir perdedir ve tüm perdeleri temsil etmektedir. Kısmi sistem 2 ise iki ayaklı bir çerçevedir. Bu çerçeve birçok kolon ve kirişlerden oluşan çok açıklıklı bir çerçeve sistemi temsil etmektedir. Bu eşdeğer sistem perde ve çerçevenin beraber çalışmaları için karakteristik olan deformasyon özelliklerine haizdir. Perdenin atalet momenti  $I_w$ , tüm perdelerin atalet momentlerinin toplamı içindedir (yani hepsinin atalet momentlerinin toplamı için aynı atalet momenti geçerlidir). Tüm kolonların atalet momentlerinin toplamı bir  $I_s$ , toplam atalet momenti olarak kabul edilir ve bunun her bir yarısı kısmi sistem 2'nin her bir ayağına verilir. Kısmi sistemler atalet momenti  $I_A$  olan bağ kirişleri ile birbirleriyle bağlantı halindedirler. Bu atalet momenti perdeye bağlanan tüm kirişlerin atalet momentlerinin toplamına eşittir. Her bir katta bulunan diğer kirişlerin atalet momentleri bir  $I_R$  atalet momenti olarak toplanırlar.



Eğer farklı açıklıklar mevcut ise  $l_A$  ve  $l_R$  için ortalama değerler alınacaktır. Aynı şey perde ağırlık merkezi ile bağ kirişi bağlantı noktası arasındaki mesafe ( $u$ ) için de geçerlidir.

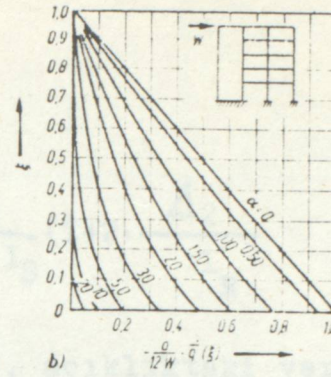
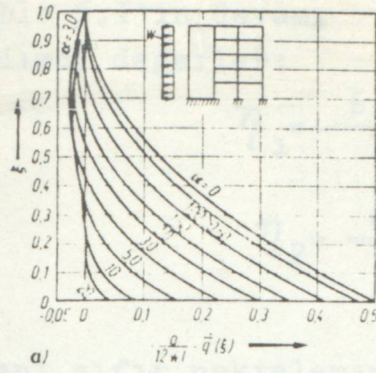


Resim 5.18. [5.18]'e göre eşdeğer sistem.

Khan ve Sebrounis iki kısmi sistem arasında etkili olan kuvvetlerin tespit edilmesi için iteratif (mükerrer) bir sistem veya yöntem kullanılmaktadır.

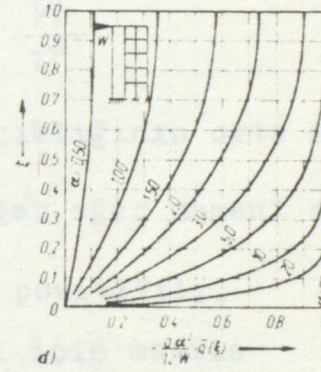
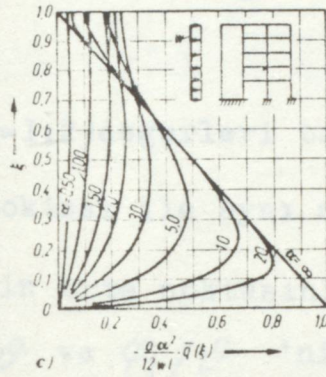
Eşdeğer sistemin hesaplanması için Eisert'in bölüm 5.1.2.1'de verilen yöntemi gayet uygundur [5.12]. Tasarlama hesaplarında mümkün olduğu kadar çabuk bir biçimde yeterli derecede doğrulukta sonuçları elde edebilmek için bağ kirişi kesme kuvvetlerini ve ortalama kolon momentlerini bilmek gereklidir. Bunun için Beck ve Eisert [5.13] resim 5.19 ve tablo 5.1'deki değerleri vermektedirler.





Resim 5.I9a.Düzgün yayılı yük için ortalama kolon(ayak) momentlerinin bulunmasında yardımcı abak.

Resim 5.I9b.Tekil yük için ortalama kolon(ayak)momentlerinin bulunmasında yardımcı abak.



Resim 5.I9c.Düzgün yayılı yük için bağ kirişi kesme kuvvetlerinin bulunmasında yardımcı abak.

Resim 5.I9d.Tekil yük için bağ kirişi kesme kuvvetlerinin bulunmasında yardımcı abak.

Tablo 5.I:Khan/Sbarounisun sistem parametrelerine göre eşdeğer çerçeveler için hazırlanmış kesme büyüklükleri

$$\alpha^2 = \frac{12.1^2}{a} \cdot \frac{\left(1 + \frac{u}{I_A}\right)^2 \cdot I_A}{I_A(1+\eta_1)} + \frac{I_R}{I_R(1+\eta_2)} \cdot \frac{1}{I_W + I_S}$$



Tablo 5.I'in devamı

Yardımcı değerler:

$$\eta_1 = -\frac{6 \cdot \Delta_1}{l_A}$$

$$\eta_2 = \frac{6 \cdot \Delta_2}{l_R} + \frac{a \cdot I_R}{l_R \cdot I_S} \cdot (1+2 \cdot \frac{\Delta_2}{l_R})$$

Moment sıfır noktalarının 1. ve 2. açıklıktaki yerleri

$$\Delta_1 = \frac{l_A}{6} \frac{\frac{\varphi_2}{\vartheta} - 1}{\frac{\varphi_2}{\vartheta} + 1 + \frac{2u}{l_A}}$$

$$\Delta_2 = \frac{l_R}{6} \frac{\frac{\varphi_3}{\vartheta} - \frac{\varphi_2}{\vartheta}}{\frac{\varphi_3}{\vartheta} + \frac{\varphi_2}{\vartheta}}$$

$\Delta_j$  ( $j=1;2$ ) değerleri bağ kirişinin açıklığının orta noktası ve moment sıfır noktası ile aynı noktadır. Bu değer eğer moment sıfır noktası bağ kirişinin orta noktasının solunda ise pozitiftir.

$\varphi_2/\vartheta$  ve  $\varphi_3/\vartheta$  'nin belirlenmesi için matris

| $\frac{\varphi_2}{\vartheta}$                  | $\frac{\varphi_3}{\vartheta}$ | Sağ taraf                                                      |
|------------------------------------------------|-------------------------------|----------------------------------------------------------------|
| $3I_S + \frac{2aI_A}{l_A} + \frac{2aI_R}{l_R}$ | $\frac{a \cdot I_R}{l_R}$     | $3I_S - \frac{a \cdot I_A}{l_A} - \frac{3au \cdot I_A}{l_A^2}$ |
| $\frac{a \cdot I_R}{l_R}$                      | $3I_S + \frac{2aI_R}{l_R}$    | $3I_S$                                                         |

Çerçeve ve perde arasındaki yük dağılımı çabuk ve kolay bir biçimde veren diğer bir yöntem [5.19] ve [5.20] 'de verilmiştir. Resim 5.20'ye göre çerçeve kayma rijitliği  $K_S$  olan bir konsol kiriş ile temsil edilir. (Eşdeğer sistem) eğilme rijitliği  $K_B$  olan bir perdeden ve kayma rijitliği  $K_S$  olan eşdeğer bin taşıyıcıdan oluşan eşdeğer sistemin hesabı aşağıda tipi verilen bir diferansiyel denkleme götürmektedir

$$ay''''(x) - by''(x) + cy(x) = P(x) \quad 0 \leq x \leq l \quad \text{ için } \dots (5.16)$$



Resim 5.I'in devamı:

Bağ kirişleri kesme kuvveti:  $l^2(1 + \frac{u}{l_A})$

$$1.\text{a açıklık: } \xi < 1 \quad Q_1(\xi_k) = \frac{l^2(1 + \frac{u}{l_A})}{l_A^2(1 + \eta_1)} \cdot \frac{I_A}{I_W + I_S} \cdot \bar{q}(\xi_k) \cdot a$$

$$\xi = 1 \quad Q_1(1) = \frac{l^2(1 + \frac{u}{l_A})}{l_A^2(1 + \eta_1)} \cdot \frac{I_A}{I_W + I_S} \cdot \bar{q}(1) \cdot \frac{a}{2}$$

$$2.\text{a açıklık: } \xi < 1 \quad Q_2(\xi_k) = \frac{l^2}{l_R^2(1 + \eta_2)} \cdot \frac{I_R}{I_W + I_S} \cdot \bar{q}(\xi_k) \cdot a$$

$$\xi = 1 \quad Q_2(1) = \frac{l^2}{l_R^2(1 + \eta_2)} \cdot \frac{I_R}{I_W + I_S} \cdot \bar{q}(1) \cdot \frac{a}{2}$$

$\bar{q}(\xi_k)$  resim 5.I9c ve 5.I9d'den alınacaktır.

Aynı diferansiyel denklem elastik mesnetlenmiş enine kesit zoruna maruz ve çekme normal kuvveti etkisi altındaki kirişler veya dönebilir biçimde mesnetlenmiş düz bir çubuğun eğilmeli burulması için geçerlidir. Ön boyutlandırma için ilk sırada mesnetlenme yerindeki yük dağılımı ve kesme kuvvetleri önemli olduklarından [5.2I]'de verilen eğri abakları kullanılabilir.



ortalama kolon momentleri:

Perde 
$$M_{E,W}(\xi) = \frac{I_W}{I_W + I_S} \cdot \frac{a \cdot l}{I_2} \cdot \bar{q}^*(\xi)$$

$S_1$  ve  $S_2$  kolonları 
$$\left. \begin{aligned} M_{E,S1}(\xi) &= \\ M_{E,S2}(\xi) &= \end{aligned} \right\} = \frac{\frac{1}{2} I_S}{I_W + I_S} \cdot \frac{a \cdot l}{I_2} \cdot \bar{q}^*(\xi)$$

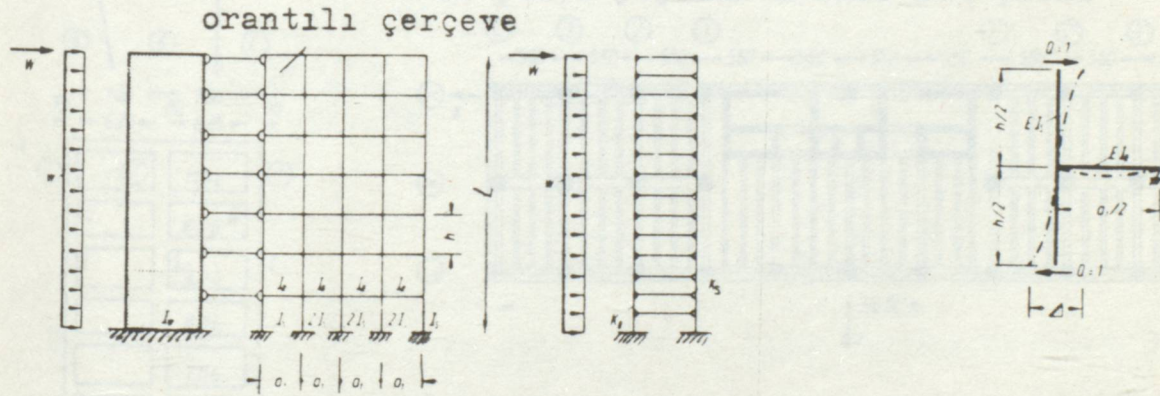
$\bar{q}^*(\xi)$  fonksiyonu  $\alpha$  ve yükleme şeklinden bağımsız olarak 5.19a ve 5.19b abaklarından alınabilir.

Giriş parametreleri yardımıyla:

$$\xi = \frac{K_S}{K_B} \cdot \frac{l^2}{2}$$

$$\eta = 0$$

I6'dan I9'a kadar olan resimlerden [5.2I] düzgün yayılı yük durumu için  $w_M$  ve  $w_V$  ek değerleri alınabilir.



Sistem: Çerçeve-Perde

Eşdeğer sistem: Eğilme alan eleman (taşıyıcı)-kayma çerçevesi sürekli bağlanmışlardır.

Eğilme rijitliği:  $K_B = EI_W$

Resim 5.20. Bir çerçeve ile bağlanmış bulunan bir perdeli sistem için bir sürekli eşdeğer sistem [5.19].



Resim 5.20'nin devamı:

Kayma rijitliği:  $K_S$

$K_S$ 'in hesaplanması: Çerçeve kolonlarının yarı kat yüksekliğinde birer dönme noktalarının bulunduğu kabul edilir. Bu bir yaklaşık kabuldür (Dönme noktası ile bizim yüksek matematikten bildiğimiz ve 2. türevinin sıfıra eşitlenmesi ile elde edilen ekstrem (maximum veya son) nokta kastedilmiştir). Kayma rijitliği  $\Delta$  kaymasına karşıt bir büyüklük olarak aşağıdaki formül ile bulunur.

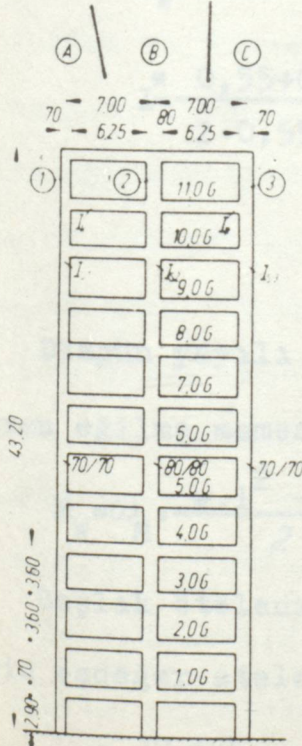
$$\frac{h}{\Delta} = \frac{12 E I_S}{h^2} \cdot \frac{1}{1+2 \epsilon}$$

$$\epsilon = \frac{I_S \cdot a_1}{I_R \cdot h}$$

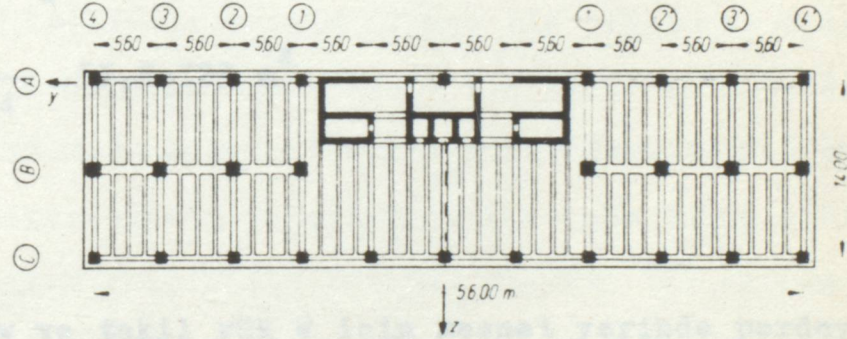
Tüm çerçeve kolonları üzerinden toplanması halinde:

$$K_S = \frac{12 E \sum I_S}{h^2} \cdot \frac{1}{1+2 \epsilon}$$

1. Aıklık 2. aıklık



Bir yüksek yapının normal kat planı



$$I_W = I_{\text{Çek.}} = 51,8 \text{ m}^4$$

$$\text{Çerçeve: } I_R = 0,0275 \text{ m}^4$$

$$I_{S1} = I_{S3} = 0,0200 \text{ m}^4$$

$$I_{S2} = 0,0342 \text{ m}^4$$

$$\sum I_S = 0,0742 \text{ m}^4$$

Resim 5.21. Çerçeve-Perde sistemi için hesap örneği.



Resim 5.2I'in devamı:

Kolonların atalet momentlerinin orantılı çerçevelere taşınması sonucu

$$I_S = \frac{0,0742}{4} = 0,0186 \text{ m}^4$$

$$\text{Tanım değeri: } \xi = \frac{0,0186 \cdot 7,0}{0,0275 \cdot 3,6} = 1,32$$

$$\frac{K_S}{E} = 8 \cdot \frac{12 \cdot 0,0742}{2,60^2 \cdot (1 + 2 \cdot 1,32)} = 0,151$$

$$\zeta = \frac{0,151 \cdot 43,2^2}{51,8 \cdot 2} = 2,72, \quad \eta = 0$$

Düzgün yayılı yük  $w = 1,0 \text{ Mp/m}$  için sonuçlar:

$$\text{Resim I7'den [5.2I] 'de } \omega_M = 0,55$$

$$\text{Resim I6'dan [5.2I] 'de } \omega_V = 0,34$$

$$M_W = 0,55 \cdot 1,0 \cdot \frac{43,2^2}{2} = 513 \text{ Mpm}$$

$$I^* = \frac{0,55 + 0,34}{2 \cdot 0,55 \cdot 0,34} \cdot 51,8 = 123 \text{ m}^4$$

Düzgün yayılı yük  $w$  ve tekil yük  $W$  için mesnet yerinde perdeye düşen eğilme momenti miktarı  $M_W$  aşağıdaki formüllerden elde edilir.

$$M_W = \omega_M \cdot \frac{w \cdot l^2}{2} \quad \text{veya} \quad M_W = \omega_M \cdot W \cdot l \quad \dots\dots\dots (5.18)$$

Başlık ötelenmesinin kaba taslak hesabı için genelde tüm sistem için eşdeğer atalet momenti  $I$  hesaplanır.

$$I^* = \frac{\omega_M + \omega_V}{2 \cdot \omega_M \cdot \omega_V} \cdot I_W \quad \dots\dots\dots (.19)$$



Bu durumda tüm sistemin başlık ötelenmesi için

$$f = \frac{w.l^4}{8.EI^*} \quad \text{veya} \quad f = \frac{w.l^2}{3.EI^*} \quad \dots\dots\dots(5.20)$$

Resim 5.21.'de verilen örnek hesapları göstermektedir.Çerçeve ve perdelerin beraber çalışması rüzgar yükü etkimesi altında elastik bir mesnetlenme halinde hesap edilecekse ayak mesnedinin rijitliği dinamik zemin değerleri önceden hesap edilmelidir.Bu değerler sürekli yük etkimesi halindeki değerlerin bir hayli üstündedir.Çoğunlukla sonsuz rijit bir ayak mesnedi kabulü yeterli olacaktır.Perdenin çok yumuşak mesnetlendiği kabul edilirse,perdeye bağlı çerçeve aşırı boyutlandırılır.

### 5.1.3.Uzay taşıyıcı sistemler

#### 5.1.3.1.Taşıyıcı çubukların tek bir çubuk şeklinde temsil edilmesi

Binanın taşıyıcı elemanları(perdeler) planda simetrik olarak dağıtılmamışlarsa,bunların uzay sistem olarak çözümleri gerekecektir.Zira bu durumda bu elemanlar yatay yükleme etkisi altında hem kaymaya hem de dönmeye maruz kalırlar.

Beck ve Schaefer[5.22] birbirleriyle döşeme ile bağlanmış bulunan taşıyıcı elemanların(perdelerin)toplu halde bir çubuk gibi hesaplanabileceğini göstermişlerdir.Bu çubuğa "Toplam çubuk=Gesamtstab"denir. Toplam çubuğun kesit değerlerinin değerlendirilmesinde giriş statığinden bilinen tüm bağıntılar geçerlidir.Aslında uzaysal bir problem olan toplam çubuk problemi böylece toplam çubuğun kayması ve burkulması şeklinde iki mukavemet haline dönüşür.[5.22]'detoplam çubuğun elemanları olarak sadece elemanter giriş statığına uygun konstrüksiyon elemanları gözönünde bulundurulmuştur.Schaefer[5.23]aynı sistemi taşıyıcı sistemlerde uyarlanmış.Yani Schaefer aynı hesap yöntemlerini boşluklu perdeler ve çerçeveler için de geliştirilmiştir.Ancak bunun için bir şart öne sürmüş ve her bir elemanın kesitinin yüksekliği boyunca sabit kal-



masını kabul etmiştir. Eğer her bir elemanın sapma momenti (Deviations-moment)  $I_{yz,j}$  sıfır ise ve bu elemanların St Venant-Burkulma rijitliği  $GI_{D,j}$  ve eğilme rijitliği  $EC_{M,j}$  dikkate alınmazsa yük dağılımında kullanılan formüller bir hayli basite indirgenmiş olur.

Resim 5.22'deki tabirler ile birlikte n adet eleman için:

a) Toplam çubuğun kayma merkezi koordinatları:

$$\bar{y}_o = \frac{\sum_{i=1}^n I_{y,i} \cdot \bar{y}_i}{\sum_{i=1}^n I_{y,i}} \quad \dots\dots (5.21)$$

$$\bar{z}_o = \frac{\sum_{i=1}^n I_{z,i} \cdot \bar{z}_i}{\sum_{i=1}^n I_{z,i}} \quad \dots\dots (5.22)$$

b) Eğilme hali için yük dağılımı:

$$w_{y,o} \longrightarrow M_o \text{'da: } w_{y,j} = w_{y,o} \cdot \frac{EI_{z,j}}{\sum_{i=1}^n I_{z,i}} \quad \dots\dots\dots (5.23)$$

$$w_{z,o} \longrightarrow M_o \text{'da: } w_{z,j} = w_{z,o} \cdot \frac{EI_{y,j}}{\sum_{i=1}^n EI_{y,i}} \quad \dots\dots\dots (5.24)$$

c) Burulma hali için yük dağılımı:

$$w_{y,j} = - \frac{I_{z,j} \cdot z_j}{\sum_{i=1}^n [I_{y,i} \cdot y_i^2 + I_{z,i} \cdot z_i^2]} \cdot m_{xo} \quad \dots\dots\dots (5.25)$$

$$w_{z,j} = \frac{I_{y,j} \cdot y_j}{\sum_{i=1}^n [I_{y,i} \cdot y_i^2 + I_{z,i} \cdot z_i^2]} \cdot m_{xo} \quad \dots\dots\dots (5.26)$$



masını kabul etmiştir. Eğer her bir elemanın sapma momenti (Deviations-moment)  $I_{yz,j}$  sıfır ise ve bu elemanların St Vennat-Burkulma rijitliği  $GI_{D,j}$  ve eğilme rijitliği  $EC_{M,j}$  dikkate alınmazsa yük dağılımında kullanılan formüller bir hayli basite indirgenmiş olur.

Resim 5.22'deki tabirler ile birlikte n adet eleman için:

a) Toplam çubuğun kayma merkezi koordinatları:

$$\bar{y}_o = \frac{\sum_{i=1}^n I_{y,i} \cdot \bar{y}_i}{\sum_{i=1}^n I_{y,i}} \quad \dots\dots (5.21) \quad \bar{z}_o = \frac{\sum_{i=1}^n I_{z,i} \cdot \bar{z}_i}{\sum_{i=1}^n I_{z,i}} \quad \dots\dots (5.22)$$

b) Eğilme hali için yük dağılımı:

$$w_{y,o} \longrightarrow M_o \text{'da: } w_{y,j} = w_{y,o} \cdot \frac{EI_{z,j}}{\sum_{i=1}^n I_{z,i}} \quad \dots\dots\dots (5.23)$$

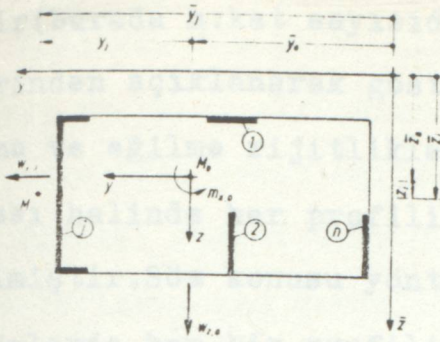
$$w_{z,o} \longrightarrow M_o \text{'da: } w_{z,j} = w_{z,o} \cdot \frac{EI_{y,j}}{\sum_{i=1}^n EI_{y,i}} \quad \dots\dots\dots (5.24)$$

c) Burulma hali için yük dağılımı:

$$w_{y,j} = - \frac{I_{z,j} \cdot z_j}{\sum_{i=1}^n [I_{y,i} \cdot y_i^2 + I_{z,i} \cdot z_i^2]} \cdot m_{xo} \quad \dots\dots\dots (5.25)$$

$$w_{z,j} = \frac{I_{y,j} \cdot y_j}{\sum_{i=1}^n [I_{y,i} \cdot y_i^2 + I_{z,i} \cdot z_i^2]} \cdot m_{xo} \quad \dots\dots\dots (5.26)$$





Resim 5.22. Toplam çubuk kesiti için tabirler (işaretler).

Bu formüllerde  $I_{y,j}$  ve  $I_{z,j}$  her bir elemanın profil ağırlık merkezinden geçen ve y-z koordinat sistemine paralel bir sistemde elemanların atalet momentleridir. 5.22 ve 5.26 numaralı denklemlerin paydasında ki ifade toplam çubuğun  $C_M$  eğilme mukavemetini göstermektedir.

Taşıyıcı elemanların (perdelerin) yeterli derecede yapı üzerinde dağılımları halinde her bir perdenin kendisinin eğilme mukavemeti tüm toplam çubuğun eğilme mukavemetine nazaran çok azdır. Bu itibarla eğilme rijitliğinin dikkate alınmaması çoğunlukla her durum için iyi sonuç verir. [5.22] 'de bunun yanısıra toplam çubuğu  $GI_D$  St. Venant burulma rijitliğinin dikkate alınmaması halinde

$$x^2 = \frac{GI_D \cdot l^2}{EC_M} \leq 0,25 \quad l = \text{bina yüksekliği}$$

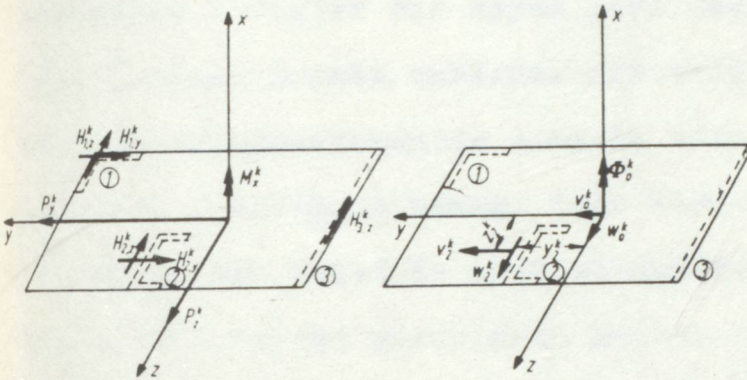
denkleminin uygulanması ile iyi sonuçlar elde edildiği gösterilmiştir. Yüksekliği boyunca kesit değişen ve uzaysal sistem olarak hesaplanması gereken perdeli düzeneklerin hesabı için Gluck [5.24] 5.1.2.1'deki yöntemle benzer bir hesap yöntemi geliştirmiştir.

Yükseklikleri boyunca düzensiz olan sistemler deformasyonların hesaba katılması yöntemi ile de kolayca hesaplanabilir.

Kat döşemelerinin elastik-rijit olmaları şartı ile tüm sistemin taşıyıcı elemanların (perdelerin) sayısından bağımsız olarak 3 adet serbestlik derecesi vardır. Yani bunun anlamı sonuç itibarıyla



3.n(3.n) bilinmeyenli bir denklem takımının çözülmesi anlamına gelmektedir(burada n:kat sayısıdır).Resim 5.23'teki çözüm şekli kısaca şekil üzerinden açıklanarak gösterilmiştir.Bu çözümde her bir profilin burulma ve eğilme rijitlikleri dikkate alınmamış ve kesit değişikliği olması halinde her profilin kayma merkezinin yerinin değişmediği kabul edilmiştir.Söz konusu yöntem ayrıca [5.25], [5.26]'da açıklanmıştır.Bu bölümlerde her bir profilin burulma ve eğilme rijitlikleri etkisinde gözönünde bulundurulmuştur.



$$\begin{aligned} \sum Y^k &= 0 & P_y^k &= \sum_i H_{i,y}^k & v_2^k &= v_1^k - z_1^k \phi_1^k \\ \sum Z^k &= 0 & P_z^k &= \sum_i H_{i,z}^k & w_2^k &= w_1^k + v_1^k \phi_1^k \\ \sum M_x^k &= 0 & M_x^k &= \sum_i (H_{i,z}^k \cdot v_i^k - H_{i,y}^k \cdot z_i^k) \end{aligned}$$

1.Denge şartı  $\sum Y=0, \sum Z=0,$

$\sum M_x=0$ , her bir kat döşemesi için yazılır.

2. $H_{i,z}^k$  ve  $H_{i,y}^k$  kuvvetleri taşıyıcı elemanların(taşıyıcı sistemin)rijitlik matrisleri ile  $V_i^k$  ve  $W_i^k$  kaymaları cinsin-

den ifade edilir.

3.Döşemenin kayması yerine her bir elemanın kayması konur.I numaralı paragrafta verilen denklemlerde yerine konursa:

$$\underline{p} = \underline{K} \cdot \underline{v}$$

Burada:  $\underline{p} = (3n)$ -Dış kuvvetlerin vektörü

$\underline{K} = (3n, 3n)$ -Toplam sistemin rijitlik matrisi

$\underline{v} = (3n)$ -Dış kuvvetler  $\underline{p}$ 'ye ait kayma vektörü

$n$ =kat sayısı

Resim 5.23.Dolu gövdeli perdelerden oluşan taşıyıcı sistemlerin kesme kuvvetlerinin deformasyonlarına göre hesabı.



### 5.1.3.2.Boşluklu tübler

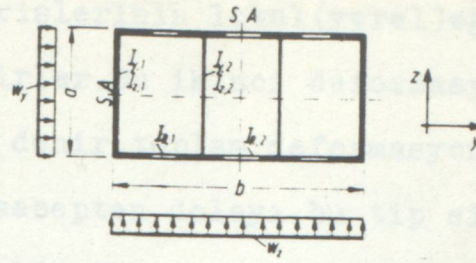
Boşluklu tüb biçiminde yapılan perdeler çoğunlukla sistemin tek ve yegane taşıyıcı elemanlarıdır.Buna göre bu taşıyıcı elemanlar rüzgar kuvvetlerinden doğan eğilme ve burulma zorlanmalarına karşı çalışırlar. Bir simetri ekseni bulunması halinde çekirdek biçiminde inşa edilen perdeler(çekirdek perde)eğilme hali için boşluklu perde olarak hesap edilebilirler(bak resim 5.24).Ancak burulma durumu için bu artık mümkün değildir.Yaklaşık olarak kirişlerin şekil değiştirme enerjisine dayanarak kirişler bir kayma çekirdeği şeklinde idealize edilebilir [5.27].Ancak burada çekirdek sistemlere kıyasla eğilme-şekil değiştir- mesinin(deformasyonun)de dikkate alınması gerekecektir.İki açıklıklı çekirdek perdelerin hesabı için Schaefer[5.28]basit bir yöntem vermiş- tir.Bu yöntem simetrik olan sistemler için geçerlidir.Rosman düzensiz boşluklu[5.29]tüb perdelerin hesabı içinde bir yöntem önermiştir.Ancak Rosman,Schaefer'e kıyasla açık profillerin(boşluklu kesitlerde)kayma merkezini muhafaza etmektedir ve böylece bu yöntemden kapalı tüb sis- temine geçiş mümkün değildir.Rosman'ın verdiği çözüm buna göre boşluk- lu kesitlerin birbirleri ile bağlantıları ne kadar yumuşak ise o kadar kullanışlıdır.Backer[5.30]kısıtlı kabuller yapmamaktadır.Özellikle her bir profilin eğilme kuvveti(yani elemanı eğmeye çalışan kuvvet)altın- daki burulmasından ortaya çıkan deformasyonları da dikkate almakta ve böylece kapalı tüb için geçerli olan sınır değerlerine erişebilmekte- dir.

5.1.3.3.Dolu gövdeli perdeli ve dolu gövdeli perdesiz çerçeveler- den oluşan tüb sistemler.

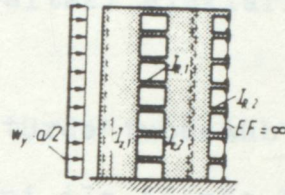
Çerçevelerden oluşan tüb sistemlerde çerçeve perdeleri sayesinde kuvvet istikametine dik doğrultuda "Flanş-Çerçeve"(F-Çerçevesi)resim 5.25'e göre olmak üzere kuvvet istikametinde düzenlenmiş "taşıyıcı çerçevelerinde(S-Çerçeveleri)" kuvvet azaltılması gerçekleştirilir.Ya- ni S-çerçevelerine gelen kuvvetler(bu çerçeveler kuvvet doğrultusunda



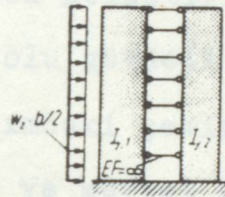
Plan



Z-ekseni etrafındaki eğilme için düzlemsel sistem



y-ekseni etrafındaki eğilme için düzlemsel sistem



Resim 5.24.Eğilme zorlanması hali için düzlemsel sistem olarak boşluklu tüb sistemler.

düzenlenmişlerdir) kuvvet doğrultusuna dik doğrultuda azaltılırlar. F-çerçevelerinin genişleşme rijitliği kenarlardaki kayma kuvveti  $T(x)$ 'i etkiler; bu kayma kuvvetleri ise S-çerçevesinin eğilme zorlanmasını azaltır. Bağ kirişlerindeki gevşemeler dolayısıyla bu esnada kenar ayaklarda teknik eğilme biliminin dışına çıkan bir takım normal kuvvet dağılımları meydana gelir.

F-çerçevelerinin de taşıyıcı olarak çalışması çekirdek biçimindeki sistemlere kıyasla tüm sistemin toplam rijitliğini pek fazla büyütmez. Tüm sistemin toplam rijitliği kenar ayakların (yani sağ ve solda sütun biçiminde yükselen perdeler) genişleşme rijitliğinden (tüm sistem kiriş gibi çalışmaktadır) ve S çerçevelerinin kayma rijitliğinden oluşmaktadır. Birinci rijitlik kısmı normal kuvvet sonucu deformasyon oranını,

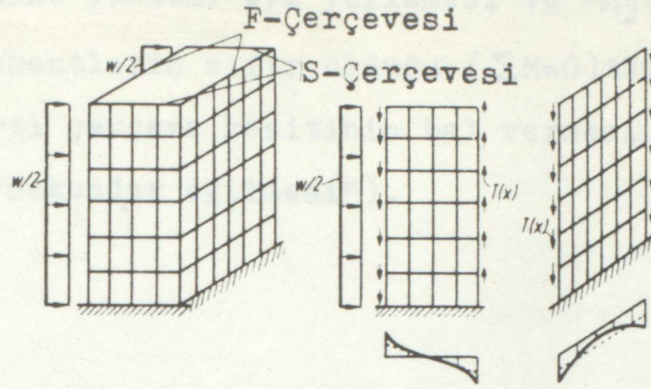


ikinci rijitlik kısmı ise yatay kuvvetlerin iletilmesi esnasında ayakların ve bağ kirişlerinin lokal(yerel)eğilmesi sonucu oluşan deformasyon oranını belirler.Bu ikinci deformasyon miktarı-çoğunlukla"Kayma deformasyonu" da denir.toplam deformasyonun aşağı yukarı %70'ini oluşturmaktadır.Bu sebepten dolayı bu tip sistemlerin deformasyonları ile uyum içinde değildir.Buna göre yeterli derecede rijit bir konstrüksiyon elde etmek için ayak ve bağ kirişleri boyutlarının nispeten büyük seçilmesi ve iki taraftaki ayakların arasındaki açıklığın küçük olması gereklidir.

İngilizce literatürde"tube=tüb" olarak nitelendirilen taşıyıcı sistem yumuşaklığı nedeni ile içinde bir iç çekirdek ihtiva eden-tüb içinde tüb denir-ve çerçevelerden oluşan bir içi boş kutu biçiminde sisteme (tüb)dönüştürülerek geliştirilmiştir.Bu sistem taşıyıcılık özelliği bakımından çerçeve-dolu gövdeli perde sistemine benzemektedir;yani dış taraftaki tüb iç kısımdaki çekirdeğin yükünü binanın baş(üst)kısımında bir hayli azaltmakta ve kuvvet kolunun büyük olması nedeni ile çekirdeğin mesnet momentini önemli ölçüde küçültmektedir(resim 5.26).Aynı zamanda F-çerçevelerinin perde etkisi de muhafaza edilmektedir.Tüb içinde tüb sisteminin çerçeveleri çok az miktarda yatay kuvvet aktardıklarından,"Tüb-sistemine "nazaran kayma deformasyonları bir hayli azdır.

Son olarak ta bir çerçeveli tüb sistemin dolu gövdeli perdeler ile rijitleştirildiğini düşünelim.Bu durumda rijitlik bakımından taşıyıcı sistem davranışı olarak tüb sistemlerden hemen hemen hiç ayrıcalığı olmayan ancak buna karşın filigran bünye teşekkülünde avantajlı bir sistem elde etmiş oluyoruz."Kayma deformasyonu"burada daha az anlam taşımaktadır ve ikinci sırada yer almaktadır.İlave edilen dolu gövdeli perdeler yatay yüklerin bir hayli ağırlıklı bölümünü almaktadırlar;bu kısımlar ayrıca sistemin bu şekilde düzenlenmesi halinde tüb sayesinde iki bakımdan daha rahat çalışabilmekte ve aldıkları kuvvetler azalmaktadır:Birinci durumda F-çerçevelerinin,ki bunlar sistemin rijitliğini

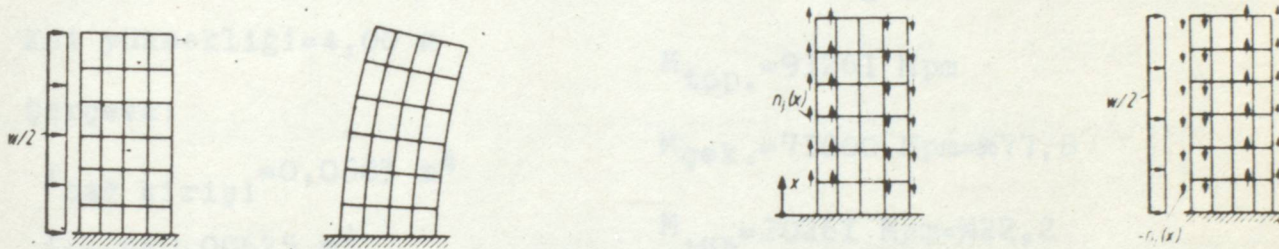




S-Çerçevesi: Enine zorlanma sonucu ortaya çıkan eğilme zorlanmaları kenar kayma kuvvetleri  $T(x)$  sayesinde azaltılırlar. Enine zorlanmaların iletilmesi için ayak ve bağ kirişlerinin "Sekunder eğilmesi" gereklidir.

F-Çerçevesi: Sadece kenar kuvvetleri  $T(x)$  ile zorlanırlar, tamamiyle perde etkisi mevcuttur.

S-çerçeveleride enine zorlanmaların iletilmesi (aktarılması)



a) Kabul: Çerçeve kesiti rijit bir biçimde pimlenmiştir, sadece kiriş etkisi söz konusudur. Denge şartı  $\sum H$  sağlanmamaktadır, zira bağ kirişleri deformasyon yapmamaktadırlar.

b) Yükleme iki adımda yapılmıştır

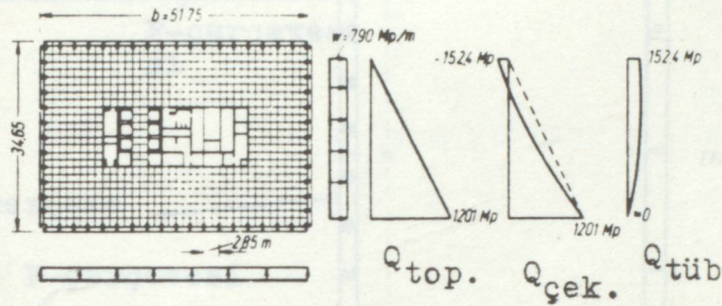
1. adım: Çerçeveler kayma kuvvetleri  $n_j(x)$  ile yüklenmişlerdir.  $n_j(x)$  ayak normal kuvvetinin artırılmışı olarak değerlendirilebilir. Ayak normal kuvvetleri ise rijit bir biçimde kabul edilen çerçeve kesiti için  $w/2$  yükleme ile elde edilirler.  $n_j(x)$  yükleme altında sadece kiriş eğilmeleri ortaya çıkar.

Resim 5.25. Çerçevelerden oluşan tüblerin taşıma davranışı.



Resim 5.25'in devamı:

2.adım:Enine yükleme  $w/2$  yüklemesi ve  $-n_j(x)$  yüklemesi sözkonusudur.Toplam momentlerin sıfır olduğu ( $\sum M=0$ ) tüm kesitlerde sağlanmaktadır. $\sum H=0$  şartı çerçeve kesitinin bel vermesini gerektirir(Ayak ve bağ kirişlerinin"Sekunder eğilmesi").



$$I_{\text{çek.}} = 1500 \text{ m}^4$$

$$\text{Bina yüksekliği} = 152 \text{ m}^4$$

$$\text{Kat yüksekliği} = 4,00 \text{ m}$$

Çerçeve:

$$I_{\text{bağ kirişi}} = 0,0583 \text{ m}^4$$

$$I_{\text{ayak}} = 0,00625 \text{ m}^4$$

$$F_{\text{ayak}} = 0,300 \text{ m}^2$$

Mesnet bölgesi:

$$M_{\text{top.}} = 91261 \text{ Mpm}$$

$$M_{\text{çek.}} = 71000 \text{ Mpm} = \%77,8$$

$$M_{\text{tüb}} = 20261 \text{ Mpm} = \%22,2$$

Resim 5.26.Bir iç çekirdekli çerçeve tübden oluşan sistemde yük dağılımı.

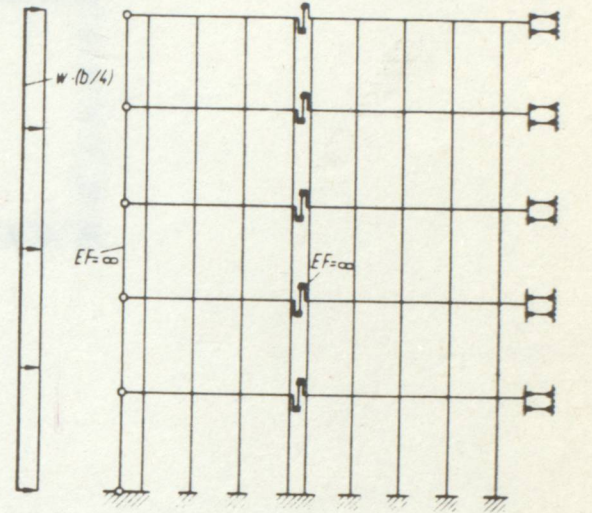
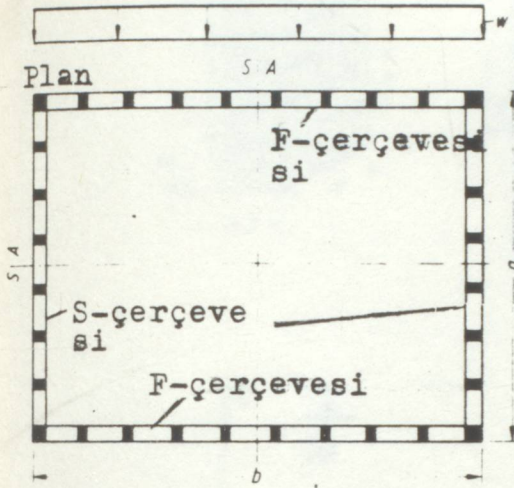
bir hayli artırırılar,perde gibi çalışmalarını sayesinde,ikinci durumda ise S-çerçevelerinin dolu gövdeli perdeler ile karşılıklı etkileşimleri sayesinde bu elemanlara gelen kuvvetler azaltılmaktadır.

Yukarıda adı geçen taşıyıcı sistemler yüksek mertebeden hiperstatiktirlerdir.Bunların taşıma davranışını anlayabilmek için ayaklarda normal kuvvet deformasyonlarının etkisini gözönüne almamız gerekecektir.Çok düzenli bir yapının mevcut olması gerçi uzaysal bir sistemin



düzlemsel bir sisteme dönüştürülmesine imkan vermektedir [5.31], (resim 5.27) ,ancak bilgisayarların hesap kapasitesi buradada bazı sınırlar getirmektedir.

Düzlemsel eşdeğer sistem(bağ kirişlerinin burulma rijitliği gözönüne alınmamıştır)



S-çerçevesi I/2 F-çerçevesi

Resim 5.27.Çerçevelerden oluşan tübün düzlemsel eşdeğer sistemi.

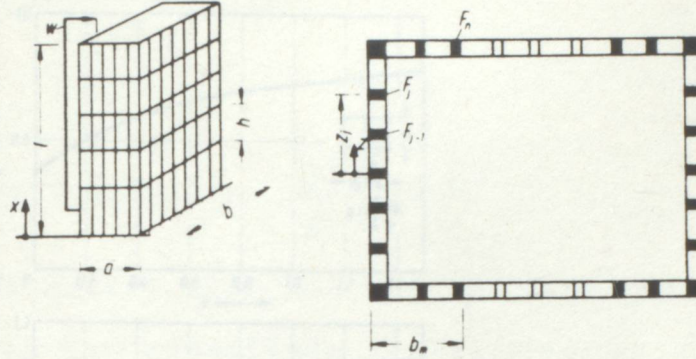
Liphard [5.32] yaptığı çalışmalar sonucunda diğerlerinin yanısıra Beck tarafından da kullanılan ve boşluklu perdelerin hesabında uygulanan süreklilik yöntemi geliştirilmiş ve dolu gövdeli perdeli ve dolu gövdeli perdesiz çerçevesi tüb sistemlerin hesabına uyarlanmıştır.

İlk önce hesaplar için çerçevelerden oluşan tüb sistemin yerine, eğer F-çerçeveleri için taşımaya yardımcı genişlik olarak resim 5.28'e göre bir değer seçilirse, bir  $\square$ -profil alınabilir. Kesme kuvvetleri (ayak normal kuvveti ve bağ kirişi enine kuvvetleri) teknik eğilmeye göre, çok rijit bir biçimde bağlı bulunan bir kesitin kabulü esasına dayanarak hesap edilebilir.

Çerçeve sistemlerden oluşan ve iç kısmında bir çekirdeği bulunan tüb sistemlerde yük dağılımı yaklaşık olarak bölüm 5.1.2.3'e göre araş-



tırılabilir. Bu esnada normal kuvvet deformasyonunun gözönüne alınmadığı da bir defa daha hatırlatılmak ister. Dış túbün taşıyıcı etkisi bu durumda biraz fazla tahmin edilir. Ancak içi boş dış túbde kendisine düşen yük altında yine bir  $\square$ -profil şeklinde hesap edilebilir.



$$b_m \leq \begin{cases} \frac{1}{10} \\ \frac{a}{2}, b_m \text{ için en küçük değer alınacaktır.} \\ \frac{b}{3} \end{cases}$$

$$N_j(x) = \frac{M(x) \cdot z_j \cdot F_j}{I} \quad \begin{array}{l} I: \text{Flanş genişliği } b_m \text{ olan bir } \square\text{-profilin} \\ \text{atalet momenti} \end{array}$$

$$Q_{j,j-1}(x) = \frac{Q(x) \cdot \sum_{k=j}^n F_k \cdot z_k}{I} \cdot h$$

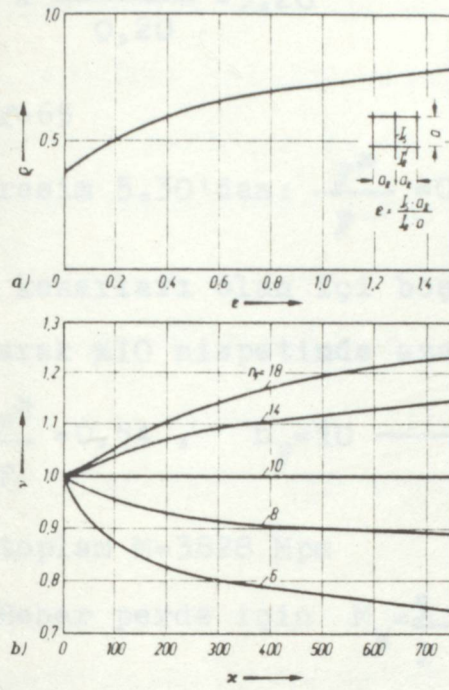
$$M(x) = w \cdot \frac{b}{2} \cdot \frac{(1-x)^2}{2}, \quad Q(x) = \frac{b}{2} \cdot w \cdot (1-x)$$

Resim 5.28. F-Çerçevelerinin taşımaya yardımcı genişliği [5.1]

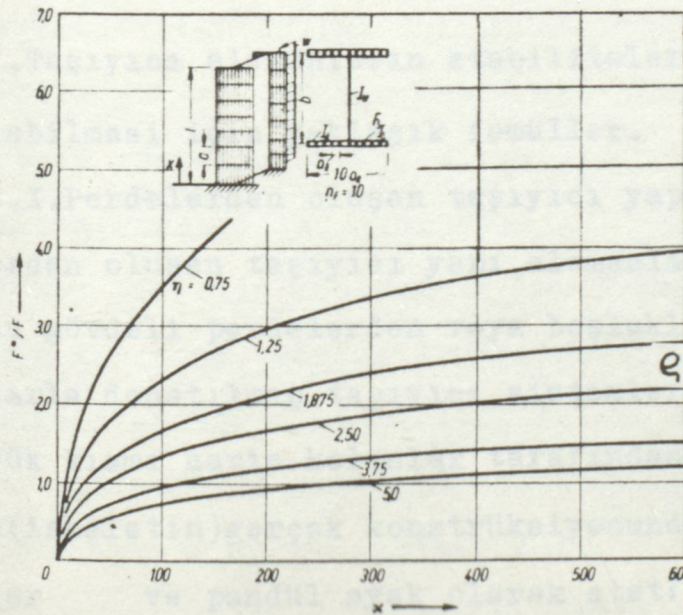
Çerçeve perdeleri bir I-profilinin flanşına oluşturuyorlarsa, bu durumda profilin her bir kenarı bir dolu gövdeli perdeyi temsil eder. taşıyıcı etki resim 5.29 ve 5.30 yardımıyla hesaplanabilir. Bunun için çerçevelerin karşılıklı etkileşimini represente eden bir F ile birlik-



te(yani bu fiktif alanlar yardımıyla)kesme kuvvetlerinin dağılımı belirlenir.Resim 5.30 sayesinde tütün taşıma davranışı tahmin edilir(bu boş tüb dolu gövdeli perdeler parabolik başlığı gibi çalışırlar ve sistem çerçevelerden oluşur).



Resim 5.29.Resim 5.30'a göre F-çerçeve lerinin taşımaya yardımcı genişliğinin bulunması için yardımcı değerler.



$$F = \frac{2 \cdot I_W}{b^2}$$

$$\eta = \frac{F}{F_s}$$

$$\chi = \frac{I_2}{a^3} \cdot \frac{I_R l^2}{a \cdot F_s}$$

q için bak. resim 5.29a'ya

$$M_{perde} = (X) = \frac{F}{F + F} \cdot \frac{W \cdot l^2}{2}$$

v için bak.resim 5.29b'ye

Resim 5.30.F-çerçevelerinin taşıyıcı genişliğinin tayini [5.32]



$$\xi = 0,11$$

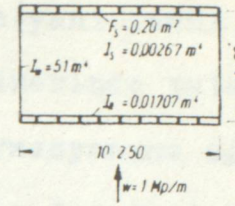
resim 5.29a'dan:  $\varphi = 0,45$

$$F = \frac{4 \cdot 51}{14^2} = 1,04$$

$$\eta = \frac{1,04}{0,20} = 5,20$$

$$\alpha = 65$$

resim 5.30'dan:  $\frac{F^*}{F} = 0,60$



Kat yüksekliği: 3,50 m

Bina yüksekliği: 87,50 m

Uç kenarları olan içi boş tüblerde resim 5.30'daki değerler yaklaşık olarak %10 nispetinde azaltılacaktır.

$$\frac{F^*}{F} = 0,54, \quad n_F = 10 \longrightarrow \nu = 1$$

toplam  $M = 3828$  Mpm

Beher perde için  $M_W = \frac{1}{2} \cdot \frac{I}{I+0,54} \cdot 3828 = 1243$  Mpm.

Resim 5.31. Dolu gövdeli perdeli bir çerçeve tüb sisteminin hesap örneği.

5.2. Taşıyıcı elemanların stabilitelerinin yeterli derecede muhafaza edilebilmesi için yaklaşık fomüller.

5.2.1. Perdelerden oluşan taşıyıcı yapı elemanları veya boşluklu perdelerden oluşan taşıyıcı yapı elemanları

Dolu gövdeli perdelerden veya boşluklu perdelerden oluşan taşıyıcı elemanlarla donatılmış taşıyıcı sistemlerde normal olarak düşey yüklerin büyük kısmı narin kolonlar tarafından taşınır. Bu kolonlar karkas yapının (iskeletin) gerçek konstrüksiyonundan bağımsız olarak idealize edilirler ve pandül ayak olarak statik hesaplara dahil edilirler. Bununla birlikte dolu gövdeli perdeler iki önemli görev düşmektedir. (Tutulan elemanlar, taşıyıcı elemanlar) Bu elemanlar kendilerine düşen



düşey yükler ile birlikte tüm yatay kuvvetleri aktarabilmektedirler ve buna ilaveten labil olan veya labil kabul edilen(yani kendi başına hareket edemeyen)karkas kısımları kat döşemeleri üzerinde tutabilmelidirler.Bu taşıma davranışı sadece kuvvetlerin deformasyonuna uğramış sistemde incelenmeleri ile anlaşılabilir(II. mertebe teorisi).Labil iskelet(karkas) için elde edilecek tutma kuvvetleri deformasyonların dikkate alınmaması halinde yapılan hesaplara nazaran(I.mertebe teorisi) dolu gövdeli perdenin ek zorlanmalara maruz kalması anlamına gelir.

Tutucu kuvvetlerin taşıyıcı elemanın kesme kuvvetleri üzerindeki etkisi boyutsuz tanıtm büyüklükleri ile(Kenngrößen=Tanıtma,rumuz,mar-kaj büyüklükleri)tasvir edilebilir.Bu tanıtm büyüklükleri özellikle statik sistem veyükleme için aşağıdaki idealize edilmiş kabuller hesaplara dahil edilirse bir hayli basite indirgenmiş bir biçimde ortaya çıkarlar:

1.Taşıyıcı elemanlar planda öyle bir şekilde düzenlenmelidirki,küt-le merkezi  $S_0$  ve kayma merkezi  $M_0$  üst üste çakışsın.Resim 5.32'deki planda bu şartın sağlandığı görülmektedir.

2.Her bir taşıyıcı yapı elemanının kesiti tüm yapı yüksekliği boyunca sabittir ve burulma açısından ince cidarlıdır(narindir).

3.Düşey yükler her bir katta eşit büyüklükte ve exantriktir.

4.Düşey yüklerin bileşkesi taşıyıcı sistemin(tüm taşıyıcı elemanların)küt-le merkezi  $S_0$ 'da etki eder.

5.Düşey yüklerin istikameti hep aynı kalır.

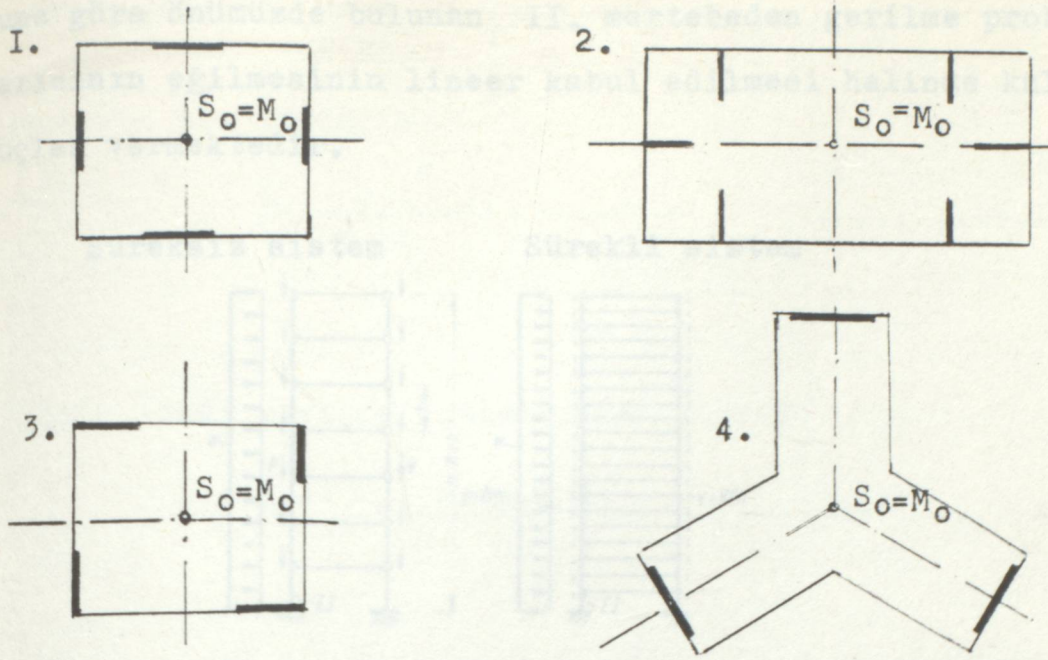
6.Tüm katların yükseklikleri eşittir.

7.Döşemeler kendi düzlemleri içinde sonsuz rijittirler.

Önce eğilme hali ele alınacaktır;yani yatay yükler taşıyıcı sistemin kayma merkezi  $M_0$ 'da etkimektedir.

Yapılan kabullere ve Hook kanununun geçerliliği kabulüne göre ,taşıma davranışı,yüksekliği boyunca mafsallı bağlanmış çubuklar ile bir mafsal zinciri oluşturan bir kuvvet aktarıcıda incelenebilir





Resim 5.32. Kütlesel merkezi  $S_O$  ve kayma merkezi  $M_O$  çakışan sistemler.

(resim 5.33). Kuvvet aktarıcısının eğilme rijitliği  $EI$ , dikkate alınan istikamette etkili olan taşıyıcı elemanların eğilme rijitliklerinin toplamına eşittir. Bunun için boşluklu perdelerin atalet momenti olarak bir eşdeğer atalet momenti  $I^*$  kullanılır. Bu eşdeğer atalet momenti ise yaklaşık olarak boşluklu perdenin başlık ötelenmesi ile bir kuvvet aktarıcısının başlık ötelenmesi eşit kabul edilmesi sayesinde elde edilir [5.33] (bak. resim 5.12). Bu taşıyıcı elemanlara düşen düşey yükler yükseklik boyunca eşit bir biçimde dağılmış bulunan bir eksenel yükleme "p" şeklinde tasvir edilir. Mafsallarla bağlı bulunan mafsalsal zinciri taşıyıcı elemanlar tarafından stabilize edilmesi gereken iskelet (karkas) kolonların toplamını represente etmektedir. Buna göre mafsalsal zincirine düşen yük karkas kolonların tümüne düşen düşey yüklere eşit olur. Bu yükte kendi içinde yükseklik boyunca dağıtılır.

Bilindiği gibi gerçek eğilme eğrisinden uzaklaşmalar çok az miktarda olmaları halinde bu durumun çatlama yükünün etkisi azdır<sup>1</sup>

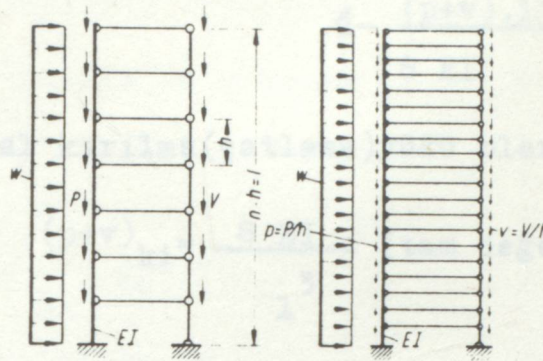
1 Açıklama: Biz elastik hesaba göre çubukları incelerken her zaman çubuğu kırılmış kabul ederiz. Buna göre emniyet gerilmeleri ile çalışırız. Burada çatlama yükü olarak çubuğun kırılacağı yük kastedilmektedir.



Buna göre önümüzde bulunan II. mertebeden gerilme problemi, kuvvet aktarıcının eğilmesinin lineer kabul edilmesi halinde kullanılabilir sonuçlar vermektedir.

Sürekli sistem

Sürekli sistem



Resim 5.33. Taşıyıcı dolu gövdeli perdeli ve boşluklu perdeli idealize edilmiş sistem (karkas yapılar için).

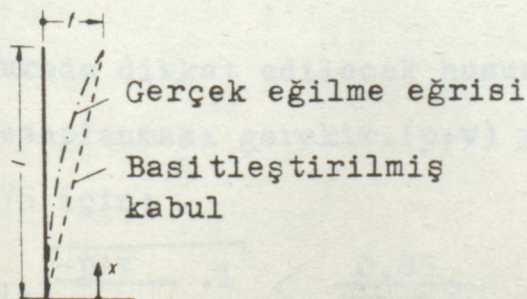
Resim 5.34'e göre tutucu vinç kolu için (veya kuvvet aktarıcı kol için) aşağıdaki bağıntılar geçerlidir:

$$\frac{dQ}{dx} = -w - (p+v) \cdot \frac{f}{l}$$

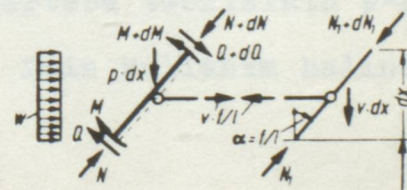
$$\frac{dM}{dx} = Q$$

yani vinç kolu  $w + (p+v) \cdot \frac{f}{l}$  şeklindeki enine yükleme altındaki bir eğilme taşıyıcısı gibi hesaplanabilirler. Burada ikinci ifade II. mertebe teorisinin payına düşen kısmı göstermektedir.

Eğilme eğrisi için yaklaşım



Şekil değiştirmiş sistemin dengesi



Resim 5.34. Deformasyona uğramış sistemde denge hali; taşıyıcı elemanlarda eğilme eğrisi için yaklaşım.



Buna göre:  $f = \frac{l^4}{8 EI} \cdot \left[ w + (p+v) \cdot \frac{f}{1} \right]$

veya başka bir ifadeyle:

$$f = \frac{w \cdot l^4}{8 EI} \cdot \frac{1}{1 - \frac{(p+v) \cdot l^3}{8 EI}} \dots\dots\dots (5.28)$$

$w=0$  için ideal kırılma(çatlama)yükü olarak:

$$(p+v)_{ki} = \frac{8 EI}{l^3} \quad (\text{tam değer: } 7,837) \dots\dots (5.29)$$

II. mertebe teorisinden kaynaklanan deformasyonların I. mertebe teorisine nazaran %10'dan fazla büyümemesi istenmesi halinde, yani

$$M_{II} \leq 1,10 \cdot M_I$$

$$f_{II} \leq 1,10 f_I \text{ olması isteniyorsa } \dots\dots (5.30)$$

Örneğin:

$$\frac{wl^4}{8 EI} \cdot \frac{1}{1 - \frac{(p+v) \cdot l^3}{8 EI}} \leq 1,10 \frac{wl^4}{8 EI}$$

rijitlik kriterinden şu sonuçlar çıkar:

$$1 \cdot \sqrt{\frac{p+v}{EI} \cdot l} < \sqrt{\frac{8}{11}} = 0,85 \dots\dots\dots (5.31)$$

Burada dikkat edilecek husus II. mertebe teorisinin  $\nu$ -katı yükleme ile hesaplanması gerekir.  $(p+v)$  yükleri için kullanım halinde buna göre  $\nu=1,75$  için:

$$1 \cdot \sqrt{\frac{-p+v}{EI} \cdot l} < \frac{0,85}{\sqrt{1,75}} = 0,64$$



yani  $\alpha=0,64$  için deformasyonun kesit boyutlarına etkisi en fazla %10 olacaktır.

$$\alpha = 1 \cdot \sqrt{\frac{p+v}{EI} \cdot l} \quad \text{parametresi} \quad \dots\dots\dots(5.32)$$

literatürde labilite katsayısı olarak isimlendirilir.

Yukarıda yazılı bulunan ve [5.34] ve [5.35]'e dayanan düşünceler DIN 1045, paragraf 15.8.1'de aşağıdaki şartın sağlanmasını gerektirmiştir.

$$1 \cdot \sqrt{\frac{N}{EI}} \leq 0,6$$

daha önceki kabuller ve

$$N=(p+v) \cdot l$$

şartı da dikkate alınırsa bu durum  $\alpha \leq 0,6$  şartı ile aynı şeydir.

$\alpha \leq 0,6$  hali için DIN 1045'e göre daha çok stabilite kontrollerine gerek yoktur. Gerekçesi yukarıda gösterilmiştir.

Bir taşıyıcı sistem için  $\alpha > 0,6$  durumu ortaya çıkıyorsa DIN 1045, bölüm 17.4.9 gereğince II. mertebe teorisine göre 1,75 katı yük durumu için hesap yapılacaktır. Bunun yanısıra yatay yüklerin dışında birde tüm sistemin deformasyona neden olan  $\varphi_2 = \frac{1}{100 \sqrt{1}}$ 'lik bir eğik konumu da dikkate alınacaktır.

Yukarıda değinilen eğik konum yerine DIN 1045, bölüm 17.4.6'daki (17) denkleminde verilen  $S_k/300$ 'lük istenmeyen exantrikliğin kullanılması da gerekli olmamaktadır (bak. bölüm 6).

II. mertebe teorisi gereğince beklenen kesit zoru artışının yaklaşık olarak tahmin edilebilmesi için kabul edilen rijitliğin aşağı yukarı tahmin edilmesi gereklidir.

[5.36] ve [5.37]'ye göre:

$$EI^{II} = 0,55 \cdot EI^I$$

kabul edilir ve elastik sistemde II. mertebe teorisine göre hesap yapılır. Buna ilişkin bilgileri [5.35]'de bulabilirsiniz. Burulma rijitliği



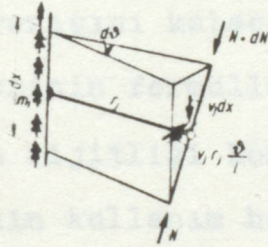
hakkında da aynı şekilde fikir yürütülebilir. Resim 5.35'e göre taşıyıcı elemanlar eğilme rijitliği  $EC_M$  olan bir kuvvet aktarıcı düşünülebilir. Bu kuvvet aktarıcı (vinç kolu) başlangıçta sadece  $r_j$  uzaklığından mafsallı zinciri şeklinde düzenlenmiş bulunan bir kolon demetini stabilize etsin. j. nci mevcut yükleme altında yükseklik boyunca dönmenin lineer arttığı kabulüne göre tutulan kısma, tutulan kısım tarafından ortaya çıkan (yani tutulan kısmın neden olduğu) bir burulma momenti  $v_j \cdot r_j^2 \cdot \theta / l$  etki eder. Bu burulma momenti boylu boyunca etkilidir.

Çubuğun üst ucunda buna göre ortaya çıkan dönme:

$$\theta = \frac{l^4}{8 EC_M} \cdot (m_i + v_j \cdot r_j^2 \cdot \theta / l) \dots \dots \dots (5.34)$$

$m_i = 0$  şartından burulma kırılması için yaklaşık olarak kritik yük:

$$(v_j)_{ki} = \frac{8 EC_M}{r_j^2 \cdot l^3} \quad (\text{tam değer: } 7,837) \dots \dots \dots (5.35)$$



Resim 5.35. Burulma zorlanması halinde deformasyona uğramış sistemde denge durumu.

II. mertebe teorisine göre kesit boyutlarının I. mertebe teorisine nazaran %10'dan fazla büyümemeleri koşulu düzlemsel probleme analogik olarak şu aşağıdaki ilişkinin mevcut olduğunu ortaya koymaktadır:

$$1 \cdot \sqrt{\frac{v_j \cdot r_j^2}{EC_M}} \cdot l \leq 0,64 \dots \dots \dots (5.36)$$

Sadece bir kolon demetinin stabilitesi gerekmediği, taşıyıcı eleman

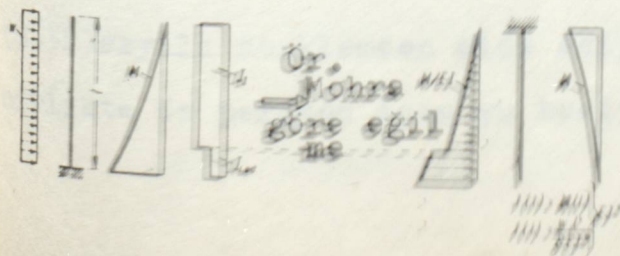


larında ortak kayma merkezinden  $e_j$  kadar bir mesafede bulunmaları gerektiği ve normal olarak yükseklik boyunca eşit dağılmış düşey yük  $p_j$  taşıdığı dikkate alınır,  $m$  adet taşıyıcı eleman ve  $n$  adet kolon demeti için şu aşağıdaki bağıntı geçerlidir:

$$\lambda = 1 \cdot \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^m p_i \cdot e_i^2 + \sum_{i=1}^n v_i \cdot r_i^2}{EC_M}} \cdot 1 \leq 0,64 \dots\dots(5.37)$$

Böylece [5.38]'e dayanılarak bir binanın uzaysal stabilitesi hakkında bir şeyler söylenmesine müsaade eden bir parametre bulunmuştur. İlgili literatürde St. Venant Burulma rijitliğinin etkisinin de 5.27 'deki denkleme göre tahmin edilebileceğini ispat edilmiştir.

Bunun dışında Reeh [5.39] ve Brandt [5.40] 'da araştırmalar yapmışlardır. Bu araştırmalarda daha önce yapılan basitleştirici kabul, yani tüm taşıyıcı sistem kesitinin kayma merkezi ile kütle merkezinin çakıştığı kabulü, terkedilmiş ve tablolar ve abaklar yardımıyla basit bir hesap yöntemi göstermiştir. Bu durumda da yukarıda adı geçen parametrelerin taşıma davranışını kabaca tasvir edebildikleri görülmektedir  $\alpha$  ve  $\lambda$  parametrelerinin formüllerine normal olarak kesintisiz kesitin (I. durumu) EI eğilme rijitliği konur. Bunun yapılabileceği taşıyıcı yapı elemanlarının kullanım halinde normal gerilmelerinin değerlendirilmesi ile kontrol edilir. Bu kontrol sonucunda kesitte  $\sigma > \beta_{w28} / 10$  değerinde çekme gerilmesi çıkarsa eğilme rijitliğinin DIN 1045, bölüm 16.2.3'e göre yeniden belirlenmesi gerekmektedir. Bu azaltılmış eğilme rijitliği sadece yöresel olduğundan, atalet momenti yöresel sabit olan bir kuvvet aktarıcı üzerinde bir eşdeğer eğilme rijitliği belirlenebilir (resim 5.36); böylece verilen sınır değerleri kontrol edilecektir.



Resim 5.36. Eşdeğer rijitlik  $EI^*$ 20 belirlenmesi.



### 5.2.2.Çerçevelerden oluşan taşıyıcı yapı elemanları

Çerçevelerde stabilite kontrolü için DIN IO45,bölüm I7.4.2'de eşdeğer çubuk yöntemine göre bir kontrol yapılmasını öngörmektedir.Bu yöntem yüksek yapılardaki çerçeve sistemler için çok kaba bir sonuç vermektedir.Bu sebepten dolayı DIN IO45 bölüm I7.4.9'dan yararlanılarak normal olarak tüm sistemde bir kontrol yapılır.Bunun için Fey[5.4I] kolay bir hesap sistemi geliştirmiştir.Onun sistemine göre yükseklik boyunca çerçeve yerdeğiştirmesinin lineer arttığı kabul edilir ve rijitliklerde basit kabullere göre belirlenir.

Beck ve Bubenheim[5.42]DIN IO45'e dayanan daha iyi sonuç veren bir yöntem geliştirmişlerdir,ancak bu yöntemin uygulanabilmesi için bilgisayara gerek vardır.

### 5.3.Taşıyıcı yapı elemanlarının öz periyotları

#### 5.3.1.Dolu gövdeli perdeler

Dolu gövdeli perdenin sonsuz rijit mesnetlenmesi ve kesitinin yükseklik boyunca sabit kalması halinde(sistem resim 4.I8)birinci öz titreşim modu için periyodu şöyle elde edilir

$$t_1 = \frac{l^2}{1,75} \sqrt{\frac{r}{EI}} \dots\dots\dots(5.38)$$

burada:

$t_1$ =Öz periyod

$r$ ::yükleme(ağırlık/uzunluk birimi)(Mp/m)

$l$  :konsol uzunluğu(m)

$EI$  :eğilme rijitliği(Mpm<sup>2</sup>)

Yükleme durumunun da hem taşıyıcı eleman hem de bununla bağlantı halinde bulunan karkas yapının taşıdıkları yükler gözönüne alınır.

(5.32)sayıllı denklemden elde edilen bileşke labilite katsayısı  $\alpha$  ile birlikte öz periyod için şu basit denklem elde edilir.



$$t_1 = \frac{\alpha \cdot \sqrt{l}}{1,75} \dots\dots\dots(5.39)$$

Bunun dışında birinci öz titreşim modunun belirlenmesi için sadece bina yüksekliğinin ve kat sayısının kullanıldığı bir takım formüller mevcuttur. Bunlar yaklaşık hesaplar için ampirik olarak geliştirilmişlerdir ve dolayısıyla ilgili özel durumlarda kullanılabilirler. Bunların kullanılmasında özel dikkat gösterilmelidir.

Kesitleri değişken veya elastik mesnetlenmiş dolu gövdeli perdeler için geçerli olan formüller [5.43] [5.44] veya [5.45]'te verilmiştir; elbette bölüm 5.3.2'de verilen verilen formüller burada kullanılabilir.

#### 5.3.2. Herhangi bir taşıyıcı eleman

Enerji yönteminden dağınık kütleli bir sistemin birinci modunun öz periyodu için aşağıdaki yaklaşık formül verilmiştir (bak [5.43]).

$$t_1 = 2\pi \sqrt{\frac{\int_0^l r(x) \cdot y_1^2(x) \cdot dx}{g \cdot \int_0^l r(x) \cdot y_1(x) \cdot dx}} \dots\dots\dots(5.40)$$

$g$  : yerçekimi ivmesi ( $m/s^2$ )

$r(x)$  : yükleme (ağırlık/uzunluk birimi) ( $Mp/m$ )

$y(x)$  :  $r(x)$ 'in yatay yük olarak etkimesi halinde statik eğilme eğrisi ( $m$ )

$l$  : konsol uzunlukları ( $m$ )

Diskret kütle yayıllımlı sistemler için ilgili formüller geçerlidir

#### 5.4. Temel yapıları için kesit boyutları

##### 5.4.1. Tekil temeller

Merkezi yük altındaki dikdörtgen kesitli tekil temellerde sabit (düzgün yayılı) basınç dağılımında boyutlandırma için kullanılan moment değeri

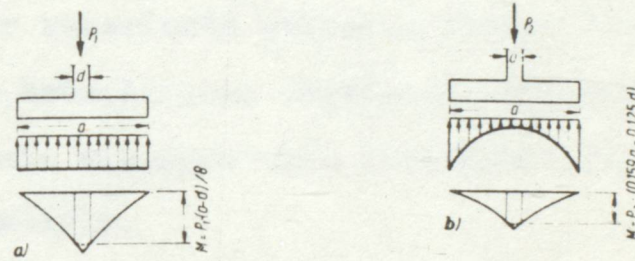
$$M = P_1 \cdot (a-d)/8 \dots\dots\dots(5.41)$$



formülü ile hesaplanır.

Tekil temeller bazı istisnalar dışında sonsuz rijit kabul edilebilirler. Eğer gerilmeler zeminin akma gerilmesine kıyasla çok az değişiyorlarsa, bu tip yapı elemanlarında Boussingq'e göre resim 5.37b'de gösterilen gerilme yayılımı (dağılımı) ortaya çıkmaktadır. Daha büyük zemin basınçlarında gerilme diyagramı uçları zeminin plastik davranışı nedeniyle düzleşir. Sürekli yükleme altında temel kırılma güvenliği  $\eta=2,0$  için gerilme yayılımı resim 5.37a'daki duruma çok yaklaşmaktadır. Eğer küçük yükler alan tekil temeller çalışma tekniği nedenleri ile yüksek basınç altındaki temellerin daha büyük yüklerini almaları gerekiyorsa, boyutlandırma momenti için şu aşağıdaki formül kullanılacaktır:

$$M = P_1 (0,159a - 0,125d) \dots\dots\dots (5.42)$$



Resim 5.37. Tekil temeller için boyutlandırmada esas alınan momentler.

Tekil temellerde çeşitli yüklemeler altında yaklaşık aynı oturmalar ortaya çıkıyorsa, bu durumda sadece zemin basıncının oturmaları etkilemediği aynı zamanda da temelin boyutlarının oturma miktarını etkilediği gözönünde bulundurulacaktır.

#### 5.4.2. Plak temeller (radye temeller)

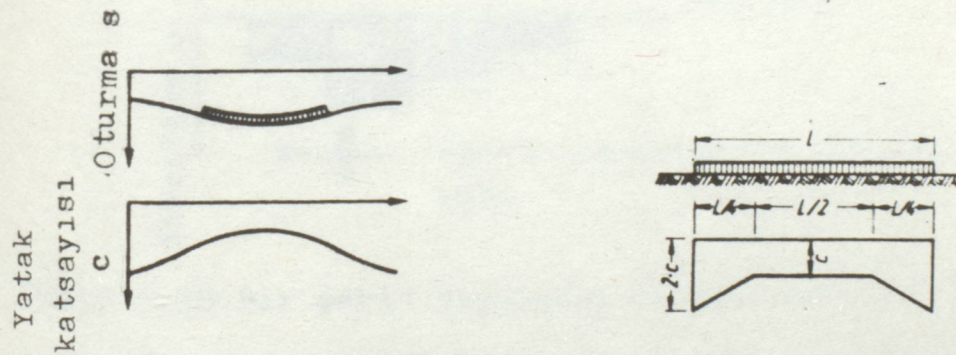
Esas itibariyle iki hesap yöntemi vardır.

I. Birbirlerine komşu zemin elemanlarının karşılıklı etkilenmelerini gözönünde tutan rijitlik katsayısı yöntemi.



2.Zemini birbirinden bağımsız yaylara eşdeğer kabul eden yataklanma katsayısı yöntemi.

Derinlikle artan rijitlik katsayısı deformasyonları değiştirir ve böylece zemin katsayısı yöntemine bir yaklaşım olarak düşünülürse temel zorlanmasını azaltır.Yani ilgili değerler her iki yöntemin de sonuçlarının arasında bir yerde bulunacaktır.Zemin katsayısı yöntemi kullanılacak olursa zemin katsayısının büyüklüğünün ne olacağı hakkında bir soru ortaya çıkacaktır;bu değer bir zemin tanıma katsayısı değildir,zira bu büyüklük temelin cinsine ve büyüklüğüne bağlıdır(zemin tanıma katsayısı ile örneğin içsel sürtünme katsayısı veya zemin özgül ağırlığı kastediliyor).Yatay tabakalanmış zeminlerde oturacak plakların yapımında yataklanma katsayısını bulmak için plağın orta noktasındaki oturmayı bulmak yeterli olacaktır.İlgili yataklanma katsayısı(yataklanma=basınç/oturma)plak uzunluğunun yarısı boyunca sabit kabul edilebilir.Ancak bu değer kenarlarda yaklaşık olarak iki katıdır(bak.resim 5.38 [3.3]).Oturma hesaplarının esaslarına geçilmeden evvel burada da birbirine komşu zemin elemanlarının karşılıklı etkileşimleri gözönüne alındığı belirtilmelidir.



Resim 5.38.Oturma ve yataklanma katsayısı arasındaki bağıntılar:

Yatay tabakalanmış zeminlerde yataklanma katsayısının basitleştirilmiş kabulü.

Bundan sonra plak temeli enine ve boyuna şeritlere bölünür.Şeritlerin hesaplanmasında iki tür problem ortaya çıkar[5.46]:

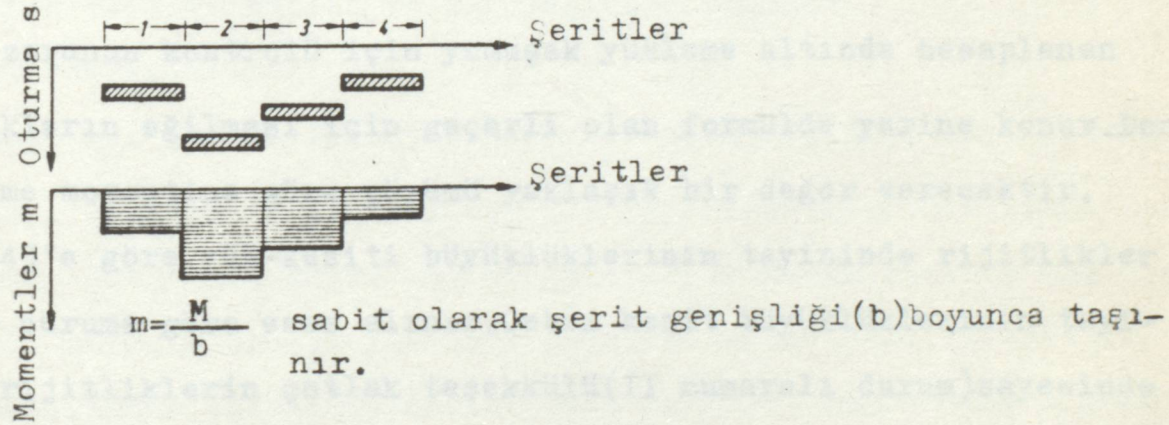
a)Birbirine komşu şeritlerin kesişme noktalarında(istavroz şeklin-



de bir enine şeridin bir boyuna şeridi kestiği nokta)deformasyon dayanıklılıkları.

b)Enine ve boyuna şeritlerin kesişme noktalarında (istavroz şeklinde bir enine şeridin bir boyuna şeridi kestiği nokta)deformasyon dayanıklılıkları.

Her iki problemde plağın yüzeysel taşıyıcı sistem veya ızgara olarak çözülebilir.Ancak böyle bir hesap kapasitesi çok yüksek bilgisayarlarla yapılabilir.Şerit hesaplarında birbirine komşu üç ana şerit şeklinde basitleştirilmek suretiyle basitleştirilmiş bir çözüme gidilebilir.I numaralı ana şerit 1,2 ve 3 numaralı şeritlerden ve II numaralı ana şerit ise 2,3 ve 4 numaralı şeritlerden oluşmaktadır(resim 5.39). Böylece beher şerit için üç ayrı sonuç elde edilmektedir.Hesaplarda bu üç sonucun ortalaması kullanılacaktır.Pek olumlu çıkmayan sonuçlar her bir şeritte yuvarlatılır.Boyuna ve enine şeritlerin kesişme noktalarının uygun ve kullanılmayan değerler yataklanma katsayısının az miktarında değiştirilmesi ile kullanılabilir.



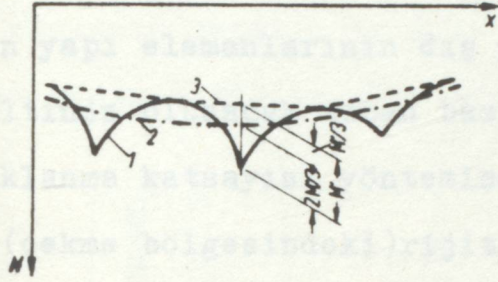
Resim 5.39.Bir şerit hesabının kullanılmaz uygunsuz değerleri.

Plak temelin(zemin plağının)boyutlandırılmasında şerit momentleri aşağıdaki düşünce ışığıyla dağıtılabilir:

Eğilme momentlerinin bir kısmı bir oturma çukurunun oluşması sonucu ortaya çıkarlar.Bu değer ise yaklaşık olarak mesnet çökmesine neden olan yükleme durumuna eşittir:2 numaralı moment çizgisi(resim 5.40). Momentlerin 2 numaralı moment çizgisi çevresinde kalan diğer kısım ise



zemin gerilmesini yükleme kabul eden ve rijit bir alt yapıya oturuyor-  
muş gibi düşünülen fiktif bir sistemden kaynaklanmaktadır. Boyutlandır-  
mada oturma çukuru dolayısıyla ortaya çıkan momentler şerit genişliğin-  
ce sabit kabul edilebilir. "Rijit mesnetlenmiş sistem" dolayısıyla or-  
taya çıkan momentler ise düz döşemelerden bilinen şerit momentleri he-  
sap esaslarına göre hesaplanır, ilgili faktörlerle teçhiz edilirler. He-  
sap momentlerinin bulunması için ise de bu bulunan iki moment değeri  
süperpoze edilir. Bu şekilde enine doğrultusunda mantıklı bir biçimde  
dağıtılması sağlanmış olur.



- 1= Bir şeridin moment diyagramı
- 2= Oturma derzi bulunması sonucu mo-  
ment diyagramı.
- 3= Birbirine komşu iki açıklık momen-  
tinin bağlantı diyagramı.

Resim 5.40. Plak temelde eğilme momentlerinin dağılımı.

Kesit zorunun kontrolü için yumuşak yükleme altında hesaplanan  
oturma plakların eğilmesi için geçerli olan formülde yerine konur. Denk-  
lemin eğilme momentine göre çözümü yaklaşık bir değer verecektir.

DIN IO45'e göre yük-kesiti büyüklüklerinin tayininde rijitlikler  
I numaralı duruma göre esas alınır. Cebri kesit büyüklüklerinin tayi-  
ninde ise rijitliklerin çatlak teşekkülü (II numaralı durum) sayesinde  
azaldıkları ve betonun yüzeysel akması nedeni ile rijitliklerin azaldı-  
ğı gözönünde bulundurulmalıdır. DIN IO45'e göre yük-kesit büyüklüklerin  
de  $\nu=1,75$  ile  $\nu=2,1$  arasında emniyet katsayıları alınır. Buna karşın  
ceбри kesit büyüklüklerinde  $\nu=1,0$ 'lik emniyet katsayıları kullanılır.  
Ancak çatlak emniyetinin tayininde her iki zorlamada eşit değerde tu-  
tulmalıdır. Bu husuların dikkate alınması ile cebri kesit büyüklükleri-  
nin uygun bir biçimde tanımlanmasıyla plak temellerin boyutlandırılma-  
sında bazı hallerde büyük miktarlarda malzeme tasarrufu sağlanır. Buna



ilişkin olarak Heil [5.47] enteresan önerilerde bulunmuştur:

Yük-kesiti büyüklüğünün tayininde denge şartını sağlayan öyle bir taban basıncı dağılımı için zeminin taşıma gücü ilgili emniyet sınırları içinde aşılmasın. Boyutlandırma esnasında bu taban basıncı dağılımı için I.duruma göre elde edilen rijitliklere göre bulunan kesit büyüklükleri aranan yük-kesiti büyüklükleri olarak kabul edilebilirler. Cebri kesit büyüklüğünün tayininde ise şu şekilde bir öneri getirilmiştir:

Daha önce seçilen taban basıncı dağılımı bu durumda ağırlıksız kabul edilen yapı elemanlarının dış yüklemesi olarak kabul edilir ve bu yükleme altında oluşacak taban basıncı dağılımı ise rijitlik katsayısı veya yataklanma katsayısı yöntemine göre bulunur. Bu esnada çatlamış bölgedeki (çekme bölgesindeki) rijitlikten yola çıkılır (II.durum) ve gerektiği halde üst yapıdaki konstrüksiyonda rijitliği dikkate değer alınır. Bu rijitliklerin bir miktar daha azalmasına betonun yüzeysel akması dolayısıyla müsaade edilir ve bir tehlike arz etmez.

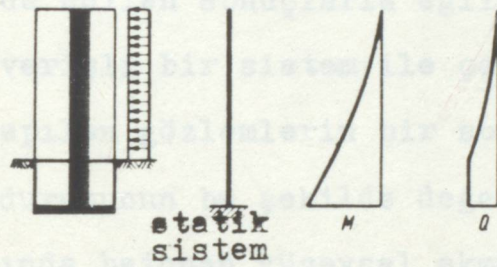
#### 5.4.3. Bodrum kutuları

Plak temel her iki istikamette de duvarlarla rijitleştirilirse zemin basınçları Boussinesq denklemleri ile belirlenebilir. Özellikle uzun yapılarda duvarlara büyük yükler gelir. Plak zemin basıncı yük olarak alınarak sürekli taşıyıcı olarak hesaplanabilir (yani sürekli giriş biçiminde). Bunun için duvarların sabit ve rijit birer mesnet olarak kabul edilmesi gerekmektedir. Bu durumda ortaya çıkan kesit zorları rijit duvarlarla desteklenmemiş plaklara nazaran daha azdır.

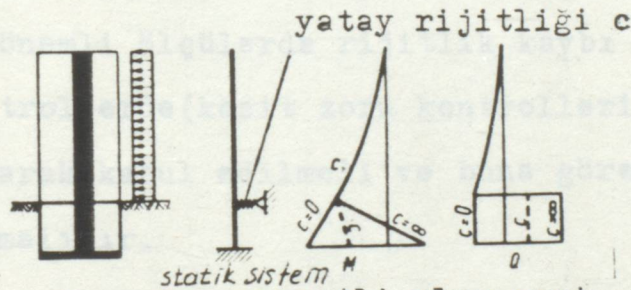
Yatay kuvvetlerin aktarılması için muhtelif sistemler mevcuttur. Resim 5.4I'de plak temele mesnetlendirilmiş bir çekirdek taşıyıcısının statik sistemi ve bu sistemde oluşan eğilme momentleri ile kesme kuvvetleri gösterilmiştir. Döşemeler ile yan duvarlar (bunlar kapalı bir perde sistemi oluşturmaktadır) birbirleri ile bağlantılı ise statik sistem resim 5.4Ib'ye göre seçilecektir. Yatay yayılı mesnet burada sadece



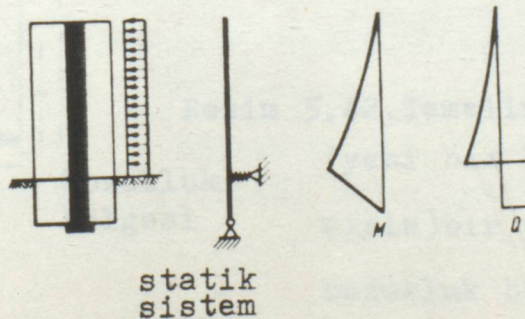
en üst bodrum tavanı için gösterilmiştir. Sınır durumlarda bu mesnet hiç bir şekilde kaydırılamaz. Tabandaki ve en üst bodrum döşemesindeki eğilme momentleri zıt işaretlidirler. Momentte görülen kuvvetli düşüş (büyük azalma) çekirdeğin üst bodrum döşemelerinde kayma etkisi altında kalmasına neden olmaktadır. Döşeme üzerine yayılan yatay kuvvetler yan duvarlar (perdeler) vasıtasıyla plak temele aktarılırlar ve buradan da zemine verilirler. Döşemeler için bu durum bir perde-kesit zoru doğurmaktadır ve boyutlandırma esnasında asla gözardı edilmemelidir. Taşıma gücü yüksek zeminlerde tekil temeller oluşturacak olursa ve taşıyıcı elemanın temelin belirli ölçüleri yoksa bu duruma eşdeğer statik sistem resim 5.4Ic'ye göre seçilmelidir.



a) Zemin plağına ankastre çekirdek



b) Elastik yatay mesnetli olup zemin plağına ankastre çekirdek.



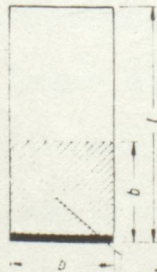
c) Ayak kısmında mafsallanmış çekirdek

Resim 5.4I. Statik sistemler ve taşıyıcı elemanların kesit zorları



#### 5.4.4.Karkas çerçeve ile temelin karşılıklı etkileşimleri

Karkas çerçeve(çerçeve iskelet)temel elemanın oturmasını engelliyorsa,çerçeve ile temelin karşılıklı etkileşimlerinden yola çıkılarak karkas yapıda(iskelette)meydana gelen ilave zorlanmaların tahmin edilmesi gerekmektedir.Bu ek zorlanmalar belirli bir bozukluk alanı ile sınırlandırılmışlardır.Bu bozukluk alanı ise yaklaşık olarak resim 5.42'de görülebilir.Bir çerçeve sistemin üst yapı rijitliğinin belirlenmesi için Meyerhof formülü kullanılabilir(bak 5.48 ).Bu işlemde yapılması gereken süperpozisyon sadece bozukluk bölgesinde yapılacaktır. Genel olarak üst yapının bu hesaplardan elde edilen sonuçlara nazaran daha fazla eğilmeye müsait olduğu söylenebilir.Bu sebepten dolayı hesaplarda elde edilen sonuçlarla eğilme küçümsenmemeli ve daha da fazla eğilmeye elverişli bir sistem ile çalışılmalıdır.Bu durum önce yapılan binalarda yapılan gözlemlerin bir sonucu olarak değerlendirilebilir.Eğilme durumunun bu şekilde değerlendirilmesine götüren neden ise yapım esnasında betonun yüzeysel akmasına dayanmaktadır(yani rötire ve sünme gibi olaylar kastedilmektedir).Zira sünme ve rötire dolayısıyla üst yapıda önemli ölçülerde rijitlik kaybı meydana gelir.Çerçevede yapılacak kontrollerde(kesit zoru kontrollerinde)kesit zorları cebri-kesit zoru olarak kabul edilmeli ve buna göre DİN 1045 gereğince  $\nu=1$  ile çalışılmalıdır.



bozukluk  
bölgesi

Resim 5.42.Temelin çeşitli oturmaları dolayısıyla (yani bir bütün olarak oturmaması dolayısıyla)bir yüksek yapı konstrüksiyonunda bozukluk bölgesi.



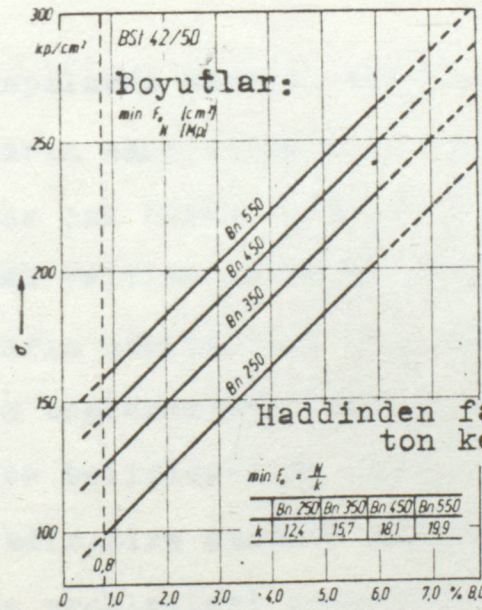
5.5.Düşey taşıyıcı elemanların enkesitlerinin tayininde tahmini değerler veren formüller(yaklaşık formüller)

Exantrik yükleme altında bulunan,burkulma yapmıyan donatılı kolonların ön boyutlandırılmasında resim 5.43'e göre beton kalitesi ve kesitte mevcut toplam donatı alanı oranına bağlı olan bir ideal gerilme  $\sigma_1$  (itibari gerilme) bulunur.Kolonun taşıyacağı normal kuvvet N için gerekli olan kesit alanı için şu formül elde edilir.

$$F_b \text{ gerekli} = \frac{N}{\sigma_1} \dots\dots\dots(5.43)$$

Eğer bir kesit gerekli minimum donatı oranı  $F_s$ 'e göre belirlenecek ise bu durumda minimum donatı oranı "k" resim 5.43'e göre belirlenir.

$$F_s \text{ min.} = \frac{N}{k} \dots\dots\dots(5.44)$$



Toplam boyuna donatı  
Resim 5.43.İdeal beton gerilmeleri.



5.6.Düşey taşıyıcıların deformasyonu sonucu döşeme konstrüksiyonlarında zorlanmalar.

Yüksek yapılarda düşey taşıyıcıların deformasyonu üst katların döşemelerinde büyük ölçülerde zorlanmalara ve deformasyonlara neden olmaktadır.Çok çeşitli deformasyonlar muhtelif sebepler dolayısıyla beklenebilir.Taşıyıcı çekirdek veya perdeler sürekli etkiyen normal kuvvet etkisi altında kolonlara nazaran çoğunlukla daha az zorlanırlar. Bu sebepten dolayı bir yüksek yapının daha yapımı esnasında perdelerde ve kolonlarda elastik deformasyonlar meydana gelir.Deformasyon farklılıkları betonun sünme ve rötresi dolayısıyla daha da büyürler.Dış kolonlar ısı izolasyonu yapılmaması halinde ısı değişimi nedeniyle rötrenin yanısıra ilave deformasyonlara uğrarlar.İşte bu farklı deformasyonlar döşeme konstrüksiyonu sayesinde engellenirler.

Düşey taşıyıcıların bu değişik deformasyonları dikkatlice izlenmelidir.Hem kesit zorları bakımından hem de binanın yapımı bakımından bu husularda dikkat edilmelidir(örneğin ayırma duvarları,yan ve altlı üstlü bağlantılar).Daha fazla bilgi için [5.49] ve [5.50]'ye bakınız.

## 6.EMNİYET

### 6.I.Yüksek yapılarda emniyet şartları

Yüksek yapıların emniyetine özel dikkat gösterilmelidir.Ortaya çıkabilecek zararlar çok büyük sorunlar meydana getirir.Çoğunlukla tecrübeye dayanılarak yapılan işlerden vazgeçilir.

Yüksek yapıların özellikleri daha büyük boyutlarda ve bunların konstrüksiyonunda başlamaktadır.Yüksek ve narin yapıların emniyeti rüzgar yüküne göre belirlenir.Bu konu geçerli olan standartlar(normlar) daha çok yetersizdir.Zira dinamik problem ortaya çıkmaktadır.Diğer yapılarda stabilite problemleri çoğunlukla yapı elemanlarının her biri için ayrı ayrı geçerli olduğu halde yüksek yapılarda tüm sistemin akşamasi sözkonusu olabilmektedir.Bunun yanında yüksek yapının eğik bir konum alması da emniyet bakımından önemli bir unsurdur.Böyle eğik ko-



numlar zemindeki farklı oturmalarından veya konstrüksiyon hatalarından kaynaklanabilir.Yüksek yapıların emniyeti gözetilirken bazı yapı elemanlarına özellikle özen gösterilmelidir.Zira bunların görevlerini yerine getirmemeleri tüm yüksek yapının çalışmamasına neden olabilir.Boyutlandırma esnasında sadece daha önceden tahmin edilebilen yükler esas alındığından ve özel afet durumlarında ortaya çıkabilecek ilave yüklenme durumları bilinmediğinden,dayanıklı ve duyarsız bir statik sistemin ve konstrüktif emniyet tedbirlerinin alınması gerekli olmaktadır.Bu sebepten dolayı boyutlandırma esnasında geçerli standartlara göre hiperstatik sistemler tercih edilmelidir.Ayrıca tek başına etkiyen taşıyıcı sistemlerde prefabrik konstrüksiyonlar tercih edilmelidir.Bu gibi tedbirlerin nicelik bakımından farklılıkları hemen hemen yok gibidir.Sadece çok az fazla çalışma sayesinde emniyet bir hayli artırılabilir.Böylece önceden miktarı belirlenmiyen yüklere karşı da tedbir alınmış olabilir.En uygun çözümün bulunması ve bu şartlar altında karar verilmesi mühendise düşen bir görevdir.Mühendis kararını büyük bir itina ile verecektir.

6.2.Diğer emniyet seçeneklerine kıyasla DIN IO45'de verilen emniyet tedbirleri.

Yüksek yapıların arzettiği bir çok özelliklere rağmen,yüksek yapı elemanlarının boyutlandırılmasında normal yapılarda geçerli olan şartların aynı kaldığı şaşırtıcı olabilir.Bu soruna 6.I'de bir çözüm getirilmiş ve nedenleri araştırılmıştır.

Bazı bilimsel araştırmaları kullanabilmek için "Emniyet" kavramı rasyonel olarak gerekçesi belirlenmiş,ölçülebilen bir büyüklük olarak tanımlanmalıdır.Bunun için en yakın zamanda "güvenirlirlik" veya olumsuz anlamıyla "Güvenememe olasılığı"denmektedir(bizim literatürümüzde buna emniyet faktörü denir.Örneğin emniyet gerilmesi v.s gibi).Bir sistemin veya yapı elemanının mukavemetinin(dayanımının)önceden belirlenemeyeceği kabulü en başta yapılmalıdır.Zira malzemelerin mukavemetle-



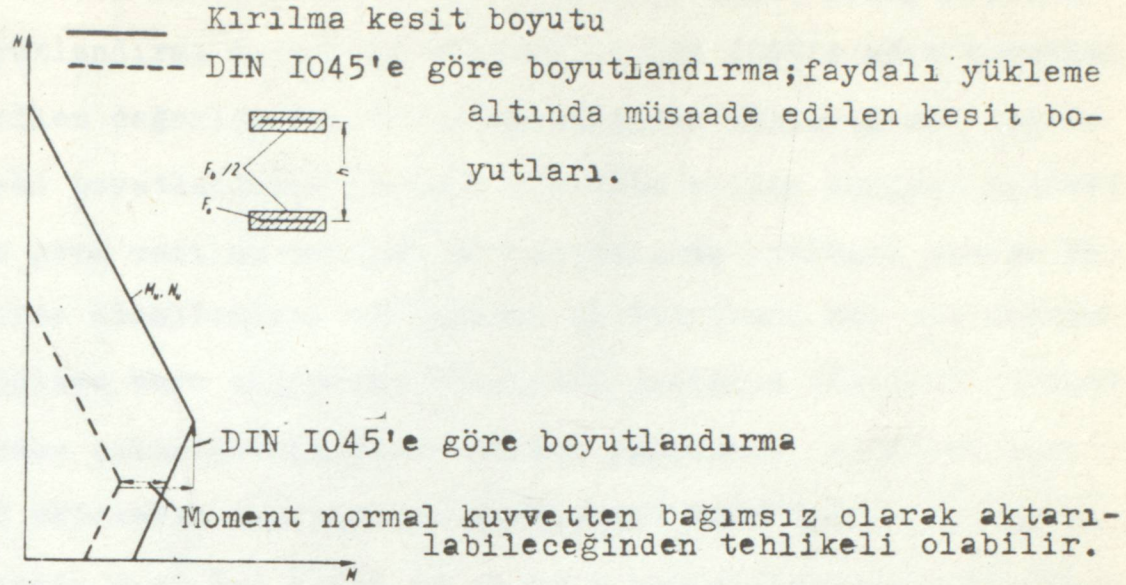
ri ve boyutları her defasında farklılıklar göstermekte ve hesap metotları da bazı belirsizlikler ve yaklaşımlar içermektedirler. Mukavemet açısından sistem, büyüklüğü daha evvelden tam olarak belirlenemiyen yüklerden ortaya çıkabilecek kesit zorlarına dayanabilmelidir. Eğer belirlenen emniyet katsayısının altında kalınması veya üstüne çıkılması ihtimali belirlenmezse, deterministik bir emniyet faktörünün de verilmesi çok kısıtlı olacaktır. Önüne geçilemeyen emniyetsizlikler gözönünde bulundurulursa olasılık teorisinden yararlanılarak emniyetin altında kalınacağı en büyük değer belirlenebilir (yani sistemin emniyeti sağlıyamıyacağı değer). Böylece boyutlandırma esnasında emniyeti gözönünde bulundurulabilecek bir karşılaştırma ölçüsü bulunmuş olur. Eğer çeşitli yapılar ve çeşitli kullanım amaçları için yaklaşık olarak aynı emniyeti sağlayan veya sağlamıyan değer olasılıkları elde edilirse, tatminkar bir emniyet faktörü elde edilmiş olur (yani çeşitli yapılar veya çeşitli kullanım amaçları için emniyetin sağlanması veya sağlanmaması olasılığı yaklaşık olarak eşit ise bu bulunan değer tatminkar bir emniyet faktörüdür). Yüksek yapıların taşıyıcı elemanlarında yapılan araştırmalar DIN IO45'de verilen emniyet şartlarının bazılarının yetersiz kaldığını göstermiştir. Zira DIN IO45 global emniyet şartları ile çalışılmaktadır. Bunu kısaca görelim. Yüksek yapıların boyutlandırılmasında (daha doğrusu yüksek yapıların taşıyıcı elemanlarının boyutlandırılmasında) iki çeşit yük durumu gözönüne alınır. Bunlar:

1-En büyük düşey yükleme ve en büyük moment

2-En küçük düşey yükleme ve en büyük moment

Birinci durumda en büyük kesit zorları basınç bölgesinde oluşur; diğer durumda ise en elverişsiz kesit zorları çekme bölgesinde ortaya çıkar. İkinci durumda, birinci duruma kıyasla küçük düşey yükleme olumsuz etki yapar. Buna rağmen DIN IO45'de bu durumda da (bu yükleme durumunda da) normal kuvvet bir "Emniyet faktörü" ile büyütülür, oysa ki bu "emniyet faktörü" gerçekte emniyetin azalmasına yol açmaktadır (resim 6.1).





Resim 6.I.

Bu basit durumda da görüleceği üzere hem normal kuvvet hem de eğilme momenti için aynı olan emniyet faktörünün yeterli derecede tatminkar olmadığını göstermektedir. Büyümenin olumsuz etkidiği yerlerde 1'den büyük bir emniyet faktörünün kullanılması daha doğru olacaktır; diğer durumda ise 1'den küçük veya en çok 1 olan bir emniyet faktörünün kullanılması doğru olur. Böyle bir boyutlandırma seçeneği şu aşağıdaki formüller ile verilebilir:

1. Yükleme durumu max M, max N

$$N_u = \gamma_1 (N_g + N_p) ; M_u = \gamma_1 \cdot M$$

2. Yükleme durumu max M, min N

$$N_u = \gamma_2 \cdot N_g \quad M_u = \gamma_3 \cdot M$$

Burada:

$M_u, N_u$  : Kesirli olarak normal kuvvet ve eğilme momenti (hesapla bulunan)

M : Kullanılan yüklemeler altındaki moment

$N_g$  : Zati ağırlıktan kaynaklanan normal kuvvet

$N_p$  : Hareketli yükten kaynaklanan normal kuvvet

$\gamma_i$  : Emniyet faktörü



Resim 6.2 ve 6.3'de bazı seçilmiş örneklerde böyle hesap yapılması halinde boyutlandırma durumu görülmektedir. DIN IO45'e göre boyutlandırma için verilen değerler ile bir karşılaştırma yapıldığında tasvir edilen şekildeki boyutlandırma yöntemi ile elde edilen emniyet katsayısıyla DIN IO45'e göre verilen emniyet katsayılarının yaklaşık olarak aynı gerçekleştirme olasılıkları verdikleri görülür (yani her iki durumda da emniyeti sağlama veya sağlamama olasılığı yaklaşık olarak birbirine yakındır). Buradan çıkarılacağı üzere yüksek yapıların boyutlandırılmasında (yüksek yapıların taşıyıcı elemanlarının boyutlandırılmasında)  $\nu_1=1,5-1,75$  arası,  $\nu_2=0,9-1$  arası ve  $\nu_3=1,5$  katsayıları ile çalışılması halinde elde edilen kesitlerin kullanılması DIN IO45'e göre verilenlere nazaran daha uygun olduğu anlaşılmıştır. Bunun yanısıra değişik bir yöntem ile boyutlandırma sonucunda kesit konstrüksiyonunda etkilendiği anlaşılmıştır. DIN IO45'e nazaran bu yolla boyutlandırma yapılması halinde çekirdeğin en kesit alanı azaltılabilir, ancak buna karşın statik yükseklik büyütülmelidir. DIN IO45'de uygulanan teslek, özellikle zayıf donatılı en kesitlerde, relatif olarak dengesiz kesitlerin ortaya çıkmasına neden olduğu halde, şimdiye dek emniyeti sağlamama olasılığının çok yüksek olabileceği tespit edilmemiştir; bu konuda özellikle Heunisch'in araştırmaları çok yararlı ispatlar getirmiştir [6.2].

Bu araştırmalara göre:

1. DIN IO45'da öngörülen minimum donatı

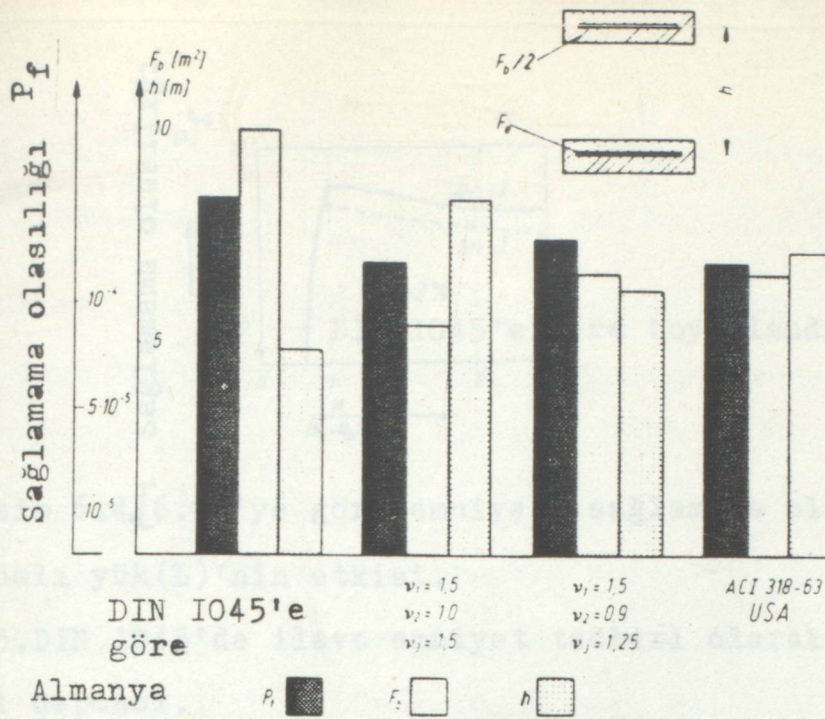
2. Normal durumda düşey yüklemenin zati ağırlık (D) ve hareketli (faydalı) yük (L)'den oluştuğu gerçeği kabul edilmiştir. Buna göre iki boyutlandırma vardır.

Basınç tarafı için:  $\max M, \max N$

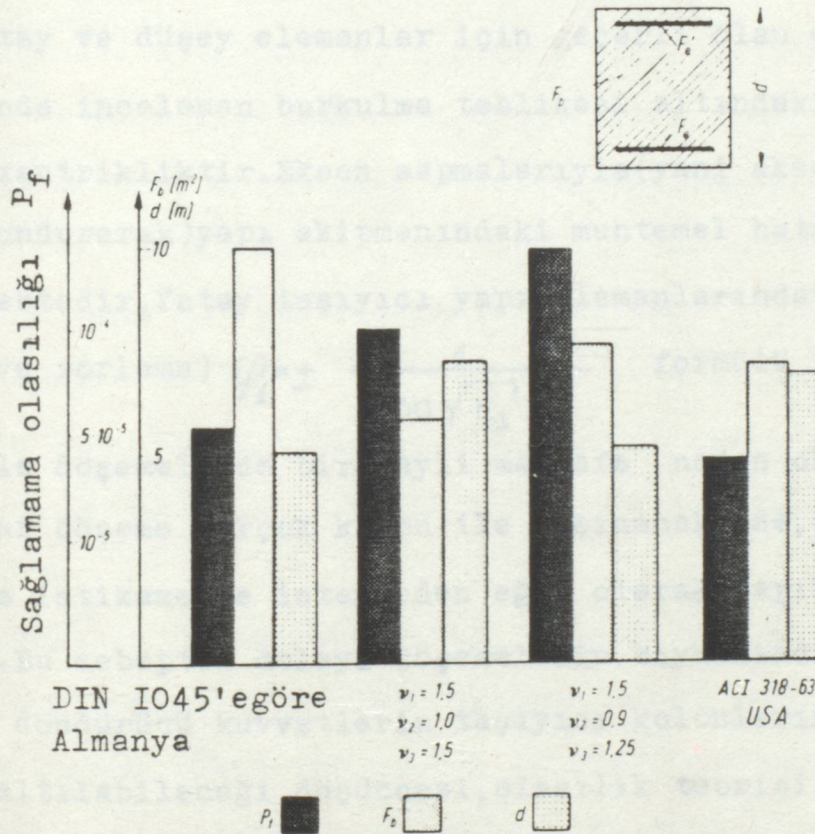
Çekme tarafı (bölgesi) için:  $\max M, \min N$

Buna göre en olumsuz noktada boyutlandırma ihtimali ile karşı karşıya kalınmaz (çekme ve basınç bölgeleri eşit miktarda kullanılır) D/L oranı ne kadar küçük ise, o kadar emniyetli çalışılmış olur (resim 6.4).



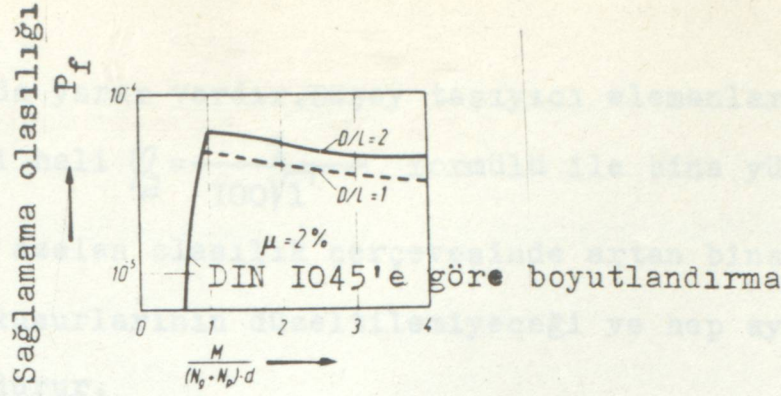


Resim 6.2. Çeşitli boyutlandırma önerilerinin 6.I 'e göre karşılaştırılması (iki noktasal kesit,  $\mu = \mu' = \%1$ , açık arazide rüzgar etkisi, 31 katlı bir bina, bina genişliği 40 m).



Resim 6.3. 6.I 'e göre çeşitli boyutlandırma önerilerinin karşılaştırılması (dikdörtgen kesit,  $\mu = \mu' = \%2$  açık arazide rüzgar etkisi, 31 katlı bina, bina genişliği 40 m) [61].





Resim 6.4.[6.2]'ye göre emniyeti sağlamama olasılığına zati yük(D) ve faydalı yük(L)'nin etkisi.

6.3.DIN IO45'de ilave emniyet tedbiri olarak anti-exantriklik ve eksenel sapması.

DIN IO45'de verilen emniyet önerileri şimdiye kadar global olarak ele alınan emniyet faktörlerinin yanısıra daha başka emniyet tedbirlerini de içerir.Bu emniyet tedbirleri olarak 15.8.2 paragrafında incelenen yatay ve düşey elemanlar için geçerli olan eksen sapması ve 17.4.6 bölümünde incelenen burkulma tehlikesi altındaki yapı elemanlarındaki anti-exantrikliklerdir.Eksen sapmalarıyla(yani eksen sapmalarını gözönünde bulundurarak)yapı ekipmanındaki muhtemel hataların karşılanması düşünülmektedir.Yatay taşıyıcı yapı elemanlarında"Eksen sapması"yüklemesi(ilave zorlama)  $\varphi_1 = \pm \frac{1}{200 \sqrt{h_1}}$  formülü ile verilen eğrilik nedeni ile döşemelerde bir hayli masrafa neden olabilir!

Eğer döşeme birçok kolon ile taşınacak ise,tüm kolonların aynı olumsuz istikamette istenmeden eğik olarak yapılması olasılığı çok zayıftır.Bu sebepten dolayı döşemelerin boyutlandırılmasında,gözönüne alınan döndürücü kuvvetlerin taşıyıcı kolonların sayısı "n"e bağlı olarak azaltılabileceği düşüncesi,olasılık teorisi itibariyle doğru olacaktır. Keza bu azaltma miktarı,mümkün eğik konum durumları sistematik değilde tamamiyle bir raslantı sonucu ortaya çıkıyorlarsa, $1/\sqrt{n}$  oranında yapılabilir(resim 6.5);ancak en azından  $\varphi_2 = \frac{1}{100\sqrt{1}}$  açısının dikkatli)  $h_1$  uzunluğu m cinsinden olup yatay taşıyıcı elemanın alt ve üstündeki kat yüksekliklerinin ortalamasıdır.



te alınmasında yarar vardır. Düşey taşıyıcı elemanlar için "Eksenel sapma" yüklemesi hali  $\varphi_2 = \frac{1}{100\sqrt{I}}$  formülü ile bina yüksekliği  $l(m)$ 'e bağlı olarak azalan olasılık çerçevesinde artan bina yüksekliği ile beraber yapım kusurlarının düzeltililemeyeceği ve hep aynı kalacağını gözönünde bulundurur.

$\varphi_2$  eğik konumu ile muhtemel oturmalar dolayısıyla sonradan ortaya çıkabilecek eğik konumlar süperpoze edilmelidir. Zira oturmaların doğuracağı eğriliklerde emniyet düzeyinde etkili olurlar.

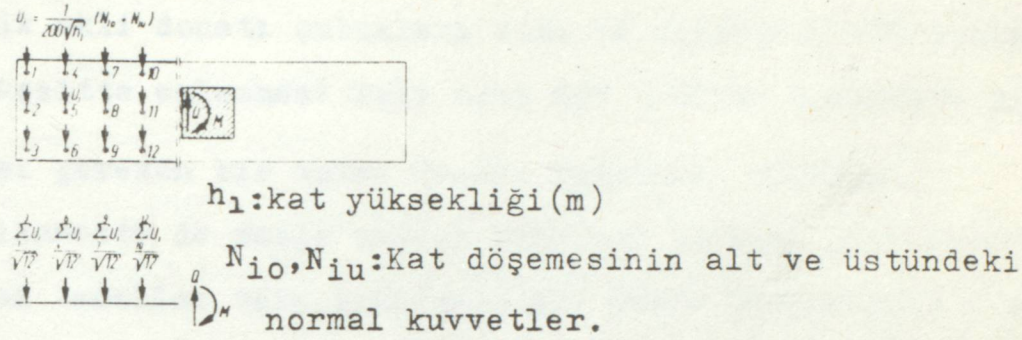
DIN 1045'in 15.8.1 paragrafına göre kesit boyutlarının belirlenmesinde şekil değiştirmede dikkate alınacak ise mümkün mertebe önüne geçilmesi gereken bir durum-bu durumda tüm sistemin stabilite kontrolünün faydalı yükün 1,75 katına dayanan bir yöntem ile yapılması olanağı vardır. Burada şöyle bir soru ortaya çıkabilir. Bu durumda da "Eksenel sapma" ve buna ilaveten anti exantriklik  $e_u = S_k/300$ 'de kullanılmalıdır. Burkulma boyu  $S_k$  çoğunlukla evvelden bilinmediğinden ve de kolayca tespit edilemeyeceğinden anti-exantriklik tam olarak belirlenemez. Yüksek yapılarda kontrol için sadece tüm sistemde "Eksenel sapma" yükleme halini gözönüne alarak kontrol yapmak yeterli olur. Gerekçe olarak da istenmiyen anti-exantriklik ( $e_u$ ) iki duruma karşı korunması gerektiğidir (yani iki durum için gözönüne alınıp önlem alınmalı).

Bunlar:

Eksenlerin sapması-bu durum "Eksenel sapma" yüklemesinde daha evvel göze alınmıştır-ve plana uymayan kesit geometrileridir. Örneğin enkesit boyutlarının tam olarak verilmemiş olması veya donatının plan-daki gibi yerleştirilmiş olmaması gibi. Zira bu durumlar burkulma emniyetini bir hayli etkiler. Yüksek yapıların taşıyıcı elemanları genel olarak relatif büyük enkesit boyutlarına sahip olurlar. Bu sebepten dolayı enkesit boyutlarının uygunsuz yapımı bir kenara bırakılıp gözönüne alınmıyabilir. Bu sebepten dolayı istenmiyen anti-exantriklik  $e_u$ 'da



gözönüne alınmaz, zira diğer durum "Eksenel sapmada" zaten vardır. Ancak anti exantriklik basınca çalışan narin yapı elemanları bulunan diğer yapılarda DIN IO45'in vazgeçilmez bir emniyet faktörü oluşturmaktadır.



Resim 6.5.DIN IO45 paragraf I5.8.2.2'ye göre bir döşemede yükleme olarak döndürme kuvvetleri.

## 7.KONSTRÜKTİF ESASLAR

### 7.I.Plak(radye) temeller veyahut zemin plakları

#### 7.I.I.Donatı çubukları ekleri

Donatı eklerinin yapımı plak temellerde yapım süresini ve ekonomiyi bir hayli etkiler.Düz çubuklar ile yapılan bindirme ekleri(iki çubukun üst üste veya yan yana bindirilmesi)en çok kullanılanıdır.Bindirme eklerinin uçlarında enine çekme gerilmeleri en büyük değerlerini aldıklarından,DIN IO45'e göre eklerin ortası bindirme boyunun( $l_{\bar{u}}$ )en az 1,3'ü veya 0,4-0,6'sı kadar şaşırtılır.Her nekadar-esas itibariyle-1,3  $l_{\bar{u}}$  kadar şaşırtılan ekler tercih edilmesi gerekse de,plak temellerde çoğunlukla 0,4-0,6 kadar şaşırtma yapılır.Böylece ek kısmındaki montaj çalışmaları azaltılmış olur(resim 7.1).

Stöckl [7.I]ek şaşırtmasında üç esas tip ele almaktadır.

a)Yayık tip:Şaşırtma boyu  $l_v \gg 1,3l_{\bar{u}}$

b)Yaklaştırılmış tip:Şaşırtma boyu  $0,4l_{\bar{u}} \leq l_v \leq 0,6l_{\bar{u}}$

c)Karışık tip:Şaşırtma boyu  $l_{\bar{u}}$  a ve b arasında alternatiftir.

$d_e > 14$  mm çaplı çubuklarda mümkün olan ek yapımları(I/2,-I/3,-I/4, ve-I/5,-ekleri) iki ana tip I/5,- ve I/3,-ekleri durumunda resim 7,2'

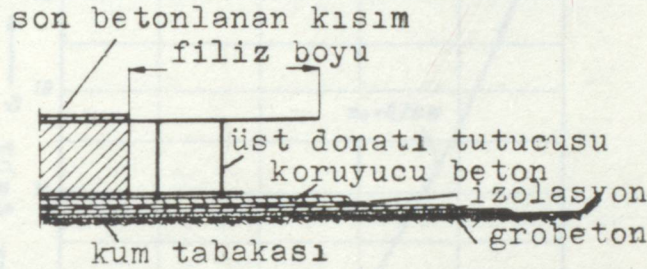


de gösterilmiştir.

Karışık tip yaklaştırılmış tipe nazaran ekonomik avantajlara sahiptir [7.1] ve eklerin daha iyi boyuna dağılımını sağlar; yayık tipe nazaran ise aynı miktarda çelik ihtiyacı için daha az toplam uzunluk verir

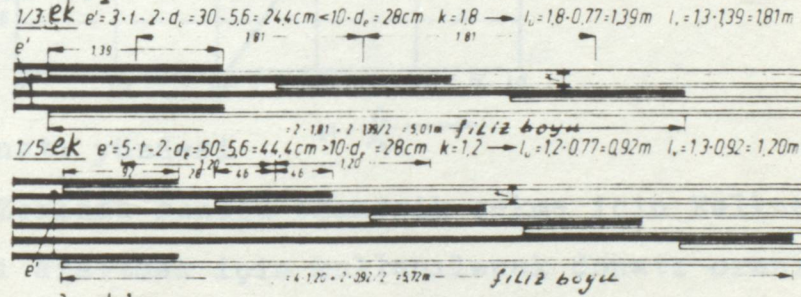
$d_e > I4$  mm'lik ekli donatı çubukları için ve donatının %50'sinden fazlasının bir kesitte eklenmesi hali için DIN IO45 ek uçlarında dış tarafta bulunması gereken bir enine donatı konulması öğütlenir.

Her iki istikamette de fazla mesnet donatısı bulunan çift eksenli mesnetlenmiş plak temeller ters istikametteki enine genişlemeyi o şekilde etkiler ki, dış tarafa enine donatı konulmasına gerek kalmaz. Çalışma prensibine göre basınç-manşon-eki [7.2] (yer ihtiyacına dikkat) veya GEWI-manşon-eki [7.3]'de ekonomik avantajlar sağlayabilir.

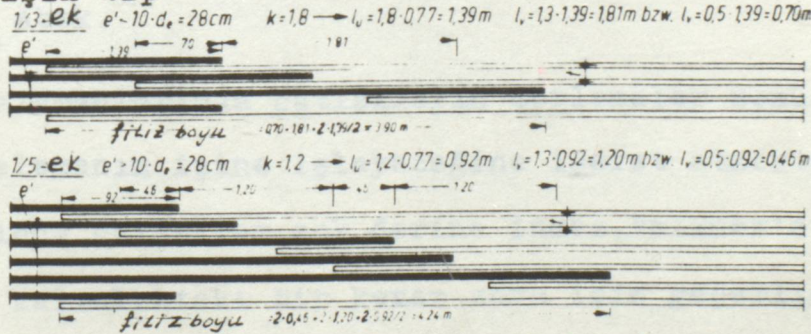


Resim 7.1. Bir plak temelin çalışma şeması (burada üst donatı önemli dir. DIN IO45'e göre A-bağlantı hali).

a) Yayık tip



c) Karışık tip

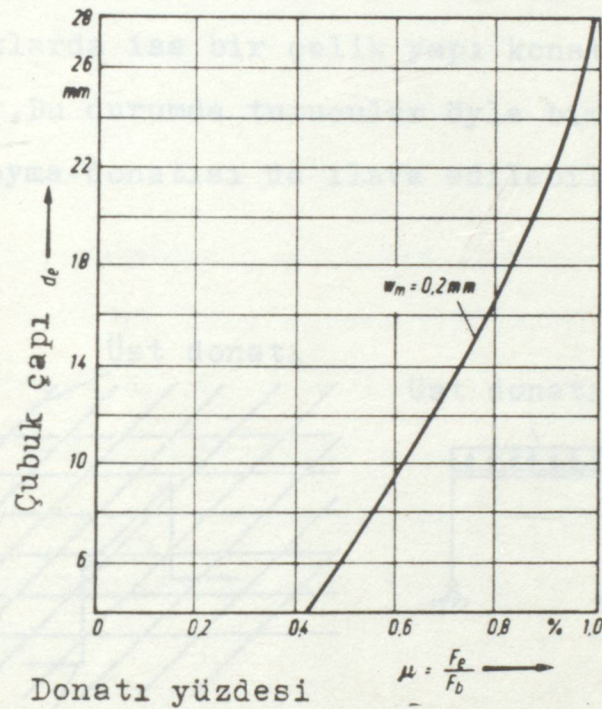


Resim 7.2. I/5, -ve I/3, -'lük ek hallerinde ek şaşırtmasının ana tipleri a) ve c) (BSt 42/50 R, Bn 350, DIN IO45'e göre B-şekli bağlama,  $d_e = 28 \text{ mm}$ ,  $t = 10 \text{ cm}$ ,  $a_0 = 77 \text{ cm}$ ).



### 7.1.2. Konstrüktif donatı

Plak temeli daha sonra sürekli yükler altında oluşacak basınç bölgesinde meydana gelebilecek çatlamalara karşı donatılmalıdır. Bu donatı sayesinde bu çatlama alanları en aza indirgenir. Zira plak kalınlığının büyük olması nedeni ile betonun soğuması ve büzülmesi (rötre ve sünme) esnasında çok büyük çekme gerilmeleri ortaya çıkar. Gerekli donatı oranının belirlenmesinde Falkner'in (bak [I.8]) boyutlandırma (ölçek) diyagramı kullanılabilir (resim 7.3). Plak temeller için çatlak genişliğini  $w_m = 0,2$  mm ile sınırlamak yeterli olur. Leonhardt [I.8] kalınlığı  $l_m$ 'ye ka-



Resim 7.3. Zorlama sonucu exantrik çekme için Falkner'e göre çatlak genişliğini azaltmak için kullanılacak donatı oranını belirlemede kullanılan abak.

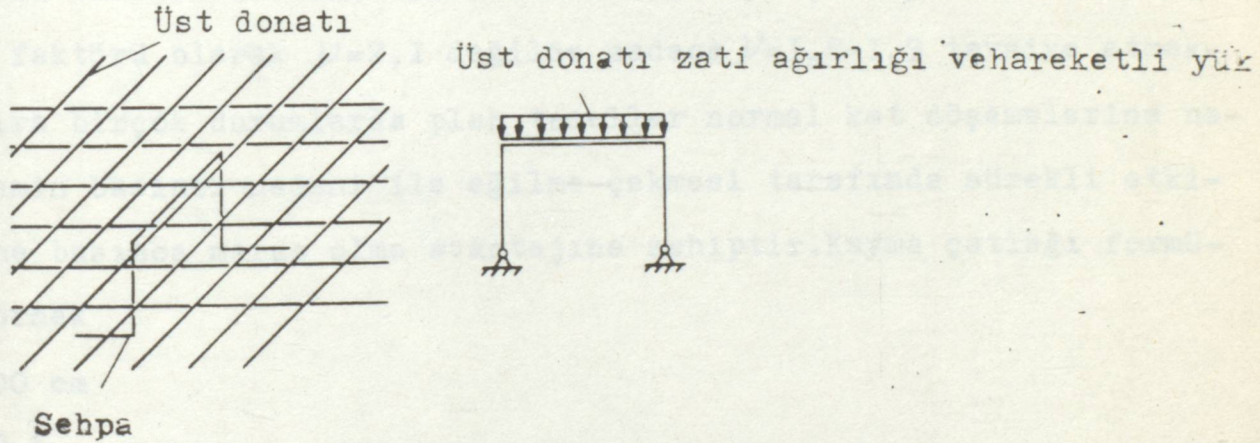
dar olan yapı elemanlarında çatlakların zorlamalar sonucu exantrik çekme nedeni ile elemanın içine işleyeceğine işaret etmektedir. Daha kalın yapı elemanlarında çatlaklar çok derine inmez. Falkner'e göre donatı oranı 30-40 cm kalınlıktaki bir kenar zonu için geçerlidir. Yani kalın bir plakta, çatlama genişliğinin  $w_m = 0,2$  mm ile kısıtlanması halinde ve en azından konstrüktif donatı olarak



$f_e = 0,8 \cdot 10^2 \cdot 40 \cdot 100 = 32 \text{ cm}^2/\text{m}'\text{lik donatı gerekli olur.}$

### 7.1.3.Üst donatı tutucuları

Büyük plak temellerin genel olarak çekme donatısı aşağıda ve konstrüktif ilave donatısı yukarıda olur.Üst taraftaki donatının ilgili teçhizat ile tutulması gereklidir.Bunun için düşük basınçlarda ve uygun plak kalınlıklarında büyük çaplı donatı çubuklarından yapılmış ayaklı sehpa biçiminde tutucular uygun olur(bak.resim 7.4) ve tam döşenmiş üst donatı halinde(dağıtma donatısı)çerçeve olarak yaklaşık bir hesapla boyutlandırılabilir.Üst donatının yüksek basınç altında bulunduğu kalın plaklarda ise bir çelik yapı konstrüksiyonu yapılması amaca daha uygun olur.Bu durumda tutucular öyle bir şekilde yerleştirilmelidir ki ,plağın kayma donatısı da ilave edilebilsin.



Resim 7.4.Donatı çubuğundan yapılmış ayaklı tespit sehpa.

### 7.1.4.Kayma donatısı

Plak temellerin kolon bölgelerinde zımbalamaya karşı tahkik edilmeleri gereklidir.Kayma gerilmesi sınırı olarak DIN 1045 paragraf 22.5 'de verilen değerler alınabilir.Gerekebilecek bir zımbalama donatısının yeri ve miktarı(büyüklüğü) için geçerli kurallar tekil temellerdekinin aynıdır.Bir plak temelin eğilimsinden kaynaklanan kayma DIN 1045 'in 17.5.paragrafına göre ele alınabilir.Plak kalınlığı kayma donatısı



na gerek kalmıyacak bir biçimde belirlenmelidir. Bir çok deney sonuçlarından elde edilen bilgilere dayanarak Netzel [7.4] boyuna donatı oranı  $\mu$ 'yu ihtiva eden kayma çatlağı formülünü yardımcı bilgi olarak vermektedir.

$$\tau_{o,\text{çatlak}} = 0,8I \cdot [0,65 + 0,95 \cdot \exp(-0,05 \cdot h)] \cdot \sqrt[4]{\mu} (3 + \sqrt{0,4 \beta_w})$$

Burada:

$\tau_{o,\text{çatlak}}$ : Kayma gerilmesi (kp/cm<sup>2</sup>)

$h$ : Statik yükseklik (cm)

$\mu$ : Boyuna donatı oranı

$\beta_w$ : Beton küp mukavemeti (kp/cm<sup>2</sup>)

Kayma donatısı konulmayan plak temellerde ilk kayma çatlaklarının ortaya çıkması sonucu çoğunlukla kayma kırılması meydana gelir. Bu kırılma türü önceden kendini belli etmeden ortaya çıktığı halde Netzel emniyet faktörü olarak  $\nu=2,1$  değil de sadece  $\nu=1,8-1,9$  tavsiye etmektedir. Zira birçok durumlarda plak temeller normal kat döşemelerine nazaran zemin basıncı nedeni ile eğilme-çekmesi tarafında sürekli etkilenen enine basınca maruz olma avantajına sahiptir. Kayma çatlağı formülünden örnek

$$h = 300 \text{ cm}$$

$$\mu = 2,5$$

$$\beta_w = 350 \text{ kp/cm}^2 \text{ için}$$

$$\tau_{o,\text{çatlama}} = 0,8I \cdot 0,65 + 0,95 \cdot (-0,05 \cdot 300) \cdot \sqrt[4]{2,5} (3 + 0,4 \cdot 350)$$

$$\tau_{o,\text{çatlama}} = 9,8 \text{ kp/cm}^2$$

$\nu=1,8-1,9$  şeklinde tavsiye olunan emniyet katsayısı ile birlikte

$$\tau_{\text{emniyet}} = 5,5 \text{ kp/cm}^2 \text{ 'lik bir kayma gerilmesi sınır değeri elde edilir ki}$$

,bu değer için kayma donatısı konulmasına gerek yoktur.

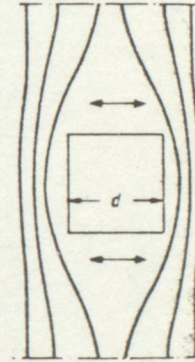
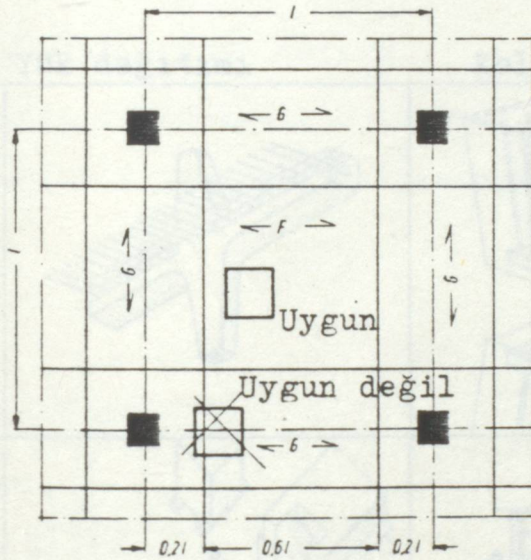
$\tau_{\text{mevcut}} > \tau_{\text{emniyet}}$  için kayma donatısı konulmalıdır. Bu durumda



plak kalınlığı seçilirken kayma gerilmesi sınırı DIN 1045 tablo I4, satır 3'deki değerleri geçmemesine dikkat edilir. Böylece DIN 1045 paragraf 18.5.3.1'e göre minimum kayma donatısı ile çalışılmış olur.

#### 7.1.5. Pompa çukurları ve boşluklar (delikler)

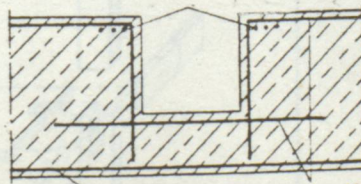
Pompa çukurları ve boşluklar daha az zorlanan şeritlere konulmalıdır. Basınç kuvvetinin karşılanabilmesi için yeterli miktarda enine donatı mevcut olmalıdır (resim 7.6). Daha derine inen boşluklarda (örneğin asansör boşluğu gibi zemin plağı içine girer) basınç kuvvetleri artık yatay olarak aktarılamaz, zemin plaklarının böyle kısımlarına çerçeve köşelerinde olduğu gibi donatı konulmalıdır.



G:

F:

*basınç gerilmelerini azaltan  
enine donatı, çubukların boyları = 3 · d*



Konstrüktif donatı  
Eğilme çekme donatısı

Resim 7.6. Boşluklara donatı yerleştirilmesi

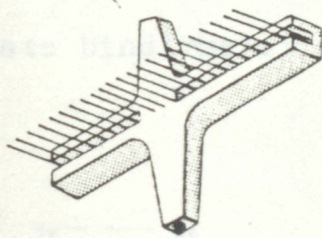
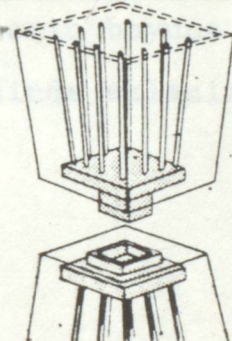
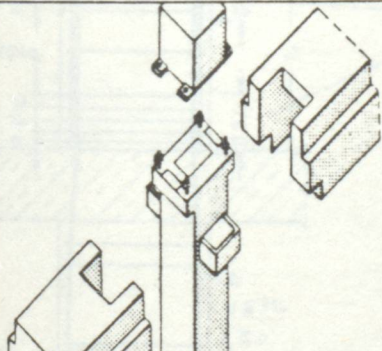
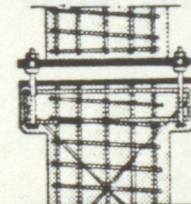
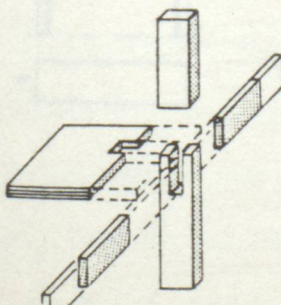
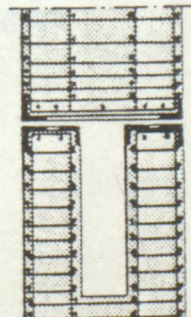


## 7.2.Yapı elemanları kolonlar

### 7.2.I.Prefabrik kolonlar

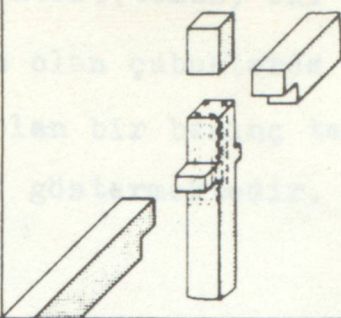
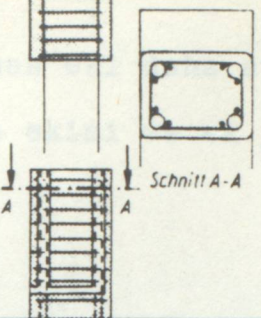
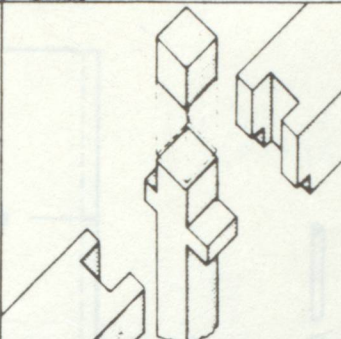
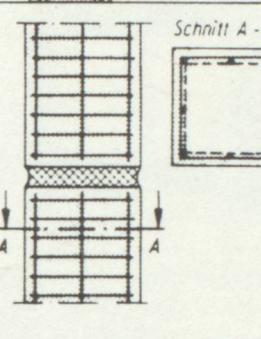
Mümkün konstrüksiyonlar hakkında [7.5]'de genel bilgi verilmiştir. Bu bilgilerden resim 7.7'de görülen yük dağılımları ve kolon ekleri çıkarılmıştır.

a)şıkında verilen sistem şimdiye kadar Almanya'da uygulanmamıştır, ancak esas itibarıyla DIN 1045'e uygun bir biçimde yapılabilir.Sistem b)ise sadece izin almak suretiyle bir kez kullanılmıştır[7.7] [5.28]. Sistem c)nin halihazırda bir ruhsatı vardır[7.8].Sistem d) ise şartname-  
melere uymaktadır.[7.5]'e göre e) sistemindeki kolon eki de şartname-  
lere uygun olarak boyutlandırılabilir.

| Sistem                   | Yük dağıtımı                                                                        | Kolon eki                                                                            | Literatür |
|--------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| a) John Hancock Building |  |  | [76]      |
| b) Darmstädter System    |  |  | [77]      |
| c) SK - Berlin           |  |  | [78]      |

Resim 7.7.Çeşitli prefabrik sistemlerde yük dağıtımı ve kolon ekleri.

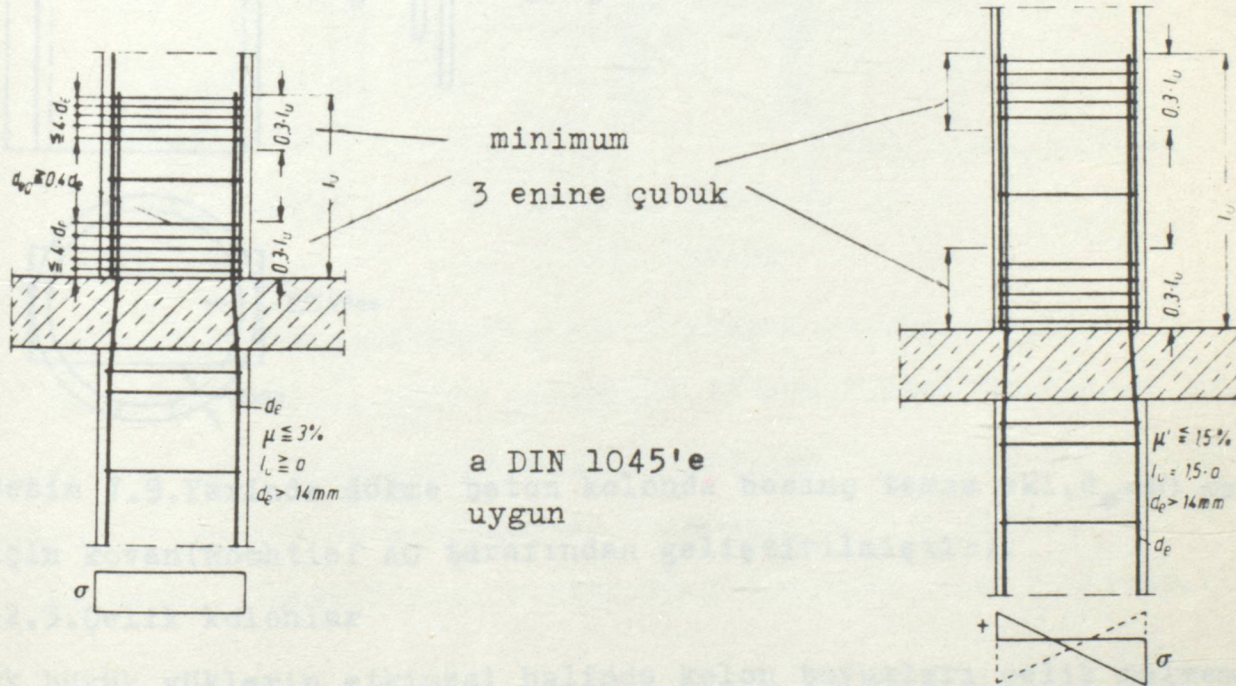


| Sistem | Yük dağıtımı                                                                      | Kolon eki                                                                          | Literatür |
|--------|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| d)     |  |  | [75]      |
| e)     |  |  | [75]      |

### 7.2.2.Yerinde dökme beton kolonlar

#### 7.2.2.I.Bindirme ekleri

Yerinde dökme beton kolonların boyuna donatıları normalde çubukların üst üste bindirmelri sayesinde eklenir.

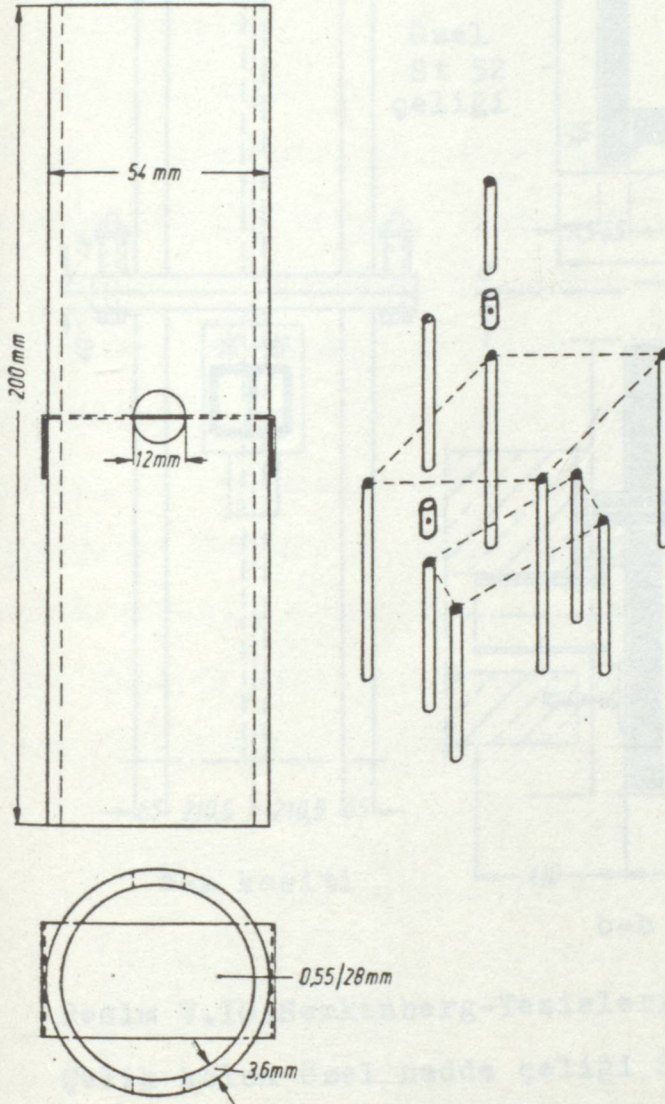


Resim 7.8.DIN IO45'e göre yerinde dökme beton kolonun bindirme eki.



### 7.2.2.2.Kontakt(temas) eki

$d_e \gg 20$  mm olan çubuklarda temas eki daha avantajlı olabilir. Resim 7.9,  $d_e=40$  mm olan bir basınç temas ekini ve ek yerinde donatı çubuklarının düzenini göstermektedir.



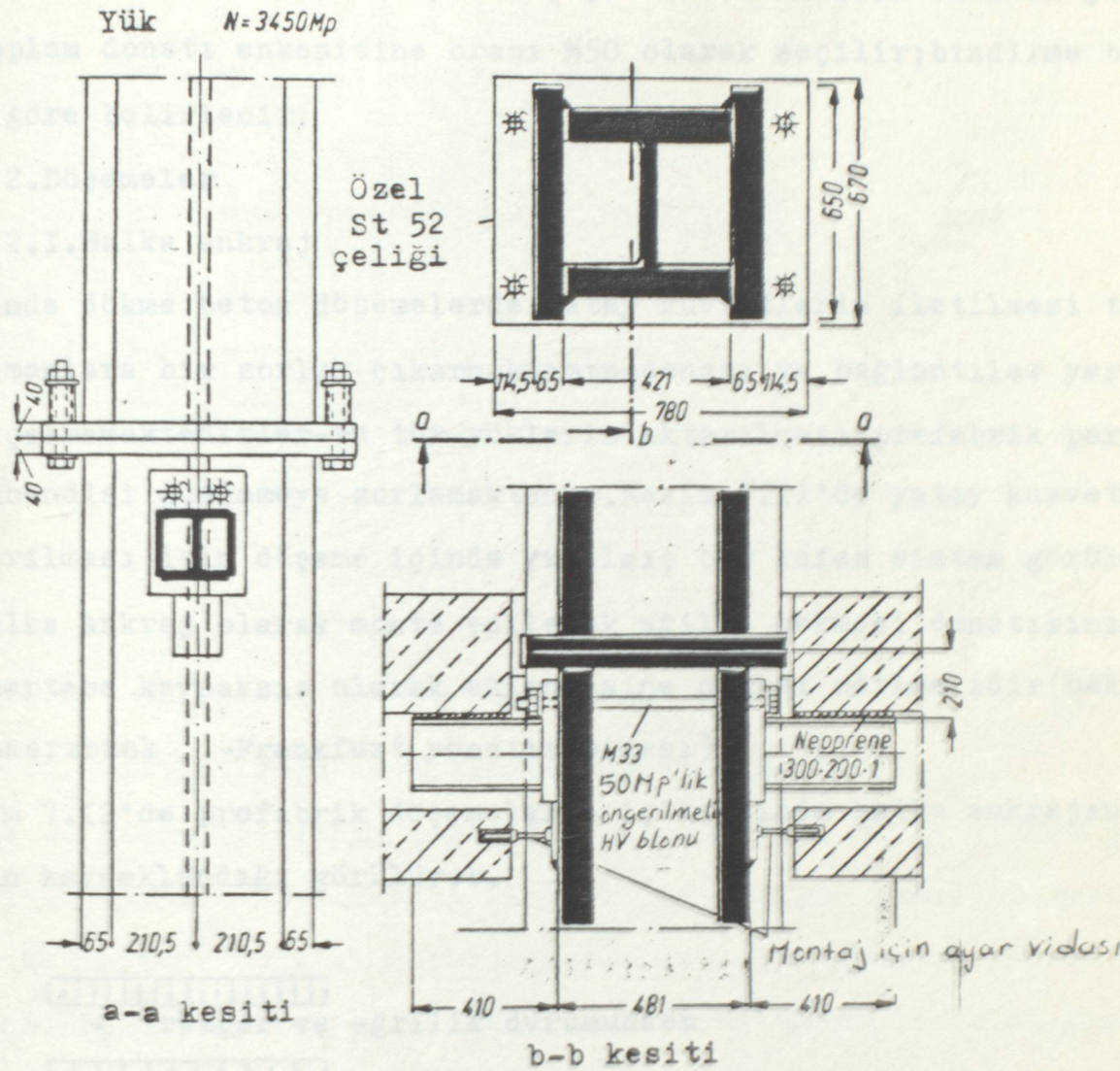
Resim 7.9.Yerinde dökme beton kolonda basınç temas eki,  $d_e=40$  mm için kovan(Hochtief AG tarafından geliştirilmiştir).

### 7.2.3.Çelik kolonlar

Çok büyük yüklerin etkimesi halinde kolon boyutları çelik malzeme kullanılmak (çelik kolon)suretiyle küçük tutulabilir.Örnek bir kons-trüksiyon resim 7.10'da görülmektedir.Burada başlık ve ayak plakların-da ayarlama yapılabilmesi için çelik levhalar konulmuştur.Yangın güven-



liğı açısından kolon eki döşemenin geleceği üst kısmın altına konulmuştur. Kirişler çepeçevre kaplanmışlardır. Sadece çıplak kolonun örtülmesi gerekmektedir.



Resim 7.10. Senkenberg-Tesisleri yüksek yapısı-Frankfurt :

Çelik kolon özel hadde çeliği St 52'den (Senkenberganlage yüksek yapısı müşterek teşebüsü tarafından yapılan bir öneri üzerine yapılmıştır). Philipp Holzmann AG, Boswau ve Knauer, Ways ve Freytag AG ve Imbau GmbH, Hanau, Statik: Yüksek mühendisler Kohlhaas, Duwe, Bergmann, Göttingen).

### 7.3. Taşıyıcı yapı elemanları

#### 7.3.I. Yerinde dökme beton perdeler



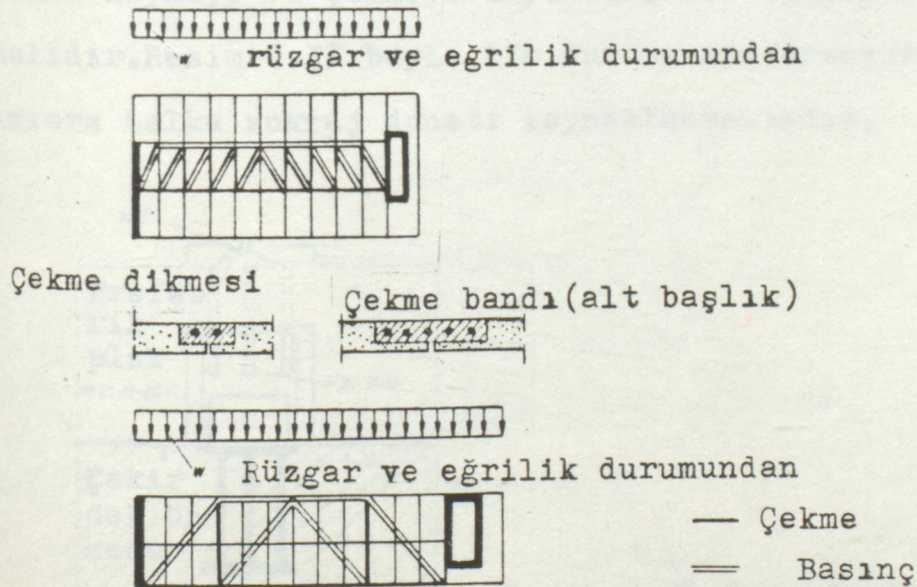
Herbir perde yüzü için beton kesitin %I'inden fazla donatı konulması gereken perdeler DIN 1045'e göre kolonlar gibi irtibatlandırılmalıdır. Eğer perde kısımları çekme zoruna maruz iseler, bindirme eklerinin seçiminde normal olarak boyuna şaşırtma olmaksızın eklenen çubukların toplam donatı enkesitine oranı %50 olarak seçilir; bindirme boyları buna göre belirlenir.

### 7.3.2. Döşemeler

#### 7.3.2.1. Halka ankraj

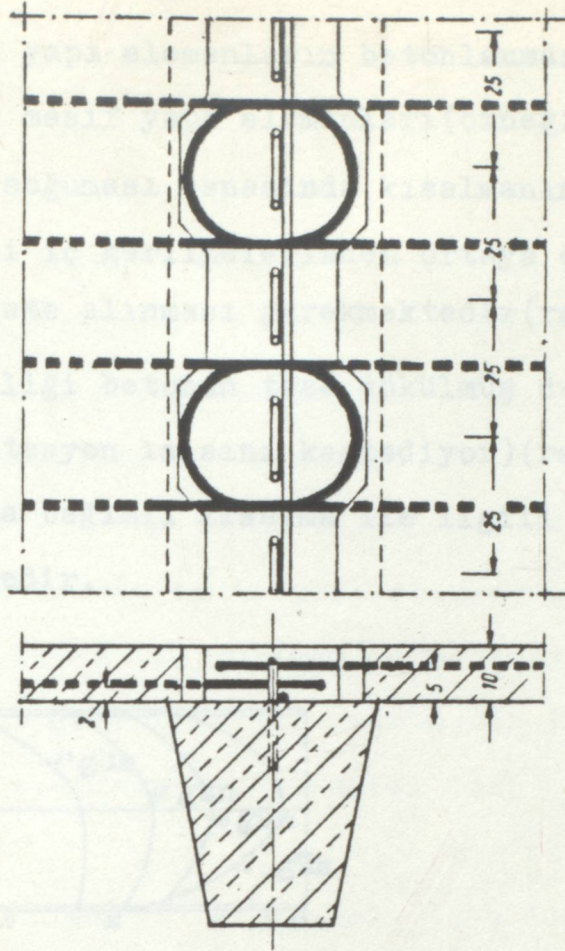
Yerinde dökme beton döşemelerde yatay kuvvetlerin iletilmesi taşıyıcı elemanlara bir zorluk çıkarmaksızın-donatı ve bağlantılar yer darlığı çekmemektedirler-bu tür yüklerin aktarılması prefabrik parçalarda mühendisi düşünmeye zorlamaktadır. Resim 7.II'de yatay kuvvetlerin aktarılması için döşeme içinde yapılmış bir kafes sistem görülmektedir. Halka ankraj olarak monte edilecek eğilme çekmesi donatısının mümkün mertebe kaynaksız olarak eklenmesine dikkat edilmelidir (bak. böl. 8.I: Commerzbank -Frankfurt yönetim binası).

Resim 7.I2'de prefabrik döşemelerin iç kısmında halka ankrajin donatısının kaynaklandığı görülmüyor.



Resim 7.II. Yatay kuvvetlerin kafes sistemlerle iletilmesi.

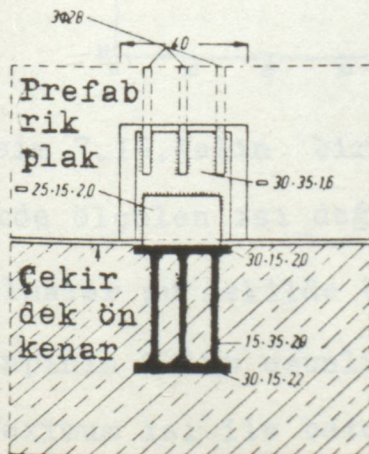




Resim 7.12. Prefabrik döşemede halka ankrajı.

#### 7.3.2.2. Taşıyıcı yapı elemanlarına kuvvet dağıtımı.

Kayma ve çekme üzerinden dağıtma yapılması için büyük dikkat gösterilmelidir. Özellikle kayar kalıp sistemi ile yapılan çekirdeklerde daha sonra kaymaya ve çekmeye dayanıklı bir bağlantı konstrüksiyonu yapılmalıdır. Resim 7.13 böyle bir durumu göstermektedir. Çelikten gömme kısımlara halka ankraj donatı kaynaklanmaktadır.

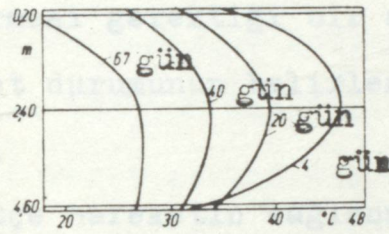


Resim 7.13. Frankfurt'taki Senkenberanlage tesisleri yüksek yapısı. Yatay yüklerin çelikten yapılma gömme kısımlara dağıtılması.

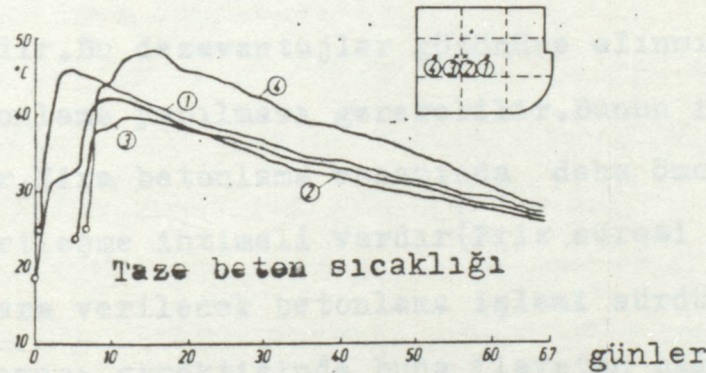


#### 7.4. Massif yapı elemanların betonlanması

Eğer büyük masif yapı elemanları (örneğin plak temeller) betonlanacaksa, betonun soğuması esnasında kışalmanın engellenmesinden (rötre ve sünme) ve kendi iç gerilmelerinden ortaya çıkan zorlama-gerilmelerinin özellikle dikkate alınması gerekmektedir (resim 7.14). Çimentonun ısı oluşturma özelliği betonun taze dökülmüş durumdaki ısısının artmasına yol açar (Hidratasyon ısısını kastediyor) (resim 7.15). Düşey izolasyona etkiyen basınca bağımlı kışalma ile ilgili sorununda burada ele alınması gerekmektedir.



Resim 7.14. Betonlamadan 4 ile 67 gün sonra 4,8 m kalınlığındaki bir plak temelinde ısı dereceleri.



Resim 7.15. Kalın bir plak temelin orta düzleminde çeşitli yerlerde ölçülen ısı değişimi seyrinin 67 günlük durumu.

Kısalmalar şu şekilde önlenabilir:

Yapının bölüm uzunluklarının kısaltılması,

-Maximum ısı ile betonun sertleştikten sonraki (son durumundaki)

ısı arasındaki farkın azaltılması-yani çevre ısısı ile maximum ısı



arasındaki farkın azaltılması.

Zorlama gerilmeleri ve içsel gerilmeler şu şekilde olumlu bir biçimde etki ettirilebilir:

-Serbestçe hareket imkanı sağlanması,

-Beton üst yüzeyinin soğumasının önlenmesi, bu beton yüzeyinin örtülerle örtülmesi sayesinde sağlanabilir.

Beton teknolojisi ısı farkının azaltılmasına yardımcı olabilir:Çimento oranı az tutulur ve hidrasyon ısı az olan bir çimento kullanılır.Plak temellerde(zemin plaklarında) çoğunlukla betonun son durumunu aldıktan sonra tam yükleme altında buluna çağı ve istenen mukavemeti göstermesi gerektiği bir avantajdır.Ancak betonun işlenebilirliği ve mukavemet durumunun belirlenmesi için uygunluk deneyleri yapılması zorunludur.

Serbestçe hareketin sağlanması için kısım kısım betonlama yapılır ve çıplak yüzeyli birleştirme yerleri bırakılır.Böyle bir tedbirin etkili olabilmesi için blokların en az üç hafta serbestçe kalmaları gerekir.Bundan sonra satranç tablası şeklindeki(açık) kısımlar betonlanır. Bu işlemler derzlerin bırakılması sonucu çok masrafa ve zaman kaybına yol açmaktadır.Bu dezavantajlar gözönüne alınmıyacaksa tek bir parça halinde betonlama yapılması gerekebilir.Bunun için bir betonlama planı yapılmalıdır.Zira betonlama esnasında daha önce betonlanan kısımların bu arada sertleşme ihtimali vardır(Priz süresi kastediliyor).Tabakalar halinde ve ara verilecek betonlama işlemi sürdürülür;daha büyük alanların betonlanması gerektiğinde buna ilaveten bağlama şeklinde kümeler halinde betonlama yapılır.

## 7.5.Derzler

### 7.5.I.Betonlama- ve iş derzleri

Brockmann [7.9] herhalikarda riayet edilmesi gereken bir betonlama ve iş derzi yöntemi vermektedir.Bu yöntem aşağıda maddeler halinde verilmiştir.



- 1.Eski betonun bağlantı yüzeyi "sağlam" ve pürüzlü olmalıdır.
- 2.Eski beton suya doygun olmalıdır,ancak üst yüzeyde sürekli safi su bulundurulmamalıdır.
- 3.Mümkün mertebe hem eski hem de yeni betonun aynı zamanda büzülmesini sağlamak gereklidir,eski beton nemli olarak tekrar işlenmelidir.
- 4.Eklenecek beton ve eski beton aynı hizada olmalıdır;ek betonun agregası daha fazla seçilmelidir(ek yerinde)
- 5.Ek beton itina ile izole edilmelidir
- 7.5.2.Büzülme derzleri

Eğer büzülmesi önlenen noktalarda zorlanmaların ortaya çıkmasından korkuluyorsa,ve genleşme derzlerinin düzenlenmesi bir hayli zor oluyorsa,bu durumda büzülme derzleri mümkün mertebe küçük bölgelere yerleştirilir(yani kesit zorlarının ortaya çıktığı küçük bölgelere).Son zamanlarda dezavantajsız tecrübeler ile donatı birçok ek yapmak suretiyle böyle derzlerin içine düşürülmüştür,yani bilinçli olarak donatının soğuk çekmesine göz yumulmuştur.Büzülme derzleri arasındaki mesafe sabit noktaların konumuna göre değişmektedir.

#### 7.5.3.Genleşme derzleri

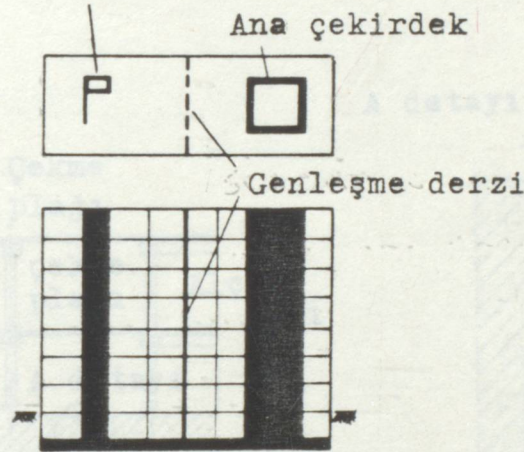
DIN IO45 yapılarda genleşme derzi aralığı "a" olarak bir ölçek niteliğinde olmak üzere 30 m vermektedir.Yani iki derz arası uzaklık 30 m alınabilir.Eğer çok büyük ısı değişimleri ve çok uzun sürebilecek yangınlar beklenmiyorsa derz genişliği en az  $a/1200$  alınmalı ve  $a/600$  'e kadar büyütülmelidir(ihtiyaca göre).Genleşme derzleri sıvayı ve çatlıya da kapsamalıdır.Yüksek yapılar yükseklikleri boyunca genleşme derzi yapılmaksızın inşaa edilirler,aksi taktirde herbir kısmın bir taşıyıcı eleman ile donatılması gerekmektedir.Bu durum ise örneğin resim 7.16'daki sistemde imkansızdır.Buna karşın sadece bir tane yapıyı boyunca geçen genleşme derzi yapılırsa yardımcı çekirdek dar tarafa etkiyen rüzgar yükünü tek başına aktaramaz.Öte yandan yardımcı çekirdek geniş tarafa etkiyen rüzgar yükünü karşılamak için gereklidir.Zira



ana çekirdeğin burulma rijitliği bunun için yeterli değildir.

Çeşitli ısı değişimleri etkisi altında ve bodrum katın muhtelif büzülmeleri (sünmeleri) sonucu çatı katın (daha ziyade çatının) ve diğer katların büyük zorlamalar altında kalmamasına dikkat edilmelidir. Bunun için Boll [7.10] bodrum katın üzerinde genleşme derzleri bırakılmasını ve bunların belirli bir kat irtifasına erişildikten sonra tekrar kapatılmasını önermektedir (resim 7.16). Derz bırakılacak bölgelerin saptanmasında, taşıyıcı elemanların çatı döşemesinin kaymasını zarar görmeden rahatça takip edebilecek derecede inceldikleri yerler esas alınır.

Yardımcı çekirdek



Resim 7.16. Bir binanın sınırlı bir yükseklik bölgesinde bırakılmış genleşme derzi.

[7.12] yönetmeliğinde derzlerle ilgili bilgi 6.4 paragrafında verilmiştir. Bu paragraf şu bilgileri içermektedir:

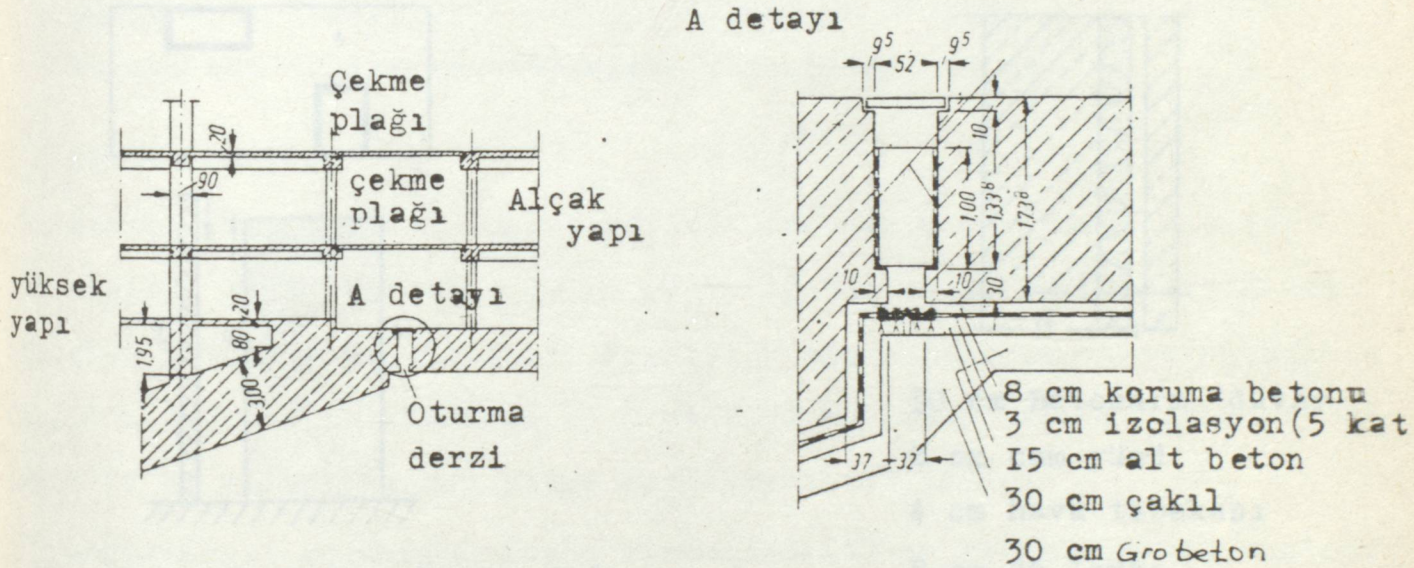
Deprem sırasındaki yatay yerdeğiştirmeler güvenilir bir hesapla saptanmadıkça ve özel önlemler alınmadıkça sıcaklık değişimi, rötire, yükseklik farkı ve zemin koşulları düşünülerek oluşturulan yapı derzleri 6,00 m yüksekliğe dek en az 3,0 cm olacak, 6,00 m den sonraki her 3,00 m için 1,0 cm artırılacaktır.

Yükseklik farkı ve temel zemini koşullarına bağlı olarak düzenlen derzler hariç, diğer nedenlerle yapı temelinde derz yapılmıyabilir,



#### 7.5.4.Oturma derzleri

Oturma derzleri tüm yapı boyunca bırakılırlar.Yani temelde oturma derzi bırakılır.Bu tip derzlerin bırakılma nedenleri büyük oturmaların meydana gelmesinin beklenmesinden kaynaklanır.Böyle oturmalar eğer temelin üzerinde oturduğu zemin çok çeşitli ise veya büyük oturmalar yapabilecek bir zemin ise,mejdana gelir.Veya çok büyük zemin gerilmeleri meydana geliyorsa veya yapı çeşitli derinliklerde zeminin içine giriyorsa da muhtelif oturmalar beklenebilir(örneğin yüksek yapılara bitişik alçak yapılarda).Bir örnek resim 7.17'de görülmektedir: Bir yüksek yapının döşemeleri yanında bulunan bir alçak yapı ile çekme plakları vasıtasıyla bağlanmışlardır.



Resim 7.17.Frankfurt'taki Commerzbank(ticaret bankası)yönetim

binası:Oturma derzi.

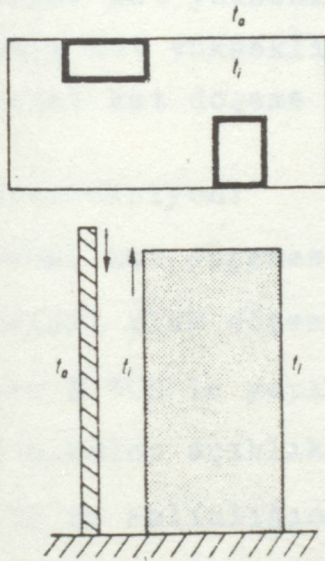
#### 7.6.Dış cephede yer alan yapı kısımlarının korunması

Dış cephede yer alan yapı elemanlarının veya kısımlarının her türlü hava şartına ve etkisine karşı korunması gereklidir.

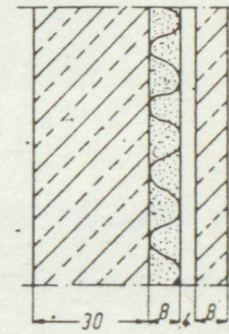
Özellikle bir cephesi dış tarafta bulunan çekirdekler hava şartlarından çok etkilenmektedir(resim 7.18),Dış ısı derecesi  $t_a$  ile iç ısı derecesi  $t_i$  arasındaki fark özellikle dış ve iç duvarların birleşim



noktalarında kesit zorlarına neden olmaktadır. Burada dikkat edilecek husus ısı farkı nedeniyle ortaya çıkan kuvvetlerin tüm yükseklikleri boyunca dağılmaması ve sadece çekirdeğin en üst bölgesinde yığılmasıdır. Çoğunlukla bu ortaya çıkan kuvvetleri en alt düzeyde tutmak için dış cephelere ısı izolasyonu görevi gören bir teçhizat öngörülebilir (resim 7.19). Kenar elemanlara etkiyen bir diğer önemli faktör ise rüzgara bağımlı yağmurdur (kırbaçlayan yağmur). Üst katlarda rüzgar hızı bir hayli yüksek olacağından yağmura karşı korunmada çok dikkat edilme-  
lidir [7.11], [7.12]. Dış duvar derzlerinin bırakılması DIN 18540'da düzenlenmiştir.



Resim 7.18. Dış duvarı bulunan çekirdek.



30 cm Betonarm duvar  
8 cm cam yünü  
4 cm hava tabakası  
8 cm ön levha

Resim 7.19. Bir dış duvarın ısı izolasyonu.



## 8. UYGULANMIŞ ÖRNEKLER

### 8.1. Almanya'da yapılmış bir kaç yüksek yapı

#### 8.1.1. Juridicum Frankfurt

İnşaat amacı: Juridicum-enstitü binası, Frankfurt Main üniversitesi nin genişletilmesi

İnşaatın başlangıcı: Eylül 1964

Kaba inşaatın bitiş tarihi: Şubat 1967

Kullanımı: Öğretim kısımları, kütüphane, arşiv, yönetim.

Boyutlar:

Yükseklik OK temel üzerinden/araziden: 54,80/48,46 m

Toplam hacim : 82000 m<sup>3</sup>

Normal kat planı: 15,0x97,0 m

Normal kat yüksekliği: 3,60 m

Temiz kat yüksekliği: 2.70 m

Normal kat döşeme konstrüksiyon yüksekliği: 64 cm

Konstrüksiyon:

Normal kat döşemesi-İnşaat yerinde önceden hazırlanmış kirişler ile kirişli plak döşemeler (20 cm genişliğinde ve 52 cm yüksekliğinde kirişler B 300'le yapılmıştır). Prefabrik taşıyıcıların eksen açıklıklara: 1,4 m, Kolon açıklıkları: 5,97 m ve 7,37 m. Plaklar ilave olarak betonlanır (12 cm kalınlığında). Kayma bağlantısı etriyedir.

Cephe-Asılı alüminyum cephe elemanları (17 cm kalınlığında). Yerinde dökme beton korkuluklar sağlamlaştırılmalıdır (yüksekliği 1,12 m, kalınlığı 20 cm). Korkuluklar döşemeye rijit bağlanmış.

Kat döşemelerinden düşey yüklerin taşınması-Döşeme yüklerinin taşınması yerinde dökme beton kirişlerden yerinde dökme beton kolonlardır (B300). Kolon boyutları: Dış kolonlar 40x40 cm den maximum 80x52 cm'ye kadar, iç kolonlar 40x40 cm'den maximum 115x70 cm'ye kadardır. Uzun doğrultuda kolon açıklığı 5,60 m dir.

Taşıyıcı-Plak temel üzerindeki yapı sistemi (uzunluklar: 57,50 m ve 39,50 m) derzle iki ayrı kısma ayrılmıştır, taşıyıcı:



a)Üç çekirdek:Dış boyutlar:2I,0x6,0 m;II,5x5,5 m;4,5x7,5 m.Duvar kalınlıkları: $d_{\max}=30$  cm, $d_{\min}=20$  cm

b)İki dolu gövdeli perde:Duvar kalınlıkları çekirdekte olduğu gibidir.Yerinde dökme betonla yapılmıştır(B300);bağlantı kattan kata yapılır.

Boyutlandırma durumu:I

$\alpha$ -değeri ocak 1972 tarihli DIN IO45'den

I.Öz frekans:I/I,65

Temel

Temel zemini:Frankfurt kili

Çeşidi:Plak temel

Boyutlar:95xI3,9 m, $d=I,50$  m

Zemin gerilmeleri:  $\sigma_m=20,0$  Mp/m<sup>2</sup> ;  $\sigma_r=33,5$  Mp/m<sup>2</sup>

OK bodrum katı tabakasından yeraltı suyu yüksekliği:2,45 m.

Sızdırmazlık tedbiri:Plak temelde ve 2. bodrum katında hazne yapılıyor;yeraltı suyuna karşı izolasyon.

Çelik kitleler(bütün inşaattaki toplam hacime göre):I6,4 kg/m<sup>3</sup>

Hususiyetler:Karışık yapı tarzında kirişli plak döşemenin yapımı.

Yükler(Mp/m<sup>2</sup>):

Normal katlardaki hareketli yükler

Döşeme:0,750

İletim:0,500

Normal katlardaki yapı yükleri

Taşıyıcı olmayan bölme duvarları:p kapsamı içindedir.

Kaplama:0,I20

Askı:0,020

Bütün yapı sistemine rüzgar yükü DIN IO55'den alınmış.

Bütün ayrodinamik katsayı:I,20

Rüzgar basıncı:0,050/0,080/0,IIO

Yerel rüzgar yükleri



### 8.1.2.AfE Frankfurt

İnşaat amacı:Eğitim bilimleri için çok amaçlı kısımlar(AfE) ve Frankfurt Main üniversitesinin felsefe fakültesi.

İnşaatın başlangıcı:Kasım 1968

Kaba inşaatın bitiş tarihi:Ocak 1971

Kullanımı:Kuzey tarafı:Seminer ve kütüphane odaları

Güney tarafı:Doçent ve asistan odaları

#### Boyutlar:

Yükseklik OK temel üzerinden/araziden 126,6/116,4 m

Toplam hacim: 165000 m<sup>3</sup>

Normal kat planı: 33,4x33,4 m

Normal kat yüksekliği: kuzey tarafı:5,10 m;güney tarafı:3,40 m

Temiz kat yüksekliği: kuzey tarafı:3,83 m;güney tarafı:2,69 m

Normal kat döşeme konstrüksiyon yüksekliği:kuzey tarafı:70 cm

güney tarafı:44 cm

#### Konstrüksiyon:

Normal kat döşemesi-B450'li beton çeliğiyle önceden hazırlanmış (prefabrik)dişli kirişler ile kirişli plak döşemeler.Prefabrik(hazır) kısımlı taşıyıcıların eksen açıklıkları 1,30 m dir.Kolon açıklıkları: kuzey tarafı 13,20 m;güney tarafı:9,30 m.Plak kalınlığı 14 cm(ses izolasyonu için)dir,5 cm'si prefabrik kısım+9 cm'siyerinde dökme betondur. Kayma bağlantısı etriye ve yukarı doğru bükülmüş donatı ile yapılır.

Cephe-Duvar levhası ve prefabrik korkuluklarla cephe yüzeyleri kapatılıyor,kalınlığı 27 cm,LB 160 hafif betonarmeyle yapılmıştır.Güney ve kuzey tarafı :Korkuluk elemanları;Taşıyıcı kiriş bölgelerinde her iki noktanın döşemeleri ile rijit bağlıdır.Doğu ve batı tarafı bütün yapı yüksekliğince kapalıdır;yük kenar kirişlerden kolonlara taşınır.

Kat döşemeleriden düşey yüklerin taşınması-Prefabrik kirişler çekirdek duvarlarında mesnetlenir(çekirdek duvarındaki mesnet boşluklarının genişliği 40 cm ve derinliği 18 cm dir.).B300'lü ilave döküm yapıyor.



Cephe:Basınç:w=0,110;Emme :W=0,176

Çatı:Yapılmamış

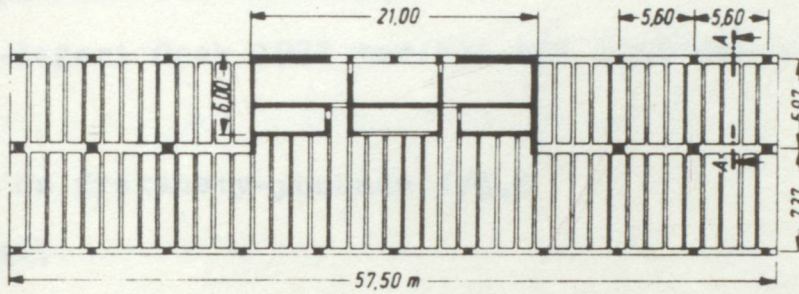
Ocak 1972ttarihli DIN 1045'den istenmiyen exantriklik:alınmadı.

Mimar:Frankfurt Main devlet yüksek okulu yapı işleri dairesi.

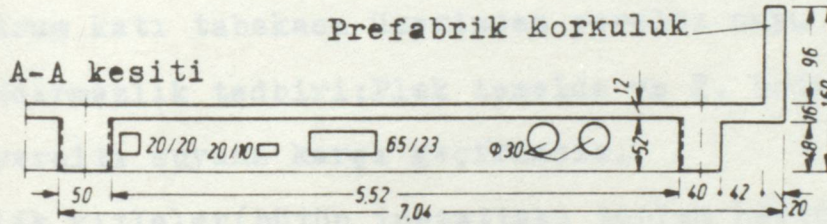
Mühendis:Frankfurt Main'deki Beck-Gravert-Schneider mühendislik  
camiası.

Literatür:-

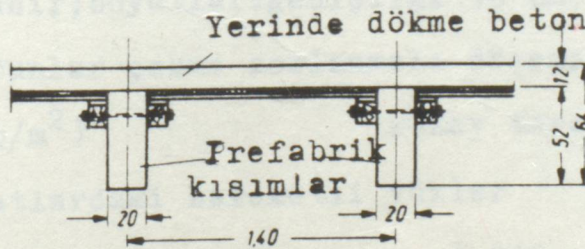
İlgili resimler:8.1,8.2 ve8.3.



Resim 8.1.Normal kat planı;kısmi bölge.



Resim 8.2.Normal kat döşeme konstrüksiyonu



Resim 8.3.Karışık yapı tarzında döşeme üretimi.



Düşey yükler yerinde dökme beton kirişlerden kolon eksenlerine ve iletim yerinde dökme beton kolonlara taşınır(B 450).Kolon kesitleri 4. kattan itibaren üst katlarda 90x90 cm boyutunda olup,aynı kalmaktadır.

Taşıyıcı-IO,40xII,20 m boyutlarında iki taşıyıcı çekirdek exantrik düzenlenmiş bağ kirişleriyle bağlıdır.Yapımı:B 450 ile ilave betonlanan bağ kirişleri çekirdeklere kaydırılarak inşa edilir.Duvar kalınlıkları:dış duvarlar 35 cm,iç duvarlar 30 cm,asansör kapıları yanında 50 cm.

Statik sistem kabulü:gerdirilmiş bodrum kutuları.

Boyutlandırma durumu:I

$\alpha$ -değeri Ocak 1972 tarihli DIN IO45'den:y-yönünde:0,85;x-yönünde: <0,6.

I. öz frekans:y-yönünde I/5,0

Temel

Temel zemini:Frankfurt kili

Çeşidi:Plak temel(radye temel);boyutlar:42,5x42,5 m, $d_{max}=3,60$  m

Zemin gerilmeleri:  $\sigma_m=50$  Mp/m<sup>2</sup>;  $\sigma_r=60$  Mp/m<sup>2</sup>

Bodrum katı tabakası üzerinden yeraltı suyu yüksekliği:3,75 m.

Sızdırmazlık tedbiri:Plak temelde ve 2. bodrum katında hazne yapıyor;yeraltı suyuna karşı geçirimsiz.

Çelik kitleler(bütün inşaattaki toplam hacime göre):17,0 kg/m<sup>3</sup>

Hususiyetler:I. kattan 3.kata kadar ana taşıyıcı sistem üzerinde her tarafa 7,3I m çıkıntı yapılıyor.3. kattaki çıkma levhaları kenar katlara bağlanır;boyutlar:genişliği 70 cm,yüksekliği 4,I3 m öngerilmeli perdeler,bunlar çekme zorlanmalı döşemeler ve askılar.

Yükler(Mp/m<sup>2</sup>)

kuzey tarafı

güney tarafı

Normal katlardaki hareketli yükler

Döşeme:

I,000

0,200

İletim:

0,700

0,200

Normal katlardaki yapı yükleri



Düşey yükler yerinde dökme beton kirişlerden kolon eksenlerine ve iletim yerinde dökme beton kolonlara taşınır(B 450).Kolon kesitleri 4. kattan itibaren üst katlarda 90x90 cm boyutunda olup,aynı kalmaktadır.

Taşıyıcı-I0,40xII,20 m boyutlarında iki taşıyıcı çekirdek exantrik düzenlenmiş bağ kirişleriyle bağlıdır.Yapımı:B 450 ile ilave betonlanan bağ kirişleri çekirdeklere kaydırılarak inşa edilir.Duvar kalınlıkları:dış duvarlar 35 cm,iç duvarlar 30 cm,asansör kapıları yanında 50 cm.

Statik sistem kabulü:gerdirilmiş bodrum kutuları.

Boyutlandırma durumu:I

$\alpha$ -değeri Ocak 1972 tarihli DIN 1045'den:y-yönünde:0,85;x-yönünde: <0,6.

I. öz frekans:y-yönünde 1/5,0

Temel

Temel zemini:Frankfurt kili

Çeşidi:Plak temel(radye temel);boyutlar:42,5x42,5 m, $d_{max}=3,60$  m

Zemin gerilmeleri:  $\sigma_m=50$  Mp/m<sup>2</sup>;  $\sigma_r=60$  Mp/m<sup>2</sup>

Bodrum katı tabakası üzerinden yeraltı suyu yüksekliği:3,75 m.

Sızdırmazlık tedbiri:Plak temelde ve 2. bodrum katında hazne yapılıyor;yeraltı suyuna karşı geçirimsiz.

Çelik kitleler(bütün inşaattaki toplam hacime göre):17,0 kg/m<sup>3</sup>

Hususiyetler:I. kattan 3.kata kadar ana taşıyıcı sistem üzerinde her tarafa 7,31 m çıkıntı yapılıyor.3. kattaki çıkma levhaları kenar katlara bağlanır;boyutlar:genişliği 70 cm,yüksekliği 4,13 m öngerilmeli perdeler,bunlar çekme zorlanmalı döşemeler ve askılar.

| Yükler(Mp/m <sup>2</sup> )         | kuzey tarafı | güney tarafı |
|------------------------------------|--------------|--------------|
| Normal katlardaki hareketli yükler |              |              |
| Döşeme:                            | 1,000        | 0,200        |
| İletim:                            | 0,700        | 0,200        |
| Normal katlardaki yapı yükleri     |              |              |



Taşıyıcı olmayan bölme duvarları:p kapsamı içindedir. 0,125

Kaplama ve bağlantı: 0,175 0,175

Bütün yapı sisteminde rüzgar yükü

Bütün ayrodinamik katsayı:1,3

Rüzgar basıncı:SIA-normu 8.1 .

Yerel rüzgar yükleri

Cephe:Emme ve basınç  $w=0,200$

Çatı:Emme  $w=0,044$ (korkuluk yüksekliği 2,90 m)

Ocak 1972 tarihli DIN 1045'den istenmiyen exantriklik:alınmadı.

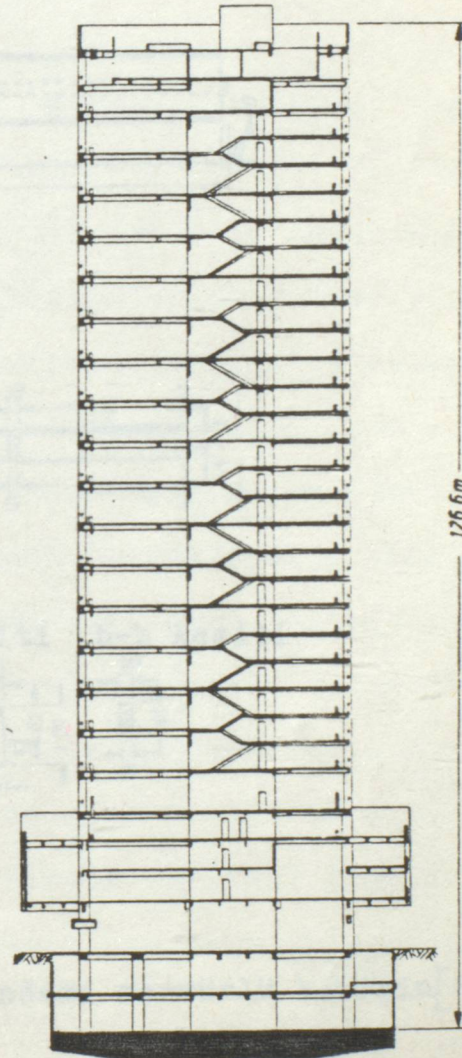
Mimar:31.12.1969'a kadar Hessen eyaletinin yeni yapı dairesi;

1.1.1970'den itibaren Frankfurt Main üniversitesi yapı dairesi.

Mühendis:Frankfurt Main'deki Beck-Gravert-Schneider mühendislik  
camiası.

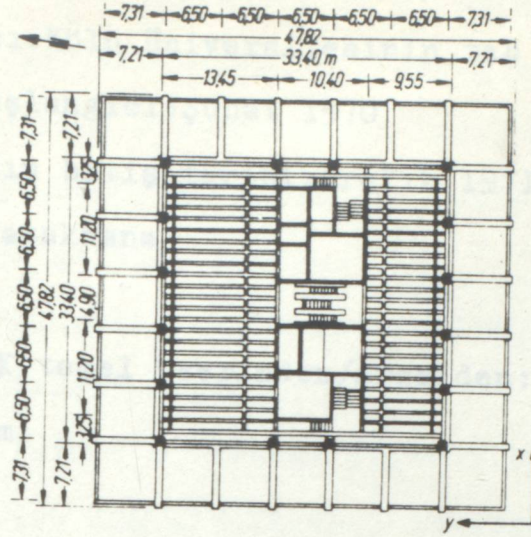
Literatür:[8.2].

İlgili resimler: 8.4,8.5 ve8.6



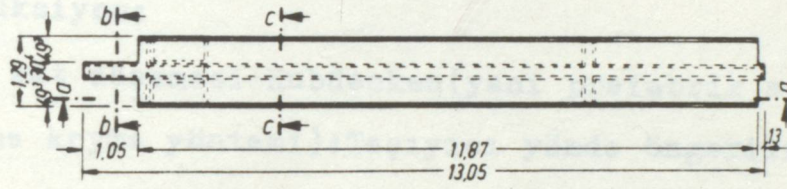
Resim 8.4.Binanın kuzey-güney boy  
kesiti [8.2]'den



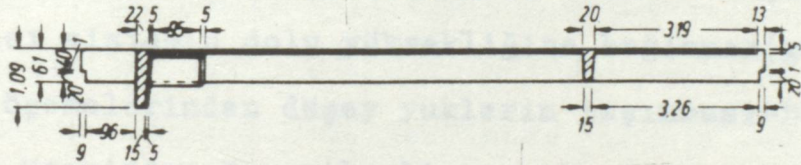


Resim 8.5.Üçüncü kattaki sınıf planı(konsollar dahil)

Üstten bakış

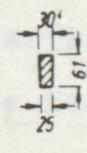
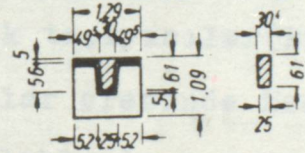


a-a kesiti



c-c kesiti

b-b kesiti



Prefabrik eleman  
ağırlığı 7,47 Mp

Resim 8.6.Konferans salonu tarafındaki nervürlü kirişin[8.2]'ye göre kalıp planı



### 8.1.3.Bettenhaus Köln

İnşaat amacı:Köln Üniversitesinin tıp fakültesi yatakhanesi

İnşaatın başlangıcı:Şubat 1970

Kaba inşaatın bitiş tarihi:Aralık 1971

Kullanımı:yatakhane

Boyutlar:

Yükseklik OK temel üzerinden/araziden: 84,3/76,8 m

Toplam hacim: 200000 m<sup>3</sup>(sadece yatakhane)

Normal kat planı: 78,4x33,0 m

Normal kat yüksekliği: 3,10 m

Temiz kat yüksekliği: 2,78 m

Normal kat döşeme konstrüksiyon yüksekliği: 30 cm

Konstrüksiyon:

Normal kat döşemesi-Hubdecken(yani prefabrik sonradan vinçle kaldırılıp yerine koyma yöntemi):Taşıyıcı yönde öngerilmeli,enine yönde sü-kunette donatılı dolu yüzeysel döşemedir(B 450,d=30 cm).Temelde üst üs-te I6 döşeme betonlanıyorve yükseltiliyor.Sütunlar 7,60x8,90 m.

Cephe-COR-TEN-cephe( $g=76 \text{ kp/m}^2$ ),merdiven boşluğu ve dolaşım başlık-lı taşıyıcı sistemin dolu yüksekliğine bağlanır( $g=300 \text{ kp/m}$ ).

Kat döşemelerinden düşey yüklerin taşınması-Döşeme yükleri çelik konsollar üzerinden öngerilmeli asıcılara taşınır(çelik asıcılar ola-rak yassı çelik planlanmış;B 300'de öngerilme özel tekliftir;B 600 uygulanmıştır)veyahut dolu çelik taşıyıcılar(Brammen)üzerinden çekir-değe taşınır.Düz döşeme ve askılar arasında Neoprenefolie(4 mm kalın-lığında)vardır.Askılar yükü başlıklı taşıyıcı sisteme(B 450) iletir. 2 boyuna ve 11 enine taşıyıcının öngerilmeli başlıklı taşıyıcı siste-mi ardışık çıkma yöntemiyle yapıldı;yükler 2x4 Naotopflager'den(max. 6200 Mp)çekirdeğe vesürekli temele taşınır.

Boyutlar:Askılar:max.34x76 cm;BBRV 9 gerilme parçası,II6 Mp,BBRV



gerilme parçaları ile bağlanmış, 58 Mp (normal askılar). Max. 37,5x76 cm; BBRV 18 gerilme parçası, 85 Mp (ön yüzdeki askılar).

Başlıklı taşıyıcı sistem: Boyuna taşıyıcılar: 1,70(2,50)x5,80 m, max. 50 gerilme çubuğu Leoba AK I24; Enine taşıyıcılar 1,0(1,40)x5,80 m; Leoba AK IO8 max. 32 gerilme çubuğu.

Taşıyıcı-İki tekil çekirdek, 3. kattan itibaren uzun doğrultudaki duvarlar ( $d=30$  cm) birbiriyle bağlıdır.

Boyutlar: 18,1x13,2 m veya 21,9x13,2 m, duvar kalınlıkları 1,20 m'ye kadar, B 450. Uzun doğrultulardaki duvarlarda ilave statik tedbirler olarak (her 8400 Mp'de) 3. katta duvar kalınlıkları 80 cm'den 100 cm'ye kadardır; iki çekirdeğe dağıtılır. Kat yüksekliğinin kalıp elemanları ile yapımı 3 usüldedir.

Boyutlandırma durumu: I

$\lambda$ -değeri kısım 1959 tarihli DIN 1045'den: 33  $\rightarrow w=1,0$  (çekirdek başlığındaki bütün tekil yükler tespit edilir).

Temel

Temel zemini: Büyük derinliklere kadar çakıllı kum.

Çeşidi: İki tekil temel

Boyutlar: 21x25 m veya 21x23 m, max.  $d=4,0$  m, B 450.

Zemin gerilmeleri:  $\sigma_m=100$  Mp/m<sup>2</sup>;  $\sigma_r=120$  Mp/m<sup>2</sup>.

OK bodrum katı tabakası üzerinden yeraltı suyu yüksekliği:  $\pm 0$

Sızdırmazlık tedbiri: yok

Çelik kitleler (bütün inşaatteki toplam hacime göre):

Beton çeliği: 14,8 kg/m<sup>3</sup>; gerilme çeliği: 2,0 kg/m<sup>3</sup>

Hususiyetler: Başlıklı taşıyıcı sistem ve asılmış döşemeler arasında bir boşluklu kat vardır. Sıcaklık ve çekilmelerin karşılıklı büyük deformasyonları olduğundan dolayı asılmış hacimlerin ısı izolasyonu yapılmıştır. İnjektasyon yapılmış gerilme parça-kılıf boruları eksiz PE-boruları iki kat üzerinde uygulandı, pas koruması olarak paesittir.

Yanma koruması: Esaslı taşıyıcı parçalar, yanma mukavemeti sınırı



F 90 dır.

Tesisat:Düşey tesisatlar çekirdek içinden devam eder.

| Yükler( $Mp/m^2$ )             | Oda   | Koridor |
|--------------------------------|-------|---------|
| Döşeme:                        | 0,200 | 0,350   |
| İletim:                        | 0,200 | 0,350   |
| Normal katlardaki yapı yükleri |       |         |
| Taşıyıcı bölme duvarları:      | 0,075 | 0,075   |
| Kaplama:                       | 0,050 | 0,050   |
| Bağlantı:                      | 0     | 0,030   |

DIN IO55'den bütün yapı sisteminde rüzgar yükü

Ayro dinamik bütün katsayı:1,2

Rüzgar basıncı:0,050/0,080/0,110

Yerel rüzgar yükleri

Cephe:DIN IO55 yaprak 4'den  $c=1,6$ ;yapı döşemelerinde ve çatı bağlantılarında ilave katsayı  $c=2,3$  tür.

Çatı:yapılmamış.

İstenmiyen exatriklik-Çekirdek boyutları için exantrik yük düzenlenmeleri:

1.Öz ağırlık ve 2. öz ağırlık ve  $p/2$  dolu ile bir tarafta  $p/2$  bütün katlarda süperpoze edilir.

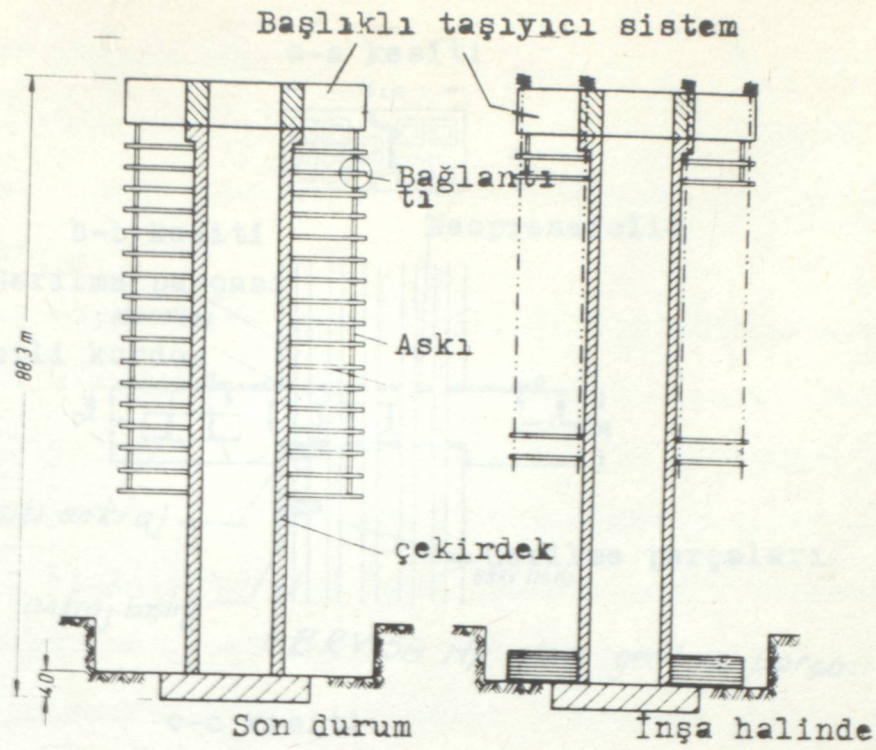
Mimar:Serbest mimarlar,Prof.E.Heinle,Yük.-müh.R.Wischer BDA ve arkadaşı,Stuttgart.

MühendisLeonhardt ve Andre~~m~~ mühendislik topluluğu,Stuttgart veYük , Müh.K.Boll mühendislik bürosu,Stuttgart.

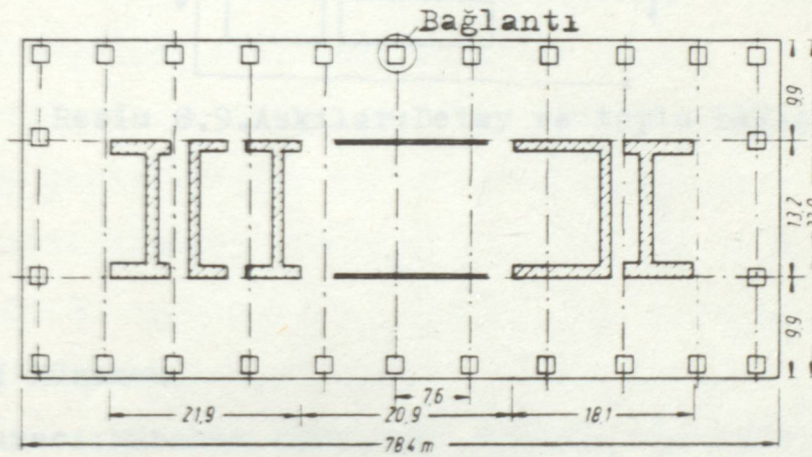
Literatür:[8,3],[8.4],[8.5].

İlgili resimler:8.7,8.8,8.9



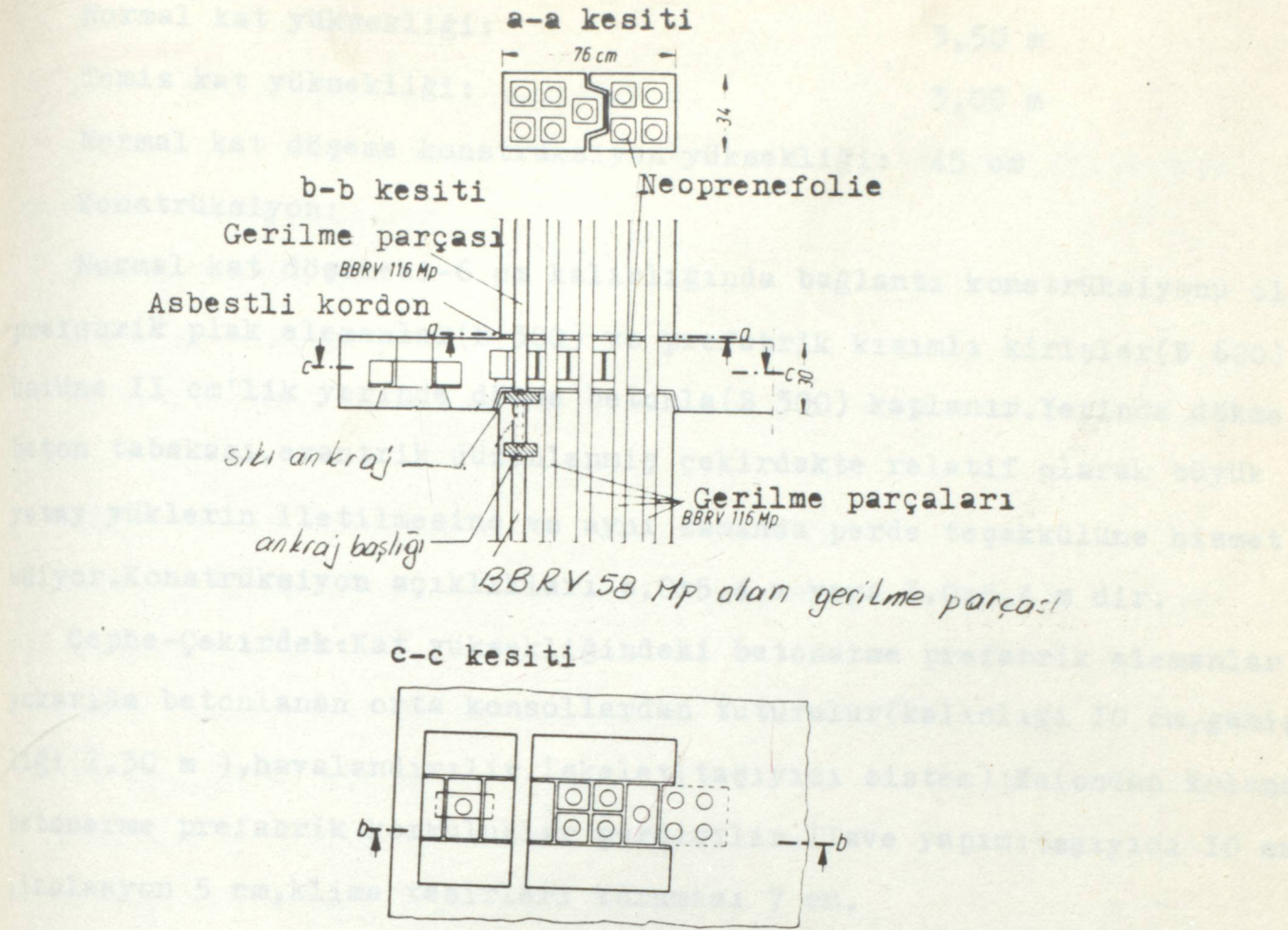


Resim 8.7. Binanın boy kesiti



Resim 8.8. Plan.





Resim 8.9. Askılar: Detay ve toplu bakış.

## 8.I.4.GI München

İnşaat amacı: München olimpiyat köyünde GI yönetim binası

İnşaat başlangıcı: Mart 1970

Kaba inşaatın bitiş tarihi: Aralık 1970

Kullanımı: Büro odaları

Boyutlar:

Yükseklik OK temel üzerinden/araziden: 90,7/87,2 m (dış çekirdek)

73,5/70,0 m (iskelet kısmı)

Toplam hacim: 60000 m<sup>3</sup>

Normal kat planı: 4I, 6xI6, 4 m (iskelet sistem); II, 7xII, 3 (çekirdek)



Normal kat yüksekliği: 3,50 m

Temiz kat yüksekliği: 3,00 m

Normal kat döşeme konstrüksiyon yüksekliği: 45 cm

Konstrüksiyon:

Normal kat döşemesi-6 cm kalınlığında bağlantı konstrüksiyonu olan prefabrik plak elemanlar(B 300) ve prefabrik kısımlı kirişler(B 600) üstüne 11 cm'lik yerinde dökme betonla(B 300) kaplanır.Yerinde dökme beton tabakası,exantrik düzenlenmiş çekirdekte relatif olarak büyük yatay yüklerin iletilmesine ve aynı zamanda perde teşekkülüne hizmet ediyor.Konstrüksiyon açıklıkları 6,0x5,4 m veya 3,0x5,4 m dir.

Cephe-Çekirdek:Kat yüksekliğindeki betonarme prefabrik elemanlar yukarıda betonlanan orta konsollardan tuturulur(kalınlığı 10 cm,genişliği 2,30 m ),havalandırılır.İskelet(taşıyıcı sistem):Kolondan kolona betonarme prefabrik korkuluklar gerdirilir.İlave yapım:taşıyıcı 10 cm ,izolasyon 5 cm,klıma tesirleri koruması 7 cm.

Kat döşemelerinden düşey yüklerin taşınması-Prefabrik kirişler çatal biçiminde genişletmeler ile çelik kolonlar üzerine yatırılır.Bu çift kat yüksekliğindeki prefabrik kolonlarda betonlanır.Prefabrik korkuluklar:50x50 cm,B 600,max. donatı yüzdesi  $\mu = \%6$ ,max.taşıma kabiliyeti 540 Mp'dir.Kolonların bağlantı teşekkülleri:Genişletilen konsol biçimindeki kolon başları takib edilen kolonların kolon mesnedinde çıkıntı yapan çelik levhalar bırakılır.Montaj durumu için doğru ölçülerek oturaklı vidalanması mümkündür.Derz kalınlığı 5 cm,B 600'den tıkama harcı.

Taşıyıcı-Dışarıdaki çekirdek:Dış boyutlar 11,7x11,3 m,üzerine çıkarılan kalıpta(B 300)kule direği yapıldı,enine kirişler prefabriktir(B 450).

Boyutlandırma durumu:I

Emniyet faktörleri eğilme burulma burkulmasına karşı: 5.39 'dan:

$$v_1 \approx 17,0; v_2 \approx 24,2.$$



## Temel

Temel zemini:Çakıl,yoğun dağılmış.

Çeşidi:Çekirdek altında plak temel;kolonlar altında tekil temeller etrafında şerit temeller.

Boyutlar:d=90 cm

Zemin gerilmeleri:  $\sigma \approx 60 \text{ Mp/m}^2$

OK bodrum katı tabakası üzerinden yeraltı suyu yüksekliği:I,70 m (HHW).

Sızdırmazlık tedbiri:Sınır beton haznesi.

Çelik kitleler(bütün inşaattaki toplam hacime göre):II,0 kg/m<sup>3</sup>

Yükler(Mp/m<sup>2</sup>)

Normal katlardaki hareketli yükler

Döşeme0,200(4 alt katta 0,500)

İletim:DIN IO55'e uygun azaltılıyor

Normal katlardaki yapı yükleri

Taşıyıcı olmayan bölme duvarları:0,075

Kaplama:0(yerinde dökme beton düz çekiliyor,halı zemin)

Bağlantı:0,025

Bütün yapı sisteminde rüzgar yükü

Ayrodinamik bütün katsayı:I,2

Rüzgar basıncı:0,II0(yapı yüksekliğinde sabittir)

Cephe ve çatı:Mart 1969 tarihli DIN IO45 yaprak 4'deki ilaveye uygundur.

Ocak 1972 tarihli DIN IO45'den istenmiyen exantriklik

Eğrilik:  $\varphi_2 = 12,25 \cdot 10^{-4}$

İlave rüzgar yükü:max.%9,5(dikkate alınmıyor).

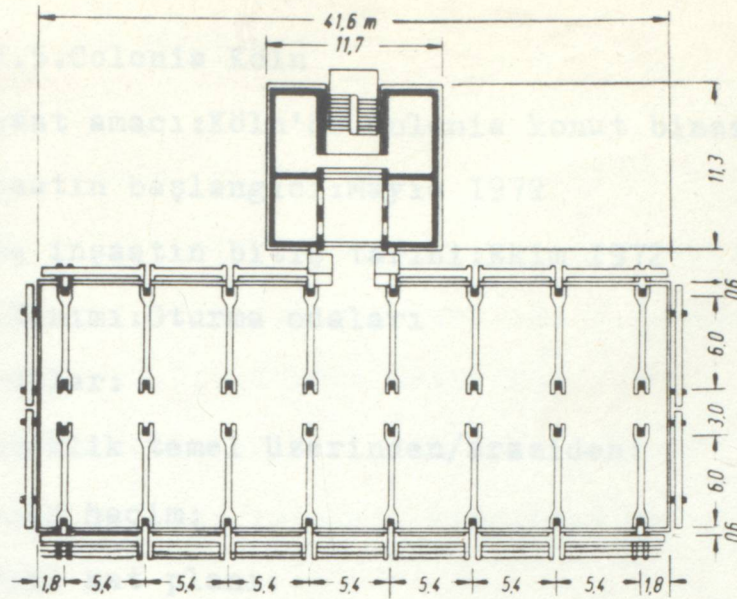
Mimar:Serbest mimarlar,Prof.E.Heile, *Yük.*-Müh.R.Wischer BDA ve arkadaşları,Stuttgart.

Mühendis:Wilhelm Radmer İnşaat ve beton KG a.A.,München

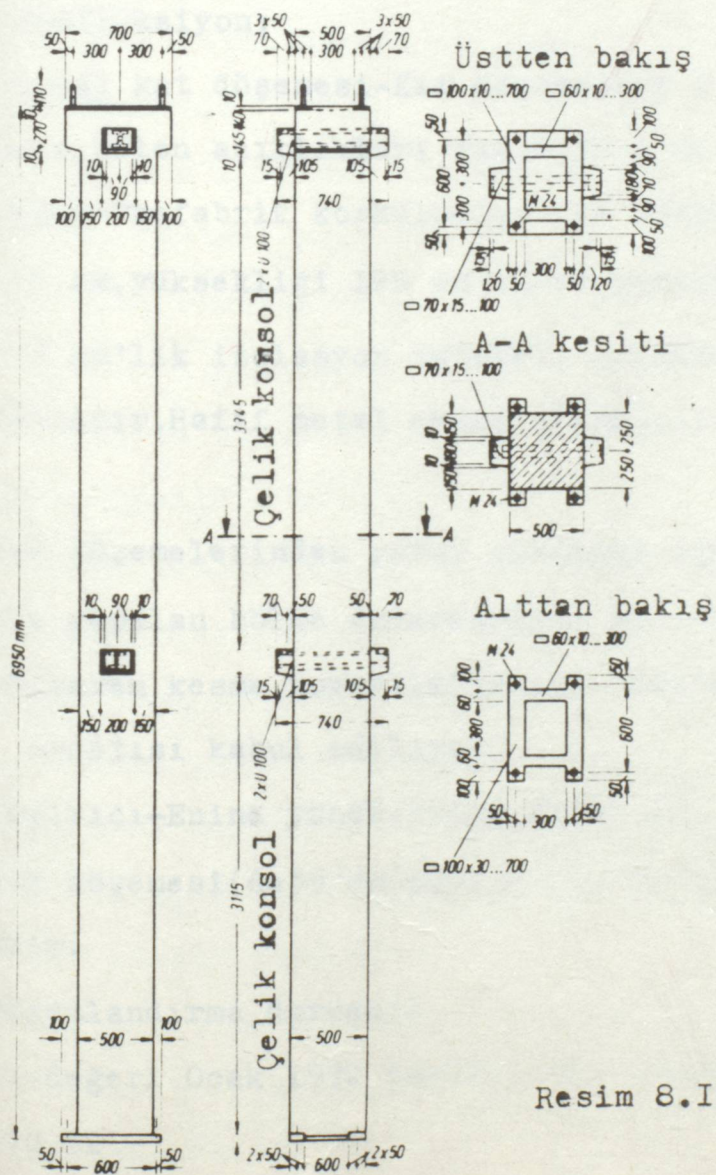
Literatür:[8.5],[5.28],[8.6].

İlgili resimler:8.IO ve 8.II





Resim 8.10.Normal kat planı 5.28 .





## 8.I.5.Colonia Köln

İnşaat amacı:Köln'de Colonia konut binası

İnşaatın başlangıcı:Mayıs 1972

Kaba inşaatın bitiş tarihi:Ekim 1972

Kullanımı:Oturma odaları

Boyutlar:

Yükseklik temel üzerinden/araziden: 141,5/137,5 m

Toplam hacim: 127000 m<sup>3</sup>

Normal kat planı: 23,10x45,95 m

Normal kat yüksekliği: 2,75 m

Temiz kat yüksekliği: 2,5 m

Normal kat döşeme konstrüksiyon yüksekliği: 18 cm

Konstrüksiyon:

Normal kat döşemesi-Kat döşemeleri B 450'li yerinde dökme betonla yapılmış,kolon açıklıkları max.4,75 m dir.

Cephe-Prefabrik korkuluklar ile dönel çevreleyen balkonlar(kalınlığı 15 cm,yüksekliği 120 cm).Dört kenarlı borular balkonda plağa bağlıdır.7 cm'lik izolasyon tabakalı prefabrik beton kısımlar duvar olarak kaplanır.Hafif metal cephe elemanlarıyla hacimlerin etrafı kapatılır.

Kat döşemelerinden yatay yüklerin taşınması-B 450 yerinde dökme betonuyla yapılan bölme duvarlarının kalınlığı max.35 cm dir.15.nci kattan itibaren kesme kuvvetleri için donatı kullanılmaz,sadece basit röt re donatısı kabul ediliyor.

Taşıyıcı-Enine yönde:bölme duvarları.Boyuna yönde:iki boyuna duvar Koridor döşemesi(d=35 cm)bağlantısı ve bağ kirişleri kısmen aynı döşemelerdir.

Boyutlandırma durumu:I

$\alpha$  -değeri Ocak 1972 tarihli DIN 1045'den:enine yönde:0,48;boyuna yönde:0,52



I.Öz periyod:  $I/2,7$

Temel

Temel zemini: Kumlu çakıl

Çeşidi: İki doğrultuda taşıyıcı perdeli, iki katlı betonarme kutu.

Boyutlar:  $23,1 \times 42,6$  m, yüksekliği 7,70 m; plak kalınlığı  $d=1,50$  m; ara döşeme  $d=30$  cm; üst döşeme  $d=60$  cm.

Zemin gerilmeleri:  $\sigma_m=48$  Mp/m<sup>2</sup>;  $\sigma_r=127$  Mp/m<sup>2</sup>

OK bodrum katı tabakası üzerinden yer altı suyu yüksekliği: 4,0 m (HHW).

Sızdırmazlık tedbiri: Sınır betonu

Çelik kitleler (bütün inşaattaki toplam hacime göre):  $14,7$  kg/m<sup>3</sup>

Yükler (Mp/m<sup>2</sup>)

Normal kattaki hareketli yükler

Döşeme: 0,150

İletim: DIN 1045'den azaltılıyor

Normal kattaki yapı yükleri

Taşıyıcı olmayan bölme duvarları: 0,125

Kaplama ve bağlantı: 0,100

Bütün yapı sisteminde rüzgar yükü

Ayrodinamik katsayı: 1,4

Yığılma basıncı: 0,130 (bütün yapı yüksekliğinde)

Yerel rüzgar yükleri

Cephe: Emme ve basınç  $w=0,120 \leq 80$  m;  $w=0,150 > 80$  m

Çatı: Emme max.  $w=0,500$  (çakıl dökümü üzerine plak temel)

Ocak 1972 tarihli DIN 1045'den istenmiyen exantriklik

Eğrilik:  $\varphi_2 = 8,6 \cdot 10^{-4}$

İlave rüzgar yükü: %4,0

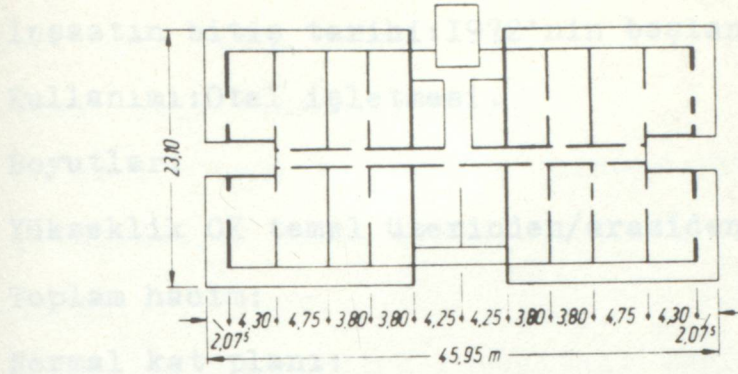
Mimar: BDA Yük-Müh. Henrik Busch, Müngersdorf-Köln.

Mühendis: BT-Plan, Köln,

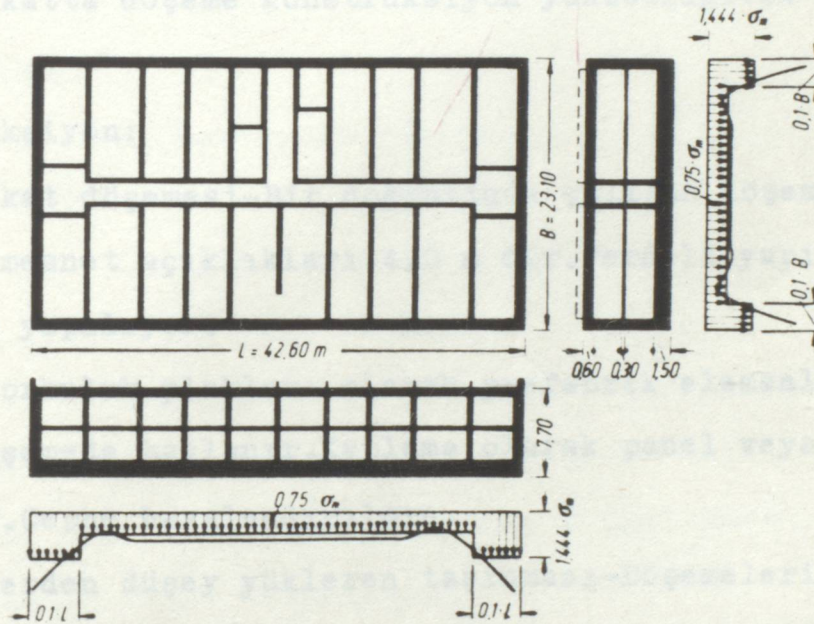
Literatür: [8.36].



İlgili resimler: 8.I2 ve 8.I3



Resim 8.I2. Normal kat planı.



Resim 8.I3. Temel kutuları: Düşey yükten dolayı zemin gerilmelerinin akışı.



### 8.1.6.Plaza Hamburg

İnşaat amacı:Loews Hamburg Plaza-Hamburg kongre merkezindeki otel.

İnşaatın başlangıcı:Temmuz 1970

İnşaatın bitiş tarihi:1972'nin başlangıcı.

Kullanımı:Otel işletmesi.

Boyutlar:

Yükseklik OK temel üzerinden/araziden: 113/110 m

Toplam hacim: 154000 m<sup>3</sup>

Normal kat planı: 37,5x37,5 m

Normal kat yüksekliği: 2,80 m

Temiz kat yüksekliği: 2,60 m

Normal katta döşeme konstrüksiyon yüksekliği:14 cm(+bağlantı çizgisi).

Konstrüksiyon:

Normal kat döşemesi-Bir doğrultuda çalışan döşeme plakların(kalınlığı 14 cm)mesnet açıklıkları 4,0 m dir.Perdeli yapı tarzında duvarlar ile beraber yapılıyor.

Cephe-Korkuluk plakları olarak prefabrik elemanlar vinçle monte edilir vedöşemede bağlanır.Kaplama olarak panel veyahut tabbi taş kullanılmıştır.Cephe havalandırılmış.

Döşemelerden düşey yükler taşıması-Döşemelerin yükü odaların bölme duvarları üzerinden taşınır.İlave statik tedbirli katlarda(alt katlar üzerinde)kenar sahalarının düşey yükleri çekirdeğe aktarılır.İlave statik tedbirli katlar altında dolu çekirdek sahası dışında sadece tekil kolonlar vardır.

Taşıyıcı-Yatay yükler iki çekirdekle(B 300) taşınır.Kaydırarak inşa edilmiştir.

Boyutlandırma durumu:I

$\alpha$ -değeri Ocak 1972 tarihli DIN 1045'de :denenmemiş

I.Öz frekans:denenmemiş



Temel

Temel zemini:Killi mil

Çeşidi:Yüksek yapı kısmı altındaki plak temel(radye temel) $d=4,0$  m;  
bundan başka tekil temel.

Zemin gerilmeleri: $65 \text{ Mp/m}^2$ .

OK bodrum katı tabakası üzerinden yeraltı suyu yüksekliği: $\pm 0$

Sızdırmazlık tedbiri:Temel altında yüzey-halka drenajı ile yüzey  
filitresi yapılıyor.

Çelik kitleler(bütün inşaattaki toplam hacime göre): $18 \text{ kg/m}^2$ .

Hususiyetler:Alttaki yatak odası katlarının kule başlığı üç teknik  
kat geniş ölçüde yatay derzle ayrılıyor.Bütün tesisat çekirdek içinde-  
dir.

Yükler( $\text{Mp/m}^2$ ):

Normal kattaki hareketli yükler

Döşeme: $0,500$

İletim:DIN IO55'den azaltılıyor.

Normal katlardaki yapı yükleri

Taşıyıcı olmayan bölme duvarları:p kapsamı içindedir.

Kaplama ve bağlantı:Bağlantı çizgili ve halı zemin.

DIN IO55'den bütün yapı sistemine rüzgar yükü

Ayrodinamik bütün katsayı: $1,6$

Rüzgar basıncı: $0,0050/0,0080/0,110$ .

Yerel rüzgar yükleri

Cephe:Basıncı  $w=0,150$ ,emme(kenar)  $w=0,220$ .

Çatı:Yapılmamış(dolu çatı,sıcak çatı olarak teşekkül edilmiş)

Ocak 1972 tarihli DIN IO45'den istenmiyen exantriklik:denenmemiş.

Mimar:Schramm ve Pempelfort mimarlar gurubu,Hamburg.

Mühendis:Wayss ve Freytag AG yönetemi altındaki topluluk,Hamburg.

Literatür:[8.7].

İlgili resimler:8.I4 ve 8.I5 .







8.I.7.BMW München.

İnşaat amacı:BMW-yüksek binası,München.

İnşaatın başlangıcı:Temmuz 1970

Kaba inşaatın bitiş tarihi:(bütün cepheler,camlar ve teknik yapı-  
nın esaslı kısımları dahil)Kasım 1970.

Kullanımı:Büro odaları

Boyutlar:

Yükseklik OK temel üzerinden/araziden: 105,3/99,9 m

Toplam hacim: 126800 m<sup>3</sup>

Normal kat planı: 43,3x43,3 m(yonca  
yaprağı tarzında)

Normal kat yüksekliği: 3,82 m

Temiz kat yüksekliği: 2,90 m

Normal kat döşeme konstrüksiyon yüksekliği: 40 cm

Konstrüksiyon:

Normal kat döşemesi-LB 300'lu( $d/d_0=II/40$ )derzsiz kirişli plak döşe-  
me.Dört tane birbirinin aynı yarı çap yönünde uzanan ızgara.Merkezi  
asıcılara bağlantı rijittir.Dış kolonlar ve çekirdek duvarları üzerin-  
de mafsallı mesnetlenir.

Cephe-İki levhali havalandırılmış soğuk cephe.Klima tesirlerinden  
korunma:Oturtulmuş pencereler ile hacimsel formda aliminyum elemanlar  
kat yüksekliğince döşemeler üzerinde durur.Bir köşe mafsallıdır,diğer  
üç köşe kayıcı olarak mesnetlendi.Çerçeve konstrüksiyonda iç sıcaklık  
sınırlaması,su ve buhar yoğunluğu,yanmaz panel elemanlarla sağlamlaş-  
tırılır.Cephe asma gövdeyi bütünüyle kuşatır.Sadece taşıyıcı iskelet  
oda klimasına açıktır.Cephe ağırlığı: $g=55 \text{ kp/m}^2$ .

Kat döşemelerinden düşey yüklerin taşınması-Kat döşemelerinin kiri-  
şli yükleri merkezi düzenlenmiş 4 askıya ve kenar kolonlara verir.

Merkezi askılar:Öngerilme sınırlandırılıyor,taşıyıcı çelik St  
80/I05,B 600;teknik katın üstünde 90 cm dir,alt tarafta 70 cm dir.



Kenar kolonlar:Teknik katların üstündeki katlarda basınç zorlanmaları ,altındaki katlarda çekme zorlanmaları meydana gelir;Çekme altındaki öngerilme sınırlandırılır,gerilme çeliği St 80/IO5.B 600;b/d=24/46 cm.

Teknik katların(B 600)kafes sistemi kenar kolonların düşey yüklerini merkezi askılara taşır.Asılı elemanlardan gelen bütün yükün konsol bindirmesinin kafes sistemiyle(B 600) yapı başlığına verilir.Konsol bindirmesi ile yükler merkezileştirilerek bina şaftına iletilir.

Taşıyıcı-Dört kolonlu şaft kirişlere bağlıdır.Boyutları19,3x19,3 m ,dış duvarkalınlığı 35 cm.Kaydırılarak inşa edilmiş(B 450).Tekil döşeme düzlemlerinden yatay yükler iletilir.Teknik katlardan ve konsol bindirmesinden askı gövdesinin antisimetrik kullanım yükleri iletilir.

Boyutlandırma durumu:I

Ocak 1972 tarihli DIN IO45'den  $\alpha$  -değeri:0,48

I,Öz frekans:I/I,8

Temel

Temel zemini:Çakıl

Çeşidi:Şaft altında öngerilmeli plak(radye)temel.

Boyutlar:25,0x25,0 m,max.d=4,0 m

Zemin gerilmeleri: $\sigma_m=65 \text{ Mp/m}^2$ ;  $\sigma_r=100 \text{ Mp/m}^2$

OK bodrum katı tabakası üzerinden yeraltı suyu yüksekliği:0,30 m

Sızdırmazlık tedbiri:yok

Çelik kitleler(Bütün inşaattaki toplam hacime göre):Beton çeliği:15 kg/m<sup>3</sup>;gerilme çeliği:3,7 kg/m<sup>3</sup>

Yükler(Mp/m<sup>2</sup>):

Döşeme:0,500

İletim:0,300

Normal katlardaki yapı yükleri

Taşıyıcı olmayan bölme duvarları:p kapsamı içindedir.

Kaplama:0,060



Bağlantı+tesisat:0,030

Bütün yapı sisteminde rüzgar yükü

Ayrodinamik bütün katsayılar:0,8

Rüzgar basıncı DIN IO55 yaprak 4'den

Dinamik ilave: $\varphi'=1,25[4.I3]$ 'den,

Yerel rüzgar yükleri

Ayrodinamik katsayı:Basınç 1,0;emme 1,3

Rüzgar basıncı:DIN IO45 yaprak 4'dekinin 1,5 katı

Ocak 1972 tarihli DIN IO45'den istenmiyen exantriklik

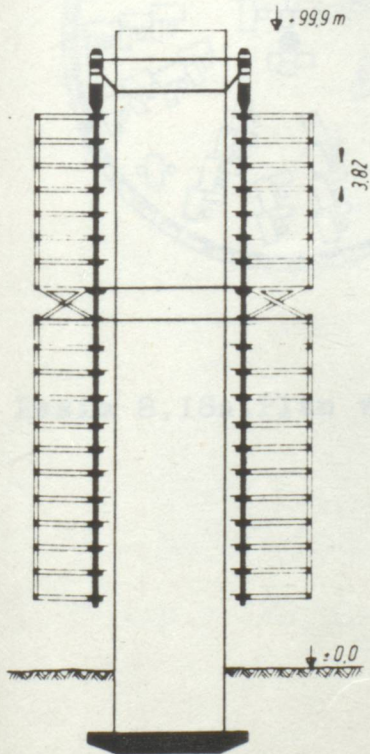
Eğrilik: $\varphi_2=10 \times 10^{-4}$

Mimar:Prof.Dr.Karl Schwanzer,Wiyana.

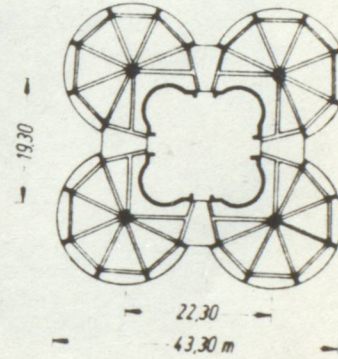
Mühendis:AG Dyckerhoff ve Widmann,München.

Literatür:[8.5],[8.8],[8.9],[8.10]

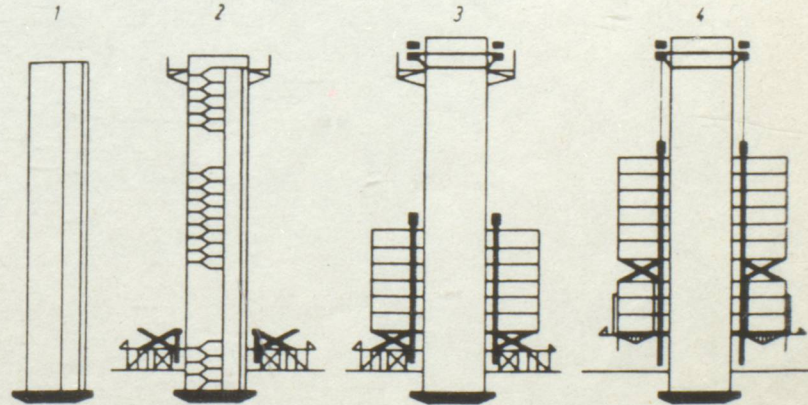
İlgili resimler:8.I6,8.I7,8.I8,8.I8a,8.I8b,8.I8c,8.I8d,8.I8e,8.I8f



Resim 8.I6.Binanın boy kesiti [8.8]'den

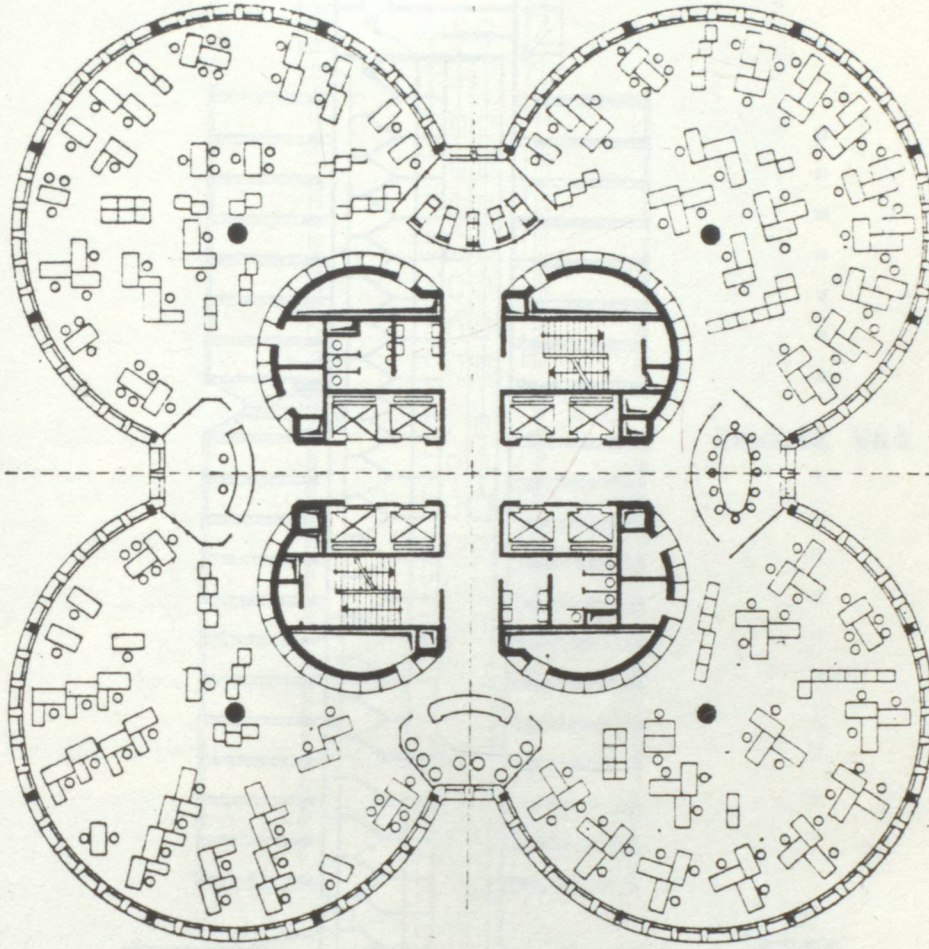


Resim 8.I7.Büro katı planı [8.8]'den



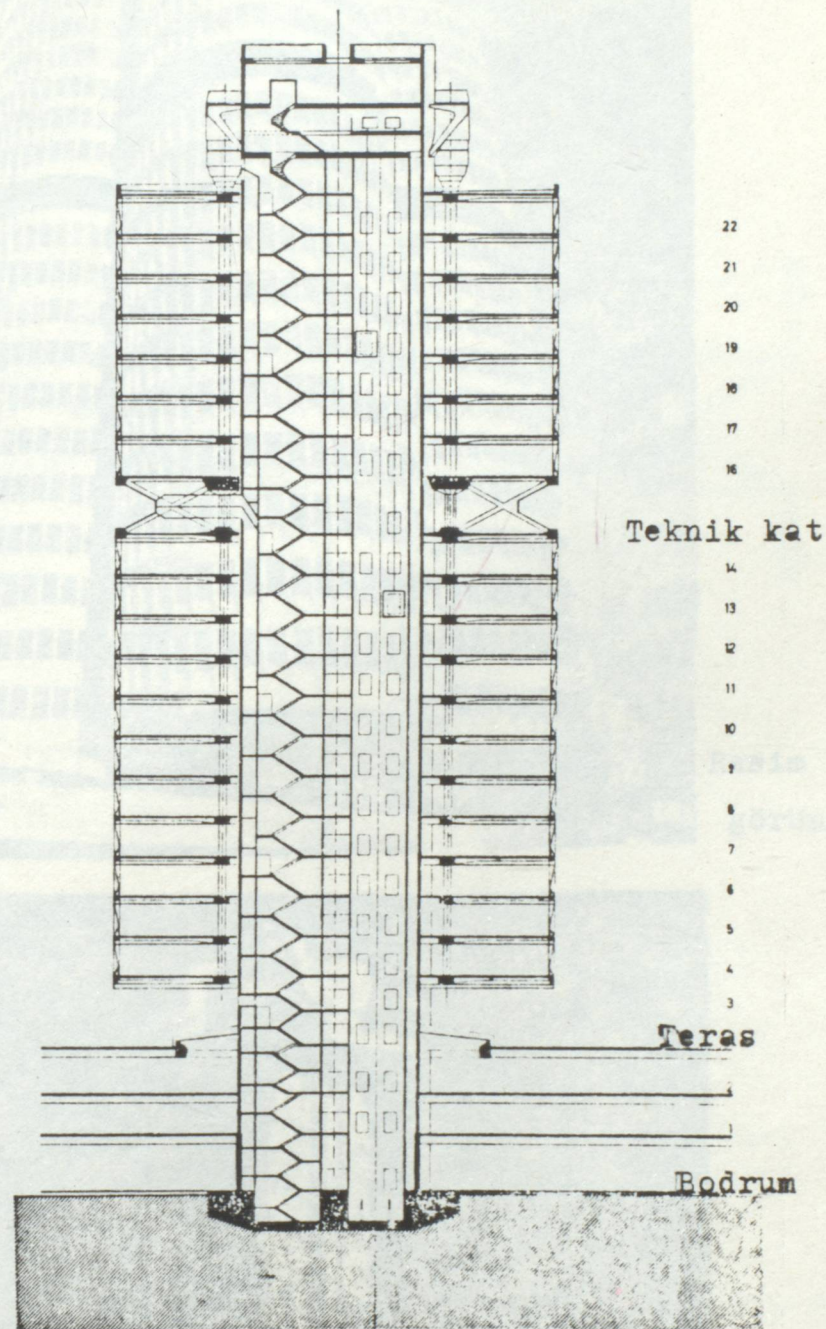
Resim 8.I8.Bütün inşaatın akış şeması [8.8]





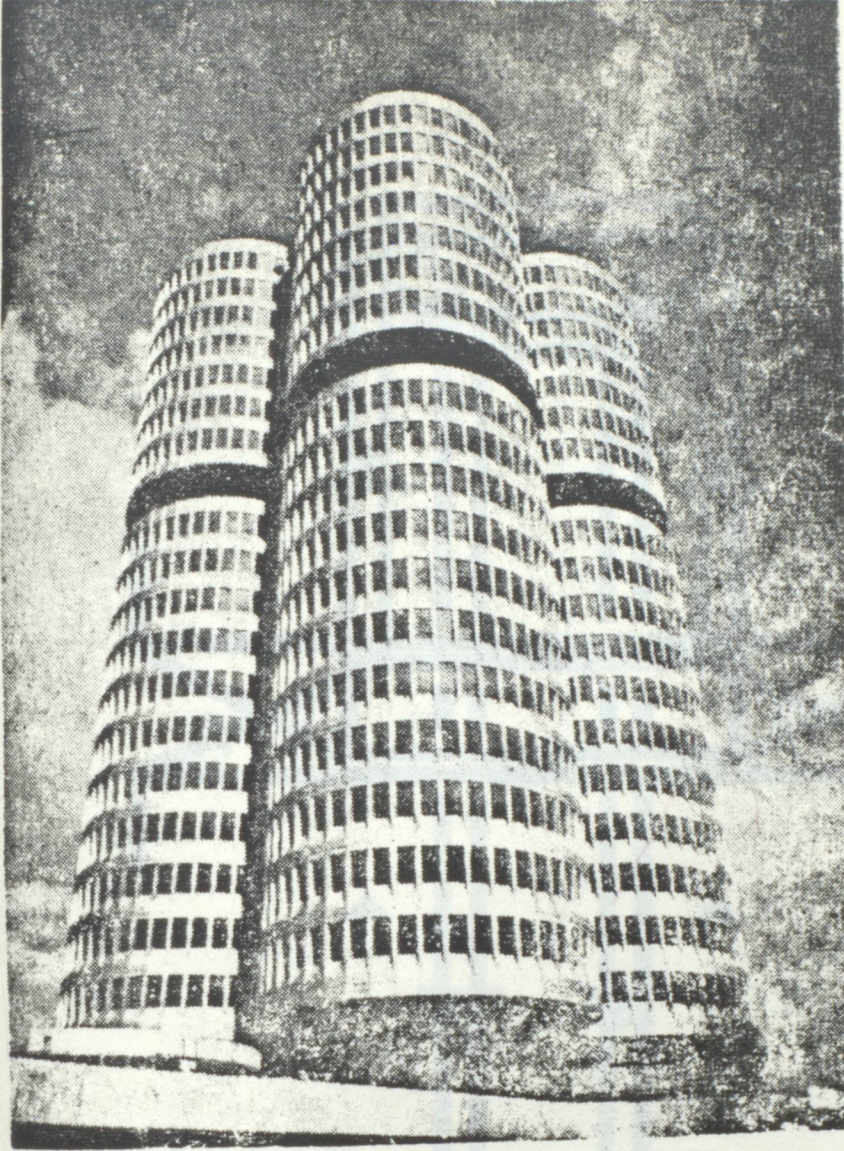
Resim 8.18a. Plan ve yerleşim düzeni.



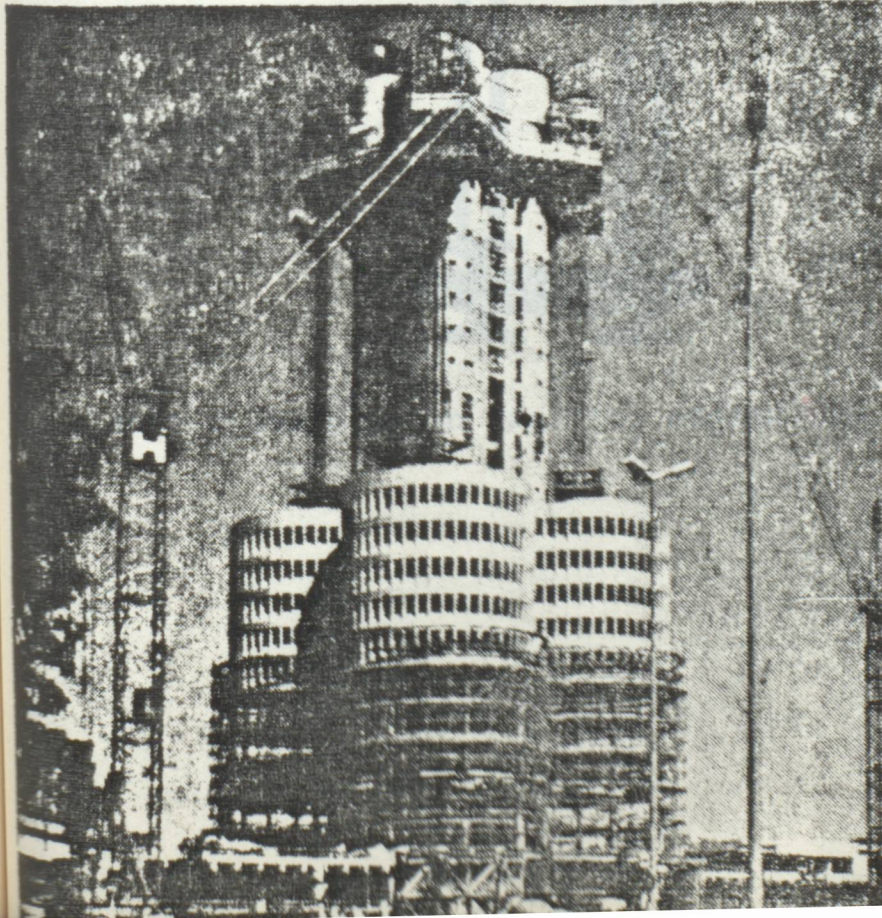


Resim 8.18b. Binanın boy kesiti.



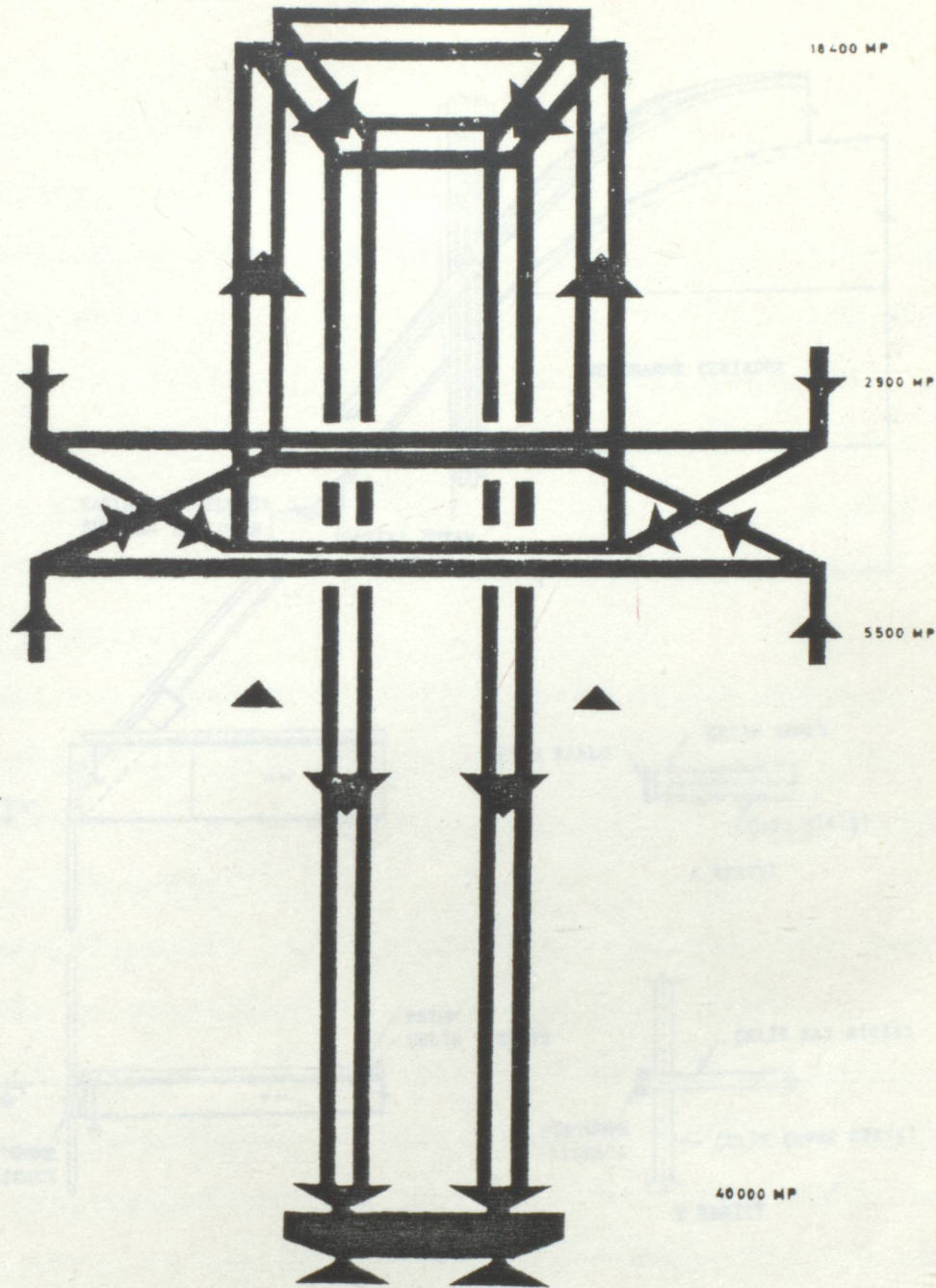


Resim 8.18c.Binanın  
görünüü.



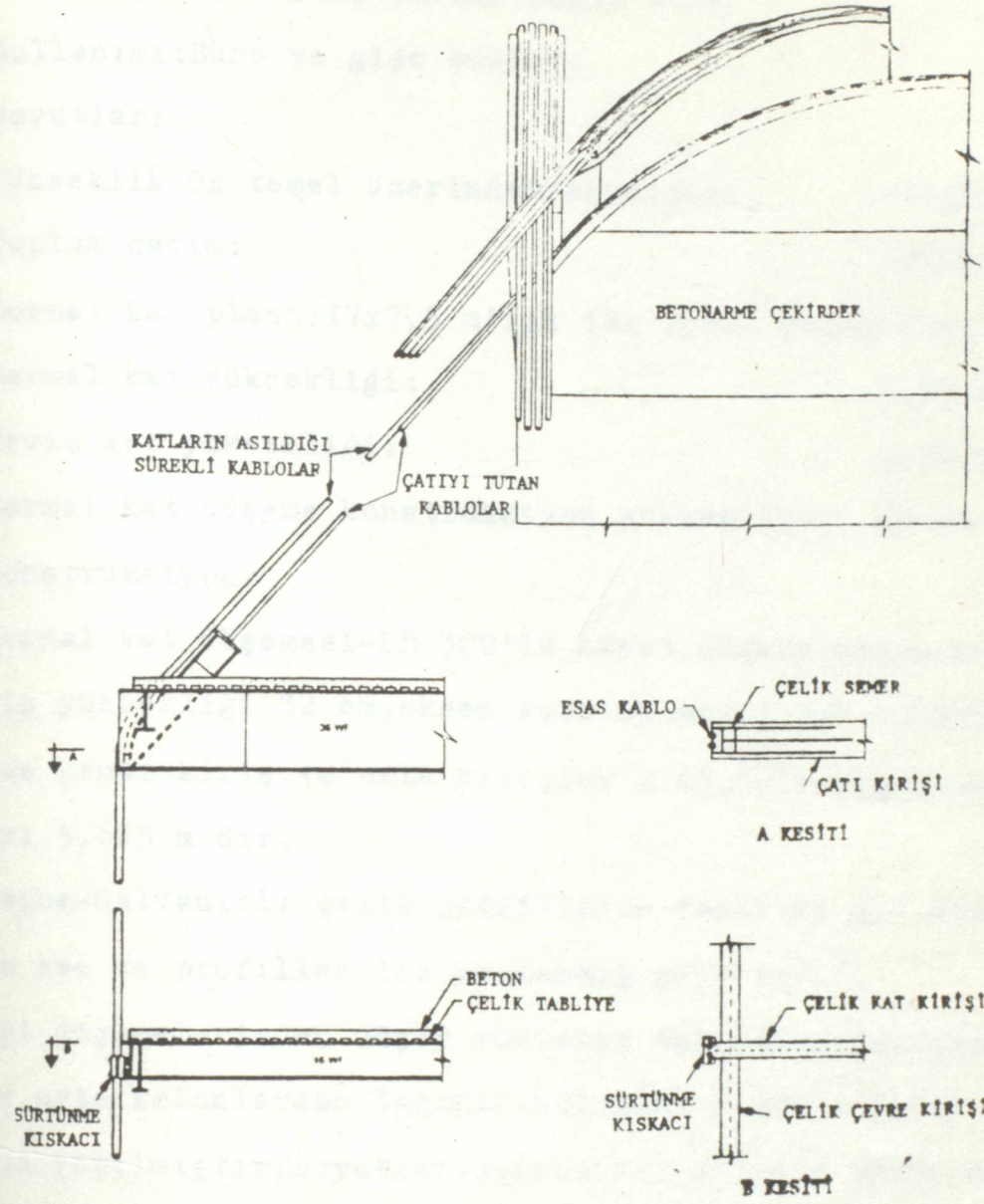
Resim 8.18d.İnşa halin-  
deki binanın görünüü.





Resim 8.18e. Binanın taşıyıcı sisteminin akış şekli.





Resim 8.18f. Detay resimleri.



## 8.1.8.Commerzban Frankfurt

İnşaat amacı:Frankfurt Main AG Ticaret bankasının yönetim merkezi

İnşaatın başlangıcı:Ağustos 1970

Kaba inşaatın bitiş tarihi:Kasım 1972

Kullanımı:Büro ve gişe odaları

Boyutlar:

Yükseklik OK temel üzerinden/araziden: 115/105 m

Toplam hacim: 180000 m<sup>3</sup>

Normal kat planı:17x7,5 m'lik iki içeri geçen köşe ile 60x24 m.

Normal kat yüksekliği: 3,35 m

Temiz kat yüksekliği: 2,60 m

Normal kat döşeme konstrüksiyon yüksekliği: 65 cm

Konstrüksiyon:

Normal kat döşemesi-LB 300'lü kaset döşeme,kolon açıklıkları 8,20 m.Kiriş yüksekliği 32 cm,eksen açıklıkları 1,875 m.Yapının boyuna doğrultuda kenar kiriş ve orta kirişler B 450'yle yapılmıştır,kolon açıklıkları 5,625 m dir.

Cephe-Galvanizli çelik profillerin taşıyıcı alt konstrüksiyon,alüminyum sac ve profiller ile kaplanmış  $g=68 \text{ kp/m}^2$ .

Kat döşemelerinden düşey yüklerin taşınması-İçerideki çekirdek,kenar ve orta kolonlardan taşınır.Kolonlar B 600'e kadar yerinde dökme betonla yapılmıştır;boyutlar:Normal kat altında 55x70 cm,üst normal katlarda 55x55 cm dir.Donatı:kenar kolonlarda BSt III,çap 40 mm'ye kadar,alt katlarda iç kolonlar St 52 çelik kutu kolonlar,yangına dayanıklı torkret betonu yapılmıştır.

Taşıyıcı-İç çekirdeğin dış boyutları 34,0x6,2 m(maxd=52,5 cm) ve iki cephede öne çekilmiş perdeler(d=72,5 cm).

Boyutlandırma durumu:Esaslı olarak I.durumda,bölgesel tarzda olarak II.durumda.

$\alpha$ -değeri ocak 1972 tarihli DIN 1045'den:0,60



I.öz frekans:1/3.0

Temel

Temel zemini:Frankfurt kili

Çeşidi:Plak(radye)temel

Boyutlar:80x41 m,max.d=4.0 m

Zemin gerilmeleri: $\sigma_m=30 \text{ Mp/m}^2$

OK bodrum katı tabakası üzerinden yeraltı suyu yükzecliği:4,5 m

Sızdırmazlık tedbiri:İki alt katta ve plak temelde hazne yapılıyor ;yeraltı suyuna karşı geçirimsiz.

Çelik kitleler(Bütün inşaattaki toplam hacime göre):29,9 kg/m<sup>3</sup>

Hususiyetler:DIN IO45'e göre kenar kolonlar için sargılar ile yapılan bağlantı eklerinin donatı yüzdesi  $\frac{1}{8}\%$  (patent hakkı Hochtief AG şirketine aittir ) dır.Döşemenin alt kenarının yüksekliğince iç kolonlar olarak çelik kutu kolonlarla bağlıdır.Üzerinde duran başlık ve taban plakları kiriş yüklerinin iletiminde eğilirler.Dört adet 6 m yüksekliğinde taşıyıcı zemin katlar yapılmıştır;Döşemeler,taşıyıcı ızgaralardan teşkil edilmiştir.

Yükler(Mp/m<sup>2</sup>)

Normal katlardaki hareketli yükler

Döşeme:0,500

İletim:0,350

Normal katlardaki yapı yükleri

Taşıyıcı olmayan bölme duvarları:p kapsamı içindedir.

Kaplama ve bağlantı:0,175

DIN IO55'e göre bütün yapı sistemindeki rüzgar yükü

Ayrodinamik bütün katsayı:1,4

Rüzgar basıncı:0,050/0,080/0,110/0,130

Yerel rüzgar yükleri

Cephe:Basınç ve emme w=0,250

Çatı:Emme w=0,250



Ocak 1972 tarihli DIN IO45'e göre istenmiyen exantriklik

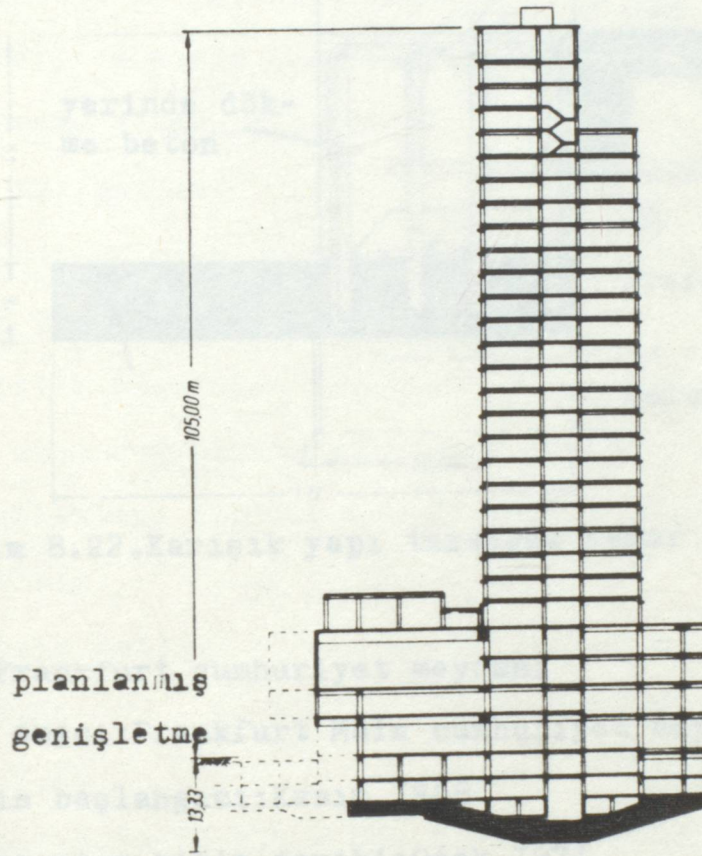
Eğrilik:Optik şakül uygulanır;az yük exantrikliğinden dolayı yapı durumunda 1,5 cm başlık ötelenmesi meydana gelir.

Mimar:BDA-DAI Richard Heil, Frankfurt Main

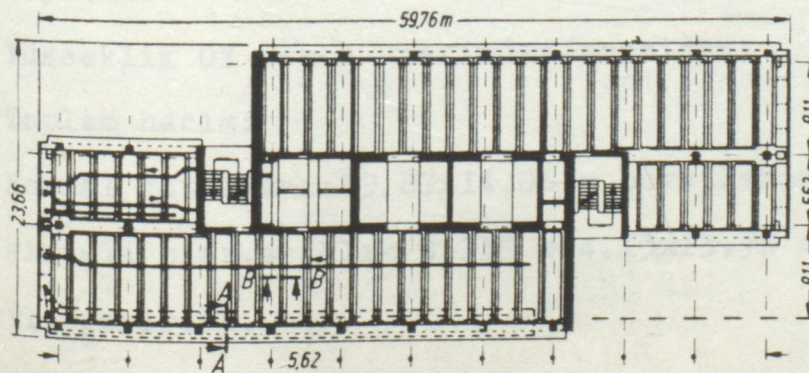
Mühendis:Beck-Grawert-Schneider mühendislik topluluğu, Frankfurt Main.

Literatür:[8.38]

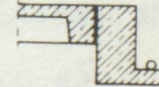
İlgili resimler:8.19,8.20,8.21 ve 8.22



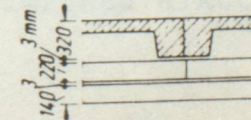
Resim 8.19.Bina boykesiti.



A-A kesiti

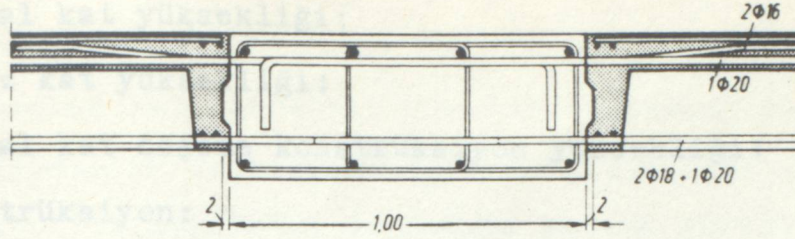


B-B kesiti

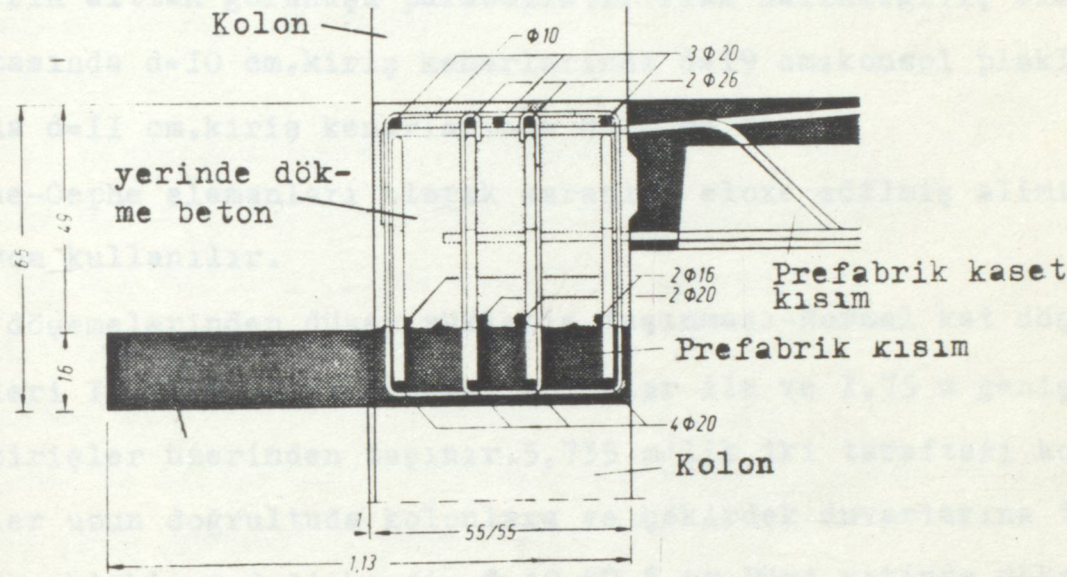


Resim 8.20.İletim uygulamasıyla normal kat planı.





Resim 8.21.Orta kiriş kesiti



Resim 8.22.Karışık yapı tarzında kenar kiriş.

## 8.1.9.Frankfurt cumhuriyet meydanı

İnşaat amacı:Frankfurt Main cumhuriyet meydanı yüksek binası

İnşaatın başlangıcı:Kasım 1968

Kaba inşaatın bitiş tarihi:Ocak 1971

Kullanımı:Büro odaları

Boyutlar:

Yükseklik OK temel üzerinden/araziden: 150,95/142,80 m

Toplam hacim: 200000 m<sup>3</sup>

Normal kat planı:39,87x14,06 m boyutlarında karşılıklı zikzaklı  
iki kısımlı bina,açıklık 9,115 m,4,13x15,70 m boyutlarında dikdörtgen  
kesitli çekirdek.



|                                             |            |
|---------------------------------------------|------------|
| Normal kat yüksekliği:                      | 3,20 m     |
| Temiz kat yüksekliği:                       | 2,55 m     |
| Normal kat döşeme konstrüksiyon yüksekliği: | 48-60,5 cm |
| Konstrüksiyon:                              |            |

Normal kat döşemesi-B 450'li dolu döşeme,iki taraflı çıkıntılar ile iki kirişli plaklar enine yönde taşıyıcı değildir,kiriş genişlikleri 1,75 m,kiriş uzunluğu 2,83 m,iç alanlarda net uzaklık 5,80 m dir. Döşemelerin alttan görünüşü paraboliktir.Plak kalınlığı:iç alanların alan ortasında  $d=10$  cm,kiriş kenarlarında  $d=19$  cm;konsol plakların çık-malarında  $d=11$  cm,kiriş kenarlarında  $d=20$  cm dir.

Cephe-Cephe elemanları olarak karanlık eloxe edilmiş aliminyum konstrüksiyon kullanılır.

Kat döşemelerinden düşey yüklerin taşınması-Normal kat döşemelerinin yükleri 14,20 m açıklığındaki kolonlar ile ve 1,75 m genişliğinde boyuna kirişler üzerinden taşınır.5,735 m'lik iki taraftaki konsollar ile yükler uzun doğrultuda kolonlara ve çekirdek duvarlarına taşınır. Kiriş yükseklikleri değişkendir, $d=40-60,5$  cm.Dört yerinde dökme kolonların boyutları:

|                  |             |
|------------------|-------------|
| G.K.(giriş kat): | 1,50x2,00 m |
| I.-20.Ü.K:       | 1,50x1,75 m |
| 21.-39.Ü.K:      | 1,00x1,75 m |

Taşıyıcı-15,70x17,375 m dış boyutlarındaki çekirdekle yatay yükler taşınır.

Boyutlandırma durumu:I

Ocak 1972 tarihli DIN 1045'e göre  $\alpha$ -değeri:0,49 veya 0,44

Öz frekans:1/3,2 veyahut 1/2,9;burkulma:1/0,75

Temel

Temel zemini:Frankfurt kili

Çeşidi:Plak temel  $d=2,35-4,15$  m

Boyutlar:2000 m<sup>2</sup>



Zemin gerilmeleri:  $\overline{\sigma}_m = 50 \text{ Mp/m}^2$ ;  $\overline{\sigma}_r = 62 \text{ Mp/m}^2$

OK bodrum katı tabakası üzerinden yeraltı suyu yüksekliği: 2 m

Sızdırmazlık tedbiri: Hazne teşkili; yeraltı suyuna karşı geçirimsiz Çelik kitleler (Bütün inşaataki hacime göre):  $25 \text{ kg/m}^3$ , temelde  $8,5 \text{ kg/m}^3$

Hususiyetler: Yangın söndürme vanaları tesisi yapılmış. 22.8.1973'de kaba inşaatı yandı. Üç üst katta esaslı zararlar verdi. Aralık 1973'den Mayıs 1974'e kadar yangın hasarı yeniden sağlam esaslara bağlandı (detaylı anlatılan yayına bakınız).

Yükler ( $\text{Mp/m}^2$ )

Normal katlardaki hareketli yükler

Döşeme: 0,500 (bölme duvarları dahil olduğu halde)

İletim: 0,200 + 0,080 (bölme duvarları için)

Normal katlardaki yapı yükleri

Taşıyıcı olmayan bölme duvarları: 0,080

Kaplama ve bağlantı: 0,100 (yangın söndürme vanaları ve iletim dahil)

Bütün yapı sisteminde rüzgar yükü

Ayrodinamik bütün katsayı: 1,4 veyahut 1,52 rüzgar kanalı deneyinden.

Rüzgar basıncı: 0,110 bütün yapı yüksekliğinde

Dinamik ilave:  $[5.44]$ ,  $[4.13]$

Yerel rüzgar yükleri

Cephe: Rüzgar kanalı deneyinden

Çatı: Rüzgar kanalı deneyinden (detaylı anlatılan yayına bakınız)

İstenmeyen exantriklik

Eğrilik: İki esas doğrultuda başlık ötelenmesi 30 cm dir.

Mimar: Cumhuriyet alanı yüksek binası planlama topluluğu: Mimarlar

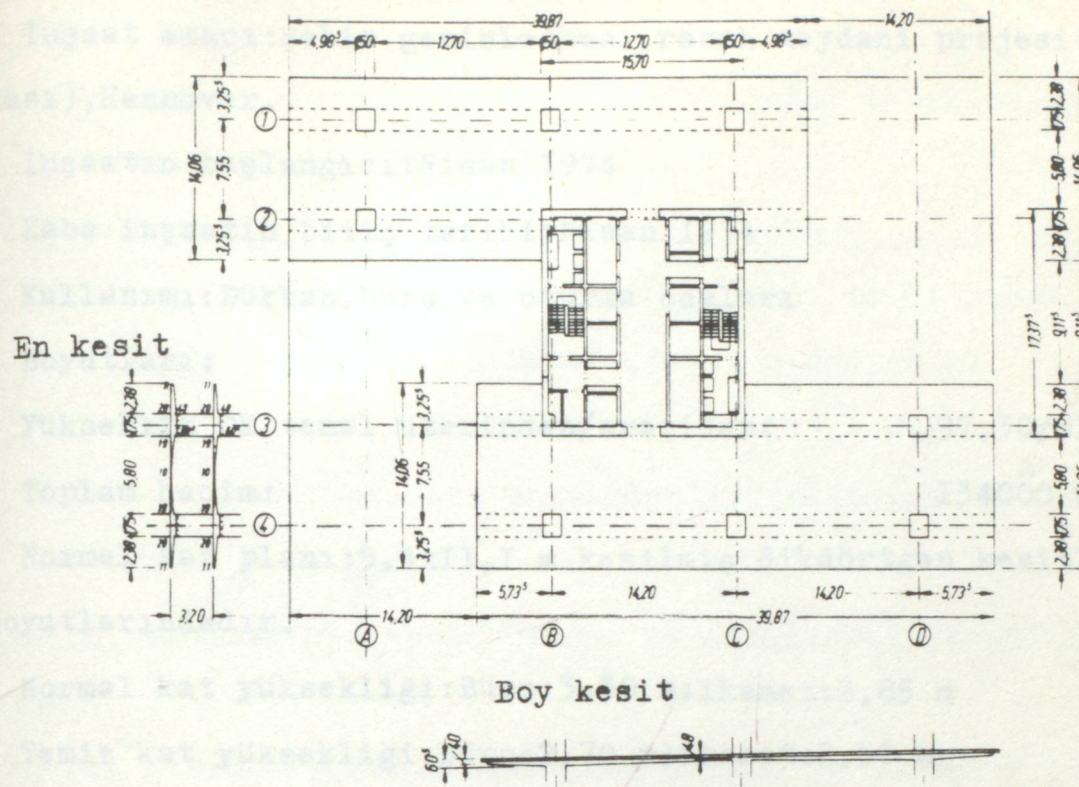
BDA Prof. Johannes Krahn ve Richard Heil, Frankfurt Main.

Mühendis: Yök .Müh. Ramen Kürkchübasche, Frankfurt Main.

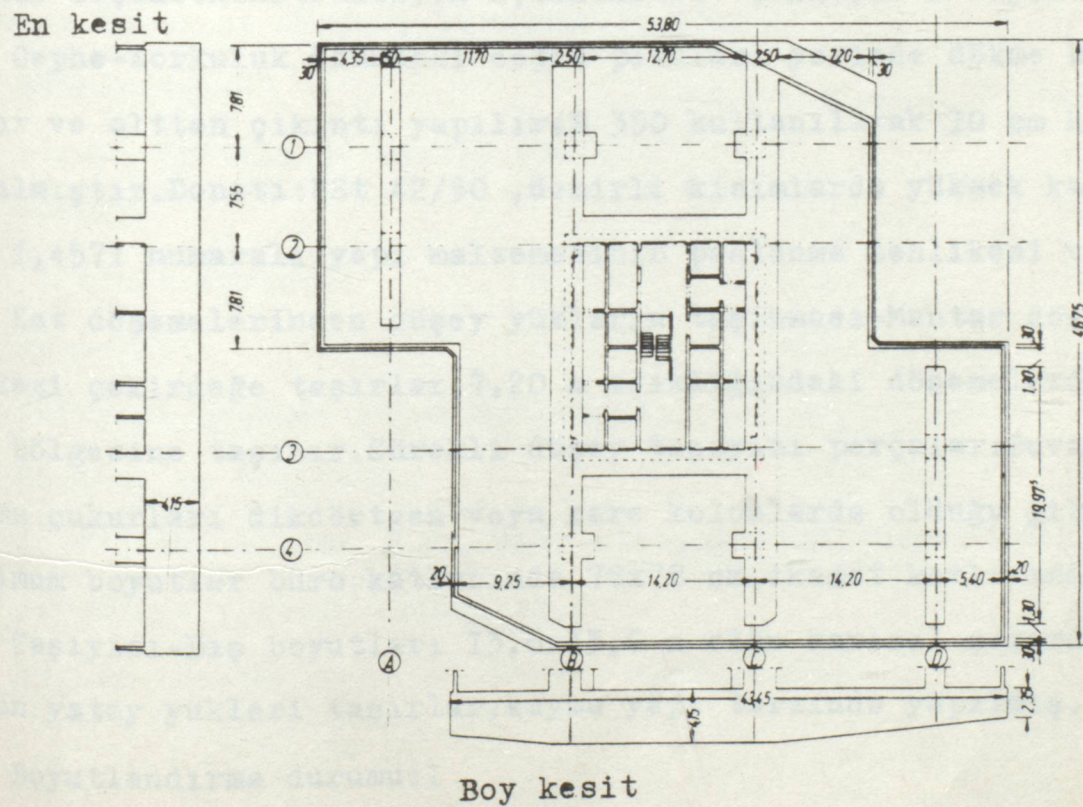
Literatür: Detaylı olarak anlatılan yayınlar

İlgili resimler: 8.23 ve 8.24





Resim 8.23. Normal kat planı.



Resim 8.24.Bodrum kat planı



### 8.I.IO.Hannover Rasch meydanı

İnşaat amacı:Şehir genişletmesi,rasch meydanı projesi(yüksek büro binası),Hannover.

İnşaatın başlangıcı:Nisan 1974

Kaba inşaatın bitiş tarihi:Nisan 1974

Kullanımı:Dükkan,büro ve oturma odaları

Boyutları:

Yükseklik OK temel üzerinden/araziden: 97,30/91,5 m

Toplam hacim: 134000 m<sup>3</sup>

Normal kat planı:5,4x11,1 m kesilmiş dikdörtgen kesitle 39,6x39,6 m boyutlarındadır.

Normal kat yüksekliği:Büro:3,30 m;ikamet:2,85 m

Temiz kat yüksekliği:Büro:2,70 m;ikamet:2,50 m

Normal kat döşeme konstrüksiyon yüksekliği:25 cm

Konstrüksiyon:

Normal kat döşemesi-B 450'li dolu döşeme olarak başlıksız kolonlu mantar döşeme.Konstrüksiyon açıklıkları 7,20x7,20 m veya 5,40x7,20m

Cephe-Korkuluk önündeki cephe plakları yerinde dökme betonla kaplanır ve alttan çıkıntı yapılır;B 350 kullanılarak 10 cm kalınlığında yapılmıştır.Donatı:BST 42/50 ,demirli kısımlarda yüksek kaliteli çeliğin I,457I numaralı yapı malzemesinin paslanma tehlikesi vardır.

Kat döşemelerinden düşey yüklerin taşınması-Mantar döşemeler yükü merkezi çekirdeğe taşırlar,7,20 m açıklığındaki döşemelerden yük çekirdek bölgesine taşınır.Sürekli düşey taşıyıcı parçalar:Duvardaki dış klima çukurları dikdörtgen veya kare kolonlarda olduğu gibidir(B 450), maximum boyutlar büro katlarında 78x78 cm,ikamet katlarında 55x55 cm.

Taşıyıcı-Dış boyutları 13,6x13,6 m olan karesel çekirdek(Bn 350) bütün yatay yükleri taşırlar,kayma yapı tarzında yapılmış.

Boyutlandırma durumu:I

Ocak 1972 tarihli DIN 1045'e göre  $\alpha$ -değeri:0,58



I.Öz frekans: I/3, I

Temel

Temel zemini: IO m kalınlıkta kum ve çakıl tabakası, bunun altında kil tabakası vardır.

Çeşidi: Tekil temel, d=40'lik plakla bağlı

Boyutlar: Guselendirilmiş çekirdek temeli aşağı yukarı I9xI9 m, d=2,50 m, kolon temelleri maximum 4,4x4,4 m, d=2,35 m.

Zemin gerilmeleri:  $\sigma_m = 61,5 \text{ Mp/m}^2$ ;  $\sigma_r = 107,6 \text{ Mp/m}^2$

OK bodrum katı tabakası üzerinden yer altı suyu yüksekliği:  $\pm 0$

Sızdırmazlık tedbiri: Asansör duvarlarının iç yalıtımı yapılmış; çekirdek temellerinde sınır betonu yapılmış; başka sızdırmazlık tedbiri yoktur.

Çelik kitleler (bütün inşaatteki toplam hacime göre):  $14,3 \text{ kg/m}^3$

Hususiye tler: Döşemeler boşluklu yöntemle yapıldı (nem makina ile alınır), kalıplama süresi kısa (aşağı yukarı 2 gün); kalıp plakların mesafesi yardımcı kolonlarla tutturulur. Çekirdek duvarlarındaki döşeme bağlantısı taşıyıcı cepleri üzerinde yapılır.

| Yükler ( $\text{Mp/m}^2$ )                             | Büro katları | İkamet katları |
|--------------------------------------------------------|--------------|----------------|
| Normal kattaki hareketli yükler                        |              |                |
| Döşeme:                                                | 0,500        | 0,150          |
| İletim-zımbalama:                                      | 0,400        | 0,150          |
| Kolonlar:                                              | 0,300        | 0,150          |
| Taşıyıcı olmayan bölme duvarları: p kapsamı içindedir. | 0,125        |                |
| Kaplama ve bağlantı:                                   | 0,150        | 0,150          |

[4.I2]'den alınan bütün yapı sistemindeki rüzgar yükü

Ayrodinamik bütün katsayı: I,4

Rüzgar basıncı:  $q = 0,075 > 00 \text{ m}$  yükseklikler  
 $< 20 \text{ m}$

$q_0 = 0,125 \geq 20 \text{ m}$  yükseklikleri için  
 $< 100 \text{ m}$







## 8.I.II.BfG Frankfurt

İnşaat amacı:Frankfurt Main tiyatro meydanındaki banka genel yönetimi için

İnşaatın başlangıcı:Şubat 1972'de harfiyat,temmuz 1973'te temel plak betonu yapıldı.

Kaba inşaatın bitiş tarihi:Muhtemelen aralık 1975'te

Kullanımı:Dükkan katları ve büro binası

Boyutlar:

Yükseklik OK temel üzerinden/araziden: 161,5/142,7 m

Toplam hacim: 310000 m<sup>3</sup>

Normal kat alanı: 1200 m<sup>2</sup>

Zemin kat: 3400 m<sup>2</sup>

Alt(bodrum)katlar: 4900 m<sup>2</sup>

Normal kat yüksekliği: 3,30 m

Temiz kat yüksekliği: 2,50 m

Normal kat döşeme konstrüksiyon yüksekliği: 55 veyahut 40 cm.

Konstrüksiyon:

Normal kat döşemesi-Bn 450'yle kaset döşemeler yapılmıştır,kolon açıklıkları 7,9 m,eksen açıklıkları 2,80 m,kiriş yüksekliği 40 cm dir.

İki kattaki prefabrik kolonların dışında Bn 550 kullanılmıştır, max.35x62 cm,açıklık 2,8 m,3.katta ilave statik tedbirler alınmıştır.

Yerinde dökme beton-orta kirişler ve yerinde dökme beton kolonların boyutları 55x55 den 95x95 cm'ye kadardır,açıklıkları 7,5 m,donatı Bst 40/50 RU 040,max. $\mu$ =%9 dur.

Zemin kat döşemesi-Kısmi prefabrik kirişli plak döşemeler.Plak(d=12 cm);Bitişik kirişler(d=45)prefabriktir,eksen açıklıkları 3,0 m,kolon açıklıkları 5,2-9,8 m;ana kiriş(d=1,05 m),kolon açıklıkları 3,0 m. 5,2 -13,9 m.

Alt(bodrum) katlar- d=45 cm yüksekliğindeki başlıklı kolonlar ile mantar döşemeler(d=25 cm) Bn 450'iyle yapılmış,kolon açıklıkları



5,2-10,8 m dir.

Cephe-Normal katlar:Hafif metal cepheler.Zemin katlar:12 cm'lik hafif betonarme havalandırılmış cephe,strofor ve 3-4 cm tabbi taş.

Taşıyıcı-Boşluklu perdeli çekirdek;bağ kirişi ve dikmeler(kolonlar )Bn 450'yle yapılmış,binanın inşasında çelik kalıplar kullanılıyor(her hafta bir kat).Serbest perdeler(d=40-80 cm) 3.üst katta I,60x2,00 m boyutlarında kolonlara bağlanır.Diğer perdeler d=30-60 cm dir.

Boyutlandırma durumu:I halde dikmeler(kolonlar)

Ocak 1972 tarihli DIN 1045'e göre  $\alpha$ -değeri:Enine doğrultuda 0,64; boyuna doğrultuda 0,58.

$\lambda$  -değeri [5,38]: $\lambda = 3,9 < \bar{\lambda} = 5,1$  sınırlı;II. mertebe teorisine göre hesaplanır.

I.Öz frekans:Enine doğrultuda I/4,7;boyuna doğrultuda I/4,3;burulma I/6,1.

Temel

Temel zemini:Frankfurt kili

Çeşidi:Bn 350(Bn 450)'li plak(radye)temel

Boyutlar:68x72,5 m,d=1,50-4,8 m

Zemin gerilmeleri: $\sigma_m = 35 \text{ Mp/m}^2$ ;  $\sigma_r = 48 \text{ Mp/m}^2$

OK bodrum katı tabakası üzerinden yeraltı suyu yüksekliği:14,5 m

Sızdırmazlık tedbiri:2-5 sızdırmaz katranlı tabaka yapıştırılmış.

ve I. katta 0,1 mm bakır bandla kaplanmış.

Çelik kitleler(Bütün inşaatteki toplam hacime göre):30 kg/m<sup>3</sup>,plak temelde 13 kg/m<sup>3</sup>

Yükler(Mp/m<sup>2</sup>)

Normal kattaki hareketli yükler

Döşeme:0,500

İletim:0,300

Normal katlardaki yapı yükleri

Taşıyıcı olmayan bölme duvarları:p kapsamı içindedir.



Kaplama ve bağlantı:0,160

Alt(bodrum)kattaki hareketli yükler

Döşeme:0,500-1,000

İletim:0,300-0,800

Alt kattaki yapı yükleri

Duvar ilavesi:0,330

Kaplama ve bağlantı:0,260

Bütün yapı sisteminde rüzgar yükü

Ayrodinamik bütün katsayılar( $\alpha=30^\circ$  için rüzgar kanalı deneyinden),

$c_N=0,85, c_T=0,98, e=8,0$  m

Rüzgar basıncı:SIA-normundan 8.I

Ocak 1972 tarihli DIN 1045'e göre istenmiyen exantriklik

Eğrilik: $\varphi_2=7,8 \times 10^{-4}$

İlave rüzgar yükü:%10

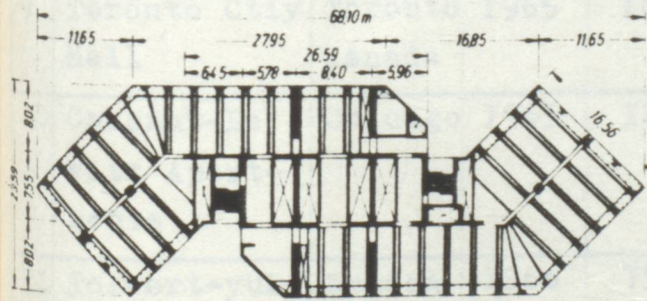
Mimar:BDA,DIA Richard Heil, Frankfurt Main.

Mühendis:BfG yeni yapı mühendis topluluğu:AG Philipp Holzmann ve

AG Boswau ve Knauer, Frankfurt Main.

Literatür:[8.37]

İlgili resimler:8.27 ve 8.28



Resim 8.28.Normal kat planı

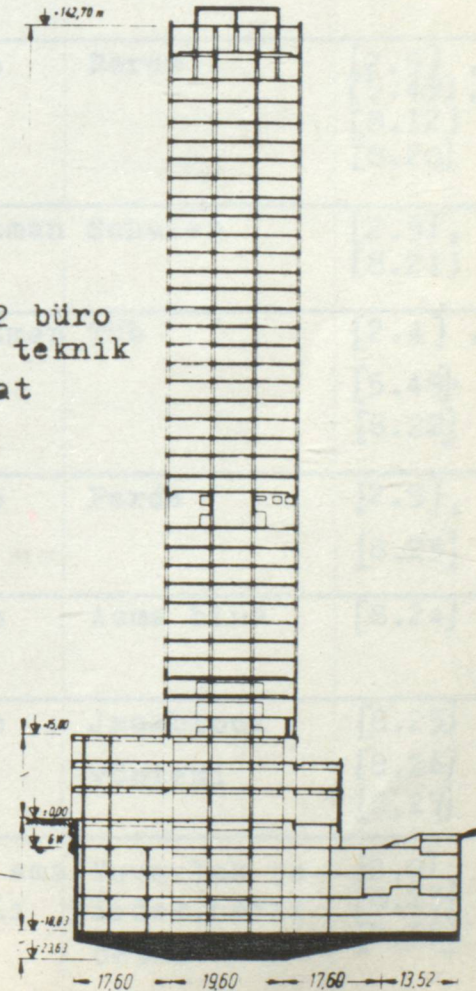
32 büro  
4 teknik  
kat

3 zemin kat

5 alt kat

plak temel

Resim 8.28.Bina boy kesiti





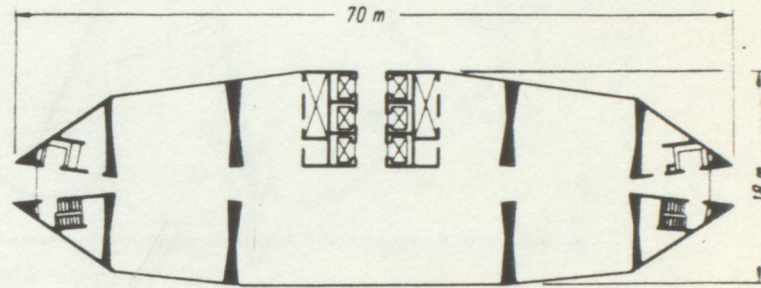
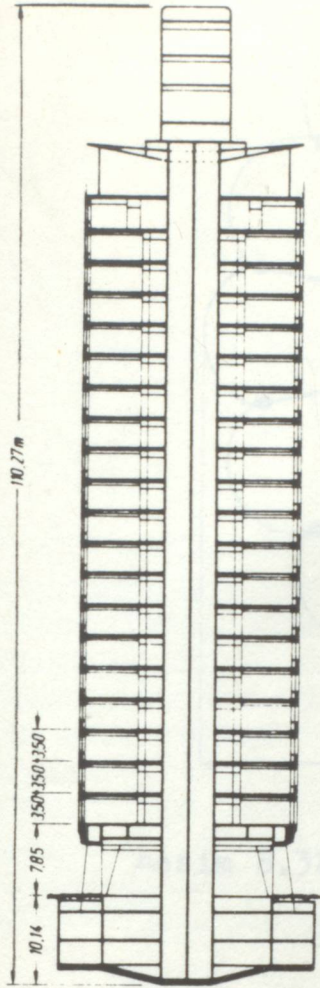
## 8.2.Uluslararası toplu bakış

| No | Yapı sistemi                             | Şehir<br>Devlet           | Bitiş | Yüksek-<br>lik. | Kulla-<br>nım      | Taşıyıcı                               | Lite-<br>ratür                          | Resim |
|----|------------------------------------------|---------------------------|-------|-----------------|--------------------|----------------------------------------|-----------------------------------------|-------|
| 1  | BASF idare binası                        | Ludwigs-<br>hagen         | 1957  | 100             | Büro               | İskelet<br>(karkas)                    | [8.11]                                  | 8.29  |
| 2  | Pirelli yük-<br>sek binası               | Mailand<br>İtalya         | 1958  | 127             | Büro               | Perde, çerçeve                         | [8.12],<br>[8.13],<br>[8.14]            | 8.30  |
| 3  | Elektrik binası                          | Berlin                    | 1959  | 80              | Büro               | İskelet<br>(karkas)                    | [8.15]                                  | 8.31  |
| 4  | Marina City                              | Chicago<br>USA.           | 1962  | 179             | Çok<br>amaçlı      | Yuvarlak çe-<br>kirdek                 | [8.12],<br>[8.16],<br>[8.17],<br>[8.18] | 8.32  |
| 5  | Brunswick Building                       | Chicago<br>USA.           | 1963  | 145             | Büro               | tüb içide<br>tüb                       | [2.4],<br>[5.49]                        | 8.33  |
| 6  | AG Halske ve Siemens yö-<br>netim binası | München                   | 1963  | 77              | Büro               | İskelet, karı-<br>şık yapı tar-<br>zı  | [8.19]                                  | 8.37  |
| 7  | GmbH Philips yönetim bi-<br>nası         | Viyana<br>Austur-<br>ya   | 1963  | 50              | Büro               | Perde                                  | [2.7]                                   | 8.35  |
| 8  | Place Victo-<br>ria Office Building      | Montreal<br>Kanada        | 1965  | 190             | Büro               | Perde                                  | [2.9],<br>[5.49],<br>[8.12],<br>[8.20]  | 8.36  |
| 9  | Toronto Ctiy Hall                        | Toronto<br>Kanada         | 1965  | 100             | Apartman           | Schalen                                | [2.9],<br>[8.21]                        | 8.34  |
| 10 | Chesnut-De Witt Apart-<br>ments          | Chicago                   | 1965  | 122             | Apartman           | Tüb                                    | [2.4],<br>[5.49],<br>[8.22]             | 8.38  |
| 11 | Tolwort-yük-<br>sek binası               | London<br>GB.             | 1966  | 75              | Büro               | Perde                                  | [2.9],<br>[8.23]                        | 8.39  |
| 12 | Fillandiya binası                        | Hamburg                   | 1966  | 50              | Büro               | Asma bina                              | [8.24]                                  | 8.48  |
| 13 | Büro yüksek binası                       | Rijswijk<br>Hollanda      | 1967  | 73              | Büro               | Jackblock yöntemi                      | [8.25],<br>[8.26],<br>[8.27]            | 8.43  |
| 14 | Australia Square Offi-<br>ce Building    | Sydney<br>Austral-<br>ien | 1968  | 183             | Çok ama-<br>amaçlı | Yuvarlak çe-<br>kirdek, hafif<br>beton | [2.9],<br>[8.23],<br>[8.35]             | 8.45  |



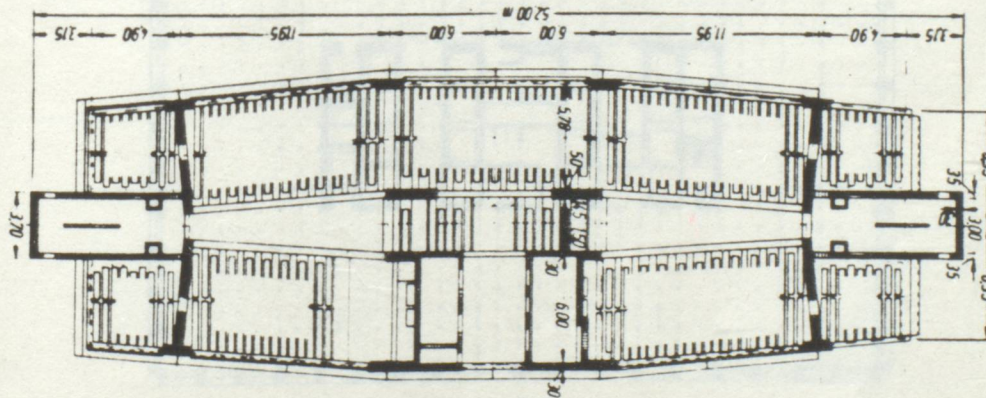
|    |                                       |                           |      |     |          |                                        |                                               |      |
|----|---------------------------------------|---------------------------|------|-----|----------|----------------------------------------|-----------------------------------------------|------|
| 5  | Lake Point Tower                      | Chicago USA.              | 1968 | 197 | Apartman | Üçgen çekirdek, hafif betonarme döşeme | [8.29]                                        | 8.42 |
| 6  | Şehir tasarruf sandığı yönetim binası | Wuppertal                 | 1969 | 76  | Büro     | Asma bina                              | [8.30]                                        | 8.40 |
| 7  | Shell Oil Building                    | Huston USA.               | 1970 | 218 | Büro     | Tüb içinde tüb, hafif betonarme        | [8.33]                                        | 8.46 |
| 8  | Standart bank Centre                  | Johannesburg Güney Afrika | 1970 | 160 | Büro     | Asma bina                              | [2.9]<br>[8.16]<br>[8.23]<br>[8.31]<br>[8.32] | 8.44 |
| 9  | Holiday-Inn kule otel                 | Ausburg                   | 1972 | 110 | Apartman | Yuvarlak çekirdek, karışık yapı tarzı  | [8.33]                                        | 8.46 |
| 10 | Naure House                           | Melbourne, Australien     |      | 167 | Büro     | Tüb içinde tüb, hafif betonarme        | [8.34]                                        | 8.41 |





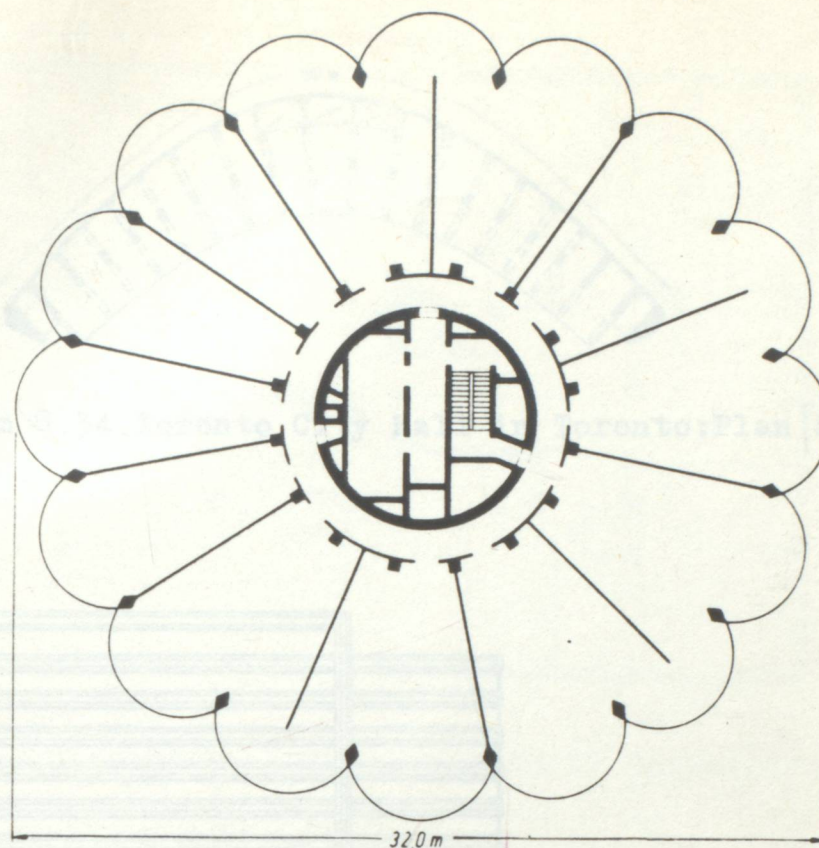
Resim 8.30.Mailand'daki Pirelli yüksek binası:Plan [8.12]'den.

Resim 8.29.Ludwigshafen'deki BASF yönetim binası:Bina boy kesiti [8.11]'den.

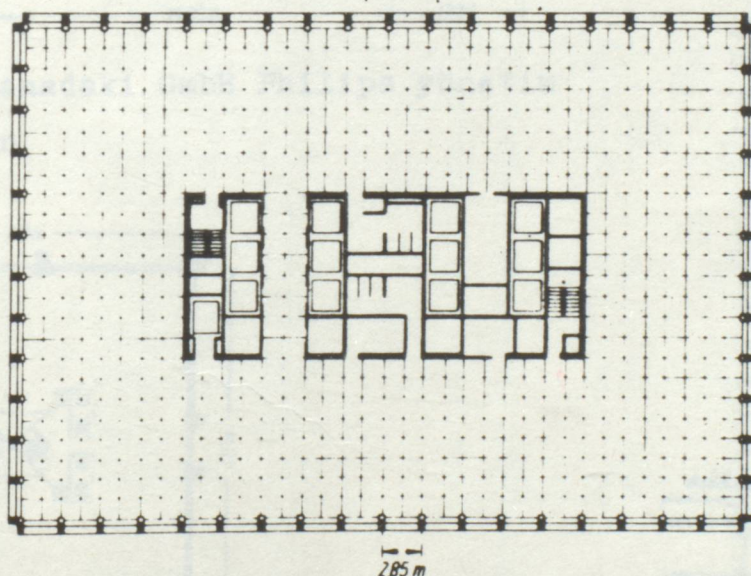


Resim 8.31.Berlin'deki elektirik binası:Plan [8.15]'den



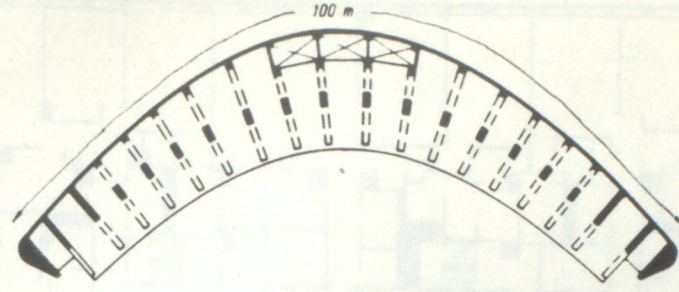


Resim 8.32. Marina City in Chicago: Plan [8.12] 'den.

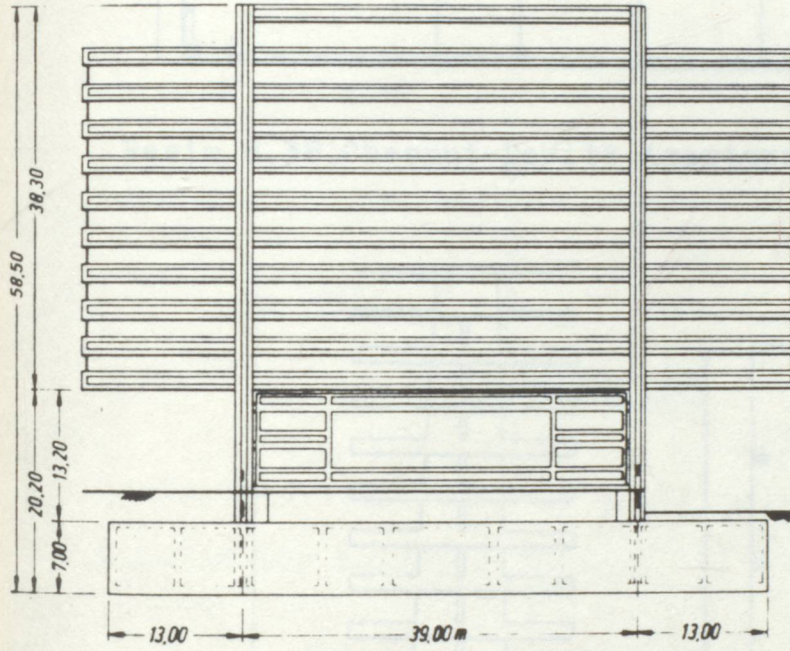


Resim 8.33. Brunswick Building in Chicago: Plan [2.4] 'den.

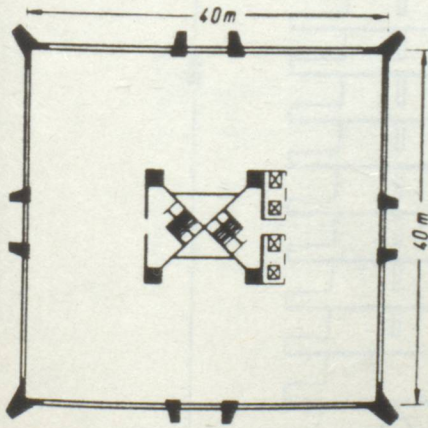




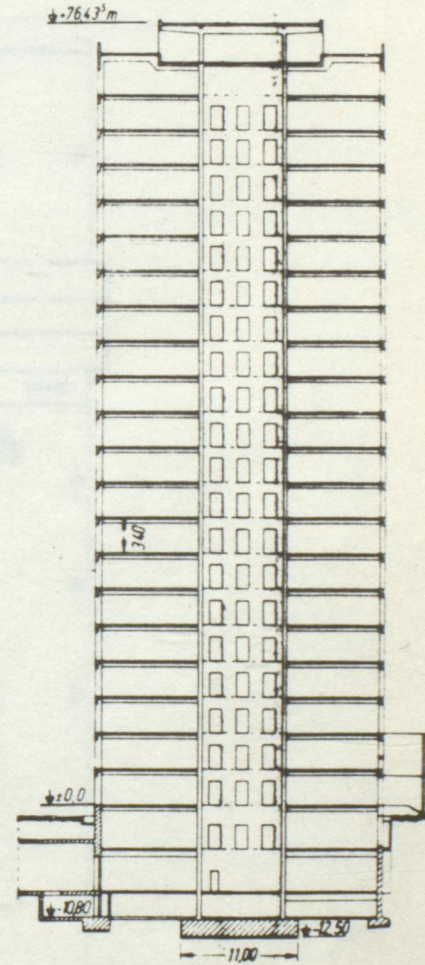
Resim 8.34.Toronto City Hall in Toronto:Plan [8.21]'den.



Resim 8.35.Viyanadaki GmbH Philips yönetim binası [2.7]'den

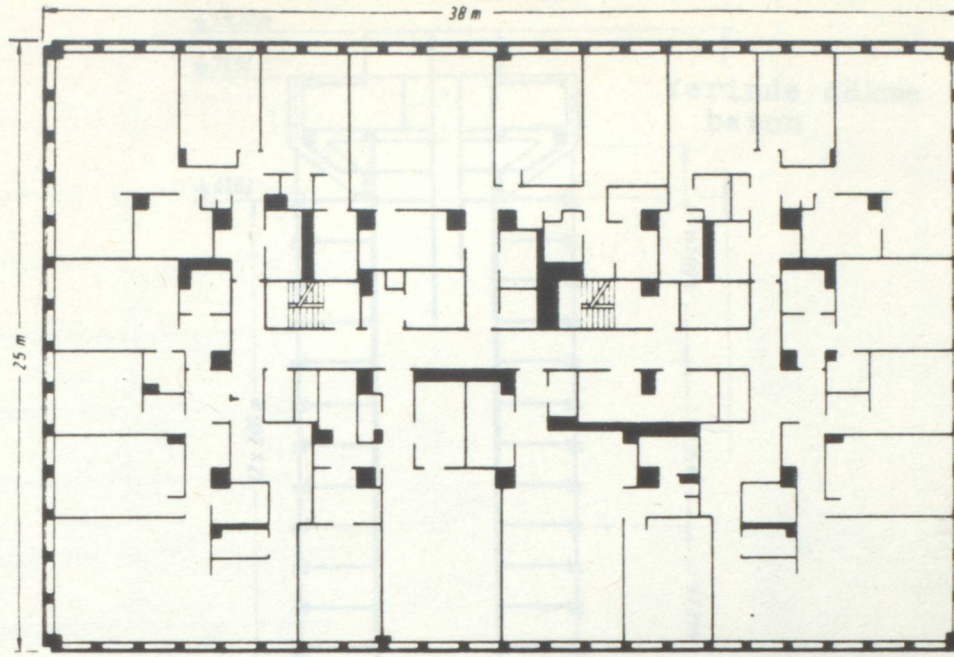


Resim 8.37.Place Victoria Office Building in Montreal:Plan [8.12]'den.

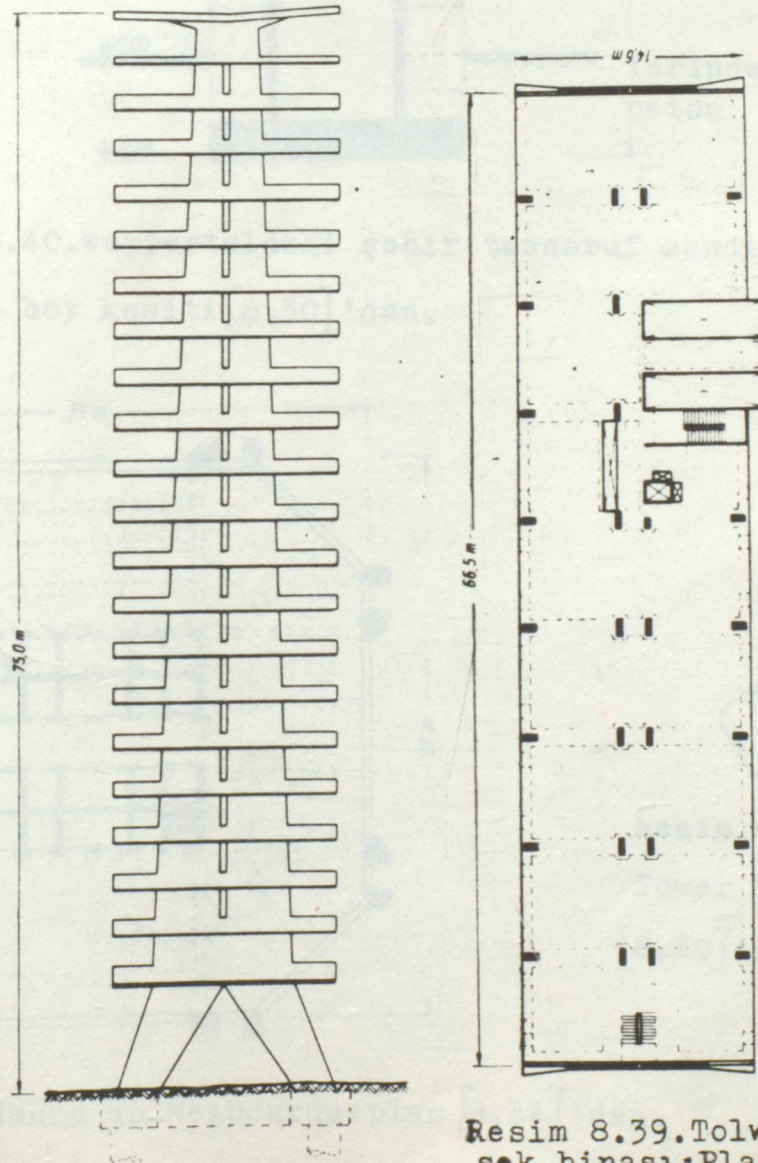


Resim 8.37.München'deki AG Halske ve Siemens yönetim binası:Bina boy kesiti [8.19]



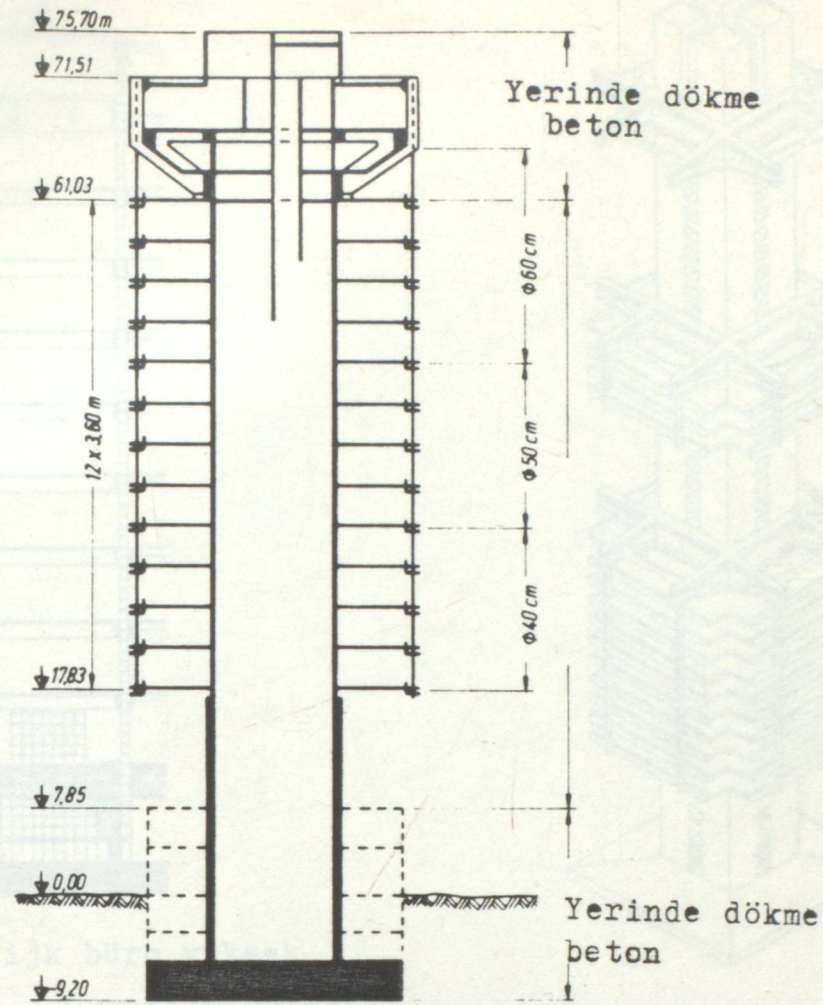


Resim 8.38. Chesnut-DeWitt Apartments in Chicago: Plan [2.4]'den.

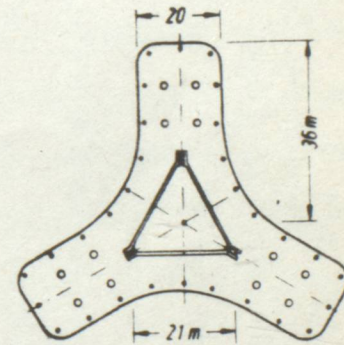
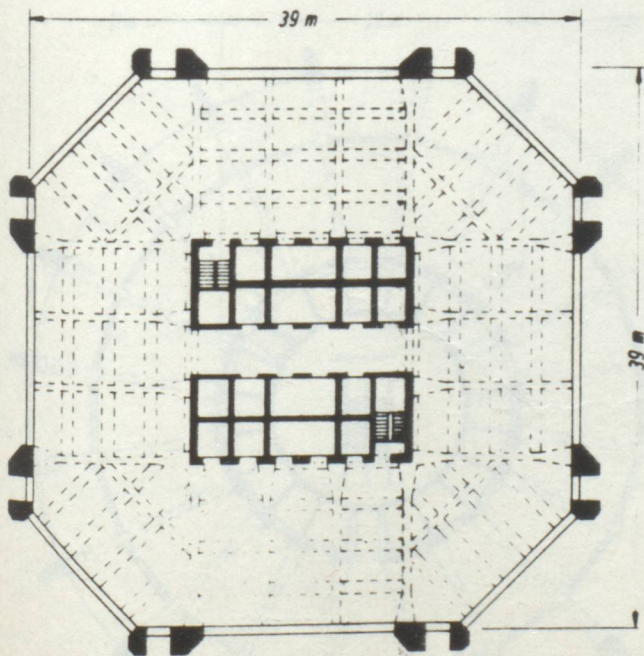


Resim 8.39. Tolworth-Londradaki yük sek binası: Plan ve boy kesiti





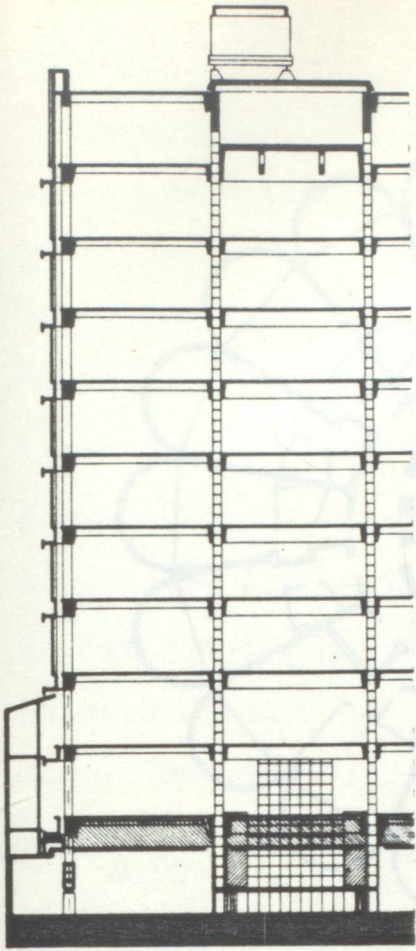
Resim 8.40.Wuppertal'deki şehir tassaruf sandığı yönetim binası:  
Binanın boy kesiti [8.30]'dan.



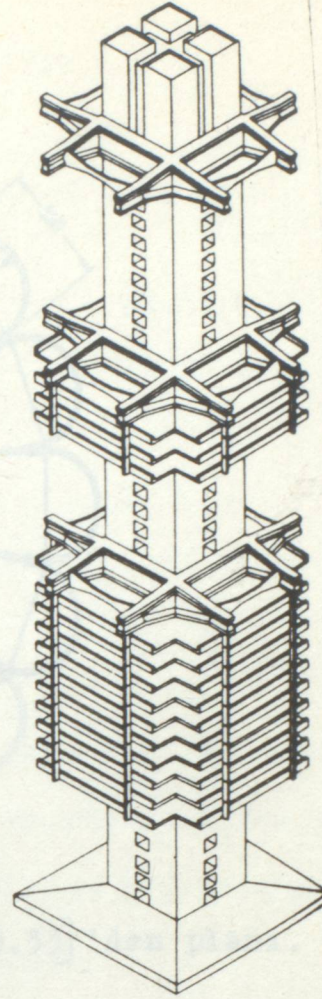
Resim 8.42.Lake Point  
Tower in Chicago:Plan  
[8.20]'den

Resim 8.41.Nauru in Melbourne:plan [8.34]'den.

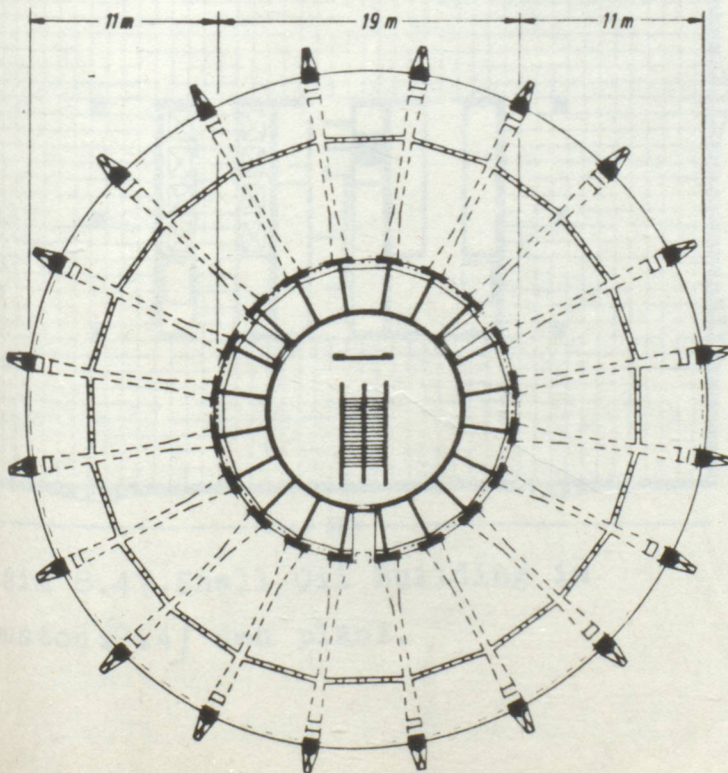




Resim 8.43. Rijswijk büro yüksek binası: Binanın boy kesiti [8.27]'den

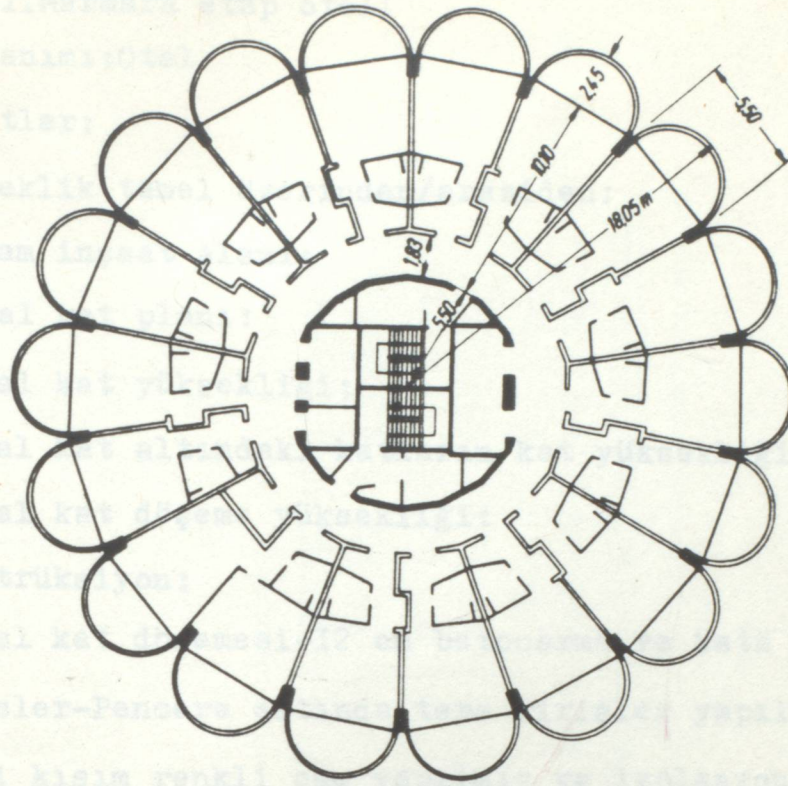


Resim 8.44. Standard Bank Centre in Johannesburg: [8.16]'den konstrüksiyon prensibi.

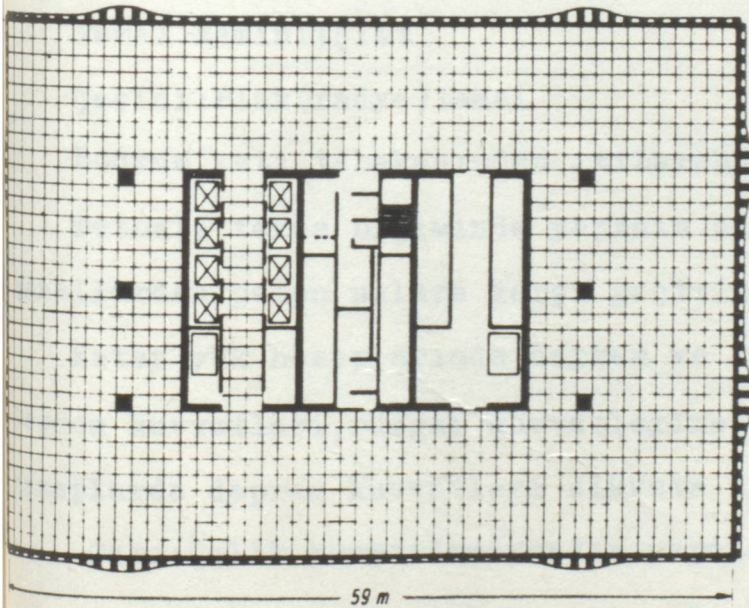


Resim 8.45. Australia Square Office Building in Sydney: Plan [8.28]'den

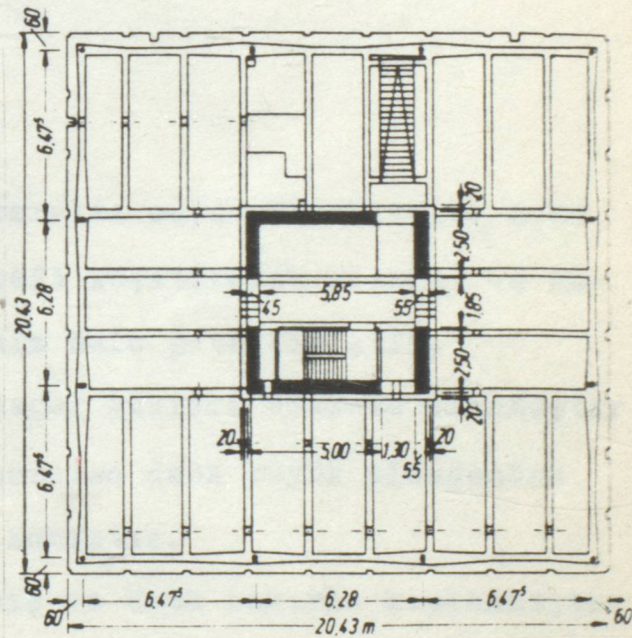




Resim 8.46.Augsburg'da Holiday oteli:[8.33]'den planı.



Resim 8.47.Shell Oil Building in Houston:[2.4]'den planı.



Resim 8.48.Hamburgdaki Finlandiya binası:[8.24]'den planı.



### 8.3.Türkiyede uygulanmış birkaç yüksek yapı

#### 8.3.1.Marmara etap oteli

Kullanımı:Otel

Boyutlar:

Yükseklik temel üzerinden/araziden: 99,50 m/83,00 m

Toplam inşaat alanı: 42700 m<sup>2</sup>

Normal kat planı: 33x31 m

Normal kat yüksekliği: 2,72 m

Normal kat altındaki katların kat yüksekliği:3,61 m

Normal kat döşeme yüksekliği: 12 cm

Konstrüksiyon:

Normal kat döşemesi-12 cm betonarma ve üstü halı kaplanmıştır.

Cepheler-Pencere altında ters kirişler yapılmıştır.Pencereilerin altındaki kısım renkli cam yapılmış ve izolasyon yapılmıştır.Pencere araları prefabrik beton elemanlarla ayrılmıştır.

Taşıyıcı-Çekirdek+kolon ve perdelerdir.Yapı üç kısımdan oluşmaktadır.

Temel

Temel zemini:Şist

Çeşidi:Plak(radye)temel

Bodrum katı tabakasından itibaren yeraltı suyu yüksekliği:± 0,00

Betonla tekne biçiminde yapının etrafı kuşatılarak sızıntı ve kanallardan gelen sulara karşı geçirimsiz hale getirilmiştir.

Yatay yük hesaplarında deprem ve rüzgar yükleri dikkate alınmıştır Deprem kuvvetleri,rüzgar kuvvetlerine nazaran daha büyük olduğundan hesaplarda deprem kuvvetleri dikkate alınmıştır.

Çatı:Çelik konstrüksiyondan yapılmış ve üstü bakırla kaplanmıştır

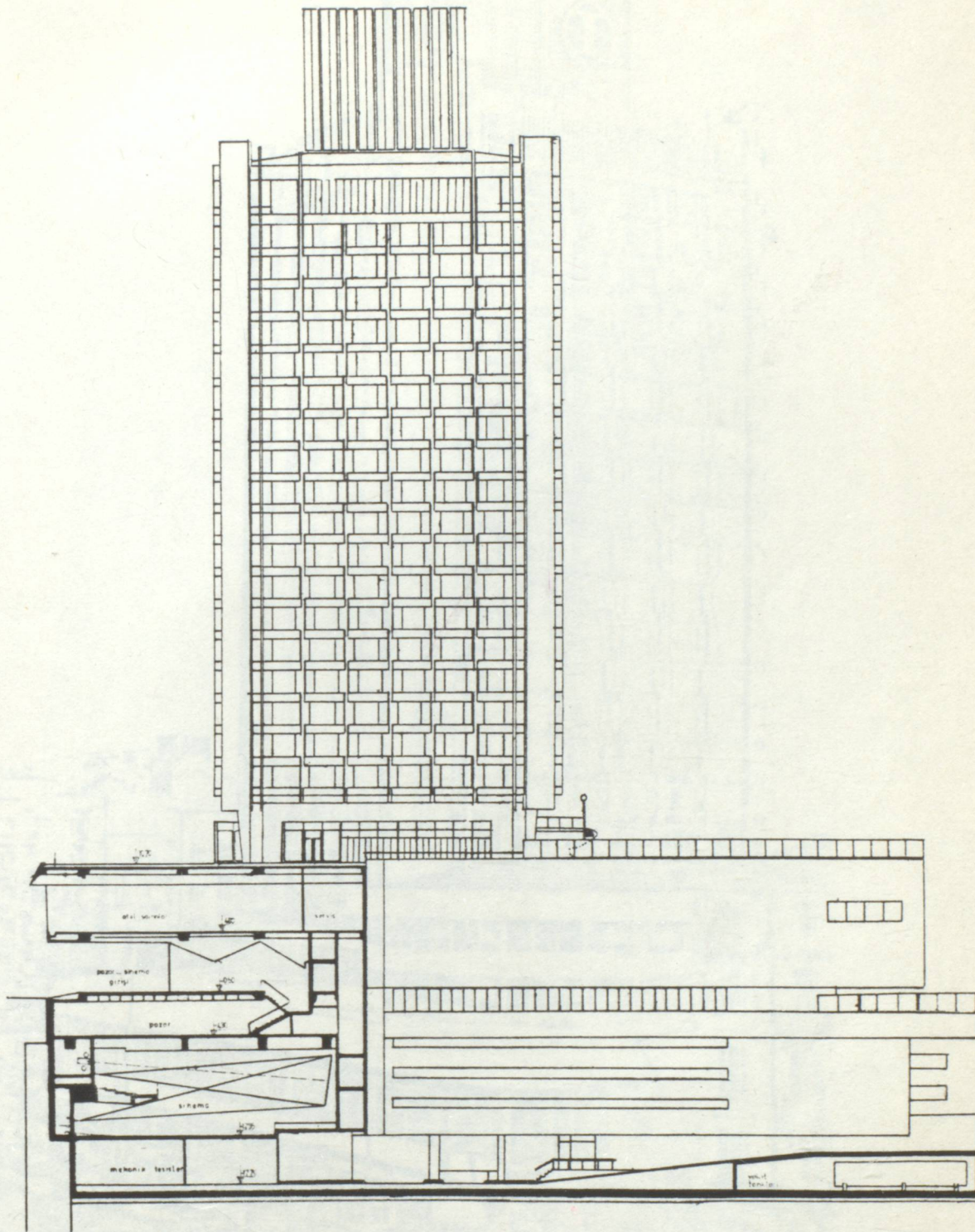
Mimar:Fatin Uran ve Rüknettın Güney

Mühendis:Muhittin Toköz

Literatür:-

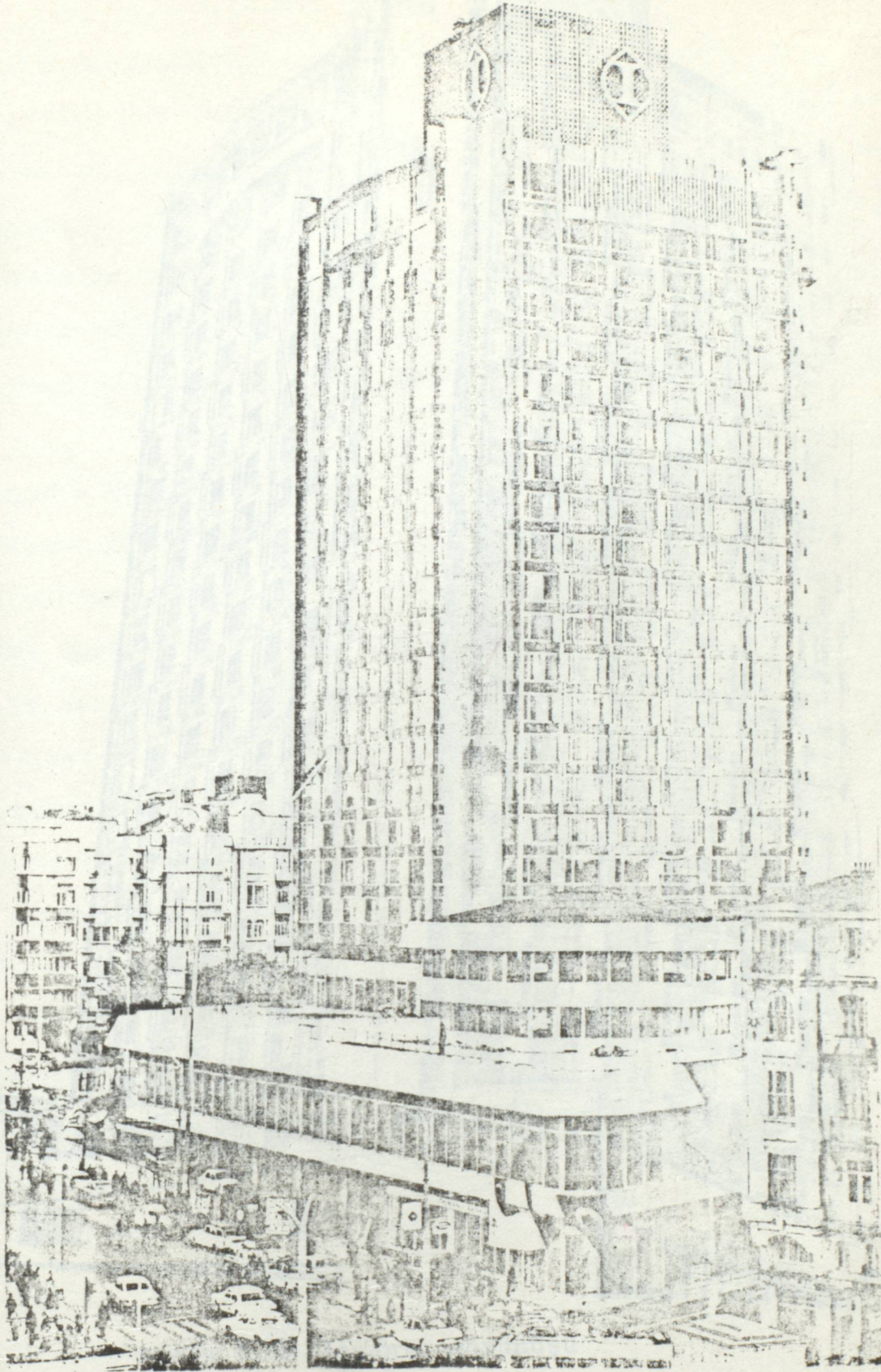
İlgili resimler:8.49 ,8.50,8.51 .





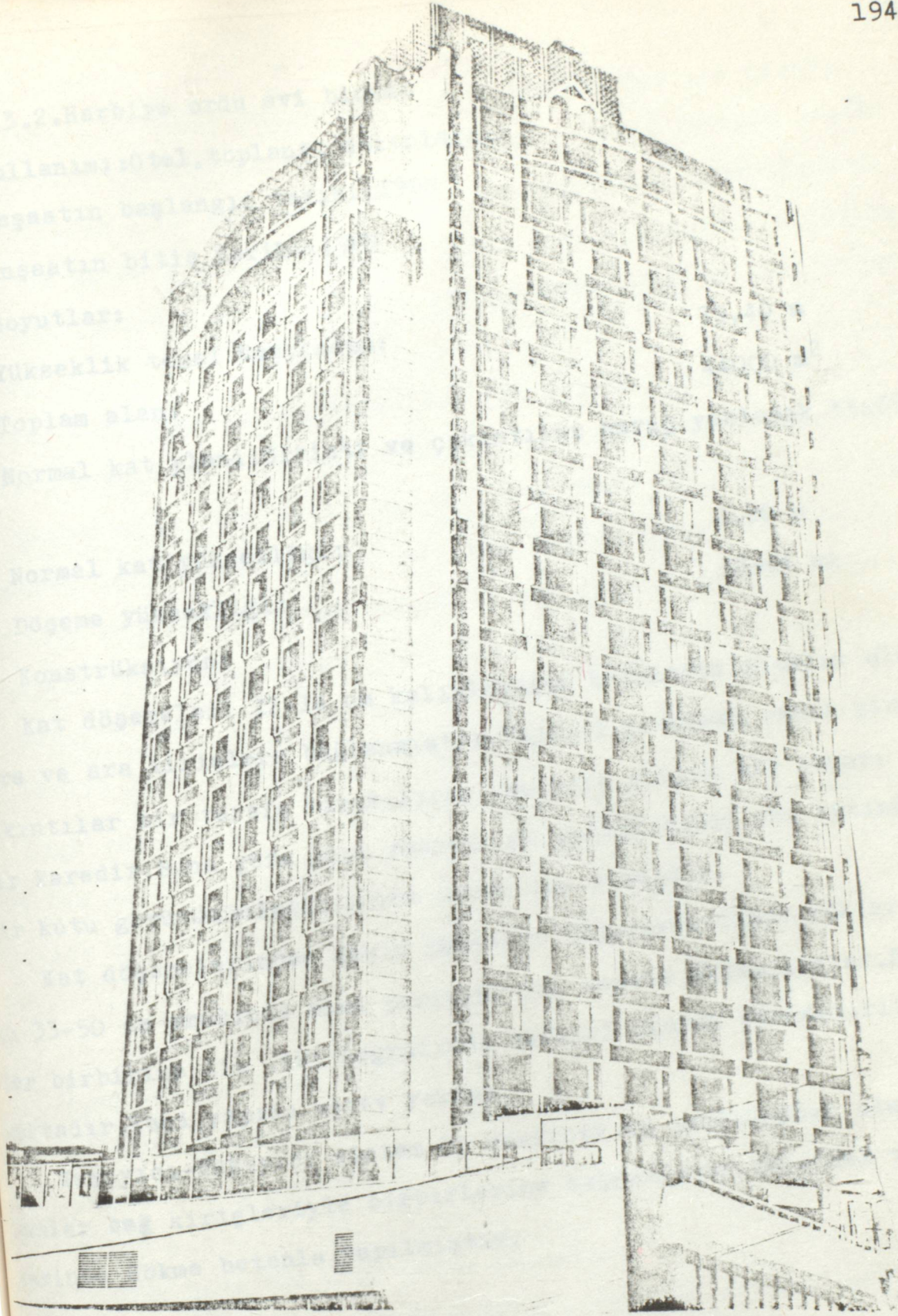
Resim 8.49, Batı yönü görünüşü ve c-c kesiti





Resim 8.51. Binanın görünüşü





Resim 8.50. Binanın görünüşü



### 8.3.2.Harbiye ordu evi binası

Kullanımı:Otel,toplantı salonları,

İnşaatın başlangıç tarihi:1968

İnşaatın bitiş tarihi:1983

Boyutlar:

Yükseklik temel üzerinden:

75,40 m

Toplam alan:

44000 m<sup>2</sup>

Normal kat planı:Girinti ve çıkıntılar hariç yaklaşık 35x35 m dir

Normal kat yüksekliği:

2,90 m

Döşeme yüksekliği:

I2-I4 cm

Konstrüksiyon:

Kat döşemeleri I2-I4 cm kalınlığında betonarme plaklar olup perdeler ve ara kirişlere bağlanmıştır.Yapının plandaki şekli girinti ve çıkıntılar bir tarafa bırakılırsa yaklaşık olarak bir kenarı 35 m olan bir karedir.Buna göre yapı yüksekliği genişliğinin iki katından fazla bir kutu görünümündedir.Bölme duvarları ytongdur.

Kat döşemelerinden düşey yüklerin taşınması-Düşey yükler kalınlığı 33-50 cm arasında olan perdeler ile temele aktarılırlar.Bu perdeler birbirine dik ,iki doğrultuda paralel olarak yerleştirilmiş bulunmaktadır.Yani yapıda verev yoktur.

Taşıyıcı-Taşıyıcı sistem üç çekirdek ve perdelerden oluşmaktadır. Bunlar bağ kirişleriyle birbirlerine bağlanırlar.Çekirdek ve perdeler yerinde dökme betonla yapılmıştır.

Temel

Temel zemini:Sert kaya

Çeşidi:Rijit radye temel

Yatay yükler:Bu yüklerin tamamı bu rijit kutu tarafından zemine aktarılıyor.

Deprem yüklerinin tespiti için yapılan çalışmalar:



a-Yapıyı konsol giriş kabul ederek yapılan periyod hesabı

b-Yapıyı çerçeve sistemlerine bölerek yapılan periyod hesabı

c-Referas I'de izah edilen alet ile yapılan periyod ölçmesi

Kütle merkezi hesaplanmasında 4.kat esas alınmıştır.Rijitlik merkezi için çekirdek ve perdelerin atalet momentleri kullanılarak yapılmıştır.

Rüzgar yükleri-TS 498 değerleri çok fazladır.TS498 esasları hazırlanırken kamçılama etkisini gözönünde bulundurulmuş olduğu sonucu ortaya çıkmaktadır.İncelenen yapı çerçevesindeki en yüksek rüzgar hızını bulmak için meteoroloji kayıtlarına başvurulmuştur.İstanbul Sarıyer ve Florya meteoroloji istasyonları rüzgar hızı ölçmeleri yapıldığı öğrenilmiştir.1936-1960 yılları arasında kaydedilen en yüksek hız

Sarıyer için  $V_{\max}=30 \text{ m/s}$

Florya için  $V_{\max}=26,4 \text{ m/s}$

Ölçü yüksekliği 10 m olup kaydedilen rüzgar hızının kaç saniye süre ile estiği hakkında bilgiye rastlanmamıştır.Rüzgarın esiş süresinin (çok toleranslı olarak)3 dakika olduğu kabul edilmiştir.

$$\frac{V_z}{V_{zo}} = \frac{z}{z_o}$$

$V_z$ =aranılan yükseklikteki hız

$V_{zo}$ =10 m yüksekliğinde ölçülen hız

$z$ =aranılan yükseklik

$z_o$ =10 m

Rüzgar hızı 500 m'ye kadar geçerlidir.

Genellikle rüzgar yükünün kritik olmadığı ortaya çıkmıştır.

Tabii periyod:1,1 s; $E=2.10^6 \text{ t/m}^2$

Deprem katsayısı:0,052

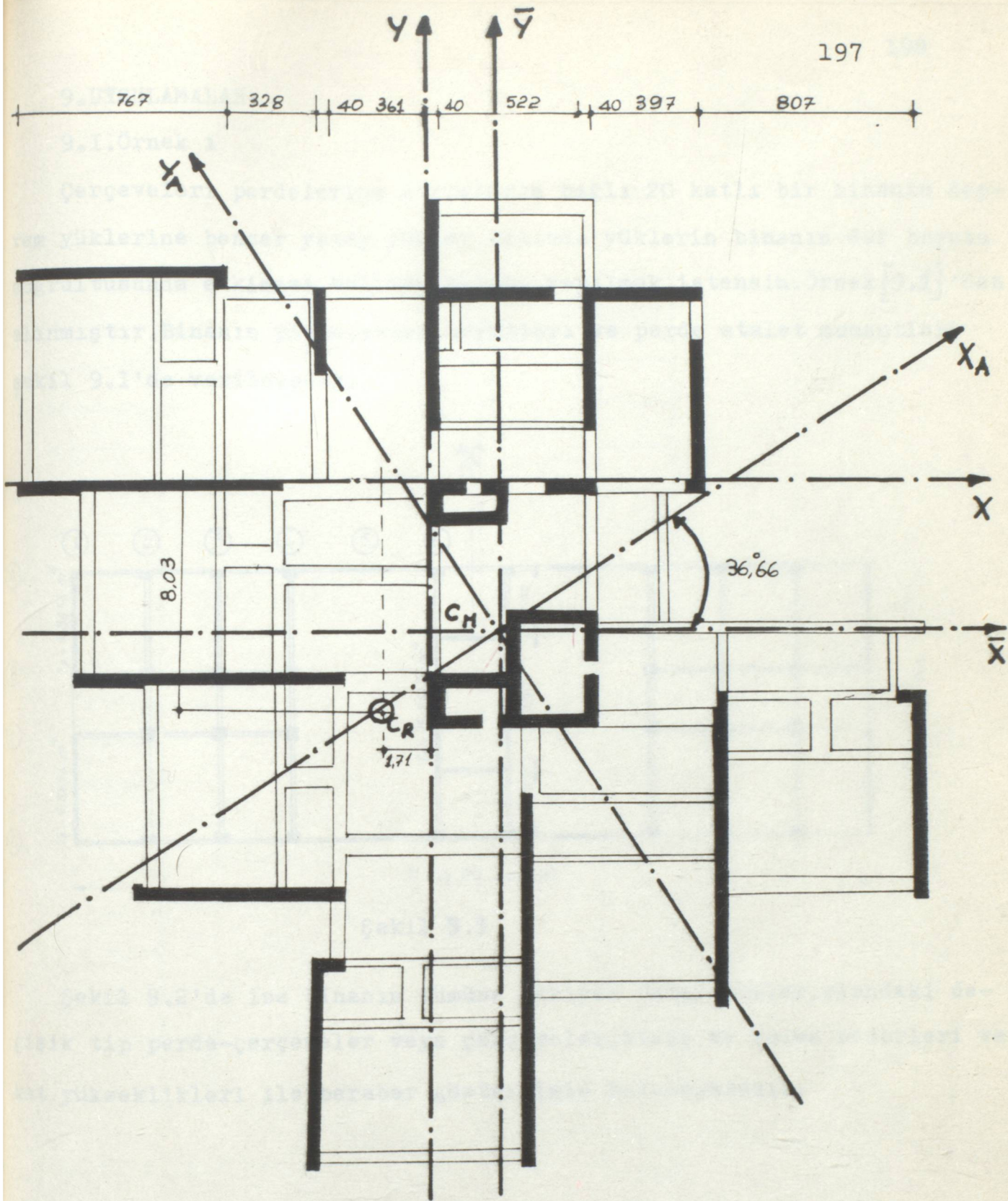
Mimar:Yük.mim.müh.Metin Hepgüler

Mühendis:Dr.Rafet Kapıcıoğlu,yük.inş.müh.Erdal Erkut.

Literatür:-

İlgili resimler:8.52 .





$X_A, Y_A$  = Perde kesitlerinin asal eksenleri

$C_M$  = Perde kesitlerinin ağırlık merkezi

$C_R$  = Perdelerin kayma rijitlik merkezi

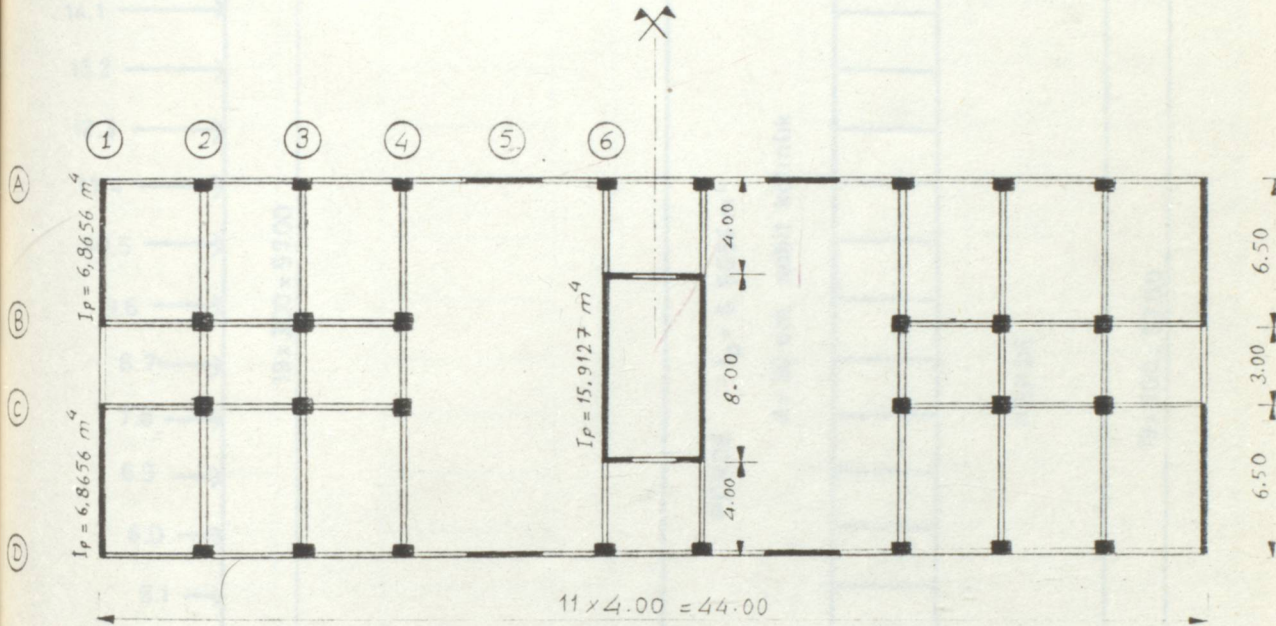
Resim 8.52. Binanın planı.



## 9. UYGULAMALAR

## 9.1. Örnek 1

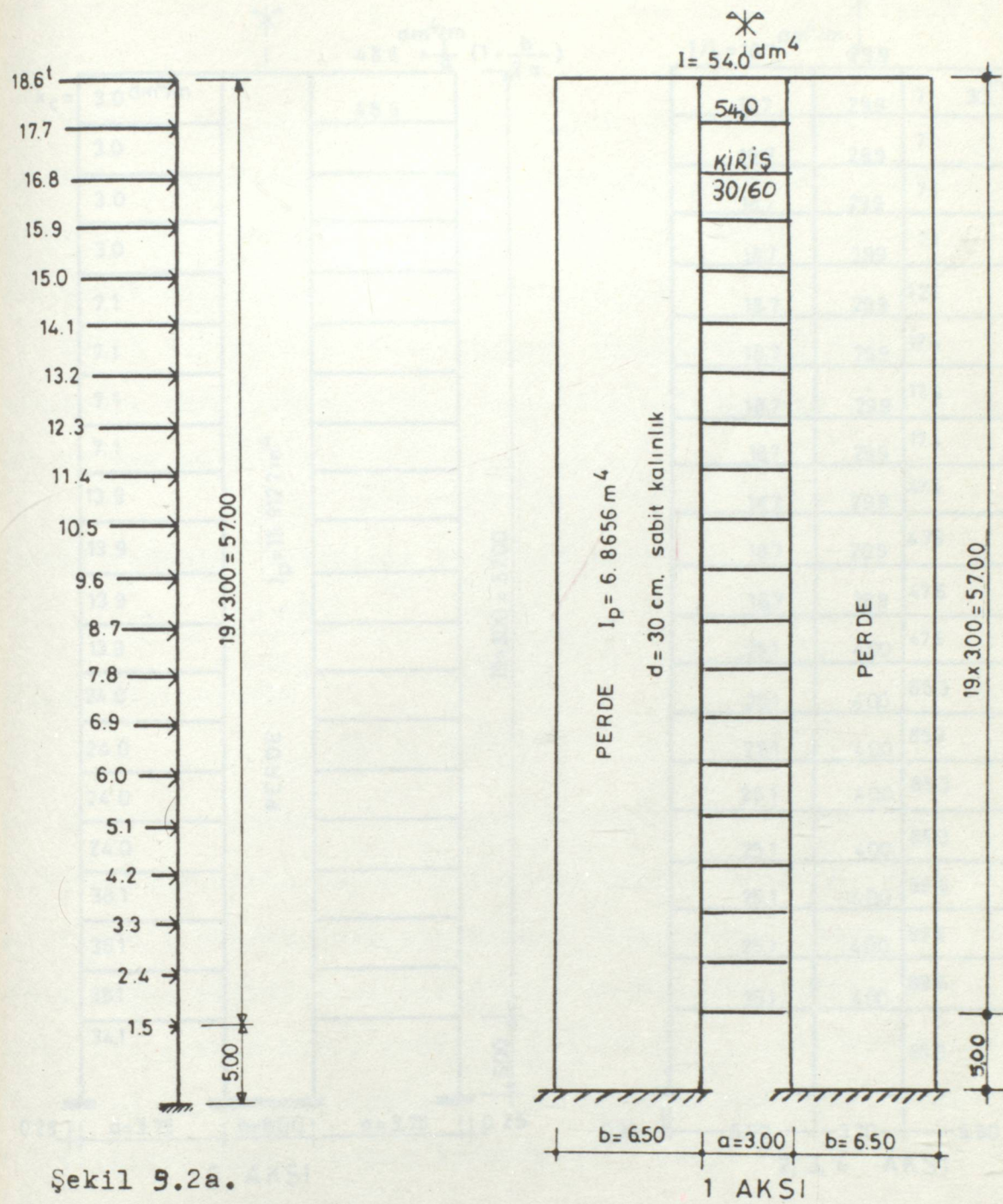
Çerçeveleri perdelerine kirişlerle bağlı 20 katlı bir binanın deprem yüklerine benzer yatay yükler altında yüklerin binanın dar boyutu doğrultusunda etkimesi halinde hesabı yapılmak istensin. Örnek [9.1]'den alınmıştır. Binanın planı, yatay boyutları ve perde atalet momentleri şekil 9.1'de verilmiştir.



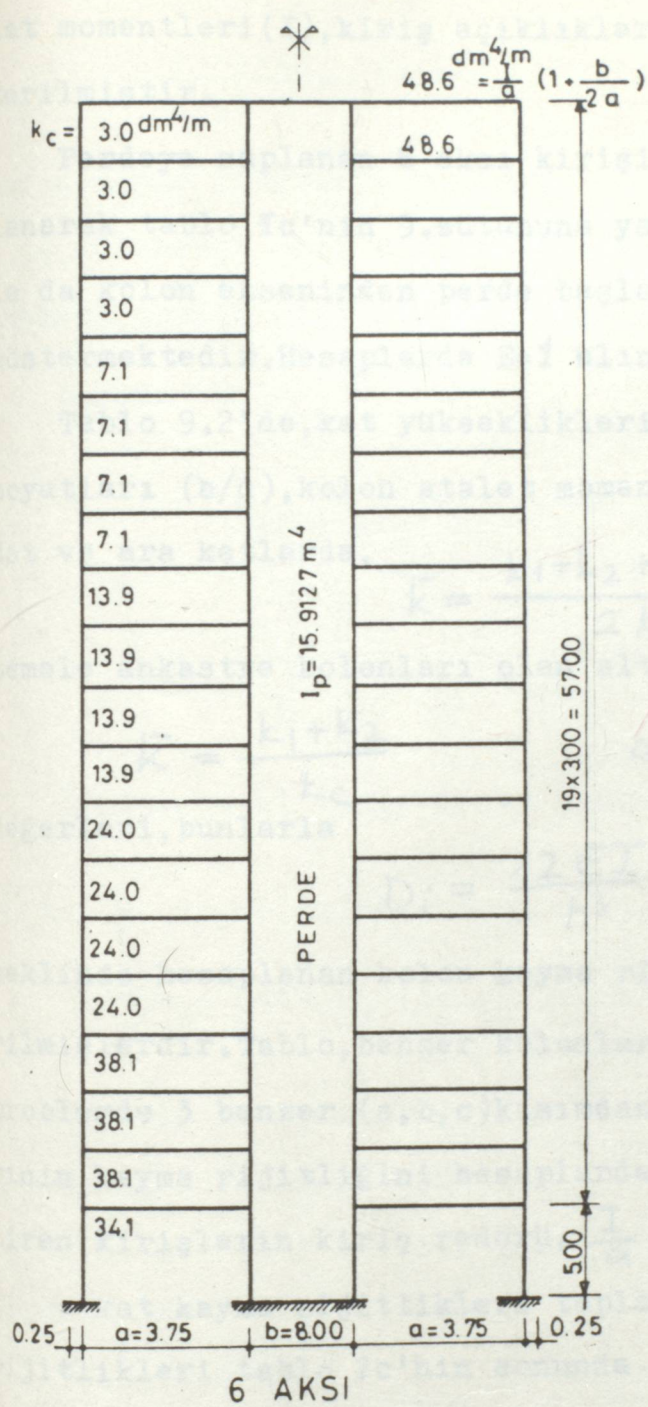
Şekil 9.1

Şekil 9.2'de ise binanın tümüne etkiyen yatay yükler, plandaki değişik tip perde-çerçeveler veya çerçeveler, giriş ve kolon redörleri ve kat yükseklikleri ile beraber gösterilmiş bulunmaktadır.

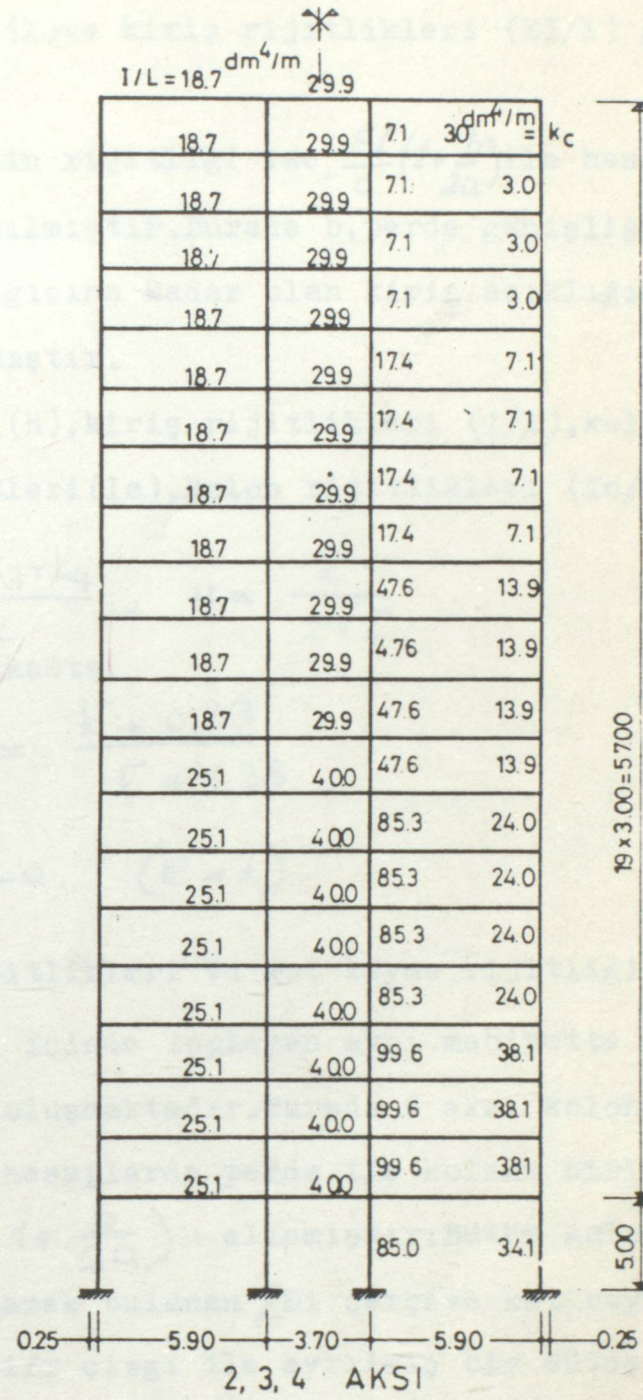








Şekil 9.2c



Şekil 9.2d



## Hesap tabloları

Tablo 9.1'de, kiriş boyutları (b/d), tabla boyutları ( $\overline{I}$ ), kiriş atalet momentleri (I), kiriş açıklıkları (l) ve kiriş rijitlikleri ( $EI/l$ ) gösterilmiştir.

Perdeye saplanan 6 aksı kirişinin rijitliği ise,  $\frac{EI}{a} \left(1 + \frac{b}{2a}\right)$  ile hesaplanarak tablo 1c'nin 9. sütununa yazılmıştır. Burada b, perde genişliğini, a da kolon ekseninden perde başlangıcına kadar olan kiriş açıklığını göstermektedir. Hesaplarda  $E=1$  alınmıştır.

Tablo 9.2'de, kat yükseklikleri (h), kiriş rijitlikleri ( $I/l$ ), kolon boyutları (b/d), kolon atalet momentleri ( $I_c$ ), kolon rijitlikleri ( $I_c/h$ ), üst ve ara katlarda,

$$\overline{k} = \frac{k_1 + k_2 + k_3 + k_4}{2 k_c}, \quad \alpha = \frac{\overline{k}}{2 + \overline{k}}$$

temele ankastre kolonları olan alt katta,

$$\overline{k} = \frac{k_1 + k_2}{k_c}, \quad \alpha = \frac{\overline{k} + 0,33}{\overline{k} + 1,33}$$

değerleri, bunlarla

$$D_i = \frac{12 EI}{h^3} \cdot \alpha \quad (E=1)$$

şeklinde hesaplanan kolon kayma rijitlikleri ve kat kayma rijitliği verilmişlerdir. Tablo, benzer kolonları içinde toplayan aynı mahiyette bu problemde 3 benzer (a, b, c) kısımdan oluşmaktadır. Burada 6 aksı kolonlarının kayma rijitliğini hesaplarda hesaplarda perde ile kolonu birleştiren kirişlerin kiriş redörü,  $\frac{I}{a} \left(1 + \frac{b}{2a}\right)$  alınmıştır. Bütün kolon

kat kayma rijitlikleri toplanarak bulunan  $\sum D_i$  çerçeve kat kayma rijitlikleri tablo 2c'nin sonunda çift çizgi ile ayrılmış bir sütun halinde verilmişlerdir.

## Tablo 9.3'de

2. sütunda, kat yükseklikleri

3. sütunda,  $\sum D_i$  çerçeve kat kayma rijitlikleri

4. sütunda,  $(\sum D_i) h^2$  çerçeve dönme rijitliği

5. sütunda, 1 aksında iki perdeyi bağlayan kirişin uçlarındaki



$$k_1 = 3I \cdot \frac{(2a+b_1+b_2)}{a^3} (a+b_1) \quad (b_1 \text{ genişlikli perde ekseninde})$$

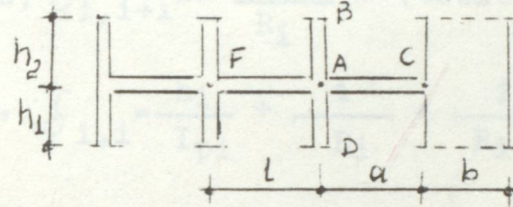
$$k_2 = 3I \cdot \frac{(2a+b_1+b_2)}{a^3} (a+b_2) \quad (b_2 \text{ genişlikli perde ekseninde})$$

kiriş dönme redörleri toplamı.

6.sütunda, 6 aksı kirişinin perdeden sonraki ilk kolon-kiriş düğümündeki toplam rijitlik,  $\sum k = k_{AC} + k_{AB} + k_{AD} + k_{AF}$  verilmiştir.

burada  $k_{AC} = \frac{I_{AC}}{a}$

$$k_{AB}, k_{AD}, k_{AF} = \frac{I}{h_2}, \frac{I}{h_1}, \frac{I}{l}$$



Şekil 9.3

7.sütunda, ki giriş dönme redörleri verilmiştir. Bu redörler,  $\frac{k_{AC}}{\sum k}$

ve  $t = \frac{b}{a}$  değerlerine göre

$$k = 6Ek_{AC} \left[ \left(1 + \frac{b}{2a}\right) \left(1 + \frac{b}{a}\right) - \left(1 + \frac{3b}{2a}\right) \frac{k_{AC} \left(1 + \frac{b}{2a}\right) + k_{AF}}{2\sum k} \right]$$

ifadesi ile hesaplanabilirler

8.sütunda her kattaki giriş dönme redörleri toplamı.

9.sütunda, her kattaki giriş dönme redörleri toplamı ile (sütun 8), çerçeve dönme redörü (sütun 4) toplamı olarak R değeri, verilmişlerdir.

Tablo 9.4'de

2.sütunda, kat yükseklikleri

3.sütunda, katlara etkiyen yatay kuvvetleri

4.sütunda, kat kesme kuvvetleri

5.sütunda, kat perdelerinin toplam atalet momentleri

6.sütunda, kat yüksekliğinin toplam perde atalet momentine bölümü

(2. sütun/5.sütun)



7.sütunda, R değerleri (3.tablo son kolondan)

8.sütunda,  $\frac{1}{R}$  değeri ( $\frac{1}{7.sütun}$ )

9.sütunda,  $\frac{h^2}{2I_p}$  değeri

10.sütunda  $\frac{h_i}{R_i} (= \frac{2.sütun}{7.sütun})$

11.sütunda,  $\frac{w_{i-1} \cdot h_{i-1}}{R_{i-1}} (= \frac{3.sütun \times 2.sütun}{7.sütun})_{i-1}$

i-1=Bir alt kat, değerleri verilmiştir.

Tablo 9.5'de

2.sütunda,  $\delta_{i,i+1} = -\frac{1}{R_i} = -(\text{tablo 4, sütun 8})$

3.sütunda,  $\delta_{i,i} = \frac{h_i}{I_{pi}} + \frac{1}{R_i} + \frac{1}{R_{i-1}} = (T_4 S_6)_i + (T_4 S_8)_i + (T_4 S_8)_{i-1}$

4.sütunda,  $\delta_{i,i-1} = -\frac{1}{R_{i-1}} = (T_4 S_8)_{i-1}$

5.sütunda,  $\delta_{i,0} = T_i \left( \frac{h_i^2}{2I_p} - \frac{h_i}{R_i} - \frac{h_{i-1}}{R_{i-1}} \right) \frac{w_{i-1} h_{i-1}}{R_{i-1}}$

$$= T_4 S_{4i} (T_4 S_{9i} - T_4 S_{10i} + T_4 S_{10i-1}) - T_4 S_{11i}$$

(not:  $T_4 S_9 \rightarrow$  tablo 4, sütun 9 demektir.) değerleri verilmiştir.

Tablo 9.6'da,

Süreklilik denklemlerinin tablo 5'de bulunan katsayıları denklem takımındaki yerlerine göre verilmiştir.

|            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 20.denklem | $\begin{bmatrix} & & & & & \\ & \times & \times & \times & & \\ & \times & & \times & \times & \\ \hline & \delta_{i,i+1} & \delta_{i,i} & \delta_{i,i-1} & & \\ \hline & & & & & \\ & & & \times & \times & \times \\ & & & \checkmark & \times & \times \\ & & & & \times & \times \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \\ \\ \\ + \delta_{ic} \\ \\ \\ \end{bmatrix} = 0$ |
| 19.denklem |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| 18.denklem |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| i.denklem  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| 3.denklem  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| 2.denklem  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| 1.denklem  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |



Elde edilen denklem takımı bilinen metotlardan biriyle,örneğin Gauss Eliminasyon metoduyla çözümlenerek bütün  $X_i$ 'ler bulunur.

Tablo 9.7'de

2.sütunda,denklem çözümünden bulunan  $X_i$  kat tabanlarındaki toplam perde momenti.

3.sütunda, $T_o$  kat kesme kuvveti (tablo 4,sütun 4'den)

4.sütunda,  $M_{Ri} = X_i - X_{i+1} + T_{oi} \cdot h_i$  yay momenti

5.sütunda,tablo 3,sütun 8'de bulunan  $k_i$  değeri

6.sütunda,  $M_{ki} = M_{Ri} \frac{\sum k_i}{R_i}$

7.sütunda,  $Q_{pi} = \frac{X_{i+1} - X_i + M_{ki}}{h_i}$  perde kesme kuvveti

8.sütunda,  $Q_{di} = T_o - Q_{pi}$  çerçeve kesme kuvveti

9.ve 10.sütunda,perde ve çerçeve kesme kuvvetlerinin %'si gösterilmiştir.

Tablo 9.8de

2. sütunda,tablo 7,sütun 5'deki  $M_{ki}$  'ler

3.sütunda,tablo 7,sütun 4'deki  $k_i$  'ler

4.sütunda,1 aksı perde-perde giriş dönme redöründen bir tanesi verilmiştir.

Eldeki örnekte tek tip giriş dönme redörü olduğundan,tek bir  $k_i$  sütunu açılmıştır.Aksi halde tip kadar sütun açmak gerekir.

5.sütunda, $M_k = M_{ki} \frac{k}{k_i}$  bir girişe düşen momentler

6.sütunda 6 aksı giriş dönme redörlerinden bir tanesi

7.sütunda, $M_k = M_{ki} \frac{k}{k_i}$  bir girişin perde eksenindeki momenti (giriş perde yüzündeki momenti bu eksen momentinden çok küçüktür.Kesit hesaplarında bu değerler kullanılır) verilmişlerdir.

Tablo 9.9'da

2.sütunda,  $\sum T$  kat kolon kesme kuvveti (tablo 7,sütun 8'den)

3.sütunda,  $\sum D_i$  toplam çerçeve rijitliği (tablo 2c'den)

4.sütunda,  $\sum D = \sum D_i \cdot E$ ,  $E = 2,1 \cdot 10^5 \text{ kg/cm}^2$







TABLO:9.1

3

## KIRIŞ RIJITLİKLERİ

| KAT NO | 6 AKSI KIRIŞI    |                                                                                      |                         |          |                           |          |                           |                                                        |
|--------|------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|----------|---------------------------|----------|---------------------------|--------------------------------------------------------|
|        | KESİT<br>(cm.cm) | TABLA                                                                                | I<br>(dm <sup>4</sup> ) | a<br>(m) | I/a<br>(dm <sup>3</sup> ) | b<br>(m) | $\psi = 1 + \frac{b}{2a}$ | $\frac{I}{a} (1 + \frac{b}{2a})$<br>(dm <sup>3</sup> ) |
| 1      | 2                | 3                                                                                    | 4                       | 5        | 6                         | 7        | 8                         | 9                                                      |
| 20     | 30x60            |  12 | 87,95                   | 3,75     | 235                       | 8,00     | 2,07                      | 4,86                                                   |
| 19     | "                | "                                                                                    | "                       | "        | "                         | "        | "                         | "                                                      |
| 18     | "                | "                                                                                    | "                       | "        | "                         | "        | "                         | "                                                      |
| 17     | "                | "                                                                                    | "                       | "        | "                         | "        | "                         | "                                                      |
| 16     | "                | "                                                                                    | "                       | "        | "                         | "        | "                         | "                                                      |
| 15     | "                | "                                                                                    | "                       | "        | "                         | "        | "                         | "                                                      |
| 14     | "                | "                                                                                    | "                       | "        | "                         | "        | "                         | "                                                      |
| 13     | "                | "                                                                                    | "                       | "        | "                         | "        | "                         | "                                                      |
| 12     | "                | "                                                                                    | "                       | "        | "                         | "        | "                         | "                                                      |
| 11     | "                | "                                                                                    | "                       | "        | "                         | "        | "                         | "                                                      |
| 10     | "                | "                                                                                    | "                       | "        | "                         | "        | "                         | "                                                      |
| 9      | "                | "                                                                                    | "                       | "        | "                         | "        | "                         | "                                                      |
| 8      | "                | "                                                                                    | "                       | "        | "                         | "        | "                         | "                                                      |
| 7      | "                | "                                                                                    | "                       | "        | "                         | "        | "                         | "                                                      |
| 6      | "                | "                                                                                    | "                       | "        | "                         | "        | "                         | "                                                      |
| 5      | "                | "                                                                                    | "                       | "        | "                         | "        | "                         | "                                                      |
| 4      | "                | "                                                                                    | "                       | "        | "                         | "        | "                         | "                                                      |
| 3      | "                | "                                                                                    | "                       | "        | "                         | "        | "                         | "                                                      |
| 2      | "                | "                                                                                    | "                       | "        | "                         | "        | "                         | "                                                      |
| 1      | "                | "                                                                                    | "                       | "        | "                         | "        | "                         | "                                                      |



TABLO: 9.2  
KOLON D DEĞERLERİ

| KAT<br>NO | h <sub>i</sub><br>(m) | A2, A3, A4 (12 ADET)      |                  |                                      |                                         |           |      |                                                      |
|-----------|-----------------------|---------------------------|------------------|--------------------------------------|-----------------------------------------|-----------|------|------------------------------------------------------|
|           |                       | KİRİŞ                     | KOLON            |                                      |                                         |           |      |                                                      |
|           |                       | I/l<br>(dm <sup>3</sup> ) | KESİT<br>(cm.cm) | I <sub>c</sub><br>(dm <sup>4</sup> ) | I <sub>c</sub> /h<br>(dm <sup>3</sup> ) | $\bar{k}$ | a    | D <sub>i</sub><br>(dm <sup>2</sup> /m <sup>3</sup> ) |
| 1         | 2                     | 3                         | 4                | 5                                    | 6                                       | 7         | 8    | 9                                                    |
| 20        | 3.0                   | 1.87                      | 40/30            | 9.00                                 | 0.30                                    | 6.23      | 0.76 | 3.03                                                 |
| 19        | 3.0                   | 1.87                      | 40/30            | 9.00                                 | 0.30                                    | 6.23      | 0.76 | 3.03                                                 |
| 18        | 3.0                   | 1.87                      | 40/30            | 9.00                                 | 0.30                                    | 6.23      | 0.76 | 3.03                                                 |
| 17        | 3.0                   | 1.87                      | 40/30            | 9.00                                 | 0.30                                    | 6.23      | 0.76 | 3.03                                                 |
| 16        | 3.0                   | 1.87                      | 40/40            | 21.33                                | 0.71                                    | 2.63      | 0.57 | 5.39                                                 |
| 15        | 3.0                   | 1.87                      | 40/40            | 21.33                                | 0.71                                    | 2.63      | 0.57 | 5.39                                                 |
| 14        | 3.0                   | 1.87                      | 40/40            | 21.33                                | 0.71                                    | 2.63      | 0.57 | 5.39                                                 |
| 13        | 3.0                   | 1.87                      | 40/40            | 21.33                                | 0.71                                    | 2.63      | 0.57 | 5.39                                                 |
| 12        | 3.0                   | 1.87                      | 40/50            | 41.67                                | 1.39                                    | 1.34      | 0.40 | 7.46                                                 |
| 11        | 3.0                   | 1.87                      | 40/50            | 41.67                                | 1.39                                    | 1.34      | 0.40 | 7.46                                                 |
| 10        | 3.0                   | 1.87                      | 40/50            | 41.67                                | 1.39                                    | 1.34      | 0.40 | 7.46                                                 |
| 9         | 3.0                   | 1.87                      | 40/50            | 41.67                                | 1.39                                    | 1.58      | 0.44 | 8.15                                                 |
| 8         | 3.0                   | 2.51                      | 40/60            | 72.00                                | 2.40                                    | 1.05      | 0.34 | 10.97                                                |
| 7         | 3.0                   | 2.51                      | 40/60            | 72.00                                | 2.40                                    | 1.05      | 0.34 | 10.97                                                |
| 6         | 3.0                   | 2.51                      | 40/60            | 72.00                                | 2.40                                    | 1.05      | 0.34 | 10.97                                                |
| 5         | 3.0                   | 2.51                      | 40/60            | 72.00                                | 2.40                                    | 1.05      | 0.34 | 10.97                                                |
| 4         | 3.0                   | 2.51                      | 40/70            | 114.33                               | 3.81                                    | 0.66      | 0.25 | 12.58                                                |
| 3         | 3.0                   | 2.51                      | 40/70            | 114.33                               | 3.81                                    | 0.66      | 0.25 | 12.58                                                |
| 2         | 3.0                   | 2.51                      | 40/70            | 114.33                               | 3.81                                    | 0.66      | 0.25 | 12.58                                                |
| 1         | 5.0                   | 2.51                      | 40/80            | 170.67                               | 3.41                                    | 0.74      | 0.52 | 8.44                                                 |



TABLO: 9.2  
KOLON D DEĞERLERİ

b

| KAT<br>NO | B2, B3, B4 (12 ADET)      |                           |                  |                                      |                                         |           |      |                                                      |
|-----------|---------------------------|---------------------------|------------------|--------------------------------------|-----------------------------------------|-----------|------|------------------------------------------------------|
|           | Kiriş                     |                           | KOLON            |                                      |                                         |           |      |                                                      |
|           | I/l<br>(dm <sup>3</sup> ) | I/l<br>(dm <sup>3</sup> ) | KESİT<br>(cm.cm) | I <sub>c</sub><br>(dm <sup>4</sup> ) | I <sub>c</sub> /h<br>(dm <sup>3</sup> ) | $\bar{k}$ | a    | D <sub>i</sub><br>(dm <sup>2</sup> /m <sup>3</sup> ) |
| 1         | 2                         | 3                         | 4                | 5                                    | 6                                       | 7         | 8    | 9                                                    |
| 20        | 1.87                      | 2.99                      | 40/40            | 21.33                                | 0.71                                    | 6.85      | 0.77 | 7.33                                                 |
| 19        | 1.87                      | 2.99                      | 40/40            | 21.33                                | 0.71                                    | 6.85      | 0.77 | 7.33                                                 |
| 18        | 1.87                      | 2.99                      | 40/40            | 21.33                                | 0.71                                    | 6.85      | 0.77 | 7.33                                                 |
| 17        | 1.87                      | 2.99                      | 40/40            | 21.33                                | 0.71                                    | 6.85      | 0.77 | 7.33                                                 |
| 16        | 1.87                      | 2.99                      | 50/50            | 52.08                                | 1.74                                    | 2.79      | 0.58 | 13.50                                                |
| 15        | 1.87                      | 2.99                      | 50/50            | 52.08                                | 1.74                                    | 2.79      | 0.58 | 13.50                                                |
| 14        | 1.87                      | 2.99                      | 50/50            | 52.08                                | 1.74                                    | 2.79      | 0.58 | 13.50                                                |
| 13        | 1.87                      | 2.99                      | 50/50            | 52.08                                | 1.74                                    | 2.79      | 0.58 | 13.50                                                |
| 12        | 1.87                      | 2.99                      | 50/70            | 142.92                               | 4.76                                    | 1.02      | 0.34 | 21.47                                                |
| 11        | 1.87                      | 2.99                      | 50/70            | 142.92                               | 4.76                                    | 1.02      | 0.34 | 21.47                                                |
| 10        | 1.87                      | 2.99                      | 50/70            | 142.92                               | 4.76                                    | 1.02      | 0.34 | 21.47                                                |
| 9         | 1.87                      | 2.99                      | 50/70            | 142.92                               | 4.76                                    | 1.19      | 0.37 | 23.78                                                |
| 8         | 2.51                      | 4.00                      | 60/80            | 256.00                               | 8.53                                    | 0.76      | 0.28 | 31.46                                                |
| 7         | 2.51                      | 4.00                      | 60/80            | 256.00                               | 8.53                                    | 0.76      | 0.28 | 31.46                                                |
| 6         | 2.51                      | 4.00                      | 60/80            | 256.00                               | 8.53                                    | 0.76      | 0.28 | 31.46                                                |
| 5         | 2.51                      | 4.00                      | 60/80            | 256.00                               | 8.53                                    | 0.76      | 0.28 | 31.46                                                |
| 4         | 2.51                      | 4.00                      | 70/80            | 298.67                               | 9.96                                    | 0.65      | 0.25 | 32.74                                                |
| 3         | 2.51                      | 4.00                      | 70/80            | 298.67                               | 9.96                                    | 0.65      | 0.25 | 32.74                                                |
| 2         | 2.51                      | 4.00                      | 70/80            | 298.67                               | 9.96                                    | 0.65      | 0.25 | 32.74                                                |
| 1         | 2.51                      | 4.00                      | 70/90            | 425.25                               | 8.50                                    | 0.77      | 0.52 | 21.30                                                |



TABLO 9.2  
KOLON D DEĞERLERİ

| KAT<br>NO | A6 (4 ADET)                           |                  |                             |                               |       |      |                                             | ΣD <sub>i</sub><br>(dm <sup>3</sup> /m <sup>3</sup> ) |
|-----------|---------------------------------------|------------------|-----------------------------|-------------------------------|-------|------|---------------------------------------------|-------------------------------------------------------|
|           | KİRİŞ                                 | KOLON            |                             |                               |       |      |                                             |                                                       |
|           | $\frac{I_p}{A}$<br>(dm <sup>3</sup> ) | KESİT<br>(cm,cm) | $I_c$<br>(dm <sup>4</sup> ) | $I_c/h$<br>(dm <sup>3</sup> ) | k     | a    | $D_i$<br>(dm <sup>3</sup> /m <sup>3</sup> ) |                                                       |
| 1         | 2                                     | 3                | 4                           | 5                             | 6     | 7    | 8                                           |                                                       |
| 10        | 4.86                                  | 40/30            | 9.00                        | 0.30                          | 16.20 | 0.89 | 3.56                                        | 138.56                                                |
| 10        | 4.86                                  | 40/30            | 9.00                        | 0.30                          | 16.20 | 0.89 | 3.56                                        | 138.56                                                |
| 10        | 4.86                                  | 40/30            | 9.00                        | 0.30                          | 16.20 | 0.89 | 3.56                                        | 138.56                                                |
| 17        | 4.86                                  | 40/30            | 9.00                        | 0.30                          | 16.20 | 0.89 | 3.56                                        | 138.56                                                |
| 16        | 4.86                                  | 40/40            | 21.33                       | 0.71                          | 6.85  | 0.77 | 7.33                                        | 256.00                                                |
| 15        | 4.86                                  | 40/40            | 21.33                       | 0.71                          | 6.85  | 0.77 | 7.33                                        | 256.00                                                |
| 14        | 4.86                                  | 40/40            | 21.33                       | 0.71                          | 6.85  | 0.77 | 7.33                                        | 256.00                                                |
| 13        | 4.86                                  | 40/40            | 21.33                       | 0.71                          | 6.85  | 0.77 | 7.33                                        | 256.00                                                |
| 12        | 4.86                                  | 40/50            | 41.67                       | 1.39                          | 3.50  | 0.64 | 11.77                                       | 394.24                                                |
| 11        | 4.86                                  | 40/50            | 41.67                       | 1.39                          | 3.50  | 0.64 | 11.77                                       | 394.24                                                |
| 10        | 4.86                                  | 40/50            | 41.67                       | 1.39                          | 3.50  | 0.64 | 11.77                                       | 394.24                                                |
| 9         | 4.86                                  | 40/50            | 41.67                       | 1.39                          | 3.50  | 0.64 | 11.77                                       | 430.24                                                |
| 8         | 4.86                                  | 40/60            | 72.00                       | 2.40                          | 2.03  | 0.50 | 16.08                                       | 573.48                                                |
| 7         | 4.86                                  | 40/60            | 72.00                       | 2.40                          | 2.03  | 0.50 | 16.08                                       | 573.48                                                |
| 6         | 4.86                                  | 40/60            | 72.00                       | 2.40                          | 2.03  | 0.50 | 16.08                                       | 573.48                                                |
| 5         | 4.86                                  | 40/60            | 72.00                       | 2.40                          | 2.03  | 0.50 | 16.08                                       | 573.48                                                |
| 4         | 4.86                                  | 40/70            | 114.33                      | 3.01                          | 1.20  | 0.39 | 19.76                                       | 622.08                                                |
| 3         | 4.86                                  | 40/70            | 114.33                      | 3.01                          | 1.20  | 0.39 | 19.76                                       | 622.08                                                |
| 2         | 4.86                                  | 40/70            | 114.33                      | 3.01                          | 1.20  | 0.39 | 19.76                                       | 622.08                                                |
| 1         | 4.86                                  | 40/80            | 170.67                      | 3.41                          | 1.43  | 0.64 | 10.42                                       | 398.56                                                |



TABLO: 9.3  
 $k_i$  VE  $R_i$  DEĞERLERİ

| KAT NO | $h_i$<br>(m) | ÇERÇEVE                                     |                                                          | KİRİŞ                                |                               |                                      |                                 | $R_i = \sum k_i + \Delta X_i D_i \Delta X_i$<br>(m <sup>3</sup> ) |
|--------|--------------|---------------------------------------------|----------------------------------------------------------|--------------------------------------|-------------------------------|--------------------------------------|---------------------------------|-------------------------------------------------------------------|
|        |              | $D_i$<br>(dm <sup>4</sup> /m <sup>3</sup> ) | 1 ADET<br>$h_i \cdot D_i \cdot h_i$<br>(m <sup>3</sup> ) | 1 AKSI                               | 6 AKSI                        |                                      | $\sum k_j$<br>(m <sup>3</sup> ) |                                                                   |
|        |              |                                             |                                                          | 4 ADET<br>$k_i$<br>(m <sup>3</sup> ) | $\sum K$<br>(m <sup>3</sup> ) | 4 ADET<br>$k_i$<br>(m <sup>3</sup> ) |                                 |                                                                   |
| 1      | 2            | 3                                           | 4                                                        | 5                                    | 6                             | 7                                    | 8                               | 9                                                                 |
| 20     | 3.0          | 138.56                                      | 0.1247                                                   | 0.1083                               | 0.00516                       | 0.06337                              | 0.68668                         | 0.81138                                                           |
| 19     | 3.0          | 138.56                                      | 0.1247                                                   | "                                    | 0.00546                       | 0.06490                              | 0.69280                         | 0.81750                                                           |
| 18     | 3.0          | 138.56                                      | 0.1247                                                   | "                                    | 0.00546                       | "                                    | 0.69280                         | 0.81750                                                           |
| 17     | 3.0          | 138.56                                      | 0.1247                                                   | "                                    | "                             | "                                    | 0.69280                         | 0.81750                                                           |
| 16     | 3.0          | 256.00                                      | 0.2304                                                   | "                                    | 0.00587                       | 0.06673                              | 0.70012                         | 0.93052                                                           |
| 15     | 3.0          | 256.00                                      | 0.2304                                                   | "                                    | 0.00628                       | 0.06832                              | 0.70648                         | 0.93688                                                           |
| 14     | 3.0          | 256.00                                      | 0.2304                                                   | "                                    | "                             | "                                    | "                               | 0.93688                                                           |
| 13     | 3.0          | 256.00                                      | 0.2304                                                   | "                                    | "                             | "                                    | "                               | 0.93688                                                           |
| 12     | 3.0          | 394.24                                      | 0.3548                                                   | "                                    | 0.00696                       | 0.07055                              | 0.71540                         | 1.07020                                                           |
| 11     | 3.0          | 394.24                                      | 0.3548                                                   | "                                    | 0.00764                       | 0.07238                              | 0.72272                         | 1.07752                                                           |
| 10     | 3.0          | 394.24                                      | 0.3548                                                   | "                                    | "                             | "                                    | "                               | 1.07752                                                           |
| 9      | 3.0          | 430.24                                      | 0.3872                                                   | "                                    | "                             | "                                    | 0.72272                         | 1.10992                                                           |
| 8      | 3.0          | 573.48                                      | 0.5161                                                   | "                                    | 0.00865                       | 0.07457                              | 0.73148                         | 1.24758                                                           |
| 7      | 3.0          | 573.48                                      | 0.5161                                                   | "                                    | 0.00966                       | 0.07630                              | 0.73840                         | 1.25450                                                           |
| 6      | 3.0          | 573.48                                      | 0.5161                                                   | "                                    | "                             | "                                    | "                               | 1.25450                                                           |
| 5      | 3.0          | 573.48                                      | 0.5161                                                   | "                                    | "                             | "                                    | "                               | 1.25450                                                           |
| 4      | 3.0          | 622.88                                      | 0.5606                                                   | "                                    | 0.01107                       | 0.07819                              | 0.74596                         | 1.30656                                                           |
| 3      | 3.0          | 622.88                                      | 0.5606                                                   | "                                    | 0.01248                       | 0.07965                              | 0.75180                         | 1.3124                                                            |
| 2      | 3.0          | 622.88                                      | 0.5606                                                   | "                                    | "                             | "                                    | "                               | 1.3124                                                            |
| 1      | 5.0          | 398.56                                      | 0.9964                                                   | "                                    | 0.01208                       | 0.07927                              | 0.75028                         | 1.74668                                                           |



TABLO : 9.4  
SÜREKLİLİK DENKLEMLERİ KATSAYILARININ HESABI İÇİN  
İŞLEMLER

| KAT<br>NO | $h_i$<br>(m) | $W_i$<br>(t) | $T_{oi}$<br>(t) | $\Sigma I_{pi}$<br>(m <sup>4</sup> ) | $\frac{h_i}{I_{pi}}$<br>(1/m <sup>3</sup> ) | $R_i$<br>(m <sup>3</sup> ) | $\frac{1}{R_i}$<br>(1/m <sup>3</sup> ) | $\frac{h_i^2}{2I_{pi}}$ | $\frac{h_i}{R_i}$ | $\frac{W_i - h_{i-1}}{R_i - 1}$ |
|-----------|--------------|--------------|-----------------|--------------------------------------|---------------------------------------------|----------------------------|----------------------------------------|-------------------------|-------------------|---------------------------------|
| 1         | 2            | 3            | 4               | 5                                    | 6                                           | 7                          | 8                                      | 9                       | 10                | 11                              |
| 20        | 3.0          | 18.60        | 18.60           | 59.2878                              | 0.05060                                     | 0.81138                    | 1.2325                                 | 0.07590                 | 3.6974            | 64.954                          |
| 19        | 3.0          | 17.70        | 36.30           | "                                    | "                                           | 0.81750                    | 1.2232                                 | "                       | 3.6697            | 61.651                          |
| 18        | 3.0          | 16.80        | 53.10           | "                                    | "                                           | "                          | "                                      | "                       | "                 | 58.349                          |
| 17        | 3.0          | 15.90        | 69.00           | "                                    | "                                           | "                          | "                                      | "                       | "                 | 48.360                          |
| 16        | 3.0          | 15.00        | 84.00           | "                                    | "                                           | 0.93052                    | 1.0747                                 | "                       | 3.2240            | 45.150                          |
| 15        | 3.0          | 14.10        | 98.10           | "                                    | "                                           | 0.93688                    | 1.0674                                 | "                       | 3.2021            | 42.268                          |
| 14        | 3.0          | 13.20        | 111.30          | "                                    | "                                           | "                          | "                                      | "                       | "                 | 39.386                          |
| 13        | 3.0          | 12.90        | 123.60          | "                                    | "                                           | "                          | "                                      | "                       | "                 | 31.957                          |
| 12        | 3.0          | 11.40        | 135.00          | "                                    | "                                           | 1.07020                    | 0.9344                                 | "                       | 2.8032            | 29.234                          |
| 11        | 3.0          | 10.50        | 145.50          | "                                    | "                                           | 1.07752                    | 0.9281                                 | "                       | 2.7842            | 26.728                          |
| 10        | 3.0          | 9.60         | 155.10          | "                                    | "                                           | "                          | "                                      | "                       | "                 | 23.515                          |
| 9         | 3.0          | 8.70         | 163.80          | "                                    | "                                           | 1.10992                    | 0.9010                                 | "                       | 2.7029            | 18.756                          |
| 8         | 3.0          | 7.80         | 171.60          | "                                    | "                                           | 1.24748                    | 0.8016                                 | "                       | 2.4047            | 16.500                          |
| 7         | 3.0          | 6.90         | 178.50          | "                                    | "                                           | 1.25450                    | 0.7971                                 | "                       | 2.3914            | 14.348                          |
| 6         | 3.0          | 6.00         | 184.50          | "                                    | "                                           | "                          | "                                      | "                       | "                 | 12.196                          |
| 5         | 3.0          | 5.10         | 189.60          | "                                    | "                                           | "                          | "                                      | "                       | "                 | 9.644                           |
| 4         | 3.0          | 4.20         | 193.80          | "                                    | "                                           | 1.30656                    | 0.7654                                 | "                       | 2.2961            | 7.543                           |
| 3         | 3.0          | 3.30         | 197.10          | "                                    | "                                           | 1.3124                     | 0.7620                                 | "                       | 2.2859            | 5.486                           |
| 2         | 3.0          | 2.40         | 199.50          | "                                    | "                                           | "                          | "                                      | "                       | "                 | 4.620                           |
| 1         | 5.0          | 1.50         | 201.00          | "                                    | 0.08433                                     | 1.74668                    | 0.5725                                 | 0.21084                 | 2.8626            | —                               |

TABLO : 9.5  
SÜREKLİLİK DENKLEMLERİ KATSAYILARI

| KAT<br>NO | $\delta_{i,i+1}$ | $\delta_{i,i}$ | $\delta_{i,i-1}$ | $\delta_{i,0}$ |
|-----------|------------------|----------------|------------------|----------------|
| 1         | 2                | 3              | 4                | 5              |
| 20        | -1.2325          | 2.5063         | -1.2232          | -63.027        |
| 19        | -1.2232          | 2.4970         | -1.2232          | -58.896        |
| 18        | -1.2232          | 2.4970         | -1.2232          | -54.319        |
| 17        | -1.2232          | 2.3485         | -1.0747          | -12.370        |
| 16        | -1.0747          | 2.1927         | -1.0674          | -36.935        |
| 15        | -1.0674          | 2.1854         | -1.0674          | -34.822        |
| 14        | -1.0674          | 2.1854         | -1.0674          | -30.938        |
| 13        | -1.0674          | 2.0524         | -0.9344          | 26.728         |
| 12        | -0.9344          | 1.9131         | -0.9281          | -16.423        |
| 11        | -0.9281          | 1.9068         | -0.9281          | -15.685        |
| 10        | -0.9281          | 1.8797         | -0.9010          | 0.867          |
| 9         | -0.9010          | 1.7532         | -0.8016          | 42.522         |
| 8         | -0.8016          | 1.6493         | -0.7971          | -1.193         |
| 7         | -0.7971          | 1.6448         | -0.7971          | -0.800         |
| 6         | -0.7971          | 1.6448         | -0.7971          | 1.808          |
| 5         | -0.7971          | 1.6131         | -0.7654          | 22.816         |
| 4         | -0.7654          | 1.5780         | -0.7620          | 9.143          |
| 3         | -0.7620          | 1.5746         | -0.7620          | 9.474          |
| 2         | -0.7620          | 1.3851         | -0.5725          | -104.530       |
| 1         | -0.5725          | 0.6568         | —                | 617.761        |



# KATSAYILAR MATRİSİ

212

| X ←       | 20 | 19      | 18      | 17      | 16      | 15      | 14      | 13      | 12      | 11      | 10      |
|-----------|----|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Deriye No | 20 | 2.5063  | -1.2232 |         |         |         |         |         |         |         |         |
| 19        |    | -1.2232 | 2.4970  | -1.2232 |         |         |         |         |         |         |         |
| 18        |    |         | -1.2232 | 2.4970  | -1.2232 |         |         |         |         |         |         |
| 17        |    |         |         | -1.2232 | 2.3485  | -1.0747 |         |         |         |         |         |
| 16        |    |         |         |         | -1.0747 | 2.1927  | -1.0674 |         |         |         |         |
| 15        |    |         |         |         |         | -1.0674 | 2.1854  | -1.0674 |         |         |         |
| 14        |    |         |         |         |         |         | -1.0674 | 2.1854  | -1.0674 |         |         |
| 13        |    |         |         |         |         |         |         | -1.0674 | 2.0524  | -0.9344 |         |
| 12        |    |         |         |         |         |         |         |         | -0.9344 | 1.9131  | -0.9281 |
| 11        |    |         |         |         |         |         |         |         |         | -0.9281 | 1.9068  |
| 10        |    |         |         |         |         |         |         |         |         |         | -0.9281 |
| 9         |    |         |         |         |         |         |         |         |         |         | 1.8797  |
| 8         |    |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |
| 7         |    |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |
| 6         |    |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |
| 5         |    |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |
| 4         |    |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |
| 3         |    |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |
| 2         |    |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |
| 1         |    |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |

| 9       | 8       | 7       | 6       | 5       | 4       | 3       | 2       | 1       | SABİTLER     |
|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|--------------|
|         |         |         |         |         |         |         |         |         | -63.027      |
|         |         |         |         |         |         |         |         |         | -58.896      |
|         |         |         |         |         |         |         |         |         | -54.319      |
|         |         |         |         |         |         |         |         |         | -12.370      |
|         |         |         |         |         |         |         |         |         | -36.935      |
|         |         |         |         |         |         |         |         |         | -34.822      |
|         |         |         |         |         |         |         |         |         | -30.938      |
|         |         |         |         |         |         |         |         |         | 26.728       |
|         |         |         |         |         |         |         |         |         | -16.423      |
|         |         |         |         |         |         |         |         |         | + -15.685 =0 |
| -0.9010 |         |         |         |         |         |         |         |         | 0.867        |
| 1.7532  | -0.8016 |         |         |         |         |         |         |         | 42.522       |
| -0.8016 | 1.6493  | -0.7971 |         |         |         |         |         |         | -1.193       |
|         | -0.7971 | 1.6448  | -0.7971 |         |         |         |         |         | -0.800       |
|         |         | -0.7971 | 1.6448  | -0.7971 |         |         |         |         | 1.808        |
|         |         |         | -0.7971 | 1.6131  | -0.7654 |         |         |         | 22.816       |
|         |         |         |         | -0.7654 | 1.5780  | -0.7620 |         |         | 9.143        |
|         |         |         |         |         | -0.7620 | 1.5746  | -0.7620 |         | 9.474        |
|         |         |         |         |         |         | -0.7620 | 1.3851  | -0.5221 | 10.520       |



TABLO 9.7

PERDE VE ÇERÇEVE KESME KUVVETLERİ

| KAT NO | $X_i$<br>(tm) | TOPLAM KESME KUVVETİ<br>$T_{oi}$<br>(t) | YAY MOMENTİ<br>$M_{Ri}$<br>(tm) | $\Sigma k_i$<br>(m <sup>3</sup> ) | KIRIŞ MOMENTİ<br>$M_{ki}$<br>(tm) | PERDE KESME KUVVETİ<br>$Q_{pi}$<br>(t) | ÇERÇEVE KESME KUVVETİ<br>$Q_{di} = T_{oi} - Q_{pi}$<br>(t) | PERDE KESME KUVVETİ<br>% | ÇERÇEVE KESME KUVVETİ<br>% |
|--------|---------------|-----------------------------------------|---------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|----------------------------------------|------------------------------------------------------------|--------------------------|----------------------------|
| 10     | 118.10        | 18.6                                    | 173.90                          | 0.68668                           | 147.17                            | 9.69                                   | 8.91                                                       | 52                       | 48                         |
| 9      | 190.45        | 36.3                                    | 181.25                          | 0.69280                           | 153.60                            | 27.08                                  | 9.22                                                       | 75                       | 25                         |
| 8      | 222.53        | 53.1                                    | 191.38                          | "                                 | 162.19                            | 43.37                                  | 9.73                                                       | 82                       | 18                         |
| 7      | 219.40        | 69.0                                    | 203.87                          | "                                 | 172.77                            | 58.63                                  | 10.37                                                      | 85                       | 15                         |
| 6      | 214.67        | 84.0                                    | 247.27                          | 0.70012                           | 186.05                            | 63.59                                  | 20.41                                                      | 76                       | 24                         |
| 5      | 185.47        | 98.1                                    | 265.10                          | 0.70648                           | 199.95                            | 76.38                                  | 21.72                                                      | 78                       | 22                         |
| 4      | 132.44        | 111.3                                   | 280.87                          | "                                 | 211.80                            | 88.28                                  | 23.02                                                      | 79                       | 21                         |
| 3      | 56.71         | 123.6                                   | 295.07                          | "                                 | 222.51                            | 99.41                                  | 24.19                                                      | 80                       | 20                         |
| 2      | 1.87          | 135.0                                   | 350.16                          | 0.71540                           | 234.07                            | 96.30                                  | 38.7                                                       | 71                       | 29                         |
| 11     | -7093         | 145.5                                   | 363.70                          | 0.72272                           | 243.94                            | 105.58                                 | 39.92                                                      | 73                       | 27                         |
| 10     | -164.50       | 155.1                                   | 371.73                          | "                                 | 249.33                            | 114.30                                 | 40.80                                                      | 74                       | 26                         |
| 9      | -269.15       | 163.8                                   | 386.75                          | "                                 | 251.83                            | 118.83                                 | 44.97                                                      | 73                       | 27                         |
| 8      | -350.72       | 171.6                                   | 433.23                          | 0.73148                           | 254.03                            | 111.87                                 | 59.73                                                      | 65                       | 35                         |
| 7      | -456.53       | 178.5                                   | 429.69                          | 0.73840                           | 252.92                            | 119.58                                 | 58.92                                                      | 67                       | 33                         |
| 6      | -592.33       | 184.5                                   | 417.70                          | "                                 | 245.86                            | 127.22                                 | 57.28                                                      | 69                       | 31                         |
| 5      | -763.44       | 189.6                                   | 397.69                          | "                                 | 234.08                            | 135.06                                 | 54.54                                                      | 71                       | 29                         |
| 4      | -962.30       | 193.8                                   | 382.54                          | 0.74596                           | 218.41                            | 139.09                                 | 54.71                                                      | 72                       | 28                         |
| 3      | -1213.91      | 197.1                                   | 339.69                          | 0.75180                           | 194.59                            | 148.73                                 | 48.37                                                      | 75                       | 25                         |
| 2      | -1533.77      | 199.5                                   | 278.64                          | "                                 | 159.62                            | 159.83                                 | 39.67                                                      | 80                       | 20                         |
| 1      | -2277.54      | 201.0                                   | 261.23                          | 0.75028                           | 112.21                            | 171.20                                 | 29.80                                                      | 85                       | 15                         |

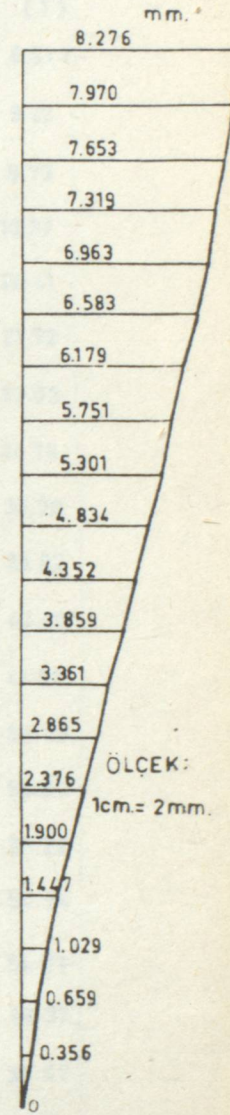


TABLO: 9.8  
BAĞ KIRIŞI MOMENTLERİNİN DAĞITIMI

| KAT<br>NO | TOPLAM<br>KIRIŞ<br>MOMENTİ<br>$M_{ki}$<br>(tm) | $\Sigma k_i$<br>(m <sup>3</sup> ) | 1 AKSI Perde-Perde     |                                 | 6 AKSI                 |                                 |
|-----------|------------------------------------------------|-----------------------------------|------------------------|---------------------------------|------------------------|---------------------------------|
|           |                                                |                                   | k<br>(m <sup>3</sup> ) | $Mk = \frac{M_{ki}}{k}$<br>(tm) | k<br>(m <sup>3</sup> ) | $Mk = \frac{M_{ki}}{k}$<br>(tm) |
| 20        | 147.17                                         | 0.686668                          | 0.1083                 | 23.211                          | 0.06337                | 13.582                          |
| 19        | 153.60                                         | 0.69280                           | "                      | 24.011                          | 0.06490                | 14.389                          |
| 18        | 162.19                                         | 0.69280                           | "                      | 25.354                          | "                      | 15.194                          |
| 17        | 172.77                                         | 0.69280                           | "                      | 27.006                          | "                      | 16.185                          |
| 16        | 186.05                                         | 0.70012                           | "                      | 28.780                          | 0.06673                | 17.733                          |
| 15        | 199.95                                         | 0.70648                           | "                      | 30.651                          | 0.06832                | 19.336                          |
| 14        | 211.80                                         | "                                 | "                      | 32.468                          | "                      | 20.482                          |
| 13        | 222.51                                         | "                                 | "                      | 34.110                          | "                      | 21.518                          |
| 12        | 234.07                                         | 0.71540                           | "                      | 35.434                          | 0.07055                | 23.083                          |
| 11        | 243.94                                         | 0.72272                           | "                      | 36.555                          | 0.07238                | 24.430                          |
| 10        | 249.33                                         | "                                 | "                      | 37.362                          | "                      | 24.970                          |
| 9         | 251.83                                         | 0.72272                           | "                      | 37.737                          | "                      | 25.221                          |
| 8         | 254.03                                         | 0.73148                           | "                      | 37.611                          | 0.07457                | 25.897                          |
| 7         | 252.92                                         | 0.73840                           | "                      | 37.096                          | 0.07630                | 26.135                          |
| 6         | 245.86                                         | "                                 | "                      | 36.060                          | "                      | 25.405                          |
| 5         | 234.08                                         | "                                 | "                      | 34.332                          | "                      | 24.188                          |
| 4         | 218.41                                         | 0.74596                           | "                      | 31.709                          | 0.07819                | 22.893                          |
| 3         | 194.59                                         | 0.75180                           | "                      | 28.032                          | 0.07965                | 20.616                          |
| 2         | 159.62                                         | "                                 | "                      | 22.994                          | "                      | 16.911                          |
| 1         | 112.21                                         | 0.75028                           | "                      | 16.197                          | 0.07927                | 11.855                          |

TABLO: 9.9  
YAPININ KAT DEPLASMANLARI VE GRAFİĞİ

| KAT<br>NO | $\Sigma T$<br>(t) | $\Sigma Di$<br>(dm <sup>4</sup> /m <sup>3</sup> ) | $\Sigma D = \Sigma DiE$<br>(t/m) | relatif<br>$\delta = \frac{\Sigma T}{\Sigma D}$<br>(mm) | toplam<br>d<br>(mm) |
|-----------|-------------------|---------------------------------------------------|----------------------------------|---------------------------------------------------------|---------------------|
| 1         | 2                 | 3                                                 | 4                                | 5                                                       | 6                   |
| 20        | 8.91              | 138.56                                            | 29.09x10 <sup>3</sup>            | 0.306                                                   | 8.276               |
| 19        | 9.22              | 138.56                                            | 29.09                            | 0.317                                                   | 7.970               |
| 18        | 9.73              | 138.56                                            | 29.09                            | 0.334                                                   | 7.653               |
| 17        | 10.37             | 138.56                                            | 29.09                            | 0.356                                                   | 7.319               |
| 16        | 20.41             | 256.00                                            | 53.76                            | 0.380                                                   | 6.963               |
| 15        | 21.72             | 256.00                                            | 53.76                            | 0.404                                                   | 6.583               |
| 14        | 23.02             | 256.00                                            | 53.76                            | 0.428                                                   | 6.179               |
| 13        | 24.19             | 256.00                                            | 53.76                            | 0.450                                                   | 5.751               |
| 12        | 36.70             | 394.24                                            | 82.79                            | 0.467                                                   | 5.301               |
| 11        | 39.92             | 394.24                                            | 82.79                            | 0.482                                                   | 4.834               |
| 10        | 40.80             | 394.24                                            | 82.79                            | 0.493                                                   | 4.352               |
| 9         | 44.97             | 430.24                                            | 90.35                            | 0.498                                                   | 3.859               |
| 8         | 59.73             | 573.48                                            | 120.43                           | 0.496                                                   | 3.361               |
| 7         | 58.92             | 573.48                                            | 120.43                           | 0.489                                                   | 2.865               |
| 6         | 57.28             | 573.48                                            | 120.43                           | 0.476                                                   | 2.376               |
| 5         | 54.54             | 573.48                                            | 120.43                           | 0.453                                                   | 1.900               |
| 4         | 54.71             | 622.88                                            | 130.80                           | 0.418                                                   | 1.447               |
| 3         | 48.37             | 622.88                                            | 130.80                           | 0.370                                                   | 1.029               |
| 2         | 39.67             | 622.88                                            | 130.80                           | 0.303                                                   | 0.659               |
| 1         | 29.80             | 398.56                                            | 83.70                            | 0.356                                                   | 0.356               |

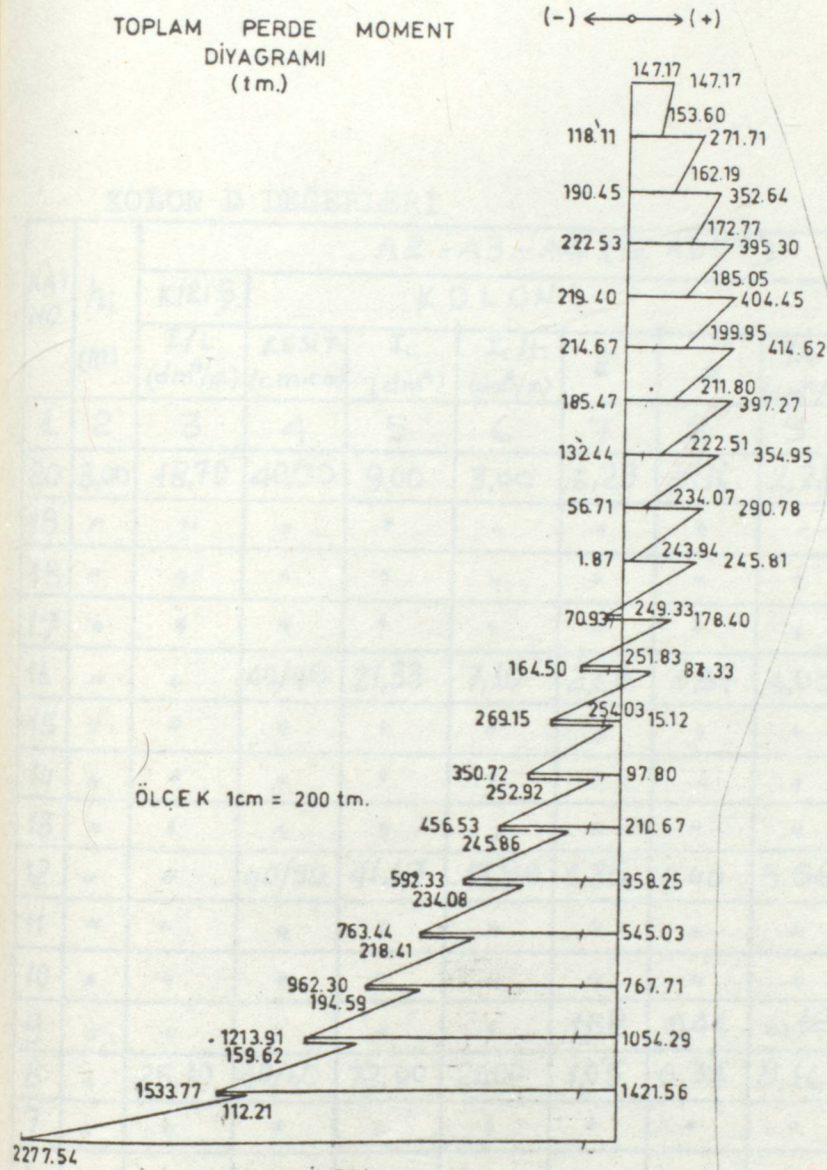




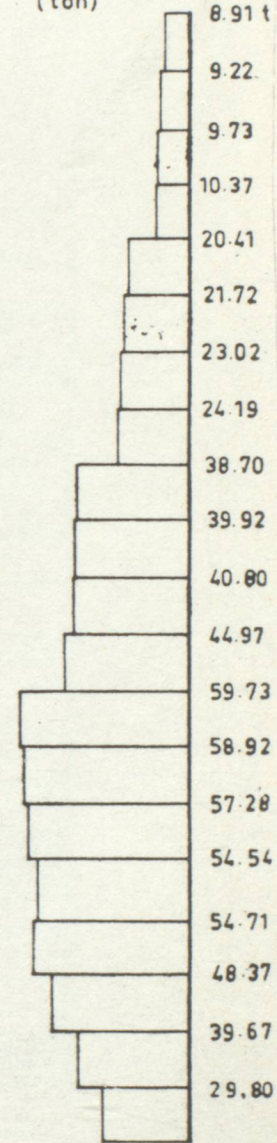
## 9. Örnek 2

Plan ve kesiti örnek bir yapı veriliyor. Bu yapıya bir yük uygulanıyor. Bu yükün etkisi altında [9.2]'den faydalanılıyor.

Bu örnekte kiriş rijitlikleri örnek 1'den aynı şekilde hesaplanıyor.



ŞEKİL 5.3.b

ÇERÇEVELERDE (T)  
(ton)

ŞEKİL 5.3c



## 9. Örnek 2

Plan ve kesiti örnek birde verilen sistemin başka bir yöntemle hesabı. Bu yöntemin hesabında [9.2]'den faydalanılmıştır.

Bu örnekte kiriş rijitlikleri örnek 1'den alındı, yeniden hesaplandı.

KOLON D DEĞERLERİ

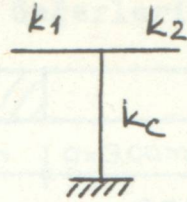
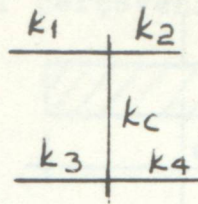
| KAT NO | $h_i$<br>(m) | A2 - A3 - A4 (12 ADET) |                            |                     |                         |           |          |                       |
|--------|--------------|------------------------|----------------------------|---------------------|-------------------------|-----------|----------|-----------------------|
|        |              | KIRIŞ                  | KOLON                      |                     |                         |           |          |                       |
|        |              | $I/L$<br>( $dm^4/m$ )  | KESİT<br>( $cm \cdot cm$ ) | $I_c$<br>( $dm^4$ ) | $I_c/h$<br>( $dm^4/m$ ) | $\bar{k}$ | $\alpha$ | $D_i$<br>( $dm^4/m$ ) |
| 1      | 2            | 3                      | 4                          | 5                   | 6                       | 7         | 8        | 9                     |
| 20     | 3,00         | 18,70                  | 40/30                      | 9,00                | 3,00                    | 6,23      | 0,76     | 2,28                  |
| 19     | "            | "                      | "                          | "                   | "                       | "         | "        | "                     |
| 18     | "            | "                      | "                          | "                   | "                       | "         | "        | "                     |
| 17     | "            | "                      | "                          | "                   | "                       | "         | "        | "                     |
| 16     | "            | "                      | 40/40                      | 21,33               | 7,10                    | 2,63      | 0,57     | 4,05                  |
| 15     | "            | "                      | "                          | "                   | "                       | "         | "        | "                     |
| 14     | "            | "                      | "                          | "                   | "                       | "         | "        | "                     |
| 13     | "            | "                      | "                          | "                   | "                       | "         | "        | "                     |
| 12     | "            | "                      | 40/50                      | 41,67               | 13,90                   | 1,35      | 0,40     | 5,56                  |
| 11     | "            | "                      | "                          | "                   | "                       | "         | "        | "                     |
| 10     | "            | "                      | "                          | "                   | "                       | "         | "        | "                     |
| 9      | "            | "                      | "                          | "                   | "                       | 1,58      | 0,44     | 6,12                  |
| 8      | "            | 25,10                  | 40/60                      | 72,00               | 24,00                   | 1,05      | 0,34     | 8,16                  |
| 7      | "            | "                      | "                          | "                   | "                       | "         | "        | "                     |
| 6      | "            | "                      | "                          | "                   | "                       | "         | "        | "                     |
| 5      | "            | "                      | "                          | "                   | "                       | "         | "        | "                     |
| 4      | "            | "                      | 40/70                      | 114,33              | 38,10                   | 0,66      | 0,25     | 9,53                  |
| 3      | "            | "                      | "                          | "                   | "                       | "         | "        | "                     |
| 2      | "            | "                      | "                          | "                   | "                       | "         | "        | "                     |
| 1      | 5,00         | "                      | 40/80                      | 170,67              | 34,10                   | 0,74      | 0,45     | 15,345                |



## KOLON D DEĞERLERİ

| KAT NO | h <sub>i</sub><br>(m) | B2 - B3 - B4 (12 ADET)      |                             |                  |                                   |                                         |      |       |                                        |
|--------|-----------------------|-----------------------------|-----------------------------|------------------|-----------------------------------|-----------------------------------------|------|-------|----------------------------------------|
|        |                       | KIRIŞ                       |                             | KOLON            |                                   |                                         |      |       |                                        |
|        |                       | I/L<br>(dm <sup>4</sup> /m) | I/L<br>(dm <sup>4</sup> /m) | KESİT<br>(cm-cm) | I <sub>c</sub><br>dm <sup>4</sup> | I <sub>c</sub> /h<br>dm <sup>4</sup> /m | E    | α     | D <sub>i</sub><br>(dm <sup>4</sup> /m) |
|        | 2                     | 3                           | 4                           | 5                | 6                                 | 7                                       | 8    | 9     | 10                                     |
| 20     | 3,00                  | 18,70                       | 29,9                        | 40/40            | 21,33                             | 7,10                                    | 6,85 | 0,77  | 5,467                                  |
| 19     | "                     | "                           | "                           | "                | "                                 | "                                       | "    | "     | "                                      |
| 18     | "                     | "                           | "                           | "                | "                                 | "                                       | "    | "     | "                                      |
| 17     | "                     | "                           | "                           | "                | "                                 | "                                       | "    | "     | "                                      |
| 16     | "                     | "                           | "                           | 50/50            | 52,08                             | 17,40                                   | 2,79 | 0,58  | 10,09                                  |
| 15     | "                     | "                           | "                           | "                | "                                 | "                                       | "    | "     | "                                      |
| 14     | "                     | "                           | "                           | "                | "                                 | "                                       | "    | "     | "                                      |
| 13     | "                     | "                           | "                           | "                | "                                 | "                                       | "    | "     | "                                      |
| 12     | "                     | "                           | "                           | 50/70            | 142,92                            | 47,60                                   | 1,02 | 0,34  | 16,184                                 |
| 11     | "                     | "                           | "                           | "                | "                                 | "                                       | "    | "     | "                                      |
| 10     | "                     | "                           | "                           | "                | "                                 | "                                       | "    | "     | "                                      |
| 9      | "                     | "                           | "                           | "                | "                                 | "                                       | "    | "     | "                                      |
| 8      | "                     | 25,10                       | 40,00                       | 60/80            | 256,0                             | 85,30                                   | 0,76 | 0,28  | 23,884                                 |
| 7      | "                     | "                           | "                           | "                | "                                 | "                                       | "    | "     | "                                      |
| 6      | "                     | "                           | "                           | "                | "                                 | "                                       | "    | "     | "                                      |
| 5      | "                     | "                           | "                           | "                | "                                 | "                                       | "    | "     | "                                      |
| 4      | "                     | "                           | "                           | 70/80            | 298,67                            | 99,60                                   | 0,65 | 0,25  | 24,90                                  |
| 3      | "                     | "                           | "                           | "                | "                                 | "                                       | "    | "     | "                                      |
| 2      | "                     | "                           | "                           | "                | "                                 | "                                       | "    | "     | "                                      |
| 1      | 5,00                  | "                           | "                           | 70/90            | 425,25                            | 85,00                                   | 0,77 | 0,458 | 38,93                                  |





$$\bar{k} = \frac{k_1 + k_2 + k_3 + k_4}{2 \cdot k_c}$$

$$\bar{k} = \frac{k_1 + k_2}{k_c}$$

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

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

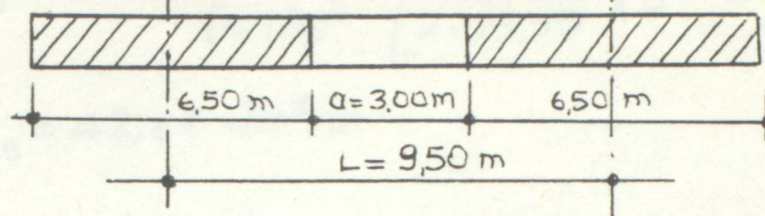
$$D = a \cdot k_c$$

KOLON D DEĞERLERİ

| KAT NO | h <sub>i</sub> | A6(4 ADET)                |                               |                                      |                                         |       |       |                                        | ΣD <sub>i</sub><br>(dm <sup>4</sup> /m) |
|--------|----------------|---------------------------|-------------------------------|--------------------------------------|-----------------------------------------|-------|-------|----------------------------------------|-----------------------------------------|
|        |                | KİRİŞ                     | KOLON                         |                                      |                                         |       |       |                                        |                                         |
|        |                | I/L<br>dm <sup>4</sup> /m | KESİT<br>(cm <sup>2</sup> cm) | I <sub>c</sub><br>(dm <sup>4</sup> ) | I <sub>c</sub> /h<br>(dm <sup>3</sup> ) | k     | α     | D <sub>i</sub><br>(dm <sup>4</sup> /m) |                                         |
| 1      | 2              | 3                         | 4                             | 5                                    | 6                                       | 7     | 8     | 9                                      |                                         |
| 20     | 3,00           | 23,45                     | 40/30                         | 9,00                                 | 3,00                                    | 7,82  | 0,796 | 2,39                                   | 102,56                                  |
| 19     | "              | "                         | "                             | "                                    | "                                       | "     | "     | "                                      | "                                       |
| 18     | "              | "                         | "                             | "                                    | "                                       | "     | "     | "                                      | "                                       |
| 17     | "              | "                         | "                             | "                                    | "                                       | "     | "     | "                                      | "                                       |
| 16     | "              | "                         | 40/40                         | 21,33                                | 7,10                                    | 3,303 | 0,623 | 4,423                                  | 187,37                                  |
| 15     | "              | "                         | "                             | "                                    | "                                       | "     | "     | "                                      | "                                       |
| 14     | "              | "                         | "                             | "                                    | "                                       | "     | "     | "                                      | "                                       |
| 13     | "              | "                         | "                             | "                                    | "                                       | "     | "     | "                                      | "                                       |
| 12     | "              | "                         | 40/50                         | 41,67                                | 13,90                                   | 1,687 | 0,458 | 6,37                                   | 284,20                                  |
| 11     | "              | "                         | "                             | "                                    | "                                       | "     | "     | "                                      | "                                       |
| 10     | "              | "                         | "                             | "                                    | "                                       | "     | "     | "                                      | "                                       |
| 9      | "              | "                         | "                             | "                                    | "                                       | "     | "     | "                                      | "                                       |
| 8      | "              | "                         | 40/60                         | 72,00                                | 24,00                                   | 0,977 | 0,328 | 7,87                                   | 415,96                                  |
| 7      | "              | "                         | "                             | "                                    | "                                       | "     | "     | "                                      | "                                       |
| 6      | "              | "                         | "                             | "                                    | "                                       | "     | "     | "                                      | "                                       |
| 5      | "              | "                         | "                             | "                                    | "                                       | "     | "     | "                                      | "                                       |
| 4      | "              | "                         | 40/70                         | 114,33                               | 38,10                                   | 0,615 | 0,235 | 8,95                                   | 448,96                                  |
| 3      | "              | "                         | "                             | "                                    | "                                       | "     | "     | "                                      | "                                       |
| 2      | "              | "                         | "                             | "                                    | "                                       | "     | "     | "                                      | "                                       |
| 1      | 5,00           | "                         | 40/80                         | 170,67                               | 34,10                                   | 0,688 | 0,442 | 15,07                                  | 713,62                                  |



1 AKSI



$$c = \frac{a}{L} = \frac{3,00}{9,50} = 0,316 \quad K_b = \frac{I}{L} = \frac{54}{9,50} = 5,68 \text{ dm}^4/\text{m}$$

Üst kat:

$$D_{if} = 0,75 \cdot \frac{K_b}{c^3} = 0,75 \cdot \frac{5,68}{(0,316)^3} = 135,00 \text{ dm}^4/\text{m}$$

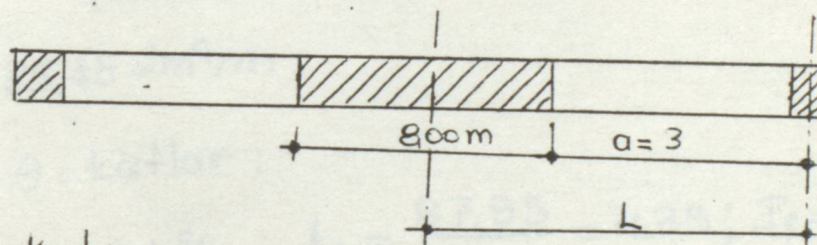
Ara katlar:

$$D_{if} = 0,50 \cdot \frac{K_b}{c^3} = 0,50 \cdot \frac{5,68}{(0,316)^3} = 90,00 \text{ dm}^4/\text{m}$$

Alt kat:

$$D_{if} = \frac{K_b}{c^3} = \frac{5,68}{(0,316)^3} = 180,00 \text{ dm}^4/\text{m}$$

6 AKSI



20. kat:

$$c = \frac{a}{L} = \frac{3,85}{7,85} = 0,49 \quad K_b = \frac{I}{L} = \frac{87,95}{7,85} = 11,204 \text{ dm}^4/\text{m}$$

$$I_f = \frac{I}{c^2} = \frac{87,95}{(0,49)^2} = 366,31 \quad k_f = \frac{366,31}{7,85} = 46,66$$

$$K = \frac{46,66}{3,0} = 15,55 > 3/2$$

$$D_{f20} = 0,375 \cdot \frac{K_b}{c^3} \left[ \frac{3}{2K} (3 - 2 \cdot c) + 1 \right]$$



$$D_{f20} = 0,375 \cdot \frac{11,204}{(0,49)^3} \cdot \left[ \frac{3}{2 \cdot 15,55} (3 - 2 \cdot 0,49) + 1 \right] \quad 220$$

$$D_{f20} = 42,67 \text{ dm}^4/\text{m}$$

19-18-17. katlar :

$$D_{fi} = 0,25 \cdot \frac{k_b}{c^3} \cdot \left[ \frac{3}{2 \cdot k} (3 - 2 \cdot c) + 1 \right]$$

$$D_f = 0,25 \cdot \frac{11,204}{(0,49)^3} \left[ \frac{3}{2 \cdot 15,55} (3 - 2 \cdot 0,49) + 1 \right] = 28,45 \text{ dm}^4/\text{m}$$

16-15-14-13. katlar :

$$\begin{aligned} a &= 3,80 \\ L &= 7,80 \end{aligned} \quad c = \frac{3,80}{7,80} = 0,487 \quad k_b = \frac{87,95}{7,80} = 11,276; \quad I_f = \frac{87,95}{(0,487)^2} =$$

$$I_f = 370,83$$

$$k_f = \frac{370,83}{7,80} = 47,54$$

$$k = \frac{47,54}{7,10} = 6,695 > 3/2$$

$$D_f = 0,25 \cdot \frac{11,276}{(0,487)^3} \cdot \left[ \frac{3}{2 \cdot 6,695} (3 - 2 \cdot 0,487) + 1 \right]$$

$$D_f = 35,48 \text{ dm}^4/\text{m}$$

12-11-10-9. katlar :

$$\begin{aligned} a &= 3,75 \\ L &= 7,75 \end{aligned} \quad c = \frac{0,484}{7,75} \quad k_b = \frac{87,95}{7,75} = 11,35; \quad I_f = \frac{87,95}{(0,484)^2} = 375,44$$

$$k_f = \frac{375,44}{7,75} = 48,44, \quad k = \frac{48,44}{13,90} = 3,485 > 3/2$$

$$D_f = 0,25 \cdot \frac{11,35}{(0,484)^3} \cdot \left[ \frac{3}{2 \cdot 3,485} (3 - 2 \cdot 0,484) + 1 \right]$$

$$D_f = 46,91 \text{ dm}^4/\text{m}.$$



8-7-6-5. katlar:

$$a = 3,70 \text{ m}$$

$$L = 7,70 \text{ m}$$

$$c = 0,481$$

$$k_b = \frac{87,95}{7,70} = 11,35; I_f = \frac{87,95}{(0,481)^2} = 380,14$$

$$k_f = \frac{380,14}{7,70} = 49,37$$

$$\bar{k} = \frac{49,37}{24,0} = 2,06 > 3/2$$

$$D_f = 0,25 \cdot \frac{11,35}{(0,481)^3} \cdot \left[ \frac{3}{2 \cdot 2,06} (3 - 2 \cdot 0,481) + 1 \right] = 63,34 \text{ dm}^4/\text{m}$$

4-3-2. katlar:

$$a = 3,65 \text{ m}$$

$$L = 7,65 \text{ m}$$

$$c = 0,477$$

$$k_b = \frac{87,95}{7,65} = 11,497; I_f = \frac{87,95}{(0,477)^2}$$

$$I_f = 386,54 \text{ dm}^4/\text{m}$$

$$k_f = \frac{386,54}{7,65} = 50,53; \bar{k} = \frac{50,53}{38,1}$$

$$\bar{k} = 1,326 < 3/2$$

$$D_f = 0,5 \cdot \frac{k_b}{c^3} = 0,5 \cdot \frac{11,497}{(0,477)^3} = 52,97 \text{ dm}^4/\text{m}$$

1. kat:

$$a = 3,60 \text{ m}$$

$$L = 7,60 \text{ m}$$

$$c = 0,474$$

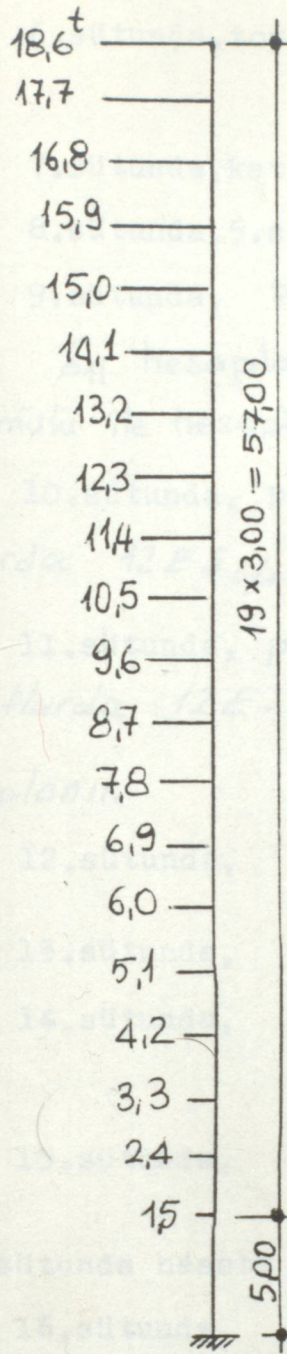
$$k_b = \frac{87,95}{7,60} = 11,57; I_f = \frac{87,95}{(0,474)^2}$$

$$I_f = 391,45 \text{ dm}^4/\text{m}$$

$$k_f = \frac{391,45}{7,60} = 51,51, \bar{k} = \frac{51,51}{34,1} = 1,51 > 3/2$$

$$D_f = 0,50 \cdot \frac{11,57}{(0,474)^3} \cdot \left[ \frac{3}{2 \cdot 1,51} (3 - 2 \cdot 0,474) + 1 \right] = 165,05 \text{ dm}^4/\text{m}$$





| KAT NO | $\Sigma D_i$       | $\Sigma D_{fi}$    | $\Sigma D_i + \Sigma D_{fi}$ |
|--------|--------------------|--------------------|------------------------------|
| —      | dm <sup>4</sup> /m | dm <sup>4</sup> /m | dm <sup>4</sup> /m           |
| 1      | 2                  | 3                  | 4                            |
| 20     | 102,56             | 710,00             | 812,56                       |
| 19     | "                  | 473,80             | 576,36                       |
| 18     | "                  | "                  | "                            |
| 17     | "                  | "                  | "                            |
| 16     | 187,37             | 501,92             | 689,29                       |
| 15     | "                  | "                  | "                            |
| 14     | "                  | "                  | "                            |
| 13     | "                  | "                  | "                            |
| 12     | 284,20             | 547,64             | 831,84                       |
| 11     | "                  | "                  | "                            |
| 10     | "                  | "                  | "                            |
| 9      | "                  | "                  | "                            |
| 8      | 415,96             | 613,36             | 1029,32                      |
| 7      | "                  | "                  | "                            |
| 6      | "                  | "                  | "                            |
| 5      | "                  | "                  | "                            |
| 4      | 448,96             | 571,88             | 1020,84                      |
| 3      | "                  | "                  | "                            |
| 2      | "                  | "                  | "                            |
| 1      | 713,62             | 1380,2             | 2093,82                      |

Toplam perde momentlerinin ve perde ve çerçeve kesme kuvvetlerinin bulunmasındaki tablo hakkında açıklama:

1.sütunda kat numaraları; 2.sütunda, kat yükseklikleri

3.sütunda, katlara etkiyen yatay kuvvetler( $F_{i+1}$ )

4.sütunda, kat kesme kuvvetleri( $T_i$ ).

5.sütunda, toplam çerçevenin toplam D değeri( $\Sigma D_i + \Sigma D_{fi}$ ) önce bu D değeri



ri 10000'e bölünür, sonra  $1/x'$ 'i alınır.

6.sütunda, toplam perde atalat momenti kat yüksekliğine bölünür.

Bulunan bu değerin  $1/x'$ 'i alınır.

7.sütunda, kat kesme kuvveti ( $T_i$ ) kat yüksekliği ve  $1/D$  çarpılır.

8.sütunda, 5.sütun ve 4 ile çarpılan 6.sütun toplanır.

9.sütunda, Perde tabanında  $12 E \delta_{11} = 4/R_1 + 1/D_1$  formülü ile  $\delta_{11}$  hesaplanır. Diğer katlarda  $12 E \delta_{11} = \frac{4}{R_i} + \frac{4}{R_{i-1}} + \frac{1}{D_i} + \frac{1}{D_{i-1}}$  formülü ile hesaplanır.

10.sütunda, perde tabanında  $12 E \delta_{12} = \frac{2}{R_1} - \frac{1}{D_1}$  ve üst katlarda  $12 E \delta_{i,i+1} = 2/R_i - 1/D_i$  formülleri ile  $B$  hesaplanır.

11.sütunda, perde tabanında  $12 E \cdot \delta_{10} = (T_1/D_1) \cdot h_1$  ve üst katlarda  $12 E \cdot \delta_{i0} = \frac{T_i}{D_i} \cdot h_i - \frac{T_{i-1}}{D_{i-1}} \cdot h_{i-1}$  formülleri ile  $C$  hesaplanır.

12.sütunda,  $u_1 = \sqrt{a_1} \dots u_2 = \sqrt{a_2 - v_1^2} \dots u_i = \sqrt{a_i - v_{i-1}^2}$

13.sütunda,  $v_1 = b_1/u_1 \dots v_2 = b_2/u_2 \dots v_i = b_i/u_i$

14.sütunda,  $y_1 = c_1/u_1 \dots y_2 = (c_2 - v_1 \cdot y_1)/u_2 \dots y_n = (c_n - v_{n-1} \cdot y_{n-1})/u_n$

15.sütunda,  $x_{n-1} = \frac{(y_{n-1} - v_{n-1} \cdot x_n)}{u_{n-1}} \dots x_n = y_n/u_n$

bu sütunda hesaba üstten başlanır, aşağı doğru devam eder.

16.sütunda,  $T_{p,i} = \frac{x_{i+1} - x_i}{h_i}$

17.sütunda,  $T_{qi} = T_i + \frac{x_i - x_{i+1}}{h_i}$

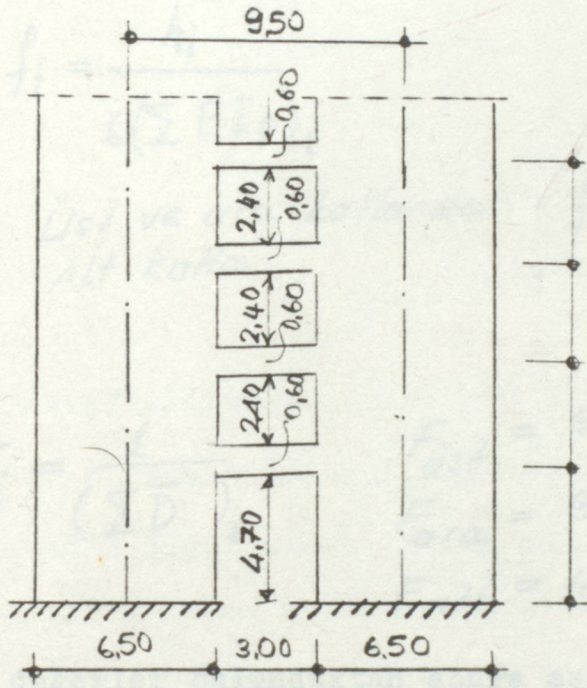


| KAT NO | $h_i$ | $F_{i+1}$ | $T_i$ | $\frac{1}{D_i}$ | $\frac{1}{R_i}$ | $\frac{h_i}{D_i} \cdot T_i$ | $\frac{1}{D_i} + \frac{F_i}{R_i}$ | $A = \delta_{ii}$ | $B = \delta_{i,i+1}$ | $C = -\delta_{i0}$ | $u_i$      | $V_i$      | $Y_i$          | $X_i$    | $T_{Pi}$ | $T_{Ci}$ |
|--------|-------|-----------|-------|-----------------|-----------------|-----------------------------|-----------------------------------|-------------------|----------------------|--------------------|------------|------------|----------------|----------|----------|----------|
| —      | m     | t         | t     | $m^{-3}$        | $m^{-3}$        | $\pm m^2$                   | $m^{-3}$                          | $m^{-3}$          | $m^{-3}$             | $\pm m^2$          | $m^{-3/2}$ | $m^{-3/2}$ | $\pm m^{-1/2}$ | $\pm m$  | t        | t        |
| 1      | 2     | 3         | 4     | 5               | 6               | 7                           | 8                                 | 9                 | 10                   | 11                 | 12         | 13         | 14             | 15       | 16       | 17       |
| 20     | 3.00  | 18.60     | 18.6  | 12.307          | 0.0506          | 686.73                      | 12.51                             | 30.06             | —                    | 1202.69            | 3.95       | —          | 785.99         | 198.98   | -66.33   | 84.93    |
| 19     | "     | 17.7      | 36.3  | 17.35           | "               | 1889.42                     | 17.55                             | 35.10             | -17.25               | 874.44             | 4.53       | -3.80      | 500.51         | 277.40   | -26.14   | 62.44    |
| 18     | "     | 16.8      | 53.1  | "               | "               | 2763.86                     | "                                 | "                 | "                    | 827.59             | "          | -3.81      | 365.59         | 314.01   | -12.20   | 65.3     |
| 17     | "     | 15.9      | 69.0  | "               | "               | 3594.45                     | "                                 | 32.26             | "                    | 65.07              | 4.52       | -3.81      | 217.46         | 312.80   | -0.40    | 69.4     |
| 16     | "     | 15.0      | 84.0  | 14.51           | "               | 3656.52                     | 14.71                             | 29.42             | -14.41               | 614.38             | 4.19       | -3.44      | 267.45         | 320.64   | 2.61     | 81.39    |
| 15     | "     | 14.1      | 98.1  | "               | "               | 4270.29                     | "                                 | "                 | "                    | 574.60             | "          | -3.44      | 147.17         | 298.37   | 7.42     | 90.68    |
| 14     | "     | 13.2      | 111.3 | "               | "               | 4844.89                     | "                                 | "                 | "                    | 535.42             | 4.18       | -3.45      | 12.18          | 249.18   | 16.40    | 94.9     |
| 13     | "     | 12.3      | 123.6 | "               | "               | 5380.31                     | 12.22                             | 26.93             | "                    | -512.21            | 4.16       | -3.46      | -140.03        | 173.58   | 25.2     | 98.4     |
| 12     | "     | 11.4      | 135.0 | 1202            | "               | 4868.1                      | "                                 | 24.44             | -11.92               | 378.63             | 3.85       | -3.09      | -22.76         | 133.41   | 13.39    | 121.61   |
| 11     | "     | 10.5      | 145.5 | "               | "               | 5246.73                     | "                                 | "                 | "                    | 346.18             | 3.84       | -3.10      | -150.40        | 68.53    | 21.63    | 123.87   |
| 10     | "     | 9.60      | 155.1 | "               | "               | 5592.91                     | "                                 | "                 | "                    | 313.72             | 3.83       | -3.11      | -297.01        | -21.90   | 30.14    | 124.96   |
| 9      | "     | 8.7       | 163.8 | "               | "               | 5906.63                     | "                                 | 22.14             | "                    | -902.77            | 3.82       | -3.12      | -465.15        | -139.65  | 39.25    | 124.55   |
| 8      | "     | 7.8       | 171.6 | 9.72            | "               | 5003.86                     | 9.92                              | 19.84             | -9.62                | 201.20             | 3.50       | -2.75      | -317.86        | -200.54  | 20.30    | 151.30   |
| 7      | "     | 6.90      | 178.5 | "               | "               | 5205.06                     | "                                 | "                 | "                    | 174.96             | 3.49       | -2.76      | -475.98        | -294.98  | 31.48    | 147.02   |
| 6      | "     | 6.00      | 184.5 | "               | "               | 5380.02                     | "                                 | "                 | "                    | 148.72             | 3.48       | -2.77      | -662.87        | -425.78  | 43.60    | 140.90   |
| 5      | "     | 5.10      | 189.6 | "               | "               | 5528.74                     | "                                 | 19.92             | "                    | 168.98             | 3.45       | -2.79      | -880.11        | -599.43  | 57.88    | 131.72   |
| 4      | "     | 4.20      | 193.8 | 9.80            | "               | 5697.72                     | 10.00                             | 20.0              | -9.70                | 97.02              | 3.43       | -2.83      | -1132.63       | -824.79  | 75.12    | 118.68   |
| 3      | "     | 3.30      | 197.1 | "               | "               | 5794.74                     | "                                 | 20.0              | "                    | 70.56              | 3.38       | -2.87      | -1387.43       | -1110.82 | 95.34    | 101.76   |
| 2      | "     | 2.40      | 199.5 | "               | "               | 5865.3                      | "                                 | 15.11             | "                    | -1071.45           | 3.31       | -2.93      | -1624.60       | -1474.12 | 121.10   | 78.40    |
| 1      | 5.00  | 1.50      | 201.0 | 4.77            | 0.0843          | 4793.85                     | 5.11                              | 5.11              | -4.60                | -4793.85           | 2.26       | -2.03      | -2121.17       | -2262.66 | 157.71   | 43.29    |

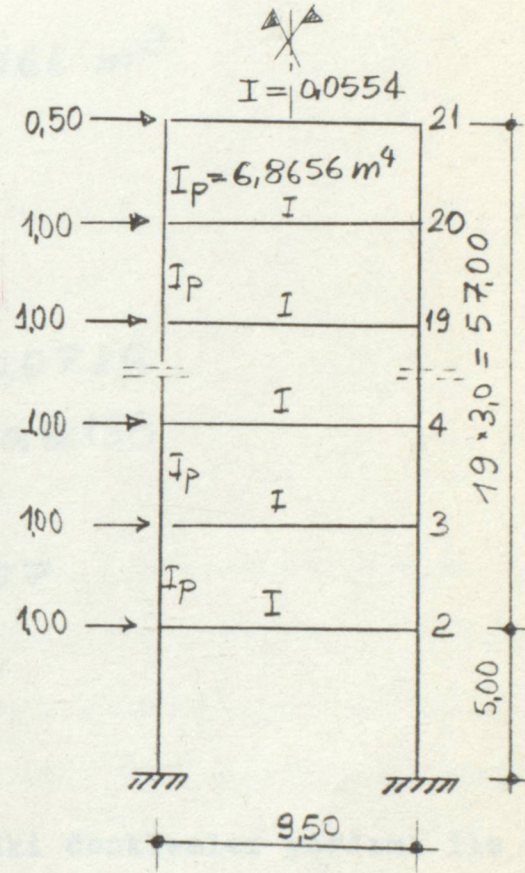


## 9.2. Örnek 3

Boyutları ve yükleri şekil 9.3 a ve b'de gösterilen 20 katlı ve 30 cm kalınlığındaki boşluklu perdenin hesabı. Bu örnek [9.3]'den alınmıştır. Şekil 9.3 'deki şemada gösterildiği gibi, sistem iki adet boşluksuz perde ile bunları birleştiren bağlantı kirişlerinden oluşmuş olarak düşünülebilir. Simetri özelliğinden yararlanılarak hesaplar sistemin yarısı için yapılacak ve  $E=1$  alınacaktır.



Şekil 9.3 (a)



Şekil 9.3 (b)

$$\lambda_A = \lambda_B = \frac{3,25}{9,50} ; \quad \gamma = \frac{3,00}{9,50} ; \quad I = 0,0554 \text{ m}^4$$

$$\lambda_A = 0,342$$

$$\gamma = 0,316$$

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

$$R_A = \frac{12 \cdot 1 \cdot 0,0554}{9,50} \cdot \frac{1}{(0,316)^3} \cdot \left( \frac{0,316}{2} + 0,342 \right) = 0,1083 \text{ m}^3$$



Üst katta

$$\bar{D}_{f,n} = R_{n+1} + \frac{1}{2} R_n ; \bar{D}_{f,20} = \frac{3}{2} \cdot 0,1083 = 0,16245 \text{ m}^3$$

Ara katlarda

$$\bar{D}_{f,i} = \frac{R_i + R_{i+1}}{2} = \frac{0,1083 + 0,1083}{2} = 0,1083 \text{ m}^3$$

Alt katta

$$\bar{D}_{f,1} = 2 R_2 = 2 \cdot 0,1083 = 0,2166 \text{ m}^3$$

$$f_i = \frac{h_i}{6(\sum EI_p)_i}$$

Üst ve ara katlarda :  $f_i = 0,0728$

Alt katta :  $f_i = 0,12138$

$$F_i = \frac{1}{(\sum \bar{D})_i}$$

$$F_{üst} = 6,1557$$

$$F_{ara} = 9,234$$

$$F_{alt} = 4,62$$

Bu değerler bulunduktan sonra aşağıdaki denklemler yardımı ile süreklilik denklemleri katsayıları hesaplanır. Üç köşegenli ve simetrik olan denklem takımının katsayıları tablo 1'de gösterilmiştir.

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

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

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

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



| i  | $\delta_{i,i}$ | $\delta_{i,i-1}$ | $\delta_{i,0}$ |
|----|----------------|------------------|----------------|
| 20 | 15,6806        | -9,1608          | 0,437          |
| 19 | 18,7585        | //               | 1,420          |
| 18 | "              | "                | 3,059          |
| 17 | "              | "                | 5,353          |
| 16 | "              | "                | 8,302          |
| 15 | "              | "                | 11,907         |
| 14 | "              | "                | 16,167         |
| 13 | "              | "                | 21,083         |
| 12 | "              | "                | 26,655         |
| 11 | "              | "                | 32,881         |
| 10 | "              | "                | 39,763         |
| 9  | "              | "                | 47,301         |
| 8  | "              | "                | 55,494         |
| 7  | "              | "                | 64,342         |
| 6  | "              | "                | 73,846         |
| 5  | "              | "                | 84,005         |
| 4  | "              | "                | 94,820         |
| 3  | "              | "                | 106,290        |
| 2  | 14,2388        | -4,4954          | 161,740        |
| 1  | 4,8596         | —                | 110,626        |

Tablo I

$\delta_{i,0}$  sabitlerinin hesaplarında tablo 2'nin 2.kolonunda görülen  $M_{i,0}$  konsol kiriş momentleri kullanılmıştır. Süreklilik denklemleri çözülerek bulunan X değeri tablo 2'nin 3.kolonunda görülmektedir. Perde ve bağlantı kirişlerine ait momentleri elde etmek için yapılan süperpozisyon tablo 2'de gösterilmiştir.

$M_i = M_{i,0} + X_i (i=1,2,3,\dots,n)$  formülüyle yani tablo 2'nin 2.ve 3. kolonlarının toplanması ile elde edilen perde eğilme momentleri 4.kolonda gösterilmiştir. Bağlantı kirişlerinin uç momentlerini bulmak için  $\Delta X = (X_{i+1} - X_i)$  yardımcı değeri ile 5.kolona yazılmış ve 6.kolondaki değerler elde edilmiştir. Bağ kirişi momentleri 5.kolondaki  $\Delta X$  değerlerinin ortalamaları olarak hesaplanmıştır. Yanlız üst kat için aşağıdaki formülleri kullanılmıştır.

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



$$M_{n,u} = \frac{\frac{1}{2} R_n}{\frac{1}{2} R_n + R_{n+1}} \cdot T_{f,n} \cdot h_n$$

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

$$(\theta_n = \theta_{n+1} \text{ kabul})$$

| KAT NO | M <sub>0</sub><br>(+m) | X<br>(+m) | M <sub>PERDE</sub><br>(+m) | ΔX<br>(+m) | M <sub>BK</sub><br>(+m) |
|--------|------------------------|-----------|----------------------------|------------|-------------------------|
| 1      | 2                      | 3         | 4                          | 5          | 6                       |
| 20     | 0                      | —         | 0                          | 8,59       | 5,73                    |
| 19     | 0,75                   | -8,59     | -7,84                      | 6,06       | 5,90                    |
| 18     | 3,00                   | -14,65    | -11,65                     | 6,60       | 6,33                    |
| 17     | 6,75                   | -21,25    | -14,50                     | 7,29       | 6,94                    |
| 16     | 12,00                  | -28,54    | -16,54                     | 8,06       | 7,68                    |
| 15     | 18,75                  | -36,60    | -17,85                     | 8,91       | 8,48                    |
| 14     | 27,00                  | -45,51    | -18,51                     | 9,77       | 9,34                    |
| 13     | 36,75                  | -55,28    | -18,53                     | 10,65      | 10,21                   |
| 12     | 48,00                  | -65,93    | -17,93                     | 11,49      | 11,07                   |
| 11     | 60,75                  | -77,42    | -16,67                     | 12,27      | 11,88                   |
| 10     | 75,00                  | -89,69    | -14,69                     | 12,96      | 12,62                   |
| 9      | 90,75                  | -102,65   | -11,90                     | 13,52      | 13,24                   |
| 8      | 108,00                 | -116,17   | -8,17                      | 13,89      | 13,70                   |
| 7      | 126,75                 | -130,06   | -3,31                      | 14,04      | 13,96                   |
| 6      | 147,00                 | -144,10   | 2,90                       | 13,99      | 13,96                   |
| 5      | 168,75                 | -157,99   | 10,76                      | 13,37      | 13,63                   |
| 4      | 192,00                 | -171,36   | 20,64                      | 12,36      | 12,86                   |
| 3      | 216,75                 | -183,72   | 33,03                      | 10,78      | 11,57                   |
| 2      | 243,00                 | -194,50   | 48,50                      | 8,46       | 19,62                   |
| 1      | 270,75                 | -202,96   | 67,79                      | 7,56       | 8,01                    |
| 1      | 320,33                 | -210,52   | 109,81                     | —          | —                       |

Tablo 2

Kesit hesabına esas olacak değerleri elde etmek için bu değerlerin 5.kolondaki ΔX değerleri yardımıyla düzeltilmesi gerekir. Örneğin 1.katın altındaki ve üstündeki düzeltilmiş eğilme momentleri değerleri

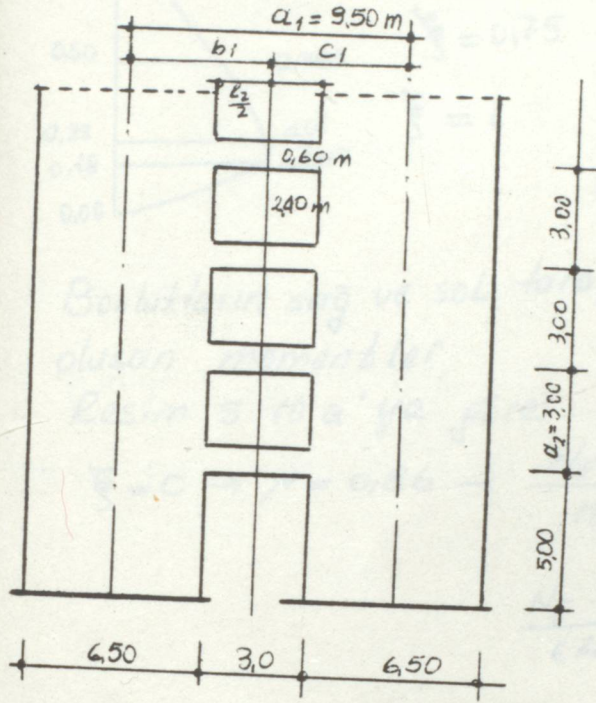
$$109,81 + \frac{1}{2} \cdot 7,56 = 113,59 +m$$

$$67,79 - \frac{1}{2} \cdot 7,56 = 64,01 +m \quad \text{dir.}$$



## Örnek 4

Plan ve kesiti örnek 1'de verilen sistemin başka bir yöntemle hesabı. Bu hesapta bölüm 5.1.2.1'de verilen diyagramlardan faydalanılmıştır.



$$I_p = 6,8656 \text{ m}^4 = I_{11} = I_{12}$$

$$I_2 = I_{\text{bağlı}} = 0,0554 \text{ m}^4$$

$$F_{11} = F_{12} = 1,95 \text{ m}^2$$

$$\Delta = \frac{c_1 \cdot I_{11} - b_1 \cdot I_{12}}{I_{11} + I_{12} + 12 \frac{L_2}{a_2} \frac{I_{11} \cdot I_{12}}{I_2}}$$

$$\hat{b}_1 = b_1 + \Delta$$

$$\hat{c}_1 = c_1 - \Delta$$

$$\Delta = \frac{4,75 \cdot 6,8656 - 4,75 \cdot 6,8656}{6,8656 + 6,8656 + 12 \cdot \frac{6,2}{3} \cdot \frac{6,8656 \cdot 6,8656}{0,0554}} = 0$$

$$\hat{b}_1 = b_1$$

$$\hat{c}_1 = c_1$$

$$\eta = 12 \left( \frac{\Delta}{L_2} \right)^2 + \frac{a_2}{L_2^3} \left( \hat{b}_1^2 \cdot \frac{I_2}{I_{11}} + \hat{c}_1^2 \cdot \frac{I_2}{I_{12}} \right)$$

$$\eta = 12 \left( \frac{0}{6,2} \right)^2 + \frac{3}{3^3} \left( 4,75^2 \cdot \frac{0,0554}{6,8656} + 4,75^2 \cdot \frac{0,0554}{6,8656} \right) = 0,0405$$

$$\alpha^2 = \frac{12 a_1^2 \cdot L_1^2}{a_2 \cdot L_2^3 (1 + \eta)} \cdot \frac{I_2}{(I_{11} + I_{12})} = \frac{12 \cdot 9,50^2 \cdot 6,2^2}{3 \cdot 3^3 (1 + 0,0405)} \cdot \frac{0,0554}{(6,8656 + 6,8656)} = 199,29$$

$$\gamma^2 = 1 + \frac{(I_{11} + I_{12})}{a_1^2} \left( \frac{1}{F_{11}} + \frac{1}{F_{12}} \right) = 1 + \frac{6,8656 + 6,8656}{9,50^2} \left( \frac{1}{1,95} + \frac{1}{1,95} \right) = 1,156$$

$$\alpha \gamma = 15,178$$

$$\alpha \gamma = 15,178 \quad \xi_{\text{max}} = 0,18 \quad \lambda_{\text{max}} = 0,767 \rightarrow \max Q_k = \frac{W \cdot L_1}{\gamma^2} \cdot \frac{a_2}{a_1} \cdot \lambda_{\text{max}}$$

$$W = 0,33 \text{ t/m}$$

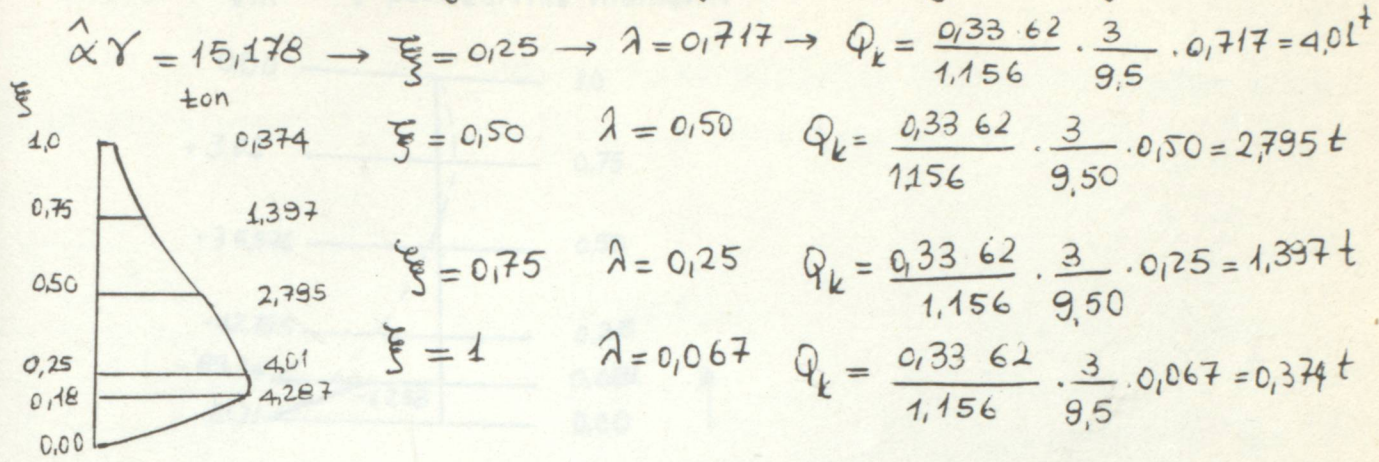
(resim 5.8a)

$$\max Q_k = \frac{0,33 \cdot 6,2}{1,156} \cdot \frac{3,00}{9,50} \cdot 0,767$$

$$\max Q_k = 4,287 \text{ t}$$



resim 5.9a'daki  $\lambda$  - değerleri ile aşağıdaki  $Q_k$  eğrisi ortaya çıkar.



Boşlukların sağ ve sol tarafındaki dolu perde kenarlarında oluşan momentler

Resim 5.10 a'ya göre

$$\xi = 0 \rightarrow \mu = 0,86 \rightarrow \frac{N_E \cdot \mu}{\pi_0} = \pm \frac{1}{\gamma^2} \cdot \mu$$

$$\frac{N_E \cdot 9,50}{634,26} = \pm \frac{1}{1,156} \cdot 0,86 \rightarrow N_E(0) = \pm 49,67^t$$

$$\frac{M_E}{\pi_0} = 1 - \frac{1}{\gamma^2} \cdot \mu$$

$$\frac{M_E}{634,26} = 1 - \frac{1}{1,156} \cdot 0,86 \rightarrow M_E(0) = -162,41 \text{ tm}$$

Momentler boşlukların sağ ve solundaki 1 ve 2 numaralı dolu gövdeli perde kısımlarına dağıtılırsa

$$M_{R1} = \frac{I_{11}}{I_{11} + I_{12}} \cdot M_E(0) = \frac{6,8656}{6,8656 + 6,8656} \cdot 162,41 = -81,205 \text{ tm}$$

$$M_{R1} = -81,205 \text{ tm}$$

$$M_{R2} = -81,205 \text{ tm}$$

$$\xi = 0,25 \rightarrow \mu = 1,00 \rightarrow N_E = \pm 57,75^t$$

$$M_E = -85,59 \text{ tm}, M_1 = -42,795 \text{ tm}$$

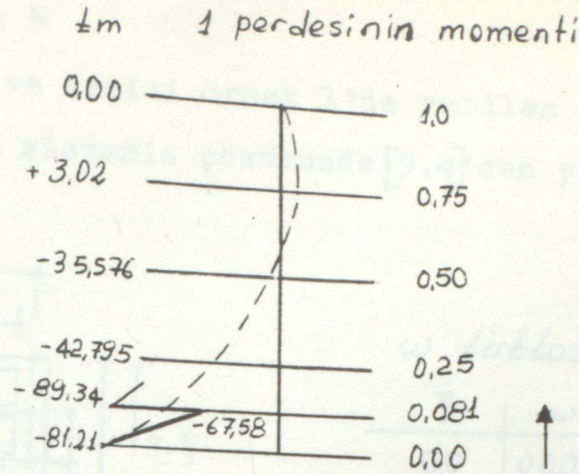
$$\xi = 0,50 \rightarrow \mu = 1,03 \rightarrow N_E = \pm 59,49^t$$

$$M_E = -69,13 \text{ tm}, M_1 = -34,565 \text{ tm}$$

$$\xi = 0,75 \rightarrow \mu = 1,167 \rightarrow N_E = \pm 67,40^t$$

$$M_E = +6,04 \text{ tm}, M_{R1} = 3,02 \text{ tm}$$





$x = 5.0$  m için eğilme momenti şu şekilde elde edilir

$$\xi = \frac{x}{L} = \frac{5.0}{62.00} = 0.081$$

resim 5.9a. dan  $\xi = 0.081 \rightarrow \lambda = 0.82 \rightarrow Q_k = \frac{W \cdot L_1}{\gamma^2} \cdot \frac{\alpha_2}{\alpha_1} \cdot \lambda$

$$Q_k = \frac{0.33 \cdot 62}{1.1562} \cdot \frac{300}{9.50} \cdot 0.82 = 4.58 \pm$$

resim 5.10a. dan  $\xi = 0.081 \rightarrow \mu = 0.87 \rightarrow N_E = 50.25 \pm$

$$M_E = 156.92 \pm m$$

$$M_{E1} = 78.46 \pm m$$

$$Q_k(0.081) = 4.58 \pm$$

$$M_{E1}(0.081) = -78.46 \pm m$$

$$M_{E1}(0.081+0) = -78.46 - 4.58 \cdot \frac{4.75}{2} = -89.34 \pm m$$

$$M_{E1}(0.081-0) = -78.46 + 4.58 \cdot \frac{4.75}{2} = -67.58 \pm m$$

Boşlukların sağ ve solundaki dolu perde kısımlarının en üst uç kısımlarında  $k=n$  için

$$M_{R1}(\xi=1) = Q_n \cdot b_1 = 2.44 \cdot 4.75 = 11.59 \pm m$$

Başlık ötelenmesi, resim 5.12'deki abak yardımı ile hesaplanır.

$$f_0(l_1) = \frac{w \cdot l_1^4}{8 \cdot E(I_{11} + I_{12})} = \frac{0.33 \cdot 62^4}{8 \cdot 10^6 (6.8656 + 6.8656)} = 0.0147 \text{ m} = 14.7 \text{ mm}$$

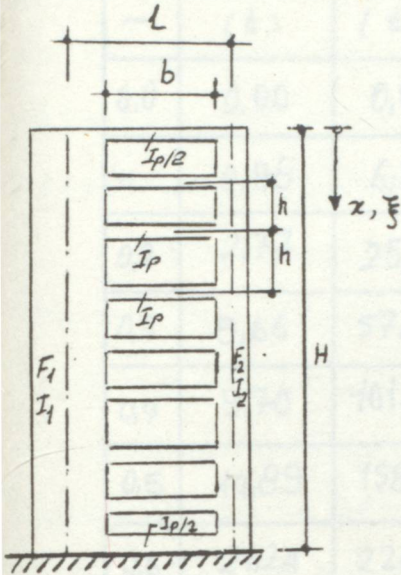
$$E = 3 \cdot 10^5 \text{ kg/cm}^2$$

$$f(l_1) = x \cdot f_0(l_1) = 14.7 \cdot 0.6 = 8.82 \text{ mm}$$



## Örnek 5

Plan ve kesiti örnek 1'de verilen sistemin Rosman yöntemine göre çözümü. Bu sistemin çözümünde [9.4]'den yararlanılmıştır.



w tablosu

| $\xi$ | $w$   |
|-------|-------|
| 0,0   | 0,000 |
| 0,1   | 0,010 |
| 0,2   | 0,040 |
| 0,3   | 0,090 |
| 0,4   | 0,160 |
| 0,5   | 0,250 |
| 0,6   | 0,360 |
| 0,7   | 0,490 |
| 0,8   | 0,640 |
| 0,9   | 0,810 |
| 1,0   | 1,000 |

$$\begin{aligned}
 H &= 62 \text{ m} & h &= 3,00 \text{ m} \\
 I &= 6,8656 \text{ m}^4 & F_1 &= 1,95 \text{ m}^2 \\
 I_p &= 0,0554 \text{ m}^4 & F_2 &= 1,95 \text{ m}^2 \\
 b &= 3,00 \text{ m} \\
 L &= 9,50 \text{ m} & w &= 0,33 \text{ t/m}
 \end{aligned}$$

$$\alpha H = \sqrt{\frac{l^2}{\sum I} + \frac{1}{F_1} + \frac{1}{F_2} \cdot \frac{12 I_p}{h b^3}} \cdot H = \sqrt{\left(\frac{9,50^2}{13,73} + \frac{1}{1,95} + \frac{1}{1,95}\right) \cdot \frac{12 \cdot 0,0554}{3 \cdot 3^3}} \cdot 62$$

$$\alpha H = 15,48 \rightarrow \alpha H = 15,50$$

$$\frac{\psi}{\alpha^2} = \frac{\frac{l}{\sum I}}{\frac{l^2}{\sum I} + \frac{1}{F_1} + \frac{1}{F_2}} = \frac{\frac{9,50}{13,73}}{\frac{9,5^2}{13,73} + \frac{1}{1,95} + \frac{1}{1,95}} = 0,091$$

$$M_H = w \cdot H \cdot \frac{H}{2} = 0,33 \cdot \frac{62^2}{2} = 634,26 \text{ tm}$$

$$Mb = w \cdot M_H ; T \equiv N = \eta \cdot \frac{\psi}{\alpha^2} \cdot M_H ; Q = \eta' \cdot \frac{\psi}{\alpha^2} \cdot h \cdot T_H$$

$$T_H = w \cdot H = 20,46 \text{ t} ; \bar{M} = \frac{1}{2} b \cdot Q$$



| $\xi$ | $T \equiv N$ | $u$    | $T.L$   | $M$     | $Q$    | $\bar{M}$ |
|-------|--------------|--------|---------|---------|--------|-----------|
| —     | (t)          | (tm)   | (tm)    | (tm)    | t      | (tm)      |
| 0,0   | 0,00         | 0,00   | 0,00    | 0,00    | 0,363  | 0,545     |
| 0,1   | 0,98         | 6,34   | 9,31    | -2,97   | 0,637  | 0,960     |
| 0,2   | 2,77         | 25,37  | 26,32   | -0,95   | 1,134  | 1,701     |
| 0,3   | 5,66         | 57,10  | 53,77   | 3,33    | 1, ... | 2,522     |
| 0,4   | 9,70         | 101,48 | 92,15   | 9,33    | 2,234  | 3,351     |
| 0,5   | 14,89        | 158,56 | 141,46  | 17,10   | 2,793  | 4,190     |
| 0,6   | 21,24        | 228,93 | 201,78  | 27,15   | 3,340  | 5,010     |
| 0,7   | 28,69        | 310,79 | 272,56  | 38,23   | 3,854  | 5,781     |
| 0,8   | 37,11        | 405,93 | 352,55  | 53,38   | 4,217  | 6,326     |
| 0,9   | 45,65        | 513,75 | 433,68  | 80,07   | 3,843  | 5,765     |
| 1,0   | 50,73        | 634,26 | 481,935 | 152,325 | 0,00   | 0,00      |

Not:Örnek 4 ve 5'te yapılan hesaplarda bağ kirişinin atalet momentinin bulunması ilgili literatürlerde açık olarak gösterilmemiştir. Bundan dolayı sonuçlar yanlış olmaktadır.Bu hata bağ kirişlerinden kaynaklanmaktadır.Dolayısıyla örnek 3'le yapmak istediğimiz karşılaştırma amacına ulaşmamıştır.



## 10.SONUÇLAR

Bu çalışmanın amacı, çerçevelerden oluşan tüb sistemler, çekirdek-tüb sistemler, boşluklu perdeler ve perdeli-çerçeve sistemlerinden meydana gelen betonarme yüksek yapılarda yatay yükler (deprem ve rüzgar) altında davranışı ile ilgili hususlar ve pratikteki uygulamaları hakkında bilgi vermektir. Son bölümde ise pratiğe yönelik uygulamalar yapılmıştır. Bu çalışmada aşağıdaki sonuçlara ulaşılmıştır.

1. Yüksek yapılarda döşemeler kullanım amacına göre seçilmelidir. Büyük açıklıklarda önerilmeli döşemeler kullanmak ekonomik olmaktadır. Kolonlar, askılar, dolu gövdeli perdeler kullanım amacına uygun olmalıdır. Kullanımı önem arz ediyorsa taşıyıcı sistem olarak askılar seçilmelidir. Çok büyük betonarme kolon kesitlerinden vazgeçilmeli, bunun yerine çelik kolonlar kullanılmalıdır. Dolu gövdeli perdeler kullanılması açıklıkları bir hayli artırmaktadır, fakat küçük deformasyonlar sonucu hasar görürler.

2. Taşıyıcı sistem, taşıyacağı yüklere uygun olarak seçilmelidir. Sistem stabil olmalıdır. Exantriklik sıfır veya sıfıra yakın olmalıdır.

3. Düşey yüklerden sabit yükler yapı ömrü boyunca değişmez, fakat hareketli yükler değişir.

4. Rüzgar yüklerinin hesaplanmasında meteoroloji istasyonlarının belirli sürelerde ölçtüğü rüzgar hızlarının ortalaması alınır. Bu süre 20 yıldır. Rüzgar kanalı deneylerinden yaklaşık sonuçlar alınabilir. Deprem ve rüzgar yükünden hangisi daha büyükse o alınır.

5. Isı değişimleri çok büyük farklar gösteriyorsa bunun yapı üzerindeki etkileri dikkatle izlenmeli ve gerekli tedbirler alınmalıdır.

6. Perdeler üst katlarda yatay yükleri almadığından kısmen veya tamamen kesilebilir.

7. Döşemelerin bağ kirişi olarak çalışabileceği kabul edilmiştir. Bununla ilgili hesaplar abaklar yardımı ile yapılabilir.



8.Binanın taşıyıcı elemanları planda simetrik olarak dağıtılmamışlarsa,bunların uzay sistem olarak çözülmeleri gerekecektir.Zira bu elemanlar yatay yükleme etkisi altında hem kaymaya hem de dönmeye maruz kalırlar.Böyle durumlar düzlemsel sistem olarak da çözülebilir.

9.Yapılarda kütle merkezi ile rijitlik merkezinin çakışması en idealidir.

10.Temellerin boyutlandırılmasında yapı sistemi gözönüne alınmalıdır.Küçük yüklerde tekil temeller yeterlidir.Fakat büyük yüklerde ,örneğin yüksek yapıların temellerini plak(radye) temel yapmak zorunludur.Temel üst yapı ile uyum içinde olmalıdır.Üst yapının kütle merkezi ile temelin kütle merkezinin çakışması en idealidir.Plak temellerde donatı ekleri için çeşitli tipler önerilmiştir.Kayma donatısı için yaklaşık bir formül verilmiştir.Temellerde yeraltı sularının atılması için çukurlar(delikler)yapılır ve tulumbalar kullanılır.

11.Derz bırakılırken yapının durumu gözönüne alınmalıdır.Bırakılacak derzler yönetmeliklerde belirtilmiştir.Temeller farklı zemine oturuyorsa derz bırakılır.

12.Uygulanmış örnekler yüksek yapı projelendirilmesine ışık tutabilecektir.

13.Son kısımdaki uygulamalarda pratik açısından önemlidir.Boşluklu perdeler ve perdeli çerçeve sistemlerde perdelerin önemi ortaya çıkmaktadır.Bu örnekler göstermektedirki,perdeli çerçeve sistemlerde yatay yüklerin büyük kısmını alt katlarda perdeler almaktadır.



## Literatur

- [1.1] ASCE-IABSE: Planning and Design of Tall Buildings. Proceedings of the International Conference on Planning and Design of Tall Buildings. Lehigh University, Bethlehem, Pennsylvania. New York: ASCE 1972.
  - [1.1.1]. Volume C. Introduction, Conference Record, Indexes.
  - [1.1.2]. Volume Ia. Tall Building Systems and Concepts.
  - [1.1.3]. Volume Ib. Tall Building Criteria and Loading.
  - [1.1.4]. Volume II. Structural Design of Tall Steel Buildings.
  - [1.1.5]. Volume III. Structural Design of Tall Concrete and Masonry Buildings.
- [1.2]. Coull, A. und B. Stafford Smith: Tall Buildings. The Proceedings of a Symposium on Tall Buildings with Particular Reference to Shear Wall Structures, Held in the Department of Civil Engineering, University of Southampton, April 1966. Oxford: Pergamon Press 1967.
- [1.3]. Hart, F., W. Henn und H. Sontag: Stalbauatlas Geschossbauten, München: Architektur und Baudetail 1974.
- [1.4]. Mann, W. und H. Müller: Bruchkriterien für querkraftbeanspruchtes Mauerwerk und ihre Anwendung auf gemauerte Windscheiben. Die Bautechnik 50(1973), S. 421-425.
- [1.5]. Beck, H., und R. Schack: Bauen mit Beton- und Stahlbetonfertigteilen. In: Beton-Kalender 1972, Teil II. Berlin: Wilhelm Ernst und Sohn; S. 159-256.
- [1.6]. ACI Committee 442: Response of Buildings to Lateral Forces. ACI Journal, Proceedings V. 68(1971), S. 81-106.
- [1.7]. Beck, H.: Ein Beitrag zur Berechnung regelmässig gegliederter Scheiben, Ingenieur-Archiv 26(1958), S. 343-357.
- [1.8]. Leonhardt, F.: Das Bewehren von Stahlbetontragwerken. In: Beton-Kalender 1971, Teil II. Berlin: Wilhelm Ernst und Sohn, S. 303-398



- [1.9] Franz, G.: Konstruktionslehre des Stahlbetons. Band 1, 2. Auflage 1966; Band 2, 1969. Berlin: Springer-Verlag.
- [2.1] Wittneben, H. J., und H. Kirchhof: Wirtschaftlichkeitsvergleiche zwischen Ortbeton- und Fertigteilkonstruktionen des Hochbaues. In: Beiträge zum Massivbau; Mehmel-Festschrift. Düsseldorf: Beton-Verlag GmbH 1967, S. 189-193.
- [2.2] Voigt, C.: Massive Decken. In: Beton-Kalender 1975, Teil II. Berlin: Wilhelm Ernst und Sohn.
- [2.3] Schneider, K. H., und E. Zuber: Zum konstruktiven Entwurf des Zentralbaues der Universitätskliniken Frankfurt am Main. Beton- und Stahlbetonbau 66 (1971), S. 49-55.
- [2.4] Khan, F. R.: Current Trends in Concrete High-Rise Buildings. In: 1.2, S. 571-590.
- [2.5] Mayer, L., und H. Twelmeier: Das neue Verwaltungsgebäude der Deutschen Krankversicherung-AG in Köln. In: Beton und Stahlbetonbau 66 (1971), S. 118-127 und S. 143-149.
- [2.6] Kirchner, G.: Spannbeton-Stahlbeton. Düsseldorf: VDI-Buildingswerk BW 142, 1962.
- [2.7] Bau des Verwaltungsgebäudes der österreichischen Philips GmbH in Wien. Dywidag-Berichte 1 -1965, S. 11-20.
- [2.8] Fintel, M.: Staggered Wall Beams for Multistory Buildings. ASCE: Civil Engineering, August 1968, S. 56-59.
- [2.9] Christiansen, J. V.: Cast in Place, Reinforced Concrete Systems. In: 1.1.2, S. 437-464.
- [2.10] Beck, H.: Beitrag der Deutschen Gruppe der FIP-Bedeutende Spannbetonbauten, Hochbau. Beton- und Stahlbetonbau 65 (1970), S. 103-112.
- [2.11] Robertson, L. E.: Structural Systems. Theme-Report. In: 1.1.2, S. 403-411.
- [2.12] Davenport A. G.: The Response of Six Building Shapes to Turbulent wind. Philosophical Transactions, London: Royal Society, A 269 (1971), S. 385-394.



- [3.1] Technical Committee 11: Foundation Design. In: 1.1.2, S. 847-1054.
- [3.2] Klöckner, W., und H.-G. Schmidt: Gründungen. In: Beton-Kalender 1974, Teil II. Berlin: Wilhelm Ernst und Sohn, S. 85-325.
- [3.3] Szechy, K.: Der Grundbau. 1. Band: Untersuchung und Festigkeitslehre des Baugrundes. 2. Band, 1. Teil: Die Baugrube. 2. Band, 2. Teil: Gründungsarten. Wien: Springer-Verlag 1963 bzw. 1965.
- [4.1] König, G., und K. Marten: Zum wirklichkeitsnahen Erfassen von Nutzlasten. Die Bautechnik 52 (1975).
- [4.2] Mitchell, C. R., und R. W. Woodgate: A Survey of Floor Loadings in Office Buildings. Construction Industry Research and Information Association. Rep. 50, London 1970.
- [4.3] Marten, K.: Zur Festlegung wirklichkeitsnaher Nutzlasten und Lastabminderungsfaktoren. Dissertation. Darmstadt, 1973 eingereicht.
- [4.4] Ferry Borges, J.: Basic Data on Loads. Informationsschrift, Joint Committee on Structural Safety. Februar 1973.
- [4.5] Wind Effects on Buildings and Structures, Proceedings. London: HMSO 1965.
- [4.6] Wind Effects on Buildings and Structures, Proceedings. London: University of Toronto Press 1968.
- [4.7] Wind Effects on Buildings and Structures, Proceedings. Tokyo: Saikon 1971.
- [4.8] König, G., und K. Zilch: Ein Beitrag zur Berechnung von Bauwerken im böigen Wind. Mitteilungen aus dem Institut für Massivbau der Technischen Hochschule Darmstadt, Heft 15. Berlin: W. Ernst und Sohn 1970.
- [4.9] König, G., und K. Zilch: Untersuchung zur Schaffung von Unterlagen für wirtschaftliche und sichere Annahmen über Windlasten. Windgeschwindigkeitkarte Deutschland. Schlussbericht eines



sspannungen infolge Temperatur in Stahlbetonbauteilen.DAfSt,  
Heft 208.Berlin:Wilhelm Ernst und Sohn 1969.

- [5.38] Beck,H.,G,König und H.Reeh:Kenngrößen zur Beurteilung der  
Torsionssteifigkeit von Hochhäusern.Beton-und Stahlbetonbau 63  
(1968),S.268-277.
- [5.39] Reeh,H.:Ein Beitrag zur Berechnung aussteifender auf Biegung  
und Torsion beanspruchter Bauteile von Hochhäusern unter Berü-  
cksichtigung der Theorie II.Ordnung.Dissertation.Darmstadt
- [5.40] Brandt.B.:Zur Berechnung der haltenden Bauteile von Hochhäusern  
Dissertation.Darmstadt,1974 eingerichtet.
- [5.41] Fey,T.:Vereinfachte Berechnung von Rahmensystemen des Skelett  
baus nach der Theorie II.Ordnung.Der Bauingenieur 41(1966)  
S.231 bis 238.
- [5.42] Beck,H.,und H.-J.Bubenheim:Ein Verfahren zur optimalen Beme-  
ssung von Stahlbetonrahmen.Der Bauingenieur 47(1972),S.192-198
- [5.43] Marguerre,K.:Abriss der Schwingungslehre.In:Stahlbau,ein Hand  
buch für Studium und Praxis,Band I.Köln:Stahlbau-Verlags-GmbH  
1971,S.386-423.
- [5.44] Rausch.E.:Maschinenfundamente,3.Auflage.Düsseldorf:VDI-Verlag  
1959.
- [5.45] Timoshenko,S.,und D.H.Young:Vibration Problems in Engineering  
Princeton:Van Nostrand 1955.
- [5.46] Gravert,F.W.,und G.Buch:Probleme bei der Gründung der Dom-  
Römerberg-Bebauung in Frankfurt am Main.Die Bautechnik 51  
(1974),S.52-58.
- [5.47] Heil,H.:Vortrag beim Seminar "Bauwerkssetzungen"in der Tech-  
nischen Akademie Wuppertal vom 18.bis 19.Juni 1973.
- [5.48] DIN 4018 Flächengründungen,Richtlinien für die Berechnung.  
August 1957.
- [5.49] Fintel,M.,und F.R.Khan:Effects of Column Exposure in Tall St



- Forschungsvorhabens, durchgeführt mit Förderung des Bundesministers für Raumordnung, Bauwesen und Städtebau, Darmstadt. 1973.
- [4.10] Hellmann, G.: Über die Bewegung der Luft in den untersten Schichten der Atmosphäre, 1. bis 3. Mitteilung, Sitzungsberichte der Akademie der Wissenschaften, Berlin: 1914, 1917, 1919.
- [4.11] Davenport, A. G.: The Application of Statistical Concepts to the Wind Loading of Structures. Proceedings of the Institution of Civil Engineers, Vol. 19 (1961), S. 449-471.
- [4.12] König, G., und K. Zilch: Zur Windwirkung auf Gebäude. Beton- und Stahlbetonbau 67 (1972), S. 32-42.
- [4.13] Schlaich, J.: Beitrag zur Frage der Wirkung von Windstößen auf Bauwerke. Der Bauingenieur 41 (1966), S. 102-106.
- [4.14] Davenport, A. G., und W. A. Dalglish: Wind Loads. In: Supplement No 4 to the National Building Code of Canada. Ottawa: National Research Council of Canada 1970, S. 544-565.
- [4.15] Davenport, A. G., und K. Zilch: Windlasten und Sicherheit von Hochhäusern. In: Sicherheit im Betonbau, Bericht der Arbeitstagung Berlin 1973. Wiesbaden: Deutscher Beton-Verein E. V. 1973, S. 141-150.
- [4.16] Zilch, K.: Zum Einfluss winderregter Gebäudeschwingungen auf das Wohlbefinden der Menschen. In: VDI-Berichte No. 210. Düsseldorf: VDI-Verlag 1973, S. 33-35.
- [4.17] Scruton, C.: Wind Drag and Pressure Loads. Proceedings of the Conference on Tower-Shaped Structures. Delft: TNO 1969.
- [4.18] Jensen, M.: The Model-Law for Phenomena in Natural Wind. Ingenieren-International Edition 2 (1958), S. 121-128.
- [4.19] Schweizerischer Ingenieur- und Architekten-Verein: Norm für die Belastungsannahmen, die Inbetriebnahme und Überwachung der Bauten. Norm 160, Ausgabe 1970.
- [4.20] Ackeret, I., und J. Egli: Über die Verwendung sehr kleiner Modelle für Winddruckversuche. Schweizerischer Bauzeitung 84 (1966),



S.3-7.

- [4.21] DIN 4149:Bauten in deutschen Erdbebengebieten.Ausgabe Juli 1957
- [4.22] Vorläufige Richtlinien für das Bauen in Erdbebengebieten des Landes Baden-Württemberg.Fassung November 1972.
- [4.23] Zilch,K.:Bemessung von Bauwerken gegen Erdbebenbelastungen. Die Bautechnik 51(1974),S.145-155.
- [4.24] Ahorner,L.,H.Murawski und G.Schneider:Die Verbreitung von schadenverursachenden Erdbeben auf dem Gebiet der Bundesrepublik Deutschland.Z.Geophysik 36(1970),S.313-343.
- [4.25] Sponheuer,W.:Bericht über die Weiterentwicklung der sismischen Skala.Veröffentlichungen des Instituts für Geodynamik Jena Heft 8.Berlin:Akademie-Verlag 1965.
- [4.26] ACI Standard 318-71:Building Code Requirements for Reinforced Concrete.Detroit:American Concrete Institute 1971.
- [4.27] Blume,J.A.,N.M.Newmark und L.H.Corning:Desing of Multistory Reinforced Concrete Buildings for Earthquake Monitons.Skokie: Portland Cement Association 1961
- [4.28] Borg,M.,und W.Schwarzer:Earthquake Safety of Nuclear Power Plants Based on a Balanced Risk Concept.In:Principles and Standards of Reactor Safety,Proceedings.Wien:IAEA 1973,S.181-194
- [4.29] Sponheuer,W.:Untersuchungen zur Seismizität in Deutschland. Veröffentlichungen des Instituts für Bodendynamik und Erdbebenforschung Jena,Heft 72.Berlin:Akademie-Verlag 1962
- [4.30] Frühauf,H.,K.Marguer und H.Wölfel:Auslegung von Kernkraftwerken für Erdbebenbelastung in der Bundesrepublik Deutschland. CREST Specialist Meeting on Antiseismic Design of Nuclear Power Plants,Pisa 1972.
- Ensernik,J.W.B.,und C.Smitskamp:De gevolgen van temperatuurspanningen in betonen verstijvingsschotten bij een framebouw. De Ingenieur.Koninklijk Institut van Ingenieurs.Delft,Juni



S.61 bis 71.

- [4.32] TSE 498 Şubat 1977, S 5-7
- [5.1] Fintel, M., et al: Response of Buildings to Lateral Forces. ACI Committee 442, ACI Journal, Proceedings V.68(1971), S.81-106.
- [5.2] Kahn, F.R.: On Some Special Problems of Analysis and Design of Shear Wall Structures. In: 1.2, S.321-344.
- [5.3] Gluck, J.: Lateral Load Analysis of Multistory Structures Comprising Shear Walls with Sudden Change in Stiffness. ACI Journal, Proceedings V.66(1969), S.720-736.
- [5.4] Beck, H.: Ein neues Berechnungsverfahren für gegliederte Scheiben, dargestellt am Beispiel des Vierendeelträgers. Der Bauingenieur 31 (1965), S.436-443.
- [5.5] Beck, H.: Ein Beitrag zur Berücksichtigung der Dehnungsverformungen bei Rahmen mit schlanken und gedrunenen Konstruktionsgliedern. Die Bautechnik 36(1959), S.178-184.
- [5.6] Beck, H.: Zur Berechnung einfeldriger, unmetrischer und regelmäßiger Windrahmen. In: Beiträge zum Massivbau; Mehmel-Festschrift. Düsseldorf: Beton-Verlag GmbH 1967, S.71-85.
- [5.7] Rosman, R.: Die statische Berechnung von Hochhauswänden mit Öffnungsreihen. Bauingenieur-Praxis, Heft 65. Berlin/München: Wilhelm und Sohn 1965.
- [5.8] Rosman, R.: Statik und Dynamik der Scheibensysteme des Hochbaues. Berlin/Heidelberg: Springer Verlag 1968.
- [5.9] Rosman, R.: Zahlentafeln für die Schnittkräfte von Windscheiben mit Öffnungsreihen. Bauingenieur-praxis, Heft 66. Berlin/München: Wilhelm und Sohn 1966.
- [5.10] Rosman, R.: Gegliederte Windscheiben mit stufenartig veränderlichen Querschnittswerten. Bauingenieur-Praxis, Heft 67. Berlin: Wilhelm Ernst und Sohn 1967.
- [5.11] Keintzel, E.: Die Berechnung elastisch gestützter, durchbrochener



- Wände auf Horizontallasten. Der Bauingenieur 43(1968), S.335-
- [5.12] Eisert, H.: Ein Beitrag zur Berechnung mehrfeldriger Windrahmen als gegliederte Scheiben. Dissertation, Darmstadt 1967.
- [5.13] Beck, H., und H.D. Eisert: Zur Berechnung mehrfeldriger Windrahmen. Der Bauingenieur 46(1971), S.290-299.
- [5.14] Hoeland, G.: Beitrag zur Berechnung wandartiger Rahmen. Beton und Stahlbetonbau 64(1969), S.124-126.
- [5.15] Barnard, P.R., und J. Schweighofer: Interaction of Shear Walls Connected Solely through Slabs. In: 1.2, S.157-173.
- [5.16] Quadeer, A., und B.S. Smith: The Bending Stiffness of Slabs Connecting Shear Walls. ACI Journal, Proceedings V.66(1969), S.464-473
- [5.17] Csonka, P.: Beitrag zur Berechnung waagrecht belasteter Stockwerksrahmen. Die Bautechnik 39(1962), S.237-240.
- [5.18] Khan, F.R., und J. A. Sbarounis: Interaction of Shear Walls and Frames. ASCE, Proceedings V.90(1964), S.237-240.
- [5.19] Rosman, R.: Beitrag zur Untersuchung des Zusammenwirkens von waagrecht belasteten Wänden und Stockwerksrahmen bei Hochbauten. Beton und Stahlbetonbau 59(1964), S.36-40.
- [5.20] Rosman, R.: Systeme aus durchbrochenen Wänden und Stockwerksrahmen. Die Bautechnik 41(1964), S.51-54.
- [5.21] Schardt, R., und H. Okur: Hilfwerte für die Lösung der Differentialgleichung  $ay''(x) - by'(x) + cy(x) = p(x)$ . Der Stahlbau 40(1971) S.6-7.
- [5.22] Beck, H., und H. Schäfer: Die Berechnung von Hochhäusern durch Zusammenfassung aller aussteifenden Bauteile zu einem Balken. Der Bauingenieur 44(1969), S.80-87.
- [5.23] Schäfer, H.: Die Berechnung von Hochhäusern als räumlicher Verband von Scheiben, Kernen und Rahmen. Dissertation. Darmstadt 1969
- [5.24] Gluck, J.: Lateral Load Analysis of Irregular Shear Wall Multi-story Structures. ACI Journal, Proceedings V.94(1970) S



- [5.25] Schrefler, B.: Zur Berechnung aussteifender Systeme allgemeiner Art von Hochhäusern. Beton-und Stahlbetonbau 66(1971) S. 213-210.
- [5.26] Winokur, A., und J. Gluck: Lateral Load Analysis in Asymmetrie Structures. ASCE, Proceedings V. 94(1968), ST 3, S. 645-656.
- [5.27] Kollbrunner, C. F., und K. Basler: Torsion. Berlin: Springer-Verlag 1966
- [5.28] Schäfer, H. G.: Das Verwaltungsgebäude G1 im Olympischen Dorf München. Beton-und Stahlbetonbau 67(1972), S. 145-153.
- [5.29] Rosman, R.: Theorie der versteiften dünnwandigen Stäbe und Erweiterung der Theorie auf gegliederte dünnwandige Stäbe und Stabsysteme. Die Bautechnik 47(1970), S. 340-349.
- [5.30] Becker, G.: Die Berechnung gegliederter Hohlkästen. Dissertation Darmstadt 1974.
- [5.31] Coull, A., und N. K. Subedi: Hull-Core Structures Subjected to Bending and Torsion. Vorbericht zum 9. Kongress der IVBH, ETH Zürich 1972, S. 613-622.
- [5.32] Liphardt, S.: Zur Berechnung von Hohlkästen aus Rahmen ohne und mit Wandscheiben als Aussteifungselemente von Hochhäusern. Dissertation. Darmstadt, 1974 eingerichtet.
- [5.33] Meissner, F.: Ein Beitrag zur Berechnung aussteifender einfeldriger Windrahmen nach Theorie II. Ordnung. Dissertation. Darmstadt 1971.
- [5.34] König, G.: Ein Beitrag zur Berechnung aussteifender Bauteile von Skelettbauten. Dissertation. Darmstadt 1966.
- [5.35] Beck, H., und G. König: Haltekräfte im Skelettbau. Beton-und Stahlbetonbau 62(1967), S. 7-15 und 37-42.
- [5.36] Fey, T.: Stabilität von Stahlbeton-Rahmensystemen. - Zweckmässige Form des Nachweises der Zusatzbeanspruchungen infolge lastunabhängiger Systemabweichungen. In: Vorträge Betontag 1967. Wiesbaden. Deutscher Beton-Verein E. V. 1967, S. 317-327.
- [5.37] Falkner, H.: Zur Frage der Rissbildung durch Eigen- und Zwängung



- ructures.ACI Journal,Proceedings V.62(1965),S.1533-1556;V.63 (1966),S.843-863;V.65(1968),S.99-110.
- [5.50] Fintel,M.,und F.R.Khan:Effects of Creep and Shrinkage in Tall Structures-Prediction of Inelastic Column Shortening.ACI Journal,Proceedings V.66(1969),S.957-967.
- [6.1] Beck,H.,G.König und K.Zilch:Sicherheitstheoretische Untersuchungen der für die Wirtschaftlichkeit von Hochhäusern massgebenden Lastannahmen.Berichte aus der Bauforschung,Heft 85 Berlin:Wilhelm Ernst und Sohn 1973.S.3-21
- [6.2] König,G.,und M.Heunisch:Zur statischen Sicherheitstheorie im Stahlbetonbau.Mitteilungen aus dem Institut für Massivbau der Technischen Hochschule Darmstadt,Heft 16.Berlin:Wilhelm Ernst und Sohn 1972.
- [7.1] Stöckl,S.;Übergreifungsstösse von zugbeanspruchten Bewehrungsstäben.Beton-und Stahlbetonbau 67(1972),S.229-234.
- [7.2] Fastenau,W.,F.Leonhardt und V.Hahn:Pressmuffenstoss für gerippte Bewehrungsstäbe.Beton-und Stahlbetonbau 65(1970),S.168-171
- [7.3] Finsterwalder,U.,W.Ernst,D.Jungwirth und G.Kern:GEWI-Stahl, ein Betonrippenstahl BSt 42/50 RÜ mit aufgewalztem Gewinde, und GEWI-Muffenstoss.Beton-und Stahlbetonbau 68(1973)S.25-35
- [7.4] Netzel,D.:Beitrag zur wirklichkeitsnahen Berechnung und Bemessung einachsig ausgesteifter,sclanker Gründungsplatten. Dissertation.Stuttgart 1972.
- [7.5] Brandt,B.,und H.G.Schäfer:Verbindung von Stahlbetonfertigteilstützen.Forschungsbericht der Arbeitsgruppe Massivbau der Technischen Hochschule Darmstadt,Heft 12,1973.
- [7.6] Brändle,K.,und H.Klingler:Vorfertigung in USA.Mehrgeschossener Nichtwohnungsbau und weitgespannte Konstruktionen.Studienhefte zum Fertigbau,Heft 1,1965,S.24-40



- [7.7] Beck, H., und G. Rohn: Ein Konstruktionssystem für Geschossbauten aus beton, Herstellung und Verwendung 18(1968), S. 385-394.
- [7.8] Zulassungsbescheid für das Stahlbeton-Fertigteilsystem "SK-Berlin" Institut für Bautechnik, Berlin 1973.
- [7.9] Brockmann, G.: Arbeitsfugen in Beton. Beton- und Stahlbetonbau 68 (1973), S. 65-69.
- [7.10] Boll, K.: Anordnung von Dehnfugen bei tragenden Skeletten des Hochbaues. Die Bautechnik 51(1974), S. 94-98.
- [7.11] Frank, W.: Einwirkungen von Regen und Wind auf Gebäudefassaden. Berichte aus der Bauforschung Heft 86. Berlin: Wilhelm Ernst und Sohn 1973.
- [7.12] Künzel, H.: Wand und Fuge unter Gesichtspunkt des Regenschutzes Bundesbaublatt Nr. 7, 1972.
- [7.13] Afet bölgelerinde yapılacak yapılar hakkında yönetmelik, T.C İmar ve İskan bakanlığı deprem araştırma enstitüsü başkanlığı Temmuz, 1975, Ankara.
- [8.1] Schweizerischer Ingenieur- und Architekten-Verein: Norm für die Belastungsannahmen, die Inbetriebnahme und die Überwachung der Bauten Norm 160, Ausgabe 1956.
- [8.2] Beck, H., und K. H. Schneider: Tragwerk des Hochhauses AfE der Universität Frankfurt/Main. Beton- und Stahlbetonbau 67(1972), S. 1-9
- [8.3] Boll, K., K. Hettasch und R. Doetsch: Das Bettenhaus der Medizinischen Fakultät der Universität zu Köln - Ein Hängehaus mit zwei Kernen. Der Bauingenieur 48(1973), S. 233-249.
- [8.4] Boll, K., und R. Doetsch: Hängehaus der Medizinischen Fakultät der Universität Köln. In Vorträge Betontag 1973. Wiesbaden; Deutscher Beton-Verein E.V. 1973, S. 202-221.
- [8.5] Kupfer, H.: VII. Internationaler Spannbeton-Kongress; Beitrag der Deutschen Gruppe der FIP - Bedeutende Spannbetonbauten, Hochbau.



- Beton-und Stahlbetonbau 69(1974),S.58-65.
- [8.6] Langhout,D.,und H.H.Lugthart:Olympiadorp-Stupre-bezoeck aan München,5 t/m 7 mei 1971.Cement,Heft 8(1971),S.351-352.
- [8.7] Heimerdinger,M.,und D.Pilz:Loews Hamburg Plaza-Hotel im neuen Kongresszentrum.Beton-und Stahlbetonbau 67(1972),S.79-80.
- [8.8] Bomhard,H.:Das BMW-Hochhaus in München.In:Vorträge Betontag 1973.Wiesbaden:Deutscher Beton-Verein E.V.1973,S.171-201.
- [8.9] Arbeitsgemeinschaft Verwaltungshochhaus BMW Generalunternehmer.Herausgeber,Eigentümer und Verleger:Architekt Prof.Dr. Karl Schwanzer,Wien.
- [8.10] Das Verwaltungshochhaus BMW.Prospekt der Fa.Dyckerhoff und Widmann AG,München.
- [8.11] BASF:Das Hochhaus der BASF.Stuttgart:Julius Hoffmann Verlag 19
- [8.12] Frischmann,W.W.,und S.S.Prabhu:Planning Concepts Using Shear Walls.In:1.2 ,S.49-79.
- [8.13] Joedicke,J.:Wettbewerb für das neue Verwaltungsgebäude der Phoenix-Rheinrohr-AG in Düsseldorf.Vergleichende Betrachtung deutscher und ausländischer Beispiele.baukunst und werkform 10 (1957),S.202-206.
- [8.14] Nervi,P.L.:New Structures.London:Architectural Press 1963.
- [8.15] Stütz,K.: "Haus der Elektrizität" am Ernst-Reuter-Platz in Berlin-Chariottenburg.Beton-und Stahlbetonbau 55(1960),S.25-30.
- [8.16] Rafeiner,F.:Hochhäuser.Wiesbaden und Berlin:Bauverlag GmbH 196
- [8.17] Weinberg,B.E.:Marina City Towers.ASCE:Civil Engineering,December 1962,S.64-67.
- [8.18] Diamant,R.M.E.:Marina City,Chicago.Architect and Building News Vol.222.
- [8.19] Schorsch,E.:Bürohochhaus der Siemens und Halske AG in München Beton-und Stahlbetonbau 57(1962),S.201-209.



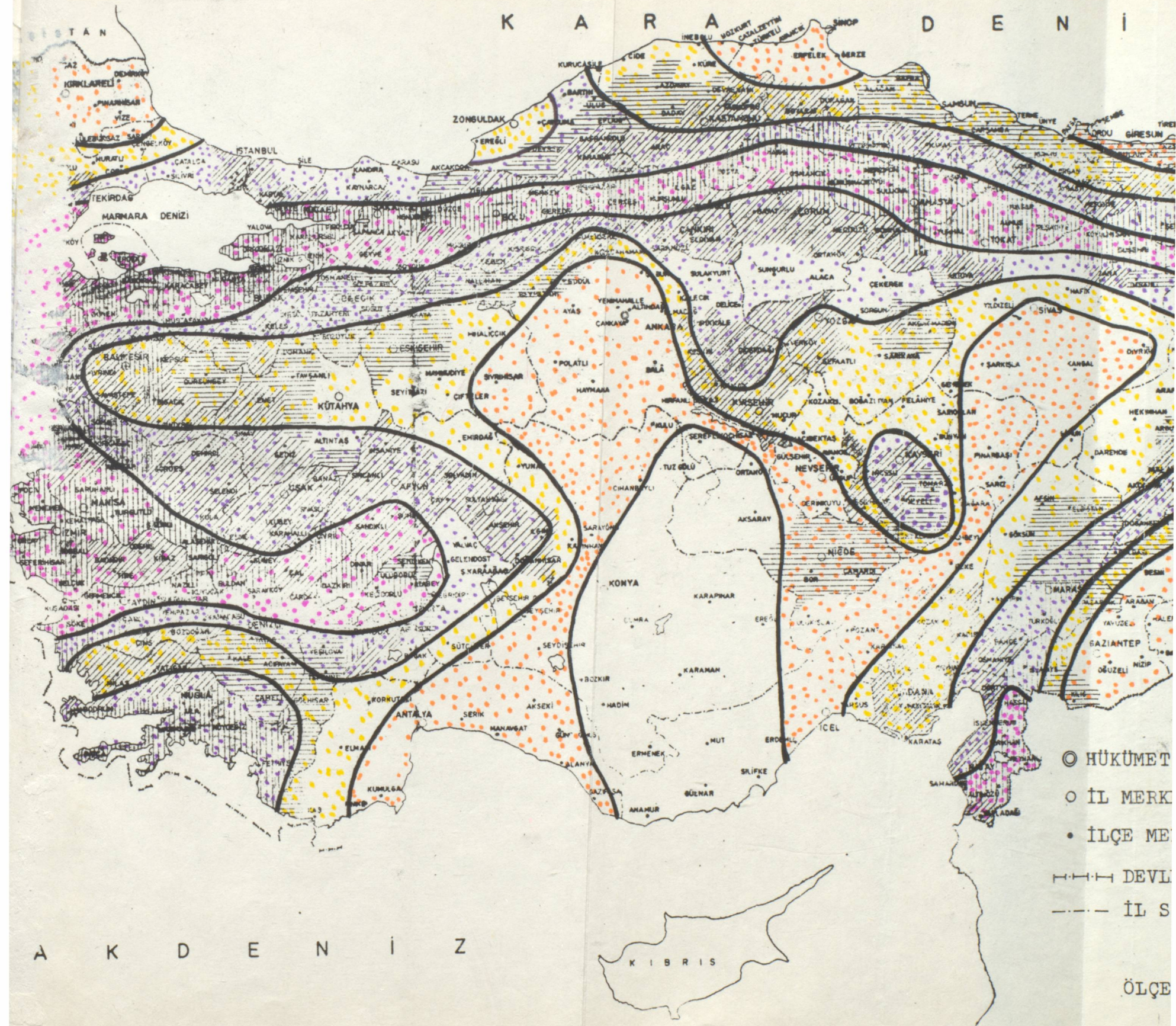
- [8.20] Architects' Journal, October 1965.
- [8.21] Roy, H.E.: Toronto City Hall and Civic Square. ACI Journal, Proceedings V.62 (1965), S.1481-1502.
- [8.22] Skidmore, Owings und Merrill: Chestnut-De Witt Apartments. In: 1.1.1. , S.496-497.
- [8.23] Beckmann, P., und P. Dunican: The Use of Shear Walls in High Buildings. In: 1.2 , S.101-118.
- [8.24] Boll, K.: Das Finnlandhaus in Hamburg. Beton-und Stahlbetonbau 62 (1967), S.58-67.
- [8.25] Jackblock-Verfahren. Die Bautechnik 48 (1971), S.393-394.
- [8.26] Jackblock-Hochhausbau. Beton-und Stahlbetonbau 66 (1971), Heft 12, S.XXI-XXII.
- [8.27] Jackblock-Building in Factory Conditions. Jackblock International N.V., Rijswijk, Holland.
- [8.28] Seidler und Associates: Australia Square. In: 1.1.1 S.418-421.
- [8.29] König, G.: Lake Point Tower. Beton-und Stahlbetonbau 64 (1969) S.244-245.
- [8.30] Konstruktion und Bauablauf der abgehängten Geschossdecken für das Hochhaus der Stadtparkasse Wuppertal. Dywidag-Berichte 3 1973, S.2-6.
- [8.31] Zunz, G.J., R.A. Heydenrych und D. Michael: The Standard Bank Centre, Johannesburg. Die Siviele Ingenieur in Suid-Afrika, Febr. 1971, S.29-42.
- [8.32] Zunz, G.J., R.A. Heydenryeh und D. Michael: Standard Bank Centre, Johannesburg. Proceedings of the Institution of Civil Engineers, Febr. 1971, S.195-222.
- [8.33] Bruckner, H., und C. Popp: Holiday-Inn-Turmhotel in Augsburg. Beton-und Stahlbetonbau 68 (1973), S.137-146.
- [8.34] Perrott, Lyon, Timlock und Kesa: Nauru House. IN: 1.1.1 , S.428-429
- [8.35] Heimann, J.L.: Long-Term Deformations in the Tower Building , Australia Square, Sydney. ACI Journal, Proceedings V.70 (1973),



S.279-284.

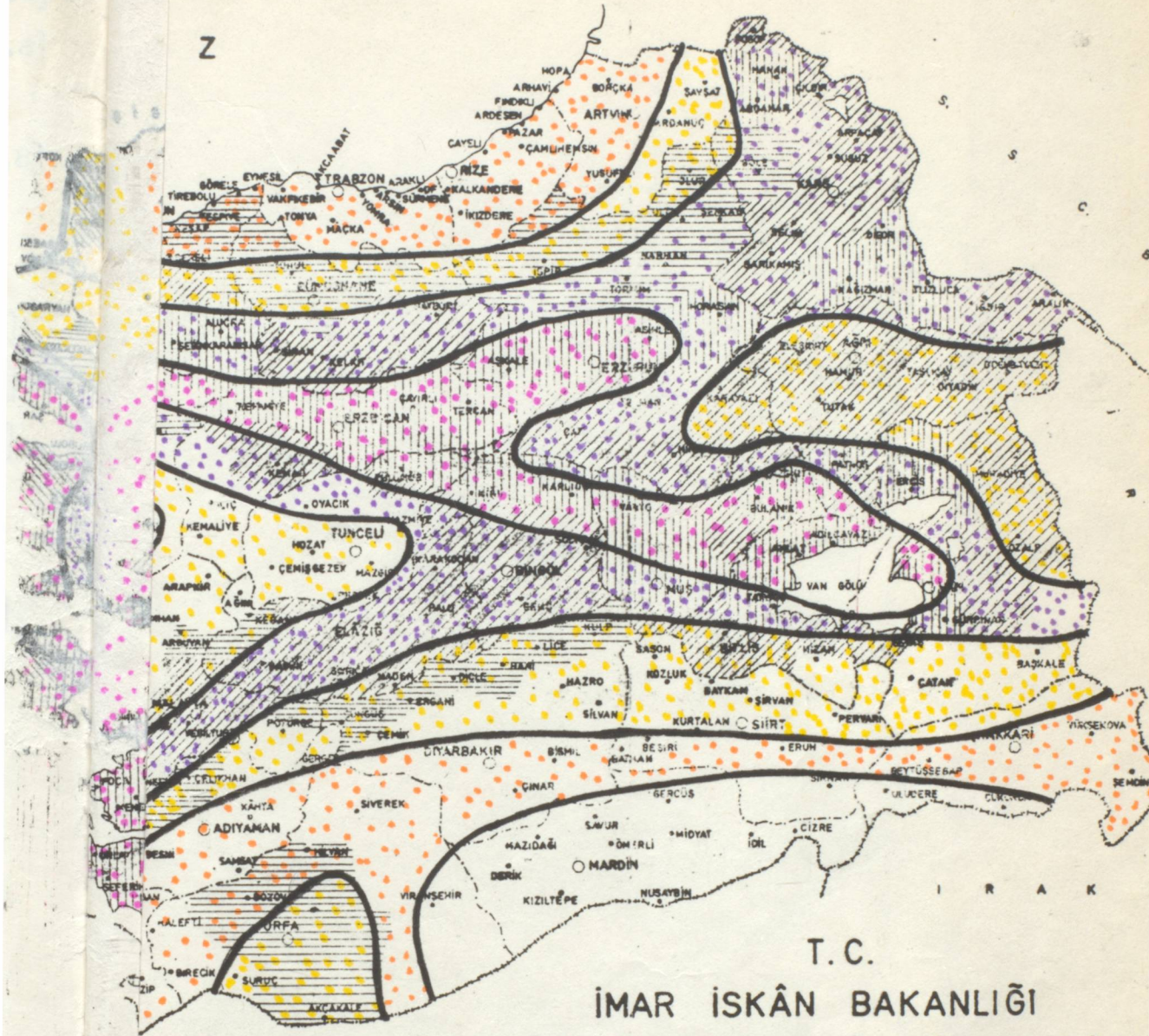
- [8.36] Bauwerk des Monats.DAI-Zeitschrift 10(1972),102.
- [8.37] Bonarens,R.:Baugrubensicherung und Sohlplatte des BfG-Hochhauses in Frankfurt.Der Bauingenieur 49(1974),S.214-218.
- [8.38] Schneider,K.H.und K.Bender:Konstruktion des Verwaltungshochhauses der Commerzbank AG in Frankfurt /Main.Beton-und Stahlbetonbau 69(1974).
- [9.1] Deprem araştırma bülteni,sayı 39,Prof.Dr.Kemal Özden.
- [9.2] Doç.İlhan Berktaşın ders notları.
- [9.3] Prof.Adnan Çakıroğlu ve Doç.Dr.Günay Özmen.:Çerçeveler ve boşluklu perdelerden oluşan yapıların yatay yüklere göre hesabı Teknik Rapor 16,Şubat 1973.
- [9.4] Prof.Dr.-Ing.Riko Rosman,Çeviren:İnş.Y.Müh.İlhan Berktaş;yatay yüklerin etkisindeki boşluklu perdelerde iç kuvvetlerin hesabı için tablolar.





Resim 4.16. Türkiye deprem haritası





T.C.  
İMAR İSKÂN BAKANLIĞI  
TÜRKİYE DEPREM BÖLGELERİ

ET MERKEZİ

ERKEZİ

MERKEZİ

EVLET HUDUDU

L SINIRI

LÇEK:1/4000000



Birinci derece deprem bölgeleri



İkinci derece Deprem bölgeleri



Üçüncü derece Deprem bölgeleri



Dördüncü derece Deprem bölgeleri



Tehlikesiz bölgeler

Bakanlar kurulunun 23.12. 1972 tarih ve 7/5551

sayılı kararıyle yürürlüğe girmiştir.



